3
ISSN 0386－5878
土研資料 第2007号

山岳道路の環境影響評価手法

その1 〔既存調査事例の整理〕

昭和58年6月

建設省土木研究所
道路部緑化研究室

Copyright © 1983 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 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，複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

はじめに

本報告は、昭和55年度から調査してきた「山岳道路の環境影響評価手法」の成果の一部を、「既存調査事例の整理」として、とりまとめたものである。

周知のように、環境影響評価は極めて広範な分野にまたがる複雑多岐な課題であって、一朝一夕に解明し得る性質の問題ではない。しかしながら、現場の道路技術者には問題の解明を座して待つことは許されず、学問的には不充分であっても環境保全上有効と考えられる具体的な対策を講ずることが求められているのである。緑化研究室ではこのような現場の要求に応えることを調査・研究の基本的姿勢として、環境影響評価手法に関する調査を進めてきた。

本報告では、評価項目を植生に絞り、既存の調査事例を収集して、これらを道路技術者に理解しやすい形に整理してまとめた。すなわち、植生への道路の影響を、1）被影響の現象形態（影響を受けた植生がどのように変化しているか）　2）インパクトの種類と植生変化（インパクトの種類と植生変化との因果関係）　3）植生の回復状況（影響を受けた植生の回復の程度）の3項目に分けてまとめた。

今後は本報告にひきつづいて、切土のり面の発生予測手法、航空写真を用いたのり面の植生回復の判別（マクロの分析）、切土のり面の評価（ミクロの分析）の各々について調査報告をとりまとめていく予定である。

謝　辞

末尾ながら本調査の実施にあたり、全般にわたる御指導と関連資料の提供をいただいた信州大学農学部、亀山章助教授に厚く感謝の意を表しておきたい。

道路部　緑化研究室

室　　長　芹　沢　　誠

主任研究員　篠　原　　修

二　上　克　次

目　　次

はじめに

I　概　　要 …… 1

(1)　調査目的 …… 1

(2)　既存調査事例の特徴 …… 1

(3)　調査対象および方法 …… 1

II　被影響の現象形態 …… 3

(1)　既存調査の主眼と事例の有無 …… 3

(2)　既存調査事例のまとめ …… 4

(3)　代表的既存調査事例 …… 8

III　インパクトの種類と植生変化 …… 29

(1)　既存調査の主眼と事例の有無 …… 32

(2)　既存調査事例のまとめ …… 33

(3)　植生域別にみた影響 …… 36

(4)　代表的既存調査事例 …… 39

IV　植生の回復状況 …… 45

(1)　既存調査の主眼と事例 …… 45

(2)　既存調査事例のまとめ …… 45

(3)　代表的既存調査事例 …… 47

V　植生変化の総合的考察 …… 51

(1)　植生と影響との関係 …… 51

(2)　道路構造と影響との関係 …… 54

(3)　施工後年数と影響との関係 …… 55

参考文献 …… 57

付録　用語解説 …… 67

Ⅰ 概　要

(1) 調 査 目 的

近年、道路需要の増大や多様化は大規模化、建設のスピード化および奥地化等をもたらし、山岳道路が自然環境に与える影響がより大規模なものとなる恐れが強まっている。しかしながら、すぐれた自然環境を有する地域では山岳道路周辺の自然環境保全対策の必要性が指摘されているものの、現状ではその基礎となるべき自然環境影響評価法について検討された例は極めて少ない。

本調査は、自然環境項目のうち植物に焦点をしぼっている。具体的には過去の多様な調査事例を、①被影響の現象形態、②インパクトの種類と植生変化、③植生の回復状況の3つの項目に整理し、今後の道路計画における建設方法、保全対策・検討の基礎資料とすることを目的とする。

(2) 既存調査事例の特徴

山岳地における道路建設が植生に及ぼす影響についての調査研究は、そのほとんどが１９７１年以降に発表されたものが多く、その歴史は浅い。調査研究の対象とされてきた山岳道路の多くは国立、国定公園などのすぐれた自然環境の中に建設されている。対象となっている植生は、植生域でみると亜熱帯から高山帯までみられるがそのほとんどは温帯（山地帯）と亜高山帯で占められている。とくに亜高山帯に関するものが多い。これは同帯の植生がすぐれた自然環境を有し、保護・保全のおもな対象となるべきであるにもかかわらず道路建設による植生破壊がとくに大きいことにも関連するものである。

収集した資料をみる限り調査は２～３年の短期間継続のものが多く、長期にわたって継続されたものはみあたらない。そのため、植生の変化を時間的に追うことがなされず、ある時期の変化の断面を明らかにするのにとどまっている。

(3) 調査対象および方法

調査の対象とした既存調査事例は、「道路建設による周辺植生への影響　－総説－　」

―― 応用植物社会学研究(5) 1976・3　亀山章 ―― に掲載された文献の一部、およびそのほかの関連文献で総数81である（章末の参考文献一覧を参照）。なお、とりあげた既存調査事例はすべて我が国でおこなわれたものである。

調査の方法は、これらの既存調査事例を、①道路建設によって影響を受けた植物（植生）がどのように変化しているか、②インパクトにはどのような種類があり、植生変化とどのような因果関係にあるか、③影響を受けた植物がその後どのような回復をしめしているかに視点をおいて下記の3つの項目で整理し、道路技術者に理解されやすいように取りまとめたもので、一種の文献調査である。

i）被影響の現象形態

ii）インパクトの種類と植生変化

iii）植生の回復状況

また、上記の3項目は、それぞれ次の内容の順で述べている。とくに調査事例のまとめに関しては植生域別に植生変化、回復状況の特性について述べている。

i）既存調査の主眼と事例の有無

ii）既存調査事例のまとめ

iii）代表的既存調査事例

Ⅱ　被影響の現象形態

被影響の現象形態を捉えるには、種個体と群落とに着目する２つの視点がある。前者では樹木とくに成木の活力低下（枯損，衰退）と林床植物の消長、後者では群落構造の変化について調査が実施されている。

- 種個体を対象 ―― 樹木の活力低下（枯損、衰退）
  ―― 林床植物の消長
- 群落を対象 ―― 群落構造の変化

(1)　既存調査の主眼と事例の有無

樹木の活力低下

活力低下は、樹木の枯死、あるいは部分的枯損と主幹の梢端や枝条などの生長量低下を意味する。前者は道路開設による被害の中でとくに目につくものである。前者は枯損樹の本数、分布等を、後者は個々の枝条の生長量を道路開設前後で比較し、影響の範囲、強さを検討している。

林床植物の消長

道路開設による森林伐開は、林縁部や林縁部に近い林内に生育する稚樹や生長が抑圧された高木性低木の活力あるいは種子の発芽に影響を及ぼすことが知られている。

調査は、亜高山帯や中間温帯を対象に伐開前に発芽生育した稚樹（前生稚樹）等の枯損状況や伐開後における林内と林縁部周辺の発芽状況とその後の消長などである。これらは風衝地と風背地、樹種の相違などで比較対象し、それぞれの道路からの距離によって変化のパターンを調べている。

群落構造の変化

本来その地域に存在する植生が、道路建設による環境変化を受けて、その構造に変化がみられることも影響の１つと考えられ、多くの調査が行なわれている。

植生の変化をとらえる方法には、種組成、生活型組成、そのほか数量化による比較などがある。いずれも群落構造の変化をみることによって影響の範囲、影響の強さをみようとするものである。既存調査では、道路の切土側と盛土側、人の立入りの多いところと少ないところ、自然植生と代償植生などの比較がおこなわれ、それぞれ影響の範囲、変化のパターンなどが調べられている。

既存調査はすべての植生域で実施されている。

〔調査事例の有無〕

現象形態 ＼ 植生域	個体種		群落
	樹木の活力低下	林床植物の消長	群落構造の変化
高山帯	1	0	7
亜高山帯	16	6	16
山地帯・温帯	2	0	10
中間温帯	1	3	1
暖帯	1	0	2
亜熱帯	0	0	1

(2) 既存調査事例のまとめ

高山帯

樹木の活力についての調査は、乗鞍岳位ケ原のハイマツ群落を対象に２例おこなわれている。[7),10)] 枯損状況は道路の上下側にかかわらず、枯死あるいは部分的枯損が道路に平行して顕著にみられるが影響範囲は５ｍ程と狭い〔事例－１〕。生長量変化は道路の開設前後における枝条の生長の相違について比較対照されているが、これ

によると

- 道路から離れた地点（約７０ｍ）では開設前後においてもほぼ同様の生長量をみせるのに対し、近傍地点では低下する。
- 個別の生長量は、前地点ではほぼ定常的な生長を続けるのに対し、後地点ではかなり撹乱している。

という結果をしめしている〔事例－２〕。

群落構造の変化については、乗鞍岳位ケ原や宮城県、山形県蔵王での調査例がある。これによると一般には亜高山帯以下に生育する植物の上昇侵入率が低く、ハイマツ群落の林縁部は高山帯の林内・外植物によってほとんど構成される。このため林縁植物の発生が悪く道路開設後の回復も遅いといわれている。しかしながら、休憩場、駐車場周辺など人の立入の多いところでは、植物の種子が容易に運ばれること、人の踏みつけ、廃棄物捨てなどに関連した生育環境変化から、低地植物の侵入も多くみられ、高山帯特有の植物構造に混乱をまねくことがある。とくに生育環境変化は高山帯植物の消滅につながる場合も多い〔事例－３，４〕。

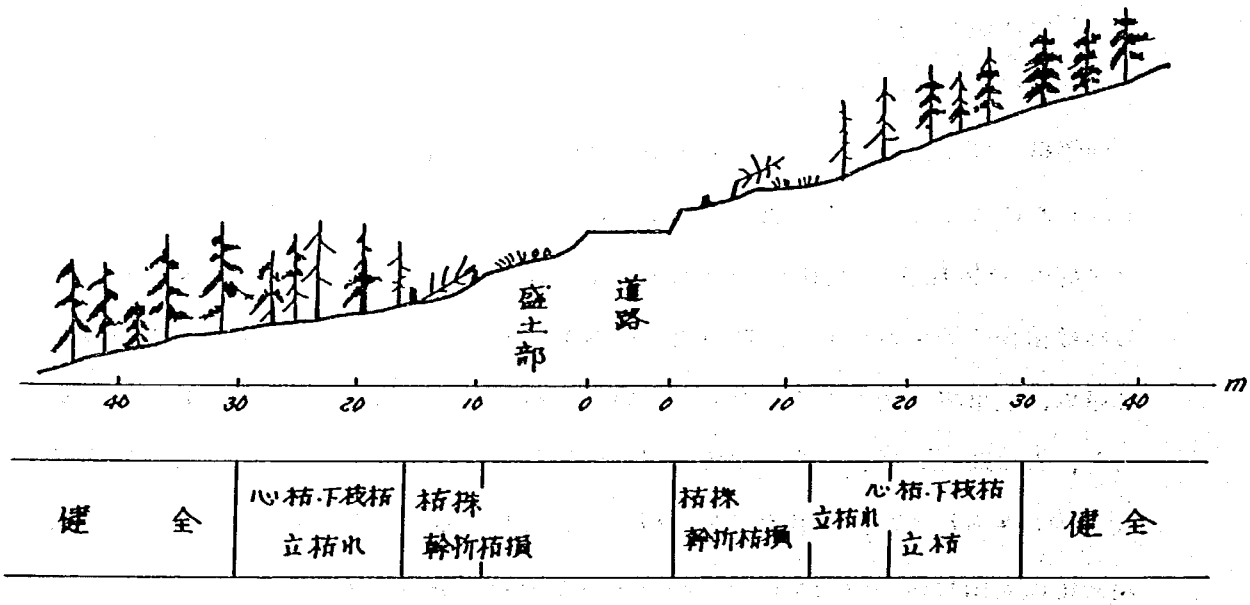
亜高山帯

亜高山帯における調査は、富士山、乗鞍岳、蔵王、立山などを対象として、植物の消長、活力、群落構造の変化についておこなわれている。

同帯における植生への影響は顕著で、とくに樹木の枯死、部分的枯損が著しいという結果が多くみられる[3),4),22),25),60)]〔事例－５，６〕。

枯損の影響範囲も広く、風衝地やヘアピン部など環境変化の著しいところなどでは２５～３０ｍ、捨土地では捨土の範囲まで及んでいる[26),59)]〔事例－９〕。

吉岡ら[22),26)]によると、樹木の活力については、ⅰ）健全、ⅱ）心枯、ⅲ）下枝枯、ⅳ）立枯れ、ⅴ）幹折枯損、ⅵ）枯株・切株と区分しているが、道路からの距離に対応したものが、次の模式にしめされる。



図Ⅰ－1　道路周辺の枯損形態模式

影響の大きさを樹種、群落別にみると、一般に極相に近いコメツガ、シラベ、トウヒなどで構成される常緑針葉樹林では被害が大きく、カラマツ、タケカンバ、ナナカマドなど遷移途中相のものや陽性樹種は比較的小さいといわれている。[61)]

群落構造の変化については、わずかに山地帯、人里植物の上昇、高山帯植物の下降がみられるものの、一般的には高山帯同様、林縁部は林内構成種によって構成されている場合が多く、林縁部周辺は植被率、出現種数ともに貧相であるといわれている。[5),7),11)]

温帯（山地帯）

温帯では、大台ケ原、富士山麓、霧島、蔵王などを対象として、植物の活力低下、群落構造の変化について調査がおこなわれている。

同帯における植生への影響は、高山帯、亜高山帯に比較すると少ない。とくに枯損、活力低下現象のみられるのは、道路開設時のインパクトの強い影響を受けた場合、あるいは生育環境の比較的厳しい地域である。前者の場合は捨土によるものが多い。（事例－10）。後者の場合は温帯の中でも比較的亜高山帯に近く、しかも狭い稜線の

頂上付近などでみられる（事例－９）。同様の群落であっても、緩斜地などの気象条件の温和なところでは枯死状態のものは全くみられないという報告がある。[33] これらの活力について樹種別にみると、極相を構成するブナ、ミズナラ、ウラジロモミ、ヒノキなどに枯死、部分的枯損がみられ、アオダモ、オオイタヤメイゲツなどの遷移途中相のものは大半が健全で枯死にいたることは少ないという結果となっている。

群落構造の変化については、温帯の林外、林内構成種の林縁部形成ともに低山地、人里植物の上昇、亜高山帯植物の下降が比較的豊富にみられ、林縁部の発達は比較的良好である〔事例－１１〕。

中間温帯・暖帯・亜熱帯

同植生帯における調査例は少なく、植物の消長、群落構造の変化についてわずか数例おこなわれているにすぎない。

これらの調査報告によると、道路周辺の植物、とくに木本類が枯死、あるいは部分的枯損状態にあるという結果はみられず、わずかに林内の耐陰性植物に葉色変化（樹勢低下）がみられることが報告されているにすぎない（事例－１２）。同植生帯における樹木の活力に関する調査例がみられないことは、道路開設が同植生帯の樹木を枯死、部分的枯損に至らしめるほどの影響を及ぼしていないことにも関連するものと考えられる。

また、亀山は群落構造への影響について同一地区の温帯、暖帯の自然植生を対象に影響の範囲を道路からの距離によって調査しているが、これによると、温帯より暖帯の自然植生の方が影響の範囲は狭いという結果がしめされている（事例－１３）。亜熱帯では西表島での調査例がある。[45] これによると影響の範囲は広く、１３～３４mまで及んでいる。

(3) 代表的既存調査事例

〔事例－１〕

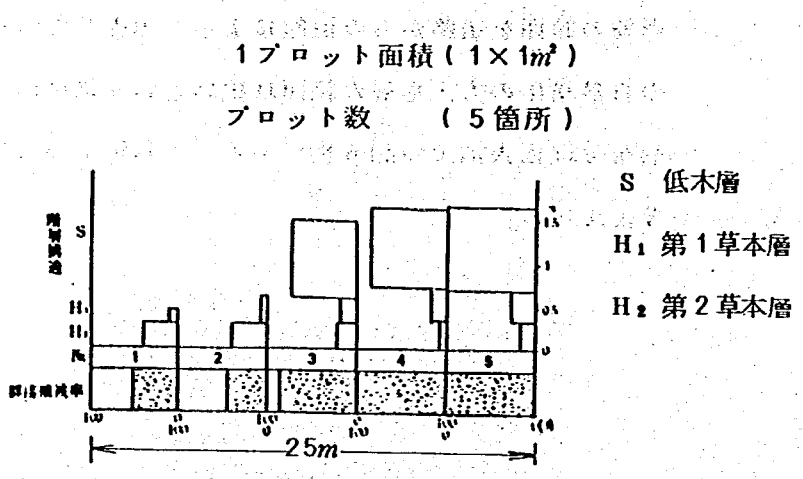
- 調　査　名 ―― 乗鞍岳の車道沿道の植生(1)
- 出　　典 ―― 中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究（第１号）　１９７３・３　土田勝義
- 植生域・対象地　高山帯、乗鞍岳位ケ原（標高2,５７０ｍ）
- 目　　的　ハイマツ群落を対象に、枯損状況と階層構造の変化を道路からの距離別に検討。

（結　果）

調査地周辺では、ハイマツが車道に平行に巾数ｍにわたって枯死しており、灰色の枯木が縞状に枯れあがって折れ重なっている。

階層構造と植被率についてみると、階層はハイマツ低木層と第１草本層のほか地表をはうような第２草本層が認められた。車道至近部では低木層が欠け、第１草本層の植被率も少ないが、第２草本層は多い。№３地点からハイマツ低木層が形成されるとともに植被率は高くなり、№４，№５列は相関的に全く破壊がみられない。また全体の植被率は１００％近くをしめす。したがってこれからみた場合、植生の破壊は車道から約５ｍに及んでいると思われる。

このハイマツ群落の林縁部は亜高山帯同様にほとんど同植生域の種で構成され、また植被率も低い。このため回復は極めて遅いか衰退の方向にあると考えられる。



図Ⅰ－２　調査プロット別の階層構造と植被率（ハイマツ群落）

〔事例－２〕

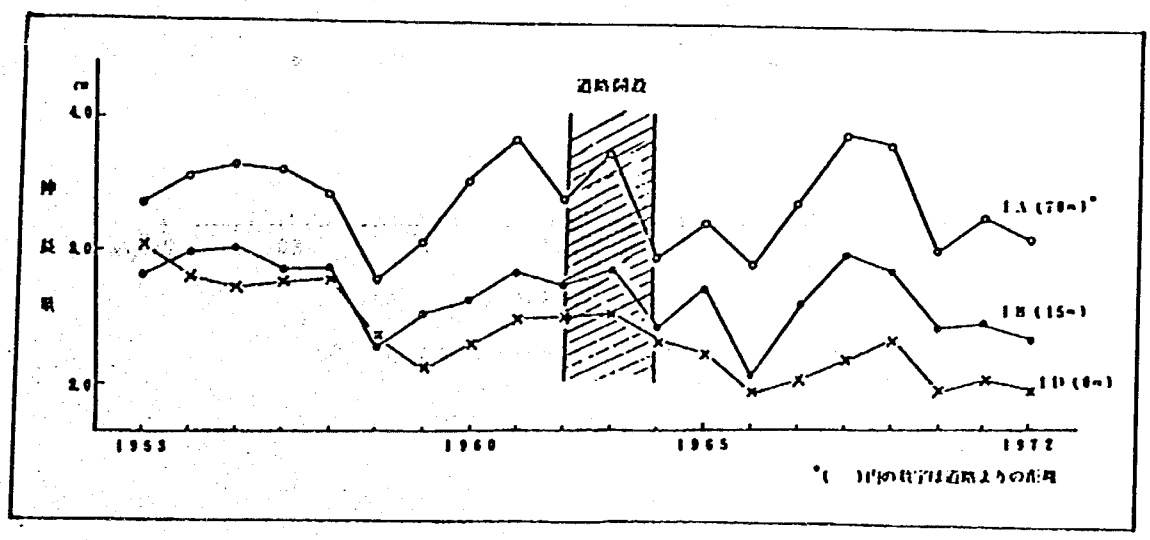
- 調　査　名 ―― 「乗鞍岳位ケ原における車道開設がハイマツの生長におよぼす影響」
- 出　　典 ―― 中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究（第２号）　１９７４・３　氏原暉男ほか
- 植生域・対象地 ― 高山帯、乗鞍岳位ケ原（標高2,６００～２５００ｍ）
- 目　　的 ―― 道路開設前後における枝条の生長量の違いを検討

（結　果）

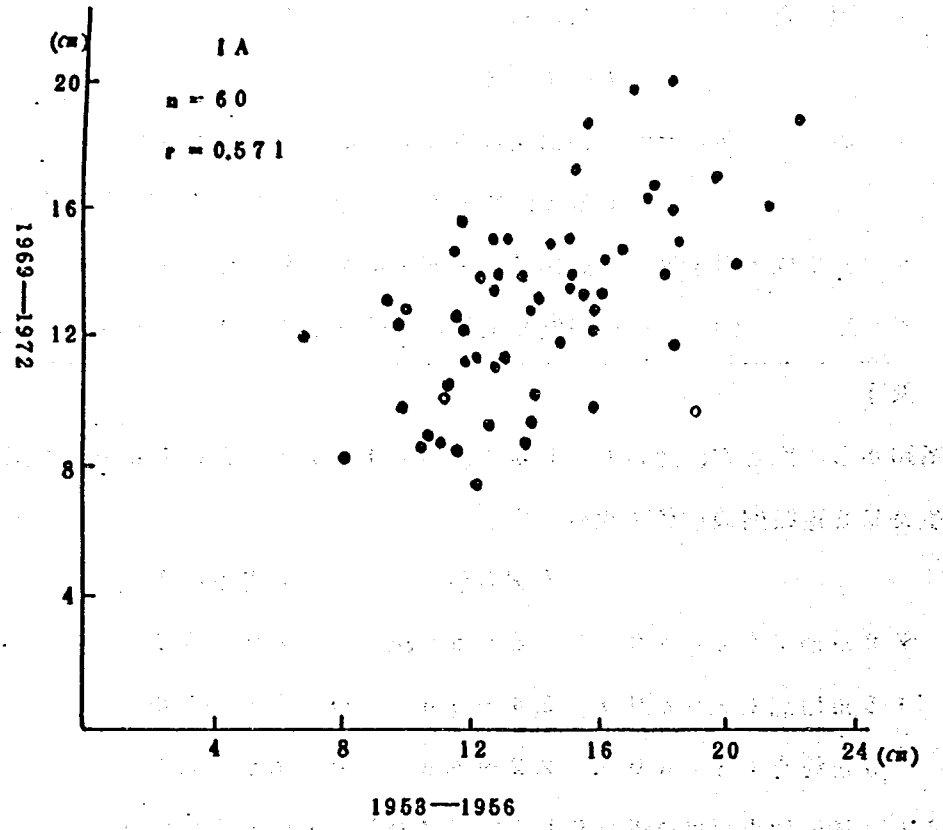
道路からの距離が、遠い（７０ｍ）、中（１５ｍ）、近い（０ｍ）地点の枝条の年間生長量を道路開設前後で比較すると

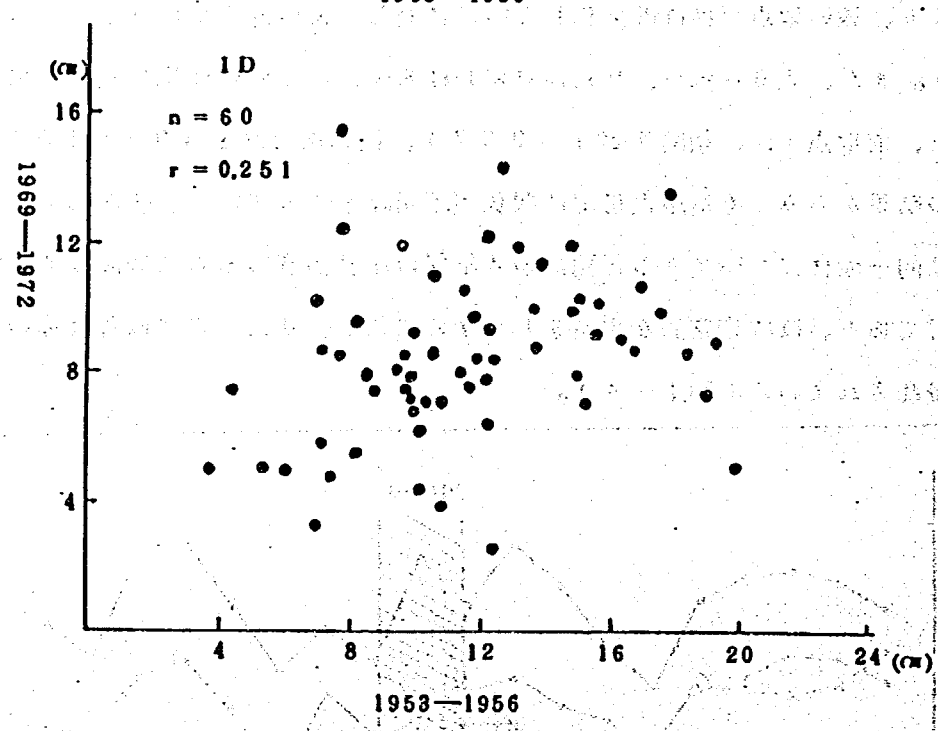
	（開設前）		（開設後）
７０ｍ地点（ｎ＝６０）	2.8～3.8 cm	→	2.9～3.8
１５ｍ地点（ｎ＝６０）	2.4～3.0	→	2.2～3.0
０ｍ地点（ｎ＝６０）	2.2～3.0	→	2.0～2.4

となり、遠い地点ではほぼ変化しないのに対し、道路近傍では低下している（図Ｉ－３）。また、７０ｍ地点、０ｍ地点における開設前後の個体別生長量の相関関係をみると、前地点では、相関係数ｒ＝0.５７１、後地点ではｒ＝0.２５１となっているがこの結果からみても道路近傍では関係が不明瞭となっている。すなわち、７０ｍ地点では同一個体についてみると開設前４年間の生長が良いものは開設後４年間の生長も良好であり、ほぼ定常的な生長をしめすのに対し、０ｍ地点では各個体の生長がかなり撹乱されている（図Ｉ－４）。



図Ｉ－３　ハイマツ生長量の年次変動





図Ⅰ－4　道路開設前後のハイマツ生長量

〔事例－３〕

○ 調査名	―「蔵王山刈田岳周辺における人間の踏みつけについて」
○ 出典	― 蔵王山・蒲生干潟の環境破壊による生物群集の動態に関する研究(Ⅱ)　１９７３・３　内藤俊彦
○ 植生域・対象地	― 高山帯　山形県蔵王山（標高約1,７００ｍ）
○ 目的	― 荒原地内の踏みつけ道周辺における植生群落の退行について検討

（結果）

踏みつけ道の状態から人間の影響の度合を強、中、弱の３段階に分けた。その結果弱の地点では本地域の自然植生とみられるガンコウラン ― コメススキ群落とコメススキ ― コマクサ群落が出現し、この２つの群落は縦縞状に交互に分布している。ガンコウラン ― コメススキ群落は土壌形成が進行しているのに対し、コメススキ ― コマクサ群落は土壌の発達がみられず植被率は小さい。

中の地点では種構成などが調査地点と類似するが、植被率は低下し、コメススキ－コマクサ群落はほとんど消滅している。

強の地点は、周辺の立地条件から、弱の地点と同じ群落構造をしめしていたものと考えられるが踏みつけによってほとんど裸地化し、岩陰などに自然植生の構成種がわずかに生育しているにすぎない。この地点は裸地化したため風雨による土壌侵食がはげしい。

以上のことから、人の立入りが多くなると、植生構造が変化するばかりでなく植被率が低下する。とくに立入りの多いところでは植生は破壊され裸地化してしまうことがわかった。

〔事例－４〕

- 調　査　名 ―― 「蔵王エコーライン沿いの裸地に侵入した植物の生態調査」
- 出　　典 ―― 蔵王山・蒲生干潟の環境破壊による生物群集の動態に関する研究(I)　１９７２・３　菅原亀悦ほか
- 植生域・対象地 ―― 高山帯・亜高山帯・温帯　山形・宮城蔵王山（標高４００～１７００ｍ）
- 目　　的 ―― 各植生域の出現種把握から低地植物、高山植物の他の植生域裸地への侵入状況を検討

（結　果）

調査地に出現した植物の全出現種は２０６種であるが、これらの中で本来低地帯に生育する種が山地帯以上の土地に侵入しているものがあり、また本来高山、亜高山帯に生育する種がより標高の低い土地に侵入しているものがある。その特徴的なものとしては次のようになる。

1. 本来、平地、低山地に生育するもので山地帯上部（標高約900ｍ）まで侵入した種 ⇨ アキメヒシバ、ヒメシバ、カゼクサ、アレチマツヨイグサ、ナギナタコウジュ、ナガハグサ、アメリカセンダングサ

2. 本来、平地、低山、山地帯に生育するもので亜高山、高山帯まで侵入した種 ⇨ ススキ、ヨモギ、ヒメジョオン、オオバコ

3. 本来、高山帯、亜高山帯に生育するもので山地帯に侵入した種 ⇨ シロバナトウチソウ、メイゲツソウ

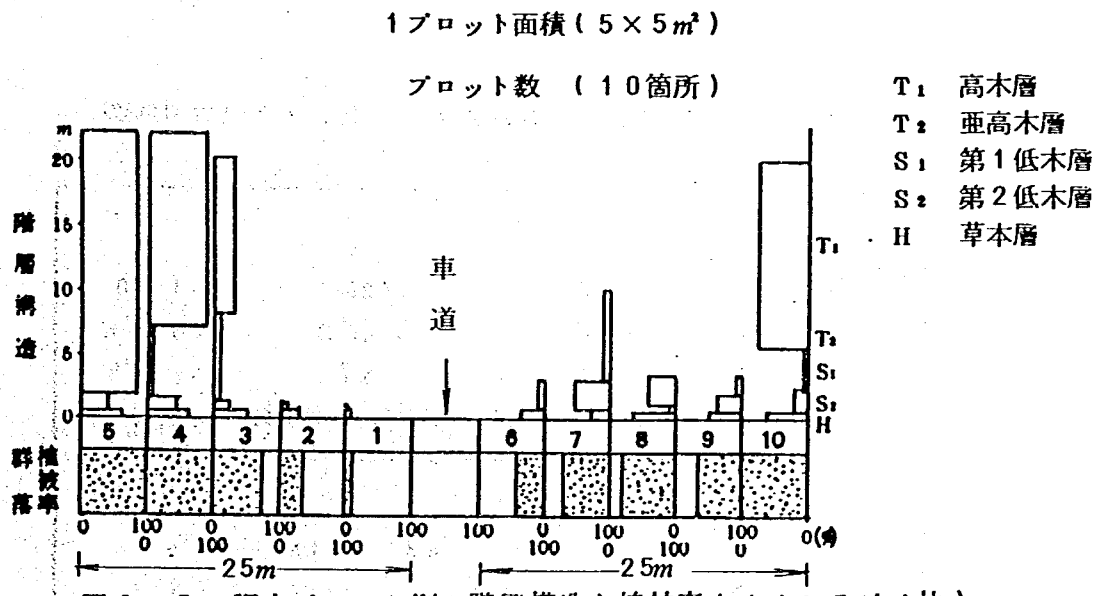
以上の結果から、山岳地帯に車道ができると、高山帯、亜高山帯にある車道沿いの裸地にも、低地から雑草を含む多くの植物が侵入してきて、山岳地特有の植物的自然の構成に混乱をまねいている状況がうかがえる。

〔事例－５〕

○ 調査名	―― 乗鞍岳の車道沿道の植生(1)
○ 出典	―― 中部山岳地における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究（第１号）　１９７３・３　土田勝義
○ 植生域・対象地	― 亜高山帯、乗鞍岳東斜面（標高2,０７０ｍ）
○ 目的	―― オオシラビソ林を対象に、枯損状況と階層構造の変化を道路からの距離別に検討。

（結　果）

車道上部では№１（のり面）、№２で明らかに上部階層は欠けており、低木層、草本層の植被率が低い。破壊がみられない№４，№５では高木層が発達し、植被率も１００％となっている。いっぽう車道下部は№６から№９まで高木層は完全に欠けており、№１０になってようやく森林構造を示している。沿道の枯木は一部枯枝が残っているか、全部落枝してしまっている。これらをみると、車道上部は車道より１０～１５ｍ、下部は２０ｍくらいの範囲で森林が被害を受けていることがわかる。



図Ｉ－５　調査プロット別の階層構造と植被率（オオシラビソ林）

〔事例－６〕

- 調　査　名－蔵王観光道路周辺の山岳植生の動態（予報）
- 出　　典－蔵王山・蒲生干潟の環境破壊による生物群集の動態に関する研究(I)　　１９７２・３　吉岡邦二　ほか
- 植生域・対象地－亜高山帯、宮城県蔵王山（標高1,５００～1,６００ｍ）
- 目　　的－アオモリトドマツを対象に、道路の切土側、盛土側別に同樹の活力の実態について検討

（結　果）

アオモリトドマツの多数の枯損のみられるところで３ケ所、林縁部幅約３ｍ、長さ２０～１００ｍの調査地をとり、樹高２ｍ以上の全てのアオモリトドマツについて活力度を調べた。

調査地№１では切土側、盛土側いずれも活力度の割合に差はないが、健全なものは３０％程度で、４５～５５％は枯死し、残りの１５～２５％は下枝が枯れはじめている。№２地点では切土側で健全なものが多く下枝枯れを加えると８４％の個体が生きている。これに対して盛土側では健全なものが少なく、ことに立枯れが４０％余りに達し、活力度が著しく低下している。№３地点では大半が枯死し、生きているものも全て損傷し、健全なものは全くない。

表Ｉ－１　宮城県側車道沿いアオモリトドマツの活力度(%)

調査地	1		2		3
標高 (m)	1580		1620		1590
方位	S 40°W		S 40°E		S 50°W
傾斜角	25°		35°		20°
道路に対する位置	切土側	盛土側	切土側	盛土側	盛土側
活力度	%	%	%	%	%
健全	30	31	46	13	－
心枯	－	－	－	－	9
下枝枯	15	24	38	43.5	38
立枯	21	8	6	43.5	19
幹折枯	4	9	－	－	17
枯株・切株	30	28	10	－	17

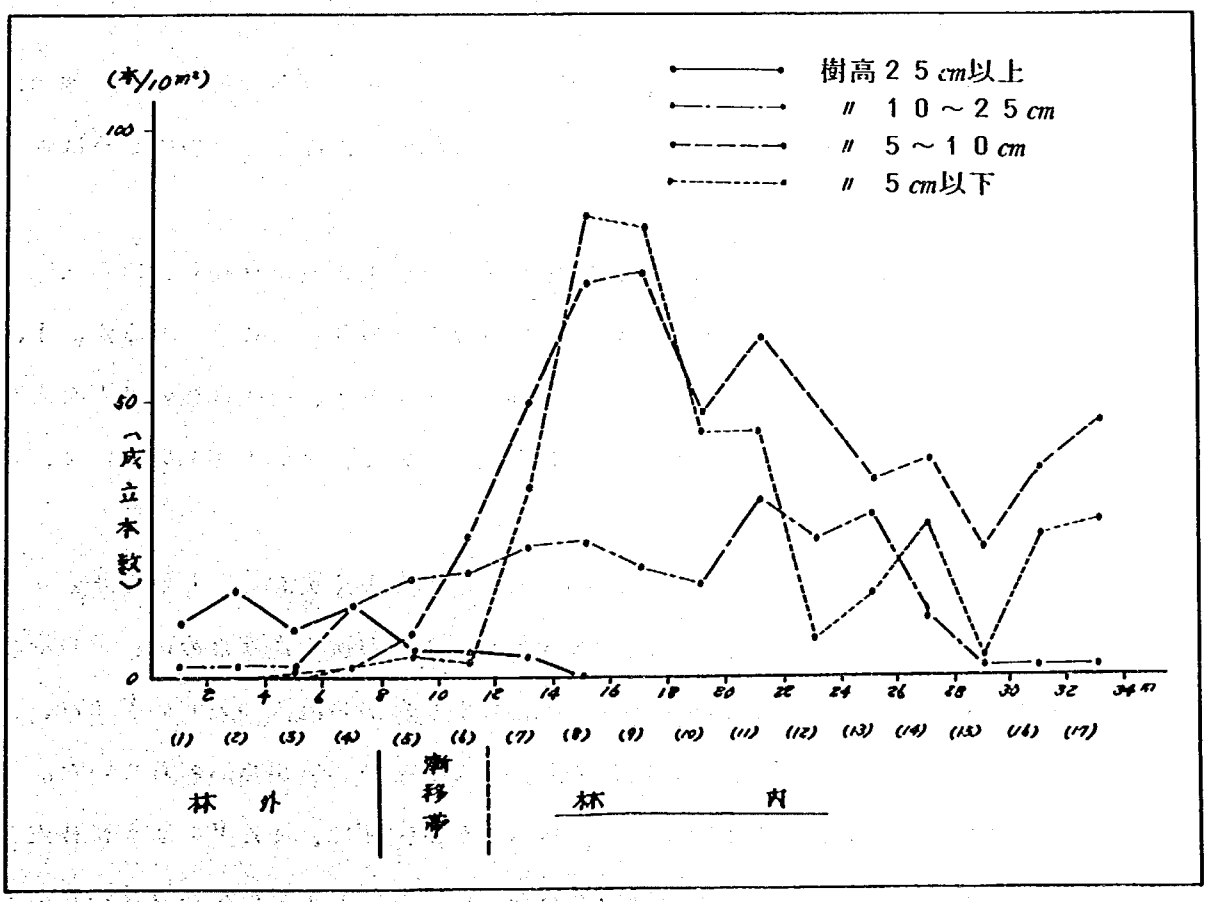
〔事例－７〕

- 調　査　名－「道路作設後の稚樹の消長」
- 出　　典－道路開設に伴う森林伐採の生態系に与える影響
  １９７４・３　橋本与良　ほか
- 植生域・対象地－亜高山帯、山梨県富士山（標高2,１００～2,３００）
- 目　　的－風衝地と風背地における高木構成稚樹の枯損状況と生育本数の比較

（結　果）

風衝地におけるコメツガの稚樹の枯損範囲は林内２２ｍまで及んでおり、枯損本数も相当多い。一方、風背地では林内に均等に存在するものの、全体的に枯損稚樹は少ない。

伐開後に発芽生育した稚樹の生育状況をみると、コメツガ、シラベ、トウヒなどが風衝地では、８～１１本／m^2ほど生育し、林縁部より概ね１６ｍまでの範囲に及んでいる。一方、風背地では、林縁部より概ね２０ｍまでの範囲におよび、稚樹量はきわめて多い。ただ、道路から８ｍの間は稚樹量は少ないが生長は良好である。



図Ｉ－６　シラベ林の稚樹生育本数

〔事例－８〕

○ 調　査　名－植生調査(2)－稚樹の消長について－
○ 出　　典－道路開設に伴う森林伐開による生態系に与える影響
１９７４・３　前田禎三ほか
○ 植生域・対象地－亜高山帯　山梨県富士山（標高２,０５０～２,２５０ｍ）
○ 目　　的－高木構成種の稚樹を対象に、道路の上・下側別に前生稚樹の
枯損、後生稚樹の出現状況について数量把握

（結　果）

スバルライン沿い、４合目と５合目の中間にあって道路開設の影響のもっとも著しい通称「風峰」といわれる地帯のヘアピン部に道路をはさんで３０ｍ幅のベルトをひいた。その中に、Ａ：林外、Ｂ：林外林縁、Ｃ：林内林縁、Ｄ：林縁から５ｍの林内、Ｅ：林縁から１０ｍの林内、Ｆ：林縁から１５ｍの林内に、それぞれ４㎡の固定プロットを５ケずつ計１７０ケ設定した。

林外から林内にかけての稚種の出現状態の推移は次のようである。

(1)　道下（Ⅰ，Ⅲ，Ⅴブロック）

林外(A)：ステ土の厚い堆積と、その移動のたえずみられる地帯である。稚樹は、土の移動のとまったところにわずかにみられる程度で、ほとんどのところは皆無状態である。

林外林縁(B)：普通の林地ならば、林縁の保護の前生稚樹が存在し、新らたに下種更新した稚樹も加わって、それらの旺盛な生育のみられるところであるが、Ⅰ、Ⅲ、Ⅴの各ブロックとも、ステ土がもろにこの部分を覆って、前生稚樹のほとんどを枯らしてしまっている。後生稚樹の更新も、Ⅰを除いて、ステ土が動いていて、いまだに不安定なために、非常によくない。

林内林縁(C)：普通の林地の場合、稚樹がもっともよく更新し、しかも旺盛な生育を示す地帯である。ステ土の流入があっても、傾斜が緩やかなために、その堆積のうすいⅠではそのような傾向がみられた。しかしながら流入の著しいⅤでは、更新稚樹本数が非常に少なく、Ⅲの場合にも、かなりその影響があらわれていた。

林内（Ｄ，Ｅ，Ｆ）：Ⅰのように、林内１５ｍ(F)まで、またⅤのように林内１０ｍ(E)までステ土が流入している例があるが、いずれにしても堆積がうすいために、

稚樹の出現のし方は、全体として普通の林内の状態に近くなっている。ただⅤの場合（Ⅳも同じ）、道路と道路にはさまれた林帯の巾が、３０ｍあまりと、せまく、かつ風衝地であるために、上木がかなり枯損しているところでは、林内でも大きな稚樹の枯損割合が高くなっている。

(2) 道上（Ⅱ，Ⅳ，Ⅵブロック）

林外を除くと、道下よりも稚樹本数は多くなっている。

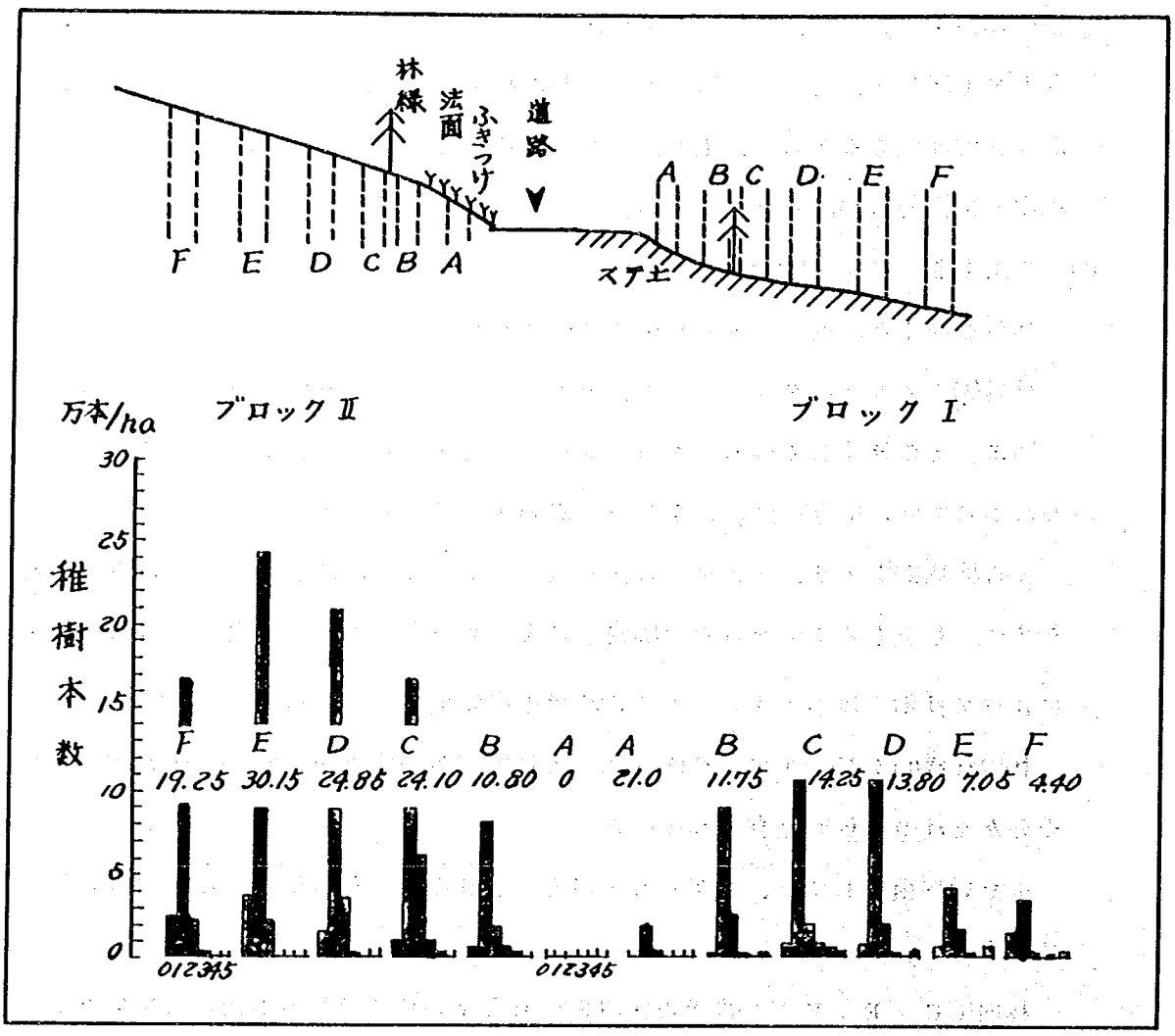
林外(A)：ノリ面にクリーピング、チモシー、クローバーなどの吹きつけがなされていて、その繁茂しているところでは稚樹は皆無であった。Ⅳのように、その被覆のはがれている部分には、稚樹の更新がわずかにみられた。

林外林縁(B)：ノリ面と林地との変曲点、あるいはそれに近い地帯であるため乾きやすい。しかもノリ面からの土壌侵蝕による樹根の浮き上り傾向もみられて、林内に比べて稚樹本数が少ない。とくにⅥでその傾向が著しかった。

林内林縁(C)：Ⅳ，Ⅵで、林内に比べて稚樹本数が少なかったが、それでも更新に充分なだけの本数が保有されていた。

少ない理由としては、乾きの影響が考えられるが、Ⅳの場合には土壌の露出の影響が大きい。

林内（Ｃ，Ｅ，Ｆ）：普通の林内とかわらない状態で稚樹が出現していた。



図Ⅰ－7　ブロックⅠ，Ⅱ地点の稚樹の推移

0：芽　生	3：～　50 cm	A：林外	D：林縁から　5 m林内
1：10以下	4：～100 cm	B：林外林縁	E：林縁から10 m林内
2：～30 cm	5：100 cm～	C：林内林縁	F：林縁から15 m林内

〔事例－９〕

○ 調　査　名－「蔵王山観光道路建設による森林植生の変化」
○ 出　　典－蔵王山・蒲生干潟の環境破壊による生物群集の動態に関する研究　１９７５・３　吉岡邦二　ほか
○ 植生域・対象地－亜高山帯・温帯　宮城県・山形県蔵王山（標高７８０～１６２０ｍ）
○ 目　　的－立地条件、植生群落の相違による活力性の比較検討

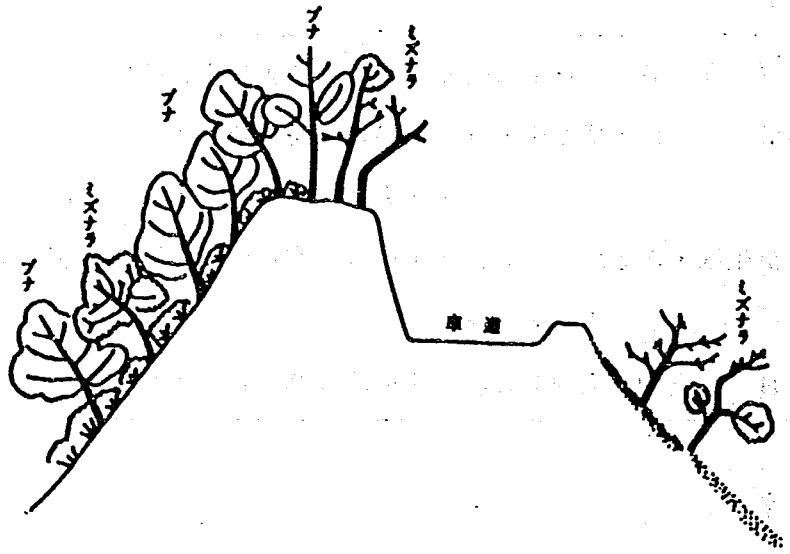
（結　果）

i）車道が、標高７８０ｍで狭い稜線の頂上を通過しているところでは、ブナ－ミズナラ群落が発達している。ここでは切土側、盛土側のいずれも、高木のブナ、ミズナラは枯死または枯死状態にある。下層植生をみると切土側では、高木構成種のブナ、ミズナラやヤマツツジ、アクシバなど、植生はほぼ健全である。それに対し盛土側では、捨土の影響で、ほとんどが枯死している。

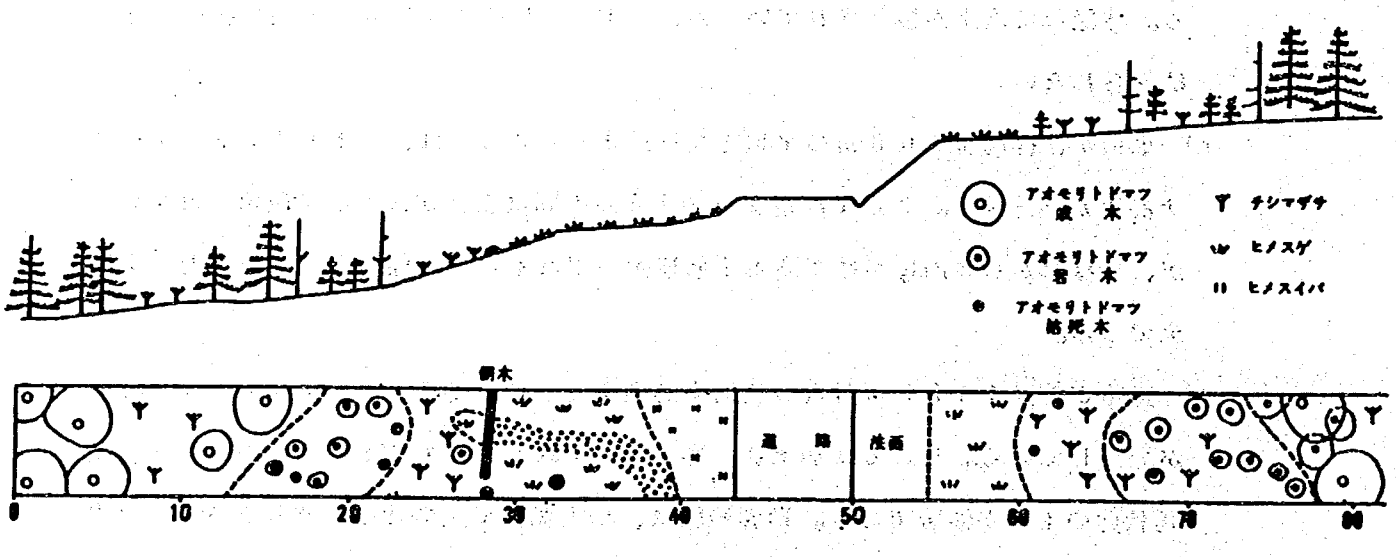
ii）車道が、標高９００ｍで緩斜面を通過するところではミズナラ群落が発達している。林縁部で表土が撹乱されているが、高木下層植生ともに健全で枯死状態のものはみられない。

iii）車道が、標高1,３００ｍの平坦地を通過するところでは、アオモリトドマツ－ブナ群落が発達する。ここでは車道両側１０ｍの間は表土が人為的に破壊されているが、林縁部から林内にかけて高木下層植生いずれも枯死状態のものは見あたらず健全である。

iv）道路が標高1,６２０ｍ付近の斜面を通過するところでは、アオモリトドマツ群落が発達している。ここでは切土側、盛土側いずれもアオモリトドマツの枯死木、枯死状態のものが顕著である。影響範囲は、切土側、盛土側でそれぞれ２５ｍ、２９ｍまで及んでいる。とくに両側とも道路に近くなる程影響が大きい。



図Ⅰ－8　稜線付近のブナ－ミズナラ群落の枯損状況



図Ⅰ－9　アオモリトドマツ林の枯損状況

〔事例－１０〕

- 調　査　名－「道路建設が天然林に与える影響」
- 出　　典－森林立地（１５－２）　１９７４　　高橋哲二，三輪明男
- 植生域・対象地－温帯　奈良県大台ケ原（標高1,４００～1,６００ｍ）
- 目　　的－とくに捨土害、風害により活力の低下状況を道路の上側（切上側）、下側（盛土側）および樹種の相違により比較検討

（結　果）

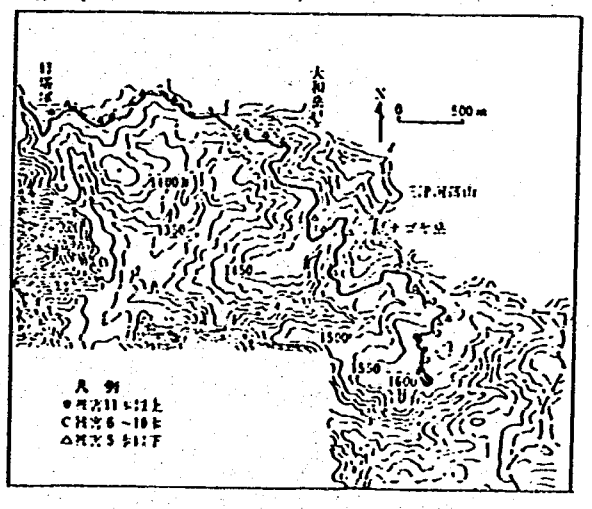
捨土部分では、林床植生や小低木類はすべて埋没により枯死するが、各種の高木も枯死、衰弱しているものがめだつ。３調査区の樹種別・径級別に健全度をみると表Ｉ－２のようになる。同表からもわかるように、ブナ、ウラジロモミ、ヒノキの被害率が高いのに対し、アオダモ、オオイタヤメイゲツなどの落葉広葉樹は枯死木はなく、衰弱木もわずかに存在するにすぎない。

風害については、山地帯でありながら標高が低いこともあって被

表Ｉ－２　捨土害樹種別被害本数

樹種	枯死		衰弱		健全		計
	20cm 上	下	上	下	上	下	
ブナ	34	1	4	1	28	3	71
ウラジロモミ	13	7	1	・	8	19	48
ヒノキ	4	3	・	・	9	4	20
ミズメ	2	・	・	・	1	・	3
アオダモ	・	・	・	1	・	10	11
オオイタヤメイゲツ	・	・	1	・	12	7	20
コシアブラ	・	・	1	・	・	・	1
マンサク	・	・	・	・	・	5	5
ミズナラ	・	・	・	・	4	・	4
サワグルミ	・	・	・	・	2	・	2
ヒメシャラ	・	・	・	・	・	1	1
タンナサワフタギ	・	・	・	・	・	1	1
アサダ	・	・	・	・	1	・	1
オオカメノキ	・	・	・	・	・	1	1
シナノキ	・	・	・	・	・	1	1
計	53	11	7	2	65	52	190

※　樹幹直径２０cm以上、または以下



図Ｉ－１０　道沿い立枯れ害地の分布

害はそれほど多くなく、大半は5本／Km以下である。発生地の地形形態をみると、

i) 1箇所をのぞいて道上斜面の林縁部である。

ii) 道が稜線近くを通っている西部地区では、道の北側に発生している。

iii) 道が山腹面を通っているところでは、南西方向に突き出た支尾根の凸部分に発生している。

iv) 稜線上に大きな鞍部があって、沢沿いに風が吹きあがる地形のところでは、その沢沿い斜面の道沿いにも発生している。

ことが特徴である。

立枯れ害については、稜線近くを走る西部の道沿いでは南向き斜面の道上部分や稜線上にみられるが、これらの被害は微害でめだたない。東部の道沿いでは一般に西向き斜面の道上側に発生し、激害地や中害地が発生している。

〔事例－１１〕

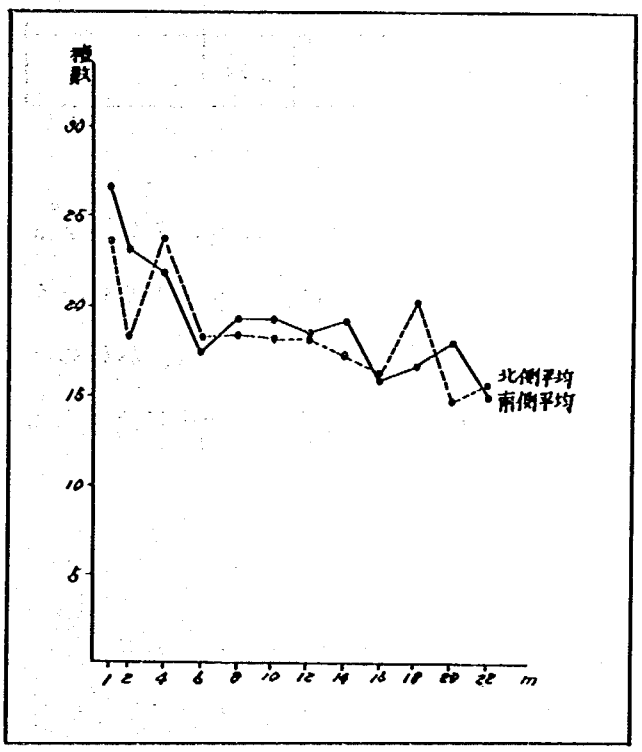
- 調　査　名－「道路周辺植生の群落構造的考察」
- 出　　典－応用植物社会学研究(4)　１９７５　井手久登、亀山章　ほか
- 植生域・対象地－温帯　山梨県青木ケ原（標高約1,０００ｍ）
- 目　　的－草原性指標種と林縁性指標種とから、道路周辺における自然植生の影響範囲を検討

（結　果）

草原性指標種でみると直接影響圏は、道路の北側で約2.６ｍ、南側で約1.６ｍ、林縁指標種でみると北側で平均１０ｍ、南側でも１０ｍとみなせる（表Ｉ－３）。

これを種組成の変化という観点からみた場合、ススキ、ヨモギ、フウロソウなどの草原性構成種は道路の北側へは４ｍないしはそれ以上まで侵入するが、南側への分布は２ｍどまりである。ウツギ、ヤブムラサキ、ミツバアケビなどの林縁性構成種は約１０ｍまで侵入しており、南側より北側の方が林内にやや深く侵入している。

以上のことから、本地域における道路の植生への直接的影響は平均して１０ｍ前後までであると考えられる。



図Ｉ－１１　道路からの距離と出現種数

表1－3　指標種による影響圏

調査地点	草原性指標種	影響圏	マント性指標種	影響圏	二次林性指標種	影響圏	自然植生	道路からの距離
		m		m		m		m
N1	フウロソウ	4	ヤブムラサキ	14	ガマズミ	—	自然林出ず ノリウツギ－アカマツ群落	—
N2	フウロソウ	2	サルナシ ウツギ ヤブムラサキ	4	ガマズミ	8	ノリウツギ－アカマツ群落 →ミズナラ－ツガ群落	6
N3	イタドリ オトギリソウ フウロソウ	4	ミツバアケビ タチツボスミレ	10	ガマズミ	16	サワシバ－クマシデ群落 →ミズナラ－ツガ群落	10
N4	フウロソウ	2	ウツギ	14	ガマズミ	18	ノリウツギ－アカマツ群落 →ヒノキ－ツガ群落	20
N5	アカツメクサ，コブナグサ オオマツヨイグサ，ヒメジョオン フウロソウ，ヤハズソウ	1	ヤブムラサキ	8	イヌシデ	20	ノリウツギ－アカマツ群落 →ミズナラ－ツガ群落	20
北側平均		2.6		10		—		—
		m		m		m		m
S1	シロツメクサ，フウロソウ ナンテンハギ，コブナグサ ノシバ，シモツケ	1	ヤブムラサキ	12	イヌシデ	18	ノリウツギ－アカマツ群落 →ミズナラ－ツガ群落	10
S2	ヒメジョオン，コブナグサ アカツメクサ，フウロソウ オオマツヨイグサ，ヤハズソウ	1	ヤブムラサキ	12	ガマズミ	14	ノリウツギ－アカマツ群落 →ミズナラ－ツガ群落 →ヒノキ－ツガ群落	8 14
S3	イタドリ， ナンテンハギ	4	ヤブムラサキ	14	ガマズミ	16	サワシバ－クマシデ群落 →ミズナラ－ツガ群落	8
S4	ヒメジョオン，フウロソウ ナワシロイチゴ，アシボソ アカツメクサ，ヤハズソウ	1	ミツバアケビ	10	ガマズミ	12	ノリウツギ－アカマツ群落 →ミズナラ－ツガ群落	10
S5	コマツナギ，シロツメクサ ナワシロイチゴ，アシボソ オオマツヨイグサ	1	ウツギ	4	ガマズミ	12	ノリウツギ－アカマツ群落 →ミズナラ－ツガ群落	6
南側平均		1.6		10.4		—		—

林縁部の種数をみると、林縁部では概ね２０～２５種、林縁から１０ｍ、２０ｍの林内では、それぞれ１７～１９種、１５～１８種となっている。林縁部はかって森林が破壊されたものであるが、現在は、林内、林外の多くの種が出現するとともに、二次林の生育もよく森林は徐々に回復の傾向にあるとも考えられる。

〔事例－１２〕

○　調　査　名－「菊池水源における道路開設の森林に及ぼす影響 －とくに木本の幼苗個体群の消長について－」
○　出　　典－道路開設に伴う森林伐採の生態系に与える影響 １９７４・３　伊藤秀三
○　植生域・対象地－中間温帯　熊本県菊池市（標高５００～６００ｍ）
○　目　　的－陰性樹と半陰性樹の実生の残存状況の比較検討 （アオキ）（シロダモ）

（結　果）

永久方形区を設けた４地点のうち、地点１では５ｍ×５ｍの方形区を林縁部から林内に向かって設定（林縁に近い方からそれぞれ方形区№１，２，３，４）し、それぞれの方形区における前年度（昭和４７年度）実生の１年後の残存率を調べた。

陰性樹であるアオキは、前年度（昭和４７年）の４つの方形区内の実生数が６９で当年度では１２に減少し、残存率は１８％である。これを開設道路との関係をみると、道路からもっとも遠い№４方形区で７５％、次の№３で３６％、№２で１２％、もっとも近い№１で７％という結果をしめし、道路に近くなるほど残存量は低下する。いっぽう、半陰性樹であるシロダモは、№４（６４％）、№３（５７％）、№２（４０％）、№１（４１％）で全体では４７％をしめしている。これからもわかるように、陰性樹の１年生稚樹は、道路に近い程開設の影響を強く受けていることがわかる。半陰性樹もその傾向をしめすが、それほど大きな影響は受けない。

また、これらの樹種を幼木、成木の残存状況をみると、アオキ、シロダモのいずれも道路からの距離にかかわらず、ほとんど枯損しているものは少ない。ただし、林縁にあるアオキは葉が変色している個体もめだち、樹勢の低下が考えられる。

表Ⅰ－4　アオキの47年実生の48年における残存数と残存率

方形区面積		(2.5m × 2.5m)				(2.5m × 5m)			(5m × 5m)		
個体数		47年実生数	48年残存数	47年実生数	48年残存数	47年実生数	48年残存数	残存率	47年実生数	48年残存数	残存率
方形区番号	4	1 3	1 2	0 0	0 0	1 3	1 2	1.00 0.67	4	3	0.75
	3	3 2	1 1	4 2	2 0	7 4	3 1	0.43 0.25	11	4	0.36
	2	5 4	2 0	1 16	0 1	6 20	2 1	0.33 0.05	26	3	0.12
	1	3 7	0 0	10 8	2 0	13 15	2 0	0.15 0.00	28	2	0.07
計		28	7	41	5	69	12	0.16	69	12	0.18

表Ⅰ－5　シロダモの47年実生の48年における残存数と残存率

方形区面積		(2.5m × 2.5m)				(2.5m × 5m)		(5m × 5m)		
個体数		47年実生数	48年残存数	47年実生数	48年残存数	47年実生数	48年残存数	47年実生数	48年残存数	残存率
方形区番号	4	3 1	2 1	5 2	3 1	8 3	5 2	11	7	0.64
	3	3 2	2 1	1 1	1 0	4 3	3 1	7	4	0.57
	2	1 5	0 2	4 0	2 0	5 5	2 2	10	4	0.40
	1	9 11	3 6	4 8	2 2	13 19	5 8	29	13	0.41
計		35	17	25	11	60	28	60	28	0.47

〔事例－１３〕

- 調　査　名－車道による周辺植生への影響(II)
- 出　　典：信州大学農学部紀要（ii－１）　１９７４　　亀山　章
- 植生域・対象地－暖帯・温帯　鹿児島県霧島山（標高８００～1,２００ｍ）
- 目　　的：暖帯、温帯別の植生群落を対象に、林縁指標種の出現を道路から距離別に把握し、道路開設に伴う影響圏の比較検討

（結　果）

ウラジロガシーサカキ群集（暖帯）、アカマツーミヤマキリシマ群集（温帯）、ツガーハイノキ群集（中間温帯）を対象に、それぞれの群集で群落調査をおこない指標種群を抽出した。これらの林縁指標種群から群落構造変化に関する影響圏を検討した結果、ウラジロガシーサカキ群集では１８.５ｍ、アカマツーミヤマキリシマ群集では２６.０ｍ、ツナーハイノキ群集では４６.６ｍの平均値がでている。このことから暖帯の自然植生の方が、温帯の自然植生より影響は少ないと考えられる。

表Ｉ－６　車道の影響をあらわす指標種群

群　落　名	指　標　種
アカマツー ミヤマキリシマ群集	ススキ，ナガバモミジイチゴ，ノリウツギ，クロヅル，ヤマアザミ，ヒメクズ，チヂミザサ
ツガーハイノキ群集	カナクギノキ，サルトリイバラ，ネジキ，ススキ，Rubus sp，ノリウツギ，アキノキリンソウ，クロヅル，オカトラノオ，ヤマアザミ，クマイチゴ
ウラジロガシーサカキ群集 イス亜群集	サルトリイバラ，ネジキ，ススキ，Rubus sp，アキノキリンソウ，ヘクソカズラ，クマイチゴ，ヒメクズ

注　常在度３以上の種を抜き出した。

表Ｉ－７　道路からの影響圏測定値

群　落　名	測　定　値	平　均
アカマツーミヤマキリシマ群集 （ｎ＝６）	11.0　18.0m 29.0　14.0 50.0　34.0	26.0m
ツガーハイノキ群集 （ｎ＝５）	42.0　51.0 53.0　43.0 44.0	46.6
ウラジロガシーサカキ群集 イス亜群集　（ｎ＝４）	15.0　22.0 18.0　19.0	18.5

Ⅲ　インパクトの種類と植生変化

植生に何らかの影響を及ぼすインパクトの種類としては、工事による直接的なものと開設後の道路供用、環境変化に伴う間接的なものとがある。亀山による分類をまとめると次のようになる。

i）工事による直接的影響（一次的破壊）

道路敷地内にあった植物とその生育環境を奪う直接的な破壊で一次的破壊ということができる。インパクトの種類としては、森林伐採，切土，盛土・捨土害、爆薬による飛石などがある。植生への影響は大きく、伐採に伴う消失はもちろん埋没，幹への傷害などによる路傍植物の枯損，衰退などの変化も一次的破壊といえよう。

ii）道路開設後の間接的影響（二次的破壊）

これには道路の供用による影響と開設に伴う環境変化によるものとに区分することができる。前者は、車の排気ガス，利用者の踏圧や廃棄物捨て、除雪による害である。後者はおもに気象，土壌などの生育環境が変化するために影響を受けるもので、一般に一次的破壊にくらべて影響は小さいが、インパクトが強い場合には枯損，衰退などの大きな影響を受ける。

インパクトの種類と植生変化の因果関係をみると、工事による直接的影響については比較的明らかにされているが、道路開設後の間接的影響とくに環境変化によるものに関しては様々な要因が複雑に関連して植生変化が生じるために明確に把握されていない場合が多い。因果関係が比較的明らかにされているものとしては、

工事による直接的影響……・森林伐採による害
・切　土　害
・盛土・捨土害
・爆薬による飛石害

道路開設後の間接的影響……・車の排気ガスによる害（ただし山岳道路では影響は認められていない）
・利用者による害
・除雪による害
・風　　害
・崩壊・洗掘による害

などがある。

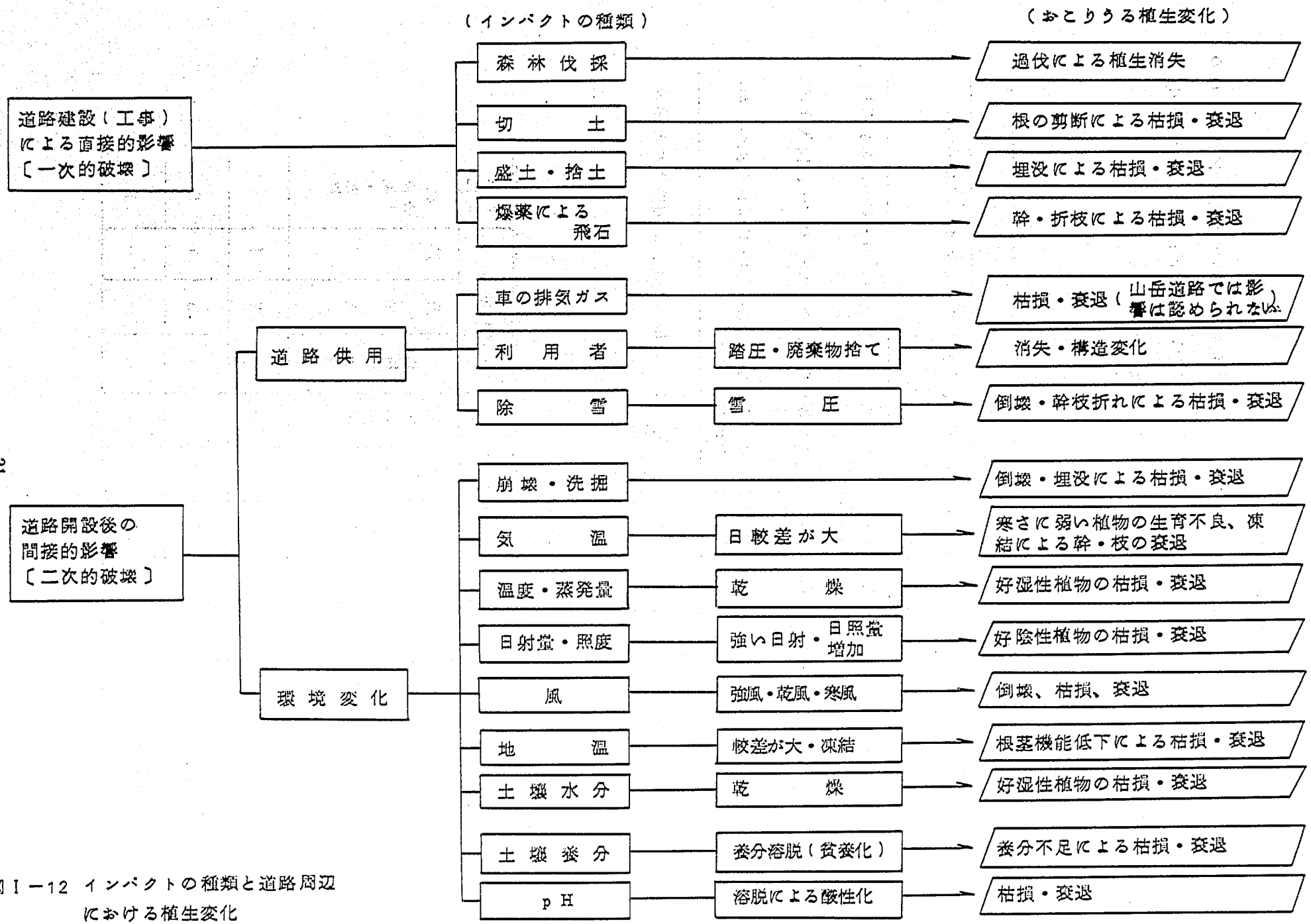
道路周辺におけるインパクトの種類と被影響の現象形態との関連は概ね次のようにしめされる。

表Ⅰ－8　インパクトの種類と道路周辺における被影響との関連

インパクトの種類 ＼ 被影響の現象形態	工事による直接的影響				道路開設後の間接的影響											
					道路供用			環境変化								
	森林伐採	切土	盛土・捨土	飛石	車の排気ガス	利用者	除雪	崩壊・洗掘	気温	湿度・蒸発量	日射量・照度	風	地温	土壌水分	土壌養分	PH
樹木の活力	◎	○	◎	◎	－	－	○	◎	○	○	○	◎	○	○	○	○
林床植物の消長	◎	－	◎	◎	－	○	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○
群落構造の変化	◎	－	◎	◎	－	◎	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎

◎　影響が特に大きいと考えられるもの

○　影響があると考えられるもの



図Ⅰ－12 インパクトの種類と道路周辺における植生変化

(1) 既存調査の主眼と事例の有無

既存調査事例は、因果関係の比較的明らかなもののなかでもとくに捨土，車の排気ガス，利用者，除雪，風による害と植生変化についたものに限られ、これらの調査はおもに、高山帯，亜高山帯，温帯においておこなわれている。

〔調査の主眼〕

インパクトの種類			調査の主眼
直接的影響		捨土害	埋没による植生の枯損、衰退に重点を置き、影響の強さ、範囲を検討
間接的影響	道路供用	車の排気ガスによる害	排気ガスの濃度測定とともに植物の活力を調べ、影響の強さ、範囲を検討
		利用者による害	人の立入による出現種組成を調べ、植生の消失、侵入などの変化を検討
		除雪による害	とくに道路脇の幼木を対象に倒壊、幹・枝折れを調べ、影響の強さ、範囲を検討
	環境変化	風害	風向、風力などを観察し、枯損、倒木、活力低下など影響の強さ、範囲を検討

〔事例の有無〕

植生域＼インパクトの種類	工事による直接的					道路供用			環境変化
	森林伐採	切土	盛土・捨土	爆薬による飛石	崩壊・洗掘	車の排気ガス	利用者	除雪	風（強風・寒風など）
高山帯（高山矮性低木林）	—	—	1	—	—	—	2	1	—
亜高山帯（針葉樹林）	—	—	3	—	—	1	3	1	5
山地帯・温帯（落葉広葉樹林）	—	—	1	—	—	—	—	—	1

中間温帯 （針葉樹・広葉樹林）	—	—	—	—	—	—	—	—	—
暖　　帯 （常緑広葉樹林）	—	—	—	—	—	—	—	—	1
亜　熱　帯 （亜熱帯広葉樹林）	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(2) 既存調査事例のまとめ

捨　土　害

山岳道路の工事では多量の切取土砂が発生するが、一般に工事費，土捨て場までの距離が遠いなどの面から、切取土砂礫を谷側へ捨てる場合が多い。捨て土は根元部，主幹下部を埋没するばかりでなく、土捨時の石礫転落による傷害をもあわせて低木はもちろん、高木にも倒壊，枯損，衰退などの被害を及ぼす。とくに急峻な地域では捨土は渓流部まで及び、その範囲までの植生のほとんどは倒壊、枯死する場合が多い[2),11),54)]〔事例－１４〕。根元部だけが埋没する場合には樹種によって耐性があり、一般に遷移途中相あるいは陽性樹種にくらべてコメツガ，シラベ，アオモリトドマツ，ブナなどからなる極相群落の方が被害は大きいということが報告されている[16),54)]〔事例－１０，１４〕。

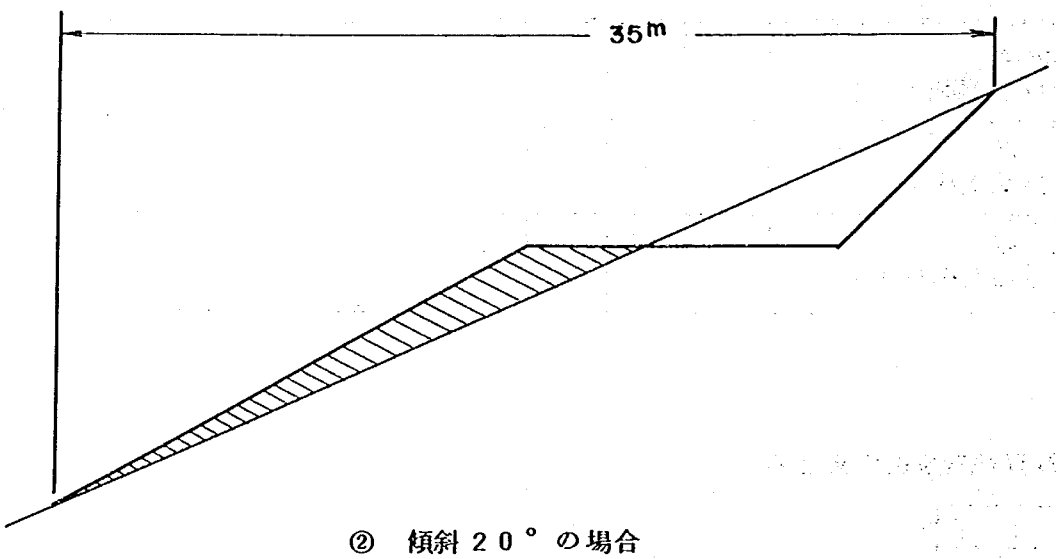
捨土は、表層部の有機物層を貧栄養質の土砂礫によって被ってしまうこと、また常時土砂礫が移動することなどから、その後の植生回復も遅いといわれている[2)]。

車の排気ガスによる害

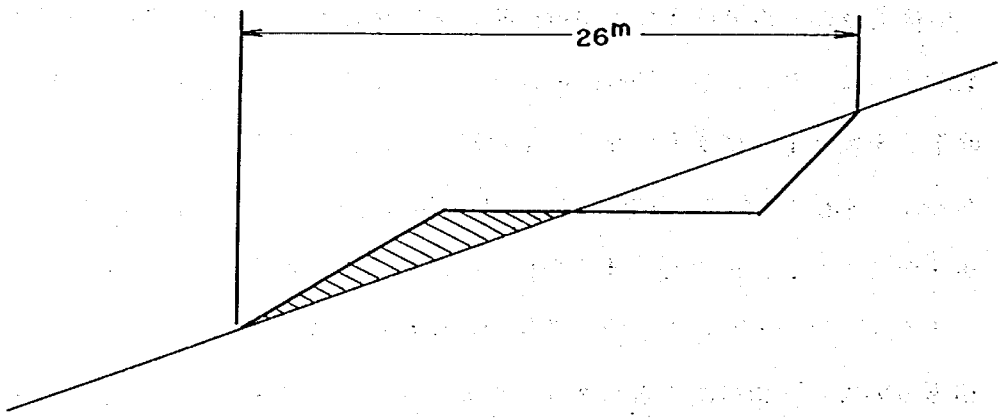
車の排気ガスには亜硫酸ガス，一酸化炭素ガスなどが含まれており、大都市圏では枯死，病変など活力が低下する場合が多い。

山岳部における排気ガス汚染の測定は吾妻スカイライン，蔵王エコーライン[33)]，立山登山道路などでおこなわれ、前２地区では都市内と同程度の汚染が観測されている〔事例－１５〕。しかしながらいずれも植生と被害との結びつきは明らかにされていない。立山登山道路では交通量が少ないために大気汚染は皆無に近く影響があるとは考えられていない。

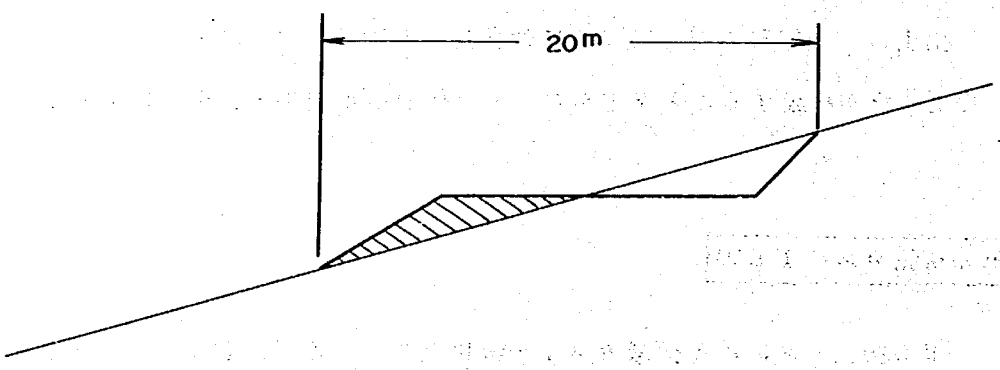
① 傾斜２５°の場合



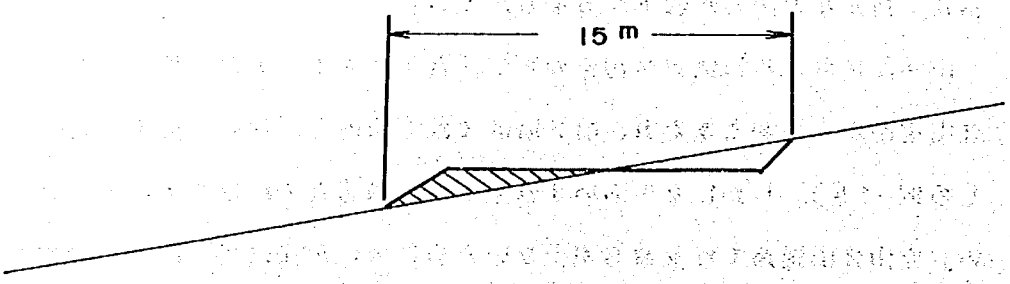
② 傾斜２０°の場合



③ 傾斜１５°の場合



④ 傾斜１０°の場合



図Ｉ－１３　異なる傾斜角の山腹に幅員７ｍの道路をつくったときの直接的影響圏
切土面４５°，盛土面３０°とし、切取り土砂を谷側へ捨てた場合。　（今井脩ほか「富士スバルラインの開設と現況」より）

また、富士スバルラインのアカマツについて大気汚染の影響について観察がおこなわれているが[40]、同報告でも影響は全くみられない。山岳道路においては排気ガス量が多くてもその高濃度分布域が狭く、すぐに拡散してしまうためと考えられている。

利用者による害

道路は自動車による観光利用者の著しい増大をひきおこし、道路，遊歩道，駐車場周辺ではこれら利用者によって植生が影響を受ける。インパクト要因としては、踏圧，盗掘、そのほか土壌汚染につながるゴミ類などの廃棄である。影響の具体的内容については、

i) 踏圧の激しいところでは、自然植生構成種が減少し、さらには裸地化する場合が多い。とくに、亜高山，高山帯などでその傾向が大きい[31]（事例－３）。

ii) 踏圧，土壌汚染によって土壌質が変化し、本来生育していた群落の構成に変化がみられる。[29]

iii) 車，人に種子が付着したり、あるいは環境変化によって人里植物の上昇侵入、高山，亜高山植物の下降現象がみられ、植生群落の構成に変化がみられる。とくに高山，亜高山帯では将来的にも自然植生の回復がみられない[20]（事例－４）。

などが特徴である。

除雪による害

多雪地方の山岳道路では、融雪前からの一般利用に供するため除雪がおこなわれる。このため、通常の積雪のほかに除雪分が追加され、道路縁の幼令木に幹・枝折れ、幹曲がりなどの害をおよぼす。とくに針葉樹類は幹の弾力性に貧しいため幹・枝折れ、ひいては枯死する場合も生じる。また、除雪により雪堤となるところは雪圧および融雪時期の遅れから、草本群落の種組成に変化が生じる（事例－１６）。ただし、除雪による雪堤範囲はせまく、植生への影響圏はせまい。

風　　害

風による植生の被害としては強風に伴う風倒のほか、冬季の寒風とそれに伴う乾燥などによる立枯れ、活力低下などがある。

被害の内容、因果関係などについて要約すると次のようである。

i) 風倒や風害によるものと思われる立枯れは、一般に標高が高くなるにつれて被害が大きい。このことは標高が高くなるほど風速が大となる一般現象と対応する[28),60)]〔事例－１７〕。これに関連し、植生域では亜高山帯，温帯上部で被害が大きい。

ii) 過去の調査結果によると、風害は最大平均風速約２０m／s，瞬間最大風速約３０m／s前後で発生しはじめるようである。このことから、我が国では台風や冬季の発達した低気圧に伴う暴風によるものが多い[38),60),70)]。

iii) 被害は、主風向に直角なやせ尾根，風上側で風が集束しやすい地形地や広い空間地周辺で大きい。道路の上下比較では上側（切土側）で大きい[3)]〔事例－１７〕。

iv) 被害は、天然林の場合、極相，前極相林が大きく、遷移初期・中期相林は小さい〔事例－１０〕。林種別では広葉樹林より、常緑針葉樹林の方が大きい[3)]。また、天然林と人工林では後者の被害が大きく、とくに同令一斉林は激害となりやすい[3)]。

などである。極相林，前極相林の被害とくに強風による風倒害が大きいのは一般にこれらの森林の樹冠密度が高いために個々の木の形状比（樹高／樹幹直径）が大きいこと、根張りの広さが小さいことなどの理由である。

なお、風害箇所は風害を受けやすい地形と森林がその風下に続く限り、その後も被害を拡大していく可能性がある[3)]。

(3) 植生域別にみた影響

前項で述べたインパクトの種類と植生変化の因果関係から、インパクトの種類によって影響の強さが概ね植生域別に相違していることが明らかである。このことについて、ここではインパクトの種類別に述べる。

① 捨土害

捨土による植生への影響は、工事費，切取土砂の多少、土砂運積地の有無など人為的な関わりによって左右されるものであり、影響の大きさは各植生域によって異なるものではない。しかし、急峻な地域の植生，極相林とくに常緑針葉樹林の発達する地域などを考えあわせると高山帯，亜高山帯，山地帯などの植生域が比較的大きな影響を受けやすい。

② 車の排気ガスによる害

これによる害は交通量の多少に左右される。樹種によって影響を受けやすいものとそうでないものがある程度明らかにされているが影響の大きさが植生域によって異なることは論じられていない。一般に山岳部ではほとんど影響がないといわれている。

③ 利用者による害

これによる害は利用者の多少によって左右される。一般的に踏圧による害は草本や矮性低木によって構成される植生で、しかも厳しい生育環境下で植生回復の困難な高山帯が影響が大きい。

④ 除雪による害

これによる害は積雪量の多少によって異なることから、影響の大きさは一般に亜熱帯では皆無，暖帯，中間温帯では小さく、温帯，亜高山帯，高山帯で大きいといえる。

⑤ 風　害

風による害は、強風，寒風によるものが多い。強風害はおもに冬季の季節風，台風に起因し、一般に標高が高い程影響が大きい結果となっている。調査事例では亜高山帯の常緑針葉樹林の被害が顕著で、次いで温帯（山地帯）の常緑針葉樹林となっている。高山帯は風も強く、また寒さが厳しいにもかかわらず影響は比較的小さい。暖帯，亜熱帯では台風による害がわずかにみられる。

表Ⅰ－１０　植生域別にみた影響の大きさ

植生域＼インパクトの種類	捨土害	車の排気ガスによる害	利用者による害	除雪による害	風害
高山帯	◎	△	◎	△	○
亜高山帯	◎	△	○	◎	◎
温帯（山地帯）	◎	△	○	◎	◎
中間温帯	◎	△	△	○	○
暖帯	◎	△	△	△	○
亜熱帯	◎	△	△	△	○

注　◎　影響がとくに顕著
　　○　〃　がふつう
　　△　〃　が小さい

(4) 代表的既存調査事例

〔事例－１４〕

○ 調　査　名－「道路開設が植物群落に与える影響」
○ 出　　典－道路開設に伴う森林伐採の生態系に与える影響 １９７３・３　高橋　啓二
○ 植生域・対象地－亜高山帯　山梨県富士山（標高１７００～２２００ｍ）
○ 目　　的－捨土による群落別，樹種別被害本数と地形・道路形態との関連性検討

（結果）

対象群落は、大きく区分すると次のようである。

① コメツガ，シラベ，アオモリトドマツ群落

② カラマツ，ダケカンバなどを含むコメツガ，シラベ，アオモリトドマツ群落

③ カラマツ，ダケカンバなどの混交または純群落

各群落ごとの樹種別に捨土による被害本数をみると、コメツガ，シラベ，アオモリトドマツが多く、カラマツ，ダケカンバ，ナナカマド，ミヤマハンノキなど遷移初期～中期相に多い陽性の樹種は少ない。もちろん、地区によって捨土の量が異なるが、これらの混交林においても常緑針葉樹類が枯死しても後者の陽性樹は生存している例が多い。

同じ群落でも地形，道路幅員の違いによって被害の大きさは異なり地形が急峻なほど被害を増加する傾向は明らかで、その増加率は道幅の広い、すなわち捨土量の多い地区で著しい。

〔事例－１５〕

- 調　査　名－「刈田峠付近のアオモリトドマツの立枯れの実態について」
  －刈田峠付近の大気汚染－
- 出　　典－蔵王山・蒲生干潟の環境破壊による
  生物群集の動態に関する研究　１９７５・３　樫村利道
- 植生域・対象地－亜高山帯　宮城県山形県蔵王山刈田峠（標高１６００ｍ）
- 目　　的－道路周辺一帯における車の排気ガス（NO_2，CO_2，CO）の測定

（結果）

道路部、道路からやや離れたところ、道路からかなり離れたところの３ケ所において、NO_2，CO_2，COについて測定した。自動車の通過量は毎分５～７台であり連休初日ということもあってエコーラインとしては最大に近い通過量であったと思われる。

測定結果をみると、車道付近では都市内と同じといわれる吾妻スカイラインのそれに匹敵し、かなりの汚染があることがわかる。しかし、車道から離れるにつれて汚染の度合は急速に小さくなる。湿性草原のエコーライン寄りでは僅かな反応がみられるが、避難小屋のある刈田峠と杉ノ峯前岳の間付近ではそれらしいものは検出されなかった。

表Ｉ－９　刈田峠付近における大気汚染状況（１９７３，９，５）

調査地点	気象			大気汚染			備考
	気温℃	風向	風速m/s	NO_2 ppm	CO_2 %	CO ppm	
刈田峠バス停	9.8	WSW	2.8～3.1	0.4～0.6	0.035	0～100の間で0例	10時25分 晴れたり曇ったり
湿生草原北端（車道より150m）	9.2	NW	1.6	検出	0.030～0.032	0	13時00分 本降り
避難小屋入口	9.4	WSW	2.2～3.0	0	0.030	0	12時25分 霧雨～小雨

〔事例－１６〕

○　調　査　名－「道路開設が植物群落に与える影響」
○　出　　典－道路開設に伴う 森林伐採の生態系に与える影響　１９７４・３　高橋啓二
○　植生域・対象地－亜高山帯　山梨県富士山（標高２１００～２２００ｍ）
○　目　　的－除雪車による積雪増加と除雪範囲を検討

（目的）

富士スバルライン沿道において、ベルト調査による積雪深測定は次のような結果となっている。

表Ⅰ－１０　道路除雪による道沿いの積雪変化

ベルト No.	道上・道下別	除雪による影響範囲 (cm)※1	影響範囲内の最深積雪(cm) A	隣接範囲内の積雪 (cm) B	差 (cm) A－B
2	道上	1～25	40	37	3
	道下	0～1	65	11	54
3	道下	1～10	98	15	83
4	道上	0～5	155	18	137
	道下	0～4	89	0	89
5	道上	1～5	70	16	54
	道下	0～13 ※2	123	41	82
6	道下	0～14	116	45	71
7	道下	0～3.5	92	0	92
8	道下	0～3	104	50	54
9	道上	0～2	83	63	20
	道下	0～11 ※2	148	20	128
10	道下	0～5	54	16	38
11	道下	0～5	66	10	56
12	道上	0～5	113	31	82
13	道下	0～9	97	2	95
14	道上	0～3	60	0	60
15	道上	0～2	33	27	6
	道下	0～4	52	13	39
16	道上	0～2	42	23	19

※１　道路の舗装端からの距離
※２　除雪車により捨土平坦面内に深く除雪

これによると、除雪によって積雪が増加するのは車道端から５ｍの範囲内のことが多いが、道下がすぐ傾斜地となっているところや捨土平坦地にはいりこんで除雪したところでは更にその範囲が広がっている。除雪によって増加した積雪深は最大１３７cmとなっているが多くは４０～１００cm程度である。

〔事例－１７〕

○ 調　査　名	－「道路建設に伴う亜高山帯林の風害」
○ 出　　典	－日本林学会誌（５６－８）　１９７５　高橋啓二
○ 植生域・対象地	－亜高山帯　山梨県富士山（標高１７００～２３５０ｍ）
○ 目　　的	－強風による樹種別風倒被害と被害地の海抜高、道路の上下による変化を検討

（結果）

富士スバルラインの道路沿いに、群落別，道の上下別に強風による風倒被害を調査した結果、表Ｉ－１１のようになる。

これによると、被害樹種の大半はコメツガ，シラベ，オオシラビソである。これらの針葉樹と混生するダケカンバやカラマツの大木は常緑針葉樹が風害を受けても無被害で残存する場合が多く、とくにダケカンバはその傾向が大きい。

次に西面の各道路区に共通して出現するコメツガ，シラベ，アオモリトドマツを対象に、被害本数と道路区の平均標高，道上・道下別の相違をみると、標高別では標高が高くなるにしたがって被害を増す（図Ｉ－１４）。

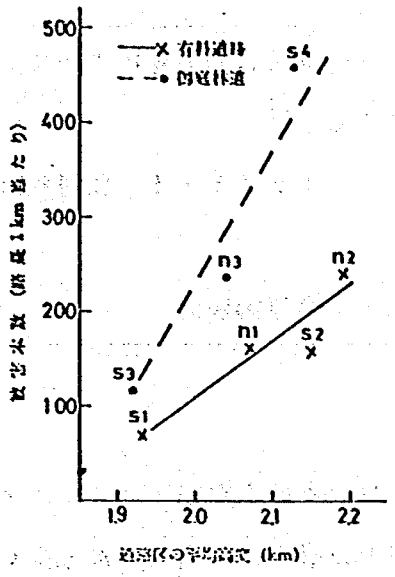
道上・道下では道上の方が多い（図Ｉ－１５）。

表Ｉ－１１　各道路区の群落別被害本数

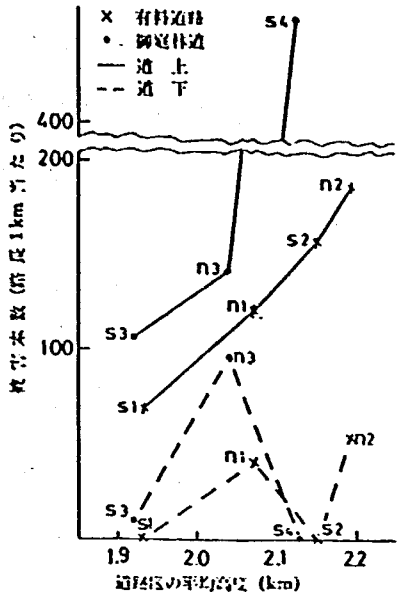
道路	道路区	道上道下別	Td・Av・Am 林	Ll・Td・Av・Am 林	Ll・Be・Av・Td・Am 林
有料道路	Nw_1	上	7	0	—
		下	0	0	—
	Ne_1	上	0	—	—
		下	0	—	—
	Nw_2	上	0	—	—
		下	0	—	—
	Ws_1	上	68	—	0
		下	0	—	0
	Wn_1	上	121	—	109*3)
		下	41	—	0
	Ws_2	上	157	—	0
		下	0	—	0
	Wn_2	上	186	—	0
		下	54	0	0
	Ne_2	上	—	0	0
		下	—	25*3)	0
御庭林道	Nw_3	上	21	—	—
		下	78	—	—
	Ws_3	上	107	—	—
		下	9	—	—
	Wn_3	上	141	—	—
		下	96	—	—
	Ws_4	上	456	—	—
		下	0	0	—

*1) 本数は路長 1km 当たりに換算。被害林木で注記しないものはすべてコメツガ，シラベ，アオモリトドマツである
*2) カラマツ６本を含む
*3) カラマツ５本を含む

Ｔｄ：ツガ　Ａｖ：シラベ　Ａｍ：アオモリトドマツ
Ｌ：カラマツ　Ｂｅ：ダケカンバ



図Ⅰ−14 標高による被害本数の変化



図Ⅰ−15 道路の直上・道下別の標高による被害本数の変化

〔事例－１８〕

○ 調　査　名	「刈田峠付近のアオモリトドマツの立枯れの実態について」
○ 出　　典	蔵王山・蒲生干潟の環境破壊による生物群集の動態に関する研究　１９７５・３　樫村利道
○ 植生域・対象地	亜高山帯　山形県蔵王山
○ 目　　的	アオモリトドマツの立枯れ分布とその原因検討

（結果）

刈田峠付近のアオモリトドマツ立枯れ木の分布は、車道（蔵王エコーライン）沿いに集中するが、車道より５００～６００ｍほど離れた登山遊歩道沿いにも多くみられる。

エコーライン沿いの立枯れは、樹高，密度ともに大きい高木林で著しく、孤立状、叢林状のところではほとんどみられない。道路の道上・道下いずれもみられるが道下のものは捨土のものと考えられる。道上のものは立地の斜面が西または南向きのところに集中し、東側ではほとんどみられない。このことから、立枯れ現象は冬季の季節風によってひきおこされる寒風害か、日照量に関連しておこる乾燥，日やけのいずれかと思われるが、立枯れの経過、すなわち、

i）下枝から枯れはじめる

↓

ii）さらに各枝の先端部が枯死する。

↓

iii）樹冠の中央部の幹近くにだけ緑が残る。

↓

iv）完全な枯死に至る。

という結果から、この枯死が冬季季節風による寒風害と考えられる。

Ⅳ 植生の回復状況

道路開設に伴って植生が影響が受けた地域において、その後の回復状況に関する調査も実施されている。植生回復には自然回復と人為回復とがある。

(1) 既存調査の主眼と事例の有無

自然回復については、亜高山帯で7例、温帯，中間温帯，暖帯で2例，高山帯で1例調査がおこなわれている。内容は、道路周辺の高木性稚樹の発芽生育に関するもののほかに、林縁二次林の発達に関するものが多い。

人為回復については、時間的制約により今回収集した文献の中では亜高山帯1例がある。内容は切，盛土地に草本の種子播種，木本稚樹の植栽をおこない、種別の発芽，生育状況を調査している。

〔事例の有無〕

種類 / 植生域	自然回復	人為回復（緑化）
高山帯	1	—
亜高山帯	7	1
温帯	2	—
中間温帯	2	—
暖帯	2	—
亜熱帯	—	—

(2) 既存調査事例のまとめ

① 自然回復

高山帯

土田が乗鞍岳でおこなった調査[6]によると、ハイマツ群落の林縁部は、林内に比べて草本層の植被率は多くなっているものの、道路開設後10年たった時点で40%程度とい

う結果をしめし、回復は相当遅いか衰退の方向にあると述べている〔事例－2〕。

一般に、高山帯では同帯に出現する種の生育は遅く、また他の植生域からの帰化植物の侵入も少ないことから、自然回復、人為回復いずれも遅いと考えられている。[1)]

亜高山帯

亜高山帯では、森林伐採によって無植生化した道路周辺では、極相構成種や遷移途中相、初期相の稚樹の旺盛な生育がみられ[2),3),59)]〔事例－7，8〕，風背地など生育環の比較的緩和されたところではその後も順調な生育をしめしている。しかしながら風衝地などではこれらの稚樹は枯損する場合が多く、とくに高木類の倒木や枯損木を処理したところではこの傾向が著しい[3),61)]〔事例－7〕。

これらの稚樹も切土や盛土，捨土地のように土壌質が悪いところでは生育本数は極めて少ないか皆無の状態をしめしている[2),16),25)]〔事例－9〕。

切土，盛土地などでは高木種の稚樹ばかりでなく、遷移初期の草本類の侵入も少なく回復は遅い[1),15),29),40)]〔事例－19〕。

温帯・中間温帯・暖帯

亀山[1),14)]，清水ら[5),40)]によると、温帯，中間温帯，暖帯では、被害を受けた森林の林縁部に山地高部や低山，山里からさまざまな種の侵入がみられ、ソデ，マント群落の発達した二次林が形成され、自然植生への移行も早いと考えられている。ただ、切土や盛土，捨土地では他の植生域同様に自然回復は遅いという報告もある〔事例－20〕。

② 人為回復

亜高山帯

依田，花房ら[49)]は、富士スバルライン道路沿いの裸地において、外来草，在来草の播種と巣植による在来樹幼木の植栽実験をおこなっている。これによると、それぞれの草本，幼木の発芽・生長は良好で、外来緑化草を先駆種として、在来草本，樹種の侵入，定着を促進する傾向と定着が認められたとしている〔事例－21〕。

(3) 代表的既存調査事例

〔事例－１９〕

○ 調 査 名－蔵王山観光道路縁辺の山岳植生の動態（予報）
○ 出 典－蔵王山・蒲生干潟の環境破壊による生物群集の動態に関する研究 １９７２・３ 吉岡邦二ほか
○ 植生域・対象地－亜高山帯 宮城県・山形県蔵王山（標高１４００～１６００ｍ）
○ 目 的－切土，盛土を対象に、出現種と緑被率について検討

（結果）

人工緑化のおこなわれていない切土，盛土で９年後の出現種と緑被率について調査した結果、次のようなことが認められた。

切土では、ミヤマハンノキ，ミネカエデ，メイゲツソウ，ヤマハハコなどが侵入生育している。これらはいずれも在来種で帰化植物は全くみられない。切土は３０～５０度の傾斜をもち、裸地状の場所がほとんどで、比較的条件の良好なところでも１％内外の植被率である。

盛土は平坦で岩盤などは少ないが、腐植質を含まない火山砕屑物から成っている。出現種は切土と共通するものが多いが、ススキ，ヒメスゲ，アキタブキ，ヤマニガナなどの帰化植物も多く侵入している。植被率は切土より高いが、ふつう２～３％で、良好な条件下でも５％を超えることはない。

〔事例－２０〕

○ 調　査　名	道路建設が天然林に与える影響
○ 出　　典	森林立地（１５－２）　１９７４　高橋啓二ほか
○ 植生域・対象地	温帯　和歌山県大台ケ原（標高約１５００ｍ）
○ 目　　的	切土，捨土斜面，捨土平坦地の裸地において侵入種の実態について検討

（結果）

竣工から１３年後における切土，捨土地の植生回復状況について調べた結果は次のようである。

切土は外来牧草の吹きつけがおこなわれているが、これらはいずれも土砂の崩落、流出によって裸地化しつつある。この裸地部には在来種の侵入も若干みられるが、ほとんどは裸地のままである。

捨土斜面はフキ，ヨモギ等数種の生育がみられるが緑被率は低く、高木性樹もみられない。この地区は土砂の移動が顕著である。

捨土平坦地は土砂の移動がないために、捨土地にくらべ種類数も多い。

〔事例－２１〕

○　調　査　名－富士スバルラインの開設と現況
○　出　　典：道路と緑化　　依田和幸ほか
○　植生域・対象地－亜高山帯，山梨県富士山（標高約２２００m）
○　目　　的：草本，高木性稚樹の播種，植栽実験をおこない発芽，生育状況を検討

（結果）

裸地部にクリーピング・レッド・フェスクほか３種の外来草種子とイタドリほか２種の在来草種子を混合した緑化袋（３８×４０cm）を４袋／m²施工して植生の導入を試みた。３年後の結果をみるとクリーピング・レッド・フェスクが最も高い優占度８７％をしめし、次いでヨモギ，オオマツヨイグサ，ケンタッキー３７フェスク，イタドリとなり、シロクローバーはわずかに生育しているにすぎない。

在来種草本を対象に上と同様の実験を試みた結果、ヨモギ，イタドリ，アキノキリンソウ，ヨツバヒヨドリバナ，シオンについてみると、ヨモギ，イタドリは全面，均一に密生して生育も良好であり、実用化の見通しが得られた。一方、ほかの種は発芽が均一ではなかった箇所もある。

巣植えによる高木性稚樹の植栽実験は、在来種５種類によっておこなった。植栽３年後の結果をみると、活着率ではカラマツ，シラベが８５％以上で問題はないが、ナナカマド，コメツガ，ダケカンバは６３～１１％の活着しかしめさなかった。このことは、カラマツを除いて山引苗であり、シラベ以外は苗木形質が不良であったこと、また広葉樹は芽ぶき開始後の植栽であったことが影響したと考えられる。

生長をみると、カラマツ，ダケカンバは当年生長で２０cm以上の良好な成績をのこしたが、シラベ，コメツガ，ナナカマドは２～８cmといずれも悪かった。

V. 植生変化の総合的考察

亀山は、さまざまな植生変化について植生、道路構造、施工後年数などの違いが影響のあらわれ方にどのように影響しているかを総合的に考慮している。ここでは亀山のまとめたものを要約する。

(1) 植生と影響との関係

植生の違いと影響のあらわれ方との関係について、自然植生と代償植生、植生域、遷移の段階、群落構造などの違いが影響にどのようにかかわっているかを明らかにする。

① 自然植生と代償植生

これまでに調査の対象とされてきた植生は、ほとんどが自然植生の森林である。植林地や半自然草地などの人為的植生では、一般に、種組成的な影響はほとんどみられない。

また、高橋（１９７４）が指摘するように、針葉樹人工林は天然林よりも風害を受けやすく、同令一斉林では激害になりやすいという性質もみられる。このことは風の力に対する群落の物理的な抵抗性の問題として考えられる。

② 植生域の相違

調査された植生域は、亜熱帯から高山帯まで、わが国でみられる森林帯のすべてが対象とされてきている。しかし、調査事例の数では、亜高山帯が著しく多く、他の植生域の違いによる影響圏の大きさの違いをみると次のようになる。

影響圏の大きさは、ここにあらわれていない大規模な捨土害などでは１００ｍ以上にも及んでいるが、ここに示した道路建設後の環境変化による影響では、１０～３０ｍ程度の幅が一般的である。

森林帯の違いによる影響の違いを比較してみると、高山帯では影響圏は少なく、次いで暖帯、温帯の順となっている。亜高山帯、亜熱帯では大きい。亜熱帯の場合には日本の亜熱帯の特徴である小さな島のため海風の影響を強く受けていることによるものと考えられている。

これらの数値はバラツキが大きいため、概略の傾向としてとらえられるものである。

影響を受けた場合の退行遷移の多様性や林縁植生の発達など、自然の回復を考えた

場合には、亜高山帯から上の部分は道路建設には多くの問題が残されていることが指摘されている。

個々の群落についてみると、影響が５ｍ程度で最も小さいのは、乗鞍のハイマツ群落、富士山のカラマツ林、立山のヒメコマツ－イワウチワ群落である。これらの群落は構造的には低木林か疎林でありうっぺいした高木林とは異なって伐開による環境変化の影響を受けにくいものと考えられている。

影響が１０ｍ程度のものをみると、立山のオオシラビソ群集、ヒメアオキ－ブナ群集、蔵王のブナ、ミズナラ林は、いずれも裏日本型気候の冬期多雪地帯の植生であり、冬期の乾燥害などを受けにくい群落であると考えられている。富士山のヒノキ－ツガ林の場合には、ほぼ平坦地であることと、森林の伐開が道路の拡幅に伴って徐々に行なわれたことなどが、影響を少なくしている要因と考えられている。

その他の高木林では、２０～３０cmの影響が多い。４０～５０cmの影響があらわれているのは、地形や風向などの条件が考えられるが、土壌条件の悪い火山性の地質に立地した針葉樹高木林であることも、原因の１つであろうと考えられる。

表Ⅰ－11　植生と影響圏との関係

群落名	調査地	測定方法 注1)	影響圏 注2)
（高山帯）			
ハイマツ群落	乗鞍	(1),(2),(3)	B 5 m
ハイマツ低木林	蔵王	(1),(4)	A 15
（亜高山帯）			
コメツガ林	富士山	(5)	B 22
カラマツ林	同	(5)	B 2～3
コメツガ林	同	(5)	B 22
シラベ林	同	(1)	A22～46
シラベ－オオシラビソ林	同	(1)	A24～36
コメツガ林	同	(1)	A 25
ウラジロモミ－トウヒ林	大台ケ原	(1)	A23～36
オオシラビソ群集	立山	(1),(3)	B 10
コメツガ、シラベ、オオシラビソ林	富士山	(1),(4),(5)	B 6～28
コメツガ、シラベ林	同	(1),(4),(5)	B 27
オオシラビソ林	乗鞍	(1),(2),(3)	B10～20
オオシラビソ林	蔵王	(1),(4)	B20～25
オオシラビソ林	同	(1),(4)	B16～29
（山地帯、温帯）			
ブナ林	大台ケ原	(1)	B 20
ウラジロモミ林	富士山	(1)	A30～44
ウラジロモミ－ブナ林	大台ケ原	(1)	A27～36
スズタケ－ブナ林	同	(1)	A25～38
ヒメアオキ－ブナ群集	立山	(1),(3)	B10～15
ヒメコマツ－イソウチワ群落	同	(1),(3)	B 5
ブナ、ミズナラ林	蔵王	(1),(4)	B 10
（中間温帯）			
ヒノキ－ツガ林	富士山	(1),(2),(3)	B 4～10
ヒノキ－ツガ林	同	(1),(2),(3)	B 4～12
アカマツ－ミヤマキリシマ群集	霧島山	(1)	A11～50
ツガ－ハイノキ群集	同	(1)	A 42～53
（暖帯）			
ウラジロガシ－サカキ群集	霧島山	(1)	A15～22
アカガシ群落	雲仙岳	(1),(3)	A16～24
コジイ、ウラジロガシ林	作日山	(1),(3)	B10～20
（亜熱帯）			
ケナガエサカキ－スダジイ群集	西表島	(1)	B13～34

注1）測定方法は、
(1)植相調査、(2)生活型調査、(3)その他の数量化、(4)樹木の結実と衰弱、(5)林床植物の消長、の各方法を示した。

注2）影響圏のAは道路端からの距離で法面の長さを含んでいる。Bは林縁からの距離であるが、高木層が失なわれた草地または低木林の部分を含んでいる。AはBよりも、法面の長さだけ長くなっている。

③　遷移段階の相違

遷移段階の相違による影響の違いをみると、一般には極相林では大きな影響を受けやすく、遷移が前段階のものほど影響は少ない。遷移が前期の段階のものほど、群落高が低く疎生しており、好陽性の植物が多い。そのため伐開による影響は受けにくいと考えられる。

④　群落構造の相違

群落の物理的な構造は、環境変化に対する物理的な抵抗性の強弱にとって重要な意

味をもっている。一般に、高木林は、低木林や草原に比較して影響を受けやすく、密生林は疎生林に比較して影響が大きいと考えられる。さらに、亜高山針葉樹林や植林のような同一樹種の一斉林の場合は、大きな影響を受けやすい。

高橋（１９７５）は、群落内の地形や林分条件による被害の違いが、立木密度や群落の細部構造によって異なるとして、終極相のコメツガ、シラベ、オオシラビソ林でも風衝地で形状比が低い林木は、寒候期の暴風や台風に対してある程度の耐風力を持つことを事例的に明らかにしている。

(2) 道路構造と影響との関係

道路構造と植生への影響については、体系的な調査研究は行なわれていないが、これまでの調査で、次のようなことが明らかにされている。

道路の幅員は、広いほど森林の伐開幅が大きくなるため、環境の変化が生じやすい。その結果、さまざまな植生の被害が生じやすくなる。亀山（１９７３）は、大台ケ原で車道と歩道との植生被害を比較するため、林縁指標種を用いて影響圏を測定している。その結果、影響圏の大きさは林冠の閉じた歩道では著しく少なく、影響のあらわれ方も弱いことを報告している。また、富士山のシラベ林を対象にして、歩動周辺の樹冠投影図を描き、林冠が９５％以上おおわれているため枯損木が生じていないという報告もある。小滝ら（１９７１）は、富士山において、道路建設による植生への影響をとらえるために、道路構造を、(1)林冠が閉じた線状破壊の登山道、(2)林冠がはなれた帯状破壊の道路、(3)大規模な面状破壊の有料道路、の３つに分類し、線状破壊にとどまっている限り、目だった植生破壊は生じないとしている。これらの例から、林冠が閉じている場合には影響はきわめてわずかであると考えられる。

道路の横断構造のうちで、切土と盛土の部分に擁壁を設けない場合には伐開幅が大きくなり、捨土害などの影響が生じやすくなる。

道路の線形をみると、ヘアピンや走向が変る屈曲部では環境の変化が大きいため、影響が大きく生じている。特に、これらの風当り林縁部では、風害の影響が大きくあらわれやすい。また、一般に、風上側に広く開放面をもつところや、風が吹きぬけやすいところでは、風害や乾燥による害が生じやすい。

(3) 施工後年数と影響との関係

環境変化による植生への影響は、道路建設後２年目にはすでに認められている。被害の進行が著しく早いものとしては、亜熱帯の西表横断林道で、施工後３～４年ですでに３０ｍ以上もの奥行に影響圏が広がっている例がある。植生の被害の進行は、建設後１０年ほど経過した道路では、ほとんど停止するものと考えられる。

しかし、風害のような物理的被害は、時間の経過に伴って樹木の被幣が蓄積されていくために、施工後年数が多い方が被害を受けやすくなり、被害を受けやすい地形や群落がその風下に続く限り、その後も被害を拡大していくと考えられている。

影響が存在する時期は長く、施工後５０年を経過した春日奥山周遊道路においても、影響が残っているのが認められている。

参　考　文　献

No.	（筆者）	（論文名）	（出典）	（ページ）	（年）
1.	亀山　章	「道路建設による周辺植生への影響 ー総説ー」	応用植物社会学研究　（5）	75～90	1976
2.	宮脇　昭	「山岳道路の開発と自然保護」	林業技術　（340）	9～13	1970
3.	高橋啓二	「山地の車道建設と森林保全」	同上　（388）	9～12	1974
4.	前田禎三	「富士スバルライン沿いの森林破壊とその復元」	日本生態学関東地区会報（22）	7～11	1972
5.	佐野　泰，氏原暉男	「乗鞍岳高山帯における人為的環境変化と植生」	中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究（第1号）	1～9	1973
6.	清水建美	「乗鞍岳の亜高山帯における人為環境変化と植物相および植生の変化」	同上（第1号）	9～25	1973
〔事例ー1.5〕					
7.	土田勝義	「乗鞍岳の車道沿道の植生(1)」	同上（第1号）	26～35	1973
8.	氏原暉男，松井　等 清水建美	「乗鞍岳の高山帯および亜高山帯の人為環境化による微気象条件の変化について」	同上（第1号）	66～71	1973
9.	柴田　治	「乗鞍岳調査区の土壌条件」	同上（第1号）	72～74	1973
〔事例ー2〕					
10.	氏原暉男，佐野　泰 俣野敏子，羽柴保夫	「乗鞍岳位ケ原における車道開設がハイマツの生長におよぼす影響」	同上（第2号）	2～5	1974
11.	清水建美	「乗鞍岳の亜高山帯における人為環境化と植物相および植生の変化」	同上（第2号）	11～17	1974
12.	土田勝義	「乗鞍岳の車道沿道の植生」	同上（第2号）	18～26	1974
13.	柴田　治，加藤憲二	「乗鞍岳車道沿いの微気象」	同上（第2号）	60～61	1974

No.	（筆者）	（論文名）	（出典）	（ページ）	（年）
14.	井手久登，亀山　章	「大台ケ原の植生」	応用植物社会学研究（1）	1～ 49	1972
〔事例－11〕					
15.	井手久登，亀山　章 井上康平　ほか	「道路周辺植生の群落構造的考慮」	同　上　（4）	26～ 54	1975
16.	野田坂　伸　也	「スバルライン沿道の植生破壊の原因と対策」	造園雑誌（36−2）	48～ 65	1973
〔事例－10，20〕					
17.	高橋啓二，三輪明男	「道路建設が天然林に与える影響(1)」	森林立地（15−2）	19～ 24	1974
18.	内藤俊彦	「蔵王山刈田岳周辺における人間の踏みつけについて」	蔵王山・蒲生干潟の環境破壊による生物群集の動態に関する研究(I)	10～ 11	1972
19.	信濃豊子，菅原亀悦 飯泉　茂	「蔵王刈田岳山頂におけるオオバコの生態学的観察」	同　上　(I)	12～ 18	1972
20.	橘　　ひさ子	「人為作用に伴う蔵王山湿原植生の動態」	同　上　(I)	19～ 33	1972
〔事例－4〕					
21.	菅原亀悦，信濃豊子 飯泉　茂	「蔵王エコーライン沿いの裸地に侵入した植物の生態調査」	同　上　(I)	34～ 38	1972
〔事例－6，19〕					
22.	吉岡邦二，広木詔二 堀内　敏	「蔵王山観光・道路縁辺の山岳植生の動態（予報）」	同　上　(I)	39～ 44	1972
23.	日比野　紘一郎， 飯　泉　　茂	「蔵王山自然破壊にともなう微気象に関する研究」	同　上　(I)	55～ 65	1972
24.	佐藤和男，山根一郎	「蔵王山における環境破壊による土壌変化」	同　上　(I)	66～ 70	1972
25.	樫　村　利　道	「刈田峠付近のアオモリトドマツの立ち枯れについて」	同　上　(II)	5～ 8	1973

No.	（筆者）	（論文名）	（出典）	（ページ）	（年）
26.	吉岡邦二，広木詔三 平　慎二，辻村東国	「蔵王山観光・道路縁辺の山岳植生の動態」	蔵王山・蒲生干潟の環境破壊による生物群集の動態に関する研究(II)	9～ 13	1973
27.	樋　口　利　雄	「刈田峠・ アオモリトドマツ着生植物群落について」	同　上　(II)	14～ 18	1973
28.	日比野紘一郎， 飯泉　茂，岩波悠紀	「蔵王山自然破壊にともなう 微気象に関する研究」	同　上　(II)	19～ 32	1973
29.	佐藤和男，山根一郎	「蔵王山における環境破壊による 土壌の変化」	同　上　(II)	33～ 38	1973
30.	橘　ひさ子	「人為作用に伴う蔵王山湿原植生の動態」	同　上　(II)	39～ 54	1973
31.	菅原亀悦，信濃豊子 飯泉　茂	「蔵王エコーライン沿いの裸地に侵入した 植物の生態調査」	同　上　(II)	79～ 82	1973
〔事例－3〕					
32.	内藤俊彦，三浦　修	「蔵王山刈田岳周辺における 人間の踏みつけについて」	同　上　(II)	97～101	1973
〔事例－9〕					
33.	吉岡邦二，広木詔二 辻村東国	「蔵王山観光道路建設による 森林植生の変化」	同　上	29～ 43	1975
〔事例－15, 18〕					
34.	樫　村　利　道	「刈田峠付近のアオモリトドマツの 立ち枯れの実態について」	同　上	44～ 50	1975
35.	樋　口　利　雄	「刈田峠におけるアオモリトドマツの その着生コケ植物との関係」	同　上	51～ 56	1976
36.	飯泉　茂，菅原亀悦 内藤俊彦，信濃豊子	「蔵王山における車道沿いおよび観光施設周 辺の裸地に侵入した植物に関する研究」	同　上	80～ 86	1975
37.	日比野紘一郎， 飯泉　茂，岩波悠紀	「蔵王山自然破壊にともなう微気象変化」	同　上	150～164	1975
38.	佐藤和夫，山根一郎	「蔵王山における環境破壊による 土壌変化」	同　上	165～178	1975

No.	（筆者）	（論文名）	（出典）	（ページ）	（年）
〔事例－17〕					
39.	高橋亀久松，高橋啓二	「道路開設に伴う亜高山帯林の風害(I)」	日本林学会誌（56－8）	288～293	1975
40.	田村朋厚	「林道施工における地盤切り過ぎの数量化による要因分析(II)」	同上（37－3）	74～86	1975
41.	都立武蔵高校生物クラブ	「富士スバルライン沿道の自然破壊とその復元」	遊伝（24－11）	98～105	1974
42.	亀山章	「車道による周辺植生への影響(I)」	信州大学農学部紀要（10－2）	125～146	1973
〔事例－13〕					
43.	亀山章	「車道による周辺植生への影響(II)」	同上（11－1）	65～86	7 1974
44.	亀山章	「車道による周辺植生への影響(III)」	同上（12－1）	1～18	1975
45.	亀山章	「車道による周辺植生への影響(IV)」	信州大学農学部演習林報告（12）	33～47	1975
46.	亀山章	「車道による周辺植生への影響(V)」	信州大学農学部紀要（13－1）	43～68	1976
47.	浅川富雄	「亜高山帯の破壊に伴う人里植物の上昇」	長野県植物研究会誌（7）	43～53	1974
48.	土田勝義，加藤久雄，中谷易功，山口詳二朗	「霧ケ峰高原におけるヒメジョオン類の生態(I)」	同上（8）	52～66	1973
49.	福原保夫，小川泰和，高橋理喜男	「山岳道路が周辺の自然環境に及ぼす影響」	S48日本造園学会秋季大会研究発表要旨	48～49	1973
50.	武内和彦，久保幸夫，横川完治	「リモートセンシングの植生調査への応用」	S50日本造園学会秋季大会研究発表要旨	23～25	1975
51.	辻和美	「海岸防風林への影響調査研究報告」	道路と緑化	36～41	1975

No.	（筆者）	（論文名）	（出典）	（ページ）	（年）
52.	日本道路公団試験所	「植生のり面保護工追跡調査 中間報告（その１）」	道路と緑化	39～ 45	1978
53.	日本道路公団試験所	「植生のり面保護工追跡調査 中間報告（その２）」	同　上	62～ 65	1980
〔事例－21〕					
54.	今井　脩，依田和幸 花房　尚，清森城宏	「富士スバルラインの開設と現況」	道路と緑化	6～ 14	
〔事例－14〕					
55.	高橋啓二	「道路開設が植物群落に与える影響」	昭和４７年度 「道路建設に伴う森林伐採の生態系に与える影響」	14～ 87	1973
56.	伊藤秀三	「植生調査」	同　上	143～166	1973
57.	脇　孝介，佐伯岩雄	「土壌調査」	同　上	167～176	1973
58.	上中作次郎，尾方信夫 河野良治，竹下　幸	「気象調査」	同　上	177～184	1973
59.	中島　厳	「赤外カラー写真による富士スバルライン周辺の観測」	昭和４８年度 「道路開設に伴う森林伐採の生態系に与える影響」	23～ 35	1974
〔事例－８〕					
60.	前田禎三，浅沼殷吾 大関昇平，長田十九三 他	「植生調査 (2)」	同　上	36～ 43	1974
〔事例－16〕					
61.	高橋啓二	「道路開設が植物群落に与える影響」	同　上	47～ 68	1974
〔事例－７〕					
62.	橋本与良，湯浅保雄	「道路作設後の稚樹の消長」	同　上	69～ 72	1974

No.	（筆者）	（論文名）	（出典）	（ページ）	（年）
63.	埜田　宏	「道路開設に伴う林床植生の変化」	昭和４８年度「道路開設に伴う森林伐採の生態系に与える影響」	73～ 75	1974
〔事例－１２〕					
64.	伊藤秀三	「菊池水源における道路開設の森林に及ぼす影響 －とくに木本の幼苗個体群の消長について－」	同　上	119～126	1974
65.	脇　孝介，佐伯岩雄	「土壌調査」	同　上	149～155	1974
66.	上中作次郎，尾方信夫 河野良治，竹下　幸	「気象調査(1) 気温・地温・相対湿度・風速・降水量」	同　上	157～177	1974
67.	飯盛　功	「気象調査(2)　日射量」	同　上	179～183	1974
68.	竹下　幸，河野良治	「気象調査(3)　蒸発量」	同　上	185～192	1974
69.	中島　厳	「遠隔探査による富士山周辺地区の自然環境に対する開発影響の観測」	昭和４９年度「道路開設に伴う森林伐採の生態系に与える影響」	23～ 36	1974
70.	前田禎三，浅沼殷吾 長田十九三　他	「道路開設に伴う植生の経年変化」	同　上	37～ 52	1975
71.	高橋啓二	「道路開設が植物群落に与える影響」	同　上	53～ 84	1975
72.	橋本与良，湯浅保雄	「道路作設が稚樹の消長に及ぼす影響」	同　上	102～104	1975
73.	橋本与良，湯浅保雄	「林内立入者数と林床裸地化調査」	同　上	105～110	1975
74.	有光一登	「富士スバルライン開設に伴う森林環境，特に土壌水分環境の変化」	同　上	139～142	1975
75.	山内政人，長田十九三	「気象調査」	同　上	148～154	1975

No.	（筆　者）	（論　文　名）	（出　典）	（ページ）	（年）
76.	伊　藤　秀　三	「菊池水源における道路開設の森林に及ぼす影響 ーとくに木本の幼苗個体群の消長についてー」	昭和４９年度 「道路開設に伴う森林伐採の生態系に与える影響」	119～126	1975
77.	脇　孝介，佐伯岩雄	「道路建設が森林土壌の腐植に及ぼす影響」	同　上	189～194	1975
78.	飯盛　功，上中作次郎	「道路建設が林内日射量 および照度に及ぼす影響」	同　上	196～203	1975
79.	上中作次郎，尾方信夫	「道路開設が風速・風向に及ぼす影響」	同　上	204～207	1975
80.	上中作次郎，尾方信夫	「道路開設が林内の気温・地温・ 相対湿度に及ぼす影響」	同　上	208～216	1975
81.	竹下　幸，河野良治	「道路開設が林内の蒸発量に及ぼす影響」	同　上	217～221	1975

付　　録

用　語　解　説（アイウエオ順）

——沼田真編　生態学辞典（築地書館）より——

亜高山帯	温帯の山岳を基準にして作られた植物の垂直分布帯で、山地帯と高山帯の間にあり、亜寒帯気候帯に相当する。暖かさの指数で15～45（55）（月・℃）。常緑針葉樹林帯で、日本の本州ではウラジロモミ・シラベ・トウヒ・アオモリトドマツなどが優占する森林帯である。
亜熱帯	冬少なくとも0℃以下には下らぬ無霜地帯でだいたい緯度25～35°あたりがこれに相当する。暖かさの指数では180～240（月・℃）の範囲である。
暖かさの指数	植物の生育温度を日平均気温5℃以上とみなし、各月の平均温度から5℃を引いて1年間合計した値。月・℃で示す。
外来種	本来の生育地でないところに移動して生育を続ける種。観賞用および有用種として持ち運ばれた種が多い。
活着	移植された植物が根づくこと。
活力	生物の生活・繁殖の度合。生命力。
暖帯	亜熱帯と冷温帯（もしくは中間温帯）の間の気候帯で、日本の森林帯では照葉樹林帯（暖帯林・暖温帯林）に相当する。温量指数（暖かさの指数）で180～140（月・℃）の範囲にある。タブ・スダジイ・イスノキ・クス・カシ類などの森林が分布する。
極相	植物群落は周囲の環境と互いに影響し合いながら変遷（遷移）していくが、その最終段階では群落と環境の間に一種の動的平衡状態が成立し、群落は安定して構造や組成が変化しないようになる。この状態を極相という。
群落	同一場所である種の単位性と個別性を持って一緒に生活している植物群を指す操作的便宜的な植生の単位。
高山帯	温帯の山岳を基準にして作られた植物の垂直分布帯で、亜高山帯と氷雪帯との間にあり、狭義の寒帯気候帯に相当する。森林限界以上の植生帯で高山ツンドラ帯となっており、地衣類・コケ類・草本類・低木類の優占する植生となる。
在来種	①ある地域の植物相を古来構成していた種。広義にはある地域で人間に保護されずに繁殖し生活を続けている生物。野生種ともいう。外来種の対語。②原地生種ともいう。
山地帯	温帯の山岳を基準にして作られた植物の垂直分布帯で、亜山地帯と亜高山帯の間にあり、冷温帯の気候帯に相当する。暖かさの指数で45（55）～85（月・℃）落葉広葉樹林帯とみなされ、ブナ林・ミズナラ林・カエデ林などが特徴的であるが、ツガ林・モミ林のような針葉樹林が優占する場合もある。
指標種	一定の立地条件下にとくにしばしば出現する形を、逆にその立地条件の指標種として利用することができる。この場合に、広く分布する植物を局地的または一定の要因に対する指標種として過大視しないように注意する必要がある。指数種。立地指標種。

植生	ある地域を覆っている植物的生命体の総称。
森林限界	高木が森林状態で分布し得る限界線をいう。分布の制限要因としては温度湿度、強風その他があるが、日本の山地では低温が主として制限要因となっている。
遷移	ある生物共同体が他の生物共同体に移り変る過程。移行が進行的であれば終局的に極相の生物共同体へと発展する。
生活型	系統分類的な単位の種に対して、生活様式の生態的分類上の単位。
先駆植物	遷移のはじめに裸地に侵入して定着できる植物。陽性植物で極端な貧栄養条件と乾燥・湿潤に耐え、しかも窒素固定作用をもつものが多い。乾性遷移の場合には地衣類が、湿性遷移の場合にはラン藻類に次いでコケ類が、砂礫地には根系と貯水組織の発達した海浜植物やハンノキ・グミ類など菌根をもった陽樹などが先駆植物となる。森林への遷移の場合には、ハンノキ類・グミ類のほか、カンバ類・カラマツなどの陽樹が先駆植物となる。
草本層	ふつう1～1.5m以下の草本を主とする層をいう。
耐陰性樹種	陽地でよい生育を示すが耐陰性が強く、森林の林床でも枯死することなくゆっくりと成長する樹種。森冠を作る陰樹はすべてこれに属するが、芽生え・幼苗時はむしろ陰地植物的で、裸地では発芽・生育できないものが多い。
代償植生	人間の影響によって、立地本来の自然植生が様々な人為植生に置き代ったもの。
稚樹	芽生えから胸高直径2cm内外、樹高2m前後のものまでをいう。
土壌	ある土壌生成要因のもとでの土壌生成作用によって作られた地殻最表層の生成物で、主に動植物の遺体起源の有機物と、母材起源の無機物とにより構成されている。
人里植物	人里近くに生育する植物で、作物・耕地雑草を徐き、路傍・堆肥を積んだ場所・鉄道線路・農道・住居の周辺など人間によって立地が絶えず撹乱されている所に多く出現する植物。
陽性樹	陽光の下で発芽し早い生育を示し、土地の乾湿・肥瘠に対する適応力の大きな樹種。先駆樹pioneer tree はすべて陽樹であり、二次林の構成樹種に多い。
裸地	植生のない土地。
林縁	森林と森林以外の植生や裸地との境界。
林床植生	森林内の地表面に生育する耐陰性の強い植物。
矮生低木	Raunkiaer の生活型区分の一つで2m以下、山岳の森林限界で見られるいじけた樹形の低木。例：ハイマツなど。

山岳道路の環境影響評価手法 その1〔既存調査事例の整理〕

ISSN 0386－5878
土木研究所資料第2007号
昭和58年6月（1983）

芹沢　誠・篠原　修
二上克次

キーワード　山岳道路，植生，影響評価，調査事例

要　旨

山岳道路の環境影響評価手法確立の一環として，既存の調査事例を収集して，これらを道路技術者に理解し易い形に整理し，まとめた。

郵便はがき

40円切手をはって下さい

3 0 5 - □□

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

緑化研究室　御中

No. 3

○

土木研究所資料第2007号　　部

上記のとおり受領しました。

所　属（住所）

氏　名　　印

㊞