

土木研究所資料

日蘭ワークショップ

「道路による生息域の分断防止と
生態系ネットワークの形成に向けて」

平成13年3月

国土交通省土木研究所
環境部交通環境研究室
緑化生態研究室

Copyright © (2001) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

日蘭ワークショップ

「道路による生息域の分断防止と 生態系ネットワークの形成に向けて」

交通環境研究室	室	長	大西 博文
	研 究 員		川上 篤史
	交 流 研 究 員		今堀るみ子 ^{*1}
緑化生態研究室	室	長	藤原 宣夫
	主 住 研 究 員		日置 佳之
	科学技術特別研究員		金子 弥生 ^{*2}

要 旨

本報告書は、日蘭科学技術協定に基づき実施されている共同研究「道路による生息域の分断化防止対策に関する研究（担当：交通環境研究室）」および「生態ネットワーク計画に関する研究（担当：緑化生態研究室）」の一環として実施した日蘭ワークショップ「道路による生息域の分断防止と生態系ネットワークの形成に向けて」の報告である。

キーワード：日蘭ワークショップ、生息域の分断防止、生態ネットワーク、道路

*1 交 流 研 究 員 在 職 期 間：平成11年4月から平成12年3月まで

*2 科学技術特別研究員在職期間：平成11年1月から平成13年12月まで

目 次

1. 日蘭ワークショップ「道路による生息域の分断防止と生態系ネットワークの形成に向けて」の目的	1
2. 日蘭ワークショップ「道路による生息域の分断防止と生態系ネットワークの形成に向けて」の日程	3
3. 現地調査	
3.1 現地調査の資料	5
3.2 現地調査における討論の議事録	41
3.3 現地調査の様子(写真)	61
4. シンポジウム「道路による生息域の分断防止と生態系ネットワークの形成に向けて」	
4.1 シンポジウムの目的	63
4.2 シンポジウムの講演資料	65
4.3 パネルディスカッションの議事録	205
4.4 シンポジウムの様子(写真)	209
参考資料	
・ 日蘭ワークショップ準備ワーキングの設置	211
・ ヨーロッパ(主にオランダ)の自然環境に関して収集した資料一覧	212

1. 日蘭ワークショップ「道路による生息域の分断
防止と生態系ネットワークの形成に向けて」の
目的

1. 日蘭ワークショップ「道路による生息域の分断防止と生態系ネットワークの形成に向けて」 の目的

近年、公共事業を行う際には身近な生態系の保全を図ることが重要な課題となっている。そのためには、残された動植物の生息・生育空間同士を相互に連結し、また、インフラ整備等による生息・生育空間の分断を回避することによって地域全体の生態系の保全を図ることを目指した生態系ネットワークの理念を取り入れることが重要である。

オランダでは、国土レベルの施策として生態系ネットワーク計画が策定され、インフラ整備にもその理念が反映されている。しかし、日本においては生態系ネットワーク計画の策定の動きはあるが、その手法はまだ確立されておらず、また自然環境情報等の整理も遅れているのが現状である。

本ワークショップでは、道路による生息域の分断防止と生態系ネットワークの形成に関し、日本、オランダ両国の当該分野の研究成果及び今後の研究の方向性に関する情報交換、討議を行い、両国における当該研究の進展に寄与することを目的とした。併せて、両国の研究成果及び事例の情報発信を行うことにより、当該分野に関する一般市民への啓発を図り、日本における生態系ネットワークの実現及び技術的発展に寄与することを目的とした。

なお、本ワークショップは、日蘭科学技術協定に基づき 1998 年から実施されている建設省土木研究所とオランダ運輸・公共事業・水利省道路水理技術研究所の共同研究「道路による生息域の分断化防止対策に関する研究(担当：交通環境研究室)」および「生態ネットワーク計画に関する研究(担当：緑化生態研究室)」の一環として実施されたものであり、1998年9月に日本側の研究者がオランダを訪問した際に日本側の提案により開催が合意されたものである。

2. 日蘭ワークショップ「道路による生息域の分断 防止と生態系ネットワークの形成に向けて」の 日程

2. 日蘭ワークショップ「道路による生息域の分断防止と生態系ネットワークの形成に向けて」の日程

2.1 日蘭ワークショップの構成

本ワークショップでは、主となるシンポジウムに加え現地調査を行い、様々な場で意見交換を行った。

(1) シンポジウムの開催

道路による生息域の分断防止と生態系ネットワークの形成に関して、日蘭の研究者、実務担当者による講演とパネルディスカッションからなるシンポジウムを開催し、現在の知見と今後の当該分野の進展の方向性を模索した。併せて、行政、民間コンサルタント、大学、環境NGOなどの、当該テーマに関心を持つ方々を対象として情報発信を行い、当該分野に関する啓発を図った。

テーマは「道路による生息域の分断防止と生態系ネットワークの形成に向けて」とした。

(2) 現地調査

日本における道路による生息域の分断防止を中心とした自然環境保全の取り組み事例の現地を訪れ、オランダ側研究者に各種保全対策を紹介した。併せて、現地担当者を交えたディスカッションを行った。

調査対象は、日光宇都宮道路(栃木県)および国道108号鬼首道路(秋田県、宮城県)とした。

2.2 全体日程

1999年11月	7日(日)	オランダ側参加者 成田着	(つくば泊)
	8日(月)	土研にて討議、土研案内等	(つくば泊)
	9日(火)	日光宇都宮道路現地調査	(宇都宮泊)
	10日(水)	湯沢へ移動、鬼首道路現地調査	(鬼首付近泊)
	11日(木)	東京へ移動	(東京泊)
	12日(金)	シンポジウム(東京)	(東京泊)
	13日(土)	オランダ側参加者帰国	

※ () 内はオランダ側参加者の宿泊先

3. 現地調査

3. 1 現地調査の資料

3. 1 現地調査の資料

3. 1. 1 国道108号鬼首道路

(「自然回廊 鬼首エコロード, 建設省東北地方建設局湯沢工事事務所」より作成)

1. 自然環境

■対象地区の状況と課題

自然とのふれあいを 大切にしたい道づくり

- 宮城県と秋田県にまたがる一般国道108号・鬼首道路は鳴子町と雄勝町を通過します。その周辺一帯は、栗駒国定公園に指定され、栗駒山をはじめとする豊かな自然や温泉、史跡等の豊富な観光資源に恵まれています。
- 初夏から秋にかけての登山基地、夏の避暑地、秋の紅葉など当地域は、観光産業が地域の主力産業として定着しています。
- このような状況のもと、地域を訪れる観光客は年々増加しており、70万人を越えています。
- このため、栗駒の四季折々に変化する豊かな自然とふれあい、自然と親しむための道づくりを行う必要がありました。

■鬼首道路をとりまく環境の状況と課題

周囲の自然環境に配慮した道づくり

●植 物

地域全体は自然性の高い森林に恵まれ、特に栗駒山～神室山一帯は、有数のまとまりのあるブナ林に覆われており、貴重な植物的自然が形成されています。

鬼首道路周辺についてみると、現在までに3科4種の高木類と28科91種の樹木の生育が確認されています。

※国指定／「我が国における保護上重要な植物種の現状」(1989年、日本自然保護協会等)に記載されている植物種をいいます。

※国指定／「自然公園法」に基づき、環境庁長官により指定され、地域内において採取・損傷してはならないとされている植物種をいいます。

●動 物

栗駒山周辺は、ホシガラス、オシドリなどの鳥類、モリアオガエルなどの両生類、ホソヒメクロオサムシなどの昆虫類をはじめとして貴重な動物が分布しています。鬼首道路周辺についてみると、植物113科740種、哺乳類6目12科16種、爬虫類4科5種、両生類6科9種、鳥類11目27科53種、昆虫類15目175科1608種、魚類4科6種、陸生貝類11科22種、底生生物51科127種、確認されています。

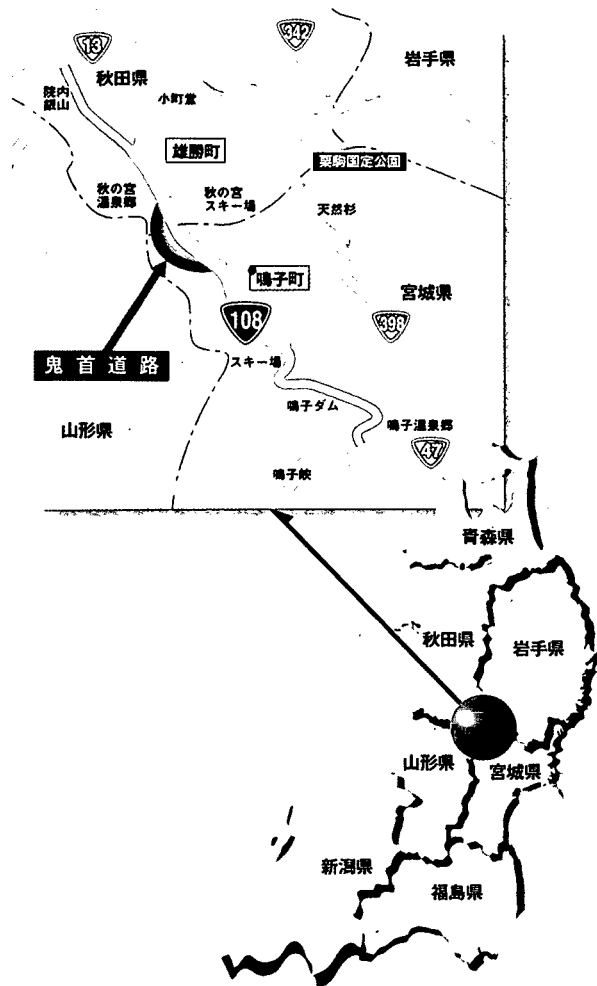
このように、対象地域は豊かな自然に恵まれ、多種・多様な動植物を有する国定公園内に位置しています。栗駒の優れた自然景観や動植物を保護・保全していくことは、我が国の動植物の多様性を維持していく上でも継続して取り組むべき課題であり、鬼首道路の整備に当たっては、周囲の自然環境に配慮した道づくりを行う必要がありました。

2. 鬼頭道路の事業概要

一般国道108号は、宮城県石巻市を起点とし奥羽山脈を斜めに横断して、秋田県本荘市に通ずる総延長202.3kmの路線で、太平洋側と日本海側を結び、産業、経済の交流を図る重要な横断道路となっています。また、栗駒国立公園区域内にある鬼首峠付近は仙秋サンラインの呼称で親しまれ、観光・レジャー等の交通も増大しています。

しかし、旧国道の鬼首峠付近は、急勾配・急カーブの連続する険しい山岳道路となっており、冬期を挟み約半年間は、5m以上の積雪に行く手を阻まれ、完全に閉鎖されていました。このため「冬期通行と安全円滑な通行の確保」を目指し昭和54年度から国の直轄事業として工事が進められ、平成8年度開通しました。

【鬼首道路の事業概要】



鬼首道路の整備によって、
こんな効果が期待されます。

整備効果
1

【通年交通の確保】

年間を通しての交通が可能になることによって、冬期交通不能区間が解消され、地域間交流の促進と経済活動の活性化に大きな効果が期待できます。

整備効果
2

【安全性・快適性の向上】

断崖・絶壁に接する場所、雪崩・落石などの危険箇所が解消されることで、安全で円滑な交通が可能となり、よりいっそう安心できる快適な道となります。

整備効果
3

【観光・レジャーへの期待】

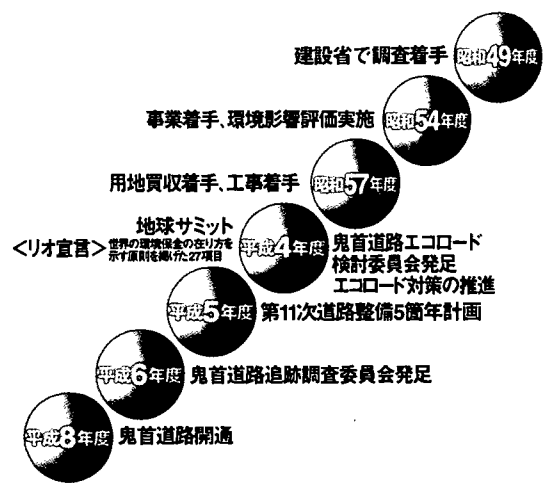
鬼首道路は、栗駒国立公園区域内に位置しており、鳴子町と雄勝町を結ぶ観光・レジャーの新たな圏域として、地域の観光産業にも大きな効果が期待されます。

整備効果
4

【地域活性化の支援】

通年交通が確保されることから、立ち遅れてきた地域開発ポテンシャルが高まり、雇用基盤の増大、若者層の定住促進、地域経済の活性化をもたらします。

- 1 Minimize the effects on the environment.
自然環境に与える影響をできるだけ小さくする。
- 2 When construction is required, restore the area to its original state as soon as possible.
どうしても防げない場合には、早く元通りの自然にもどす。
- 3 Be considerate of all living things in the affected area.
周辺の動物や植物に対して思いやりを持つ。
こういった考え方でつくり、利用される道路を『エコロード』と呼びます。



【鬼首エコロードの経緯】

鬼首道路の計画は、道路が栗駒国立公園内にあり、自然が豊かであることから、昭和53年に提示された「建設省所管事業に係わる環境影響評価に関する当面の措置方針」に基づき昭和54年度に環境影響評価を実施しました。1992年(平成4年)6月、ブラジルで開催された「地球サミット」(テーマは「自然と人間の活動の調和」)に代表される環境問題への関心の高まりの中、平成4年度より建設省は鬼首道路を自然と調和したエコロードとして整備するための調査を開始しました。

これにより、鬼首道路は平成5年度からスタートした「第11次道路整備5箇年計画」にもりこまれたエコロード建設の先導的役割を担うこととなりました。

「エコロード」は、エコロジー(生態学)とロード(道路)をたしたエコロジー(道路)をたしたエコロジー(道路)と調和のとれた道路から作り出された言葉です。

貴重な動物植物たちだけではなく、普通に受けられる動物や植物を含めた、生態系全体との調和を考えてつくられた道路をいいます。

鬼首エコロードの取り組み

鬼首道路のエコロード事業を進めるに当たって、平成4、5年度の2箇年にわたって学識経験者等の各専門分野の方々から構成される「鬼首道路エコロード検討委員会」を設置し計画道路周辺の綿密な調査、生態系への影響を極力抑えるための施策等に関する様々な専門的指導を受けました。検討委員会では2箇年で6回の委員会および現地調査を実施し、工事が約70%進んでいた鬼首道路がこれからのような対策ができ、また問題点があるかを討議しました。これを踏まえて整備計画を策定し、事業に反映させました。

整備計画では、道路を利用する人にとつての利便性・快適性の追求ばかりでなく、「人にもやさしく、自然にもやさしく」を整備テーマとして、周辺の動植物や、その生態系の織り成す豊かな自然に対する影響をできるだけ緩和し、自然との触れ合いを大切にするとする観点から、「自然と調和した道」「自然を守る道」「人と自然との出会いの道を道路づくりの基本目標としました。

鬼首道路エコロード検討委員会メンバー

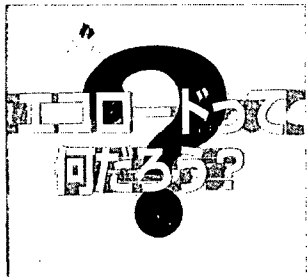
委員		委員長
清水 浩志郎	秋田大学鉱山学部(地域環境工学)教授	
小野 泰正	岩手大学人文社会科学部(小動物名譽教授)	
小笠原 属	秋田大学教育学部(鳥類)教授	
藤原 一繪	横浜国立大学環境科学研究所(植物)教授	
佐々木 明夫	元秋田県林業センター(森)育成部長	
杉山 秀樹	秋田県水産振興センター主任専門研究員	
高取 知男	仙台市科学館(魚類)主査 ※前委員	
その他 建設省本省、土木研究所、東北地方建設局、宮城県、秋田県、湯田工事事務所からも加わっています。		

鬼首エコロード整備計画策定までの経緯

第1回委員会	既存資料の収集・整理
第2回委員会	エコロードに対する問題の認識と提起
第3回委員会	エコロード整備テーマコンセプトの設定
第4回委員会	対応策の整理・分類
第5回委員会	エコロード基本方針の設定
第6回委員会	問題点の抽出と整備メニューの決定
第7回委員会	箇所別対応策の作成と整備計画の設定
第8回委員会	整備計画の策定

現地調査の実施

3. 鬼頭エコロード整備基本方針



エコロードとは、生態系に配慮し、環境への影響を極力減らすべく設計された道路を指し、生態学 (ecology) のエコと道路 (road) のロードを組み合わせた造語で、生態系全般との共生や自然の再生を図るための構造・工法を取り込んだ道路をいいます。具体的には、

- ◆自然環境に配慮したルート計画
- ◆自然への影響を最小限に抑えるトンネル・橋梁形式の採用
- ◆動物が横断するための「けもの道」の設置
- ◆動物と自動車の接触事故を防ぐための「動物誘導柵」の設置
- ◆地域特有の植物の種子や土壌生物が含まれた表土の活用
- ◆潜在自然植生を活かした法面等の緑化

などを行う事業を指します。

鬼首エコロード対応策一覧表

人と自然との出会いの道の創出		自然をまもる道の創出		自然と調和した道の創出		方針
自然を いつくむ	自然と ふれあう	自然に かえす	自然を まもる	自然との調和		基本的
啓蒙 マナーの	人と自然と の出会い	自然な水辺 の復元	植栽の復元 動物の保護	自然景観 への配慮	構造物に よる対応	項目
●ゴミ投げ捨ての禁止	●動物注意の標識の設置	●自然な岸辺・川辺の復元	●道路緑化(現地植栽)	●周辺自然環境景観に溶け込んだトンネル抗門工の採用	●自然への影響を最小限に抑える橋梁形式の採用	手 法 等
●散策が可能な休憩施設の設置	●自然とふれあう停車帯の設置	●施工時の汚濁水対策実施	●誘虫性の低い照明の設置	●動物移動路(けもの道)の設置	●自然地形の変更を少なくする擁壁工の採用	
			●大・中型獣の隠れ場所の設置 (法面への丸太による柵の設置)	●動物誘導柵の設置	●自然の地山を切り込まないトンネル抗門工の採用	
			●脱出可能なスロープ付きの側溝の設置	●動物移動路(けもの道)の設置		
			●小動物緊急避難所の設置	●動物移動路(けもの道)の設置		

【鬼首エコロード対応策】

豊かな自然を守り、育てるための様々な工夫・方法

道路をつくる前に考えたこと【計画・設計段階】

山に生えている木々や、山や川に住んでいる動物達のすみかを守ることです。

Onikobe Doro was planned as a route with many tunnels and bridges.

トンネルと橋梁が多いルートを考えました。

Question Answer

This was done in order to prevent people from destroying or altering the mountains.

○どうして？

できるだけ、山の土を削ったり、斜面に土を盛ったりしないようにするためです。

There are 7 tunnels and 17 bridges comprising 61 percent of the entire length of Onikobe Doro.

トンネル：7か所（総延長6.4km）
橋：17か所（総延長1.9km）
（合計：8.3km）
現道道路総延長13.7kmに対して、約61%を占めています。

Onikobe Doro features an exclusive path for wild animals under the road.

野生動物専用の通り道を道路の下に、1か所設けしました。

Question Answer

Through our research, we found that wild animals often go to the other side of the roadway using stream beds or crossing over the tops of the mountains. However, we have also decided to build an underpass exclusively for their use in an attempt to avoid disturbing their natural migration patterns.

○どうして？

動物たちの通り道を調査した結果、山の上や沢をつたって、道路の反対側へ行くことが多いとわかりました。ところが、道路上をひんばんに横断するところが1か所ありました。そこで、動物専用の通り道を設置しました。

Katakura Komorebi Bridge is longer than first planned.

計画よりも橋は、理由があって橋を長くしました。

Question Answer

The reason is that we found that wild animals often pass underneath this bridge. We made the bridge longer so that the animals would not be hampered by the bridge supports.

○どうして？

事前の調査で、この橋の下が動物たちの通り道となっていることがわかりました。ですから土で盛ったり、動物たちが通れなくなってしまうからです。

道路をつくっている間に工夫したこと・気を付けたこと【施行段階】

山に生えている木々や、山や川に住んでいる動物たちのすみかを守ることです。

All the equipment and materials used in the construction of the bridges were transported on cables.

深い谷に橋梁をかける場合、ケーブルで必要な資材や機械などを吊るして運びました。

Question Answer

Often, when constructing a new road, it is necessary to cut down many trees to allow for the transport of equipment to the site. We were able to avoid doing this by transporting our materials by cable.

○どうして？

資材や機械を運ぶためには、新しい工事用道路をつくり、ダンプカーで運ぶことも考えられますが、それには多くの木々を切らなければなりません。これは木々を切らないように考えた、輸送方法です。

We filtered the dirt and sand out of any ground water released during the construction of tunnels before we released it into local streams.

トンネルを掘るときには、土砂が混ざった大量の地下水が湧き出します。この水を沢に流す前に、土砂を取り除いてから流しました。

Question Answer

This preserved the natural beauty of the streams and prevented the death of the fish in the streams.

○どうして？

このまま流すと、沢の水が土砂で濁ってしまい、魚が住めなくなってしまうからです。

We diverted streams with large pipes whenever we were building a bridge.

沢に橋梁をかけるときに、前もって大きなパイプを設置しておき、沢水はパイプの中を流しました。

Question Answer

This prevented the stream water from mixing with the dirt and rocks that would fall when we drilled above the stream. This kept the water clean and did not affect the fish that live in the stream.

○どうして？

掘った土や岩の屑が上から落ちてきても、沢水はパイプの中を流れているため、濁ることはありません。ですから、魚の住めるきれいな水が保たれます。

We placed pads on the trunks of trees located near the construction site.

工事現場の周辺の木々には、幹にマットなどを巻き付けました。

Question Answer

This prevented the trees from being injured by the equipment used in the construction process.

○どうして？

工事に使う機械が、木々を傷つけるのを防ぐためです。

道路ができ上がった後に、自然を守り・育てるために行うこと【回復段階・維持管理段階】

Insect controls were used when we set up lighting fixtures on the road.

道路照明には昆虫をあまり寄せ付けない照明灯を設置します。

Question Answer

There are many insects in the area that are attracted by light. We employed high voltage sodium

○どうして？

周辺には、多くの昆虫が生息しています。夜、光に誘われる習性を持つものも多くいます。このため、なるべく昆虫が寄ってこない高圧ナトリウム灯を採用して、昆虫に与える影響を少なくします。

Gentle slopes for the gutters were installed.

側溝（雨水を流す溝）には、斜面を付けます。

Question Answer

Small animals such as mice and snakes could not escape from a gutter once they fell in. The problem was solved by installing slopes every 20 meters to allow them to get out.

○どうして？

ネズミ、ヘビなどの小動物は、側溝に一度落ちたら自力で脱出できないからです。そのため、側溝には20m間隔で斜面を付けます。小動物は、斜面を登って外へ脱出できます。

We built fences around the road.

山の土や岩を切り取った斜面や、土を盛った斜面には、ブナなどの苗木を植えます。

Question Answer

We wanted to protect wild animals from being run over. In addition to the fences, we planned the animal underpasses to lessen this problem as well.

○どうして？

このままにしておいても、自然の復元力でブナ林は回復しますが、それには数百年といった時間がかかるだろうと言われています。植えた苗木は小さいですが、成長しやがて周囲の自然のブナ林に近い姿となっていきます。

We planted saplings along the slopes that we altered or plastered.

新道の周りには、動物が道路側に入り込まないように柵を設置していきます。

Question Answer

Left alone, it would take hundreds of years for the beech tree forest to restore itself. Even though the saplings are small, they will grow and blend into the surrounding trees.

○どうして？

野生動物が交通事故に遭わないようにと考えたからです。道路の反対側へ行くには、トンネルの上にある山を越えるか、橋の下にある沢をつたっていきます。

4. 鬼頭道路環境追跡調査

りです。

跡調査の概要は下記の通

委員会が提案された追

であります。

査を実施しているところ

累積を図るための追跡調

事業の参考となる資料の

探り、今後のエコロード

ロードとしての有効性を

けながら鬼首道路のエコ

家からのアドバイスを受

委員会」を設置し、専門

による「鬼首道路追跡調査

引き続き同じメンバーに

ロード検討委員会」から

在では、「鬼首道路エコ

鬼首道路が開通した現

鬼首道路
環境
追跡調査

鬼首道路環境追跡調査年次計画

項 目	調査時期	調査地点	調査内容	年度別調査計画													
				H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17
継続調査	既存植物群落調査	夏～秋1回	10箇所	コトラードによる組成調査	○	○	○										
	哺乳類調査	春、夏、秋、冬	10地点	フィールドサイン調査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	鳥類調査	春、夏、秋、冬	7地点	定点調査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	昆虫類調査	春、夏、秋	6地点	ライトトラップ法 任意採取法	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	魚類調査	秋	6地点	捕獲調査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	底生動物調査	春、秋	6地点	種数、数	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	水質調査	春、夏、秋、冬（原則調査月 （調査対象箇所12～3月）	4地点	BOD、PH、SS、DO 大腸菌、色度、濁度	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
効果把握調査	植栽のり面調査	植栽後5年間は毎年 （11月頃）	植栽のり面 2地点 （48箇所）	樹高、幹の太さ				○									
	植栽のり面コトラード調査	植栽後5年後以降 5年毎（春、夏1回）	植栽のり面 2地点 （48箇所）	組成調査													
	構 造 調 査	春、夏、秋	けもの道設置場所 （1箇所）	写真撮影、まき砂				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	交通事故調査	随時（供用後毎年）	全 線	パトロール					○	○	○	○	○	○	○	○	○
	側溝落下調査	春、夏、秋	縦斜面付側溝 6点	種、個体数				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	照明誘虫調査	春、夏、秋	トンネル入口 2箇所 休憩施設 3箇所	種、個体数				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	大気騒音調査	年1回（秋）	大気 1箇所 騒音 3箇所	一酸化炭素 窒素酸化物	○			○		○							

H10現在

Onikoube Road

1 Natural Environment

The Environmental Conditions and Issues of Onikoube Road

Route 108 / Onikoube Road stretches across Miyagi and Akita Prefectures passes through the towns of Naruko and Ogachi. Areas contiguous to the roadway include Kurikoma Quasi-national Park and are replete with tourist destinations such as the rich natural environment of Mt. Kurikoma, hot springs, and various sites of historic interest.

The Tourism Industry is the mature core industry of the area, providing activities such as mountain climbing in the early summer to autumn, resorts in the summer, and scenic views of the turning leaves in the autumn.

Under these circumstances, the number of tourists visiting this region has increased annually, and is now in excess of 700,000 people.

For these reasons, the roadway had to be built in ways that would allow tourists to stay in close contact and commune with nature in Kurikoma over the four seasons.

Flora

The entire region is blessed with forests in their natural state. Notably, the region between Mt. Kurikoma and Mt. Kamuro is covered with rich dense forests of Japanese beech, which forms a valuable flora resource. Vegetation surveys have confirmed the presence around the Onikoube Road of four vulnerable species of three families, and 91 species of 28 families that are specially designated by the park.

Vulnerable species: Plant species are listed in the Current Situation of Important Plant Species for Conservation in Japan (Japan Nature Conservation Association, et al., 1989)

Species Specially Designated by the Park: Plant species identified by the Director-General of the Environmental Agency according to the Nature Park Act under restriction from removal or damage within the region.

Fauna

The area surrounding Mt. Kurikoma is replete with rare fauna: birds such as the *Nucifraga caryocatactes* and *Aix galericulata*, amphibians such as the Blue Forest Frogs (*Rhacphorus arboreus*), insects such as *Leptocarabus harmandi harmandi*. The following are known to inhabit the area of the Onikoube Road:

Plants		113 families	740 species
Mammals	6 orders	12 families	16 species
Reptiles		4 families	5 species
Amphibians		6 families	9 species
Insects	15 orders	175 families	1608 species
Fish		4 families	6 species
Land mollusks		11 families	22 species
Benthic organisms		51 families	127 species

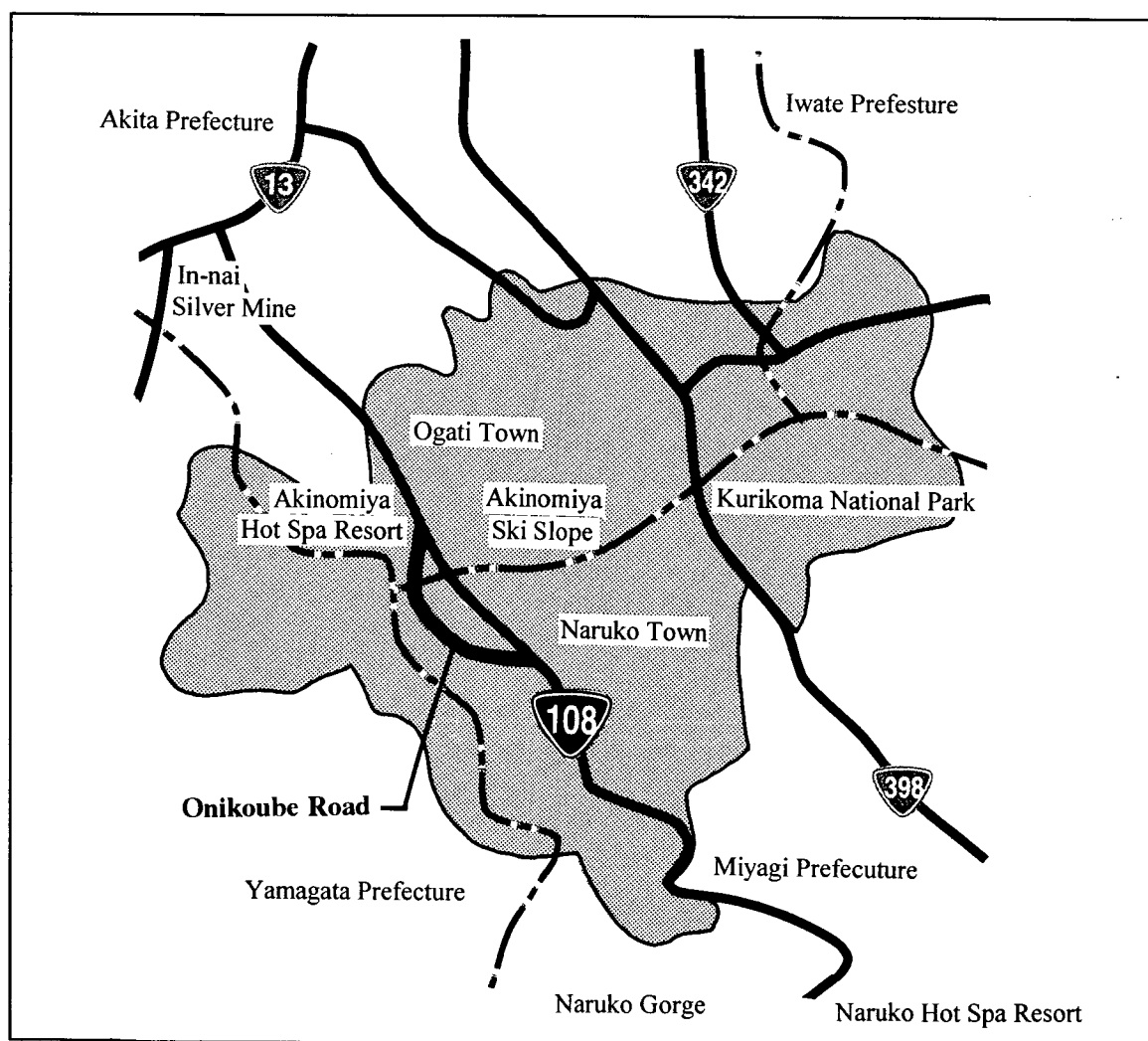
As noted above, the area is blessed with natural riches and sited in a Quasi-national Park inhabited by fauna and flora of diverse species and types. The protection and conservation of the precious natural scenery and the fauna and flora of Kurikoma are issues to be dealt with on a long term, continued basis to better preserve the biological diversity of Japan. With this in mind, the Onikoube road had to be built with careful concern to the surrounding natural environment.

2 Summary of the Onikoube Road Project

Route 108 stretches over a distance of 202.3 km, starting at Miyagi Prefecture's Ishinomaki City, diagonally crossing the Ou mountains, and ending in Honjyo City of Akita Prefecture. It is a lateral link between the Japanese coastal areas facing the Pacific Ocean and those on the Sea of Japan. Additionally, the area around Onikoube Pass (Height=820m) within Kurikoma Quasi-national Park is commonly referred to as the 'Senshu Sunline' and has sustained an increase in tourist and leisure traffic.

However, the former route around Onikoube Pass was exceedingly steep – it was a mountainous road with slopes and sharp curves coming in such quick succession that the road was completely closed for approximately six months each year, especially during the winter season, due to heavy snowfalls of more than 5 meters in depth.

The situation caused construction of Onikoube Road to be undertaken as a national project in FY 1979 to "allow traffic during winter and to secure safe and smooth passage." The road opened in FY 1996.



Benefits Gained from Construction of Onikoube Road

Benefit 1: Traffic now possible throughout the year

No section of the road is routinely closed off in winter, making traffic possible throughout the year. Major benefits are predicted in regional commerce and area interactions.

Benefit 2: Better Safety and Comfort

Problems involving dangerous areas such as precipitous cliffs, avalanches, and fallen rocks are being resolved, which allows safe and smooth transit and a more pleasurable driving experience.

Benefit 3: Enhancement of Tourism and Leisure Activities

Onikoube Road is located in Kurikoma Quasi-national Park, and will likely bring major benefit to the regional tourist industry by providing a new zone serving to link Naruko and Ogachi Towns.

Benefit 4: Support for Regional Stimulus

As traffic is now possible throughout the year, the delayed development of the region will be resume and the regional potential will grow as the basis for employment expands, young people are encouraged to remain in the region, and the regional economy is stimulated.

Onikoube Road as an 'Eco-Road'

In the process of planning Onikoube Road, the location of the road in Kurikoma Quasi-national Park and the rich natural surroundings were core factors. In 1979, an environmental impact assessment was conducted as called for under "Interim Policy of the Environmental Impact Assessment Involving Projects of the Ministry of Construction" issued in 1978. At the time, environmental concerns were growing as evidenced in the holding of the Earth Summit in Brazil in June 1977 under the theme, "Harmony of Nature and Human Activities." The Ministry of Construction began its survey on constructing of Onikoube Road as an 'Eco-Road' that emphasizes harmony with nature.

Under such conditions, Onikoube Road became the leading part of the construction of the Eco-Road in the "11th Five-Year Road Improvement Program" which initiated in 1993.

[Eco-Road] Eco-Road is a combination of 'ecological & road.' It refers to the kind of road working to achieve harmony with not only important fauna and flora but also the entire ecosystem, including species commonly seen.

What is an Eco-Road?

- ① Minimize the effects on the environment.
- ② When construction is required, restore the area to its original state as soon as possible.
- ③ Be considerate of all living things in the affected area.

History of Onikoube Road

1974	Ministry of Construction surveys began
1975	Project begins; Environmental Assessment conducted
1976	Purchase of lots and construction began
1977	Earth Summit, Rio Declaration Onikoube Eco-Road Committee formed Promotion of Eco-Road measures
1978	the 11 th Five-Year Road Improvement Program
1979	Onikoube Road Monitoring Committee formed
1996	Onikoube Road Opens

The Course of Building Onikoube Eco-Road

In the course of the Onikoube Eco-Road Project, an "Onikoube Eco-Road Committee" of experts and specialists was established for work in 1992 and 1993. The Committee conducted a number of detailed surveys and studies of the planned site and promulgated diverse advice about the measures to ensure minimal impact on the ecosystem. The committee met and held six surveys in the two year period, and discussed what measures could be used for an Onikoube Road which was already 70% complete, and what problems might arise. The contributions of the Committee were reflected in the construction plan and the project itself.

The construction theme of "kind to the people, kind to the nature" sought not only to provide more convenience and comfort to people using the road, but also to ease the impact on the rich natural environment and its fauna and flora. In accord with this, the basic project goals were to construct "a road in harmony with nature," "a road preserving nature," and "a road allowing interaction between people and nature."

Committee members

Head	Shimizu, Kotaro	Professor, Mining Department, Akita University (Regional Environment Planning)
Member	Ono, Yasumasa	Professor Emeritus, Humanity and Social Science Department Iwate University (Mammals)
	Ogasawara, Takashi	Professor, Education Department, Akita University (Birds)
	Fujiwara, Kazue	Professor, Environmental Science Research Center, Yokohama National University (Flora)
	Sasaki, Akio	Director, Forest Department, Akita Forestry Center (Retired) (Insects)
	Sugiyama, Hideki	Chief researcher, Akita Fishery Center
	Takatori, Tomoo	Researcher, Sendai City Science Museum (Fish)
Institution		Ministry of Construction, Public Works Research Institute, Tohoku Regional Construction Bureau Yuzawa Construcion Office Miyagi Prefecture Akita Prefecture

Committee agendas

(1992) Existing materials were collected and organized

1st Committee: Problems with Eco-Roads were recognized and discussed

Eco-Road Construction theme and concept established

2nd Committee: Measures were organized and categorized

3rd Committee: Eco-Road Basic Policy established (1993)

4th Committee: Analysis of issues

Construction procedures approved

5th Committee: Measures for Specific Areas were worked out and

Construction Plan was set up

6th Committee: Construction Plan was drawn up

3 Basic Plans for Onikoube Eco-Road Construction

An Eco-Road is designed with careful consideration to the surrounding ecosystem to minimize the impact on the environment to the fullest extent possible. The term is coined from 'eco-' from the word, "ecology" and the word "road." It refers to a road using structures and construction methods that emphasis harmonious co-existence with the surrounding ecosystem and works to enhance the natural environment.

Specifically, "Eco-Road" refers to projects such as:

- Routing that preserves the natural environment
- Use of tunnels and bridges to minimize impact on the natural environment
- Installation of "animal crossings" to allow animal trails to cross roadways
- Installation of "guide fences" to prevent collisions between automobiles and animals
- Utilization of topsoil containing seeds of local plants and soil organisms
- Greening of slopes and other surfaces with potential natural vegetation

Measures for Onikoube Eco-Road

【Goal 1】 Construction of a road in harmony with nature

【Objective 1】 Harmony with nature

【Measures】

Measures involving structures	1)	Use of bridge forms to minimize the impact on nature
	2)	Use of retaining wall structures to minimize the alteration of natural topography
	3)	Use of tunnel entrance structures that do not cut into the ground
Consideration for natural scenery	4)	Use of bridge forms that harmonize with the scenery of surrounding natural environment
	5)	Use of tunnel entrances that blend with the scenery of surrounding natural environment
	6)	Use of retaining walls that gives consideration to the surrounding scenery

【Goal 2】 Construction of a road conserving nature

【Objective 1】 Conservation of nature

【Measures】

Protection of animals	7)	Installation of animal trails
	8)	Installation of guide fences
	9)	Installation of emergency shelters for small animals
	10)	Installation of sloped ditches that allow animals to escape
	11)	Installation of shelters for large and medium sized animals (installment of fences made of logs to the slopes)
	12)	Installation of lighting that have low capability of attracting bugs

【Objective 2】 Restoration of nature

【Measures】

Restoration of Vegetation	13)	Greening of roads (plantation on site)
Restoration of Natural Waterfront	14)	Restoration of natural shores and banks
	15)	Implementation of turbid water measures at the time of construction

【Goal 3】 Construction of a road allowing interaction between people and nature

【Objective 1】 Communicate with nature

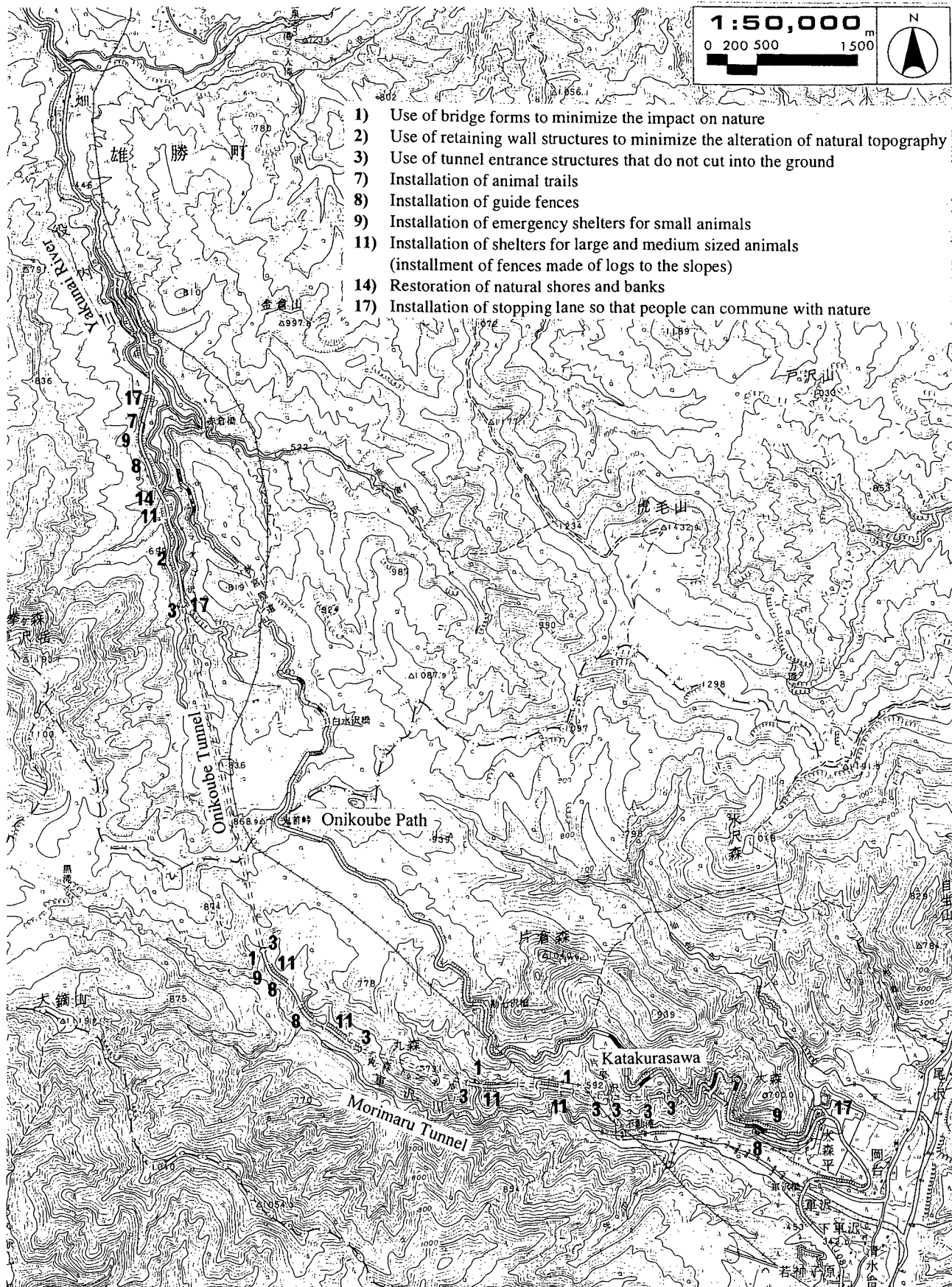
【Measures】

Meeting of People and Nature	16)	Installation of resting places so that people can freely take a walk
	17)	Installation of stopping lane so that people can commune with nature

【Objective 2】 Love for nature

【Measures】

Public Education	18)	Installation of signs that call people's attention to animals
	19)	Prohibition of throwing garbage away



To preserve the rich wildlife various constructional devices have been used.

What should we think about before building a road?

The animals that live in the mountains and rivers and the trees that make the forests should be protected.

■ Onikobe Doro was planned as a route with many tunnels and bridges.

This was done in order to prevent people from destroying or altering the mountains. (There are 7 tunnels and 17 bridges comprising 61 percent of the entire length of Onikobe Road.

■ Onikobe Doro features an exclusive path for wild animals under the road.

Through our research, we found that wild animals often go to the other side of the roadway using stream beds or crossing over the tops of the mountains. However, we have also decided to build an underpass exclusively for their use in an attempt to avoid disturbing their natural migration patterns.

■ Katakura Komorebi Bridge is longer than first planned.

The reason is that we found that wild animals often pass underneath this bridge. We made the bridge longer so that the animals would not be hampered by the bridge supports.

While the road was under construction

To protect trees grow in mountains and animals live in mountains and rivers

■ All the equipment and materials used in the construction of the bridges were transported on cables.

Often, when constructing a new road, it is necessary to cut down many trees to allow for the transport of equipment to the site. We were able to avoid doing this transporting our materials by cable.

■ We filtered the dirt and sand out of ground water released during the construction of tunnels before we released it into local streams.

This preserved the natural beauty of the streams and prevented the death of the fish in the streams.

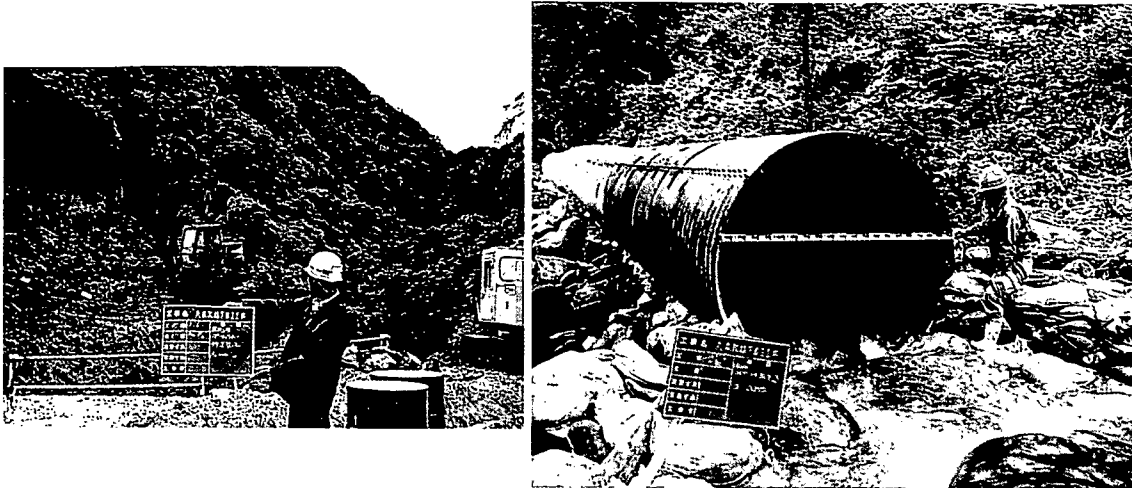
■ We diverted streams with large pipes whenever we were building a bridge.

This prevented the stream water from mixing with the dirt and rocks that would fall when we drilled above the stream. This kept the water clean and did not affect the fish that live in the stream.

■ We placed pads on the trunks of trees located near the construction site.

This prevented the trees from being injured by the equipment used in the

construction process.



After the construction is complete, the road functions in an eco-friendly way due to its unique features

- Insect controls were used when we set up lighting fixtures on the road.

There are many insects in the area that are attracted by light. We employed high voltage sodium.

- Gentle slopes along the gradient of the gutters were installed.

Small animals such as mice and snakes could not escape from a gutter once they fell in. The problem was solved by installing slopes every 20 meters to allow them to get out.

- We built fences around the road.

We wanted to protect wild animals from being run over. In addition to the fences, we planned the animal underpasses to lessen this problem as well.

- We planted saplings along the slopes that we altered or plastered.

Left alone, it would take hundreds of years for the beech tree forest to restore itself. Even though the saplings are small, they will grow and blend into the surrounding trees.

4 Environmental Monitoring of Onikoube Road

At present Onikoube Road is open, and the "Onikoube Road Monitoring Committee" was set up by the former members of "Onikoube Eco-Road Committee." With expert advice, the Committee strives to find the effectiveness of Onikoube road as an Eco-Road and conducts follow-up studies in order to accumulate materials that may be helpful in the future construction of Eco-Roads. The monitoring surveys suggested by the Committee are as follows:

Annual Plan for Onikoube Road Environmental Monitoring

Continuous Surveys	Survey of existing plant colony	Once between summer and autumn	10 places	Quadrat survey
	Survey of mammals	Spring, summer, autumn, winter	10 sites	Field sign survey Trap survey
	Survey of birds	Spring, summer, autumn, winter	7 sites	Fixed point survey
	Survey of insects	Spring, summer, autumn	6 sites	Light trap / random survey
	Survey to fish	Autumn	6 sites	Survey by capturing fish
	Survey of benthic organisms	Spring, autumn	6 sites	Number of species, numbers
	Survey of water quality	Spring, summer, autumn, winter (monthly during 1 st year of use) (Survey of countermeasures against snow and ice conducted between December and March)	4 sites	BOD, pH, SS, DO, colon bacilli, color intensity, turbidity
Surveys to grasp the effects	Survey of vegetation			
	Slope vegetation survey	Annually for 5 years after planting (beginning of November)	2 sites of slope vegetation	Tree height, trunk size
	Quadrat survey	Starting 5 years after planting with surveys every 5 years (once in spring and summer)	(48 places)	Survey of formation
	Survey on road crossing	Spring, summer, autumn	Sites where animal trails were installed (1 place)	Photos, sand scattering
	Survey of traffic accidents	At all times (every year after use)	All roads	Patrol
	Survey of animals that fell in the side ditches	Spring, summer, autumn	6 slope-type side ditches	Number of Species, population
	Survey of lighting that have low capability of attracting bugs	Spring, summer, autumn	2 places of tunnel portals 3 resting places	Number of Species, population
	Survey of air pollution	Once a year (autumn)	1 place for air	Carbon monoxide, nitrogen oxide
	Survey of noise pollution		3 places for noise	

3. 1. 2 日光宇都宮道路

(「やさしく、たのしく、うつくしい日光宇都宮道路、日本道路公団東京第二管理局鹿沼管理事務所」より作成)

道路の概要

日光宇都宮道路は、宇都宮I.Cを起点として徳次郎I.C 大沢I.C 今市I.C 日光P.A 日光I.C を経て終点の清滝I.C までの全延長30.7kmの自動車専用道路です。車線数は宇都宮I.C～日光I.C間が4車線、日光I.C～清滝I.C間が2車線となっています。昭和51年12月25日に宇都宮I.C～日光I.C(24.7km)が、昭和56年10月6日に日光I.C～清滝I.C間(6.0km)がそれぞれ開通しました。

当道路は、栃木県が国道119号と国道120号の交通の混

雑緩和策として検討した、国道119号バイパス建設計画と国道120号拡幅計画のうち、バイパスの建設計画を日本道路公団が引き継いで完成させたものです。

当初、終点は日光市七里の日光I.Cでしたが、国道120号の拡幅計画は、東照宮が景観の保持と文化財保護(太郎杉)を理由に反対したことにより、中止されたことから、その代替策として、現在の清滝町の清滝I.Cに終点が変更になりました。

主な自然環境保全対策

日光宇都宮道路の自然環境対策は、宇都宮I.Cから日光I.Cの一次区間では、1)地域の優れた自然を守ること、2)沿道の景観との調和をはかること、3)快適な走行環境をつくること、などを基本方針として、路線の選定に留意して樹林を残すことにつとめ、また、樹林保護植栽あるいは、景観調和植栽を実施し、そして、花木、紅葉木、草花などを用いて、楽しい走行景観を演出する植栽の実施などが主な対策となっています。

一方、日光I.Cから清滝I.Cの二次区間では、約3kmにわたり国立公園特別地域を通過することから、環境庁との協議の結果、次のような条件が提示されました。

- ①動植物の詳細な調査を継続して行い、必要に応じて保全対策を立てること、
- ②樹林の伐採を最小限にとどめること、
- ③河川に汚濁水を流さない措置を講ずること、
- ④工事により生じた裸地や仮工作物の跡地は、地域に

生育する植物材料で緑化すること、

この四条件をうけて、1)自然の改変を最小限にとどめて景観の保全をはかること、2)改変箇所は出来る限り復元すること、3)動物の保護をはかること、などを方針とし、以下の様な具体的な対策を講じました。

1. 平面線形を修正して切土のり面を少なくする。
2. 縦断線形を下げて盛土を低くし道路用地幅を狭める。
3. 大規模な切土のり面をトンネル化する。
4. 盛土を橋梁にかえる。
5. 盛土のり面の勾配を1:2に緩くして地域の樹林を移植する。
6. 表土を保存して再利用する。
7. 道路用地内に存在する貴重植物を移植する。
8. 道路の排水を浸透式の柵に集めて河川に流さない。
9. 動物保護のために専用の横断路を設ける。

①路線選定と環境保全

例幣使街道（国道352号）の杉並木を切らずに横断するために、十石坂付近の約40m程の杉並木の間隙点に路線を変更しました。

②樹林の保存

道路用地内の樹林は極力保存活用しました。

③表土の利用

国立公園特別地域内では表土を保存して、盛土のり面に戻し、自然植生の復元を早めるようにしました。

④河川の汚濁防止

工事中、あるいは完成後の道路排水は、直接河川に流さないように浸透式集水枡を設け浸透させました。

⑤線形設計と環境保全

国立公園特別地域内の鳴虫山などの自然を守り、そして、日光市内からの眺望景観を考慮して、道路の線形や構造に工夫をこらしました。

⑥モリアオガエル産卵池の復元

道路予定地内にあったモリアオガエルの産卵池は、道路外に復元して繁殖の手助けをしました。

⑦シカの侵入防止

シカが道路に入るのを防ぐために、境界柵は1.5mから2.5mにしました。また、水飲み場へ行くシカ専用の門も設けました。

⑧ケモノ道の確保

鳴虫山山麓に棲んでいるシカ、サル、キツネ、タヌキなどを守るために、以前に存在したケモノ道の位置に横断路を設け、そして、他の場所にも多くの横断路を設けました。

⑨景観の保全

ドライブが楽しめるように花木、紅葉木、ニッコウキスゲなどの花を多数植栽しました。また、周辺景観と調和させる目的で、道路敷内に在った植物を移植して利用しました。

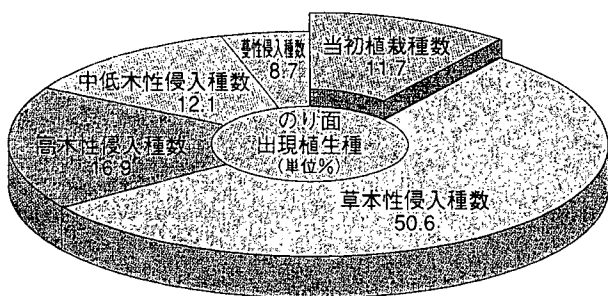
自然環境保全対策の効果

自然環境保全対策の重点区間である日光I.C～清滝I.C間については、建設の直前から自然状況調査を専門家に依頼し、現在までに調査を4回行っています。

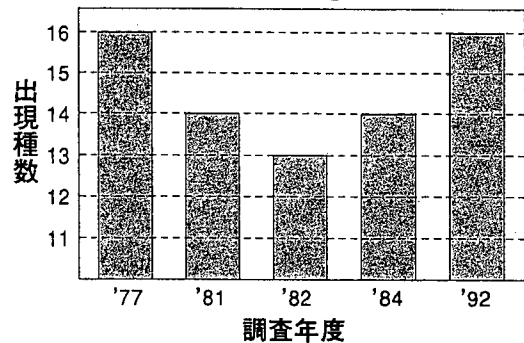
その結果、植生、昆虫、鳥類、哺乳類などに特に大きな変化はなく、生物群集の一部では種の組成が充実する

様子も見られ、また、工事完了時点での一次的な変化が、早期に回復している様子も見られます。くわえて、カルバートボックスなどのケモノ用の横断路については、哺乳類の利用が確認され有効性が実証され、また、モリアオガエルの代替え産卵池の有効性も確認されています。

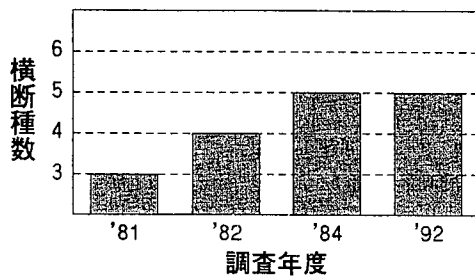
〈植生の回復状況（1992年度 追跡調査より）〉



〈哺乳類の生息状況〉

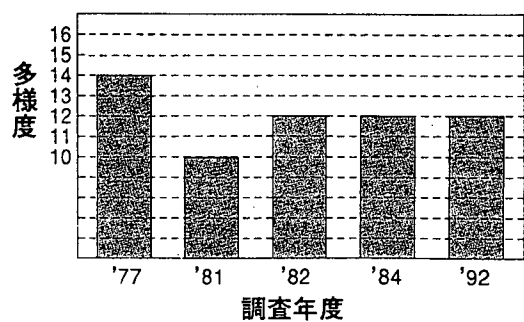


〈ケモノの横断路利用状況〉



(凡例) '77年：建設着工前 '81年：建設完了直後 '82年：開通1年目
'84年：開通3年目 '92年：開通11年目

〈鳥類の生息状況〉



Nikko-Utsunomiya Road

1 Natural Environment

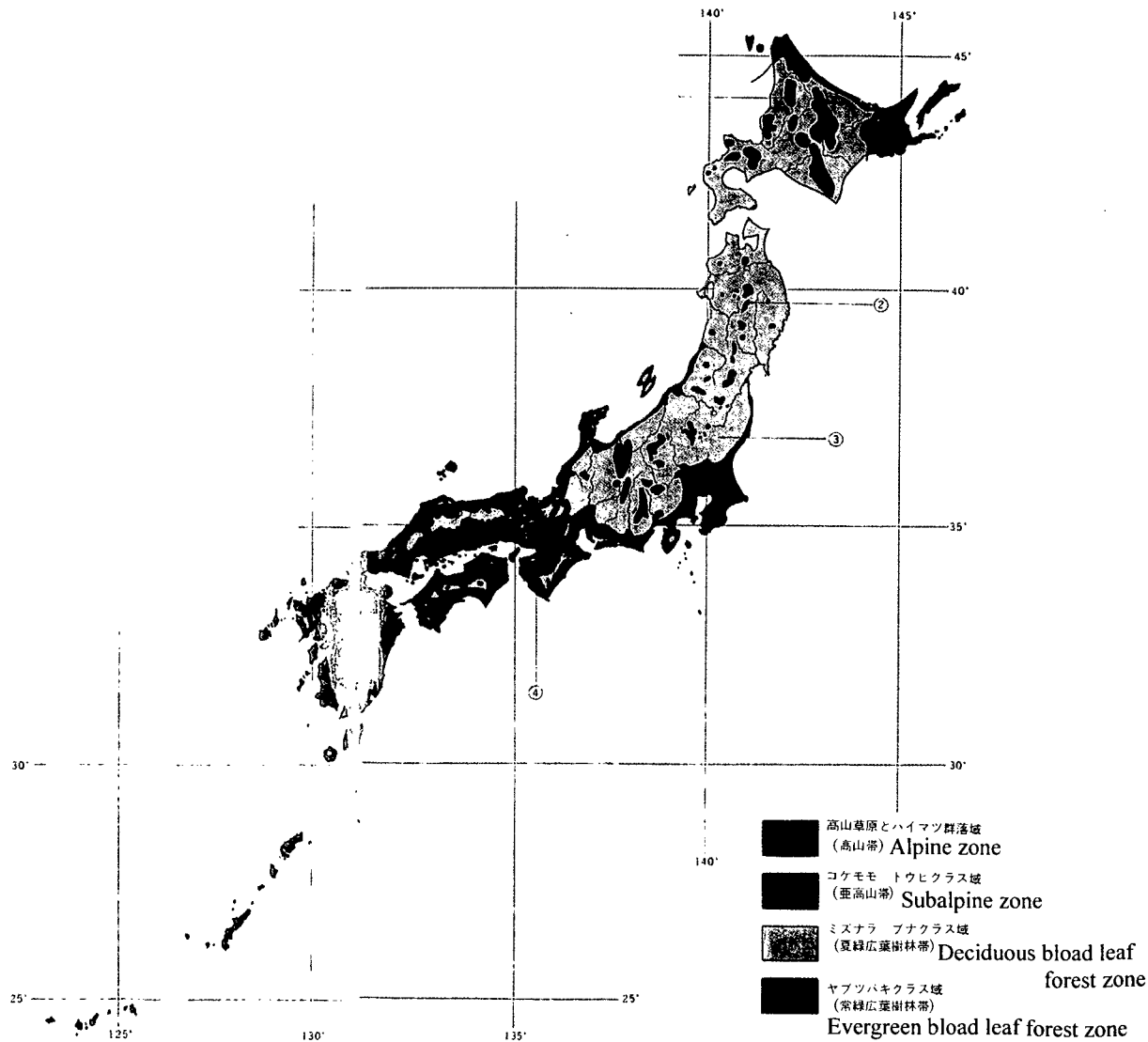
In the last ice age, no islands except northern most Hokkaido had continental glacier on lower altitude. Periglacial geography, such as cirque (Kar) is seen at altitude over 2,400m in the Honshu Island. Many animal and plant species of northern and southern origin survived in Japanese planes through the ice age. This historical and geographical characteristic made biological diversity in Japan rich and unique.

(1) Vegetation in Japan

Vegetation in Japan reflects strong influence of the latitude and altitude.

Islands that consists of Japan streches north to south, creating bands of characterisitic vegetation types.

Those islands have their own spine mountain ranges. High altitude, and low temperature makes vegetations on the mountains resemble to that of higher latitude.



(2) Nikko National Park

The Nikko National Park was first designated in 1934. The park is located at the north rim of the Kanto Plane, and is consisted of 5 areas, Nasu, Shiobara, Kinugawa, Nikko, and Oze, and the total area is 140,164ha.

Since this park is located in the center of the Honshu Island, the species of the park is quite diverse, consisted both of northern and southern species, and species both of Pacific Ocean side and of Japan Sea side. The diversity of geography and geology, and relatively long history of conservation movement in the region also supported the biological diversity in the park. The number of seed plant species observed in the park is about 1,500, and that of bird species is about 180.

In the Nikko area, there are many volcanos, plateaus, lakes, marshes and waterfalls. Such natural beauty naturally attracted indigenous people, and Nikko town was started as a base for animistic spiritual center about twelve centuries ago. Toshogu Shrine, Futarasan Shrine, Rinnoji Temple are the most major religious sites today. The Shoguns in Edo era were the patrons of those institutions. The artificial beauty at those sites rivals well with the natural scenery.

The Toshogu Shrine is located at the end of the 35 km stretch of old cedars on Reiheishi Road. The first of fifteen Shogun, Iyeyasu, was buried at the Toshogu Shrine. The Reiheishi Road was constructed for the descendants of him to commute between Edo and Nikko on ceremonial occasions. The cedar saplings were donated by local feudal chiefs (Daimyos) to signify the ancient highway. The planting was completed in 1648, and about 15,000 original trees are still standing.

(3) Vegetation in the park

Since the geography, geology and climate in the park is very diverse,

Forest: Forests in the park are strongly affected by the type and amount of the volcano ashes.

Under 1600m: Forests are dominated by broad-leaved deciduous trees such as *Fagus crenata* Blume, *Clethra barbinervis*, *Quercus mongolica*, *Acer*.

Over 1100m: Forests are dominated by conifers such as *Tsuga diversifolia*, *Thuja standishii*, *Thujopsis dolabrata*.

Marsh: Many marshes can be classified by their structures. In this park, both 'low moor' rich with nutrients and 'high moor' with developed Sphagnum layer are observed.

Endangered species in the park includes; *Clematis patens*, *Symplocarpus foetidus* (outside the Preserve), *Rhacphorus arboreus*, *Mundi phaedusa sericina*.

(4) Animals in the park

The deciduous forest is the most important habitat for Japanese mammal species. The Nikko area is famous that almost all mammal species in the Honshu Island are observed, and their population is large. Japanese monkey and deer move between the summer and winter habitat to avoid deep snow fall in winter. Such behavior is not observed in other region.

Large mammals seen in the park includes; *Capricornis crispus* (ニホンカモシカ),
Cervus nippon (シカ), *Selenarctos thibetanus* (ツキノワグマ).

Smaller mammals in the park includes; *Vulpes vulpes* (アカギツネ), *Martes melampus* (テン), *Petaurista leucogenys* (ムササビ).

(5) Educational function of the park

There are * Visitor Centers in the park where visitors can learn about the nature, history and culture of the area. Each Center plans several day-tours from Spring to Autumn. Through out the year, nature trails are open to public. Parking lots, toilets and camp sites are located along the trails.

2 About the road

The Nikko Utsunomiya Road expressway stretches 30.7 Km from Utsunomiya Interchange, via Tokujiro, Osawa, and Imaichi Interchanges, through Nikko Rest Stop Area, Nikko Interchange, to its ending flow into Kiyotaki Interchange. Four full lanes service the stretch between Utsunomiya and Nikko Interchanges, while there are two between Nikko Interchange and Kiyotaki Interchange. The section between Utsunomiya Interchange and Nikko Interchange (24.7 km) was inaugurated December 25, 1976, followed by the opening of the six kilometer stretch between Nikko Interchange and Kiyotaki Interchange on October 10, 1981.

The roadway has a major role in the Tochigi Prefecture plan to ease traffic congestion on Routes 119 and 120 by constructing a by-pass to Route 119 and by expanding Route 120. Responsibility for the by-pass plan was given to the Japan Highway Public Corporation which completed the work.

Although the road's final destination was initially the Nikko Interchange at Shichiri, Toudou Shrine sought mitigation of the expansion of Route 120 because the widening would downgrade the beauty of the natural environment and because of losses to rare assets such as the ancient Taro cedar. Expansion was suspended and an alternate final destination was set at the Kiyotaki Interchange in Kiyotaki Town.

3 Nature conservation measures

Objectives in general

The basic principles for nature conservation measures implemented in the primary section of the Nikko Utsunomiya Road between Utsunomiya Interchange and Nikko Interchange are:

- 1) to conserve the value and beauty of the local environment,
- 2) to reach harmony with the surrounding scenery, and
- 3) to create an environment that enhances the pleasure of driving.

The primary conservation measures based on these principles, are:

- 1) selecting routes to preserve as much of the woodlands as possible;
- 2) planting for erosion control and/or for landscaping; and
- 3) utilizing flowering plants or trees that bear flowers or turn colors in autumn to produce setting for an enjoyable drive.

Special attention for the section within the National Park Reserve

In addition, some three kilometers of the secondary section between Nikko Interchange and Kiyotaki Interchange passes through the National Park Preserve, and therefore the section was given closer attention in the development of the conservation measures. The following emphases emerged from careful consultation with the Environmental Agency:

- 1) Detailed surveys of fauna and flora should be continued and conservation measures implemented as required.
- 2) Deforestation should be kept to minimum.
- 3) Measures should be taken to prevent turbid water from flowing into rivers.
- 4) Open land surfaces and sites of temporary construction structures should be covered in greenery with local plants.

These four areas of emphasis then led to the adoption of the following policies:

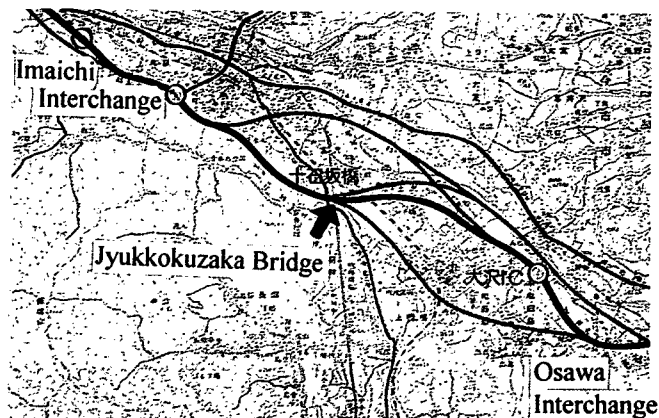
- 1) minimizing any alterations to the environment to preserve and conserve the beauty of the natural environment,
- 2) restoring altered areas to the full extent possible, and
- 3) protect the wildlife.

Based on these policies, we implemented the following concrete measures:

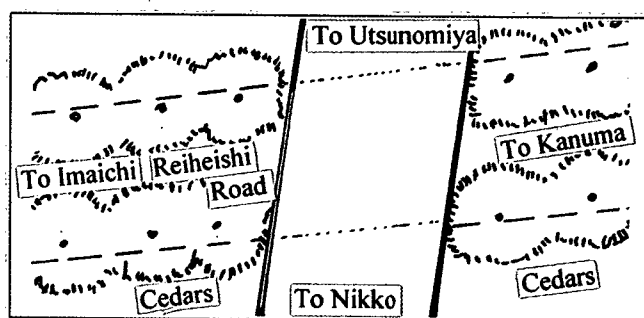
- 1) Horizontal alignment of the roadway was revised to reduce cut slopes.
- 2) Vertical alignment of the road was lowered to reduce the height of fill and the width of road site.
- 3) Large-scale cut slopes were modified into tunnels.
- 4) Bridges were used instead of fills.
- 5) The fill gradient was reduced to 1:2 so that local woods could be transplanted.
- 6) Topsoil was preserved for re-use.
- 7) Valuable flora found in the general area was transplanted.
- 8) Drainage from the road was collected in penetrative pits so it would not be discharge into rivers.
- 9) Animal crossings were installed to protect animals from vehicular traffic.

1. Route Selection and Environmental Conservation

In order to construct a passage crossing the Reiheishi Road (Route 353) without cutting down cedars adjacent to the highway, the route was changed to pass through a 40 m gap found between a row of cedars near Jyukkokuza.



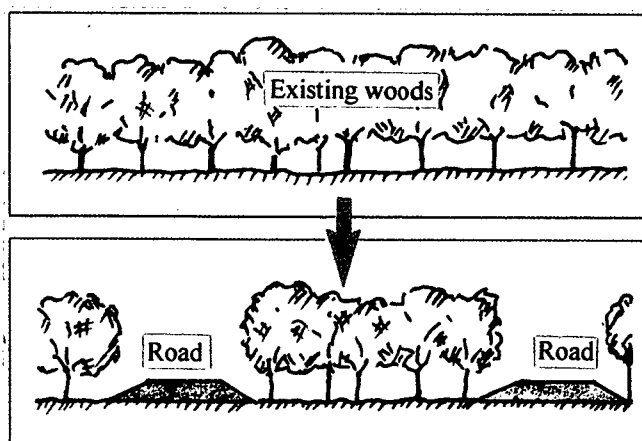
Comparison study of different routes



Reiheishi Road crossing near Jyukkokuza

2. Conservation of Woods

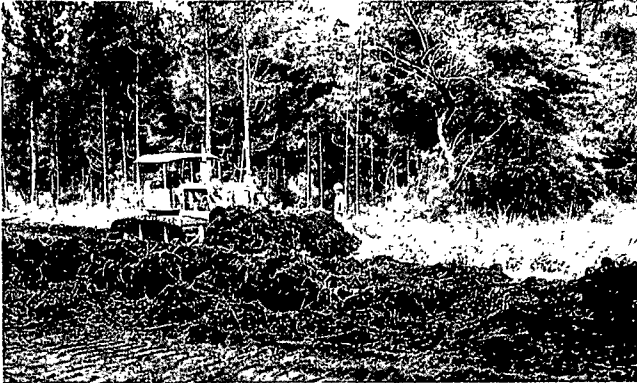
Woodlands within the roadway environs were preserved to the fullest extent possible.



Conceptual drawing of conservation of existing woods

3. Utilization of Topsoil

Topsoil preserved and retained from the National Park Preserve was used to fill the slopes so that natural vegetation would recover at a faster rate.



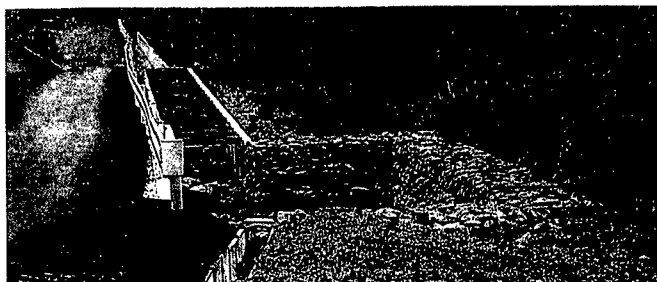
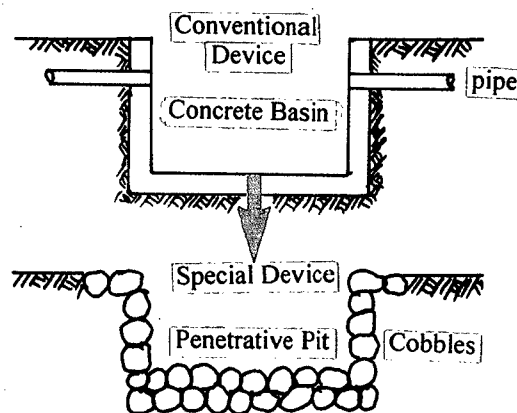
Topsoil piles



Restored greenery at the topsoil utilized site

4. Preventing Riverway Contamination

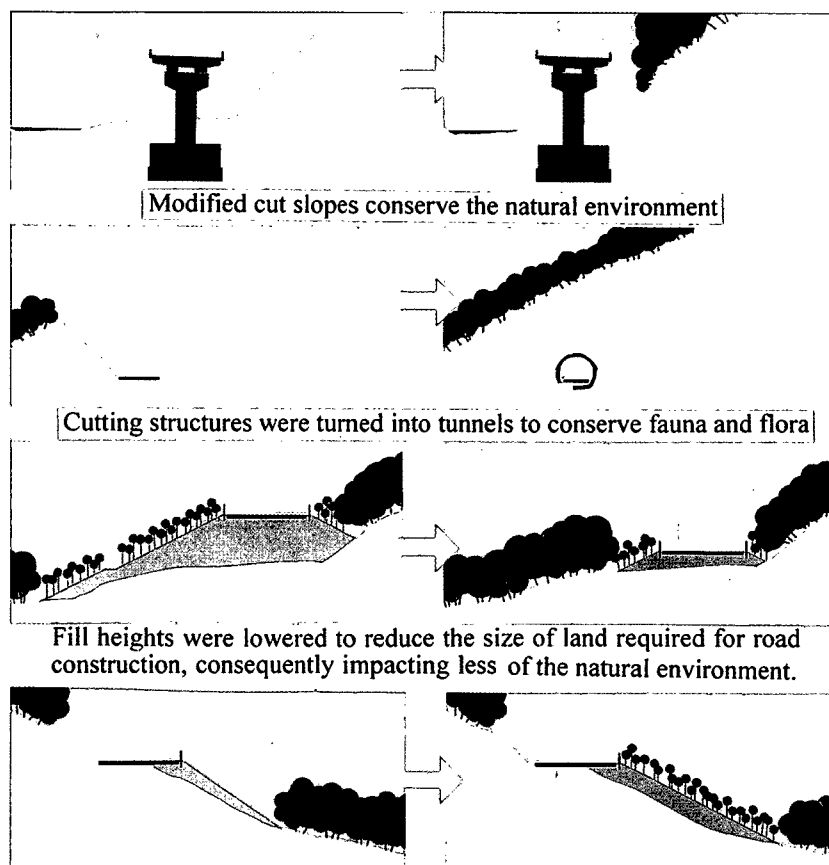
Penetrative pits were installed to ensure that the road drainage produced during and after the construction sift through the device, to preclude discharge into the riverways.



Penetrative Pit

5. Alignment Design and Environmental Conservation

The road alignment and structures were devised to conserve the nature in National Park Preserve such as Mt. Nakimushi, and also to give full consideration to preserving the view and scenery from Nikko City.



Fill gradient was reduced to 1:2, and topsoil was placed to allow faster natural recovery.

6. Restoring Spawning Ponds for Frogs

A spawning pond for Blue Forest Frogs (*Rhacophorus arboreus*) that was sited within the planned roadway area was carefully relocated to help continued reproduction of the species.



Artificial spawning pond

7. Preventing Deer Incursions

The height of the site rail was elevated from 1.5 m to a taller 2.5 m to help preclude incursions by deer. Gates dedicated to deer egress and ingress were installed to allow the animals to reach watering holes.



Higher site-rails



Deer access gates

8. Animal Crossings Trails

To protect deer, monkeys, foxes and raccoons inhabiting the foot of Mt. Nakimushi, crossing trails were installed where previous trails were known and other crossings were provided elsewhere.



C-Box Style Animal Crossing

9. Scenic Conservation

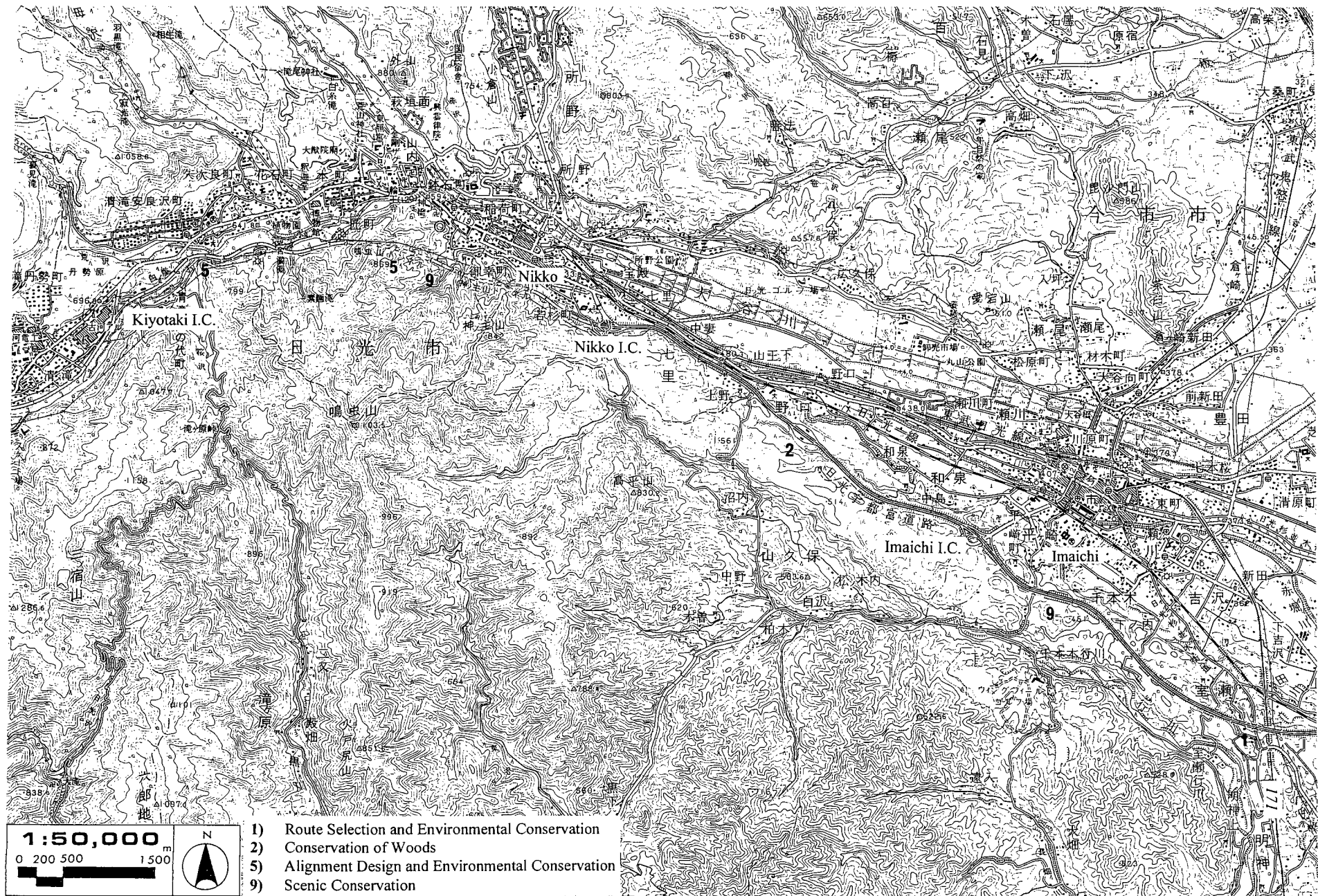
Many flower trees or trees that turn colors in autumn, and flowers such as Nikko Kisuge (*Hemerocallis dumortieri* var. *esculenta*) were planted to create the setting for pleasant driving. Additionally, plants inhabiting the road site were transplanted in order to bring harmony with the surrounding scenery.

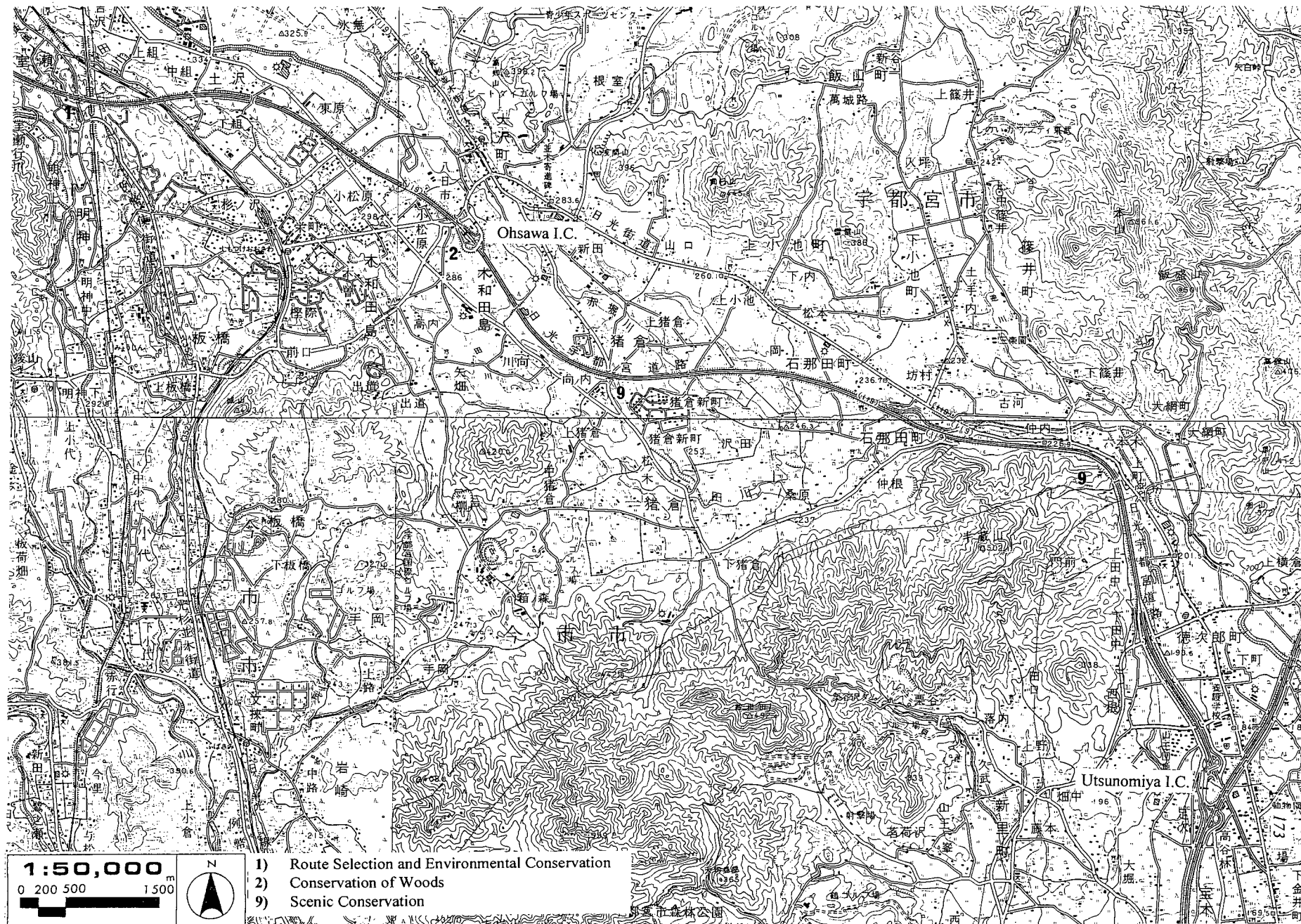


Nikko Kisuge
(*Hemerocallis dumortieri* var. *esculenta*)



Scenery enhancing driving pleasure





1:50,000
0 200 500 1500



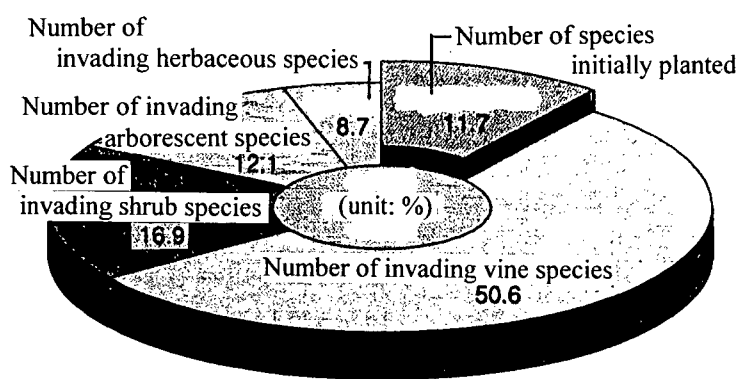
- 1) Route Selection and Environmental Conservation
- 2) Conservation of Woods
- 9) Scenic Conservation

南市森林公園

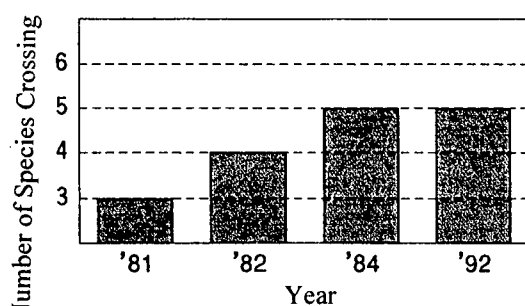
4 Monitoring results

Experts conducted four surveys of the natural environment between the start of construction and the present day. These surveys concentrated on the section between Nikko Interchange and Kiyotaki Interchange which is where the primary focus of the environmental conservation measures lie.

The results showed no drastic impact on vegetation, insects, birds, mammals and others. In some biological groups, species were found to be more diverse, and there was rapid recovery from the temporary changes in evidence at the end of construction. The animal crossings such as culvert boxes proved effective since mammals are known to use them. Likewise, alternative spawning ponds have been found effective with Blue Forest Frogs (*Rhacophorus arboreus*).

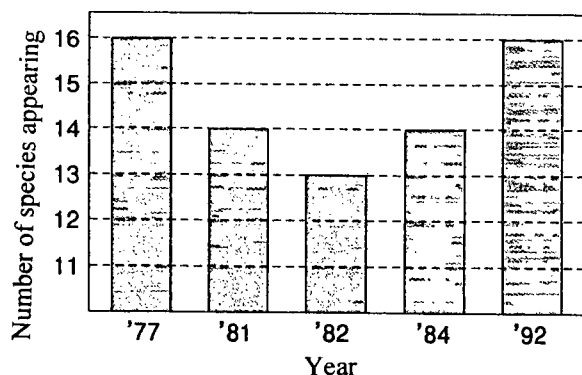


Recovery of Vegetation (1992 Monitoring Survey)
Plant species newly found on slopes

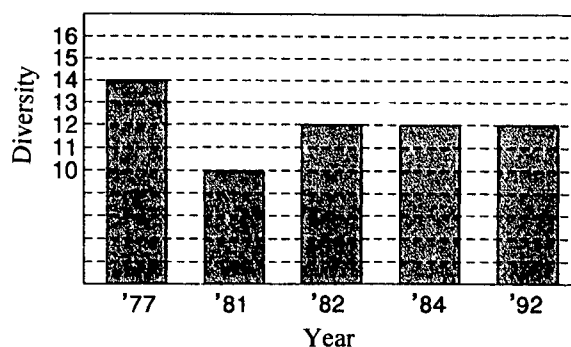


Use of Animal Crossing Trails

Legend: 1977 – Before construction
1981 – Immediately after completion
1982 – 1 year after completion
1984 – 3 years after completion
1992 – 11 years after completion



Mammal Population Demographics



Bird Population Demographics

3. 2 現地調査における討議の議事録

3.2 現地調査における討議の議事録

1. 動物の生息域の分断防止対策事例視察（エコロード・エクスカーション）

視察議事録

視察団の構成は以下のとおりである。

【オランダ側参加者】

農業・自然管理・水産省 自然管理情報センター パウル・アウケス
運輸・公共事業・水利省 道路水利技術研究所 ハンス・ベッカー
ハンス・ド・フリース
自然保護団体連合 ヴィム・ヘラツ

【日本側参加者】

建設省土木研究所
交通環境研究室 大西 室長（9日のみ）、川上 技官、今堀 交流研究員
緑化生態研究室 日置 主任研究員、石曾根 技官、金子 特別研究員
日本道路公団 道路環境課 築瀬 副参事
道路緑化保全協会 木村 企画課長
コンサルタント 井手（（株）ポリテック・エイディディ）
通 訳 山川（（株）エグゼカティブ・リンク）

第1日目：平成11年11月9日（火）

【行程】

9:00 土木研究所出発
国道121号桑島大橋付近で下車。道路構造、鬼怒川の整備状況、及び自然環境の形成状況を視察。
11:00 日本道路公団東京第二管理局鹿沼管理事務所到着
11:30～17:00 日光宇都宮道路概要説明および視察
17:00 宿泊施設到着（宇都宮市泊）

【出席者】

日本道路公団東京第二管理局鹿沼管理事務所 篠崎助役、池田工務上席助役
東京第二管理局保全第1課 小野技師
道路環境課 築瀬副参事

1-1 説明および質疑応答 (11:40~12:40)

- ・池田氏より、管内の道路について説明
- ・小野氏より、日光宇都宮道路の環境保全対策について説明

Q：これまでの移動中に見たように、この道路でも敷地境界にフェンスをたてているのか？(de Vries)

A：たてている。その理由は行政が管理すべき区域を明確にするためである。

Q：モニタリング結果では、経年的な植物の種組成の変化は見られているか？(Bekker)

A：植栽樹木の生育に伴い、樹林内に多く見られる種の割合が増加している。

Q：環境保全策の実施により、通常の道路に比べどの程度のコストが増えたか？(de Vries)

A：国立公園内であるため、コスト増加をいとわない計画がされたということである。切り土を取りやめトンネル化したり、東照宮からの景観に配慮した設計としたりした点について、通常的设计による工事費とは比べものにならない費用がかけられた。

Q：モリアオガエルの産卵池は、どのような維持管理が行われているか？落葉落枝が堆積するのを除去したりしているか？(Geraedts)

A：元々水がたまりやすい立地に造成したので、給水は行っていないし、底さらいも行っていない。

Q：新しい環境のパイオニア種として両生類が侵入してくることはよくあることである。この産卵池では何年目か？(Aukes)

A：モリアオガエルは元々小規模な池で産卵する種である。工事に先立ち産卵調査を行い、工事実施後産卵池を再現した。

Q：騒音や道路照明、自動車照明に対する配慮は行っているか？(de Vries)

A：交通量が少ないため、道路照明はインターチェンジのみで行っている。騒音による問題も小さいと考えている。

Q：接続する周辺道路では環境配慮が行われているか？(Bekker)

A：他行政機関、民間との協調は、現在の課題である。動物移動に使えるダクトの設置などで協力したいと考えている。

Q：表土の復元により、復元された個所で富栄養化が進むと考えられるが、悪影響はないのか？(Aukes)

A：道路の構造土は植生の基盤としては不適であるため、表土復元により、土壌改良を

図っている。

1-2 日光宇都宮道路視察（14:30～16:00）

1）十石坂橋（車中）

例幣使街道の杉並木を伐採せず、既存の並木の切れ目を通過できるよう、他の区間を配置した。

2）既存樹林の保全

道路管理施設やパーキングエリアに隣接する既存樹林を保全し、日光街道からの高速道路の見えを少なくしている。

3）モリアオガエル産卵池

コンクリート張りの旧池、および、素堀の新池を視察。

路面の表流水を起源とする周辺緑地の汚染の実態について質問があった(de Vries)。側溝で雨水を集めるため、隣接緑地の汚染は見られないとの回答であった。

4）安良沢大谷橋による斜面の保全

切り土構造を橋梁に変更して斜面の改変を回避した個所を視察。

5）カルバートボックス、コンクリートパイプによる獣道の確保

カルバートボックス内に隠れ場所（切り株を並べるなど）を確保したり、パイプを利用する動物の逃げ場所をつくる工夫をする（・道路を横断するパイプを設置する・パイプにつながる側溝の両側にスロープをつける）必要性が指摘された。

6）ニホンジカの道路内進入防止柵

周辺山地等との間の小動物の往来を許容するため、橋梁下の柵については、柵下部のスペースをあける必要性が指摘された。

1-3 宿泊施設におけるディスカッション（19:30～20:00）

【オランダ側からの指摘】

- ・攪乱の指標種と見えるものは見られなかった。
- ・オランダでは、二次林を指標する種は、数百年たった後も林内に見られる。
- ・U字側溝、三面張りの河川には驚いた。所有地境界のフェンスも、不必要な個所があるように見えた。
- ・オランダでは路面排水の濾過が課題になる。
- ・カルバートボックスなど、横断用施設にシェルターがなく、小動物は利用しづらい状態に見えた。
- ・道路による影響を把握・評価するには、個体数と生息種構成の両方を見る必要がある。

- ・観察された哺乳類種数が少ない。ネズミ類、コウモリ類の調査をしていないと思われるが、生態系の基盤となり得る種なので、調査した方がよい。
- ・こうした事業に対する批判は、保全コストに対する便益・効果の妥当性に集中する。できる限り多くの省庁を巻き込んで、政策方針として実施することが効果的である。
- ・コミュニケーションを密にし、複数機関で連携して事業を行うこと、また、常にすべての関係者に対して呼びかけ続けることが重要である。

第2日目：平成11年11月10日（水）

【行程】

9:00	宿泊施設出発
9:51	宇都宮駅出発
11:21	古川駅到着
14:30～	一般国道108号鬼首エコロード視察
18:00	宿泊施設到着（秋の宮泊）

【出席者】

建設省東北地方建設局 湯沢工事事務所

調査第二課 佐々木 課長、小松 係長、高橋、伊藤

2-1 全体説明（於：モニュメント広場）（14:30～15:00）

Q：融雪用の塩類による周辺環境への影響は出ていないか？(de Vries)

A：路面に散布しており、雪解けとともに側溝に流出するので、植生への影響は出ていない。のり面の土の分析は行っているが、塩類濃度は雪解けとともに減少し、春まで残留しない。

Q：オランダでは、道路や下水に沿って、耐塩性の高い植物が分布を広げる例が見られるが、ここではどうか？(Geraedts)

A：塩類を含む融雪水は側溝に流出するため、基本的に隣接環境には影響しないと考えている。

Q：側溝に付属したスロープが、山側にしか付いておらず、道路側にスロープがない。また、谷川斜面に向かって道路を横断するパイプがないので、山と谷の間の動物の移動ができない。エロージョンが心配な場合は、径の小さなパイプを数多く入れるようにすればよい。(Bekker)

A：山側から溝に落ちたカエルなどが、山に戻れるようになっていればいいと考えている。沢で産卵するカエル類が多いので、沢をまたぐパイプや17カ所ある橋で道路を横断できるようにしている。その他の個所には横断パイプは入れていない。

Q：スロープ付き側溝は、大量生産品か？オランダにはこうしたプレキャスト製品は売られていない。(Bekker)

A：大量生産品である。

2-2 現地視察 (15:00～18:00)

1) 河川の保全：こもれび橋

【説明】

- ・沢の規模からすると、標準的には盛土上に道路を建設することとなる。
- ・沢の動植物を最大限保全するために橋梁とし、工事用道路もつけずにケーブルクレーンで資材運搬・建設を行った。
- ・沢水は、工事箇所より上流でパイプに導き、工事箇所における汚濁を防止した。

2) 防護柵・進入防止柵

【説明】

- ・路肩に雪が 3～5m 積もるので、通常フェンスの立て方ではカモシカが道路内に進入してしまう。そこで、のり面の上部に進入防止柵を設置し、路肩の積雪上部との高低差がつくように工夫している。

3) エコボックス

【説明】

- ・モニタリングカメラ等について説明。

Q：センサーの設置高さが 15～20cm だと、胴高がこれより低い小動物はセンサーにかからない。(Bekker)

A：今のところ、小動物については、砂状の足跡で把握する方針でいる。

【オランダ側からの指摘】

- ・撒き砂が濡れていれば、ネズミなどの小動物も計測しやすい。(Bekker)
- ・せっかくのボックスなのに、谷へ向かう前の小段に側溝が入っており、小動物は横断できない。一部でも蓋掛けをするといった工夫が欲しい。(Bekker)
- ・オランダでは、こうした目の届かない場所に高価な機材を設置すると、盗まれてしまう。(Bekker)
- ・オランダでは、カエルが産卵のために季節的な移動を行うのを保護するために活動している NGO がある。彼らは、カエルの道路横断数を計測し、ピーク時には道路の閉鎖を申し出たりする。また、道路に沿ってフェンスやトラップを設置し、人間が道路を横断させている。

2-3 宿泊施設におけるディスカッション（１）（16:00～17:00）

1) 説明：

湯沢工事事務所により、鬼首道路に関する説明をビデオを利用して行った。

2) 質疑応答

Q：路傍の植林は、何种植栽しているか？(Bekker)

A：8種である。

Q：こうした工夫は、日本の他の道路でも行われているのか？(Bekker)

A：幹線道路では、エコロード化の考え方が浸透してきている。既存の幹線道路でも、改修に当たって橋梁化するなどの例がある。鬼首道路は、良好な自然が残った山地における模範例として整備している。鬼首道路が他事例に比べ進んでいる点は、整備前の調査、整備後のモニタリングを行っている点である。

Q：エコロードでは、設計や管理のガイドラインは、エコロード向けに新しいものがつくられているのか、既存のガイドラインを変更して使っているのか？たとえば、所有地境界のフェンスの扱いをエコロードでは変えることができるのか？(Bekker)

A：既存の道路構造例、その他の基準をできる限り遵守することを基本方針とし、専門家からなる委員会の提言に基づいて、例・基準が融通できる範囲において、できる限り生態的な設計・管理としている。また、実施した設計・管理の効果を明らかにするためのモニタリングを実施している。

Q：せっかく先進的な取り組みとモニタリングが行われているのであるから、建設省による道路関連の実験だけでなく、もっと他の生態工学的実験も併せてこの地域で行って、「野外実験場」のように活用してはどうか？(Aukes)

A：エコロード事業の実施に当たっても、道路利用者や地元住民の意見を聞きながら実施している。その他の実験を行おうとする場合にも、これらの人々の了承が必要である。

2-4 宿泊施設におけるディスカッション（２）（19:30～20:00）

Q：鬼首道路の関係者は、日光宇都宮道路から直接学んでいるのか？

A：文献としては参考にしていると考えられる。

Q：のり面のブナ植栽は、同じサイズの苗を直線的、高密度に植えており、しかも、林床部分がきれいに草刈りされている。自然的な植生の回復を妨げているのではないか？

A：植栽種の中に、先駆種を混ぜてもよかった。植生を回復するための植栽方法には様々

な方法が試されている。一般的には、苗木の生長を抑制する雑草の生育を抑えるため、林業的な、初期高密度植栽と間伐を組み合わせた方法が用いられる。

Q：なぜのり面を樹林化しなくてはならないか？草地ではいけないか？

A：地域の自然植生に戻したい、草地形成を図ってつる植物が長期間繁茂すると良好な草地形成に至りにくい、草が茂っていると利用者が見苦しいと感じる、草地であると火災のおそれがある、といった理由がある。

【オランダ側からの指摘】

- ・いろいろ試みて期待した成果が出ないことも多くあるが、こうした失敗はおそれてはならない。失敗から学んで徐々に期待した成果が出るようにしていくことが大切である。
- ・日光宇都宮道路は、ヨーロッパでエコロードの考えが広まる以前に、しかも現況の生物情報が少ない時代に設計が始められた非常に先進的な事例であると思う。また、日光宇都宮道路から富士スバルラインの設計へ、エコロードの考えが伝えられた点も重要だと思う。
- ・道路の設計に当たっては、技術者間で積極的に情報交流を行うべきである。新たな情報を常に付け加えると同時に、どのような情報が欠けているのかもオープンに論議するべきである。
- ・鬼首道路が積極的に一般市民に対してPRを行っている点に感心した。世論を見方にするほど強いことはない。

2-5 ビデオ「リスの橋」（NHK、清水建設(株)）上映（20:00～20:15）

第3日目 平成11年11月11日（木）

【行程】

8:30	宿泊施設出発
12:15	古川駅出発
14:36	東京駅到着 視察団解散

3-1 車中における質疑応答

Q：動物横断橋は極めて大規模な施設であるが、植生構造を複雑にしている事例としてはどのようなものがどれくらいつくられているか？

A：事例は、フランス、ドイツ、ハンガリー、チェコ、スイスに多い。スイスには、幅180mのものがつくられている。（Bekker）

動物横断橋上はどうしても乾燥した環境が多く、表層土壌も薄い。そのため、溝

をつくってナメクジや昆虫など暗く湿った環境を好む生物の生息環境としたり、橋の基盤を下げて土壌層が厚い部分をつくり高木を植栽したりする工夫をしている。

比較的オープンな場所を移動する捕食者と、ブッシュの中を移動する小型生物の両方が安全に移動できるよう、間にフェンスを設けている場合がある。

利用頻度を高めるためには、1)橋の両側のハビタットを橋の上でも連続させる、2)シェルターとなる環境を連続的に形成する、の2点が重要である。

横断橋上に作れるハビタットタイプには限りがあるので、移動を期待する種数をたくさん挙げるよりも、形成するハビタットタイプに応じた種の移動を期待する方が現実的である。

Q：動物横断橋のコストと効果（利用種数）とのバランスは、どのように決めているのか？

A：フランスにおける調査で、横断橋の幅員、延長と利用動物種を調べたものがある。長く細長いものは、動物の利用が少なかった。コストは、橋の表面積に比例して増加すると考えている。(Bekker)

Q：横断橋ではなく、普通のコリドーでも、幅50～100mの樹林を相当な延長で連続的に形成しようとする費用がかさむと考えられる。実際にオランダで実現化した例はあるのか？

A：整備費用が限られているため、大規模なものの造成はまだない。つまり、幅を20mに減らして全区間（例えば5km）のコリドーとするか、幅の太い飛び石的個所を数カ所つくり残りを幅5mとするか、といった選択を迫られることになる。さらに、形成した環境が自然な状態で持続するようになるまでの管理費用も必要である。そこで、できるだけ既存のヘッジロウや街路樹・境界植樹を利用してコリドー形成が行われている。(Aukes, Geraedts)

・オランダではネットワーク計画を立案することが流行しているが、これまでに立案された計画は特定種の生息条件の知識がないまま立案されている場合がある。現実のその個所の生息種を把握し、目標種をきちんと選定して、それらの生息のための必要条件を実現することが重要である。(de Vries)

・コリドーで自然地間を連絡すると、普通種と希少種の間で環境資源に対する競争が起きる可能性に注意する必要がある。(Geraedts)

・どのようなタイプの自然地でも、とにかく隣接する自然地とつなぐことが流行しているが、研究では、60%のケースではつないだ方がよく、30%のケースでは、その個所の自然の特殊性を保全するため孤立させた状態でよい、との結果が得られている。(Aukes)

- ・トカゲや両生類については、オランダのマーストリヒト大学やベルギーで、遺伝子解析により地域個体群の識別が行われるようになってきている。植物については、バーゼル大学、レント大学などが進んだ研究を行っている。(Geraedts, Aukes)
- ・生息環境が分断され様々な悪影響が発生していることは明らかである。生態学者間では「つなぐこと」の功罪について議論が続いているが、土木技術者などにこれを強調すると無用の混乱を招くおそれがあるので、まず分断の防止・解消が協力に進むようにする必要がある。(Aukes, Bekker)
- ・コリドーが移動路として機能しているかどうかの検証は重要であるが、移動路の機能が不十分であっても、ハビタットとして重要であったり、ハビタットとしてそれなりに機能している場合があるので、そうした点を見落とさないようにしている。(de Vries)

3.2 Field Trip of Eco-Road

■ ■ Participants of the field trip

Dutch participants

National Reference Center for Natural Management Paul Aukes
Road and Hydraulic Engineering Division, Ministry of Transport, Public Works and
Water Management

Hans Bekker

Hans de Vries

Unie van Provinciale Landschappen

Wim Geraedts

Japanese participants

Public Works Research Institute, Ministry of Construction

Traffic Environment Division

Hirofumi Onishi

Atsushi Kawakami

Ruriko Imahori

Landscape and Ecology Division

Yoshiyuki Hioki

Atsuko Ishisone

Yayoi Kaneko

Japan Highway Public Corporation

Tomofumi Yanase

Japan Highway Landscape Association

Hiroshi Kimura

Polytechnich ADD Inc.

Kakiko Ide

Interpreter

Yamakawa

■ ■ Document

■ November 9th 1999 (Tue)

□ Schedule

9:00 Left the Public Works Research Institute

Stop in Kuwashima Bridge (crossing point of Kinugawa River and National Road
121)

11:00-11:30 Arrived at Kanuma Highway Management Office

11:30-17:00 Excursion of Nikko-Utsunomiya Highway.

Attendance

Japan Highway Public Corporation

Mr. Shinozaki

Mr. Ikeda

Mr. Ono

□ Explanation and Discussion (11:40-12:40)

General information of Nikko-Utsunomiya Highway was explained by Mr.Ikeda. Then, Measures for environmental conservation was explained by Mr.Ono. After watching slides of the measures, discussion was done as followings.

Q : Why both side of this road is fenced ? (de Vries)

A : Because of making the road area clear to control.

Q : Did the species composition of plants change after construction ? (Bekker)

A : Number of tree species has been increased for ten years.

Q : What about the cost for environmental conservation in comparison with ordinary road (de Vries) ?

A : This highway is located in Nikko national park. So, the plan wasn't willing the costs. In order to protect the scenery from Tohshogu shrine, cutting plan was replaced tunnels. It was spent a lot of money. But, it is not easy to estimate the additional cost exactly.

Q : What kind of maintenance is done to maintain the pond for forest green tree frog (*Rhacaphorus arboreus*) ? Do you remove fallen leaves ? (Geraedts)

A : We don't supply water to the pond, neither excavation. Surface flow provides enough water to the pond.

Q : I think it is usual that some amphibian species often come over as pioneer. How old is this pond ? (Aukes)

A : Forest green tree frogs usually lay at a small pond. We researched about their breeding ponds for designing the new pond.

Q : Did you take measures for reducing noises and illumination ? (de Vries)

A : There aren't lights along the road except interchanges, because of less traffic on this road. And we consider that there is little traffic noise.

Q : Did you take account of environment for adjusted roads ? (Bekker)

A : It is present issue in cooperation with different public organizations and citizens. We would like to cooperate with them when we put eco-duct for animals.

Q : I am afraid that eutrophication occur by restoring topsoil. (Aukes)

A : Banked soil for road construction is not suitable for vegetation development. So, we laid top soil on the surface of constructed slope.

□ Excursion of Nikko-Utsunimiya Road (14:30-16:00)

1) Preservation of historical roadside trees (nearby Juttkokuzaka bridge)

Roadside trees of Reiheiji-kaidho which planted Edo era were preserved by changing route of Nikko-Ttsunomiya Road.

2) Preservation of woodlands

We preserved adjacent woodlands to the highway and the parking area in order to keep Natural atmosphere of historical Nikko-kaido.

3) The created ponds for forest green tree frog

The bottom of old pond is waterproofed by concrete. The new one was just excavated without concrete or sheet.

Question: I am afraid that water contamination occurs in the adjacent woodlands and grassland. Because surface water of the highway seems to flow into them.(de Fries)

Answer: Surface water is once stored in the drainage cannal. Therefore contaminated water does not flow into the adjacent open spaces

4) Landform conservation by avoidance (Arasawa Daiya bridge)

Instead of cutting, a bridge was constructed to protect original landform.

5) Fauna passages

All members walked along the highway and watched box culvert for wildlife. Dutch participants suggested to put stumps as safety passage for small mammals. Pipe installation is also recommended.

6) Roadside fence for deer

Dutch participants suggested the necessity of passages for small mammals under the deer fence below viaducts. Otherwise, even small animals' habitat are discut by the deer fence.

☐ Discussion at the hotel (19:30-20:00)

Impressions and suggestions by Dutch participants

- ① Indication species of habitat disturbance were not seen along the highway. In the Netherlands, indicators of secondary forest remain for hundreds of years.
- ② We were surprised at U-shaped ditches and embankments covered by concrete on all faces. It did not seem that many of fences are necessary.
- ③ Impacts of road construction should be evaluated by both species composition and population of each species.
- ④ Ecological survey of mice and bats should be done. Because, they are fundamental species of ecosystem.
- ⑤ Cost-Benefit performance is very important for these kinds of mitigation projects. Different public organizations should be involved to promote mitigation projects. Frequent communication between different sectors is essential.

■ November 10th 1999 (Wed)

☐ Schedule

9:00 Left the Hotel at Utsunomiya city

9:51 Left Utsunomiya station (Tohoku Shinkansen super express train)

11:21 Arrived at Furukawa station (Miyagi Prefecture)

14:30~18:00 Excursion of National Road 108 (Onikobe Eco-Road)

18:00 Arrived at the accommodation (Akinomiya Sansou)

Attendance

Yuzawa Public Works Office, Tohoku District Construction Bureau,
Ministry of Construction

Ryoji Sasaki
Tsuyoshi Komatsu
Masahiro Takahashi
Shinobu Ito

☐ General information of the Onikobe Eco-Road was explained at the monument square (14:30-15:00). After that, some questions and answers were held.

Q : Are there any impact for ecosystem by salt for melting snow ? (de Vries)

A : Salt is scattered on the surface of the road. But, impact for vegetation is not seen.

According to the soil analysis of road slope, concentration of salt decreases with

snow melting, and they are not remain in spring season.

Q: In the Netherlands, there are some cases that salt resistance plants extend their Distribution area alone ditches. Is same kind of phenomenon seen here? (Geraedts)

A: We consider that salt does not affect to the adjacent vegetation, because the salt Flow away in the ditches.

Q: Ditches with slopes for small animals are only put in the mountain side. And there are no pipes under the road, so small animals cannot cross the road. Installing small pipes are effective to make passages for small fauna without erosion(Bekker)

A: We think small slopes of ditches are effective to save fallen frogs from mountainside. Frogs usually spawn eggs in valley, so we install pipes at the crossing points of the road and valleys. Seventeen bridges are also effective passage for them. Therefore, We don't install pipes any other places.

Q: Are "Ditches with slopes" factory product? We don't have this kind of product in our home country.(Bekker)

A: Yes, they are factory product.

□ · Excursion of Onikobe Eco-Road (15:00-18:00)

Officers of Yuzawa construction office explained about mitigation measures at each point.

1) Preservation of valley (at Komorebi bridge)

We usually make bank to construct road in this kind of case. Because, the valley is not so broad. However, in order to protect creatures in the valley, this bridge was constructed even without making access road. A crane was used for construction work. Water of the valley was introduced to the temporary drain pipe to avoid water contamination during the work period.

2) Roadside fence

Depth of snow cover on the roadside verge reaches 3-5m in winter. So, if we put fence on roadside verge, Japanese serow (*Capricornis crispus*) easily cross them. Therefore, the fence were put on the top of slope.

3) Eco Box (Box culvert for mammals)

Auto camera monitors mammal's usage of the eco box.

Questions and suggestions by Dutch participants

Q: question A: answer S: suggestion I: impression

Q: The sensor of the auto camera is 15-20cm. So, I am afraid that small mammals are missed to record (Bekker)

A: We monitor small mammals by footprints on sand.

S: If sand is wet, it is easier to collect footprints of small mammals as such as mice.

I: If we put a camera for monitoring in this kind of place in our home country, it will be stolen.

S: There is a NGO to help immigration of frogs in the Netherlands. They count number of road crossing frogs and asks temporary road closing to road managers. Also, they put fences and traps along roads to help frogs cross roads safely.

☐ Discussion at Akinomiya Sansou Part1 (16:00~17:00)

1) Documentary video of Onikobe Eco-Road was shown by Yuzawa Public Works Office.

2) Questions and Discussions

Q: How many kind of trees are planted on the roadside verge? (Bekker)

A: Eight kinds.

Q: Is it usual to implement these kind of mitigation for road construction in Japan? (Bekker)

A: "Eco-Road" principle becomes common for main roads, even for improvement work. For example, bridges are constructed as "avoidance". Onikobe Eco-Road is one of the model case of mitigation in natural and mountainous landscape. Advanced points of this case are well designed research work and monitoring.

Q: Do you make a new guideline for Eco-Roads or change the accomplished guideline?

Can you change design of roadside fence suitable for Eco-Road? (Bekker)

A: It is basic policy to observe "Road structure law" and other guidelines. However, we ask suggestions for the committee that consist of local naturalists, ecologists and ecological engineers, and adopt ecological design as much as possible. We also monitor the effect of the taken measures.

Q: Why don't you try other types of ecological engineering not only "Eco-Road" here and built "Ecological Experiment Area"? (Aukes)

A: We listen to opinions of local residence and road users when we take measures of "Eco-Road". If, we do this kind of new experiments, it is required to listen to their Opinions, too.

☐ Discussion at Akinomiya Sansou Part2 (19:30~20:00)

Q: Did the team member of Onikobe Eco-Road refer to Nikko Utsunomiya case?

A: They seem to consult the reference of Nikko Utsunomiya case.

Q: The density of planted beech trees on the artificial sloops seems too high. Size of them are almost same and they are planted in a straight way. Furthermore, forest floor are cut clearly. I am afraid that all these design and maintenance to prevent ecological succession.

A: We should have mixed pioneer species. Many methods of re-vegetation are tried in Japan. Generally, high density plantation of plugs and thinning are used to control weeds.

Q: Why do you need to establish woodland on artificial slopes? Why not grassland?

A: We would like to re-establish natural vegetation of the local area. Vine plants easily overwhelm other herbs, so it is difficult to establish semi natural grassland. Also, grassland are disliked by road users generally. Mountain fire occurs in grassland more than in woodland.

☐ Suggestion by Dutch participants

(1) Taken measures are not always successful. So, all we need is "try and error". We may say "Failure is mother of success".

(2) Nikko Utsunomiya Road is pioneer case of Eco-Road which constructed before European mitigation measures were introduced to Japan. That road was well designed with few ecological data. And it is important that philosophy of Eco-Road succeed to Fuji Subaru Line.

(3) Engineers should exchange information positively when they design roads. New knowledge is useful and to recognize what is unknown is also important.

(4) Public relation of Onikobe Eco-Road is excellent. Public opinion is strong supporter for advanced ecological mitigation.

- ☐ Documentary video of squirrel's bridge (NHK TV Report of a new town in Yamanashi prefecture) was shown.

■ November 11th 1999 (Thu)

- ☐ Schedule

8:30 Left Akinomiya Sanso

12:15 Left Furukawa station (Tohoku Shinkansen super express train)

14:36 Arrived at Tokyo terminal

- ☐ Discussion in the bus

Q: Ecoduct is quite large equipment. What about number and size of them? How about vegetation design on ecoducts? (Hioki)

A: Number of eco duct is largest in France, Germany, Hungary, Czech, Switzerland also has many ecoducts. There is a ecoduct which has 180m width in Switzerland.

Soil on ecoducts becomes dry, because thickness of soil is not enough thick. We try to install ditches on ecoducts in order to make wet and shadow habitat for insects and slugs. We also design "Thick soil type ecoduct" to plant arbores.

Fences are put on some ecoducts to separate small mammals who move in bush and predators who prefer to open habitat.

The following points are important to promote use of ecoducts.

① Connect same kind of habitat type on an ecoduct which exist both side of the bridge.

② Put continuous bush or shrubs as shelter.

Habitat types which can be put on an ecoduct is limited. So, it is realistic to expect species' movements suitable for limited habitat types.

Q: How do you decide balance between cost and benefit (in this case, benefit means number of species that use an ecoduct)?

A: In France, relationship between species and size(width and length)of ecoducts were studied. According to this study, narrow and long ecoducts had less use. Construction cost is in proportion to surface area of ecoduct. (Bekker)

Q: Putting corridors(connection zones) may be also expensive, if you plan 50-100m width for them. Have you already to realize such a wide corridor in The Netherlands.

A: Since budget is limited, wide corridors are not yet realized. We need to select narrow but longer corridor (ex. 20m×5km) or several large stepping stones with very narrow (ex. 5m width) continuous corridor. Moreover, we need budget for bringing up vegetation of corridors. So, we take existing hedgerows and street trees in corridors as much as possible.(Aukes, Geraedts)

Planning ecological network is popular in the Netherlands, but some of them were planed without knowledge about habitat of target species. Selecting certain target species from existing species and realizing establishment of their habitat is essential.(de Vries)

Competition between ordinary species and rare species sometimes happen when we connect natural habitats by a corridor. We need to pay attention about it. (Geraedts)

According to recent studies, in 70% cases, it is better to connect habitats. But in 30% cases, keeping isolation is better. So, we should judge carefully. (Aukes)

Local populations are identified by genotype analysis by Maastricht University and in Belgium on lizards and amphibians. About plants' population, Berzel University and Rent university have advanced experience. (Aukes, Bekker)

It is important to evaluate function of corridors as connection zone. However, even if they rack function of connection zone, they still have habitat function. Therefore, I pay attention for such kind functions. (de Vries)

3. 3 現地調査の様子(写真)

3. 3 現地調査の様子 (写真)



写真-1：土木研究所での討議

(前列はオランダ側参加者：左から、ヘラツ氏、
アウケス氏、ドフリース氏、ベッカー氏)
(後列は土木研究所側参加者：左から、今堀、上坂、
金子、川上、北川、日置、大西)

Photo-1

Discussion in Public Works Research Institute
The front rank, from left side, Mr. Geraedts,
Mr. Aukes, Mr. De Vries, Mr. Bekker
The rear rank, from left side, Miss Imabori,
Mr. Uesaka, Mrs. Kaneko, Mr. Kawakami,
Mr. Kitagawa, Mr. Hioki, Mr. Ohnishi



写真-2：日光宇都宮道での現地調査

Photo-2

Excursion of Nikko Utsunomiya Road



写真-3：日本道路公団鹿沼管理事務所
での意見交換

Photo-3

Discussion in Kanuma management
office of Japan Highway Cooperation



写真-4：鬼首エコロードでの現地調査
メンバー

Photo-4
Excursion members at the monument
square of Onikobe Eco-Road



写真-5：鬼首エコロードでの現地調査

Photo-5
Excursion of Onikobe Eco-Road



写真-6：鬼首エコロードについての討議

Photo-6
Discussion on Onikobe Eco-Road at
Akinomiya Sansou

4. シンポジウム「道路による生息域の分断防止と生態系ネットワークの形成に向けて」

4. 1 シンポジウムの目的

4. 1 シンポジウムの目的

(1) 目的

道路による生息域の分断防止と生態系ネットワークの形成に関して、日蘭の研究者、実務担当者による講演とパネルディスカッションを通して、現在の知見と今後の当該分野の進展の方向性を模索するとともに、道路技術者、コンサルタント、研究者、環境保護NGOなど、当該テーマに関心を持つ一般の方々を対象として情報発信を行い、当該分野に関する一般への啓発を図ることを目的とする。

(2) テーマ

「道路による生息域の分断防止と生態系ネットワークの形成に向けて」

(Toward Habitat Defragmentation for Road Project and Formation of Ecological Network)

(3) 主 催

主催：建設省 土木研究所

Ministry of Construction, Public Works Research Institute

オランダ運輸・公共事業・水利省 道路水理技術研究所

Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Road and Hydraulic

Engineering Division

後援：社団法人 道路緑化保全協会

Japan Highway Landscape Association

(4) 日 時

1999年11月12日(金) 13:30～18:00

(5) 場 所

東条インペリアルパレス 5階 曙の間

(6) 講演者

①パウル・アウケス Paul Aukes

オランダ農業・自然管理・水産省 自然管理情報センター

National Reference Centre for Nature Management in Wageningen. The Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries.

②中島 慶二 Keiji Nakajima

環境庁自然保護局計画課

Planning Division, Nature Conservation Bureau,
Environmental Agency

③ハンス・ベッカー Hans Bekker

オランダ運輸・公共事業・水利省 道路水理技術研究所

Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Directorate-General of Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Division

④ハンス・ド・フリース Hans de Vries

オランダ運輸・公共事業・水利省 道路水理技術研究所

Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Directorate-General of Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Division

⑤大西 博文 Hirofumi Ohnishi

建設省土木研究所

Public Works Research Institute, Ministry of Construction

⑥ヴィム・ヘラツ Wim Geraedts

オランダ自然保護団体連合

Unie van Provinciale Landschappen

⑦池谷 奉文 Hobun Ikeya

財団法人 日本生態系協会

Ecosystem Conservation Society-Japan

(7) パネルディスカッション・コーディネーター

勝野武彦 Takehiko Katsuno

日本大学 生物資源科学部

College of Bioresource Sciences, Nihon University

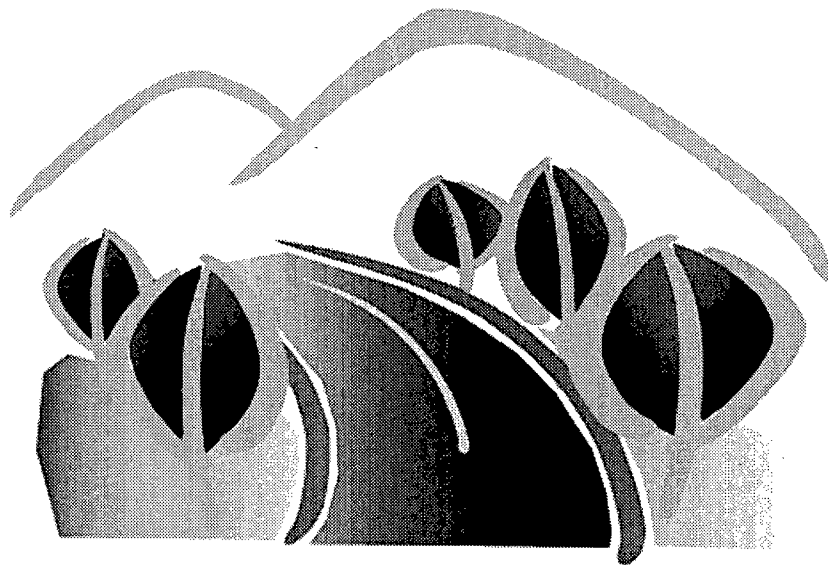
4. 2 シンポジウム講演資料

日蘭シンポジウム Netherlands-Japan Symposium

道路による生息域の分断防止と
生態系ネットワークの形成に向けて

**Toward Habitat Defragmentation for Road Project and
Formation of Ecological Network**

講演資料集 Resume



1999. 11. 12

建設省土木研究所 Ministry of Construction,
Public Works Research Institute, Japan

オランダ運輸・公共事業・水利省 Ministry of Transport, Public Works and
道路水理技術研究所 Water Management, Road and Hydraulic
Engineering Division, The Netherlands

後援：社団法人道路緑化保全協会 Japan Highway Landscape Association

[主催者あいさつ]

Greeting

北川 明¹

建設省土木研究所 環境部部長
305-0804 茨城県つくば市大字旭1

道路が自然環境に最も影響を及ぼすものの一つとして、動物の生息域の分断があります。今、この分断による影響を防止し、さらには地域の「生態系ネットワーク」を形成するのに道路がいかに寄与できるかを、私たちは研究しています。

私たち、建設省土木研究所では、オランダ運輸・公共事業・水利省 道路水理技術研究所と、このテーマに関して共同研究を行っており、その一環として今日「道路による生息域の分断防止と生態系ネットワークの形成に向けて」と題して日蘭シンポジウムを開催します。本シンポジウムが、両国の当該研究の進展に寄与するとともに、道路技術者、研究者、環境NGO等の皆さんが当該テーマについてより関心を深めていただけたら幸いです。

また、来年の2000年は両国の交流が始まってから400周年に当たります。本シンポジウムが両国のますます盛んな交流にも寄与すればと思う次第です。

One of the major impacts of roads on our natural environment is fragmentation of natural habitats. We are conducting research to discover how to prevent the effects of fragmentation, and to find ways that roads can contribute to the formation of regional ecological networks.

The Public Works Research Institute of the Ministry of Construction conducts joint research on this theme with the Road and Hydraulic Engineering Division of the Ministry of Transport, Public Works, and Water Management of the Netherlands. As part of this joint research, today we are holding this Netherlands-Japan Symposium. We hope that the symposium contributes to the advance of research on this theme in the two countries and deepens concern with this theme among road engineers, researchers, and members of environmental NGO's.

The year 2000 will mark the 400th anniversary of relations between the Netherlands and Japan. We hope that this symposium will contribute to the continuing advance of international exchange activities between our two countries.

¹ きたがわ あきら Akira Kitagawa

Director, Environment Division, Public Works Research Institute, Ministry of Construction
1 Asahi, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-0804 Japan

[パネルコーディネーターあいさつ]

Greeting

勝野 武彦¹

日本大学 生物資源科学部 教授

252-8510 神奈川県藤沢市亀井野 1866

Fax: 81-466-84-3805

E-mail: katsuno@brs.nihon-u.ac.jp

今回、日蘭シンポジウムにコーディネーターとして参加することとなり、役割の重要さに身の引き締まる思いがします。

日本とオランダの交流は、既に何世紀も以前から自然科学の分野で続けられてきました。常に欧州を先導し、広く世界的視野で活動してきたオランダの気風は我が国と似ているように思います。生態的な視点に立った国土保全や地域計画に優れた事例を持つオランダから専門家を招き、道路を中心とした緑のネットワークについて意見を交換することは、新しい世紀の緑の在り方を探る上で大変重要であります。

I am honoured to serve as the coordinator at today's panel discussion.

Between the Netherlands and Japan, there is a long history of international exchanges in the field of natural sciences for four centuries. The Netherlands has always taken a leading role in European affairs with a broad international perspectives. I think Japan also shares similar progressive spirit.

Today, the Netherlands is known for her progressive, ecological policies in land conservation and regional planning. It should be very important and beneficial for both countries that specialists get together today to exchange their experiences and opinions over the future of Ecological Network, especially focused on the role of roads. I am convinced that today we are witnessing an epoch of landscape planning in new century.

¹ かつの たけひこ Takehiko Katsuno

Professor, Laboratory of Landscape Architecture, College of Bioresource Sciences, Nihon University
1866 Kameino, Fujisawa-shi, Kanagawa 252-8510 Japan

日蘭シンポジウム Netherlands-Japan Symposium

道路による生息域の分断防止と生態系ネットワークの形成に向けて
Toward Habitat Defragmentation for Road Project and Formation of Ecological Network

日時 平成 11 年 11 月 12 日 (金) 13:30~18:00

会場 東条インペリアルパレス 5 階 曙の間

日程・目次 Time Table / Table of Contents

13:30	開会、主催者挨拶	北川明	
	Opening	Akira Kitagawa	
13:40	オランダの自然と自然保護の現状	パウル・アウケス	73
	General introduction on the Netherlands: Facts and figures on the country especially concerning nature conservation	Paul Aukes	75
13:50	オランダの自然保護施策における国土生態系ネットワーク	パウル・アウケス	77
	The Ecological Network as part of the Dutch policy on nature conservation	Paul Aukes	86
14:10	環境庁における生物多様性保全の取り組み	中島慶二	93
	The Work of the Environment Agency in Conserving Biological Diversity	Keiji Nakajima	105
14:35	生息環境の分断とその解消：インフラによる生息環境分断への対策の 経緯、成果、及び事業化手法	ハンス・ベッカー	115
	Habitat fragmentation and habitat defragmentation; developments, results and processes of counteracting habitat fragmentation due to infrastructure	Hans Bekker	128
14:50	オランダの自然環境保全における路傍空間の重要性	ハンス・ド・フリース	141
	The significance of road verges for nature conservation in the Netherlands	Hans de Vries	147
15:05	休憩 Break		
15:15	道路空間を利用した生態系ネットワークの構築の可能性	大西博文	155
	A possibility of establishing the Ecological Network using road space	Hirofumi Ohnishi	164
15:40	自然環境保全、特に生態系ネットワークの実現における NGO の役割と重要性	ヴィム・ヘラツ	175
	Role of NGO's in the realisation of the Ecological Network in the Netherlands	Wim Geraedts	183
16:05	環境の時代を迎えるミティゲーションのあり方	池谷奉文	191
	Mitigation for the Age of the Environment	Hobun Ikeya	197
16:30	休憩 Break		
16:45	パネルディスカッション	コーディネーター	勝野武彦
	Panel discussion	Coordinator	Takehiko Katsuno
18:00	閉会 Closing		

講演者等 略歴

- 1)現在の所属・役職
- 2)専門分野
- 3)生態系ネットワークとの関わり・問題意識等
- 4)主な業績・発表論文・著書等

勝野 武彦

- 1) 日本大学 生物資源科学部 緑地・環境計画学研究室 教授
- 2) 緑地計画学
- 3) 1973-1974 年のドイツ留学以来、農村、都市いずれの地域でも緑のネットワーク（緑地計画）の重要性を認識している。当時から生態系の重要性、既存の緑のネットワーク化が注目され、既に 20 年余経ている。その間、ビオトープの整備という新しい施策も各分野で展開されてきており、大きな関心を持っている。
- 4) 緑の都市革命（ぎょうせい）
エコロジカルデザイン（ぎょうせい）
自然環境復元の技術（朝倉書店）
農村における自然環境保全（造園雑誌）
西ドイツにおける地域環境の創造（環境情報科学）

パウル・アウケス

- 1) オランダ農業・自然管理・水産省 自然管理情報センター 自然環境部 生態系専門官
- 2) 種の保全、農地の多自然型管理、ランドスケープ・エコロジー、生態学的水文学
- 3) ヘルダーランド州の生態系ネットワーク計画立案の検討メンバー。
現在は、より高い生物多様性を回復できる箇所が生態系ネットワーク計画に含まれるよう、区域境界および区域間の連絡の調整に取り組んでいる。
- 4) 自然保護区域の調査実施、多自然型管理の方針・技術に関するアドバイス提供。東ヨーロッパおよび中央ヨーロッパの技術者を対象とした自然環境保全セミナーの開催および情報提供。

中島 慶二

- 1) 環境庁自然保護局計画課課長補佐

Introduction of the lecturers

- 1) Position
- 2) Field of specialization
- 3) Personal goals and objectives related to the Ecological Network systems
- 4) Recent works and publications

Takehiko Katsuno

- 1) Professor, Laboratory of Landscape Architecture, College of Bioresource Sciences, Nihon University
- 2) Landscape Planning
- 3) Since I studied in Germany in 1973 and '74, green network and open space planning, both in rural and urban context, is an important issue to me. Now it has been more than 20 years since the 'networking' received attention. In the mean while, development of biotopes also became popular in different disciplines, in which I am greatly interested,
- 4) Midori no toshi kakumei (Green urban revolution, book), Ecological Design (book), Shizen kankyo fukugen no gijutsu (Techniques for nature recovery, book), Nouronn ni okeru shizen kankyo hozon (Nature conservation in rural area, article), Development of regional environment in West Germany (article)

Paul Aukes

- 1) "National Reference Centre for Nature Management" in Wageningen. The ministry of Agriculture, Nature management and Fisheries.
Position: staff officer ecology in the department of Nature.
- 2) species conservation, nature management on farmland, landscape ecology, ecohydrology.
- 3) I was member of the project group which designed the ecological mainstructure in the province of Guelders.
My current personal goals and objectives related to EMS are to promote corrections to the borders in order to include places where high biodiversity can be reactivated.
- 4) I made surveys of nature areas and advised nature management and nature policy; I organised 3 seminars about nature conservation policy and nature management for East and Central European experts; I contributed to some European symposia about ecology and conservation.

Keiji Nakajima

- 1) Assistant Manager, Planning Division, Nature Conservation Bureau, Environmental Agency

2)造園（京都大学農学部林学科造園学専攻卒）

3)計画課は生物多様性国家戦略、多様性保全施策の推進を所掌しております。そのため、多様性国家戦略の具体的な推進のための調査等に携わっています。

4)特になし

ハンス・ベッカー

1)オランダ運輸・公共事業・水利省 道路水理技術研究所 プログラムマネージャー、生息環境の分断防止および補償担当

2)公共事業・水利局内業務に対する生態学的側面からのアドバイス業務を行う。政府の「第2次運輸計画」に位置づけられた生息環境分断防止施策の実現を担当している。これらの施策の一部は、国土生態系ネットワークに組み込まれたものである。

3)土木技術者と生態学者、および、政策目標と土木整備事業の間に存在するギャップに橋を架ける、生態工学技術者である。

4)本シンポジウムではこれまでの業務の一部を紹介します。

ハンス・ト・フリース

1)オランダ運輸・公共事業・水利省 道路水理技術研究所 環境部 プロジェクトマネージャー

2)土木事業、特にインフラ整備における生態工学的設計

3)国道による生息環境分断への対策の実現。

道路および交通による動物相への影響を把握する生態学的調査の責任者。

路傍空間を利用した生息環境機能・コリドー機能の最適化のための意志決定システムの開発担当。

関係機関とのコミュニケーション・調整の責任者。

4)1990年から、路傍空間の生態学的管理、植物等を利用した防音施設の整備、影響調査・評価、ミティゲーションの実施等に携わっている。

近著は右記の通り

2) Graduated from Landscape Architecture Department, Kyoto University

3) The division is responsible for development of the national strategy for conservation of biological diversity, and for implementation of the programs to achieve the targets. I am responsible for the research on measures to promote the strategy.

4)

Hans Bekker

1) Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Directorate-General of Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Division

Programme manager, Habitat Defragmentation and Compensation

2) This division is an internal advisory unit of the Directorate-General for Public Works and Water Management. The mission of the programme is to realise and implement the targets of the government's Second Transport Structure Plan with regard to habitat fragmentation due to infrastructure. These targets are partly based at the Main Ecological Structure.

3) Hans Bekker is a nature engineer specialised in bridging the gap between civil engineers and ecologists, and between policy and realisation of engineering works.

4) In this work lectures, articles and PR-work is regularly part of his work.

Hans de Vries

1) project manager environment

Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Directorate-General of Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Division, Environmental Affairs Department

2) Ecological engineering in civil engineering projects, especially infrastructure

3) I am involved in counteracting habitat fragmentation due to national roads.

Responsible for ecological research on effects of roads and traffic on fauna.

Development of a Decision Support System for optimising habitat and corridor functions of roadsides.

Responsible for overall communication activities.

4) Since 1990 I have worked on ecological roadside maintenance, 'green' anti-noise barriers, impact studies, mitigation measures etc.

Some recent publications:

J.G. de Vries. Hedgehogs on the road: from research to practice. Lutra 42(1): 99-111. 1999.

Vries, J.G. de. La fragmentation des habitats: les Pays-Bas sur la voie des solutions. Actes du Colloques Congr International "Routes et Faune Sauvage", Strassbourg, 29 sept.-1 oct. 1998: 77-88.

大西 博文

- 1)建設省土木研究所 環境部交通環境研究室 室長
- 2)道路施設及び交通に関する環境保全技術の研究
- 3)道路事業における自然環境保全の取り組みは土地の改変やそれにより影響を受ける部分を中心になされてきたが、地域の生態系にまで視野を広げて考えて行くべきであろう。また、自然環境が人間の生存基盤であると考え、自然環境を成立させている生態系ネットワークは我々にとって大切なインフラストラクチャーと考えることもできる。
- 4)「技術士を目指して、建設部門、建設環境」山海堂、1995.6、共著
「実務者のための建設環境技術」山海堂、1995.7、共著
「自然との共生をめざす道づくり エコロード・ハンドブック」大成出版社、1995.12、共著
Mitigation measures for road project in Japan, Proceedings of International Forum for Major Works and Sustainable Development, 1996.10
生態系ネットワークの計画手順に関する一考察 特に道路整備の視点から、土木技術資料、Vol.40, No.5、1998.5

ウィム・ヘラツ

- 1)オランダ自然保護団体連合 シニア職員
- 2)各州の自然保護団体の自然創出プロジェクトに対するアドバイスの提供、各州自然保護団体と補助・助成機関との間の調整、各州自然保護団体の代弁者として各種の国家レベル委員会に出席。
以下の分野における生物学的研究：鱗翅目、両生類・は虫類、維管束植物、自然環境修復、生態的水文学
- 3)他の職員とともに、以下の計画立案に参加：自然政策計画、ブラバント州およびリンブルグ州の自然政策計画。
数多くの地域別自然環境保全・創出計画を立案。
ブラバント州およびリンブルグ州における自然環境保全・創出詳細設計の実施。
- 4)オランダの蝶類分布図（暫定版）
国、州、地域の自然政策計画
鱗翅目の保全および自然環境保全全般に関する発表 等

Huijser, M.P., P.J.M. Bergers & J.G. de Vries.

Hedgehog traffic victims: how to quantify effects on the population level and the prospects for mitigation. In: Evink, G.L. et al, eds. 1998. Proc. Int. Conf. on Wildl. Ecol. and Transp. FL-ER-69-98, Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida: 171-181

Hirofumi Ohnishi

- 1) Head, Traffic Environment Division, Public Works Research Institute, Ministry of Construction
- 2) Research on environmental conservation related to road facilities and traffic.
- 3) Road projects have managed environmental conservation in areas directly affected by the project. From now on, however, the engineers should have wider vision to look at local ecosystems. Since natural environment is apparently the base of the human existence, ecological network that support the natural environment can be considered as our valuable infrastructure.
- 4) Gijutushi wo mezasite (Reference book for qualification exam for consulting engineers - Construction environment, book) 1995
Shizen tono kyousei wo mezasu michizukuri - Eco-road handbook (Planning and construction of roads in harmony with nature, book) 1995
Mitigation measures for road project in Japan, Proceedings of International Forum for Major Works and Sustainable Development, 1996.10
Seitaikei nettowa-ku no keikaku tejun ni kansuru ichi kohsatsu (Study on the planning process on ecological network, especially on road projects, article) 1998

Wim Geraedts

- 1) Senior co-worker, Unie van Provinciale Landschappen
- 2) Advisor of Provincial Landscapes for renaturation-projects, mediator between Provincial Landscape Organisations and subsidising authorities. Representative for the Provincial Landscapes in many national boards.
Specialised as a biologist in butterflies and moths, reptilians, amphibians, vascular plants, nature-restoration, eco-hydrology.
- 3) Among many other co-workers responsible for some parts of the National Nature Policy Plan, Provincial Nature Policy plan in the Province of Brabant and Limburg, co-author of several regional nature plans, co-worker of many detailed plans in the southern Provinces Brabant and Limburg.
- 4) Preliminary atlas of Dutch butterflies, co-author in national, provincial and many regional policy-plans. Several articles on nature protection in general and butterflies/moths (mostly in Dutch). Literature-list is available.

池谷 奉文

- 1) (財) 日本生態系協会 会長
(財) 埼玉県生態系保護協会会長
建設省建設技術開発会議委員
(社) 農村環境整備センター中央委員会委員
獣医師
- 2) 自然生態系、環境問題、環境保護、生物多様性、市民活動、ビオトープ、学校ビオトープ 等
- 3) 環境問題解決の本質は、自然生態系を守り、回復させると同時に持続的に利用していくことにある。自然生態系の保護とは、単にある特定の生物の保護を意味するだけではなく、多様性と地域特性をもつ自然を全体として守り、また大量生産・大量消費・大量廃棄の経済システムから脱却することにある。
- 4) 1997年7月 参議院農林水産委員会の食料・農業・農村基本法案に関する公聴会において、公述人として意見発表
「技術士を目指して、建設部門、建設環境」山海堂、1995.6、共著
「環境を守る最新知識ービオトープネットワーク・自然生態系のしくみとその守り方ー」(株) 信山社サイテック
「ビオトープネットワークー都市・農村・自然の新秩序ー」(株) ぎょうせい
「日本を救う「最後の選択」」(株) 社会情報センター出版局
「ビオトープ緑の都市革命」(株) ぎょうせい
「ビオトープー復元と創造ー」信山社出版(株)、共著 ほか

Hobun Ikeya

- 1) President, Ecosystem Conservation Society-Japan
President, Ecosystem Conservation Society - Saitama
Member of the Committee for Development of Construction Technology, Ministry of Construction
Member of the Central Board, Advice Center for Rural Environment Support
Veterinarian
- 2) Natural ecosystem, environmental issues, environmental protection, biological diversity, citizens' movement, biotop, biotop at schools, etc.
- 3) The essence of resolving environmental issues is protection and restoration of natural ecosystems while using those resources in a sustainable manner. Protection of natural ecosystems is not merely a question of protecting certain wildlife species; it's about protecting nature as a whole in all its diversity and with all its local characteristics and moving away from economic systems of large-scale production, consumption and waste.
- 4) Served as an expert witness before the Committee on Agriculture, Forestry and Fisheries, to comment on the draft of the Basic Law on Food, Agriculture and Rural Areas, July 1997.
Gijutushi wo mezasite (Reference book for qualification exam for consulting engineers - Construction environment, book) 1995
Kankyou wo mamoru saishinn chishiki (Latest knowledge for environmental conservation - Biotop network, book)
Biotop network (Biotop network - New order of urban, rural and natural area, book)
Nihon wo sukuu saigo no sentaku (Last choice to save Japan, book)
Midori no toshi kakumei (Green urban revolution, book),
Biotop (Biotop - recovery and development, book),

1. 道路による動物の生息域の分断に関する資料

オランダの自然と自然保護の現状

General introduction on the Netherlands:

Facts and figures on the country especially concerning nature conservation

パウル・アウケス
農業・自然管理・水産省
自然管理情報センター
P.O. Box 30, 6700 AA Wageningen,
The Netherlands
Fax: 31-317-427561
E-mail: p.aukes@ikcn.agro.nl

要旨:

■オランダの国土面積: 約 4 万 km²、人口: 約 1500 万人

■主要な生態系

- ・丘陵地: 東部及び南部に分布し、標高は 300m 程度まで。樹林、ヒース、湿地、内陸砂丘などからなる。自然保護区が多く分布する。
- ・干拓地: 西部に多く、農地・牧草地として利用されている。水鳥や草地の鳥にとって国際的に重要な生息地である。
- ・河川: ライン川、ミューズ(Meuse)川、シェルト(Scheldt)川等国际河川の河口域となっている。
- ・海岸域: 海獣、海鳥の他、北海漁場における重要な産卵地である。

■動植物の生息種数合計約 36,000 種、固有種約 700 種

■蝶類種数にみる多様性の減少: 1990 年 72 種、1999 年 63 種

■主な環境影響要因:

- ・自然地の減少 (経済活動を目的とした土地利用面積の拡大)
- ・生息環境の分断
- ・富栄養化
- ・酸性化
- ・地下水位の低下

1. オランダの生態系

オランダには多様な生態系が存在する。例えば、東部と南部には標高 300m 程度の丘陵地があり、樹林、小川、ヒース、泥炭湿地、および内陸砂丘などの生態系が分布している。この一帯における自然度の高い動植物は、ほとんど自然保護区にだけ残存している。特に、ヒースの中に存在する池沼は、希少生物が残存している環境として、国際的に重要である。

国の西部には干拓地が広がっており、その標高は海面よりも低い。干拓地はほとんど農地として利用されており、粘土質土壌では作物生産が、泥炭質土壌では放牧が行われている。これらの農地は、冬季にはガンカモ類、ハクチョウ類の渡りの中継地となる。また、湿った草地は、草地性鳥類の重要な繁殖地である。耕作が行われずに湿地の状態に残存している泥炭地は極めて少なくなっているため、そうした湿地は、絶滅の危機に瀕している鳥類のサンクチュアリとして、国際的な重要性が認められている。

上記の丘陵地と干拓地は、ライン川、ミューズ(Meuse)川、シェルト(Scheldt)川などの河川で分断されている。これらの河川は人為的に水位などが管理されているものの、河畔林、河道内の砂州、放置されている湾曲部、洪水原など、様々な自然的特徴も残されている。

オランダの西方には、豊かな沿岸生態系が形成されている。北海のオランダ沿岸は、魚類の繁

殖場、海獣類および海鳥類の回遊・渡りの場所として重要である。さらに、汽水域、干潟、及びよく発達した砂丘も重要である。こうした沿岸域の生態系は国際的な重要性を持っており、EUによっても保全すべき生物生息環境としての指定を受けている。

オランダの動植物種数を推計すると、在来種は合計 36,000 種あまりで、このうち少なくとも 700 種はほとんどこの地域でだけ見られるものである。オランダは、これらの種の存続を図る上で、国際的に重要な役割を担っているため、オランダ政府の自然保護政策において、こうした種の多様性を維持、改善していくことを明確に宣言している。

2. ストレス下の自然

オランダは、人口 1,500 万人、国土面積は 4 万 km^2 で、人口密度は 400 人/ km^2 と、世界でも最も人口密度の高い国の一つである。また、経済活動も活発であり、国土のほとんどは、農業、市街地、鉱業、インフラストラクチャーなど、経済的な目的に利用されている。

植林と荘園（かつての貴族等が所有した樹林や農地、邸宅）を除いた自然地は、1920 年代には 54 万 ha 存在したが、1988 年には 12 万 600ha と急激に減少した。自然地の減少に伴い、数多くの動植物種について、生息地の減少、絶滅の過程が記録されており、全体として、オランダの動植物の多様性は低下する一方である。例えば、チョウ類は 1900 年に記録された 72 種のうち 9 種がこれまでに絶滅し、残る種も危機的な状況にある。

オランダの生物多様性を危機に陥れている要因としては、この他にも、生息環境の分断、富栄養化、酸性化、および、全国的な地下水位の低下がある。

オランダに生息する国際的な重要種の多くが、現在では孤立した小規模な自然保護区だけに生存している。インフラ、農業、あるいは市街化により孤立化した多くの動植物個体群は死亡率が高く、絶滅が危惧されている。

富栄養化の側面では、農業、工業、および交通を起源とする大量の窒素が、大気および土壤中に放出されている。その量は毎年 1 ha あたり 40kg に上ると試算されている。結果として、ヒース、泥炭湿地、沼沢地といった、貧栄養から中栄養の立地に形成される生態系が影響を受けている。

また、オランダは、酸性雨による影響も受けている。酸性雨をもたらす物質は、大部分が他国からもたらされ、pH を緩衝する能力の低いヒース内の水域や泥炭湿地などの生態系に影響を与えている。貧栄養水域の多くは、酸性化の進行に伴い、在来の魚類が生息できないところにまで至っている。

最後に、地下水位の低下であるが、市街地と農地における排水、また、農業用水、工業用水、および飲料水の汲み上げによって、広範な地域で地下水位の低下が進んでいる。このため、オランダ国内の湿地の多くが、乾燥化による影響を受けている。

**General introduction on the Netherlands:
Facts and figures on the country especially concerning nature conservation
オランダの自然と自然保護の現状**

Paul Aukes
National Reference Centre for
Nature Management
P.O. Box 30, 6700 AA Wageningen,
The Netherlands
Fax: 31-317-427561
E mail: p.aukes@ikcn.agro.nl

1. Ecosystems in the Netherlands

The Netherlands has a wide variety of ecosystems. In the east and south there are hilly areas rising to 300 m, which are renowned for their woodlands, brooks, heathlands, bogs and inland sand dunes. Much of the original flora and fauna persists in nature reserves. The heathland pools are of international importance as refuges for rare species.

Westwards, the countryside consists of polder areas, some of which are well below sea level. Most polders are used for agriculture, with arable farming predominating on the clay soils and dairy farming on the peaty soils. In winter many fields serve as staging areas for migrant geese, ducks and swans. The wet graslands are important breeding areas for meadow birds. Only a few peat areas have escaped cultivation and survive as marshes. These wetlands are of international importance as sanctuaries of threatened bird species.

The hilly areas and polders of the Netherlands are intersected by the river systems of the Rhine, Meuse and Scheldt. Although the rivers themselves are regulated by man on a large scale, some characteristic features still remain, such as fragments of riparian woodlands, many river dunes, some abandoned meanders and many floodplains.

In the west of the Netherlands, where land meets sea, there is a rich variety of coastal ecosystems. The Dutch part of the North Sea is important as a breeding ground for fish species, and for migrating and staging sea mammals and sea birds. The coastal zone is also well known for its estuaries, shallow tidal waters and extensive dune system. These coastal systems are of international importance and have been recognised as such in the EU habitat Directive.

A rough estimate of the diversity of plant and animal species indicates that the Netherlands has some 36,000 native species, of which at least 700 are largely confined to this region. The Netherlands is of international importance to these species and Dutch nature conservation policy is committed to maintaining and improving their diversity.

2. Nature under stress

With a population of 15 million, living in area of 40,000 km² (about 400 inhabitants per square kilometre) the Netherlands is one of the world's most densely populated countries. The large population has a high level of economic activity and therefore most of the land is reserved for economic purposes: agriculture, urbanisation, industry, infrastructure.

Nature areas, apart from forests and country estates, fell from 540,000 ha in 1920 to 120,600 ha in 1988. As a result the Netherlands is experiencing a steady decline in plant and animal diversity. This decline is well recorded for a number of species. The situation of the butterflies for example is critical. Since 1900 9 of the 72 species recorded have died out.

Fragmentation of habitats, eutrophication, acidification and the effects of a nation-wide fall in the hydraulic head pose severe threats to biodiversity in the Netherlands. Most plant and animal species of international importance are restricted to a relatively large number of small nature reserves. Many plant and animal populations who are isolated by infrastructure, agriculture or urbanisation, show high mortality rates and are at great risk of dying out.

Agriculture, industry and traffic produce large outputs of nitrogen. Hence, each year c. 40 kg. of nitrogen per ha is deposited on the soil and water. As a result, oligotrophic and mesotrophic ecosystems like heathlands, bogs and fens are suffering from eutrophication.

The Netherlands also suffers from acid rain. The acidifying agents are largely transported from abroad and have led to problems of acidification, particularly in weakly buffered ecosystems like heathland pools and bogs. Many oligotrophic waters have become so acid that no native fishes can survive.

Improved drainage in urban and agricultural areas and the abstraction of groundwater for agricultural, industrial and domestic purposes have led to a serious fall in the soil water table in many regions. Most of the Dutch wetlands are parched to some extent.

オランダの自然保護施策における国土生態系ネットワーク The Ecological Network as part of the Dutch policy on nature conservation

パウル・アウケス
農業・自然管理・水産省
自然管理情報センター
P.O. Box 30, 6700 AA Wageningen,
The Netherlands
Fax: 31-317-427561
E-mail: p.aukes@ikcn.agro.nl

要旨：

■オランダにおける国土生態系ネットワーク

1990 年に策定された自然政策計画は、自然と景観を持続的に保全し、回復し、創出することを目的として、国土生態系ネットワークを 2020 年までに形成することを提言した。ネットワークに位置づけられた区域の内、自然環境保全を主目的とする面積は、計画立案時点で 45 万 ha であったが、計画ではこれを 70 万 ha まで拡大することとしている。計画では、保全・回復を目指すべき 5 タイプの生態系とそれぞれの生息目標種を明らかにしている。

国家レベルの計画策定後、これまでに、70%の区域が、州にるより詳細な計画に位置づけられたため、国政府としては残り 30%の実現に力を注いでいる。

計画の実現を自治体に委譲すると、目標とする自然環境のありかたについて国の認識とのずれが生じたり、期待しただけの自然創出区域の確保が難しい場合が出てくるが、これらについては、現実的、実現可能な目標レベルと捉え、容認している。

■国が策定した国土生態系ネットワークは以下の 3 タイプの区域から構成される。

・ コアエリア core area	500ha 以上の面積があり、国家、あるいは国際レベルの重要な自然が存在する区域。
・ 自然創出区域 nature development area	国家あるいは国際レベルの重要な自然環境を回復できると考えられる区域。
・ 生態的コリドー ecological corridor	カワウソ、アナグマ、アカシカ、サケマス類など、陸上あるいは水中を相当距離移動する種の移動経路で、現在及び過去におけるこれらの種の分布域から判断される。

■国土生態系ネットワークの実現手段

・ 地区別計画	目標とする自然環境タイプを明記した自然環境保全方針及び土地利用方針が定められる。生態系ネットワークに位置づけられた農地については、国政府による優先的取得の権利がつけられる。
・ 用地取得及び自然回復	ネットワークに位置づけられた農地は、多くの場合耕地整理事業における交換により取得される。取得された農地では、自然の貧栄養地に戻す作業が行われる。
・ 維持管理	自然保護区の多くは、国家森林局、および、行政から補助を受けた自然環境 NGO により管理される。生態系ネットワークに位置づけられた自然保護区以外の区域は、一般の土地所有者（主に農家）が様々な助成・補助を受けて管理するよう施策がとられている。こうした農地では、目標とする自然環境タイプを土地所有者が自主的に選択し、生息目標種の生息状況について定期的にモニタリングを実施している。
・ 法制度による保全	用地取得が「自然環境保全法」に基づいて行われた場合には、違反に対して罰則規定が適用される。

・モニタリング	政策目的の達成状況を確認するため、農業省の研究機関が全国的なモニタリングを組織中である。モニタリングは、維持管理を実施している行政機関や NGO に所属する、プロ・アマの観察者が実施し、4 年ごとに成果をとりまとめ公開する計画である。
・教育・啓発	自然保護区は、同時に、レクリエーションと環境教育の機能を果たすことが期待されている。

1. オランダの自然保護政策

以上に整理したような自然環境の破壊に対して、オランダ政府は 1990 年に自然環境の保全・創出方針をまとめた「自然政策計画」を公表した。「自然政策計画」の中心的な目標は、「自然環境とランドスケープを持続的に保全し、回復し、創出すること」と述べられている。また、同計画では、国内の地域ごとの生態学的な目標将来像を、「生物学的多様性」と「自然度」を尺度として設定した。さらに、計画の主要施策として、国土生態系ネットワークの実現を提言した。国土生態系ネットワークとは、現存する自然地と、将来創り出そうとしている自然地を総合的にネットワークするもので、計画では、ネットワーク実現の期日を 2020 年に設定している。

「自然政策計画」に示された国土生態系ネットワークの構想では、これまで国によって指定されたすべての自然保護区がコアエリアとして位置づけられた。さらに、数多くの自然創出区域がネットワークの拠点的要素として加えられた。自然創出区域に位置づけられた区域の多くは、将来生態系に配慮した整備や維持管理を行って、自然保護区に改変する予定の農地である。また、生息環境の分断による種の孤立化を緩和するため、生態的コリドーが計画された。

表 1 2020 年における自然環境保全区域の目標面積

樹林保護区	70,000 ha
多目的樹林地	200,000 ha
自然保護区	185,000 ha
自然創出区域	50,000 ha
生態的管理実施区域	170,000 ha
荘園	25,000 ha
合計面積	700,000 ha

「自然政策計画」は、極めて野心的な計画である。この計画では、20 年から 30 年の間に、国土生態系ネットワークの計画区域において、自然環境の保護・保全を目的とする面積を現在の 45 万 ha から 70 万 ha に増やして、この区域内において動植物の個体群が持続的に発展していくための好適な環境を確保しようとしている。この目標を達成するためには、用地の確保に加えて、化学的な汚染や地下水位の低下を防止し、動物が道路、運河、鉄道等を横断できるような施設を設置するなどの自然環境の管理を相当程度押し進める必要がある。

さらに、国土生態系ネットワークは、沿岸域、海岸あるいは内陸の砂丘、貧栄養の淡水生態系、ヒース、泥炭湿地など、国際的に重要なエリアを含んでいるため、「自然政策計画」では国際的な協力・活動を通して国外における自然環境保全を支援する姿勢を明言している。つまり、国境を越えた規模での生態的なつながりを意識しながら、規模の大きな生態系の持続的な存続・発展を目指している。例えば、こうした国際的な視点は、西旧北区の鳥類の渡りのルートを保全するような場合に不可欠である。つまり、オランダ政府は、国際的な視点を示すことで、

国際的な協力体制には、3つのレベルが存在する。

- ・隣接する諸国との関係：ライン川、ミューズ(Meuse)川、シェルト(Scheldt)川などの国際河川の生態系や、北海、ワデン海などの海洋生態系の管理
- ・国境を越えた渡り鳥のルートを保全するための活動：鳥類の繁殖場および越冬場となる、

北ヨーロッパ、東ヨーロッパ、サハラ諸国、および西アフリカ諸国との協力

- ・湿地、熱帯雨林、海洋・沿岸区域、および南極の環境などの、絶滅の危機に瀕している生態系と生物種を保全するための、ヨーロッパレベルあるいは世界的規模での活動に参画すること。

オランダは、北極から、西アフリカおよび熱帯アフリカを結ぶ、西旧北区の渡りのルートの中心部に位置している。渡り鳥は、ワデン海、デルタ地域、沿岸域や河川、内陸湿地などのオランダの湿地において、摂食、休息、あるいは羽毛の交換を行っている。全個体数に対するオランダでの越冬個体数の比率を示す表2を見ると、オランダの重要性は明らかである。ただし、オランダ国内における保護対策は、他国を含めた生息環境のネットワークが完全につながっている場合にのみ効果を発揮できる。だからこそ、オランダ政府は、渡りルートに位置する国々に対して、研究、保護、管理活動への協力を始めたのである。これまでに実現した国際協力事例としては、西アフリカのモーリタニアの Banque d'Arguin 国立公園における調査研究や、北極圏ロシアのタイミル半島で行っている調査研究および自然保護区設定を挙げることができる。

表2 オランダで越冬するハクチョウ類、ガンカモ類

	越冬個体数の 最大値	世界中の全 個体数に占 める割合%
コハクチョウの一種 <i>Cygnus beweckii</i>	7,200	42
マガンの一種 <i>Anser Brachyrhynchos</i>	17,500	70
マガン <i>Anser albifrons</i>	303,000	76
ハイイロガン <i>Anser anser</i>	52,600	44
カオジロガン <i>Branta leucopsis</i>	65,000	93
コクガン <i>Branta bernicla</i>	68,000	40
ヒドリガモ <i>Anas penelope</i>	225,000	30
スズガモ <i>Aythya marila</i>	150,000	48
ミコアイサ <i>Mergus albellus</i>	5,700	38
オオソリハシシギ <i>Limosa lapponica</i>	28,000	25
ハシゲクロハラアジサシ <i>Chlidonias niger</i>	85,000	28

2. 国土生態系ネットワークの実現に向けて

2.1 明確な目標像

「オランダの生態系(Ecosystems in the Netherlands)」と題された図書では、国土生態系ネットワークの目標像を具体的に示すため、目標とする自然環境タイプの詳細、オランダ国内に確保すべき面積、土地利用との関係、維持管理手法の代替案と、手法選定の優先順位を記載している。

同書が挙げた国土生態系ネットワークの実現手法は、重要性の順に、以下のようにまとめられる。

1. 自然度の高い区域を拡大する

「自然生態系」および「管理された生態系」のカテゴリーに分類される自然環境タイプの面積を拡大する。

2. 希少な自然環境タイプの保全に特に努力する。

「半自然生態系」に分類される自然環境タイプのうちのいくつかは、生物多様性の観点から見ると特に重要なものである。こうした自然環境タイプの立地に適した個所は極めて少な

いので、これらの面積を拡大するように努める。

3. 自然保護区の質を改善し、面積を拡大し、区域間の連絡を確保する。

国土生態系ネットワークに位置づけられた自然保護区における、自然環境の状態を改善する。

自然保護区における各種の計画や維持管理は、自然保護区の規模、自然環境の現況、および周囲のランドスケープの状況を考慮しながら、目標とする自然環境タイプを実現するために必要な諸環境条件を実現するものでなければならない。

表3 自然環境タイプごとの目標面積

■自然生態系(Natural ecosystems) ・河川ランドスケープ（治水、砂防等の管理が行われていないもの）	9,500 ha
■管理された生態系(Controlled ecosystems) ・様々な状況下における河畔林	3,300 ha
■半自然生態系(Semi-natural ecosystems) ・貧栄養の湿性草地 ・河川の自然堤防と後背湿地 ・砂質土壌あるいは粘土質土壌上の森林	1,400 ha 500 ha 3,400 ha
合計	18,100 ha

2.2 地区別計画

国土生態系ネットワークに示された目標自然環境タイプを受けて、地区別計画が策定される。地区別計画の策定に当たっては、国や州の行政担当者や、その他の関係団体からの代表者がプロジェクトグループを形成し、計画対象区域における土地利用の方針とそれぞれの区画が果たすべき自然的、経済的機能について決定する。地区別計画においては、各区域が持つ自然環境保全上の重要性を、その区域が目指すべき目標自然環境タイプの多様性と自然度によって表現している。こうした土地利用方針について、州が承認した時点をもって、地区別計画は公のものとなる。

ある区域が「自然保護区」に指定されることは、以後の用地確保に重要な意味を持っている。これは、1975年に公示された「農業と自然環境保全に関する基本方針」‘1975 Policy Document on Agriculture and Nature Conservation’において、一度公的に自然保護区に指定された民有地は、所有者が売却を希望した場合、国政府がこれを買収することが規定されているからである。この行政による優先買収権があるものの、土地売却の意志決定は土地所有者に任されている。

2.3 用地買収および自然環境の回復

これまでのところ、自然保護区の多くは、耕地整理等、土地利用整序の事業を通して確保されてきた。こうした事業がスタートした時点で、自然保護区となる土地は行政が購入し、その後、農業等による影響を排除する作業が行われる。すなわち、蓄積されている肥料分、農薬等により汚染された土壌などを除去し、排水システムを自然に戻す。さらに、こうした区域の維持管理は、自然保護区の維持管理を活動の中心としている団体等に移管される。

2.4 国土生態系ネットワークの管理

オランダの自然保護区の多くは、国家森林局と、行政からの経済的支援を受けた民間の自然保護団体によって所有されている。こうした所有者が、日常的な維持管理と、目標とする自然環境タイプの実現に対する責任を負っている。

また、自然保護区以外で国土生態系ネットワークに位置づけられている土地の多くは、農地を主とする民有地である。こうした民有地における自然環境の保全・回復に対しては、一連の補助・助成制度が実施されている。

2.5 法的措置による罰則規定

「自然環境保全法」による指定を受けた区域に対しては、法に基づく各種の規制が定められ、これらの規制を犯した場合には、罰則が定められている。現在、同法による指定を受けた区域面積は 24 万 3000ha である。

2.6 自然保護の状況に関する調査及び評価

現在、自然環境保全目標の達成状況を明らかにする全国的なモニタリングが計画されている。モニタリングは、自然管理情報センター(IKC)が管理を行う。実際の情報収集は、自然保護区等を管理している、行政や NGO の専門家とアマチュア観察者が共同して行う。モニタリング結果およびその評価は、4 年ごとに「自然環境の現状に関するレポート」にとりまとめる。

2.7 自然保護区における環境教育

自然保護区の多くは国営公園にも指定されており、レクリエーションと教育の場としても重視されている。国営公園では、レクリエーションと環境教育を促進すると同時に、こうした活動を通して、自然環境の状況や各種の活動による影響等に関する調査を促進することができる。

3. 自然環境を保全するための環境基準

自然保護区とそこに生息する野生生物が健全に保たれるためには、これらの保護区内の物理・化学的環境が良好に保たれることが不可欠である。そこで、「自然環境を保全するための環境基準」として、目標とする生物種に応じた一連の環境基準がとりまとめられた。この環境基準等をふまえて、当該自然保護区における環境保全と維持管理方針が検討されることが期待されている。

この他、既に制定されている環境保全に関する法制度でも、生態系の回復を目的とした事業制度が複数つくられている。例えば、1993 年の「森林および自然保護区保全計画 (the 1993 Survival Plan for Forest and Nature Reserves)」、1995 年の「乾燥化防止対策計画(the 1995 Anti-parching plan)」などがある。

4. 国境を越えた生態系ネットワークの構築に向けて

オランダ政府は、「生物多様性戦略」が主張した、生態系の保全と持続的な利用の重要性を国内外における自然環境保全政策のスタートポイントとして、国際的な施策に取り組んでいる。例えば、政策目標の統一や情報の共有、調査プロジェクトの共同開催など、自然環境保全分野における国際的な協力が進められている。

また、オランダ政府は、以下に挙げるような国際的な条約、協定の実現化にも積極的に取り組んでいる：生物生息環境の保全に関する EU 指令、ラムサール条約（湿地の保全）、ボン条約（渡り鳥の保護）、ベルン条約（ヨーロッパ全体の自然保護）、渡りを行う水鳥の保護に関するアジア・アフリカ協定、ワシントン条約、南極条約、国際捕鯨取締条約

オランダの湿地の自然保護区の多くがラムサール条約において保護されている。また、ワデン海、北海、沿岸域、ライン川、ミューズ(Meuse)川、シェルト(Scheldt)川といった環境は、国際的な保護の必要性が広く認識されている。

国土生態系ネットワークは、動植物や生態系の必要条件を維持することを目指しているだけでなく、目標とする自然環境タイプの決定などのプロセスを通して、自然環境の保全、管理、および研究に関わるすべての関係者、関係機関の間のコミュニケーションのきっかけとなることが目指されている。同様なネットワークは、他のヨーロッパ諸国でも計画されている。さら

に、オランダとハンガリーが主催し 1993 年にマーストリヒトで開かれた全ヨーロッパ会議では、国際的に統合されたネットワークによる自然環境保全を実現するため、「ヨーロッパにおける生物とランドスケープの多様性戦略」のなかで、全ヨーロッパ生態系ネットワーク(Pan-European Ecological Network (PEEN))を計画することが合意された。その後、この「戦略」は、1995 年にブルガリアのソフィアで開かれた「ヨーロッパのための環境」首脳会議で採択された。オランダ政府は、この「戦略」とそれに付随する「アクションプラン」の実現に高い優先順位をおいている。

5. 国土生態系ネットワークの解説

国土生態系ネットワークは、コアエリア、自然創出区域、および生態的コリドーの 3 要素から構成されている。

5.1 コアエリア

国土生態系ネットワークにおけるコアエリアは、現存する生態的価値が国レベルあるいは国際レベルにおいて重要で、大規模（500ha 以上）であるものが指定されている。また、大型の湖と北海のオランダ領海が指定されている。

さらに、オランダに典型的であるか、国際的に重要な生物種の生息地も、コアエリアとして指定されている。

コアエリアを指定する際には、当該地の現状の土地利用機能を考慮に入れている。つまり、いくつかの条件を守ることによって高い生態的な価値の保全と共存できる、農地、植林地、漁業が行われている水域、遊水池、レクリエーション区域、海上の防衛区域、軍用地、航海航路域等もコアエリアに指定されている場合がある。一方、工業区域、港湾、市街地、住宅建設予定地はコアエリアに含めない。

国土生態系ネットワークにおいて農地をコアエリアに指定している個所では、当該個所で確保したい目標面積の 2 倍が指定されている。これは、将来、より詳細で具体的な整備・管理計画を立案する際の、生態的、事業的検討の余地を残しておくためである。

5.2 自然創出区域

国土生態系ネットワークの実現において、自然創出は極めて重要な手段である。

国土生態系ネットワークにおける自然創出区域は、国レベルあるいは国際レベルで重要な自然環境を現実的に回復・創出できると判断された区域である。具体的には、低地、その他の土壌湿度の高い区域において、貧栄養の草地（湿性および乾性）、湿地、湿性林などの復元に適した環境条件にある個所が指定された。これらの生態系を回復・創出することにより、生態的価値が高い区域の間を密接にネットワークする目標像を実現することができる。また、一部には、自然創出に適した乾燥地もネットワークに含められた。

指定された自然創出区域の面積は、「自然政策計画」で定めた目標面積の 3 倍となっている。これは、コアエリアの場合と同様、最終的な区域決定までの間に、計画の柔軟性を持たせておくためである。

5.3 生態的コリドー

生態的コリドーは、コアエリア間の生物の移動を助けるための、空間的、ランドスケープ的な構造、あるいは施設である。コリドーにより、陸域あるいは水域を相当距離移動しながら生活しているカワウソ、アナグマ、アカシカ、サケマス類などの個体群の孤立化を最小化することを目指している。生態的コリドーは、これらの種の特性に応じて適切にデザインされている必要がある。つまり、これらの種の現在および過去における分布域と、移動のための連続的、あるいは飛び石状の環境の必要条件はよく知られており、こうした情報に基づいた計画・設計

を行うことが重要である。また、コリドーは、これらの目標種だけではなく、その他のコアエリア生息種にとっても分布域拡大等のメリットが期待されている。

生態的コリドーは、具体的には、ヘッジロウ、堤防、水路・道路沿いの水際などから構成される。コリドーのルート上で、動物の移動を阻害する障害（バリアー）は、除去するか、回避するように整備する。例えば、アナグマのためには誘導用のヘッジロウ植栽や横断用トンネルの設置、シカのための横断用カルバートの設置、カワウソの誘導のためのヨシ群落の刈り残し、魚類のための魚道の設置などを行う。

5.4 バッファージーン

将来的には、国土生態系ネットワークに位置づけられた土地を乾燥化や汚染物質・汚染地下水の流入から守るためのバッファージーンを、ネットワーク図に書き加える必要があると予想される。しかし、「自然政策計画」を立案中の1989年の時点では、こうしたバッファージーンの区域設定、および、農地をバッファージーンに指定する是非について、数多くの不明点があったため、バッファージーンの機能とゾーニング方法は以後の検討事項とされた。基本的には、地区別計画等、より具体的な計画立案の段階において、自然環境目標像と保全・創出方針の決定にあわせて、あわせて、1/50,000程度の計画図にバッファージーンを表示することが妥当と考えられる。

6. 国土生態系ネットワークの実現状況

国土生態系ネットワークが1990年に提言されて以降、自然保護区に指定された面積は大きく拡大した。

また、国土生態系ネットワークの70%に当たる部分について、州によるより詳細な州別計画が立案された。これは、国による計画が、州および自治体によって広く支持されていることを示すものである。今後、国の努力は、残る30%の実現に集中させることができる。

国土生態系ネットワーク計画で計画された自然創出区域は、その後、数多くが正式に設置に至った。

一方、国土生態系ネットワークに位置づけられた民有地においては、目標とする自然環境タイプの選定と実現に向けて、土地所有者との協議・説得が進められているが、実際に自然度を高める営農法の採用などにこぎ着けた面積は、目標とする合計面積にははるかに届かない状況である。

「自然環境保全法」による自然保護区の設置は、目標に大きく遅れており、実現不可能と思われる個所もでてきた。

生態的な自然管理手法の実施は、促進されているが、絶滅危惧種を保全するための知見の不足がボトルネックになって、十分な効果が上がっていない。

環境汚染による自然保護区への影響、自然地において交通安全の確保や経済的発展を求める圧力は依然として大きい。

これまでのところ、国政府は土地収容による計画実現を行っていない。オランダでは、土地収容は比較的安価に済ませられるが、特に事業開始当初に長い時間を要することが多い。また、国の基本方針としても、土地所有者の理解と協力を得ることの方が良策であると考えている。

国による「自然政策計画」は、現在州による事業実施の段階に入っている。州による事業化が進められる利点は、地方自治体や住民の、生態系ネットワークへの協力が強められる点である。一方で、州が事業主体となることで、個々の事業において、当初の国の目標と異なる将来目標が描かれる場合がある。また、自然創出事業についても、国が当初考えた質・量の実現はなかなか困難な状況である。これまでのところ、国としては、こうした目標像のずれを「実現可能な範囲での最善の成果」と見て、受け入れる方針である。

References

Books

Anonimus (1989-1990) Natuurbeleidsplan, SDU The Hague.

BAL, D. et al (1995) Handboek natuurdoeltypen, National Reference Centre for Nature Management, Wageningen.

Opstal, A.J.F.M. van (1999) The architecture of the Pan European Network: suggestions for concept and criteria. National Reference Centre for Nature Management, Wageningen.

Papers presented to conferences

Zadelhoff F.J. van and Lammers G.W. (1997) Realisation of the National Ecological Network in the Netherlands, Actes du colloque, Arquennes 8 et 9 Novembre 1995, travaux nr 18, Region Wallonne Direction Generale des Ressources naturelles et de l'environnement.

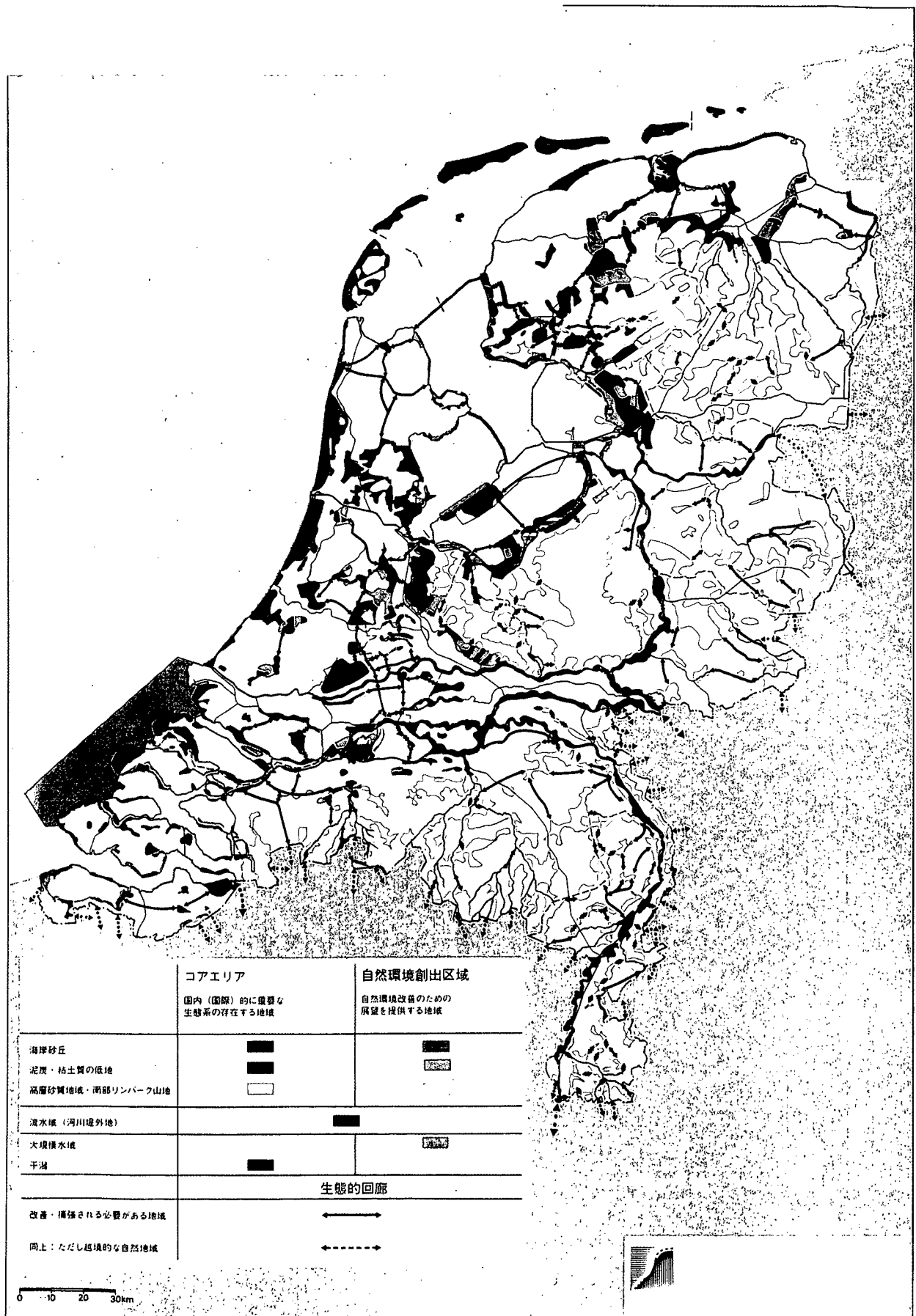


図 オランダの国土生態系・ネットワーク

出典：（財）日本生態系協会(1995)エコロジカル・ネットワーク（一部改変）

The Ecological Network as part of the Dutch policy on nature conservation
オランダの自然保護政策における生態系ネットワーク

Paul Aukes
National Reference Centre for
Nature Management (IKL)
P.O. Box 30, 6700 AA Wageningen,
The Netherlands
Fax: 31-317-427561
E mail: p.aukes@ikcn.agro.nl

1. Dutch policy on nature conservation

The Dutch government has reacted to the growing concern about the deterioration of the natural environment by developing its nature policy. In 1990 the Nature Policy Plan was published. The main objective of the Dutch government's policy on nature conservation was stated as follows: "a sustainable conservation, rehabilitation and development of nature and landscape". The criteria for assessing ecological targets concentrate on 'biological diversity' and 'naturalness'. The Nature Policy Plan focuses on the establishment of a 'National Ecological Network', a coherent network of existing and still-to-be-developed nature areas. The government aims to have this network in place by 2020.

All the current nature conservation areas form the 'core areas' of the Ecological Network. To these are added a large number of 'nature development areas': agricultural areas that have been designated to be developed into nature reserves, aided by ecological engineering and management. 'Ecological corridors' are to be constructed in order to relieve the isolation of species in fragmented habitats.

Table 1. Area designated for nature conservation by 2020

2020 年における自然環境保全区域の目標面積

Woodland reserves	70,000 ha
multifunctional forests	200,000 ha
nature reserves	185,000 ha
nature development areas	50,000 ha
nature management areas	170,000 ha
country estates	25,000 ha
total	700,000 ha

The Nature Policy Plan is ambitious. It stipulates that within a period of 20-30 years the protected land within the Ecological Network must be increased from 450,000 ha to 700,000 ha (this includes woodlands and country estates), and that favourable conditions must be created to ensure the sustainable development of animal and plant populations. To achieve these aims, considerable effort is being put into nature management, i.e. in controlling the adverse effects of pollution and the decline of the hydraulic head and in creating safe passages to enable animals to cross roads, canals and railways.

The Nature Policy Plan is international in scope. The National Ecological Network includes areas that are of international importance: tidal areas, coastal and inland sand dunes, oligotrophic fresh water habits, heathlands and bogs. Most of these are also mentioned in the EU Habitat Directive.

Sustainable development of ecosystems can only be achieved by paying due attention to ecological relations at an international scale. This international perspective is crucial, for example for safeguarding the flyway of Western Palearctic bird species. The Dutch government therefore also supports nature conservation abroad.

Three levels of cooperation can be distinguished:

- Cooperation with neighbouring countries. This includes the management of international ecosystems like the rivers Rhine, Meuse and Scheldt and marine ecosystems like the North Sea and Wadden Sea.
- Activities to safeguard the international flyway conditions of migrating birds. This includes cooperation with Northern and Eastern European countries, Sahelian and West African countries where the breeding and wintering areas are to be found.
- Participation in European and global action plans for endangered ecosystems and species, such as wetlands, tropical forests, seas and coastal zones, and the Antarctic

The Netherlands is located at the heart of the Western Palearctic flyway of migrating birds. This flyway extends from the Arctic to Western and tropical Africa. Dutch wetlands, like the Wadden Sea, the Delta Region, the coastal waters, the rivers and the inland marshes offer opportunities for 'refuelling', 'staging' and 'moulting'. The statistics in table 2 illustrate the international importance of the Netherlands. Measures to protect these species can only be effective if the complete chain of habitats is considered. This is why the Dutch government initiates and supports international cooperation in research, protection and management with the countries concerned. Examples are West Africa where much research is being carried out in the Banque d'Arguin Mauritania, and the Russian Arctic, where research is being carried out and a nature reserve has been established recently in the Taimyr peninsula.

Table 2 Wintering swans, geese and ducks in the Netherlands

オランダで越冬するハクチョウ類、ガンカモ類

	maximum wintering population	% of world population
bewick's swan <i>Cygnus beweckii</i>	7,200	42
pink-footed goose <i>Anser Brachyrhynchos</i>	17,500	70
white-fronted goose <i>Anser albifrons</i>	303,000	76
grey-lag goose <i>Anser anser</i>	52,600	44
barnacle goose <i>Branta leucopsis</i>	65,000	93
brent goose <i>Branta bernicla</i>	68,000	40
wigeon <i>Anas penelope</i>	225,000	30
scaup <i>Aythya marila</i>	150,000	48
smew <i>Mergus albellus</i>	5,700	38
bar-tailed godwit <i>Limosa lapponica</i>	28,000	25
black tern <i>Chlidonias niger</i>	85,000	28

2. Towards the National Ecological Network

2.1 Clear objectives

The document 'Ecosystems in The Netherlands' elaborates on the broad objectives of the National Ecologic Network outlined in the Nature Policy Plan. For each target nature

type it describes the area required in the Netherlands and the interrelations with land use. It also sets priorities on management strategies. Three headlines should be followed:

1. Give way to naturalness,

Target nature types in the categories 'natural' and 'controlled' must increase in range

2. Extra support for rare target nature types

Some target nature types in the category 'semi-natural' are of special importance with regard to biological diversity. As the areas with favourable conditions are scarce, a great effort must be made to enlarge the range of these types.

3. Improve, enlarge and interconnect nature conservation areas

The state of the nature conservation areas in the Ecological Network must be improved.

Planning and management must fulfil the requirements of target nature types with respect to size, environmental conditions and structure of the surrounding landscape.

Table 3 Planned ecosystems
生態系タイプごとの目標面積

Natural ecosystems	
Free-drained riverine landscape	9,500 ha
Controlled ecosystems	
Riverine forests in diverse environment	3,300 ha
Semi-natural ecosystems	
Wet, nutrient-poor grasland	1,400 ha
River dunes and mudflats	500 ha
Forest communities on sandy and clay soils	3,400 ha
Total	18,100 ha

2.2 Regional planning

The objectives of the various target nature types provide the basis for procedures of regional planning. Project groups comprising representatives of the national and regional governments and other involved parties delimit the various functions of land use. The nature conservation function is indicated by means of target nature types. Once this partitioning has been approved by the regional government, it has an accorded formal status. The '1975 Policy Document on Agriculture and Nature Conservation' states that any private areas formally as nature reserve will be acquired by the national government if put up for sale. This leaves landowners free to decide whether or not to sell.

2.3 Acquisition and reconstruction

Most nature reserves are acquired through projects of land management. Once a project gets under way land is acquired by the government. Area designated for nature conservation must be freed from remnants of agriculture, such as accumulated nutrients, toxic soil, and drainage systems, and transferred to the nature managing authority.

2.4 Management

Most nature reserves in the Netherlands are owned by the State Forest Service and by private nature conservation organisations, which are subsidised by the government. These owners have a responsibility to ensure that the objectives with respect to target nature types are met. A large area of the Ecological Network will be managed by private owners, mostly farmers. A system of subsidies has been developed for this purpose.

2.5 Legal protection

Once an area has been brought under the 'Nature Conservation Act' it is also subject to statutory regulations, and any violations of the regulations can be punished. The Act applies to 243,000 ha.

2.6 Evaluation

A nation-wide monitoring is being set up to make it possible to find out whether the objectives of the Dutch government's nature conservation have been achieved. The network is maintained by the National Reference Centre for Nature Management and relies on amateur and professional observers from managing authorities, governments and non-governmental organisations working together to collect the necessary information. Every four years the condition of nature is evaluated in a 'State of Nature' report.

2.7 Education

Many nature reserves also have an important function for recreation and education. A number have been designated as national parks. This designation opens the way to improving their educational and recreational functions and their surveillance.

3. Towards an environmental policy for nature

A good quality environment is crucial for the sustainable development of nature conservation areas and wildlife. The strategy is described in the document 'Environmental Policy for Nature'. To find out what quality is required, a system of quality limits is being set up in relation to the target nature species. They serve as a starting point for environmental policy and management. There is ample Dutch legislation on the quality of water and environment and various policy tools have been developed for the restoration of ecosystems. These include the '1993 Survival Plan for Forest and Nature Reserves' and the '1995 Anti-parching plan'.

4. Towards an international ecological network

The Convention on Biological Diversity, stressing the need for the conservation and sustainable use of ecosystems, is considered by the Dutch government as a very important basis for the elaboration of policy objectives in the national and international context. The Netherlands is committed to continue to give full support to international co-operation in nature conservation, including the unification of policy concepts, the exchange of information and field-projects.

The Netherlands is also contributing to the implementation of international agreements such as the EU Habitat Directive, the Ramsar Convention on Wetlands, the Bonn Convention on Migratory Species, the Bern Convention on the Conservation of European Nature, The African-Asian Agreement on Migratory Water birds, CITES, the Antarctic Treaty and the protection of whales.

In the Netherlands, wetlands play a crucial role in nature conservation. A large number of nature reserves have been placed under the protection of the Ramsar

Convention and much attention is given to international protection of the Wadden Sea, the North Sea, the coastal zones and the rivers Rhine, Meuse and Scheldt.

The concept of the Ecological Network - including target nature types and target species - not only meets the demands of plants, animals and ecosystems, but is also fostering communication on nature conservation, management and research between all parties concerned. Similar networks have been established in other European countries. The Pan-European Conference organised by the Netherlands and Hungary in Maastricht in November 1993, stressed the need for such a unifying concept in international nature conservation and agreed to establish a Pan-European Ecological Network (PEEN), as a vital element of a Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy. This Strategy was adopted at the Ministerial Conference "Environment for Europe" in 1995 in Sofia Bulgaria. The Netherlands government attaches high priority to the implementation of this Strategy, including its Action Plan.

5. Description of the National Ecological Network

The network consists of core areas, nature development areas and ecological corridors.

5.1 Core areas

Large areas (>500 ha), whose existing ecological value is of national or international significance, have been incorporated into the ecological network as core areas. Also large lakes, as well as the Dutch territorial waters of the North Sea are incorporated.

In some cases the biotopes of certain species, that are characteristic for the Netherlands and are of major international significance, have also been designated as core areas.

When selecting the core areas the functions currently allocated to them were taken into account. The core areas include regions, which have, besides the function for nature, a function for agriculture, forestry or fisheries. Also included are some water catchment regions, recreational regions, sea defence regions, military exercise areas and waters designated for navigation. Under certain preconditions, these functions can be combined with the existence of high ecological values. Industrial regions, harbours, urban regions and regions designed for residential development have not been designated as core areas.

In farming areas the provisional core areas cover twice the area that will finally be delimited. This is to create flexibility for ecological and management considerations when drawing up concrete management plans.

5.2 Nature development areas

Nature development is considered as a very important instrument for the realisation of the network.

Those areas that offer realistic prospects for the development of nature of national or international importance, were incorporated in the ecological network as "nature development areas". They include areas suitable for the development of nutrient-poor (wet) grassland, marshland and marshy woodland, not only in the low-lying regions of the Netherlands, but also in wet parts of the other (sandy) regions. Allowing these ecosystems to develop will bring the concept of an interconnected network of (wet) areas of high

ecological value within reach. In some cases dry parts, with a potential for nature development, were also included.

The provisional nature development areas are three times as large as the area specified in the policy on nature development. As in the case of the core areas, this is to have some flexibility in the final delimitation of the nature development areas.

5.3 Ecological corridors

Ecological corridors are composed of landscape structures and artificial provisions that contribute to migration between core areas. The corridors are meant to diminish isolation of species that migrate considerable distances over land or via water like otter, badger, red deer and certain species of fish (sea trout, river trout, salmon). For these species ecological corridors can be accurately designated, because their present and historical distribution is known as well as their requirements of connecting routes and stepping-stones. The corridors will benefit not only the species mentioned, but also other species living in the core areas.

In practice the ecological corridors are, or will be composed of hedgerows, dikes, banks of waterways and roads, etc. Barriers on the route will be removed or bridged, for instance by creating new hedgerows and tunnels for badgers, cerviducts for deer, reedbeds along waterways for otter and fish-steps for the fish species.

5.4 Bufferzones

It was foreseen that bufferzones had to be added to the map in order to protect the network against desiccation and the inflow of polluted (ground) water. However, in 1989 there were too many uncertainties with regard to the exact delineation of such zones and with regard to the consequences for agricultural land use in buffer zones. It has to be further investigated. The policy is to indicate the bufferzones on more detailed maps (scale 1/50,000), when deciding upon the specific aims for a given area.

6. Actual state of realising the ecological network

- The area of nature reserves has increased considerably.
- After 10 years 70% of the ecological network is delimited in detail by the provincial governments. That means a considerable support of the national strategy and a point of concern to accomplish the remaining 30% .
- A number of nature development areas have been created
- A number of nature development areas have been created.
- The choice of the nature target types by the landowners in the area of the ecological network is tremendously accelerated but the realisation of delimited nature still is lagging behind.
- The allocation of nature monuments protected under the Nature Conservation Act is late and partly out of sight.
- Nature management has improved, but there is a need of knowledge in relation to save endangered species.
- Hinder of pollution and demands from safety and economy are not falling.
- Until now the government does not use the means of expropriating, which is cheap but takes more time, at least in the beginning, and seems to be better for understanding and support by landowners.

- The policy plan was made by a centralised government. The plan is now being carried out in a period of decentralised governing. Tasks are delegated to the provincial level. That means different targets. Realisation of the planned nature development areas appear to be difficult. On the one hand this enhances the support, on the other hand the quality of the plan will be different. Up to now we accept it as the actual obtainable best result.

References

Books

Anonimus (1989-1990) Natuurbeleidsplan, SDU The Hague.

BAL, D. et al (1995) Handboek natuurdoeltypen, National Reference Centre for Nature Management, Wageningen.

Opstal, A.J.F.M. van (1999) The architecture of the Pan European Network: suggestions for concept and criteria. National Reference Centre for Nature Management, Wageningen.

Papers presented to conferences

Zadelhoff F.J. van and Lammers G.W. (1997) Realisation of the National Ecological Network in the Netherlands, Actes du colloque, Arquennes 8 et 9 Novembre 1995, travaux nr 18, Region Wallonne Direction Generale des Ressources naturelles et de l'environnement.

環境庁における生物多様性保全の取り組み The Work of the Environment Agency in Conserving Biological Diversity

中島 慶二¹

環境庁 自然保護局計画課 課長補佐
100-8975 東京都千代田区霞が関 1-2-2
Fax: 81-3-3591-3228
E-mail: KEIJI_NAKAJIMA@eanet.go.jp

要旨：我が国では、生物多様性条約に基づき 1995 年に生物多様性国家戦略を決定し、21 世紀半ばまでに達成すべき長期目標に向けての取り組みを進めている。環境庁においては、国土レベルの施策として、「生物多様性保全のための国土区分及び区域ごとの重要地域情報」の試案の取りまとめや、国土レベルの生態系ネットワークの形成に向けた「緑の回廊構想」の策定等を行っているところである。

1. はじめに

我が国においては、動植物の生息地など地域を保全する制度として、自然環境保全法に基づく自然環境保全地域、自然公園法に基づく国立公園や国定公園等の自然公園、野生鳥獣を保護するための鳥獣保護及狩猟ニ関スル法律に基づく鳥獣保護区等の施策により自然環境の保護に取り組まれてきたところである。

環境保全施策の的確かつ効果的な推進を図っていくためには、生活環境の保全、自然環境の保全といった各分野毎に対策を講ずるそれまでの法制度では限界があり、新たに必要とされる対策の展開に見合った新たな基本法制の制定が求められたことから、1993 年に環境政策の新しい基本理念や政策手法を示した環境基本法が制定され、これに基づいて 1994 年に環境基本計画が閣議決定されている。

この環境基本計画においては、21 世紀半ばを展望して、「循環」、「共生」、「参加」、「国際的取り組み」の 4 つのキーワードが示されている。

この中で「共生」については、貴重な自然を保全し、身近な自然を維持し、自然的環境を回復し、そして、野生生物を保護管理するなど、環境の賢明な利用を図るとともに、自然と人間との間に豊かな交流を保つことにより、健全な生態系を維持・回復し、自然と人間との共生を確保することを目標とし、山地、里地、平地、沿岸海域といった地域の特性をふまえて多様な自然環境を体系的に保全することが述べられている。

また、新・全国総合開発計画（1998 年 3 月閣議決定）において、「生物の多様性の確保という視点を含め、自然環境の保全と回復を図るとともに、人の活動と自然との関わりを再編成していくことが重要」との記述が盛り込まれ、取り組むべき主要な施策として、「国土規模での生態系ネットワークの形成」が明示されているところである。

2. 生物多様性国家戦略

日本の生物多様性のあるべき姿を想定して、生物多様性の保全と持続可能な利用に関する我が国の基本方針及び各種施策の今後の展開方向として、国家戦略を策定している。

生物多様性条約関係省庁連絡会議にて作成し、全閣僚が構成員である地球環境保全に関する閣僚会議において 1995 年 10 月に決定された。

¹ なかじま けいじ Keiji Nakajima

Assistant Manager, Planning Division, Nature Conservation Bureau, Environmental Agency
1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8975 Japan

この中では、21世紀の半ばまでに達成すべき以下のような長期目標を設定している。

- 日本全体として及び代表的な生物地理区分毎にそれぞれ多様な生態系及び動植物が保全され、持続可能な利用が図られていること。
- 都道府県及び市町村のレベルにおいても、それぞれの地域の自然的、社会経済的特性に応じた保全と持続可能な利用が図られていること。
- まとまりのある比較的大面積の地域が保護地域等として適切に管理され、相互に有機的な連携が図られていること。

また、長期的目標の達成に向けた具体的で比較的短期間に達成を目指す以下のような当面の目標を設定している。

- 我が国に生育・生息する動植物に絶滅のおそれが生じないこと。
- 生物多様性の保全上重要な地域が適切に保全されていること。
- 生物多様性の構成様相の利用が持続可能な方法で行われていること。

3. 国土レベルの生物多様性保全施策

環境庁では生物多様性国家戦略の長期目標に掲げられた「代表的な生物地理区分毎に多様な生態系及び動植物が保全されていること」の実現に向けて、平成9年12月に多様な自然環境を有する日本の国土レベルでの適切な生物多様性保全施策の推進を図るため、「生物多様性保全のための国土区分及び区域ごとの重要地域情報」の試案を取りまとめた。

これは、生物学的特性から見た地域のまとまりを、生物多様性の基本単位として概括的に把握し、その保全目標と管理方策を整理しようとするものである。

国土区分では、①日本列島の地史的成立経緯、②植生に強く影響する気候要素を取り上げ、これをベースに、ア)大陸島・海洋島、イ)渡瀬線・ブラキストン線、ウ)気温(温量指数)、エ)年間降水量を用い、これにより全国を10に区分した。(図1、図2)

この10区分に基づき、代表性、典型性、生態系のまとまりの程度等を考慮しつつ、区域毎の生物学的特性を維持していく上で、コアとなる生態系を、以下の観点から植物群集を主な指標として抽出した。

A：区域の生物学的特性を示す生態系

- {1} 区域の特性を示す気候条件によりある程度のまとまりをもって成立している植物群落が見られる地域
- {2} 生物学的特性を示す動物相が存続できるようなまとまりを持つ地域

B：区域内の環境要因の違いにより特徴づけられる重要な生態系

次に示したような環境要因によりある程度のまとまりをもって成立している植物群集が見られる地域

- ア) 垂直、気候条件
- イ) 地形条件(特異な地形等)
- ウ) 水条件(湖沼、湿原、河川等)
- エ) 地質、土壌条件(母岩の特性、土壌の物理化学的特性、厚さ等)
- オ) 複合条件(複数の環境要因の複合)

C：伝統的な土地利用により形成された注目すべき二次的自然

二次林(アカマツ林、クヌギコナラ林等)、二次草原(山地草原等)、谷津田、ため池など長い年月の継続的な人為の影響下で形成された特色ある生物群集が見られる地域

試案は全国の研究者等に対するアンケート調査により、区域ごとの重要地域を抽出している。

現在は、試案として抽出した重要地域情報について、さらに精度を高めるため、追加、統合、地域の画定等の作業を行っているところである。

抽出された重要地域については、国土における多様な生態系に関する情報として意義が高いものであるため、開発の計画段階から環境アセスメントの段階までの基礎的情報としての活用を検討することとしている。

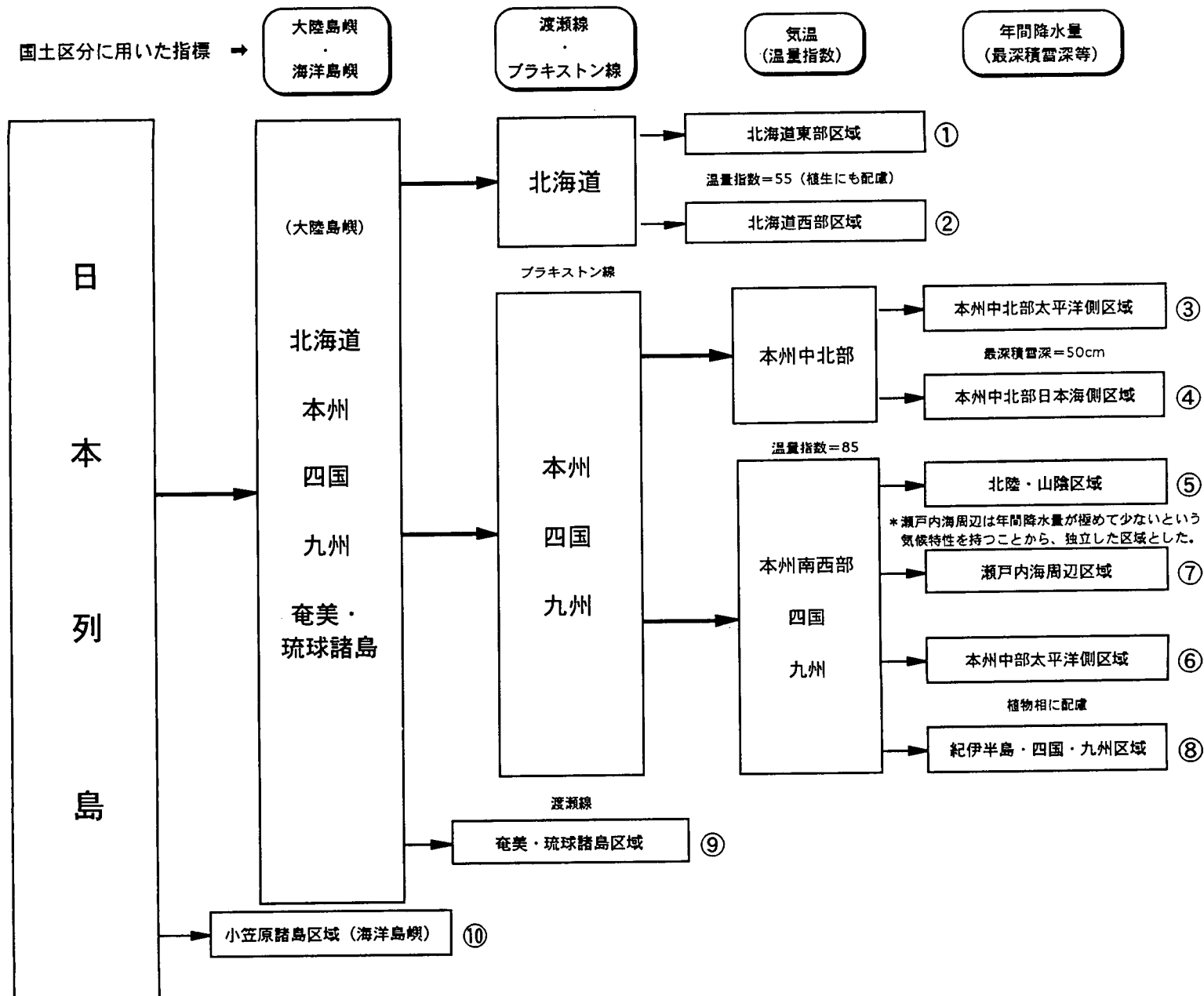


図1 国土区分(試案)の作成手法 注) 数字は区分された区域番号を示す。

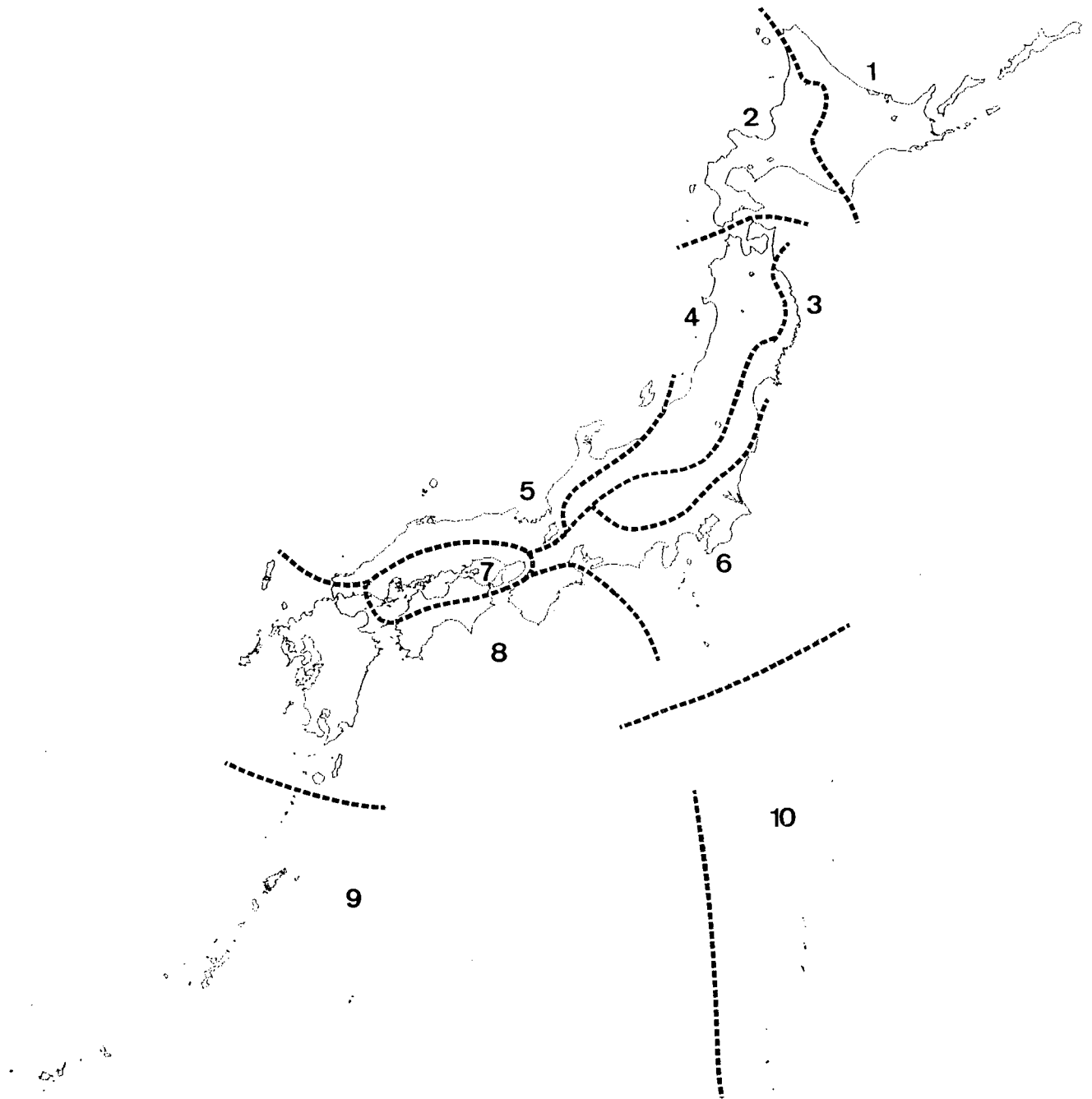


図2 生物多様性保全のための国土区分（試案）

Figure 2. Zoning of National Land for Conservation of Biological Diversity (tentative)

4. 「富士・箱根・丹沢地域緑の回廊構想」

4.1 構想策定の背景と目的

平成7年10月に閣議決定した「生物多様性国家戦略」では、長期的な目標の一つとして「都道府県及び市町村のレベルにおいて、それぞれの地域の自然的、社会経済的特性に応じた保全と持続可能な利用が図られていること」をあげている。

本構想は、神奈川県、山梨県、静岡県の3県にまたがる富士、箱根、丹沢を中心とする地域をモデル地域として選定し、緑の回廊で結ぶネットワークの基本デザイン、さらには、各種土地利用等において望まれる配慮等を検討・整理することにより、今後の地域レベルでの生物多様性保全に資することを目的としたものである。策定に当たっては、環境庁、林野庁、建設省及び神奈川県、山梨県、静岡県が連携して検討、とりまとめた。

なお、本構想は、富士・箱根・丹沢地域におけるモデル地域を選定して他の地域におけるモデルとなり得るよう策定したものであるが、事業等の具体化に際しては、地元の合意形成等を図る必要がある。

4.2 構想策定の主な内容と手順

構想策定の主な内容・手順は、図3の通りである。

また、本構想では、野生動物生息地のまとまりとの関連が強い自然地形的なまとまりを考慮し、河川及び海岸線に着目して、調査対象地域を設定した（図4）。

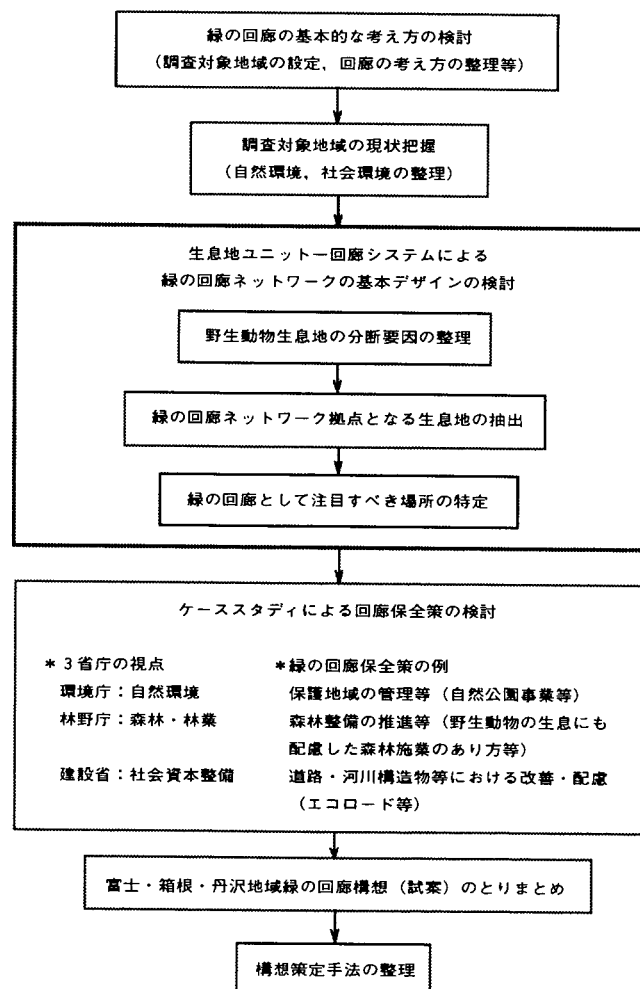


図3 富士・箱根・丹沢地域緑の回廊構想策定の手順

4.3 緑の回廊の基本的考え方

回廊とは、そこを移動経路として利用する野生動物種にとって好適な環境質を持ち、比較的まとまりのある生息地（コア）の間の移動を可能にする、いわば渡り廊下的な機能を持つ带状構造地帯を意味する、と考えられる。

回廊の基本的意義は、以下の3つのレベルで考えられる。

- ア．個体レベル：野生動物の移動経路の確保
 - イ．個体群レベル：遺伝的多様性の保持等による個体群の存続
 - ウ．生物群集レベル：種間ネットワーク確保等による生物群集の存続
- 森林性野生動物の回廊は、規模・構造から、主に2タイプが考えられる。

- ア．森林地帯における比較的大規模な樹林帯
- イ．河畔林等における比較的小規模な回廊

また、移動経路となる樹林帯やまとまりのある生息地を道路等が横断している場合には、分断箇所を野生動物が安全に横断するための措置が講じられることが重要であり、本構想では、このような措置も、回廊の構成要素と考えた。

4.4 森林・河川沿いの環境

1) 回廊としての機能からみた森林の環境

自然林以外の森林（回廊地帯を含む）環境について、特に回廊としての機能を高めると考えられる構造は以下の通りである。

a) 保護樹帯の網目構造

天然生の広葉樹等の育成や伐採に当たっての保護樹帯の設置等によって森林の網目構造を形成することは、野生動物の生息環境や移動経路の保全にも資するものと考えられる。

b) 林分のモザイク構造

一般的には、各種林分が細かくモザイク化されている森林の方が、エサの供給や多様な森林構造という点で、広域な一斉林よりも多くの動物にとって好適な環境となっていると考えられる。

2) コアとしての機能からみた森林の環境

a) まとまり

自然林が、野生動物にとって、生活の中心、繁殖の場として機能するためには、ある程度のまとまりを持つことが重要である。

b) 連続性

野生動物が自由に移動するためには、自然林内部においても、樹林としての連続性を保持することが重要である。

また、土地利用等により、自然林の地理的形状が細くくびれた形状の場合、そこが自然林内の連続性を保持していく上で重要な回廊的部分となることがある。

4.5 調査対象地域における緑の回廊の基本デザイン

1) 基本的考え方

緑の回廊を検討するとき、対象とする野生生物、生態系や計画段階により、計画のベースとなる地理的スケールが異なるが、表1にカナダにおけるこのようなスケールの整理事例(Ironside, 1991 と Wiken, 1981, 1986)、本構想における各作業段階や関連計画のスケール、及び調査対象地域の代表的な哺乳類と各階層との関連を示した。

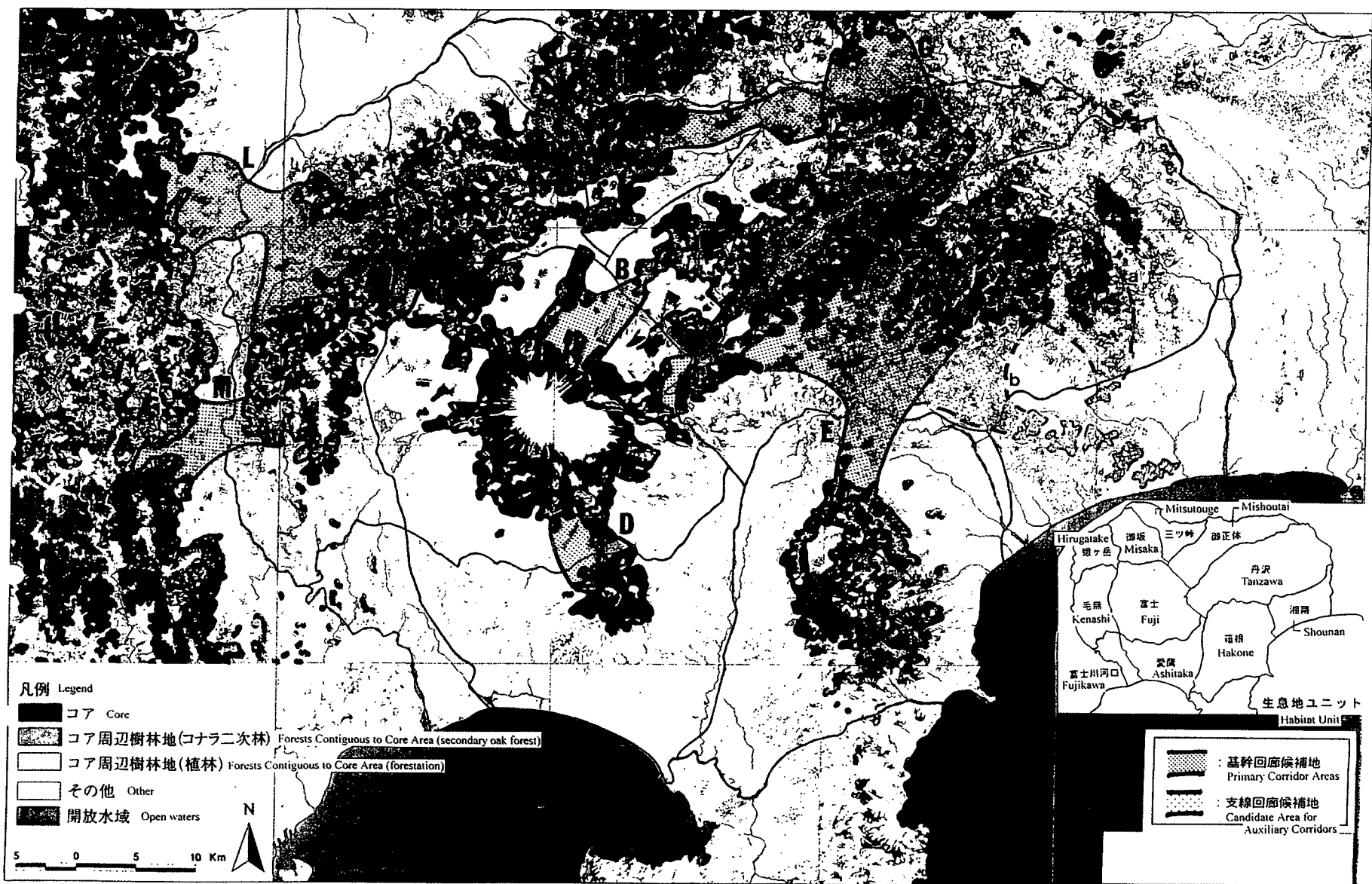


図4 調査対象区域及び生息地ユニット等の配置
Figure 4. Target Survey Areas and Wildlife Unit Distribution

表1 カナダのエコロジカル・ランド階層分類システム
(Ironsides, 1991 と Wiken, 1980, 1986 より)

階層	地図スケール	計画レベル	本調査関連計画レベル			
Ecozone	1/20,000,000 1/15,000,000	Subcontinental International National Provincial		クマ カモ シカ	シカ サル	リス ムササビ
Ecoprovince	1/10,000,000 ～1/5,000,000	International National Provincial				
Ecoregion	1/3,000,000～ 1/1,000,000	Subprovincial Regional	生物多様性保全のため国土区分（試案）			
Ecodistrict	1/500,000～ 1/125,000	Subregional	富士・箱根・丹沢地域			
Ecosection	1/250,000～ 1/50,000	Community	生息地ユニット			
Ecosite	1/50,000～ 1/10,000	Detailed	回廊候補地ケーススタディ地区			
Ecoelement	1/10,000～ 1/2,500	Site-specific				

* 主な哺乳類の行動圏サイズからみた関連階層範囲

2) 指標種の選定

作業段階毎の指標種として、森林環境の概括的整理作業上の指標となる種を「第1種指標種」と仮に呼称し、コア抽出や回廊候補地設定作業上の指標となる種を「第2種指標種」と仮に呼称した。

第1種指標種は、比較的分布情報が得やすい種、大型種、樹林地の分断の影響を受けやすい種に着目して選定した。

a) ツキノワグマ、カモシカ

個体群が健全に生存するための必要最小個体数（MVP）を確保するために、かなり広い自然林の面積を要すると考えられる。

b) ニホンジカ、ニホンザル

集団生活者でありMVPの必要とする面積は前2者よりは小さいと考えられる。

c) ニホンリス、ムササビ

行動圏は小さく、MVPの必要面積は、他の指標種よりも小さいものの、樹林の連続性の欠如が個体群の孤立化を招くと考えられる。

第2種指標種は、特にアンブレラ種としての指標性が高い種、地域個体群の絶滅の可能性が高いと考えられる種に着目してツキノワグマを選定した。

3) 生息地ユニットの設定

以下の視点に基づき、指標種の生息地で、人為的要因や自然的要因により他の生息地と分断されていると考えられるひとまとまりのエリアである生息地ユニットを設定した。

ア. 第1種指標種の生息地の人為的分断要因として働く土地利用（市街地・農耕地、道路・鉄道路等）に着目する。

イ. ツキノワグマ等行動圏の大きい野生動物を対象とすることから、主な山塊及びその周

辺からなる地理的まとまりを一つのユニットとする。

a) 第1種指標種生息地の主な人為的分断要因の整理

主な人為的分断要因は、以下のように考えられる。

ア. 人間活動が盛んなため、第1種指標種が警戒し横断したり近づくのを避けるような土地利用や、物理的に横断不可能な人工構造物

イ. 強度の狩猟圧

ウ. 第1種指標種が嫌うような人為的に創出された半自然的環境

b) 調査対象地域における生息地ユニットの設定

調査対象地域では、道路沿いに鉄道、市街地があり、また、一般国道で区分される各区域(ユニット)内にある程度まとまりのある山塊が含まれることから、一般国道を区分の指標として、生息地ユニットを設定した。(図4)。

4) 生息地ユニットー回廊システム

本構想では、指標種、生息地ユニット、コア及びサブ・コア(表2)、基幹回廊及び支線回廊(表3)により構成される、緑の回廊のシステム・モデル(「生息地ユニットー回廊システム」)の設定を試みた(図5)。

表2 生息地ユニットー回廊システムにおける樹林地の区分

区分	主な自然特性	主な植生	当該区域を主な生息地とする生物群集
コア	比較的まとまりのある自然林が残された地域	自然林、二次林	キツネ、リス等中・小型哺乳類からクマ、カモシカ等大型哺乳類まで含む生物群集
サブ・コア	周辺を市街地、農耕地等に囲まれ島・半島状に孤立しつつも、比較的まとまりのある二次林が残された地域	二次林	大型哺乳類を除く中・小型哺乳類までを含む里地性生物群集
コア周辺樹林地	コア周辺に広がる地域で、人工林や二次林または両者がモザイク状に配置された樹林がある地域	人工林、二次林	中・小型哺乳類までを含む里地性生物群集(なお、コア周辺の二次林、人工林と二次林からなるモザイク状の森林地帯は、コアと一体的に大型哺乳類の生息地の重要な一部ともなっていると考えられ

表3 生息地ユニットー回廊システムにおける回廊レベル

回廊レベル	回廊設定の目的	回廊で結ぶ地域	回廊の構成要素
基幹回廊	比較的まとまりのある自然林(コア)のネットワーク形成を図り、このような地域を主たる生息地とするクマ等大型哺乳類までを含む生物群集の保全を図る。	コア⇔コア	・野生動物の生息・移動空間として配慮される樹林地帯 ・道路等における野生動物の横断に配慮される構造
支線回廊	比較的まとまりのある自然林(コア)と孤立した二次林(サブ・コア)等のネットワーク形成を図り、キツネ、タヌキ等中・小型哺乳類までを含む里地性生物群集の保全を図る。	コア⇔サブ・コア	

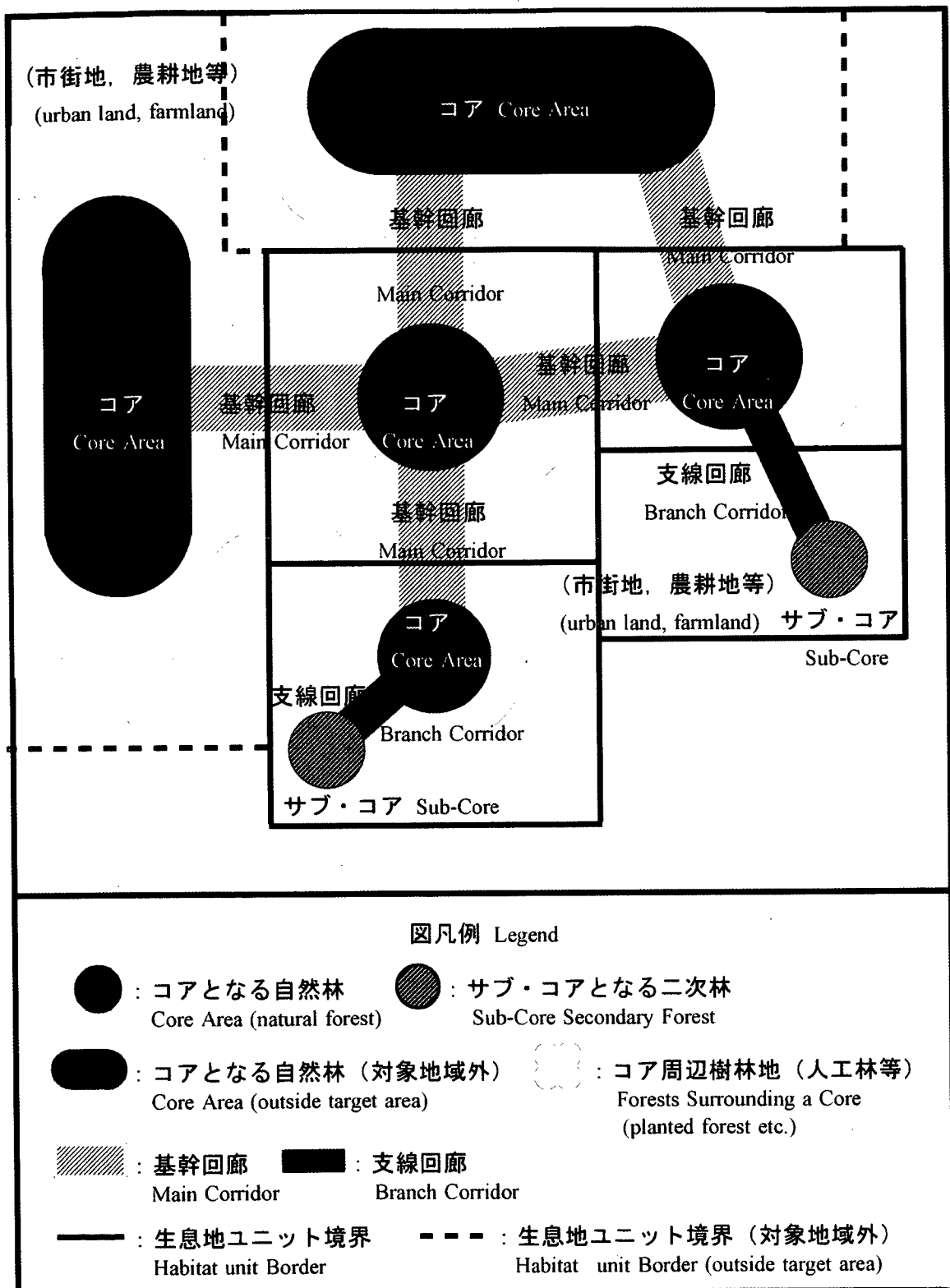


図5 生息地ユニット回廊システム（仮称）概念図
Figure 5. Image of Habitat Unit - Corridor System (tentative)

5) 第1種指標種の生息分布概況及び生息地ユニット毎の環境概況

本調査で実施したアンケート調査結果等に基づき、第1種指標種生息分布情報を整理した。また、生息地としての好適性からみた現存植生区分（12タイプ）による植生図をGISを用いて作成し、生息地ユニット毎の植生概況等を整理した。

4.6 コア、サブ・コアの抽出

指標種として好適な質、まとまりを持ち、緑の回廊ネットワークの拠点となると考えられるような樹林地のうち、自然林を中心とする樹林地の大きなまとまりを「コア」、周辺を市街地や農耕地に囲まれ島・半島状に孤立した二次林の大きなまとまりを「サブ・コア」と仮に呼称した。

概括的にコア、サブ・コアの配置を把握するため、現存植生タイプの集約凡例による現存植生タイプ5区分図を作成し、コアに該当する地域のポリゴンデータ周囲の樹林地に拡張バッファ処理（幅200m）を行った。その結果、コアに該当するポリゴンがある程度まとまりを持っているところをコアとして、周辺樹林地（コナラ二次林）を持つポリゴンがある程度島・半島状にまとまりを持って配置されたところをサブ・コアとして、それぞれ抽出した。

4.7 回廊候補地の設定

1) 回廊検討対象区間の抽出

生息地ユニット境界沿いに、横断可能性のポテンシャルを評価して回廊可能区間を抽出する基準試案を以下のように設定し、これに基づいて判定を行い、回廊検討可能区間を抽出した。さらに、コア、サブ・コア配置図と回廊検討可能区間を重ね合わせ、コア間、コアとサブ・コア間の植生状況を概観し、回廊検討対象区間を設定した。

○回廊検討可能区間の抽出基準試案(ア、イともに該当する箇所を抽出)

ア. 境界沿いに市街地があるところを除いた区間

イ. 境界沿いに幅1km以上の規模で農耕地があるところを除いた区間

2) 回廊候補地の設定

回廊検討対象区間の図と、コア、サブ・コアを抽出した図を重ね合わせ、以下に示した視点に基づいて、回廊候補地を設定した（図4）。

○回廊候補地設定の視点

ア. 生息地ユニット境界沿いの回廊検討対象区間を横断するよう設定。

イ. コア、サブ・コアと回廊検討対象区間との間の植生配置に着目し、断片的であっても自然林、コナラ二次林が連続的に配置されているような樹林帯を通るよう設定。

4.8 ケーススタディによる回廊保全策の検討

ケーススタディ地区を周辺の植生、野生動物の分布、道路、河川等の現況や現状での回廊としての機能等を踏まえ6箇所選定し、野生動物の分布情報や、保護地域指定状況、森林所有形態、道路、河川の状況等を整理し、ケーススタディ地区毎に概況及び回廊保全策（試案）を整理した。今回は紙面に限りがあるため割愛する。

4.9 富士・箱根・丹沢地域緑の回廊構想（試案）のまとめ

1) 今後の各種土地利用において望まれる配慮及び環境改善の方向性

配慮・環境改善にあたっての基本的な視点としては、以下の2つがあげられる。

- ア. コア、サブ・コアとして示した自然林・二次林のさらなる分断・縮小化を極力回避する。
- イ. 開発事業等により回廊候補地の回廊としての機能が、少なくとも現状よりも低下しないよう配慮する。

2) 回廊機能の向上に関する公共事業における方向性

a) 自然公園整備事業等

自然公園内において、園地整備等で樹林地の公共用地として確保しつつ、広葉樹の植栽等の整備を行うことや、保護施設計画である植生復元施設の計画を追加することが考えられる。また、ふるさといきものふれあいの里等により、既存の自然林や二次林をふれあいの場として活用しつつ保全したり広葉樹の植栽等を行うことによる、回廊機能の強化が考えられる。

b) 森林整備

野生動物の生育環境の改善にも資するよう、次の施策の展開が望まれる。

- ①適切な保育・間伐の実施
- ②複層林施業、長伐期施業の推進
- ③天然生林施業の推進
- ④沢筋、尾根筋等への保護樹帯の設置

c) 社会資本整備

①道路事業

特にコア間や回廊候補地の道路構造については、野生動物が安全に道路箇所を横断できるよう配慮することを基本とし、既存道路のトンネル化・橋梁化、オーバブリッジの設置等について検討されること等が望まれる。

②河川事業

横断方向の動物の移動路の確保として、コンクリート護岸の改良、護岸の斜面林の保全、堤内外の自然植生の保全等についての検討が、また、縦断方向の動物の移動路の確保として、横断構造物の改良、河畔林の保全・創造等についての検討が望まれる。

3) 今後の課題

a) 回廊機能向上のための事業の展開

個々の対策だけでなく、関係省庁や自治体間の連携体制の整備が必要であり、より具体的な方策を検討するため、モデルケースへの展開も考えられる。

b) 地元等の合意形成（土地利用との調整、農林業被害等）

野生動物による農林業被害問題等が社会問題となっている現状では、地元住民への理解を得ることが重要であり、被害問題との調整を含めたワイルドライフ・マネージメントのあり方が今後の大きな検討課題となっている。

c) 野生動物に関する各種情報についての詳細調査

野生動物の生息状況、移動経路等について、保全策の内容・規模等を設定するための詳細調査や、実施後のモニタリングが必要である。

参考文献

- 環境庁編(1995)環境基本計画. 大蔵省印刷局, 169pp
- 環境庁編(1995)多様な生物との共生をめざして—生物多様性国家戦略—. 大蔵省印刷局, 201pp.
- 環境庁編(1998)環境白書平成10年版(総説). 大蔵省印刷局, 519pp.
- 環境庁(1999)首都圏の自然・緑地等の再生に係る総合的推進調査(富士・箱根・丹沢地域緑の回廊構想) 報告書, 167pp.
- Ironside, G.R. (1991) Ecological land survey: Background and general approach, in *Guidelines for the Integration of Wildlife and Habitat Evaluations with Ecological Land Survey*, (eds H.A. Stelfox, G.R. Ironside and J. Kansas), pp.3~9. The Wildlife Working Group, Canada Committee on Ecological Land Classification and Wildlife Habitat Canada, Ottawa, Canada. 107pp.

The Work of the Environment Agency in Conserving Biological Diversity 環境庁における生物多様性保全の取り組み

Nakajima, Keiji
Environmental Agency
1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8975 Japan
Fax: 81-03-3591-3228
E-mail: KEIJI_NAKAJIMA
@eanet.go.jp

Abstract: National Strategy of Japan on Biological Diversity was established in 1995, in accord with ratification of the Convention on Biological Diversity. Work proceeds on achieving national long term goals by the mid-21st Century. In planning for nationwide applications, the Environment Agency is gathering "Crucial Regional Data for Zoning and Identifying Core Areas for Preservation of Biological diversity" and compiling a "Green Corridor Plan" to provide a framework for a national ecological network.

1. Introduction

Our nation has focused its attempts on nature protection by designating various conservation areas based on various laws and ordinances. Examples include the Nature Conservation Areas under the Nature Conservation Law, nature parks (national and quasi-national parks) under the Natural Parks Law, and Preserves for Birds and Mammals under the Law for the Hunting Preserves for Birds and Mammals.

The legislative system in the past, which handled such arenas as maintaining quality of life and conserving the natural environment separately, had its limitations in supporting effective environmental protection measures. With the demand for a new legislative system, the Basic Environment Law, describing the basic ideas and framework of environmental policies, was established in 1993. Based on the Basic Environment law, the Basic Environment Plan was adopted by the Cabinet.

The Basic Environment Plan sets the following four long-term objectives: "sound material cycle", "harmonious coexistence", "participation" and "international activities".

"Harmonious coexistence" aims to conserve and restore healthy ecosystems, at the same time to achieve harmonious coexistence of Nature and Man. To achieve the objective, wise use of the environment, such as conservation and management, restoration of nature, and proper management and protection of wildlife. Systematic conservation requires that we give full consideration to the unique characteristics of each type of land area: mountains, rural areas with secondary forests, plains and coastal zones.

Also, the New Comprehensive National Plan (adopted by the Cabinet in March, 1998) emphasizes "the importance of environmental conservation and restoration with emphasis on biological diversity, and the importance of restructuring the relationship between nature and human activities". A primary focus is establishment of a "national ecological network".

2. The National Strategy on Biological Diversity

By proposing desirable state of biological diversity in Japan, the National Strategy on

Biological Diversity was devised as the basic policy and the guide for public programs for conservation of biological diversity and sustainable use of nature.

The National Strategy was drafted by the Inter-Ministry Coordinating Committee, and adopted by the Council of Ministers for Global Environment Conservation on October 1995.

The long-term goals set for attainment by the mid-21st Century are:

- Conservation of diverse ecosystems, flora and fauna, and sustainable use of them must be ensured in Japan as a whole and within each bio-geographical regions.
- The same must be ensured at prefectural and municipal levels, taking into account the natural and socio-economic conditions of each prefecture and municipality.
- Relatively large, unfragmented areas must be properly managed as preserves or other specially designated areas, and effective corridors must be provided between the areas.

The immediate policy objectives in achieving the above long-term goals are:

- No plants and animals must be threatened with extinction.
- Areas critical to conservation of biological diversity must be properly conserved.
- The use of components of biological diversity (living organisms and their habitats) must be in a sustainable manner.

3. Biological Diversity Conservation Measures at a National Level

To achieve the long-term goal “conservation of biological diversity and diversity of ecosystems must be ensured within each biological regions”, the Environment Agency devised a plan in September 1997 that promotes biological diversity measures at a national level. The plan is the “Zoning and Information Gathering on Areas Crucial to Conservation of Biological Diversity”.

The plan is intended to define a biological zone as a basic unit of biological diversity. The understanding will be helpful to set objectives and management policies for conservation.

Defining the crucial areas requires (a) data on the geological background of the Japanese Archipelago, and (b) climatic data that significantly affect on vegetation. Using the following data, the national land surface was divided into 10 districts. (Fig. 1, Fig.2 (see page 26))

- a. Extensive landed areas, smaller islands
- b. The Watase's line, the Blakiston's line
- c. temperature (warmth index)
- d. annual precipitation

Within the 10 zones, ecosystems are chosen as the cores in the zone by their representativeness, typicalness, size and richness of the structure. Plant communities became a primary criteria.

A. Biologically Characteristic Ecosystems in Each Zone

1. The area with relatively large plant communities reflecting the climatic features of the zone.
2. The area with relatively large area where indigenous characteristic fauna can survive.

B. Important Ecosystem Characterized by the Different Environmental Factors within the Zone

The area with relatively large plant communities develop reflecting the following environmental factors.

1. altitude, climatic conditions

2. topography (characteristic landforms)
3. water (lakes, wetlands, and rivers)
4. geology, soil conditions (characteristics of parent rocks, physiochemical characteristics and thickness of soil)
5. combined factors (combination of several environmental factors)

C. Notable Secondary Vegetations Managed by Traditional Uses of Land

Characteristic biological communities have been identified that reflect the influence of continuous human intervention for long years. Secondary forests (Red Pine forest, Oak forest), secondary grass lands, paddy lands, and irrigation ponds are examples of secondary nature.

Important areas in each zone were selected based on questionnaires answered by researchers throughout the country.

To make the information on candidate crucial areas more precise, processes are underway to collect and integrate information and to define borders.

Since information on selected important areas is valuable and useful, we must consider its use as basic data at every project level from planning of development project to environmental assessment.

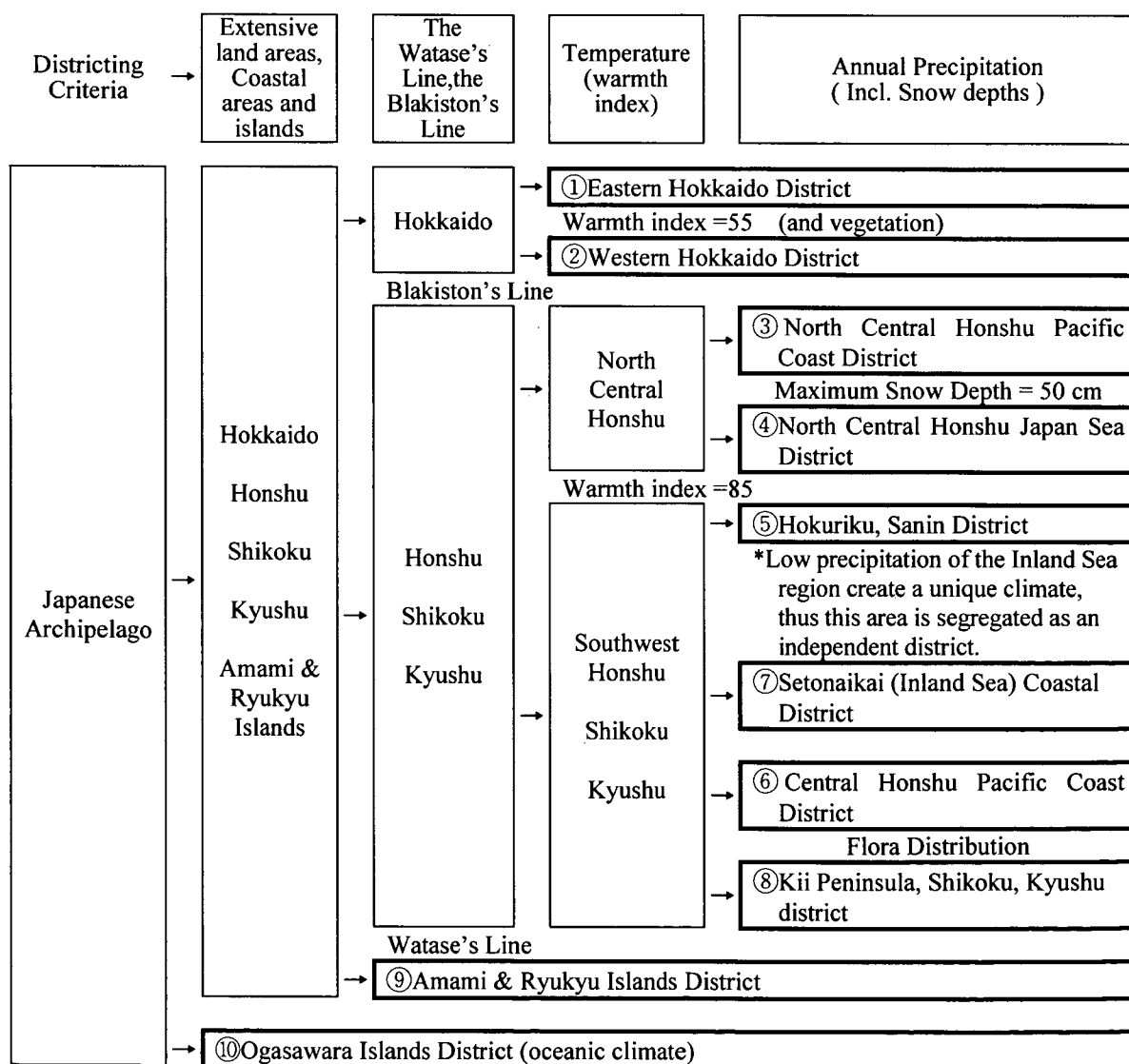


Figure 1. Methods for Zoning of National Land (tentative)

4. Green Corridor Plan at Fuji-Hakone-Tanzawa area

4.1 Background and Objectives

A National Strategy on Biological Diversity was adopted by the Cabinet in October 1995. One long-term goal of the Strategy is that “conservation and sustainable use of biological diversity must be ensured at prefectural and municipal levels, taking into account the natural and socio-economic conditions of each prefecture and municipality”.

Kanagawa, Yamanashi and Shizuoka prefectures were selected as model areas; mountaineous Fuji, Hakone and Tanzawa area being the common center. The objective of this plan is to identify the basic design of the Green Corridor that contribute to the conservation of biological diversity at community level by promoting proper land utilization. The Environment Agency, Forestry Agency, Ministry of Construction, and Kanagawa, Yamanashi and Shizuoka prefectures collaborated to devise the plan.

The Fuji-Hakone-Tanzawa study area was selected to serve as a model for other areas. However, it is necessary to win consensus of the local people to implement the plan in the future.

4.2 Main Contents and Procedures

The main contents and procedures of this plan are shown in Fig. 3. Study area was defined based on rivers and coastlines, taking into account the topographical uniformity which has strong connection with wildlife habitats. (Fig.4(see page 29))

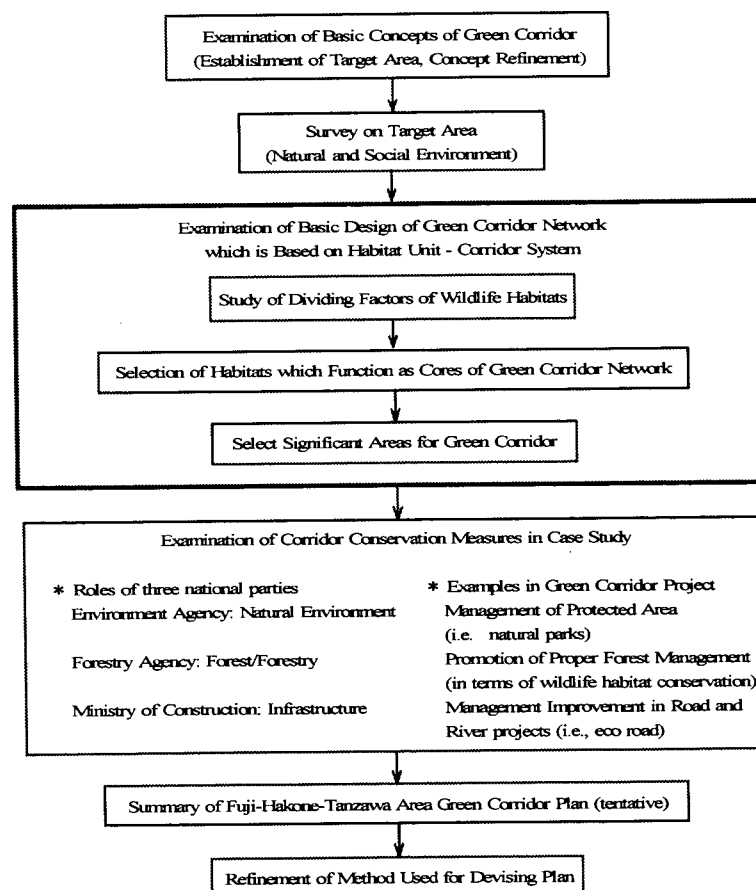


Figure 3. Flowchart of Fuji-Hakone-Tanzawa area Green Corridor Plan

4.3 Basic Concepts of Green Corridor

A corridor is a zonal structure, with preferable environment for wildlife, which function as a hallway between major habitats (cores).

The function and significance of corridors can be understood at three different levels.

1. Individual level: secure animal trails
2. Population level: sustain viable populations by preserving genetic diversity
3. Community level: sustain communities by networks between species

Corridors for forest animals can be in two different types:

1. Relatively large forest belts in forested area
2. Relatively small riverine forest

Where roads divide forest belts or large habitats, it is important to secure safe passage of wildlife. Such measures are also considered indispensable components of the Corridor.

4.4 Forest Environment as Corridors and Cores

1) Forest Environment as Corridor

Structures of forest that would enhance the corridor function are:

a) Mesh Structure of Protected Forest Belts

Protected forest belts that are planned in planting or cutting projects create a mesh structure within a forest. The structure is beneficial for wildlife habitats and animal trails.

b) Mosaic Structure of Forest

Generally, a mix of various types of forests provides food and shelters for different animals compared to uniform forests.

2) Forest Environment as Cores

a) Size

The cores must be large enough to function well as a habitat and breeding area.

b) Continuity

A natural forest should be continuous to allow free passage of wildlife. Where the width of natural forest becomes narrow, the bottleneck may serve as an important corridor.

4.5 Basic Design of Green Corridor at Target Area

1) Basic Concepts

The Green Corridor Plan may be developed in various geographic scales based on the target species, types of ecosystems or the planning/implementation phase. Table 1 compares the geographical scales used in Canadian projects (Ironside, 1991; Wilken, 1981, 1986) and our Green Corridor Plan. The project level, the scale of related plans and the representative mammals in the target area are also indicated in Table 1.

2) Selection of Indicator Species

Species used as indicators in evaluating the forest environment were tentatively called the "First Indicator Species". The species used for selection of core areas and corridors were tentatively called the "Second Indicator Species".

The First Indicator Species are the following six species that were selected among the

species that meet following categories: species relatively easily to determine its distribution, large mammals, species easily influenced by fragmentation of forest.

a) *Selenarctos thibetanus*, *Capri coris*

Those require relatively large area of natural forest to maintain the minimum viable population (MVP).

b) *Cervus nippon*, *Macaca fuscata*

Those live in groups. The MVPs are considered to require smaller area than the previous two indicator species.

c) *Sciurus lis*, *Petaurista leucogenys*

Those have smaller territories and require smaller area to sustain the MVPs. Fragmentation of forests, however, easily leads isolation of populations.

Selenarctos thibetanus was chosen for the second indicator species, considering its suitability for umbrella species, and the high possibility of regional extinction.

**Table 1. Ecological Land Classification System in Canada
(Ironside, 1991. Wilken, 1980, 1986)**

Class	Scale	Project Level	Levels of Related Projects in Green Corridor Plan	Bear Serow	Deer Monkey	Giant flying squirrel
Ecozone	1/20,000,000~ 1/15,000,000	Subcontinental International National Provincial				
Ecoprovince	1/10,000,000 ~1/5,000,000	International National Provincial				
Ecoregion	1/3,000,000~ 1/1,000,000	Subprovincial Regional	Zoning for conservation of biological diversity (tentative)			
Ecodistrict	1/500,000~ 1/125,000	Subregional	Fuji-Hakone-Tanzawa study area			
Ecosection	1/250,000~ 1/50,000	Community	Habitat unit			
Ecosite	1/50,000~ 1/10,000	Detailed	Case study area			
Ecoelement	1/10,000~ 1/2,500	Site-specific				

*The habitat size of main mammals

3) Establishment of Habitat Unit

Habitat units were demarcated based on the following view points.

1. Land use types and their distribution that may fragment the habitats of the First Indicator Species were identified. (urban area/farmland, road/railroad)
2. A massif and its surroundings were demarcated as one unit, because wildlife, such as *Selenarctos thibetanus* require a large ranging area.

a) Major Man-Made Separation Factors of First Indicator Species

The followings are thought to be the primary man-made separation factors.

1. Some forms of land utilization where human activities prevent the First Indicator Species from crossing or approaching the area. Artificial structures block wildlife from physically traversing the area.

2. Over-hunting
3. Semi-natural environment created by human intervention which the First Indicator Species do not prefer.

b) Recognition of Habitat Units in the Study area

In the Study area, railroads and urban areas are situated along the national roads. Also each area or unit separated by national roads contained massifs of a certain size. Therefore, national roads were the lines used to define habitat units.

4) Habitat Unit - Corridor System

In this plan, Green Corridor system model (habitat unit – corridor system) was devised (Fig. 5(see page 33)). The system is composed of indicator species, habitat units, cores/sub-cores (Table 2), and main/branch galleries (Table 3).

Table 2. Classification of Forest in Habitat Unit – Corridor System

Classification	Characteristic	Dominant Vegetation	Populations within
Core	area with relatively clustered natural forest	Natural forest, secondary forest	medium and small mammals (fox, squirrel) to large mammals (bear, serow)
Sub Core	area surrounding by urban lands and farmlands, isolated in island or peninsula shape	Secondary forest	medium and small mammals (excluding large mammals)
Forests surrounding a core	area surrounding a core with planted and/or secondary forest	Planted forest, secondary forest	medium and small mammals (secondary forest surrounding a core and mosaic forest composed of planted and secondary forest comprise a indispensable part of habitat of large mammals.

Table 3. Corridor Level in Habitat Unit – Corridor System

Corridor Level	Objective	Connecting Areas	Components of Corridor
Main Corridor	Establish networks between relatively clustered natural forests or cores. Protect large mammals such as bears.	core↔core	Forest zone as a wildlife habitat and animal trails.
Branch Corridor	Establish networks between natural forests (Cores) and isolated secondary forests (sub-core). Protect medium and small mammals such as foxes and raccoon dogs.	core↔sub-core	Structures which help wild animals to cross roads.

5) Distribution of First Indicator Species and Environment in Each Habitat Unit

Based on the results of questionnaire carried out as a part of this survey, the distribution of the First Indicator Species was analyzed. Also, vegetation maps were drawn utilizing a Geographic Information System. Twelve vegetation types were recognized based on the suitability as habitats.

4.6 Establishment of Core and Sub-Core

Areas were designated as “core areas “ where large natural forest still remains. Core

areas are expected to function as species source in the Green Corridor Network. Areas of secondary forests isolated each other or from core areas by built-up areas and agriculture areas were designated as "sub-cores".

Vegetation map of the study area was simplified and vegetation types were In order to grasp the arrangement of core and sub-core, actual vegetation 5-type classification map was drawn based on the intensive legend of actual vegetation type. Extension buffer process (200m wide) was done for the surrounding forests of a core with polygon data. The outcome of relatively concentrated polygon was established as a core. Polygon arranged in island or peninsula shape with surrounding forest (secondary oak forest) was established as "sub-core".

4.7 Selecting Candidate Corridors

1) Selection of Study Site

Looking at the borders of habitat unit, potential crossing sites were selected where animal movement between the unit is likely, based on the following two categories.

1. Urban areas at the borders were excluded.
2. Agriculture areas at the borders wider than 1km were excluded.

In next step, the map of cores and sub-cores were overlayed with this potential crossing sites. Study corridors were selected based on the potential of animal movement between the cores/sub-cores and the potential crossing sites.

2) Selecting Candidate Corridors

The map of study corridors and the map of cores and sub-cores are overlayed. Study corridors that falls in the following categories were selected as candidate corridor areas. (Fig. 4).

1. The area that cross over the borders of habitat units.
2. The area that includes as many patch of natural and secondary forests.

4.8 Examination of Corridor Conservation Policy -- Case Study

Six areas were selected within the whole study area, based on vegetation, wildlife distribution, road, river and its present corridor function. The conditions of wildlife distribution, protected area designation, forest ownership, roads and rivers were examined closely for the case study. Present conditions were summarized, and a draft plan for conservation and development of corridors was developed for each case study area. Due to the limited space, the details are omitted here.

4.9 Conclusion of Fuji-Hakone-Tanzawa Area Corridor Plan (tentative)

1) The Necessary Consideration in Future Land Use

Following two policies must be considered.

1. Further fragmentation of core/sub-core area (natural and secondary forests) should be avoided.
2. Corridor function of the candidate area should not be affected by developments.

2) Policy of Public Works for Improvement of Corridor Function

a) Natural Park Project

The following measures can be developed; to secure forested areas as public property, to plant local broad-leaved trees, and to rehabilitate vegetation. Also, corridor function need to be made stronger through conservation and forestation of broad-leaved trees, while making the best use of such forest as a place for communing with nature.

b) Forest Management

To improve wildlife habitats, the following measures need to be implemented.

1. proper management, operation and thinning
2. promotion of multiple-layered, old-growth forest
3. promotion of naturally generated forest
4. placement of buffer forest belt along waterways and ridges

c) Infrastructure Development

1. Road projects

Road structures must allow safe crossings of wildlife. Existing roads need to be reviewed for renovation to accommodate tunnels, bridges, and wildlife overbridges.

2. River projects

To let animals to cross the water, retaining walls need to be ecologically designed, and riverine forest and other natural vegetation along the water must be conserved. To secure the movements along the river, cross-river structures must adopt spaces for animal movement, as well as the riverine vegetations must be conserved or developed.

3) Future Tasks

a) Development of Projects for Improvement of Corridor Function

Inter-ministry and inter-municipal coordination should be established. Model cases can be used to study specific measures.

b) Forming Local Consensus

Recently damage from wildlife on agriculture and forestry became a social issue. It is essential for all the interested parties understand the value of the Ecological Networks. Wildlife management including compensation need to be developed in the future.

c) Detailed Survey on Wildlife

Distribution of wildlife and their trails should be surveyed extensively to determine the type and size of conservation measures. Also, monitoring surveys are necessary.

REFERENCES

The Environment Agency, (1995) The Basic Environment Plan, 169pp, Printing Bureau, Ministry of Finance

The Environment Agency, (1995) The National Strategy on Biological Diversity – coexisting with many forms of life, 201pp, Printing Bureau, Ministry of Finance

The Environment Agency, (1998) White Paper on the Environment in 1998 (full text), 519pp, Printing Bureau, Ministry of Finance

The Environment Agency, (1999) General Survey on Rehabilitation of Nature and Greenbelt in the Metropolitan Area (Green Corridor Plan in Fuji-Hakone-Tanzawa area),

167pp.

Ironside, G. R. (1991) Ecological land survey; Background and general approach, in guidelines for the Integration of Wildlife and Habitat Evaluation with Ecological Land Survey, (eds H. A. Stelfox, G. R. Ironside and J. Kansas), pp3~9,

The Wildlife Working Group, Canada Committee on Ecological Land Classification and Wildlife Habitat Canada, Ottawa, Canada. 107pp.

生息環境の分断とその解消：
インフラによる生息環境分断への対策の経緯、成果、及び事業化手法
**Habitat fragmentation and habitat defragmentation; developments, results and
processes of counteracting habitat fragmentation due to infrastructure**

ハンス・ベッカー
運輸・公共事業・水利省
道路水理技術研究所
PO Box 5044, NL-2600 GA Delft,
The Netherlands
Fax: 31-152-518555
E-mail: g.j.bekker
@dww.rws.minvenw.nl

要旨：

オランダは高密度で人口が分布しており、高度な土地利用が行われ、都市もいまだに拡大傾向にある。このため、広大な道路ネットワークがランドスケープを細かく分断するに至った。

交通インフラによる自然環境の分断は、動植物をはじめとする生態的な価値を低下させる。こうした分断が徐々に問題として認識されてきており、様々な動物横断施設が道路事業において実現化してきている。さらに、自然環境保全の実現手法の一つである生態系ネットワークの理念が、インフラによる生息環境の分断化を防止するための施策に展開されてきている。

ここでは、これまでに実現化した動物の横断施設、エコダクト、その他の施設の概要について述べる。こうした施設は、野生動物と自動車運転者の双方の安全性向上のために重要な手法である。

分断化防止の歴史、過程を顧みると、分野を異にする専門家が、互いの手助けを必要としていることがわかる。分断化防止の過程では、意見交換・意志の疎通、協力、および、関係者全員に情報が行きわたるような配慮が不可欠である。

1. はじめに

自然環境とランドスケープの分断は、近年世界中で起きている生物多様性の低下の主要な原因の一つである。野生生物の生息環境が、農業、都市化、および交通により細切れになっているのである。オランダでは、交通インフラの整備が分断の主な原因で、影響を緩和するため、1980年代から、様々な対策が採られてきた。

ここでいう「分断」とは、生態系や動植物個体群の生息環境を、より小規模で孤立した状態に切り刻むことをいう。分断が起きると、当該種の生息適地の面積が減少すると同時に、残存する生息環境間の距離が大きくなる。結果として、残存した小規模な環境で生存を続けられる種数と個体数は、より少なくなる。個体数が少ない局所個体群は、自然的な理由や、道路建設や自動車交通からの影響によって、絶滅する可能性が高い。他の生息環境からの再移入は、問題の場所までの距離や間に存在する環境が適切な場合にのみ可能である。いずれにしても、分断は、地域の生態的価値の低下を引き起こす。

道路事業は、自然環境に対して、以下に述べる4種類の影響を及ぼす(Bekker, 1998)。まず、生息環境の破壊である。ある面積を占めていた自然がアスファルトの下に消滅する。二番目の影響は、交通による道路隣接地に対する定量的・定性的影響で、これらが生物個体群にいろいろな面で影響を与える。騒音による影響や、植生の分断によるエッジ効果が例として挙げられる。三番目は、いわゆるバリア効果で、生息環境の一部が切り離され、個体群内、あるいは個体群間の交流が減少することである。最後に、交通事故死により、動物が死亡する。

2. 課題への対応

2.1 インフラ整備の方針

オランダ政府のインフラストラクチャーに関する計画目標は、「第2次交通・運輸構造計画 (the Second Transport Structure Plan (V&W, 1990))」に示されている。当計画書に記載された道路事業は、示唆的な段階にとどめられており、実際に道路事業を実施する際には、その必要性を個別に証明することが求められている。こうした計画上の手続きに加え、路線選定法(the Routing Act)と環境影響評価法に基づく一連の手続きは、道路の路線決定に当たって、様々な価値のバランスを実現するように仕組まれている。また、この一連の手続きでは市民参加が重要な役割を果たしているが、市民による意志決定という形には至っていない。

2.2 自然環境に対する方針「自然政策計画」

国レベルにおいても国際レベルにおいても、生息環境の分断が生物多様性の減少の主要な要因の一つであることが認められている。また分断の問題は、自然保護の活動家や研究者に加えて、徐々に政治家にも認識されるようになってきた。多くのヨーロッパ諸国では、生態系ネットワークが自然保護の実現手法のひとつとして認められてきており、国境を越えた大規模な協力体制が実現する見込みが出てきている(Jongman, 1995)。これらのネットワークは、生息環境の分布と、生物種の分布および移動パターンに基づいて計画されている。オランダでは、1990年に、政府の「自然政策計画」(LNV, 1990)の一部として国土生態系ネットワークの考え方が示された。国土生態系ネットワークでは、全国レベルのコアエリア、自然創出区域、および生態的コリドーが計画された。国土生態系ネットワークは、自然地の面積を拡大し、連続させることで、生息環境の分断を緩和するとともに、総合的な環境質を改善して、区域外から受ける影響に対する感受性を低くすることを目指している。「自然政策計画」では、こうした理念が国レベルの構想として提言され、州および地区レベルでさらに具体的に事業化することが求められた。計画の実現期間は30年間である(Piepers & Bekker, 1993)。国土生態系ネットワークの構想は、着実に実現に移されているが、その中では、生態的コリドーの実現が当初計画より遅れている。

2.3 分断解消の方針と目標

郊外域の生息環境分断を回避・解消するためのシナリオと目標像が、「自然政策計画」の「環境とアメニティ」の項目に記述されている。短期的には、国土生態系ネットワークが自動車道によって現在以上分断されないこと、また、長期的には、現存する分断個所数を減少させることが目標とされている。この目標は、さらに、事業レベルの基本方針として、以下のように具体的に表現されている。

- ・新たな分断は回避する。すなわち、今後、国土生態系ネットワークの新たな分断を起さない。
- ・国土生態系ネットワークを自動車道ネットワークが分断している個所数を、2000年までに40%、2010年までに90%解消する(Piepers & Bekker, 1993)。すなわち、2000年までに、これらの交差個所の40%において、適切な生態的施設が設置されていなければならない。
- ・回避、あるいは影響の緩和がフィージブルでない場合には、補償的手段を講じる。

これらの分断解消目標の達成状況は、国会に毎年報告することとなっている(Bekker, 1998)。1998年現在で、自動車道と国土生態系ネットワークの交差個所の36%において、既に分断防止対策が実施されている。

2.4 拡大しつつある問題

分断による問題が広く認識され、分断解消に向けて多くの人々と機関の努力が払われているにもかかわらず、課題は未だに大きい。オランダでは、適正な行政手続きがとられているにもかかわらず、未だに、国土生態系ネットワークの一部である自然度の高い区域を通過する自動車道の新設が計画されることがある。新設でなくとも、1990年から1997年までの間に建設あるいは拡張された自動車道のうち、29kmの区間が国土生態系ネットワークに位置づけられた土地を使用した。この29kmのうち、26%の区間では、未だに適切な動物横断施設が整備されていない。この事実は、今後新たな分断を一切回避することは不可能であることを示している。

道路による分断だけでなく、都市化の進行と日々の交通が、国土生態系ネットワークの内外において問題をさらに深刻にしている。工業団地や住宅地が一般道や自動車道に沿って建設されており、こうした生物が横断できない「赤いコリドー」が急速に分布を広げつつある。したがって、「赤いコリドー」を、動物からみていかに浸透性の高いもの（横断可能なもの）とするかが重要な課題である。また、既存の動物横断施設の有効性を維持していくこと、市街地外縁に散らばる自然区域の間に残存している連続性を有効なまま維持していくことについても、注意を払う必要がある。

この他にも、生態的コリドーに関しては、以下のような課題に答える必要がある。

- ・生態的コリドー（「グリーン・コリドー」）の、最適な規模と形状はどのようなものか
- ・コリドーの目標種にはどの種がふさわしいか
- ・「赤いコリドー」を動物が横断するためには、「赤いコリドー」と交差する「グリーン・コリドー」の規模はどれくらい必要か
- ・「赤いコリドー」を、最低限必要な「グリーン・コリドー」を内包し健全な居住・就業環境も形成されるように設計することは可能か

われわれ道路水理技術研究所は「グリーン」と「赤」の融合を実現するための事業を開始している。これらの事業は、時として水路（ブルー・コリドー）を活用する。こうした事業を通して、生息環境間に十分な連続性を維持する「（動物の目から見た）浸透性の高さ」の実現を図っている。

3. 調査研究

道路水理技術研究所は、道路と交通が特定の動物群に与える影響を把握するため、以下に挙げるような調査研究を行っている。これらの調査研究は自動車道による影響を把握するためのものであるが、同時に分断防止対策の開発と改善にも役立てられている。

- ・レイネン(1995)は、草地・樹林・ヒースにおける繁殖鳥類密度に対する交通の影響について調査した。調査結果に基づいて、環境影響評価で使用される影響予測手法が開発された(Reijnen, Veenbaas & Foppen, 1995)。この予測手法を基に、破壊あるいは攪乱される自然地に対するミティゲーション（補償）の要求量を定量的に定める手法が開発された(Cuperus, 1996)。1998年には、オランダ国有鉄道がこの手法を用いて、鉄道および列車による繁殖鳥類に対する影響を調査した。これまでに公開された中間報告では、鉄道および列車による影響は自動車道に比べてそれほど深刻ではないとされている。
- ・自動車交通量の増加に伴い、自動車道に新たな照明区間を設置する必要が出てきている。一方で、道路照明による動物への影響に関する調査が最近実施され、問題についてより広い知識が得られるようになってきている。照明による自然環境への影響を緩

和するため、自然保護区域内における道路照明に関するガイドラインが既に策定されている(CROW et al., 1997)。また、1998 年と 1999 年の春に、草地性鳥類の保護区域において、照明個所と非照明個所における繁殖鳥類密度が調査された。今後は、哺乳類に対する照明の影響を調査し、動物横断施設の仕様を改善する計画である。

・環境影響評価における、自然環境の改変影響の予測モデルの開発のためには、既存文献調査に補われた経験的知識が必要である。フェルブーム(Verboom)(1994)は、道路による野生動物の分散への影響をモデル化した。また、アナグマについては、局所個体群の絶滅の確率を指標する、実際の死亡率データを利用したシミュレーションモデルが開発されている。このモデルでは、様々な規格の道路に対して、ネットワークされた個体群の生存時間を、アナグマ用トンネルの数、およびフェンスの延長を用いて予測することができる(Apeldoorn, 1997)。こうした予測手法を改善し、最適な計画立案と対策の実施に活かすためには、現場の経験の積み重ねと更なる調査が必要であろう。

・最近、ヒュイザー(Huijser)(1997,1998)は、道路および交通がハリネズミ個体群に与える影響、および、ハリネズミのロードキル発生数と周辺ランドスケープタイプとの関係について調査した。こうした知見を用いて、ロードキル発生の危険性が高い個所を識別し、横断施設整備の参考とすることができる。

4. 分断解消のための対策

4.1 戦略

動物と自動車の衝突防止を目的としたフェンス、反射鏡、リフレクターは、既に導入されてから 40 年以上経っている(de Molenaar et al, 1997; de Molenaar & Henkens, 1998)。これらの施設導入の主な動機は道路利用者の安全確保であった。その後 1980 年頃から、生態系ネットワークを保全するためにも配慮された様々な対策が導入された。

対策は、大きく分けると、一連の 4 タイプの行動にまとめられる。これらは、回避(prevention)、緩和(mitigation)、補償(compensation)、および管理(management)である。既存道路に関しては、道路と交通による自然への悪影響を緩和するため、改修(reparation)を行うことが可能である。さらに、より積極的には、既存道路においてより多くの横断施設の整備を行い、自動車道においては横断施設周辺の路傍空間の設計と修景にさらに注意を払うといった、自然創出(development)を行うことが必要である。

数多くの既存自動車道においては、その改修を行うに当たって、分断防止対策の優先順位を適正に決定することが極めて重要である。道路水理技術研究所が所属する、運輸・公共事業・水利省の公共事業・水利局は、国土生態系ネットワークが自動車道と交差している個所全てを「優先的に対処すべきボトルネック」として、全ての個所をリスト化するとともに、優先順位の検討、生態系への影響を緩和するための最適な対策の分析が行われている。また、国土生態系ネットワーク以外でも、国、州、自治体、あるいは水管理委員会が既に作成している具体的なネットワーク事業計画に位置づけられた個所における分断防止対策も優先的に実施される。これは、同局の事業である自動車道における事業の成果が、接続する道路網においても同様に実施された場合、また、周辺郊外域の自然環境の保護・保全についても何らかの対処が行われている場合に、最も効果的であるからである。さらに、数多くのロードキルが確認されている個所における対策も、優先順位が高い。そもそも運転者の安全確保の必要性からロードキル等の防止対策を実施すべきことは、論ずるまでもない。

4.2 対策の種類

表 1 は、オランダの道路事業において実施されている各種の対策を示している。これらは、特に野生生物のために実施されたものと、他の目的のために以前から設置されていたものと

に分けるとができる。これら道路の上部あるいは下部を横断する対策すべては、道路が動物にとってより「浸透性の高い」ものとなることに役立つ。これまでに自動車道で実現された設備を表2に挙げる。一般道では、小規模なトンネルが260カ所つくられている。堤防には数多くの橋が架けられており、動物はこれらを頻繁に利用している。

道路など工学的な構造物を多目的に利用できると、コリドー形成の可能性が大きく広がる。高速道路は水路との交差個所や、橋、高架、一般道と、多くの個所で接続するからである(Bekker, 1989)。さらに、交通標識、スピードランプの設置や、通過交通の制限などの交通規制も、動物の横断をより安全なものとする上で重要な対策である。(Jaarsma & van Langevelde, 1997)。

以上に述べた手法については、既に論文発表がなされている(Bekker, 1989, 1997, 1998)ので、本論文ではより最近の応用的な事例について紹介する。

1) 改善・応用された工学的事例

動物が道路を横断する際、トンネル、カルバート、橋梁などの既存の道路施設がよく利用される。哺乳類の場合、より頻繁に、また、多くの種が利用するのは、安全に横断できる規模の施設、騒音レベルが低いか軽減されている施設、床面に土が撒き出されシェルターとなるものがある施設、さらに周辺環境との空間的・環境的な連続性がある施設である。こうした条件が満たされない場合は、欠けている条件を改善する整備が最も効率的である(Bekker, 1989, Veenbaas & Brandjes, 1997)。

2) 高架道路下の横断施設

カルバートやトンネルはさまざまな種に利用されている。床面に砂や表土を撒きだし枝や草むらなどのシェルターをつくると、小型哺乳類の利用が特に増加する。例としては、切り株(伐根)を並べて腰壁のように配置したり、トンネル内に土盛りによって小段をつくったり、トンネル内に径の小さなパイプを入れて外壁との間を小段のようにしつらえるなどの手法が、効果を上げている。こうした手法は、高速道路 A27 号の Zandhevel 高架橋の下で適用され、Van der Linden (1997)によって成果が報告されている。この例では、高架高速道路と交差する一般道において、余剰車線を閉鎖して、切り株と植生を配置した(表3)。足跡の記録と再捕獲法による調査を行ったところ、極めて多くの小型哺乳類が移動に利用していることがわかった(表3)。いくつかの種では、この整備個所が生息環境の一部となったと考えられるものすらあった。この事例では、タイルや煉瓦などの硬質な表層を除去し、小型動物を保護するための柵(スクリーン)、切り株、低木などを整備したことによって利用個体数が増加したと考えられる(DWW et al., 1995)。

表1 オランダにおける分断防止対策の全体像（実施済および計画中）

■生息環境の質への影響の改善

- ・ 騒音による悪影響の最小化：自動車（タイヤ）、舗装（透水性アスファルト）、防音柵・壁
- ・ 視覚的影響の最小化：道路照明の削減：照明時間延長の短縮、ランプの改善、ランプの配置
- ・ 自然区域に沿ったバッファゾーンの改善
- ・ 生息環境の移設
- ・ 路傍の設計および管理

■道路の使用

- ・ 小規模な一般道の廃止
- ・ 高速道路への交通の集中、低規格道路における交通量の削減
- ・ 一般道の位置づけの改正：規格・位置づけを下げる、行き止まり道路を増やす
- ・ 交通量の削減：道路の一時的閉鎖、代替道路の改善
- ・ 通行速度の低下
- ・ 物理的対策：舗装タイプの変更、歩道の拡張、スピードランプの設置
- ・ 交通標識による制限速度の表示と罰則
- ・ 一般市民、運転者、および世論を対象として、速度を出しすぎることへの警鐘となる情報を提供する
- ・ 動物保護のための法的措置の実施

■動物の交通事故の削減

- ・ すべての種を対象とするガイドフェンスおよび進入防止柵
- ・ ウシおよび狩猟動物を対象とするグレーチングまたは電気柵
- ・ 垂直のコンクリート擁壁を含めた路傍空間のデザイン
- ・ 低木および樹木の植栽
 - ・ 道路上を鳥類が安全高度で飛び越えるため
 - ・ 動物を横断施設に導くため
- ・ 動物を忌避させるにおいを使用する（人間の汗、大型肉食動物の糞尿など）
- ・ 視覚的に警戒させる施設を設置する
 - ・ 反射板・反射鏡を設置する
 - ・ 道路照明：連続した照明あるいはその他の施設と複合させて動物が近寄るのを感じさせる。

■道路上部の安全な横断

- ・ 動物専用横断橋
- ・ 道路を横断するトンネル
 - ・ アナグマ用の小規模トンネル
 - ・ 両生類用の上部が解放されたチューブ
 - ・ アカシカ用のより大きなトンネル
- ・ 橋下部のトンネル、場合によっては各種ケーブルパイプと共存するトンネル
- ・ 応用的な設計
 - ・ 高架橋下部：床部の素材への配慮、周辺環境との連続性の確保、シェルターの設置
 - ・ カルバートとトンネル：より大きな断面とする、動物用の犬走りを設ける
 - ・ 橋梁：橋梁下の空間を大きくとる、法面法面を橋梁下でも連続させる
 - ・ トンネルと一般道との組み合わせ
 - ・ 樹上性哺乳類のための「樹冠による橋渡し」：リス、マツテン

表2 自動車道の動物横断施設

動物横断施設のタイプ	箇所数
横断橋	4
小規模なトンネル	300
大形のトンネル（アカシカ用）	3
カルバート	4
動物に配慮した設計変更を含む土木施設	100

表3 Zandheuvel 付近の自動車道 A27 号で確認された哺乳類(P. J. H. van der Linden, 1997)

	捕獲数 (calculated for 100 capture periods)
アカネズミ属の一種 <i>Apodemus sylvaticus</i>	10.0
エゾヤチネズミ属の一種 <i>Clethrionomys glareolus</i>	22.8
ハタネズミ属の一種 <i>Microtus arvalis</i>	6.9
トガリネズミの一種 <i>Sorex araneus</i>	1.6
トガリネズミの一種 <i>Sorex coronatus</i>	0.1
ヒメトガリネズミ <i>Sorex minutus</i>	0.4
ジネズミ属の一種 <i>Crocidura russula</i>	0.4
	足跡数 (30 日間)
モグラの一種 <i>Talpa europaea</i>	6.0
アカリス <i>Sciurus vulgaris</i>	1.5
ウサギ <i>Oryctolagus cuniculus</i>	1.5
ノロジカ <i>Capreolus capreolus</i>	1.5
ニオイネコ <i>Mustela putorius</i>	7.5
イエネコ <i>Felis catus</i>	4.5
ネズミ類	1.5
イタチ類	7.5

3) 道路の高架部：高架道路及び橋梁

単なる高架部や橋梁個所では、交通量が少なくても、動物がその下を利用することは稀である。道路からの視覚的な分断や表土の撒き出し、道路下部における植生の育成といった、動物利用との共存を図る設計変更が数カ所で実施されている。また、高架部の数カ所では、硬質な舗装材を除去した「柔らかな路肩」や、自動車のライトによる影響を最小化するスクリーンが設計されている。こうした設計変更による動物利用の増加についてはまだ明らかでない。

4) 道路の地下部：橋梁及びカルバート

オランダでは、道路が運河や水路と交差している個所が多い。このような個所で法面の法面が橋梁の下でも連続していると、法面上を動物が頻繁に利用していることが確認されている(Bekker, 1989, Sips, 1994)。道路や橋梁構造物が法面を分断すると、法面上を移動する動物にとって障害となる。この問題は、法面を連続させたり、法面をつなぐ形で、犬走り、小段などを橋梁(Madsen, 1996)やカルバートの下部に連続させることで解決できる。

4.3 評価

現在、これまでに整備された施設の評価に注目が集まっている。これは、まず、施設整備のための投資が得られた効果に対して適正なものであったかを評価するためのものである。同時に、こうした評価を行うことにより、これまでに使用された施設の改善や、施設タイプの多様化、施設の設置数や組み合わせなど、新しく、より適正な戦略の立案に役立つ。ただし、こうした調査は主に横断施設の利用状況の把握を目的として企画されており、「果たして個体群が本当に保全されているのか」という極めて難しい疑問にはあまり答えていない。個体群の持続性に関しては、アナグマについてのみ、いくらかの知見が得られている状況である。

以下に、評価事例を2つ紹介する。

動物横断橋（エコダクト）

動物横断橋は、他に比較して高額な施設であるため、特に評価を必要とする。これまでに行われた調査結果には、スイス鳥類研究所の Pfister et al. (1998)が行った横断橋の効果に関する調査結果がある。結論としては、横断橋の位置、規模、およびデザインが効果を上げるために重要であるということであった。調査対象となった 16 の横断橋は、表 4 に示すように、幅および延長が様々で、ドイツが 8 カ所、フランスが 4 カ所、スイスとオランダが各 2 カ所であった。

上記の論文における動物横断橋の効果についての結論の一部を以下に挙げる。

- * 動物横断橋は、全ての陸上動物群に対して、生息環境の分断を解消するために適した方法である。重要なのは、横断橋の設置場所を適切に選定し、適切な規模とデザインを実現することである。調査結果では、おおよそ 50m 以上の幅があれば、全ての大型哺乳類の利用が可能と考えられた。利用可能な幅が 20m を下回る横断橋は利用頻度が極めて低く、特に大型哺乳類に対しては機能していると言えなかった。小型哺乳類と無脊椎動物にとっては、生息環境タイプが带状に連続して横断橋上に存在することが必要であった。したがって、横断橋の幅は、いくつかの異なる生息環境タイプの帯を形成するに足る幅であることが必要である。
- * 動物横断橋は、移動中の通路として、あるいは道路のこちらからあちらへ移動するだけのものでない場合に最も効果的と言える。つまり、横断橋は、大型の生物の生息環境の中に組み込まれて機能することが望まれるし、小型の動物にとっては、横断橋上の空間自体が完結した生息環境、あるいはなわばりとして機能することが望まれる。
- * 総括的にいえば、動物横断橋は、その他の横断施設に比べてより効果的である。横断橋と同程度に有効と評価できる横断施設は、例えば、非常に大規模な高架道路の下で、周辺環境に一致する植生が連続的に育成できるような場合である。

表 4 調査対象とした動物横断橋の寸法(m)
(D:ドイツ、NL:オランダ、F:フランス、CH:スイス)

横断橋の名称	国	幅	延長
Schwarzgraben	D	50	46
Weierholz	D	80	42
Negelhof	D	20	42
Hirschweg	D	80	50
Nesselweg	D	29	38
Wurtembergle	D	35	47
Hohereute	D	35	50
Oberderdingen	D	10	59
Woeste Hoeve	NL	50	140
Terlet	NL	50	95
Hardt 1	F	8	62
Hardt 2	F	8	68
Hardt 3	F	12	62
Hardt 4	F	8	62
Fuchswies	CH	200	44
Aspiholz	CH	140	48

カルバートと橋梁の応用設計

Brandjes and Veenbaas (1998, 1999)は、複数のカルバートと橋において、犬走りの形状と利用する動物種の関係を調査した。この調査では、動物の利用状況を調べるため、新しい足跡記録法が開発された。足跡は、白色の砂を撒き出した路面と、炭素を含んだ液体パラフィンからなるインクパッド、および、パッド上を歩いた足跡を記録する紙を用いて記録された。この方法の最大の利点は、足跡を極めて詳細に測定し分析することが可能であり、さらに、

足跡がインクパッド上に砂で、また紙上にインクで固定記録されるため、必要であれば後日再確認できる点である。この調査では、さらに、当プロジェクト用に設計された遠赤外線追跡機による調査によって、足跡調査を補完した。

調査結果からは、さまざまな種の動物個体が、犬走りと法面を利用することが明らかとなった。

足跡からは、17 種が確認された。これらには、以下の種が含まれた：トガリネズミの 1 種 (*Neomys fodiens*)、イイズナ (*Mustela nivalis*)、オコジョ (*Mustela erminea*)、ニオイネコ (*Mustela putorius*)、ムナジロテン (*Martes fiona*)、アカリス (*Sciurus vulgaris*)、サンショウウオ類、カエル類。

より大きな移動空間である連続した法面の上では、25 種が確認された。これらには、以下の種が含まれた：ノロジカ (*Capreolus capreolus*)、イイズナ、オコジョ、ニオイネコ、ムナジロテン、ノウサギ (*Lepus europaeus*)、アカリス。

周辺環境と周辺の生息種に応じて、動物の利用頻度が異なった。道路下の横断施設の規模、犬走りの配置位置、幅なども、利用率を決定する要因と考えられた (Brandjes, 1999)。こうした施設のうちいくつかのものは、1999 年に改良が行われた。犬走りの半数では幅が拡張され、法面においては、その半分の個所において、より多くの植栽が行われた。2000 年の秋には、先の調査と同じ方法で足跡調査が行われる予定である。

5. オランダにおける高速道路と分断防止：これまでの経緯

5.1 歴史的背景

分断防止対策が初めて実施された背景には、自然保護派と都市計画、道路設計、行政などの担当者の間の対立があった。オランダでは、まずアナグマ用のトンネルが 1 カ所、新設道路の下に設置された。その後、既存道路にもトンネル等の横断施設などが設置されるようになり、現在では、こうした施設の設置は道路管理者の当然の責任であると社会的に認識されるようになってきている。こうした施設の設置は、可能な限り、通常の適正な行政手続き、要項、あるいは道路管理計画をふまえて実施されてきた (Bekker, 1997)。オランダの分断防止対策の歴史は、アナグマの保護に対する国民の強い関心と関連がある。アナグマはオランダでは古くから絶滅危惧種であり、1947 年から法によって保護されてきたが、今世紀には個体数が激減し、1980 年ごろには最少の 1,200 個体程度にまで減少した。個体数減少の理由として、毎年全個体数のおよそ 20~25% が交通事故の犠牲となって死亡していることが明らかとなった。この急速な個体数減少への対応として、より積極的なアナグマの保護対策が開始された。アナグマのロードキルを防止するために最初に考案されたのが、現在も利用されているアナグマトンネルである。アナグマの分断防止は試行錯誤の連続であったが、20 年後の現在では、こうした経験が、あらゆる生物種に対する施策の基礎となっている。

1975 年まで：最初のアナグマトンネルが設置された。これは直径 80cm のコンクリートパイプで、新設道路の下に設置された。周囲にフェンスはたてられなかった。数多くの疑問を残したプロジェクトであった。

1976-1980 年：さらに 4 カ所にアナグマトンネルが設置された。これらは、新設の自動車道下に設置されたコンクリートパイプで、直径は 80-120cm であった。フェンスは設置されたが不十分であった。こうしたトンネルが必要であったか、また、誰の管轄とすべきかについて、多くの熱い議論がかわされた。

1981-1985 年：5 カ所にアナグマトンネルが建設された。これまでと同様、新設の自動車道下に設置され、直径は 30-50cm であった。デザイン、規模、費用、位置、および責任の所在について議論が集中した。フェンスは強度を高めたより良質のものが用いられた。技術者と政策責任者が、こうした施設の設置について関心を持

ちはじめ、さまざまな質問が出始めた。この期間に、一般道における最初のトンネルが、自動車道における整備と時期をあわせて実施された。また、自動車道隣接地の植栽にも分断防止が意識された。さまざまなレベルの行政、農家、狩猟家、警察、自然愛護団体など、多くの関係者間の協力が、こうした一連の施設を有効に維持管理する上で必要であることがわかってきた。自動車道の建設中および供用開始後に、施設利用状況が初めて調査された。調査結果は、アナグマおよび他の種によってトンネルが頻繁に利用されていることを示していた (Derckx 1984)。この期間に、土木技術者に対する研修が何回も行われた。こうした保護対策実現の背景には、自然保護を訴える団体の圧力と知識があった。

1986-1990 年：40 カ所のアナグマトンネルが設置された。新設の自動車道下にコンクリートおよびスチールのパイプが、また、既存の自動車道にスチールパイプが設置された。フェンスが十分にたてられ、議論はあまり起こらなかった。道路技術者の間でアナグマトンネルに対する関心が高まった。施設の維持管理とフェンスの設置位置についていくつかの疑問が提示された。生息環境タイプを施設内部にも再現する手法が、分断対策の一部に取り入れられるようになった。初めての動物横断橋が自動車道 A50 の Woeste Hoeve と Terlet の 2 カ所に建設された。生息環境の分断と対応策の可能性について、学校で講義が行われるようになった。設備設計者向けの 4 日間研修コースが 1 回開催された。アナグマトンネルのデザイン、素材、配置、および利用状況についての情報が、リーフレットとビデオに取りまとめられた。

1991-1995 年：自動車道を設計・整備する際には、アナグマが生息しているか、将来生息可能な場所にアナグマトンネルを設置することが標準仕様となった。既存道路におけるロードキルの防止に向けての特別プロジェクトが開始された (Rijkswaterstaat, project 50 pipes, 1991 - 1994)。ロードキル個体の分布調査によって、アナグマと自動車道間の問題点・問題個所が明らかになった。また、特に既存道路における対策の実現に当たって、カルバート内の水位調整や、横断施設内の必要空間の不足といった、技術的な課題に対する創造的な解決が必要となった。アナグマ個体数は、1991 年におよそ 2,200 個体にまで増加した。

自動車道 A1 の Boerskotten 付近に 3 番目の横断橋が建設された。その他、切り株の利用、カルバート内の犬走りなどといった手法が実現された。

1993 年に「分断-分断解消」プロジェクト (Rijkswaterstaat 1993) が 1997 年までの予定でスタートした。このプロジェクトでは、アナグマでつちかわれた経験が他の生物種に応用された。

また、1995 年に発行された分断防止対策の技術マニュアルでは、それまでに考案された全ての分断解消手法について、目的、考え方、設計方針、技術的实现手法、および維持管理方法が解説されている。 (Rijkswaterstaat et.al. 1995)

1996 年以降：「分断-分断解消」プロジェクトが継続して進められている。1997 年からは、2001 年を目標年次とした、新たなプロジェクトが開始された。アナグマは、対策をとるべき種の中の一つという位置付けとなった。アナグマの個体数は現在も増加中であり、1996 年には 2,400 個体に倍増した。現在では、分断の問題に対処するため、より大きなスケールでの分断防止計画がたてられている。

1998 年には、自動車道 A1 の Kootwijk 付近に第 4 番目の動物横断橋が建設された。これは、既存の自動車道を横断するもので、周辺地域においても、一般道や鉄道などの分断影響を解消するためのあらゆる対策が同時にとられた。アカシカが利用できる規模に広げるため、既存のフェンスが建て替えられた。

現在、土木技術者と生物学者が、継続的に、自動車道による分断を解消するという共通の政策目標を実現するために協力を続けている。現在、数カ所の動物横断橋と、大規模な動物用のアンダーパスが建設中あるいは計画中である。

5.2 関係者

これまで 20 年間の経験の積み重ねから、我々は極めて多くのことを学んできた。特に、関係者間の協力に関する経験と、生態的な技術の可能性について学んだことが多い。こうした経験は、政策や、研究、および様々な対策の実施に活かされてきた。アナグマを対象とした分断防止対策をスタートとして、公共事業・水利局は、より総合的な分断防止対策を実現することができた。現時点における課題は、「分断防止対策の検討プロセスには、誰が参加すべきか」という点である。

上記に述べた経緯から明らかなように、分断防止対策の実現には、様々な関係機関・関係者が関わっている。一般市民や活動団体も、施策実現の一部である。多くの場合、こうした人々は特定の種や地元の自然環境の状況について極めて多くの知見を持っている。活動団体などが、道路建設による自然環境へのダメージについてだんだん大きな声を上げるようになっており、場合によっては道路の供用停止まで求めている。こうした意見は、新聞に対する投書、インタビュー、あるいは関連記事を通して、関心を集めてきたが、後には、よりショッキングな方法も用いられた。現在では、こうした人々は、自然保護区の独自のビジョンや計画を携え、さらに、特定の個所における動物横断施設の建設を要求するようになってきた。そして、こうした人々の活動は、確かに社会の関心を集めている。喜ばしいことには、こうした社会状況において、活動団体等が批判的な姿勢を失うことなく、なおかつ、彼らが保有している知見を、数多くの事業に事業に活用できているのである。

道路管理者が道路に沿って環境保全のための対策を行うべきであるという認識が確立されるまでには、多くの議論が必要であった。しかし、当初技術者や関係機関が持っていた責任と費用に関する疑念は徐々に変化して、現在では、道路建設によるランドスケープの分断を防止・解消すべきであるというゴールに収束しつつある。ただし、対策費用の分担については、現在もなお多くの調整が必要な状態である。分断を回避すべき責任はどの程度あるのか、また、既存の分断個所における対策をどの程度行うべきかという点について、個々の事業ごとに議論が繰り返されているのである。一方で、道路建設以外の行政機関や自然保護団体、および農家は、道路の隣接地における様々な対策の責任を負うこととなる。つまり、本来の意味の分断解消のためには、道路管理者とその他のグループ全ての間の協力が不可欠なのである。

オランダの経験を振り返ると、複数の分野の専門家が互いを理解するまでには長い時間がかかっている。生物学者は、生物学的な必要条件を、より精密で、定量的な情報として提供する必要があったし、一方土木技術者は、生態学的なプロセスが複雑なものであり、効果が現れるまでには時間がかかること、さらに、いつも予想したとおりになるとは限らないことを学ぶ必要があった。しかし、われわれの経験は、こうしたギャップに橋を架けることが可能であることもまた実証しているのである。

REFERENCES

- Apeldoorn R.C. van, 1997; Fragmented mammals: what does that mean · In: Proceedings of the international conference on habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering, 17-21 September 1995, Maastricht and The Hague, the Netherlands, 121-126
- Bekker G.J., 1989; Faunavoorzieningen bij wegen; Wegen 63 (12), 8-13
- Bekker G.J., 1997; Fragmentation and road-infrastructure in the Netherlands: from history to future. In: Proceedings of the sixth international conference Environmental Concerns in Rights-of-Way Management; New Orleans 359-366
- Bekker G.J. en K.J. Canters, 1997; The continuing story of badgers and their tunnels. In: Proceedings of the international conference on habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering, 17-21 September 1995, Maastricht and The Hague, the Netherlands, 344-353
- Bekker G.J., 1998; Habitat Fragmentation and Infrastructure in the Netherlands and Europe. In:

- Proceedings of the Int. Conference on Wildlife Ecology and Transportation; 10-12 February, 1998; Ft Myers Florida, 151 - 165
- Brandjes J., 1999; Het gebruik van faunapassages langs waterwegen onder rijkswegen, experimenteel onderzoek - uitgangsfase; Dienst Weg- en Waterbouwkunde en Bureau Waardenburg, Delft/Culemborg
- Brandjes J. en G., Veenbaas, 1998; Gebruik van faunavoorzieningen langs watergangen onder rijkswegen in Nederland; DWW rapport nr P DWW-97, Delft
- Brandjes J., G. Veenbaas en G.J. Bekker, 1998; Uitbreidingen op het gebied van diersporenonderzoek met de 'papier-en-inkt-methode' DWW, Delft
- CROW, AVV & DWW, 1997; Richtlijn openbare verlichting natuurgebieden; Ede
- Jaarsma C.F. & F. van Langevelde, 1997; Right of Way Management and Habitat Fragmentation: An integral Approach with the Spatial Concept of the Traffic Calmed Rural Areas; In: Proceedings of the sixth international conference Environmental Concerns in Rights-of-Way Management; New Orleans 383 - 392
- Cuperus R., 1996; Voorlopig Handboek Natuurcompensatie; W-DWW-96-042, Delft
- Derckx, 1984; Eerste evaluatierapport van toestand en gebruik van dassenvoorzieningen rijksweg 73, baanvak Teerschedijk - Maasbrug. Vereniging Das & Boom; Beek-Ubbergen; 10
- Jongman R, 1995; Ecological Networks in Europe, congruent developments. In: special issue of Landschap; 95-3, 123-130
- Huijser M.P. , 1997; Egels en verkeer: effecten van wegen en verkeer op egelpopulaties. DWW-ontsnipperingsreeks deel 35; DWW/VZZ; Delft/Utrecht
- Huijser M.P. , 1998; Het voorkomen van doodgereden egels in relatie tot de samenstelling van het landschap. DWW-ontsnipperingsreeks deel 37; DWW/VZZ, Delft/Arnhem
- Linden P.J.H., 1997; A wall of tree-stumps as a fauna-corridor; In: Proceedings of the international conference on habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering, 17-21 September 1995, Maastricht and The Hague, the Netherlands, 409-417
- LNv (Ministry of Agriculture, Nature Protection and Fisheries), 1990; Nature Policy Plan, regeringsbeslissing; The Hague
- Madsen A.B. (1996); Otter *lutra lutra* mortality in relation to traffic and experience with newly established fauna passages at existing road bridges; *Lutra* (39/2), 76 - 90
- Molenaar, J.G. de, D.A. Jonkers & R.J.H.G. Henkens, 1997. Wegverlichting en natuur I: een literatuurstudie naar de werking en effecten van licht en verlichting op de natuur; rapport W-DWW-97-057, DWW Ontsnipperingsreeks deel 34; IBN Wageningen / DWW Delft
- Molenaar J.G. de & R.J.H.G. Henkens; Effectiviteit van wildspiegels: een literatuurstudie; IBN-DLO rapportnr 362; iov DWW/Delft 1 - 97
- Pfister H.P., V. Keller, H.Reck & B. Georgii, 1998; Bio-okologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswegen; in Forschung Strassenbau und Strassen verkehrstechnik; Heft 756
- Piepers, A.A. G. and G.J. Bekker, 1993; Mitigating habitat fragmentation due to road infrastructure in the Netherlands. In: Proceedings of the fifth International Symposium on Environmental Concerns in Right-of-Way Management, Montreal
- Reijnen R., 1995; Disturbance by car traffic as a threat to breeding birds in the Netherlands. Thesis, Leiden
- Reijnen R., G. Veenbaas and R.B.P. Foppen, 1995; Predicting the impact of motorway traffic on breeding bird populations. RWS- DWW Delft, IBN-DLO Wageningen
- Rijkswaterstaat, 1992; Mitigerende maatregelen voor de natuur aan het bestaande rijkswegennet; Delft
- Rijkswaterstaat directie Gelderland and Heidemij Advies, 1994; Van snippen en snippers, ontsnipperingsmaatregelen voor de natuur langs rijkswegen in Gelderland, Arnhem
- Rijkswaterstaat, Road and Hydraulic Engineering Division et al, 1995; Handreiking maatregelen voor de fauna langs weg en water, Delft, The Netherlands
- Rijkswaterstaat, Road and Hydraulic Engineering Division, 1997; Programmaplan Ontsnippering 1997 - 2001, Delft
- SETRA (le Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes), 1993; Pasages pour la grande faune, guide technique; Bagneux Cedex
- Sips H.J.J., 1994; Bestaande faunapassages van de rijksweg A7 in het Robbenoordbos; Bureau Waardenburg, rapport 94.48, Culemborg
- V&W (Ministry of Transport Public Works and Water Management), 1990; Second Transport Structure

生息環境の分断とその解消：
インフラによる生息環境分断への対策の経緯、成果、及び事業化手法

- Plan; The Hague
- V&W (Ministry of Transport, Public Works and Water Management), 1997a; Beleidseffectrapportage 1996; The Hague
- Veenbaas G. & J. Brandjes, 1997; Versnippering door verkeerswegen en ontsnipperende maatregelen; Groen (53) 9; 12-19
- Verboom J. 1994; The effects of roads on the dispersal movements of animals: a modelling approach; Rijkswaterstaat DWW Delft, programme report no. 23
- Vries J.G. de 1999; Hedgehogs on the road: from research to practice; Lutra 42(1): 98-111
- Wiertz J. 1991; De dassenpopulatie in Nederland 1960 - 1990; RIN 91/6, Leersum

Habitat fragmentation and habitat defragmentation; developments, results and processes of counteracting habitat fragmentation due to infrastructure
生息環境の分断とその解消：インフラによる生息環境分断への対策の経緯、成果、及び事業化手法

Hans Bekker
Ministry of Transport, Public
Works and Water Management,
Road and Hydraulic Engineering
Division
PO Box 5044, NL-2600 GA Delft,
The Netherlands
Fax: 31-152-518555
E-mail: g.j.bekker
@dww.rws.minvenw.nl

Abstract: The Netherlands is highly populated and there is an intensive land use and a growing urbanisation. They cause with a huge road network a highly fragmented landscape. The fragmentation of nature by transport infrastructure degrades ecological (flora and fauna) values. Increasingly, fragmentation is being recognised as a problem and a variety of fauna passages are being realised on roadways. The concept of ecological networks, accepted as a working basis for nature protection, is being translated into policy to counteract fragmentation by infrastructure. An overview is given of the various kinds of fauna passages now in place. Some are briefly reviewed especially ecoducts and adapted engineering works. Both are important means of improving the safety of roads for fauna and for car-drivers. The history and the process of counteracting fragmentation show that people from different disciplines need each other. Communication, co-operation and information for all participants in the process are vital.

1. Introduction

Fragmentation of nature and the landscape is one of the main underlying causes of the contemporary decline in bio-diversity world wide. Wildlife habitats are being split up by agriculture, urbanisation and the flow of traffic. In the Netherlands transport infrastructure is one of the main causes of this problem and since about 1980 a wide variety of measures have been taken to mitigate the effects.

Fragmentation refers to the break-up of ecosystems and/or habitats of plant and animal populations into smaller, more isolated units, with a resultant decline in the aggregate area of habitat suitable for the species concerned and an increase in the distance between remaining habitats. Ultimately, fewer species will be able to survive in the remaining fragments. Small local populations face a high risk of extinction, whether through natural causes or as a result of activities associated with road construction and motorised traffic. Recolonisation from elsewhere is only feasible if there is adequate access to the area in question. Whatever the case, the problem of fragmentation inevitably leads to a loss of ecological values.

In the context of roads we distinguish four impacts on the natural environment (Bekker, 1998). First of all the destruction of habitats: a certain area of nature simply disappears under the tarmac. Second, the ensuing traffic flow disturbs the area adjacent to the road, causing quantitative and qualitative changes influencing a variety of population

variables. Disturbance by noise and edge effects are examples of such changes. Third, the so-called barrier effect means that parts of a habitat are cut off, reducing the exchange of individuals within and among populations. And lastly, many animals end their lives as traffic casualties.

2. Recognised problem

2.1 Infrastructure policy

In the Netherlands the terms of infrastructure planning are laid down in the Second Transport Structure Plan (V&W, 1990). The road projects identified in this document are limitative and indicative; the necessity of implementing a road project must still be demonstrated. The combined procedure embodied in the Routing Act and Environmental Impact Assessment legislation is designed to achieve due balancing of interests in establishing the route to be followed. Public participation (rather than public decision-making) plays a major role here.

2.2 Nature policy

At both the national and international level fragmentation has been recognised as one of the driving forces behind the decline of bio-diversity. Increasingly, this problem is being recognised by politicians, as well as by conservationists and researchers. In many European countries the concept of ecological networks has been accepted as a working basis for nature protection, providing major scope for transnational co-operation (Jongman, 1995). These networks are related to the spatial patterns of habitats and the occurrence and movements of species. In the Netherlands this has been translated into the concept of the 'Ecological Main Structure', introduced in 1990 as part of the government's Nature Policy Plan (LNV, 1990). The EMS distinguishes core areas, nature-development areas and ecological connections. By enlarging and connecting natural areas it is aimed to reduce fragmentation - or, in other words, enhance defragmentation. By creating larger units and improving overall environmental quality, vulnerability to external influences will decline. This concept was introduced at the national level and requires elaboration at the regional level. The timetable is to realise this network within 30 years (Piepers & Bekker, 1993). Implementation is in steady progress, although the realisation of ecological connections is behind schedule.

2.3 Targets of the defragmentation policy

The target scenario for avoiding and reducing fragmentation of the countryside is described under the policy heading 'Environment and Amenity'. In the short term there is to be no further fragmentation of the Ecological Main Structure by motorways, and in the longer term existing fragmentation it is to be reduced. This target scenario is elaborated in terms of operational targets, viz. that:

- new fragmentation must be avoided, i.e. there shall be no new transecting of the Ecological Main Structure
- existing fragmentation of the EMS by the national motorways network is to be reduced by 40% in the year 2000 and by 90% in 2010 (Piepers & Bekker, 1993). This means that by 2000 there should be adequate ecological measures in place at 40% of the intersections with the EMS

- if avoidance and mitigation of effects are not feasible, compensation measures are to be implemented.

Progress on these reduction targets is reported to parliament annually (Bekker, 1998). As of 1998 existing fragmentation had been tackled at 36% of motorways intersections with the Ecological Main Structure.

2.4 Problem still growing

Despite recognition of the problem and the efforts of many people and organisations to combat fragmentation, the problem is still widespread. Despite the existence of appropriate procedures in the Netherlands, new motorways are still cutting through high-grade natural areas that are part of the EMS. Between 1990 and 1997 29 km of motorways was built or widened through the EMS. On 26% of these 29 km no proper fauna passages were created yet. It also proved impossible to avoid new fragmentation entirely.

Continuing urbanisation and everyday traffic are also contributing to the problem, both inside and outside the EMS. A growing number of industrial estates and residential areas are being built (with their associated road networks) along roads and motorways. These 'red corridors' are expanding rapidly. An emerging issue is how to ensure that these 'red' corridors are permeable for the fauna. How is the design of the 'green corridor'. Maintaining the viability of existing fauna passages and a well functioning connection to nature areas in the surroundings also demand attention.

These ecological corridors are part of the ecological network. At the moment new questions are arising: what is the optimum size and shape of the ecological corridors, the 'green corridors'? What species can be chosen as target species? What is the size of the 'green corridor' to enable fauna to cross the 'red corridor'? Is it possible to realise a 'red corridor', with a minimum required 'green corridor' and with an healthy climate to live there and to work there? The Road and Hydraulic Engineering Division of the Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management has started a programme to achieve further integration of 'green' and 'red', sometimes via the watercourses, the 'blue' corridor. This will be a part of the concept of 'permeability' in which there is enough connection between habitats.

3. Research

Impact

The Road and Hydraulic Engineering Division has initiated a variety of studies on the influence of roads and traffic on specific fauna groups, as illustrated by the following examples. These studies are used to describe the impact of motorways, but also to develop defragmentation measures and the improvement of these measures.

- Reijnen (1995) has investigated the influence of traffic on the breeding density of birds in meadows, woodland and heathland. The results were employed to design a predictive method that can be used in Environmental Impact Assessments (Reijnen, Veenbaas & Foppen, 1995). Based on this predictive method, a method has been developed to arrive at quantitative data for nature compensation, for both the destroyed and the disturbed area (Cuperus, 1996). Last year NS-Railinfrabeheer investigated breeding-bird disturbance by railways and trains using this method. The provisional outcome is that disturbance is not as severe as in the case of motorways.
- Because of growing traffic volumes it is now necessary to illuminate certain new

stretches of motorway. Recent research on the effects of road illumination on animal species is starting to broaden our understanding of the issue. In anticipation of ultimate results, guidelines have been drawn up for road illumination in nature reserves (CROW et al., 1997). In spring 1998 and 1999 the breeding density of meadow birds was recorded in a designated Dutch meadow bird area with and without illumination. There are plans to investigate the effects of illumination on mammals with a view to possibly improving the design of fauna passages.

- For the purposes of EIAs it is necessary to use this knowledge to make predictions regarding the impacts of a given intervention on the natural environment. Development of predictive models requires empirical knowledge, supplemented by the existing body of literature. Verboom (1994) has modelled the influence of roads on wildlife dispersal. For badgers a simulation model has been developed in which mortality data can be used and based on actual mortality data which indicates the risk of extinction of (local) populations. The survival time of a network population can be predicted for various kinds of road, numbers of badger tunnels and length of fencing (Apeldoorn, 1997). Practical experience and further research will be needed to improve these and similar predictive methods, so that they can be used for optimising the planning and implementation of appropriate measures.
- Recently Huijser (1997, 1998) investigated the impact of roads and traffic on hedgehog populations and the relation between hedgehog road casualties and the landscape. Such knowledge can be used to identify high-risk locations and also as a guide for creating fauna passages (de Vries, 1999).

4. Defragmentation measures

4.1 Strategy

Fences, mirrors and reflectors to avoid collisions between cars and animals have already been in use for over 40 years (de Molenaar et al, 1997; de Molenaar & Henkens, 1998). Motorist safety was the main motive for taking these measures. Around 1980 a new basket of measures was introduced designed to safeguard ecological networks as well.

The overall strategy can be summed up in the following four coherent activities: **prevention, mitigation, compensation and management**. For existing roads the term **reparation** can be introduced for counteracting the damage on nature values caused by roads and traffic. And, more on the offensive, there is also a need to introduce the term **development**: more provisions on existing roads, and more attention to landscaping and the design of motorway flanks in relation to fauna passages.

In the context of many existing motorways it is very important for reparation that proper priorities be set. By way of illustration, the strategy adopted for alleviating the ecological impacts of roads in the Netherlands is first described and then elaborated with reference to an example.

The Directorate-General of Public Works and Water Management (Rijkswaterstaat) is working towards implementation of relevant national policy, as laid down in the government's Nature Policy Plan (LNV, 1990). All those locations where the Ecological Main Structure is intersected by a national motorway are being treated as priority bottlenecks. Priority is also being given to projects that dovetail with integrated plans already drawn up by national, provincial and municipal authorities and water boards. Measures on national motorways are particularly effective when measures have likewise been implemented on the subsidiary road grid and regeneration and protection of the

surrounding countryside are also being tackled. High numbers of animal traffic casualties may also constitute a motive for priority action. It goes without saying that the safety of motorists may also prompt action. In the Netherlands all EMS-motorway intersections have been inventoried and analysed to establish the most appropriate measures for mitigating ecological impacts.

4.2 Types of measure

Figure 1 reviews the range of provisions currently implemented on the Dutch road grid. A distinction can be made between provisions created specifically for wildlife and measures on older engineering works that have one or more other primary functions. All these measures improve the permeability of the roadway for fauna, whether by over- or underpassage. Many provisions have been taken to date and those implemented on national motorways are reviewed in Figure 2. In the subsidiary road network there are 260 small tunnels. Many bridges already had adjacent embankments and many of these are frequently used by animals.

Joint use of modified engineering works means a substantial increase of green corridor potential, since highways have a large number of intersections with watercourses, bridges, viaducts and local roads (Bekker, 1989). Less spectacular but also important are measures to influence road usage by means of traffic signs, speed ramps, change of road function from through-traffic to local traffic only. Modification of traffic circulation is another option (Jaarsma & van Langevelde, 1997).

Several of the above measures have been described in previous papers (Bekker, 1989, 1997, 1998). In the remainder of this paper consideration will be given to adapted engineering works.

Adapted engineering works

Existing road-engineering works such as tunnels, viaducts and bridges are often used by animals as a means of traversing roadways. Usage by mammals is more frequent and involves more species if the structures have sufficient space for safe passage, if noise levels are reduced, if there is a soil substrate and shelter available and if there is due connectivity with the surroundings. If these conditions have not yet been met, fulfilment thereof represents an attractive option (Bekker, 1989, Veenbaas & Brandjes, 1997).

Underpasses; viaducts and tunnels

Viaducts and tunnels are used by a wide range of species. Extra substrate cover and shelter encourages their use by small mammals; a wall of tree-stumps, surplus sewerpipe segments and/or soil are found to work effectively. This was demonstrated by Van der Linden (1997) under the Zandheuvel viaduct on highway A27, where a reserve lane originally intended as an additional lane on a local road has been modified with a tree-stump wall and vegetation (Figure 3). By studying tracks and using repeat-capture methods, it was demonstrated that the facility was used intensively by numerous small mammals (Figure 3). For some species it even constituted an extension of their habitat. Usage is enhanced (DWW et al., 1995) by removing hard surfaces such as tiles and clinkers, providing protective screens, sheltering stumps and planting bushes.

Figure 1. OVERVIEW DEFRAGMENTATION MEASURES IN THE NETHERLANDS(realised and / or in development)

オランダにおける分断解消策の全体像（実施済および計画）

Influence the quality of habitat

- minimise noise nuisance: cars (tires), pavement (porous asphalt), screens and walls
- minimise visual stimuli: reducing illumination of roads: temporarily, better lamps, place of lamps
- improve bufferzone along nature area
- replacement of habitat
- design and maintenance verges

Use of roads

- remove small local roads
- concentration at highways, including lowering traffic flow at secondary roads
- change of status of local roads: lowering, more dead end roads
- reduce traffic flow: temporarily closing of roads, optimise alternative roads
- reduce speed:
 - physically: type of pavement, extra curves, speed ramps
 - official speed limits by traffic signs with enforcement
 - information to the public, car drivers, public opinion about speedy drivers
 - legal possibilities to realise a good protection of the fauna

Reduction traffic accidents between cars and fauna

- fences to stop and to guide (for all kind of species)
- grid in the road or by electricity (for cattle, for game)
- design of the verges, including concrete vertical elements
- shrubs and trees
 - to enforce birds to fly high over the road
 - to guide fauna to passages
- use smells to put off the fauna (human sweat, manure of big carnivores)
- use of optic warnings:
 - reflectors and mirrors
 - traffic lights: continuous or combined with a systems to detect a coming animal

Safe passages over the road

- ecoduct
- tunnels through road:
 - small for badgers
 - open for amphibian
 - bigger dimensions for roe deer
- tunnel under a bridge or combined with wire pipes
- adapted engineering works:
 - viaducts: pavement, connection with surroundings, shelter
 - culverts and tunnels: bigger dimensions, extra catwalks
 - bridges: more space under bridges, ongoing embankments
 - combination of tunnel with a rural road
 - 'tree bridge': to give possibilities for climbing mammals: squirrel, pine marten

Figure 2. Fauna passages along motorways (1999)

自動車専用道の動物横断施設

type of fauna passages	number
ecoducts	4
small fauna tunnels	300
large fauna tunnels (for roe deer)	3
eco-culverts	4
engineering works with adaption for fauna	100

Figure 3. Mammals detected at Zandheuvel - Rw A27; (P.J.H. van der Linden, 1997)

Zandheuvel 付近の自動車専用道 A27 号で確認された哺乳類

captures (calculated for 100 capture periods)	
wood mouse <i>Apodemus sylvaticus</i>	10.0
bank vole <i>Clethrionomys glareolus</i>	22.8
common vole <i>Microtus arvalis</i>	6.9
common shrew <i>Sorex araneus</i>	1.6
french shrew <i>Sorex coronatus</i>	0.1
pygmy shrew <i>Sorex minutus</i>	0.4
white-toothed shrew <i>Crocidura russula</i>	0.4
tracks (calculated for 30 days)	
mole <i>Talpa europaea</i>	6.0
red squirrel <i>Sciurus vulgaris</i>	1.5
rabbit <i>Oryctolagus cuniculus</i>	1.5
roe deer <i>Capreolus capreolus</i>	1.5
polecat <i>Mustela putorius</i>	7.5
domestic cat <i>Felis catus</i>	4.5
mice	1.5
<i>Mustelidae</i>	7.5

Overpasses: viaducts and bridges

Only occasionally have animals been observed to cross little-used viaducts and bridges. Modifications designed to promote such co-use, in the form of shielding or soil with vegetation have been implemented at several sites. Some viaducts have been modified with a 'soft shoulder' for fauna and/or with screens to minimise the impact of car-lights. The extent of (extra) utilisation is not yet clear.

Underpasses: bridges and culverts

In the Netherlands there are numerous places at which roads cross canals and ditches. In cases where the embankment continues under the bridge, use of such passages has been frequently observed (Bekker, 1989, Sips, 1994). If the road and bridge structure interrupts the bank, it forms a barrier for animal species requiring the bank for passage. The situation can be improved by installing uninterrupted banks and ledge walkways: 'fauna ledges' or 'catwalks' under bridges (Madsen, 1996) and in culverts.

4.3 Evaluation

There is currently wide interest in evaluation of the measures already in place. In the first place, such an exercise is necessary to assess whether investments are justified. At the same time, though, it will lead to further optimisation of the strategy through improvement of existing mitigating facilities and an increase in the number and/or (combinations of) types of measure. These studies are geared mainly to utilisation of passageways, with little consideration being given to the very difficult question of whether populations are actually being preserved. Only for the badger can certain conclusions be drawn in this respect (Bekker & Canters, 1997). The issue of utilisation of the various provisions is considered below in the descriptions of the individual measures.

As example two evaluations

- ecoducts
- adapted culverts and bridges along water courses.

Ecoducts

Ecoducts are relatively expensive, so an evaluation is necessary. We all can use the research of Pfister et al. (1998) from the Swiss Ornithological Institute at Sempach. They

investigated the effectiveness of ecoducts. The main result is that location, size and design of ecoducts are important issues in this matter. The 16 investigated ecoducts (8 in Germany, 4 in France, 2 in Switzerland and 2 in the Netherlands) have a variety in width and length: see figure 4.

Some of the conclusions of the effectiveness of ecoducts are (Pfister et al., 1998):

- ecoducts are for all terrestrial groups of animals a suitable means for minimising fragmentation. Essential is that the ecoducts are optimally positioned, dimensioned and designed. The results tend to indicate that for a width of approximately 50 meter upwards the requirements are fulfilled for all larger mammals. Ecoducts with an effective usable width of less than 20 meter were crossed significantly less often and cannot be recommended for large mammals. Small mammals and invertebrates need a habitat corridor. So the width must allow to create different habitats on the ecoduct.
- Ecoducts are most effective when they are not only a corridor for movements, not only for crossing roads from one side to the other. It is necessary that an ecoduct is integrated as a habitat for larger species or even forms a complete habitat and home range for small animals.
- Generally spoken ecoducts are more effective than other means for crossing roads. The idea is that only viaducts which are so large that vegetation corresponding to the surrounding can develop under them are similarly effective.

Figure 4. Dimensions investigated ecoducts (Pfister et al. 1998)

調査対象としたエコダクトの寸法(m)(D:ドイツ、NL:オランダ、F:フランス、CH:スイス)

Name	country	width	length
Schwarzgraben	D	50	46
Weierholz	D	80	42
Negelhof	D	20	42
Hirschweg	D	80	50
Nesselweg	D	29	38
Wurtemberg	D	35	47
Hohereute	D	35	50
Oberderdingen	D	10	59
Woeste Hoeve	NL	50	140
Terlet	NL	50	95
Hardt 1	F	8	62
Hardt 2	F	8	68
Hardt 3	F	12	62
Hardt 4	F	8	62
Fuchswies	CH	200	44
Aspiholz	CH	140	48

Adapted culverts and bridges

The desired shape of these ledges and the animal species using such provisions has been investigated by Brandjes and Veenbaas (1998, 1999). For the purpose of this study into passageway use, a special track-recording method was developed (Brandjes, Veenbaas & Bekker, 1998). The tracks are recorded with the aid of track beds, preferably using silver sand, and ink pads containing carbon in liquid paraffin. The tracks of ground-dwelling animals are then transferred to paper. The major advantage is that tracks can be analysed and measured in the greatest detail and are, moreover, permanent so that they can be validated later if necessary. Track analysis is supported with a census of itinerant animals using an infra-red detector designed specially for this research project. It has been found that many different species use these fauna ledges and continuous banks. The tracks of 17 species have been detected on fauna ledges, among them watershrew (*Neomys fodiens*), weasel (*Mustela nivalis*), stoat (*Mustela erminea*), polecat (*Mustela putorius*), beech

marten (*Martes fiona*), red squirrel (*Sciurus vulgaris*), salamander, toad and frog. On the uninterrupted embankments, with their generally far larger dimensions, 25 species have been detected, including roe deer (*Capreolus capreolus*), weasel, stoat, polecat and beech marten, hare (*Lepus europaeus*) and red squirrel. The extent of use is obviously dependent on the local environment and the species occurring there. The dimensions of the underpass, the location of the fauna ledge, the width of the catwalk and the 'funnelling' provisions to the underpass appear to be critical parameters (Brandjes, 1999).

Some of these provisions are being enhanced in 1999: half the fauna ledges are be widened and on half the continuous embankments extra cover has been created. In autumn 2000 the tracks are to be recorded again in the same way.

5. Processes

5.1 History

The first defragmentation measures to be taken were the result of confrontations between conservationists and planners, road designers or administrators. In the Netherlands it started with a single badger tunnel installed under a new road, and proceeded via provisions implemented on existing roads until there was general acceptance that such measures are the standing responsibility of the road administrator. Where possible this has been, or is currently being, incorporated in the appropriate procedures, in directives and in management plans (Bekker, 1997). The Dutch history of defragmentation measures has a strong relation with the attention directed to the badger *Meles meles* (Bekker and Canters, 1997). The badger is an endangered species in the Netherlands and protected by law since 1947. The decline in this century is enormous with the lowest amount around 1200 individuals around 1980. Annually approximately 20 - 25% of the total population died as road victims. This steep decline in the 1960s and 1970s made protection necessary. The first steps to prevent badgers being killed when they cross the road became to the current approach of defragmentation using badger pipes. This process was a process of trial and error, but the approach now, related to all kinds of species, is based on this experience of twenty years.

until 1975 The first badger tunnel was built: a concrete pipe 0.80m in diameter, under a new road, no associated fence erected, many questions.

1976 - 1980 Another four badger tunnels built: concrete 0.80m by 1.20m under a new motorway, fenced but unsatisfactory. Much heated discussion whether these tunnels should have been built and whose responsibility it was.

1981 - 1985 Five badger tunnels built: concrete pipes 0.30m and 0.50m in diameter under a new motorway. The discussion focused on design, dimensions, costs, place and responsibility. The fencing was better, reinforced galvanised, spot-welded Casanet-Netting. Engineers and policy makers start to ask about the use of the measures and they became interested in this topic. In this period the first tunnels for local roads were constructed in relation to the measures at the motorway. Also conducting measures in the neighbouring landscape were taken. Cooperation between various actors (levels of government, farmers, hunters, police, nature clubs, etc.) appeared to be necessary to improve the effectiveness of several measures.

During construction and after opening of the motorway the first data about usage were gathered. These data indicate that the pipes were used frequently, by badgers and other species (Derckx 1984). In this period some lessons for civil engineers about this topic were given.

The pressure and knowledge of one activist organisation was part of the process. They gave a valuable contribution to the adoption of protective measures.

1986-1990 Forty badger tunnels built: pipes of concrete and steel under new motorways and the first steel pipe under an existing motorway. Satisfactory fencing and little discussion. Road engineers became interested. Some questions came up about maintenance of the measures and the place of the fences. More and more the use of the habitat became part of the implementation of the measures. The first two ecoducts (Woeste Hoeve and Terlet, Rv A50) were built.

Several lessons in schools were given about fragmentation and possible measures. A four-day course was set up for designers. Information about design, material, location and the use of a badgertunnel is documented in a leaflet and in a video.

1991 - 1995 In areas where the badger lives or possibly can live in the future badger tunnels became a standard feature in the design and construction of motorways. A special project was set up to counteract the road victims at existing roads (Rijkswaterstaat, project 50 pipes, 1991 - 1994). Road victims formed the basis for identification of the problems between badgers and motorways. Ingenious solutions related to technical problems (waterlevel, little space) were necessary. The badger population rose to around 2200 individuals in 1991 (Wiertz 1991).

The third ecoduct (Boerskotten, Rv A1) was built. Other mitigation measures were realised: stump walls, fauna passages in culverts.

In 1993 the program Fragmentation...Defragmentation (Rijkswaterstaat 1993) started and focused on the period until 1997. This program was partly based on the experience of the history of the badgers and went on with measures for badgers beside other species.

In a manual, information is written about purpose, approach, design, technical realisation and maintenance of all the measures (Rijkswaterstaat et al. 1995).

since 1996 The program is continued, in 1997 with the renewed program, focused on the period till 2001. Badgers are one of the species measures are taken for. The badger population is still growing, doubled in 1996 (Bekker & Canters 1997). Now there is a broad scale planning to address fragmentation.

In 1998 the fourth ecoduct was built: Kootwijk, Rv A1. This time it was an ecoduct over an existing motorway. In the neighbourhood all kind of measures have been taken as well (local roads and railroad). Fences are replaced with result an enlarging of the area to be used by red deer.

Engineers and biologists continue to cooperate to achieve the political objectives to counteract the fragmentation by motorways. Several ecoducts and big fauna underpassages are in planning or under construction.

5.2 Participants

Until now we learned a lot during this period of 20 years from the process. We learned our lessons about co-operation, technical and ecological possibilities. The experiences are used for the policy, for research items and for a wide variety of measures. The history of the measures for the badger helped Rijkswaterstaat to achieve a more comprehensive approach for defragmentation as well. One question for now: who are the participants in the process?

From the described history it became clear that many people are involved. Citizens and actiongroups were part of the process. Often they have a lot of knowledge about specific species or about the local natural situation. Actiongroups and NGO's cried out

louder and louder that the damage on nature by road building and road use must stop. They asked attention by letters, interviews or articles in the newspapers, but later more shocking methods were used. And nowadays they are coming with visions for a nature area, plans and they demand for faunapassages at specific locations dealing with the mentioned area. And they succeeded in getting attention. Their knowledge could often be used without losing their critical voice.

Much discussion was necessary to establish that the road administration is responsible for measures along the road. But questions by engineers and authorities about responsibility and costs changed slowly into objectives to counteract the fragmentation of the landscape by road building. The costs still are an often discussed item. These mean responsibility for avoidance of fragmentation and measures for existing fragmentation. Other authorities, nature conservation clubs and farmers are responsible for entire measures in the surroundings. These groups have to co-operate for real solutions to fragmentation.

It took time before the several disciplines understood each other. Biologists had to apply themselves on exact, more mathematic information about biological demands. Civil engineers had to learn that ecological processes are complex, take time and are not always predictable. But these gaps were bridgeable.

REFERENCES

- Apeldoorn R.C. van, 1997; Fragmented mammals: what does that mean? In: Proceedings of the international conference on habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering, 17-21 September 1995, Maastricht and The Hague, the Netherlands, 121-126
- Bekker G.J., 1989; Faunavoorzieningen bij wegen; *Wegen* 63 (12), 8-13
- Bekker G.J., 1997; Fragmentation and road-infrastructure in the Netherlands: from history to future. In: Proceedings of the sixth international conference Environmental Concerns in Rights-of-Way Management; New Orleans 359-366
- Bekker G.J. en K.J. Canters, 1997; The continuing story of badgers and their tunnels. In: Proceedings of the international conference on habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering, 17-21 September 1995, Maastricht and The Hague, the Netherlands, 344-353
- Bekker G.J., 1998; Habitat Fragmentation and Infrastructure in the Netherlands and Europe. In: Proceedings of the Int. Conference on Wildlife Ecology and Transportation; 10-12 February, 1998; Ft Myers Florida, 151 - 165
- Brandjes J., 1999; Het gebruik van faunapassages langs waterwegen onder rijkswegen, experimenteel onderzoek - uitgangsfase; Dienst Weg- en Waterbouwkunde en Bureau Waardenburg, Delft/Culemborg
- Brandjes J. en G. Veenbaas, 1998; Gebruik van faunavoorzieningen langs watergangen onder rijkswegen in Nederland; DWW rapport nr P DWW-97, Delft
- Brandjes J., G. Veenbaas en G.J. Bekker, 1998; Uitbreidingen op het gebied van diersporenonderzoek met de 'papier-en-inkt-methode' DWW, Delft
- CROW, AVV & DWW, 1997; Richtlijn openbare verlichting natuurgebieden; Ede
- Jaarsma C.F. & F. van Langevelde, 1997; Right of Way Management and Habitat Fragmentation: An integral Approach with the Spatial Concept of the Traffic Calmed Rural Areas; In: Proceedings of the sixth international conference Environmental Concerns in Rights-of-Way Management; New Orleans 383 - 392
- Cuperus R., 1996; Voorlopig Handboek Natuurcompensatie; W-DWW-96-042, Delft

- Derckx, 1984; Eerste evaluatierapport van toestand en gebruik van dassenvoorzieningen rijksweg 73, baanvak Teerschedijk - Maasbrug. Vereniging Das & Boom; Beek-Ubbergen; 10
- Jongman R, 1995; Ecological Networks in Europe, congruent developments. In: special issue of *Landschap*; 95-3, 123-130
- Huijser M.P., 1997; Egels en verkeer: effecten van wegen en verkeer op egelpopulaties. DWW-ontsnipperingsreeks deel 35; DWW/VZZ; Delft/Utrecht
- Huijser M.P., 1998; Het voorkomen van doodgereden egels in relatie tot de samenstelling van het landschap. DWW-ontsnipperingsreeks deel 37; DWW/VZZ, Delft/Arnhem
- Linden P.J.H., 1997; A wall of tree-stumps as a fauna-corridor; In: Proceedings of the international conference on habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering, 17-21 September 1995, Maastricht and The Hague, the Netherlands, 409-417
- LNv (Ministry of Agriculture, Nature Protection and Fisheries), 1990; Nature Policy Plan, regeringsbeslissing; The Hague
- Madsen A.B. (1996); Otter lutra lutra mortality in relation to traffic and experience with newly established fauna passages at existing road bridges; *Lutra* (39/2), 76 - 90
- Molenaar, J.G. de, D.A. Jonkers & R.J.H.G. Henkens, 1997. Wegverlichting en natuur I: een literatuurstudie naar de werking en effecten van licht en verlichting op de natuur; rapport W-DWW-97-057, DWW Ontsnipperingsreeks deel 34; IBN Wageningen / DWW Delft
- Molenaar J.G. de & R.J.H.G. Henkens; Effectiviteit van wildspiegels: een literatuurstudie; IBN-DLO rapportnr 362; iov DWW/Delft 1 - 97
- Pfister H.P., V. Keller, H.Reck & B. Georgii, 1998; Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswegen; in *Forschung Strassenbau und Strassen verkehrstechnik*; Heft 756
- Piepers, A.A. G. and G.J. Bekker, 1993; Mitigating habitat fragmentation due to road infrastructure in the Netherlands. In: Proceedings of the fifth International Symposium on Environmental Concerns in Right-of-Way Management, Montreal
- Reijnen R., 1995; Disturbance by car traffic as a threat to breeding birds in the Netherlands. Thesis, Leiden
- Reijnen R., G. Veenbaas and R.B.P Foppen, 1995; Predicting the impact of motorway traffic on breeding bird populations. RWS- DWW Delft, IBN-DLO Wageningen
- Rijkswaterstaat, 1992; Mitigerende maatregelen voor de natuur aan het bestaande rijkswegennet; Delft
- Rijkswaterstaat directie Gelderland and Heidemij Advies, 1994; Van snippen en snippers, ontsnipperingsmaatregelen voor de natuur langs rijkswegen in Gelderland, Arnhem
- Rijkswaterstaat, Road and Hydraulic Engineering Division et al, 1995; Handreiking maatregelen voor de fauna langs weg en water, Delft, The Netherlands
- Rijkswaterstaat, Road and Hydraulic Engineering Division, 1997; Programmaplan Ontsnippering 1997 - 2001, Delft
- SETRA (le Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes), 1993; Pasages pour la grande faune, guide technique; Bagneux Cedex
- Sips H.J.J., 1994; Bestaande faunapassages van de rijksweg A7 in het Robbenoordbos; Bureau Waardenburg, rapport 94.48, Culemborg
- V&W (Ministry of Transport Public Works and Water Management), 1990; Second Transport Structure Plan; The Hague
- V&W (Ministry of Transport, Public Works and Water Management), 1997a; Beleids-effectrapportage 1996; The Hague
- Veenbaas G. & J. Brandjes, 1997; Versnippering door verkeerswegen en ontsnipperende

maatregelen; Groen (53) 9; 12-19

Verboom J. 1994; The effects of roads on the dispersal movements of animals: a
modelling approach; Rijkswaterstaat DWW Delft, programme report no. 23

Vries J.G. de 1999; Hedgehogs on the road: from research to practice; Lutra 42(1): 98-111

Wiertz J. 1991; De dassenpopulatie in Nederland 1960 - 1990; RIN 91/6, Leersum

オランダの自然環境保全における路傍空間の重要性

The significance of road verges for nature conservation in the Netherlands

ハンス・ト・フリース
運輸・公共事業・水利省
道路水理技術研究所
P.O. Box 5044, NL-2600 GA Delft,
The Netherlands
Fax: 31-152-518555
E-mail: j.g.dvries@dww.rws.minvenw.nl

要旨:

オランダの道路延長は 12 万 4,530km、陸地面積あたり道路延長は 3,700m/km² である。自動車専用道の合計延長は 3,143km で、自動車専用道の 24 時間交通量は、2 万台から 16 万台の間である。

オランダには、約 1590 万人の人口、1350 万頭の豚、420 万頭の牛、1 億羽のニワトリが生活しており、自然保護区は国土の 3.4% にすぎない。中でも、自然草地および二次的草地は合計しても 3,000ha に満たない状況で、貧栄養の草地を生息環境とする動植物は、1950 年代から、最も強く環境改変の影響を受けてきた。

一方で、道路路傍の面積を合計すると 5 万 9,000ha に上り、路傍延長と水路の水際延長を合計すると、オランダには延長 40 万 km の緑のネットワークが存在することになる。特に、自動車専用道の路傍は、幅が 10-50m、合計面積が 1 万 2,000ha ある。自動車専用道の路傍に対して、動植物の生態を考慮に入れた設計、施工、および維持管理を行うことで、植物種と昆虫類・鳥類・小型哺乳類などにとって、これらの空間が重要な生息環境として機能することが確認されている。

1. はじめに

オランダ国内で自動車の音を全く聞くことができない地域は、現在 2 か所しかない。オランダ東部に位置する 5,000ha の De Hoge Veluwe 国立公園と、北海に面するワデン海である (IKC, 1999)。オランダの道路網密度は世界でも最も高密度なもので、国土面積 33,883 km² に対して道路延長の合計が 124,530 km、国土面積あたりの道路延長は 3.7 km/km² である。自動車道路網は、合計延長 3,143 km (CBS, 1999) で、自動車道の 24 時間あたり交通量は 20,000~160,000 台である。

オランダは、人口密度が高く、国土を高度に利用している国である。人口は 1,590 万人で、人口密度は 465 人/km² である。一方で、1,350 万頭のブタ、420 万頭の乳牛、1 億羽のニワトリもこの国で生活している。自然保護区に指定されている面積は国土の 3.4% にすぎず、人口 1 人あたり面積は 89m² となる (CBS, 1999)。つまり、自然、空間、静けさは、オランダではいまや得ることが難しい価値なのである。オランダやその他のヨーロッパ諸国では、農業が自然環境を大きく改変してきた。現代的な高度化された農業経営では、農地には極めて少ない数の動植物種しか生存できない。穀物を生産している農地に隣接する場所には、非常に単調で、生物多様性の低いランドスケープしか見られなくなっている。畑や牧草地における大量の肥料の使用と化学的除草剤の使用が、野生植物の生育を許さない。高度化された農業が行われている区域では、保全に値する自然的要素は全体面積の 2% 未満と報告されている。一方で、自然度の高い自然保護区は、先に述べたように、国土面積の極めて小さい部分でしかない。自然草地と半自然草地は、合計しても 3,000ha 未満、現代的な牧草地を含めた草地全体の 0.5% でしかない。生産効率の低い営農方法が用いられていた時代の生物群集、特に、貧栄養の自然草地の植物が 1950 年代以降最も危機的な状態にある。オランダの、標高が比較的高い環境に生育する植物群集は、西ヨーロッパおよび中央ヨーロッパ全体の中でも、最も危機に瀕している群集

の一つである。

農業に加えて、道路と交通も、自然環境に広く影響を与えている。高い道路網密度と交通量の多さによって、特に、生息環境の分断と動物の生活の攪乱の形で悪影響が発生している。

経済活動を目的とした土地利用が進み、人口密度が高いオランダのような国では、あらゆる土地の高度利用が重要となる。オランダの全ての道路の路傍空間面積を合計すると 59,000ha に上り、これは、現存する自然保護区面積の 42% に相当する。面積の広い国においては路傍空間の重要性は意識されないであろうが、国土の 70% が非常に高度化された農業に利用されているオランダでは、多くの場合、路傍空間や堤防法面にしか自然的環境が残存していないのである。路傍空間と水路の水際空間は、国全体で総延長 40 万 km の「みどりの血管」ネットワークを形成している重要な空間である。この中で、自動車道の路傍空間の合計面積は 12,000ha で、道路の両側に幅 10~50m の幅で存在するこの空間は、動植物にとって特に重要である。路傍空間の適切な設計、整備、維持管理を行うことにより、生態的なポテンシャルを最大限発揮させ、特に、植物種と小型の動物が、こうした生態的管理を行った路傍空間を利用できるようにすることが重要である。

2. 「自然政策計画」における路傍空間の位置づけと重要性

オランダにおける国土生態系ネットワークの考え方は、「自然政策計画」(農業・自然管理・水産省、1990) に詳しく記述されている。国土生態系ネットワークは、既存の大規模な自然保護区をコアエリアとし、将来自然環境を回復・創出するべき区域を自然創出区域として、その位置・区域を図示している。これらの大型の自然地の間に、生態的コリドーが計画されている。生態的コリドーは、いくつものコアエリア間で、生物種の分布域の拡大、移動、交流を可能にする区域あるいは構造物と記述されている。コリドーの形状は、連続した帯であったり、様々な規模の飛び石状であったりすると考えられる。コリドーの形状は、また、ターゲットとする動物種(群)の個体の大きさにも依存する。生態的コリドーは、国、州、および地域レベルの、3つの異なるスケールレベルで実現されるべきものである。国レベルの構想である国土生態系ネットワーク計画では、国レベルの生態的コリドーを、カワウソ (*Lutra lutra*)、アナグマ (*Meles meles*)、アカシカ (*Cervus elaphus*)、ウミマス (*Salmo trutta trutta*)、ニジマス的一种 (*Salmo trutta fario*) サケの一種 (*Salmo salar*) をターゲットとして計画、図示している。

さらに、「自然政策計画」では、生態的コリドーについて、以下のように述べている。

「生態的コリドーの計画区域において、連続的な自然地を、保全、回復、あるいは創出によって確保することに努める。計画区域は、多くの場合、水運や利水といった、自然環境以外の機能を主目的とする空間に設定され、小規模な自然的要素や景観形成要素が存在するような場所である。生態的コリドーの整備に当たっては、こうした小規模な要素を整備の手がかりとして活用し、できるだけ連続的なコリドーを形成することとなる。さらに、水路や路傍空間に隣接した土地を活用して望ましいコリドー環境を形成し、現存要素の将来的な活用を待つことも可能である。また、空き地も、生態的コリドー形成の重要なスタートポイントとなり得る。国土生態系ネットワーク計画図に示された国レベルの生態的コリドーだけでなく、州レベルおよび地域レベルの生態的コリドーも重要なのである。」

自然政策計画のもととなった「自然創出に関する踏査調査」(Ministry of Agriculture, Nature Management & Fisheries, 1988) では、似たようなタイプの自然環境は可能な限り連結させることが望ましいとしている。ここで述べた「連結」は、これらの自然地の間に、带状、あるいは飛び石状の生態的回廊を整備することにより実現できる。拠点(コアエリア)に生息する生物種は、それぞれが様々な生息条件を必要とするため、現実には、コリドーの形状に応じて、移動可能な種が限られてしまうことは避けられない。

同書はまた、特定のタイプの生態的コリドーの提言において、特に路傍空間の活用を意識している。たとえば、湧水が見られる場所における自然創出の可能性を検討した部分では、草地、

低木林など様々な陸域の生態系を道路や法面に創出して乾性の要素を加えることを勧めている。また、泥炭地における自然創出については、運河・道路などインフラとして整備された水路や溝を活用して、小規模な自然創出を行うことを勧めている。さらに、総括として、あらゆる種類の水路および路傍空間が、水域あるいは陸域の生態的コリドーとして果たすべき重要な役割を指摘している。

ネットワークの構造を表現するため、生態的コリドーの規模の大きさや重要性に応じて、「arteries」「veins」「capillaries」の用語が用いられている。運河や路傍空間のネットワークは比較的規模が大きく延長が長いものであるから、これらを生態的コリドーとして整備することは極めて重要である。

3. 植物相から見た路傍空間の重要性

1950年代および1960年代には、路傍空間への植栽や、路傍空間における自然植生の導入といった観点は、路傍空間の維持管理に存在しなかった。もっぱら、平らで単調な芝生地が好まれ、1年に7回の草刈りが行われていた。路傍空間が動植物の生息環境として機能するという可能性については、全く意識されていなかった。しかし、1970年代には、公共事業・水利局が、路傍空間における自然環境の育成の可能性に着目した。今日では、生態的な維持管理が自動車道の基本方針となっている。

現在では、土壌タイプに応じた草地植生を育成している個所では、年に1, 2回だけ草刈りを行い、刈草は除去している。これは、自然草地において行われていた、伝統的な農法を模した手法で、こうした管理により、かつては多くの場所で見られた、花畑草地が形成される。生態的な維持管理手法を確立するに当たって、路傍空間に現存する植物相を把握するために、オランダの路傍2,500カ所以上において植生調査が行われた (Sykora *et al.*, 1993)。この調査により、オランダの在来植物種780種が路傍空間に生息していることが判明した。これは、オランダで見られる全植物種数の半分以上である。路傍空間は、特に、かつて農地に生育していた植物種にとって重要な生息地であり、これらの種は現在多くの場所で、農地には出現しなくなっていることがわかった。路傍空間に見られる希少種のかずは極めて少ないものの、一方で、ほとんど路傍空間でしか発見されない希少種も存在する。路傍空間で確認された植物種全種のうち、159種 (オランダの植物種の10%) は、路傍空間を好んで利用し、路傍空間以外では生息適地をほとんど見いだせない植物種である。

南オランダ州において自然植生の回復を継続的に調査した結果、郊外における自然環境の質が、現在もなお低下しつつあることが明らかとなった。しかし、同調査において、自然植生の回復を促すような管理手法をとった路傍での調査結果では、植生の自然度の低下は見られなかった (Den Held *et al.*, 1993)。また、A12自動車道に沿った最近の調査では、隣接する農地に比べ路傍空間の植物相の方がはるかに豊かであることがわかった。出現する植物種数を平均すると、路傍空間では32.7種、隣接する農地では11.5種の植物種であった (Bonte *et al.*, 1997)。

オランダは平らで標高が低いため、排水を目的とする水路が極めて高密度に掘削されている。また、道路に沿って、路傍に接して排水路が掘られている。場合によっては、こうした路傍の水路に、湧水や、貧栄養の水質に依存する自然度の高い植生が発達することがある。こうした場合、道路に隣接する土地利用が極めて重要である。なぜなら、路傍水路は地域の水管理計画の一部に含められており、隣接する農地を乾燥した状態に保つための排水機能が路傍水路にも求められ、水路内に水草が繁茂し排水を阻害することは望まれないからである。

実際には、自動車道に隣接して、多様な種からなる水生植物群落や水辺の植物群落が発達していることが多く、干拓地の水路と路傍水路には、ほとんど同じような植物群落が見られる。湧水があることを示す、スギナ的一种 (*Equisetum fluviatile*) や ミクリ的一种 (*Sparganium emersum*)が見られる個所も多い。また、貧栄養の環境を指標する シャジクモ (*Characeae*, *Charophyta*)やミズハコベ属的一种 (*Callitriche obtusangula*)も見られる。路傍水路は湧水依存植物群落を維持するだけの水質に恵まれる場合もあるが、それでも道路表面からの流入水の影響を受けていると考えられる。そこで、表流水は、一時的に貯留・浸透湿地へ導水することで、特に低濃度の重金属による地下水汚染を防ぐことができる。こうした創出湿地は、地域の自然

をさらに豊かなものにすることにも役立つ。一方、平常時は乾燥している水路も小型動物の隠れ場所として重要な機能を果たしている。路傍空間における自然創出の経験と水路の生態的価値が政策レベルで認められてきたことによって、今後、路傍水路の自然的価値をさらに改善する機会が増えると考えられる。

4. 動物相にとっての路傍空間の重要性

動物相とインフラストラクチャーとの間には、2つの関係がある。ひとつには、道路は、草地の鳥や森林の鳥など、周辺に生息する動物の生活を攪乱する。攪乱に関する知見に基づいて、影響を予測したり、場合によっては、路傍や隣接地の整備・管理を通して、影響を軽減したりすることが可能である (Reijnen, 1995)。たとえば、騒音発生が少ない舗装材を採用したり、防音施設を設置したりすることで実現可能である。また、動物の交通事故死が多い個所における対策も可能である。また、一方では、路傍空間は、動物にとって非常に重要な生息環境となることができる。路傍空間の植物相に比較して、動物相の調査はあまり体系的には実施されてこなかったため、様々な動物類に対する路傍空間の重要性を全国的に把握することは不可能である。しかし、これまでのところ、路傍空間には、驚くほど多様な種が生息しており、多くの場合重要な生息環境自体が路傍空間に形成されていることが明らかとなっている。

無脊椎動物では、特にチョウ類に関する研究が数多くなされている。オランダに生息するチョウ類 66 種のうち、国内では絶滅の危機に瀕しているシジミチョウの一種 (*Aricia agestis*) やジャノメチョウの一種 (*Hipparchia semele*) を含む 30 種以上が、自動車道の路傍で確認されている。チョウ類のうち、より普通に見られる種、移動能力の高い種もまた路傍で確認されている。チョウ類の生息環境条件はかなりよく知られているので、路傍空間の維持管理にこうした条件を取り入れやすい (Siepel *et al.*, 1997)。

また、路傍空間に形成される、開放的で草丈の短い乾燥した貧栄養草地植生は、バッタ類やコオロギ類 (*Orthoptera*) にとっても非常に重要な生息環境である。これらのグループに含まれる 40 種あまりの生息種のうち、路傍空間では少なくとも 34 種が確認されている。生息を確認した中には、比較的希少な種の確認記録が驚くほど多い。例えば、コオロギの一種 (*Metrioptera roeselii*) の国内における観察記録のうち 3/4 以上が路傍空間での記録である。

Wieringermeer 干拓地を通る自動車道 A7、州道、ならびに農地の畦部分における昆虫類の調査結果では、幅の広い自動車道の路傍における節足動物相が、その他の環境よりもはるかに多様性に富んでいることが明らかとなった (Tamis *et al.*, 1998)。

爬虫類も路傍空間で頻繁に見られるが、実際には、路傍よりも、燥して比較的暖かい鉄道の線路際の方が好まれるようである。また、路傍空間の中でも、幹線自動車道の路傍よりも、規模の小さな自動車道や一般道の方が、爬虫類の生息環境として適しているように見える。オランダに生息している爬虫類 7 種のうち 6 種は絶滅の危機に瀕しているため、自然環境を補完する路傍空間への期待は大きい。

哺乳類については、ネズミ類 8 種をはじめ、様々な種が路傍空間で確認されている。オランダの農家にとって悩みの種であったハタネズミ (*Microtus arvalis*) にとって、路傍空間は最適な生息環境である。これは、ほとんどハタネズミに依存しているチョウゲンボウ (*Falco tinnunculus*) がよく道路際で見られることからわかる。鳥類の場合は、路傍空間は特に摂食場所として重要である。ホシムクドリ (*Sturnus vulgaris*)、ミヤマガラス (*Corvus frugilegus*) および様々なカモメ類が、時には大群となって路傍の草地で確認されている。また、小鳥にとっては、路傍空間に生息する豊富な無脊椎動物が餌となる。しかし不幸にして、路傍空間は鳥類にとっての脅威ともなり得る。推計では、毎年 2,3 百万羽にのぼる鳥類が自動車との衝突により死亡している (Tempel, 1993)。メンフクロウ (*Tyto alba*) 等の種に対しては、路傍空間のせいで個体群が消滅の危機に瀕していると考えられている。草刈り頻度を増やすなどの対策により、こうした種のロードキルを減らす努力が行われている。

5. 生態的回廊としての路傍空間の重要性

路傍空間には、自然度の高い自然環境を形成することができる。自然環境やランドスケープに対してインフラストラクチャーが与える悪影響は明らかであるが、自然環境形成の可能性は良い方の影響を与えることが可能である。路傍空間についてこれまで実施された調査結果によれば、現在にもまして積極的な自然環境形成が実現できるはずである。すなわち、自然環境とランドスケープの創出に重点を置いた路傍空間の整備・管理を行うことによって、隣接する地域の自然環境をさらに豊かにすることが可能なのである。また、路傍空間の自然環境形成によって、動物の移動空間としてだけでなくおそらく植物の分布拡散にも貢献する生態的コリドーとして機能し、様々なレベルの生態系ネットワークの実現に貢献することができる。

これまでのところ、公共事業・水利局は、インフラによる生息環境の分断を解消すること、特に道路のバリアーとしての影響の解消に重点を置いて事業を実施している。こうした取り組みは、動物の横断施設を自動車道に設置し、道路建設によって消失する自然的価値のミティゲーションの実施を一般化するなど、重要な成果を上げてきた。今後、さらに総合的で生き物に配慮した道路建設を進めるため、道路周辺のランドスケープを含めた検討を行い、自然環境に対して路傍空間が貢献すべき機能、貢献できる機能の実現を目指すことが基本方針となるであろう。例えば、路傍空間の管理手法を決定する際に地域の動物相を把握して、路傍空間がこれらの種の生息環境や移動ルートとなり得るよう考慮することが今後一般的になると考えられる。

オランダ政府は、今後 20 年間のうちに、国土生態系ネットワークの生態的コリドーを数万 ha 整備・確保する計画である。国レベルの生態的コリドーは、数多くの個所で、幅数十メートルから数百メートルある道路と交差する。こうした大規模な交差個所においては、小規模な動物横断施設を建設するだけでなく、道路の両側の生態系をできる限り連続させるようにすることが課題であり、義務でもある。こうした課題に対しても、路傍空間は重要な役割を果たせるのである。

6. 結論

道路および交通は、自然環境に対して大きな影響を与える。新しい道路を建設する際には必ずランドスケープに対する悪影響が発生すると考えるべきである。自然環境保全の観点からいえば、新しい道路の建設は望ましくない。また、残存している自然地内では、既存道路の閉鎖を奨励するべきである。世論は良質なインフラストラクチャーを求めているのであり、これに応えるため、道路はランドスケープの中に可能な限りうまくおさまるように建設されるべきである。既存の道路をこういった観点から見直すと、改善すべき余地は大きいのである。

路傍空間には相当高い自然度を回復することができることが明らかとなった。ただし、この自然度の高さは、周辺環境の自然度と比べた場合の相対的なもので、隣接する土地の生態系が破壊されていることの裏返しを意味している。自然環境とランドスケープがオランダほどには破壊されていない国では、路傍空間への関心は極めて低いか、全くない。

オランダでは、ほとんどの路傍空間が、植物相の多様性や自然度が極めて低い農地に囲まれており、粗放的な農業のもとで半自然的に存在していた植生タイプは、今や路傍空間にしか残存していないのである。したがって、オランダの自然環境保全における路傍空間の価値は高い。

ただし、路傍空間では発見されない希少種も数多くある。これは、路傍空間が定期的、継続的に攪乱され、エッジ効果も大きく、これらの希少種の生息環境条件が持続的に維持されないからである。従って、路傍空間は、大規模な自然保護区が持つ機能の代わりを努めることはできない。自然環境保全の重点は、まずこうした大規模な自然保護区に向けられるべきである。しかし一方で、自然保護区だけに自然環境保全を任せることもできない。その理由の一つとして、人間の日常生活圏においても、生態的な価値を最大限に発達させるべきであることが挙げられる。この人間生活への近接性と、路傍空間の高い生態的価値を根拠として、今後、路傍空間における適切な維持管理の実現へ多大な努力が払われることとなるであろう。例えば、路傍空間を活用して、道路の建設と供用によって破壊された生態的価値を補償する可能性も検討さ

れると考えられる。

References

CBS, 1999. Statistical Yearbook 1999. Central Bureau for Statistics. Voorburg/Heerlen

De Bonte, A.J., E. Hazebroek, L.C. van den Hengel, P.J. Keizer, K.V. S_kora & J.H.J. Schaminée, 1997. The botanical quality of road verges in the agricultural landscape: Background report of the method for valuing road-verge vegetation; list of road-verge plants and comparison of herbaceous road verges to the hinterland. (Dutch) Report no. W-DWW-97-092, Road & Hydraulic Engineering Division, Delft

Den Held, A.J. den, A. van Heerden, K. van Herk, L. Jalink & K. Mostert, 1993. The vegetation of South Holland in 1976-1991. (Dutch) Province of South Holland, The Hague.

IKC, 1999. Sketchbook: the Netherlands from three points of view: biodiversity, peoples desires, distinctiveness-identity. (Dutch) Information and Knowledge Centre for Nature, Wageningen

Ministry of Agriculture, Nature Management & Fisheries, 1988. Nature development: An exploratory study. (Dutch) SDU, The Hague

Ministry of Agriculture, Nature Management & Fisheries, 1990. Nature Policy Plan, Governmental Decision. (Dutch) Government printing and publishing house SDU, The Hague

Reijnen, R. 1995. Disturbance by car traffic as a threat to breeding birds in The Netherlands. PhD Thesis, Rijksuniversiteit Leiden

Siepel, H., F.A. Bink, D.C. van der Werf, F. Maaskamp & R. Smallegange, 1997. BERMVLINDER, ('ROAD-VERGE BUTTERFLY') An expert system for the butterfly-friendly road-verge management of motorways. (Dutch) Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen & DWW, Delft

S_kora, K.V., L.J. de Nijs & T.A.H.M. Pelsma, 1993. Plant communities of road verges in the Netherlands. (Dutch) Publishing House of the Royal Dutch Natural-Historical Society (KNNV), Utrecht

Tamis, W.L., K.J. Canters, R.J. van der Poll & J.H. Donner, 1998. Movements of insects in crop-field areas. (Dutch) CML report no. 142. Rijksuniversiteit Leiden, CML, Leiden.

Tempel, R. van den, 1993. Bird victims of road traffic. (Dutch) Bird Protection Netherlands, Road & Hydraulic Engineering Division, Delft.

The significance of road verges for nature conservation in the Netherlands

オランダの自然環境保全における路傍空間の重要性

Hans de Vries

Ministry of Transport, Public Works
& Water Management, Directorate-
General of Public Works & Water
Management, Road & Hydraulic
Engineering Division

P.O. Box 5044, NL-2600 GA Delft,
The Netherlands

Fax: 31-15-2518555

E-mail: j.g.dvries

@dww.rws.minvenw.nl

1. Introduction

In the Netherlands, there are now only two areas where car traffic cannot be heard, i.e. in De Hoge Veluwe National Park – an area of some 5,000 hectares in the east of the country – and the Wadden Sea, a saltwater tidal area bordering the North Sea that largely dries out at low water (IKC, 1999). The Netherlands has one of the most dense road networks in the world: with a surface area of 33,883 km², it accommodates 124,530 km of roads, which is equivalent to about 3.7 km of road per km² of land. The motorway system has a total length of 3,143 km (CBS, 1999); traffic intensity on Dutch motorways varies from 20,000 to 160,000 motor vehicles per 24 hours.

The Netherlands is a densely populated, intensively used country. It has 15.9 million inhabitants (465 per km²), 13.5 million pigs, 4.2 million cows and 100 million chickens. Some 3.4% of the land is nature reserve, which corresponds to 89 m² of nature reserve per inhabitant (CBS, 1999). Nature, space, and peace and quiet are scarce commodities in the Netherlands. In the Netherlands and other European countries, agriculture has had a highly adverse effect on nature. Under modern, intensive agricultural operations, only a very small number of species can survive. Areas with adjacent crop-cultivation fields make up the most monotonous and species-poor landscapes. In modern crop fields and grasslands, intensive fertilisation and the use of chemical herbicides have left little room for wild plants. In intensively cultivated agricultural areas, usually less than 2% of the total surface area is made up of nature elements that are worth protecting; often, this figure is as low as a few tenths of a percent. Only a very small part of the surface area of the Netherlands still comprises high-grade nature reserve. The surface area of natural and semi-natural grasslands is estimated at less than 3,000 hectares, or 0.5 % of the total surface area of grassland. Living communities that used to be managed extensively and produced only a small yield have deteriorated the most. Species living in nutrient-poor meadow-lands have deteriorated the most since 1950. Plant communities of habitats situated on high ground are some of the most endangered in Western and Central Europe.

The effects of roads and traffic on nature in the Netherlands have also been far-reaching: both the extent and density of the road system and the intensity of traffic have taken their toll. Adverse effects on nature occur especially in the form of habitat fragmentation and the disturbance of fauna.

In a country where the land is so intensively used and so many people live close together, there is a need to make optimum use of each square metre of land. There are approximately 59,000 hectares of road verge in the Netherlands, representing a surface

area 42% of the size of that of nature reserves. Although road verges have hardly any significance in (most) countries with enough space, this is not the case in the Netherlands. Because 70% of Dutch land is used for very intensive agriculture, in many areas, road verges and banks are the only places that still provide nature values. Road verges and ditch banks form a 400,000 km long network of 'green veins' spreading across the country. The size of the verges of motorways (12,000 hectares) makes them especially important. A width of 10–50 m on each side of a long road provides room for flora and fauna. The proper design, creation and management of road verges are important factors in making optimal use of ecological potentialities. Especially flora and small animals can profit from ecologically managed road verges.

2. Significance of road verges in nature policy

The Nature Policy Plan (Ministry of Agriculture, Nature Management & Fisheries, 1990) details the concept of the ecological main structure (EMS) of the Netherlands. The EMS comprises existing, larger nature reserves – referred to as core areas – and nature reserves yet to be developed; the latter are designated as nature development areas. Between these larger nature areas, connection zones have been planned. Such zones are described as areas or structures allowing for the expansion, migration and exchange of species between various core areas. They can have the shape of connecting corridors or of 'stepping stones' of different sizes. The shape also depends on the size of the (groups of) animal species. The establishment of connection zones must occur at three scale levels, i.e. the national, regional and local level. The connection zones included in the plan have been defined at a national level for the otter (*Lutra lutra*), badger (*Meles meles*), red deer (*Cervus elaphus*), sea trout (*Salmo trutta trutta*), brown trout (*Salmo trutta fario*) and salmon (*Salmo salar*).

The Nature Policy Plan further states: "Policy is focused on maintaining the connection possibilities within the connection zones indicatively marked on the map, or restoring or developing the same. The zones are largely located in areas with other main functions, but incorporating smaller nature areas and landscape elements. These will then as much as possible make up the basis of the (continued) development of these connection zones. In addition, connections can be realised near existing waterways and road verges; their configuration and design can be focused on the connection zones to be. Also leftover corners form a good starting point in this regard. In this context, the important thing is not only the connection zones shown on the map of the Ecological Main Structure (EHS) and recognisable at a national level, but also the connection zones at regional and local levels."

The basic document for the Nature Policy Plan – 'Nature Development: an Exploratory Study' (Ministry of Agriculture, Nature Management & Fisheries, 1988) – states that in as far as such is desirable and possible, comparable areas must be interconnected. This can be realised by developing connection zones, corridors or stepping stones between (core) areas. A certain filtering effect of the connection structures is unavoidable, since the requirements formulated by the various species that make up a living community can only be partly realized. In addition, these requirements may be contradictory.

In some sections, the description of certain types of ecological zone refers specifically to road verges. For instance, the section on the development possibilities for the area of rising groundwater indicates that along roads and dikes in a general sense, it is possible to develop the more terrestrial component of all sorts of systems (i.e. the grassy component, bush and small woods), and it makes recommendations for this. The section on the

development possibilities for the peat area states: "For small-scale nature development, waterways can be used, especially those of an infrastructural nature." The final conclusions again point out the important role that all sorts of waterways and road verges can play as the support framework for wet and dry connection structures.

There is, therefore, wide consensus in the government's policy that the general realisation of ecological main structures should be sought. Its planning then distinguishes between stepping stones, zones and corridors. The shape of such structures differs widely. A corridor is defined as a continuous, elongated zone of a limited width. Stepping stones make up a non-continuous spatial structure. The current lingo uses the words 'arteries,' 'veins' and 'capillaries' to clarify the structure of the green network. In view of the (relatively) very large length of the system of verges and ditches, the co-use of road verges and ditches in realising an ecological structure is an important strategic choice.

3. Significance of road verges for flora

In the 1950s and 1960s, the embellishment of the landscape of planted road verges or verges incorporating wild flora was less intensely represented in the management of road verges (the norm was smooth, flat verges – 'green lawns' – which were mown seven times a year). There was no recognition of any possible function of road verges as the habitat for plants or animals. In the 1970s, however, the Public Works Department realised that road verges can accommodate valuable forms of nature, which under effective management can continue to develop. Today, such ecological road-verge management is the policy basis for motorway verges.

Depending on the type of soil, locations with herbaceous vegetation are now cut only once or twice a year, and the hay is removed. This imitates the old-fashioned agricultural use of meadow-land, and leads to flowery grasslands – a phenomenon that used to be quite common. In order to gain an insight into the flora present on road verges, more than 2,500 relevés were made of Dutch road verges (Sýkora *et al.*, 1993). These relevés revealed the presence of 780 native plant species, representing more than half of all species of Dutch flora. Road verges are especially important for agrestal plants, which at many locations have disappeared from the fields. Relatively speaking, there are only a few really rare species present on road verges, although there are some rare species that are found virtually only on road verges. Of all road-verge plants, 159 species (10% of all plant species found in the Netherlands) prefer road verges, outside of which they find no or hardly any suitable living conditions.

A periodic measurement of the development of wild flora in the Province of South Holland revealed that nature qualities in the rural area had further decreased. The value of the vegetation of roadside verges, however, had not decreased, a phenomenon associated with the road-verge management applied there (Den Held *et al.*, 1993). Recent investigation along the A12 motorway (which crosses the Netherlands from east to west) showed that road-verge vegetation was much richer in species than the agriculturally used hinterland near it. On average, 32.7 species were found on test sections of road verges, as opposed to 11.5 in the hinterland (Bonte *et al.*, 1997).

Since the Netherlands is a flat, low-lying country (much of its land is even below sea level), ditches have been dug at very many places in order to drain superfluous water. There are also ditches alongside many roads, and these are often in or immediately adjacent to the verge. In certain circumstances, these road-verge ditches can accommodate valuable vegetation with plant species that can indicate rising groundwater or clean flowing water. In this context, the situation of the hinterland is of much importance, since

in many cases road-verge ditches are part of the local water economy. In such a situation, often the main function of a road-verge ditch is to drain water in order to keep the agricultural grounds dry. The economic significance of these ditches means that they must function effectively, i.e. there may not be too much growth in them.

Many places alongside motorways appear to support water and bank vegetation types that are rich in species. Polder ditches and road-verge ditches are also very similar as far as their vegetation is concerned. At various places there are indicators of rising groundwater, such as water horsetail (*Equisetum fluviatile*) and unbranched bur reed (*Sparganium emersum*). Also, there are such indicators of fresh water as stoneworts (*Characeae*, *Charophyta*) and blunt-fruited water-starwort (*Callitriche obtusangula*). In some road-verge ditches there is a potential water quality that can accommodate special vegetation that is dependent on rising groundwater. However, the quality of this water is partly reduced by the influence of the road. Before it gets into the groundwater, this water could be purified in a constructed run-off filtering wetland. This method works well for heavy metals (also in low concentrations). Furthermore, a constructed wetland can accommodate important, extra nature values. Also dry ditches (and ditches that periodically dry out) can be important as cover for small animals. With the experience gained from projects that involve developing nature values alongside roads and the markedly increased attention in policy for the ecological values of ditches, there are good opportunities to develop more nature values in road-verge ditches.

4. Significance of road verges for fauna

There are two aspects to the relationship between infrastructure and fauna. On the one hand, there is the disturbing influence of roads on the fauna in the surroundings, for instance, on meadow and forest birds. Armed with this knowledge, it is possible to predict and (where possible) reduce the effects of a road when configuring and managing verges and parts of the hinterland (Reijnen, 1995). This can, for instance, be accomplished by applying quieter road surfaces or installing anti-noise facilities. It is also possible to find solutions to the problem of high numbers of animal traffic-victims found in some areas. On the other hand, road verges can be very important for animals. The fauna on road verges has been less systematically studied than the flora, so there is no complete national picture of the significance of road verges for the various animal groups. What is known, however, is that there is a surprising variety of species present, often due the existence of valuable biotopes.

Of the invertebrates, butterflies have been well studied. More than 30 of the 66 species of these butterflies in the Netherlands were found at various places on the verges of motorways throughout the country, including various (in the Netherlands) endangered species, such as the brown argus (*Aricia agestis*) and grayling (*Hipparchia semele*). However, the more general and mobile species of this group are also found on road verges. Since much is known about their habitat requirements, the management of road verges could take butterflies better into account (Siepel *et al.*, 1997).

Road verges appear to be surprisingly important for grasshoppers and crickets (*Orthoptera*). The presence of open, short, dry, nutrient-poor herbaceous vegetation undoubtedly plays a large role in this. No less than 34 of the 40 plus species found in the Netherlands are also found on road verges, including a strikingly large number of relatively rare species. For example, more than three-quarters of all observations of Roesel's bush-cricket (*Metrioptera roeselii*) – a fairly common species in the Netherlands – are made alongside the country's roads.

A study into the presence of insects on the verges of the A7 motorway, a provincial road and crop-field edges in the Wieringermeer polder (a monotonous, crop-cultivation field area), showed that the relatively wide verges of the motorway had in all respects a much richer arthropod fauna than the other, narrower verges and the crop-field edges (Tamis *et al.*, 1998).

Also various reptile species feel at home on the verges of Dutch roads, although they prefer the dry and relatively warm verges of railways. The verges of minor motorways and byroads appear to be much more significant than those of major motorways. Since six out of seven of the reptile species found in the Netherlands are registered as endangered, road verges have an important, supplementary nature function for this group.

Various mammal species are found on road verges, including eight mouse/shrew species. For the field mouse (*Microtus arvalis*) – which used to be the scourge of agriculture in the Netherlands – road verges make an ideal biotope. The general occurrence along roads of the kestrel (*Falco tinnunculus*) – which preys almost exclusively on field mice – is a fine illustration of this. For birds, road verges are especially valuable as a foraging area. The starling (*Sturnus vulgaris*), rook (*Corvus frugilegus*) and various species of seagull (*Laridae*) can be observed on herbaceous verges, sometimes in large groups. Invertebrates are a rich source of food for many species of song birds. Unfortunately, Dutch road verges also present a potential danger to birds: large numbers are killed by traffic, estimated as many as a couple of million each year (Tempel, 1993). For some species, such as the dark-breasted barn owl (*Tyto alba*), road verges are a threat to the survival of the Dutch population. Focused measures – such as more frequent mowing of the vegetation – are aimed at reducing the risk of traffic kills.

5. Road verges as connecting elements

Road verges can accommodate relatively high nature values. Given all the adverse effects of infrastructure on nature and landscape, this is clearly a positive aspect. However, more can be done with the knowledge gained concerning the potential of such verges. The reason for this is that management and configuration focused on nature and landscape produce possibilities for the further development of existing nature values. The optimisation of nature values on road verges could lead to the better use of their function as a conduit or corridor for fauna, and perhaps also for flora. This would allow verges to play a larger role as connection strips, and thus contribute to the development of an ecological network at various spatial levels. So far, the activities of the Public Works Department have been strongly focused on counteracting fragmentation caused by infrastructure, especially by reducing the barrier effect of roads. This has already produced important results: fauna provisions have been realised along highways, and compensating for lost nature values has started to become increasingly accepted in actual practice. A more integrated, ecological approach to roads takes more account of the surrounding landscape and operates from a perspective in which the (potential) functions of road verges for nature – and also for other aspects, such as environmental hygiene and the landscape – plays a role. Part of this involves taking the fauna and the adaptation of the road-verge management into account.

In the coming twenty years, the Netherlands will realize tens of thousands of hectares of ecological connection zones as part of the Ecological Main Structure. These zones will cross roads at many places, sometimes over a width of tens of metres and sometimes over a width of hundreds of metres. It is a task and a challenge to create not just narrow fauna passages at these places, but to try to connect the ecosystems on each side of the road as

well as possible. In this context, road verges can play an important role.

6. Conclusion

Roads and traffic have a highly adverse effect on the environment. Each new road must in the first instance be regarded as a damaging intervention in the landscape. From a nature protection point of view, it is undesirable to construct new roads. In nature areas, the closure of existing roads should be encouraged. Given society's need for good infrastructure, roads must be fitted into the landscape as well as possible. In this respect, existing roads could do with considerable improvement.

In the present landscape, road verges can have a high nature value. Such value is only relative, however, and is strongly related to the ecological destruction of the major part of the hinterland. In countries where the loss of nature and landscape is less serious than in the Netherlands, there is no or only very little interest in road verges.

In the Netherlands, many road verges are surrounded by intensively managed agricultural landscape with very low botanical values. The verges are the last refuge for extensively managed, semi-natural vegetation types and thus make an important contribution to nature protection in the Netherlands.

Many rare species are not found on road verges, because the verges are continually disturbed, there are many edge influences, and the sustainability of ecologically valuable situations on them is never assured. Such verges can therefore never take over the function of large nature reserves. Therefore, attention must in the first place go to such nature areas. The limitation of nature protection to nature areas alone, however, is not sufficient. Also in the immediate surroundings of man, optimal ecological quality must be sought. The ecological significance of road verges in the Netherlands justifies great efforts towards correct management, also in this context. For instance, it is possible to do something to compensate for the ecological values that were destroyed in the construction and maintenance of roads.

References

CBS, 1999. Statistical Yearbook 1999. Central Bureau for Statistics. Voorburg/Heerlen

De Bonte, A.J., E. Hazebroek, L.C. van den Hengel, P.J. Keizer, K.V. Sýkora & J.H.J. Schaminée, 1997. The botanical quality of road verges in the agricultural landscape: Background report of the method for valuing road-verge vegetation; list of road-verge plants and comparison of herbaceous road verges to the hinterland. (Dutch) Report no. W-DWW-97-092, Road & Hydraulic Engineering Division, Delft

Den Held, A.J. den, A. van Heerden, K. van Herk, L. Jalink & K. Mostert, 1993. The vegetation of South Holland in 1976-1991. (Dutch) Province of South Holland, The Hague.

IKC, 1999. Sketchbook: the Netherlands from three points of view: biodiversity, peoples desires, distinctiveness-identity. (Dutch) Information and Knowledge Centre for Nature, Wageningen

Ministry of Agriculture, Nature Management & Fisheries, 1988. Nature development: An

exploratory study. (Dutch) SDU, The Hague

Ministry of Agriculture, Nature Management & Fisheries, 1990. Nature Policy Plan, Governmental Decision. (Dutch) Government printing and publishing house SDU, The Hague

Reijnen, R. 1995. Disturbance by car traffic as a threat to breeding birds in The Netherlands. PhD Thesis, Rijksuniversiteit Leiden

Siepel, H., F.A. Bink, D.C. van der Werf, F. Maaskamp & R. Smallegange, 1997. BERMVLINDER, ('ROAD-VERGE BUTTERFLY') An expert system for the butterfly-friendly road-verge management of motorways. (Dutch) Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen & DWW, Delft

Sýkora, K.V., L.J. de Nijs & T.A.H.M. Pelsma, 1993. Plant communities of road verges in the Netherlands. (Dutch) Publishing House of the Royal Dutch Natural-Historical Society (KNNV), Utrecht

Tamis, W.L., K.J. Canters, R.J. van der Poll & J.H. Donner, 1998. Movements of insects in crop-field areas. (Dutch) CML report no. 142. Rijksuniversiteit Leiden, CML, Leiden.

Tempel, R. van den, 1993. Bird victims of road traffic. (Dutch) Bird Protection Netherlands, Road & Hydraulic Engineering Division, Delft.

道路空間を利用した生態系ネットワークの構築の可能性

A possibility of establishing the Ecological Network using road space

大西 博文¹
建設省土木研究所
環境部交通環境研究室 室長
305-0804 茨城県つくば市大字旭 1
Fax: 81-298-64-7183
E-mail: ohnishi@pwri.go.jp

小根山 裕之²
東京大学生産技術研究所

1. はじめに

近年、道路整備をすすめる際には身近な生態系の保全を図ることが重要な課題となっている。生態系ネットワークとは、残されたハビタット（本稿では、生物種や生物群集が生活している場所または環境を表す）を連結し、地域全体の生態系の保全を図ることを目指したものである（図 1）。

道路は生態系に対して、ハビタットの消失や分断（図 2 - a）及び、ハビタット間の連結性の阻害（図 2 - b）を引き起こすと考えられ、これらの影響を回避・低減する必要がある。

一方、道路空間には様々な緑地がある。自然の減少が著しい都市地域では道路空間の緑地も無視できない量になるため、道路緑地が生態系ネットワークの構築に貢献できると考えられる（図 3）。

本稿では、生態系ネットワークと道路の関係を明らかにするとともに、これを踏まえて地域の自然環境保全と調和し、生態系ネットワークの構築に寄与する道路整備のあり方を考察する。

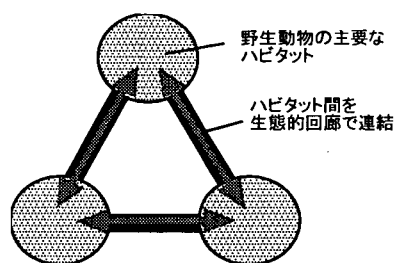
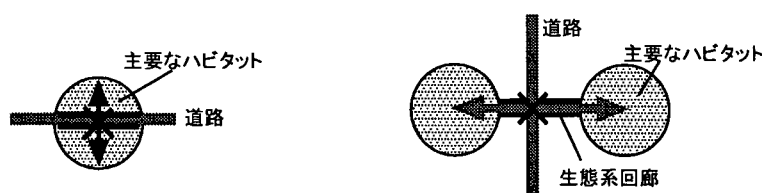


図 1. 生態系ネットワーク概念図



a) 道路による主要なハビタットの消失、b) 道路が生態的回廊を分断することによるハビタット間の移動性の阻害

図 2. 道路が生態系ネットワークに与える影響

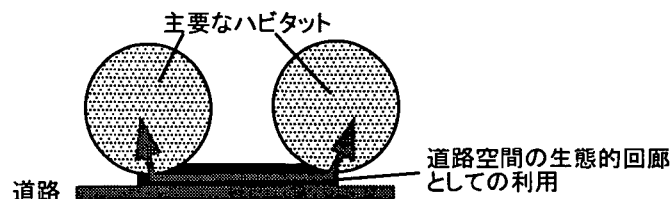


図 3. 道路空間を利用した生態系ネットワークの構築

¹ おおにし ひろふみ Hirofumi Ohnishi

Head, Traffic Environment Division, Public Works Research Institute, Ministry of Construction
1 Asahi, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-0804 Japan

² おねやま ひろゆき Hiroyuki Oneyama Institute of Industrial Science, University of Tokyo

2. 日本の自然環境と道路整備の現状

2.1 都市化の進展と自然環境

日本では、1960年代から急速な都市化が進み、東京など一部の巨大都市圏では産業・人口が集積し、十分な土地利用の整合性がないまま都市域が拡大した。例えば、東京圏はD I D連担地域が半径約50～60 kmにわたって続いており、その周囲にも開発された地域が断続的に広がっている。

このように、都市の郊外部には自然環境と開発の進んでいる地域が混在し、残された自然環境も十分に保全の位置づけがなく、常に開発の危険にさらされている。また、近年では自然環境の保全に対する社会的要請も高まってきている。

2.2 道路整備の現状

日本の道路事情は、1963年から高速道路の整備が始まり、1999年までに約7,000kmが供用された。一方、急激な都市圏の膨張に道路整備が追いつかず、交通渋滞など様々な問題が生じている。特に交通需要の高い都市圏の環状道路などの整備が遅れている。高規格道路を含む多くの道路が今後、郊外地域に整備される予定である。

2.3 開発事業と自然環境保全

都市から郊外にかけて、生態系の希少性や多様性といった観点から、残された自然の重要性は高いものが多い。また、自然との触れ合いの場が身近に存在することも必要である。都市やその郊外の自然は、かつては身近にあった二次的な環境であるため、保全のコンセンサスが得られていない。一方で、様々な開発計画が進んでいる。

保全・開発のバランスを保ちながら事業を進めるには、人間の視点から見た土地利用計画に加え、生態系の保全を図るための視点が必要となる。これが次章で説明する生態系ネットワークの考え方である。

3. 生態系ネットワークと道路

3.1 生態系ネットワークとは

生態系ネットワークの概念は、生態系の保全を図る上で重要な区域を保全し、生態的回廊により結合し、地域の生態系全体としての保全を図ろうとするものである。

一例として、オランダでは、国の自然保護施策である「自然政策計画(Nature Policy Plan)」において①コアエリア(core areas)、②自然環境創出地域(nature development areas)、③生態的回廊(ecological corridors)などの構成要素の設定を提案している¹⁾。この構成要素は以下のように定義されている。

- ①コアエリア：地域の生物相の生存を確保のため重要であり、保全すべきハビタットを含む地域。
- ②自然環境創出地域：選定されたコアエリアの周辺地域で、コアエリアの保全及び拡大のために現況のハビタットの質的な改善を行い、将来的にコアエリアとして組み込むべき地域。
- ③生態的回廊：分断されたコアエリア又は自然環境創出地域間の移動を可能にするため、新たに生物の移動・分散経路として整備する空間。

3.2 生態系ネットワークの計画プロセス

生態系ネットワーク計画は、地域の生態系の保全を目指し、そのために各種社会資本の整備

を戦略的、計画的に誘導する手段であると考えることができる。日本でも生態系ネットワーク計画の策定の動きがあるが、その手法は十分に確立されていない。そこで、オランダ等の事例を参考に、日本の状況・情報の精度等を踏まえ、筆者らが検討した計画策定の考え方を示す²⁾。

計画策定に際しては、計画立案に必要な地域の自然環境情報や社会環境情報（土地利用規制、社会資本の整備計画等）を整理する必要がある。しかし、日本では、特に自然環境に関する情報の収集・整理が遅れている。全国規模で整備されているものは 1/50,000 の現存植生図と、都道府県レベルで整理された主な動植物の分布状況程度である。また、生態系ネットワーク計画に類するような総合的な計画はなく、道路、河川、公園等、各種の事業計画との調整方法も確立されていない。

このような状況を考慮して、自然環境情報の収集及び各種事業計画間の調整を効率的に行うため、以下の(1)(2)(3)の順に検討を進める計画プロセスを考えた。

(1)生態系ネットワーク構想

既存の文献資料から得られる自然および社会環境情報から、対象地域のコアエリア、自然環境創出地域、生態的回廊の配置を計画する。なお、コアエリア、自然環境創出地域の設定にあたっては、現状のハビタットの価値に加えて既存の土地利用計画に基づく自然環境創出の可能性を評価して設定する。

(2)生態系ネットワーク基本計画

主として現地調査による自然環境情報の収集を行うとともに、各種の関連事業計画との調整を行い、コアエリアや自然環境創出地域として整備する地域または生態的回廊として整備する場所の具体化を図る。

(3)生態系ネットワーク整備計画

(2)の基本計画で設定した地域に関して、事業毎に具体的整備内容を検討する。我が国では、自然環境に配慮した事業として、「エコロード」、「多自然型川づくり」が進められている。この分野では、自然環境の保全のための技術の蓄積が進んでおり、生態系ネットワークの具現化に際しては、既存の情報を活用するものとする。

3.3 生態系ネットワーク構想のケーススタディ

生態系ネットワークにおける道路事業の位置づけを明らかにするため、神奈川県横浜市北部地域において生態系ネットワーク構想のケーススタディを実施した。

横浜市は、東京から約 20~30km 南に位置し、市の面積は 434km²（うちケーススタディ対象地域の面積は 247km²）で、日本最大の貿易港を擁する都市である。かつて内陸部は緑豊かな丘陵地であったが、高度経済成長以後の開発により 1965 年に 9,740ha あった緑地が、1995 年には 3,759ha と大幅に減少した地域である。

なお、本構想は、実際に横浜市に適用されているものではない。筆者らが道路整備における生態系ネットワーク計画のあり方を検討するために試作したものである。

図 4 は、ケーススタディの中で作成した生態系ネットワーク構想図である。コアエリアとしてまとまった緑地を、自然環境創出地域としては主に農用地を選定した。その他は主に市街化された地域である。横浜市では都市化が進み、ハビタットが細分化されているため、ネットワークを構築する際には、生態的回廊の形成が重要である。生態的回廊の検討は、ハビタットの細分化が見られる日本の多くの地域で、必要性が高いと考えられる。

3.4 生態系ネットワークから見た道路の位置づけ

作成された生態系ネットワーク構想図（以下構想図という）の中では道路の位置づけは次のとおりである。当該地域に新設道路を計画する場合、構想図を参考に、コアエリアを通過しないルート選定が可能である。また、既に供用中の路線では、生態系ネットワークの分断等障害箇所や活用を図るべき道路空間を検討する際に利用できる。

例えば、図 4 の「Ⅰ地域」は保土ヶ谷バイパスによってコアエリアが分断されている可能性がある。ここではロードキルの発生状況等を調査し、分断解消の措置を検討することが考えられる。また、図 4 の「Ⅱ地域」は、コアエリアが市街化により分断されている。ここでは、生物の

行動状況等を調査し、第三京浜道路ののり面や沿道の緑地等を生態的回廊として整備することが考えられる。さらに図4の"Ⅲ地域"は、市街地内に街路樹や公園等緑地空間が散在した場所である。ここでは鳥類等の生息状況を調査し、道路空間に植栽等を行い、鳥類等の移動を促進する生態的回廊を整備することが考えられる。

このように、生態系ネットワークにおける道路の位置づけでは、①生態系ネットワークの分断という観点と、②道路緑地を利用した生態的回廊の整備という観点が考えられる。

しかし、この段階では各種情報が十分ではなく、計画熟度も低いため、道路計画等の各種事業計画との調整は難しい。従って、具体的な検討は、次の段階の生態ネットワーク基本計画以降で行われることになる。

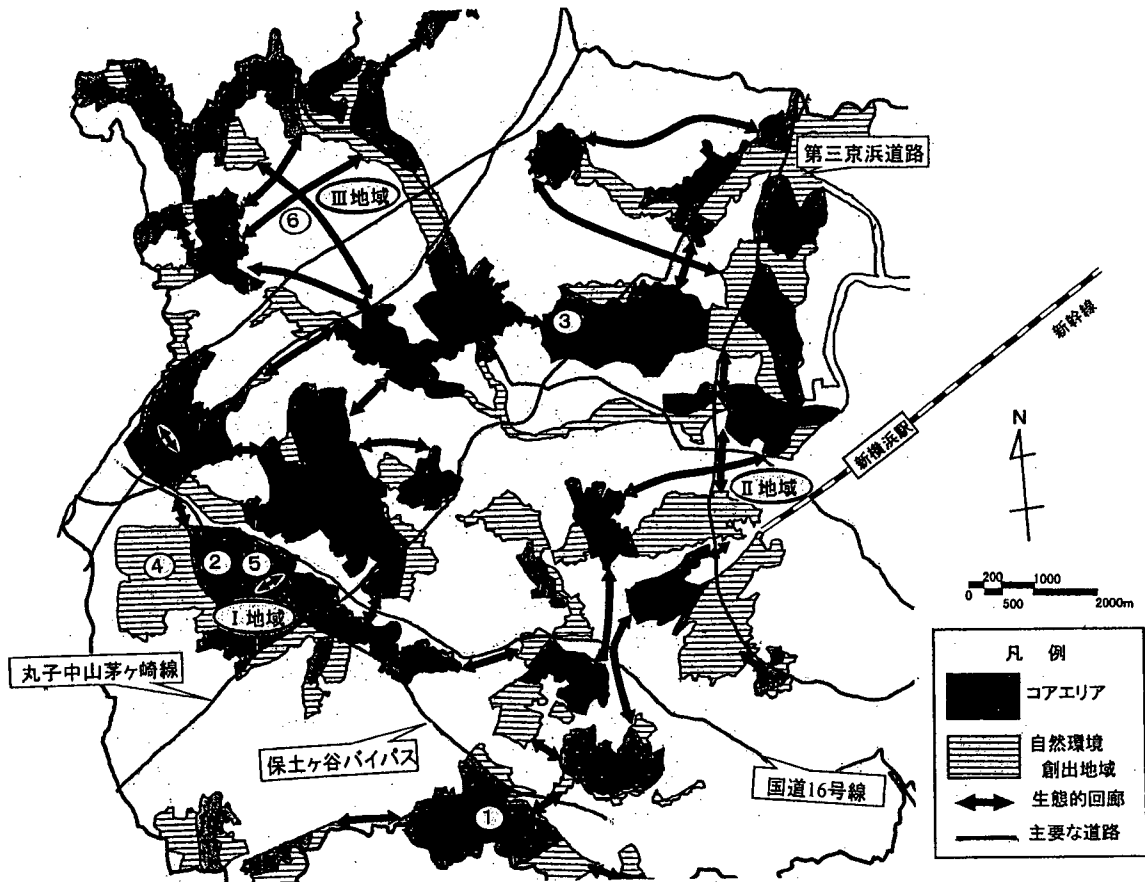


図4. 生態系ネットワーク構想図 (試案) ²⁾

4. 道路による生態系ネットワークの分断影響の軽減

道路が生態系に与える影響は、地形改変によるハビタットの消失、微気象の変化など様々であるが、特に問題となるのは、道路による生物の移動阻害とそれによる生態系ネットワークの分断である。ここでは、道路による生物の移動阻害の影響と対策を調査事例等を交えて解説する。

4.1 道路による生態系ネットワークの分断の影響

ハビタット間の移動が阻害されると、動物の水場・餌場など生活圏内での移動が阻害され、個体の生存を脅かす場合がある。また、繁殖やテリトリー拡大のための移動が困難になると、繁殖阻害や種内の交流の断絶による近交弱勢を招き、種の生存を脅かす場合もある。

道路による生態系ネットワークの分断の影響は、自動車との衝突事故 (ロードキル) として顕著に現れる。ロードキルの影響は、動物が生息環境を確保するため、危険を冒して道路を横

断する場合に起こる。ロードキルの影響は、ハビタットの分断が進み、それらの連結性が阻害されている都市から郊外部にかけて大きいと考えられる。

参考までに日本道路公団における、ロードキルの集計結果を図5、6に示す。

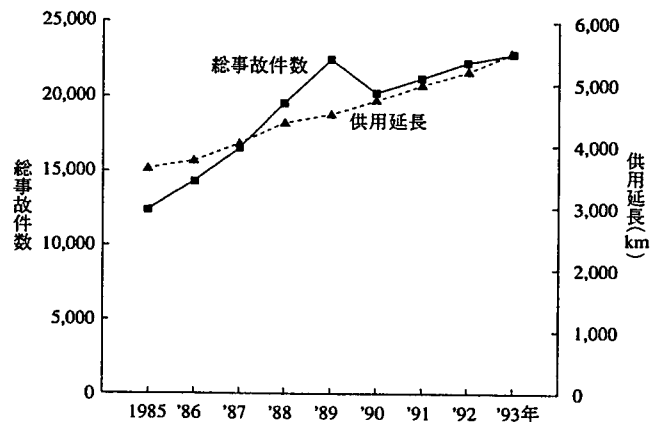
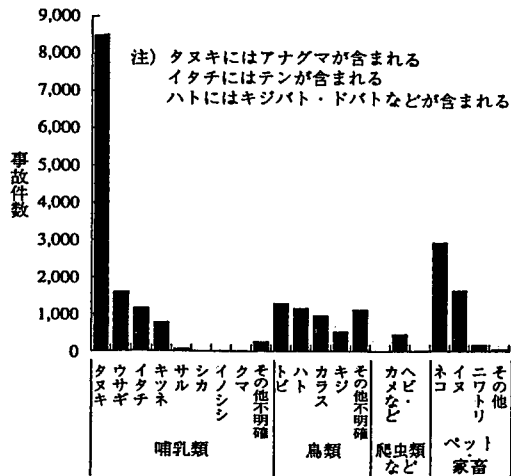


図5. 動物の種別事故発生件数(1993)³⁾ 図6. 高速道路供用延長と動物事故発生件数の推移³⁾

4.2 道路による生態系ネットワークの分断影響の軽減対策

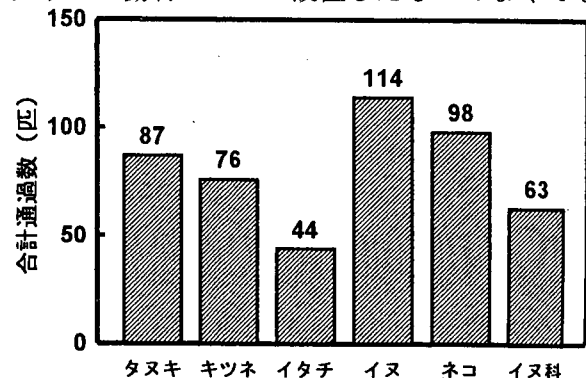
道路による生態系ネットワークの分断影響を軽減するには、道路計画のルート選定の段階でコアとなるハビタットを通過しないことが肝要である。また、コアとなるハビタットを通過する場合や、生態的回廊が道路が分断する場合は、改変量を少なくし、生物の移動性を確保できるような道路構造にすることも必要である。このような道路構造としては、盛土、切土等の構造の採用を極力避け、トンネル、橋梁等の構造を採用することが考えられる。

生態系ネットワークの分断防止の観点からは、ルート選定や道路構造の工夫がもっとも効果的である。しかし、日本の郊外部では、自然の残された地域と、人間が生活を営む地域が複雑に入り組んでおり、ハビタット間の分断を完全に避けるルート選定は困難である。

また、経済性等の観点からもトンネル、橋梁等の構造を多用することは現実的ではない。

ルート選定や道路構造の工夫で自然環境への影響が回避できない場合、影響を軽減するために動物の道路横断施設を設置するなどの対策が必要となる。動物横断施設には、道路上の橋梁(オーバブリッジ)、道路下のトンネル(ボックスカルバート)、水路用のパイプ(コルゲートパイプ)などがある。これらの施設は道路を整備する際、既存の道路交通を確保したり、水路を確保するために設置されるものであり、必ずしも動物のために設置したものでなくてもよい。

ここで、高速道路に設置されたボックスカルバート、コルゲートパイプ及びオーバブリッジを対象として実施した、動物の移動に関する調査の結果を図7に示す。これによると、特別に動物用に設置した施設でなくても、タヌキ、イタチ、キツネなど動物の利用が確認されており、横断施設を効果的に設置することにより分断の影響がある程度軽減されるものと考えられる。また、横断施設の利用状況は横断施設の構造、地域の自然環境の状況、動物の性質によっても異なる。対象となる動物種の特性を考慮して横断施設の構造を工夫することが必要である。パイプ中に動物が移動するための小段を設けたり、橋梁の脇に植栽を施すなどの細かい配慮を行うことで効果を向上させることができる。



注: 「イヌ科」はキツネあるいはイヌと断定できないもの
図7. 高速道路における調査結果⁴⁾

対象道路: 中国自動車道(新見IC・東城IC, 約5km)
対象施設: ボックスカルバート20箇所, コルゲートパイプ6箇所,
その他5箇所
調査日数: 冬季7日間

動物の移動経路を確保するために、動物専用の横断施設を設置することもある。日本では特に自然の豊かな山間部などを中心にこのような事例が見られる。その中の一つである国道 108 号鬼首道路においては、図 8 に示すような動物専用の横断施設（エコボックス）を設置している。カモシカなどの移動が見られ、移動阻害の軽減効果が確認されている。

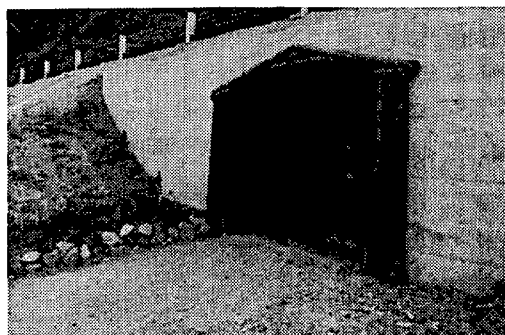


図 8. 動物専用の横断施設（エコボックス）
— 国道 108 号鬼首道路 —

5. 生物のハビタットとしての道路空間の利用

道路空間に存在する緑地は、動植物のハビタットとなりうる空間を提供しており、その道路に沿った細長い形状から、生態系回廊としての機能が期待できる。

ここでは、現存する道路空間の緑地について、動植物のハビタットとしての機能及び利用の可能性について調査事例等を交えて説明する。

5.1 道路空間に存在する緑地

道路空間に存在する緑地は、環境施設帯や盛土、切土などの道路のり面、中央分離帯、インターチェンジ、ジャンクションの植栽などが挙げられる。

日本の道路構造令では、都市部の幹線街路や景勝地の道路を中心として、植樹帯の設置が定められており、幅員 1.5m を標準として適切な幅の植樹を行うこととなっている。

環境施設帯は、騒音、大気汚染等の緩和、景観向上などの沿道環境保全のための緩衝帯として、住宅地を通過する幹線道路等に設置されている。環境施設帯としては 10～20m の幅を確保することが通達で定められており、その中に側道、遮音壁・植樹帯等が設けられている。

高速道路では、一般道路との平面交差を避けるため、盛土、切土が多用される。日本では土地の有効活用及びコスト削減のため、必要最小限の道路用地幅に抑えるため、盛土のり面では約 30 度、切土のり面では 40～50 度の急勾配であることが多い。従って、切り土法面は盛り土と比較して土壌の発達が悪く、交通安全上高木の植栽は行われない場合が多い。法面の植栽は、景観、沿道環境又は維持管理上の観点から行われるが、近年では、地球温暖化防止のため二酸化炭素の固定という観点からも樹林化が始められている。

5.2 道路空間の緑地の生態的機能

道路空間は、その細長い形態から、生態系ネットワークの一要素で、生息地間を連結する「回廊」としての機能が期待される。道路緑地は通常の生物の生息・生育地とは異なった条件のもとに成立している。除草や樹木の剪定などの維持管理がなされていること、道路路面からの熱、粉じん、路面排水、騒音などの影響があること、などである⁹⁾。また、日本の道路緑地は狭小なものが多く、広いものでも幅 10m、また延長は 100～250m と断片的な形状であった。このような小規模で断片的な緑地は、周辺環境の影響を受けやすく、林内型の種(interior species)の生息生育地としては期待できない⁹⁾。

しかし、異なる環境の境界部を利用するような種 (edge species) 等は生息・生育できる⁹⁾ことから、ハビタットに乏しい都市域においては、個体群の存続や生物多様性の維持に貢献できる貴重な空間であると考えられる。

5.3 道路空間のハビタットとしての利用事例

道路空間の生物のハビタットとしての利用については、まだ、十分な情報が得られていないが、本節では、筆者らの調査の結果を含め、既存の知見をまとめた。

(1) 環境施設帯の植樹帯

① 生息基盤としての植生

筆者らは、植栽後経過年数が異なる数地点の環境施設帯の植樹帯を調査した。平均的な環境施設帯の断面図を図9に示す。植栽から十数年以上の時間が経過した環境施設帯では、低木から高木まで、階層構造が発達したものもみられ、落葉が林床に堆積し土壌が発達しつつあった。また、周辺の緑地から鳥類の糞に混じって運ばれたと考えられる樹木の種子から発生した実生（芽生え）も観察され、周辺から在来種の進出がみられた⁷⁸⁾。

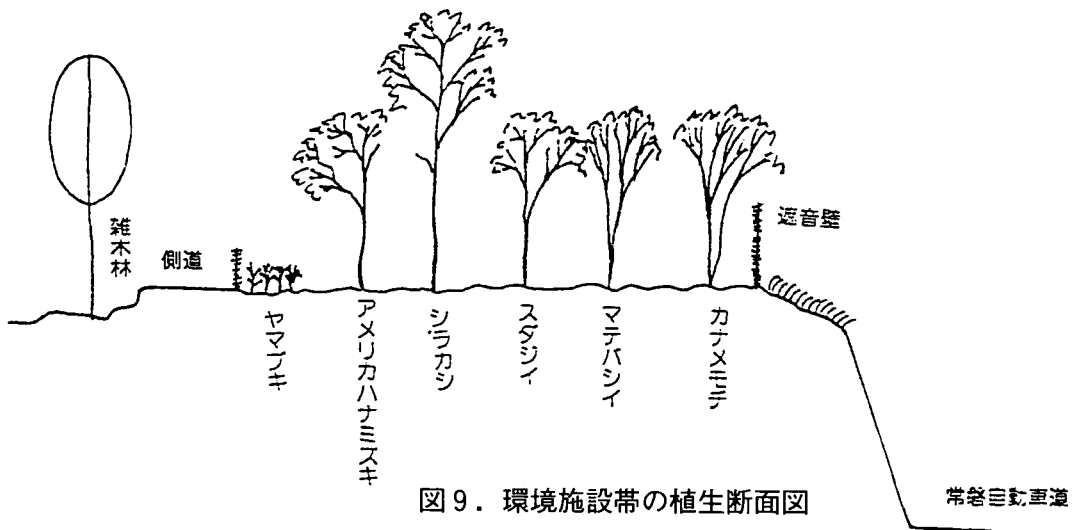


図9．環境施設帯の植生断面図

② 昆虫類

筆者らが実施した春と秋の現地調査⁷⁸⁾により、常緑樹主体の環境施設帯内の植樹帯で約 300 種の昆虫類が確認された。また、ある環境施設帯では近傍の公園の樹林地より多くの種が確認された。これは、道路緑地という限られた空間が、昆虫類のハビタットとして機能していることを示している。

③ 鳥類

鳥類の生息調査結果⁷⁸⁾から、環境施設帯の規模、周辺の環境により出現状況はさまざまであるが、環境施設帯を利用する鳥類を確認した。特に、植樹帯造成から年月が経過し、樹林の構造が発達した場所では多くの種が利用し、繁殖期には植樹帯を採餌場所として利用した例も確認した。

④ 生息空間としての環境施設帯

昆虫類は、植樹帯と隣接地域間の生息種に多くの共通種が確認された⁷⁸⁾。また、ある地域では道路の両側の植樹帯で、連続する緑ごとに共通種が多く、植樹帯が昆虫類の分布拡大に寄与していることが示唆された。植樹帯と周辺環境が連結して生態的回廊として機能していることがうかがえた。

鳥類では、带状の環境施設帯に沿って移動する個体は少ないが、植樹帯と周辺環境を頻繁に往来する個体を確認され、植樹帯が、飛び石的な生息環境として機能していることがうかがえた。

(2) 緑化されたのり面

① 植生

筆者らは、施工後十数年が経過した高速道路ののり面の植生タイプを区分した⁷⁸⁾。切土のり面の植生は、85%がススキとアズマネザサが生育する草地型の植生であった。一方、盛土のり

面は、シラカシなどの常緑広葉樹やケヤキなどの落葉広葉樹が生育しているものが多く、その他の樹種も含めると樹林型の植生が約 50%、草地型の植生は 36%であった。樹林型のり面の一例を図 10 に示す。

また、高木が植栽されたのり面の林床には、鳥により被食され、鳥の糞によって散布される植物（鳥散布植物）が多く生育していた。鳥散布植物には、近隣の樹林に由来すると思われる実生が多く、道路供用後約 20 年を経て亜高木・低木にまで成長し、多様な階層構造をもつ樹林の形成に寄与したと考えられる。将来、のり面で生育した植物が種子の供給源となることも可能である。鳥による種子の散布距離は、鳥の移動速度と体内滞留時間（普通数分から数十分）に関係し、通常数百m程度運ばれる⁹⁾。従って、道路空間内の緑地が小規模で断続的でも、植物分散の中継地としての役割を担うことが可能である。

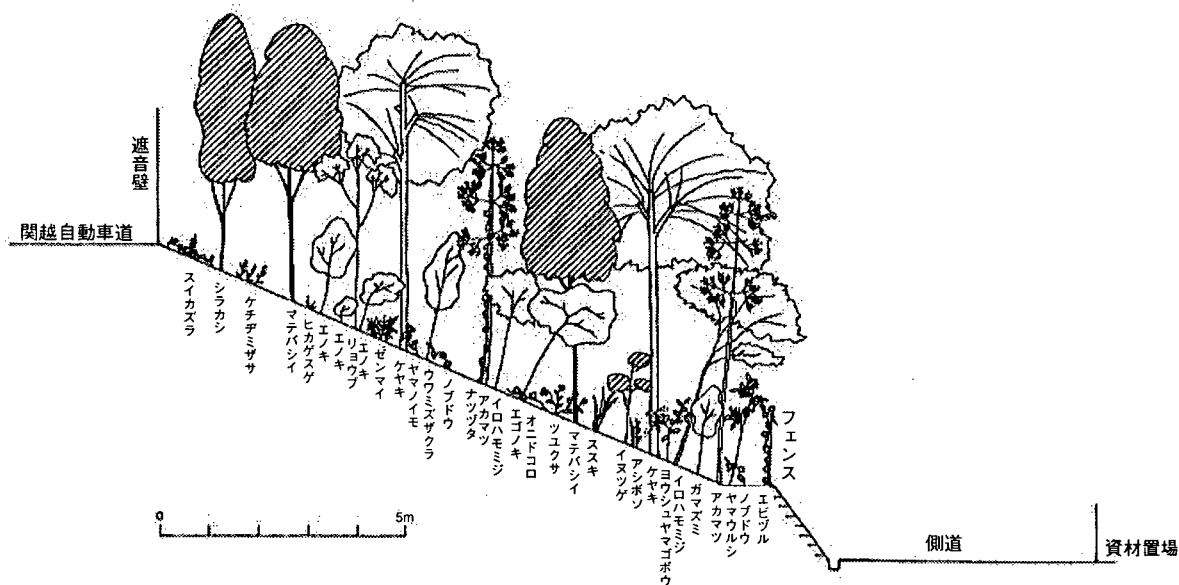


図 10. 盛土のり面の植生断面図

② 土壌動物

道路のり面に生息する土壌動物の調査結果¹⁰⁾を下記に示す。草地型の切土のり面では施工直後と、施工後十数年が経過した場所の差はみられなかった。しかし、盛土では年月を経たのり面の方が、草地型より樹林型植生の方が土壌動物相が豊かであった。土壌動物を用いた自然度の指標によると、樹林型は草地型のり面よりも自然度が高く、道路周辺の樹林に近い値を示したと報告されている。

土壌動物は一般に、有機物が多く堆積している表層に、その多くが生息する。有機物を含む豊かな土壌は、在来生物の生息基盤として有用であると考えられる。

③ 鳥 類

盛土のり面が樹林的环境の場合、シジュウカラやメジロなどの樹林性（林縁性）の鳥類が利用し、草地的環境にはホオジロなどの草地性鳥類の利用が確認され、植生に応じた利用がなされていることを確認した¹¹⁾。

また、沿道地域（道路の片側 250m の範囲）では確認されず、道路のり面でのみ確認された種もあった。これらの種は、離れた樹林地から飛来したと考えられるが、道路のり面が鳥類の飛び石的な生息地として利用されていることを示していると考えられる。

④ 生息場所としてののり面

道路のり面は、土壌基盤や植生の質により、生物のハビタットとして十分に機能する要素を備えている。また、鳥類の調査結果から、道路のり面が鳥類の飛び石的な生息地として、生態系ネットワークの一端を担っていることが示唆された。

6. まとめ

本稿では、生態系ネットワークの自然環境保全とバランスのとれた道路整備のあり方について検討した。このような取り組みは、日本の郊外に多い、開発と保全の狭間にある地域では特に重要である。よって、生態系ネットワーク計画の策定手法を、日本の事情を踏まえたケーススタディにより検討した。また、道路整備による生態系ネットワークの分断の影響と、対策手法について示した。さらに、道路緑地における生物の利用状況を例示し、道路緑地が生態系ネットワークの構築に貢献しうるという考えを示した。一方で、多くの課題があることも示した。

この分野の取り組みは発展途上で、知見が十分ではないが、積極的に生物の生息空間を整備することにより、道路空間にも自然環境と調和のとれた道路整備を図ることができると考える。

参考文献

- 1)Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries of Netherlands : Nature Conservation Policy in the Netherlands,1996
- 2)大西博文・上坂克巳・小根山裕之・川上篤史・小菅敏裕：生態系ネットワークの計画手順に関する一考察 ―特に道路整備の視点から―,土木技術資料 Vol40,No.5,pp.32-37,1998
- 3)大泰司紀之・井部真理子・増田泰：野生動物の交通事故対策―エコロード事始め―,pp.75,1998
- 4)西尾崇・小野田豊・石田稔：動物の道路横断施設利用の傾向：土木学会第 50 回年次学術講演会講演集,pp.163-164,1995
- 5)Forman, R.T.T. : Road ecology: A solution for the giant embracing us, Landscape Ecology 13,pp.iii-v,1998
- 6)Forman, R.T.T. : Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions. Cambridge Univ. Pres, Cambridge.pp.145-178 ,1995
- 7)小菅敏裕・大西博文・小根山裕之：生物のハビタットとしての環境施設帯の利用に関する研究,土木学会 第 34 回環境工学フォーラム講演集,pp.121-123,1997
- 8)小菅敏裕・大西博文・小根山裕之：環境施設帯の鳥類による利用状況,第 22 回日本道路会議一般論文集(A),pp.108-109,1997
- 9)中西弘樹：種子は広がる-種子散布の生態学- 平凡社,1994
- 10)山辺正司：道路緑地の自然回復度の評価について,第 22 回日本道路会議一般論文集(A),pp.178-179,1997
- 11)今井亮子・大西博文・小根山裕之・川上篤史：道路のり面の越冬期の鳥類による利用状況,第 35 回環境工学フォーラム講演集,pp.102-103,1998

A possibility of establishing the Ecological Network using road space 道路空間を利用した生態系ネットワークの構築の可能性

Hirofumi Ohnishi
Public Works Research Institute
Ministry of Construction
1 Asahi, Tsukuba-shi, Ibaraki
305-0804 Japan
Fax: 81-298-64-7183
E-mail: ohnishi@pwri.go.jp

Hiroyuki Oneyama
Institute of Industrial Science,
University of Tokyo

1. INTRODUCTION

There has been in recent years, a greater focus on conserving the ecosystem when developing road network. A concept of ecological network aims at conserving the regional ecosystems by linking remained habitats(In this paper, the term "habitat" is used as an area or an environment where species or a group of species live). (Figure 1.)

Roads are considered to decimate and divide habitats (Figure 2-a) or form obstacles to the links between the habitats (Figure 2-b). There is a need to avoid and/or minimize these impacts.

On the other hand, there are various green spaces in the roads. In heavily urbanized areas where natural environment is decreasing, a substantial amount of green spaces is provided by road areas. Considering this road area as part of the ecological network, we think that the road development can contribute to the formation of an ecological network (Figure 3).

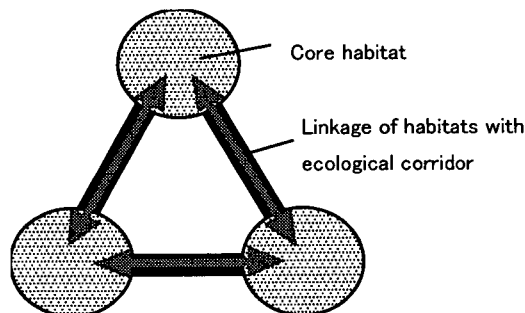
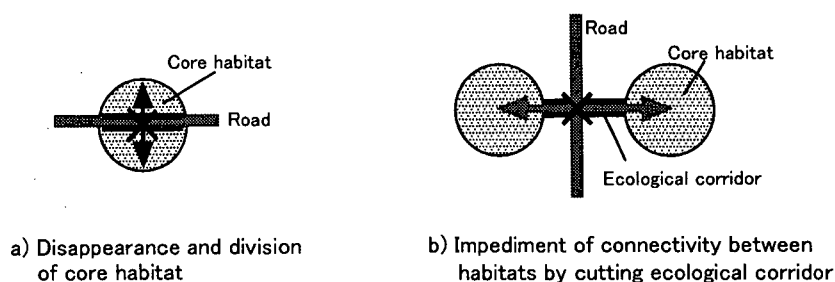


Figure 1. Image of Ecological Network

This paper shall clarify the relationship between the roads and the ecological network. Based on the relationship, the authors examine how the road projects could be in harmony with the regional natural environment, and contribute to the development of the ecological network.



a) Disappearance and division of core habitat

b) Impediment of connectivity between habitats by cutting ecological corridor

Figure 2. Negative Impact of Road on Ecological Network

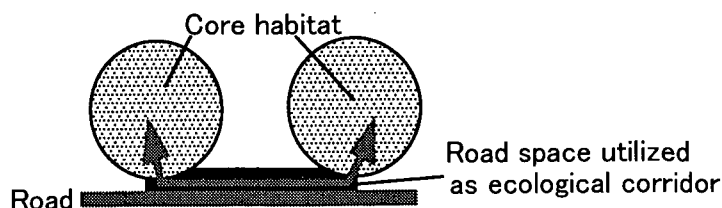


Figure 3. Positive Effect of Road on Ecological Network

2. NATURAL ENVIRONMENT AND ROAD DEVELOPMENT IN JAPAN

2.1 Advancing Urbanization and the Environment

Urbanization advanced rapidly in Japan since the 60's. Notably Tokyo and other metropolitan areas gathered population and industry, urban areas sprawled without adequate infrastructures nor comprehensive land use plan. For example, the Tokyo Metropolitan Area has densely inhabited districts with a radius of 50 to 60 km, and developed areas continue beyond the boundary intermittently.

In such suburb area of a large city, urban and natural areas coexist in mosaic. Often these small natural areas do not benefit from legislative protection and are threatened for destruction. On the other hand, the social need for nature conservation became popular in such area.

2.2 Road Development

Japan's modern road system is rooted in construction of first expressways commenced in 1963. About 7,000 km of expressway will be in service by the end of 1999.

Still, the development of road system has failed to keep pace with the rapid rise in traffic demand induced by the expansion of urban areas. Traffic congestion and other traffic environment problems still exist. Ring roads, in particular, are not developed enough to cater for the great traffic demand in the cities. A lot of roads, including the high standard highways, are planned to be constructed in the subub areas of the metropolitans.

2.3 Development Projects and Conservation of the Environment

In Japan, where 70% of land is mountaineous, most part of the planes are already urbanized. The remaining natural areas within and outside of urban areas, therefore, are very important for conservation of rare ecosystems and biological diversity. Also, the residents in the cities must have opportunities to be in touch with nature in their daily life. Usually, the natural areas in the cities and suburbs are human-managed secondary forests and fields, that were very common until recently. Protection of such areas is difficult to obtain unanimous agreement. Pressures for further urbanization is very high for such natural areas.

To implement infrastructure projects while keeping the balance between conservation and development, we need to incorporate the view from ecosystem conservation in the land use planning that has been mainly based on the needs of human society and economics. The concept of "the ecological network" is the answer to such balanced planning.

3. ECOLOGICAL NETWORKS AND ROAD SYSTEMS

3.1 Structure of Ecological Network

The underlying principle of ecological networks is the conservation of the overall regional ecosystem, through conserving important wildlife habitats and linking them physically with ecological corridors.

An example is the Nature Policy Plan of the Netherlands that proposes zoning of such areas; 1) core areas, 2) nature development areas, and 3) ecological corridors ^[1]. These areas are defined as follows:

- 1) **Core areas:** Areas which contain core habitats that should be preserved because they are indispensable for preserving the regional biota.
- 2) **Nature development areas:** Areas surrounding the core areas are selected, the quality must be improved to preserve or expand the core areas, and the areas will be integrated into the core areas in the future.
- 3) **Ecological corridors:** A space to provide mobility between the core areas and/or the nature development areas that are fragmented, and to be developed for the purpose of facilitating new migration or dispersion routes for animal and plant species.

3.2 Planning Process of Ecological Network

The ecological network plan can be considered as one tool to implement strategic infrastructure development that will achieve conservation of regional ecosystems.

The planning process of ecological networks has not been established in Japan, although more interest is paid in such plan. In the following sections, the authors propose the planning process of ecological network, based on the precedents found in the Netherlands, and adjusted with conditions and data availability in Japan.

The planning process calls for information on the natural and social environment (i.e. restrictions on the land use, infrastructure development plan, etc.). However, in Japan, a database of natural environment is still under preparation. Information that is available nationwide basis includes vegetation maps at the scale of 1/50,000 and information of flora and fauna distribution at the prefectural level. A comprehensive ecological plan has not been realized yet, nor there exist established coordination process between the sectoral plans such as road, river, and park projects.

Considering such condition in Japan, the authors propose a planning process that would follow three stages as explained below, so that the information gathering about the natural environment and the coordination between different project plans are realized efficiently.

(1) Grand Design of Ecological Network

Based on publications about the natural and social environment, first we should plan the layout of the core areas, the nature development areas, and the ecological corridors. When selecting the core areas and the nature development areas, in addition to analyzing the value of existing habitats, we should assess the potential for creating new habitats based on existing urban and other land use plans.

(2) Basic Plan of Ecological Network

Within the region which is the focus of the ecological network plan, specific areas for implementation should be selected for field survey. Field surveys collect information on the natural environment, and adjustment should be made with other related land use plans, in order to finalize the selection of the core areas, the nature development areas and the ecological corridors.

(3) Development Plan of Ecological Network

A content of each project designated in the development plan is studied in detail by the different institution responsible for the field. In Japan, projects such as "Eco-road" projects and the ecological river improvement projects have already been implemented. In these fields, much experience has been accumulated, and technologies and practices can be applied to the conservation of natural environment. These existing technologies and practices can be used in ecological network projects.

3.3 Case Study on Grand Design of Ecological Network

To clarify the relationship between the Ecological Network and the road projects, the authors carried out a case study in a northern district of Yokohama City, Kanagawa Prefecture.

Yokohama City, famous for the largest port in Japan, lies 20 to 30 km south of Tokyo and has a land area of 434 km². The study area is an area of 247 km². Once the city's interior hills were covered by forests and fields, extensive urbanization during the rapid economic growth cut back 9,740 ha of vegetation in 1965 to 3,759 ha by 1995.

In the following sections, the authors explain an initial proposal for integrating the ecological network within the study area with road development plans, as an exercise to study how the ecological network plan can be applied in the future. Thus the plan referred to in this paper is not to be implemented by the City of Yokohama.

Figure 4 is a schematic drawing of the ecological network plan formed for the case study area. A certain lot of green space was selected as core areas and agricultural lands were chosen as nature development areas. Most other areas had been urbanized. Yokohama's heavy urbanization caused extensive fragmentation of wildlife habitats. In forming a viable ecological network, the ecological corridor is crucial element. In fact, in most part of Japan where habitats are patchy and fragmented, planning of ecological corridors must receive high priority among other issues.

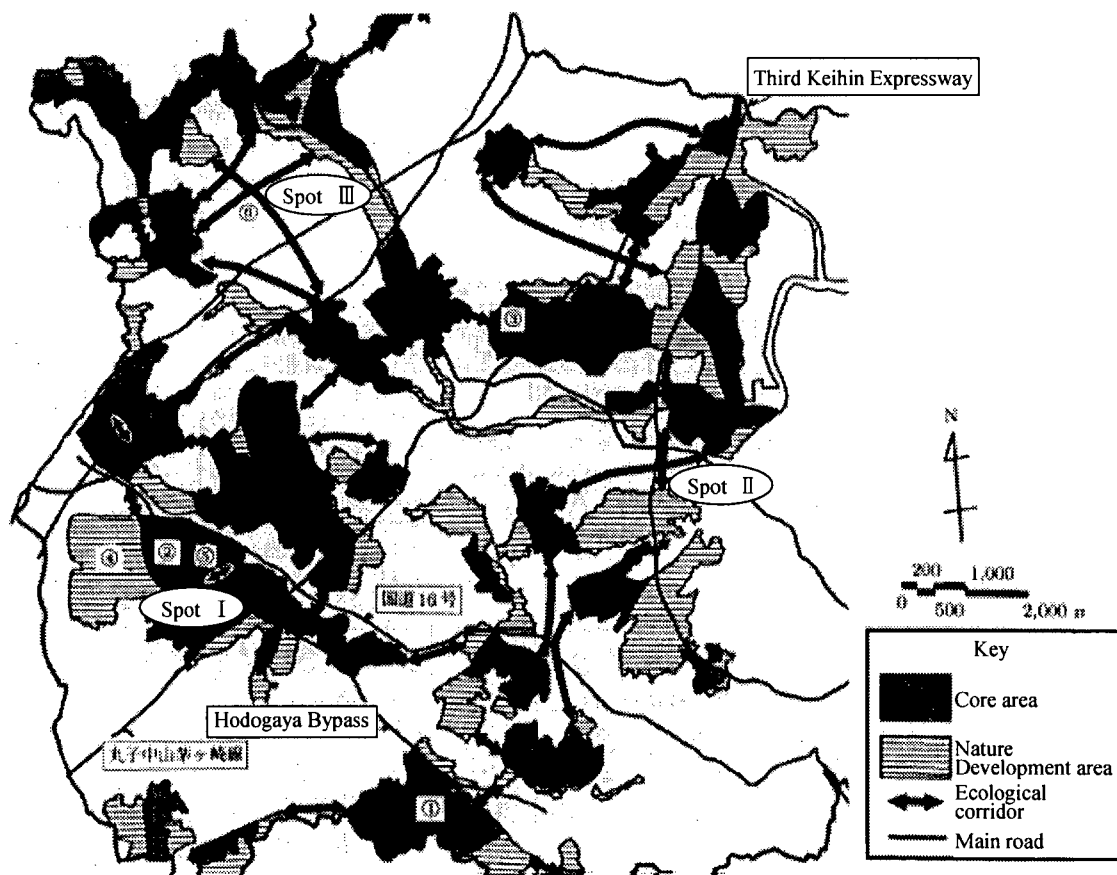


Figure 4. Ecological Network Grand Design (Case Study in Yokohama City)
(see page 90)

3.4 Role of Road Projects in Ecological Network

Our ecological network grand design (hereinafter called the grand design) provides useful information in planning road projects as follows. When a new road project is planned, the ecological network plan can be taken into account for selecting a route so that the new road will not pass through core areas. Also, for existing roads that are in service, locations where the roads impede the of ecological network, as well as areas that can be utilized for the development of ecological network can be identified by assessing current roads from the perspective of the ecological network plan.

For example, Spot I in Figure 4 could be a core area, that has been divided by the Hodogaya Bypass. The number of animals that are killed on the road should be surveyed and appropriate measures should be studied to rebuild and link the divided habitats.

In Spot II in Figure 4, the core areas are fragmented by residential areas. The behavior of species should be surveyed in this case, and if necessary, the slopes and green space along the Third Keihin Expressway need to be integrated into the ecological network to enhance animal mobility.

In Spot III in Figure 4, street trees and parks provide green space. Here, the migration and habitat location of birds should be studied, and street trees should be planted further more, to strengthen the function of ecological corridors.

As discussed above, roads may have two opposit impacts on ecological network: one is the fragmentation of ecological networks, and the other is the potential for development of ecological networks using road areas.

In this grand-design stage, however, detailed information about habitats or species distribution is not available. The plan itself need detailed study for the planners to coordinate with related plans such as local road development projects. Detailed study for ecological network is the task of the next stage, an ecological network basic plan.

4. MITIGATION FOR FRAGMENTATION OF ECOLOGICAL NETWORK BY ROADS

Road construction creates impacts on the ecosystems through destruction of habitats by alteration of land, changing micrometeorologic phenomena, or in other ways. However, by far, the most significant impact is restricting or impeding movements of animals, in other term fragmentation of the ecological networks. Here, the authors elucidate the impacts of restricted migration and propose remedial countermeasures using data from our surveys.

4.1 Impact of Fragmentation of Ecological Network by Roads

If the movement between habitats is impeded, the number of species may decrease because animals cannot access their drinking and feeding areas. Furthermore, if the movement for breeding or expansion of territory is impeded, it may result in prevention of breeding and genetic weakening due to severance of mating, which may lead to endangering species.

The fragmentation of ecological network by roads often causes traffic accidents of animals, which we call "road-kill". Roadkill is a consequence of animals attempting to secure living space by crossing dangerous carriageway of road. Roadkill rates are notably high in urban and suburban areas where habitat fragmentation is often seen and where no alternative passages exist between the separated habitats.

For reference, roadkill data collected by Japan Highway Public Corporation is presented in Figures 5 and 6.

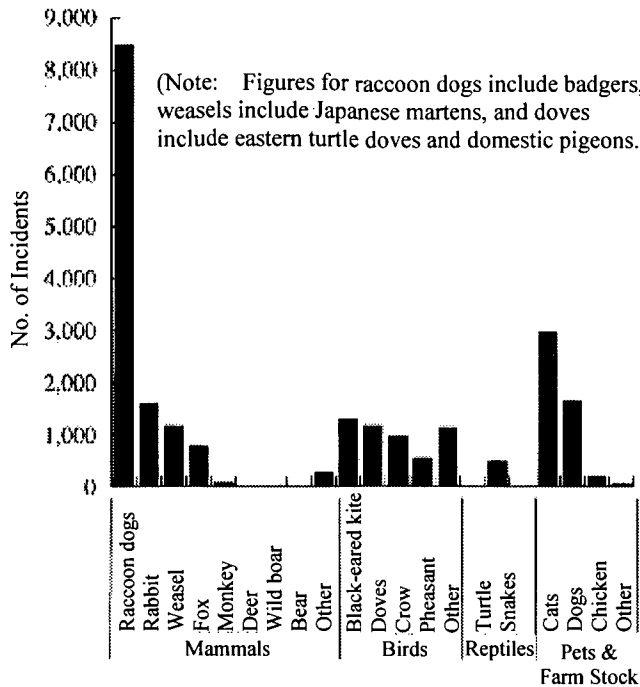


Figure 5. Roadkill Incidents by Species ('93)⁽³⁾

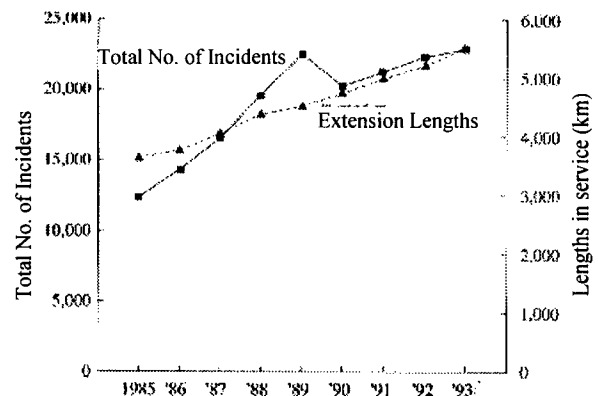


Figure 6. Expressway Length in Service

4.2 Mitigation Measures against Fragmentation of Ecological Network by Roads

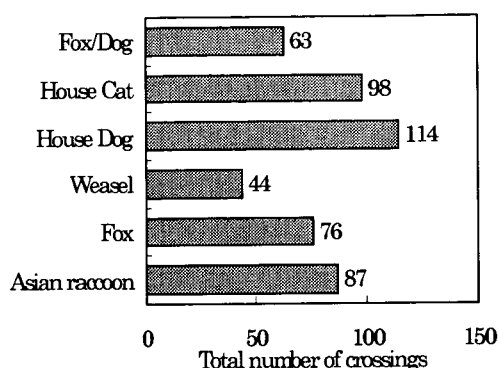
The first measure to avoid the impact of fragmentation of an ecological network by roads is to select an appropriate route that does not pass through habitats. If the road inevitably passes through a core habitat, or crosses with an ecological corridor, the affected area should be minimal, and appropriate road structure should be adopted to ensure the mobility of animals. In such cases, tunnels or elevated roads are favorable compared to embankments or cuts.

To prevent fragmentation of ecological network, it is most effective to select appropriate routes and road structures as shown above.

Since developed areas and natural areas exist in mosaic in suburbs of Japan, it would be difficult to choose road routes that would not fragment any habitats. It is also not feasible to make all roads in underground tunnels, or on elevated beams.

When the impact on the natural environment cannot be prevented through route selection or road structures, it is necessary to install artificial corridors that will allow animals to cross the road safely in order to mitigate the impact. Facilities for animal crossings include elevated passages (over bridges), tunnels under the roads (box culverts), and water pipes (corrugated pipes). These facilities are not installed primarily to promote the mobility of animals, but usually installed in order to cater for the existing local traffic and to allow waterways and streams to flow.

Figure 7 shows the results of our survey on animals usage of box culverts, corrugated pipes, and over bridges which were installed across expressways. According to the survey, even though these facilities were not installed primarily for wild animals crossing the road, raccoon dogs, weasels (*Mustela itatsi*) and foxes (*Vulpes vulpes*) has been observed. By effectively installing these structures, the impact of impediment in mobility of animals can be mitigated to a certain extent.



Surveyed road: Chugoku Expressway
(Niimi IC to Toujou IC about 5 km)
Facilities: Box culverts: 20 places
Corrugated pipes: 6 places
Others: 5 places
Number of days surveyed:
7 days in winter time

Note: 'Fox/Dog' refers to cases where it could not be determined whether the animal was a fox or a dog.

Figure 7. Survey Results of Expressway⁽⁴⁾

The facility's effectiveness, however, will depend on the structure of these facilities, the natural environment around the facilities and the characteristics of the animals. It is necessary to build the facilities that suits particular characteristics of the intended species. Attention must be paid to the needs of animals such as installing berm inside pipes for preventing drawing, and planting shrubs near an entrance of over-bridges so that animals can hide behind them. Such measures will increase the efficiency of the facilities.

Many road-crossing facilities have been installed in mountainous regions where much of the natural environment remains intact. One of such facilities on National Route 108, named Eco-box, is shown in Figure 8. The Eco-box has been used by Japanese serow (*Capricornis crispus*) living in habitats both side of the road.

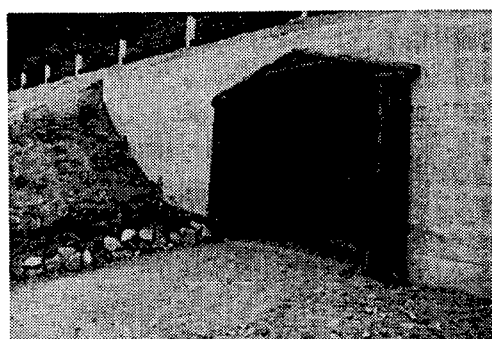


**Figure 8 Example of Road-crossing Facility for Animals
(Eco-Box, Onikobe-Road, National Highway 108)**

5. ROAD SPACE AS WILDLIFE HABITAT

Green space within road area have provided habitats for animals and plants. Since roads are linear in shape, there is a potential for using green spaces within road areas as an ecological corridor. In this section, the authors explain research results to discuss about the potential of roadside areas as habitats.

5.1 Green Space within Roads

Green spaces within road areas are trees and shrubs growing in buffer zones on slope surfaces and at the open spaces of interchanges and junctions.

Japan's Road Structural Ordinance mandates green belts of standard width of 1.5 meters along trunk roads in urban area and in area of scenic beauty.

Buffer zones along trunk roads in residential area mitigate impacts of traffic noise and air pollution, and mitigate scenic impact. Administrative guideline defines the buffer zone as 10 to 20 meter wide; including a service road and noise barriers besides planting area within the width.

The expressways in Japan are often elevated or depressed with embankments and cuts to avoid intersection with local roads. To allow effective land use and to reduce the project

costs, the embankment slopes has steep 30 degree gradient, and cut slopes has steeper 40 to 50 degree gradient. Soil is not rich on such cut slopes compared to the embankments, therefore planting of trees is not suitable on cut slopes. Planting on slopes was originally implemented for its scenic benefits and easier maintenance of the slope. But in recent years, tree planting is promoted for the function of absorbing carbon dioxide and contribution of prevention of global warming.

Erosion is a more serious problem on cut slopes with a steeper gradient than on the embankments, a solution has been found in extensive forestation. Surface vegetation was originally implemented for its scenic benefits and ease of continued maintenance, but in more recent years, has brought the added benefit of working to reduce the impacts of global warming by adjusting carbon dioxide levels.

5.2 Ecological Function of Green Space within Roads

Since roads are long and linear, they may function as linear ecological corridors that link the habitats along the road. The green spaces within road area is exposed to different environment from ordinary natural habitat. Some difference include the impacts of regular maintenance such as clearing of undergrowth and trimming of trees. Other impacts include heat, dust, inflow of drainage water from the road surface, and traffic noise.⁽⁵⁾ Moreover, the green belt areas are generally narrow, with the widest at 10 meter, and are fragmented in length of 100 to 250 meters. Such long, narrow, fragmented spaces are susceptible to the influences from surrounding environs, and do not usually support interior species.⁽⁶⁾

However, these green spaces can be a habitat of edge species that mainly use boundaries of different environs. Therefore such spaces can contribute for population sustainability and biological diversity specially in urban area that has little natural habitat.

5.3 Examples of Utilization of Road Space as Habitat

There is not much information about how road space is used as habitats. Here I present what is known so far about the ecological function of green spaces within road space, using the results of a field survey conducted by the authors and others.

(1) Green Belt in Buffer Zone

1)Vegetation as base of habitat

The authors surveyed several buffer zones of various age. Figure 9 presents a cross section of typical buffer zone. In buffer zones aged more than a decade, vegetation layers of different heights and soil with accumulation of fallen leaves are already developed. Seeds of local species, that appear to have been carried in from the surrounding forests by birds, had grown to saplings.

2)Insects

The authors conducted field surveys in spring and autumn. About 300 insect species were found at greenbelts in buffer zones mainly comprised of evergreens. In certain buffer zones, there was greater variety of species found compared to the woods of nearby parks. Limited area of green spaces within road areas would sufficiently function as a habitat for insects.

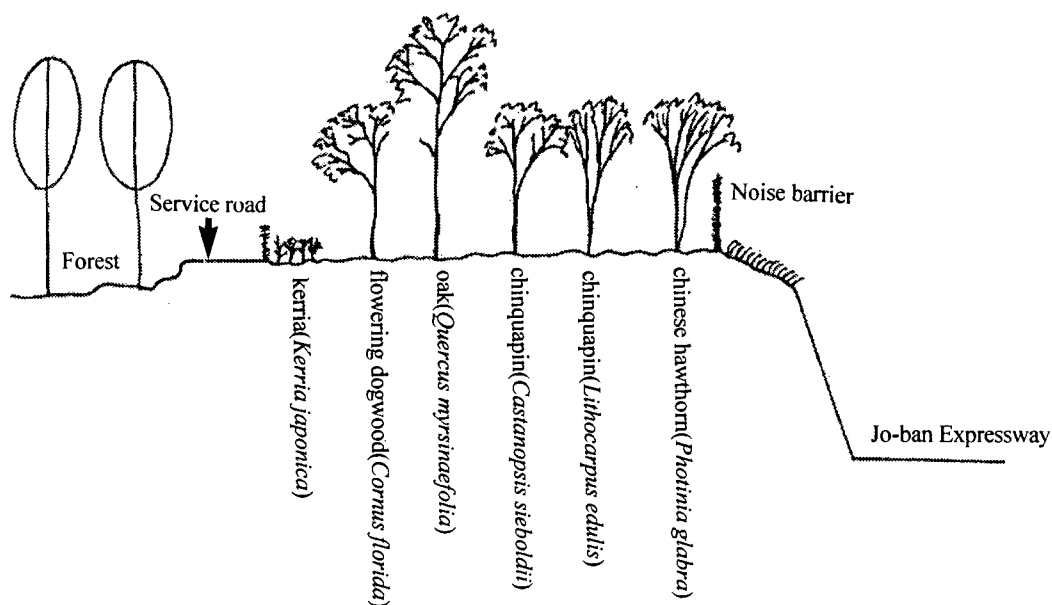


Figure 9. Vegetation of Buffer Zone

3) **Birds** The results of the field surveys⁽⁷⁾⁽⁸⁾ show that many birds were using the buffer zones, though the zones vary in size, and the surrounding environment differs from location to location. Especially in those green belts where forestation is old and forest structure is developed, numbers of species were observed. Some fed in the green belts during breeding season.

4) Buffer Zones as a Habitat

Most of the insect species identified in the buffer zones were identical to those in the contiguous areas. In one location, a comparison of insect species composition found in green belts on both side of the road showed that the green areas on the same side contained the similar composition of insects. The result explains that the green belts functioned to expand the distribution of insects. Those study illustrates that the green belts in the buffer zone, together with the connected surrounding environment are functioning as an ecological corridor.

As for birds, many were observed moving frequently between the buffer zones and connected areas. This indicates that the birds do use the buffer zones as apart of their habitats.

(2) Greenery on Slopes

1) Vegetation

The authors conducted a survey on the vegetation types on slopes of expressways which had been constructed about 20 years ealier. Eighty five per sent of the vegetation that had been planted on the cut slopes consisted of > Japanese pampas grass (*Misconthus sinensis*) and bamboo grass (*Pleioblastus chino* var. *chino*) On the other hand, on the embankment slopes, oaks (*Quorcus myrsinifolia*) and other evergreen broad-leaved trees, and deciduous trees such as the Japanese genius Zelkova (*Zelkova serrata*) were planted. When other types of trees are added, about 50% of the green space were wooded, 36% was grassland. Figure 10 portrays an example of a forest-type embankment slope.

In the forest floor on the wooded embankment slopes where tall trees had been planted,

many species carried by birds are observed. Several seedlings, evidently originated from surrounding areas, had grown to saplings to medium height in the 20 some years since the roadway construction. In future, these trees will serve as seed sources, and contribute to further dispersion. Seed distribution by birds depends upon the flight speed and the length of time the seeds remain in the bird's body (usually a few minutes to a few 10 minutes). The seeds are usually carried over several hundred meters by birds. As such, even the limited size and fragmented nature of the green belts in road areas do not prevent the green belts function as interim corridors for the promulgation of plants.

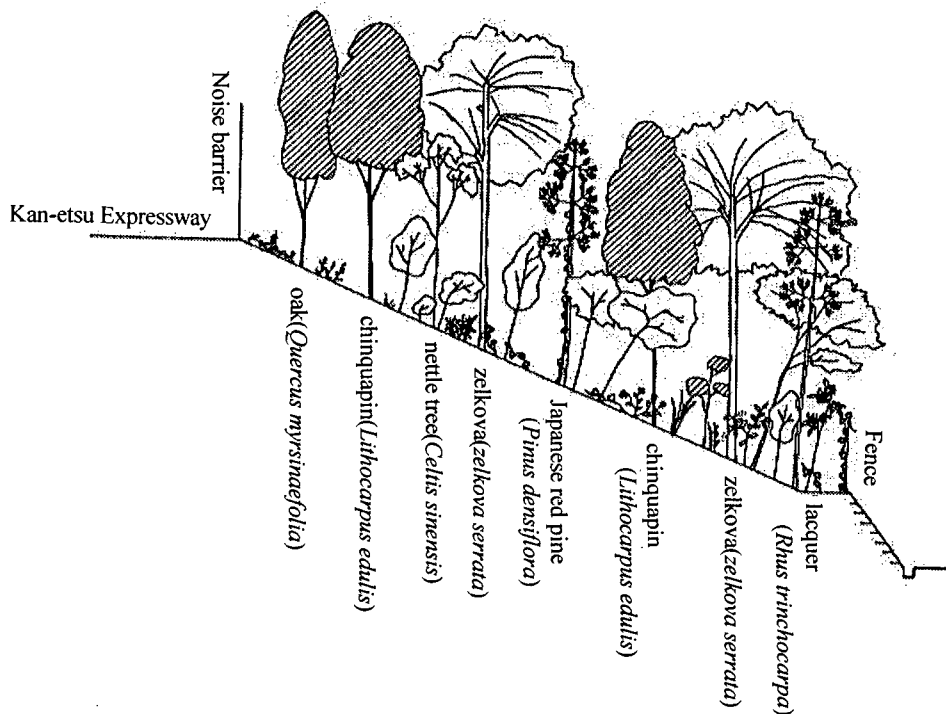


Figure 10. Example of Profile chart of Embankment Slope

2) Soil organisms

On cut slopes covered by grass, the age of the slope did not affect the number and composition of species⁽¹⁰⁾. On embankment slopes, however, older slopes had more species. Also on embankment slopes, forest type slopes supported diverse soil organisms compared to grass type slopes. It is reported that the forest type slopes show higher naturalness compared to the grass type ones when evaluated a naturalness index that uses soil organisms for calculation. In the same report, the naturalness index of the forest type slopes was close to the forests outside of the road area.

Most of soil organisms live in surface layer rich with organic sediment. If the soil is rich in organic substances, the slopes could provide a good habitat to soil organisms.

3) Birds

Japanese tits (*Parus major*) and Japanese white-eye (*Zosterops japonica*) are observed on the forest slope. On the grass slope, Japanese skylarks (*Alauda arvensis*) and Japanese bunting (*Emberiza cioides*) are observed. It is clear, therefore, that different birds are attracted based on the vegetation on the slopes.

Some birds observed on the roadway slopes were not seen in the roadside areas within 250 meters. These species are considered to have traveled from more distant woods. If this hypothesis is true, the slopes are functioning as stepping stones that link different bird habitats.

4) Slopes as habitats

The road slopes have the potential for functioning as wildlife habitats depending on the quality of the soil and vegetation. From the survey of birds, it was observed that the slopes as stepping stones are functioning as a part of an ecological network

6. Conclusion

In this paper, the authors presented the method for promoting the road projects in balance with the conservation of the regional natural environment. Initiatives such as this Ecological Network strategy are most crucial in the suburban regions where conflicts between development and conservation are serious. The planning method of the Ecological Network, adjusted to the current data availabilities in Japan, was experimented in a case study. We also explained the impacts of roads on the fragmentation of ecological network and the mitigation measures to reduce the impacts. We illustrated the use of roadside green spaces by wildlife and the potential of these spaces to contribute to establishing the ecological network.

While the research and implementation of the Ecological Network is still in the phase of accumulating experiences, it is clear that by providing wildlife habitats within the road areas the road development in harmony with the natural environment shall be realized.

REFERENCES

- (1) Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries of the Netherlands: Nature Conservation Policy in the Netherlands, 1996
- (2) Ohnishi, H., Uesaka, K., Oneyama, H., Kawakami, A., and Kosuge, T.: "A Study on Planning Methods for Ecological Network From the Viewpoint of Road Projects", *Civil Engineering Journal* 40-5, pp. 32 – 37 (1998; in Japanese)
- (3) Ootaishi, N., Ibe, M., Masuda, Y.: Measures against Wild Animal Traffic Accidents; Planning Eco-road, pp. 75 (1998)
- (4) Nishio, T., Onoda, Y., and Ishida, M.: "Trends in the Use of Fauna Passages by Animals", *Proceedings of the 50th Annual Conference of the Japan Society of Civil Engineers*, 4, pp. 163 – 164 (1995, in Japanese)
- (5) Forman, R. T. T.: "Road Ecology: A Solution for the Giant Embracing Us", *Landscape Ecology* 13, pp. Iii-v (1998)
- (6) Forman, R. T. T.: "Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions", Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 145 – 178 (1995)
- (7) Kosuge, T., Ohnishi, H., and Oneyama, H.: "The Use of Roadside Buffer Zones as Habitat by Living Organisms", *Environmental Engineering Research Vol 34*, Committee on Environmental Engineering, Japan Society of Engineers, pp. 121- 123 (1997; in Japanese)
- (8) Kosuge, T., Ohnishi, H., and Oneyama, H.: "Bird Uses of Roadside Buffer Zone", *22nd Japan Road Conference (A)*, pp. 108 – 109 (1997, in Japanese)
- (9) Nakanishi, H.: "The Ecology of Seed Dispersion", Heibonsha (1994, in Japanese)
- (10) Yamabe, S.: "Assessment of Nature Recovery of Road Green Space", *22nd Japan Road Conference (A)*, pp. 178 – 179 (1997, in Japanese)
- (11) Imai, R., Ohnishi, H., Oneyama, H., and Kawakami, A.: "Bird Use of Road Banks in Winter", *Environmental Engineering Research, Vol. 35*, Committee on Environmental Engineering, Japan Society of Engineers, pp. 102 – 103 (1998; in Japanese)

自然環境保全、特に生態系ネットワークの実現における NGO の役割と重要性 Role of NGO's in the realisation of the Ecological Network in the Netherlands

ヴィム・ヘラツ
オランダ自然保護団体連合
P.O. Box 31, Bunnikseweg 27,
3730 AA De Bilt, The Netherlands.
Fax: 31-302-210797
E-mail: landschppen.unie@capitolonline.nl

要旨：

■NGO の役割

オランダの NGO は、土地所有者、市民活動、および、データ収集の 3 つの機能において、重要な役割を果たしている。

●土地所有者

オランダの自然環境保全を主目的とする土地の所有者のうち大きなものは以下の 3 種類である。

- ・ 国家森林局：1999 年に独立組織化。22 万 ha を所有する最大・最古（1899 年創立）の自然保護組織。
- ・ ナチュール・モニュメンテン：全国に会員を持つ団体。7.9 万 ha を所有。1905 年創立。
- ・ 州別自然保護団体：12 ある各州を活動範囲とする団体。12 団体合計で 8.1 万 ha を所有。1930-1986 年創立。

●市民活動

特定の開発に反対するためのグループから、地域の博物誌を研究するグループまで様々。全国レベルあるいは州レベルの組織のみ常駐職員を雇っている。

●データ収集

植物、ほ乳類、昆虫類、両生類等、生物種群ごとに研究グループが存在する。鳥類および両生・は虫類については 1970 年代から種の分布図がつくられ、以後フォローアップも行われている。調査に当たっては、モニタリングルートが設定されており、一定ルート上の場合によっては毎週、あるいは毎月調査している。こうした調査を趣味としてボランティアで行っている人数は、現在では 5 万人を超えていると考えられる。権威ある機関の専門家が、こうして集められた情報を統合し毎年公表している。

■州別自然保護団体（ラントシャップ(Landschap)) の概要

- ・ 11 団体は基金、1 団体は会員組織として活動している。
- ・ 支援者数の合計は 23 万人。
- ・ 12 団体がまとまって連合体を形成し、共通の課題に対処したり国政府機関との協議を行ったりしている。
- ・ 年間予算約 41.6 億円（8,000 万ギルダー。1 ギルダー＝約 52 円）。
- ・ 主な財源：国・州の助成金 30%、木材・漁業権等自然保護区域からの収入 20%、宝くじ収益 30%、債券等 12%
- ・ 上の財源の他に、国・州から農地・自然地の取得費用、自然回復費用、各種計画立案費用が補助される。
- ・ 主な支出：自然地の維持管理費（50%）、家賃・事務経費（15%）、広報・環境教育費（10%）
- ・ 主な活動内容：自然地の維持管理、寄付金の募集、環境教育、用地取得、開発計画・行政計画等に対するロビイング（自然環境保全のための説得活動）

■生態系ネットワーク実現の過程における NGO の役割

- ・国・州の計画立案：国の「自然政策計画」および各州の生態系ネットワーク計画のいずれの場合も、当初から、州の自然保護団体と計画立案担当者が共同して計画立案を行った。
- ・州内の地域別計画の立案：1/25,000 図上で生態系ネットワークのための区域および用地取得予定者（先の「土地所有者」3 団体のいずれか）が明記される。当計画の立案に当たっては、農業者団体と綿密な協議が行われる。
- ・コリドーの実現：地域別計画に基づき、農家、道路・水路管理者、州等と、自然保護用地取得予定の団体が一堂に会して事業計画に合意し、一体的な事業化を進める。

1. 背景

オランダの国名「ネーデルランド（低地）」という名前は、この国に地理的な変化があまりないことを示している。オランダで最も高い山は海面からおよそ 320m の高さであるし、西部の標高は海面よりもはるかに低く、堤防と砂丘がなければ海岸の沖積低地となる地域である。従って、オランダの水管理に関する技術・知識は世界的に有名である。さらに、自然保護においても水管理に関するノウハウは不可欠である。モグラ塚のようなものが山と呼ばれるこの国では、自然保護プロジェクトは地下水の流れに大きく影響されるので、地下および地表の水文に関する知識は極めて重要である。こうした、自然環境保全と水利学との密接な関係を背景として、オランダでは新たな学問分野「生態学的水利学」が成立しているのである。

一方で、オランダは、世界でも最も人口密度が高い国の一つである。オランダでは農業が盛んで、農業輸出は世界の第 3 位であるが、国土面積では第 121 位でしかない。そのため、農業が盛んであるにもかかわらず、オランダ国民は農産品の輸入に頼っており、オランダ国民が依存している海外の農地面積は、合計するとフランス一国の面積に匹敵するほど大きい。

オランダにおける干拓の歴史は長い。天然林の伐採はさらに古く、キリスト誕生のはるか以前から始まっており、その他草地などの自然地も、人間のために高度に利用されるようになった。その結果としてオランダの農耕ランドスケープが形成されたが、これは、ヒース、干拓地、内陸砂丘、湿性草地、湿地、雑木林などの要素が、比較的小規模に入り交じって分布し、多様な生物が生息するものであった。オランダの希少動植物の多くは、こうした、比較的高度な土地利用が行われた場所や、その後の二次的遷移が起きている場所に典型的な種である。従って、現在の自然保護区の多くは、これらの種の生息環境である、かつての農耕ランドスケープを含んでいる。以前には、これらの種の多様性は、近代的な土地利用の副産物でしかなかったわけである。そこで、自然保護区の農耕ランドスケープは、昔の土地利用をまねた維持管理方法が、場合によってはかなりの費用をかけて行われている。

現代社会におけるハイテク農業や、拡大する市街地、増大する交通、深刻な大気・水・土壌の汚染などが、残存している自然的な価値に対し、極めて深刻な脅威を与えているが、本論文では、オランダの自然保護活動の一部を紹介するにとどまる。そこで、オランダの NGO の状況に焦点を当て、オランダの南部で州の自然保護団体（ラントシャップ(Landschap)）が自然を守り、国土生態系ネットワークを実現するために行っている活動を事例として紹介する。

2. オランダの自然保護に関係する NGO 等

オランダの自然保護において、NGO は、大きく 3 つの役割を果たしている。すなわち、自然保護区の所有者としての機能、自然保護活動や啓発活動を行う活動団体としての機能、および環境情報の収集組織としての機能である。

2.1 土地の所有

オランダで最も古く規模が大きい自然保護組織は国家森林局である。国家森林局は 1899 年に設立され 1999 年に独立採算性となった半公共組織であるが、22 万 ha の樹林地を所有している。

一方、真の意味での NGO といえる自然保護団体は、ナチュールモニュメンテンと呼ばれる全国組織と、12 の州それぞれを活動場所とする州別の自然保護団体（ラントシャップ）がある。ナチュールモニュメンテンは 1905 年に設立され、79,000ha の土地を所有している。ラントシャップは 1930 年から 1986 年の間に設立され、12 団体で合計約 81,000ha を所有している。また、より小規模な自然保護グループが小規模な土地を所有している例もある。

その他、水利会社、民間土地所有者、市町村、軍隊などが、合計 22 万 ha を所有している。さらに、農家が合計 200 万 ha を所有しているが、農地における自然創出や生態的管理の実施を目的とした補助金が整備されたため、一部の農地を草地性の鳥類などの利用に供する動きが近年出始めている。

2.2 活動団体

全国スケールで活動している団体には、前出のナチュールモニュメンテンの他、Stichting Natuur en Milieu, Milieudefensie, WWF, Waddenvereniging などがある。

また、各州には、前出の州ごとの自然保護団体（ラントシャップ (Landschap)）のほかに、より小規模な団体を取りまとめる「環境保護連盟 Milieufederatie」と呼ばれるような組織がある。この組織は、州、あるいは州を越える規模での活動の連携を取ることを主な仕事としている。

よりローカルな活動グループは、数百あるものと思われる。この中には、1 本の自動車道に反対しているグループなど極めて特殊なテーマを持っているものや、自然史、地域史、地理など、幅広いテーマを持って活動しているグループもある。狭義のアクショングループと呼べるもの、研究グループといった方が近いものなどもある。

団体の組織を見ると、専属職員を雇えるだけの経済的基盤を持っているのは、国あるいは州のレベルで活動している組織に限られる。ローカルグループのほとんどは、無給の活動メンバーが運営している。

2.3 環境情報の収集

このカテゴリーに入るグループは、動植物種の分布、生態、保護手法などに関する情報を自主的に収集していて、系統分類上近縁のいくつかの種をターゲットとしているグループが多い。最も重要なグループとしては、以下のようなものがある： Vereniging voor zoogdierkunde/zoogdierstudie (哺乳類), Vereniging Das en Boom (アナグマ、テン、ハムスター), VLEN (コウモリ類), SOVON, Vogelbescherming (鳥類), RAVON (両生類、爬虫類、魚類), European Invertebrate Survey (主に昆虫類), Vlinderstichting (蝶類), Nederlandse Entomologische Vereniging (昆虫類) FLORON (維管束植物)。

これらのグループの多くは、当初、動植物の分布情報を集める研究グループとして設立されたものである。オランダでは、動植物のうち重要な分類群それぞれについて、詳細な分布地図がつけられており、特に鳥類と両生・爬虫類については、複数の分布図が存在し、70 年代の分布状況まで明らかになっている。分布図の多くは、5km 角の標準グリッドを使用してまとめられている。さらに、最近の情報をまとめるため、1980 年代あるいは 1990 年代から、新しいモニタリング計画が各種の団体で開始されており、コンピュータによる分布図作成が進められている。各研究グループが所有する特定の種について膨大なデータは、自然環境の破壊に対抗するための中心的・根本的な基盤であり、NGO 活動の基盤であると同時に、全国、あるいは国際的な自然環境管理の基盤でもあるのである。

先に挙げた研究グループなどのモニタリング計画に参加して、趣味として自然環境情報の収

集に取り組んでいる人の数は、オランダ全体で数万人に上ると考えられる。多くの場合は、モニタリングルートが設定され、毎月、場合によっては毎週、ボランティアのルートセンサスによるモニタリングが行われている。モニタリングデータは、権威ある組織の専門家によって、分布図や年間報告の形にまとめられる。各グループの情報は、さらに、「環境状況報告書」として年1回まとめられており、自然環境の回復、衰退の傾向が1年ごとに明らかになる。「環境状況報告書」から読みとれる近年の自然環境の状況は、以下のとおりである。つまり、1980年代前半には、自然環境は極めて悪化していた。最近は若干の回復がみられるが、回復には非常に時間がかかることも明らかとなった。こうした科学的な基礎情報は、「環境状況報告」は、州、国、あるいは国際的な自然環境保全政策を立案する上で不可欠な基礎情報として利用されている。

3. 州自然保護団体ラントシャップの組織と活動

オランダの12州それぞれに、「州自然保護団体（ラントシャップ）」が存在する。このうち、11は基金として組織されており、フリースラント州の組織だけが会員制である。12団体を合計すると、23万人がラントシャップを支援していることになる。12団体は、連合して「自然保護団体連合（ユニ・ラントシャップ）」を組織しており、この連合体が、ラントシャップ共通の利益を達成するため、または、国レベルの機関との協議・調整を行うために活動している。

3.1 財政

12団体を平均すると、ラントシャップの収入のうち、最も大きな比率を占めるのは国および州の補助金で、およそ3分の1を占める。ラントシャップが管理または所有する自然保護区における材木生産、入漁料、入猟料、コテージなどの賃料などの収入がおよそ20%である。郵便宝くじからの収入が2,500万ギルダー、さらに、株・債券からの収入が約12%である。全体で、年間の収入はおよそ8千万ギルダーである。これとは別に、農地や自然地の購入、自然環境の回復、改善、創出事業に対して、国や州機関からの補助金・助成金が支払われている。

一方、全国的な会員制の団体であるナチュールモニュメンテンは、郵便宝くじの創立メンバーの一つで、ほぼ独立採算によって運営されている。ただし、ナチュールモニュメンテンであっても、補助金・助成金を利用できる場合には積極的に利用している。

ラントシャップの支出をみると、経常的な運営経費が約半分を占める。家賃と管理的経費が約15%、広報と環境教育に関する支出が約10%である。余剰金が出た場合には、貯金して財政的な基盤の確立に努めている。

3.2 主な活動内容

ラントシャップの活動は、大きく2つに分けられる。まず、団体内部の活動として、所有する自然保護区における草刈り、放牧、雑木の伐採、水管理、自然回復などの日常管理がある。他方、対外的活動として、基金集め、環境教育・啓発活動の実施、および、自然保護区や、その代替地としての農地の購入を行っている。この対外的な活動は「邪悪な外の世界」に対して我々の自然保護区を守る行動ということもできる。

様々な問題が発生した場合には、必要に応じて、「環境保護連盟」やより小規模な活動グループ等の関係団体との連合体を形成して、それぞれの問題に対応する。問題が重要な国家政策に関わる場合など、国レベルの問題である場合には、全国レベルの連合体が形成されることになる。これまでも、自然保護分野の国家政策に対しては、ラントシャップはその第1次案の段階からコメントを述べてきたし、当該政策の文案作成者と直接対話を持つケースもあった。このように、ラントシャップは、政策立案の極めて早い段階から、政策の方向性に影響を与え、ラントシャップの目指す目標像の実現に向けて働きかけを行っている。

4. 国土生態ネットワーク実現におけるラントシャップ等の役割

4.1 国の「自然政策計画」と州の自然政策計画におけるラントシャップ等のはたらき

国土生態系ネットワークの場合は、下案段階の計画や計画図に対して、ラントシャップが直接意見を述べるなど、計画立案段階において計画立案担当者と密接に協力しあい、計画の内容に大きな影響を与えた。

さらに、国レベルの計画を州ごとの自然政策計画に展開する場面でも、州の実情に応じて新たな計画要素を追加するなど、ラントシャップは重要な役割を果たした。例えばブラバント州では、生態系ネットワークに位置づける区域を拡張して、開発抑制計画として機能する「ブラバント州緑地構造」を定めた。

4.2 地区別計画におけるラントシャップ等の働き

州別の生態系ネットワーク計画は、次に、地区別計画においてより詳細、具体的に検討される。地区別計画は 1/25,000 の地図を用いて作成され、国家森林局、ナチュールモニュメンテン、およびラントシャップの所有地と、地区内に含まれる事業の事業主体、新たな購入予定地の境界線、想定される購入機関が明示される。

地区別計画は、国レベル、および州レベルの計画をふまえ、農家、ラントシャップ、地元の活動グループ、行政などの代表者からなるワーキンググループによって作成される。地区別計画が州によって承認されて初めて、図に示された購入予定地の買収手続きを始めることができ、用地買収には、国および州の補助金を使用される。

ナチュールモニュメンテンは補助金を受けずとも用地買収を行えるだけの経済力を持っており、購入予定地の代替え地を自前で購入する場合があるが、ラントシャップは代替え地の確保を行う経済力を持たない場合が多い。

地区別計画図に記載されるもう一つの重要な要素は、コアエリア間を連絡する生態的コリドーである。コリドーの計画区域は地区別計画図の段階では点線などで示唆的に表示され、その後コリドー実現の事業段階で、より具体的な検討が行われる場合が多い。ただし、生態的コリドーにおいて実現されるべき自然環境タイプや、コリドーを利用する動物種とその移動・生息条件については、地区別計画に詳細に記述されるため、事業段階においても、これらの条件が満たされる位置が選ばれることとなる。

なお、現状でも自然的価値が高い、樹林、希少生物の生息地、荘園などは、用地買収のための補助事業が継続される限りいつでも買収の対象となるため、地区別計画図に詳細な情報を表記する必要がなく、むしろ概略の位置だけ図示される場合が多い。

生態系ネットワークの考え方が広まり始めた 1990 年代の前半には、地区別計画の立案、特に購入予定地の決定は、文字どおり戦いであった。農業者団体は、NGO による農地の買い取りに対して、どのような農地であれ真っ向から反対した。農地境界の位置を数センチ動かすことに対して、膨大な時間の議論が費やされた。しかしその後極めて深刻な農業危機に直面して、農業者団体がより現実的な姿勢をとらざるを得なくなったおかげで、今日では状況は全く変化した。オランダの労使交渉で使われてきた伝統的な合意形成手法「ボルダーモデル」がここでも適用された。「ボルダーモデル」による合意形成は、例えば次のように進められる。はじめに作成されるドラフトに、自然保護側と農家側それぞれの希望条件が並列的に記載される。この段階で、両方の希望条件のうち、約 75% は一致していることが明らかとなる。残りの点について議論を尽くすことで、さらに約 20% が解決される。最後に残る 5% が真の問題点であり、これについては政治的な意志決定によって結論が出される。頑固に昔からの姿勢を貫く少数の人々はまだ存在するが、農業者団体の加盟者のほとんどが、現在ではこうした合意形成プロセスに参加する姿勢を示している。

4.3 生態的コリドーの実現における NGO の役割

生態的コリドーのルート適地が地区別計画図に図示された後、事業化に合わせてゾーンの詳細が検討されるが、コリドー整備の手法としては、いくつかのやり方が可能である。たとえば、耕地整理事業において、事業の重要課題の一つとしてコリドーが検討され、農地や宅地を交換分合して、コリドー用地を確保する場合がある。

コリドーが川、運河、小水路に沿って計画されている場合には、コリドーの実現は水管理委員会の事業となる。乾燥地タイプのコリドーの場合には、多くの場合市町村の事業となる。水管理委員会や市町村は事業費のおよそ半分を負担し、残りのほとんどを州が負担する。現実的には、带状のコリドーを形成するためには、複数の事業主体による事業の内容と整備時期を調整し、一体的な整備を行うことが不可欠である。従って、事業推進の呼びかけは、州がリーダーシップをとる場合が最も多い。水管理委員会が、独自の事業の実施に合わせて関係機関に呼びかけ、コリドーを実現化する場合も時々あるが、市町村が先頭を切って事業を起こすことはこれまでほとんどない。

5. ブラバント州ラントシャップの活動事例

5.1 背景

各州のラントシャップが行っている全活動を紹介しようとする、百科事典のような文書になるが、ここでは、NGO の働きの概略を説明する 3 つの事例を紹介する。

オランダ南部のブラバント州中央部に人口 25 万人の都市ティルバーグ Tilburg 市がある。市街地の北東部には、デブラント De Brant 自然保護区が設置されている。この自然保護区は、中世以降、家庭用燃料である泥炭を切り出す場所として利用されていた。現在は、区域内のほとんどの場所が粘土質土壤に覆われている。今世紀初頭には、この区域は冬に冠水していたが、1960 年代に、ティルバーグ市の下水を流下するため、小川が運河化された。現在も自然保護区は同じ運河によって排水を続けており、区域中央部の地下水位は、過去の状態に比べて最大で 1m 低下した。現在の植生は、大部分が半自然的樹林、草地、湿地、および小規模なヒースである。重要な動物種としては、アナグマ (*Meles meles*, 最近導入された)、樹林性のアオガエル的一种(*Hyla arborea*, オランダ南部では最大の個体群)、イモリ類(*Triturus cristatus*)、ハクマ(*Pernis apivorus*)やオガワコマドリ(*Luscinia svecica*)などの鳥類、セセリチョウの一種(*Carterocephalus palaemon*)や チョウセンコムラサキ(*Apatura iris*)などの希少なチョウ類が生息している。昆虫相調査は多数のボランティアによって行われ、ハエの仲間と半翅類の仲間、数種の新種が発見された。植物相も同様に極めて多様で、希少な高木・低木類が残存して生育している。特に春には、ヤブイチゲ(*Anemona nemorosa*) とサクラソウの一種(*Primula eliator*)の開花がとても美しい。また、自然度から見て最も重要な植物種は、この区域がかつて大規模な湧水湿地であったことを示す湧水依存性の植物種群である。

デブラント自然保護区の面積は約 1,000ha で、このうち 450ha はブラバント州ラントシャップの、残りは農家と荘園所有者の所有地となっている。

5.2 生態的コリドーの実現と NGO

デブラント自然保護区では、東部の小運河に沿う生態的コリドーによって、より下流の保護区と連携することが計画されていた。この生態的コリドーの位置は、地区別計画では極めて示唆的に表現されていた。そこで、この地域を管轄する水管理委員会が中心となって、コリドー実現に向けて動き始めた。およそ 45 軒の農家が所有する 35ha の農地とラントシャップの所有地が計画対象区域に選ばれ、事業化手法として小規模な耕地整理事業が最適と考えられた。耕地整理事業計画がまとまるまでには 25 年間以上を要するが、この事例の場合には、農家、自然環境、および水管理いずれにとってもメリットが大きい計画案が 3 年以内にまとめられ、関係者間の合意に達した。

例えば、耕地整理によって、農家はアクセス性がよく、洪水の危険が少ない農地を手に入れることができた。ラントシャップは既存の自然保護区域の外周の土地を購入できたほか、デブラント自然保護区と他の保護区との間の連続性が高められた。最後に、水管理委員会にとっては、この地域で時々発生する洪水をより効率的に管理できることとなった。

この生態的コリドーでは、樹上性のカエル、アナグマ、その他の動物の移動と繁殖が行われることが自然環境の目標像であった。そのため、コリドー内に池を7カ所掘削し、数千本の高木・低木を植栽基盤の立地特性に応じて植栽した。また、区域外はやぶや池と、コリドー内の環境の連絡を強化するように、動物移動の誘導を目的とした植栽帯が形成された。一般道とコリドーが交差する個所では、アナグマやキツネなどの交通事故を防止する目的から、フェンスとトンネルが建設された。古い橋梁が新しいものに取り替えられたが、橋の取り壊しで発生したコンクリート廃材は、コウモリ類のねぐらとして再利用された。

5.3 「浸透性都市」の実現と NGO

ティルバーグ市は、ブラバント州最大、かつ最も急速に成長している都市である。市は、数多くの住宅地を新しく建設中で、デブラント自然保護区と市街地の間にも 13,000 戸の住宅建設計画がたてられたため、自然保護の観点からラントシャップが問題提起を行った。

当初の住宅計画は、自然保護区内の湧水を涵養している農地の真上にほとんどの住戸が計画されており、農地の雨水浸透機能に価値をおいていない計画であった。ラントシャップはこの第1次案に反対し、保護区の存続のために涵養区域が不可欠であることを述べた上で、「浸透性都市」というタイトルの代替案を提案した。

ラントシャップの調査では、地下水面をコンピュータ・スキャンした結果、涵養源が二股に分かれて伸びていることが明らかとなった。そこで、この2つの涵養源を取り囲むように新しい住宅地を建設するよう提案した。ティルバーグ市は、ラントシャップ、環境保護連盟、その他いくつかの活動グループの協力を得て新しい計画案を作成した。

計画案の検討過程で、建築物が自然に及ぼす悪影響を逆手にとって、自然のために活用しようという新しいアイデアが提示された。これは、建物の屋根に落ちた雨を下水道に流さず、降雨時以外は乾燥している水路網に流しこんで、水路から地下に浸透させるものである。この水路網を、新しい住宅団地の中心に広がる二つの公園の中心に位置づけ、レクリエーションエリアと地下水涵養源を同時に確保した。コンピュータ解析による予測では、屋根への降雨を活用することで、地下水涵養量が現状の2倍から3倍に増え、デブラント自然保護区への地下水供給を保証できると考えられている。さらに、地下水涵養量の増加は、新しく建設する市街地から 10km の範囲の地下水脈に影響を与えると予想されており、市街地建設は、自然環境にポジティブな影響を与える結果となったわけである。

この「浸透性都市」の考え方は、ブラバント州と国政府の関心を集め、他の市における新市街地形成のモデルとなっている。

5.4 ティルバーグ市の「みどりの土台」形成計画と NGO

ラントシャップが「浸透性都市」について検討している間に、ティルバーグ市ではもう一つの問題が発生した。市が計画した市街地外周環状道路の第1次案が外部との協議を行わずに作成され、ナチュールモニュメンテンが所有する野生生物保護区域をまっすぐに分断することが計画された。市はこの計画に基づいて、NGO 等に対し、道路建設の影響を緩和、補償する計画を提示した。NGO はこの計画を断固として拒否し、別の考え方に立った計画立案を提言した。

まず、ラントシャップは、市域内の自然保護区とその他の自然地における野生生物の現状を調査するよう市を説得した。調査の結果、第1次案のルートは自然保護区等に非常に大きな影響を与えると予想され、影響を補償するには相当な費用がかかることが明らかとなった。

調査を実施する一方で、市内の土地利用タイプ別に、自然環境、農地、および市街地の将来像をとりまとめたところ、土地利用間で本当に利害が対立する問題点は、それほど多くないことがわかった。そこで、市と関係する機関の代表者の間で、公平かつオープンな雰囲気の中で、

問題点を議論することが可能となった。議論の過程で、NGO は、市が自然環境保全に果たすべき責任と、市内の生態系ネットワークの計画案を主張した。市は結果として、提案されたアイデアの大部分を取り入れることとなった。この市内生態系ネットワーク計画は、その形状が、金土台の指輪に宝石が埋まっているように、みどりの中に市街地が存在するイメージから、「みどりの土台」とニックネームがつけられた。

この比喩は、様々な行政担当者とのコミュニケーションにおいても用いられ、イメージの共有に役立った。最終的に市は、「みどりの土台」を完成するために、国土生態系ネットワークに位置づけられた緑地等に加えて約 300ha を保全することを決定し、毎年約 50 万ギルダーの予算で 5～10ha の土地を購入し続けることを計画している。

この事例に対しても州や国政府の関心が集まった。これまでに、ブラバント州内外の市がそれぞれの自然環境の保全と創出にあたって同様の考え方を採用している。

6. おわりに

国土生態系ネットワークは、NGO の活動によって、効果的に実現されつつある。オープンな合意形成手法「ポルダーモデル」を自然環境保全にも応用することで、ほとんどの問題点に現実的な解決方法が見いだされている。そもそもオランダの社会は、ディスカッション・ミーティングを文化の一部としており、「自分も生き、相手も活かす」姿勢が常に効果を上げてきた。全ての社会層の、すべての関係者が一堂に会して、オープンな議論を行うことで、創造的な問題解決案がいくつも発見されている。

自然保護区を保全するためには、区域内だけでなく、場合によっては、保護区を取り囲む区域がより重要であるような場合がある。たとえば、ほとんどの保護区は、表流水あるいは地下水を通じて区域外と極めて密接につながっているため、周辺地域における水量の維持、水質の保全が重要である。

同じように、NGO も周囲から孤立しては効果的な活動成果は得られない。社会の中における他のパートナーとの協力、共同の機会を常に見だし、実現することにより、自然の保護を担う社会的な機能をより強めることが可能となるのである。こうした協力、共同の努力が効果を上げない場合には、最終的には法による判断を求めざるを得ないが、他の手段が見いだせず、かつ、必要と判断される場合には、NGO は提訴もおそれない。

Role of NGO's in the realisation of the Ecological Network in the Netherlands
自然環境保全、特に生態系ネットワークの実現における NGO の役割と重要性

Wim Geraedts
Unie van Provinciale Landschappen,
P.O. Box 31, Bunnikseweg 27,
3730 AA De Bilt, The Netherlands.
Fax: 31-302-210797
E-mail: landschappen.unie
@capitolonline.nl

1. INTRODUCTION

The name the Netherlands indicates that our country does not have much geographic relief. Our highest "mountains" are at most about 320 meters above sea level. The western parts of the country lie well below sea level. Without dykes and dunes this region would be a coastal flood plane. The Dutch knowledge of water management is famous all over the world. Also in nature protection this knowledge is essential, as I will explain further on. In a country where a mole-hill is called a mountain, knowledge of water streams, both below as well as on the surface is crucial. Groundwater-streams dictate a lot of our acting in nature protection. In fact this knowledge even created a new science in the Netherlands: eco-hydrology.

Our country is one of the most densely populated countries on earth. Our agricultural export ranks number three on the world list, whereas in surface we rank only on number 121. In fact the agricultural area abroad on which the Dutch agriculture depends, is estimated the size of France!

A long history of reclaiming land for agriculture lies behind us. After the deforestation native primeval forests, which started well before Christ, an intense use of the remaining nature started. As a result heaths, polders, inland dunes, meadows, marshlands, coppice woods etc. developed into a species-rich, small-scale cultural landscape. Most of our rare plants and animals are typical for this former relatively intense use or are developed in secondary vegetation successions later on. As a consequence most of our nature reserves contain these former culture-landscapes. In the old days this richness were only the by-product of that relative intense old use. Nowadays we value these landscapes for their beauty and their richness of species. Management of these landscapes is in fact mimicking the old ways of use, sometimes in a new way and mostly quite costly.

Our modern western society puts an enormous pressure on our nature reserves. High-tech agriculture, expanding cities, intensifying traffic, enormous pollution of air, water and soil pose a serious threat to the remaining natural values. In the following pages I can only draw a rough outline of the Dutch nature protection. Thereby I shall focus mainly on the situation of Dutch NGO's. The examples used here all come from the southern part of the Netherlands thus illustrating a vast variety of actions that the provincial Landscapes take to protect nature and to realise the Ecological Main-structure.

2. DUTCH NATURE PROTECTION ORGANISATIONS

In fact there are three major parties involved in the corner of the non-governmental nature-protection organisations: landowners, action groups and private data-collecting

organisations.

2.1. Land-owners.

The biggest landowner is the government. The State forest Department owns about 220,000 hectares and is the oldest nature-protection organisation in our country. In fact the Forest Department celebrates her 100-th birthday this year! The true NGO's consist only of two organisations: the Vereniging Natuurmonumenten (Society of Nature-monuments) owning about 79,000 hectares (founded in 1905) and the twelve provincial Landscapes (founded between 1930 and 1986). The Landscapes together also own about 81,000 hectares. Further on more information is given. Some smaller foundations or organisations own smaller areas. Others (water-producing companies, private landowners, municipalities, the military etc.) own about 220,000 hectares. Lastly farmers (mostly concerned with gaining money) own some two million hectares of which only a small fraction is administered as "nature", mostly areas for meadow-birds.

2.2 Action groups

On a national scale several organisations are active (Stichting Natuur en Milieu, Milieudefensie, WWF, Waddenvereniging). In each Province there exists a co-ordinating organisation (Milieufederatie: Environmental Federation). Mostly these federations co-ordinate the collective actions or organise action on a provincial or supra-provincial scale. On a more local level hundreds of action-groups are active. Some are very specialised (for instance actions against a single motorway etc.). Some are more comprehensive and study a vast array of subjects (natural history, local history and geography etc.). Some of them are real action groups; others are more study groups. Only the national and provincial organisations can afford to pay co-workers. Most local groups consist only of voluntary co-workers.

2.3 Private data-collecting organisations

These organisations are active mainly in gathering information on distribution, ecology, protection etc. of several taxa of plants and animals. They mostly are clustered on a biosystematic basis. The most important ones are: Vereniging voor zoogdierkunde/zoogdierstudie (Mammals), Vereniging Das en Boom (Badger, Marten, Hamster), VLEN (Bats), SOVON, Vogelbescherming (Birds), RAVON (Reptiles, Amphibians, Fish), European Invertebrate Survey (mostly Insects), Vlinderstichting (Butterflies), Nederlandse Entomologische Vereniging (Insects) and FLORON (Vascular Plants).

Most of these groups started as a study-group with the sole aim of gathering data on distribution of their plant- or animal-group. In the Netherlands we do now have a detailed atlas for each of the important groups of animals and plants. For birds and reptiles/amphibians we do even have several atlases dating back from the seventies. Most atlases use the national grid, and are detailed on a 5 square kilometre scale. In the following-up of these mapping plans, monitoring-schemes started in the 1980- and 1990ies. Most distribution-maps are made by computer nowadays. Most study-groups build up a vast amount of data on their specific study-object. This information now is essential in the battle against forces that attack nature in general. The information that is brought together often is the basis for actions of the NGO's. Knowledge of distribution of plants and animals is also essential both in internal and external management.

At present several tens of thousands of people gather information on a voluntary basis as a hobby. Monitoring routes are monitored, some even on a weekly or monthly basis. Professionals in the respective organisations collect these data and bundle them in an annual report or for the purpose of a new atlas. Annually all this information is gathered in a kind of State of the Nature (Natuurbalans), thus measuring the "pulse of Mother Nature". Conclusion so far: She was very ill in the early 1980ies. In the past years she recovered a little bit and recovery will take a long time. This information is essential for making provincial, national and international policy-plans on nature-protection.

3. ORGANISATION OF PROVINCIAL LANDSCAPES

Each of the twelve provinces has its own provincial Landscape. Eleven of them are organised as a foundation with contributors. One (It Fryske Gea in the Province of Friesland) is organised as a society with members. In all some 230,000 people support our organisations. The twelve Landscapes themselves are organised in the "Unie van Provinciale Landschappen", the Union of Provincial Landscapes. The twelve provincial Landscapes are all twelve independent entities. The Union tries to cover all of the mutual interests and has a mandate to negotiate on a national level with the national authorities.

3.1 Finance

In a grand total the Landscapes are mostly dependent on subsidies from the state and provincial authorities (about one-third). Yields from the nature reserves brings in some 20 % (timbers, hunting- and fishing-rights, rents, etc.). Sponsoring by the national Postcode-lottery brings in 25 million guilders and last but not least stocks and shares give about 12 %. In all our budget is some 80 million guilders annually. Apart from this, subsidies are given by the national and provincial authorities for buying farmland and nature areas. Also subsidies can be obtained for renaturation, restoration or development-plans.

The Society of Nature-monuments (one of the founders of the national Postcode-lottery) is almost self-supporting as far as this is concerned. But still they like to receive subsidies for their activities.

On an annual basis operating costs take about half of our budget. For housing and administration some 15 % is spent. Information and education take 10 %. When some money is left we try to build up some securities by saving.

3.2 Main actions

Our work is divided into two main activities. The internal works mainly consists of the ordinary management of the nature reserves (mowing, grazing, cutting sods, regulation of water, nature-restoration etc.). Other main activities are raising funds, education and buying areas (agriculture as well as nature). The internal management lies beyond the scope of this article. In the context of this article the external management is of greater importance. In general one could describe this as: shielding our nature reserves against "The evil rest of the world".

If necessary we form for each problem an "occasional coalition" with for instance the local provincial environmental federation and local action groups. Each problem that we meet, is analysed at first. If the problem has a national impact a study- or action-group is

formed on a national level. For instance for most important national policy plans, which concern our working field, we have been giving comment on first concepts. In fact there is sometimes a direct contact between the authors of the policy plan. So, already from the very first start we try to use our influence and to lobby for our case.

4. Establishment Ecological Main Structure in detail

4.1 National Nature Protection Plan, Provincial Plans

In planning the national Ecological Network there was a close co-operation between the planning persons of the government and the Landscapes. We commented upon the concept-plan itself and the additional maps in a very early stage, thus having a major influence on the National Nature Protection Plan. In addition the National plan is worked out in further detail on a provincial scale. Each Province translated the National Plan in her own way. Some Provinces added new elements of provincial policies to their plan. For instance the Province of Brabant expanded the Ecological Main Structure with a provincial Green Main Structure which in general could be described as an extra development-protection-plan. In the translation from national level to provincial level the NGO's have also played a significant role.

4.2 Regional Plans

The provincial plans in their turn are worked out into regional plans. It is important as a preamble to know that on a regional scale all of the Netherlands is divided between the three main landowners, (State Forest Department, Society of Nature-monuments, Landscapes). Around existing properties of each organisation there is an agreed buying area. Within this area one of the three may buy land at first. If this organisation is not able to do so, one of the others may buy. So for the final definition of regional plans (a detailed workout on a 1 to 25,000 km-scale) this division is very important.

So these regional plans are worked out on the basis of the national and provincial plans. In a working-group with representatives of farmers, the environmental federations, local action groups, NGO's, official and civil servants the definitive plan is established. Only when this plan is approved, the NGO's can officially purchase the farmland that is indicated on the annex map, with subsidies from the State and the Province. The Society of Nature-monuments is financially strong enough to purchase farmland without subsidies. She does so to be able to barter outside the mapped area for parcels in the indicated area. The Landscapes mostly can not afford this.

Another important issue that is put on the regional map, are the connecting-zones between several nature core-areas. These zones are indicated on the map as dotted lines, indicating the spots where at that moment these zones are judged to be situated best. Further on the process of realising such zones is worked out in greater detail (see below).

Existing forests, nature-areas, biotopes of endangered species, estates etc. are always acquirable (except when the annual amount of subsidies is exhausted) and are mostly only roughly indicated on the Regional map.

In the beginning (early 1990s) establishing a regional plan could be described as a genuine battle. Farming-organisations opposed completely against any purchasing of farmland by NGO's. For each inch of farmland an elaborated discussion took place. Due to a vast agricultural crisis, the farmer-organisation was forced to take a more realistic approach. Nowadays the situation is completely different. The "polder-model" (an

agreement between employee-organisations and employer-organisations to be fare in handling wages) is also applied here. Apart from a notorious die-hard, most people from the farmer-organisation agree with this approach. What does this mean? In forthcoming plans firstly a rough draft is made on a basis of mutual wishes. About 75 % of these wishes from farmers as well as NGO's are matching. So there is no problem at all. A further 20 % is assigned after a thorough discussion. The remaining 5 % is the real problem and has to be solved by a verdict of politicians.

4.3 Connecting zones

On the regional maps the zones are indicated. In turn these zones are worked out in detail. Here we have several possibilities. In re-allotments these zones are worked out as an integral part of such a plan. Re-allocation plots of ground give space to realise these connecting zones.

Apart from re-allotment-plans it is important whether the zone is a dry or a wet/moist zone. If a zone is indicated alongside a river, brooklet or canal the waterships or water-boards are responsible for the realisation of these zones. If it concerns a dry connecting-zone mostly the municipalities are responsible. Both Civil Services are also responsible for about half of the finances. The other part is paid mostly by the Provinces. The initiative for the plan is taken in most case by the Province, sometimes by the water-board and hardly ever by the municipalities.

5. NATURE-RESERVE "DE BRAND", AN EXAMPLE.

5.1 Introduction

Describing all the activities of all the Landscapes would fill a monumental encyclopædia. Therefore only a few examples are given in this article to illustrate the way the Dutch NGO's act. The examples that will be discussed next come from the southern part of the Netherlands in the Province of Brabant.

Situated north east of the city of Tilburg in the centre of the Province of Brabant one can find the nature reserve "De Brand". The reserve used to be an old peat-bog that was reclaimed by cutting blocks of peat for heating houses in post-Medieval-times. Most parts have clay-soils nowadays. In the beginning of this century the area was flooded in winter. In the sixties a small rivulet was canalised for draining sewer-water of the city of Tilburg. Today the reserve is drained by this canal. The groundwater-level in the centre of the reserve has dropped up to one metre. The vegetation consists mostly of semi-natural forest-stands, meadows, marshes and even small heathlands. Most important animals are the Badger (*Meles meles*, very recently reintroduced), Common Tree Frog (*Hyla arborea*, biggest population in the southern Netherlands), Warty Newt (*Triturus cristatus*), many birds of prey such as honey-buzzard (*Pernis apivorus*), Blue-throat (*Luscinia svecica*), many rare butterflies such as the Chequered Skipper (*Carterocephalus palaemon*) and the Purple Emperor (*Apatura iris*). In the reserve many volunteers have made an inventory of insects. Several species of flies and bugs new to science were discovered. The flora is also very rich. Rare trees and shrubs do still occur in the reserve. Especially the spring flora with Wood Anemone (*Anemona nemorosa*) and Primrose (*Primula eliator*) is very beautiful. Most important are the plant species that are dependent on seeping water. In fact in the old days the area was one big seeping marsh.

The area is about 1000 hectares in size. Some 450 hectares are owned by the Brabant

Landscape. The rest is still in use by farmers and estate-owners. In my lecture I will explain more of the eco-hydrology of this reserve.

5.2 Connecting-zones, an example

In the reserve "De Brand" a connecting zone runs from the eastern part next to the little canal to an adjacent reserve further downstream. This connection-zone was only globally indicated on the regional map. The local water-board took the initiative to work out a plan for realising the zone. Some 45 farmers were affected by this zone, with some 35 hectares. Some areas that the Brabant Landscape possessed, were brought in as well. A miniature re-allotment-plan proved to be best approach. Normally such a plan takes 25 years or more to develop. Within three years farmers, NGO's as well as the water-board agreed on a plan that proved to be beneficial for the farmers as well as for nature and the water-management. The farmers got parcels with better accessibility and less stress from floods, the Brabant Landscape could buy parcels as a round off of the nature-reserve and the reserve "De Brand" was effectively connected with other reserves. Finally the water-board could more effectively manage the floods that occasionally occur in the area. The zone was arranged for the benefit of migrating and breeding tree-frogs, badgers and other animals. Therefore seven ponds were dug. Several thousand young trees and shrubs were planted accordingly to their natural ecological stands. Guiding landscape-elements were planted to connect the surrounding smaller bushes, ponds etc. with the connection zone. On cross-points with local roads, fences and tunnels were constructed to prevent collisions with badgers, foxes and so forth. An old bridge was removed and replaced by a new one. The surplus of old concrete bridge-elements were re-used as a hibernating-site for bats.

5.3 Urban development Tilburg Northeast. "The Leaking City".

The city of Tilburg is the largest and fastest growing town in the Province of Brabant. Some 250,000 people live there. The municipality is building many new residential quarters. In the region between the reserve "De Brand" and the city a plan was made to build some 13,000 new houses. Most of the houses were planned direct on top of the major infiltration area of groundwater of the reserve. The original plans took no account of the value of the present farmland as an infiltration zone for the reserve "De Brand". Brabant Landscape protested against the original plans and suggested to value the infiltration-zones as essential for the survival of the reserve. They suggested an alternative plan under the title "The Leaking City". A quick computer-scan of the groundwater-table indicated that the infiltration-zones stretched out in two distinct zones. The Landscape suggested to build the new quarters around these zones. And thus it happened. The city of Tilburg made a new plan with the help of Brabant Landscape, the environmental federation of Brabant and some local action-groups. While discussing the plan some new ideas rose in the working-group to use the negative effects of building houses for the benefit of nature. Rain that falls on the roofs of buildings is normally directed into sewers and is lost for infiltration. In the new plan this rainwater was directed into a waddi-like system. These waddis enabled the rainwater to infiltrate into the ground. Thus adding more water to the groundwater-table. These waddis more-over formed the centre of two parks stretching out in the centre of the new quarters. So a combination of recreation and infiltration area was created. A computer-analysis showed that the amount of infiltrating water increase about two to three-times, thus guaranteeing the influx of good seeping water in the nature-reserve the Brand. The effect of seeping water stretched out up to some ten kilometres from the city. So the negative effects of the construction of the new quarters were changed in a positive

direction.

The approach of the Leaking City drew the attention of the Province of Brabant and the national authorities and is now used as an example for developing new quarters in other cities.

5.4 The Green Mould

During the time we were discussing the Leaking City with the municipality of Tilburg another problem arose. The city of Tilburg intended to complete their ring-road around the city. Without previously consulting anyone they made plans for a new road straight through a wildlife area of the Society of Nature-monuments. They presented to us directly a plan for compensating and mitigating this new road. The NGO's protested firmly and supposed another approach. Firstly we convinced the city of Tilburg that they should analyse their wildlife-areas within the borders of the municipality. By valuing these areas (some were reserves, others were areas of local importance for nature) it turned out that the route they had chosen initially, would prove to be very harmful and would cost lots of money to compensate. In fact three visions were made on the future of nature, arable and urban areas. By putting these visions together, most problems proved to be non-existing (see the Polder-model above). The real problems (e.g. differences in vision) now could be discussed in a fair and open manner. In this process we convinced the City of Tilburg that they should take their own responsibility in nature protection. They agreed on this, in fact they took over most of our ideas on the local ecological structure. These ideas were transformed in a so-called "Green Mould", meaning that the city and all of its urban aspects was set in a natural (green) setting, like a gem in a golden ring so to speak. This metaphor was used to communicate with the local administrators. In the end they declared their responsibility for some 300 hectares on top of the existing Ecological Main Structure. Annually they now wish to spend a sum of half a million guilders (5 to 10 hectares) on realising this "Green Mould".

This approach also drew the attention from the Provinces and Ministries. Some cities inside and outside the Province of Brabant used this idea for protecting and developing their natural environment.

6. CONCLUSION

Actions by NGO's do result in an effective realisation of parts of the National Ecological Main Structure. The used "Polder-model" helps us in finding a practical solution for most problems in nature conservation. Our society has a rich culture of discussion-meetings. The approach of "live and let live" proves to be effective. An open confrontation with all the partners in society resulted in many new ways of handling problems. Not only the nature-reserve itself is important, the surrounding areas are sometimes of even more interest. The (ground)water relations are for most reserves of utmost importance in the Netherlands. Operating as a stand-alone organisation is not effective. Searching for coalitions with other partners in our society can help strengthening our position as protectors of nature.

If all of this does not help we may be forced to go to court eventually. In some cases nothing else will help. If necessary we won't hesitate to do so.

環境の時代を迎えるミティゲーションのあり方 Mitigation for the Age of the Environment

池谷 奉文¹

(財) 日本生態系協会 会長

171-0021 東京都豊島区西池袋 2-30-20

RJ プラザ 3 F

Fax: 81-3-5951-2974

E-mail: ecojapan@ga2.so-net.ne.jp

要旨：野生生物が絶滅の危機に瀕する主な原因は、生息環境の悪化によるものである。このため今後の開発事業には、自然生態系への悪影響を回避・最小化・代償するための「ミティゲーション」の検討が必要になる。現在わが国で行われているエコロードなどの道路における環境対策は、「軽減」や「代償」のミティゲーションが中心である。これからは、貴重な動植物の生息場所などには基本的に道路をつくらないことを原則として、どうしても道路を建設しなくてはならないところでは、人間のためだけでなく自然にもプラスに働く道づくりを推進し、場所によっては道路の再自然化の検討を行っていくことも重要である。

1. はじめに

現在、日本の植物の4種に1種、ほ乳類の3種に1種、鳥類の5種に1種が、すでに絶滅の危機に瀕している。野生生物が絶滅の危機に瀕する主な原因は、生息環境の悪化によるものである。生息地への悪影響の多くは人間活動によってもたらされる。例えば、道路建設にともない野生生物の生息地が消滅・分断されたりすることも、その地域の自然生態系を変化させ、野生生物に深刻な影響を与える。

環境問題の本質は、自然生態系を守り、回復させると同時に持続的に利用していくことにある。自然生態系の保護とは、単にある特定の生物の保護を意味するだけでなく、多様性と地域特性をもつ自然を全体として守り、また大量生産・大量消費・大量廃棄の経済システムを極力抑制することである。私たちは次世代そして将来世代を見据えて、持続可能な社会のために、今の自動車社会のあり方についても見直していく必要がある。

2. 道路整備にともなう環境影響

道路建設に伴う環境影響の中でも、自然生態系の分断は深刻な問題である。野生生物は土壌を基盤として食う食われるといった関係の食物連鎖でつながり、生態系のピラミッドをつくっている。このため、開発事業による自然の破壊が、面積的にたとえ小さいものでも、生態系に大きな影響を与えることがある。こうした影響は、道路だけにとどまらず、温度、湿度、風力、土壌の水分条件などの変化というかたちで道路の周辺地も含めた広い範囲にわたる場合もある。

例えば、生態系ピラミッドの頂点に位置するサシバというタカの仲間は、生きていくために約100haの自然の土地が必要だといわれている。仮にこのサシバが住んでいる森の真ん中に道路を通した場合、道路自体は細長く面積は大きくなくとも、森が二つに分断されることで、生態系の質が全く変わってしまい、サシバの生息が不可能になることがある。ワシやタカの仲間は、生態系のトップにいて一見強そうに見えるが、実は自然破壊の前には一番もろい存在である(図1)。

¹ いけや ほうぶん Hobun Ikeya President, Ecosystem Conservation Society-Japan
RJ Plaza 2-30-20 Nishi-Ikebukuro, Toshima-ku, Tokyo 171-0021 Japan

自然生態系が分断されると、広い土地を必要とする生き物だけでなく、それを支える多くの生き物も消失する。また生息地の分断により、生き物の交流が制限されるために、近親交配が進むという悪影響も考えられる。このほかにも多くの道路建設が、野生生物の交通事故死（ロードキル）の増加原因となっている。例えばタヌキの場合、平成8年には年間1万件を超えるロードキルが発生している。陸上の生態系は土壌を基盤として成り立つため、1本の道路による生息地の分断の影響は非常に大きいといえる。

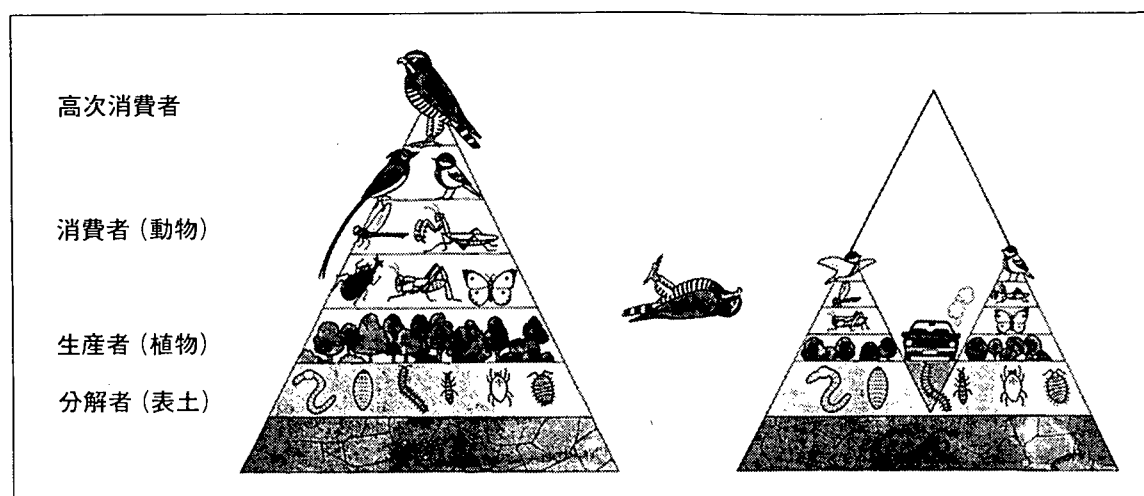


図1 (a). 生態系ピラミッドの頂点に位置するワシ・タカのような高次消費者は、豊かな自然があって、エサとなる多くの生き物がいることで、はじめて生きられる存在である。

図1 (b). しかし、例えば自然が道路で断ち切られたり、宅地や農地に変えられたりすると、生態系の質が急速に落ちる。その影響を真っ先に受けるのがワシ・タカのような高次消費者である。

3. ミティゲーションの考え方

道路による生態系への悪影響という問題は、もちろん日本だけの問題ではない。アメリカでも日本と同様に、生態系の分断による自然生態系の変化やロードキルなどが問題になっている。なかでも湿地破壊が深刻である。というのも建国当初（1780年）アメリカにあった湿地面積が、22の州で半分以下になっているからである。アメリカでは現在、湿地の「ノーネットロス（NO-NET-LOSS：アメリカの湿地面積をこれ以上減らさないこと）」を国家目標に、湿地の保護および復元に積極的に取り組んでいる。

アメリカでは1969年に制定された国家環境政策法の中で、環境アセスメントが位置づけられている。環境アセスメントとは道路建設などの開発を行うときに、それが環境にどのように影響を与えるかをあらかじめ調査、予測、評価することである。自然環境に悪影響を及ぼすことが明らかな場合、代替案を考えながら、「ミティゲーション」が検討される。

ミティゲーションとは、開発による自然破壊への悪影響を緩和する措置のことをいう。例えば、道路建設事業の計画では道路が森を貫くことになっていたところを、森を破壊しないようなルートに変更した場合、ミティゲーションを行ったという。アメリカでは、現在、ミティゲーションの種類を次の3つに大別することが多くなっている。

- 「回避」：開発を中止したり、別のところで行うことで自然への悪影響をさける。
- 「最小化」：開発面積を小さくしたりして、自然への悪影響をできる限り小さくする。
- 「代償」：開発によって失われる自然の代わりに、別の場所で自然を守ったり、新たに自然を回復したりすることで悪影響の埋め合わせをする。

ミティゲーションの検討にあたっては、優先順位がある。その順序とは、①回避→②最小化

→③代償の順である。このようにミティゲーションを行う場合は、まず路線の変更といった「回避」策を第一に検討する。次に、事業計画のなかで、環境への悪影響をどうしても回避できない場合は、影響を最小限にどどめるための「最小化」、さらに「代償」の検討が行われることになっている。

回避の例として、コロラド州ジェファーソン・ダグラス郡にデンバー市水道局が都市用水を確保するために計画していたダム建設プロジェクトがある。ここでは環境アセスメントのなかで、一定の代償ミティゲーションの提案が行われていたが、全米レベルで希少な、しかも他の場所で代替不可能な貴重な野生生物の生息地が大きく損なわれることから、環境保護庁は拒否権を行使した（1990年11月23日）。また、内務省魚類野生生物局も同じような意見を出したため、開発の許可は取り消され、ダム建設は中止となった。こうした事例は他にも数多くある。

代償ミティゲーションとは、悪影響を最小化した上で、さらに埋め合わせとして行うものである。代償ミティゲーションには、開発地の一部やすぐ近くで埋め合わせをするオンサイト（On-site）、遠く離れたところで行うオフサイト（Off-site）がある。また対象とする生物を基準にすると、同じ種類の自然環境を回復するのがインカインド（In-kind）、異なるものならアウトオブカインド（Out-of-kind）ミティゲーションと分類される。

またアメリカ合衆国では、「ミティゲーション・バンキング」制度も発達している。これは、開発で自然破壊をした時にその代償をするのではなく、守るべき価値の高い自然を先に登録しておき、どこかで環境への悪影響を与える開発が行われるとき、その「代償」として開発者の資金で登録地を買い取るという制度である。買い取り面積は一律ではないが、少なくとも開発で影響を受ける土地の数倍になることが多い。

ヨーロッパでも、道路による自然破壊という問題に対処するために、生物多様性保全への取り組みが始められている。例えば、ドイツにはアウトバーンとよばれる高速道路があるが、道路が自然を分断しないよう道路上面に蓋をかけてトンネル化し、トンネル上部をビオトープ（野生生物の生息空間）化したり、小動物の移動用のトンネルを設置したり、あるいは道路の両側に植栽し、自然の帯をつくり出すなどの工夫が行われている。道路に沿ってつくられた自然の帯は、ビオトープをつなぐエコロジカルコリドー（自然の回廊）としての機能が期待できる。

ドイツには自然環境への悪影響に対する生態的な補償制度がある。この仕組みは、Eingriffsregelung（侵害・介入規則）とよばれ、連邦の自然保護法や州の自然保護法の中で詳細が定められている。大規模な自然環境の破壊を伴う道路建設や農業のほか整備事業などに適用され、悪影響の回避を第一原則としながら、回避不可能な悪影響については100%以上の代償・代替措置が事業者に義務づけられている。ドイツでは法律に基づいたこの制度により、自然を守ることを優先に道づくりを行っている。（写真1）



写真1. 人工地盤で道路を地下化し、地上部に自然を再生したドイツの道路

4. わが国の取り組みについて

欧米に続き日本でもこの6月から環境アセスメント法（環境影響評価法）が全面施行された。アセスの対象になる事業を担当する省庁から公布された主務省令の中では、「生態系」を全体として評価することや、回避・低減を優先し環境への影響を緩和するミティゲーションの考え方がはっきりと打ち出された。

また平成6年には建設省が「環境政策大綱」を発表している。これは21世紀を視野において建設省の環境政策に関する基本的な考え方を明らかにしたものである。ここには「道路のルートや構造の検討にあたって、動植物の分布状況等の地域の自然環境等に関する調査を踏まえ、自然との調和を目指したルート選定等を行う。」「すぐれた自然環境をできるだけ保全し、環境への影響を軽減、解消する再自然化その他のミティゲーションを積極的に行う。」といったことが書かれている。現在わが国で行われているエコロードなどの道路における環境対策は、野生動物のための通行路の設置やインターチェンジなどの空地を利用した「軽減」や「代償」のミティゲーションが中心であるが、これからは中止を含めた事業の検討や自然生態系に負荷を与えないルート選定を計画段階から行うことがまず必要になる。

5. NGO としての取り組み

わが国においても長年待たれていた特定非営利活動促進法案（NPO 法案）が昨年成立した。これにより、非営利活動を行う環境保全、保健福祉、国際協力など12分野の団体が、比較的容易に法人格を得ることができるようになった。同法の成立にともない、自然保護分野での NGO の役割も今後一層期待されている。

日本生態系協会は、政策提言型の環境 NGO として、自然生態系の保護・回復の視点から様々な活動を実施している。

当協会では、毎年、国際フォーラムを開催し海外における自然生態系保全の取り組みを紹介している。この国際フォーラムでは、それぞれの分野において第一線で活躍している方々を招聘している。これまでにビオトープネットワーク、エコロジカル・ネットワーク、21世紀の河川のあり方などをテーマに開催し、本年はミティゲーションをテーマに国際フォーラムを行った。同フォーラムは、毎年、多数の参加者があり、大きな反響を得ている。エコロジカル・ネットワークのシンポジウムでは、ヨーロッパ環境政策研究所のグラハム・ベネット氏、ビオトープ保護及び景観生態学研究所所長のヨーゼフ・ブラープ氏を招き、ヨーロッパにおけるエコロジカル・ネットワークの最新情報を紹介していただいた。エコロジカル・ネットワークについては、1991年にヨーロッパ環境政策研究所より発行された「Towards a European Ecological Network」（ヨーロッパにおけるエコロジカル・ネットワーク構想について説明したもの）を当協会にて翻訳・発行し、この本を通じてヨーロッパの大陸レベルでの自然保護政策の実態を紹介している。（日本生態系協会誌、1995）

また、ビオトープ事業に携わる技術者の育成と技術者のレベルアップを図るため「ビオトープ管理士」資格制度を平成9年度に創設した。今年で3年目になる本試験には千人以上が受験し、受験者数も年々増加している。ビオトープネットワーク（エコロジカル・ネットワーク）形成の効果的な推進役として、野生動植物の調査や生態系の適切な保護管理を担えるビオトープ管理士の役割は、今後ますます大きくなると考えている。

一般市民向けには、環境教育講座（半年間、全10回）を開催し、環境問題についての正しい理解と環境保全活動に参加するための基礎的な知識を得る機会を提供している。また、本講座修了者を対象に、さらに2段階の上級コースを用意している。この講座を一つのきっかけに、一人ひとりが環境問題を自らの問題ととらえ、地域のビオトープネットワーク形成に向けて積極的に行動できる人材が育っていくことを期待している。（写真2）

このほか、会報「エコシステム」を隔月で約4万部発行し、会員の他に、全国会議員、関係機関などにも配布している。また本年度に執筆・編集した「おしえてビオトープ」という冊子は、環境庁を通じ全国の小学校に9万部配布されている。

こうした当協会における数々の活動を通して、多くの人たちに自然生態系の保護・回復は、

私たち人類が将来世代にわたり恒久的に利用できる生存基盤である自然資源を、持続的に利用できる社会を築いていくために必要不可欠であることを伝えている。

NGO にとって活動を拡充していく上での優遇税制措置が不十分なことや、欧米と比較してボランティアや寄付に対する意識が低いことなど、日本の NGO が活動していく上でまだ問題はあものの、自然生態系という公共的な財産を守っていくためには、NGO が議会・行政と並ぶ存在として大きな役割を担っていく必要がある。



写真2. 当協会主催の環境教育講座「最新環境スクール(初級コース)」野外講座「自然破壊の実態を調べてみよう」の風景

6. 最後に

現在、わが国の国土面積 1 km^2 当たりの道路延長は 3.04 km/km^2 に達している。そして、現在ある道路の老朽化などによる道路の維持管理・更新費が急激に増大していることを十分認識する必要がある。建設省は、今のままの傾向で推移した場合、建設投資額に占める維持管理・更新費の割合は2010年で約50%、2030年で約80%に達し、住宅・社会資本への新規投資が困難な状況が生じると指摘している。

わが国の財政事情や経済成長からみると、今後、建設投資に対し莫大な予算をつぎ込むことは非常に難しいといえる。今後の道路整備計画は、新規投資額に限られてくることを前提に立てていく必要がある。このため、道路建設の費用対効果というものを構想段階で検証していくことが求められる。(図2)

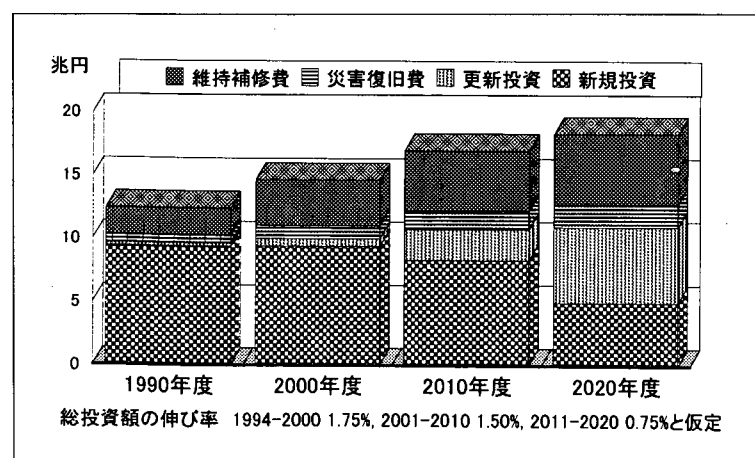


図2. 今後の維持管理費・更新投資費の推計

建設投資額の伸びを1994-2000年度で1.75%、2001-2010年度で1.50%、2011-2020年度で0.75%とした場合、総投資額に占める新規投資の割合は、1990年度で76%あるものが、2020年度には27%にまで減少する。同白書では、建設総投資額が1994年以降0%だった場合も推計しているが、この場合は、2020年度における新規投資の割合は7%にまで減少するとしている。(出典:建設白書 平成6年版)

道路のルート検討などの際は、対象地域の野生生物の分布を含め自然環境に関する十分な調査を行い、その結果をふまえたルート選定等が必要である。これまで日本で行われてきた道路における環境対策は、のり面などを利用して植生を復元したり、野生動物のための通路をつくるといった、野生生物への悪影響に対する「低減」や「代償」のミティゲーションが中心だったといえる。これからは、絶滅のおそれのある動植物の生息場所などについては「回避」するという考えをさらに徹底させ、残された質の高い自然をこれ以上壊さないようにする必要がある。

る。

また、現代世代のためにつくられた山岳道路でもともと脆弱な高地の自然生態系に深刻な影響を与えているものや、利用頻度が極端に少なく既存の近隣道路を利用することで代替可能なところなどについては、こうした道路を撤去して元の自然生態系を回復させていく方向で考えていく時期にきている。したがって、そのために必要な技術開発なども、今後取り組むべき課題といえる。

参考文献

Institute for European Environmental Policy (1991) Towards a European Ecological Network, ヨーロッパ環境政策研究所（日本生態系協会訳）（1995）エコロジカル・ネットワーク環境軸は国境を越えて．日本生態系協会，東京，116pp.

建設省（1994）建設白書平成6年版．大蔵省印刷局，東京，566pp.

日本生態系協会（1998）環境を守る最新知識．信山社サイテック，東京，179pp.

日本生態系協会（1994）ビオトープネットワーク．ぎょうせい，東京，109pp.

Mitigation for the Age of the Environment 環境の時代を迎えるミティゲーションのあり方

Hobun, Ikeya, President
Ecosystem Conservation Society-Japan
RJ Plaza 2-30-20 Nishi-Ikebukuro,
Toshima-ku, Tokyo 171-0021 Japan
Fax: 03-5951-2974
E-mail: ecojapan@ga2.so-net.ne.jp

Abstract: The primary factor in the impending extinction of many species is deterioration of habitat. Therefore future development programs must incorporate processes to mitigate environmental impact if we are to avoid, minimize or compensate negative effects. The environmental practice of using "eco-roads" now being adopted through-out Japan emphasize reduction or substitution mitigation practices. A future focus will be the basic principle of not routing roadways through core habitats of valuable flora and fauna. However, where there is no alternative but to build through such areas, the roadway must include facilities to benefit not Man alone but also the natural environment. Depending on locale, some consideration must be directed to returning certain roads to nature.

1. Introduction

At this time, one of every four plant species, one of every three mammal species, and one in every five species of birds face extinction in Japan. The primary common factor underlying the crisis to wildlife is habitat deterioration. Much of the damage to natural habitats results from human activities. Notably, wildlife habitats may be destroyed or fragmented by road system construction, which effect changes to the natural ecosystem that bear serious consequences for wildlife.

The essence of solving environmental problems is to protect and restore natural ecosystem and at the same time to use them in a sustainable manner. Protection of natural ecosystem is not a question merely of protecting certain species of wildlife: it's about protecting nature as a whole in all its diversity and with all its local features and doing everything possible to hold back on economic systems premised upon large-scale production, consumption and waste. With our eyes on the next and subsequent generations, we need to take another look at the reality of our car-based society to ensure the creation of sustainable societies.

2. Road Improvement and Environmental Impacts

The fragmentation of natural ecosystem is an especially serious problem in the context of road building. Soil is of the essence as far as wildlife is concerned, and a food chain is established based on eating and being eaten has established the ecosystem pyramid. This means that even where the extent of destruction from development projects is small in terms of area, the ecosystem could be destroyed by the impact. This influence is not restricted to roads: in many cases it is felt over a wide range including areas in the vicinity of roads in forms such as changes in temperature, humidity, wind force and soil moisture conditions.

For example, the Gray-faced Buzzard-Eagle, which sits at the top of the ecosystem

pyramid, needs around 100 hectares of continued territory space. If a road were built through the middle of a forest which was home to this bird, even if the road happened to be narrow and small in area, this would mean that the forest had been divided in two. The quality of the ecosystem would thus undergo a major transformation and the Buzzard-Eagle would be deprived of its habitat. Eagles and hawks may appear strong enough in their position at the pinnacle of the ecosystem, but in reality they are highly susceptible to destruction of the natural environment (Fig. 1).

Once a natural ecosystem is fragmented, not only life forms requiring extensive territories but the life forms supporting them are lost. Moreover, interrelationships between the food cycle are stymied by the fragmentation of the natural habitat. This may result in extensive inbreeding between each species. Extensive road-building is also a factor in the rising frequency of roadkill accidents. For example, more than 10,000 raccoon dogs are reported as having been killed in road accidents in Japan in 1996. Land-based ecosystem is based on the soil, meaning that the partitioning of a habitat by means of a single road is likely to exert an enormous influence.

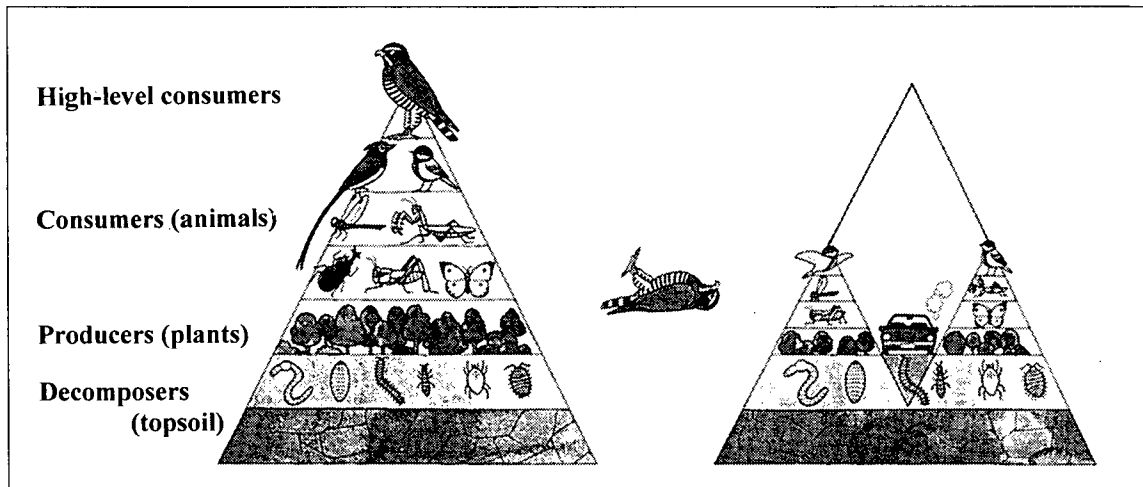


Figure 1-a: High-level consumers such as eagles and falcons who are at the peak of the ecosystem pyramid are only able to survive where there is a rich natural environment and plentiful prey.

Figure 1-b: If a habitat is fragmented by a road or is changed into a residential area or farm land, there is a immediate drop in its quality. It is precisely the eagles and the falcons, i.e. high-level consumers, who are first affected by this decline.

3. The "Mitigation" Approach

The problem of negative impacts on ecosystem due to roads is obviously not restricted to Japan. In the United States, as in Japan, changes in natural ecosystem and a higher road kill rate as a result of fragmented habitats are becoming more recognized as serious problems. Particularly serious is the issue of wetland destruction. In 1780, the area of wetlands in 22 states when the United States emerged as an independent nation was more than twice what it is now. Current national policy in the United States is to achieve "no-net-loss" of wetlands, i.e., to ensure that there is no further loss of wetland, as a gross wetland area. Efforts are thus being made to protect and restore the nation's wetlands.

Environmental assessment occupies a place in the National Environment Policy Law enacted in the United States in 1969. Environmental assessment means investigating,

forecasting and assessing in advance the likely effects on the environment of forms of development such as road-building. In cases where it is clear that the natural environment will be harmed, "mitigation" is studied with thought being given to alternative plans.

Mitigation refers to measures taken to alleviate the destructive impact of development on the natural environment.

An example of mitigation is when a plan is drawn to build a road through a forest but the proposed route is subsequently modified to ensure minimal damage to the forest. In the United States at present, mitigation measures have the following three major classifications in most cases:

- Avoidance: Avoiding negative effects on nature by canceling development or changing its location.
- Minimization: Minimizing negative effects on the natural environment by reducing the development area, etc.
- Compensation: Compensating for negative effects on the natural environment caused by development by protecting or newly restoring nature elsewhere.

There is an order of priorities involved in mitigation, beginning with avoidance and moving down through minimization and compensation. Mitigation thus begins with study of avoidance by means of changing the route. If, however, it proves impossible to avoid negative influence on the environment within the plans for the project, consideration is given to minimizing this influence, and finally to compensating for it.

One striking example of avoidance is the dam project planned by Denver water authorities to provide water for Jefferson-Douglas County in Colorado. A certain degree of compensatory mitigation was proposed at the point of the environmental assessment, but on November 23, 1990 the Environmental Protection Agency vetoed the project on grounds that it would result in serious destruction of the wildlife habitat. The wildlife could not be relocated elsewhere. The same opinion was expressed by the U.S. Fish and Wildlife Service of the Department of the Interior, and consequently, permission for development was canceled and the dam construction project withdrew. There are numerous other examples.

Compensatory mitigation involves restricting any negative effects to the minimum and then compensating for whatever negative effects still remain. Compensatory mitigation may be on-site (i.e. compensating within or close to the actual development site) or may be off-site (i.e. compensating at a distant site). Depending on the wildlife involved, mitigation may be "in kind" (i.e. restoring a similar natural environment) or "out-of-kind" (i.e. creating a different type of natural environment).

The United States has a well developed "mitigation banking" system. The idea of the system is not to compensate for environmental destruction from developments, but to register in advance which natural environments are of high value and require protection. When development occurs that has negative impact on the natural environment, the developer can purchase the registered land with his own funds as a form of compensation. The area is not pre-set, but is generally several times larger than the area which is going to be affected by development.

In Europe, initial work had begun to preserve biodiversity as a way in which to deal with destruction of the natural environment by roads. In Germany for example, to ensure that the country's Autobahn, an expressway does not fragment natural habitats, planners create covered roads with biotopes above them and with tunnels for small animal passage. Other measures include the planting of trees and plants on both sides of the road to create natural belts to function as ecological corridors providing links between the biotopes.

Germany has a system of ecological compensation for adverse effects on the natural environment. The system in question is known as Eingriffsregelung ("intervention regulation") and is provided for in detail in the federal and state governments' versions of the nature preservation law. It is applied in cases of road-building accompanied by large-scale destruction of the natural environment and in farmland improvement projects. Although the first principle is avoidance of adverse effects, companies are responsible for providing 100 percent or more compensation for any adverse effects which may be unavoidable. Road-building in Germany gives priority to the protection of nature on the basis of this system rooted in law. (See Photograph 1)



Photograph 1.
A road in Germany passing under artificially piled ground upon which a meadow has been created.

4. Measures Underway in Japan

Following on from Europe and the United States, the Environmental Assessment Law was finally enacted in Japan in June this year. The ordinances issued by the competent government authorities responsible for projects subject to assessment refer in detail to total assessment of ecosystem and the "mitigation" approach for alleviating effects on the environment.

In 1994, the Ministry of Construction issued the "Environmental Policy Principles" to clarify the basic approach to environmental policy in the 21st Century. The Principles include this passage: "In surveying route options and determining road structures, decisions must be made in ways that blend with nature, and due consideration given to regional environments including the distribution of flora and fauna." Another passage is, "Outstanding natural environments must be preserved to the extent possible, and mitigation measures taken to effect regeneration to alleviate and eliminate effects on the environment." "Eco-roads" and other environmental policy measures on road construction currently implemented in Japan, emphasize mitigation practices such as installing corridor for wildlife movement and reduction and compensation using vacant sites such as interchanges. However, it will be necessary in the future from the planning stage to study projects to allow for the possibility of cancellation and to select routes that impose no burden on natural ecosystem.

5. NGO Activities

A long awaited bill in support of specific non-profit-making activities (a.k.a., NPO Bill) was finally passed last year. This means that organizations active in any one of 12 non-profit activities including environmental conservation, health and welfare, and international cooperation are now able to incorporate with more relative ease. Following the law's enactment, it is expected that non-governmental organizations will be able to play an even greater role than at present in nature conservation.

As an environmental NGO of the policy proposal type, the Ecosystem Conservation Society-Japan is involved in various activities from the standpoint of protection and restoration of natural ecosystem.

The Society holds international forums every year to introduce programs conducted overseas for the conservation of natural ecosystem. Front line activists and field experts are invited to address the forums. The content presented hitherto have featured such topics as biotope networks, ecological networks, and rivers in the 21st Century. Mitigation was the subject of this year's forum. The forum is widely attended each year and is proving increasingly influential. Speakers invited to the symposiums on ecological networks have included Graham Bennett of the Institute for European Environmental Policy and, from Germany, Josef Blab from the Institute of Biotope Protection and Landscape Ecology of the Federal Department of Conservation, who introduced the most recent data on ecological networks in Europe. With regard to ecological networks, the Society published in 1995, a Japanese translation of "Towards a European Ecological Network," which explains the concept of ecological networks in Europe as originally published in 1991 by the Institute for European Environmental Policy. This book describes the workings of policies being implemented to conserve nature throughout Europe.

A qualifications system for "biotope management specialists" was instituted in 1997 to the ends of training more experts in biotope projects and raising the standards of those currently active. More than a thousand candidates sat for the examination in its third year, and the number grows each year. Biotope management specialists are expected to play an increasingly important role in supporting biotopes and ecological networks by conducting wildlife surveys and work for appropriate protection and management of ecosystem.

Environmental education courses are sponsored for the general public; these last six months and meet on ten occasions. These courses provide the general public with the opportunity to acquire basic knowledge and an accurate understanding of environmental issues besides making possible participation in environmental conservation activities. An advanced course at two levels is held for people who have completed the basic course. It is hoped this course will instill in each participant an awareness of environmental issues as being of personal immediate relevance and help train people to contribute to the formation of regional biotope networks. (See Photograph 2)

The Society issues around 40,000 copies of a bimonthly bulletin entitled "Ecosystem" distributed to its membership as well as to the full members of the Parliament and related organizations. 90,000 copies of a pamphlet with the title "Oshiete Biotopu" (Tell Me About Biotopes) written and edited this year have been distributed to primary schools throughout Japan through the Environment Agency.

These varied activities of the Society have made large numbers of people aware that conservation and restoration of natural ecosystem are indispensable if humankind is to create a society in which sustained use can be made by future generations of the natural resources which are the foundations of existence.

Considerable problems obstruct the activities of Japanese non-governmental

organizations. These include the inadequacy of preferential tax relief for NGO activities and the low levels of public awareness in Japan in comparison to Europe and the United States, regarding volunteer activities and donations. However, NGOs need to play a major role along with the National Diet and the bureaucracy in protecting the public assets of the natural ecosystem.



Photograph 2.

An outdoor session on "Surveying the Status of Environmental Destruction" was part of the Society training program, the "School on Contemporary Environment, Introductory Level."

6. Conclusion

At present, Japan has 3.04 km of road for every square kilometer of land surface. We need to also be conscious of the rapid increase in expense of maintaining, controlling and renovating roads due to their deterioration with the passing of time. The Ministry of Construction has pointed out that, if matters continue to develop as at present, the proportion of investment in construction held by maintenance, management and renovation costs will reach about 50 percent by 2010 and 80 percent by 2030, thus inhibiting new investment in housing and social capital.

Considering Japan's financial conditions and economic growth, it will be extremely difficult in future to use vast budgets for construction alone. Future planning of road building and maintenance must be based on the premise that funds for new investment will be limited. The effectiveness of road-building in proportion to the costs involved thus needs to be taken into consideration at the conceptual stage.

When studying potential routes, a full range of surveys must be conducted on the natural environment, including finding the distribution of wildlife in subject area. Routes must then be selected on the basis of those results. Environmental measures involved in Japanese roadways have hitherto been concerned primarily with mitigation involving reducing or compensating the negative impact on wildlife. Measures usually involve covering vegetation on slope faces and creating corridors for wild animals. It will be necessary in the future, however, to adopt a more comprehensive approach to avoid impact on the habitats of animals and plants facing extinction and to ensure that there is no further destruction of the remaining quality natural environment.

There are many examples of mountain roads built for the present which have significant negative impacts on the intrinsically weak natural ecosystems of high altitude areas. There are also roads seldom used which use could easily be replaced with other existing roads. We have reached an era when roads such as these can be eliminated and

the area returned to a natural state. The required technology is yet to be developed.

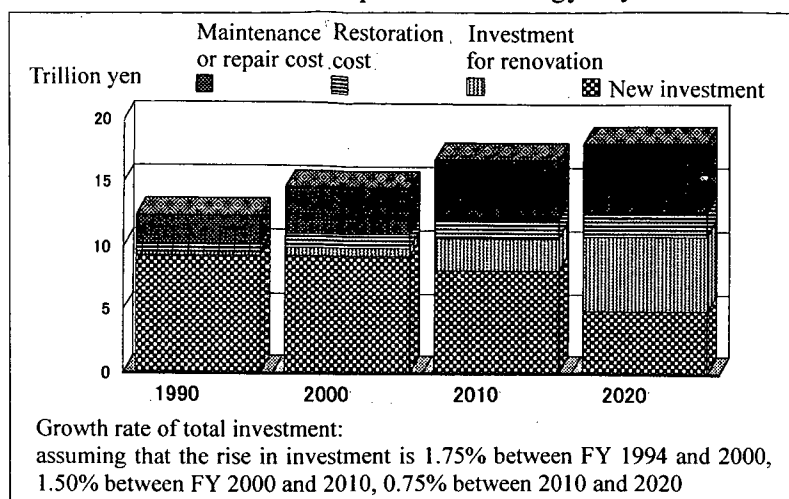


Figure 2. Transition of maintenance, management and renovation costs expected

Assuming that the rise in investment in construction is 1.75% between FY '94 and FY 2000, 1.5% between 2001 and 2010, and 0.75% between 2011 and 2020, the proportion of total investment held by new construction will fall from the 1990 level of 76% to 27% in 2020. The White Paper also contains calculations for an assumption of a figure of 0% for increase in total investment in construction from 1994 onward, in which case new investment in 2020 would fall to 7.0%. (Source: White Paper on Construction, 1994 edition)

REFERENCES

1. Institute for European Environmental Policy. Towards a European Ecological Network, Institute for European Environmental Policy, 1991. Translated by the Ecosystem Conservation Society-Japan as Ekorojikaru nettowaaku kankyojiku wa kokkyo o koete, Ecosystem Conservation Society-Japan, Tokyo, 1995, 116 pp.
2. Ministry of Construction. Kensetsu hakusho Heisei 6-nenban (White Paper on Construction, 1994 edition), Okurasho Insatsukyoku, Tokyo, 1991, 566 pp.
3. Ecosystem Conservation Society-Japan. Kankyo o mamoru saishin chishiki (Most recent data on environmental protection), Shinzansha Saitekku, Tokyo, 1998, 179 pp.
4. Ecosystem Conservation Society-Japan. Biotoopu nettowaaku (Biotope networks), Gyosei, Tokyo, 1994, 109 pp.

4. 3 パネルディスカッションの議事録

4. 3 パネルディスカッションの議事録

【コーディネーター】

日本大学 生物資源科学部 教授

勝野武彦

【パネラー】

オランダ農業・自然管理・水産省 自然管理情報センター

パウル・アウケス

環境庁 自然保護局計画課 課長補佐

中島慶二

オランダ運輸・公共事業・水利省 道路水利技術研究所

ハンス・ベッカー

オランダ運輸・公共事業・水利省 道路水利技術研究所

ハンス・ド・フリース

建設省土木研究所 環境部交通環境研究室 室長

大西博文

オランダ自然保護団体連合

ヴィム・ヘラツ

(財)日本生態系協会 会長

池谷奉文

【話題 1】「分断」発生はどのようにして把握するか

勝 野：ベッカー氏は、ロードキルを生息環境の分断の最たるものと考えているのか。

ベッカー：ロードキルは広範で明確な問題である。目には見えにくくても、もっと大きい問題がある可能性もある。

勝 野：今までどのような方法で調査を実施してきたか。

ベッカー：新規道路では、NGO の協力による情報収集、生物の行動パターンモデルを用いた予測、将来交通量の予測、地形・景観等の分析が重要である。

既存道路では、最も問題が検出されやすい交差点などでロードキルの統計をとっている。

アウケス：路傍空間やロードキルにおける絶滅危惧種について、全国レベルでのモニタリングを実施している。

勝 野：NGO が調査にどのように参加するのか詳しく聞きたい。

ヘラツ：2 万～3 万人のボランティアが蝶・鳥・植物等の調査に携わっている。NGO が調査した情報は、政府や管理の場においても活用できる情報である。

その他、省庁からの助成を受け、ロードキルの被害を全国レベルで調査している。

【話題 2】どこにどのような対策を取ればよいか

勝 野：調査結果を計画に反映させる際に、国土・州・市町村レベルの各段階において違いがあるのか。

アウケス：国レベルのマスタープランがあるが、実際の作業を担当しているのは州レベルである。

州は調査結果を活用して、自然保護区、コリドー、自然創出区域を定めている。

勝 野：一番ローカルなレベルでの計画段階において、州と NGO の計画に対するスタンスは違うか。

ヘラツ：各州において、コアエリアをどのように連結する必要があるかを見定めるために、動物それぞれの調査が必要である。この調査は NGO が行っている。

ベッカー：絶滅危惧種の 40% が生態系ネットワーク内に生息していないことが NGO の調査により判明したため、現在新しいプランを策定している。

勝 野：視察した日光宇都宮道路、鬼首道路を見て、日本の対策について意見をいただきたい。

ベッカー：非常にフェンスが多かったが、フェンスはバリアになりうるので留意が必要である。水路は自然の状態とはいえず、改善が必要である。エコロード整備のガイドラインが必要である。

ヘラツ：大型哺乳類への配慮はされているが、小動物に対する配慮が不十分である。簡易な方法で、現状を改善することは可能である。

大 西：小動物に対する配慮など、今まで気がつかなかった細かい点は今後配慮していきたい。モニタリングを充実させ、効果を見ながら対策方法を改善していきたい。

【話題 3】事業化とモニタリング実施の体制はどうあるべきか

勝 野：オランダでは事業の予算をどのように確保しているのか。また、NGO への調査に対する補助の状況はどうか。

ベッカー：新規道路では、運営コストの中に既に含まれている。既存道路は、改修の際に環境に対する対策を行えばよい。去年は、対策に 300 万～500 万ドル使用した。

ヘラツ：90 年代初頭に、収集した情報を一つにまとめるシステムを NGO が独自に構築した。収集した情報は、政府に無料で提供する場合もあるが、有料による提供も行っている。

アウケス：絶滅危惧種等の保全を 400 万ギルダの予算で行っている。国土生態系ネットワーク形成のための一般的な調査研究を 3000 万ギルダ（約 150 万円）の予算で行っている。

勝 野：道路の上に全体を緑化した橋を架けるエコダクトは、コアエリアの隣接地で行われるのか。周辺が開発されて意味がなくなったケースはあったか。

ベッカー：4 つのエコダクトは、いずれもコアエリアに隣接している。金銭的な制約から、コアエリアの最も有効な接合を判断する必要がある、そのためには情報が重要である。

勝 野：大型のコアエリアは公有地なのか。

ベッカー：大型のコアエリアはほぼ政府が所有している。NGO も大型のコアエリアを所有しており、NGO による管理と政府によるエコダクトの整備とが協力して行われている。

勝 野：中島氏と池谷氏のそれぞれの立場から意見を聞きたい。

中 島：自然環境の基礎的調査として「緑の国勢調査」を行っているが、NGO は関わっておらず、情報の精度も高くない。「身近な生き物調査」では、千人単位のボランティアが参加している。しかし、これらの情報を計画に利用するレベルにはいたっていない。

池 谷：現在、日本全体では NGO のレベルが低い。今後 NGO の成長にともない、オランダの NGO と同様の役割が担えるようになるだろう。

【話題 4】道路空間にはどのような生物生息環境が形成できるか

勝 野：道路空間を利用した生態系ネットワーク、特に路傍空間の管理にはどのような問題があるか。

ド・フリース：草地なので、草刈りと刈草の除去が主な問題である。30～40 ドル/m³の経費がかかり、全体で 600 万～700 万ドルになる。刈草の発電などへの活用を検討している。ごみの除去も人力で行うため、年間 600 万～700 万ドルの経費がかかる。

勝 野：コリドーとして指定されている周辺との関係で何か問題はありますか。

ド・フリース：影響を受ける周辺住民と情報を共有することが大切である。道路周辺に居住する農業従事者に生態的管理の知識を提供し、路傍空間の管理に協力してもらっている。

勝 野：日本では、道路の路側帯に樹木や園芸植物を植栽しているが、オランダではどうか。

ド・フリース：70 年代までは、周辺環境とは関係ない植物を費用をかけて植栽していた。現在は自然な状態が土壌浸食に有効だと判明したため、地域の植物を植えるようにしている。

ヘラツ：ローカルレベルでは、まだ同じ種が各所で植栽されている。

【話題 5】地域の生物多様性保全戦略と道路計画の整合をどう実現するか

勝 野：生態系ネットワークの計画段階において、道路ネットワークとコリドー等が交差するなどの問題はありますか。

ベッカー：大規模なインフラ整備を行う際、ミティゲーションを行うことが規則や法律で規定されている。

勝 野：コリドーは代替地の第一候補か。

ヘラツ：ある種にとってのコアエリアを失う場合、他のコアエリアを広げるなどの代替案を考える。最悪の場合は、他の種の生息環境の改良を行う。

ベッカー：自然環境の保全が全ての場合において可能なわけではない。

【話題 6】関係者間にパートナーシップを形成するにはどうすればよいか

勝 野：専門家同士のパートナーシップ、行政と NGO のパートナーシップのよりよい関係づくりのための意見をいただきたい。

アウケス：コミュニケーションが最も簡単で最も重要である。様々な形でコミュニケーションを図りたい。

中 島：日本では対立の構図が基本だったが、情報公開等で行政が開かれてきている。共通認識を基にすれば、共通の方向性を持てるだろう。緑の回廊構想も、建設省・林野庁・環境庁とが共同で行ったものであり、今後も同様のパートナーシップを進めていきたい。

ベッカー：土木技術者と生態学者はお互いに双方を必要としている。情報交換をすることにより、答えを見出せるかもしれない。

勝 野：専門家には幅広い見識が必要である。

大 西：環境アセスメント法の項目に生態系が明記されたことにより、生態系の問題を大きく取り上げることが可能となった。また、市民からの意見・情報をより多く得られるだろう。環境保全と開発との対立として事業を捉えるのではなく、環境保全に配慮したよりよい事業とするために、制度を活用すべきである。

ヘラツ：日本とオランダはともに、多くの自然や遺伝子情報を失っている。我々は自然破壊を止め、自然を修復しなければならない。失敗を恐れず、失敗から学びながら自然環境の保全を進めていきたい。

池 谷：日本の行政には裏表があり、省庁間の裏のやりとりにより国会ですら動かない状況にある。国民が理解できるように、本当の情報公開をまず行うべきである。

勝 野：最後に、確認すべきことを5つにまとめた。生物生息情報の更に徹底した収集。マスタープランの重要性。分断化防止施設の普及。道路の路傍空間の重要性。共同作業の重要性。これら5つのポイントを、今後それぞれの立場で進めてほしい。

4. 4 シンポジウムの様子(写真)

4. 4 シンポジウムの様子 (写真)



写真-7：シンポジウム会場の様子

(当日は、産学官等から約150名の参加者があった)

Photo-7

Hall of the symposium. Approximately, 150 participants gathered from public and private sectors



写真-8：講演するアウケス氏

Photo-8

Presentation by Mr. Aukes



写真-9：講演するベッカー氏

Photo-9

Presentation by Mr. Bekker



写真-10：講演するドフリース氏

Photo-10

Presentation by Mr. De Vries



写真-11：講演するヘラツ氏

Photo-11

Presentation of Mr. Geraedts



写真-12：パネルディスカッションの様子

Photo-12

Panel discussion

参考資料

日蘭ワークショップ準備ワーキンググループの設置

日蘭ワークショップの準備及び当日の円滑な実施を図るため、準備ワーキンググループ(WG)を設置した。

(1) メンバー

大西 博文	建設省土木研究所環境部交通環境研究室	室長
藤原 宣夫	同環境部緑化生態研究室	室長
日置 佳之	同環境部緑化生態研究室	主任研究員
金子 弥生	同環境部緑化生態研究室	科学技術特別研究員
川上 篤史	同環境部交通環境研究室	
木村 尚史	財団法人道路緑化保全協会	企画課長
井手佳季子	株式会社ポリテック・エイディディ	主任研究員

(2) WGの開催スケジュールと内容

第1回ワーキング(1999年8月4日)

- －パネルディスカッションのシナリオ案について
- －エクスカーションの選定について
- －シンポジウム要旨集の構成イメージの検討

第2回ワーキング(1999年9月8日)

- －シンポジウムのプログラムについて
- －パネルディスカッションの進め方について
- －ポスター、パンフレットの送付先について

日本大学・勝野先生(パネルディスカッション・コーディネーター)との
打ち合わせ(1999年9月22日)

- －シンポジウムの主旨、講演者の紹介
- －パネルディスカッションの主旨の説明

第3回(1999年10月19日)

- －講演概要集原稿の確認
- －ワークショップの内容(日程、移動手段、宿泊場所等)の確認
- －開会挨拶(北川環境部長)、司会(藤原室長)の決定
- －会場レイアウトの決定

日本大学・勝野先生との最終打ち合わせ(1999年10月26日)

- －パネルディスカッションのシナリオの確認

ヨーロッパ(主にオランダ)の自然環境に関して収集した資料一覧<1/5>

No.	Title	タイトル(日本語)	発行年	発行者	著者	シリーズ	ISBN,ISSN
1	Werkgids Natuurtechniek,Uitvoering van grondwerk	土木工事の実施と自然保護技術に関する作業ガイド	1996	IKC natuur beheer,Ministerie van Verkeer en Waterstaat,Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,Dienst Weg-en		Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving	ISBN 90 376 0052 2
2	Habitat fragmentation:	生息環境の分断					
3	Zicht op licht,Lichthinder aangepakt	照明および照明による自然環境影響に関する見解		Ministerie van Verkeer en Waterstaat,Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,Dienst Weg-en			
4	RICHTLIJN OPENBARE VERLICHTING NATUURGEBIEDEN	自然保存地域に関する啓蒙活動指針(自然保護区域と道路照明)	1997	C.R.O.W.	HOOFDSTUK VA		ISBN 90 6628 2436
5	INFRA ECO NETWORK EUROPE,4th meeting,Brig,Switzerland,22-26 April 1998,Report of the meeting Presentations of the participants	生態的インフラネットワークに関するヨーロッパ会議第4回	1998	Road and Hydraulic Engineering Division DWW		W-DWW-98-049	
6	Natuur over wegen	道路を渡る自然	1995	Rijkswaterstaat(RWS),Dienst Weg-en Waterbouwkunde(DWW)			ISBN 90 36 93 7027
7	Habitat Fragmentation and infrastructure,Wildlife Crossings for Roads and Waterways	生息環境分断とインフラストラクチャー	1995	Ministry of Transport,Public Works and Watermanagement,Road and Hydraulic Engineering Division(DWW)			
8	Versnipperind DEEL28,Amfibien en verkeerswegen Een patroonanalyse in Gelderland en Noord-Brabant	第28巻、両生類と幹線道路、ヘルダーランドおよびノールトブラバントにおける自然保護事例の分		IBN-DLO,Ministerie van Verkeer en Waterstaat,Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,Dienst Weg-en Waterbouwkunde			
9	Ontsnipperingsreeks DEEL29,Het gebruik van faunapassages bij rijkswegen,Overzicht en onderzoeksplan	第29巻、国道における動物群移動路の確保、調査計画とその概要		Ministerie van Verkeer en Waterstaat,Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,Dienst Weg-en Waterbouwkunde			
10	Ontsnipperingsreeks DEEL30,Overzicht onderzoeksmethoden gebruik faunapassages	第30巻、動物群移動路の確保に関する調査方法概略		Ministerie van Verkeer en Waterstaat,Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,Dienst Weg-en			
11	Ontsnipperingsreeks DEEL36,Het gebruik van faunapassages langs watergangen onder rijkswegen in Nederland,Een oriënterend onderzoek	第36巻、オランダ国道下の水路周辺の動物群移動路の確保と関連調査		Ministerie van Verkeer en Waterstaat,Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,Dienst Weg-en Waterbouwkunde			
12	INFRA ECO NETWORK EUROPE,5th meeting Budapest,Hungary 14-17 April 1999,Report of the Meeting	生態的インフラネットワークに関するヨーロッパ会議第5回	1999	Swedish National Road Administration,IENE Coordination Centre			
13	Ontsnippering Versnipperd Nederland	オランダの道路事業における自然環境への配慮事例	1999	Ministerie van Verkeer en Waterstaat,Rijkswaterstaat,Dienst Weg-en Waterbouwkunde			
14	Via Natura,#2-juli 1999,Weg en water	1999年7月発行第2号、「自然保存」道路と水路(DWW機関誌)	1999	Rijkswaterstaat,Dienst Weg-en Waterbouwkunde(DWW)			ISSN 1566-029x
15	Rekeningrijden,the technology	有料国道における自動車走行と技術(自動支払	1998	Ministry of Transport,Public Works and Water Management		Rekeningrijden project	

ヨーロッパ(主にオランダ)の自然環境に関して収集した資料一覧<2/5>

No.	Title	タイトル(日本語)	発行年	発行者	著者	シリーズ	ISBN,ISSN
16	Annual Report 1998 Rijkswaterstaat	道路・水理部 年次報告書	1999	Ministry of Transport,Public Works and Water Management,Directorate-General for Public Works and Water Management			
17	Second Transport Structure Plan,Part D:Government Decision,Transport in a sustainable society	第2次運輸構造計画	1990			Session 1989-1990,20922,No.16	ISBN:90 12 07505 X,Order:018785F
18	VERSNIPPERING & SPOORWEGEN	生息環境分断と鉄道		NS Railinfrabeheer			
19	The Dutch Ecological Network	オランダのエコロジカルネットワーク	1995	F.J.van Zadelhoff,W.Lammers,Informatie-en KennisCentrum Natuurbeheer		Werkdocument IKC Natuurbeheer nr W-93	
20	Effectiviteit van wildspiegels:een literatuurevaluatie	野性動物侵入防止のための幹線道路上の反射鏡の効果:文献上の評価		ibn-dlo		IBN-RAPPORT 362	ISSN:0928-6888
21	The Architecture of the Pan European Ecological Network: Suggestions for Concept and Criteria	全ヨーロッパエコロジカルネットワークの構築	1999	National Reference centre for Nature Management			
22	Kleinschalige Natuurontwikkeling in de Praktijk:alle(r) inzet waard!	実際に行われている小規模な自然創出活動:これらすべて価値ある行動で	1994	Informatie-en KennisCentrum natuurbeheer		Brochure IKC natuurbeheer nr 7	ISSN 0927-958X
23	IKC NATURE MANAGEMENT NR B-3a	IKCの概要	1996	IKC Nature Management			ISSN 0927-958X
24	VELDGIDS Ontwikkeling van botanisch waardevol grasland	植物学上貴重な草地の創出に関するフィールドガイド		IKC natuur beheer			
25	Dark-bellied Brent Goose Branta bernicla bernicla Flyway Management Plan	希少ガンカモ類の渡りルートの保全計画	1997	Information and Reference Centre for Nature Management,Dutch Society for the Preservation of the Wadden Sea	J.van Nugteren		
26	Bedreigde en kwetsbare dagvlinders in Nederland Toelichting op de Rode Lijst	オランダにおいて絶滅の危機に瀕しているチョウ、絶滅危険リストにお	1995	IKC Natuurbeheer	G.van Ommering,I.van Halder,C.A.M. van Swaay & I.Wynhoff		
27	Bedreigde en kwetsbare korstmossen in Nederland,Toelichting op de rode lijst	オランダにおいて絶滅の危機に瀕している地衣類、絶滅危険リストにお	1998	IKC natuur beheer	A.Aptroot,H.F.van Dobben,C.M.van Herk en G.van Ommering		
28	GRAZING IN NATURE RESERVES,FROM DOMESTICATION TO DE-DOMESTICATION,MANAGEMENT OF VEGETATIONS CARE FOR THE ANIMALS ORGANISATION AND	自然保護区域における放牧		Ministry of Agriculture,Nature Management and F	Hans Kampf	isheries,Department of Nature Management	
29	The nature conservation act in practice	自然環境保全事業の概要		The Ministry of Agriculture,Nature Management and Fisheries			
30	Voorwoord Samenvatting Summary	オランダにおける目標環境タイプ一覧	1995	Informatie-en KennisCentrum Natuurbeheer		RAPPORT IKC Natuurbeheer nr.11	ISSNV 0929-7014
31	Bedreigde en kwetsbare paddestoelen in Nederland Toelichting op de Rode Lijst	オランダにおいて絶滅の危機に瀕しているキノコ、絶滅危険リストにお	1996	IKC natuur beheer	E.J.M.Arnolds & G.van Ommering		
32	Bedreigde en kwetsbare reptielen en amfibieën in Nederland Toelichting op de Rode Lijst	オランダにおいて絶滅の危機に瀕している爬虫類および両生類、絶滅危険リストにおける説明	1996	IKC natuur beheer	C.C.Hom,P.H.C.Lina,G.van Ommering,R.C.M.Creemers & H.J.R.Lenders		

ヨーロッパ(主にオランダ)の自然環境に関して収集した資料一覧<3/5>

No.	Title	タイトル(日本語)	発行年	発行者	著者	シリーズ	ISBN,ISSN
33	Bedreigde en kwetsbare zoetwatervissen in Nederland Toelichting op de Rode Lijst	オランダにおいて絶滅の 危機に瀕している爬虫類 および両生類、絶滅危険 リストにおける説明	1998	IKC natuur beheer	H.W.de Nie & G.van Ommering		
34	Schetsboek,Nederland vanuit drie invalshoeken:Biodiversiteit,Mensen-wensen,Kenmerkendheid- identiteit	オランダを三つの側面、 すなわち生物の多様性、 人間の願望、生物特有の 独自性から見た概要					
35	Nature conservation KEEPING THE NETHERLANDS	パンフレット		Vereniging Natuurmonumenten			
36	NETHERLANDS FOR EUROPEAN NATURE Dutch organizations campaigning for nature conservation in Europe	パンフレット	1997	Working Group European Biodiversity			
37	Word donateur van De Vlinderstichting Laat de vlinders vliegen	チョウをふやすために設 けられたチョウ基金の会 員になる方法		De Vlinderstichting			
38	RAVON, RAVON4 2(1) 1998	RAVON、1998年度RAVON4 2(1)		STICHTING RAVON			
39	Kwartaalblad van de	ドレンテ州景観保存財団 の旬報		Stichting Het Drentse Landschap			ISSN 1380-3263
40	Announcement 24-26 November 1999 Tilburg,the Netherlands Globalisation,Ecology and Economy European	グローバル化、エコロ ジー、及び経済に関する	1999	europaen centre for nature conservation			
41	Innovative Financing Opportunities for European Biodiversity:towards implementing the Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy	ヨーロッパの生物多様性 保全のための創造的な資 金調達方法	1998	europaen centre for nature conservation	G.R.F.Drucker	Technical report series	ISBN:90-0000- 310
42	Perspectives on ecological networks	エコロジカルネットワ ークの展望	1996	europaen centre for nature conservation	Peter Nowicki,Graham Bennett,Derek Middleron,Sandra Rienties,Rob Wolters	ECNC publications series on Man and Nature,vol.1	ISBN 90-802482- 3-1
43	Facts & figures on Europe's biodiversity state and trends 1998-1999	ヨーロッパの生物多様性 保全の現状	1998	europaen centre for nature conservation	Ben C.W.Delbaere	Technical report series	ISBN 90-802482- 7-4
44	Nature engineering and civil engineering works	生態工学と土木工学	1991	Centre for Agricultural Publishing and Documentation(Pudoc)	P.Aanen	CIP-data Koninklijks Bibliotheek	ISBN 90-220- 1053-8 geb
45	Obtsnipperingsreeks DEEL33,Ambibieën en verkeerswegen: een modelstudie naar het effect van verminderen of compenseren van barrièrewerking	第33巻、両生類と幹線 道路:障壁の設置もしく は撤去による影響を調べ た事例研究	1997	IBN-DLO,Ministerie van Verkeer en Waterstaat,Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,Dienst Weg-en Waterbouwkunde	R.J.F.Bugter,C.C.Vos,Insti ut voor Bos-en Natuuronderzoek	W-DWW-97.036	
46	Annual report on transport in the Netherlands 1998	オランダの運輸交通に関 する年次報告	1999	Ministry of Transport,public Works and Water Management	M.Mulder	B-161-E	
47	The Netherlands & the World Ecology	オランダと地球環境					
48	Jaar,verslag 1998	1998年度年次報告書	1999	STICHTING BATUUR EN MILIEU			
49	Het gebruik van faunapassagea langs watergangen onder rijksweegen,Experimenteel onderzoek - uitgangssituatie	国道下の水路周辺の動物 群移動路の確保、実験的 調査-基本的状況(小段 の作り方)	1999	Bureau Waardenburg by,Adviseurs voor ecologie & milieu	G.J.Brandjes	DWW-1484/14 september 1998	

ヨーロッパ(主にオランダ)の自然環境に関して収集した資料一覧<4/5>

No.	Title	タイトル(日本語)	発行年	発行者	著者	シリーズ	ISBN,ISSN
50	Krimpenerwaard:uitzicht op natuur	ゾイトホルント州治水管理局：自然概観	1999	Zuid - Hollands Landschap			
51	NEDERLANDS COMITE VOOR IUCN	IUCNオランダ委員会					
52	Een geknotte wilg,Het Zuid-Hollands Landschap door de jaren heen:1934-1999,Nico P.H.J.Roorda van Eysinga	枝を伐採されたヤナギ、1934年から1999までのゾイトホルントの景観、ニコ・P.H.J.ロールダ・ファン・アイシンハ著	1999	Zuid - Hollands Landschap			
53	waard om mee weg te lopen	大切に保存していくべき価値あるもの(ドレンテ州ラントシャップ)		Stiching Het Drentse Landschap		Antwoordnummer 129 9400 WB Assen	
54	Hooien in bermen	干草を堤体に放置する効果					
55	Effects of delayed hay removal on the nutrient balance of roadside plant communities	干し草を堤体に放置することによる栄養バランスの変化が植物群落に及ぼ	1998	Ecological Society	A.P.SCHAFFERS,M.C.VESSEUR and K.V.SYKORA	Journal of Applied Ecology 1998,35,349-364	
56	CTE Research Project Profile,North Carolina Experiments with Roadside Wildlife Areas	ノースカロライナ州の路傍の野生生物保全区域					
57	Ontsnipperingsreeks DEEL34,WEGVERLICHTING EN NATUUR, I .Een literatuurstudie naar de werking en effecten van licht en verlichting op de natuur	第34巻、照明による影響と自然、自然に及ぼす道路照明の影響および照明の働きと効果について調べた文献上の研究	1997	IBN-DLO,Ministerie van Verkeer en Waterstaat,Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,Dienst Weg-en Waterbouwkunde	J.G.de Molenaar,D.A.Jonkers,R.J.H.G.Henkens	W-DWW-97-057	
58	Ontsnipperingsreeks DEEL37,Het voorkomen van doodgereden egels in relatie tot de samenstelling van het landschap	第37巻、環境の変化と関わりのある絶滅寸前のハリネズミを救う方法(対策編)	1998	Ministerie van Verkeer en Waterstaat,Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,Dienst Weg-en Waterbouwkunde	Marcel p.Huijser,Piet J.M.Bergers en Cajo J.F.ter Braak	P-DWW-98-052	ISBN 90-369-3737-x
59	Ontsnipperingsreeks DELL32,DASSIM,een simulatiemodel voor de evaluatie van verkeersscenario's:calibretie en evaluatie	第32巻、DASSIM、道路計画の評価のためのシミュレーション事例;その調査と評価	1997	IBN-DLO,Ministerie van Verkeer en Waterstaat,Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,Dienst Weg-en Waterbouwkunde	R.C.van Apeldoorn,J.Verboom & W.Nieuwenhuizen DOL-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek	W-DWW-97-027	
60	Versnippering DELL27,Egels en auto's:een literatuurstudie	第27巻、ハリネズミと自動車：文献上の研究	1996	Ministerie van Verkeer en Waterstaat,Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,Dienst Weg-en	J.L.Mulder, Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming	P-DWW-96-068	ISBN 90-73162-28-9
61	Versnippering PART23A,Dispersal of animals and infrastructure A modelstudy: Summary	第23A巻、動物分布とインフラストラクチャーの事例研究概略	1995	IBN-DLO,Ministerie van Verkeer en Waterstaat,Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,Dienst Weg-en	Road and Hydraulic Engineering Division,A.W.J.van Schaik		
62	ECNC,THINK TANK AND INNOVATOR FOR EUROPEAN NATURE CONSERVATION	パンフレット		European centre for nature conservation			
63	NETHERLANDS FOR EUROPEAN NATURE,Dutch organizations campaigning for nature conservation in Europe	(36の再掲)	1997				

ヨーロッパ(主にオランダ)の自然環境に関して収集した資料一覧<5/5>

No.	Title	タイトル(日本語)	発行年	発行者	著者	シリーズ	ISBN,ISSN
64	THE THIRD CENTURY OF RAIL,Market structure of passenger transport by rail,Ministerial policy document on the development and organisation if the market for public passenger transport by rail from the year 2000	鉄道の第3世紀	1999	Ministry of Transport,Public Works and Water Management Directorate-General for Passenger Transport			
65	ECNC Update,Newsletter of the european centre for nature conservation	ニュースレター	1999			ECNC Update Volume 6, No.3	ISSN 1388-0039
66	European Nature,Magazine on the interface of policy and	ニュースレター	1999			Issue No.2,May 1999	ISSN 1560-6724
67	Summary of the annual report	国家森林局年次報告	1998	staatsbosbeheer			
68	Annual Report 1998 Rijkswaterstaat	(16の再掲)	1998	Directorate-General of Public Works and Water Management			
69	DE ORANJE BUITENPOLDER NATUURLIJK,een groene parel aan de Nieuwe Waterweg	オラニエ家伝来の堤防外ポルダー、新水路における牧草の宝庫					
70	Algemene Beleidsnotitie	総合的な政策項目(南オランダ州ラントシャップ)	1998	Zuid-Hollands Landschap			
71	Deelbeledsnota natuur	自然に関する政策事項(南オランダ州ラントシャップ)	1999	Zuid-Hollands Landschap			
72	Ontsnipperingsreeks DEEL35,Egels en verkeer:effecten van wegen en verkeer op egelpopulaties	第35巻、ハリネズミと交通:ハリネズミ生息地における道路と交通の影	1997	Ministerie van Verkeer en Waterstaat Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,Diens Weg- en Waterbouwkunde	Marcel P.Huijser & Piet J.M.Bergers(red.)	P-DWW-97-066	ISBN 90-73162-35-1
73	Rijksbermen ... Rijke bermen!	国により設けられた堤・・・豊かなる堤(堤体植生回復の啓発パンフレット)	1999	Ministerie van Verkeer en Waterstaat Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat,Diens Weg- en Waterbouwkunde			