

ISSN 0386-5878
土木研究所資料 第2928号

平成 2 年 度

土木研究所講演会

講演集

平成3年2月1日

建設省土木研究所

「 Copyright © (1991) 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.

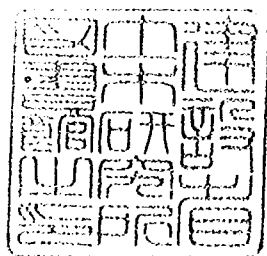
この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。」

土木研究所資料
第 2928 号 1991 年

平成 2 年度

土木研究所講演会 講演集

企画部企画課



要 旨

本資料は、「平成 2 年度土木研究所講演会」の講演内容をまとめたものである。この講演会は、土木研究所が実施している調査研究の成果や最近の土木技術に関する話題、動向などを各方面に紹介することを目的として、毎年 1 回開催している。

キーワード：土木研究所講演会

目 次

防災へのアプローチ

- ー国際防災の10年（IDNDR）の成功に向けてー … 砂 防 部 長 渡 辺 正 幸 … 1

コンクリート系新材料の開発について

- ー1990年代に期待される建設材料の展望ー …… 地 質 化 学 部 長 小 林 茂 敏 … 57

特別講演

- 「暮らしからみたこれからの基盤整備」 …… 評 論 家 五 代 利 矢 子 … 71

人・自然・土木

- ーうるおいのある緑豊かな国土づくりー …… 緑 化 研 究 室 長 半 田 真 理 子 … 73

海洋利用空間の創成について

- ー侵食性海岸を例にとってー …… 海 岸 研 究 室 長 宇 多 高 明 … 89

土構造物の耐震対策に関する新たな展開 ……

- 動土質研究室長 古 賀 泰 之 … 117

最近の海外の地震被害の特徴 ……

- 地震防災部長 佐々木 康 … 141

防 災 へ の ア プ ロ ー チ
—国際防災の10年（IDNDR）の成功に向けて—

砂防部長 渡 辺 正 幸

防災へのアプローチ ー国際防災の10年（IDNDR）の成功に向けてー

要 旨

1. IDNDR は防災のための協力を地球規模で行うことにより21世紀の地球の安全度を高くしようとするものである。
防災のための知識と技術を人類は充分にもっている。問題はそれらにギャップがあるとの認識が基本になっている。
2. 災害は貧しい人達が密集して住んでいる所で発生している。そのようなところでは貧困ー自然と社会環境の悪化ー人口増加ー災害ー貧困の悪循環がすすむ。この悪循環を断ち切ることなくして災害は防止しえない。
3. これまでにも二国間・多国間の経済・技術協力が行われてきた。国際機関の活動も活発である。しかし、災害による犠牲は減少してはいない。途上国の経済のパイを大きくすればその恩恵が貧困層にまで浸透していくという『トリックル・ダウン理論』には限界がある。
4. 『ボトム・アップ』、すなわち草の根に届く援助が必要である。このような援助で、危険区域の社会が経済的に自立してはじめて予報・警報が防災に役立つことになる。
5. 『ボトム・アップ』型のプロジェクトとして、山腹砂防に傾斜地農業を結び付けたものが考えられる。斜面の傾斜に応じて利用形態を変えながら、流域単位で木材・牧草・穀類・野菜・家畜・淡水魚を含んだ最大限の永続的な有機物生産システムの確立を目指そうとするものである。増大した農業生産力をもとに農村の工業化（郷鎮企業）を促し、流域を有機的市場単位にしようというものである。このようにして農民の所得水準を向上させることによって工業財に対する需要が創り出せ、大規模なインフラ投資とのリンクが機能するようになる。
6. 自然の加害現象に対するモニタリング・ネットワーク（グローバル／リージョナル）は途上国の社会が経済的にみてこのような発展段階になった時点で始めて真に意味をもつようになる。社会の発展過程を考えることなく設置されたモニタリング・システムは途上国の防災には無用である。
7. このような観点に立たないかぎり IDNDR の成功はない。学者・行政官と国際機関を含む防災屋のための単なるお祭りの行事になってしまう。
8. 10年計画では防災の実を挙げるには短かすぎる。目標・方法論・評価の手順等を議論することが大切である。

はじめに

21世紀最大の問題

東西の緊張の緩和が決定的になったあと、小競り合いによる緊張はままあるにせよ、次の人類史

的課題の一つはまぎれもなく南北問題である。国家の破産につながる累積債務、麻薬、難民、収奪型の資源開発と環境の悪化、貧困と人口増加、温暖化等々いづれも南北関係という縦糸を理解しないで議論することはできない。そして、これらの問題の解決を抜きにして次世代に美しい地球を引き継ぐことは不可能である。災害はこれらの問題に密接に関連して発生し、深刻さを増してきている。

防災に国境はない

災害は非人間的な現象である。神を信じて生きる人間さえ抹殺し、より人間らしく生きようとするあらゆる希望と営みを無にして、神も仏もあるものかという精神の荒廃、ひいては、社会の破局をもたらす。

災害の原因の多くは自然現象によるインパクトであるが、自然現象のなかに様々な頻度とスケールの変化が生じるのは物理則に照らした言い方をすればむしろ正常である。問題は、人間社会のなかでインパクトがどのように増幅されるかあるいは減衰・すなわち克服されるかである。

社会の対応能力を越えるインパクトである場合、その文明は滅びる。インダス文明における洪水、メソポタミア文明における地震はその事例である。

インパクトが社会の対応能力以下である場合でも、災害は多くの社会にも個人にも犠牲を強いるだけでなく、その社会が内包している矛盾・歪を拡大し、後続して発生する類似のインパクトに対して社会を脆弱にし、ついには破局に導く。小さなインパクトが増幅されて大きな犠牲をうみ、さらに非人間的な社会に変えていくという単なる技術計画では扱えないメカニズムがあることを見落としてはいけない。この観点からみると、災害の問題は基本的人権の問題であることが容易に理解される。他人の痛みを自分の痛みとし、集団の力で対抗しようとする意思が防災のこころである。防災に国境がない所以である。

防災には国際協力が不可欠

物質文明が著しい進化をとげ、建設するにせよ破壊するにせよ、人間の活動が地球規模のスケールをもつようになった現代では、自分の地域社会・国から脆弱性の要因を取り除きさえすれば自分の安全が保障されるという時代ではなくなった。脆弱性の起源が発展途上国においては植民地の遺制にあることは明らかである。しかし、歴史的な責任を追及することで日毎に増大する脆弱性を減少させることはできない。災害に関連する脆弱性を地域規模で考えるとともに地球規模でも考え、行動すべき時代になった。国際的な協力が必要とされる所以である。

防災は高度な文化である

災害は常にマイナスに作用したわけではない。江戸の大火のように復興景気をもたらした事例もある。地震や火災が建築様式・都市計画・消防と警察の制度・保険制度の整備を促し、洪水が地域社会の規範と団結を生み出したという面もある。科学の発達と科学者の協力の引き金にもなっている。災いを転じて福となすには、しかし、科学的な思考と努力と責任感を重んじる文化が必要であ

り、損害を防止する計画のために割く資源がある—経済社会の余剰—ことが前提となる。国際的な協力が必要とされる所以であり、防災の成否を分ける前提であり、難しさでもある。

この小論の構成

この小論は8章からなっている。

第一章は国際防災の10年に関する国連の決議についてその基本的な考え方を概説している。

第二章は災害に関する情報を扱っている。データは不揃いであるが、災害の種類・頻度・被害について地球規模でながめるためのヒントになる。また、情報を集めることの難しさと個々のデータの持つ意味について述べた後、情報の実物を例示している。

第三章では途上国の災害の実態をその社会的な背景をとうして説明しようと試みた。途上国の災害は大量死の繰り返しで特徴づけられると言っても過言ではない。なぜ災いを転じて福とする『防災の鉄則』が生かされないのか。

災害に悩む途上国の人々の日常生活が生理的な生存のための戦いであること、したがって日常のレベルをこえるインパクトに対する抵抗力をもっていないことが示される。助け合うべき隣人さえも生存を危うくする存在であるという事例と、コミュニティにも政府にも貧しい国民の運命が暗転するのを救済する仕組みに対する関心がきわめて乏しいために外部の援助に頼っているという現実をあけて、災害がもはや単なる科学技術の問題ではなく基本的人権の問題であることを示している。

第四章は国際防災の10年事務局が国連総会に提出した経済社会理事会の報告をもとに、国連とその関連機関ならびに加盟国の行動計画について概説している。

第五章は現在、災害に悩む途上国が昔は高い文化をもつ先進地域であったことを述べている。その運命を暗転させた植民地制度について述べた後、その結果ともいうべき途上国の社会の後進性と問題点を明らかにしている。

第六章は第五章に挙げた後進性から脱却するために満たすべき条件を示そうとした。そのためには、途上国だけでなく先進工業国も分担すべき役割があることを示している。これはしかし、処方箋を示すといった大それたものではない。急いで防災の技術を移転するより前に、技術が使ってもらえるような段階に社会を移行させることが大事であることを述べている。

第七章は防災の総合戦略と称して、農村と農村経済の意味について理解しようとした後、開発の焦点を農村に置くべきことを主張している。農村が経済単位として自立し、貧困を理由として離村をしなくてもいいようにすることが防災のキメ手であることを述べたうえ、コミュニティ・レベルのプロジェクトと大規模インフラ・プロジェクトとの関連性について述べている。

最後の第八章では総合的な砂防事業がコミュニティを死の淵から救った例を示した。同様の例は日本にもあり、農村きょう救事業といわれたものであり、1931年から実施されている。

第1章 国際防災の十年に関する国連の決議

20世紀最後の10年を自然災害を防止するために力をあわせようという国際防災の10年の決議（決議案42/169）が、日本ほか18ヶ国のイニシアチヴで提案され、1987年12月の第42回国連総会で満

場一致で可決された。

この決議が可決された背景としては、1985年以来頻発した大災害が国際世論を喚起したことと1970年代に発生し1984年に日本でもセンセーショナルに報道されたエチオピアやスーダンの飢饉、そしてこれと並行に進むサヘルを中心とする地域の干ばつと砂漠化の恐怖があった。

決議は、

- 1) 地震・暴風・津波・洪水・地すべり・火山爆発・森林火災およびその他の自然災害が、この20年間、世界中でおよそ3百万人の死亡者をだし、さらに8億人以上の人々の生活に影響を与え、230億ドルを越える直接被害をもたらしてきたこと、
- 2) 自然に起因する災害のなかでも、干ばつと砂漠化がとくにアフリカで大きな被害をもたらしており、そこでは2千万人以上の人々の生活が脅かされ、何百万人の人々の生活基盤が破壊されていること、
- 3) このような災害の結果が、発展途上国、とくに開発がほとんど行われていない内陸部ならびに島しょ部の発展途上国において、その脆弱な経済基盤に非常に重大な被害を与え、開発の進展を妨げていること、
- 4) 地球物理学的原因自然災害に関する研究と、その結果得られる危険の軽減技術の開発における国際協力を推進し、予知および早期警報を含む災害救助・対策工事・防災制度を調整する仕事に国連が責任を負っていること、
- 5) 1990年代における自然災害減少のための国際社会の一致協力した行動が、国内的・地域的・国際的なレベルで施策を遂行していくうえで協力的な推進力になること、

を認識し、

前提として、

- 1) 自然災害減少のための国際防災10年の枠組みのなかで定義される普遍的な目標と努力の方向とそれにとまなう具体的な施策を実行する基本的責任は、関係する政府にあること、
- 2) 自然災害減少のための地球規模のプログラムを実施するにあたっては、文化的・経済的に異なる様々な国々が、関係する科学・技術機関を含め、国連機関およびその他の国内的・国際的非政府組織とともに協調努力をすること

をあげ、

10年計画の目的を、

とくに開発途上国における、地震・暴風・津波・地すべり・火山噴火・森林火災のほかバッタの来襲のような自然災害に起因する人的損失、財産上の損害および社会的・経済的混乱を一致協力した国際的活動をとうして減少させることとし、目標をつぎのように設定した；

- (a) 開発途上国が自然災害の影響を迅速かつ効果的に軽減する能力をつけること。そのために早期警報システムを必要とする場合は、その設立を援助する。
- (b) 国家間の文化的・経済的多様性を念頭におきながら、既存の知識を応用するための適切な指針および戦略を考案する。

- (c) 人的・物的損失を減少させるために必要な知識のギャップを埋めるための科学・技術上の努力を尽くす。
- (d) 自然災害の危険度評価・予報・対策事業・防災制度等に関する既存および新規の情報を普及させる。
- (e) 特定の災害および場所を対象にした自然災害の危険度評価・予報・対策事業・防災制度等に関する技術援助・技術移転・モデルプロジェクトや教育と訓練のプログラムを推進するとともにそれらの効果を評価する。

決議は、

各国政府がこれらの目的と目標にそった活動をすすめる過程で、国連が情報の交換・文書のファイル・協力活動の調整のための国際センターとなり、各構成国が他の国々の経験から学ぶことができよう、各国の計画および提供し得る援助に関する報告を事務総長に出すように要請している。

このような目的や目標が決議に盛り込まれたのは、次のような考え方が背景にあるためである。即ち；

- 1) 災害が比較的起きやすい地域はあるものの、自然災害は全世界のどこにも起こりうる現象である。しかしながら、国により災害に対処する能力は明らかに異なっている。したがって、多くの開発途上国の能力を開発・増強し、効果的な制度をつくり、防災事業を勧めることが特に必要である。
- 2) 開発途上国のほとんどは起こり得る災害の危険度を事前に評価することができない。また、政府機関・市民防衛組織および地域社会にたいして有効な警報や関連情報を提供し得る管理体制を整えることができずにいる。同時に、人口増加、都市化、自然環境の悪化、水準以下の住居や公共施設、不適切な都市基盤施設の維持管理等の結果、自然災害の危険性が増大している。こうした状況の多くは、不十分な経済成長に起因している。
- 3) 防災の問題は深刻かつ重要であるにもかかわらず、行政目標のなかでは一般に低く位置づけられている。そんなに高額な費用を必要とせず、簡単に実施できる程度のものでさえ概して無視される。また、開発計画および戦略には、災害軽減メカニズムの整備が組み込まれていない。

第2章 災害に関する情報

災害が発生した場合、被災国に駐在していて UNDRO の調整官を代表する UNDP の事務所長がジュネーブの UNDRO に対して第一報を送る。これをうけて UNDRO は災害情報を全国連加盟国政府・UNDP・国連広報事務所・国際赤十字連盟と非政府救援機関に発進する。

この時点では被害の実態は未詳であるのでインパクトがあったという事実が世界に知らされて注意が喚起される。

情報源は当事国政府であるが、たいていの場合は米国の情報機関が掴んだ情報を米国大使館が流

すことが多い。UNDP も独自の情報機関をもっているわけではないので当事国政府と米国大使館からの情報をもとにして報告を作って流しているのが実情である。

添付したコピーは国連災害救援調整官事務所が発信した災害情報（information report）と被災国政府の救援要請をうけて流した公式の国際アピールである。国際アピールが出されたあと、の情報はそれ以前のものとして実況報告（situation report）とされる。

事例として1990年7月16日に発生したフィリピンの地震災害をとりあげている。
その内容はつぎのとおりである：

1990年7月16日付災害情報 No 1 ジュネーブ・16日16時44分（現地の7時間後）

1. 米国地質調査所がフィリピン・ルソン島で、現地時刻1990年7月16日16時間30分、震度7.7の地震が発生したと発表した。
2. 被害はカバナツアンとバギオで甚大の様様。アマチュア・ラジオの情報は高い建築物が倒壊したことを伝えているが、死者数については明らかでない。
3. フィリピン政府は緊急調査のヘリコプターを発進させた。
4. UNDP/UNDRO の現地調整官は政府からの国際救援の要請を含めて情報待である。

1990年7月17日付実況報告 No 2 ジュネーブ・17日16時16分

1. 建物の倒壊による死者191、負傷者568人。倒壊した建築物の下敷きになっている人があるはず。地すべりのため道路不通。5 橋梁不通。
2. 救援隊と医薬品と救援装備をもった軍隊が派遣された。沿岸警備隊は津波に備えて沿岸住民を避難させる命令を受けている。厚生省・赤十字・建設省が救援物資や機器をもって急行している。
3. 米国国防省の空軍搜索救援部隊が18日に到着するほかクラーク空軍基地から救援隊が派遣される。
4. フィリピン政府が国際社会に援助を要請した。
5. 救援する機関は救援基金の額と物資の量を UNDRO に通報されたい。

1990年7月18日付 実況報告 No 3 ジュネーブ・18日18時50分

1. UNDP/UNDRO の現地調整官の被害状況報告
2. 国家災害宣言が出され国防相が救援復旧業務の指揮をとることになった。
3. 国際社会からの救援
 - A. UNDRO が救援物資のための資金3万ドルを拠出した。
 - B. 米国、日本、英国、スイスから救援隊と医療チーム
オーストラリア、ドイツ、イスラエル、シンガポール、スイス、タイ、英国から寄付

4. フィリピン政府から要請があった救援物資

- A. 救援器材
- B. 避難器材
- C. 衣類
- D. 食糧
- E. 浄水器と浄水剤
- F. 発電機その他
- G. 医療器具と薬品

詳しいリストは UNDRO か世界保健機構 (WHO) に問い合わせられたし。

5. 救援基金・物資をよせられる方は UNDRO へ金額や品名を連絡されたし。

1990年7月20日付 実況報告 No4 ジュネーブ・20日18時50分

1. 確認死者数 332, 負傷者数 683 調査が進むにしたがって増加する見込み UNDRO の推定死者数は 800人
2. バギオ市は交通手段が破壊されて孤立している。
3. 22,312家族すなわち114,017人が災害の影響をうけている。人々は悪天候のもとで仮住まいの生活に耐えている。
4. UNDRO/UNDP は情報交換と調整のための会議を開いた。
5. UNDRO に報告が寄せられた救援基金と物資はつぎのとおり。
(日本は政府と赤十字が拠出している)
6. 救援基金・物資をよせられる方は UNDRO へ金額や品名を連絡されたし。

災害統計

災害の実態に関する正確な統計は存在しない。死亡者数, 損害についても発表されている数値はおおよその値である。なかには意図的に作られた数値も発表される。1985年に発生したバングラデッシュのサイクロンによる災害は政府が発表した死亡者数は30万であるが実際は50万とも百万ともいわれ, 実数は不明である。

災害記録を世界的なひろがりで見ると, しかも信頼できるというものは少ない。情報はたいていの場合, 特定の地域や特定の加害要因に関するものが偏って集められる。例えば, 地震計が地震を極めて容易に検知するというというわけで地震災害の記録は最も漏れなくそして細かく残されている。その他の災害もニュースメディアの見出しになるものは収録されている。火山爆発, 熱帯低気圧(暴風), 高潮等の災害がこの種のものであるが, 洪水のカヴァー率が低い。干ばつ, 飢饉, 伝染病等は十分にカヴァーされていない。これらは通常始まりがゆるやかで, 広く知られることがないうちに終わるからである。

しかし, “資料がない” ことは災害がないことを必ずしも意味しない。とくに1980年代以前の報

告はかなり偏っていてアフリカにも南太平洋にも災害はなかったことになっている。人工衛星が世界の隅々までカヴァーしたことが災害のデータの質を著しく向上させるのに役立っている。

このような不確実さをもちながらも、災害統計は次のような点を明らかにしている：

- 1) 全ての災害は頻度・死者数・被災者数とも増加する傾向にあるが、干ばつ、洪水、地震は熱帯性低気圧よりも増加傾向が顕著である。
- 2) 洪水は頻度および被災者数において増加が最も著しい。
- 3) 干ばつは被災者数で最大で、著しい増加傾向を示している。
- 4) 地震は1970年以来、死者の多い自然災害であり、熱帯性低気圧がそれに次いでいるが、被災者数は最も少ない。
- 5) 熱帯性低気圧による災害は頻度・死者数・被災者数においてゆるやかな増加傾向を示している。

現在のところ情報源としては：

- 1) 国連災害救援調整官事務所 (UNDRO) もしくは国際赤十字・赤新月社連盟 (LRCS) のインフォメーション・レポートと国際救援アピールならびに救援活動リスト,
- 2) アメリカ合州国海外災害援助事務所 (OFDA) の災害カタログ
- 3) Sigma スイス保険会社
- 4) DISASTERS, No 3, 1983
- 5) Water Resources Journal ,毎年6月号, ESCAP

がある。

その他にニューヨーク・タイムズのインデックス、エンサイクロペディア・ブリタニカの年鑑等がある。

UNITED NATIONS NATIONS UNIES

Headquarters, New York

TELEFAX 212 963 4879
212 371 4360
TELEPHONE 212 963 6313

ZGZC TYOF0075 NCL2211 GVE147
SS TYO
.GENEVA (UNDRO) 16 1644Z

PDM

BT
TYO/UNIC: PLEASE PASS TO THE FOLLOWING, THANK YOU:
JAPAN RED CROSS AND JAPAN INTERNATIONAL VOLUNTEER CENTER.
GVH/UNDP: PLEASE PASS TO UNV.
UNIC/LONDON:
JNIC/COPENHAGEN:
UNIC/LISBON:
UNDRO 90/1093

TO: UNDRO LISTS 1 AND 5D PLUS MISSION OF PHILIPPINES/GENEVA AND
UNDP/MANILA

PHILIPPINES - EARTHQUAKE
UNDRO INFORMATION REPORT NO. 1 - 16 JULY 1990

1. USGS REPORTS EARTHQUAKE MEASURING 7.7 ON RICHTER SCALE HIT LUCON ISLAND, PHILIPPINES, ON 16 JULY 1990 AT 16.30 LT PRELIMINARY EPICENTER 15,6 DEGREES NORTH, 121,0 DEGREES EAST, DEPTH SHALLOW.

2. EARLY REPORTS SAY DAMAGE WORST IN CITIES NORTH OF MANILA, WITH MAJOR DAMAGE IN CABANATUAN CITY AND BAGUIO. AMATEUR RADIO STATION IN BAGUIO REPORTS ALL HIGH BUILDINGS COLLAPSED. AT PRESENT NO PRECISE REPORTS ON LOSS OF LIFE.

3. PHILIPPINE GOVERNMENT IS SENDING IN HELICOPTER RECON TEAMS IMMEDIATELY.

4. UNDRO/UNDP RESIDENT CO-ORDINATOR MANILA AWAITS MORE INFORMATION FROM PHILIPPINE GOVERNMENT INCLUDING IF INTERNATIONAL ASSISTANCE IS REQUIRED.

- ESSAAFI UNDRO GENEVA 28148 - 414242 AS OF 17 JULY +



PHILIPPINES - EARTHQUAKE
UNDRO SITUATION REPORT NO. 2 - 17 JULY 1990

1. REPORTS FROM REPRESENTATIVE UNDRO/UNDP MANILA SAY TREMOR CAUSED DAMAGE TO SEVERAL BUILDINGS IN METRO MANILA, CABANATUAN CITY AND BAGUIO CITY RESULTING IN 191 CONFIRMED DEATHS AND 568 INJURED. INCLUDED IN CASUALTIES ARE TWENTY STUDENTS OF PHILIPPINE CHRISTIAN COLLEGE SITUATED IN CABANATUA WHICH COLLAPSED DURING CLASS HOURS, WITH ONE HUNDRED AND FIFTY PERSONS STILL TRAPPED. FEAR OF MANY MORE PEOPLE STILL TRAPPED UNDERNEATH COLLAPSED BUILDINGS. IN BAGUIO SEVERAL ESTABLISHMENTS SEVERELY AFFECTED INCLUDING TWO UNIVERSITIES AND TWO HOTELS. HEAVY DAMAGE TO INFRASTRUCTURE WITH LANDSLIDES RENDERING KENNON AND NAGUILIAN ROADS LEADING TO BAGUIO IMPASSABLE. AT LEAST FIVE BRIDGES IN REGION I (PANGASINAN, DAGUPAN CITY, LA UNION AND ILOCOS SUR) SEVERELY DAMAGED. SIMILARLY IN REGION III (NUEVA, ECIJA, TARLAC).
2. NATIONAL RESPONSE SO FAR INCLUDING MOBILIZATION OF DISASTER UNITS DOWN TO MUNICIPAL LEVEL. MILITARY UNITS SENDING MEDICAL SUPPLIES AND RESCUE EQUIPMENT TO AFFECTED AREA. PHILIPPINE COAST GUARD ORDERED TO EVACUATE RESIDENTS ALONG SHORELINE IN ANTICIPATION OF POSSIBLE TSUNAMIS. DEPARTMENT OF SOCIAL WELFARE AND DEVELOPMENT AIRLIFTING READY-TO-EAT-FOOD TO BAGUIO. PHILIPPINE NATIONAL RED CROSS FIELDIED FIRST AID TEAMS WITH UNITS OF BLOOD. LOADERS/CRANES/WELDING MACHINES PROVIDED BY DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS FOR RESCUE OPERATIONS.
3. US DEFENCE DEPARTMENT SENDING AIR FORCE SEARCH AND RESCUE TEAM DUE TO ARRIVE WEDNESDAY 18 JULY. ALSO ASSISTANCE GIVEN FROM CLARK AIR FORCE BASE.
4. PHILIPPINES GOVT REQUESTS INTERNATIONAL OFFERS OF ASSISTANCE.
5. DONORS ARE REQUESTED TO INFORM UNDRO DIRECTLY OF THEIR CONTRIBUTIONS OR AID IN KIND BY TELEX (414242 DRO CH), FAX (41-22-733-5623) OR E-MAIL (UNINET ID UNX008), WITH COPY TO UNDP/MANILA (TELEX 075/722-22250), FAX (00632-8164061).

PHILIPPINES - EARTHQUAKE
UNDRO SITUATION REPORT NO. 3 - 18 JULY 1990

1. UNDRO/UNDP RESIDENT CO-ORDINATOR REPORTS FOLLOWING:

GENERAL SITUATION

BAGUIO CITY SEVERELY DAMAGED. SEVERAL BUILDINGS PARTLY OR TOTALLY COLLAPSED INCLUDING NEW WING OF HYATT HOTEL, NEVADA HOTEL, BAGUIO PARK HOTEL, AND ROOF OF BAGUIO GENERAL HOSPITAL. COMMON WEALTH GARMENT FACTORY COLLAPSED AND BURNED WITH UNDETERMINED NUMBER OF PERSONS MISSING. IN CABANATUAN, THE PHILIPPINE CHRISTIAN COLLEGE (3 TO 6) STORIES COLLAPSED KILLING 20 STUDENTS, 150 PERSONS STILL TRAPPED INSIDE THE BUILDING. IN MANILA ONE BUILDING COLLAPSED AND SEVERAL BUILDINGS DAMAGED. IN PANGASINAN REGION SEVERAL BUILDINGS COLLAPSED OR SEVERELY DAMAGED. RE. INFRASTRUCTURE: EXTENSIVE DAMAGE TO ROADNET AND BRIDGES, ALL THREE ROADS TO BAGUIO IMPASSABLE AND BAGUIO AIRPORT CLOSED EXCEPT FOR HELICOPTERS. COMMUNICATIONS AND POWER SUPPORT IN AFFECTED AREA DISRUPTED. RESCUE EFFORTS ONGOING WITH REMAINING HOPE OF FINDING VICTIMS ALIVE UNDERNEATH RUBBLE. ON 18 JULY APPROXIMATELY 4,768 FAMILIES OR 28,000 PERSONS REPORTED AFFECTED WITH 279 DEAD AND 672 INJURED COUNTING ONLY RECOVERED BODIES. TOTAL DAMAGE DIFFICULT TO ESTIMATE DUE TO INACCESSIBILITY TO THE AREA BUT HOSPITALS OVERFLOWING WITH VICTIMS AND FOOD AND WATER BECOMING INCREASINGLY SCARCE.

2. NATIONAL RESPONSE

NATIONAL DISASTER DECLARED BY THE PRESIDENT IN THREE PROVINCES AND SIX CITIES. PHILIPPINE SECRETARY OF DEFENCE APPOINTED BY PRESIDENT TO COORDINATE NATIONAL RESPONSE. RELIEF OPERATIONS BEING CONDUCTED BY THE ARMED FORCES AND MEMBERS OF RELIEF SERVICE COMMITTEE. NATIONAL DISASTER CO-ORDINATING COUNCIL THROUGH LOCAL DCCS CONTINUOUSLY MONITORING ONGOING RELIEF OPERATIONS. PHILIPPINE RED CROSS DISPATCHED TEAMS TO AFFECTED AREA.

3. INTERNATIONAL RESPONSE

(A) UNDRO GRANTED US DLRS 30,000 TO PURCHASE LOCALLY EMERGENCY RELIEF ITEMS.

(B) U.S. ASSISTANCE GIVEN FROM BOTH CLARK AIRFORCE BASE AND THROUGH RELIEF FLIGHTS INCLUDING SEARCH AND RESCUE, MEDICAL, CIVIL ENGINEERING TEAMS AND RELIEF MATERIAL. JAPANESE GOV DISPATCHED S.A.R. AND MEDICAL TEAM AND RELIEF EQUIPMENT. INTERNATIONAL RESCUE CORPS U.K. ARRIVED 18 JULY. SWISS DISASTER RELIEF UNIT DISPATCHED ASSESSMENT TEAM 18 JULY. DONATIONS ALSO GIVEN FROM AUSTRALIA, GERMANY, ISRAEL, SINGAPORE, SWITZERLAND, THAILAND AND UNITED KINGDOM.

4. NEEDS

PHILIPPINE GOVT IDENTIFIES OUTSTANDING NEEDS AS FOLLOWS:

AAA) RESCUE EQUIPMENT SUCH AS JACK HAMMERS, CUTTING TORCHES, CONCRETE SAWS, PORTABLE LIGHTING EQUIPMENT, FACE MASKS, HELMETS,

LEATHER/RUBBER GLOVES, RESCUE MEDICAL KITS .

BBB) SHELTER EQUIPMENT SUCH AS TENTS, MOSQUITO NETS, BLANKETS, FOLDING BEDS, MATS, WATER CONTAINERS, ETC.

CCC) GARMENTS OR CLOTHING

DDD) FOOD PROVISIONS SUCH AS CANNED AND OTHER READY-TO-EAT FOOD.

EEE) WATER PURIFICATION EQUIPMENT AND HALAZONE TABLETS.

FFF) CADAVER BAGS, POWER GENERATORS, SURGICAL POWER EQUIPMENTS.

GGG) MEDICAL SUPPLIES AND MEDICAMENTS. A DETAILED LIST OF MOST NEEDED MEDICAMENTS CAN BE RECEIVED FROM UNDRO OR WHO/GENEVA.

5. DONORS ARE REQUESTED TO INFORM UNDRO DIRECTLY OF THEIR CONTRIBUTIONS OR AID IN KIND BY TELEX (414242 DRO CH), FAX (41-22-733-5623) OR E-MAIL (UNINET ID UNX008), WITH COPY TO UNDP/MANILA (TELEX 075/722-22250), FAX (00632-8164061).

= ESSAAFI UNDRO GENEVA 414242 DRO CH +

PHILIPPINES - EARTHQUAKE
UNDRO SITUATION REPORT NO. 4 - 20 JULY 1990

1. UNDRO/UNDP RESIDENT CO-ORDINATOR REPORTS FOLLOWING UPDATE OF CASUALTIES: DEATHS 332 (ONLY RECOVERED BODIES COUNTED), INJURED 683. AS ONGOING RESCUE OPERATION FIGURES EXPECTED TO RISE. UNDRO CALCULATES DEATH TOLL OVER 800.

2. BAGUIO CITY REMAINS ISOLATED DUE IMPASSABLE NAGUILIAN ROAD IN REGION I: 4 BRIDGES COLLAPSED, 1 BRIDGE SUSTAINED CRACKS, 2 BRIDGES IMPASSABLE. IN REGION III: WATER TANK COLLAPSED, 2 BRIDGES COLLAPSED, 2 BRIDGES PARTIALLY DAMAGED, 3 ROADS SUSTAINED CRACKS.

3. AS ESTIMATED TOTAL OF 22,312 FAMILIES OR 114,017 PERSONS HAVE BEEN ADVERSELY AFFECTED. NUMEROUS PEOPLE REPORTED LIVING UNDER PROVISIONAL SHELTER IN BAGUIO WHERE WEATHER CONDITIONS NOW BAD WITH RAIN AND COLD NIGHTS.

4. UNDRO/UNDP CONVENED ON 19 JULY DONORS MEETING FOR INFO EXCHANGE AND CO-ORDINATION. UNDRO/UNDP AND WFP UNDERTAKING LOCAL PROCUREMENT OF RELIEF SUPPLIES, IE. FOOD ITEMS, CANNED FOOD, CLOTHING.

5. FOLLOWING IS SUMMARY OF CONTRIBUTION BY DONOR CATEGORY (AS REPORTED TO UNDRO):

UN SYSTEM		US DLRS
-----		-----
UNDRO	EMERGENCY GRANT	30,000
UNDP	EMERGENCY GRANT	50,000
UNICEF	CASH	100,000
WFP	FOOD ITEMS	50,000
WHO	MEDICAL SUPPLIES	55,000

	TOTAL	285,000

GOVERNMENTS

-AUSTRALIA :	CASH GRANT	200,000
-CANADA :	RELIEF GOODS AND CASH	86,000
-DENMARK :	THROUGH ICRC	40,000
-FRANCE :	RELIEF GOODS, 8 PERSON TEAM	186,000
-GERMANY (FR)	RELIEF GOODS	87,000
-JAPAN	CASH GRANT	300,000
	2 RELIEF TEAMS	280,000
-NEW ZEALAND	CASH GRANT	30,000
-SPAIN	RELIEF SUPPLIES THROUGH SPANISH	80,000
	RED CROSS	
-SWEDEN	THROUGH ICRC	40,000
-SWITZERLAND	ASSESSMENT TEAM	++
-THAILAND	500 METRIC TONS RICE	95,000
-UK	MEDICAL SUPPLIES	35,000
-USA	CASH GRANT	25,000
	20 MEMBER RELIEF TEAM	150,000
	RELIEF SUPPLIES 2 MOBILE HOSPITALS	199,675
	TOTAL	1,833,675

RED CROSS AND RED CRESCENT SOCIETIES

FROM NRCS IN: AUSTRALIA, AUSTRIA, CANADA, FINLAND, 305,400
FRANCE, JAPAN, KOREA, THE NETHERLANDS, NORWAY, SWEDEN,
UK AND USA.

OTHER NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS

CARITAS FROM: AUSTRIA, FRANCE, GERMANY (FR),	146,545
ITALY, THE NETHERLANDS AND UK.	
CATHOLIC RELIEF SERVICES: CASH	60,000
FOOD	60,000
INTERNATIONAL RESCUE CORPS UK: RELIEF TEAM	++
WORLD VISION: CASH	25,000
TOTAL	291,545
GRAND TOTAL:	2,751,620

++ VALUE NOT REPORTED TO UNDRO.

6. DONORS ARE REQUESTED TO INFORM UNDRO DIRECTLY OF THEIR CONTRIBUTIONS OR AID IN KIND BY TELEX (414242 DRO CH), FAX (41-22-733-5623) OR E-MAIL (UNIENET ID UNX008), WITH COPY TO UNDP/MANILA (TELEX 075/722-22250), FAX (00632-8164061).

- ESSAAFI UNDRO GENEVA 414242 DRO CH +

Frequency

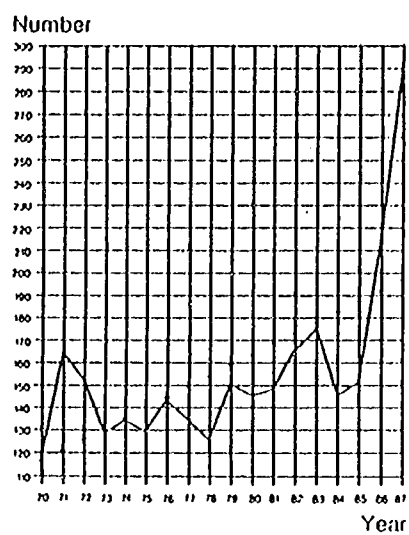


图-1 災害発生件数

Loss amount

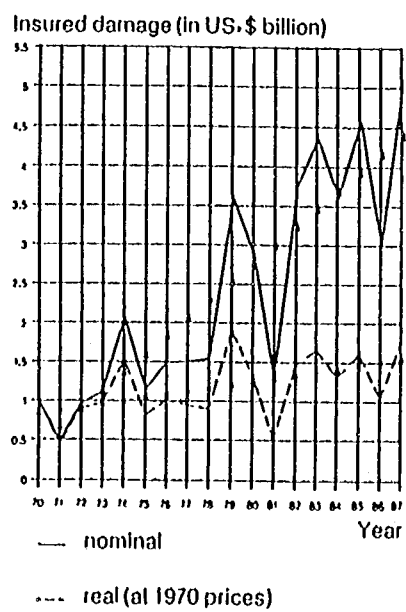


图-2 損害額

Deaths

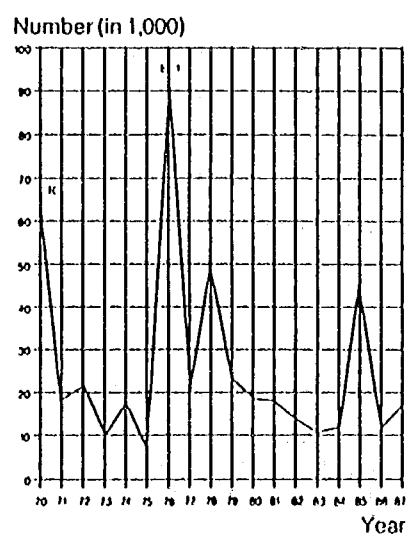


图-3 死者数

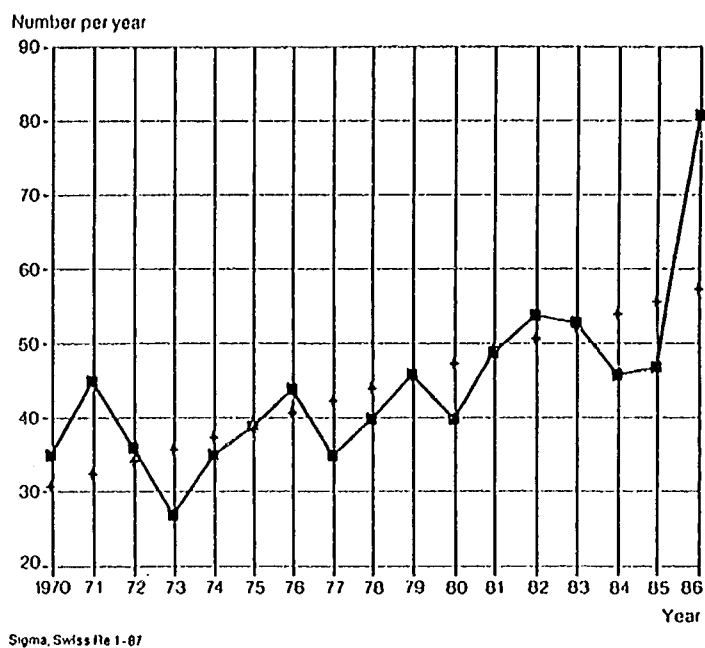


图-4 自然灾害发生件数

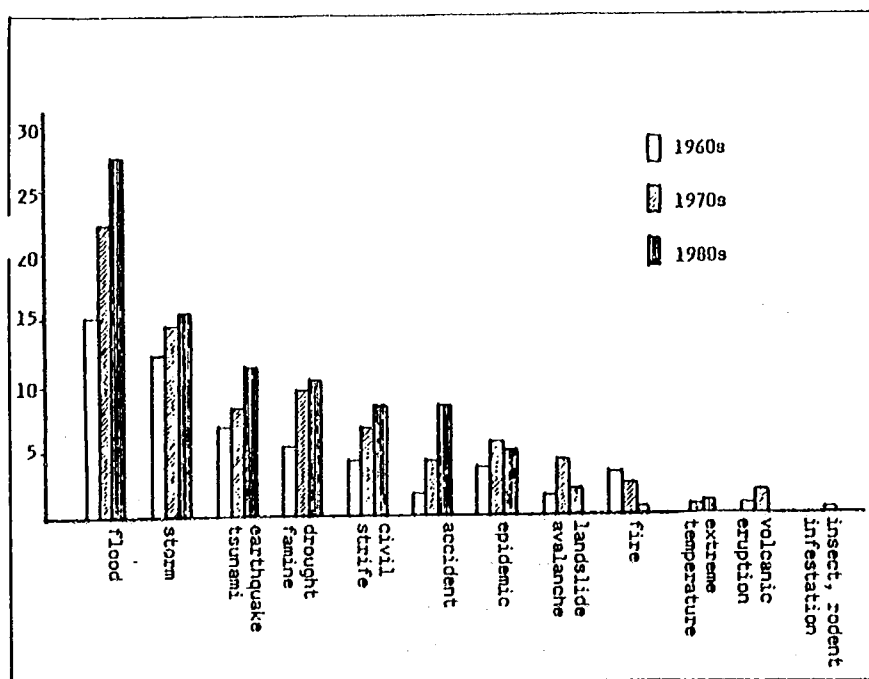


图-5 年平均灾害发生件数

表-1 自然災害の状況

今世紀の主な自然災害

年	災害の種類	国名・地名	死者・行方不明者数
1900	ハリケーン	米国・テキサス	6,000
1902	噴火	サン・ヴァンサン	1,600
1902	火山噴火	マルチニク（西インド・ブレ火山）	29,000
1902	火山噴火	グアテマラ・タカナ	1,000
1902	火山噴火	グアテマラ・サンタマリア火山	6,000
1902	地震	ソ連・タシュケント	4,562
1903	地震	トルコ	6,000
1904	地震	グアテマラ	12,200
1905	地震	ニカラグア	1,000
1905	地震	インド・カングラ	18,815
1906	台風・津波	香港	10,000
1906	地震	中国・	1,266
1906	地震	台湾	6,000
1906	地震	チリ	3,800
1906	地震／火災	米国・サンフランシスコ	1,500
1906	地震	ニカラグア	1,000
1907	地震	中国・天山	12,000
1907	地震	ソ連・サマルカンド	12,000
1907	地震	ジャマイカ・キングストン	1,003
1908	地震	イタリア・シシリー	75,000
1909	噴火	インドネシア・クルー	5,500
1909	地震	イラン・ボロジェ	5,500
1910	地震	コスタリカ	1,750
1910	飢饉	アフリカ・サヘル	
1911	火山噴火	フィリピン・タール火山	1,300
1911	洪水	中国・揚子江	100,000
1912	地震	トルコ	3,000
1912	台風	中国・ウエンチョウ	50,000
1912	台風	日本・名古屋／大阪	1,000
1915	地震	イタリア・中部	30,000
1916	地すべり	イタリア・オーストリア	10,000

1917	地震	グアテマラ	2,500
1917	地震	インドネシア・バリ	15,000
1917	台風	日本	4,000
1918	地震	グアテマラ	2,650
1918	野火	米国・ウイスコンシン	1,000
1919	火山噴火	インドネシア・クルー火山	5,200
1920	地震／地すべり	中国・甘肅省	200,000
1922	台風	中国・山東	28,000
1923	地震／火災	日本・関東	143,000
1923	台風	日本・関東	3,000
1925	地震	中国・雲南	6,500
1926	サイクロン	ビルマ・アラカン	2,764
1926	洪水	ルーマニア・ドナウ	1,000
1927	地震	日本・丹後	2,925
1927	洪水	アルジェリア	3,000
1927	台風	中国・イエンゴン	5,000
1928	ハリケーン／洪水	米国・フロリダ	2,000
1928	ハリケーン	ガダルーペ	2,000
1930	火山噴火	インドネシア・メラピ火山	1,400
1930	ハリケーン	ドミニカ	2,000
1930	地震	イタリア・イルピニア	1,883
1930	暴風	中国・モンゴル	15,000
1931	ハリケーン	ホンジュラス	1,500
1931	洪水	中国・揚子江	145,000
1931	噴火	インドネシア・メラピ	1,300
1931	地震	ニカラグア・マナグア	2,450
1932	地震	中国・甘肅省	70,000
1932	ハリケーン	キューバ	2,500
1933	津波	日本・三陸	3,000
1934	地震	ネパール・東部	9,000
1934	地震	インド・ビハール	10,653
1934	台風	日本・大阪	1,500
1934	ハリケーン	エル・サルバドル	2,000
1935	地震	台湾	3,410
1935	地震	インド・バルチスタン	60,000
1935	ハリケーン	ハイチ	2,000

1936	台風	韓国	1, 104
1938	洪水 (dylce決壊)	中国・漢江	500, 000
1939	地震／津波	チリ	30, 000
1939	洪水	中国・北部	20, 000
1939	地震	トルコ・エルチンカン	32, 740
1940	飢饉	アフリカ・サヘル	
1942	サイクロン	バングラデシュ	61, 000
1943	地震	トルコ・ラザク	4, 013
1944	噴火	メキシコ・パリチュチン	3, 500
1944	地震	アルジェンチン	1, 250
1945	洪水／地すべり	日本	1, 200
1945	地震	インド・マクラン	4, 000
1945	台風	日本・枕崎	3, 756
1946	地震／津波	日本・南海	1, 400
1947	台風	香港	2, 000
1947	台風・洪水	日本・本州中部	2, 000
1948	地震	ソ連／トルクメン	100, 000
1948	地震	日本・福井	3, 900
1949	噴火	コロンビア・プラス火山	1, 000
1949	噴火	メキシコ・パリチュチン	1, 000
1949	洪水	中国	57, 000
1949	地震／地すべり	ソ連・タジキスタン	20, 000
1949	台風	フィリッピン・ネグロス	1, 000
1949	地震	エクアドール	5, 050
1949	洪水	グアテマラ	40, 000
1950	地震	インド・アッサム	1, 526
1950	洪水	パキスタン	2, 900
1951	地震	エル・サルバドール	1, 100
1951	洪水	中国・東北	5, 000
1951	地震	バプアニューギニア	3, 000
1951	火山噴火	バプアニューギニア・ラミントン火山	2, 900
1952	台風	フィリッピン・ルソン	1, 000
1953	洪水	北海沿岸	1, 800
1953	台風	ヴェトナム	2, 300
1953	高波	オランダ	1, 932
1953	洪水	日本・北九州	1, 013

1953	洪水	日本・和歌山	1, 124
1953	洪水	オランダ	2, 000
1954	洪水	中国・揚子江・漢江	40, 000
1954	台風	日本	3, 000
1954	洪水	イラン・カスピ	10, 000
1954	地震	アルジェリア	1, 243
1956	地震	アフガニスタン	2, 000
1956	台風	中国・チェキアン	2, 000
1956	洪水	イラン・カシャン	1, 000
1957	地震	モンゴル・アルタイ	1, 200
1959	台風	中国・フキエン	2, 334
1959	地すべり	メキシコ	5, 000
1959	台風	中国・エレン	1, 064
1959	洪水	中国・北部	2千万人(*)
1959	ハリケーン	メキシコ	1, 452
1959	台風	日本・伊勢	4, 600
1960	地震・噴火・津波	チリ	5, 700
1960	地震	モロッコ・アガディール	12, 000
1960	サイクロン	バングラデシュ	10, 000
1961	洪水	インド・ネパール	2, 000
1962	地すべり	ペルー・アスカラン山	4, 000
1962	地震	イラン・カズバン	12, 000
1963	サイクロン	バングラデシュ	22, 000
1963	火山噴火	インドネシア・アグン火山	1, 200
1963	地震	ユーゴスラビア・スコピエ	1, 070
1963	サイクロン	ハイチ	5, 100
1963	地すべり	イタリア・ベルノ	2, 000
1965	サイクロン	バングラデシュ	17, 000
1965	飢饉	インド	1, 500, 000
1965	サイクロン	バングラデシュ	30, 000
1965	サイクロン	バングラデシュ	10, 000
1965	サイクロン	パキスタン・カラチ	10, 000
1966	サイクロン	ドミニカ	3, 600
1968	地震	イラン・コラサン	12, 000
1968	洪水	インド・グジャラート	5, 000
1968	地すべり	インド・ビハール	1, 000

*1960年前後の災害による餓死者のデータが
隠されていた。(荒井利明, 1985, 辻康吾, 1990)

1970	地震／地すべり	ペルー・北部	70,000
1970	サイクロン	バングラデシュ	500,000
1971	サイクロン	インド・オリッサ	10,000
1971	洪水	インド	1,000
1972	地震	ニカラグア	5,000
1972	飢饉	アフリカ・サヘル	250,000
1972	吹雪	イラン	4,000
1972	地震	イラン・ファルズ	5,400
1973	台風	インドネシア・フローレス	1,6500
1973	地滑り	ホンジュラス・チョリマ	2,800
1974	地震	中国・雲南／四川	20,000
1974	地震	パキスタン・	5,200
1974	ハリケーン	ホンジュラス	5,000
1974	洪水	ホンジュラス	8,000
1976	地震	中国・唐山	250,000
1976	地震	インドネシア・西イリアン	6,000
1976	地震	フィリッピン・ミンダナオ	3,564
1976	地震	フィリッピン・モロ	5,000
1976	地震	グアテマラ	24,000
1976	地震	トルコ・ムラジェ	3,626
1977	地震	アルジェンチン	5,600
1977	サイクロン	インド・アンドラプラデシュ	20,000
1977	地震	ルーマニア・ブカレスト	1,581
1978	地震	イラン・タバス	25,000
1979	サイコロ	カリブ	1,400
1980	地震	アルジェリア	2,590
1980	地震	イタリア・イルピナ	3,114
1981	サイクロン	インド	3,000
1982	火山噴火	メキシコ・エルチチョン火山	17,000
1982	地震	イエメン	3,000
1982	飢饉	アフリカ・サヘル	
1983	地震	トルコ・東アナトリア	1,346
1984	台風	フィリッピン・ミンダナオ	1,000
1984	飢饉	モザンビーク	5,000
1985	サイクロン	バングラデシュ	11,000
1985	地震	メキシコ・メキシコ	10,000

1985 (火山噴火)・泥流	コロンビア・ネヴァドデルルイス火山	24,000
1986 火山ガス	カメルーン・ニオス火口湖	1,700
1986 地震	エルサルバドル・サンサルバドル	1,000
1987 地震	エクアドル北東部	6,000
1987 洪水	バングラデシュ	1,000
1988 地震	インド・ネパール	1,000
1988 地震	中国・雲南省	1,000
1988 サイクロン	バングラデシュ	2,000
1988 地震	ソ連・アルメニア	55,000
1989 洪水・地すべり	中国・四川省	12,000
1989 洪水	インド	1,000
1990 地震	イラン	40,000
1990 地震	フィリピン・ルソン	1,700

第3章 災害と社会の実態

日本の新聞情報に関する限り災害について伝えられるものは、おおむね、発生した事実と被災地の位置・被災者数に関する概略の値だけである。災害がもつ社会的・経済的側面についての情報はマス・コミや一般情報誌からはほとんど得られない。ここでは被災地で得られた災害の実態に関する情報の一部を伝えることにする。不幸にして非常事態の最中に置かれた人達はどのような避災行動をとるのだろうか？ 生きとし生けるものに共通する生存をかけた行動とそれを支援するメカニズムが働くとの期待はいくつかの途上国の社会では幻想であることがわかる。

送られてきた人工衛星の写真には受信した日付と時刻が記録されている。しかし、それらはもとの文字と数字を消したうえに本来のものとは異なった字体で実際に受信した日より1日遅れた日時が記録されていることがわかった。また、ラジオのサイクロン警報が規定どおりに発信されなかったことも明らかにされている。そのサイクロンは当時、時速100-120km/hrで接近中であり、その情報は2国間協定にもとずいて隣接国の気象庁からその襲来の2日前に伝えられていたことがわかっている。衛星写真もそのことを裏付けている。

また、中央放送局は未曾有のサイクロンが襲ってくるその日、サイクロンの脅威が去るまで繰り返し警報を放送し続けるべきところ、サイクロンが接近中であるにもかかわらず、通常の放送終了時刻になったとしてその日の放送を終了した。(Ahmad, 1985)

もっとも、放送局がサイクロン警報を徹夜で放送し続けていたとしてもだれもそれを聞いていなかった。ラジオを持っている人がいなかったからである。(UNDRD, 1985)

サイクロンの予・警報の放送のなかで用いられる用語は放送担当者にとってさえ理解しがた

いもので、これでは聴取者にわかりやすい放送はできない。人の生死にかかわる緊急事態についての情報を伝える場合には専門技術用語の使用は避けなければならない。(sinha and Avrani, 1984)

サイクロンの予・警報の放送のなかで用いられる用語は方言を用いる必要がある。と同時に、地域を襲う可能性がある災害について、また、災害に対する備えについて地域の住民がよく理解している必要がある。

中央放送局は接近中のサイクロンの正確な経路を示し、同時に警報を繰返して最終警報No 9まで放送した。しかし、サイクロンの進路に位置する島の人達にはそれは届かなかった。誰もラジオを持っている人がなく、持っている人がいたとしてもそこへ聞きに行くでたがなかったからである。(kanganathan, 1985)

警察官は、無線受信機を備えているという理由で、地域社会のなかでは特別の地位を占めており、役割をもっている。彼等は通常ジープに備え付けてある拡声器で警報を流しながら自分の持ち場を巡回する。この警察官による警報システムの効果は彼等の詰め所から警報の対象である村までの距離、巡回するときの天候、警報の目的である災害に対する警察官の個人的興味如何による。警察官の詰め所から村までの距離は村の80%が最も近い場合でも5 kmあるし、村の50%が天候にかかわらず走れる道路から5 km離れている。(Government of West Bengal, 1981)

10月4日の早朝、テイスタ橋の観測員は避難を必要とする水位になったことを伝えた。洪水予警報のルールによると、この場合には危険水位または避難水位として伝えられなければならないことになっている。この警報は8時30分にはラジオ局に伝えられていたが放送は行われなかった。放送局の警報担当者は差し迫った危険ではないと勝手に判断して洪水警報を出さなかったのである。(Government of West Bengal, 1981)

島の住人はサイクロンの警報を聞いたとしても危機が本当に迫ってきてからでないと避難しない。強盗がボートに乗ってやってきて家にある家財道具を持ち去っていくと信じているからである。彼等はなけなしの家財でさえ残して家をあけることはできないのである。(Mathur, 1981)

われわれダムプロジェクトのメンバーは島にあるサイクロン・シェルターの2階をたまたま作業所兼宿泊所として使っていた。1985年5月24日の21時、我々の島がサイクロンの暴風圏に入ろうとしていた時、念のために家から家を調べて回り、残っていた人達—そのほとんどは女性と子供であった—をシェルターへ移した。人口30万人のその島には7戸のサイクロン・シェルターが建設されていたが、どんなに頑張ってみても5千人を収容するのがやっとである。隣接する島には、驚いたことにシェルターがなかった。(Ahmad, 1985)

ただ予・警報を流すだけで人の命や財産が救われることにはならないのである。行政官も洪水の危機にさらされる人達も、予・警報を受けたあと、なにをどうすればいいかという情報を必要

としている。(Government of West Bengal, 1981)

政府は被災者に応急の住宅を供与するが、恩恵に浴するのは特定のカーストや部族だけである。それ以下のカーストに属する人達は無視される。そのため、災害のあとの救援や復旧活動はしばしばカーストや地域集団の間の紛争の種になる。(Mathur, 1981)

洪水におそわれて首まで水に漬かっている人、あるいは独立した家の屋根に家畜とともにしがみついている人に最も必要なものが“真水”と“毒蛇のワクチン”であることが判ったのはそんなに古いことではない。蛇も人も洪水のときに避難する場所は同じなのである。

水に漬かったり水面上に出ている物に頼って長時間救助を待っていた人は寒さで、また、たまりかねて氾濫水を飲んだ人は細菌性の下痢で衰弱して命を落とす。途上国のなかには、洪水にのまれて命を落とす人と同様、生き残ったあとで衰弱死する人が多い。毒蛇に噛まれて死ぬ人も多い。ベンガル湾岸の地域ではサイクロンによる高波や洪水で数万、ときには数十万の人が死ぬ。

洪水の氾濫は決して新しい現象ではなく、太古から繰り返されてきた現象である。昔からあった洪水の氾濫がなにゆえに最近では人間の大量死をもたらすようになるのか？

熱帯性低気圧（サイクロン／ハリケーン）の発生はバングラデシュよりもフィリピンのほうが10倍多い。いっぽう、海岸線の長さではフィリピンと比較にならないほど短いのにバングラデシュでは多くのサイクロンによる災害が発生し、1960年以来フィリピンの70倍以上の人々が死亡している。沿岸の地形や植生と人々が災害に無防備な生活状態にあることが大きくかかわっている。

1960年から1981年までの間の熱帯性低気圧による災害の状況を表-2に示す。

表-2 1960年から1981年の間の熱帯性低気圧による災害

国 名	熱帯性低気圧 発生件数	死者数	一件あたり 死者数
日 本			
フィリピン	39	5,650	145
バングラデシュ	37	386,200	10,440
インド	26	24,930	960
メキシコ	14	1,560	110
大韓民国	10	700	70
マダガスカル	9	970	180
中 国	7	170	24
香 港	7	510	73
モリシャス	7	15	2
ビルマ	7	1,350	193
ハイチ	6	5,800	966
ベトナム	6	7,480	1,237

表一 2 に見るとおり最も深刻な熱帯性低気圧による災害はアジアの低所得国で発生している。そこでの損害は低所得国の経済発展の努力を水泡に帰してしまう。

熱帯性低気圧は通常豪雨を伴うが、もう一つの特徴は高潮を伴うことである。高潮の水位は最大 14m に達した記録がある。三角形の頂点に低気圧が吹き込む形になっているベンガル湾岸の地域はとくに危険度が高いが、いっそう危険度をたかめているのは海岸のマングローブ林の破壊である。

図一 6 にバングラデシュの海岸地形を示す。

バングラデシュの海岸地形はガンジス・ブラマプートラの流送土砂で形成された洲の集合であり、海岸線によって形成されるマングローブの森林で保全されてきた。増加する一方の人口のための燃料採取や水田開発・エビを養殖する池の開発のために、マングローブ林の破壊がすすむ。

自然の堤防を失った州が沿岸の流れやサイクロンの高波で消失するとき、そのうえに乗っている極貧の人達がいっしょに消失する。

高波がそれまで存在した州をいったん消し去ったあとに洪水が土砂を運んできて新たな州を作る。同じことがその州のうえで繰り返される。

エチオピアの飢饉は“発見された災害”だと言われる。BBC が 1983 年にその実態を世界に報道するはるかに以前から悲劇は進行していた。ただ、一部の関係者以外はだれも知らなかっただけの話である。1974 年の帝制崩壊以前から少なくとも 10 万人が飢饉で死んだと信じられていることからこれは“看過されてきた災害”ともいえる。

1970 年にはいってエチオピアでは数千の人が水も食料もないという状態が続いてきており、1983 年には北部 4 州で 300 万人が生死の境をさまよっていた。食料と水の枯渇で家畜や種子さえ消費しつくした人々は次々に故郷をはなれて 100km もある救援センターを目指したが、その道中で、あるいはセンターで数多くの命が飢えのために失われた。飢えの原因は“かんばつ”とされている。(図一 7)

飢饉にさいなまれていた 3 つの州に隣接した地域はかんばつを免れていた。しかし、そこで生産された穀物は、不思議なことに、救援センターを通りすぎてさらに数百キロも離れた首都のアジスアババへ輸送されていた。飢えた人には、首都からさらに 700km 離れた港から運ばれる外国からの救援食糧が与えられた。トラック、燃料、道路の新設と維持のほか内戦さなかの危険をおかして働く労力等は国際社会の善意でまかなわれたが、このような膨大な資源と善意と時間が人が飢饉で死んでいる救援センターをかすめて穀物をただ行ったり来たりするだけに費やされたというのが国際的に関心をよんだ救援作戦の実態であった。近隣の州で採れた穀物を救援センターへ運び、外国からの食糧を首都にとどめておけば、トラックや燃料の援助を求める必要はなかったのだ。

干ばつはサイクロンとか地震のような突発的なインパクトなしに、通常ゆるやかな経過をたどる。エチオピアにはながい間雨が降らず、そのことが次第に水不足をもたらし、その結果かんばつとなった。雨がいないというだけで必ずしもかんばつになるわけではない。かんばつをかつて経験したところには溜池がある。しかし、エチオピアにはこうした溜池が広い地域にわたって存在しなかった。

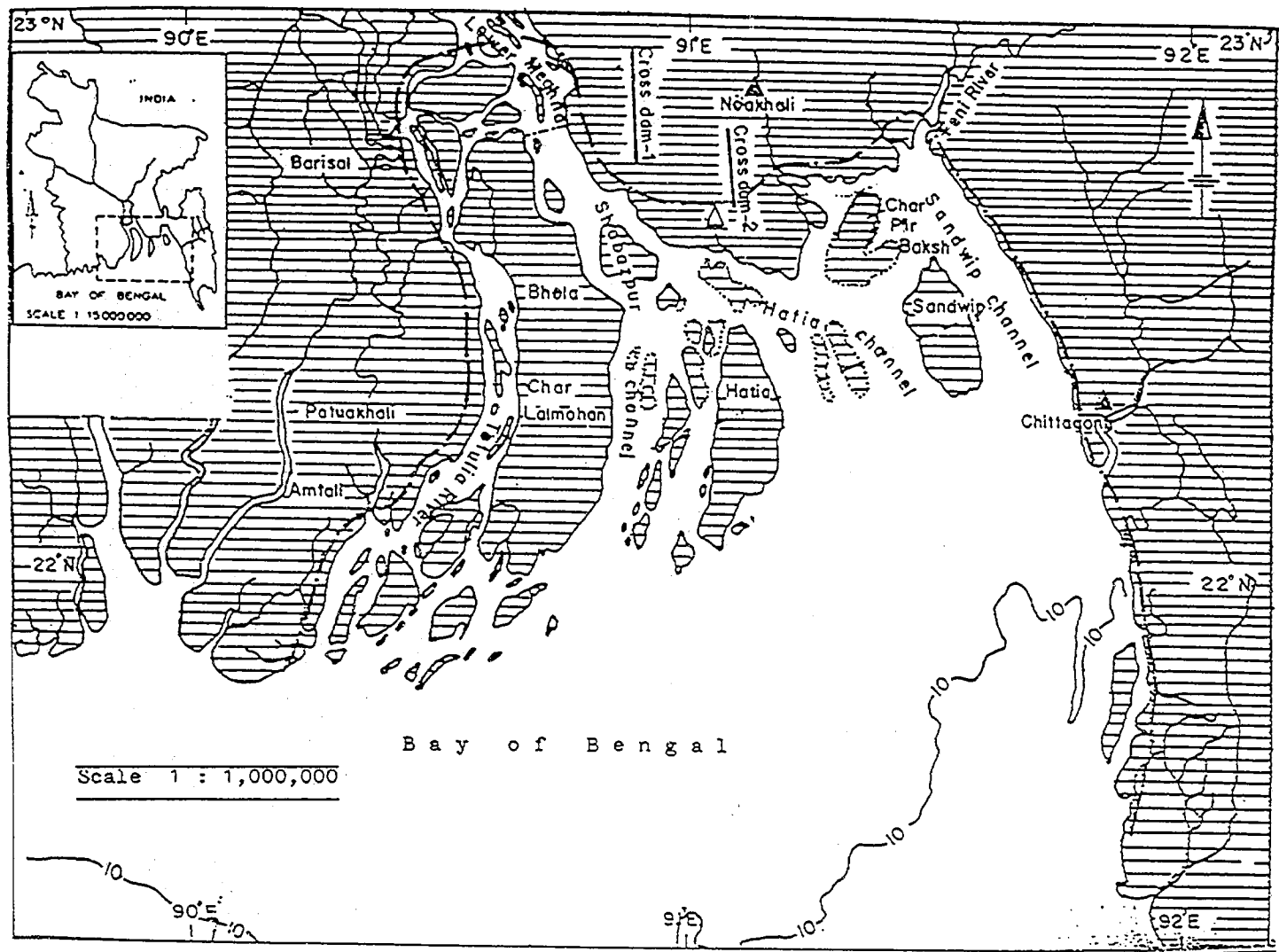


図-6 ベンガル湾奥の海岸地形

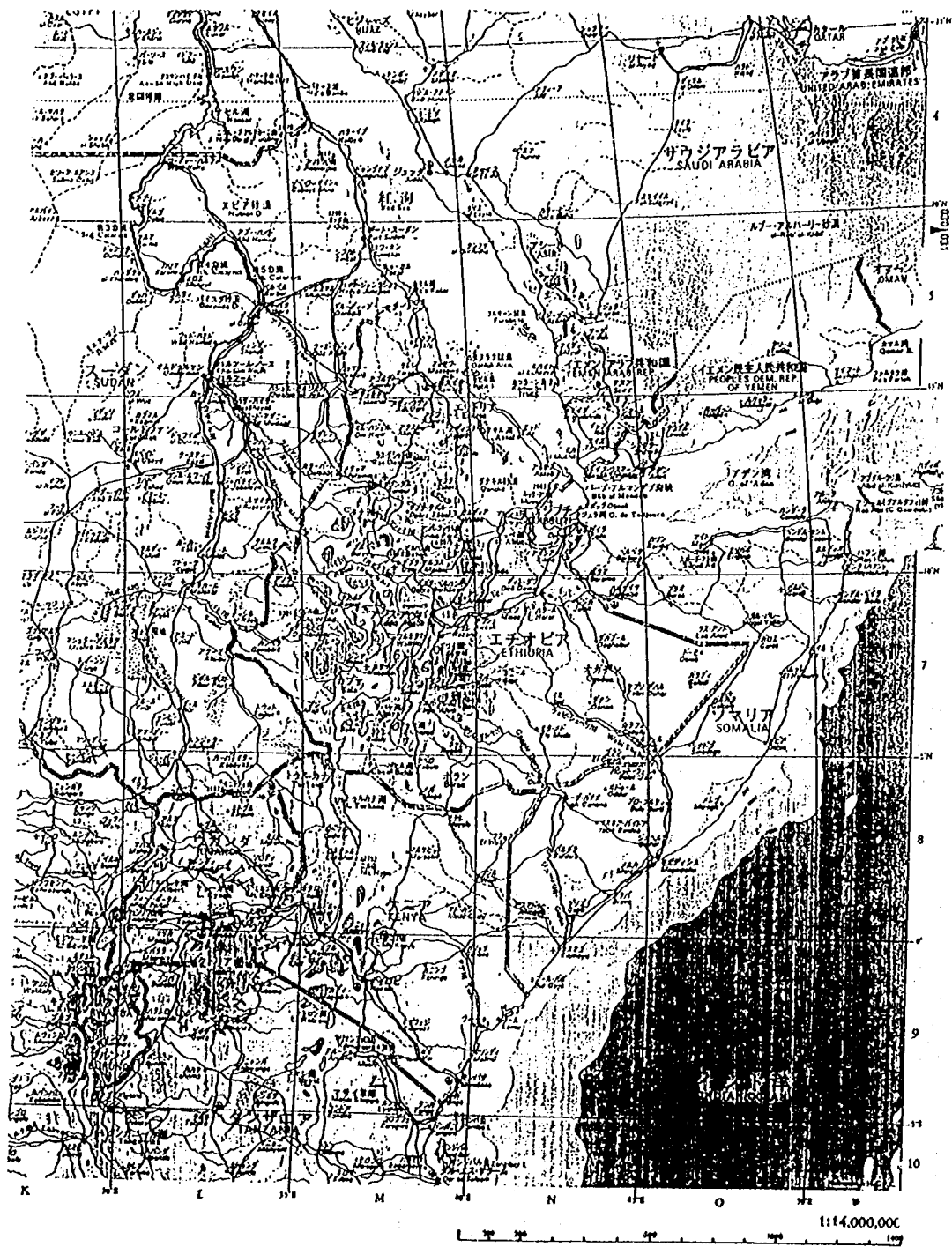


図-7 エチオピア全図 →印はゴンダールの位置を示す

かんばつによって、食糧となる穀物やその他の植物が育たなくなる。しかし、それが直ちに飢饉につながるわけではない。1983年、1987年にはアメリカ合衆国も広範囲にわたってかんばつが発生したが、食糧不足や飢饉問題は全くなかった。過去の大量の余剰農産物、大量の備蓄、流通システム、道路、輸送機関、経済力、保険制度などが飢饉という非常事態を縁遠いものとした。

いっぽう、貧しい国では状況は異なっていた。ちょっとした気候の変化で生産は落ち込み、広大な土地に道路網は粗く、わずかな輸送手段は内戦で消耗して使用不能となる。国は負債にあえぎ、食糧のための保険を考える余裕はうまれない。この意味でかんばつは“欠乏の災害”と言える。

救援センターで得られる穀物援助は一月あたり一人平均2.5kg以下、一日当たり300キロカロリー以下で、一日の必要量の12%に過ぎなかったが、そこで救援活動に従事する人やジャーナリスト達は近くの町にあるレストランで食事をする事ができた。

食糧はあった。しかし、救援センターで行列する死に瀕した人には購買力がなく、レストランで食事をする“資格”がなく、都市に住む人や外部から来た人達は金を持っているかぎりにおいて食事をする“資格”があった。(Amartya Sen, 1981)

これとは別に約300万人が北部4州で飢饉にさいなまれていた。エチオピア政府はこれに対して100万人分だけに“配達することができる”とし、“届けることができる人々”の分だけ、9万トンの穀物援助を国際社会に要請した。残り200万人の飢えた人々には、彼等があまりに山奥に住んでいるとか、治安が良くないという理由で、国際援助を受ける“資格”を与えられなかった。紛争中の対立部族への兵糧を絶つというのが政府のねらいであることは公然の秘密であった。

エチオピアの高原地帯と低地の地域はかつて密林に覆われていた。百年たらず前にはまだ国土の半分がまだ森林であった。20年前、この数字は約15%に落ち込んだ。いまでは森林はエチオピアの国土の3%程度にすぎなくなっている。エチオピアの首都は燃料や建築用材として消費して森林を失うたびに遷都してきた。現在の首都アジスアババ(新しい花)は1887年にエントートから移されて以来100年をこえたが、遷都しないですんでいるのは1905年に始められたオーストラリアから導入されたユーカリによる植林事業のおかげである。

しかし、ユーカリは土壌深部から水を吸い取ってしまうため、新しく造成された森林のなかでは地表を覆う下草がなくなり、周辺では農業ができなくなるという結果をもたらした。高原地帯の土壌は浸蝕されてなくなり農業生産力は失われた。

農村地域の多くでは薪が使い尽くされ、家畜の糞や収穫期にでる麦藁が家庭用の燃料として利用されている。土に返す有機物がないので土壌はますます貧弱になり消耗していく。

低地における放牧地の浸蝕はそれほどひどい状態ではないが、水が不足している。この半乾燥の地帯では、放牧者は増え続ける人口を養うために、さらに干ばつへの一種の保険あるいは対策として家畜の群れを増やしてきた。生存への闘いのために増やした家畜と、増え続ける人口とが皆を慢性的な栄養不良状態にし、環境を脆くしていく。政治的不安定と内戦がその速度をさらに速める。

災害は貧乏な人に最も強い打撃を与えることはバングラデシュやエチオピアの例で明らかである。“地震はEARTHQUAKEではなくCLASSQUAKEである”という意見がある。(L. Timbe rlake, 1984) いっぽう、貧乏であるがゆえにその大量の貧乏人が自然環境に与えるインパクトが大きいとする“貧乏主責任論”がある。しかし、貧乏な人が環境に与えるインパクトは大きなものではない。ラテンアメリカは慢性的に災害に襲われている地域のひとつである。93パーセントの国土を7パーセントの金持ちが支配しているというラテンアメリカの場合、はたして貧乏人が自然環境の大規模破壊や急速に増加する洪水や干ばつの主要因になりうるのだろうか？

最貧国の貧困の構造とその再生産のメカニズムに関する事例を見てみよう。

生活の不安定、インフレ、失業あるいは失業するのではないかという懸念は庶民の生活にはいつもつきまとうものである。しかし、これらは工業国において純粋に経済問題であるのに対して、途上国では一切合切を失うことである。それでいて工業国の社会の人々が自分たちが裕福でないと考えているとは、途上国の貧困に悩む人々には信じられないことであろう。貧困国の何億の人々はもっぱら生きることおよび最も原始的な生活条件を確保することに精一杯の状態である。

これらの人々にとって、職業は求めても得られないものであり、あるいは得られても賃金は低く、労働条件は辛うじて耐え得る程度のものである。家は非永久的の材料で建てられ電気も水道も下水道もない。医療施設はわずかに存在するにすぎず、農村では歩いて行ける距離にはない。小学校がある場合、学費は無料で場所も比較的近いかもしれないが、子供といえども働く必要があるため、学校に通える時間は限られている。家計を支える賃金労働者にたいする失業・病気・死亡についての公的社会保障制度は存在しない。洪水・干ばつ・人間や家畜を冒す病気は補償の希望さえ与えることなく生活を破壊する。

日干しレンガを積み上げ、柴束を上のにのせた低い家々からなる村落と見渡すかぎりの綿花畑、そしてそのなかで鋤をふるう農夫や頭に水瓶をのせた農婦の情景はエジプトのナイル川沿いに太古からみられるありふれた風景だと思われる。

しかし彼等の生活は19世紀に強制的に導入された綿花耕作と運河灌漑システムの普及によって根底から変化したものである。2 ha 以上を所有する中・富農の数は変わらなかったが、0.4ないし2 ha を所有する小農の比率が激減し、代わって0.4ha 以下を所有するにすぎない貧農が激増して農民の3分の1を占めるにいたった。

貧農数の圧倒的増加とともに人口増加率が急テンポで伸びたし、それに応じて地主の立場が強化された。1821年に250万人であった人口は1927年には1422万と一世紀の間に実に5.7倍増加した。(伝統社会での人口増加は通常、横ばい状態から1世紀に二倍—約0.7%の間に位置する)

第二次対戦後は爆発的な増加を始め、その増加率は50年代に年2.6%、60年代には2.7—2.9%に達し、1952年のナセル将軍の革命時に2100万の人口が1965年に3200万を越え、1983年には4500万になった。当然人口密度は急増した。エジプトの総面積100万km²は砂漠を除くと可住地は3500km² (耕地はその三分の二、そこに4500万の人がひしめくことになる。

1927年に可住地平方キロ当たり406人だった人口密度は、60年代に二倍以上の900人、90年代には1200人を越えたものと思われる。

一人当たりの国民所得は第一次大戦以来1950年固定価格で40-44ポンドとほとんど変化しなかった。工業と第三次部門の生産額はとくに第二次大戦後増大したから、農業の一人当たり生産額は減少したことになる。1960年の農民一人当たりの所得は23ポンドであるという報告があり、これは1882年の水準のほぼ7割である。人口の急増をもたらしたのはこのような農民の窮乏である。

この窮乏化によって、他に何ひとつ財産をもたない農民は、子供を貴重な現金稼得労働力とみなす傾向を強める。実際、子供は、エジプトの輸出の7割を占める綿花栽培にとって、不可欠の便利な、また安価な労働力である。それだけ各家族はできるだけ多くの現金収入を確保しようと子供を争ってつくる。子供の多寡は家長の名誉の問題にもかかわるとされる。また他方、農民の貧窮化は高い幼児死亡率で家の再生産を脅かし、したがって家の中の主としての女性の地位を著しく不安定なものにする。1966年の調査によれば、エジプトの離婚率は20%であった。女性は自ずと安定的な地位をかちとるためにはできるだけ子供を生もうとする。

このような理由で、政府の躍起の産児制限策にもかかわらず、今では年々100万人が増えていく。こうしてエジプト農村には明確な階級ピラミッドが形成されてきた。すなわち、1952年のナセルのクーデター当時、21ha以上の大土地所有者階級（農家総数の0.5%）が34%の土地を独占し、わけでも頂上には280家族が10%の土地を治めていた。2-20haをもつ中農・富農22万家族（農家総数の5%）が土地の30%を所有していた。農家総数の25%、約80万家族400万人は2ha以下の土地を耕す小農であり、これが残りの土地35%を所有した。その最低辺にはほぼ280万家族1400万人と推定される、農村人口の7割の土地なし農民がうごめいていた。彼等は農業労働者、あるいは季節労働者として土地所有者・経営者に雇用される層であり、低雇用・失業状態にある農村プロレタリアートである。これがエジプトの貧困の絶えざる源泉となってきた。（西川潤、1976）

農村での人口急増と相呼応して、人口の都市流入が急増する。実際、都市ではかっぱらい、靴磨き、人力車ひき、乞食、売春をも含めてなんらかの手だてでつねにその日の食物にありつくことが可能である。こうして増大した人口の大部分は貧民窟を膨張させる。

農民はその不安定な位置のため、土地を丹念に耕し手入れする誘因をもたず、略奪農法によって急速に土壌をやせさせ、浸蝕を促進することになる。

第4章 減災と防災への戦略—国連の政策

IDNDRの宣言に述べられる災害に関する基本的な認識にそってどのような戦略が考えられているかを若干紹介してみよう。

1990年10月の国際連合第45回総会に当たって国連事務総長は経済社会理事会に対してIDNDRに関する報告書を提出している。報告書によれば、国連総会は、1989年12月の総会で国際レベルでの行動計画を承認しているが、その行動計画では国家レベルで取られるべき行動、国連が取るべき行動とそのために必要な組織と資金の問題が扱われている。

A. 国家レベルで取られるべき行動

1. a) 1990年9月20日現在で71ヶ国がIDNDRのための国内委員会の設立を終えている。
b) 加盟国の一部はすでに、自然災害に対する脆弱性を周知させる活動を開始し、その脆弱性を克服するための行政処置を取り始めている。
c) 優れた科学技術力を持つ国は国際協力に力をいれている。その主なるものは政策に関する討議、防災計画や防災事業に関するシンポジウムである。

2. 各国の対応

a) アルジェリア

過去の災害について、被害を大きくした理由の分析が行われている。1989年の地震災害についてのワークショップが被災地で開催され、災害にいたる経過が解析された。主要な課題は復興事業の担当者や建築技術者に科学的・技術的指針を明示することである。

b) オーストリア

オーストリアは州・国双方のレベルでよく整った防災制度をもっており、さらに対策事業をさらに進めようとしている。その際の問題はその地形と人口分布を考慮したうえで事業の費用対効果の考え方をどのように考えるかである。

国際協力については西南太平洋と東南アジア地域に力をいれようとしている。

c) バングラデッシュ

UNDPの援助で作成された第5次開発計画には災害対策が重要項目として含まれている。国際的な連携で政府の防災努力を支援する計画が進んでおり、1990年1月には計画会議が開催された。

目下進められている主要なプロジェクトは1989年12月にロンドンで発表された世界銀行の洪水防止計画である。これは1990年には着手される予定であり、UNDP, USAID, フランス, 日本が実施した調査結果がベースになっている。

d) カリブ海諸国

この地域の防災事業はUNDROがこれまでに実施してきたカリブ海地域防災対策事業を中心にして進められており、その過程で各国の国内委員会が設立された。また、その活動の一環として1990年3月には地域住民の防災意識をたかめるための勉強会が開催され、同時に啓蒙のためのパンフレットやリーフレットが作られて配布された。

e) 中華人民共和国

国内委員会と科学院が行動計画を作成した。その計画は災害に対する脆弱性を克服するための最新の技術と資金の供給に関するものである。防災計画は国家レベルの計画とされ、経済開発計画に組み込まれることになった。また、代表団がIDNDRの事務局を訪れて、総合防災マネージメントセンターの設立、海南地方台風災害予防センター、揚子江流域洪水防止計画、瀋陽地域地震防災計画について説明した。

f) ドイツ連邦共和国

IDNDRのためのプロジェクトがうまく調整されつつ実行できるようにアジア防災センター(ADPC)、オーストリア、日本、米国、カナダ等関係国や機関との接触をはじめた。そのために

北アメリカへ調査団を派遣したが、同様の調査団を英国、北アイルランド、フランスへも派遣して考え方を調整する努力をしている。その結果欧州共同体との協力が大切だとの結論に達した。

ドイツ連邦共和国政府はまた、カリブ海地域防災啓蒙プロジェクト、通信と救援・復旧、UNDP/UNDRO の訓練計画、UNDRO の防災情報システム等に対して資金協力をしている。

g) イタリア

国内関連学会が IDNDR に対して協力することを決議し、応用研究 5 ヶ年計画を作成した。1990 年 10 月には国立科学会議が米国の国立科学財団と協力してベルギアで国際ワークショップを実施した。そこでは科学的な予報とそれに対して防災担当機関ならびに地元住民が実際に取る行動の間のギャップについての問題が討議された。

これとは別に、国会レベル、行政担当者、計画担当者、予算担当者に民間をまじえて 1990 年 4 月に話し合いが行われ、防災のためにどのようにして最新の技術を応用するかに示唆された。

h) 日本

日本は過去の自分たちの災害をとうして得た経験を生かして国際協力のためのプログラムを作成した。地震の専門家を IDNDR の事務局に派遣する手続きが進められている。1990 年 9 月に国際会議を開催した。

i) アメリカ合州国

国立科学アカデミーが国内委員会を組織して全体の活動を統括している。連邦レベルの活動としては、大統領の科学アドバイザーの協力をえて地学委員会の一部会が関連した活動を調整し、計画の策定にあたっている。一部の危険区域では、防災処置が優先的に実行されている。その結果は 1989 年のカリフォルニア地震の時に示され、効果があることが実証された。市民の間の高い関心、事前の準備、防災対策等が成功の鍵であった。IDNDR の初期の段階で、アメリカは事務局に二人の専門家を派遣した。

j) ソヴィエト社会主義連邦共和国

1988 年のアルメニア大地震はソ連が初期の段階から IDNDR に積極的に参加するきっかけになった。これに関連して UNDRO はドイツ連邦共和国の資金援助を受けてアルメニア地震に関する詳細な研究を実施し、その成果を発表した。国内委員会はソ連の国内制度の一環として組織されている。科学的・技術的な知識はまとめられており、USSR/UNDP/UNDRO が共催するセミナー等に参加する世界各国の人々をとうして伝えられている。

k) ヴァヌアツ

南西太平洋にあって各種の災害に悩まされる島国であるヴァヌアツは市民の防災意識—とくに台風に対して—をたかめるために、啓蒙活動を協力に推進している。一般住民に判りやすい言葉と方法で作られた資料を配布している。台風襲来時の非常体制が確立され周辺諸国と協力して予報・警報を的確に出す手順を確立した。

B. 国連機関の活動

国連事務総長は国連本部の開発・国際経済協力局長を IDNDR に関する国連のプログラムの推進と調整にあたる責任者に任命した。国際経済協力局長を補佐するために、管理委員会を引き続き設

置することにした。

1. 開発技術協力局 (DTCD)

日本の名古屋にある国連地域開発センターは国連本部の開発技術協力局の部局で防災に関する研究とトレーニングを担当している。このセンターの技術協力プログラム、とくに地形災害に関するものと開発戦略に関するものはつぎのような諸国で実施されているプログラムをつうじて IDNDR と密接な関連を有している。

a) バングラデッシュ

ブラマプトラ河の左岸堤防を浸蝕から守るための事業の企画

b) 中華人民共和国

洪水対策センターの設立、コンピュータとセンサーを用いた大ダムの管理技術

c) 東カリブ海地域

地熱開発に関連してサン・キット、ネヴィス、モンセラート、サン・ヴァンサンの島々で火山災害の危険性に関する調査が進められている。

d) インド

熱帯低気圧やモンスーンによる沿岸流によって発生する海岸浸蝕を防止するための研究プログラムが進められている。

2. 国連広報局 (UNIC)

1991年の完成をめざして防災意識の高揚のための映画の制作が日本政府からの基金で進められている。このほかに他の方法による広報の手段も実施中である。

国際防災の日が毎年10月10日と定められた。防災をテーマにした会議や催しが各国で国レベルで実施されることになった。

3. 国連開発計画 (UNDP)

地中海地域において UNDP/UNDRO を中心に21ヶ国が参加する地震防災プロジェクトが進行中である。これは最新の科学・技術を国連機関相互の協力で応用して危険度を低下させようとする企画である。

UNDP の第5次計画においては、たとえばバングラデッシュのように、救援や復旧を含む防災計画を開発計画のなかにつっこむようにした。

UNDP は UNDRO と協力して災害に対する抵抗力がもっとも弱い50ヶ国の防災担当職員にトレーニングをほどこすことになった。そのためのトレーニングカリキュラムや教材が開発される予定である。この作業にはアメリカのウイスコンシン大学が協力する。

4. 国連環境計画

UNEP の事業は本質的に IDNDR と深い関連をもっていて、成果が期待される。とくに砂漠化対策は重要な施策である。同様に、土壌の衰退防止、森林保全、水資源保全、気候の変化に関するプログラムも IDNDR の趣旨にそって実施されることが求められる。

5. ヨーロッパ経済委員会 (ECE)

国連決議にそって ECE においても IDNDR に協力するとの決議が選択された。中心テーマは地震

予知である。ECE はソ連の科学者が地震予知・観測システム・観測技術に関する国際シンポジウムに出席することを認めている。また、住宅・都市・建築委員会に対しても IDNDR の趣旨にそった活動をするよう要請し、これらの委員会はこの要請に同意した。

6. ラテン・アメリカとカリブ海地域経済委員会 (ECLAC)

ECLAC は1988年以来イタリアからの資金協力を得て、ラテン・アメリカとカリブ海地域における防災プロジェクトに着手しており、そのなかで自然災害が社会と経済にあたえるインパクトについて研究している。技術的には水文観測ネットワークの充実と災害後の被害調査の実施方法が主になっている。水文観測ネットワークの仕事は将来の洪水予・警報システムの基礎になる。

7. アジア・太平洋地区社会・経済委員会 (ESCAP)

ESCAP は IDNDR のための専従チームを天然資源部に発足させた。プログラムの一部はすでに着手されており、ESCAP の地域における洪水対策、防災制度に関する仕事で成果が得られている。ワークショップも予定されていて、一部は UNDRO と共同企画となる予定である。IDNDR のための専従チームには関連する全ての部局が協力することになっている。

8. 国連人間の居住センター (HABITAT)

HABITAT は決議の趣旨にそって、人間の居住に影響をもたらす現象にたいして、防止計画や防災対策のための援助を災害危険区域の政府に与えている。活動の主なものとしては、他の国連機関と協力して放射能で汚染されたチェルノブイリに今後の協力の可能性を判断するための調査団を派遣したこと、フィリッピン地震災害危険地域での復旧工法に関する勧告をするための調査団を派遣したことである。

HABITAT は世界銀行と共同で首都圏における防災計画と対策というプロジェクトを開始した。また、UNDRO と協力して自然災害に対する防災計画の作り方と実行の仕方というテーマで指方書をつくる計画をもっている。

さらに、これまでの経験をまとめて、自然災害と人間の居住というタイトルで本を出版した。また、防災の計画と実行というタイトルのマニュアルの出版計画をもっている。

防災に関する種々の会議に積極的に参加するのも大事な仕事で、世界銀行主催のシンポジウム、オックスフォード大学の防災センター主催の会議等出席している。

9. 国連災害救援調整官事務所 (UNDRO)

IDNDR に関する決議が選択されて以来、UNDRO は事務局を編成し、趣旨にそったプロジェクトの発掘につとめてきた。UNDRO は、また、決議に沿った活動を支援すべく、関係機関にたいしてプログラムの作成・実行・管理に必要な情報やノウハウを提供している。個々の国にたいしては、南太平洋諸国や中国の例のように開発計画のなかに防災計画を組み込めるように協力している。そのために UNDP の理解と協力はいっそう重要である。UNDRO は防災活動のなかでも通信、情報管理、探索と救援、非政府機関との協働といったことに特別の重要性を認めている。大災害の後で、カリブ海地域で行われている啓蒙プロジェクトやアルジェリアの低コスト耐震工法に関するセミナーのような IDNDR に関連して、他の地域で参考になるようなプロジェクトも実施している。同様に、緊急事態への対応と防災対策に関するマニュアルを作るためにアルメニア地震やイラン地震

のような自然災害の場合の対応に関する研究が進められている。

UNDRO は西ドイツ政府の資金協力を得て、アメリカの非政府機関である公共サービス人工衛星機構とともに災害緊急救援活動を含む防災活動に、無線通信とリモート・センシング技術についての国際会議を開催した。

10. 生きるための糧プログラム (WFP)

WFP は IDNDR のための業務企画・管理委員会を設置した。WFP の現地事務所の担当者は現地政府の国内委員会と連絡をとって進行中のプログラムのなかで環境保全・防災計画・防災対策等の仕事が決議の趣旨にそって実行されているかどうかを分析することにした。台風で破壊された中国の養魚池を復旧し強化するプロジェクトは一つの例である。1989年から1990年の今時点までに11のプロジェクトが承認された。これらは、埋め立て、灌漑、排水、洪水調節、砂防、植林、流域管理等の事業を含む。その費用は WFP 事業費2.31億ドルの50%になる。WFP は1989年までに155件の防災関連プロジェクトを実施してきており、その費用総額は13億ドルになる。これは WFP が実施した全ての開発援助との三分の一に当たる。

11. 国連食料農業機構 (FAO)

FAOは1988年に IDNDR の準備が始まった時点からつぎのような活動を通じて参加してきた：

- a) 作業グループを作って国連の管理委員会と各機関からなるワーキング・グループへの参加,
- b) FAO の現地代表と職員は災害復旧チームに参加し、国内委員会の活動を支援してきた,
- c) 全ての開発プロジェクトに防災のための施策を盛り込むことにした,
- d) 各国の干ばつ予・警報システムと食料確保プログラムを強化した。その中には FAO がもっている予・警報システムの強化が含まれている。
- e) FAO は北アフリカ地域の害虫絶滅プログラムを実施している。そのための緊急情報センターが最近設置された。センターはメキシコとアメリカ害虫撲滅委員会、世界保健機構、アフリカ連帯機構 (OAU)、国際農業開発基金、国際原子力機構等と協力している。また、バクテリア対策本部を運営している。
- f) 緊急救援と暫定的な復旧制度に関して、FAO は特別救援事務所をとうして台風や洪水に対応してきた。必要としたコストは98万ドルであった。

12. 国連教育・科学・文化機構 (UNESCO)

IDNDR の第一年度の活動として、イランとフィリピンの地震災害のあと、科学調査団を派遣した。調査中に地震時のデータ解析のための設備を供与し技術的なアドバイスを与えた。UNESCO はまた、火山活動を予知するプログラムや地震学・地震工学研究所をテヘランに設置する計画を提案している。IDNDR の企画は進行中の計画すなわち、バルカン地域の地震の危険性を低下させる計画と南太平洋の津波予・警報計画等をもとにして作られている。1990年にはアフリカのための地震学講座を企画して実施したほか、関係機関と協力して東アフリカ地域の地震観測網を編成した。

13. 世界保健機構 (WHO)

第42回 WHO 総会で IDNDR を支持する決議をしたあと、地域事務所と各地のセンターが協力し

て防災に関するプログラムを作成した。目下資金援助が期待される諸国や援助団体との協議をまえにして1991-1993年度の資金計画をまとめているところである。他の活動として、1991年度の世界健康の日を4月7日にする準備をしている。次年度の総会のテーマは災害である。ポスター、子供の絵画コンクール、ビデオ等を通じて防災計画に取り込まれるべき健康管理の要素を訴えている。

IDNDR に対する WHO の方針と戦略について討議するために、緊急救援活動の専門家会議を1991年3月に開催する予定にしている。

14. 国際電気通信連合 (ITU)

ITU は次期の国際電気通信連合の日を5月17日とすることにした。その時の会議では安全な生活をおくるために電気通信がいかに役立っているかを強調することになっている。

15. 世界気象機構 (WMO)

WMO が実施中のプログラムのほとんど即ち、世界気象観測、水文観測、水資源保全プログラム等の目的は、IDNDR の目的とするものに一致している。そして、それらは IDNDR が終了しても継続されるものであるため、IDNDR の期間中にいっそう強力に実施するつもりである。

WMO は10ヶ年という期間と途上国が対象であるということに重きをおいて技術の移転と普及に努めるべきだと考えている。そのため、重点は次の点に置くことにする：

- a) 観測網、通信網、データ処理設備にみられる落差をなくすること、
- b) 予報と警報に対して真剣な対応がなされるように工夫する、
- c) 危険度の判定を広く実施する、
- d) 市民の関心をたかめ、情報が生き渡りやすいように教育をすすめる。

途上国の多くで上に述べたような改善を図るうえに大きな障害になっているのは関連技術に関する知識と未熟練の不足、設備を作る資金の不足、通常得られる技術と手順でできる維持管理の不十分さである。これらの隘路を打開するためには技術の移転、好ましい制度の確立、器具や施設の供与それに人材教育に的をしぼった技術協力である。

IDNDR の枠内のプロジェクトとして、西南インド洋熱帯低気圧予・警報システム総合的な災害危険度判断システム、技術交流計画の三つを考えている。それらはコストと効果の比が良く、国際的にも恩恵を直接うける国内でも大きなインパクトを与えることが期待される。

世界気象の日が毎年3月23日と決められた。1990年のテーマは IDNDR で気象技術と水文技術はどのように役立っているかを解説したパンフレットを作成して配布した。もう一つのパンフレット“WMO が果たす IDNDR のための役割”が1990年10月10日の防災の日に配布された。同じタイトルでビデオフィルムも作っている。

16. 世界銀行 (IDB)

1990年に IDB はワシントンで環境管理と防災に関する会議を開いた。そこで、環境悪化と災害に対する脆弱性との関連が議論され、被災危険度を下げるために継続的な努力が必要であることが強調された。ゆっくりではあるが確実に進行する海面上昇や世界の気候変化による干ばつのような災害に対処する社会の能力が問題であることが認識された。

災害に対して脆弱な途上国がより抵抗力をつけ、過去の事例から学んだ経験を生かすような方法

を考えることが必要だとの認識で一致した。

a) 首都圏での防災計画と対策事業

IDB は UNHCS と協力して計画をつくり、UNDP にたいして資金の支援を要請した。このプロジェクトの目的は途上国の首都圏で発生する可能性がある大災害に対する脆弱性を減らし、防災に関する関心を喚起することである。

b) 緊急復旧

IDB はこれまでに被災した途上国を救援する仕事に実績をあげてきた。被災直後の被災者に対する援助と公共施設の復旧にとくに重点をおいている。今後はこれまでの開発の成果が無に帰さないように、また、災害と環境悪化の悪循環を防止するために施策を講じる必要があると考えている。このような援助はバングラデシュ、ブラジル、中国、インド、メキシコ、ネパール、スーダン、フィリピン等に供与されている。

c) 防災の事例研究

地域ごとの各種の災害事例を集めて防災計画を作り対策をとり、復旧作業にあたるうえに必須の項目について解析が進められている。

C. 科学・技術関係組織・団体の活動

1. 科学者の組織の国際委員会 (ICSU)

ICSU は IDNDR のための特別委員会を組織して1990年10月に自然災害に関する討論会を開催し、18件のプロジェクトを提案している。

2. 国際地震学・地殻物理学学会 (IASPEI)

IDNDR のための特別委員会を設立して、5ヶ年計画の検討を行った。

3. 国際地質学会 (IUGS)

IDNDR のための特別委員会を設立し、定期刊行物の特別号を発行した。

このほかに、国際技術連合 (UITA) や国際技術者連盟 (WEEO) が主に、洪水対策、地震対策等に関する技術的なノウハウとその移転方法・適用方法についてのワークショップを開催した。

D. IDNDR のための組織

1. IDNDR のための特別上級理事会

少数の国際的に著名な人々からなる委員会を設置して計画の遂行のためのアドバイスをしていた。

2. 科学・技術委員会

委員の選定に当たっては自然科学と社会科学の分野を含むこと、地域的な分布を考慮することが基本になっている。全容は1990年の国際防災の日またはその後に発表されることになっている。

3. 事務局

IDNDR のための事務局は UNDRO との緊密な連携のもとにジュネーブに設立された。現在2人の専門職と2人の秘書からなっている。WMO と WHO はパートタイムの専門家を事務局に張り付けており、日本政府も専門家を一人張り付けるべく努力している最中である。その他に、フランス、カナダ、ドイツ、国際赤十字・新月連盟、IDB から専門家が派遣されるはずである。UNEP は事務

局のしごとの初期の段階に専門家を派遣する予定である。

関連国連機関は IDNDR 事務局にたいする窓口を指名し、IDNDR 事務局長を長とする関係機関の作業部会を組織している。これらの組織の活動は国連本部の開発・国際経済協力局長が長である国連作業管理委員会の管轄下におかれている。

E. IDNDR の財政

IDNDR 基金

IDNDR の遂行のために基金が設立され、加盟国政府、国連機関、国際機関と団体、私的な組織・団体等からの拠出を受け入れている。

これまでのところ拠出は下記のとうりであるが、必要額とされるus\$25,000,000にはまだ及ばない。

イタリア	u s \$450,000	フランス	57,886	
日本	500,000	デンマーク	55,430	
ドイツ	139,133	アメリカ	100,000	合計us\$1,302,449

F. IDNDR に参加を表明し、国内委員会を組織した国

アフガニスタン、アルジェリア、オーストラリア、バハマ、バングラデッシュ、ベルギー、ボリビア、ブルネイ、ブルガリア、カナダ、中央アフリカ、チリ、中国、コロンビア、キューバ、チェコスロバキア、デンマーク、ドミニカ、エクアドール、フィンランド、フランス、ガンビア、ドイツ、グアテマラ、ハイチ、ホリーシー、ホンデュラス、ハンガリー、アイスランド、インドネシア、イラン、イタリー、ジャマイカ、日本、ヨルダン、ケニア、リヒテンシュタイン、ルクセンブルグ、メラウイ、モーリシャス、メキシコ、モンゴル、モロッコ、モザンビーク、ミヤンマー、ネパール、オランダ、ニカラグア、ペルー、フィリピン、ポーランド、ポルトガル、カタール、韓国、サントルチア、サンヴァンサン、グレナダ、南アフリカ、スーダン、スエーデン、スイス、トリニダード・トバゴ、トルコ、ソ連、イギリス、アメリカ、ウルグアイ、ヴァヌアツ、ヴィエトナム、ジンバブエ。

G. 1990年から1991年の間の IDNDR 関連の活動

時期／場所	会議／主題	開催者
1990年		
A. 国内行事		
9月24-26	工業における安全工学に関する	TUVラインランド
コロシ・ドイツ	国際会議	
9月24-27	”エマージェンシー90”	科学技術会議, UNDRO
カイロ・エジプト	国際防災会議	ICDO, LRCS

9月27-10月3 横浜, 鹿児島	IDNDR国際会議	日本国政府, 横浜市 鹿児島市, UNCRD
10月8-17 ヴァリウス, 米国	全米IDNDR会議	IDNDR米国国内委員会
10月8-12 ジュネーブ	主要災害防止専門家会議	ILO
10月9-19 モスコウ, アルマアタ	地形・地震災害に関するセミナー	UNDRO/UNDP USSR
10月9-11 バンコック	地域防災に会議	アジア銀行, アジア防災セ ンター, アジア工大
10月10日	国際防災の日	国連
10月15-17 パリ	IDNDRに対する技術の貢献	UITA/WFEO
11月 クン・ミン・	中国健康被害に関する ワークショップ	中国厚生省, WHO
11月19-20 オタワ	援助供与国会議	PAHO/WHO
12月 バンコック	IDNDRに関するシンポジウム	UNDRO/ESCAP
12月1-2 ジャマイカ	IDNDR地域会議	PVDPPP 西ドイツ諸国
12月10-14 トリエステ	地中海地域地震防災プロジェクト	UNDRO SEISMED
1991年		
1月3-8 インドール	第78回インド科学院会議 自然災害に対する行動	インド科学院
2月11-15 ウイスコンシン	災害対策と復旧に関する ワークショップ	防災センター ウイスコンシン大学
3月 ジュネーブ	緊急救援に関する専門家会議	WHO
4月7日 ジュネーブ	世界防災と健康の日	WHO
4月21-27 カイロ	途上国の地形災害と環境悪化 に関する国際シンポジウム	国際防災協会 エジプト科学技術会議
5月 中国	防災と救出のための器具展示会	中国防災協会 中国対外交流委員会

5月27-6月2	第17回太平洋科学会議	ハワイ大学
ハワイ	平和な世紀をめざして	東西センター
6月	保健教育会議	WHO共催
ヘルシンキ		フィンランド政府
7月3-5	アンデス山系地磁気・地殻構造会議	カルダ大学
コロンビア		
7月10-12	自然災害の影響に関する	国際研究と海外活動
アメリカ	国際シンポジウム	カルフォルニア大学
8月26-29	第4回国際地震防災・危険区域	地震学研究所
サンフランシスコ	指定会議	
9月23-27	WFEO総会ならびに防災会議	WFEO
タンザニア		タンザニア技術協会
10月	IDNDR国際会議	IDNDRドイツ国内
ハンブルグ	分析と予測	委員会
11月	第11回赤十字社国際会議	ハンガリア赤十字社
ブダペスト		

B. 事務局主催

10月23-26	自然災害の予測に関するセミナー	イタリア科学者会議
イタリー		米科学財団
11月12-15	IDNDR科学技術委員会	
イタリー	準備会議	
2-3月	IDNDR科学技術委員会	

I D N D R に関する活動対照表

	暴風	高波	洪水	火山	地震	津波	地滑	雪崩	野火	害虫	干ばつ 砂漠化
行動											
原因対策	WMO		FAO				FAO		FAO	FAO	FAO
			WMO				DTCD			WHO	UNEP
			UNESCO								WMO
地域区分	WMO	UNESCO	WMO	UNESCO	IAEA	UNESCO	DTCD	UNESCO	FAO	FAO	UNEP
	UNCHS	WMO	UNCHS		DTCD	IAEA	UNESCO	WMO	WMO	WMO	WMO
	IAEA	IAEA	IAEA		ESCAP	ESCAP	UNCHS			WHO	
		ESCAP	DTCD		UNESCO		ESCAP				
			ESCAP		UNCHS						
予測警報	WMO	WMO	WMO	UNESCO	ECE	UNESCO	WMO	UNESCO	WMO	FAO	FAO
		UNESCO	FAO		UNESCO		UNESCO	WMO		WMO	UNEP
			UNESCO								WMO
			DTCD								
			WFP								
防災計画	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNDRO	FAO
訓練啓蒙	WMO	WMO	WMO	WHO	WHO	WHO	UNCHS	WMO	WMO	FAO	UNEP
	WHO	WHO	WHO	UNCHS	UNCHS	WMO	WMO	WHO	WHO	WMO	WMO
	UNCHS	ESCAP	UNCHS		ECE	ESCAP	WHO			WHO	
			DTCD								
			ESCAP								
被災調査	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNDRO	FAO
原因分析	UNCHS	UNCHS	FAO	UNESCO	FAO	UNESCO	WHO	UNESCO	FAO	FAO	UNEP
	WMO	WHO	WMO	UNCHS	UNESCO	WHO	UNESCO	WMO	WHO	WMO	WMO
	WHO	ESCAP	WHO	FAO	UNCHS	UNCHS	UNCHS	WHO		WHO	
			UNCHS	WHO	ESCAP	ESCAP	ESCAP				
			ESCAP	ESCAP	WHO						
長期計画	FAO	UNCHS	WHO	UNCHS	UNESCO	FAO	UNCHS	UNCHS	FAO		UNEP
(建築基	WMO	WMO	UNCHS	FAO	UNCHS	UNESCO	FAO	WHO			WMO
準・移転)	IAEA	UNESCO	WMO	WHO	IAEA	WHO	WFP				
	UNESCO	IAEA	UNESCO	WFP	WHO	ESCAP	ESCAP				
	WHO	WFP	WHO	DTCD	ESCAP	ESCAP					
			ESCAP	IAEA							
			ESCAP								

暴風 高波 洪水 火山 地震 津波 地滑 雪崩 野火 害虫 干ばつ
砂漠化

行動

土地利用	FAO	UNESCO	FAO	UNESCO	DTCD	UNESCO	UNCHS		FAO	FAO	FAO
計画		DTCD	UNCHS	ESCAP	UNESCO	ESCAP	UNESCO			WMO	WMO
		ESCAP	WMO	UNCHS	ESCAP		FAO	UNESCO			
			WFP		UNESCO		DTCD				
			UNESCO				ESCAP				
			ESCAP								
広報と	UNDRO	UNDRO	UNDRO	UNESCO	WHO	UNESCO	WMO	UNDRO	UNDRO	FAO	FAO
教育	WHO	UNESCO	WMO	UNDRO	DTCD	UNDRO	DTCD	UNESCO	WMO	UNDRO	UNEP
	WMO	WHO	UNCHS	UNCHS	UNCHS	WHO	UNESCO	WHO	WHO	WMO	WMO
	UNCHS	WMO	UNESCO	WMO	UNDRO		UNDRO	WMO		WHO	
			DTCD	WHO	UNESCO		UNCHS				
			ESCAP								

第5章 豊かな社会がかつてはあった

植民地支配—人類史上最大の災害

今日ではかなりの違いがみられるアジア各国の社会も歴史の流れとしてみる場合にはあるひとつの共通の大きな流れが認められる。アジアの古代史で最も輝かしい文明は、インドの西北のインダス渓谷に残っている。ここには、アーリア人が入ってくる前、紀元前二千年前にモヘンジョダロやハラッパーといった都市がすでに建設されていた。そこにある溶鉱炉の遺跡はこれらの都市が突然に建設されたものではなく、そのまえにさらに長い歴史があったことを物語っている。アジアの文化はインドを水源とする流れを作ってヒンズー、仏教、イスラムの順になって伝えられてきた。インドシナ半島のアンコール・ワットやジャワのボロブドールはこのような意味をもつものである。中国文化は安南山脈を越えて入ってきているがヒンズー文化に押されて伸びなかった。

17—18世紀にはインドは香料、象牙、茶、インディゴ等の熱帯産物を生産するとともに高度の技術によって、モスリンなどの良質な織物や陶器、装身具を生産していた。当時のイギリス人が、“18世紀のインドは偉大な農業国であるとともに偉大な工業国であり、インドの織物はアジアやヨーロッパに市場にその生産物を供給していた”と述べ、さらに、“その生産方法や工業及び商業組織の方法は、その他のどこの地域で一般に行われていたものにも十分四敵するものであった。……かつてはまだイギリス人の祖先たちが全く原始的な生活を続けていた時分に、早くも精巧きわまるモスリンとか、その他の豪華な織物や手工芸品を製造し、輸出していた。”とインドの輝かしい文明について偏見をぬきにして述べている。(原覚天, 1963) (イギリスは当時ランカシャーの綿織物

を売り込もうとして競争相手のインド・モスリンの生産を妨害するため職人の指を切断したという)

インド文明の影響をうけたアジアの大部分が多かれ少なかれインドの植民地として位置づけられていたことは否めないとしてもその社会はかなり豊かであったことが数々の民族資料から推し量ることができる。このような民族の情熱がどうして色褪せたのだろうか?

その理由を高温多雨のもとでの米を主食とする生産と生活の様式に帰する意見がある。宗教に求める考え方もある。人種の優劣論もある。しかし、いずれも合理的な説明を与えることは不可能である。

1800年代のはじめにカルカッタに駐在したイギリス官吏が当時の植民地政府の役人の行動についてつぎのように記録している。

“かれらの唯一の考えは、原住民からできるだけ速やかに何千ポンドもの財産を絞り取り母国に持ち帰ってその富みを見せびらかすことであつた。このようにして、一方ではとうとうもない財産がカルカッタで急速に蓄積されたけれども、他方では三百万人の人々が貧窮の極におこまれてしまった。イギリス人の悪政は、ほとんど社会の存立それ自体を否定すると思われるほどの点にまでおし進められた。”(原覚天, 1963)

こうしてイギリスがインドから持ち帰って自国の資本蓄積に付け加えた富の量は1800年の時点で約10億ポンドに達している。このような激しい収奪は他の植民地においても行われ、18世紀以降のアジア諸国の社会的・経済的な発展の本質を変えてしまった決定的な原因といえる。

土地の取り上げや単一原料作物の栽培の強制といった植民地制の圧制が自然環境の僅かな変化で食糧作物の収穫が減少するという脆弱性をもたらした。そのうえ、現地の生産物への高い関税、強制労働等が植民地化される以前の社会とその生産構造を根本的に変えてしまった。このように、植民地支配は人類史上の大災害であり、そり以降の災害に対する脆弱性の原因を作ることになった。

『成長の経済学』を著したイギリス人の経済学者ポール・バランは“イギリスがインドから奪い去った経済余剰がそのままインドに投資されていたとすれば、今日、までのインドの経済発展は疑いもなく現実の悲惨な記録とは似ても似つかないものになっていただろう”と述べている。

なぜ植民地支配を許したか?

インドが当時の世界では最も発展した社会・文化・経済をもちながら、なぜヨーロッパの侵略に易々と屈服したのかという疑問がわいてくる。これに対してP. バランは、“西ヨーロッパでは商業的蓄積がとくに大きく、そのことが、早くから航海術の発達と、海上および河川商業の急速な拡張を可能にした。これは全く逆説的ではあるが、西ヨーロッパの国々が、その商業的進出をはかった世界の緒地域にくらべて自然資源の点でいっそう貧しく、また当時の経済発展の度合いにおいても、多くの点で遅れていたという事情によってももたらされた。この結果、海賊行為まがいの広範囲にわたる貿易や、あからさまな略奪や奴隷貿易や金鉱発見などが行われ、西ヨーロッパ商人の手には莫大な財産が急速に築かれていった。”と述べている。

こうしてヨーロッパ商人の富は雪ダルマ式に増していき、航海に必要な科学の発展と技術の進歩に対する強力な刺激剤として作用したのである。

途上国の共通項

こうして今日のアジア・アフリカの途上国は政治的にも経済的にも一つの共通性をもつようになった。

すなわち、

- 1) かつて欧米先進国の植民地であったという大災害を経験している。
- 2) 独立後まもない国が大部分で、国家の経営という理念に乏しく、多部族からなる国民をまとめ、民主的な意思決定をする機構が未熟であるため一部部族が力による支配を続けている。
- 3) 経済はほぼ同じ型をもっている。独立後に自らが形成した蓄積が極めて乏しい。
- 4) 高率の人口増加が進んでいる。大部分の国民は貧しく貧富の差が極端である。
- 5) 宗主国が単純に決めた国境線に国家の境界としての合理的意味がなく、紛争の種になりやすい。
- 6) 農業の生産性が低いいため増大する人口圧力に耐える能力が小さい。したがって常に飢餓の危機にさらされている。戦争が農民を難民化して飢餓状態を作りやすくする。
- 7) 教育制度が整備されていないので識字率が低い。

歴史は戦争の結果飢餓が生じることを教えたが、大衆の貧困が戦争につながり、あるいは混乱を招くことになりうるという認識が十分でない。飢餓が支配的であるかぎり平和が支配的であることはできない。戦争を禁止することを望むのであれば大衆の貧困をも禁じなければならない。戦争で殺されることと、周囲の人達の無関心のために餓死させられる運命にあうことに何の違いもない。(ブランド委員会、1980)『金持ち喧嘩せず』という日本の諺は規模のいかんを問わず社会と人間の真実である。豊かにする以外に災害を無くするキメ手はありえない。

文盲は人間の可能性を無駄にする大きな要素である。「文盲でない」ことは単に読み書きができることにとどまらず、人々の意識を高め、共同体への参加を助けることであり、飢餓や疾病その他の災害と戦うための前提条件になる。

途上国のジレンマ

植民地支配からの独立は貧乏からの独立を意味しない。国民所得をひきあげ、国民の生活を良くするためには開発計画を実行しなければならない。そのためには強制的に貯蓄をしてゆくことが必要であるが、所得の少ない国民に貯蓄の余力はない。経済の植民地化を招く危険性のある外国からの援助に頼らなければならないという深刻なディレンマがある。

経済の植民地従属性と不安定性からぬけだすためには経済開発とりわけ工業化を強力におしすす

めて、多様化した国民経済をつくらなければならない。その資金と生産財を得るには、従来から輸出していた原料商品の生産を拡大して輸出を増大するより、差し当たって資金を獲得する日途がたないという蟄足の深刻なディレンマに陥る。

独立後政権をとった新しい為政者と官僚は彼等が追い出した植民地政府の役人ほど有能ではなく行政は停滞しがちとなる。

また、途上国の伝統的社会はなかなか変化しない、それは、

- 1) 部族毎に異った宗教的对象をもっている、
- 2) 耕作は、生産者とその家族を養うためだけで、市場経済のための生産ではない、
- 3) 周りの自然や祖先を崇拝することで集団的な結びつきが強化されている、
- 4) 価値判断には経済的な動機よりも社会的・宗教的な動機によって左右される、
- 5) もてる資源が限られているため（元来、とくに資源を必要とせずとも生きてゆける豊かな自然があった）人口が増えると環境からの収穫が生きる術となり、生活が苦しくなるほどに働き手として子供を増やした、
- 6) 行政による恩恵が少なく、政府を信用していない。

すべての文化が均しく尊敬され、保護され、振興されるべきものである。文化的独自性が国民の尊厳の要素であるからである。しかし、近代化の過程、とくに開発や防災の問題が、単なる技術的な問題に矮小化される度合いが強ければ強いほど文化的独自性・独立性の保全と近代技術を利用するための条件との間に緊張をもたらすことになる。しかし、そうはいうものの、現在も進行中の飢餓と貧困の問題と戦うためには近代的技術の利用は避けられない技術に基礎をおく世界の文明は、共通の社会倫理、労働倫理を要求することになる。この点の誤解が開発や防災のブレーキになるこのジレンマを打開するために実証主義的な教育が重要である理由である。

貧困の悪循環

自然環境悪化が進むほどに、地域での生活に展望がなくなり、“はじき出”された人が都市にたどりついてスラムを作る。都市の容量をこえた人口は未開拓の土地で耕作をはじめ。未開拓の土地の開拓を容易にする条件は先進国むけの森林の商業伐採が準備する結果となった。

途上国では地主の力が強く、小作料の圧力が大きい。少しでもその圧力から逃れたいとする小作人や土地を失った農民は国有林にここより焼き畑をはじめ。農村では政府の統治力も弱く、焼き畑を禁止する警察力もない。工業化のための資本を蓄積するはずの資源開発がとめどもない自然破壊の発端になって災害に対する脆弱性をたかめ、開発の成果を帳消しにするという大きなディレンマが拡大再生産され続け、“貧困の悪循環”という深刻な事態になっている。

生産が自分たちが食べるだけのために行われるということは生活循環、社会の機能、環境条件の期待しない変化に対する抵抗力の大きさをも決めてしまう。人口が増えて防護対象がふえると伝統

的な社会では守りきれない。

これが災害の事態であり、災害が増加する理由である。

途上国の社会の非人間性

途上国では土地をもたない農民が多い。インドでは全農家戸数の4分の1が全く土地をもたないのに、わずか13%そこそこの戸数が全耕地面積の65%をもっている。小作人は土地、種子、肥料、若干の資金を地主から借り受けて自分とその家族の労働力で耕作する。収穫物は田植え、稲刈りの際の雇用労働者の賃金、灌漑用の水代、種子、肥料、農薬、その他の一切の経費を差し引いて、残りを地主と分ける。収穫の分配が終わると、もうその日から食べる米にことかくというケースもある。土地なし農民は奴隷的な賃金労働者であるが、小農の場合でたとえ土地をもっている、土地なし農民に転落する可能性は非常に大きい。その大きな原因は収穫をフイにする災害である。土地なし農民が多いということが小作料をさらに引上げさせる弱みになる。途上国の農村で読み書きができるのは地主とその一族と村の役人くらいで、一般の農民はほとんど文盲にちかい。だから、村の貧農たちは地主の口をとおしてか、地主の影響を強くうけている下端役人の口をとおしてでなければ、新しい制度の説明も、小作運動についても知ることができない。

現代の途上国の貧しさと停滞と不安定の原因は、根本的にはこの均衡を著しく欠いた土地所有制度とそれによっている社会にあるといえる。こういう農村で、農業の発展と農民の生活向上を期待してそれは無理である。

しかし、土地改革が実施されたとしても、経営の零細化、土地を再配分された農業労働者に資本と技術と知識をどのように獲得させるか等技術的な問題も深刻である。先進工業国とくに旧植民地宗主国の責任があるといえる。

第6章 防災—後進性の克服

経済的余剰のないところに防災へのインセンティブ（動機）もなく、したがって新しい技術や知識の受入れ基盤はもとより維持し普及していく余裕もないことは自明の理である。

生産を増大させるためには、

A. 生産主体者が

- 1) 動機と意欲をもち、
- 2) 技術と連帯感をもち、これを、

B. 社会が

- 1) 技術的に基盤整備と
- 2) 経済的に分配・消費のシステムをどうして

C. 支援し評価し、

D. そのすべての部分が拡大再生産されつづける

という総合的な社会システムがなければならない。

基盤整備の柱は治水・道路・灌漑・排水であるが、そのための投資は貧困の悪循環を切断するに十分であるとはいえない。せっかく出来上がった基盤施設も維持管理の不備と災害で失われて、建設と復旧のいたちごっこの状態では他の関連開発計画のブレーキになって国全体の開発の成果はあがらないことになる。

うえに述べた条件を途上国が満たすための方策はいちがいには言えないし、全体記述することは著者の能力を越えることであるが、基本的な項目をまとめると表-4のようになる。

表-4 後進性の指標と政策

	政策目的	上位の政策	手段	関連政策
A-1	生活の安定	就業機会の確保	農地解放 農産投資 機械化の自制	防災、 田舎産業 貿易制度
A-2	環境変化への 対応能力	知識と技術を 尊ぶ習慣	教育 訓練	表彰
B-1	産業関連 後進性の打破	生産性向上	インフラ 教育	維持管理 防災
B-2	分配と消費	輸送・貯蔵 可処分所得の 増加	道路・倉庫 金持ちの自制 教育	防災 権利意識
C	安定生産 安定消費	インフラ・生産財 可処分所得	経済協力と貯蓄 教育	経済の信用 防災
D	制度の安定 と改善	学問と言論の自由 機会均等・公平競争	行政・学問と軍事 宗教の切り離し	

このような事実を客観的にみると、途上国に工業国と同じようなレベルの経済力をつけることを目標にするのは明らかに現実的でないように思える。それに途上国の経済成長を早めれば、自ずから貧しい大衆に利益がもたらされるという希望は、これまでごく一部の例外を除いてまったく実現されていない。多くの国々で自らの環境形成に参加できないばかりでなく、経済成長から疎外された人々が絶対的貧困と悲惨ななかで苦吟しているのが現実である。これらの国の政府が、貧しい人々も経済成長の利益をうけるようにすることを約束してはじめて、国際的な援助と協力を要請する訴えが道義的な力をもつことになるはずである。現実には、しかし、理想的な筋書きでは動いていない。

したがって、途上国での当面の目標は経済力の大小ではなく、生活の質と安定におくべきであろう。この意味で健康・教育・防災のための援助はさししまった課題である。

しかしながら、目下のところ途上国には IDNDR がかけた理念と目的を実現させるための基盤が乏しいことがわかる。

そして、まさに、このことに対する理解がおよんでいないために、また、表-4で示したような途上国における社会システムと、その中での防災の位置付けについての認識を欠いたまま、そして具体化する方法論の考察を欠いたままに、関係機関や組織は自らが専門とする分野での事業拡大を意図し、それが災害による死傷者を減らし損害を軽減するに役立つと主張しているために、ほとんどの計画が我田引水であり、絵に書いた餅になる可能性がある。

『防災に役立つ技術』よりさらに、社会が『防災を必要とする段階』に移行できるようにする計画と技術と援助を専門分野ごとに考えることが必要であることが理解されなければ IDNDR の成功はおぼつかない。

第7章 防災の総合戦略

援助の類型区分

災害に対する脆弱性をもつ開発途上国が国家財政上の負担において自助努力の限界が有る限り、開発をすすめるためには、他部門あるいは先進諸国からの資金と技術の導入による援助が必要である。

まえに述べたように開発途上国の大部分が生産性の低い農業国であることを考慮して、農業開発の場合に例をとって考察をすすめる。

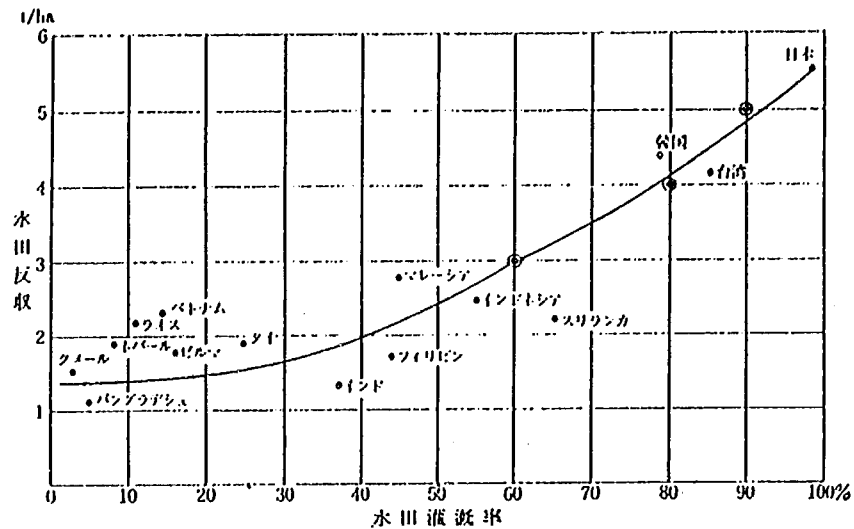
図-8はアジアの水田灌漑率と反当収量の相関をとったものである。灌漑率が高いことは灌漑設備が整っているというハードに関するもののほかに、灌漑のタイミング・量・期間・農薬の投与との関連での用水管理のノウハウというソフトを使いこなせる組織と教育を農民がもっていることを示す。いわば、営農の技術力・教育の程度との相関を示すものである。表-5は農業の生産性から国を類型化したものである。異なった類型の集団毎に農業開発の目的が異なることがわかる。表-5は図-9のように書き替えることができる。プロットの番号は表-5の国の番号に対応している。

図-10は表-5と図-9に関連させて援助のタイプを大まかに区分したものである。横軸の上の国名の位置は日本の労働生産性を100とした場合の各国の水準である。

飢餓からの脱出を当面の目的とする国に対しては、救済型の無償援助とならざるをえない。

救援資金をジュネーブにある当該大使館の水泳用プールの建設に流用する計画がもれて援助国から批判されたケースや、経済援助の資金が個人の銀行口座に入るケースがあったが、主権の名のもとに行われる支出や物資の配分に当たっては供与国と国際社会の監視が必要である。

自助努力については、国民所得が中ぐらいの途上国では所得ピラミッドの上部20パーセントの



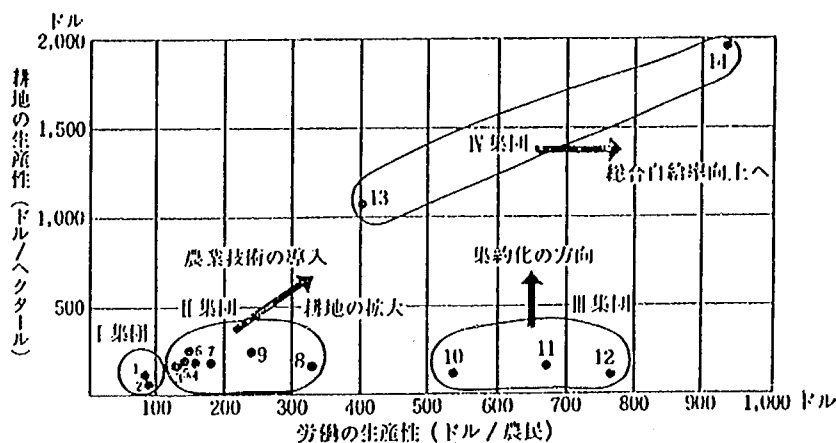
(出所) Asia and Far East Regional Office, FAO, 1973.

第8図 灌漑の発展とアジア諸国反当り収量

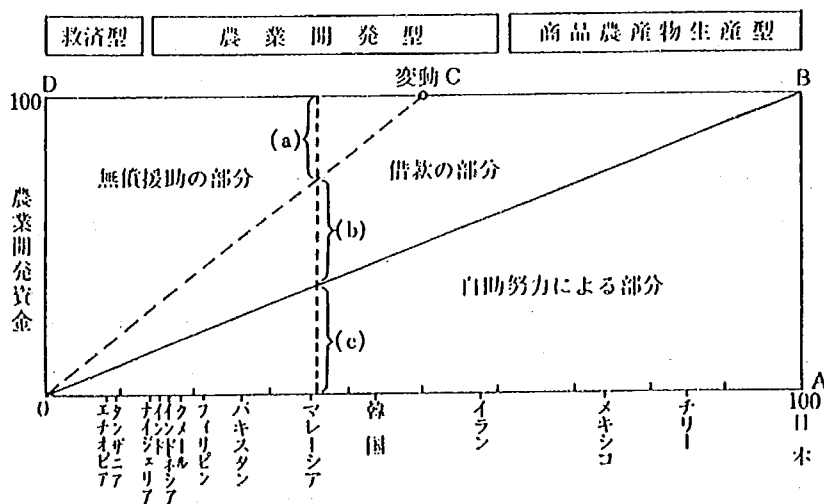
第5表 農業類型と生産性

農業類型	No	国名 (代表国)	耕地の生産性 ドル/ha	労働の生産性 ドル/農民	類似国	目標
I 集団	1	エチオピア	66	88	西アフリカ諸国 バングラデシュ	飢餓からの脱出
II 集団	2	タンザニア	40	92	ガーナ, セネガル	主食の自給達成
	3	ナイジェリア	110	129	ケニヤ, シリア	
	4	クメール	125	165	ラオス, ベトナム	
	5	インド	129	142	スリランカ	商品作物の開発
	6	インドネシア	246	158		
	7	フィリピン	209	190		
	8	マレーシア	190	325		
	9	パキスタン	244	251		
III 集団	10	イラン	118	535	イラク, ブラジル	農業生産性の向上
	11	メキシコ	192	686	パラグアイ	農産物の多角化
	12	チリー	132	789		商品作物の輸出
IV 集団	13	韓国	1,057	401	台湾省	一部農産物の自給率向上
	14	日本	1,928	936		

(出所) FAO統計, 1972年。



第9図 耕地と労働の生産性



第10図 日本の労働生産を100とした場合の各国の指標

人々の所得に対して2パーセント課税すれば資金援助はいらないのだという指摘がある。
この点に関しても国際世論による監視が重要である。

援助の目的

援助の目的は援助が不必要になるようにすることであるといわれる。

援助の最も単純なケースである食料援助も両刃の剣となる。例えば人道が発端であるとしても、必要以上の食料援助は迷惑になる。自作農民は安い援助食糧に押されて自分で収穫した農産物の価格

が下落するため破産に追い込まれていく。

農産物に限らず援助物資は政府が有償で払い下げる場合が多いから、政府には膨大な収入をもたらすが、地場自給産業の産品の価格を下落させて破滅にみちびく。しかし、食糧を含む基準物品の廉価供給により都市在住の大衆の不満を静めるのには効果があるので援助の継続は途上国の政府にとっては有り難いことになる。

資金援助も限度をこえると、その安い金利のために、自分で資金を集めるという国内銀行自身の営業努力を放棄させる。そして国内の貯蓄はリスクの大きい国内産業投資を避けて土地の取得に使われる。(ピリギッテ・エルラー, 1986) このような場合、飢餓の原因は人口増加ではなく零細自作農民が土地を失う土地制度にある場合がある。

防災を目的とする援助はこのような事例に鑑みて、いやしくも地元の農村とそこでの農産工業を破産させるといったことがないよう配慮が大切である。

農村の自立的発展のために一防災制度を活用できる社会の建設

『防災』の概念には『人ひとりひとりが安全に生きる権利がある』という高い価値観がこめられており、『他人の不幸を見過ごさない』という強い連帯感がこめられている。この意味で災害防止を努力目標の一つとして高く掲げ、不幸にして被災した人に対しては厚い保護を与えることのできる社会は成熟した社会といえる。

ここで、これまでに述べた主な事例から浮かび上がる事柄を整理するとつぎのようになる。

- 1) 一般的傾向として、災害が増加しており、とくに開発途上国において顕著である。災害が以前にもまして頻繁に起きるようになり、被災者数がさらに多くなり、被災範囲が拡大してきた。最も多くの被災者をだし、かつ最も激しい勢いで増えているのが干ばつと洪水である。
- 2) 低所得国が最も被災度が高く、貧しい人が最も打撃をうけている。被災者のほとんどが農村地域に住んでおり、最も貧しい階層に属している。
- 3) 自然災害は単純な気象や地象の現象ではない。いわんや『神の業』でもない。被害は風速や震度に比例するものではない。災害の大半の原因となり、しかも増加する傾向にある所以は人為的なものである。
- 4) 加害現象とされているさまざまな自然現象は、人為的な要素に比べれば重要な役割を果たしているわけではない。危機に対して無防備であることが脆弱性の基本要因である。飢え、栄養失調、貧困といった状態が脆弱性の要因である。
社会がもっている特性とそれが存在する場所によって脆弱性の程度は異なる。
- 5) 森林破壊、土壌浸蝕、砂漠化が開発途上国の災害の三大要素である。人間を支える能力の限界まで自然の生産力は弱体化させられている。

このような実態に対して、つぎのように本質的なニーズに合わない行動がとられている。

- 1) 国際社会の反応は突然で劇的で異常なできごとに対しては明確であるが、もっと多くの被災者をだす緩慢で予見がしやすい災害に対しては関心がうすい。

- 2) 災害を単独の気の毒なできごととしてとらえ、駆け付けて助けるべきことと考える癖がついているので、災害と他の社会的な要因、貧困、環境、歴史との関連性が見過ごされている。したがって、防災対策の関心が自然の特定のインパクトに対してだけに向けられて、脆弱性の真の原因—人間的状態・非人間的状態—に対してむけられていない。
- 3) そのため、科学者や技術者の防災のための努力は技術的手段のみで防災が図られるかのような自己目的にすり替えられている。技術が有効に使われ普及するための条件については無頓着である。救援活動も同じ理由で被災直後に死なないですむという役割しか果していないという結果になっている。
- 4) 開発計画もギャップを助長し脆弱性をたかめる結果になっている。その証拠に災害危険地帯の人口増加は止まらない。

以上のことから、災害予防のための計画はつぎの点を考慮すべきである。

- 1) 貧困層の災害に対する脆弱性の改善に役立たなければならない。
- 2) 農村開発に力点がおかれるべきである。それは現在の途上国で制御不能になっている離村と都市集中ならびに森林の消失を防ぐ意味でも重要である。
- 3) 農村開発は農村社会の後進性のもとになっている要素を消去することであり、住民が直接に参加して利益を受けるものでなければならない。援助する側も政府も『民衆の開発事業に参加しているだけだ』というスタンスが必要である。
- 4) 環境問題を我田引水の道具にすることなく緊急課題として取り組むべきである。
森林が急速に失われ、生産力そのものである莫大な土砂が流出し、耕地が砂漠化することによりその土地の文明が減じる。
- 5) 種族文化（およそ2億人）の多くは、世界でも生態学的に最もデリケートな地域を上手に利用して生きる術とする長い伝統をもっており、決して過去の時代遅れの気の毒な人達ではないことを認識する必要がある。サハラ周辺の遊牧民やアマゾンの密林の中の住民を『近代化』し『文明化』しようとするのは、彼等にとっては『いらぬ世話』であり、外部の者の利益のための資源開発で彼等の環境を横取りしようとする悲劇になっている。

総合的方策

総合的な支援策をつくり大規模な活動を早急に行う必要がある。このような活動は膨大な資金とチームワークを必要とするから、戦争のようなかたちで資源を浪費する余裕は人類にはないと言える。

- 1) 国境をこえる大きな問題、即ちヒマラヤ山系や南アメリカの熱帯雨林の河川の環境悪化と災害、砂漠の拡大でのみこまれる問題に関しては国際的にまとまりが必要である。
- 2) 国家の開発政策は農村開発、貧困層の脆弱性、土地保有制度に焦点を当てることにより、貧困層の就業機会の増大がはからなければならない。
- 3) 国家規模で食糧備蓄、作物予測、早期警戒システムが導入され、強化されなければならない。

- 4) 途上国の国内食糧生産を増加させるために、農産物の市場価格政策の改善が必要である。また、農村から都市への供出だけを意味する制度ではなく、不作のときには農村相互の融通を可能にするシステムが必要である。
- 5) 交通手段、道路、インフラの整備を強力にしなければならない。
- 6) これらの仕事に従事する人達が自分の仕事に専念でき、勤労を尊び尊敬されるシステムをつくらなければならない。
- 7) 救援を単なる不足物資供給の問題としないで、物資不足をもたらす構造の長期的な改善計画とすべきである。必要とされる救援物資は食糧のほかに、水、家庭用燃料、家畜用飼料がある。家畜は収入源でもあり、雨が降り次第耕作に使える動力でもある。
- 8) 開発はしたがってコミュニティ・レベルから出発しなければならない。そのためには政府の支援と総合的な政策を必要とする。また、そのためには、特別な訓練と、義務感のあるひと、すなわち、他の人々の発展のための触媒となり先駆けとなることに満足を見出すような人々が必要である。このような役割は各種非政府機関（NGO）が最適である。当該国の NGO と外国の NGO の連携をつうじて理解が深まり、経験が蓄積されることは『底辺から上へ』の戦略を実行しやすくする。
- 9) 自立を促す計画の実行と期待する効果を挙げることは容易なことではない。“防災”を語るにはあまりにも貧しく、“意欲をもて”と呼びかけるには余りにも自然条件は厳しい。援助・協力は endless に必要と考えたほうが良いかもしれない。

第8章 生態系に適った開発—農業と加工業の組み合わせ

エチオピアのゴンダール州イブナットでの1983年の出来事はBBCの放送でも紹介されたとうり悲惨なものであった。過去3-4年雨が降らない地域が何ヶ所もあり、人々は助けを求めて家を捨てて収容所へ辿り着いたが、そこでも人口の集中、不十分な食糧供給、水の不足、ひどい衛生状態、雨そして病気の発生が人々を新たな災害状況においやった。

この時、同じ州のクアリサの状況は比較的良かった。同じように食糧援助が行われていたが、イブナットとは根本的に異なった方法で援助ができたからであった。

クアリサの経験

クアリサでも1982年末の時点で2年間にわたって一滴も雨が降っていない状況であった。食糧と水が枯渇し、4000人の住民は飢餓の危機にあった。ほとんどの農民が自給自足の経営規模であったので、食事をする資格—食糧を購入する能力—はなかった。最も近い隣村であるイブナットとは40km離れていて道もなく救援食糧を輸送するのは不可能であった。村の川は干上がってしまい、僅かな湧水を2日に1回汲むことにして生き延びていた。

村人たちはエチオピア救援復興委員会（RRC）にこの現状を認識させ、WFP から食糧の配給をうけて定期的な食糧援助を可能にする道路の建設を行った。

クアリサでも、今でこそ岩山にへばりつくようにして作られた石積みの段々畑になっているが、40年前には山々は緑に覆われていて、水にも恵まれ、作物の収穫も十分で家畜の牧草も十分であったことが確認されている。

1983年に食糧確保の道路を建設したあと、村人たちは河川敷に大きな溜め池を掘った。これは自由水面を持つ池でなく、底面を不透水性になるように締め固めたうえに砂礫をおいて浸透水のかたちで貯水するものである。谷底の浸蝕を防止して斜面を安定させるために谷止め・砂防ダムを建設した。また、降雨の流出を遅らせ、浸蝕を防止するために段々畑を作った。雨が再び降ると段々畑に木と草を植えた。しかし、放牧はせず、草を刈り取って家畜に与えるようにした。このようにしてこれまでより多い食糧生産が可能になって危機を脱した。

山林農法は古くからある農法である。土と木の間のスペースを活用して食糧や家畜の飼料、果実、薪になるものを栽培して、一種類の作物に依存するのを避けようとするものである。

勾配の緩いところに谷から引いた水を溜めて池を作り、魚を飼うのは蛋白資源の供給のために良い。

山腹斜面から谷底平坦地に至るすべてのスペースを木材・農産物・畜産・水産の用に供し、その産物を原料にして農村工業を起こす。このような生態学的合理性を迫及した土地利用を可能にする技術が農村の後進性を打ち破る起爆剤になろう。

おわりに

災害の問題は、観測のネットワークの拡大と増強、器材やノウハウの供与、研修の強化や国際学術会議の開催による技術移転の推進といったことで片づくものではなく、富の偏在と経済格差の拡大が国際間でも国内でもすすんでいる結果であることを述べた。

昨年来、ソ連・東欧諸国があれほど揺れているのは、人々が経済格差に疑問をなげかけたという底流があったからである。（毎日、1990年11月2日）

このような地球規模の両極分化を克服する仕組みなくして世界の安定は果たし得ないことを理解する必要がある。防災の問題はこの問題のほんの一側面であるにすぎないのだから。

われわれはいま、片方で不要になったけどもらってくれる人がいないからという理由でまだ十分使用にたえる物を捨ててゴミに囲まれる生活を、もう一方で資源の大部分を環境悪化に悩む開発途上国から得てきていることから、その環境悪化の片棒を担っていると批評されるという逆説的な状況にある。

これらのことを解っていながらやってきたわけではないにしても、先進国のライフスタイルが多消費型であるかぎり、途上国の人々の生活と資源が犠牲になり続けることは事実だと考えたほうが良い。こうした行き方や経済の仕組みを変えていくのが先進工業国の歴史的役割になる。

「北」、「南」を問わず、経済成長があつてはじめて就業機会が得られ、所得の増加があり、防

災の源資となる経済的余剰が生まれる。所得の増加が人口増加のブレーキであることは証明されている。途上国の失業が生存の問題であることを考えると、貧困の悪循環をきって就業機会のための循環をつくりだすためには一層の投資が必要である。防災はそのための方法として理想的なものであり、たんなる科学技術の問題に矮小化することのないようにシナリオは作られるべきである。

この観点でみるかぎり国連の戦略も問題の本質をつかんだものとはいえない。日本の経験がいかされて、この分野で先導的な役割を果たすことが期待される。

参考資料

週間朝日百科 世界の歴史57, 災害と人口, 朝日新聞社, 1989

Andrew Maskrey, DISASTER MITIGATION A Community Based Approach, OXFAM, Oxford, 1989

ウィリー・ブランド委員会, 『南と北』—生存のための戦略, 日本経済新聞社, 1980

United Nations Office of the Disaster Relief Co-ordinator (UNDRO), Infrastructure damage and rehabilitation, Bangladesh Flood 87, 1987

United Nations Office of the Disaster Relief Co-ordinator (UNDRO). UNDRO NEWS, May 1985

United Nations. Report of the Secretary-General to the 45th General Assembly, A/45/621, Oct. 1989

内田康雄, 途上国援助貧困改善に重点配分を, 日本経済新聞1990年4月12日

Ethiopian Red cross society, ETHIOPIA UMCC-DPP, 1986

清成忠男, 中国経済支える非国営企業, 日本経済新聞1990年4月13日

Government of West Bengal, Flood Forecasting and Warning, the social value and use of information in West Bengal.

Genner Hagman, et al, PREVENTION BETTER THAN CURE, Swedish Red Cross, 1984

sigma/Swiss Reinsurance Company, 1/2-88

Sikandar, A. S., Floods and Families in Pakistan-A Survey. Disasters, Foxcombe Publications, Vol. 7, No 2 (1983)

西川 潤, 第三世界の歩み, 中央公論新書 No450, 1976

原 覚天, アジアの経済, 中央公論新書 No20, 1963

福田仁志, アジアの灌漑農業—その歴史と論理—, アジア経済研究所, 1976

ブリギッテ・エルラー, 死を招く援助—バングラデッシュ援助紀行, あき書房, 1986

Masayuki Watanabe, Some Problems in Flood Disaster Prevention in Developing Countries, Hydrology of Disasters. James & James, London, 1989

村本嘉雄 et al., 1987年モンスー期の豪雨によるバングラディッシュの洪水氾濫災害の調査研究, 文部省科学研究費突発災害研究調査研究成果 No. B-62-5, 1988

Mohiuddin Ahmad, THE COASTAL TRAGEDY, Community Development Library, Dhaka, Bangladesh, 1985

Ranganathan, V., Impact of tropical cyclones on Maharashtra State, Seminar on a systems approach to tropical cyclone preparedness problems National Institute for Training in Industrial Engineering, India. (1985)

渡辺 正幸, 世界の防災を考える, 土木技術資料 32-4, 1990

コンクリート系新材料の開発について
—1990年代に期待される建設材料の展望—

地質化学部長 小 林 茂 敏

コンクリート系新材料の開発について —1990年代に期待される建設材料の展望—

はじめに

エレクトロニクス、バイオテクノロジー等と共に近年新素材に関する技術の発達は目ざましく、その成果は私たちの日常生活にも次第に活用されるようになってきている。

新材料の活用分野と言えは航空機産業や医学などがまず連想されるが、土木建築の分野においても新材料の適用の可能性は十分にあり、また、工事に使用される資材の量が一般の工業製品等に比べて格段に多いので、素材生産者からは新材料の格好の市場としてたえず熱いまなざしが向けられている。

建設省では、山積する施策実施上の問題点の解決のために、これらの新技術が活用できないものかということを考え、学識者の意見聴取や多数の技術開発プロジェクト研究等を行ってきている。

新しい材料や技術が発展し、普及していくかどうかは単にその技術が新しいということだけではなく、その技術を必要とする社会的な背景があるかどうかということも大きく関係するようである。

本講においては建設省関係で行われている新材料に関する研究や事業を紹介しながら、当面する1990年代には建設の分野ではどのような材料や技術が望まれ、発展して行くかについて筆者の考えを述べさせていただくこととしたい。

1. 直面する1990年代はどのような時代か

材料も含め、技術の発展はその背景となる社会の動きとも密接な関係を有するものであるから、その予測に当たってはまず社会変化の将来予測を正確に行っておく必要がある。

とはいうものの、昨年秋に突如襲った中東湾岸危機などについては大多数の人々には想像もつかなかったように、変動の多い昨今において将来の事を予測するのははなはだ困難なことでもある。筆者は文献類¹⁾²⁾から推して当面する1990年代は以下のような時代であると想像する。

1) 建設事業量の大幅な上昇

中東湾岸危機の勃発や株価の急落により、わが国の経済は急激に冷え込むかのようにも見えるが、日米構造改革協議の結果では、わが国は内需を拡大し貿易黒字を減らすために今後の10年間に総計430兆円の公共事業への投資を行うこととなっており、平成3年度の予算にもその為の施策が現れている。

430兆円という数値は過去10年間にわが国が行ってきた公共事業への投資額のおよそ1.6倍である。年間に均せば43兆円ということになるが、建設省関係の年間公共投資額は1990年度で20兆円(図-1)、他の省庁の行う公共事業関連の投資額も含めて年間30兆円程度であるから、公共事業に使用される建設費が一挙に50%近くも増える公算となる。

このような膨大な公共事業が現実に発注されるようになれば建設関係業者は、「これでわが社も

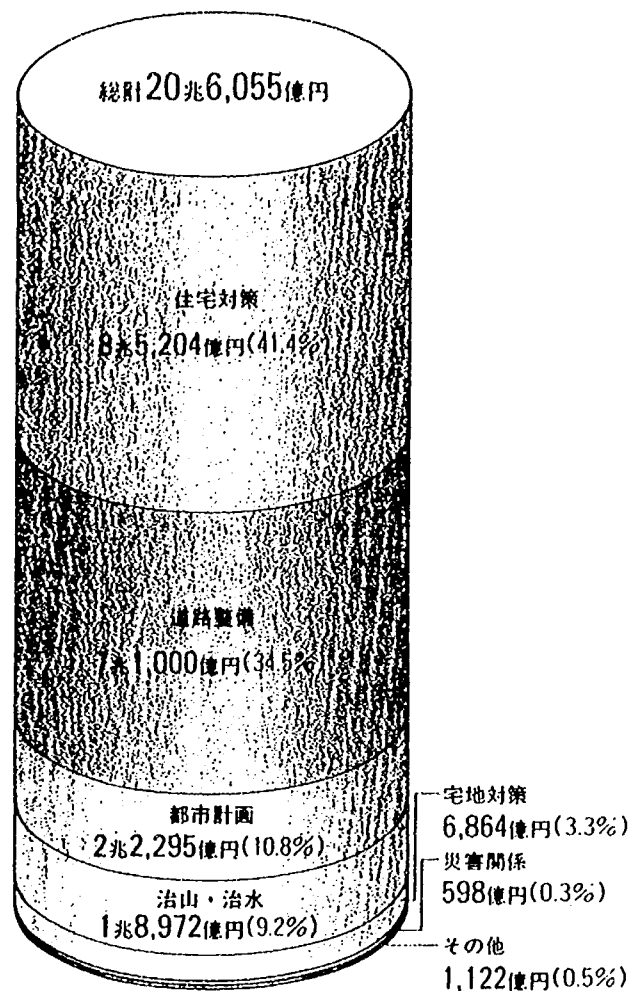


図-1 建設省関係事業費事業別内訳(平成2年度)

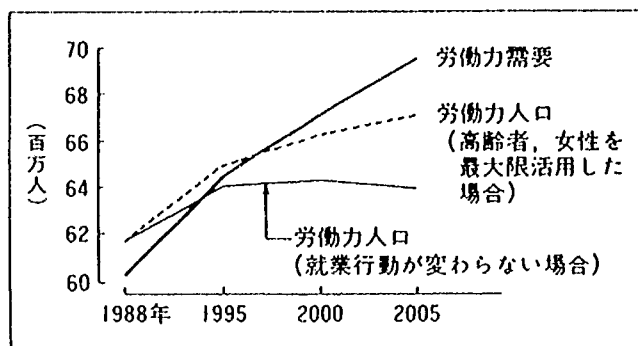
景気がよくなる」等と喜ぶのは通り越して、急激に増えた莫大な工事量を限られた人と時間でどうさばくかということに、絶えず頭を悩まされなければならない時代になるのではないかと考えられる。

2) 慢性的な技術者不足

近年わが国では労働者の不足が目立ってきている。

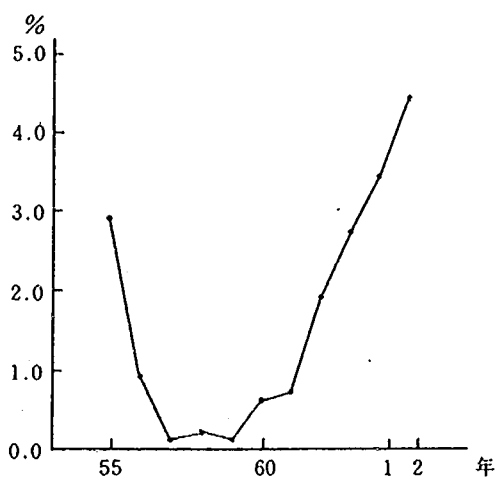
労働省の統計によれば図-2に示すようにわが国においては、今後の経済の成長と共に労働需要も年々伸びて行くが、労働人口はほとんど伸びてゆかない。これはわが国の出生率が年々低下しているためであるが、仮に高齢者や未就労の女性を最大限に活用したとて、2000年には86万人もの労働者が不足すると試算されている。

そのうえ、わが国の労働時間は欧米に比べてまだ長いと言われている。将来はわが国の労働時間



資料：労働省

図－2 我が国長期労働需給見通し¹⁾



図－3 建設技能労働者不足率の推移²⁾

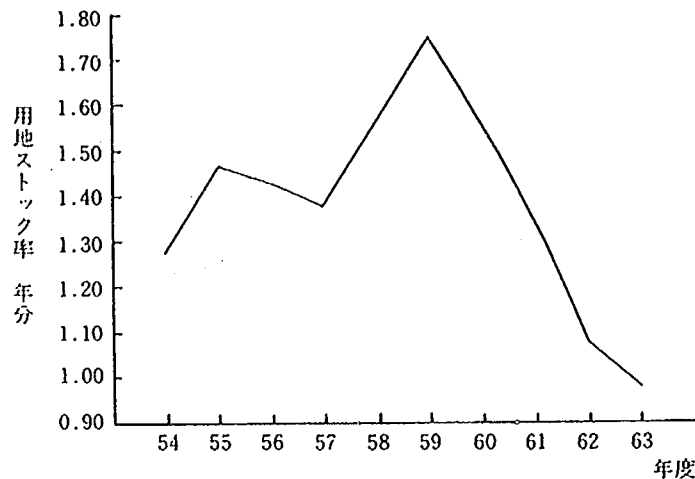
が現在よりも短かい時間に改善されるものと考えられている。そのようになれば実質的な労働者不足はさらに厳しいものになると考えられる。

これらの労働者不足の程度は職業の種類によっても差があり、鉱工業、とりわけ建設業のような作業環境の厳しい職種には労働者が寄り付かなくなるという深刻な事態も生じる事も考えられる。

図－3は建設省資料²⁾による建設技能労働者の不足の状況を経年的に示したものである。昭和60年頃から建設技能者は毎年1%づつ増え続けており、現在は5%以上もの不足となっている。

3) 建設用地の入手難と特殊工事の増加

近年の都市の土地価格の暴沸は全国的に広がりつつあるが、1970年からの20年間における上昇率は全国平均でも5～6倍にもなっている¹⁾。したがって建設工事には必須の用地の確保が今後ますます困難となってくるであろう。



- 注) 1. 建設省資料
 2. 建設省直轄事業の値である。
 3. 用地ストック率とは、前年度末新規工事着工可能面積を当該年度新規工事着工面積で除したものである。

図-4 公共事業用地ストック率の推移²⁾

図-4は建設省がストックしている公共事業用地の量の推移を示すものである。ストック量は昭和59年頃より年々少なくなり、昭和63年には1年分にも満たなくなっている²⁾。

このため、今後の建設工事は用地問題の比較的少ない地下工事、高架工事、ウォーターフロント等で行う比率が高くなってこよう。これらの場所での工事は一般の地上工事に比べて作業環境が厳しく、特殊な施工技術や安全管理を必要とするため今後の建設技術はますます高度で複雑なものとなってゆることが予想される。

4) 構造物の高級化

経済の発展と共に国民の生活も次第に豊かになってゆくが、豊かになればなるほど持ち物や利用するものに対する期待や欲求も次第に高いものとなってくる。例えば家の場合であれば確保出来れば満足出来た時代から、広くかつ使いやすく、冷暖房や駐車場まで備えたものでなければならぬと次第に満足する条件がエスカレートしてきている。

橋梁等の構造物の場合でも、最初は通行が可能であればよかったものが、自動車が速く、かつ快適に運転できる様に広く、道路の線形によくマッチしたものに改良され、さらに最近では美しい色や形をしていて都市や自然の景観に調和したり、騒音の出にくい対策や維持管理の容易な構造も兼ね備えたものを架設しなければならない場合が多くなってきている。

このように構造物が多機能・高級化し、かつその構造物を設置するために必要な用地の価格が上昇するとなれば構造物の総建設費は必然的に巨額のものとなってくる。高価なものを造れば当然ながら、簡単には壊れてもらいたくないので、構造物の耐久性に対する要求は益々厳しいものになってくるであろう。

5) 環境問題に対する関心の高まり

産業が発展し国民生活が次第に豊かになるのとは引き換えに騒音や環境汚染、地球規模の環境変化等の問題が次第にクローズアップされるようになるであろう。したがって騒音や廃棄物の出ない建設工事が一層強く要求されるようになってこよう。

また、石油をはじめとする諸エネルギーの枯渇という問題も今後次第に関心がたかるようになり、省エネに貢献する工事が要求されるような時代にもなってこよう。

表ー1 1990年代に発展の期待されるコンクリート技術と材料⁶⁾

要求性能	着目される技術	材料名、製品名
①②	プレキャスト化	埋設型枠、床版、擁壁、橋脚、舗装
②	早 強 性	超早強コンクリート、超速硬セメント
①	流 動 化	流動、ハイパフォーマンスコンクリート 水中不分離コンクリート
③	ひびわれ防止	低発熱セメント、収縮低減材、短繊維
③	耐食性補強材	塗装鉄筋、ガラス、炭素、強化高分子材
③	被覆、補修材	ウレタン、フッソ、シリコン系樹脂 ポリマーコンクリート
③④	代 用 骨 材	輸入骨材、再生骨材、人工骨材
②③④	地 盤 改 良	地盤改良材、注入材、人工軟岩、止水材

太字は特に発展が期待されるもの

2. 1990年代に期待される建設材料はどのようなものか

前項で述べたような社会構造や建設環境の変化の傾向を考えた場合、1990年代に建設の分野で望まれる技術としては次のような事のいずれかに役立つものであろう。

- (1) 省力化
- (2) 施工速度の迅速化
- (3) 製品の高品質化
- (4) 環境改善・省資源

コンクリート系材料を例にして今後発展すると考えられるものを示せば表ー1の様になる。

以下にその理由を説明しよう。

1) プレキャスト化

コンクリートは非常に安い材料ではある一方、コンクリート工事の現場では鉄筋工、型枠工、養生工など非常に多くの作業と人手を必要とする欠点がある。

プレキャスト製品を用いるようになると工場で製作されたコンクリート構造物の部材を現場で組み立てたり接合するだけですむので著しい省力化となる。また、硬化したコンクリートを用いるので養生期間を必要とせず、工期の短縮にも著しい効果がある。

小型のコンクリート部材は現在も製品化が進んでいるが、床版、舗装、擁壁などもいずれプレキャスト化されて使用されるようになるであろう。

2) コンクリートの早強化

現在使用されているコンクリートは一般に28日強度を設計基準とする普通ポルトランドセメントが使用されている。しかしながら、セメントには7日で同じ強度が出る種類も、3日出る種類もある。但し現在は需要が少ない為か普通セメント以外のものはほとんど生産されていない。

工期の短縮の重要性が認識されれば、現場からは速く硬化するセメントの使用が要求されるようになり、生産者も生産せざるをえなくなろう。

もし1日で硬化するセメントが開発されれば、工事の翌日から供用出来るので舗装工事や工期のとれない工事等においては画期的なものとなるであろう。

3) コンクリートの高流動化

柔らかいコンクリートを打ち込み、締固めをしなくとも済むようなコンクリート工事が出来れば省力化に寄与することは言うまでもない。コンクリートの品質を下げないために水を多く加えないで柔らかくする必要があるが、流動化剤等の特殊な混和材料を使用する技術が進歩してきているので、技術が完成し普及するのもそんなに遠い先ではなかろう。

4) ひびわれ防止

コンクリートにとってはひびわれは宿命的なもので防止するよりはむしろ、ひびわれが出ても害がないような対策を講じる事が今までの考え方であった。しかし、低発熱セメント、収縮低減材、等が進歩すればひびわれの防止も夢ではないのでひびわれの絶対出ない構造物を造れという要請も強いので、この方面の研究も盛んに行われるようになるであろう。

鋼繊維等の繊維類もコンクリートのひびわれの発展を妨げるのに効果を発揮するので、ひびわれを嫌う構造物で用途がふえるものと考えられる。

5) 高耐食性化

コンクリートは半永久的な構造材料と考えられるが、鉄筋コンクリート等に使用されている鉄筋等の鋼材は、長い間には錆びて断面減少を生じるので鉄筋構造物の寿命は有限である。耐久性の強化のため、実用化されている塗装鉄筋は海岸や寒冷地の道路での使用が増える一方、ガラス、炭素繊維、強化プラスチック等は錆なくてかつ、強く硬い材料として鉄筋に代わるコンクリートの補強材料として使用する研究が今後も盛んに続けられよう。

6) コンクリート被覆、補修材料

コンクリート構造物のストックも莫大な量となってきたので、補修しなければならないものも次第に多くなってくることが予想される。補修後はコンクリートの表面に通常はアクリルやウレタン

の樹脂塗装がおこなわれているが、景観上の観点から新設のコンクリート構造物でも塗装をするものも増えてこよう。

今後はウレタン等よりもさらに寿命が長いとされている、フッソ樹脂やシリコン樹脂塗装等の研究がなされ、塗装材料はそれに移行してゆくであろう。

何十年も塗り替え不用の塗装が出来れば、塗りがえる前に塗装面が汚くなってしまうことも予想され、汚れの付きにくい塗装材料やクリーニングの容易な塗装についても研究が進められる事と思われる。

7) 代用骨材の使用

建設工事が盛んになればコンクリートの使用量が増えるが、コンクリートに使用する骨材の量も不足するようになってくるであろう。低品質の骨材も使用できるようにとの要望もでるが使い勝手や耐久性等の観点から良質な骨材が求め続けられる結果、外国からの輸入量はセメントだけでなくコンクリート用骨材についても増加してくるであろう。

環境保護の観点からコンクリート廃材は廃棄場所がないため、再生使用をせざるを得なくなり、行政指導でコンクリート廃材からとりだした骨材も生コンに使用されるようになってこよう。

8) 地盤改良材の需要増加

都市における地下工事やウオターフロントにおける工事では地盤の強化や改良が必須となってくる。無機系の注入材料やセメント系の地盤改良材料の需要量が著しく増大し、セメント産業の重要な市場となってくるであろう。

3. 建設省はどのような新素材の研究をしているか

3. 1 経緯

建設省は先に述べた今後当面すると思われる多くの建設行政施策上の問題点を、先端技術を含めた新しい技術を活用して改善を図れないものかと考え、建設大臣の招集による学識者の意見を聴く「先端技術の活用懇談会」を設置した（昭和59年）。そしてその報告に基づいて新素材活用のための研究テーマや推進方策を積極的に打ち出すことにした。

ちなみに、構造物への適用の可能性の大きい新素材、新材料には表－2のようなものがある。

先端技術の活用懇談会では表－3のような新材料の建設分野における活用例が紹介されている。

昭和62年には土木研究所は「土木分野における新材料の利用に関する調査」研究テーマとし、建設会社や建設省現場に対して新材料のシーズやニーズに対するアンケート調査を実施した。

昭和62年度から5か年計画で建設本省、土木研究所、各地方建設局は「建設分野における新素材の活用に関する研究」を建設省技術研究会の課題に揚げニーズ、シーズの調査結果や各地方建設局で行っている材料関係の試験施工を行うパイロット事業の成果を報告している。

昭和63年度には、建設省総合技術開発プロジェクト「建設事業への新素材・新材料の利用技術の開発」が土木研究所、建築研究所で5か年計画でスタートした。

このプロジェクト研究は民間との共同研究で行なわれるものが多いところに特徴がある。

表-2 利用技術の開発を待つ新素材・新材料

種類	材料名・分類	主 な 成 分 ・ 特 徴 的 な 性 能
金属 材料	高強度高性能鋼 ステンレス鋼 クラッド鋼 制振鋼板 低降伏点鋼	強度6000kg f/cm ² 以上、高靱性 高強度高耐侯性 SUS304, SUS304N2, SUS329J2L 鋼を母材とする合わせ材、ステンレスクラッド、銅クラッド、チタンC 鋼と高分子材のサンドウィッチ、吸エネルギー 降伏点が1000kg f/cm ² 以下の鋼
非金属 材料	セラミックス ニューガラス 高性能コンクリート	酸化系(SiO ₂) 高強度・耐熱・高耐侯性、導電系、軽量系 非酸化系、超硬度 超耐熱 発熱体 光電素子 半導体 繊維系、調光系、調熱系、電磁遮蔽系 高強度系、超早強、高靱性系、低発熱系、軽量系、高流動系
有機・ 高分子 材料	エンジニアリング プラスチック 高耐侯性塗料 吸水性樹脂	熱可塑型-ナイロン、ポリアセタール、ポリカーボネイト、PPO 熱硬化型-フェノール樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル ふっ化ビニデリン、ふっ素 アクリルシリコン 自重の400~1000倍
複合 材料	粒子分散強化型 繊維強化型 積層強化型	剛性、水密性向上 短繊維、長繊維、FRP, FRM, FRC、炭素繊維、アラミド繊維、 ガラス繊維、ポリエチレン繊維、ポリビニルアルコール、金属繊維、 強度、靱性、耐久性向上、

表-3 新材料の代表的な活用例³⁾ (「先端技術の活用懇談会」による)

目 的	素 材	使 用 例	備 考
耐久性向上	耐候性鋼	橋梁 橋梁(外壁、屋根材)	・微量のNi, Cr, Cu, Pなどを加えた鋼材であり、塗装 が不要
	セラミックコーティング	低層住宅(外壁用パネル)	・セラミックを外壁パネルに高温焼付け
	クラッド鋼	ダム(コンジットパイプの吐出口・ゲ ートのスキムプレート)	・ステンレスなどの耐食性に優れた金属を鋼材に接合した複合 材料
	ガラスフレーブ	橋梁、水門扉などの塗装	・塗装の充てん材として使用 ・塗膜の耐久性向上により、海上橋などの再塗装困難箇所に使用
	アルミ溶射	水門扉 石油タンク カーテンウォール	・鋼材にアルミニウムを溶射 ・耐久性に優れている
	ジオテキスタイル	河川護岸の吸出し防止材・排水材	・土質安定用繊維材
	レジンコンクリート	地下配管工事 温泉地基礎工事 耐薬品保護仕上げ	・セメントをレンジで代替し、地中耐久性、耐薬品性を増大
	鋼繊維補強コンクリート	トンネル(吹付、舗装) 地下発電所 橋梁(舗装床版)	・コンクリートにスティールファイバーを混入し、引張強度、 曲げ強度、靱性などを増大
	フッ素樹脂塗料	建築(屋根塗装)	・フッ素の高耐食性を利用し、ステンレスなどに高温焼付け
	アルミ・ステンレス高欄	橋梁などの高欄	・高欄の素材としてアルミまたはステンレスを使用
部材の代替 機能の付加	セラミック発光管	照明灯(高圧ナトリウムランプの発光 管)	・維持管理費の低減 ・セラミックスの透光性を利用し、高効率照明ランプの利用 ・ナトリウム蒸気に対する耐食性
	人造木材	建築物の造作材	・無機質系シリカ材を利用し、木材と同等質感、仕上げを表現
構造物の代替	合成布びき製ダム	河川の起伏堰	・維持管理の容易性 ・経済性の向上
機能の付加	電波吸収材	橋梁(船舶レーダー) 建築(TV電波)	・フェライトを混入したシートまたはタイルを構造物表面に 張付け、反射による電波被害を防止
廃棄物の活用	高炉スラグ、水硬性、粒 度調整スラグ	コンクリート用骨材、路盤材など	・製鉄廃棄物の有効利用

また、この頃から各地方建設局は技術事務所のパイロット事業を通じて民間と共同開発の形をとりながら多くの新材料、新工法の開発や試験施工を実施するようになった。
これらの一連の経緯を表にまとめると表-4のようになる。

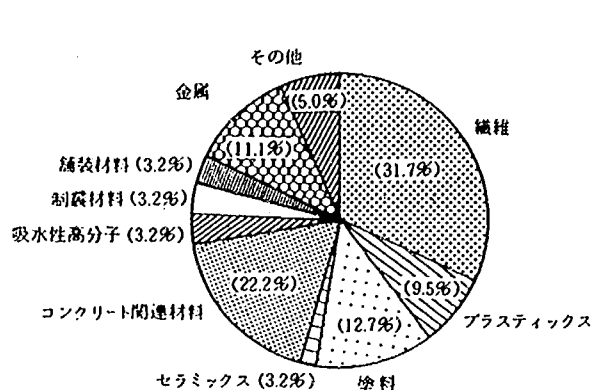
表-4 建設省における新素材・新材料の検討状況⁴⁾

59	「先端技術の活用懇談会報告 (昭和59年12月)」 (建設大臣の私的懇談会)	1. 現状(利用例), 2. 新素材活用の基本方向, 3. 新素材活用の研究開発テーマ, 4. 新素材活用の推進方策〔①共同研究, ②技術評価, ③民間の自主開発(審査証明, 税制, 38条認定等), ④パイロット事業, ⑤評価法の確立, ⑥情報交流〕
60 ～ 62	「土木分野における新材料の利用に関する調査」 (昭和62年度) 土木研究所	土木分野における新材料のニーズとシーズをアンケートなどにより調査し、新材料に対する多くのシーズとニーズがあること、新材料を利用するにあたっての課題などを明らかにした。
	建設技術開発会議 重点研究課題調査部会 (昭和62年2月26日)	報告(要旨) ①材料は実績主義的, データ蓄積および材料試験方法, 評価基準の確立 ②ニーズとシーズ(情報交換の必要性) ③共同研究, 総合的取り組み→総プロとして取り組む ④コスト ⑤他分野の材料, 未利用材料, 廃棄物の利用
	「建設分野における新素材の活用に関する研究」 (昭和62年度～平成3年度) 建設省技術研究会 土木部会	土木研究所, 各地建, 北海道開発局, 沖縄総合事務局 62年度 新素材に対するニーズ, シーズ, 建設会社の動向, 特許等の調査 63年度以降 試験施工等を主とする新素材の具体的検討
63	「建設事業への新素材・新材料利用技術の開発」 (昭和63年度～平成4年度) 建設省総合技術開発プロジェクト	土木分野(土木研究所), 建築分野(建築研究所)への新素材・新材料の利用可能性を検討し、利用技術を確立する。
～	共同研究の取り組み	土木研究所(平成元年度～) ①高耐久性被覆材料の利用技術の開発 ②現場打ち超早強コンクリートの実用化に関する研究 ③P C橋の緊張材への新素材の利用に関する研究
		建築研究所(昭和63年度～) ①新素材繊維を利用した高機能性セメント系複合材料の建築への利用技術の研究 ②コンクリート用鉄筋代替高機能性補強材料の開発研究 ③高性能鋼の建築構造への利用技術の開発 ④新ステンレス鋼の建築構造への利用技術の開発

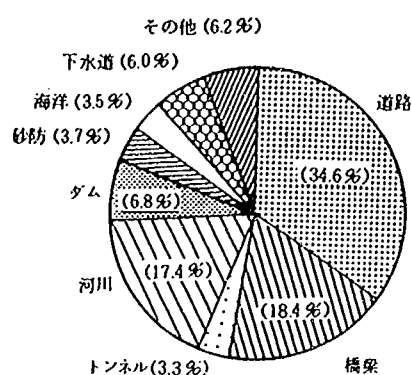
3. 2 土木研究所における材料研究の内容

「建設分野における新素材の活用に関する研究」では民間の建設業者で開発研究されている材料、新材料を求めている現場等に関する多くの事項をアンケートにより調査し、開発の必要な技術や利用価値のある技術を整理した。

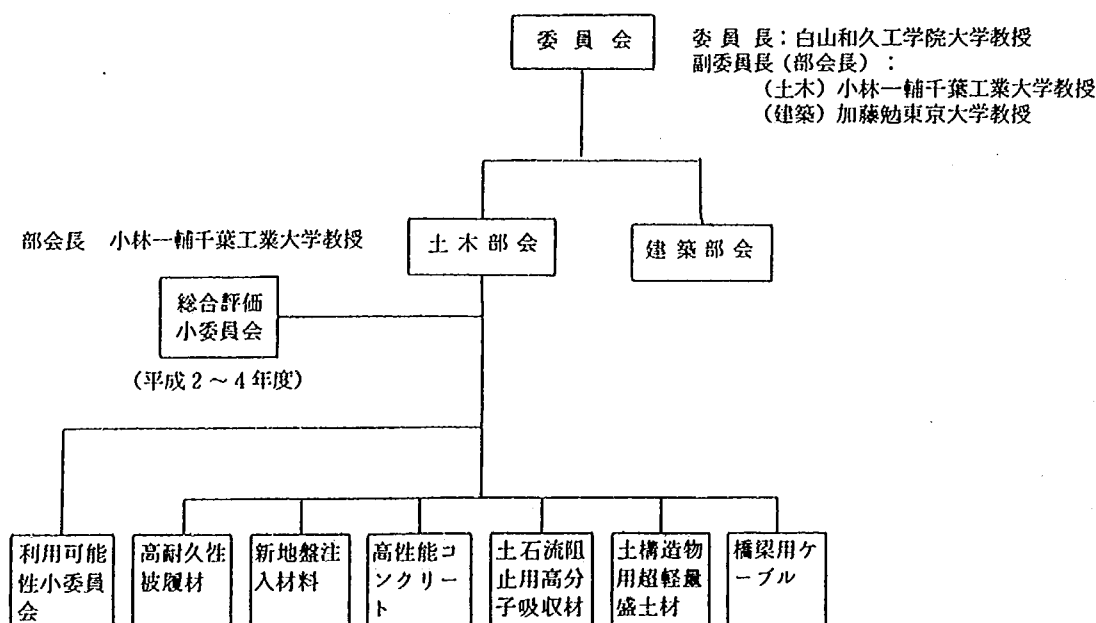
図－5、6 は開発研究の行われている素材の種類や新材料を必要としている構造物の種類を整理した結果を示す。



図－5 建設会社が現在取り組み中の新材料の種類³⁾



図－6 新材料を希望する現場(483)の内訳³⁾



総プロ「建設事業への新素材・新材料の利用技術の開発」は学識者も含めた検討委員会をつくり、委員会形式で図-7に示すような研究を実施している。

各テーマの内容と進捗状況は以下の通りである。

・利用可能性小委員会

鉄系新材料，化学繊維系新材料，セメント系新材料，ゴム系新材料，強化プラスチック系新材料，塗装系新材料等について生産者から土木工事への利用の可能性についての説明をうけた。

・新地盤注入材料の地中構造物への利用技術

使用実績の多い水ガラス系，セメント系新注入材料の注入のメカニズム，注入効果の確認方法等を検討中。(図-8)

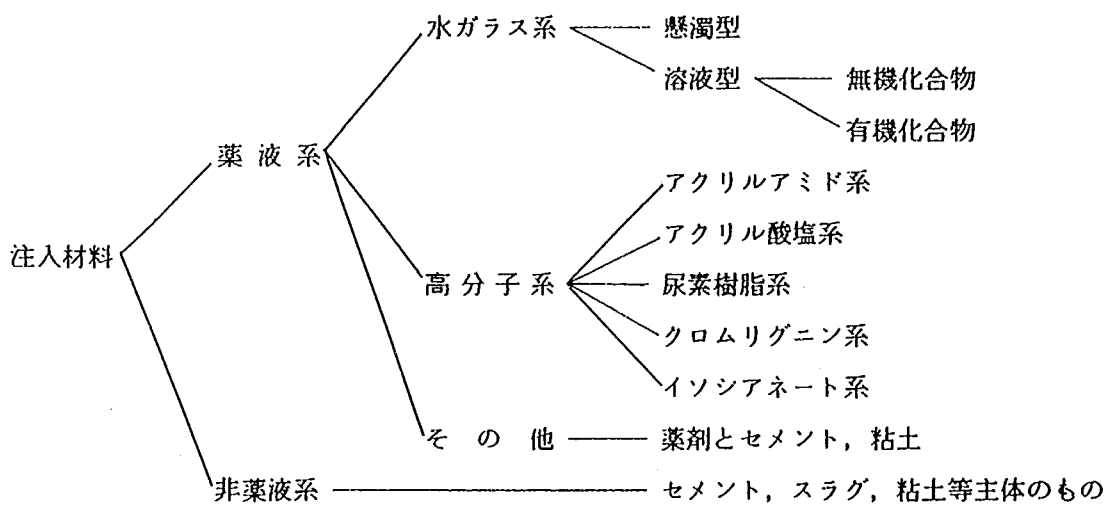


図-8 注入材料の分類

・新素材の高耐久性被覆材料への利用技術

耐久性の高い，汚れにくい，清掃し易い塗装材料の検討。(表-5)

・高性能コンクリートの開発

速硬性コンクリート(1日で硬化するコンクリート)の開発，特性試験。(図-9)

・土石流阻止用高分子吸収材の開発

高分子吸水材により土石流を固化し流失を止める方法の検討。室内実験。

・新材料の超軽量盛土材料への利用技術

超軽量盛土材料の土構造への利用技術の開発。現地適用試験。(図-10)

・橋梁用ケーブルへの新素材の利用技術

各種繊維材料を用いたPC緊張材の端梁用PC桁への利用技術の検討。各種材料の性能試験。

(図-11)

表-5 コンクリート用試験塗装の材料

上塗り	中塗り
アクリルシリコン樹脂 シリコン樹脂 ふっ素樹脂塗料 ふっ素樹脂フィルム アクリルウレタン	エポキシ ウレタン ゴム FRP ポリマーセメント

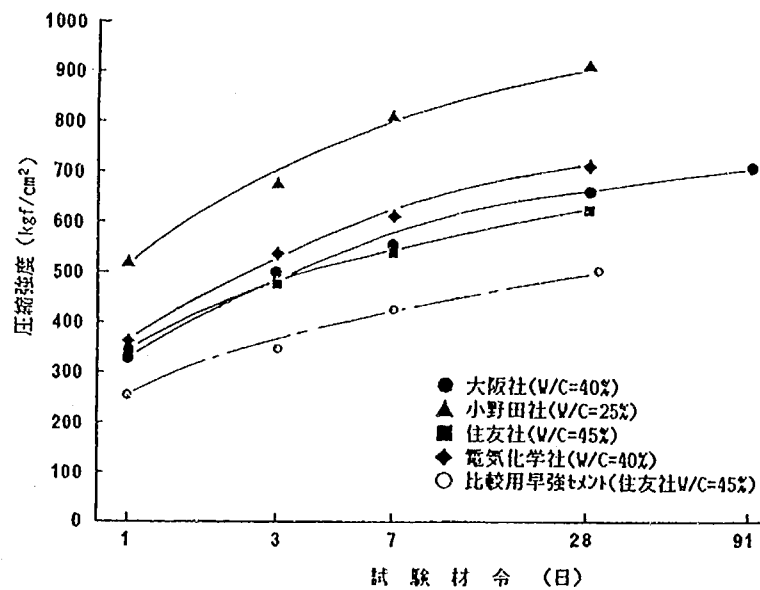


図-9 開発された1日強度コンクリートの強度⁴⁾

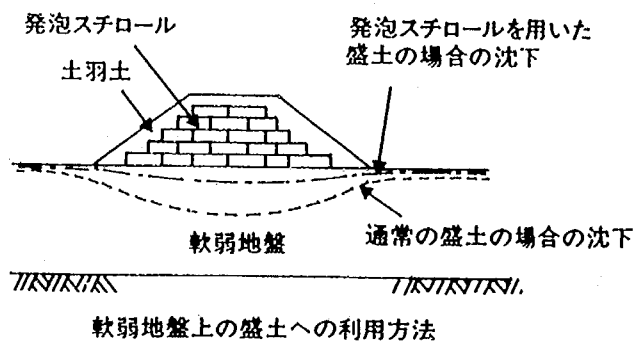


図-10 軽量盛土材料の利用方法⁴⁾

元年度	2年度	3年度	4年度
・FRPケーブルの要求性能の調査			
・FRPケーブルの品質特性の検討			
	・FRPケーブルを緊張材として用いたPCげたのシースの検討		
	・FRPケーブルを緊張材として用いたPCげたの定着方法の検討		
	・FRPケーブルを緊張材として用いたPCげたの耐久性		
		・FRPケーブルを緊張材として用いたPCげたの耐荷力の検討	
			・設計・施工指針（案）の作成

図-11 橋梁用ケーブルへの新素材の利用技術の開発に関する研究フロー⁴⁾

3. 3 各地方建設局における材料開発研究の内容

各地方建設局はパイロット事業として技術事務所と民間会社との共同開発で各種の新技術を開発させ、試験施工を行っている。これらの課題の中には新材料に関連するものも多い。それらの例を以下に示す。

東北地建

プレキャスト（格子張護岸）、耐流動性アスファルト、ゴムアス床版継手、ジオテキスタイル（舗装補強材）、再生アスファルト、ポリスチレン断熱型枠。

関東地建

プレキャスト（函渠）、FRP 樋管、常温混合材舗装。

北陸地建

プレキャスト舗装、断熱型枠、吸水性養生マット。

中部地建

プレキャスト護岸、透水型枠、フッソ樹脂塗装。

近畿地建

プレキャスト（床版、トンネル覆工）、ジオテキスタイル（布張り盛土、舗装、グリット補強盛土）、ゴムチップ入りアスファルト、吹付け防水幕、融雪アスファルト、透水型枠。

中国地建

プレキャスト（大ブロック、法枠、透水側渠）、透水型枠、フッソ樹脂塗装、ジオテキスタイル（舗装）。

四国地建

プレキャスト（樋門）、舗装目地材、白色舗装。

九州地建

ポリマーセメント塗装、ジオテキスタイル（しらす補強）、再生アスファルト。

3. 4 建設省関係財団法人で行っている新材料関係事業 土木研究センター

民間優良技術審査証明事業（材料）：

民間で開発された材料関係の優良技術に関して開発者の言っていることが事実であるかどうかを審査し事実の場合には証明書を出す。

むすび

材料関係の技術発展の将来展望と建設省が現在行っている研究事例の紹介を行った。その要点は2章に示すように省力化、迅速化、高品質化、環境改善等の目的に役立つものである。時間等の制約から十分には紹介できなかったものが多いが、詳しくは以下の参考文献を参照されたい。

最後に引用させていただいた文献の著者の方々に紙上をお借りして深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 牧野昇／三菱総合研究所：全予測90年代の日本，ダイヤモンド社，1989。
- 2) 建設省：平成2年国土建設の現況，1990。
- 3) 建設大臣官房技術調査室／土木研究所：建設分野における新素材の活用に関する研究，第42回建設省技術研究会報告（昭和63年度），建設省。
- 4) 建設省：総合技術開発プロジェクト 建設事業への新素材・新材料の利用技術の開発，平成元年度研究開発概要報告，平成2年12月。
- 5) 土木学会：90年代のコンクリート技術，平成2年度全国大会研究討論集會資料。
- 6) 建設省：広報協議会21世紀をになう国づくり（事業紹介パンフレット），平成2年度。

特 別 講 演
「暮らしからみたこれからの基盤整備」

評論家 五 代 利矢子

・ 一 二 三 四 五 六 七 八 九 十

..... 2

..... 7

人・自然・土木
—うるおいのある緑豊かな国土づくり—

緑化研究室長 半 田 真理子

人・自然・土木

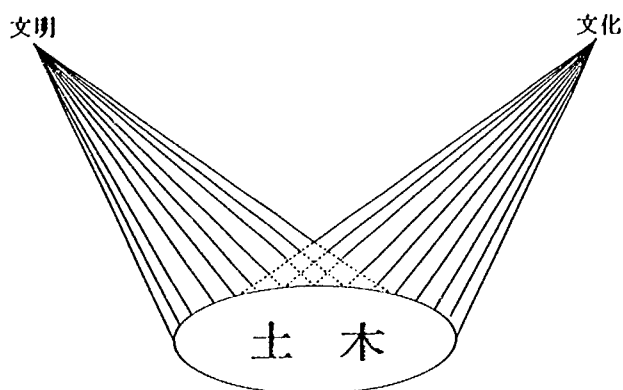
－うるおいのある緑豊かな国土づくり－

人は自然を開発し国土を建設してきたが、21世紀に向けて地球環境の保全や豊かさの創造などの視点が一層必要になっている。そのため、本講演ではこれらの視点に密接な関係がある「景観形成」や「緑化」の方法をめぐる、計画、設計、施工、管理など各段階における要点を考察する。具体的には道路事業を中心に検討し、うるおいのある緑豊かな国土づくりへの方策について論旨を展開する。

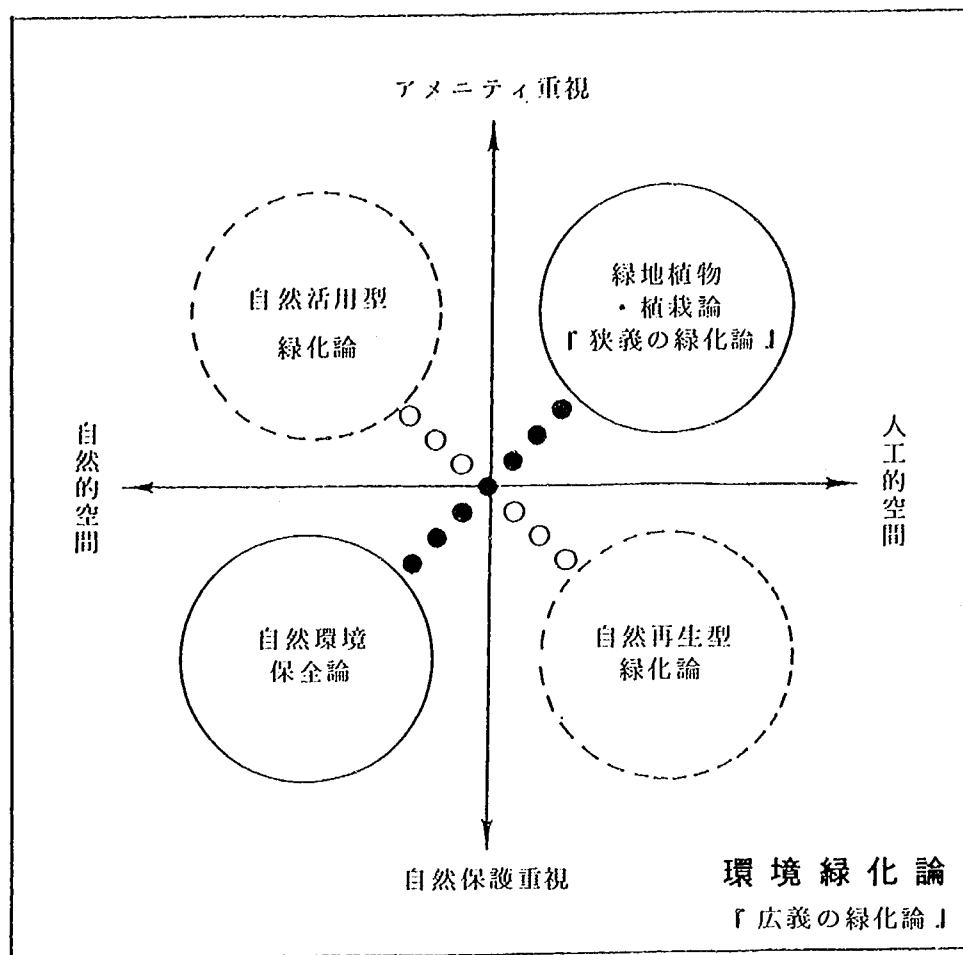
I. 人と自然の基本的関係

近年、地球的規模での環境のあり方がクローズアップされ、人と自然は基本的には調和した関係が目標とされるようになってきた。「人と自然の共生」の時代の到来といえよう。

このような中で「緑化」の意味合いや対象領域も変化し、樹木、草花などの個体を植栽するという狭いとらえ方ではなく、集団としての緑を体系的に保全、創出するという広い意味で使われるようになってきた。広義の緑化技術を「環境緑化技術」と名付け、それを「自然環境の保全と快適環境の創出を目的として、緑地を保全し創出するための技術体系」と定義する論もある¹⁾。この環境緑化技術論においては、「①アメニティ重視か自然保護重視か」を縦軸に、「②人工的空間か自然的空間か」を横軸に据えて各領域の関係を体系的に示している（図－2）。例えば、都市のような人工的空間においても自然保護を基調とした緑化を行おうとする「自然再生型」としては、ドイツ



図－1 「文明」「文化」の視点と「土木」



図－2 環境緑化論を構成する4つの研究領域

におけるビオトープ（生物空間）の再生が挙げられる。自然的空間でのアメニティを重視した「自然活用型」の考え方は、土木構造物の建設においてもその応用が期待される。人工的空間でのアメニティ重視は、従来の狭義の緑化論であるが、最近ではこの領域で、人工地盤、軽量土壌等に垣間見るように、花と緑をめぐる新技術の開発が活発化する傾向にある。

今後とも、人と自然の関係を幅広くとらえた「緑化」の考え方を活用して良好な景観の形成を図り、うるおいのある緑豊かな国土をつくっていくことを基本としたい。

Ⅱ. 国土建設への技術的展開

次に、自然と調和し景観的にも良好な国土を建設していくための方策や技術的な展開方法等について考察してみよう。なお、景観形成については「道路景観整備マニュアル（案）」²⁾、緑化技術については「道路緑化技術基準」³⁾等に基礎的事項が述べられていることを紹介することとして、ここでは緑化研究室が実施した研究成果を中心に述べたい。

1. 現状

現在、景観形成のために実施されている方策や緑化の進捗状況などは、次の如くである。

1) 景観評価について（『景勝地における道路構造等に関する調査』から）

環境影響評価書140事例について、「現況把握」「変化予測」及び「環境評価」に分け、立地区分、景観を検討したかあるいはしなかったか、検討した場合はその理由及び状況、景観検討の主たるテーマ、景観予測手法及び景観評価手法等を分析した。その結果、これらの事例のうち、「立地区分」では「集落」「田園」及び「山地」が全体の約7割、「景観検討理由・状況」では「景勝地・観光地」及び「自然公園」が約6割、「景観予測・評価手法」では「フォトモンタージュ」「スケッチ」「文章のみ」及び「調査者の主観的判断」が約9割を占めていた（表-1）。また、「景観検討の主たるテーマ」としては、「橋梁」「ランドマーク」「植栽」等が挙げられた。

表-1 140事例の分析結果集計表

（複数回答）

		北海道	東北	関東・ 甲信越	中部・ 近畿	中国	四国	九州・ 沖縄	合計	※比率 (%)
立地区分	市街地	2	2	28	11	3	3	3	52	37.1
	集落	3	13	20	19	5	8	7	75	53.6
	海洋・海浜・港湾	2	1	8	3	5	1	1	21	15.0
	田園	7	12	26	18	5	9	7	84	60.4
	山地	9	16	14	19	9	12	7	86	61.4
	河川・湖沼	2	6	9	7	2	5	2	29	20.7
検討理由・状況	景勝地・観光地	1	3	7	3	4	6	2	26	18.6
	自然保護	1	2	8	2	1	0	1	15	10.7
	歴史的環境	0	2	2	2	0	1	0	7	5.0
	レクリエーション他	0	1	8	6	1	1	2	19	13.6
	自然公園	2	11	15	11	3	5	4	51	36.4
	都市公園・風致地区	0	0	2	3	0	0	0	5	3.5
	景観検討せず	8	9	17	15	4	6	5	64	45.7
予測・評価手法	数値	0	1	1	0	0	0	0	2	1.4
	フォトモンタージュ	1	4	12	10	0	2	2	31	22.1
	簡易モンタージュ	0	1	0	3	1	0	1	6	4.3
	スケッチ	0	1	10	2	0	1	2	16	11.4
	文章のみ・可視判定	2	4	8	5	1	3	2	25	17.9
	調査者の主観的判断	0	8	17	13	3	7	4	52	37.1
	断面図	0	0	0	1	0	0	1	2	1.4

※ 事例数 140 における比率

2) 景観整備について（『道路構造物の景観整備の現状に関する研究』¹⁾から）

景観を考慮した構造物に関するアンケート調査から紹介する。このアンケート調査は、道路構造物として①橋梁、②高架橋、③立体交差、④横断構造物、⑤トンネルの5工種を設定し、8地建、北海道開発局、沖縄総合事務局、及び景観を考慮した構造物が存在する地方自治体のうち26都道府県及び16市町村を対象に実施されたものである。その結果、景観整備が行われている件数は、アン

ケートの回収総数106のうち橋梁が51と約半数を占めており、一方、高架橋及び立体交差については、構造物の数が少ないため単純に比較はできないが、景観整備の事例はわずかであった（表－2）。

表－2 アンケート回収件数

		直轄*	直轄以外*	合計
1) 橋	梁	17	34	51
2) 高	架 橋	6	0	6
3) 立	体 交 差	4	1	5
4) 横	断 構 造 物	16	12	28
	地 下 歩 道	10	6	16
	歩 道 橋	6	3	9
	ペデストリアンデッキ	0	3	3
5) ト	ン ネ ル	9	7	16
合 計		52	54	106

*「直轄」とは8地建、北海道開発局、沖縄総合事務局のこと。

「直轄以外」とは都道府県、市町村のこと。

3) 道路緑化について（『わが国の街路樹Ⅱ』⁵⁾から）

全国の道路緑化率は6.1%に達し、道路種別で見ると、一般国道（直轄）の道路緑化率が16.6%と最も高く、次いで一般国道（補助）の7.6%、主要地方道の5.2%、一般地方道の3.4%の順となっている（昭和63年度調査）。

建設省、都道府県、市町村及び地方道路公社が管理する道路（昭和62年3月31日現在供用済）における全国の道路緑化樹木の総本数は、高木で約371万本、中低木で約5,829万本、合計約6,200万本であり、総樹種数は、高木で約330種、中低木で約350種である。高木で最も多く使用されている樹種はイチョウ（486千本）で、次いでプラタナス類（258千本）、トウカエデ（238千本）、ケヤキ（191千本）、サクラ類（ソメイヨシノを除く）（133千本）という順になっている（図－3）。中低木ではツツジ類（25,107千本）を筆頭に、シャリンバイ（1,258千本）、アベリア（3,756千本）、ツゲ類（2,330千本）、イヌツゲ（1,428千本）と続いている（図－4）。

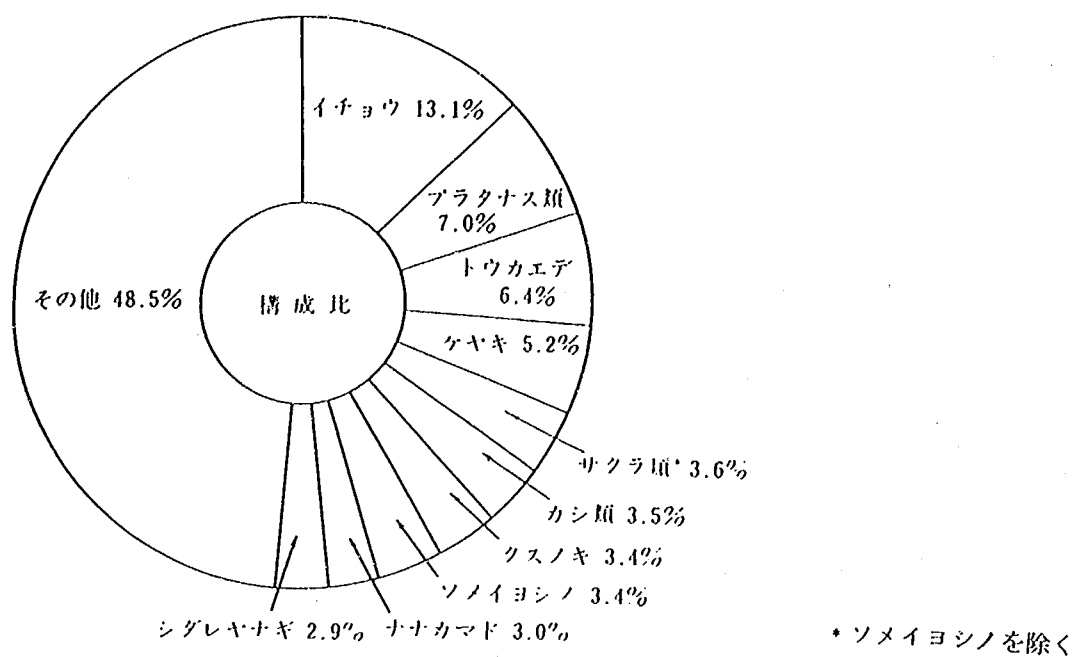


図-3 樹種別上位10種の構成比 (高木)

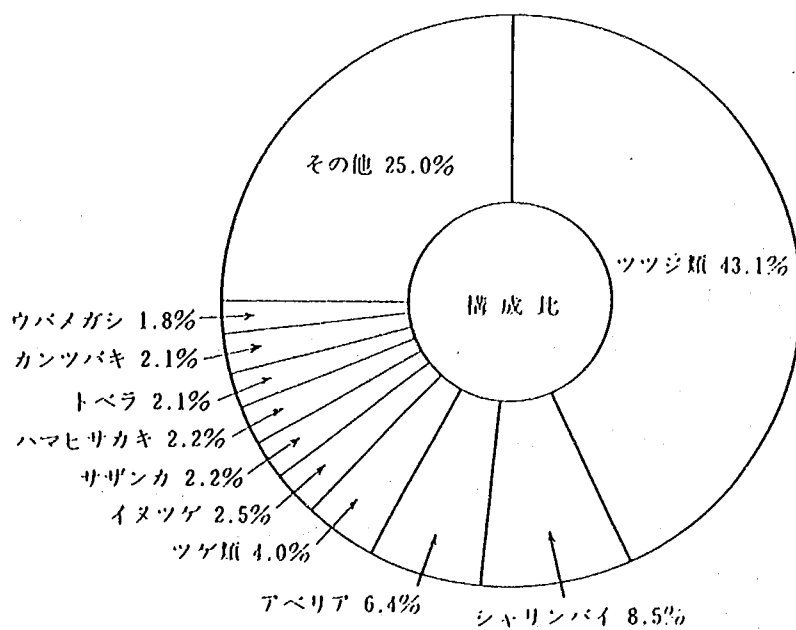


図-4 樹種別上位10種の構成比 (中低木)

2. 方策

1) 計画・設計段階

(1) 景観に関する環境評価について

自然と調和した良好な景観形成を図るには、計画・設計段階からその視点を組み込んでおくことが重要である。今後、横断道等の大規模な道路は、山間部等の景勝地に関わる地域を通過することが多くなるが、近年、自然環境を含めた環境保全やアメニティ創造に関する景観がクローズアップされてきている。そのため、実際に環境事前評価が行われたところに対し環境事後評価を行うなどして技術的なポイントを整理し検討することにより、景観に関する評価手法を確立する必要がある。

このような観点から、「景勝地における道路構造等に関する調査」を実施し、景観影響評価書进行分析して現地調査地点を選定し、環境事後評価にあたる現況調査を行い、環境事前評価との比較検討により、景観評価のポイントを把握したので紹介する。

調査方法としては、道路A、道路B及び道路Cの3事例について、「調査地域の設定」「景観資源・視点の抽出」「可視状況の予測」「モンタージュ写真等の評価対象の作成」「評価と保全対策」及び「予測結果と現況との比較考察」について把握、検討した。

調査結果として、次のことが明らかになった。

〔景観評価のポイント〕

①「調査地域の設定」

道路を中心とする地形を考慮し、より大縮尺の地形図や土地利用図を用い、視点の抽出範囲を決める必要がある。

②「景観資源・視点の抽出」

不特定多数の人々が入り出できる公共的な視点を調査地域全体にわたり抽出し、一定の基準に従い取捨選択していく必要がある。

③「可視状況の予測」

抽出した視点から計画道路が見える可能性があるか否かについて、視線方向の地形断面図等を描き予測した方がよい。

④「モンタージュ写真等の評価対象の作成」

現場を再現し易い画角の広いものを用い、写真と同時に断面図等の補助手段を併用し多面的な評価を行い、道路付属物等についても判明している範囲内で示していくことが重要である。

⑤「評価と保全対策」

言葉の意味や使い方（例えば「威圧感」「圧迫感」等）を明確にし、評価手法や対策を整理し、体系化していくとともに、新しい景観を創出していくという視点を明確にし、類似の事例との比較等の方法も考慮する必要がある。

今後の課題として、実作業を行う場合のフローチャートを細部まである程度固めることにより、調査内容や評価基準にあまりバラツキが生じないようにし、景観に関する環境影響評価の客観性と論理性を高めていくこととしている。

(2)道路構造について

道路建設等の事業に際して景観を配慮した道路構造を計画・設計していくためには、景観の客観的な評価手法を確立していくことが必要である。「景勝地の道路景観評価に関する調査」⁶⁾においてその評価手法の手掛かりを掴むことができたので、紹介する。

調査方法としては、大規模特殊道路の建設対象になりやすい河川及び海岸の景勝地を対象に、道路の介入位置と景観への影響度の関係について調査した。調査は、景勝地の類型区分を設定し、各類型を代表すると思われるシーン景観を収集した後、モンタージュによって位置及び橋脚の高さなどを変えた高架道路を介入させ、介入の前後のシーン景観に対する評価を比較することによって行った。評価実験には、評定尺度法により得られた結果を被験者（景観研究者）の自由討議により集約していくデルファイ法を用いた。なお、評価尺度法における評価尺度項目は、「開放感」「景色のまとまり」「自然性」「景色の良さ」及び「道路のおさまり」の5項目とした。

調査結果として、次のことが明らかとなった。

〔景観に配慮した道路構造のポイント〕

①道路であるのか何なのか判断できないような見え方は異様に感じられる。

橋脚の足元が樹林等で隠されると道路の存在感が弱まるが、橋脚が全く見えず、桁（高欄）のみが浮いたように見える中途半端な隠れ方は視覚的な安定感が得られないほか、実感が分からないために不安感を覚える。

②自然の方向性が弱い場合は道路によって景観に奥行き感やまとまりがもたらされる場合がある。

これといった目を引くような景観上の興味対象がない茫洋とした景観では、挿入道路が興味対象となることによって奥行き感やまとまりがでてくる場合がある。特に市街地の大河川のように人工景観要素が強い場合にその傾向が強い。（写真－1，2）

③自然の方向性が強い場合にそれをトレースするとうるさくなる。

自然景観の中で方向性を決定しているところ、例えば川の流れや弧状の汀線等は、景観上の興味対象となりやすいため、それに沿って道路が挿入されるとその存在感が強調されうるさく感じられることが多い。

④自然の方向性を決定している線の消失点が阻害されると影響が大きい。

自然景観の中で方向性を決定しているところ、例えば川の流れや弧状の汀線の消失点等は、景観上の興味対象となりやすいため、その見えが阻害されると影響が大きい。

⑤景観上の興味対象を阻害すると影響が大きい。

ものの輪郭はその形を認識する上で重要であり、山のスカイライン、岩島の輪郭といったものの見えが阻害されると評価が低下する。

⑥空間の特徴を決定している一体性が分断されると影響が大きい。

空間の特徴、例えば砂浜海岸における「白砂青松」のように砂浜と松林が一体となって特別の意味をもつような場合に、その一部の見えを阻害したり分断したりすると「白砂青松」という空間の持つ意味が失われてしまう。また、多島海や岩礁の点在する磯浜のように海面と点在する島等が一体となって評価される景観でもそれらが分断されると評価が低下する。(写真-3, 4)

⑦興味対象が水面の場合は、道路の桁下高さを高くした方が影響が小さい。

海では、水平線や海面の拡がり「海らしさ」を決定していると考えられることから、その見えを阻害したり、それらに接近したりすると影響が大きく、桁下空間を大きくとると影響が緩和される。

⑧興味対象が空間の拡がりの場合は、道路の桁下高さを低くした方が影響が小さい。

空間の拡がり特徴となっている景観では道路の位置をなるべく地平線に近付けた方が影響が小さく、桁下空間を大きくとることによる効果は出にくい。

⑨評価を低下させる要素を有する景観では、道路挿入による影響が生じにくい。

もともと評価の低い景観では、道路を挿入してもそれ以上評価が低くなりようがないといえる。また、②の場合のように積極的な評価要素(景観上の興味対象)がないために低い評価となっている場合は、道路の挿入により評価が高くなることもあるが、ゴミの散乱等評価を低下させる要素を有する場合は、道路を挿入しても評価が高くなることは期待できない。

⑩桁下に景観上の興味対象がない場合は、桁下高さを高くする効果はない。

桁下高さが低いことによる閉鎖感は、景観上の興味対象の見えが阻害される結果生じるものであり、桁下に景観上の興味対象がない場合は、桁下高さを高くしてもあまり効果はない。

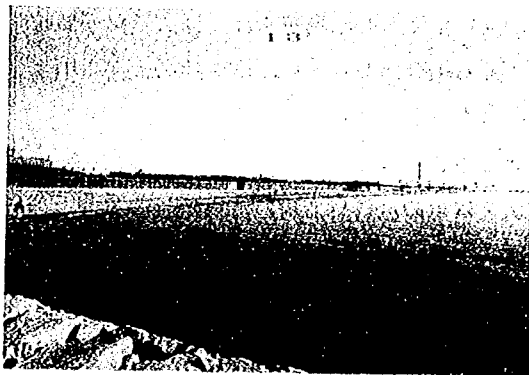


写真-1 砂浜海岸（原シーン）

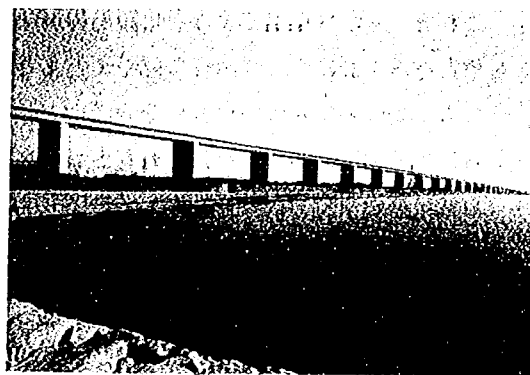


写真-2 砂浜海岸（道路挿入後）



写真-3 岩島海岸（原シーン）



写真-4 岩島海岸（道路挿入後）

今後の課題として、CG（コンピュータ・グラフィックス）を導入した景観シミュレータ等を活用し、三次元モデルによる評価手法等も開発しつつ、望ましい道路構造のためのより具体的な方策を検討していくこととしている。

(3)道路緑化の質について

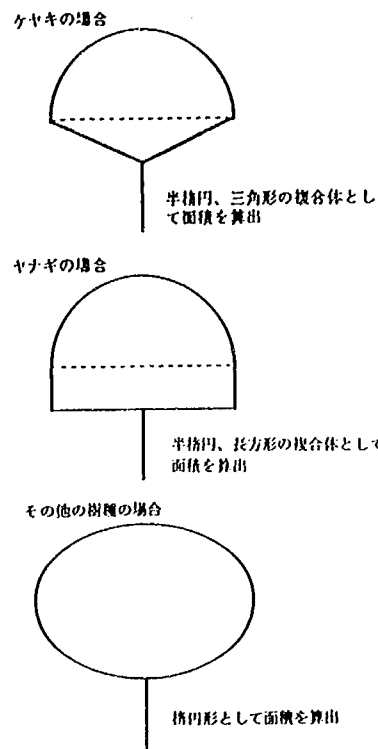
道路緑化にあたっては、緑化率を高めていくとともに、景観形成にも配慮し質的な向上を図っていく必要がある。道路緑化の整備水準を示す指標としては、現段階では「道路緑化率」（緑化済道路延長／道路延長、以下「緑化率」という）があり、道路における緑化の現況をある程度把握できるようになっている。しかし、緑化率により道路緑化の線的な把握は行われているが、緑の質や緑の量（ボリューム）といった定性的かつ定量的な把握、言い換えれば、質的な評価は十分には行われていないので、指標化など客観的に評価できる方法を確立する必要がある。

このような観点から「道路植栽形態設定及び緑化達成率に関する調査」を実施し、道路緑化の景観形成機能について評価付けを行い、道路植栽樹木及びその関連項目等の定量的指数との相関を検討し、数値により景観形成に係る道路緑化整備水準の設定を試みたので紹介する。

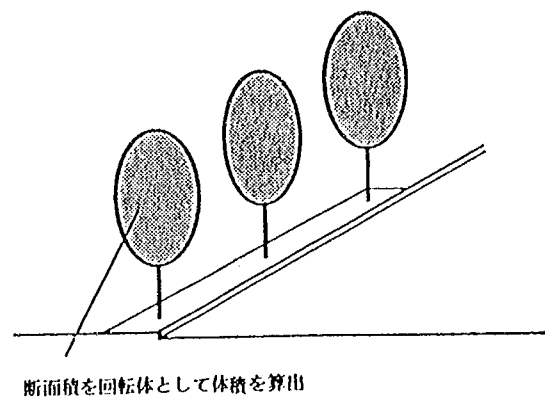
調査方法としては、地域区分、路線区分、車線区分（8、6、4、2車線）及び緩衝緑地ごとの関東周辺にある68路線の道路及び6地点の緩衝緑地の合計74地点について、道路横断構成、植樹帯等の植栽地構造、植栽内容等について実態調査を行った。また、それらの各地点について全体評価を一対比較法で行い、地点の順番付けによりそれらの順位を外的基準として、各測定項目がそれらの順位にどのように寄与しているかにより測定項目の整理を行った。そして、順位評価をさらに良・普通・不良の三段階に再評価を行い、良の部分の最低値を測定項目と順位評価との相関式に代入し達成率の目標値とした。

調査の結果、各種測定項目の整理、要約のために主成分分析を行ったところ、二つの指標軸が考えられた。一つは枝張り、緑積（高木の樹冠の体積）、断面積（高木の樹冠の断面積）といった「緑のボリューム」に関するもの、もう一つは、寄与率では小さいが、植栽間隔や植栽本数に関するも

のである。これらのことから、道路緑化整備水準の設定にあたり「道路緑化の質」を評価するには、次の事項が肝要であることが明らかになった。



図－5 高木層断面積の算出



図－6 緑積の算出

〔道路緑化の質の評価のポイント〕

道路緑化の各地点における質の評価を指標化し、景観形成機能の評価付けを行うには、

- ① 道路緑化の機能発揮に影響を与え、景観形成に大きく寄与する高木の緑量が表現される必要がある。
- ② 高木の緑量は、横断面方向の緑量と縦断面方向の連続性を示す必要がある。
- ③ 指標値としては、望ましい形状を分母に現状値を分子にして表現することが考えられる。
- ④ 現地への適用を円滑にするために、計量が容易であることが必要である。

道路緑化の質的な水準を評価するための一手法として、横断面方向の緑量を代表する「高木層平均樹高」、断面方向の連続性を代表する「キャノピー率」（枝張り÷植栽間隔）を指標値とすることが適当である（図－7）。

今後の課題として、道路緑化の質的な評価の全国的な適用に向けて、円滑な実施が可能となるように指標値の確定、地域性の有無の検索など細部の検討を進めていくこととしている。

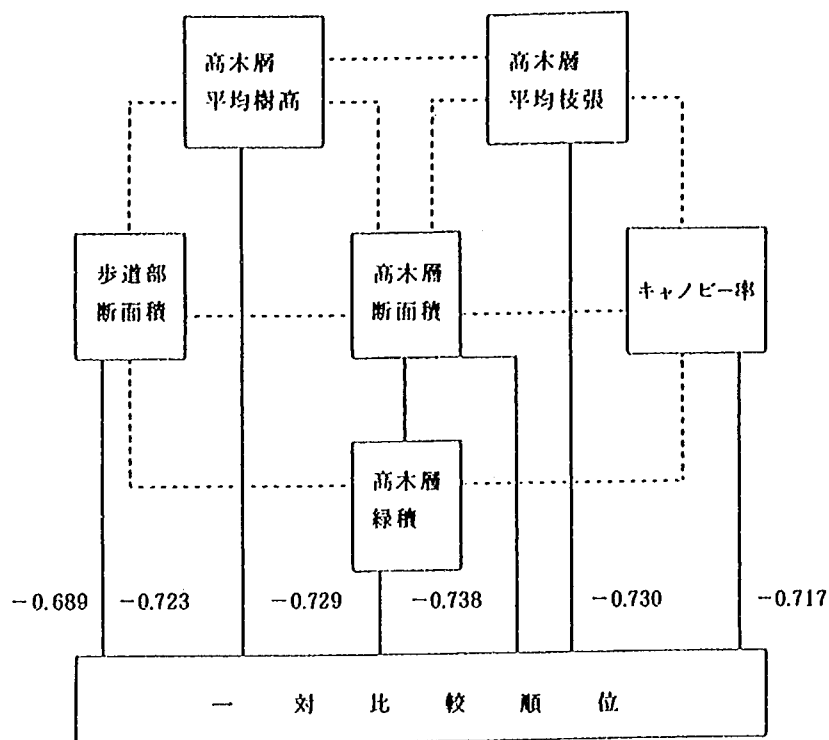


図-7 相関関係図

2) 施工段階

植栽基盤について

植物が健全に生育するためには、その生育基盤となる植栽基盤が整備されている必要がある。一般に、植栽基盤は、植物の根系が物理的に伸長可能で、かつ、その活動に必要な空気、水分及び養分が供給できる必要があり、これらの条件が満足されない場合は、根系の伸長が停止したり、枯死して、植物の良好な生育が期待できなくなる。とりわけ近年の植栽工事においては、劣悪土壌地、丘陵造成地などで植栽基盤としては必ずしも適当でない土壌に樹木や草花を植え付ける機会が増えており、植栽基盤の改良が必要になっている。

なかでも道路緑化の場合には、都市公園、河川等における緑化に比較して①植栽地の面積や深さが狭小になりがちである、②地下埋設物件による制限がある、③建築物、路面舗装等により透水面積が減少し、水分供給条件が悪化している、など生育空間の制約を強く受けるという特徴を指摘できる。また、大型建設機械を使用した道路造成により、土壌の固結や不透水層の形成といった問題も生じているので、これらに配慮した対策がことさら必要である。

このような観点から、『植栽基盤造成技術の開発に関する研究』をスタートさせたところである。

が、植栽基盤整備のポイントについてまとめると、次の如くである。

〔植栽基盤整備のポイント〕

①植栽基盤整備の方針

植栽基盤について、あらかじめ、その適性を調査し、必要な場合は植栽地構造及び土壌の改良を行うことが望ましい。

②植栽基盤調査

植栽基盤調査により、排水性、通気透水性及び保水性が良好で、化学的生育阻害要因がないことを確認することが望ましい。

③植栽地構造の改良

植栽地構造が樹種等及び寸法規格に応じた有効土壌量の確保、表面排水及び地下排水の確保の諸条件を満足しない場合は、耕うん、排水工等の施工により改良する。

また、高架下等、雨水による水分供給が期待できない場所では、灌水施設を設ける。

④土壌改良

土壌が保水性、通気透水性に優れ、化学的生育阻害要因がないという条件を満足できない場合及び表土の保全利用を図ることが困難な場合は、購入土や土壌改良材を用いて改良する。

今後の課題として、植栽基盤についての実態、改良方法等を調査するとともに、各種の改良方法における比較実験を実施し、植栽基盤造成技術の確立を努めていくこととしている。



写真-5 良好な根系
(プラタナス)



写真-6 良好でない根系
(プラタナス)

3) 管理段階

街路樹の景観的形態について

道路緑化においては一貫した緑化目標のもとに管理計画を策定する必要があり、街路樹の美しい形をつくるには、それに従って植栽基盤、樹種の選択、管理面などで適切な対応をとることが必要である。近年、親しみとおいのある質の高い道づくりが行われるようになってきたが、道路によっては、例えば狭い植樹帯に樹冠の大きい樹木を植栽した結果、交通機能確保等のために樹木が強剪定され、樹木本来の美しさが失われる場合もあり、より適切な樹種の選定、管理などが必要になっている。そのため、まず基本的な事項として道路緑化樹木の樹形（自然樹形、管理樹形）を把握するとともに、道路植栽地での樹木の生育範囲について明らかにすることなどが重要であるが、『緑化樹木の景観的形態に関する試験調査』においてその現状と課題の一端が明らかになったので紹介する。

調査方法としては、①植栽地の形状や道路横断構成の違いにより樹木がどのような形状で管理されているのか実態調査を行い、②道路緑化樹木として多く用いられている150種について、本来の自然樹形を把握、分類し、③樹木の生育可能な範囲について関連する法制度等から調査した。

調査結果として、次のことが明らかになった。

〔街路樹の景観的形態を確保するためのポイント〕

①樹木本来の自然樹形を把握することが必要である。

樹木は生物なのだから、まずは自然樹形を把握し大切にするという姿勢が基本である。

（自然樹形による分類例）

樹形	樹種
円形	クスノキ、ヤマモモ、シラカシ、スダジイ、アラカシ、ハルニレ等
卵円形	ユリノキ、フウ、モミジバフウ等
円錐形	ヒマラヤスギ、モクマオウ、イチョウ、カツラ、メタセコイア等
円柱形	ボブラ、ゲッケイジュ、サカキ等
盃状形	ケヤキ等
頂上葉形	ワシントンヤシ等
不整形	クロマツ、アカマツ等

②しかし、実態として街路樹の樹木形状が適切な形（事例A）と適切でない形（事例B）があり、道路緑化の質を高めるためには、適切な形の生育を可能にする必要がある（図－8，9）。

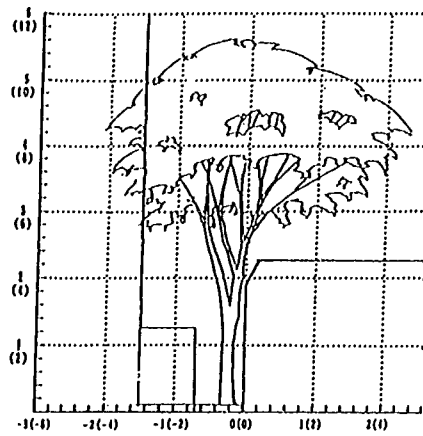


図-8 事例A (適切な形)

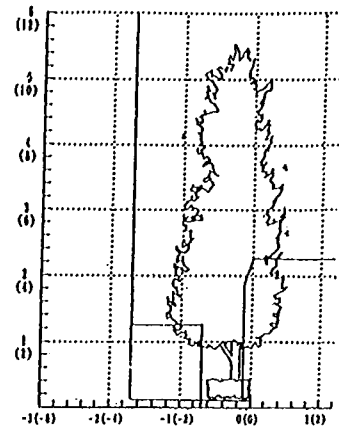


図-9 事例B (適切でない形)

③街路樹が美しい景観的形態を維持するためには次のような手法がある。

- イ. 樹木形態に適した道路植栽空間を確保すること。
- ロ. 生育範囲に適した樹形の樹木を植栽すること。
- ハ. 既に植栽されている樹木は樹形の特徴を生かしつつ交通機能等にも配慮した適切な管理を行うこと。

今後の課題として、CG (コンピュータ・グラフィックス) による樹木形態の景観的評価を行い、道路植栽空間に適した樹木形態、樹木形態に適した道路植栽空間、良好な景観のための剪定手法等を明らかにしていくこととしている。

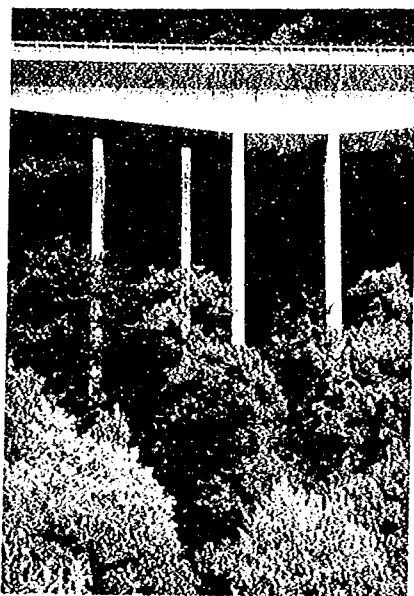


写真-7 自然美と人工美の調和
(スイス、モントルー、シヨン高架橋)

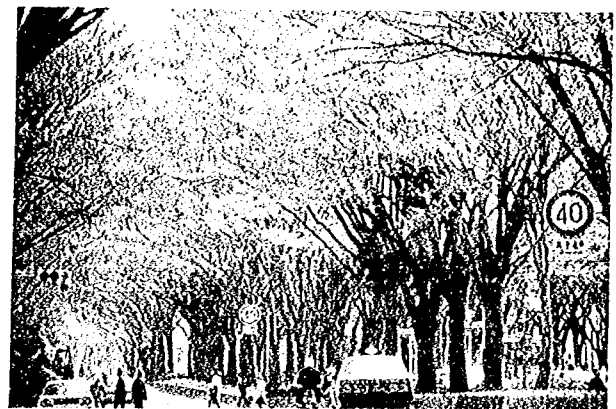


写真-8 緑豊かな都市景観
(仙台市定禅寺通り)

Ⅲ、未来に向けて

以上、景観形成や緑化の方法をめぐり、計画、設計、施工、管理など各段階における要点について、緑化研究室における研究成果を中心に考察してきた。これらは各段階相互に関連することも多く、自然と調和し景観的にも良好な国土を建設していくためには、計画、設計、施工、管理などに至る一貫した方針を通していくことが重要である。なかでも緑化は植物を対象としているため、目標とする機能や形態の完成までに長時間を要するばかりでなく、完成後も長期にわたって成長し続ける。そのため、将来像を適切に見越した緑化目標を定め、その上で植栽計画や管理計画を策定していく必要がある。

もとより、ここでは望ましい方法の全体像を示すというよりも、むしろそれらに関連する研究成果等の一部を紹介するにとどまった。各事業の実施にあたっては叢智を集め体系的に取り組むとともに、景観や緑化は風土に密接な関係があることから、地域特性を踏まえたきめ細かい配慮をしていく必要がある。また、論理とともに感性を大切に「心のこもったモノづくり」を実現するべきであろう。今後とも、各般の努力によりうるおいのある緑豊かな国土をつくり、人と自然が共生する文明の構築、文化の創造を目指していきたい。

〔参考文献〕

- 1) 武内和彦「環境緑化技術の体系化」『造園雑誌』54(1): 61—63, 1990 日本造園学会
- 2) 建設省道路局企画課道路環境対策室監修, (財)道路環境研究所・道路景観研究会編著『道路景観整備マニュアル(案)』大成出版社 1988年11月
- 3) 『道路緑化技術基準・同解説』(社)日本道路協会 昭和63年12月
- 4) 建設省土木研究所「道路構造物の景観整備の現状に関する研究」『第44回建設省技術研究会・道路部門指定課題論文集』建設省 平成2年11月
- 5) 建設省土木研究所道路部緑化研究室『わが国の街路樹Ⅱ』土木研究所資料第2693号 昭和63年12月
- 6) 建設省土木研究所道路部緑化研究室『景勝地の道路景観評価に関する研究』土木研究所資料第2816号 平成2年1月

注) 文中に挙げた文献のなかから、公表されている文献のみ記載した。

海洋利用空間の創成について
— 侵食性海岸を例にとって —

海岸研究室長 宇 多 高 明

海洋利用空間の創成について —侵食性海岸を例にとって—

第1章 序 論

近年、余暇時間の増大に伴い、レクリエーションに対する欲求が高まりを示している。海洋性レクリエーション（以下、海洋性レクと略す。）についてもこの例外ではない。こうした状況の下で、建設省では昭和61年度より5ヶ年計画で総合技術開発プロジェクト「海洋利用空間の創成・保全技術の開発」を進めてきた。この中では外洋に面した海岸において波、流れ、漂砂を制御する海域制御構造物を建設し、これによって安全な沿岸域利用空間を創出しようとする構想（マリーン・マルチ・ゾーン構想）が検討されている。こうした研究に際しては、導入可能な核的施設や開発規模、収容力などについて具体例を通じて検討することが構想の実現性を高めるために有効である。そこで、創成される静穏海域を活用した海洋性リゾート空間の成立の可能性を調べるために、千葉県九十九里海岸を対象としてケーススタディを試みた。

延長60kmにおよぶ長大な砂浜を有する九十九里海岸では、明治期には一宮を始めとしていくつかの別荘地が開かれており、リゾート地としての歴史は古い（十代ほか、1986）。しかしながら、同じ明治期に開かれ別荘地や高級住宅地として発展した湘南海岸に比べると、その後の発展ははかばかしくない。距離的には首都圏の近くにありながら、現在でもリゾート地や海洋性レクの拠点としての利用が十分図られてないのが現状である。一方、海岸保全の面よりこの海岸の状況を調べると、九十九里海岸のほぼ中央に位置する片貝漁港付近では堆積が著しいのに対し、南北両端付近では侵食が進んでいる。

本研究では、まず第2章において海岸形成史の立場より九十九里海岸における海浜地形の長期的変遷について述べ、現在の地形が形成されるに至った理由を、現在生じている海浜変形との比較において考察する。次いで第3章において現在の海岸利用の特徴を明らかにする。第4章では、第2、3章で述べられた海浜地形の変遷や海岸利用状況をもとに、将来における海洋空間利用についての具体策を提案する。

第2章 九十九里海岸の形成史と海岸保全

2. 1 九十九里海岸の形成史

九十九里浜平野は千葉県の東部に位置し、海岸線の延長約60km、幅約10kmの規模を有する浜堤列平野である（図-1）。この平野の形成については種々の面より検討されてきたが、海岸全域の浜堤および砂丘に関する系統的な研究として、森脇（1979）は、約6000年前の縄文海進極相期以降に形成された九十九里浜平野の諸地形を、腐蝕層、 ^{14}C 年代測定資料、遺跡、歴史資料を用いて編年し、平野の発達史を考察した。過去6000年間の平野発達の変遷を図-2に示す。縄文期以降、九十九里浜の汀線は経年的に単調に前進してきたことが明らかである。一方、この研究では土砂の供給源と

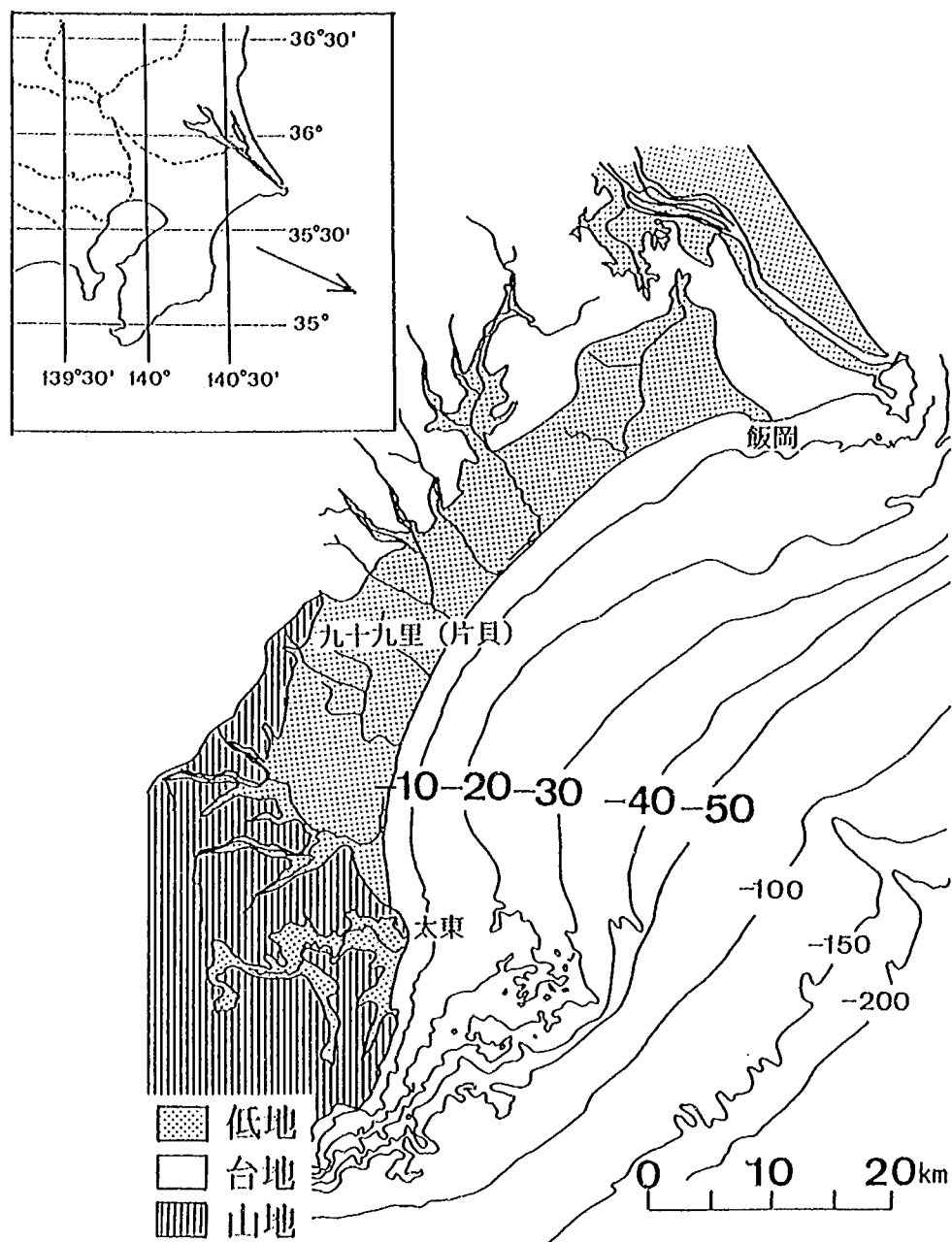
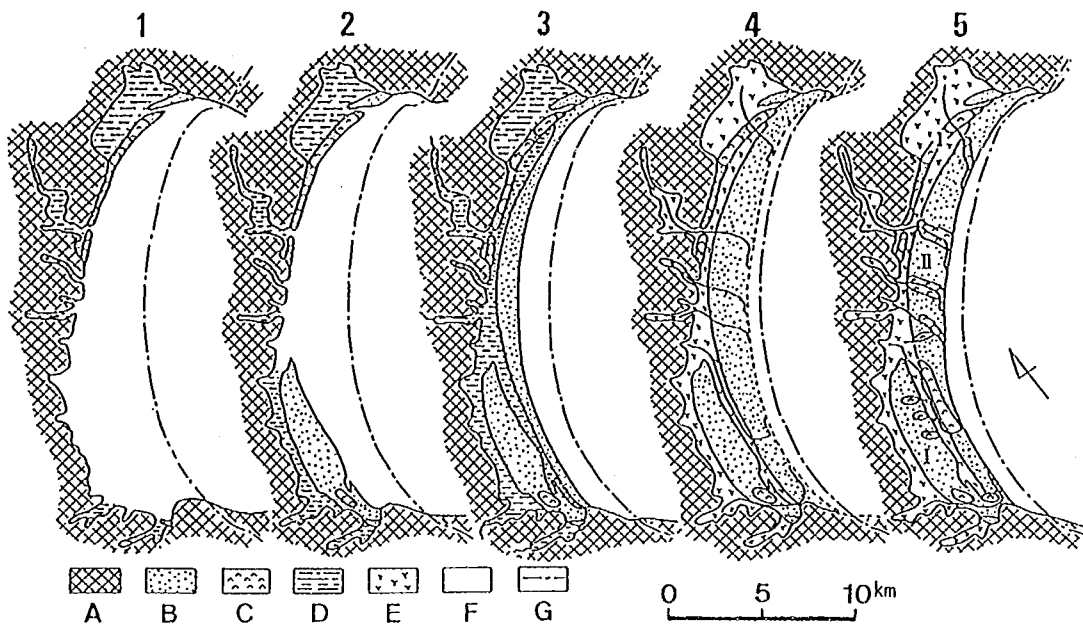


図-1 九十九里海岸の位置図

その輸送機構については言及していない。しかし、九十九里海岸で現在生じている海浜変形と、上述のように長いスケールを持った現象とを比較するには、土砂の供給源とその輸送機構に関する詳細な議論を避けることはできない。そこで、九十九里海岸における漂砂の実態を調べ、海岸形成史との関係について考察する。



- 1:縄文時代初期 (6000~5500年前) A:高地 B:沿岸砂州、浜堤 C:砂丘 D:湾入部、ラグーン
 2:縄文時代初期~中期 (5500~4000年前) E:湿地 F:海 G:現在の汀線、実線は当時の汀線位置を示す。
 3:縄文時代後期 (4000~3000年前)
 4:縄文時代後期~弥生時代 (3000~2000年前)
 5:弥生時代~古墳時代 (2000~1500年前)

図-2 九十九里浜平野における過去6000年間の平野発達の変遷 (森脇, 1979)

2. 2 飯岡海岸における海浜変形

最初に、九十九里海岸の北端に位置する飯岡海岸における海浜変形に着目する。飯岡海岸は屏風ヶ浦のある上永井地先、現在の飯岡漁港が位置する下永井地先と、その西側の平松、横根、萩園、三川の各地先からなる (図-3)。上永井地先より東側には高さ10~60mの海食崖が発達している (写真-1 参照)。この崖は形部岬においてその方向をほぼ直角に曲げ、内陸側へ緩く湾曲して延びている。この崖より海側には波の作用によって形成された広い堆積平坦面が広がっている (森脇,

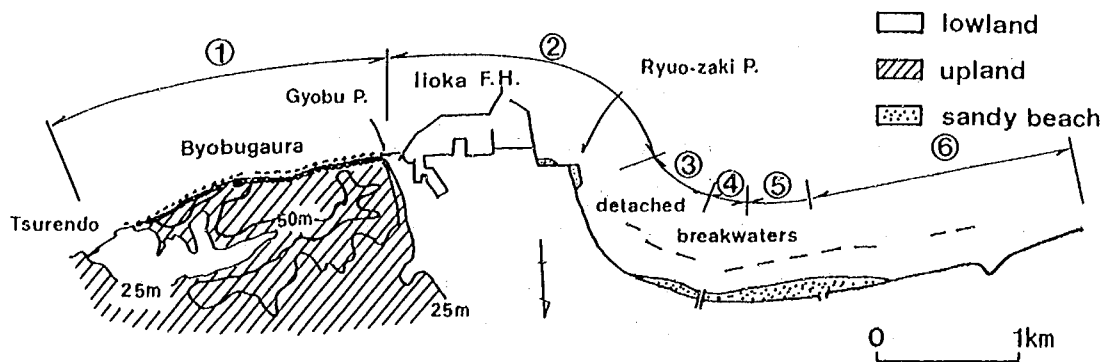


図-3 飯岡海岸の概要

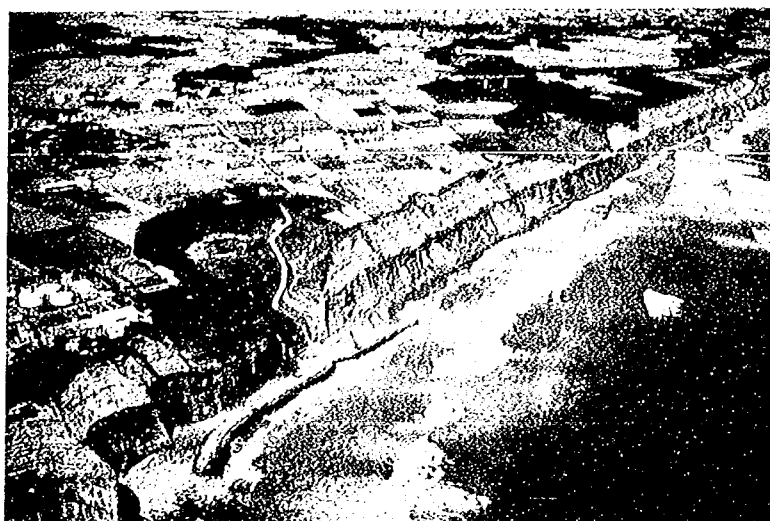


写真-1 飯岡海岸（上永井地先より東側）

1979)。形部岬と竜王崎の間には飯岡漁港が存在する。

飯岡海岸下永井地先の海岸線は、鎌倉時代には現在の下永井堤防よりもかなり海側に位置し、海岸付近には永井七浦と称される七つの村が存在したといわれている（堀川，1973）。海上郡後草高梨家に伝わる古文書（天和3年，西暦1617）によると，高梨家の祖が建久3年（1192年）に永井の竜王崎から他の6軒とともに移住したとされており，永井七浦の存在を裏付けている（飯岡町，1981）。

このように飯岡海岸は古来より海岸侵食が激しかったために，各地先において侵食防止を目的とした保全対策が行われてきた。これらの施設はしばしば被災を受け，そのたびに補修，復旧等の工事が行われてきた。明治から大正にかけては主に下永井地先の竜王先付近において保全工事が行われていたが，昭和初期には平松地先に侵食が及び，その後侵食区域は更に西側へ広がった（宇多・小俣，1988）。

飯岡海岸における1884年から1967年までの汀線変化を地形図の比較より調べると図-4となる。下永井地先や屏風ヶ浦では1884～1930年の46年間には顕著な変化は見られなかったが，1930年～1967年の37年間には大幅な崖後退が生じた。下永井地先の海岸線は経年的に後退しており，平松地先では1884年～1903年に海岸線が前進し，その後は後退している。更に，横根地先以西では，1930年までの著しい汀線変化が見られないが，1930～1967年の間では大幅な汀線後退が生じた。汀線後退量は平均約100mに及び，しかも汀線の後退区域が時間の経過とともに南西側へと広がったことが特徴といえる。このことより，当地点での沿岸漂砂の方向が南向きであることが分かる。

堀川・砂村（1969，1970）は，地形図と空中写真を用いて屏風ヶ浦の海食崖の後退量を調べた。それによると，海食崖の後退速度は平均約0.7m/yrと与えられた。

堀川・砂村の後退速度にもとづいて1884年を基準として1967年まで84年間の海食崖の後退量を計算すると59mとなる。一方，図-4によると，後退量の下限値は40m，上限値は200m，また平均

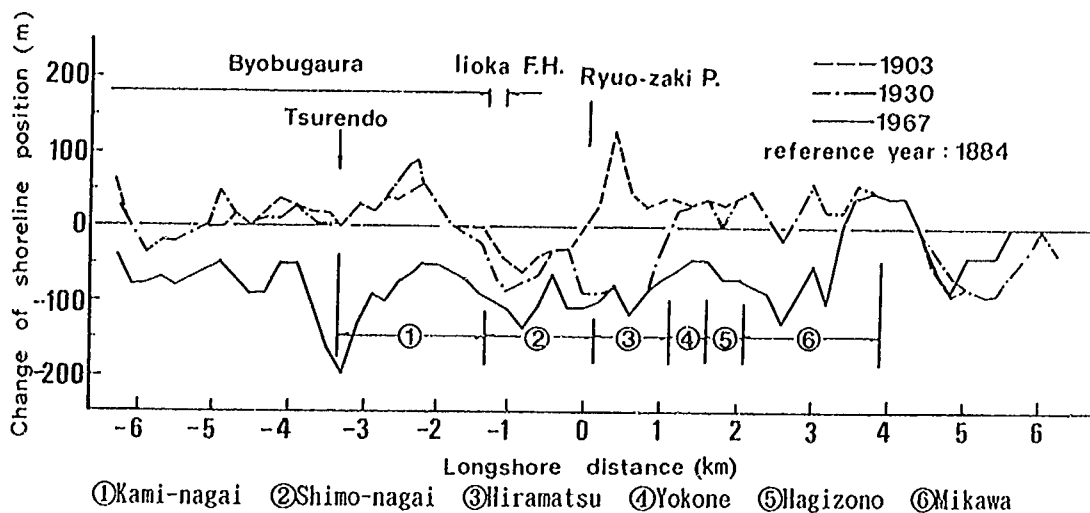


図-4 汀線変化量の沿岸分布

値は82mとなる。海食崖の位置は1/10000地形図より求められており、したがって読み取り時の誤差を考えると、本研究の値と堀川・砂村の値とはほぼ対応していると考えられる。このように、屏風ヶ浦の海食崖は波浪によって削られ、それが南向きの沿岸漂砂によって運ばれ、九十九里海岸の海浜形成に役立ってきた。

次に、近年において著しい汀線変化の見られた飯岡海岸を選んで、沖合部を含む広い区域の1975年～1987年の間における地形変化について調べた(宇多ほか, 1987a)。図-5に示すように、離岸堤の岸側・沖側を小区域に分割し、各地域の面積で変化土砂量を除すことにより地盤高の変化量の平均値を求めた(図-6)。離岸堤背後の平均地盤高は最初e~hの間で増加し、その後離岸堤の建設が進むにつれ左(東)側へと地盤高の増加区域が移動した。これと対照的に同一時期、下手側の

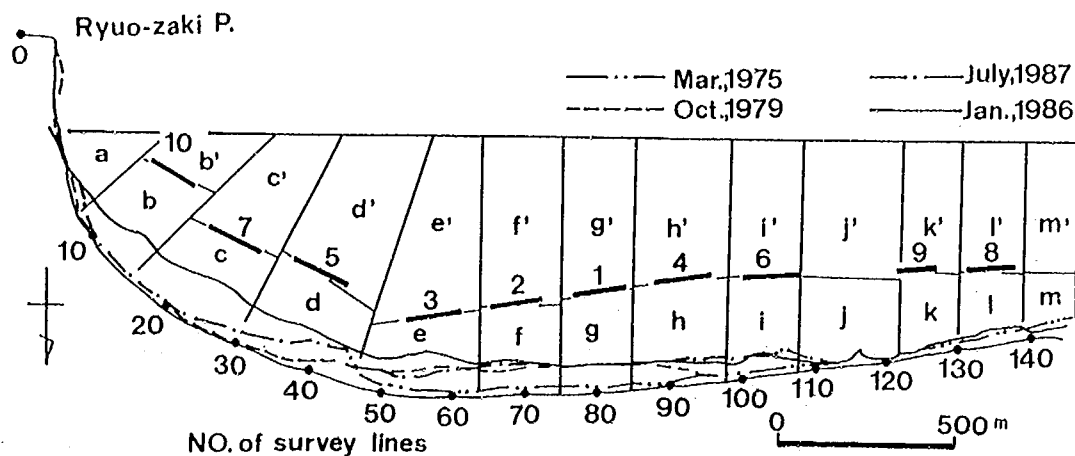


図-5 海底土砂変化量の測定区分

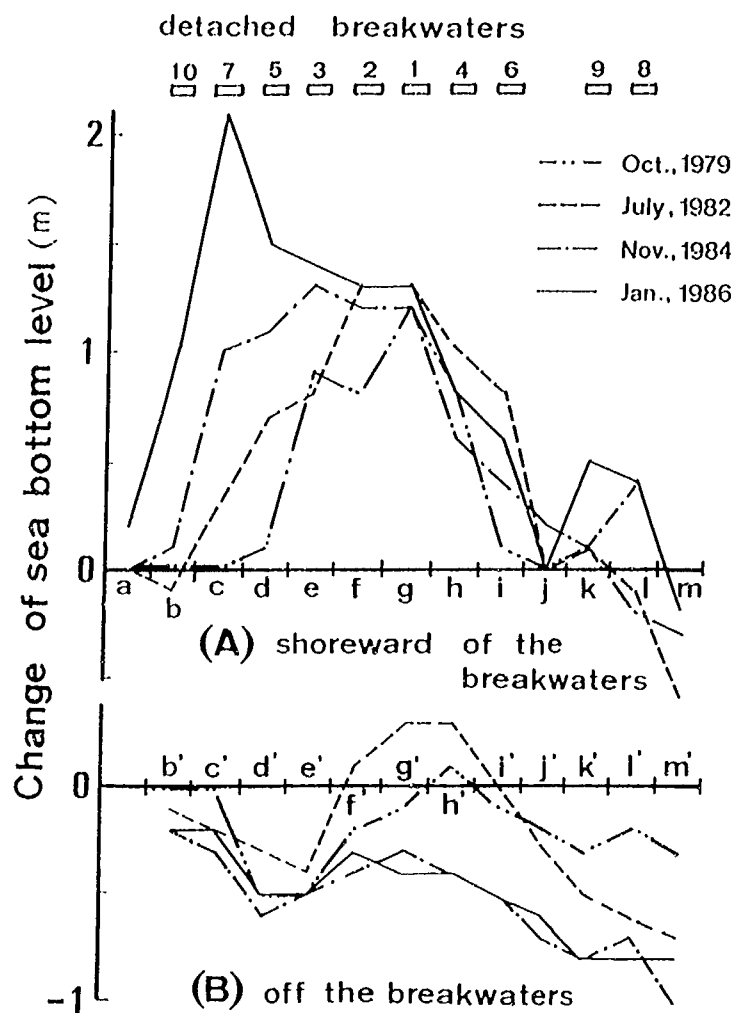


図-6 平均地盤高変化量

h~j 区間では著しい堆積は見られない。一方、離岸堤沖では地盤高が低下している。特に1986年になると西側ほど地盤高の低下が著しい。また、離岸堤沖の地盤高の低下量の分布と、岸側の増加量の分布とは基本的に異なっており、前者では西側ほど絶対値が大きいのに対し、後者では区間 a~b を除けば東側ほど絶対値が大きい。

離岸堤の沖合部で侵食が生じた原因は次のように考えられる。屏風ヶ浦は延長約9kmの長さを有するが、崖侵食を防止するために崖の基部に消波ブロックが設置されてきた。この結果、1985年現在で屏風ヶ浦全域の53%の区間に消波ブロックが設置された。そこで、崖侵食による海浜への土砂供給量が過去と比較して減少し、飯岡海岸への上手からの供給量は減少したと考えられる。また、飯岡海岸のすぐ上手に存在する飯岡漁港では防波堤の建設とともに東側、および港内に土砂が堆積し航路維持に困難をきたした。そこで人為的な方法により漂砂は隣接する竜王崎の先端の汀線付近

より投入されている。したがって、平松地先の汀線付近では相当量の漂砂供給があることになり、供給砂は次第に下手方向に流れ、大部分は離岸堤群の岸側領域に捕捉される。離岸堤があるため沖への流出は少ないと考えられ、この結果、従来どおり漂砂の存在する離岸堤の沖側では供給量が減少し、結局侵食が進んだものと推定される。

飯岡漁港に毎年堆積する土砂は下手の竜王崎より投棄されてきた。投棄土砂量と離岸堤群背後の堆積土砂量の経年変化を図-7に示す。近年、例えば1979年以降で両者の勾配を比較するとほぼ一致しており、約 $8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ の割合で増加している。土砂浚渫は漁港の機能維持のため毎年継続的に行われている。したがって平均的に見たとき、土砂の増加割合は飯岡漁港の上手側から九十九里海岸へと流れる沿岸漂砂量に等しくなる。

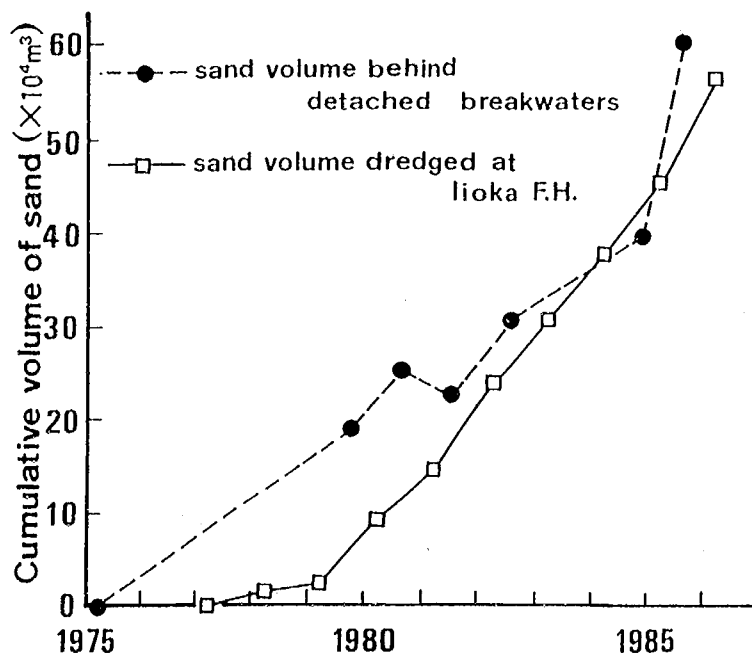


図-7 離岸堤群背後の堆積土砂量の経年変化

上述したように飯岡海岸では近年の離岸堤工事により土砂の堆積が見られる。一方、飯岡海岸の西側の地域では沿岸漂砂量の均衡が失われたため侵食区域が西側へと広がりを示す。そこで特に近年の汀線変化に着目し、空中写真をもとに汀線変化を調べた。飯岡漁港の西側約9kmの範囲における1970年より1984年まで約14年間の汀線変化を図-8に示す。飯岡海岸の漂砂下手側に位置する北九十九里においては、飯岡海岸の離岸堤群が設置され始めた1975年頃から侵食が始まった。1977年までに、飯岡漁港から西側約6.5kmの範囲で汀線が後退した。その後、時間の経過とともに侵食区域は西側へと広がっている。このような汀線後退量は、その特性から見て東から西へ向かう沿岸漂砂の均衡が失われたために生じたものである。

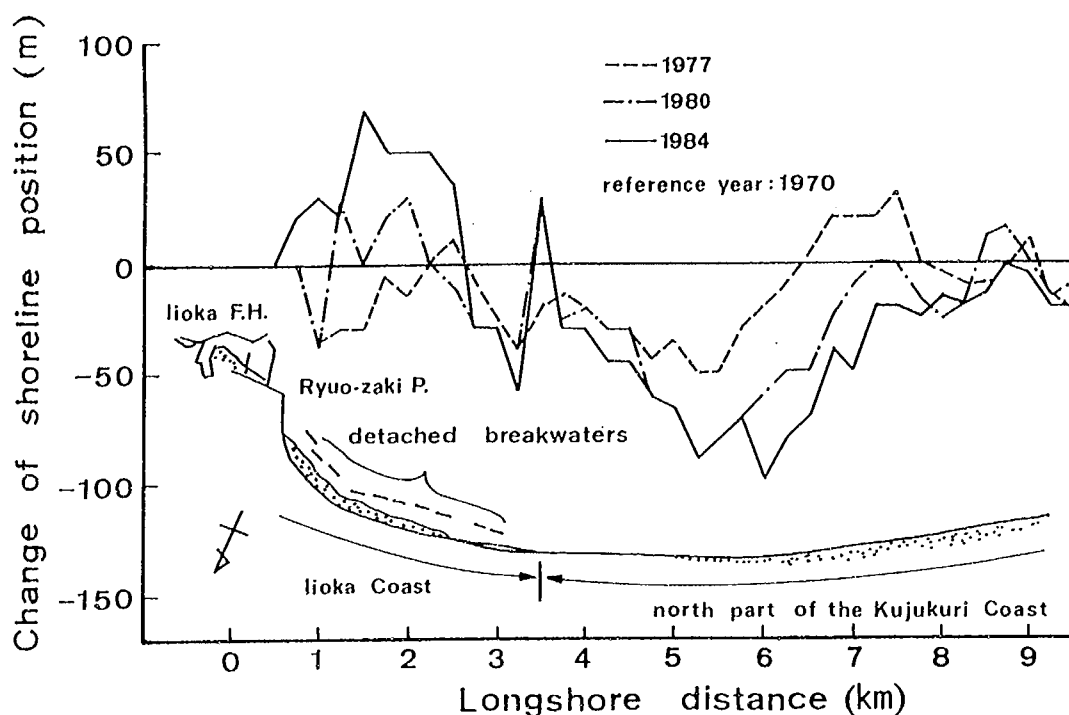


図-8 1970年より1984年までの汀線変化

2. 3 九十九里海岸全体の漂砂特性

ここでは調査範囲を広げ、九十九里海岸全体の漂砂特性について調べてみる。図-9は地形図および空中写真に基づく九十九里海岸全域の汀線変化である。各々最初の年を基準として65年, 27年, 10年間に生じた変位であって、いずれも潮位変動の影響は取り除いてある。また、4回分のデータのうち1884年と1947年は地形図より、他の2回は空中写真より汀線位置を定めた。1884年～1947年の変位では、屏風ヶ浦付近、一宮川河口部、太東岬付近を除き汀線は前進傾向にあった。長期的には北端と南端を除き堆積性の海岸であった。1947年～1974年の変位では、片貝漁港の南側隣接地域で約50m汀線が後退したほかほぼ全域で汀線が前進している。1974年～1984年の変位では、北端の飯岡付近と片貝漁港周辺を除き、ほとんどの地域の汀線は50～80m後退している。これは九十九里海岸の漂砂の供給源であった屏風ヶ浦や太東岬等で崖侵食防止用の消波ブロックの設置が進み、土砂の供給が減少したことが主因と考えられる。北端の飯岡付近で約80m、片貝漁港南側で約160mの前進が見られるのは、それぞれ1974年および1973年より施工された離岸堤の堆砂効果が現われているためである。

堀川・砂村(1971)は九十九里海岸を対象として底質調査の結果や河口の偏寄の状況を総合して短期間と長期間における漂砂の卓越方向を図-10のように推定した。短期的には漂砂の方向にかなりの変動があるもの、長期的に見た漂砂の卓越方向は九十九里海岸の両端にある屏風ヶ浦または太東岬より中央部へ向かう方向であるとされている。この結果は、本研究での地形図や空中写真によ

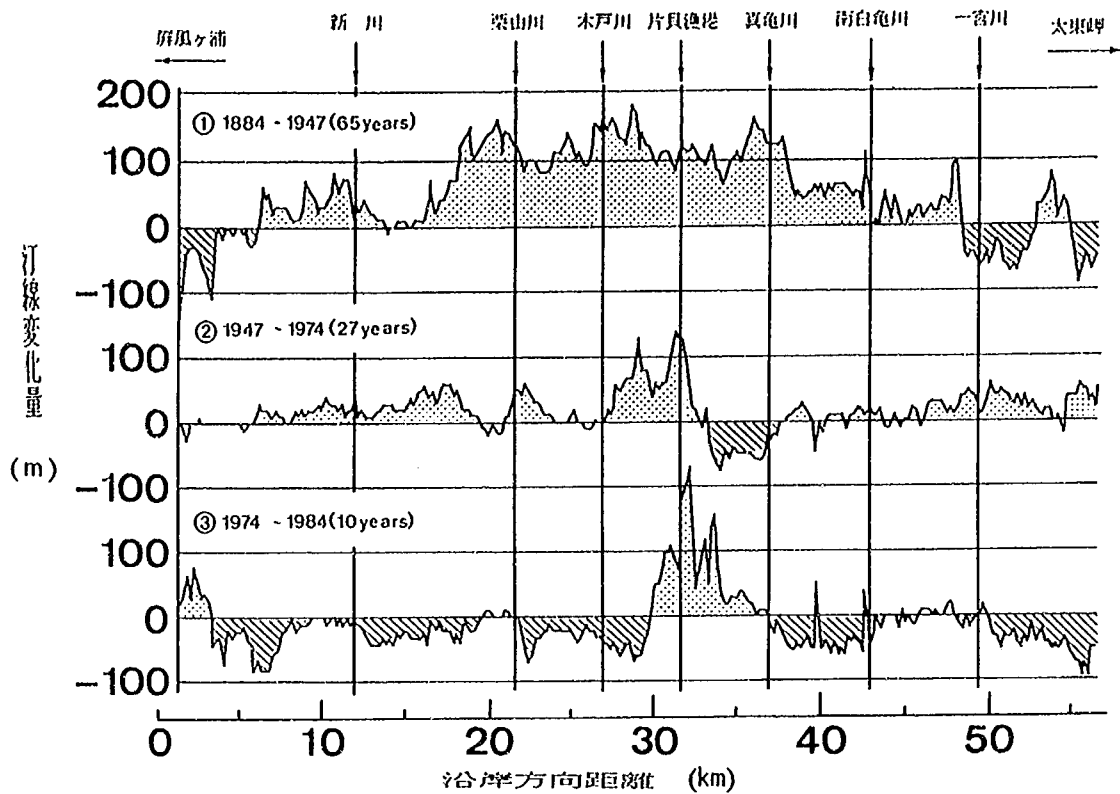


図-9 地形図、空中写真より求めた九十九里海岸全域の汀線変化

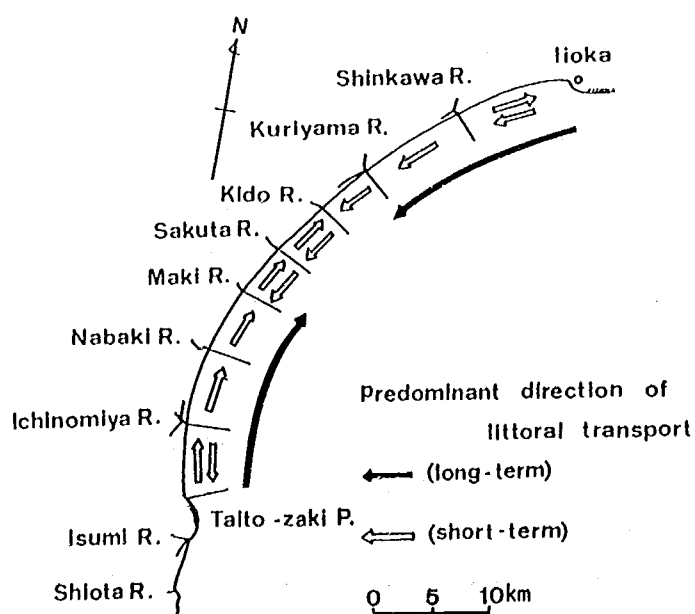


図-10 漂砂の卓越方向

る汀線比較から得られた漂砂の卓越方向と良い一致を示す。

2. 4 縄文海進極相期以降、沿岸漂砂により九十九里海岸へ供給された総土砂量の推定

飯岡漁港での浚渫土砂量をもとに、屏風ヶ浦から九十九里海岸へ向かう沿岸漂砂量 Q_1 を評価すると、1979年～1987年の平均で $8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ となる。ところで、屏風ヶ浦では1985年現在、全長の53%の区間において消波ブロックが設置され、崖侵食の防止が図られている。したがって、消波ブロック設置以前において海食崖の崩落によって供給され、南側へと流下する Q_1 は、上記の約2倍の $1.6 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ はあったと考えられる。これをオーダー的に見れば、 $Q_1 = 2 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ となる。

次に、九十九里浜平野の総土量を概算する。九十九里海岸の海岸線延長は約60km、平野の幅は約10kmである。いま、海岸平野全体が主として波の作用で形成されたと考える。海浜が波の作用で形成されたとすれば、漂砂の移動高を砂浜の平面積に乗ずることにより土砂量に換算が可能である。外洋に面した海岸での漂砂の移動高 (h) は10mのオーダーである (宇多ほか, 1987b)。そこで本研究でも $h = 10\text{m}$ とおく。この結果、総堆積土砂量 V_1 は、

$$V_1 = 60 \times 10^3 \times 10 \times 10^3 \times 10 = 6 \times 10^9 \text{ (m}^3\text{)} \quad (1)$$

となる。一方、6000年前 (縄文海進極相期) 以降の全漂砂量を求めると、

$$V_2 = 2 \times 2 \times 10^5 \times 6000 = 2.4 \times 10^9 \text{ (m}^3\text{)} \quad (2)$$

となる。 V_1 と V_2 はオーダー的に等しい。漂砂の移動高や沿岸漂砂量の推定精度を考えると両者はかなり良い一致を見ているといえる。結局、九十九里海岸は約6000年という非常に長い時間をかけて次第に形成されてきたものであるが、近年の海岸の環境変化に伴い、沿岸漂砂量が変化し、新しい平衡状態に近づこうとして地形変化が生じていることが結論される。

第3章 九十九里海岸における海岸利用の現況

3. 1 海岸工学的特性と地域分類

九十九里海岸のはほぼ中央に位置する片貝漁港で測定された有義波高 ($H_{1/3}$)、有義波周期 ($T_{1/3}$) の出現頻度分布を図-11に示す。有義波高の出現率が最も高いのは0.5～1.0mで、全体の60%近くを占める。また、次に高い1.0～1.5mは約25%であり、その他の範囲は全部で20%に満たない。また、九十九里海岸の平均波高は約1mである。有義波周期は7.0～8.0secの約23%なる出現率を最大として分布しており、その平均は8sec前後である。

第2章で述べた海浜の侵食、堆積状況はそこに存在する砂浜自体の幅にも大きく影響する。各市町村ごとの平均砂浜幅の分布を図-12に示す。平均砂浜幅が広いのは横芝町、成東町等で、約150mである。一方、旭市、飯岡町、一宮町等では30～50mと狭い。このような特徴は汀線変化から見た侵食、堆積傾向の結果 (図-9参照) とよく対応し、侵食域では平均砂浜幅が狭く、堆積域では広がっている。九十九里海岸全域では、ほとんどの地域が50m以上の平均砂浜幅であり、100m以上の海岸も多く見られる。

九十九里海岸には、海岸域に幅広い樹林地を持つ地域が多い。これらは海岸の保安林としてばかりではなく、九十九里海岸の自然景観を構成する重要な働きをしている。土地利用図より求めた沿

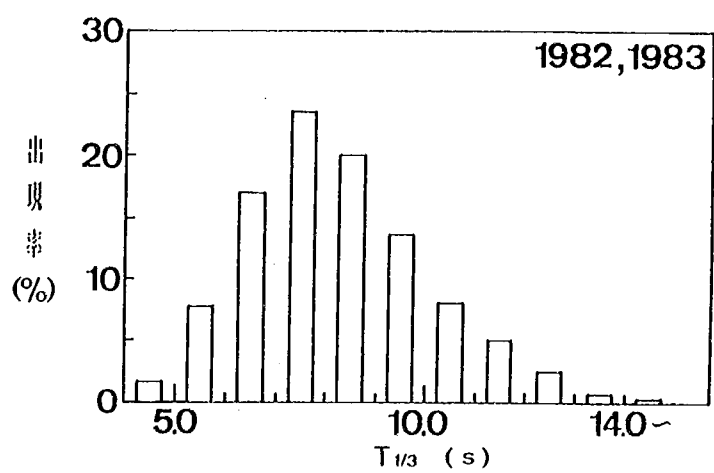
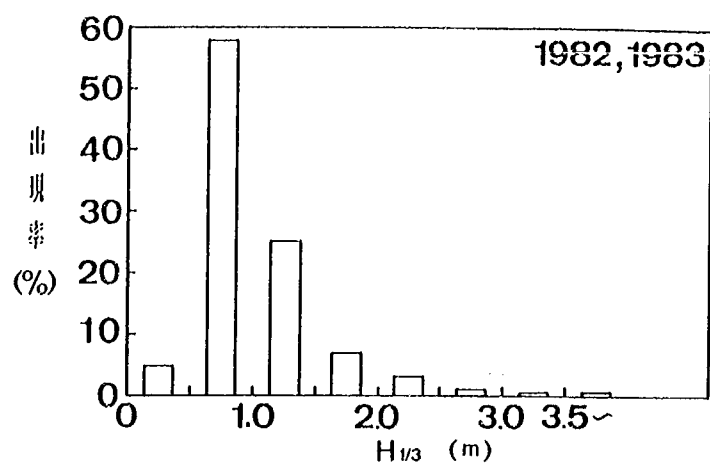


図-11 片貝漁港における有義波高、周期の頻度分布

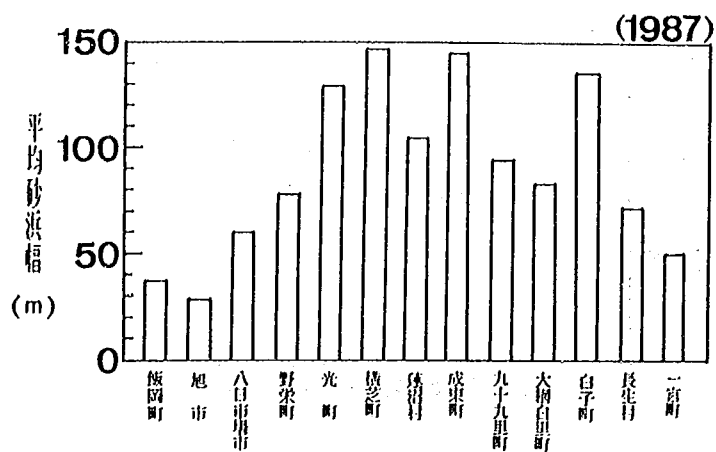


図-12 平均砂浜幅の沿岸分布

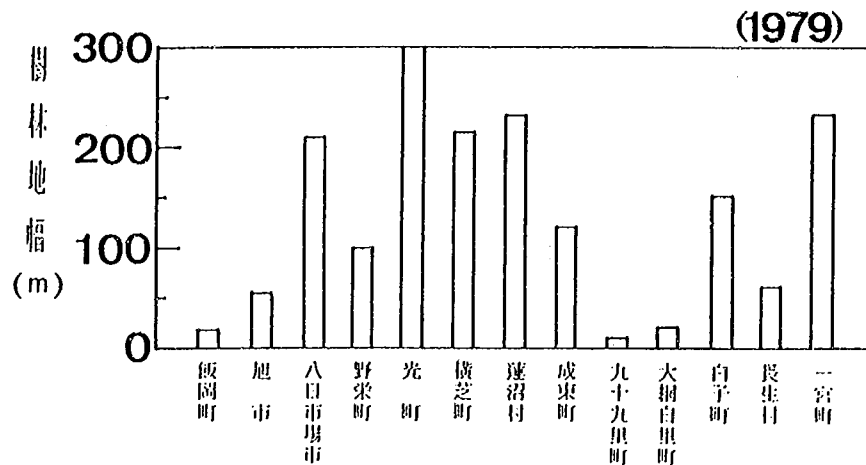
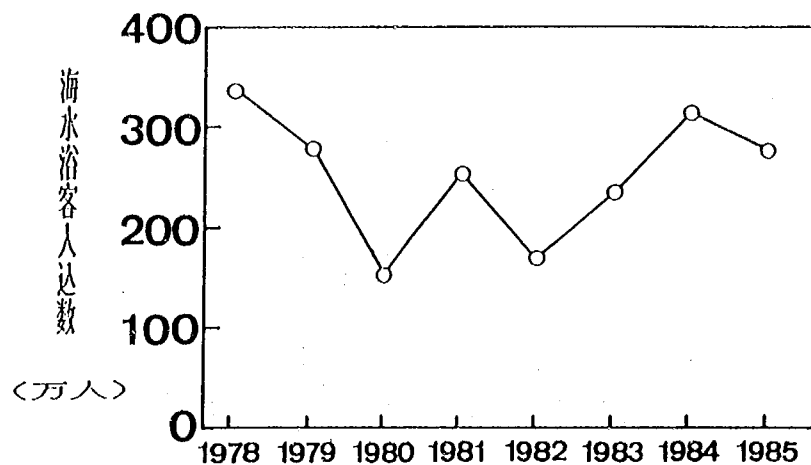


図-13 平均樹林地幅の沿岸分布

岸域の平均樹林地幅の地域別分布を図-13に示す。平均樹林地幅が広いのは八日市場市～成東町、白子町、一宮町であり、100m以上の幅を有する。中でも光町は最も広く300mにも達する。逆に平均樹林地幅が狭いのは飯岡町、九十九里町、大網白里町である。これらの地域の平均樹林地幅は10～20mであって、市街地が海岸に密接した地区の多いことを示す。

3. 2 観光および海洋性レクの現状

九十九里海岸は長大な砂浜海岸であり、海水浴場も多い。首都圏から比較的近いこともあって、車で訪れる人を中心に利用されている。また、沿岸域は千葉県と千葉県に指定されており、南部には九十九里有料道路等も整備されている。しかしながら、同じ千葉県でも多くの観光資源を持つ房総地域に比べ、沿岸域にこれといった観光資源もないために、観光地として発展しているとは言



〔(社)日本観光協会による〕

図-14 年間海水浴入込数の経年変化

えない。最近、沿岸域の豊かな保安林と広い土地を利用して海浜公園等の施設ができている。これら施設はスポーツ施設やプールなどを持ち、レジャー施設として注目されている。しかし、これらの施設も九十九里地域全体の集客源としての機能を有するには至っていない。

最近、海洋性レクに注目が集まっているが、これには海水浴、サーフィン、ウインドサーフィン、ヨット、モーターボートなどがある。これらのうち九十九里海岸で盛んな海洋性レクは海水浴である。九十九里海岸全域の海水浴客入込数の経年変化を図-14に示す。1978年には300万人を越える入込数があったが、その後は減少あるいは停滞傾向にあり、盛況な状態にあるとは言えない。

地域別の利用状況を明らかにするため、1985年の海水浴客入込数の地域別分布を図-15に示す。全入込数251万人のうち九十九里町と大網白里町が20%を越え、この2地域を中心として南北両方向に距離が離れると入込数は減少する。また、蓮沼村以南の地域に比べ、横芝町以北の地域は入込数が極めて少ない。

サーフィンの利用に関しては、九十九里海岸は海底地形が単調で波の集中が起きにくく、サーフィンに適するのは南北両端部のみであると言われてきた。最近の利用の状況を調べるため、1985年のサーフィン客年間入込数分布を図-15に示す。サーフィンの適所である南北両端に位置する一宮町、

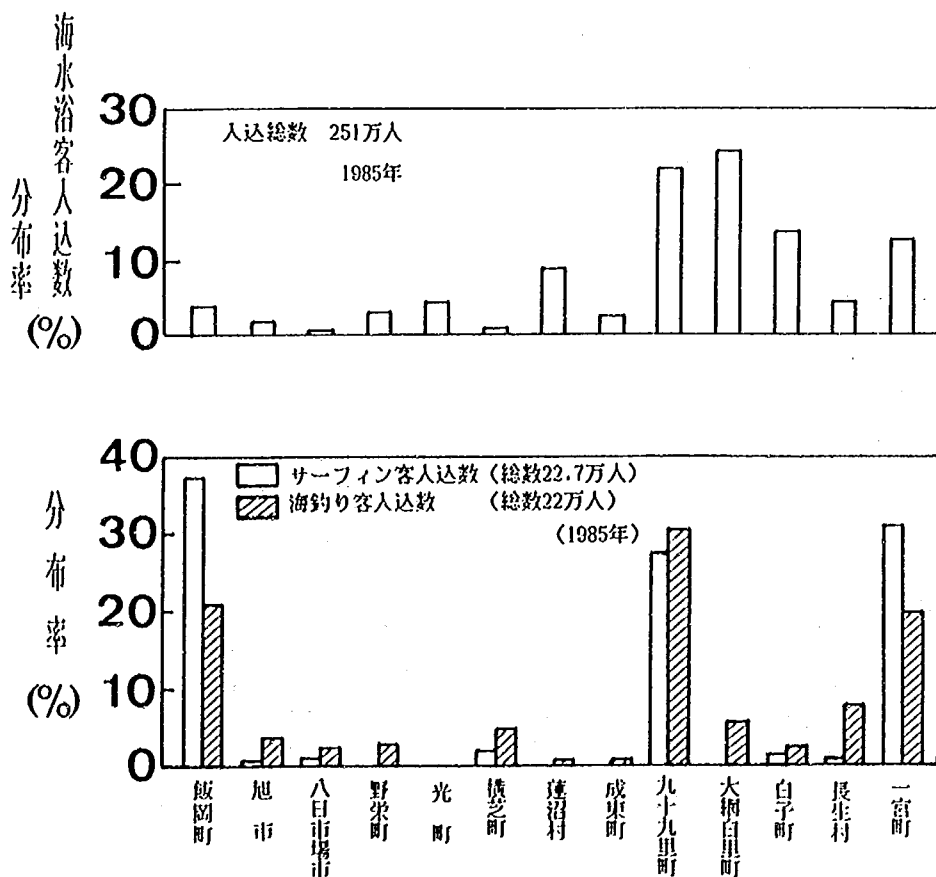


図-15 年間海水浴入込数、サーフィン客入込数、釣り客入込数の市町村別分布

飯岡町はやはり多く、全入込数22.7万人のそれぞれ約30%、37%を占めている。ところが、九十九里海岸の中央部に位置し、本来サーフィンに向かないはずの九十九里町が30%近い入込数を有し、サーフィンの重要なポイントとなっている。これは、千葉東金自動車道の開通等により、九十九里町付近が首都圏から近いポイントとして注目されているためと考えられる。これら3地域のほかでは入込数はわずかである。サーフィンと同様に盛んになってきたウィンドサーフィンは、サーフィンと異なり波の少ない内湾を適地とする。このため内湾を持たない九十九里海岸ではほとんど利用されていない。

同様に釣り客の年間入込数分布を図-15に示す。最も入込数が多いのは九十九里町で全体の30%を占め、続いて飯岡町、一宮町となる。九十九里海岸は南北両端以外は砂浜海岸であるため船釣りが中心となる。これら3地域には飯岡、片貝、太東等の漁港があり、これらの漁港が沖合に出ていく釣り人の拠点となっていることが明らかである。

レクリエーションの拠点となるためには、地理的条件、自然条件に恵まれていることは勿論大切である。しかしながら人が集まるためには、その地域の持つ施設の能力が問題となる。例えば駐車場収容台数、海の家収容人員数、利便施設等がある。駐車場と海を家の収容人員数を図-16に示す。駐車場の収容台数が最も多いのは九十九里町で、約5000台と他を大きく引き離している。次が白子町、成東町の順である。海水浴客数の分布と同様で中央部の蓮沼村～白子町が多く大量の人を迎え入れられるようになっている。それに対し北部には駐車場が少なく、偏りが出来ている。海を家の収容人員数についても同様である。九十九里町は2万人以上、成東町、大網白里町で6～7千人の収容人員数となっているのに対し、北部はどこも3千人以下と少ない。図-15の海水浴客の入込数は、これら施設の充実度とほぼ対応しており、施設の充実が入込数を増加させる重要な因子である

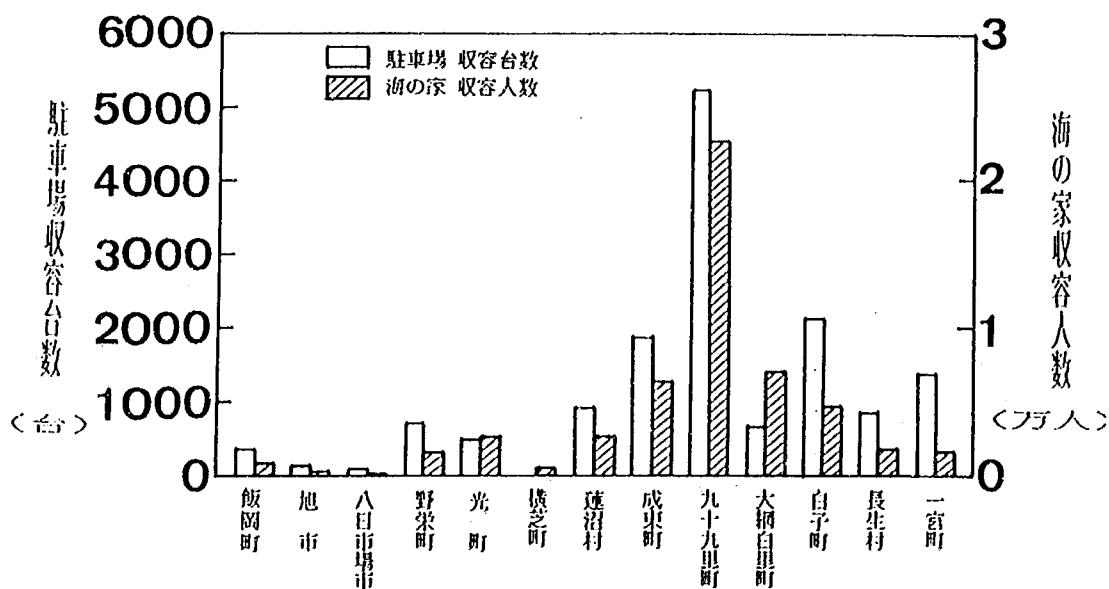


図-16 駐車場収容台数と海の家収容人数の市町村別分布

と言える。特に、九十九里海岸の場合、輸送力の主体は車であるから（佐々木ほか、1974）、海水浴場の施設ばかりでなく、駐車場数は重要なポイントとなっている。

レクリエーションの適地を考える場合、アクセスは重要な要素の一つである。そこで主要な交通手段である自動車によるアクセスを考える。九十九里海岸への代表的な自動車ルートは、京葉道路より千葉東金自動車道を通り、九十九里海岸に至る方法である。千葉東金自動車道の終点からは国道126号線、122号線が海岸に平行して走っており、これらの国道より県道等を抜けて海岸へ出ることができる。ここでは、千葉東金自動車道の終点を九十九里海岸の入口と考え、終点から各海岸への最短道路距離を図-17に示す。単純に距離のみで比較したため、当然のことながら中央部の九十九里町を最小とし、南北両端になるにつれて大きくなった。しかしこの距離の分布は海水浴の入込数の分布と良く対応しており、レクリエーションを楽しむ人の数と首都圏からの距離は密接な関係を持っていることが明らかである。

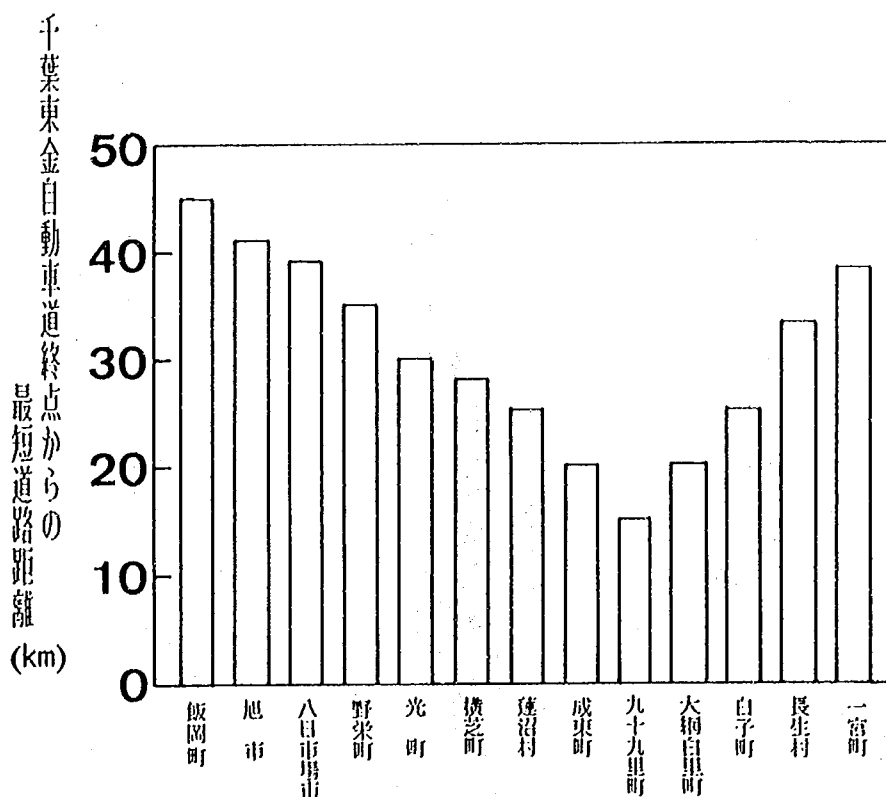


図-17 千葉東金自動車道の終点から各海岸への最短距離の分布

3. 3 海岸タイプの分類

九十九里海岸域は首都圏に近いものの人口は少なく、地域の発展はまだまだ遅れている。土地利用率から見ても農地、林地が多く、開発の余地は十分に残されている。また、南北両端部では浸食が激しく、国土保全からみても重要な問題が残されている。海岸のほとんどは砂浜海岸であるが、

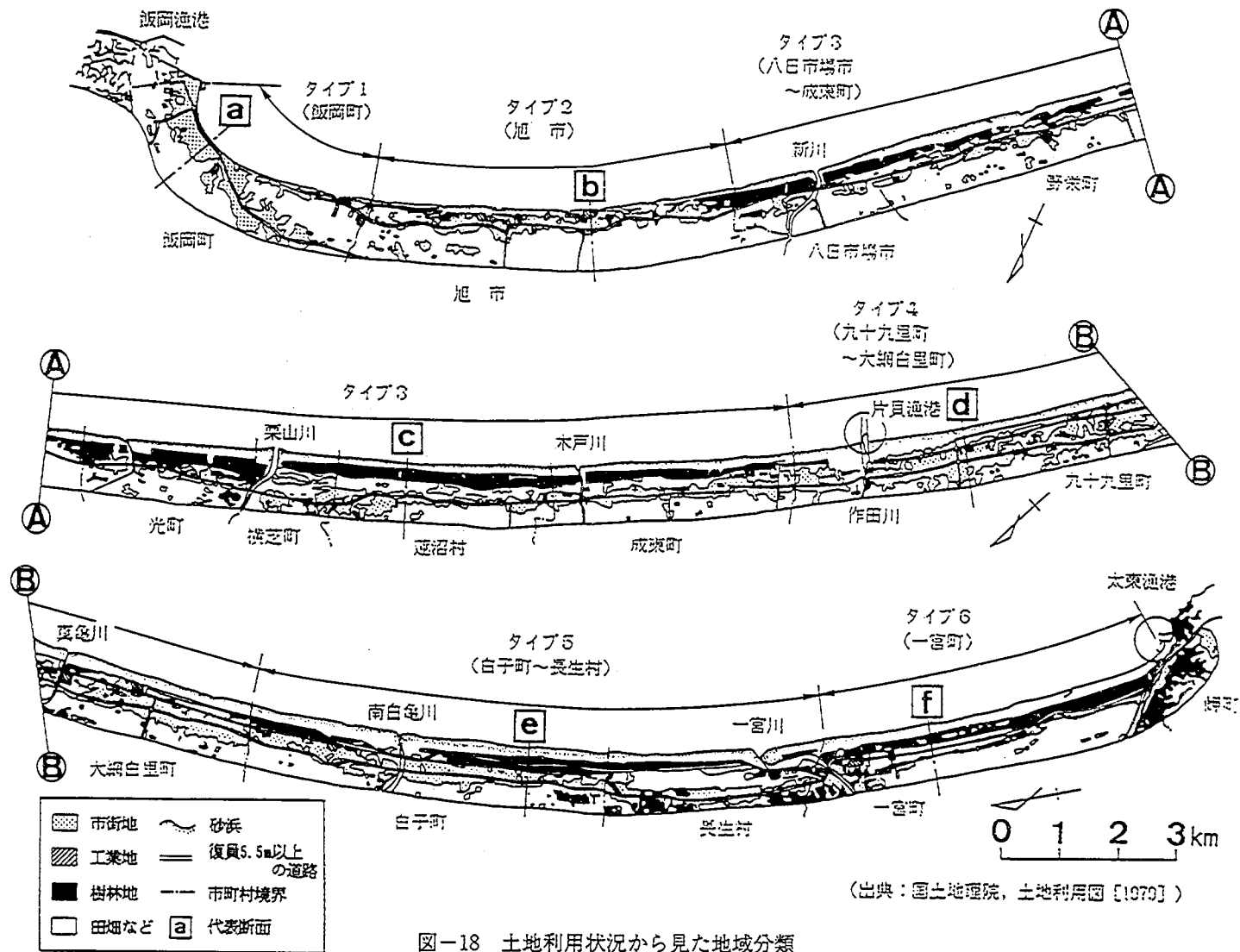


図-18 土地利用状況から見た地域分類

その特性は場所により変化する。すなわち保全、開発を進める場合、画一的な計画や方法を全域で用いることは得策でない。各地域の特性を十分に生かした開発・保全が行われるべきである。

前節までに述べた特徴のうちから、市街地、道路、樹林地、砂浜幅に着目し、土地利用形態により分類すると図-18のようになり、全部で6タイプに分類される。また、各タイプごとに代表測線を定め、その模式断面図をまとめると図-19となる。

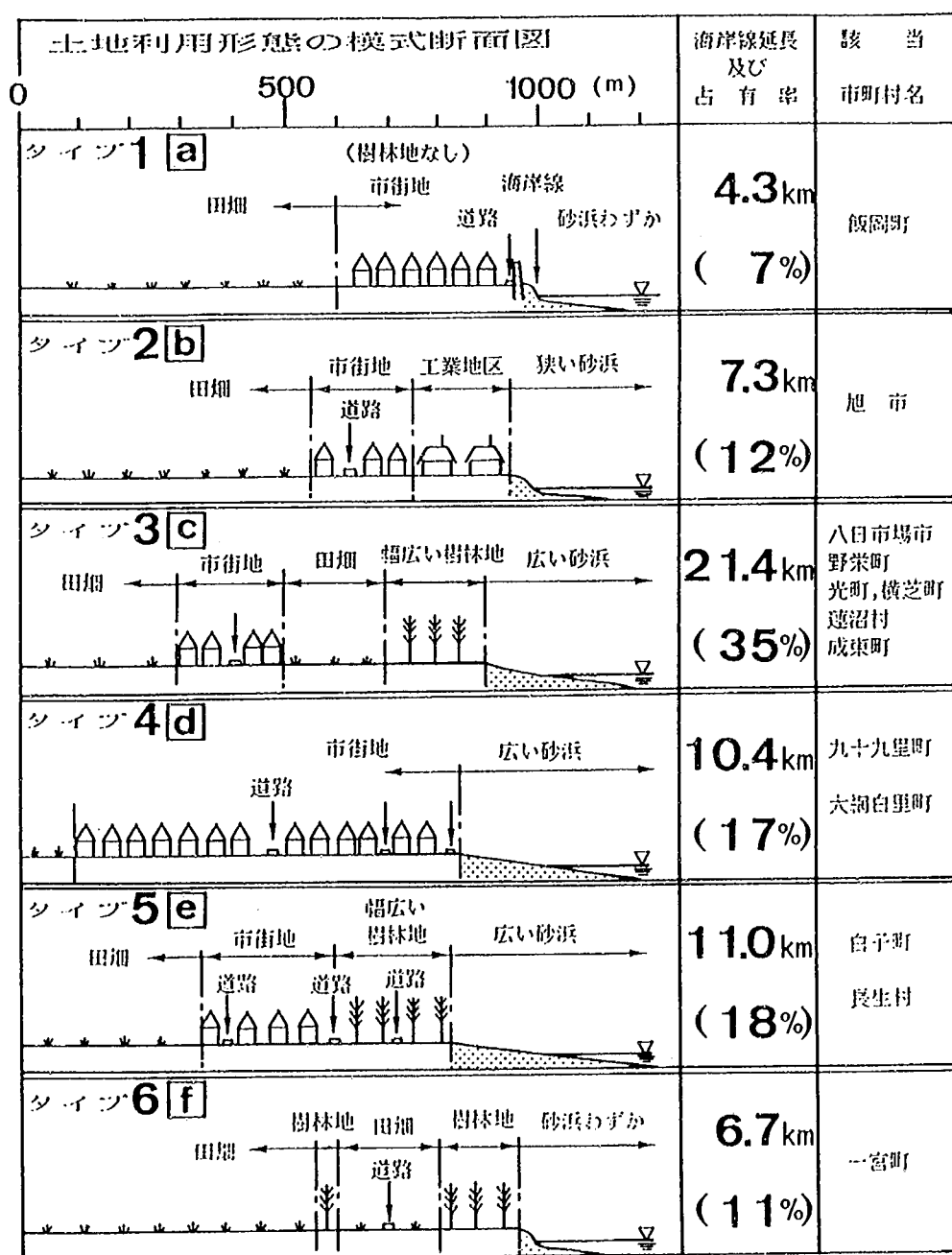


図-19 代表測線に沿う沿岸の模式断面とその占有率

第4章 マリン・マルチ・ゾーン構想の検討

4.1 計画区域の現況条件と計画の前提条件

ここでは具体例として九十九里海岸を取り上げて検討を加えてみる。計画地は、第3章で述べたように海岸利用がまだそれほど高くない横芝町、蓮沼村、成東町の区域とする（図-20）。当地区の海岸線延長は約9km、陸域の幅は約500m、対象地区の面積は約450haである。ここでは海洋性レク機能を核とした複合的な海洋性リゾート地区を計画の対象とする。計画のフローを図-21に示す。

当地区は、水深10mまでの平均勾配が約1/200と緩勾配であり、砂浜幅も100m以上ある。また陸域は標高約2～8m、幅5～10kmの低地であり、リゾート開発の面からは良好な条件となっている（宇多ほか、1988）。

気温および水温の面より当地区の海洋性レクの適性度をみると、総合的には海洋性レクを行う場所として満足できる範囲内にある（図-22）。また、波浪条件に関しては、夏期における有義波高が1.0m以下となる波の出現率は約40%、年間を通じて有義波高が1.5m以下となる波の出現率は約60%という結果が得られている。しかし、これらは海洋性レク利用にはあまり適した条件とは言えず、このことが海域制御構造物を設置する一つの理由を与える。

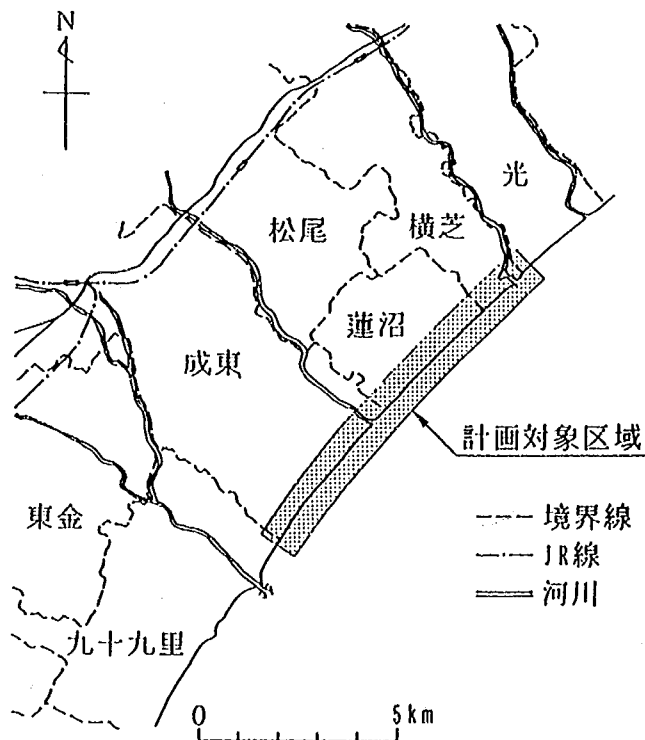


図-20 計画区域の位置

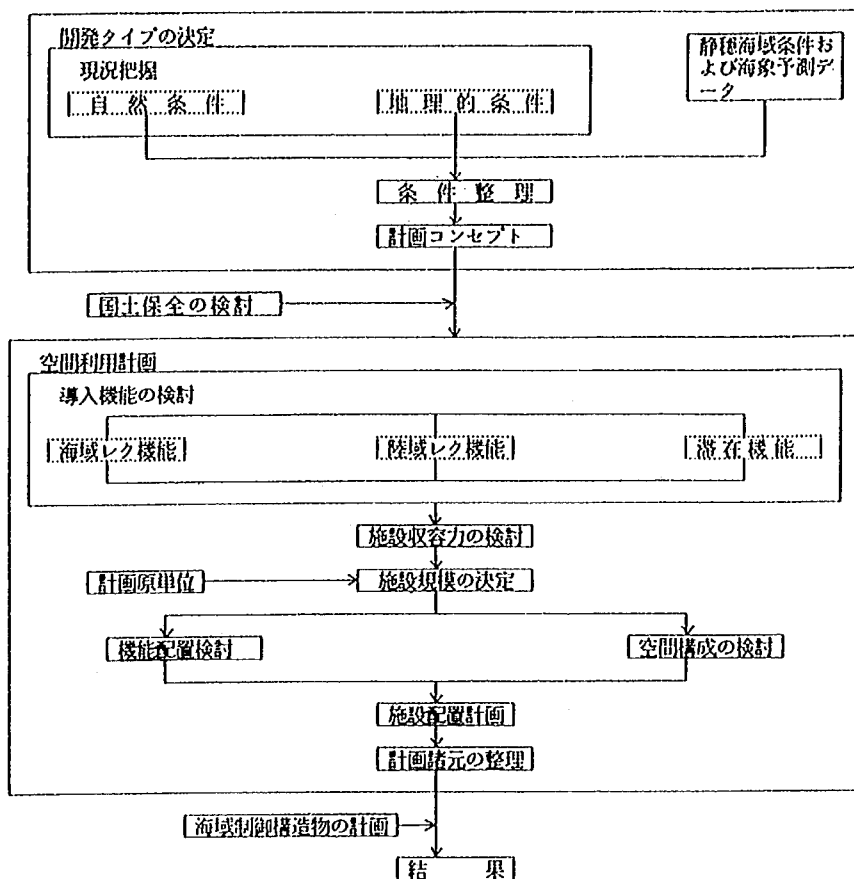


図-21 計画全体のフロー

代表的 海洋性レク	時 期 (月)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
海水浴												
ダイビング												
サーフィン カイト・サーフィン												
ディンギー												
クルーザー												

図-22 海洋性レクの活動可能期間

当地区の交通条件としては、鉄道と車を併用することにより東京都内から2時間以内に到達できる距離にあり、また千葉東金道路から30km圏内に位置するため、車のみを利用しても2～3時間の距離にある。

人口の集積度から見ると、時間距離3時間以内に東京、千葉市等の大都市があり、リゾートの立地条件としては恵まれている。横芝町、蓮沼町、成東町に限ってみると、海水浴客入込数の10%程度を占めているに過ぎず(図-15参照)、サーフィン、海釣りについてもあまり盛んではない。また、計画対象地内には県立蓮沼海浜公園や横芝海のこどもの国が立地している。

以上より当沿岸の特徴は、以下の4点に集約される。

①首都圏からの時間距離が2～3時間と短期滞在型のリゾートとして有利な条件を持つ。②人口密度は非常に低く、土地利用も農地、林地が中心で未開発地が多く、地域活性化の視点からもリゾート開発が有効である。③海洋性レク施設の集積度は低い。④幹線道路から海浜部へのアクセスが悪く、また保安林の幅が広いこと、海浜部と陸域が分断されている(図-19参照)。

これらの特徴から判断すると、計画対象のリゾートタイプとしては、主として首都圏住民を目標とした短期滞在型の海洋性リゾートが望ましいであろう。計画対象地の特性である長く続く幅広い海岸を活かすとすれば、本来ならばビーチ型(コースタルエリア開発型)(前田ほか, 1989)が最適であると考えられる。しかし、気温および海水温の条件が熱帯圏にあるリゾート等と比較して厳しい条件にあることから、短期集中型とならざるを得ず、このタイプはリゾートとして成立し得ないものと予想される。したがって、ビーチを核的施設としつつも、マリーナや栗山川漁港を生かしたフィッシャーマンズワープ等の可能性を検討し、総合的な海洋性レク基地として、更には陸域についても豊かな自然環境を生かした陸域レク施設の充実を図るとともに、多様な宿泊滞在施設の導入を図った総合タイプの海洋性リゾートを計画する。

4. 2 国土保全の検討

当該海岸の波浪を海域制御構造物により制御し、侵食に対する海浜の安定化や高潮災害に対する後背地の安全度の確保を図る必要がある。

九十九里海岸は侵食に対して十分な配慮が必要である。第3章で述べたように、当海岸はもともと南北にある海食崖(屏風ヶ浦、太東岬)から供給された土砂が沿岸漂砂により運ばれ、堆積して形成されてきた。しかし、近年では供給土砂量が減少したため、過去の汀線形はそのままの形では安定形を保つことは不可能になっており、ヘットランド(人工岬)等を適切な間隔で造ることにより海岸線の形を安定なものへと変えねばならない。計画対象海岸は九十九里海岸の中央部にあり、堆積傾向にある区域に位置するが、九十九里海岸全体を安定化すべきことを考慮し、人工岬により海岸全域を安定化させることを前提とする。また、こうすることにより卓越した沿岸漂砂の存在しない海岸とすることができ、航路埋没を防止し易くなることからマリーナの建設も可能となる。マリーナを建設する場合には、マリーナの防波堤も人工岬の1つとして位置づける必要がある。

高潮対策の面から言えば、当海岸は著しく緩勾配であるために、高潮、越波に対する防災対策は特に必要としなかったが、近年海岸侵食が進むとともに汀線付近の勾配が急になり、かなりの越波が生じている。この意味から砂浜を保全し、従来の緩勾配の海浜を保つよう十分な考慮が必要と

される。そのほか飛砂による道路、住宅等への被害、飛沫による塩害や日常生活の障害、陸上の風環境の緩和等のために保安林の保護も必要とされる。

4. 3 空間利用計画

4. 3. 1 施設の検討

(1) 海域レクリエーション施設

短期滞在型の海洋性レク施設としては、ビーチ、マリーナ、フィッシャーマンズワーフ等があるが、計画対象地域の立地条件に基づいてこれらの施設の成立の可能性を検討する必要がある。

ビーチについては、利用上の制限はあるにせよ現在でも海水浴場として利用されているため、導入に関して問題はない。海域制御構造物を設置すれば、波浪条件が改善されるため、現在より更に魅力ある海水浴場となるはずである。しかもウィンドサーフィンには好条件となると予想される。一方、波浪条件が改善されることにより、サーフィンに開放することは不可能となるため、サーフィンの活動水域との区分が必要となる。表-1 にビーチ施設の原単位を示す。

マリーナの施設のための用地は確保しようと思われるが、気象・海象条件からディンギー型のヨットの活動海域としては不適である。すなわち、気温面から活動期間が制限されること、また、波浪条件（ディンギーは0.5m以下が望ましい）も不適であり、仮に海域制御構造物により静穏域が創出できたとしても、ディンギーの必要活動水域である沖合2kmの水域を確保することは現実的に不可能である。したがって、本計画においてはクルーザー専用のマリーナの導入を図る計画とする。表-2 にマリーナ施設の原単位を示す。

フィッシャーマンズワーフとしては、栗山川漁港（横芝町）に隣接して10haの用地を確保する。また、これには既存の集落や民間レクリエーション施設の一部（横芝町の子供の国）を取り込む。

表-1 ビーチ施設の原単位

	ビーチ規模(1ユニット)			活動水域			付随施設	
	海浜延長 (m)	砂浜幅 (満潮時)	海浜面積 (㎡)	沿岸方向 (m)	沖合方向 (m)	面積 (㎡)	ビーチハウス (㎡)	駐車場 (㎡)
海水浴	500	60	30,000	500	50	25,000	2,500㎡/棟 を2棟	15,000
サーフィン	1,000	60	60,000	1,000	50	50,000	2,500㎡/棟 を2棟	30,000
ウィンド サーフィン	1,000	60	60,000	1,000	1,000	1,000,000	2,500㎡/棟 を2棟	30,000

表-2 マリーナ施設の原単位

収容隻数	施設規模			必要活動水域		付随施設
	陸域(㎡)	水域(㎡)	合計(㎡)	形状寸法	面積(ha)	
(500~) 1,000隻	50,000	50,000	100,000	沖合 2km * 10km	2,000	駐車場 クラブハウス等

これは地場産業の活性化に役立つはずである（表－3 参照）。

表－3 フィッシャーメンズワープの原単位

敷地規模	主 要 施 設	付随施設
10ha	・フィッシャーメンズワープ ・マーケットプレイス ・シーフードレストラン ・イベント会場	・駐車場

(2) 陸域レクリエーション施設

一般に、この種の施設の核的施設となるゴルフ場については、陸域の幅が約500mと狭いことから、本計画には導入しないこととする。ただし、他のスポーツ・レク施設や文化施設・休養施設については地域に集積度が低いため積極的に導入を図る。

(3) 滞在施設

リゾートにおける滞在施設については選択性が高いことが必須条件であるため、基本的には多様なタイプの施設の導入を図ることとする。また、付随施設のショッピングセンター、レストラン、生活サービス施設については、リゾート地区を支援する母都市が近隣して存在しないため、充実させる必要がある。

4. 3. 2 施設収納力の検討

海域レク施設の収納力は次のように計算される。まず、設定条件としてビーチの延長は9km、平均砂浜幅が120m、面積が約110haとする。また、マリナーの収容隻数は標準的な値として千隻とする。ビーチの収納容量は海水浴とサーフィン地域の面積比を7：3、それぞれの原単位を海水浴が15㎡／人、サーフィンが20㎡／人とし、さらに同時滞在率を100%とすれば6万8千人となる（宇多・半田，1990）。次にマリナーについては、同時利用率を90%、同時出艇率を40%とし、1隻当りの乗船人数を5人（クルーザー）とすれば、収容容量は1,800人となり、両者を合わせると合計では7万人／日となる。

陸域レク施設の収納力は以下のものである。まず、陸域レクの施設率を保安林約200haと砂浜面積110haを除いた陸域面積の50%とする。この面積に対し1人当り空間原単位を50㎡／人とし、また回転率を1.5回／日とすれば、収納容量は2万人／日となる。

結局、日収納能力の最大値は両者の和として9万人／日となる。なお、年間入込客数の想定は、最大集中度率を5%とすると180万人／年となる。

4. 3. 3 施設規模の検討

(1) 海域および陸域のレク施設の面積

ビーチについては海水浴に必要な面積を80ha、サーフィンに必要な面積を30haとする。また、活動に必要とされる水域の広さは、海水浴の場合沿岸方向に500m以上、沖合方向に50m以上である。また、ウインドサーフィンの場合では、沿岸方向に1～2km、沖方向に1km以上である。さらに、サーフィンの場合では沿岸方向に1～2km、沖方向に50m以上である。

マリーナに関しては、収容隻数1千隻に対し、保管施設や1隻当りの必要面積を考慮すると、水域5万㎡、陸域5万㎡となる。そのほか必要な駐車場スペースは1万8千㎡、クラブハウスが2,500㎡となり、マリーナ施設の用地の合計は、約12haとなる。

一方、陸域レクの施設に要する面積は、保安林を除いた陸域面積の50%として約70haと設定される。

(2) 宿泊滞在施設

海洋性リゾートの主たるレク活動は沿岸海域・海岸域で行われ、気温・水温条件より活動は夏期に集中する。したがって、沿岸海域・海岸域レク施設の収容力に対する滞在施設の収容力の設定法が問題となる。ここでは海域・陸域レク施設の規模算定結果をもとに、宿泊滞在者数を試算しそれに基づいて宿泊滞在施設の規模を推定する。

まず、宿泊滞在者数に関しては、ビーチおよびマリーナの利用者に対しては、1日当りの最大宿泊者数は約1万3千人となる(宇多・半田, 1990)。また、宿泊滞在施設の規模は施設別の宿泊数の割合を仮定すると、宿泊数1万3千人に対し、ホテルの規模は4ha、コテージ、ペンションの規模は10ha、リゾートマンションの規模は3.3ha、別荘の規模は50ha、オートキャンプ場・キャンプ場がそれぞれ30ha、10haとなり、以上の合計より、宿泊滞在施設用地は約100haが必要となる。

(3) 緑地・樹林地

以上の算定結果によれば各施設に必要とされる用地の面積は海域レク施設が約160ha、陸域レク施設が約70ha、宿泊滞在施設が約100haとなる。総面積は450haであることから、残りの用地を緑地・樹林地とすると、その規模は120haとなる。したがって、現在約200haある樹林地(保安林)のうち最低でも約80haは陸域レク施設と宿泊滞在施設の用地として利用する必要がでてくる。なお、海域制御構造物を設置した場合、沖合方向に約100m程度陸域を広げることが可能と考えられる。したがって計画対象区域の全沿岸に海域制御構造物を設置することにより、約90ha(100m×9km)の陸地が創出でき、計算上は現在の樹林地を保全または、緑地として維持できることになる。

4. 4 施設配置計画

4. 4. 1 機能配置の検討

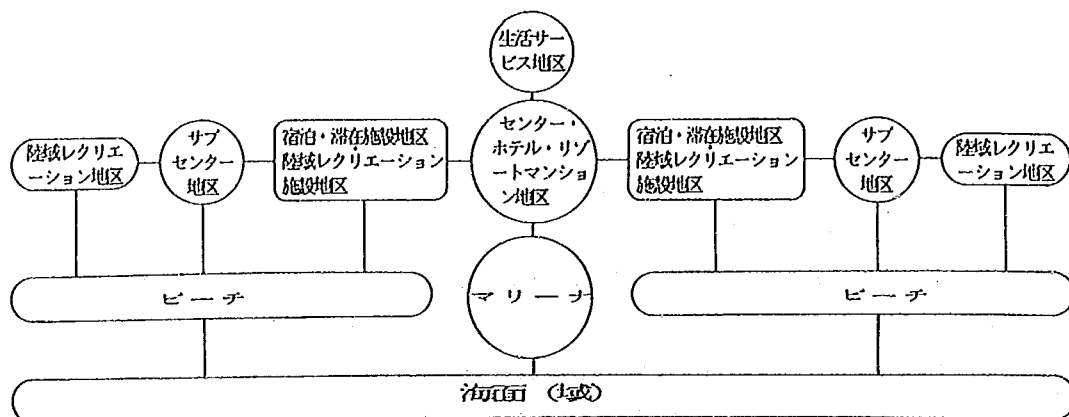


図-23 機能配置

短期滞在型は、活動主体が沿岸海域・海浜域のレク活動であり、利用が夏期に集中し、かつ滞在期間が短期であるという特性がある。したがって通年利用を考えるには、陸域レク施設、文化施設等を備える必要がある。また、滞在機能すなわち生活基盤施設は集中化を図り、その配置は沿岸海域・海浜域のレク施設に隣接させることを基本とする。このとき、本計画地の敷地形状は幅約500mで汀線に沿って細長く続く形状であるため、図-23に示す機能配置を基本とする。

4. 4. 2 空間構成の検討

空間を構成する場合には、①地域全体の土地利用計画の枠組の中で、機能性に基づいた構成とすべきであり、また、②自然環境を生かし、緑の保全または活用を図ることによる環境作りに配慮する必要がある。さらに、③豊かでゆったりとしたリゾートライフを満喫できることや、④海の眺望および海からの眺望を意識した景観を創出することが望まれる。基本となる空間構成は図-24に示すとおりである。

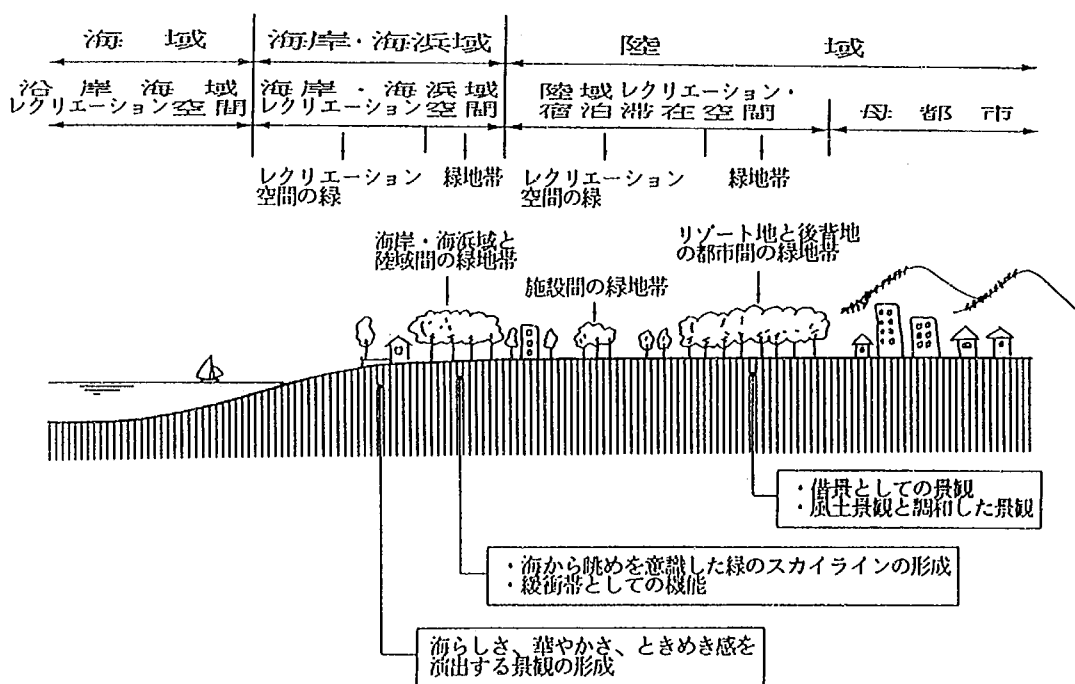


図-24 基本となる空間構成

4. 4. 3 陸域の施設配置計画

機能配置および空間構成の考え方に基づき、計画地の現況の立地条件との対応を図り、計画された施設配置計画は図-25のようである。計画対象地の現況の自然条件下における海洋性リゾートの空間利用計画を検討すると、次の問題点が指摘される。①現状の波浪条件は海水浴やウインドサーフィン等の海洋性レク活動にとって好条件ではないため、気象条件に左右される割合が高くなり、リゾート事業として経営面に不安が出る。②海岸後背地が狭いため、陸域施設の導入に際して制約

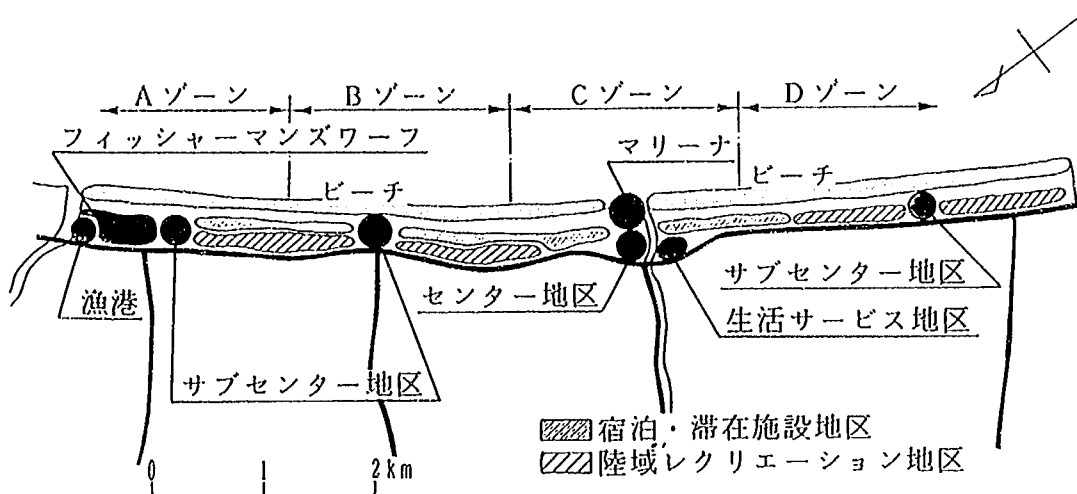


図-25 陸域の施設配置計画

が多くなり、リゾートとしての魅力に欠ける。③後背地が狭いことにより、樹林地をかなりの面積にわたって施設用地として利用せざる得ない。④また、そのことは潮害や飛砂の防止上、少なからず影響を及ぼす可能性もあり、更に緑を薄くすることにつながり、生活環境面からもリゾート地としての環境面からも問題点を残す。

以上の問題点に対し、海域制御構造物の設置は、海域の静穏域の創出と、同時に行われる養浜によれば陸域の拡大につながるため、これらの課題の解決策として有効な手段になるとと思われる。

4. 5 海域制御構造物の計画

設置海域の海底は砂質土の地盤であり、重力式あるいは有脚式海域制御構造物のいずれでも施工可能と考えられる。そこで、ここではスリット型の構造物を取り上げて消波機能の試設計を行う。また、設置水深は沖合約1 km位置を想定して10 mに設定する。

当海岸への来襲波は、夏期の利用時において波高1 m、周期10秒程度であり、海水浴等に適した波高条件(0.5 m以下)とするには、透過率 K_T を0.5にする必要がある。 $K_T=0.5$ 、周期10秒の条件で海域制御構造物の幅Bを求めると約18 mとなる。実際に消波効果を求めると、構造物の設置により夏期に限らず年間を通して波高はほぼ0.5 m以下になり、この結果、四季を通して、ボードセーリング等の利用が促進されることになる。

次に、堤長について検討する。単独の堤体による消波効果は、静穏海域の創出効率から見ると堤長と波長の比は4以上が望ましい。したがって、堤長 l と開口幅の比が0.15程度であれば開口部からの進入波の影響が小さくなる。そこで開口幅は60 mとする。この程度の幅であれば、小型船舶の航行にも支障がないと考えられる。以上のことから、延長kmの区間に11基の海域制御構造物を設置することとし、最終的に図-26に示す配置を考えた。このような案が実現されれば、海域と陸域との一体的な利用が可能になるとともに、海浜を安定化する上でも非常に有効と思われる。

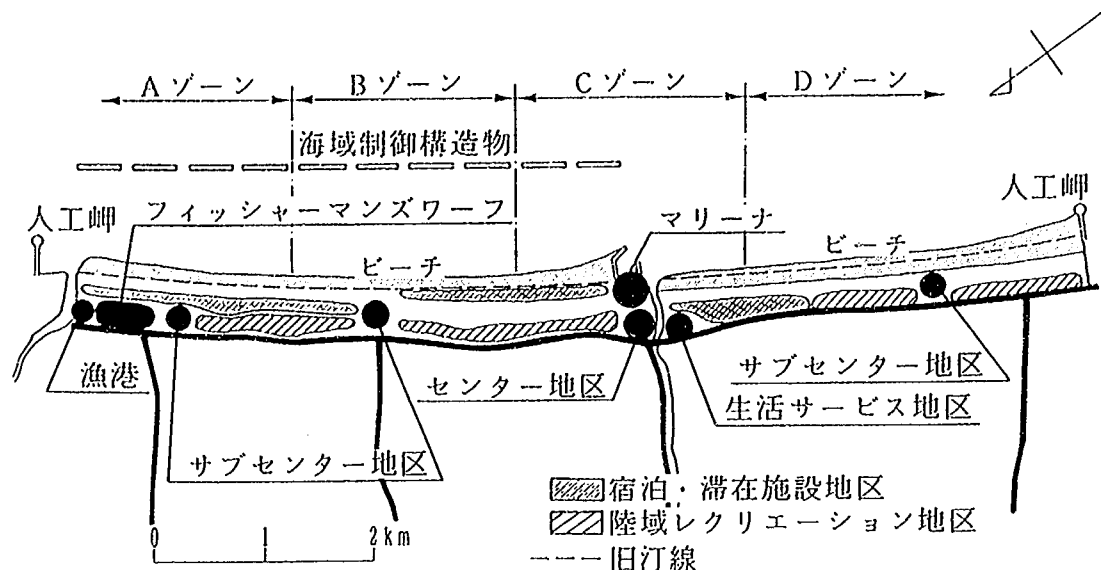


図-26 海域・陸域の施設配置計画

第5章 結 論

本論文では、九十九里海岸を取り上げて将来の海岸利用構想について述べた。一般の海岸利用構想の検討においては、海浜変形等に関する基礎的検討が不十分なまま計画が立案されることがしばしばである。そのような場合、計画が実施に移されると、現実と計画の間に大きな差が生じ、それによって計画の実施が困難に直面することもあり得る。こうしたことから本研究ではまず海浜形成史の立場より、長期的、かつ広域的な海浜変形について論じた。それにより、過去数千年間、海岸の南北端にある海食崖が侵食されて供給された土砂が波により運ばれ堆積して形成されてきた九十九里海岸では、近年、崖侵食の防止や漁港の建設等によって漂砂の供給条件や流下条件が大きく変貌しつつあることが判明した。九十九里海岸は本来堆積性であったが、上述の理由により現在ではその南、北端近くで激しい侵食が生ずるようになった。漂砂の供給量の減少によって海岸線は新たな平衡状態に近づこうとして変形し続けているのである。したがって、九十九里海岸は長い砂浜が連続する形では保ち得ず、人工岬のような構造物によって海岸線をいくつか区切り、各区分ごとの海岸線を安定な形とすることが必要である。

次に将来における海岸の利用構想について検討するには、まず現況条件を十分理解することが必要と考え、海岸利用の現況を海洋性レクを中心に調べた。海水浴やサーフィン等の入込客数と、駐車場や海の家等の利便施設の整備状況や首都圏より海岸までのアクセス時間との間には非常に高い相関があり、施設の整備やアクセスが良好な地域では現在でもかなりの利用がなされていることが判明し、将来においても海岸の整備を進めれば海洋性リゾートとしても成立しうる可能性が示唆された。

そこで、現在では海岸利用があまり活発でない九十九里海岸の中央部の地区を選び、そこで具体

的な海洋性リゾートの計画の立案を進め、陸域、海域を含めた総合的な計画を提示した。この計画の従来の種々の計画と基本的に異なる点は、陸域と海域とを分離した形ではなく、「沿岸域」として一体的に整備し得る方向性を示したこと、また海域の整備に際しては波の荒い外洋に面した海岸を静穏化することを考えており、その中では波を完全に消すのではなく、あくまで内湾化を図ろうとした点にある。更に、長期的に見た海浜変形に対して人工岬を対策工として位置付け、単に海岸利用の立場からの議論に終始するのではなく、海岸保全の立場からも問題点を解決しようとしたところにある。

以上のように一応最終構想は示し得たものの、母都市となる東京や千葉とのアクセスの問題や海域制御構造物の詳細検討（例えば建設省土木研究所、1988）については問題点として残されている。本研究ではそうした問題点は知りつつも、より大局的に見た計画論を重視して検討を進めたものである。これらは将来の検討に待たねばならない。

なお、本報告の第4章に述べた内容は、建設省土木研究所の緑化研究室と海岸研究室との共同検討によって得られた成果（宇多・半田、1990）であることを付記し、結果の一部を利用させていだいたことに対し、半田緑化研究室長ほかに深甚な謝意を表する次第である。

参考文献

- 飯岡町（1981）：長く続く怒濤との戦い，飯岡町史符編，pp. 1-35
- 宇多高明・桜木 弘・久保田進（1987a）：千葉県飯岡海岸の海岸侵食について，第34回海岸工学講演会論文集，pp. 342-346.
- 宇多高明・赤穂俊作・今井武雄（1987b）：霞ヶ浦における風波による湖浜変形の実態，土木学会論文集，No381/II 7，pp. 161-170.
- 宇多高明・小俣 篤（1988）：九十九里海岸侵食対策調査報告書，土木研究所資料，第2569号，76p.
- 宇多高明・村井禎美・武中信之（1988）：海岸工学的諸条件から見た九十九里海岸の評価，海洋開発論文集，Vol. 4，pp. 231-236.
- 宇多高明（1989）：九十九里海岸における過去6000年間の海浜形成と近年の海浜変形との関係，地形，Vol. 10，No 4，pp. 343-355.
- 宇多高明・半田真理子（1990）：マリーン・マルチ・ゾーン構想の実海域を対象としたケーススタディ，河川，No531，pp. 53-61.
- 建設省土木研究所海岸研究室（1988）：海域制御構造物の開発に関する共同研究報告書(5)―皆生海岸F. S. 調査報告書―，土木研究所資料，第2609号，285p.
- 佐々木民雄・堀田新太郎・五十嵐元・久保田進（1974）：海洋性レクリエーションに関する研究（第2報），第21回海岸工学講演会論文集，pp. 471-475.
- 十代田朗・渡部貴介・安島博之（1986）：明治・大正期における湘南および房総地域の臨海部別荘地の成立過程，第20回日本都市学会学術研究論文集，pp. 331-336.
- 堀川清司・砂村継夫（1969）：千葉県屏風ヶ浦の海岸侵蝕について―航空写真による海蝕崖の後退に関する研究・第2報―，第16回海岸工学講演会講演集，pp. 137-146.

- 堀川清司・砂村継夫（1970）：千葉県屏風ヶ浦の海岸侵蝕について(2)－航空写真による海蝕崖の後退に関する研究・第3報－，第17回海岸工学講演会論文集，pp. 289－296.
- 堀川清司・砂村継夫（1971）：千葉県九十九里海岸における漂砂の卓越方向に関する研究，第18回海岸工学講演論文集，pp. 417－422.
- 堀川清司（1973）：海岸工学，東京大学出版会，274p.
- 前田 博・秋山千秋（1989）：海洋性レクリエーションと海域制御構造物との関連性について，海洋開発論文集，Vol. 5，pp. 143－148.
- 森脇 広（1979）：九十九里浜平野の地形発達史，第四紀研究，18，pp. 1－16.

土構造物の耐震対策に関する新たな展開

動土質研究室長 古賀 泰之

土構造物の耐震対策に関する新たな展開

1. まえがき

ここでいう土構造物とは、詳しくは後述するように、その主たる部分が土で構成される各種の盛土構造物やそれらの安定度を高めるための擁壁構造物等をいう。さらには、地下の比較的浅層部に建設される地中・半地下構造物（共同溝等）も土構造物に含めることがある。これらの中でも、土が全くの主体となる各種の盛土構造物は、従来より、積極的に耐震性を考慮した設計を行って来なかった。このことは、盛土構造物が地震に対して十分安定であるということではなく、実際には、既往の被害地震において、各種の人工構造物の内、フィルダムを除く盛土構造物が最も小さい地震に対して被害を生じている。このような事実にもかかわらず、（盛）土構造物に耐震設計を行ってこなかった理由として以下の事項が挙げられる。

- 1) 我国は地震国であり、長年の経験から、通常用いられている盛土の構造が、ある程度の地震に対して耐えることが分っている。
- 2) 土構造物の被害が他の人的・物的な2次的被害に及ぶことは稀である。
- 3) 盛土構造物が地震時に被害を受けても、一般に復旧は容易であり、速かに機能回復ができる。
- 4) 土構造物の耐震設計法が確立していない（フィルダムは除く）。
- 5) 土構造物の耐震対策法が確立していない。
- 6) 多くの土構造物は、縦断方向に長く、変動する地盤条件、盛土品質の把握自体に多大の費用を要する。
- 7) 土構造物の耐震対策は一般に多額の投資が必要である。

一方、近年においては、このような盛土構造物に対しても、一部において耐震的配慮を行うことが必要と認識され、現実検討・対応がとられるようになってきた。その理由として、例えば、河川堤防の場合、河川堤防に守られた都市下流部の低平地における住民・資産の増大に対して、万一、地震水害（地震による堤防被害に引続いて水害を被ること）が生じた場合の被害は甚大なものとなるおそれがあることが、その理由である。又、道路盛土の場合、震災後において道路がネットワークとして重要であることから、盛土区間も、ある程度の耐震性が必要であること、近傍に迂回路のないような山岳地の道路盛土は、一旦被害が生じた場合の復旧は必ずしも容易ではないこと等が、その背景にある。

以下においては、このような動向の下に、それに対応すべき土構造物の耐震対策技術の現状と課題（特に、主として筆者らの研究グループが関わった範囲に重点をおいて）を整理して述べる。

2. 土構造物の震害

土構造物の耐震対策の前に、土構造物の震害及びそれにより生ずる2次被害がどのようなものであるかをいくつかの例を挙げて紹介する。さらに、先立って土構造物に、どのようなものが含まれるかを述べておく。又、耐震対策を必要とするかどうかの判断に用いる耐震性判定法についても紹

介する。

2. 1 土構造物の範囲

土構造物に対するはっきりした定義はなく、人により、場合により、含まれる範囲は異なる。ここでは、福岡¹⁾を参考にすると、以下のようなものを考えることができよう。

土構造物（狭義）

- 1) 盛 土 ——ダム、河川堤防、海岸堤防、道路盛土、鉄道盛土、宅造盛土
- 2) 壁体構造物 ——擁壁（半地下擁壁を含む）、補強土擁壁、港湾岸壁

土構造物（広義）

- 3) 地中構造物 ——共同溝、水底トンネル、下水道関連施設
- 4) のり面・斜面——切土のり面（保護工を含む）、自然斜面（対策工を含む）
—————：本小論で述べる構造物

これらを概観して分るように、土構造物の中には、盛土構造物のみならず、その中にコンクリート構造物等までを取入れた複合構造物も含まれること、自然斜面のように人工構造物でないものまで含む場合もある。

以下では、まず、これらの土構造物の地震時被害について紹介する。

2. 2 既往の地震による土構造物の被害

ここでは、土構造物自体の被害と、それによって人や周辺資産等へ及んだ被害の例、その影響等を紹介する。

1) 河川堤防の場合

我国における河川堤防は、本来、河川の自然の流れに沿って長年にわたって築造されてきたものであり、基礎地盤は一般に余り良好でない。このような所では、堤体自体よりも、基礎地盤の破壊に起因して、堤防に被害が生じている。被害は、軽微なものから言って、天端の縦断亀裂、法崩れ、天端の横断亀裂、堤体全体の沈下等の形態を示す。

一方、河川堤防は、本来洪水や高潮・津波による異常時の外水から堤内地の人命、資産を守る防災構造物であり、言い換えれば、構造物自体に上述のような被害が生じたとしても、堤内地へ氾濫が生じなければ、本質的な被害ではないと見ることもできる。現実には既往の多くの堤防の被害が堤内地への被害に結びついた例は多くないが、以下のような例がある²⁾。福井地震（1948年6月28日、M=7.3）による河川堤防の被害は、九頭龍川31箇所他、合計126箇所に及び、全川にわたって1～5mの沈下、地割れ、陥没、崩壊といった惨状を呈した。地震の発生が梅雨期であったため水害が危惧されたが、翌月の7月下旬にこれが現実のものとなった。終戦直後の昭和23年であったこと、福井市の地震被害が死者3,900名、倒壊家屋38,000戸と大震災であったことから、堤防の応急復旧はほとんど行われなかったものと思われる。このため、7月23日よりの降雨により、堤防決壊143箇所、浸水家屋27,000戸の大水害を招いた。また、津波が、被災した（または被災していない）河川堤防を越え、浸水被害を起こした例は、東南海地震、南海地震、新潟地震、日本海中部地震等

で見られた。

2) 道路盛土の場合（擁壁等を含む）

道路盛土の場合も、河川堤防と同様に、地盤が軟弱な所で多くの被害が生じている。被害の形態としては、河川堤防の場合と同様で、路面・のり面の亀裂、段差、沈下等があり、それぞれ、通行機能の低下に至っている。典型的な1例として次のような例がある³⁾。日本海中部地震（1983年5月26日、 $M=7.7$ ）において、一般国道7号能代南バイパス秋田県能代市内浅内において、高さ2m程度の低盛土部の地盤が液状化し、盛土が崩壊するとともに、舗装版の浮き上がった箇所もあり、大きな被害となった（図-1）。ここでは、バイパスの旧道が迂回路として利用できたため、バイパスを2車線同時に開通させることとし、舗装版の浮き上がり箇所については、ジャイアントブレイカーで舗装版を破壊し撤去した後、アスファルトで再舗装し、その他の亀裂、沈下箇所ではコンクリート舗装の上にアスファルト舗装を行い、応急復旧とした。この場合の復旧作業は、地震発生から約5時間後に開始され、16時間ぶりに全面開通した。

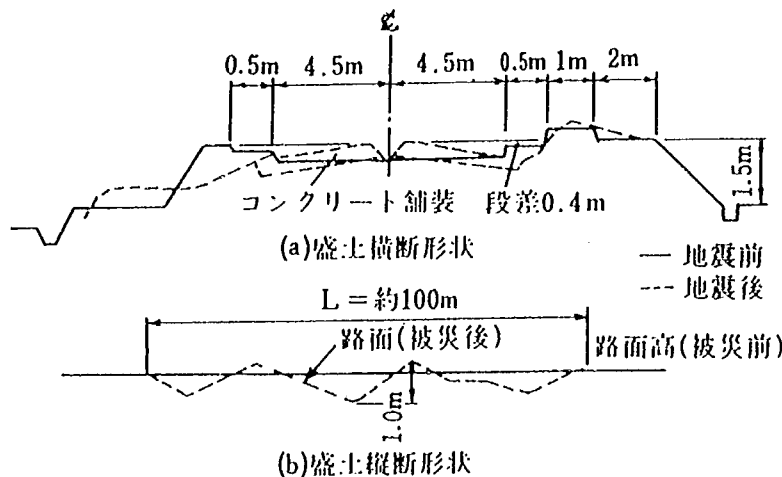


図-1 能代南バイパスの被災状況

道路盛土においては、地盤が軟弱のみならず、山岳地で傾斜地盤上の盛土（片切片盛等）も被害を受けることが多い。このような例として、大分県中部地震（1975年4月）において、大分県大分郡湯布院町と熊本県阿蘇郡一の宮町を結ぶ別府阿蘇道路（やまなみハイウェイ）の湯布院町地区における盛土の被害状況を述べる⁴⁾。（図-2）ここでは、地山の傾斜が 35° 、盛土高さが22m、のり勾配が1:1.0の片切片盛道路が、延長90mにわたり盛土が地山境界付近で滑り、道路の幅員の半分以上が崩壊した。この箇所は全体として沢部に盛土した区間であり、地震前にながりの降雨があり、さらに崩壊土砂がかなり下方まで達していたことから、地山部の表層及び盛土はいずれも含水比が高い状態であったと思われる。

本路線は5月頃から観光シーズンに入るため、早期復旧をめざしたが、本復旧工事には6ヶ月以

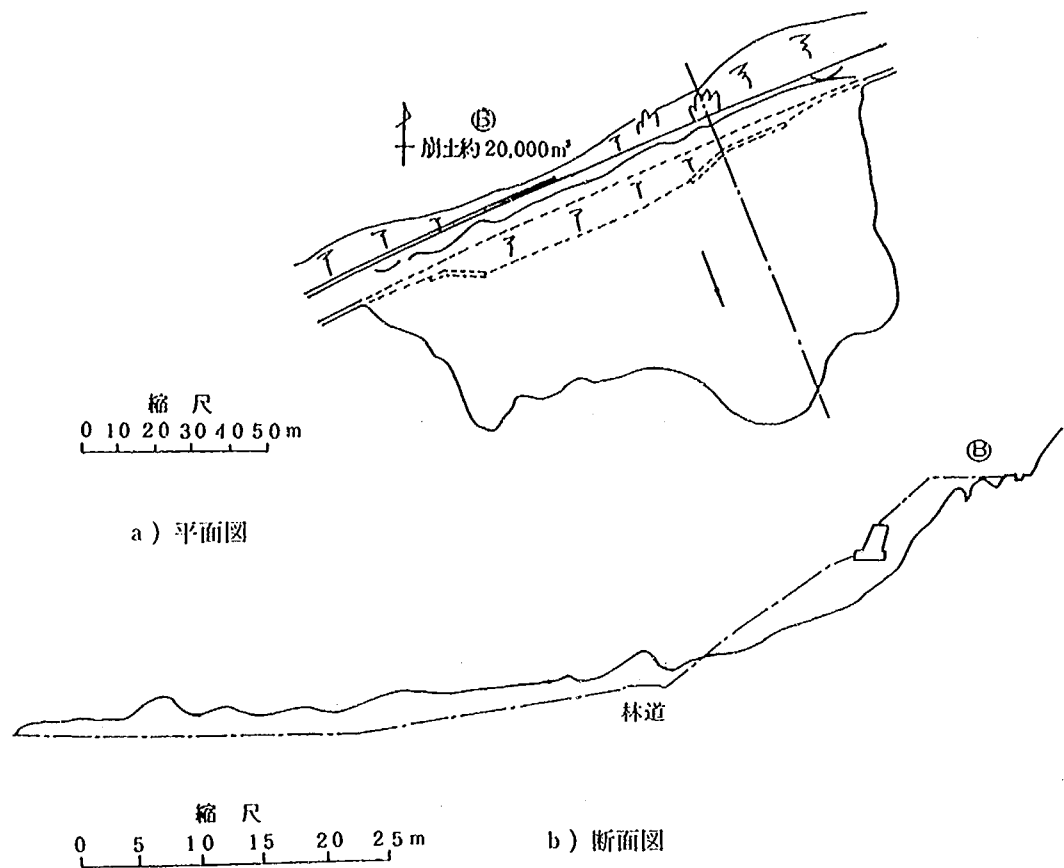


図-2 やまなみハイウェイの被災状況

上の工期を要するため、本路線に平行した町道を改修して迂回路に使用した。

これらの事例を含めて、道路盛土の被害・復旧の特徴について、文献5)では表-1のようにとりまとめられ、以下のことが指摘されている。

【平地盛土の場合】

- ・一箇所当たりの被害延長が一般に長い。
- ・被害は液状化が原因となる盛土全体の沈下が多い。
- ・応急復旧、本復旧とも短時間で終了するケースが多く、そのため全面通行止となる期間は短い。

【片切片盛の場合】

- ・一箇所当たりの被害延長は、平地盛土の場合に比べてやや短い。
- ・被害は、法面あるいは堤体の滑りが大部分を占める。
- ・応急復旧には、土留工、法面工等を必要とし、長時間を必要とするケースが多い。

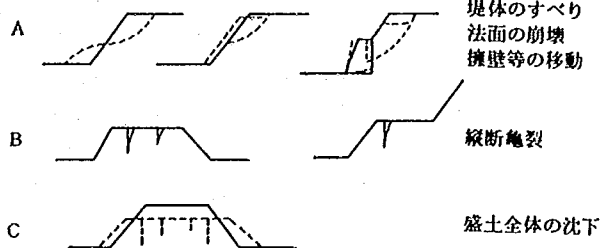
表-1 路線別交通規制期間と被害形態

地 域 名	路 線 名	交 通 規 制	交 通 規 制 期 間		盛 土 形 式	被害形態	備 考
新 潟 地 区	国 道 7 号	乗り入れ規制	39.6.19~7.2	14日	平地盛土	C	
伊豆半島沖	下田石廊松崎線	全面通行止	49.5.13~	77日	片切片盛	A	
伊豆大島近海	修善寺下田線	当箇所以外の被災により規制	53.1.14~3.13	59	片切片盛	A	
宮 城 県 沖	岩手山宮崎線	片側通行	53.6.12~54.1.22	225	盛 土	A	パイプロックンバーによる締め固め テールアルノ盛土工法
	国道346号	徐 行	53.6.12~6.14	3	平地盛土	B	
	国道342号	片側通行	53.6.12~6.14	3	盛 土	B	
	米谷若柳線	片側通行	53.6.12~11.6	148	盛 土	B	
	牡鹿半島公園線	全面通行止	53.10.28~54.3.20	144	斜面上の盛土	A	
浦 河 沖	平取静内線	全面通行止	57.3.21~57.3.25	5日	平地盛土	C	仮応急舗装
	〃	片側通行	57.3.26~6.30	97	〃	〃	
日 本 海 中 部	国 道 7 号	全面通行止	58.5.26~5.27	2日	平地盛土	C	盛土、舗装工 搬動ローラ締め固め
	今別蟹田線	全面通行止	58.5.26~6.1	7日	傾斜地上の盛土	A	
	〃	片側通行	58.6.1~59.1.16	230	〃	〃	
	鯉ヶ沢蟹田線	片側通行	58.5.26~59.10.8	501	平地盛土	C	
	国道339号	全面通行止	58.5.26	1日	平地盛土	A	
	鯉ヶ沢蟹田線	全面通行止	58.5.26~5.31	6日	平地盛土	C	
	〃	片側通行	58.9.15~59.8.31	351	〃	〃	
	高山園荷沖社線	片側通行	58.5.26~6.24	30	平地盛土	C	
	弘前岳鯉ヶ沢線	全面通行止	58.5.26~5.30	5日	平地盛土	C	
	国道101号	全面通行止	58.5.26~5.27	2日	平地盛土	C	
長 野 県 西 部	国道361号	片側通行	59.12.27~60.3.25	89	片切片盛	A	木復旧工事のため 斜面崩壊のため
	堀島御岳線	全面通行止	59.9.15~9.30	16日	片切片盛	A	
	〃	片側通行	59.9.15~60.5.10	238	〃	〃	
	御岳王滝黒沢線	全面通行止	59.9.14~10.27	44日	片切片盛	A	
	〃	片側通行	59.9.20~60.9.30	366	〃	〃	
	越木曾線	全面通行止	59.9.16~10.5	20日	片切片盛	A	
	〃	片側通行	59.10.22~60.5.31	222	〃	〃	

盛土形式

1. 平地盛土
2. 片切片盛
3. 片盛
(斜面上の盛土を含む)

被害形態



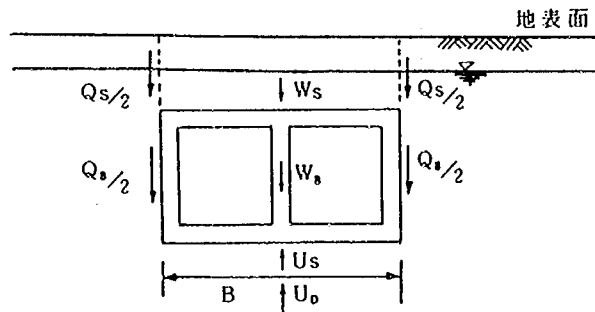
・また、大規模な崩壊等が発生した場合には、全面通行止が数十日間にわたる場合があり、復旧活動や経済活動に大きな影響を与える。

3) 地中・半地下構造物の場合

共同溝のような地中構造物や掘削道路のような半地下構造物については、建設の歴史も浅く、未だ地震被害を受けたものはないが、どちらも周辺地盤に比べて軽量の構造物であり、以下のような被害が想定される。

(i) 共同溝の場合

共同溝の一部又は全部が地下水面以下に没している場合、常時から地下水による上向きの浮力が作用する。一般に、この地下水による浮力は、本体重量に比べかなり大きなもので、上載荷重、自重と浮力の比として定義される浮き上がり安全率（図-3）は、通常1.2以上を確保するものとしている。これに対して、地震時に液状化するような地盤では、地盤内に発生する過剰間げき水圧によって、浮力がさらに大きくなり、ついには構造物が浮き上がる可能性がある。このようなことから、例えば共同溝設計指針では、地震時における過剰間げき水圧による重力を考慮した浮き上がり安全率を1.1以上確保することとしている⁶⁾。



浮上がりに対する安全率 F_s

$$F_s = \frac{W_s + W_B + Q_s + Q_B}{U_s + U_D}$$

ここに、

W_s : 上載土の荷重（水の重量を含む）（ t/m ）

W_B : 共同溝の自重（収容物件及び捨てコンの重量を含む）（ t/m ）

Q_s : 上載土のせん断抵抗（ t/m ）

Q_B : 共同溝側面の摩擦抵抗（ t/m ）

U_s : 共同溝底面に作用する静水圧による揚圧力（ t/m ）

U_D : 共同溝底面に作用する過剰間げき水圧による揚圧力（ t/m ）

ただし、常時は、 $Q_s = Q_B = U_D = 0$ とする

図-3 共同溝に作用する力



写真-1 地盤液状化によるオイルタンクの浮き上がり

前述したように、共同溝においては、このような被害は未だ生じたことはないが、各地で地盤の液状化が生じた日本海中部地震の際に、ガソリンスタンドのオイルタンクや浄化槽等の浮き上がりが数多く見られた⁷⁾(写真-1)ことから、共同溝の場合にも、このようなメカニズムの被害が想定され、事前の検討・対処が必要と言えよう。

(ii)掘削道路

半地下道路が地下水位以下に建設される場合には、浸水を防止するため、舗装路盤と擁壁を一体として施工するいわゆるU型擁壁が施工されることが多いが、このような構造においても、共同溝の場合と同様に、常時及び地震時の浮力による浮き上がりが被害の一形態として想定される。

以上をまとめると以下のようである。

- ①盛土構造物は、支持地盤が軟弱、地盤が急勾配の所で大きな被害を生ずる。
- ②さらに、盛土本体の含水比が高い場合にも大きな被害となる場合がある。
- ③軽量の半地下道路や共同溝等も、地盤が液状化するような場合には、浮き上がりや水平移動の被害を生ずる可能性がある。

2. 3 液状化による土構造物の被害メカニズム

2.2でも述べたように、盛土や地中、半地下構造物のような土構造物は、軟弱地盤において、特に地盤が緩い砂地盤で液状化を生ずる場合に大きな被害を生ずる。砂地盤の液状化については、1964年の新潟地震以来、国の内外を問わず広汎な研究が進められ、要素としての特性あるいは(構造物の存在を無視した)水平地盤における液状化の特性はかなり明らかにされている。

一方、現実の問題では、ここで扱うような土構造物も含めて、各種の構造物が、地盤上又は地盤中に存在し、その自重や地震時慣性力等のために、地盤の液状化問題も、単純な水平地盤の場合とは、異なった様相を示すことがある。筆者らは、従来よりこれらの問題に関し、研究を継続してい

る。その結果として、構造物周辺地盤の液状化挙動を完全に定量的に予測するという段階には至っていないが、盛土のような重量のある構造物あるいは半地下構造物のような軽量な構造物の周辺地盤での液状化特性、それによって生ずる構造物の被害メカニズムについては、かなり明らかな骨格を描くことができるようになっているので、それらについて紹介しておく⁸⁾。このことは、各種の地盤対策を考えていく上でも基本的に重要なことである。

(1) 水平地盤の液状化

ここでは、(2)(3)において後述する液状化現象の特性に係ることのみを述べておく。水平地盤における土の要素は、常時には、鉛直応力と水平応力は等しくなく、 K_0 異方応力状態にある。地震動により水平繰返しせん断が加わり間げき水圧が上昇し液状化に至るわけであるが、この場合、間げき水の流出を無視すると、土の要素は、鉛直及び水平方向への（圧縮）変形を生じない。この過程を応力で表現すると、側方への変形を拘束するために、水平応力の増加が次第に生じ、遂には、鉛直応力と等しくなり、過剰間げき水圧は鉛直応力（＝水平応力）に等しく完全液状化状態になる。

(図-4)

短絡して言えば、水平地盤において間げき水圧が鉛直応力まで増加して、地盤の強度が失われる（少なくとも一時的に）のは、側方変形が拘束されているためである。

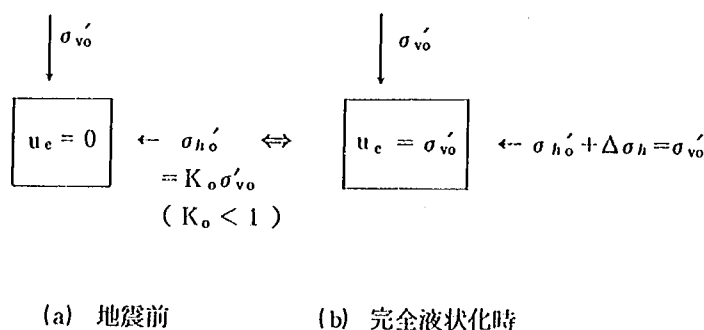


図-4 水平地盤中の液状化時の応力変化

(2) 盛土構造物

図-5は、大型模型振動実験により、液状化性土盤上の盛土の安全性について調べたときの、地盤の変形や地盤内間げき水圧の時間変化、分布を表したものである。同図(C)では、加振終了時の最大間げき水圧を各点の有効土かぶり圧と比較したものであるが、特徴的なこととして、のり先から側方地盤部にかけては、間げき水圧が有効土かぶり圧にほぼ等しくなっており、一様な水平地盤の場合と同様の液状化状態に達していることが見られる。一方のり面下、さらには天端直下においては、間げき水圧は有効土かぶり圧よりもかなり小さく、完全液状化状態には至っていないことになる。このことは、通常、盛土の存在によって、盛土下の動的せん断応力比が小さくなり（せん断ひずみ振幅が小さく）、間げき水圧の発生が遅れる理解されているようである。しかし、図-5(a)

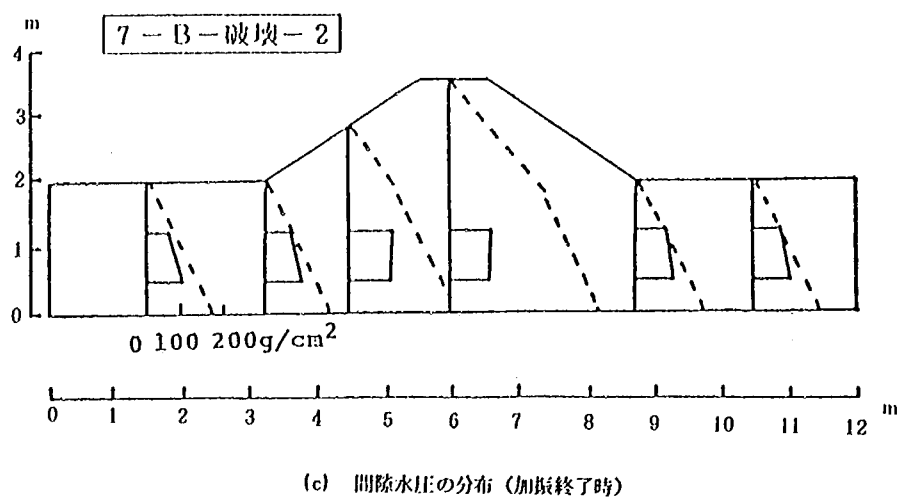
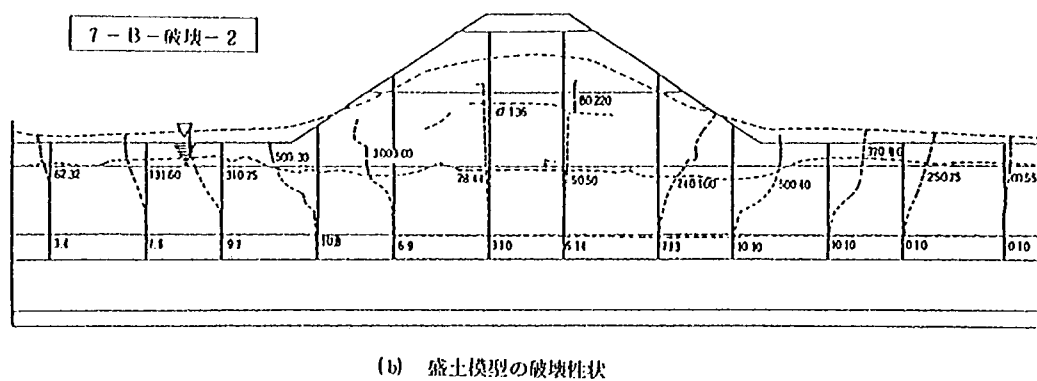
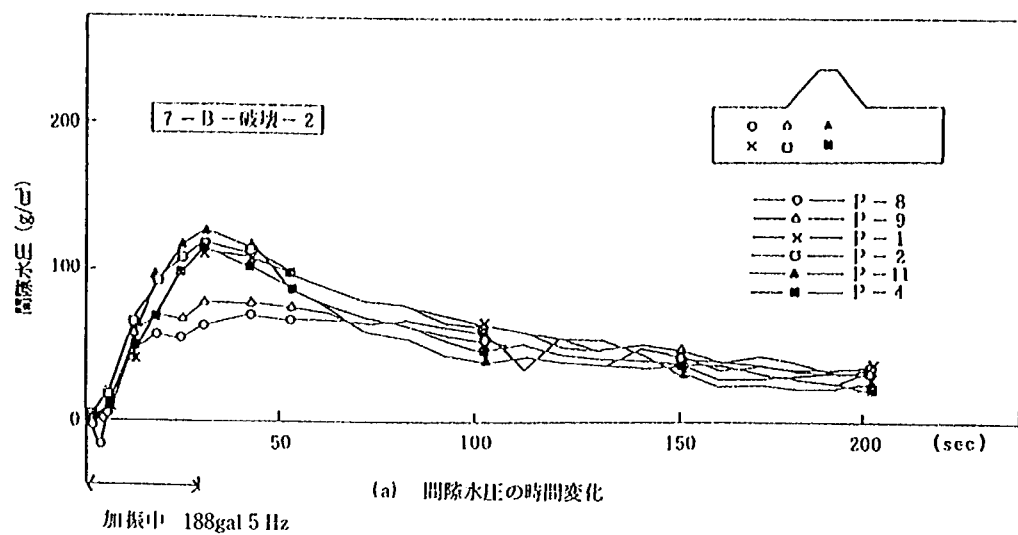


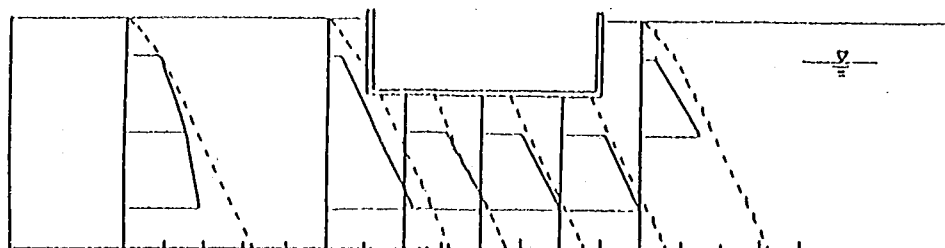
図-5 盛土模型の液状化実験結果例 (188gal, 5 Hz, 30sec)

(3) 半地下構造物

図中の数字：測点の水平・鉛直変位 (mm)

Point Number	Horizontal Displacement (mm)	Vertical Displacement (mm)
100	0.100	33
101	0.10	10.195
102	2.42	26.75
103	5.15	10.33
104	12.40	66.120
105	46.57	205.172
106	182.21	213.0
107	3.3	53.41
108	7.20	35.53
109	50.30	182.26
110	50.59	215.176
111	25.48	66.116
112	9.35	30.70
113	7.17	0.7
114	15.140	52.176
115	5.170	9.224

(a) 削割模型の破壊性状



(b) 間隙水圧の分布 (加振終了時)

図-6 掘割模型の液状化実験結果例 (177gal, 5 Hz, 30sec)

及び間げき水圧分布を示す。図には、各深度における初期有効上載圧を、その点の真上にある柱状部分の重量から算定したものを破線で示した。この図では、周辺地盤より軽量の半地下構造物の下部において間げき水圧が有効上載圧まで上昇しており、完全液状化に達している。このことは、(2)で述べた盛土下部の場合と大きく異なる。この場合、図-6に示した変形図に見られるように、構造物よりも周辺地盤が重いため、地盤が構造物直下に回り込み、側方応力が増加し、そのために間げき水圧は構造物下の有効上載圧まで上昇し得ることになる。

なお、このような軽量構造物の液状化地盤中での浮き上がりに対する安定度を、前述したように構造物の自重と水圧による浮力の比較により表すことが行われている。しかし、構造物の浮き上がりが進行する上で、単に水圧又は水の流れのみが寄与すると考えるのは不十分で、多くの場合、液状化に伴い地盤が流動性を帯び、周辺地盤が構造物下に回り込むことが、より支配的な要因であることが明らかになってきている。したがって、先回りして言えば、軽量地中・半地下構造物の地震時液状化に伴う浮き上がりを防止するためには、このような周辺地盤・間げき水圧の構造物下への回り込みを防止することが有効であると考えられる。

2. 4 土構造物の耐震性判定法

土構造物の耐震性判定を行うにあたって、詳細な土質調査・試験に基づいた詳細な安定解析等を行うことは望ましいことではあるが、盛土構造物等は一般に延長が長く全区間にわたってそのような詳細な検討を行うことは一般に困難である。このため、詳細な検討に先立って、一連の盛土区間の中から危険性のありそうな箇所を簡易判定法により抽出し、各箇所についてさらに詳細な検討を進めるのが実用的である。このような簡易判定法としては種々のものがあるが、例えば、道路土工

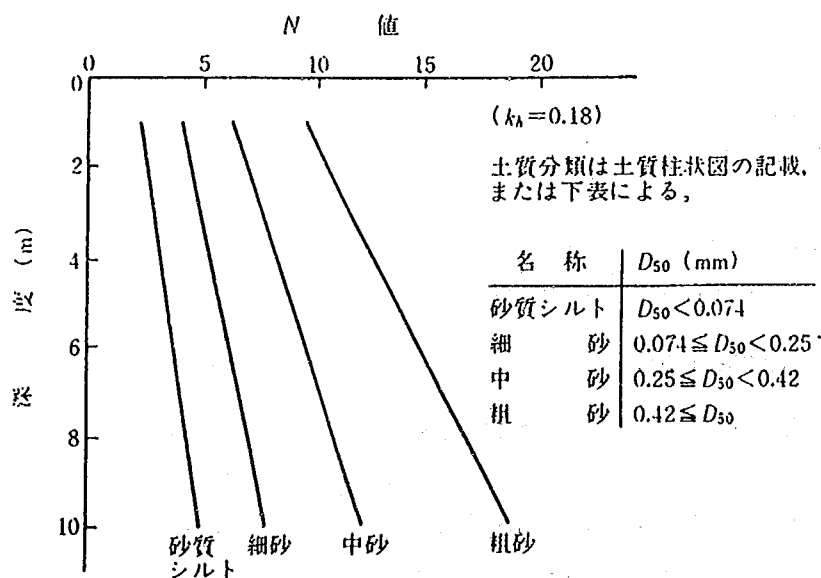


図-7 盛土の安定の概略判定に用いる限界N値の例

——軟弱地盤対策工指針⁹⁾では、主として液状化性地盤上の盛土を対象として、近年の地震における被災事例の実態と地震の液状化を考慮した安定計算結果を組合わせて、盛土の安定を概略判定するのに用いる限界N値分布を示している。図-7は、そのような1例である。

さらに、山地盛土も含めて、既往の盛土の被災事例の分析により、道路盛土の耐震性の概略判定に用いる調査表が道路協会道路震災対策委員会により提案されている¹⁰⁾。

詳細な検討手法にも様々なものがあるが、その第一段階として通常用いられるものは、盛土についてはすべり計算による安全率、地中・半地下構造物については浮き上がりに対する安全率が用いられる。さらに詳細な評価のために、盛土の沈下、変形量、地中・半地下構造物の浮上がり量が検討されることもある。それらの手法は、それぞれ一応の便法はあるが、未だ確立されたものではなく、現在なお研究が行われている。

3. 土構造物の耐震対策

3. 1 土構造物の耐震対策の背景

1. まえがきで述べたように、近年において、一部の道路盛土や河川堤防について震前に耐震上の配慮を行うようになってきた。

道路盛土の場合、新設の盛土については、道路土工指針を参考に、必要に応じて耐震設計を行うものとされている。既設盛土については、限られた区間ではあるが、昭和61年度に耐震点検が行われ、その結果に基づいて必要箇所には耐震補強工が施されつつある¹¹⁾。

河川堤防においては、耐震設計を義務づけた基準等はないが、従来より個別の河川において耐震性の検討が行われ、徐々に地震対策を推進しようとしている。

地中・半地下構造物に関しては、例えば、共同溝について共同溝設計指針において地盤の液状化に対する検討も含め、耐震設計が義務づけられている。掘削道路は、共同溝に比し、はるかに大きい構造物であるが、必ずしも一般的な構造物ではなく、従来、全国的にそれほど数多いものではない。そして、今までの所、構造物の全体にわたって設計の方法を定めた指針類はなく、僅かに、道路土工——擁壁・カルパート・仮設構造物指針¹²⁾において、掘削道路部の擁壁の設計の概要、同じく、軟弱地盤対策工指針¹³⁾において地震時の浮き上がりについて、共同溝設計指針に準じた方法により検討を行うことが述べられているのみである。

3. 2 土構造物の耐震対策工法例

繰返すようであるが、土構造物の耐震対策の実例は未だ少ない。この理由として、必要性の認識は別にして、個々の状況において、採用すべき工法の選定基準及び各工法の耐震設計法・耐震効果の評価法が不明確であることも大きな理由となっていると考える。このことに関しては、現在、研究が進められているが、それについては、次項において述べる。

ここでは、土構造物に関する既往の耐震対策事例について紹介する。ここでは、耐震対策を以下のように広義にとらえて、土構造物の耐震対策として有効な工法を探ることにした。

- ①地震を考慮して補強したもの。
 ②地震を考慮して新設したもの。
 ③現実に地震時の被害が僅少だったもの。

表-2 既往の土構造物耐震対策事例

	分 類	実 施 例 (施工中も含む) () は対策工
盛 土	地震を考慮して補強したもの	・ 東海道新幹線盛土 (矢板+タイロッド) ・ 東名高速道路 (鋼管ぐい+タイロッド, 矢板+タイロッド) ・ 荒川岩渕下流堤防 (深層混合処理工法) ・ 福井県国道8号 (深礎抗付擁壁)
	地震を考慮して新設したもの	・ 渡良瀬遊水池締切堤防 (動圧密工法) ・ 東京都葛西沖荒川中川堤防 (サンドコンパクションパイル工法) ・ 信濃河水門締切堤防 (サンドコンパクションパイル工法) ・ 扇島埋立地護岸 (グラベルドレーン工法) ・ 東京都隅田川堤防 (深層混合処理工法)
	地震時の被害が僅少だったもの	・ 秋田県国道7号昭和バイパス (サンドコンパクションパイル工法) ・ 秋田県国道7号能代バイパス (サンドコンパクションパイル工法) ・ 静岡県修繕寺下田線 (非げた組擁壁, コンクリート擁壁)
	地震被災後に地震を考慮して考慮したもの	・ 八郎潟干拓地堤防 (押え盛土+止水矢板+集水ドレーン工法) ・ 秋田県国道7号能代南バイパス (パイプローター締固め, 振動ローラ+敷網工法) ・ 名取川閑上堤防
	地震被災後に地震を考慮して復旧はしなかったが, 同程度の地震には効果があると思われるもの	・ 大分県やまなみハイウェイ (逆T型擁壁) ・ 宮城県コバルトライン (テールアルメ) ・ 青森県今別蟹田線 (非げた組擁壁) ・ 長野県御岳王滝黒沢線 (鋼管ぐい+アースアンカー)
	地震以外の災害普及事例または, 変状対策のうち地震においても効果があると思われるもの	・ 鹿児島県国道220号 (非げた組擁壁) ・ 岩手県国道45号 (深礎ぐい+集水井) ・ 山形県国道113号 (片のり枠+蛇かご張+地下排水工) ・ 福島県国道49号 (逆T型擁壁) ・ 東名高速道路 (深礎ぐい+アースアンカー)
共同溝	地震を考慮して補強したもの	・ 東京都内共同溝 (矢板締切り)
	地震を考慮して新設したもの	・ 広島市内共同溝 (砕石ドレーン)

④地震被災後に地震を考慮して復旧したもの。

⑤地震被災後に特に地震を考慮して復旧はしなかったが、同程度の地震には効果があると思われるもの。

⑥地震以外の災害復旧事例または変状対策のうち地震においても効果があると思われるもの。

以上の事例を表－２に示す。

３．３ 土構造物の耐震対策工法に関する最近の研究例

土構造物の耐震対策を考える上で重要な因子としては、１）構造物の種別、２）対策を要する要因、３）構造物が新設か既設か、４）対策の水準、５）工法の有効性・信頼性、６）工事環境、７）工費、等が挙げられる。

表－３ 構造物種類と耐震対策工法例

構造物条件 構造物種類	新 設	既 設
盛土（平地軟弱地盤： 道路盛土、河川堤防）	通常の軟弱地盤改良（置換、締固め、 深層混合処理等）、他	押え盛土、部分（のり先）地盤改良、 矢板締切り、他
盛土（山地斜面地盤： 道路盛土）	各種擁壁、（ジオテキスタイル等） 補強土擁壁、他	排水工、 <u>のり枠アンカー工</u> 、くい 工、他
地中・半地下構造物 （平地軟弱地盤）	通常の軟弱地盤改良、 <u>ドレーン工法</u> 、 他	側方地盤改良（締固め、深層混合処 理等）、 <u>矢板締切り</u> 、グラウト、他

これらのことを考慮して、現時点で考えられる耐震対策工法を分類したものが表－３である。同表においては、筆者の関する研究グループで研究・検討中のものについてアンダーラインを施してある。耐震対策工法の開発上の難しさは、その効果を実物大で検証・評価することが、その多くにおいてほとんど困難であり、施工後に実際に地震の洗礼を受けなければその効果が真に明らかにならないことにある。

そのために、我々が基本的にとってきた方法は、図－８に示すような手順である。

以下に、いくつかの工法について、模型振動実験により効果を調べ考察した例を紹介する。

(1) 液状化性地盤上の盛土に対する押え盛土

押え盛土は従来より、通常の軟弱地盤対策に広く利用されてきたものであり、地盤が液状化する場合にも有効であると考えられているが、その効果の程は実験的に検証はされていなかった。

通常の押え盛土の有する効果は、次のようなものと考えられている。

①本体盛土の滑動モーメントに対する抑制モーメントとなる。

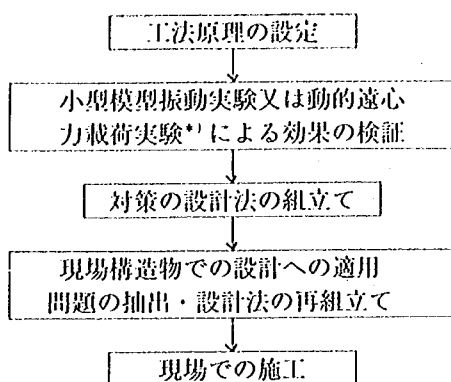
②押え盛土により押え盛土下の地盤の強度増加がはかれる。

それに対し、次の点にも留意すべきとも言われている。

③中途半ばな大きさの押え盛土をすると、却って盛土全体の滑動モーメントが増加し、より大きなすべりが生ずることがある。

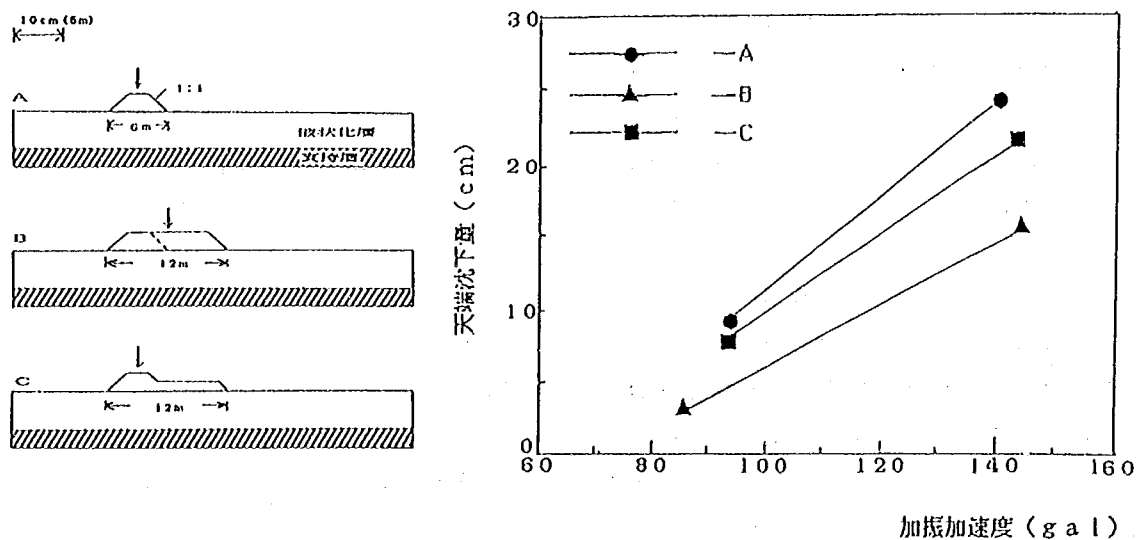
④押え盛土による周辺地盤の引ずり込み範囲が広がる。

これらと同様のことは、液状化性地盤上の盛土に対する押え盛土（地震時）についても基本的に当てはまると考えられる。



図－8 耐震対策工の研究の方法

＊）小型の模型を回転腕により回転させることにより遠心力による見かけの重力増加をはかり、実物と同じように大きな地盤内応力を再現させると同時に、地震動に相当する振動加振をも加えることのできる装置¹⁵⁾



図－9 盛土に対する押え盛土工法に関する実験

図-9は、同様の作成方法によった地盤上に盛土幅の異なる盛土を作成した模型について行った動的遠心力载荷実験の結果である。加振条件は、遠心加速度50Gの下で振動数100Hz、20波の正弦波加振を行ったものである。動的遠心力加振実験の相似則により、実物に換算した諸量は、加速度は模型加速度 $\times 1/50$ 、振動数は模型振動数 $\times 1/50$ 、変形量（沈下量）は模型変形量 $\times 1/50$ となる。同図では、実物に換算した値で表示している。同図から、盛土高が同一の場合、天端幅の狭い（局部的に载荷された）盛土Aが最も沈下量が大きく、盛土高が一樣で天端幅の広い盛土Cが沈下量が小さい。盛土高の低い押え盛土のある盛土Bではそれらの中間的挙動を示す。

このように、押え盛土を行うことにより、本来の盛土の沈下量を現象させることができるが、必要盛土幅と軟弱層厚の関係や本工法の評価のために通常行われている円弧すべり計算の適用性の検討等が課題として残されている。

(2) 液状化性地盤上の盛土に対する矢板締切り工法

図-10は、同様の作成方法によった無対策盛土と、のり先を矢板で締切り盛土両側の矢板をタイロッドで結んで対策を行った盛土の模型振動実験結果である。これらの結果によると、矢板によって地盤内過剰間隙水圧の上昇を抑制することはできないが（図略）、一定の加振加速度に対して、矢板で締切ることにより天端の沈下量を低減させることができる。中でも、非液状化層である支持地盤に矢板を根入れすることはより有効である。しかし、沈下量は、矢板により格段に低減するものではなく、沈下を開始する限界加速度は、矢板の条件にかかわらず、ほぼ一定であり、今回の実験条件中、最も沈下量の小さかった模型2において沈下量は無対策時の約 $1/2$ 程度となっている。前者は、矢板の存在により、地盤の液状化特性が変わらないということに対応する。又、後者は、今回の模型矢板の剛性においては、地盤の液状化に伴う土圧増加により矢板が変形し、それに見合うだけの盛土沈下が生じたことになる。

このように、矢板締切り工法により、盛土の沈下を減少させることができるが、設計法としては、矢板の必要根入れ深さ・剛性・タイロッド間隔・径等を定めるための矢板への作用荷重及び地盤からの抵抗の評価法、盛土の沈下量の予測法等が必要とされる。

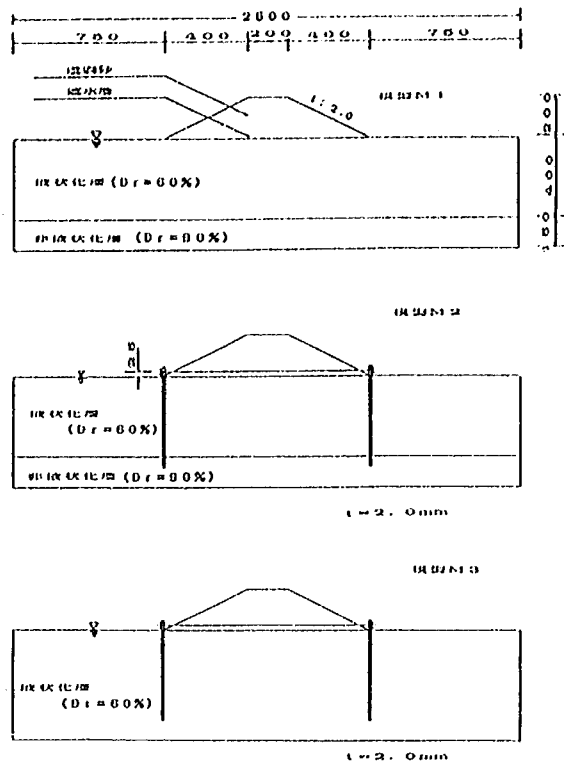
(3) 液状化性地盤上の盛土に対する固化改良壁（深層混合処理工法）による安定化工法¹⁶⁾

本工法も、既設盛土に対し、のり先地盤の変形を抑制することにより盛土全体の安定を図るものである。

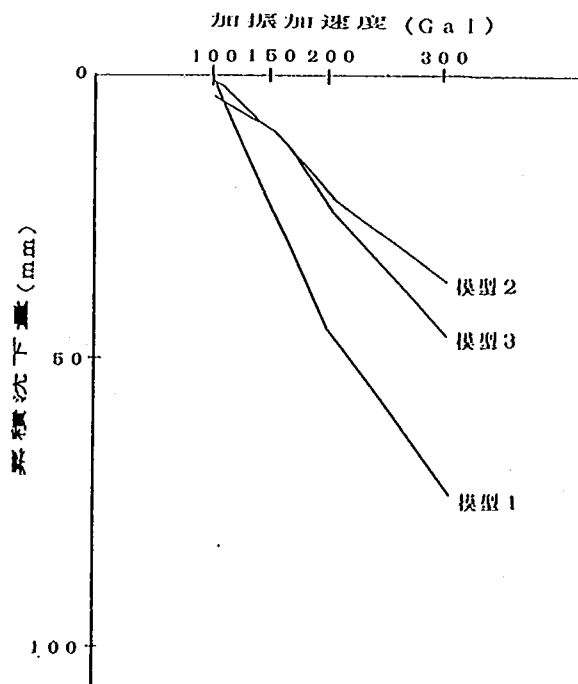
図-11(a)に示す4つの模型について実験を行った。M-1は、無改良のモデルである。M-2,3,4は盛土ののり尻又は側方地盤に改良を行った場合のモデルである。それぞれ、改良位置、改良体の止水性を変えている。改良体の止水性は、分割形モデルの奥行き寸法により変えた。

盛土は飽和した地盤上に遮水のためのビニールシートを敷き、その上で含水比15%程度の豊浦砂を軽く締固めて作成した。このビニールシートは、実際の盛土では地下水位が地表面よりも低い位置にあるので、直下の地盤が液状化しても盛土の内部まで水が浸透し盛土の強度が低下することは生じにくいと考え、そのような状況を再現することをねらったものである。

図-11(b)に模型振動実験結果を示す。無改良のM-1では120gal加振時から沈下が生じているのに対し、改良した他のモデルでは沈下はなく、改良の効果が現れている。200gal加振時には、

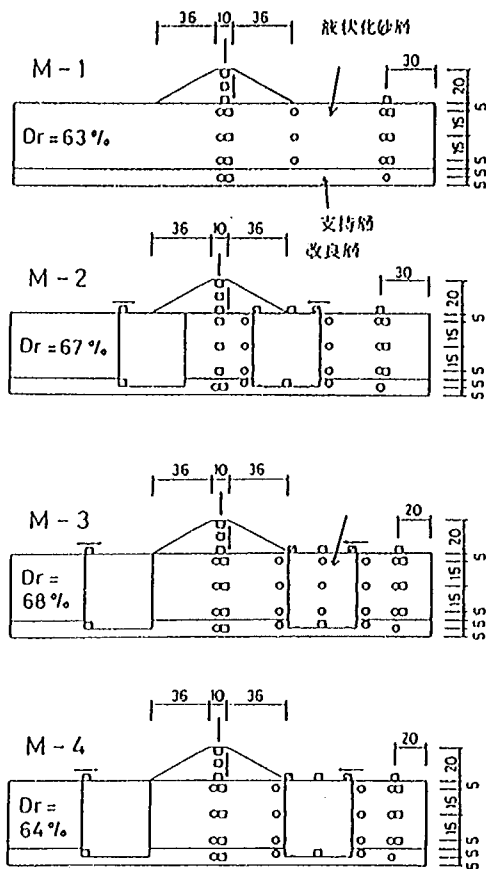


(a) 実験模型

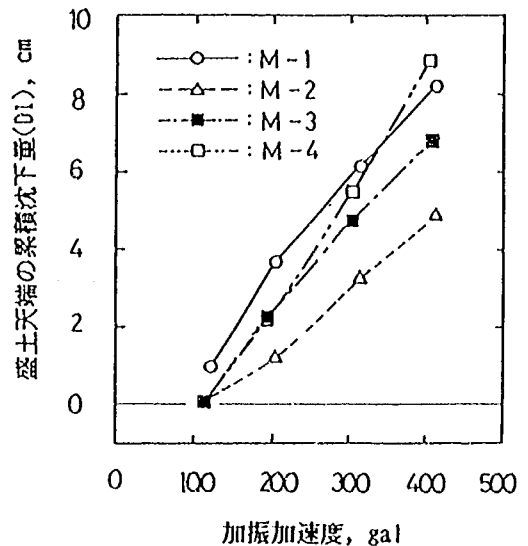


(b) 加振加速度と沈下量の関係

図-10 盛土に対する矢板締切り工法に関する実験



(a) 実験模型



(b) 加振加速度と天端沈下量

図-11 盛土に対する固化改良壁工法に関する実験

改良したモデルでも沈下が生じているが、沈下量はM-1よりも小さい。改良位置の影響を見ると、盛土ののり尻付近の地盤を改良したM-2の方が側方の地盤を改良したM-4よりも沈下量が小さい。改良体の遮水性の影響に関しては、遮水したM-4と隙間のあるM-3の差は少ない。これらの傾向は、300gal加振時も同様である。400gal加振時には、M-1とM-4の関係が逆転しているが、これは遮水用のビニールシートに穴が開いて盛土内に水が侵入して盛土自体が軟弱化した影響によるものと考えられる。全体としてみれば改良体にある程度隙間があっても、影響は小さいようである。

盛土部の加速度応答は、加振加速度レベル、地盤の液状化により、改良体の有無によりかなり特徴が異なる。図は省略するが、200gal加振時において、無改良のM-1の盛土応答加速度は、改良体のあるM-2～M-4のモデルよりも小さくなっている。これは、M-1では過剰間隙水圧の上昇により剛性の低下が十分に進んだ部分があり、それよりも上に振動が伝わりにくくなったのに対し、M-2～M-4では改良体にはさまれた盛土直下の地盤の過剰間隙水圧が上昇しても、改良体の剛性が変わらないために振動が盛土まで伝わり、全体として究めて大きな応答を示したためと考

えられる。なお、改良体の有無によるこのような加速度応答の違いが盛土のクラック発生状況に現れており200gal以降の加振で盛土の表面に発生したクラックは、M-2～M-4の方がM-1よりも数が多く、規模も大きかった。ただし、全加振終了後盛土を切って内部のクラックの発生状況を調べたところ、M-1では盛土の底部へ向けて大きなクラックがいくつか発生していたのに対して、M-2～M-4ではクラックは全て盛土の表面へ向かっていた。このように、終局的な破壊状況が改良の有無により異なっていることは、実用上の配慮を要する課題である。又、この場合にも、前述の(2)と同じく、改良壁体の全体安定検討及び部材設計を行うための設計荷重の設定が今後の課題である。

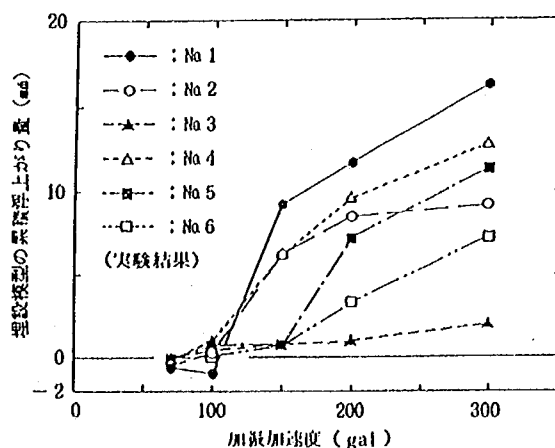
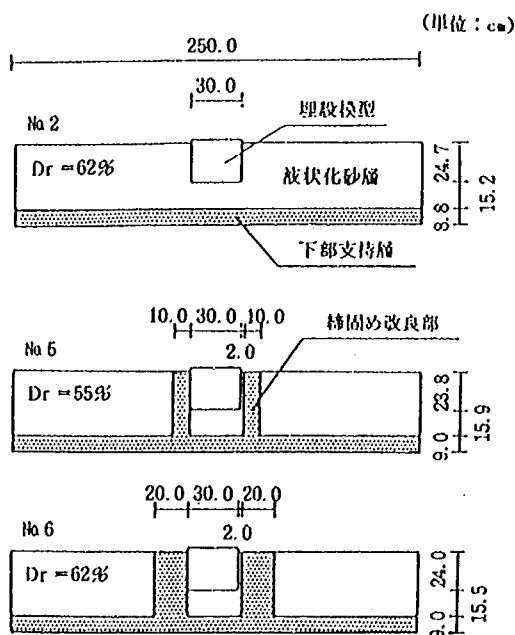
(4) 液状化性地盤中の掘割構造に対する側方締固めによる安定化工法¹⁷⁾

これは、既設の掘割構造の浮上り防止を目的としたものである。他と同様に模型振動実験によっている。

模型の形状寸法を図-12(a)に示す。構造物模型は、アクリライト製の箱で、所定の比重にするために箱の中に鉛散弾を入れその重量を調節した。

加振条件はすべて振動数5Hzの正弦波を4秒、繰り返し回数20波の条件で段階加振した。

模型の累積浮上り量と台加速度の関係を図-12(b)に示す。無改良の模型No.2では150gal加振時に大きく浮上っているのに対し、締固め改良を行った模型No.5,6では200gal加振時に初め



(b) 加振加速度と模型の浮上り

(a) 埋設構造物模型 (小型模型実験)

図-12 半地下構造物に対する側方締固め工法に関する実験

て大きな浮上がりが生じており、締固めの改良による効果が示されている。また、締固め改良範囲の大きい模型 No.6の方が模型 No.5よりも200gal 以降の累積浮上がり量が小さく、改良範囲の影響と見ることができる。

本工法の効果としては、掘削周辺地盤が液状化して軟弱化することにより掘削構造下部に回り込むのに改良部が抵抗することと、周辺地盤の液状化による過剰間げき水圧が掘削構造の浮上がりに有効な力又は流れとして掘削構造底面にまで伝播するのを遅らせることがある。両方の効果とも近似的ではあるが、有限要素法による地盤の地震による永久変形解析や浸透解析によりある程度予測が可能である¹⁷⁾¹⁸⁾。

3. 4 土工における新材料・新工法の耐震面からの評価

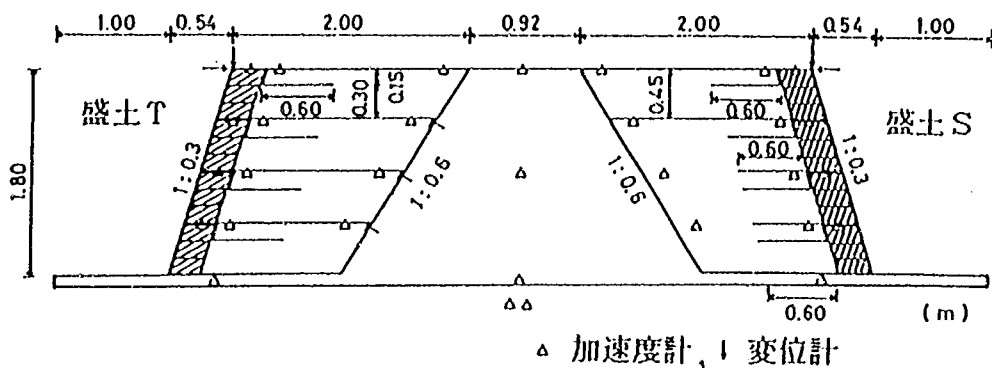
従来、基本的には土とコンクリートのみで作られていた土構造物に対して、近年、高分子材料から成るジオテキスタイルと呼ばれる補強材を盛土中に層状に敷設し、盛土の安定を増すことを図ったり（ジオテキスタイル補強土工法）、軟弱地盤や急崖地等で土による盛土の代りに土に比べ1/50～1/100程度の重量である発泡スチロール等を用いた盛土等、新材料・本工法が土工の分野にも導入されるようになってきた。これらは、いずれも、直接耐震対策として用いることを想定はしていないが、我国のような地震国においては、それらの工法が、地震荷重下において安定かどうかをチェックしておく必要がある。これらについても、模型振動実験の方法が有効と考えられる。

(1) ジオテキスタイル補強盛土¹⁹⁾

ジオテキスタイル補強盛土の効用は、いくつか挙げられるが、その一つとして、のり勾配を急にして用地を少なくすることがある。図-13(a)は、補強材として不織布を用いて作った急勾配盛土について振動実験を行った模型の例、図-13(b)は振動実験の結果である。このシリーズの実験では、模型寸法・形状は一定で、補強材の有無、敷設間隔・長さの影響を調べた。又、不織布を用いた場合には、のり面保護のために、土のう・巻き込みを行った。加振による変状は、補強されない盛土（モデル0）200gal 加振まではほぼ安定であったが、300gal 加振時には、のり面の一部分が一挙に崩壊した。不織布がなくとも、前面に土のうを積んだだけでも、安定を保つ加速度レベルは400gal まで向上したが、その後の破壊は一挙に生じた。一方、不織布で補強された盛土は最大700gal の加振まで顕著な崩壊を示さず、加振とともに天端の沈下は徐々に進行するが、のり面崩壊が一挙に生ずるということではなく、全体にねばり強い特性を示すことが分った。実物大の盛土について、補強材の選定、敷設間隔・長さの決定、のり面保護工の設計等を行うためには、これらの実験事実を踏まえた安定計算法等の確立が急務とされる。

(2) 発泡スチロール盛土²⁰⁾

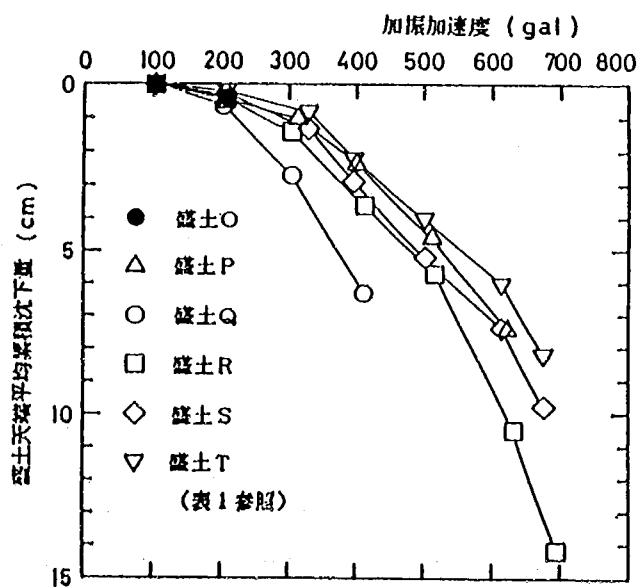
超軽量の発泡スチロールの利用法は様々であるが、地震時に懸念される第一の点は、軽量体の上部に舗装床版のように相対的に重い材料が載ることにより地震動に対して不安定になるのではないかとということであろう。このことに関しては、急崖地上の発泡スチロール盛土を想定した実験が行われ、発泡スチロールブロックの集合体の基本的振動特性ならびに上載荷重があるときの振動増幅特性、上載荷重を地山へのアンカーで固定した場合のアンカー張力等の特性等が明らかにされている。



盛土名称	模型	補強材の種類	敷設間隔	敷設長	補強材の地山への固定方法	巻込みの有無	のり面の土のうの有無
O	1	なし	—	—	—	—	なし
P		不織布	30cmごと	盛土全幅	固定せず	あり	あり
Q	2	なし	—	—	—	—	あり
R		不織布	30cmごと	60cm	固定せず	あり	あり
S	3	不織布	30cmごと	最上段盛土全幅 それ以外60cm	固定せず	あり	あり
T		不織布	30cmごと	盛土全幅	釘により固定	あり	あり

不織布：ポリエチレン33%，ポリプロピレン67%，厚さ0.7mm

(a) 実験模型の例（傾斜地盤上の盛土）



(b) 加振加速度と天端平均累積沈下量の関係

図-13 ジオテキスタイル補強盛土実験

4. 土構造物の耐震問題に関する今後の課題

前章までに、土構造物の耐震性判定法（概略・詳細法）、土構造物の耐震対策等の現状を述べた。それらは、いずれも、今後とも研究を推し進めるべき状況である。ここでは、前章までに述べなかった土構造物の耐震問題に関する今後の研究課題の一部を述べる。

(1) 土構造物の耐震設計に用いるべき地震動の大きさ、設計震度

1) 社会工学的な観点からの課題

言うまでもなく、対象とする地震動の大きさを大きくして耐震設計を行えば、土構造物はそれだけ大きなものとなり、被害を受ける可能性や期待値は小さくなることはいうまでもない。その一方、それに要する建設費用は大きくなることとのバランスや、他の構造物との地震時被害の許容値のバランスをどの辺にとるかといったことは、まだほとんど体系づけられていない課題である。

2) 力学的な観点からの課題

例えば、液状化性地盤上の盛土を対象とした場合、実務上、盛土の安定を検討するための震度と地盤の液状化の判定を行うための震度とが別個に設定されることが多い。両者は、本質的に密接にリンクしているべきものであるが、両者の関係についても明快な説明がなされていない実状にあると考える。

(2) 土構造物の耐震安定計算法

土構造物として、やはり、液状化性地盤上の盛土を考えた場合、詳細検討（の第一段階）としての必要事項には、1) 震度の大きさ、2) 土、特に地盤の強度、3) 安定計算法、4) 安定度評価のための安全率、がある。

実務上、現在まで多用されている方法は、液状化地盤の強度低下を、地盤内に発生する過剰間げき水圧を推定して静的強度定数を用いて強度を算定し、円弧すべり計算を行うものである。その際に、震度としては、過剰間げき水圧が発生する前に地震動のピークが来ると想定し、1) 設計震度を考慮する代りに過剰間げき水圧を考慮しない計算、及び2) 過剰間げき水圧が最大に達した後は、地震動は最大の時刻を過ぎていると考え、最大過剰間げき水圧を考慮する代りに震度を考慮しない計算とが行われている。このような現状に対し以下のような課題がある。

1) 安定計算に用いる強度

液状化地盤に対しては、水平地盤のように過剰間げき水圧の発生を陽に考慮しないで液状化強度を定める方法と、上述した発生過剰間げき水圧を媒介として強度を定める方法とがあり、どちらを用いるかによって、安全率は大きく異なる²¹⁾。又、盛土周辺地盤内の過剰間げき水圧は、盛土との位置関係によって影響されるが、その影響をどのように考慮するか。

2) 過剰間げき水圧と震度の組合せ

不規則に変動する地震動過程において、どの時点が構造物に対して最も危険な状態となるかは、地震動の波形、地盤の過剰間げき水圧の発生特性等によって左右されると考えられるが（図-14）、このことに関する検証も従来ほとんどなされていないと考える。

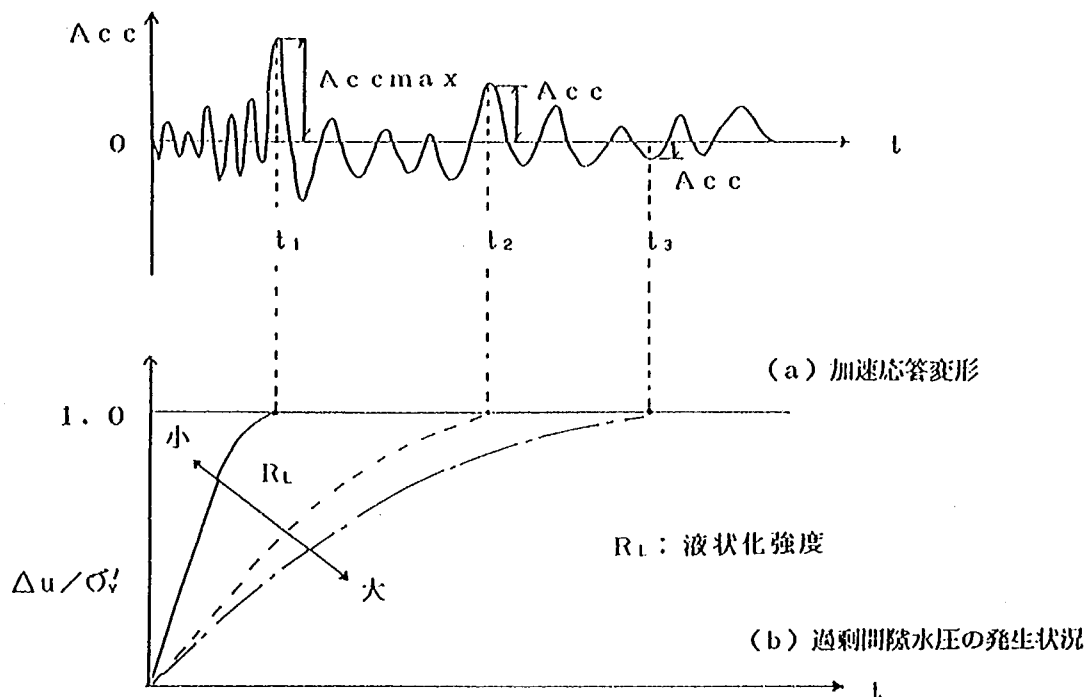


図-14 加速度のピークと過剰間けき水圧の発生状況の関係概念図

5. あとがき

本小論では、未だ研究途上にあるといえる土構造物の耐震問題について、その知識・研究の現状と課題について主として土木研究所、中でも筆者の研究グループの行っている研究内容に基づいて紹介した。土木研究所での研究は、土の要素としての動的特性に限ることなく、地盤と土構造物全体の安定性の問題、実際上の対策をどのように行うべきかといった広範囲にわたっている。中でも、対策は、一部においては急務とされ、全体のバランスをとりつつ、なおかつ、当面の計画・設計・施工にこたえるものであるべく研究を継続する必要がある。

参 考 文 献

- 1) 福岡正巳：土構造物の自然災害と復旧，土と基礎，26-9，1978，pp.3~8。
- 2) 建設省土木研究所：土木構造物の震災復旧技術マニュアル(案)，土木研究所彙報，Vol.45，1986，pp.87~88。
- 3) 2) と同じ，pp.489~492。

- 4) 2) と同じ, pp.492~493。
- 5) 道路防災対策室, 土木研究所振動研究室: 地震による盛土被害調査, 日本道路協会道路震災対策委員会討議資料, 1985。
- 6) 日本道路協会: 共同溝設計指針, 1986, p.33, pp.64~68。
- 7) 建設省土木研究所: 1983年日本海中部地震災害調査報告, 土木研究所報告, 第165号, 1985, pp.108~111。
- 8) 古賀泰之: 土構造物に及ぼす地震時液状化の影響に関する研究, 土木研究所資料, 第2811号, 1990。
- 9) 日本道路協会: 道路土工——軟弱地盤対策工指針, 1986, pp.86~87, 287~291。
- 10) 日本道路協会: 道路震災対策便覧(震前対策編), 1988, pp.83~93。
- 11) 古賀泰之, 嶋津晃臣, 谷口栄一: 最近の道路土工における地震の考え方, 土木技術資料29-6, 1987。
- 12) 日本道路協会: 道路土工——擁壁・カルバート・仮設構造物工指針, 1987, pp.68~71。
- 13) 日本道路協会: 道路土工——軟弱地盤対策工指針, 1986, pp.78~80。
- 14) 日本道路協会: 道路震災対策便覧(震前対策編), 1988, p.152, 表-5.3.1 に一部追加。
- 15) 古賀泰之, 谷口栄一, 古関潤一, 森下 義: 新しく導入した動的遠心模型実験装置, 土木技術資料30-5, 1988。
- 16) 建設省土木研究所, 民間5社: 耐震地盤改良工法に関する共同研究報告書(その2), 土木研究所共同研究報告書 No.3, pp.66~146, 1987。
- 17) 古賀泰之, 古関潤一, 森下 義: 堀割道路の地震安定性に関する模型振動実験——浮上がりに関する検討——, 土木技術資料, 31-1, 1989。
- 18) 古関潤一, 古賀泰之: 締固め工法による堀割道路の浮上がり対策に関する浸透解析, 土木学会第45回年次学術講演会, 第Ⅲ部, p.670~671, 1990。
- 19) 伊藤良弘, 古賀泰之, 鷲田修三, 島津多賀夫: ジオテキスタイルを用いた補強盛土の耐震性について, 土木学会第44回年次学術講演会, 第Ⅲ部, p.272~273, 1989。
- 20) 古賀泰之, 古関潤一, 島津多賀夫: 発泡スチロール(EPS)盛土の耐震性について, 第44回建省技術研究会論文集(自由課題共通部門), 1990。
- 21) 古賀泰之, 松尾 修: 地震時斜面安定解析に用いる土の強度に関する考察, 土と基礎, 36-5, 1988。

最近の海外の地震被害の特徴

地震防災部長 佐々木 康

最近の海外の地震被害の特徴

1. 序

1990年1月から『国際防災の10年 (International Decade For Natural Disaster Reduction, IDNDR)』が始まっている。

国連の機関の一つである UNDRP が発行している UNDRP ニュースという隔月刊誌がある。1990年1/2月号に世界の自然災害危険度地図が載っている。環太平洋地震帯のみならず、中南米やアジア大陸中央部から地中海にかけてもまた、地震活動度の高い地域として色分けされている。

これらの地震危険度の高い地域は、地球表面を覆うプレート境界でもある。被害をもたらすような大きな地震は、おおむねプレート境界で発生する。

実際、ここ10年間に生じた被害地震を世界地図の上におとしてみると、これらの地震のほとんどがプレート境界で発生していることがよく判る。

一方、世界の人口分布を示した地図と見くらべてみると、悲しいことに地震活動度の大きいプレート境界付近に多くの人口が集中していることが判る。

人口密度の高いこれらの地域の町並みの歴史的な形成過程や、各種の施設、並びに建造物には、日本のものとは構造的に異なるものも多い。したがって、海外の地震時の経験がすべてそのままわが国にとって教訓になるというわけではない。しかし、一つの地域に大きな地震が襲って来る時間的間隔は、社会の変化の早さにくらべると間合いが長く、他の地域で発生した地震被害の経験も、われわれの学ぶべきものである点に変わりはない。

特に、地球的な規模で、都市化と国際化が進行している最近の世界情勢の中にあっては、海外における地震被害に学ぶべき点の多いことを二つの側面から指摘できる。

その一つは、地震の発生を予知したり、その環境の全てを予防することができるほどわれわれは地震のことを判っていないという側面である。地震の発生機構や発生の時期、発生する地震による地震動の性質など、まだまだ解明を要する多くのことが残されたままである。また、地震の影響は、地震そのものの性質のみならず、影響を受ける構造物の性質や社会の仕組みによっても異なるものとなる。近年、都市には各種の構造物が高度に集中してきているが、大きな都市が地震による影響を被った事例は多くない。地震の影響や、これを防ぐための工夫の効果を定量的に評価するための実証的なデータが不足している。

いま一つの側面は、国際協力という側面である。有史以来、たびたび地震に見舞われてきたわが国では、地震時の被害から施設を復旧し都市を復興した経験を他国より多く持っている。また、経済的発展の度の高いことから、被災時の人命救助や復旧に対する経済的援助の期待も高まっている。これに应运、途上国に対する復旧の援助、国際協力の実を挙げていかねばならない。しかし、国際協力の歴史は浅く、どのような協力のあり方がお互いの国にとって望ましいものであるか、経験を積み重ねつつ模索していかなければならないことの一つである。

表-1 ロマプリエタ地震、マンジール地震、フィリピン地震の地震諸元と被害の概要

	ロマプリエタ地震	マンジール地震	フィリピン地震
発生年月日 (現地時間)	1989年 10月17日 午後5時4分頃	1990年 6月21日 午前0時30分頃	1990年 7月16日 午後4時26分頃
マグニチュード	7.1	7.6	7.8
震央位置	北緯37.037度 西経121.883度 (サンフランシスコの南南東約100km、サンタクルスの東約16km)	北緯37.03度 東経49.39度 (イラン北西部、テヘランの北西約200km、エルブルーズ山脈の山中)	北緯15.658度 東経121.227度 (マニラの北北東約130km、カバナツアンの北東約40km)
震源深さ	18km	10km	25km
死者	62名	4万数千名	1600名余
主な被害	震源域近傍の斜面崩壊、落石、サンタクルズほかの町での家屋倒壊、サンフランシスコ市周辺部の高速道路の高架橋の倒壊、ベイブリッジの落橋、サンフランシスコ市内マリーナ地区ほかの液状化、家屋倒壊と火災	震源域近傍の斜面崩壊、落石、道路決壊 マンジール村ほかの集落の家屋(アドベ造り)倒壊、 コンクリート・バットレスタイプのダムに亀裂、給水塔の倒壊	バギオほかの町でのRC建物の倒壊、 ケノン道路・日比友好道路ほかの山岳道路の決壊、斜面崩壊 ダグバンほかの町での液状化、家屋の傾斜・沈下、地盤沈下カルメン橋ほかの橋の落橋

この1年余りの間に、米国西海岸、イラン、フィリピンなどで発生した地震被害の惨状が伝えられてきている。これらの地震に際して生じた様々な事象やその特徴を、上記の二つの側面を意識しつつ整理し、今後の教訓を探ってみたい。

2. ロマブリエタ地震

1989年10月17日午後5時4分頃（現地時間、日本時間では10月18日午前9時4分頃）、米国西海岸カリフォルニア州サンフランシスコの南約100km（北緯37.037度、西経121.883度）の地点で深さ18kmのところに震源を持つマグニチュード7.1の地震が発生した。発生当初、マグニチュードは6.9と伝えられたが、後にこの値は7.1に修正された。

この地震は、震央位置のある一帯の地名、サンタクルス市の東方の山中にあるロマブリエタの名をとってロマブリエタ地震と名付けられた。

地震発生当時、折しもプロ野球のワールドシリーズがサンフランシスコ市南部の球場で開始される直前であったので、衛星回線がつながっており、わが国にも地震被害の映像がリアルタイムで飛び込んできた。

後に触れるように、震源域近傍の地震動は0.6Gを越える最大加速度の値が観測されるほど大きく、斜面崩壊による道路の埋塞などの被害もでていたが、このテレビ中継でサンフランシスコ市内及び湾の対岸にあるオークランドの被害が伝えられ、わが国ではマグニチュードの大きさに対して100km近くも離れたところでの被害としては大きすぎる被害として驚きの念を持って受けとめられた。

その背景には、近代的な施設の整った人口集中域である都市を襲った地震であったこと、耐震工学の研究の進んだ米国での被害であったことなどがあったものと推定される。

地震直後から、わが国のこの分野に関係する多くの人々が被災地を訪れ、数々の調査報告書が発表されている。また、多くの犠牲者を出した当事者としての米国側でも地震直後から、綿密で詳細な調査と研究がなされてきており、この1年間の間にいくつもの報告が上梓されている。

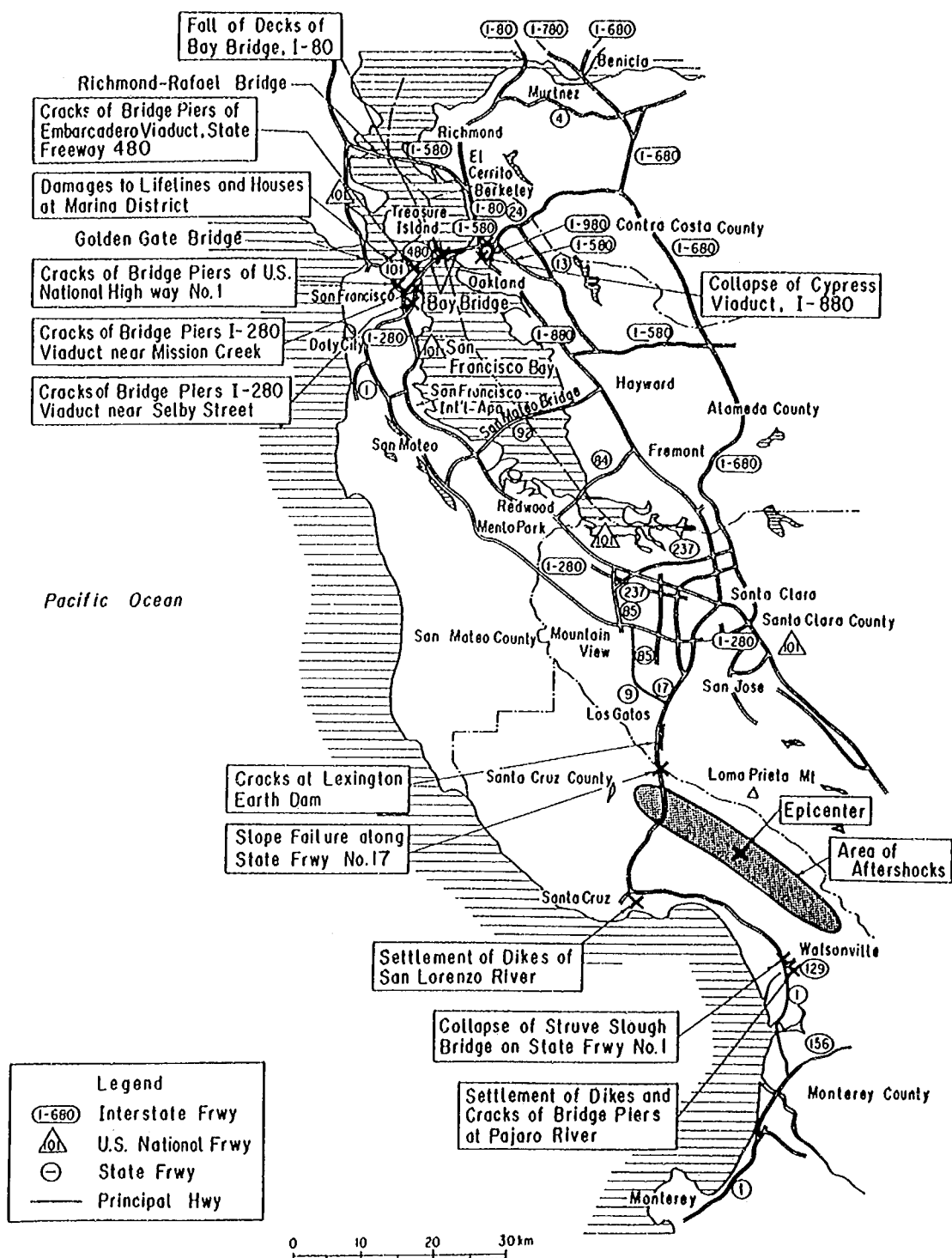
本稿では、これらの全てに触れることは紙数の限界と筆者の能力の限界から不可能なことであるので、筆者の独断によるこの地震の特徴的な事象のいくつかに限って紹介してみよう。

被害分布

この地震による死者は62名と伝えられている。そのうち38名の死者は、オークランド市内のI-880号線の高架橋の倒壊現場で犠牲となっている。最も傷ましいこの被害に代表される橋梁の損傷は、震央から遠く離れたサンフランシスコ、オークランド及び両市を結ぶベイブリッジなどで生じている。

震央にもっと近い、サンタクルスほかの都市では、商店街の大きなショッピングモールが倒壊したり、戸建て住宅に損傷を生じ、また山間部を走る道路に沿って斜面崩壊や路面の亀裂を生じている。

当初伝えられた被害で、強い印象を与えたサンフランシスコ市周辺での被害ばかりでなく、大き



図ー1 ロマブリエタ地震の被害の分布 (文献32による)

な地震動を感じた震源域近傍でもまた、やはり多くの犠牲を生じている。

とはいうものの、大きな地震動が作用しても、そこに構造物がなければ損傷は生じようが無いから災害にはならないという、自然災害の本質からすれば、人口・資産のちゅう密な大都市での被害が多くの人々の関心を集めたのもうなずけるところではある。

都市における地震被害として、個別に独立して生じる構造物の損傷のみならず、ネットワークを形成する様々なライフライン施設の機能喪失という新たな形態の地震災害が指摘されている。

ガス管路網の損傷とこれによる火災が発生し、また被災したガス管の復旧が出来ない間は火災防止のために人為的に電力供給を遮断するという、市民生活への障害となった事象も発生している。

こうして今回の地震による被害の分布を眺めてみると、その被害にはいくつかの種類のものがあることに気付く。

その１・・・地震動の作用による構造物の損傷

－家屋の倒壊（サンタクルスほか）、橋梁の損傷（オークランドほか）

その２・・・地盤の変状による構造物の損傷

－震央域近傍での斜面崩壊、地盤液状化による堤防の被害（サンタクルスほか）、家屋の倒壊（サンフランシスコのマリーナ地区ほか）

その３・・・他の施設の構造的損傷によるライフライン施設の機能障害

－電力供給の停止

これらのうち、第１および第２の被害は、地震の影響による直接的な構造的被害であり、第３の被害は構造的被害が無いが、またはあっても軽微なものであるにも拘らず発生する、機能障害である。

この種の被害は、エネルギー供給、通信・情報伝達、交通・運輸、上・下水などの施設に生じやすい。その理由は、これらの施設がお互いにその機能を発揮するためには相互の機能に依存しあっているという面を多く持っているからである。これらのライフライン施設と呼ばれる都市基幹施設の地震災害は、ネットワークを形成するという面からのみ捉えられてきたきらいが強いが、他の施設との相互依存性にももっと目を向ける必要があることをこの地震が教えてくれている。

地震動記録

今回の地震は、サンアンドレアス断層の一部が長さ約４０kmにわたって水平に約１.9m、鉛直に約１.3mのずれを生じたために発生したものであると報じられている。

米国西海岸を北北西－南南東に貫くこの大断層は活発な運動を継続してきていて、過去この断層に沿う地殻のくい違いが多く地震を起こしている。このため、断層にそってどの部分が近い将来被害地震となるようなずれを起こすか、地震予知の研究も盛んに行われているが、今回の地震発生位置よりももう少し南のパークフィールド周辺の方が地震発生の確率は高いと考えられていた模様である。このため、予想と違った場所で発生したこの地震は、地震工学に携わる人々ばかりでなく予知に携わる地震学の分野の人々にもある種の衝撃を与えたものと考えられる。

ともあれ、この地域には地震がたびたび発生するところであるから、多くの強震計が設置されて

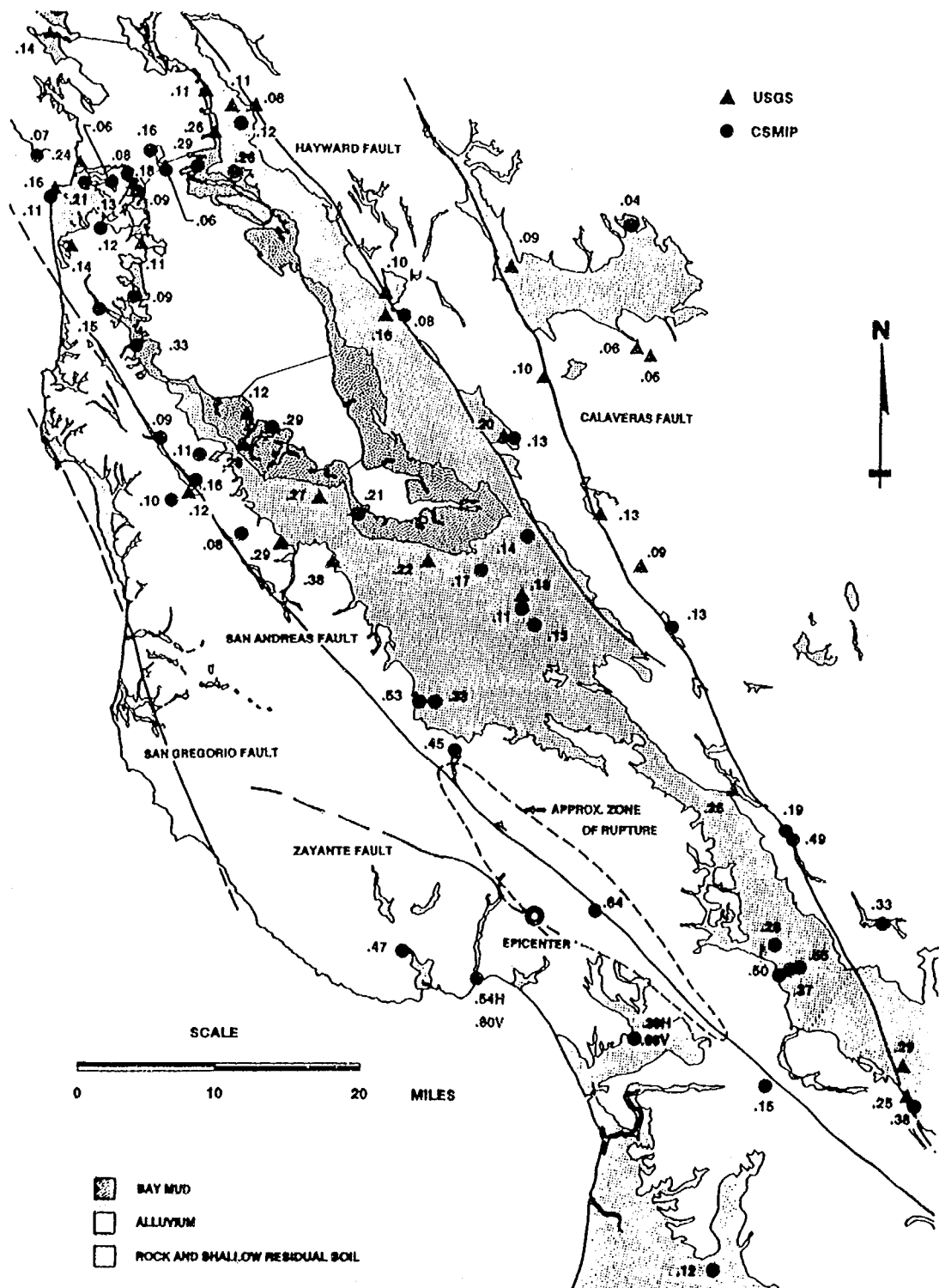


図-2 ロマプリエタ地震で得られた強震記録の速報値 (文献23による)

おり、今回の地震による地震動や構造物の応答の貴重な記録が数多く取得されている。

この地域の強震観測は、主に連邦地質調査所（USGS）、およびカリフォルニア州鉱山地質局（CDMG）によってなされている。

その観測結果は、地震直後にアナログ記録が公表されたのを皮切りに、逐次デジタル化された記録が公表されてきている。得られた記録は、CDMGによる観測地点が93地点（地盤上53、建物33、ダム2、トンネル1、高速道路の高架2、港湾構造物1、BARTの施設内1）で、震央距離の範囲は7～175kmである。USGSによる観測地点は38地点（地盤上21、建物13、ダム2、橋梁2）で、震央距離の範囲は27～115kmである。

これらの観測地点で得られ、デジタル化された地盤上の記録のうち、水平二方向の加速度のいずれか大きい方の最大値を震央距離に対してプロットしてみると図-3が得られる。最大水平加速度は、震央距離7km付近の沖積地盤上の観測地点で0.62Gもの値を示しており、震央から離れるに従ってその値は小さくなる。サンフランシスコ周辺では観測地点の地盤種別によってその値は異なるが、岩盤上で0.06～0.09G、沖積地盤上で0.1～0.2G程度の値を示す。震央距離に対するその減衰の傾向は、わが国で観測した記録に見られる傾向とほぼ似かよっている。

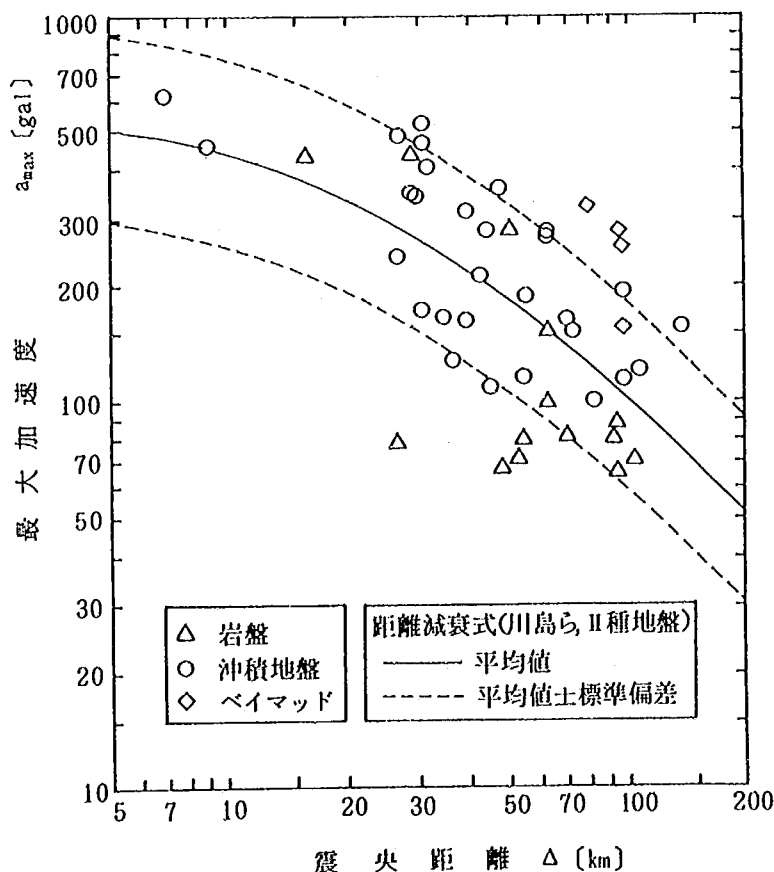


図-3 ロマブリエタ地震の水平方向最大加速度（デジタル化した値）の距離減衰

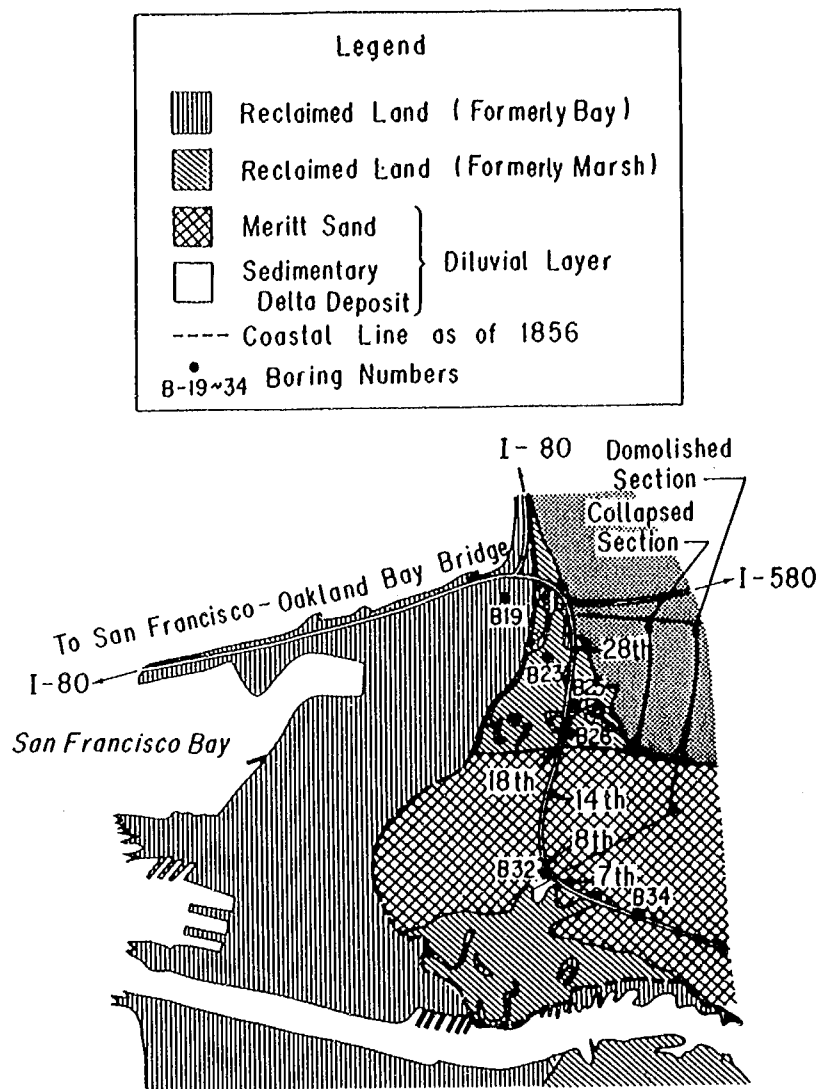


図-4 I-880号線の地盤 (文献29による)

ただし、ここで注目すべきことのひとつは、サンフランシスコ湾岸に堆積する、ベイマッドと呼ばれる粘土又は粘土質シルトが堆積した地盤上での記録は、岩盤上の記録や通常の沖積地盤上の記録にくらべて大きな値を示していることである。

2層構造の高架橋が被災したオークランドのI-880号線は、ベイマッドの堆積した区間を横過する約1kmの延長の部分が倒壊し、これに続く延長約800mの甚だしく損傷した区間は、ベイマッドから岩盤へと地盤条件が遷移する厚さ30m程度もある軟弱な土層部分で、下方から伝播する地震動は周期帯域によって異なるけれども2～3倍、ないしは4～5倍にも増幅され、このことが、高架橋のこの部分を選択的に破壊せしめた要因の一つと考えられる。高架橋の落橋は、増幅された地震動だけが原因ではなく、構造的な要因も考えなくてはならないがこれについては後でふれ

る。

トラスから桁橋に構造形式が変わる部分の橋桁が落下したベイブリッジは、その中央部でヤーバブエナ島と呼ばれる岩の露頭した小さな島をわたる。この島に隣接してトレジャーアイランドという名の人工的に築造した島がある。この2つの島で強震記録が同時に得られている。いずれもほとんど震央距離は同じであるから、地震動が観測地点の局所的な地盤条件によってどのように異なるかを示す貴重な実証的データを提供している。岩盤上では0.07G、ベイマッドと埋立砂からなるサイトでの観測値は0.16Gの最大水平加速度を記録している。

今回の地震では130を超える多くの地点で強震記録が捕捉された。多くの記録が得られた効果の一つとしてこれらの例に示されるように、地盤条件の異なるところでの記録が得られ、被災場所の分布ともあいまって局所的な地盤条件が地震動の大きさや振動周期に大きく影響するという事実をあらためて提示した。

また、局所的な地盤条件が地震災害の質及び量を左右するという事実は、上述の地震動の大きさだけでなく、地盤液化化という事実においても顕著に見ることができる。

液化化による噴砂の痕跡や、各種構造物の被害は震央に近いサンタクルスやモスランディング市周辺のみならず、サンフランシスコ湾を囲む湾岸部でも見られる。最も典型的な被害は、サンフランシスコ市北部に位置するマリーナ地区であろう。ここでは、発災直後に火災が発生し、家屋が損傷した様子がわが国にも繰り返し映像で伝えられた。

マリーナ地区は1906年のサンフランシスコ地震よりも後年になって埋め立てられた比較的新しい地盤である。埋立地の上に造られた美しい街並みの限られた一角が、地盤液化化によって沈下、傾斜、倒壊などの被害を被った。

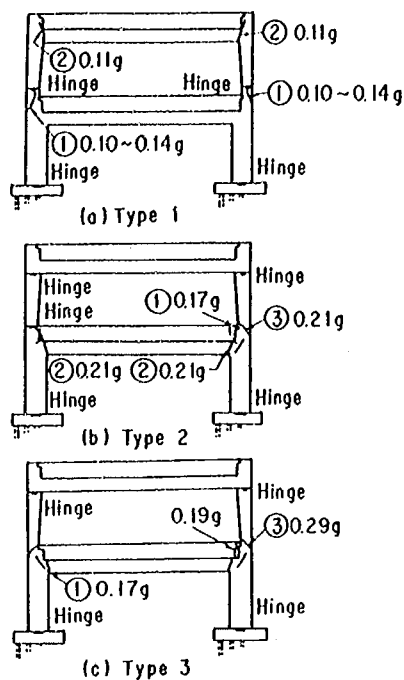
サンフランシスコ市内の液化化地点は人工的に埋立た港湾施設や空港施設にも被害をもたらし、ベイブリッジがオークランド側に上陸する地点周辺でも橋脚の周辺部には噴砂や地盤沈下が観察されている。幸いにして、杭基礎を有する橋脚はほとんど大きな被害を被らないで済んでいるが、一部には傾斜している橋脚もあり、その補修・補強が今後の課題となろう。

既設構造物の補強

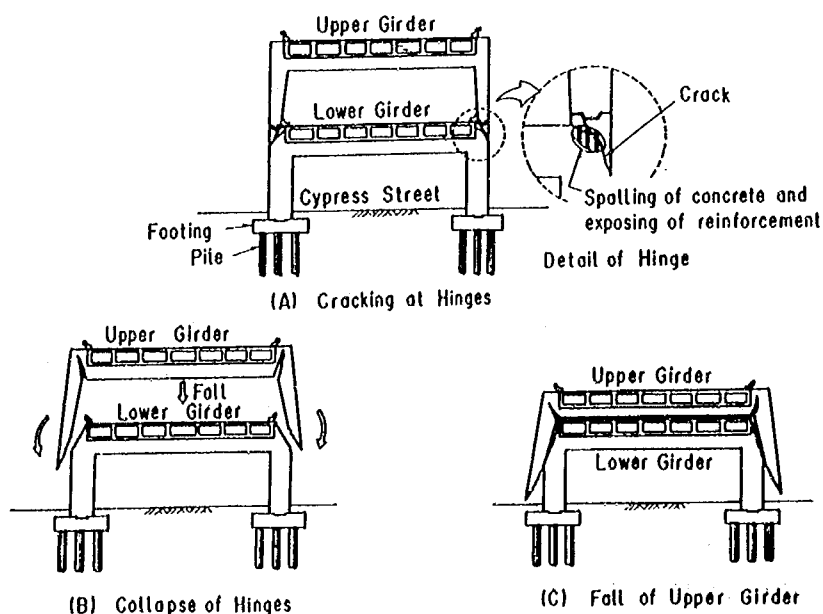
カリフォルニアは米国でも最も地震活動度の高い地域である。しかし、カリフォルニアに人口が流入しはじめたのはゴールドラッシュの19世紀半ば以降であるから近代的構造物や施設の整った都市域を形成しはじめた歴史は新しい。このため、各種構造物の地震被害の経験はそれほど回数が多いわけではない。

1906年のサンフランシスコ地震では多くの建物の倒壊と火災による悲惨な地震被害を経験している。また近くは、1971年のサンフェルナンド地震でもヴァンノーマンダムの崩壊、建物の倒壊、高速道路の高架橋の崩壊などが生じた。

これらの地震を契機に、強震観測や耐震構造の研究が盛んに推進され、また耐震基準の見直しが必要とされてきたサンフランシスコで、何故あのような悲惨な道路橋の被害を被ってしまったのであろうか。



(a) Three Typical Types of Piers of Cypress Viaduct (Accelerations indicated correspond to those which cause failures at respective locations, estimated by Prof. Priestley, Univ. of Calif. at San Diego)



(b) Estimated Collapse Mechanism of Cypress Viaduct (Type 1 Pier)

図-5 I-880号線の構造 (文献29による)

二層式の上階が崩れ落ちたI-880号線では先述のように、局所的な地盤条件のために比較的大きな地震動が作用したものと考えられる。しかし、地盤条件はこれに比べて比較的良いと考えられるサンフランシスコ市内のI-280号線をはじめ、他のカ所でも倒壊は免れたものの、橋脚に大きな損傷を被っている。I-880号線の倒壊現場に作用したであろう地震動の大きさは、0.2G程度と推定される値であるから際だって大きいというほどでもない。

被害を被った構造物の多くは1950年代に造られたものである。この当時の設計基準では、0.06G程度の地震力しか耐震設計に見込まれていない。サンフェルナンド地震後の耐震設計基準の見直しにより、新しく造られる橋梁では設計地震力を2.5～3倍に引き上げている。改訂前の古い基準にそって造られた構造物であったために、この地震動に耐えることができなかったというのが大きな理由であろう。

現在州の管理する橋梁は11,000橋あり、そのうち約2/3のものは耐震基準の改訂以前に建設されたものである。カリフォルニア州では改訂前の基準によって造られた橋梁について、3段階からなる耐震補強の事業を実施中であったが、今回の地震を迎えたのは、第1段階の落橋防止の措置のための事業を終え、1989年から始まった第2段階の1本柱橋脚のねばり強さを確保するための補強事業にとりかかったばかりの状態のときであった。

第2段階および第3段階の耐震補強事業の完了する前に、この地震が襲来したことは、財政的な制約があったとはいえ、まことに残念なことであった。

その後、カリフォルニア州では知事の任命した委員会で被害原因を調査し、今後の方策を探る報告書がまとめられている。

なお、この地震による被害の実態を掌握するための日本からの政府調査団は人命救助活動が一段落した約1ヵ月後に派遣されている。その派遣に際しては、土木研究所長が日本側部会長を勤める政府間会議のUJNR耐風耐震構造専門部会を通じた様々な協力がなされ、又、今後の耐震補強策についての研究開発に関しても密接な意見交換や情報交換が行われている。その一つの活動として、昨年12月にはつくばで日米の橋梁技術者が集まって、既設橋梁の耐震補強策について討議するワークショップを開催している。同じ地震国である両国にとって、この種の両国技術者間の協力は重要な意味を持つものである。

3. マンジール地震

1990年6月21日のわが国の新聞は、その夕刊で一齐に、その日の未明（1990年6月21日午前0時30分頃、現地時間）にイラン北西部を大きな地震が襲ったことを報道した。

この地震は、当初カスピ海沿岸部の海底に震央を持つ地震と発表されたが、その後のUSGSの発表によれば震央はラシュトの南西35km（北緯37.03°、東経49.39°）でマグニチュードは7.6、震源深さは10kmとされている。わが国にはまだ地震被害の全貌は明らかにされていないが、1990年12月17日の日本地震工学シンポジウムで講演を行ったA. モインファー氏は、この地震を最大の被害を出したマンジール村の名を冠してマンジール地震と呼んでいる。

地震の発生から5日後の、6月26日のイラン大統領府災害対策本部および同内務省の発表によれ

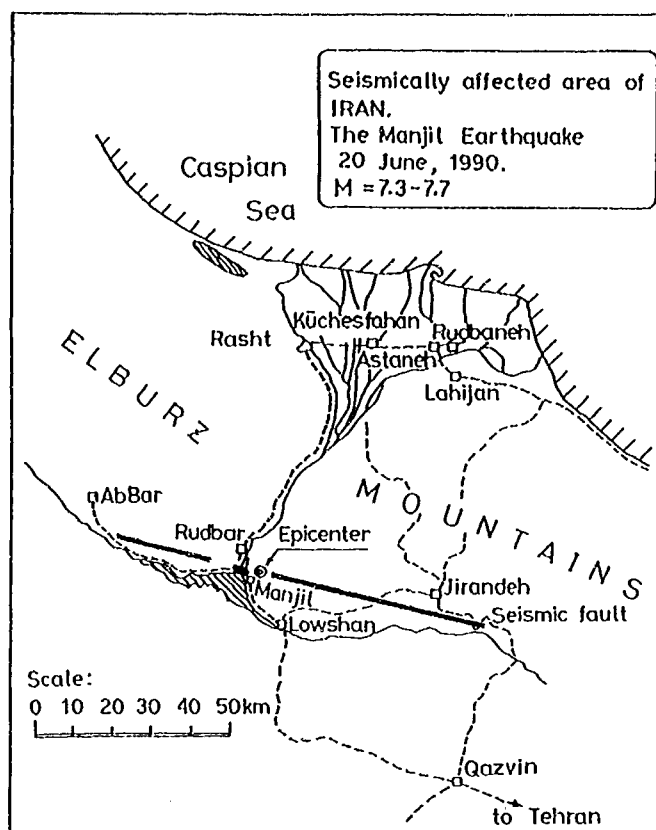


図-6 マンジール地震の被害の分布 (文献37による)

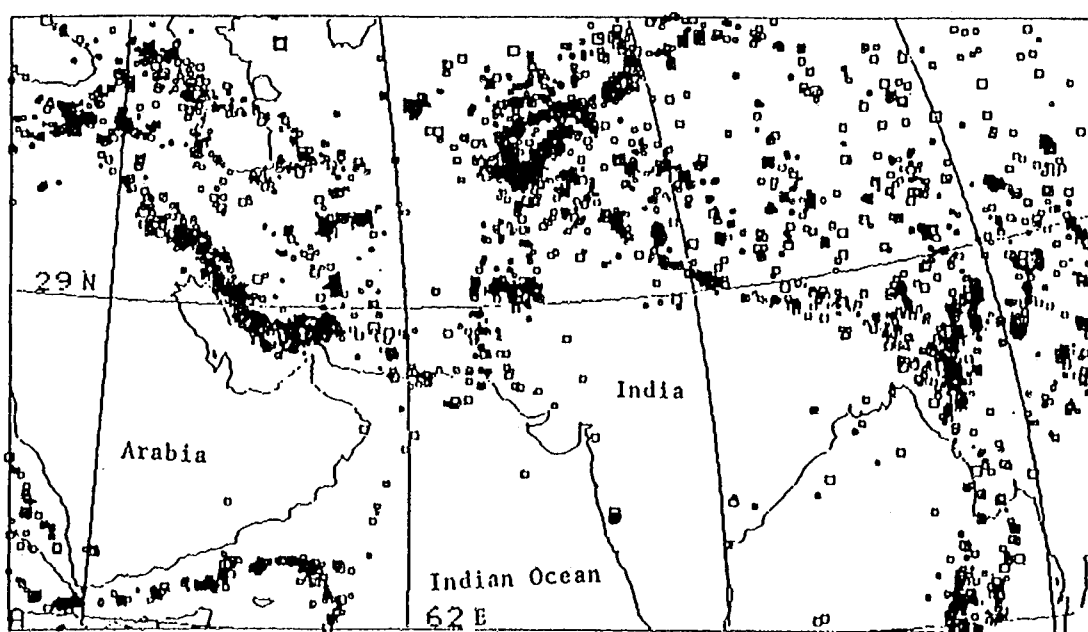


図-7 イランの地震活動 (地震の事典による)

ば、25日までに少なくとも死者4万数千人、負傷者同数以上、地震により住居を失ったものは35万人以上、家屋の倒壊は5万戸と伝えている。

イランでは、トルコからカスピ海に続くアナトリア断層にそった地震帯と、アナトリア断層から分岐しペルシャ湾にそって南下する地震帯の二つの地震帯に挟まれ、全土の地震活動度は高い。それにしても、イランにおける過去の地震記録と比較してみても、マグニチュード7.6という地震規模は大きく、イラン北西部で少なくとも今世紀に起きた地震では最大の規模のものであった。

イランでは、ひとたび被害地震が発生すると被害者の数は驚くほど大きくなる。その理由は、この国の一般的な住居がアドベと呼ばれる日干し煉瓦を材料として造られているため、いったん地震によって家屋が損傷を被ると、その下敷になって圧死したり窒息して亡くなる犠牲者の数が多いからである。

ここでは、現在入手し得ている資料に基づき、この地震の被害状況を概観した後、被災救援の国際協力について眺めてみよう。

被害概況

この地震によって、長さ約80kmの断層が地表に現れた。断層は右横ずれで、水平及び鉛直のずれはそれぞれ最大20及び50cmほどであった。

地震発生当時、震央から250kmの範囲内に50台の強震計が設置されていた。このうち、8台は故障中であったが残り14台は健全な状態で、22台の強震計が本震の記録を捉えた模様である。記録はまだ公表されていないが、断層から10kmの地点に当たるアップールでは、水平0.65G、鉛直0.52Gの最大加速度が記録されている。震央から約200km離れたテヘランでは0.02G程度の最大加速度であった。

震源域近傍の集落では、アドベまたは組石造の建物が倒壊したため、多くの犠牲者を出すこととなった。特に、発震時刻が真夜中の0時半であったことが悲劇を大きくしたものと考えられる。

地震動の大きかった地域には、一般家屋のみならず、RC造建物、コンクリートダム（バートルスタンプ、高さ106m）、発電所、給水タンク、橋梁などが存在していたが、これらの構造物のうち、ラシュトの町にある7階建てのRC造建物が被災し、ダムに亀裂が生じ、給水タンク1基が倒壊したものの、橋梁には大きな損傷は無かったとされている。

震央はカスピ海に注ぐセフィード川の上流の水源地である山中にあり、山間部を走る道路は、至るところで斜面崩壊や落石の被害を生じた模様である。また、セフィード川が形造ったカスピ海沿岸部デルタ地帯では、限られた所ではあるが液状化現象も生じ、井戸が埋まったり家屋に被害が生じたことが報告されている。

救援活動

地震発生の翌日6月22日、日本政府はこの地震による被害の甚大さに鑑み、人道上および二国間友好の観点から国際緊急援助隊を派遣するとともに、テント、毛布、医薬品などの救援物資を送ることを決定した。またこの日、総額100万ドルの緊急援助資金を赤十字社を経由して供与すること

も決定している。さらに、6月27日、その後の調査によって被害が大規模なものであることが判明してきたので、この援助に加えて総額2億385万円相当の援助物資の供与を行った。

国際緊急援助隊は、『国際緊急援助隊の派遣に関する法律』に基づき、イラン政府の要請に応えて派遣したもので、医療チーム10名、救助チーム12名からなる22名が6月22日夜10時30分発の日航機で派遣された。医療チームの構成は、医師2、看護婦4、調整員2、JICA2の10名で、救助チームは、消防庁1、東京消防庁5、警察庁1、警視庁5の12名から構成されている。

緊急援助隊はテヘラン到着後、直ちに被災地のラシュトに入り、6月25日から7月1日まで現地で活動した後7月2日帰国した。

法律制定後初の派遣であった両チームは、ファイバースコープなど最新鋭の機器を携行したものの、救助チームは結局一人も生存者を救出することはできなかった。

その背景には、専用の移動用交通手段や、通信機器を持たなかったことが反省点の一つとして挙げられている。また、救助に当たっては、被災した構造物の構造特性がわが国のものと異なっており、瓦礫の下から人命を救助するためには迅速な現場への到着と共に、派遣される相手国の構造物の構造特性のみならず、その万一の場合の破壊形態についての知識も予め熟知しておくことの必要性を指摘できる。

この意味からすれば、地震工学の分野からも、被災した構造物の何処を触れば瓦礫の二次的な崩壊を起こさないで被災者のいる位置にたどり着けるか、『救出技術』ともいうべき、崩壊した構造物の取扱いについての工学という新しい分野の開発に貢献すべきであろうと考えられる。

さらに言えば、現在の国際緊急救助隊は、救助、医療、専門家の呼称で呼ばれる3チームの必要なチームで構成されるようになっているが、『専門家』の呼称は何の専門家であるかが示されておらず、要請を出す側でも混乱を生じるのではないかと考えられる。時間の経過と共に派遣の実績を積み、諸外国からも理解されるようになるであろうが、出来れば『緊急対策技術の専門家』、『技術専門家』あるいは、『緊急技術チーム』のような呼称に変えることが望まれる。

4. フィリピン地震

イランで生じたマンジール地震から1ヵ月も経たない1990年7月16日、フィリピンのルソン島でもまた、地震が発生した。

フィリピンもまた、地震国である。共和国の国土を形成するルソン島からミンダナオ島までの島々をフィリピン断層が縦断している。

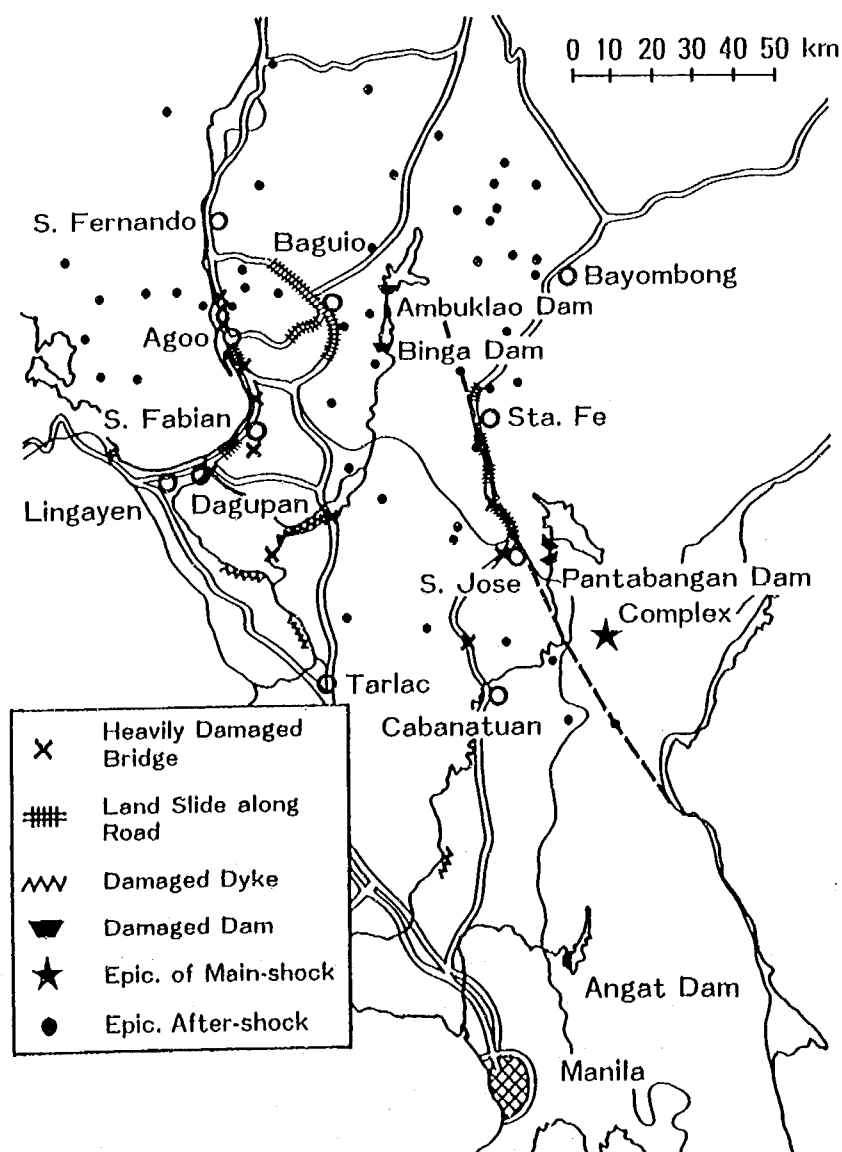
1990年7月16日午後4時26分頃(現地時間、日本時間も同じ)、ルソン島中央部で発生したこの地震のマグニチュードは、USGSによると、7.8、震央位置は北緯15.658°、東経121.227°、震源深さは25kmとされている。震央は、マニラから北北東に130km、カバナツアンの北東40kmの位置に当たる。

この地震による被害の甚大さに鑑み、日本政府はフィリピン政府の要請に応じて、国際緊急援助隊を派遣した。

国際緊急援助隊の医療チームは、医師2名、看護婦4名、調整員3名の計9名で構成され、地震

発生の翌日の17日に現地に向かい、バギオ市内の病院を拠点として活動し、24日に帰国した。救助チームは、消防11名、警察11名、調整員4名の計26名が、地震発生の翌々日の18日に現地に向かい、同じくバギオにおいて活動した後26日に帰国した。

両チームの派遣に続いて、フィリピン政府の要請に基づき、わが国政府は、土木4名、建築2名、地質1名、調整員1名からなる計8名の専門家チームを派遣することを決定した。専門家チームは、地震発生から約2週間経った7月29日に日本を発ち、6班に分かれて被災各地で活動し、8月7日に帰国した。



図ー8 フィリピン地震の被害の分布（文献40による）

専門家チームは、帰国に先立ち、各地での調査結果をもとに、復旧に関する技術的提言を含む英文報告書を現地でまとめ、フィリピン政府公共事業道路省のエストアール長官以下約50名の幹部職員に対してブリーフィングを行った。その内容は、被災した構造物の健全度の診断結果や、執るべき対応を緊急、応急、本復旧と時間の経過に合わせて具体的、実務的に言及したものであったことから、高い評価を受けた。

この国でも地震国であるにも拘らず、建造物の耐震性は満足すべき水準にはない。経済的な貧しさがその背景にあるとしても、人命を失う悲劇は避けなければならない。

被害の状況を概観し、わが国のできる貢献内容を探ってみよう。

被害概況

今回の地震による被害の特徴として、広範な地域に、多様な被害を生じた事が挙げられる。

今回の地震の被害分布地域は大略、バギオ〜ダグバン〜サン・ホセに囲まれる、三角形の範囲に集中している。この地域は、地震断層の北西側にあたり、断層破壊様式との関係で、注目される。

7月29日現在の集計では、死者1,641名、負傷者3,441名、行方不明969名、全壊家屋25,369棟、半壊家屋61,077棟に達する。

最も多くの人的被害を生じたのは、バギオ市を中心とするベンゲット州であり、その多くは、ホテル等高層建築物の崩壊及び輸出加工区の縫製工場の倒壊と同時に発生した火災によるものである。また、ケノン道路で発生した山崩れにバスが巻き込まれ、多くの死者を出したことも報じられている。

ラ・ウニオン州はベンゲット州の西隣に位置し、現地調査の限りでは、その南半の海岸沿いの集落の建造物に大きな被害が見受けられた。

ヌエバビスカヤ州はベンゲット州の東隣に位置し、急峻な山岳地域であり、無数と言える程の山崩れが見受けられたが、多数の死者を出した原因は把握していない。

カバナツアン市の死者の内、そのほとんどはクリスチャンカレッジの倒壊によるものとされている。同市ではこの他に公設市場の倒壊が報じられている。同市は震央のごく近くにあるが、これらの他の被害は軽微であった。

ダグバン市を始めとするリングエン湾岸の都市では、液状化による大きな被害を被った。ダグバン市内では、地盤が広範囲に1〜1.5m沈下し、多数のビルが沈下・傾斜した。

橋梁の被害も広範囲に発生し、調査した39橋の内、耐荷力の観点から、落橋：6橋（仮橋1を含む）大破：6橋、中破：8橋、小破：8橋に及んだ。この他に、耐荷力には影響を及ぼさないものの、アプローチ部の損壊などの被害は多数観察された。

道路の被害、特にルソン島北部を縦断する幹線道路である日比友好道路の被害及びバギオに通じるケノン道路、マルコス道路、ナギリアン道路の損壊は著しい。このうちナギリアン道路は、一方通行ながら交通は確保されているものの、他は調査時点では懸命の復旧作業にもかかわらず不通となっており、日常生活はもとより、救援・復旧活動にも大きな支障をきたしている。また、雨期にあたるため、これらの道路は復旧作業後においても、斜面崩壊などの二次災害の発生に悩まされて

いる。

河川はアグノ川水系を主体にかなりの延長にわたって被害を受けており、堤防の沈下、亀裂、崩壊や、バラベットや護岸の破壊が見られた。バンバンガ川水系の被災箇所は多くないものの、アラヤット山の近くの堤防に著しい欠壊がみられた。

ダムの被害も著しく、バギオの東に位置するアグノ川水系のアンブクラオダムとピンガダムや、ヌエバエシハ州サンホセの北東に位置するバンバンガ川水系のバンタバンガンダムとその逆調ダムであるマシワイダム等では堤体天端の亀裂や、沈下、堤体法面の浅いすべり等が認められた。

これらの被害総額は、いまだ詳細には把握されていないものの、アキノ大統領は、最終的には100～150億ペソ（650～975億円）に達するであろうとの見通しを表明している。

地震断層

ルソン島で発生した今回の地震の震央は、ほぼフィリピン断層の上にあり、今回の地震によって、この断層のうちルソン島内の約120kmの部分はずれた模様である。

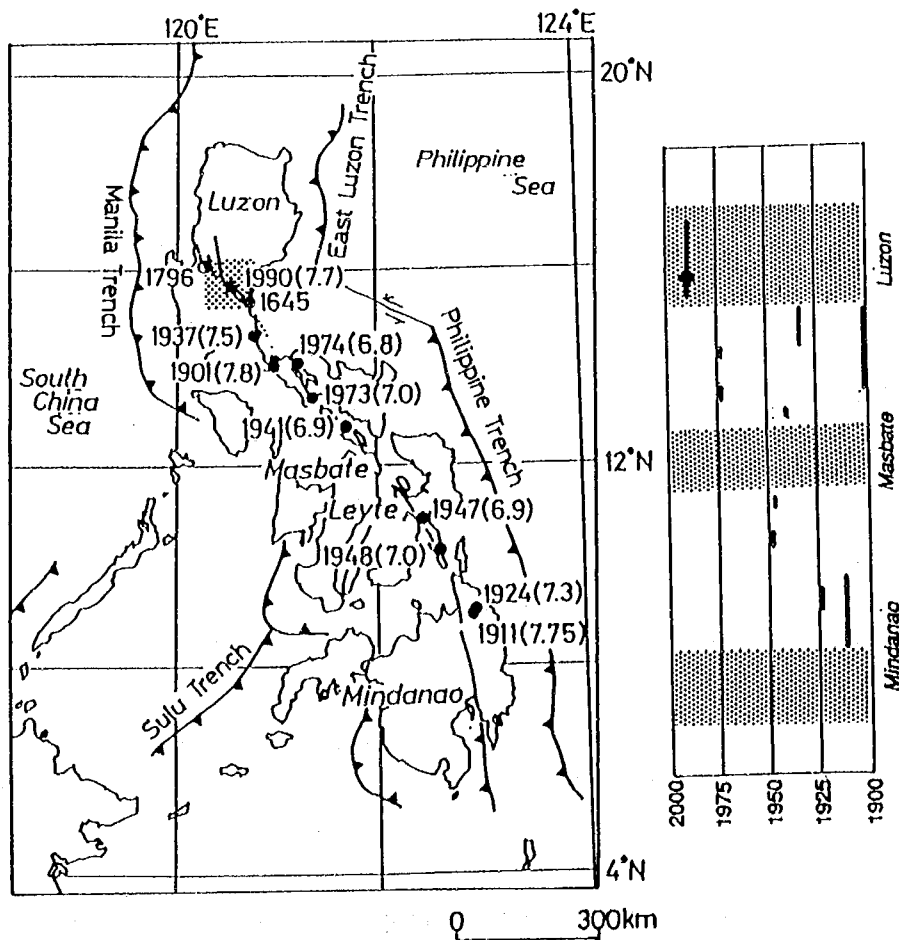


図-9 フィリピンの地震活動（文献47による）

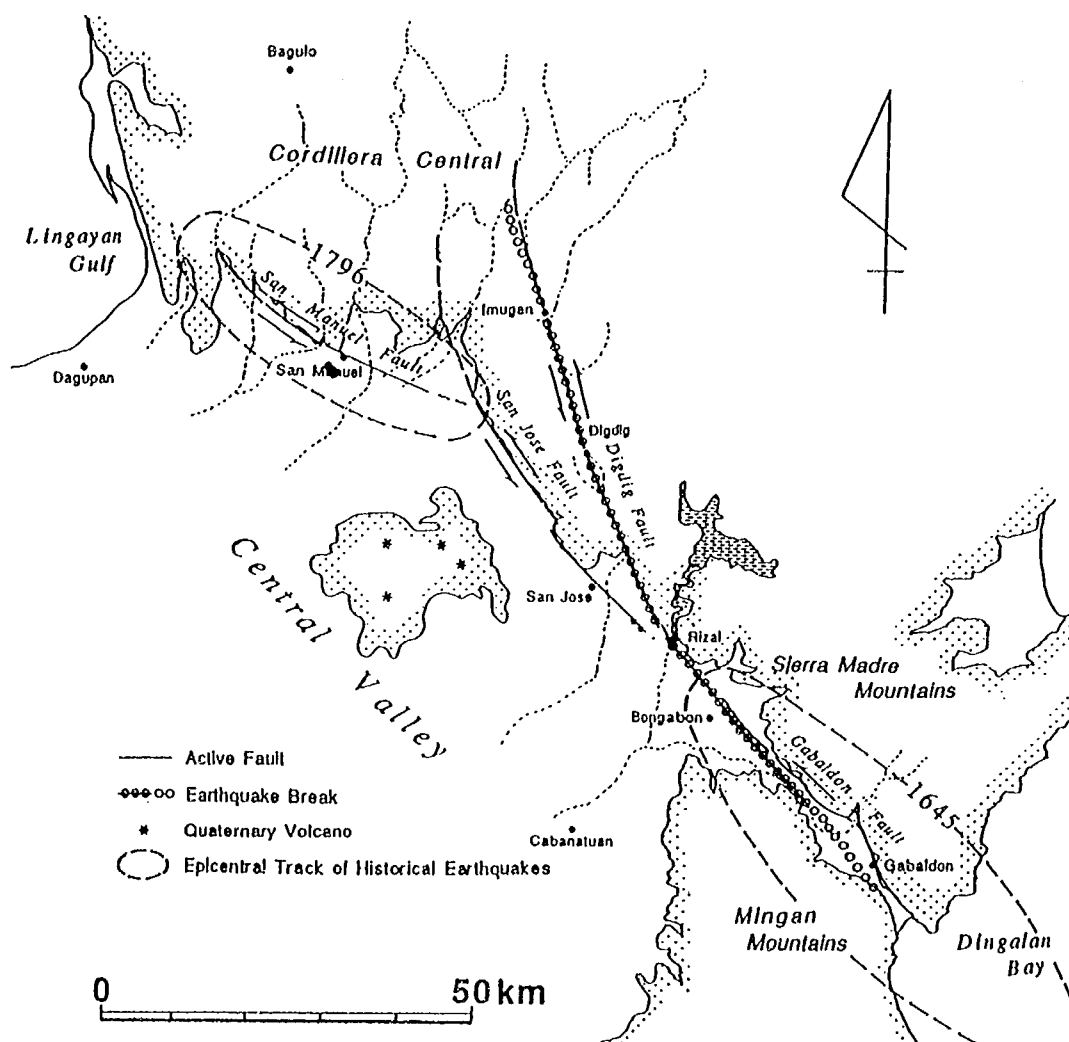


図-10 フィリピン地震の地震断層（文献47による）

地表に現れたずれの量は最大で水平方向約5mである。

ずれの北端はバギオの東方の山中イムガンの北方カヤバ村の辺りで、南端はバントウグの辺りである。震央はこのうち南から1/3くらいのところに位置する。

断層のずれの最初に発生したところが震央である。したがって、今回の地震は、マニラの北方約100kmにあるカバナツアンの街の東方で最初に断層がずれ始め、フィリピン断層にそって北方に約80km、南方に向って約40kmの区間がずれたことによってもたらされたものであろうと認識される。

この地域が地震の空白域であることに注目していた中田氏によって、断層にそって地表のずれの量が克明に調べられている。

その調査結果によれば、震央から始まった断層の食い違い量の空間的分布が、日本の筑波山で観

測したP波の初動部分ときわめて似通った形を示していることが興味深い。P波の初動の立ち上がり部分は、断層の微小セグメントが進行的に破壊していくときの最初の衝撃が順次伝播してきた結果を示すと考えれば、たまたま、断層を見込む角度の適切な観測点では各セグメントのずれの量に比例したP波の振幅となるのは自然なことである。この調査結果は、まだ仮説に過ぎない。しかし、地震工学の分野からしてもこの発見はきわめて興味深いものである。

地震被害を軽減するための工夫を生み出していく地震工学の立場では、設計対象地震動を設定する必要がある。その設定を、実際に起こる事象に忠実にそった合理的なものに改良していく道を与えるようになりそうなことを示唆しているからである。

国際協力

今回の地震の後では、わが国の国際緊急援助隊は、医療チーム、救助チームのみならず専門家チームも派遣された。この専門家チームは、従来の政府調査団とはひと味異なった使命を追われているものと考えられる。

専門家チームの役割は従来の『政府調査団』が日本にとっての教訓を求めたのと異なって、被災国の速やかな復旧に必要な技術的助言を与えることである。この点がまだ内外に十分認識されていないようである。

被災状況の把握のためにダグバン市を訪れた時、夜遅く着いたホテルで若い日本人のグループと出会った。彼らの言うことによれば、NTTが集めた緊急援助の物資を被災住民に配るためのボランティア活動のために日本から来ている学生とのことであった。その中に日本語の達者な米国人青年が一人混じっていた。彼は、専門家チームの隊員が胸に付けたJapan Disaster Relief Teamのワッペンを見て、こう質問した。『あなた方は何を持ってきたのですか？』。

彼等にとっては、いくら説明しても復旧の技術的助言の必要性は理解の度を超えるらしく、『Disaster Relief』とはモノを与えることしかないとの直截的・短絡的な固定観念の枠の中で、相当混乱した顔つきのままであった。この『また日本への教訓のみ探索する調査団と同じではないか』との誤解は実に苦々しいものであった。

この誤解を解くための努力をしなければならない。さきに、イランでのマンジール地震の項でも触れたように、イラン政府は医療チーム、救助チーム、専門家チームの3チームからなるわが国の国際緊急援助隊のシステムに対して、医療、救助の2チームのみの派遣を要請した。専門家チームの呼称の分かりにくさと共に、活動内容が、一般人の目に見えるような即物的・具体的なものでないためであろう。

地震災害に限って言えば、国際緊急援助隊の専門家チームは、余震観測の計器を携行して本震に続く大きな余震に対する備えを助言したり、応急仮設橋を携行して被災道路の啓開に協力したり、あるいは重機を持ち込んで道路啓開や人命救助のための瓦礫の除去など目に見える形の協力をも行えるよう改善しなければならない。

大きな地震のときには、わが国でもそうであるが、通常の行政体制は相当の混乱の中にあり機能しない。現地を移動する交通手段、連絡のための携行通信手段、現地語の判る人材の確保も欠かせ

ない。

しかし、最も本質的に必要とされるものは、地震の影響による構造物の破壊機構の深い理解や、実地的な復旧の方法であろう。同じ場所を大きな地震が襲う頻度はそんなに高いものではないから、地震災害からの復旧の経験は何処の国でもそんなに蓄積されているわけではない。今回のフィリピン地震においても、現地技術者は水害なら毎年経験しているからその調査や復旧の仕事になれているのでそんなに混乱しないけれども、地震災害では経験不足のためきわめて当惑していると漏らしていた。そのため、調査や復旧の方法についてわが国の経験をまとめた、英文版の震災復旧マニュアルを説明しこれを贈呈したことが大変有難がられた。

このマニュアルは、日本での経験である。日本以外の地震国には、例えばアドベで出来た家屋のように、その国独自の構造様式があり、また社会の仕組みも日本のものとは色々な面で異なっている。それぞれの国の経済的な制約条件や、歴史的な背景に配慮した実地的な『国際震災復旧技術』を確立する努力も求められよう。

フィリピンでは、被災した橋梁のほとんどが、その基礎構造をはじめ設計図書が保存されておらず、建設地点の地盤条件を示す地質調査結果も保存されていない。地震災害のみならず、常時の管理にも必要と思われる建設時のこの種の情報を、きちんと整理保管しておくことは重要なことである。この点に関しては、わが国においても、もって他山の石としなければならない。

5. まとめ

この1年余りの間に起こった大きな地震災害を筆者の独断的な目で断片的に紹介した。

局所的な地盤条件が地震災害に大きく影響すること、ならびに都市化の進展と共に新しい災害形態が起り得ることをロマプリエタ地震の経験から学んだ。フィリピン地震から地震断層の動き方とこれによる地震動についてもっと研究を進める必要があることを学んだ。

また、マンジール地震、フィリピン地震からは、国際協力の今後の努力の必要な側面を学んだ。

都市化と国際化の進む今世紀最後のこの10年の間に、災害から免れた住みよい地球にするための、新しい国際的な『災害文化』を創設し『国際的災害文化の発信基地』となるよう貢献していかなければならないとあらためて感じている。

謝辞

ここに紹介した3つの地震のうち、ロマプリエタ地震、ならびにフィリピン地震の被災現場にはそれぞれ、事後の調査、ならびに緊急援助隊の一員として訪問する機会を与えられた。訪問に際してお世話になったわが国関係機関の多くの方々、ならびに現地でお世話になった多くの方々に感謝の意を表します。

また、この小文をまとめるに当たって、多くの資料や文献を参照させて頂いた。それぞれの資料、文献の筆者に敬意と感謝の意を表します。

参考文献

(この原稿に引用しなかったものも含め、筆者の手元にある3つの地震に関する報告書を以下に整理しておく)

ロマプリエタ地震

- 1) ロマプリエタ地震政府調査団；ロマプリエタ地震政府調査団調査報告書（中間報告）平成2年1月
- 2) 東京都；いつか東京にも？ ロマ・プリータ地震東京都調査団報告書 平成2年2月
- 3) 建設省建築研究所；ロマ・プリータ地震被害報告書，建築研究情報 No. 1 1990.1
- 4) 亀田弘行編；1989年ロマプリエタ地震によるサンフランシスコ湾岸地域等の被害に関する調査研究，文部省科研費突発災害研究成果報告書，平成2年3月
- 5) 家村浩和，亀井正博，丸山忠明，後藤洋三，大内 一；ロマプリータ地震（1989.10.17）による橋梁被害の調査概要，1989.11
- 6) 北浦 勝，池本敏和，佐藤忠信，杉戸真太，高田至郎；LOMA PRIETA 地震（1989.10.17）被害調査報告，1990.1
- 7) 静岡県土木部・都市住宅部；1989年ロマプリータ（サンフランシスコ）地震調査報告書，平成2年1月
- 8) 鹿島建設株式会社；1989年10月17日サンフランシスコ地震（The Loma Prieta, California）被害調査報告書，1989年11月22日
- 9) 五洋建設株式会社；ロマプリータ地震被害調査報告書，1989年12月
- 10) 株式会社大林組技術研究所；ロマプリータ地震被害調査報告書，1990年4月
- 11) フジタ工業株式会社技術研究所；地震時における市民の行動と意識に関する調査報告書～ロマ・プリータ地震に係わるアンケート調査～，平成2年6月
- 12) (社)電気通信事業社協会；ロマプリータ地震災害電気通信調査団調査報告書，平成2年3月
- 13) H. S. Lew；Performance of Structures During the Loma Prieta Earthquake of October 17, 1989, NIST Special Publication 778, January 1990
- 14) G. Plafker and J. P. Galloway, Editor；Lessons Learned from the Loma Prieta, California, Earthquake of October 17, 1989, USGS Circular 1045, January 1990
- 15) A. Aftanach, V. Bertero, B. V. Bolt, S. A. Mahin, J. P. Moehle and R. B. Seed；Preliminary Report on the Seismological and Engineering Aspects of the October 17, 1989 Santa Cruz (Loma Prieta) Earthquake. UCB / EERC-89/14, October 1989
- 16) R. B. Seed, S. E. Dickenson, M. F. Riemer, J. D. Bray, N. Sitar, J. K. Mitchell, I. M. Idriss, R. E. Kayen, A. Kropp, L. F. Harder, Jr. and M. S. Power；Preliminary Report on the Principal Geotechnical Aspects of the October 17, 1989 Loma Prieta Earthquake, USB / EERC-90/05, April 1990
- 17) J. K. Mitchell, T. Masood, R. E. Kayen and R. B. Seed；Soil Conditions and Earthquake Hazard

Mitigation in The Marina District of San Francisco, UCB/EERC-90/08, May 1990

- 18) EERI ; Loma Prieta Earthquake October 17, 1989-Preliminary Reconnaissance Report, EERI-89-03, November 1989
- 19) Dames & Moore ; A Special Report on the October 17, 1989 Loma Prieta Earthquake
- 20) LTA Publishing Company ; Earthquake 7.1-San Francisco Bay Area October 17, 1989
- 21) R. B. Shephard, P. B. Wood, J. B. Berrill, N. R. Gillon, P. J. North, A. K. Perry and D. P. Bent ; The Loma Prieta, California, Earthquake of October 17, 1989 : Report of the NZNSEE Reconnaissance Team, Bulletin of the New Zealand National Society for Earthquake Engineering, Vol. 23, No. 1, March, 1990
- 22) EQE Engineering ; The October 17, 1989 Loma Prieta Earthquake, October , 1989
- 23) (社)土質工学会 ; 第25回土質工学研究発表会特別セッション サンフランシスコ (Loma Prieta) 地震災害の実態と教訓, 平成 2 年 6 月13日
- 24) The Governor's Board of Inquiry on the 1989 Loma Prieta Earthquake ; Competing Against Time, Report to Governor George Deukmejian, May 1990
- 25) USGS ; Effects of The Loma Prieta Earthquake On The Marina District San Francisco, California, USGS Open-File Report 90-253, April 20, 1990
- 26) Bay Area Regional Earthquake Preparedness Project (BAREPP) ; Putting the Pieces Together. the Loma Prieta Earthquake One Year Later, Proc. of the Conference, October 15-18, 1990
- 27) 東京工業大学大学院総合理工学研究科社会開発工学専攻 : 国際シンポジウム「都市の安全性」1989年ロマプリエタ地震の教訓
- 28) 岩崎敏男 : ロマプリータ地震の調査概要, 土木技術資料 30-2, 1990年 2 月
- 29) 岩崎敏男, 川島一彦, 伊藤義則, 秋元泰輔, 辰巳正明 : 米国ロマプリータ地震調査速報, 土木技術資料 32-2, 1990年 2 月
- 30) 岩崎敏男, 川島一彦 : 米国ロマプリータ地震による橋梁の被害, 道路 1990-2
- 31) 川島一彦, 岩崎敏男 : 米国における既設道路橋の耐震補強プログラム, 橋梁と基礎 90-3
- 32) 岩崎敏男 : 1989年ロマプリータ地震調査概要報告, UJNR 耐風耐震構造専門部会第22回合同部会, 1990年 5 月
- 33) 川島一彦, 伊藤義則 : 米国ロマプリータ地震による橋梁の被害, 高速道路と自動車, 33-7, 1990年 7 月
- 34) 川島一彦 : 時間との戦いー米国ロマプリータ地震 (1989年10月) 調査委員会報告書がまとまる, 橋梁と基礎, 90-9
- 35) 川島一彦 : ロマプリエタ地震による橋梁の被害, 土と基礎, 38-11, 1990年11月

マンジール地震

- 36) A. A. Moinfar ; The Manjil, Iran Earthquake of 20th June 1990, 8 th Japan Earthquake Engineering Symposium, December 12-14, 1990

37) 東畑郁生：イランのマンジール地震被害調査報告，地震工学会ニュース

フィリピン地震

38) JICA：フィリピン地震（1990年7月16日），国際緊急援助隊専門家チーム報告書

39) 島津晃臣，佐々木康，岡原美知夫：フィリピン地震調査速報，土木技術資料，32-10，1990年10月

40) 佐々木康：1990年7月16日のフィリピン地震被害速報，土と基礎，38-11，1990年11月

41) 岡原美知夫，三谷光正：フィリピン地震災害調査報告，基礎工，18-12，1990年12月

42) 戸次庸夫，三谷光正：フィリピン地震の災害，橋梁と基礎，90-12，1990年12月

43) 土木学会耐震工学委員会：フィリピン共和国地震（1990. 7. 16）報告会資料

44) 基礎地盤コンサルタンツ株式会社：1990年7月16日ルソン（LUZON）地震調査報告書

45) 中田慎介：1990. 7. 16. フィリピン地震，地震工学会ニュース，No. 114 平成2年9月

46) EQE：The July 16, 1990 Philippines Earthquake-A Quick Look Report

47) 中田 高，堤 浩之，R. P. Punongbayan, R. E. Rimando, J. Daligdig, A. Daag：1990年フィリピン地震の地震断層，地学雑誌，99-5，1990年

土木研究所講演会講演集

I S S N 0386-5878

土木研究所資料第2928号

平成3年2月 (1991)

企画部企画課

キーワード：土木研究所講演会

要旨

本資料は、「平成2年度土木研究所講演会」の講演内容をまとめたものである。この講演会は、土木研究所が実施している調査研究の成果や最近の土木技術に関する話題、動向などを各方面に紹介することを目的として、毎年1回開催している。

郵便はがき

305-□□

41円切手
はって下さ
い。

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

企画部企画課
行

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第2928号
(土木研究所講演会講演集)

部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印