

地形改変研究の動向——その展望

門村 浩*・武内和彦**

I はじめに

日本地理学会1981年度秋季学術大会(関西学院大学)の第1日目である11月14日に、「地形改変と環境変化」と題するシンポジウムが、人工地形作業グループの主催により開催された(門村ほか, 1982). 本特集号に収録された論文は、いずれもこのシンポジウムで発表された研究報告をもとに、新たに資料と考察を追加して書き直されたものである。

このシンポジウムが開催された背景には、1960年代のいわゆる高度経済成長期以来、折からの技術革新と相俟って、我が国のあらゆる土地利用部門において、大型土木機械を駆使した強度の地形改変を伴う大規模土地開発事業が、全国各地で行なわれるようになったという事実がある(門村, 1981). また、こうした開発の進行に伴って、自然・半自然景観が著しく改変されたばかりでなく、多様な環境変化を招き(門村, 1972; Tamura and Takeuchi, 1980a), しばしば自然災害が誘発されてきたのである(稲見, 1976; 田村, 1980).

我が国の地理学界では、第2次大戦後に大水害が頻発したという背景もあって、水害の研究には早くから関心もたれ、水害の地理学的研究をテーマとしたシンポジウム(藤井・岩塚, 1956; 多田・矢澤, 1963)や総合研究(たとえば岩塚, 1960)が行なわれている。本テーマに関連した自然環境の人為的改変については、ダム建設や河川改修、砂利採取の河床変動に及ぼす影響や水害の要因としての役割を取り上げて、早くから研究がなされてきた。多田(1958)

は、当時、東京・大阪などの低地で顕著であった地下水揚水に起因する地盤沈下(中野, 1963)も加えて、これらの人為的環境変化を例に、人力を第3の地形営力であると評価した。また、多田(1964)は、以上のような諸現象の事例を、『自然環境の変貌』という成書にまとめた。さらに、1960年頃からはじまった丘陵地などの起伏地を対象とした大規模住宅地の開発(門村, 1981)に起因する水害については、千里山ニュータウン(渡辺, 1963)や多摩丘陵(森滝・角南, 1967)などにおいて、建設工事の開始直後から注目されてきた。

以上のように、我が国の地理学の中には、災害の地理学的研究や人為による河川地形の変化に関する研究などをとおして、「地形改変と環境変化」にかかわる知見が相当に蓄積されてきたといつてよい。しかし、門村(1982a)が指摘しているように、我が国における過去の研究実績も、外国の場合と比較してみると、著しく立ち遅れているといわざるをえない面がある。地形学のテキストでは、Yoshikawa *et al.* (1981)の例外を除いて、地形プロセスにおける人間の役割や人工地形が等閑視されてきたといつても過言ではない。

こうした問題に対する全般的な関心の低さは、地形学辞典によく現われている。Detwyler (1971, p. 322)は、Fairbridge (1968)の1,200ページをこえる地形学辞典の中で、人間の地形形成営力としての役割を述べた部分(Twidale, 1968)に、わずか2ページ足らずしか割かれていないと指摘し、地形学者や地質学者が人間の地形改変営力に関心のないことを嘆いている。事情は我が国でも同様であり、町田ほか(1981)の編集した『地形学辞典』では、関連する

* 北海道大学・環境科学研究科 ** 東京都立大学・理学部

項目として「土壌侵食」(p. 452)が取り上げられて
いるにすぎない。

一方、実態としてすでに我が国では、人間がブル
ドーザーなどの大型機械力を用いて地表面を改変す
る速度が、自然の営力による地形変化の速さを大
きく上回るようになってきている(門村・山本, 1978;
Kadomura, 1980)。しかも、人間活動の著しい影響
を蒙る地域は、低地や台地のみでなく、丘陵地や山
地へと急速に拡大してきているのである(Tamura,
1976; Kadomura, 1980; 田村, 1982b)。我が国に
おいて、現在の地形の変化の研究を行なうに際して、
自然の作用のみを考えるのでは、もはや不十分であ
るというべき段階に達しているといえる(門村ほか,
1982)。

本稿では、こうした背景を踏まえて、地形改変に
関連する内外の諸研究の系譜と、主要な論点につい
て概説するとともに、今後の課題を整理し、将来の
研究発展のための基礎資料を提供したい。なお、地
形改変は、陸域のみならず水域にも及び、関連する
研究は、工学・農学等多岐にわたるが、ここでは、
陸域の地形改変について、地理学的研究をすすめた
ものを中心に論述する。

本特集号では、本稿以外に、最近の大規模開発に
伴う地形改変の全国的趨勢(田村ほか, 1983)、人工
地形への成因論的アプローチ(森山, 1983)、都市的
開発に伴う大規模地形改変の事例(田中ほか, 1983)、
古代における地形改変の事例(日下, 1983)について
論述されたものが掲載されている。本稿は、こうし
た具体的なデータに基づく各論に先だて、地形改
変研究の全体像を展望しようとするものである。

II 諸外国における研究

1) 英語圏

1970年代以降提唱されるようになった環境地形
学や人工地形学の系譜をたどると、行きつくのは
Marsh(1864)である。英語圏ないしはアングロサク

ソン系の研究者はこぞって、「人間はどこまでも改
変者である。彼が足を踏み入れるところでは自然の
調和が必ず破壊される」(pp. 131~132)という立場
から、“*Man and nature*”を著わしたMarshをも
って関連研究の嚆矢としている(Thomas, 1956;
Coates, 1972; Haigh, 1978; Gregory and Walling,
1979; Goudie, 1981; Park, 1981)。また、土壌侵
食を中心とした加速的侵食と、環境悪化に対する地
学的アプローチに関して、“*Man as a geological
agent*”を著わしたイギリスのSherlock(1922)を
初期的概念を提示した先駆者にあげる研究者が多
い(Brown, 1970; Cooke and Doornkamp, 1974;
Haigh, 1978)。

アメリカ合衆国では、1930年代初頭に最大に達し
た“dust bowl”に象徴されるような農業開発に起因
する土壌侵食の激化を契機として、人間活動に伴う
加速的侵食(Sharpe, 1941)と、土壌保全の研究に多
数の地理学徒が従事した(たとえばCoates, 1973,
pp. 280~361)。Goudie(1981, p. 126)が引用してい
るように、Sauer(1938)は、土壌侵食が人類にとっ
て重大な問題であると主張し、これを歴史地理学的
に研究することの意義を説くとともに、その物理的
プロセスの研究が、当時のアメリカ地形学の無気力
な状態に活力を与えるであろうと注意を喚起し、さ
らに、この問題が全地理学的“hologeographic”
アプローチの好適な課題であると述べている。

しかし、当時の地形学者の興味は、氷河や海岸、
風の営力の研究に向けられ、土壌侵食の研究はあ
まり顧みられなかった(Cooke and Doornkamp,
1974, p. 1)。また、土壌侵食の研究そのものも1940
年代後半から衰退し、1950年代にはW. L. Thomas
Jr. が、C. O. Sauer, M. Bates, L. Mumfordの協力
を得て、プリンストンで開かれた国際シンポジウム
“*Man's role in changing the face of the earth*”
(1955年6月16~22日)を除いて、関連する問題がア
メリカ合衆国において積極的に取り上げられること

はなかった。このシンポジウムの報告と討論は、Thomas (1956) にまとめられているが、この中では、Leopold (1956) と Strahler (1956) が人間活動に伴う侵食と堆積の様相について述べている。また、オーストラリアで Jennings (1966) が Sherlock (1922) と同名の論文を書いているのも、数少ない例外のひとつである。

アメリカ合衆国では、1960年代に入って、東部沿岸地帯を中心に急激な都市化が進展し、建設工事に伴う土砂流出が社会問題化するようになった。このため、1960年代中頃より、建設工事の水循環と土砂流出に与える影響に関する研究が、相次いで発表されるようになった(たとえば Guy, 1965; Wolman, 1967, 1975; Wolman and Schick, 1967; ASCE, 1970; ASAE, 1977)。また、同時期に、河川営力に関する研究が、盛んに行なわれるようになり、Leopold *et al.* (1964) のテキストが著わされた。この後、河川営力に関する研究は、世界中で急速に発展することとなった。

1970年代のいわゆる環境の時代になると、「環境」を冠した著書が次々と刊行されるようになったが、それは地理学や地質学の分野においても例外ではなかった(Flown, 1970; Coates, 1971, 1972, 1973, 1974)。また、都市化に伴う環境の変化を扱った著書も多く出版されるようになった(Detwyler and Marcus, 1972; Lagget, 1973; Coates, 1976)。アメリカ合衆国では、1930年代の農業開発に伴う土壌侵食の経験が、そのまま都市化に伴う加速的侵食と、土砂流出の研究に活用されている(たとえば ASCE, 1970)。また、理学・工学・農学の研究者の協力体制により、早くから観測に基づく調査研究に組織的な取り組みがなされた点に、この国の研究の特徴が認められる。また、研究の焦点が、地形変化に誘導されて生じる斜面-河川プロセスの変化と、その予測に置かれてきたという点も特徴的である。さらに、地形学者の行政への参加をとおして、地形プロセスの研究成果を、

開発・環境管理計画に対して、直接応用しようとする積極性(たとえば Coates, 1971, 1976)がうかがわれる。アメリカ地質学会は、1976年11月マイアミビーチで、「都市地形学(urban geomorphology)」と称するシンポジウムを開いた。ここでは、ロサンゼルスなどの丘陵地都市における崩壊や地すべりの現象を含めて、住宅地開発に対する地形学的原理に基づく助言が必要であることが指摘された。

環境地形学に関する一連の著書を編集してきた Coates (1982) は、最近出版された Frazier (1982) の “*Applied geography*” の中で、“地形改変の最小適正化” と “自然の平衡系の復元と維持” に必要とされる情報を提供し、地形とそのプロセスの人為的改変に誘起されて生じる環境問題の解決に貢献することが、地形学的環境研究の究極の目的であると述べている。また、Schumm (1977) は、地形学的情報が土地利用計画や土地保全対策に利用されるためには、地形学者を含むプロジェクトチームを組織して、野外観測データに基づく定量的研究を推進し、河川工事や流量調節等の人為的改変の河川に与える長期的影響を把握する必要があると主張した。さらにその基礎として、地形変化の“閾値”と“複合応答(complex response)”の原理を明らかにすることが必要であるとしている。

イギリスでは、Sherlock (1922) の問題提起後、Brown (1970) がロンドン大学の教授就任演説で “Man shapes the earth” と題し、世界の諸研究を引用して、人間の営力による地形形成作用の分類を提案し、世界の諸地域における人為的地形変化の様相と速さを整理するまで、総括的な報告はみられなかった。一方、イギリスにおいても、1960年代から都市的開発が盛んになったことを背景に、アメリカ合衆国の場合と同じように、都市化に伴う水・土砂の流出の観測に基づく研究が盛んに行なわれ、その成果は、1970年代に入って次々と発表されるようになった(たとえば Walling and Gregory, 1970)。ま

た、人間活動の流域へのインパクトにも注意を払った水文地形学のテキストがまとめられるようになった(Gregory and Walling, 1973, 1979)。

1970年代に入って、都市化の環境に対するインパクトが強烈になったことを反映して、英国王立地理学会は「都市環境の自然的問題」と称するシンポジウム(1975年11月)を開いたが、このとき「都市水文学」(Douglas, 1976)とならんで「都市地形学」(Cooke, 1976)が提唱された。都市開発予定地域の開発適性度の評価、開発中とその後における地形プロセスの変化のモニターなど、環境管理に対する地形学的アプローチの枠組みが議論されたのである。環境の管理を主題とする著書は、これより以前に、Cooke and Doornkamp (1974)により出されているが、これは内容的にはその主旨にもかかわらず、一般の地形学のテキストと大きな変わりはない。

最近、Park (1981)は、河川システムに対する人間活動の影響に関する内外の研究について総合的なレビューを著わしている。また、Gregory (1979)は、1960年代以来の水文地形学(hydrogeomorphology)の研究を総括し、今後の方向を模索している。これらによると、人間活動の直接・間接の影響によって変化した河川プロセスの空間的パターンの定量的予測を行なうためのアプローチを開発することが、この分野の将来の中心課題であると判断される。

以上のように、イギリスでも、最近の関連する研究は、人間活動に起因するプロセスの変化とその予測に関心の中心があるようである。

Haigh (1978)は、炭鉱のボタ山を利用して斜面発達の実験的観測を行なった報告の中で、東欧の研究成果(Zapletal, 1968; Demek, 1973など)を引用して、人為的地形営力と人工地形の分類に触れているが、彼自身の興味の対象は、斜面プロセスの測定にあった。なお、この仕事は、Tricart (1979)により、フランスにも紹介されている。最近出版されたGoudie (1981)の人間活動による環境改変の諸相を

扱ったテキストでは、「土壌侵食」とは別に、「地形営力としての人間」が独立した一章として設けられ、研究史が整理されている。彼によると、最近の地形営力研究の発達に伴って、英語圏において地形変化の様相と速さを改変する人間の役割に、地形学的研究の関心が集まるようになったという。

2) 仏語圏

フランスでは、1950年代からTricart (1953 a, b, 1954)らが旧海外植民地における経験に基づいて、人間活動に伴う地形形成作用の加速化に注目し、マダガスカルでみられるlavakaなどの人為誘導地形の成因を解説したりしている。土壌侵食については、Fournier (1960)が世界各国の観測データを用いて、降雨パターンに基づく侵食速度の予測法を提案している。

Tricart et Cailleux (1965)の気候地形学入門のテキストでは、経済段階による人間活動のインパクトの差と、気候条件による人為的侵食の様相の差異に着目した、グローバルスケールの比較考察を行なっている。この著書は、邦訳(1969)に次いで英訳(1971)が出され、世界でも広く用いられている地形学のテキストのひとつである。その人為的地形形成作用に関する気候地形学的アプローチは、英語圏においても評価されている(たとえばGluckman, 1971)。最近、Tricart (1976)がécodynamiqueの概念を示して、環境管理に対する地形学的アプローチを主張していることは、門村(1982 a)が紹介しているとおりである。

フランスでは、近年、農作業への大型機械の導入に伴い、ブルターニュ地方の特徴的な景観をつくるbocageが除去され、土壌侵食が活発化している。これについては、Pihan (1976)などの研究がある。フランスでも、1960年代以降、都市化が進展しているが、都市化に起因する問題を扱った研究で目立ったものはみられず、依然として、自国内とともに旧海外植民地の農地や放牧地における土壌侵食の研

究に力が注がれている(たとえば Hurault, 1975; Vogt, 1978; Neboit, 1979; CNFCSPE, 1982).

ベルギーにおいても、同様の状況があるとみられ、たとえば De Ploey (1975)は、アフリカについて土壌侵食の現象と研究の現状を展望し、従来の研究では、人為により加速化された侵食の速度が過少に評価されていることを指摘している。

フランスでは「詳細地形学図」(たとえば Tricart, 1965)や「環境動態図」(たとえば Journaux, 1980)の作成にあたって、東欧圏の場合と同じように、人間活動に伴う地表形態の改変が重要視されている。

3) 独語圏その他

ドイツや、チェコスロバキアをはじめ東欧諸国においても、早くから地形の人為的改変に関心もたれてきた。ドイツにおいて、人工地形研究を最も精力的に進めてきたのは、Fels (1934, 1959, 1965)である。彼は、1930年代より一貫して“地表形成者としての人間(Der Mensch als Gestalter der Erde)”に注目し、従来の地形学においてそれが十分評価されていないことを批判して、新たに人工地形学(Anthropogene Geomorphologie)の用語を提唱した(Fels, 1934, 1954; Golomb and Eder, 1964; Haigh, 1978)。その影響を受けて、Louis (1968)は地形学の教科書である『一般地形学(*Allgemeine Geomorphologie*)』の中に“人工的、人為誘導的な形態と形成過程”の項を設け、Felsの分類体系を採用しながら論述し、版を重ねるごとにその内容を深めている(Fels, 1965; Louis, 1968, pp. 373~385; Louis und Fischer, 1979, pp. 595~611)。

FelsやLouisが、陸域にとどまらず、水域、気候、動・植物界に対する、人間の広範な直接的・間接的影響を概説したのに対し、Richter und Sperling (1976)では、中部ヨーロッパの歴史時代以降の地形改変に伴う加速的侵食の実態が取りまとめられている。最近、Richter (1980)は、従来の加速的侵食に関する研究を総括して、今後の研究では、歴史的ア

プローチに加えて、量的データに基づく研究を進展させることが必要であると主張している。

Schultze (1951/52)、Hempel (1971)らは、人間による加速的侵食と、その結果形成される人工地形に重点を置き、事例をあげて自然の削剝速度や、もとの地形との比較を行なっている。とくに Hempel (1971)は、ヨーロッパの穀作地帯における加速的侵食と、人工地形形成を論じるに際して、大陸全体を亜熱帯、冷温帯、亜寒帯、および大西洋地域、移行地域、大陸地域に区分し、それぞれの地域ごとに地形変化過程が異なることを説明している。これは、人工地形研究に対する気候地形学的アプローチを試みたものとして評価される。彼はさらに、こうした考察が地域の土地評価に対して有効であるばかりでなく、現在の地表形態の成因の解明にもつながると主張している。

冷温帯および亜寒帯の人間活動に伴う加速的侵食については、チェコスロバキアの Demek (1968, 1973)も論じているが、彼は、サーモカルストなどに注目した加速的地形変化過程について、その実態を報告するとともに、環境管理に対する地形学の果たすべき役割を強調している。またDemek (1973)は、Louis (1968)や Zapletal (1969)などの著作に基づいて、人工地形の分類体系を提示するとともに、地形プロセスの人為的改変に関する気候地形学的研究の方向を示唆している。

「詳細地形学図」は、ポーランドの Klimaszewski (1963)が元祖であるといわれているが、東欧諸国では、地表形態の分類と図化のシステムが早くから整備されてきた。古くから集約的な土地利用が営まれてきたこの地域では、人為により改変された地表が重要な図化対象である。そのため、図示単位としての実用性も考慮した人工地形の分類方法(たとえば Gellert, 1972)にもみるべきものがある。人工地形の成因的分類では、人間活動の種類(Zapletal, 1968)や自然の地形形成作用との相互関係を考慮し

た分類(Demek *et al.*, 1972; Demek, 1973)などが考案されている。これらの分類方法は、西欧社会における研究にもしばしば引用されている(たとえば Haigh, 1978; Goudie, 1981)。

ソ連では、第2次世界大戦後、農業開発・工業化を推進するため、大規模な自然改造が行なわれてきた。これに伴って土壌の退化や加速的侵食などの問題が引き起こされた。こうした問題を扱ったものとしては、たとえば Gerasimov (1976) や Komarov (1978) があるが、体系的研究がなされるには至っていない。なお、IGU の Commission on Environmental Problems は、Gerasimov のリーダーシップのもとに、人間活動に伴う環境の改変をはじめ広範な環境問題の地理学的研究を国際協力により推進している(Gerasimov and Drozdov, 1980)。

III 我が国における研究

1) 先史・歴史時代の地形改変と関連現象

我が国において、自然環境が人間活動によって顕著に改変されるようになったのは、稲作が導入された弥生時代以降のことである。Yasuda (1978) は、主として花粉分析による古植生の変遷の復元に基づいて、先史時代における環境に対する人間のインパクトを検討し、西南日本では、稲作が導入された3,000年 B. P. 頃から、自然植生である照葉樹林が破壊されてきたことを明らかにしている。また、安田(1973)や井関(1979)は、水田耕作が開始された弥生後期以降に土砂の流出が増大し、自然堤防が急速に成長したとしている。さらに、田村は、我が国の丘陵地における先史時代以来の土地利用の変遷とそれに伴う地形改変について、史的展望を試みている(Tamura, 1976; 田村, 1977)。

古代における地形改変については、古代国家の中心であった近畿をフィールドに、日下(1980, 1982)が、水田開発、用水路や溜池の建設、墳墓の建設などを対象に取り上げて、一連の意欲的な研究を行な

ってきた。本特集号では、彼の一連の研究の中から、泉北地域における事例をあげて、古代における地形改変を復元し、研究の意義に言及している(日下, 1983)。千葉(1958)の『はげ山の研究』は、地形改変による景観の変貌を意識した研究ではないが、近畿や瀬戸内を中心とした西南日本における、中世以来の人間活動の森林に対する干渉の結果に由来する偽似半乾燥地形景観(Kadomura, 1980)たる“はげ山”の形成史を克明に描いている。

歴史時代、とくに近世における地形の直接的改変の顕著なものに鉄穴流^{かんな}しによる砂鉄採取があり、中国山地における砂鉄採掘のために、掘削された土砂の量や採掘後に形成された特異な人工地形景観の実態が明らかにされてきた(赤木, 1960, 1982 a; 貞方, 1982 a, b)。鉄穴流しによる河床の変動や、その下流部平野の発達に対する影響(たとえば藤原, 1980)は、人為的営力が関与した長期にわたる地形形成過程を追究する場合の好材料を提供している。しかし、この問題については、今後にまつべき点が少なくない。

古代以来の河川改修や溜池の築造、水面埋立てなどによる地形の改変については、土木技術史(土木学会, 1936, 1965, 1973; 小川, 1975など)に記録され、地方誌にもおおむね記載されている。しかし、こうした素材に基づいて、歴史時代における地形の変化過程を詳細に復元した研究は、数千年ないし数万年オーダーの過去を対象にした地形発達史的研究に比べれば、皆無に等しい。

2) 現代の地形改変と関連現象

1. 戦後の研究動向

第I章で触れたように、第2次大戦後の初期における研究は、河川改修、ダム建設、砂利採取による河床変動や、海岸線変化、低地における地盤沈下現象に向けられた(たとえば多田, 1964)。これらの問題は、当時の応用地形学の主要テーマとして位置づけられ、1960年代末に刊行された西村(1969)の『応

用地形学』でも、これらの論考が集められている。この背景には、戦後の我が国における国土総合開発事業が、河川流域の水資源開発を中心に開始され、臨海工業地帯における工業生産が、地下水資源に依存して発展してきたという社会的事情がある。また、戦災復興や都市の拡大、鉄道・道路などの改良・新設のために用いられた建設用骨材が、主として河川砂利に求められたという事情もある。1960年代中頃までの「河床変動と水利用」の実態については、日本地理学会1967年度秋季学術大会シンポジウム「中部圏の水資源」において三井(1968)により総括された(Mitsui, 1970)。砂利採掘に伴う河床低下については、松本(1964, 1965)や佐藤(1971)など多数の研究がなされている。

戦後の我が国における緊急課題のひとつは、限られた国土の中で、食糧の自給を可能ならしめるように農耕地を拡大することであった。このため、急傾斜地や高冷地、あるいは火山灰土やマサ土などの受食性の高い土壌地帯の緊急開拓が行なわれたが、これに伴って全国各地で土壌侵食が激化するようになった。この問題については、その対策の検討も含めて、農林省と都道府県の試験研究機関の協力により、組織的な調査研究がなされた(たとえば科学技術庁資源局, 1961)。調査研究には、何人かの地理学関係者が試験研究機関の担当者や委員会のメンバーとして参加している。この問題については、市川(1951, 1952)の一連の研究があるが、日本地理学会において重要課題として取り上げられたことはなかった。

2. 都市的開発——とくに宅地開発

1960年前後に開始された丘陵地などを対象とした大規模住宅団地の建設にあたっては、適地選定に関する自然地理学的研究の注目すべき成果(井関ほか, 1967)が先行したが、宅地造成に伴う地形改変とそれがもたらす環境変化、災害についての本格的な事例研究は、これよりも遅れて、多摩丘陵や仙台周辺の丘陵地においてはじめられた。

首都圏の南西部、都心から30~40 km圏に位置する多摩丘陵では、1960年代以降、地形改変を伴う宅地造成が活発化し、とくに東京都南多摩新都市(多摩ニュータウン)開発事業の進展とともに、造成の規模は急速に拡大した(福島, 1975)。その結果、この地域は、首都圏の中で、また全国的にみても、最も大規模な地形改変の進行した地域であるといわれている(門村, 1981)。

多摩丘陵における宅地造成を地形改変と関連づけて地理学的に論じたものとしては、まず佐藤(1969)による横浜市の研究例があり、多摩丘陵南部が対象地域に含められている。この研究では、造成面積と移動土量の関係、宅地造成地と原地形の比較等を通じて、宅地造成の量的把握と図的表現を試み、開発主体の組織力の違いが、宅地造成の地域差に大きく作用していることを指摘している。また、田村(1977)は、全国的視野にたつて丘陵地の地形とその利用・改変を論じる中で、多摩丘陵の地形改変について論述している。ここでは、丘陵地の宅地造成による地形改変地の分布と改変タイプについて考察するとともに、造成された宅地の自然災害や丘陵地の保全のあり方についても言及している。

一方、この地域における土地利用変化の動向を捉えながら、地形改変の実態を明らかにし、また地形改変を量的に把握しようとする試みは、安田(1975)、高木ほか(1981)、山川(1981)、松田・吉岡(1981)、武内・吉岡(1981)などによって行なわれている。さらに、阪口・大森(1981)は、多摩ニュータウンの存在する大栗川流域を例に、地形改変状況図、地形改変度分布図、高度分散量分布図等を用いて、地形改変の定量的検討を試みている。

また、こうした研究とは別に、地形改変を土壌・植生等の成立基盤の改変として捉える立場からの研究例もわずかながらみられる。奥富・辻(1978)は、立地の改変を潜在自然植生の貧化として捉え、さらに Tamura and Takeuchi (1980 a)は、自然地形と

人造地形の土地システムを比較しながら、造成地の人工未熟土壌、雑草群落の分布特性について論じ、とくに切土地・盛土地の境界付近の生態的特異性を明らかにしている。

仙台周辺の丘陵地における宅地造成による地形改変については、杉森(1966)、浅野(1970, 1971)、阿部(1978)などの報告がある。浅野(1970)は、地形改変に伴う地表形態の変化に注目した研究を行ない、また浅野(1971)は、1963~1970年間に発生した宅造地の崩壊について、降水量・造成時期・造成方式との関係を検討している。後者は、地形の改変方式と崩壊との関係を明らかにした最初の試みである。一方、阿部(1978)、阿部・村山(1982)は、丘陵地の宅地化による地形改変が、新しい都市問題を引き起こしていると指摘し、とくに道路網の不連続性に着目した研究を行なっている。このほか、仙台周辺では、後述するように、1978年の宮城県沖地震を契機として、地形改変と地震災害に関する研究成果が多数報告された。

東京・仙台以外の地域における都市的開発、とくに宅地開発に伴う地形改変実態については、山本(1981)が北海道、高木ほか(1972)が厚木市、赤木(1980, 1982b)が広島市、海津(1982)が松山市で、それぞれ事例研究を試みているが、これらはいずれも、改変に伴う移動土量の規模や地形改変度について言及している。また、中山(1982)が紹介しているように、神戸では、海面埋立てに要する土砂を背後の丘陵地・山地の大規模ニュータウン造成地に求めるといふ、都市計画スケールの開発事業が進行し、地形が大規模かつ広域的に改変されている。本特集号では、田中ほか(1983)が、その実態について詳しく報告している。

1963年の日本地理学会秋季学術大会では、「大都市圏の地域構造」を主題とするシンポジウムが行なわれ、サブテーマ「応用地理」の中で、都市化に伴う自然の変貌に起因する水害の性格の変化が論じら

れた。この中で、稲見(1963)は、山地・丘陵地の宅地造成により、宅地地すべり・崩壊・山津波による被災の危険度が增大することを指摘し、渡辺(1963)は、千里山ニュータウンの開発に伴う水害の事例を報告した。また石井(1963)は、急斜面への宅地造成などによる都市の拡大が、災害危険地帯の形成につながることを論じた。このシンポジウムは、日本地理学会において、都市化に伴う自然の改変と災害との関係が本格的に論議された最初のものであった。

1966年6月、東京・横浜地方を襲った台風4号による雨では、多摩丘陵に崖崩れが多発した(松本ほか, 1969)が、その原因のひとつに盛土や擁壁における排水施工に不備があったことが指摘された(田中・羽田野, 1966)。また、三沢川などの谷底に水害が発生したことに対して、土取場、ゴルフ場、遊園地の開発が土砂崩壊と出水に貢献したとし、「開発」に伴う「破壊」という問題が提起された(森滝・角南, 1967)。

地形改変を伴う宅地造成と環境変化、災害との関係は、地質学や第四紀学・工学などの分野においても、大規模開発がはじまった当時から関心のあるテーマであった。たとえば青木ほか(1968)は、多摩丘陵の場合を例に、崖崩れや建設中の加速的侵食などの問題を取り上げて、宅地造成がもたらす諸現象を検討している。木野(1969)は、宅地造成工事中に豪雨による崩壊・土砂流出災害が起きた鹿児島市のシラス台地を例に、その原因と宅地開発のあり方を地質学的立場から論じている。また、羽鳥(1971)は、八王子付近に生じた宅地崩壊の事例をあげ、これを新しい都市災害であると指摘した。

こうして、全国各地の丘陵地や山地斜面における地形改変を伴う宅地化の進展とともに、豪雨による災害が引き起こされるたびに、活発な事例研究が行なわれるようになってきた。こうした問題に早くから注目してきた稲見(1963, 1976)は、神戸・呉・北九州などの崩壊・山津波、横浜・川崎・西宮・鹿児島

島などにおける新規宅造地の崖崩れによる災害現象を、都市の up hill movement による拡大の帰結であるとしている。

環境問題が重要な社会問題として認識されるようになった1970年代の初頭には、人間による自然の改変を主題とした「自然環境の変貌」というシンポジウムが日本第四紀学会で開催され、地質学（郷原ほか、1972）、自然地理学（井関、1972；門村、1972；多田、1972）のほか、生態学（北沢、1972；宮脇、1972）や工学（高橋、1972）などの研究者も参加して、総合討論が行なわれた。日本地質学会は、何回か応用地質や災害をテーマにしたシンポジウムを開催しているが、1974年には「土木建設／環境問題と地質学」（日本地質学会、1975）というシンポジウムを開いている。理学・工学・農学の研究者の自然災害研究をめぐる情報交換と討論の場である自然災害科学総合シンポジウムでは、1970年の第7回において、都市化の進展に伴う環境変化と自然災害の発生との関係がはじめて研究課題として取り上げられ、地理学からは稲見（1970）、日下（1970）、中野ほか（1970）が話題を提供した。災害科学の分野では、この後、都市化と災害発生機構との関連性をテーマとする計画研究（たとえば角屋、1977）が行なわれるようになった。こうして、都市化に伴う環境変化とそれがもたらす諸問題は、地理学のみならず、関連分野の中にも定着するに至ったのである。

宅地造成や道路工事などの工事現場からは、豪雨時に大量の土砂が流出して、農地に流入したり、河床を高めて出水を助長する場合がある。こうした問題については、先にあげた研究の多くで触れられているが、土砂の生産・流出に関する量的データに基づく報告は、ごく限られている。これは、我が国で、造成地における土砂の生産・流出を対象とした観測調査が行なわれることが少ないうえに、開発機関による観測データは、原則的に公開されないからである（門村、1982 a）。開発機関が実施した観測に基づ

く報告は、多摩ニュータウン建設現場における土砂流出を扱った Kinoshita and Yamazaki (1974) と山崎 (1975) をあげるにとどまる。門村 (1982 a) が指摘したように、この問題に関する我が国の観測と研究の体制は、東部海岸地域の都市圏の拡大と関連して、1960年代中葉より組織的な研究の行なわれたアメリカ合衆国 (ASCE, 1970；ASAE, 1977) の場合に比べ、大幅に立ち遅れている。都市化の洪水流出に対する影響を扱った研究についても同様の事情があり、木下 (1968) などが検討した水文学的アプローチを援用した宮田 (1969) の報告が目立つ程度である。

ところで、盛土地盤や埋立地が地震災害に対して脆弱であることは、1923年の関東地震以来よく知られているが、新しい宅造地の地震による被害がはじめて注目されたのは、1968年の十勝沖地震による札幌市東部の清田団地の例であり、軽石流堆積物からなる台地の谷に盛土した地盤での住宅被害が注目された（洪、1969；田村、1979）。その10年後の1978年6月12日に発生した宮城県沖地震では、仙台周辺の丘陵地で盛土地盤の大規模崩壊が発生したり、谷を埋めた盛土地盤上や切土・盛土境界部に家屋被害が集中し、地形改変と災害との関係を研究する好材料を提供した。この問題に関しては多くの分野から調査研究がなされたが、地理学関係だけでも、田村ほか (1978)、中田 (1978)、田村 (1979)、中田ほか (1979)、Kobayashi (1980)、村山 (1980)、阿部・村山 (1982) など、多数の報告が出された。工学分野からの報告では、地震によって被害のた人工改変地の盛土材料が造成後の時間の経過とともに、雨水や地下水の影響により、強度が低下することを示した浅田 (1982) の研究が注目される。なお、丘陵地を中心とした傾斜地における宅地開発と災害との関係については、田村 (1980) が最近における代表的事例を集めて、総括的な展望と防災・環境保全に対する問題提起を行なっている。

3. 農用地開発

大規模宅地開発の開始と相前後して、耕地や草地、樹園地の造成を目的とした大面積の農用地開発事業が全国各地で行なわれるようになった(田村, 1982 b; 田村ほか, 1983)。大規模農用地開発の大半は、北海道(赤澤, 1982)に集中しているが、本州では、北上・阿武隈両山地の山頂緩斜面での草地造成が、1970年代に入って活発化した(田村, 1982 a; 田村ほか, 1983)。最近の農用地開発では、北上山地における草地造成の例にみるように、修正ないしは改良山成工法により地表形態の変更が行なわれるうえに、造成後には牛の過放牧により顕著な土壌侵食が誘発されて(門村, 1981, pp. 221~222)、荒廃した植生景観が出現する場合がある(足立・岩城, 1982)。しかし、こうした現象を地形学の研究対象として、本格的に取り上げるには至っていない。人工地形作業グループの研究においても、一連の自然地理学的研究がなされてきた沖縄の例を除けば、農用地開発を対象とした事例研究として、大石(1982)が上北地方における水田開発を扱っているのみである。

1972年に日本に復帰した沖縄県では、沖縄島を中心に、1960年頃から都市・レクリエーション開発に加えて農業開発が活発化し、急速に地形変更が進行した(Takeuchi *et al.*, 1981; 目崎・兼村, 1981)。その結果、沖縄各地で「赤土流出」と呼ばれる加速的侵食が引き起こされ、サンゴ礁の発達する浅海を含めた島嶼生態系の構造に大きな影響を及ぼす(池原, 1980, 1981; 目崎, 1980)とともに、防災上の諸問題を発生せしめた(藤川, 1975)。

とくに、かつての山林がひろくパイン畑造成地と化した沖縄島北部丘陵地(武内, 1982)では、ブルドーザーによるパイン畑の造成と更新によって、他の地域ではみられないような、急激な侵食と流出の現象が引き起こされた(門村・山本, 1978; Kadomura, 1980)。こうしたパイン栽培に伴う地形変更と加速的侵食の実態を明らかにしようとする試みは、農学工学等の分野で行なわれた(たとえば藤川・翁長,

1974; 翁長, 1975)ばかりでなく、自然地理学の立場からも数多く行なわれてきた。

山地名川流域の別荘地開発に伴う加速的侵食の実態を観測結果に基づいて報告したYamamoto(1976)は、類似の観測手法をパイン栽培の活発な屋部川流域に適用し、前門や門村とともに、人工改変斜面における侵食のプロセスと速さについて、土壌断面ならびにその人為による切断のされ方との関係から考察を行なった(山本・前門, 1977; 門村・山本, 1978; 前門, 1978; Kadomura, 1980)。一方、Takeuchi *et al.* (1981)は、地形図上の計測結果から、屋部川流域全域の削剝および流出土砂量の推定を行なったが、先の諸結果とあわせて考えても、流出土砂量は 10^4 t/km²・yrのオーダーに達しており、世界的にみて、同規模の流域の流出土砂量の上限がまさにそのオーダーにあることから(Wolman and Schick, 1976)、屋部川の赤土流出は、世界的にも第一級の加速的侵食であると評価された(武内, 1982)。

また、こうした地形変更と加速的侵食は、土壌や植生にも強い影響を与えたが、Takeuchi and Yamamoto(1977)、武内・新里(1979)、武内(1980)は、地形変更の場所と程度に応じて、成立する植物群落が異なることを明らかにし、さらに生態系を安定させるような流域環境整備が必要であると主張している。池原(1980, 1981)による『琉球列島の島嶼生態系とその人為的変革』の研究とあわせ、沖縄では、地形変更のみに限定しない複合的な土地改変研究が指向されてきたといえよう。

なお、上記のほか、農用地開発に関しては、農林工学の分野で、土地造成・土地改良の工法、侵食防止対策の研究成果が多数蓄積されている(たとえば門村, 1981, pp. 201~206)ことを付記しておく。

4. 鉱物資源の採掘

先に述べたように、砂利採取に伴う河床変動については、30年に近い研究実績があるが、石材や石灰岩、陶土などの採掘に関連する最近のドラスティッ

クな地形改変については、本特集号で森山(1983)が取り上げるまで、これを地形学的な立場から論じた研究は我が国にはなかった。足尾銅山などの銅精錬の過程で排出される亜硫酸ガスの煙害に起因する荒廃斜面は、人間活動によって誘起された産物であるが、落石や崩壊と崖錐の形成等を伴い、急速な地形変化が観察できるため、地形営力研究の場として利用されてきた(たとえば町田ほか, 1975)。また、荒廃した足尾山地を源流とする渡良瀬川の土砂の流出・堆積については、早くから研究が行なわれた(多田ほか, 1952, 1953)が、荒廃斜面を斜面プロセスの人為的変容という視点から取り扱った研究が行なわれることはなかった。

我が国では、最近、毎年10億トン前後の建設用骨材が消費されていると推定されるが、その供給源の主体は、1960年代後半より、河川砂利に代わって地山からの碎石となっている(Kadomura, 1980)。このため、碎石に伴う裸岩の断崖や凹地形が、各地で普遍的にみられるようになっていく。採石は、騒音、振動、粉じん、落石、土砂流出などを伴うことが多く、また自然景観を著しく損うため、しばしば環境問題として取り上げられているが、この問題に対して、地形学的アプローチを試みた研究例はみられない。

5. レクリエーション開発その他

宅地開発や農用地開発などと並んで、ゴルフ場、スキー場等のレクリエーション用地の建設も、我が国の地形景観の人為的変貌に大きな役割を果たしてきた。とくにゴルフ場は、1件当たりの開発面積が150~200 haと大きく、開発の主対象が丘陵地や山麓・山頂緩斜面などであるため、その建設にあたっては大量の土が切り盛りされる(今川, 1981)。1970年代には、全国の各地で折からのゴルフブームを背景に、乱開発が行なわれたため、自然環境の破壊や土砂流出に起因する災害が頻発している(たとえば黒田ほか, 1970)。ところが、ゴルフ場建設に伴

う地形改変の実態を示した事例研究は、1, 2の例(高木ほか, 1972; 小林, 1978)をあげうるにすぎない。また、スキー場を対象とした研究はみられない。

亜高山・高山帯における道路建設や集団登山に伴う植生景観の破壊は、南アルプス、立山、大雪山などの例にみられるように、自然保護の観点から社会的問題として論議されている。登山者の踏みつけに伴う加速的侵食(関根, 1982)や、地形環境動態図による人為的インパクトの評価(Ono, 1981)など、亜高山・高山帯における環境地形学的研究は、その緒についたばかりである。欧米で10年も前からこうした問題に関心がもたれている(たとえば Willard and Marr, 1970; Bryan, 1977)のに比べると、研究の遅れが目立つ。

6. 最近の研究動向

切土や盛土によって造成された人工の斜面は、降雨などの外的営力による変化が急速なこともあって、水系網や斜面発達の実験的観測の場として活用されてきた(たとえば柏谷ほか, 1974; 鈴木ほか, 1977; 前門ほか, 1979)。人工斜面にみられる急速な地形変化現象は、内外ともに、地形プロセスの定量的研究の対象として注目されてきたのである(たとえば Haigh, 1978; 門村, 1982 a)。一方、切土・盛土・埋立てなどによる地形の改変と、土砂の生産・運搬・堆積に伴う地形変化とその制御、つまり地形プロセスの制御は、土木工学や砂防工学、農林工学の研究対象でもある。これらの分野には、工事経験と現場観測・実験に基づく情報の大量な蓄積がある。

日本地形学連合では、1981年9月に東京で、こうした事情を背景に、1) 自然法則に調和した人工改変、2) 人工改変と地形の野外実験・地形モデル、3) 地形システムに与える人為的インパクトの評価、について討議することを目的とした「地形変化過程と人工改変」と題するシンポジウムを行なった。ここでは、テーマに関するレビュー(門村, 1982 a)と、山地(牧野, 1982)、斜面(奥園, 1982)、河川(木下,

1982), 海岸(豊島, 1982)に関する話題提供をめぐって, 次の5つのサブテーマを設定して総合討論がなされた(貝塚ほか, 1982). 1) 平衡系と地形変化; 地形変化の時間的・空間的単元の問題を含む, 2) 地形変化の長期的追跡; 自然・人工の地形変化の追跡体制, 3) 変化予測のための手法と限界; モデル実験, 数値実験, 4) 地形変化の法則と人工改変; 変化法則の適用方法, 5) 理学・工学・農学の研究協力体制.

これらの項目からも理解されるように, このシンポジウムは, 人為的インパクトの加わった地形変化ダイナミクスを追究することの必要性を強調するとともに, 関連分野の研究者による共同研究の可能性を模索したものであった.

1981年11月には, 日本地理学会人工地形作業グループ(主査: 門村 浩)の活動と科学研究費補助金総合研究(A)による「大規模土地改変に伴う環境変化の比較研究」(昭和54・55年度, 研究代表者: 門村 浩)による共同研究により得られた成果を踏まえて, 「地形改変と環境変化」と題するシンポジウムが開催された. ここでは, 1) 研究の現状と課題, 2) 成因論的アプローチ, 3) 都市的開発, 4) 農林業的開発, 5) 歴史時代の地形改変, 6) 環境変化と環境問題のサブテーマを設けて, 研究報告とコメント, 総合討論が行なわれた(門村ほか, 1982). 本特集号に掲載された論文以外にも, 都市化に伴う地形の人工改変(山川, 1981), 山地利用の多様化と林地保全の必要性(東, 1981), 砂防植栽に起因する海岸砂丘の形態(立石, 1981), 中国山地における鉄穴流しによる地形改変(赤木, 1982 a), 乾田化と新港建設による富山県射水平野の地域変容(桂木, 1981), 沖縄における地形改変と赤土流出問題(目崎・兼村, 1981)について報告があった.

また, 総合討論の論点は次のように整理された(門村ほか, 1982). すなわち, 1) 定量的資料の蓄積と管理, 2) 地形改変に対する地理学的アプロ

チの役割, 3) 人工地形の分類と評価, 4) 加速的・破壊的現象に対する対策である.

先の日本地形学連合によるシンポジウムの焦点が, 人為による地形変化過程に置かれていたのに対し, ここでは, 人為的な地表形態の改変とその要因, ならびに改変をもたらす社会的諸問題に重点が置かれた. 上記論点の中で, とりわけ人工地形の成因的・形態的・分類手法の確立は急務とされ, その後, 田村(1982 a), 松田(1982)が試案を提示した. また, こうした活動に刺激された研究も生まれた(たとえば海津, 1982).

IV 地形改変研究の発展的課題

1) 人工地形の分類と人為的・地形変化予測

Zapletal (1968, 1973)は, 人工地形学の対象としての人工地形 (anthropogenic landforms) を, 人造地形 (man-made landforms) と人為誘導地形 (man-induced landforms) に大別している. 我が国でも, 同様な考え方にに基づき, 人為が直接的・間接的に働きかけて形成される地形を, それぞれ, 第1次人工地形, 第2次人工地形(森山, 1983), あるいは, 人工地形, 人為的自然地形(松田, 1982)などと呼んでいる. また, 日下(1982)は地形変化過程に注目して, 人為による地形の直接的改変とそれに伴う地形の間接的・二次的変化を区別している. このように, 地形改変研究の対象が明確になってきたのは, 最近の研究活動の大きな成果であり, 人工地形の分類も, こうした定義を踏まえて行なわれる必要がある.

人工地形の分類体系については, 当初, 我が国の地形分類調査(経済企画庁, 1954)の中で考慮されていなかったが, その後, 国土地理院(1974)による土地条件調査では, 平坦化地, 農耕平坦化地, 階段耕作地, 切土斜面, 高い盛土地, 盛土地, 埋立地, 凹陥地, 改変工事中の区域といった人工地形の凡例が用いられるようになった. これは, スケールアップとともに, 1960年代以降, 地形改変が急速に活発化

したことを反映したものと考えられる。しかし、人工地形の分類体系を、自然地形のそれと整合性をもったかたちで提示するためには、成因・形態・構成物質・形成時代など人工地形の要素(松田, 1982)をどう組み合わせるのかについて、さらに検討を加えることが必要である。その意味で、森山(1983)による人工地形への成因論的アプローチの事例は、特記すべきものといえよう。

広域的な地形改変現象、とくに人造地形の全国的把握について、門村・山本(1978)、Kadomura(1980)が平均剝蝕速度を用いた考察を行なっているが、武内・吉岡(1981, 1982)、田村ほか(1983)は、類似の考え方で、「広域土量移動速度」という用語を用いて、地域間の比較を行なっている。こうした地域間の地形改変の差異を比較することは、地理学的に有効なアプローチである。また、これまでは、社会・経済的条件の異なる地域間の比較に重点が置かれているが、今後は、さらに、ヨーロッパの研究(たとえば Tricart et Cailleux, 1965; Hempel, 1971)にみられるように、我が国でも、人工地形の形態と人為的地形変化過程の地域的差異を明らかにするための気候地形学的アプローチが試みられる必要がある。

人為的地形変化の予測と評価に関する問題点については、先に述べた日本地形学連合によるシンポジウムの総合討論(貝塚ほか, 1982)の中でも指摘されているように、実験・観測に基づく定量的データを整備するとともに、こうした問題の解明に不可欠な学際的協力体制の中で、自然地理学の果たしうる役割を明確化してゆくことが必要であろう。地形変化を平衡系の変化という立場でみると、一般に、自然の平衡系が地形改変により破壊された直後に、急激な変化が起こり、新しい平衡状態に達すると、大雨、地震といった新たなインパクトが加わらない限り、変化は鈍化する(貝塚ほか, 1982)。地形変化過程を追究する場合には、こうした平衡系という視点からの考察も必要となろう。また、人為的な地形変化過

程を自然的な地形変化過程と比較するためには、長期的追跡が必要となるが、実験・観測に基づく研究の推進をはかるとともに、歴史的な人為的地形変化過程の編年的追跡を行なう歴史地理学的アプローチの活用が考えられてよい。また、人為的地形変化の評価に関しては、自然科学的アプローチに加えて、社会科学的方法を強化することが必要である。

2) 地形改変と環境保全

近年の大規模地形改変は、すでに述べたような新しいタイプの自然災害の出現にみられるように、非日常的な環境変化の潜在的可能性を提供しているのみならず、景観変化、生物生産力や環境質の急激な低下など、日常的な環境変化をも引き起こしている(Tamura and Takeuchi, 1980 b)。地形改変に伴う多様で複合的な環境変化は、とくに1970年以降の環境問題の顕在化とともに、重要な社会的関心事となってきた。こうした環境問題の解決をはかり、環境保全を達成するためには、地形改変に伴う環境変化のメカニズムについてその解明を急ぐ(門村, 1972)とともに、地形改変の目的としての土地利用のあり方と、それを支える社会・経済的条件についての考察が不可欠である(田村, 1982 b)。

たとえば、多摩ニュータウン開発事業では、社会・経済的条件を反映した計画と件の変更が、土地利用計画そのものに、またひいては人造地形の形状に強い影響を与えている。この計画で当初より自然地形案が検討されていた(日本住宅公団南多摩開発局, 1977)のは、自然環境との調和というよりも、用地買収、地質、河川改修といった問題の困難さを克服するための事業遂行上の方策であった(藤本, 1972)。それゆえ、計画人口がふくれあがり、また上記問題に対して、自然地形案とは別の政策的・技術的対応が可能と判断されてからは、自然地形案が急遽大造成案に変更されてしまった。これに対して、最近では、環境問題に対する認識の深まりとともに、可及的に自然地形を生かした造成工法を取ろうとす

る気運が高まりつつある（東京都南多摩新都市開発本部，1975）。そうした造成工法は，現在多摩ニュータウン西部地区において取られている。ここでは，丘腹の自然斜面を樹林帯として保存するほか，表土保全，既存樹木の保存といった環境保全対策が取られている（吉岡，1982）。このように，地形改変を踏まえて環境保全のあり方を論じる際には，改変を取りまく社会・経済的条件を無視するわけにはいかないのである。

さて，地形改変が進行している地域の内部に眼を向けると，人工地形の自然的特性を十分把握していないことに起因する環境問題の発生が多くみられる。都市的開発における自然災害（田村，1980），農業的開発における土壌侵食（門村・山本，1978）はもとより，宅地造成地における人工土壌の出現による植栽基盤の悪化（輿水，1980），流出係数の増大（たとえば富田，1969）なども，良好な生活環境を維持してゆくうえで無視できない問題である。こうした問題を考えてゆくためには，先に述べたような成因的・形態的分類体系に基づく人工地形学図や，母材の特異性を明らかにした人工土壌図，あるいはそれらと生物潜在力の情報を総合した人工土地分類図の作成とそれに基づく土地評価，土地利用計画手法の開発が，その基礎として重要である（武内，1980；門村，1972，1982 a）。

一方，今後地形改変を伴う開発が予定されている地域では，開発そのもののあり方を自然的側面から見直し，いわゆる自然立地的土地利用計画の策定（武内，1981）を行なうとともに，開発意図を満足させながらも，環境問題の派生を最小限にとどめるような地形改変のあり方が再検討される必要がある。たとえば，地形改変により引き起こされる自然災害を未然に防止するためには，造成工法について再検討するとともに，その一例として，災害の起こりやすい切土・盛土付近から盛土地にかけて，土地利用ゾーニング上の配慮を行なうなど，人工地形の特性

を意識した土地利用計画の策定が有効となろう。

また，こうした地形改変にまつわる種々の環境問題を可及的に軽減せしめるという考え方とは別に，むしろ地形改変を積極的に環境整備と結びつけ，さらに地形改変により，環境の多様性を人工的に創造しようとする考え方もある。ここでは，その一例として，西ドイツ・フィレ（Vile）地域の褐炭採掘に伴う地形改変と環境保全について紹介する。

ポンの北西にのびるフィレ地域では，平均40mの厚さを有する第三紀の褐炭層の上に段丘礫層をはさんでレスが堆積し，とくに礫層の厚い中・北部では，大規模採掘が行なわれ（Fränze，1966），鉱業と農業の対立するところとなった。そこで，両者の共存をはかるため，ライン褐炭採掘公社は，集落移転—表土（レス）保存—露天掘り—表土復元—緑化修景—耕地整備—集落整備をひとつの工程とするプログラムを作成し，約10年をめぐりにその実施をすすめている（Deutscher Rat für Landespflege，1964；Olschowy，1978）。採掘時に地下水低下のため設けられる人造湖は，その後自然保護地に指定され，野生動物・植物の回復がはかられることもある。また，残土の基盤に表土が盛られた耕地を取り囲む人造斜面は樹林化され，レクリエーション利用に供される。このように，フィレ地域における褐炭採掘に伴う地形改変は，鉱業という単一目的にとどまらず，環境整備を推進し，ひいては多様な環境を創造する行為として評価されている（井手，1970）。地形改変とそれに伴う環境変化を，創造的保全（creative conservation）に結びつけてゆこうとする姿勢には，学ぶべき点が少なくないものと考えられる。

大型土木機械を用いての人間による大規模な地形改変が可能となった今日，少なくとも短期的にみれば，地形は固定的であるとの前提にたった従来の静的な土地評価・土地利用計画論をこえて，地形の人為的变化を踏まえた動的な土地評価・土地利用計画論の展開が必要であると考えられる。

3) 今後の課題

以上述べてきたことから明らかなように、我が国の地形改変に関する研究は、過去約25年間にわたって行なわれてきているものの、本格的な研究は、緒についたばかりである。諸外国における研究に比較して、立ち遅れている部分のあることは否定できない。

我が国における地形とそのプロセスの人為的改変ならびに環境変化の研究の推進をはかるために、取り組むべき当面の課題については、すでに門村(1982 a)が指摘しているが、ここでは、最後に、これらも含めて、今後積極的な検討を要する地形改変研究の課題を次のように整理しておきたい。

1. 地形改変とその制御にかかわる社会・経済的要因の検討——社会・経済的条件、土地開発施策、土木技術、技術基準、法的規制等に関する社会科学的考察など。
2. 人工地形の成因的・形態的分類体系の整備とそれに基づく詳細地形学図の作成——概念規定、用語の統一、地形改変の実態を克明に記録するための図化システムの開発とその応用など。
3. 歴史的アプローチによる研究の強化・拡充——歴史時代の地形改変の復元と、その結果生じた地形変化過程の編年的追跡、それにかかわる諸条件の整理、長期的変化予測への適用可能性の検討など。
4. 比較地理学的研究の推進——土地的条件、気候条件などの自然的条件ならびに社会・経済的条件の異なる地域間の比較による「地形改変と環境変化」の共通性と地域性の把握、人為的誘発による地形変化現象の気候地形学的研究など。
5. 実験・観測に基づく研究の推進——人工斜面における地形変化過程の観測、流出土砂量の測定など、現場観測に基づく定量的データの整備、プロセス/レスポンス・モデルの作成など。
6. 人工地形の変化予測、地形改変の環境影響評価に関する研究の推進——上記3, 4, 5の組み合わせ

せによる短期的・長期的地形変化および環境影響の予測と評価の検討など。

7. 地形改変研究を核とする広義の土地改変研究の推進——土壌や生態系の改変をも含めた複合的な土地改変実態の把握とそれに基づく環境保全論・管理論の展開など。

こうした課題を達成するためには、多くの場合、自然科学的アプローチに加えて、社会科学的アプローチが必要である。また、地形改変研究の飛躍的な発展をはかるためには、土地改良や土地造成、あるいは鉱物資源の採掘などに関連する工学・農学の研究者や、地形プロセスの制御にかかわる防災工学の関係者との密接な情報交換と協力体制が不可欠である。さらに、広義の土地改変研究をすすめる、環境変化の実態をより明確に把握するためには、土壌、植生、動物生態などを扱う理学・農学の研究者との交流により、研究を展開することが望まれる。

我が国の従来の地形改変研究では、宅地化を中心とする都市化に伴う地形改変と、その関連現象に多くの実績が蓄積されているのに比較して、農用地開発に伴う問題についての地理学からのアプローチはきわめて乏しい。世界的な食糧問題に対する関心の高まりと、世界各地における土壌侵食、土壌退化現象の激化を背景に、土壌保全の問題が国際的な協同研究の重要な課題となってきた(SCOPE, 1980; 門村, 1982 b)。我が国においても、農地、とくに造成された農地を対象とした関連研究を推進すべきであり、その中で地理学的研究の果たすべき役割を検討すべき時期にきていると考えられる。そのほか、従来ほとんど研究されていないレクリエーション開発に伴う地形改変や、亜高山・高山帯における加速的地形変化現象などについて、今後研究を強化する必要があると考えられる。今後のさらなる地形改変研究の推進が、強く望まれる。

本稿を作成するにあたって、有益な示唆を得た東 三郎(北海道大)、田村俊和(東北大)、貝塚爽平・松田磐余

(都立大), 井関弘太郎(名古屋大), 奥田節夫・奥西一夫(京都大), 水山高幸(京都教育大)の諸氏をはじめ, 人工地形作業グループのメンバーならびに「地形改変と環境変化」シンポジウム参加の方々に, 深く感謝したい。また, 海外における研究の動向について, 資料の提供と有益なコメントを得たB. H. Brown (London), M. G. Wolman (Baltimore), De Ploey (Leuven), A. Journaux (Caen), J. Tricart (Strasbourg), P. Severy (Rennes), G. F. White (Colorado) の諸氏にも感謝したい。

(投稿 1982年12月4日)

(受理 1983年1月8日)

文 献

- 青木 滋・飯島 弘・細野義純(1968): 宅地造成と災害. 建築雑誌, **83**, 73~75.
- 赤木祥彦(1960): 中国山地における砂鉄産地——地形的立地と地形変形——. 史学研究, No. 75, 47~65.
- 赤木祥彦(1980): 広島都市圏における宅地造成による地形の改変. 地学雑, **89**, 348~360.
- 赤木祥彦(1982 a): 中国山地における鑛製鉄による地形改変土量と鉄生産量(上), (下). 地理科学, **37**, 1~24, 85~102.
- 赤木祥彦(1982 b): 広島における宅地化による地形改変. 地理, **27-9**, 72~77.
- 赤澤 傳(1982): 北海道における草地造成. 地理, **27-9**, 25~31.
- 浅田秋江(1982): 宅地造成地盤の地震時危険度予測法と防止工法に対する一試案. 自然災害資料解析, **9**, 94~106.
- 浅野 隆(1970): 仙台周辺丘陵地における地形の人工改変. 東北地理, **22**, 152~160.
- 浅野 隆(1971): 仙台周辺における造成宅地での崖崩れ. 東北地理, **23**, 92~97.
- 足立秀樹・岩城英夫(1982): 北上山地北部地域におけるシバ地の剝離現象について. 東北地理, **34**, 99~107.
- 阿部 隆(1978): 都市周辺における地形の人工改変とその問題点——仙台市の例——. 宮城学院女子大生活科学研究所研究報告, No. 11, 136~153.
- 阿部 隆・村山良之(1982): 仙台市周辺の地形改変と都市問題. 地理, **27-9**, 44~51.
- 池原貞雄編(1980, 1981): 『琉球列島における島嶼生態系とその人為的変革 I, II』文部省「環境科学」特別研究, 陸域部門, B 113-R 12-20, 「環境科学」研究報告集, 144 ページ, 288 ページ.
- 石井素介(1963): 大都市地域の水害論(演旨). 地理評, **36**, 736.
- 井関弘太郎(1972): 日本における三角州平野の変貌. 第四紀研究, **11**, 117~123.
- 井関弘太郎(1979): 自然堤防の形成について. 『名古屋大学文学部30周年記念論集』245~259.
- 井関弘太郎・加藤英生・御船 哲(1967): 大規模住宅開発の適地選定に関する地理学的研究. 人文地理, **19**, 491~514.
- 市川正巳(1951): 土壌流亡度と土壌の性質について——土壌侵蝕に関する研究 第1報. 地理評, **24**, 79~87.
- 市川正巳(1952): 土壌侵蝕と土壌の性質との関係について——土壌侵蝕に関する研究 第2報. 地理評, **25**, 15~20.
- 井手久登(1970): 西独ライン地方褐炭採掘地域の景域保育. 造園雑誌, **34-1**, 2~8.
- 稲見悦治(1963): 傾斜地の都市化と山津波, 崖崩れ災害(演旨). 地理評, **36**, 734.
- 稲見悦治(1970): 都市化と自然災害. 第7回災害科学総合シンポジウム講演論文集, 191~195.
- 稲見悦治(1976): 『都市の自然災害』古今書院, 260 ページ.
- 今川俊明(1981): ゴルフ場造成に伴う地形改変——造成の経年変化と地域特性——. 門村 浩編: 『大規模土地改変に伴う環境変化の比較研究』昭和54・55年度文部省科学研究費報告書, 40~45.
- 岩塚守公(1960): 狩野川災害の一般的性格. 地理評, **33**, 97~104.
- 海津正倫(1982): 松山市北西部における土地改変. 愛媛大学「社会科」学研究, No. 4, 13~27.
- 大石堪山(1982): 水田造成による土地改変. 地理, **27-9**, 32~42.
- 小川博三(1975): 『日本土木史概説』共立出版, 246 ページ.
- 奥園誠之(1982): 地山条件に応じた切土のり面の適正勾配. 地形, **3**, 113~120.
- 奥富 清・辻 誠治(1978): 東京多摩地方の潜在自然植生. 『吉岡邦二博士追悼植物生態論集』150~176.
- 翁長謙良(1975): 沖縄における農地保全の基礎的研究 IV——パイン園における土壌侵食の調査研究(1). 琉球大学農学報, No. 22, 299~307.
- 貝塚爽平・奥田節夫・水山高幸・高橋健一(1982): 地形変化過程と人工改変に関する総合討論. 地形, **3**, 135~144.
- 科学技術庁資源局(1961): 『傾斜地農業と土壌保全』科学技術庁資源局資料, No. 35, 315 ページ.
- 柏谷健二・横山康二・奥田節夫(1974): ガリー発達

- に関する計測と考察. 地理評, 47, 413~424.
- 桂木健次(1981): 乾田化と新港建設による富山県射水平野の地域変容. 地理予, 20, 18~19.
- 門村 浩(1972): 環境保全研究の基礎的諸問題. 第四紀研究, 11, 142~150.
- 門村 浩編(1981): 『大規模土地改変に伴う環境変化の比較研究』昭和54・55年度文部省科学研究費報告書, 233ページ.
- 門村 浩(1982 a): 地形プロセスの人為的改変にまつわる諸問題. 地形, 3, 97~106.
- 門村 浩(1982 b): 土地改変研究における国際協力の最近の動向——スコープ・プロジェクトを中心に——. 地理, 27-9, 13~15.
- 門村 浩・水山高幸・武内和彦(1982): 地形改変と環境変化——1981年度秋季学術大会シンポジウム——. 地理評, 55, 190~197.
- 門村 浩・山本 博(1978): 土地改変に伴う加速的侵食——侵食の速さと沖縄島北部の事例. 地学雑, 87, 1~15.
- 北沢右三(1972): 生態系の調和と破壊. 第四紀研究, 11, 92~100.
- 木野義人(1969): シラス地域の豪雨災害——44年梅雨前線豪雨に関連して——. 地質ニュース, No. 182, 40~48.
- 木下武雄(1968): 都市化による流出の変化. 土木技術資料, No. 9, 445~449.
- 木下良作(1982): 河道の改修と流路形態の変動——大井川を例として——. 地形, 3, 121~126.
- 日下雅義(1970): 山城盆地における都市化と内水災害. 第7回災害科学総合シンポジウム講演論文集, 211~212.
- 日下雅義(1980): 『歴史時代の地形環境』古今書院, 392ページ.
- 日下雅義(1982): 歴史時代における地形環境の研究. 立命館文学, No. 439~441, 379~396.
- 日下雅義(1983): 摂河泉地域における古代の地形改変. 地理評, 56, 282~296.
- 黒田和男・岡 重文・桂島 茂(1970): 昭和42年7月豪雨による神戸市背後の山くずれと表層地質. 防災科学技術総合研究報告, No. 24, 25~38.
- 経済企画庁(1954): 『土地分類基本調査関係作業規程準則』経済企画庁, 80ページ.
- 洪 悦郎(1969): 札幌市内の火山灰地帯における住宅地の地震災害. 『1968年十勝沖地震災害調査報告』北海道大学, 799~814.
- 郷原保真・新堀友行・柴崎達雄(1972): 第四紀地質学からみた環境の変貌. 第四紀研究, 11, 125~134.
- 国土地理院(1974): 『土地条件図の手引き』建設省国土地理院, 24ページ.
- 奥水 肇(1980): 住宅地開発における土壌保全(II)——造成後の土壌条件が樹木の成育に及ぼす影響——. 明治大学農学部研究報告, No. 49, 1~16.
- 小林 詢(1978): 長野県におけるゴルフ場開発と地形. 『小出 武先生古稀記念論文集』327~341.
- 阪口 豊・大森博雄(1981): 多摩川流域の地形・地質. 『環境科学』研究報告集, B-74-R12-4, 29~51.
- 貞方 昇(1982 a): 島根県横田町周辺の鉄穴流し跡の地形. 石田 寛教授退官記念事業会編: 『地域——その文化と自然』福武書店, 368~378.
- 貞方 昇(1982 b): 斐伊川流域における鉄穴流しによる地形改変. 地理評, 55, 690~706.
- 佐藤俊雄(1969): 横浜市における宅地造成の地理学的研究. 地理評, 42, 363~375.
- 佐藤典人(1971): 最上川を中心とした西奥羽3河川における河床変動の実態. 地理評, 44, 356~365.
- 杉森唯史(1966): 仙台における丘陵地の宅地造成. 東北地理, 18, 83.
- 鈴木隆介・平野昌繁・高橋健一・谷津榮壽(1977): 六甲山地における花崗岩類の風化過程と地形発達との相互作用——第1報 六甲花崗岩風化物質の鉛直的变化. 中央大学理工紀要, No. 20, 343~389.
- 角屋 睦編(1977): 『流域の都市化に伴う洪水流出形態の変化予測に関する研究』自然災害特別研究成果, No. A-52-5, 112ページ.
- 関根 清(1982): 登山道に起因した高山地域の地形変化について(演旨). 地形, 3, 83.
- 高木勇夫・塩津 彬・揚村洋一郎(1972): 厚木市の自然的基盤と地形の人工改変——厚木市総合調査覚書——. 日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要(地理), No. 7, 13~26.
- 高木勇夫・安田要一・寺西晴美(1981): 多摩丘陵における地形の人工改変. 日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要, No. 16, 23~45.
- 高橋 裕(1972): 河川環境の変貌. 第四紀研究, 11, 112~116.
- 武内和彦(1980): 流域環境整備の生態学的方法——赤土流出の著しい沖縄島北部小流域を事例として——. 応用植物社会学研究, No. 9, 1~15.
- 武内和彦(1981): 自然立地的土地利用計画の方法論的研究. 造園雑誌, 44, 137~154.
- 武内和彦(1982): 沖縄島北部の土地改変と環境変化. 地理, 27-9, 78~83.
- 武内和彦・新里孝和(1979): 沖縄島北部小流域の植生破壊. Miyawaki, A. und Okuda, S. hg.:

- Vegetation und Landschaft Japans*, 469~482.
- 武内和彦・吉岡慎一(1981):大規模土地改変に伴う移動土量の全国比較. 門村 浩編:『大規模土地改変に伴う環境変化の比較研究』昭和54・55年度文部省科学研究費報告書, 191~195.
- 武内和彦・吉岡慎一(1982):東京大都市地域の住宅地開発に伴う地形改変. 総合都市研究, No. 15, 49~58.
- 多田文男(1958):地形発達史における人力の影響. 地理評, 31, 403~405.
- 多田文男(1964):『自然環境の変貌——平野を中心として』東京大学出版会, 282ページ.
- 多田文男(1972):地形発達における人為的作用. 第四紀研究, 11, 85~86.
- 多田文男・矢澤大二(1963):応用地理(主として水害の地理)——1963年度秋季大会シムポジウム, 大都市圏の地域構造——. 地理評, 36, 722~723.
- 多田文男・谷津榮壽・三井嘉都夫(1952):渡良瀬川における土砂の堆積について(第1報). 資源研彙報, No. 25, 31~37.
- 多田文男・谷津榮壽・三井嘉都夫(1953):渡良瀬川の土砂の堆積について(第2報). 資源研彙報, No. 31, 78~85.
- 立石友男(1981):砂防植栽に起因する海岸砂丘の形態——庄内砂丘における事例——. 地理予, 20, 12~13.
- 田中 茂・羽田野誠一(1966):台風4号による横浜市内の「がけ崩れ」について. 第3回災害科学総合シンポジウム講演論文集, 74~77.
- 田中眞吾・沖村 孝・田中 茂(1983):神戸市域における都市的開発に伴う地形改変——宅地造成と海面埋立て——. 地理評, 56, 262~281.
- 田村俊和(1977):山・丘陵——丘陵地の地形とその利用・改変の問題を中心に——. 土木工学大系編集委員会編:『土木工学大系 19 地域開発論(I) 地形と土地利用』彰国社, 1~73.
- 田村俊和(1979):丘陵地における木造家屋の地震被害——被害タイプおよび被害発生に関与する地盤条件の時代による変化. 総合都市研究, No. 8, 121~130.
- 田村俊和(1980):宅地開発と自然災害. 環境情報科学, 9-3, 37~48.
- 田村俊和(1982 a):人工地形研究における大規模土地改変のとらえ方. 地理予, 21, 344~345.
- 田村俊和(1982 b):全国的にみた大規模地形改変の実態. 地理, 27-9, 16~24.
- 田村俊和・阿部 隆・宮城豊彦(1978):丘陵地の宅地造成と地震被害——1978年宮城県沖地震の被害を例として——. 総合都市研究, No. 5, 115~131.
- 田村俊和・山本 博・吉岡慎一(1983):大規模地形改変の全国的把握. 地理評, 56, 223~242.
- 千葉徳爾(1958):『はげ山の研究』農林協会, 237ページ.
- 東京都南多摩新都市開発本部(1975):『多摩ニュータウンにおける住環境の形成と居住形態に関する調査報告書』東京都, 83~93.
- 土木学会編(1936):『明治以前 日本土木史』土木学会, 1745ページ.
- 土木学会編(1965):『日本土木史 大正元年~昭和15年』土木学会, 1733ページ.
- 土木学会編(1973):『日本土木史 昭和16年~昭和40年』土木学会, 1994ページ.
- 豊島 修(1982):海岸構造物と海岸変形. 地形, 3, 127~134.
- 中田 高(1978):宮城県沖地震による仙台周辺の家屋被害と地形(速報)——地震環境とその把握のために——. 地理, 23-9, 87~97.
- 中田 高・村山良之・菅沼 健(1979):地震環境の量的把握に関する一考察. 地理, 24-9, 73~83.
- 中野尊正(1963):『日本の0メートル地帯』東京大学出版会, 224ページ.
- 中野尊正・門村 浩・松田磐余・田村俊和(1970):都市における自然環境の変化と自然災害. 第7回災害科学総合シンポジウム講演論文集, 199~202.
- 中山利忠(1982):神戸の宅地開発に伴う地形改変. 地理, 27-9, 64~71.
- 西村嘉助編(1969):『応用地形学』大明堂, 212ページ.
- 日本住宅公団南多摩開発局(1977):『多摩ニュータウン開発計画(自然地形案1965)報告書』日本住宅公団, 284ページ.
- 日本地質学会編(1975):『土木建設/環境問題と地質学』築地書館, 165ページ.
- 羽鳥謙三(1971):宅造地の崩壊——新しい都市災害. 国土と教育, 2-3, 2~7.
- 東 三郎(1981):山地利用の多様化と林地保全の必要性. 地理予, 20, 10~11.
- 福島達夫(1975):多摩ニュータウンと多摩市——首都圏における巨大住宅都市の形成過程——(1). 経済地理学年報, 71-1, 22~35.
- 藤井素介・岩塚守公(1956):災害の地理学的研究——とくに水害について——(解題). 地理評, 29, 636~652.
- 藤川武信編(1975):『沖繩開発に伴う土地環境の変化と防災に関する研究』文部省科学研究費自然災

- 害特別研究報告書, 108ページ。
- 藤川武信・翁長謙良(1974): 沖縄北部におけるパイナップル園の土壌侵食. 第11回災害科学総合シンポジウム講演論文集, 239~240.
- 藤本昌也(1972): 多摩ニュータウンの自然環境計画. 建築雑誌, 87, 639~643.
- 藤原健蔵(1980): 鉄穴流しによる土砂生産——斐伊川流域の土砂収支(一)——. 広島史学研究会編: 『史学研究五十周年記念論叢 日本論』福武書店, 509~538.
- 牧野道幸(1982): 山地の人工的地形改変に関する諸問題. 地理, 3, 107~112.
- 前門 晃(1978): 沖縄島北部・西屋部川流域における土砂流出機構. 地理予, 14, 72~73.
- 前門 晃・松倉公憲・木股三善(1979): ローム切り面におけるクラックの形成条件と受食性について. 地理評, 52, 643~649.
- 町田 貞・井口正男・貝塚夷平・佐藤 正・榎根 勇・小野有五編(1981): 『地形学辞典』二宮書店, 767ページ.
- 町田 貞・松本栄次・石井孝行(1975): 足尾荒廃地における崖錐の形成プロセス. 地理評, 48, 768~783.
- 松田磐余(1982): 人工地形の分類について. 地理予, 21, 346~347.
- 松田磐余・吉岡慎一(1981): 鶴見川流域の都市化による地形改変. 門村 浩編: 『大規模土地改変に伴う環境変化の比較研究』昭和54・55年度文部省科学研究費報告書, 96~103.
- 松本栄次・井口正男・石井孝行(1969): 豪雨に伴って多摩丘陵におきた斜面崩壊. 東京教育大地理研報, XIII, 104~112.
- 松本繁樹(1964): 安倍川下流部の最近の河床低下. 地理評, 37, 548~559.
- 松本繁樹(1965): 大井川下流における最近の河床変動と砂利採取. 地理評, 38, 630~642.
- 三井嘉都夫(1968): 河床変動と水利用. 地理評, 41, 99~102.
- 宮田 正(1969): 石神井川流域の都市化による流出形態の変化と水害の傾向に関する考察(第1報). 地理評, 42, 667~680.
- 宮脇 昭(1972): 植物社会の変貌. 第四紀研究, 11, 87~91.
- 村山良之(1980): 宮城県沖地震による仙台周辺の住宅地における被害——住宅地の地震に対する土地条件——. 東北地理, 32, 1~10.
- 目崎茂和(1980): 沖縄のサンゴ礁と開発問題. 地理, 25-8, 84~93.
- 目崎茂和・兼村憲次(1981): 沖縄における地形改変と赤土流出問題. 地理予, 20, 20~21.
- 森滝健一郎・角南 泉(1967): 多摩川水系三沢川の水害——「開発」にともなう「破壊」(演旨). 地理評, 40, 32.
- 森山昭雄(1983): 瀬戸市およびその周辺地域の陶土・珪砂採掘鉱山の人工地形. 地理評, 56, 243~261.
- 安田要一(1975): 丘陵地における大規模住宅開発による地形改変. 地理予, 8, 84~85.
- 安田喜憲(1973): 宮城県多賀城趾の泥炭の花粉分析——特に古代人による森林破壊について. 第四紀研究, 12, 49~63.
- 山川恒夫(1981): 都市化に伴う地形の人工改変——神奈川県東部地域を例として. 地理予, 20, 8~9.
- 山崎慶一(1975): 宅地防災(災害の種類と原因・宅地防災・工事中の防災). 土と施工, 13-10, 74~82.
- 山本 博(1981): 北海道における宅地開発に伴う地形改変. 門村 浩編: 『大規模土地改変に伴う環境変化の比較研究』昭和54・55年度文部省科学研究費報告書, 51~57.
- 山本 博・前門 晃(1977): 沖縄島の人工改変裸地にみられる微地形と流出土砂量. 地理予, 12, 42~43.
- 吉岡慎一(1982): 首都圏の宅地開発に伴う地形改変——とくに多摩丘陵を例として——. 地理, 27-9, 52~57.
- 渡辺久雄(1963): 千里山ニュータウンの宅地造成と水害の問題(演旨). 地理評, 36, 735.
- ASAE(American Society of Agricultural Engineering)(1977): *Proc. of the national symposium on soil erosion and sedimentation by water, Chicago, Illinois, Dec. 12-13, 1977*, 151 p.
- ASCE(American Society of Civil Engineering)(1970): *Sediment sources and sediment yield. Proc. ASCE, J. Hyd. Div., HY 6*, 1283~1329.
- Brown, B. H.(1970): *Man shapes the earth. Geogr. J., 136*, 74~85.
- Bryan, R. B.(1977): *The influence of soil properties on degradation of mountain hiking trails at Grövelsjön. Geogr. Ann., 59 A*, 49~65.
- CNFC SPE(Comité National Français du Comité Scientifique sur les Problèmes de l'Environnement)(1982): *La transformation des terres: bases méthodologiques, exemples Français. Recherches Environnement, N° special*, 297 p.
- Coates, D. R. ed.(1971): *Environmental geomor-*

- phology. State Univ. New York, Binghamton, 262 p.
- Coates, D. R. ed.(1972) : *Environmental geomorphology and landscape conservation. Vol. 1, Prior to 1900.* Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg, 485 p.
- Coates, D. R. ed.(1973) : *Environmental geomorphology and landscape conservation. Vol. 2, non urban.* Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg, 483 p.
- Coates, D. R. ed.(1974) : *Environmental geomorphology and landscape conservation. Vol. 3, nonurban.* Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg, 454 p.
- Coates, D. R. ed.(1976) : *Urban geomorphology. Geol. Soc. Am. Spec. Paper, 174,* 166 p.
- Coates, D. R.(1982) : Environmental geomorphology perspectives. Frazier, J. W. ed.: *Applied geography—selected perspectives.* Prentice-Hall, Englewood-Cliffs, 139~169.
- Cooke, R. U. (1976) : Urban geomorphology. *Geogr. J.*, 142, 59~65.
- Cooke, R. U. and Doornkamp, J. C.(1974) : *Geomorphology in environmental management.* Oxford Univ. Press, London, 413 p.
- Demek, J.(1968) : Beschleunigung der geomorphologischen Prozesse durch die Wirkung des Menschen. *Geol. Rdsch.*, 58, 111~121.
- Demek, J.(1973) : Quaternary relief development and man. *Geoforum*, 15, 68~71.
- Demek, J., Embleton, C., Gellert, J. F. and Verstappen, H. Th. eds.(1972) : *Manual of detailed geomorphological mapping.* Academia, Prague, 344 p.
- De Ploey, J.(1975) : The evaluation of soil erosion and man's impact in Africa. *An. Acad. brasil. Ciénc.*, 47, (Suppl.), 165~172.
- Detwyler, D. R. ed.(1971) : *Man's impact on environment.* McGraw-Hill, New York, 731 p.
- Detwyler, D. R. and Marcus, M. G. eds.(1972) : *Urbanization and environment.* Duxbury Press, Balmout, 287 p.
- Deutscher Rat für Landespflege(1964) : Landespflege und Braunkohlentagebau. *Schrift. Deutsch. Rat. f. Landespflege*, 2, 1~22.
- Douglas, I.(1976) : Urban hydrology. *Geogr. J.*, 142, 65~72.
- Fairbridge, W. D. ed.(1968) : *Encyclopedia of geomorphology.* Reinhold, New York, 1295 p.
- Fels, E. (1934) : Der Mensch als Gestalter der Erdoberfläche. *Pet. Geogr. Mitt.*, 80, 50~51.
- Fels, E.(1954) : *Der wirtschaftende Mensch als Gestalter der Erde.* Lütgens, R. hg.: *Erde und Weltwirtschaft. Bd. 5,* Frankhische Verlagshandlung, Stuttgart, 258 p.
- Fels, E. (1965) : Nochmals: Anthropogene Geomorphologie. *Pet. Geogr. Mitt.*, 109, 9~15.
- Flown, P. T. (1970) : *Environmental geology—conservation, land use and resource management.* Harper & Row, London, 313 p.
- Fournier, F. (1960) : *Climat et érosion ; la relation entre l'érosion du sol par l'eau et les précipitations atmosphériques.* PUF, Paris, 201 p.
- Fränzle, O.(1966) : Geology, relief and soils of the Ville region. Eyre, S. R. and Jones, G. R. J. eds: *Geography as human ecology—methodology by example.* Edward Arnold, London, 74~90.
- Frazier, J. W. ed. (1982) : *Applied geography—selected perspectives.* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 333 p.
- Gellert, J. F.(1972) : Man-made forms. Demek, J. et al. eds.: *Manual of detailed geomorphological mapping.* Academia, Prague, 239~243.
- Gerasimov, I. P.(1976) : Problems of natural environment transformation in Soviet constructive geography. *Progress in Geography*, 9, 75~99.
- Gerasimov, I. P. and Drozdov, A. V. eds.(1980) : Study and control of anthropogenic transformation of natural ecosystems. *Proc. 3rd Scientific Symposium of the IGU Comission on Environmental Problems, July 1979, Moscow,* 329 p.
- Gluckman, A. J. (1971) : Geomorphological concepts of Tricart and Cailleux. *N. Z. Jour. Geogr.*, 51, 11~21.
- Golomb, B. and Eder, H. M.(1964) : Landforms made by man. *Landscape*, 14, 4~7.
- Goudie, A.(1981) : *The human impact: man's role in environmental change.* Basil Alackwell, Oxford, 316 p.
- Gregory, K. J. (1979) : Hydrogeomorphology—how applied should we become? *Progress in Physical Geography*, 3, 84~101.
- Gregory, K. J. and Walling, D. E.(1973) : *Drainage basin form and processes: a geomorpho-*

- logical approach*. Edward Arnold, London, 556 p.
- Gregory, K.J. and Walling, D.E.(1979): *Man and environmental processes: a physical geography perspective*. Wm Dowson & Sons, Folkstone, 276 p.
- Guy, H. P.(1965): Residential construction and sedimentation at Kensington, Md., Proc. Federal Inter-Agency Sedimentation Conf. *USDA, Misc. Publ.*, 970, 30~37.
- Haigh, M. J.(1978): *Evolution of slopes on artificial landforms—Blaenavon*, U. K. Univ. Chicago, Dept. Geogr., Res. Paper, No. 183, 293 p.
- Hempel, L.(1971): Die Tendenzen anthropogen bedingter Reliefformung in den Ackerländereien Europas. *Z. Geomorph. N. F.*, 15, 312~329.
- Hurault, J.(1975): *Surpâtirage et transformation du milieu physique. Formations végétales, hydrologie de surface, géomorphologie. L'exemple des hautes plateaux de l'Adamaoua (Cameroon)*. IGN, Paris, 218 p.
- Jennings, J. N.(1966): Man as a geological agent. *Aust. J. Sci.*, 28, 150~156.
- Journaux, A.(1980): La cartographie de l'environnement et de sa dynamique. *IGU Working Group on Cartography of Dynamic Environment, Sendai, Japan, 27-30 Aug. 1980*, 33~46.
- Kadomura, H.(1980): Erosion by human activities in Japan. *GeoJournal*, 4, 133~144.
- Kinoshita, T. and Yamazaki, Y.(1974): Increase of sediment transport due to large-scale urbanization. *IAHS Publ.*, No. 113, 130~136.
- Klimaszewski, M.(1963): The principles of geomorphological survey of Poland. *Przeglad Geogr.*, 28, (Suppl.), 32~40.
- Kobayashi, M. (1980): Disastrous ground failure in a residential area of large-scale cut-and-fill in the Sendai region caused by the earthquake of 1978. *Bull. Geogr. Surv. Inst.*, 24, 15~25.
- Komarov, B.(1978): *The destruction of nature in the Soviet Union*. Pluto Press.
- Lagget, R. F. (1973) : *Cities and geology*. McGraw-Hill, New York, 624 p.
- Leopold, L. B. (1956) : Land use and sediment yield. Thomas, W. J. Jr. ed.: *Man's role in changing the face of the earth*. Univ. Chicago Press, Chicago, 639~647.
- Leopold, L. B., Wolman, M. G. and Miller, J. P. (1964): *Fluvial processes in geomorphology*. Freeman, San Francisco, 522 p.
- Louis, H.(1968): *Allgemeine Geomorphologie*. Obst, E. hg.: *Lehrbuches d. Allgemeine Geographie Bd. 1, 2. Aufl.*. Walter de Gruyter, Berlin, 522 p.
- Louis, H. und Fischer, K.(1979): *Allgemeine Geomorphologie*. Schmithüsen, J. hg.: *Lehrbuches d. Allgemeine Geographie, Bd. 1, 4. Aufl.*. Walter de Gruyter, Berlin-New York, 814 p.
- Marsh, G. P. (1864) : *Man and nature; or physical geography as modified by human action*. Scribner, New York; Sampson Low, London, 560 p.
- Mitsui, K.(1970): Problems on the variation of river-bed in Japan. *Misc. Rep. Res. Inst. Natur. Resources*, 73, 1~8.
- Neboit, R. (1979) : Les facteurs naturels et les facteurs humains de la morphogenèse. Essai de mise au point. *Ann. Géogr.*, 88, 649~670.
- Olschowy, G.(1978): Bergbau und Landschaft. Olschowy, G. hg.: *Natur und Umweltschutz in der Bundesrepublik Deutschland*. Paul Parey, Hamburg, 461~474.
- Ono, Y.(1981): Morphogenetic environments and environmental assessment in the snowy mountains in Japan. *Paper presented at 3^e Colloque Franco-Japonais de Géographie, 28 Sep.~10 Oct. 1981, Hiroshima, Japan*, 11 p.
- Park, C. C. (1981) : Man, river systems and environmental impact. *Progress in Geography*, 5-1, 1~31.
- Pihan, J.(1976): Bocage et érosion hydrique des sols en Bretagne. *Les bocages: histoire, écologie, économie*. Rennes, 185~193.
- Richter, G.(1980) : On the soil erosion problem in the temperate humid area of Central Europe. *GeoJournal*, 4, 279~287.
- Richter, G. und Sperling, W. h g. (1976) : *Boden-erosion in Mitteleuropa*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 559 p.
- Sauer, C. O.(1938): Destructive exploitation in modern colonial expansion. *Proc. Intern. Geogr. Congr., Amsterdam, Vol. 3, Sect. 3C*, 494~499.
- Schultze, J. H.(1951/52) : Über das Verhältnis zwischen Denudation und Erosion. *Die Erde*,

- 3/4, 220~232.
- Schumm, S. A. (1977) : Applied fluvial geomorphology. Hails, J. R. ed.: *Applied geomorphology*. Elsevier, Amsterdam, 119~156.
- SCOPE (1980) : Land transformation. *SCOPE Newsletter*, 9, 8 p.
- Sharpe, C. F. S. (1941) : Geomorphic aspects of normal and accelerated erosion. *Symp. on Dynamics of Land-Erosion. Am. Geophys. Union, Trans., Annual Meeting*, 236~240.
- Sherlock, R. L. (1922) : *Man as a geological agent*. Witherby, London, 372 p.
- Strahler, A. N. (1956) : The nature of induced erosion and aggradation. Thomas, W. L. Jr. ed.: *Man's role in changing the face of the earth*. Univ. Chicago Press, Chicago, 621~638.
- Takeuchi, K. and Yamamoto, H. (1977) : Landscape evaluation for the rehabilitation of an eroded drainage basin in the northern part of Okinawa Island, southwest Japan. *Geogr. Rep. Tokyo Metropol. Univ.*, No. 12, 127~141.
- Takeuchi, K., Yoshioka, S. and Fumoto, R. (1981) : Land transformation on Okinawa Island, southwest Japan. *Geogr. Rep. Tokyo Metropol. Univ.*, No. 16, 113~129.
- Tamura, T. (1976) : A preliminary study of historical anthropogeomorphology in the hills of Japan. *Geogr. Rep. Tokyo Metropol. Univ.*, No. 11, 163~176.
- Tamura, T. and Takeuchi, K. (1980a) : Land characteristics of the hills and their modification by man—with special reference to a few cases in the Tama Hills, west of Tokyo—. *Geogr. Rep. Tokyo Metropol. Univ.*, No. 14/15, 49~94.
- Tamura, T. and Takeuchi, K. (1980b) : Environmental changes due to the intense landform modification by man in the hills of Japan. *24th I. G. C. Abstract*, 1, 322~323.
- Thomas, W. L. Jr. ed. (1956) : *Man's role in changing the face of the earth*. Univ. Chicago Press, Chicago, 1193 p.
- Tricart, J. (1953a) : La géomorphologie et les hommes. *Rev. Géomorph. dyn.*, 4, 153~156.
- Tricart, J. (1953b) : Érosion naturel et érosion anthropogène à Madagascar. *Rev. Géomorph. dyn.*, 4, 225~230.
- Tricart, J. (1954) : Ecologie et géomorphologie. *Res. Géomorph. dyn.*, 5, 1~2.
- Tricart, J. (1965) : *Principes et méthodes de la géomorphologie*. Masson, Paris, 496 p.
- Tricart, J. (1976) : Ecodynamique et aménagement. *Rev. Géomorph. dyn.*, 25, 19~32.
- Tricart, J. (1979) : Une leçon de géomorphologie donnée par les terrils de minies. *Ann. Geogr.*, 88, 735~738.
- Tricart, J. et Cailleux, A. (1965) : *Introduction à la géomorphologie climatique*. SEDES, Paris, 306 p. 谷津榮壽・照田宥子訳(1969) : 『気候地形学序説』創造社, 307 ページ. English Translation in 1971 by Kiewiet de Jonge, Longman, London, 274 p.
- Twidale, C. R. (1968) : Anthropogenic influence in geomorphology. Fairbridge, W. D. ed.: *Encyclopedia of geomorphology*. Reinhold, New York, 15~18.
- Vogt, H. ed. (1978) : *Erosion agricole des sols : problèmes de méthode applications en Alsace*. Recherches géographiques, UER de Géographie, Univ. L. Pasteur, N° 9, 150 p.
- Walling, D. E. and Gregory, K. J. (1970) : The measurement of the effects of building construction on drainage basin dynamics. *J. Hyd.*, 11, 129~144.
- Willard, B. E. and Marr, J. W. (1970) : Effects of human activities on alpine tundra ecosystems in Rocky Mountains of Colorado. *Biological Conservation*, 3, 181~189.
- Wolman, M. G. (1967) : A cyclic sedimentation and erosion in urban river channels. *Geogr. Ann.*, 49A, 385~395.
- Wolman, M. G. (1975) : Erosion in the urban environment. *IASH Bull.*, 20, 117~126.
- Wolman, M. G. and Schick, A. P. (1967) : Effects of construction on fluvial sediment, urban and suburban areas of Maryland. *Wat. Resour. Res.*, 3, 451~464.
- Yamamoto, H. (1976) : Slope processes and sediment yield on bare land in the northern part of Okinawa Island, southwest Japan. *Geogr. Rep. Tokyo Metropol. Univ.*, No. 11, 87~96.
- Yasuda, Y. (1978) : Prehistoric environment in Japan—palynological approach—. *Sci. Rep. Tohoku Univ. 7th Ser. (Geogr.)*, No. 28-2, 117~281.
- Yoshikawa, T., Kaizuka, S. and Ota, Y. (1981) :

The landform of Japan. Univ. Tokyo Press, Tokyo, 222 p.

Zapletal, L.(1968): Genetico morfologika klasifikace anthropogennich forem reliefu. *Acta Univ. Palackiana Olomoucensis. Fac. Rerum Naturalium*, No. 23, *Geogr.-Geol.*, 8, 239~427.
Zapletal, L.(1969): *Uvod do anthropogenni geo-*

morfologie. Usebni texty vysokych skol., Olomouc, 278 p.

Zapletal, L.(1973): Neprime antropogenni geomorfologicke procesy a jejich vliv na zemsky povrch. *Acta Univ. Palackiana Olomoucensis. Fac. Rerum Natumralium*, No. 42, *Geogr.-Geol.*, 13, 239~261.

TRENDS IN LANDFORM TRANSFORMATION STUDIES — A REVIEW

Hiroshi KADOMURA* and Kazuhiko TAKEUCHI**

The intensity of landform transformation due to various kinds of large-scale land development in Japan has been magnified since the 1960's when Japanese postwar high economic growth came in real earnest. Japanese geographers, however, paid only a little attention to such phenomena except natural disasters caused through human impact on land. On the other hand, geographers in foreign countries, such as the United Kingdom, the United States, France, Germany and East European countries, have continuously recognized from early times the important role of man as a geomorphic agent and they have accumulated field studies on landform transformation in the process of systematic establishment of anthropogenic or environmental geomorphology.

In the last few years, the importance of landform transformation studies has gradually been recognized in Japan. In order to promote systematic and comprehensive studies, a Working Group on the Man-Made Landforms and Land Transformation was organized in 1980 in the Association of Japanese Geographers, and a symposium on "Land Transformation and Related Environmental Changes" was held in 1981. This special issue on "Landform Transformation" carries the papers which are rewritten from the reports presented in the symposium.

This paper aims at overviewing the trends and problems inherent in the previous and recent Japanese studies on anthropogenic transformation of landforms and landforming process through a comparative review of foreign studies and at promoting the progress in this field.

In the English-speaking countries, landform transformation problems have been studied since Marsh (1864) and Sherlock (1922), who wrote "*Man and nature*" and "*Man as a geological agent*", respectively. Among the problems, man-induced soil erosion has been recently highlighted over again to contribute to solve the environmental problems, which proved to be more urgent in the 1970's. In the French-speaking countries, accelerated landforming processes caused by human activities have been studied both in the homelands

and the former overseas settlements through a climatic geomorphological approach. In Germany, the concept of anthropogenic geomorphology was introduced by Fels (1934) and the studies similar to those in the French-speaking countries have been performed mainly in Central Europe. In the East European countries, in particular in Czechoslovakia and Poland, classification and mapping systems of anthropogenic landforms have been intensively studied.

Japanese geographers tried to analyse both ancient and recent landform transformation and related environmental changes as a part of the subjects of historical and applied geography, respectively, though they paid little attention to the man-made landforming processes themselves which have been recognized through recent activities by the members of the Working Group on the Man-Made Landforms and Land Transformation.

However, many tasks require further research in the context of landform transformation studies and their application to environmental management. In particular, following subjects must be stressed hereafter.

1. Socio-economic analysis related with landform transformation and its control,
2. Morphogenetic classification and mapping system of man-made landforms,
3. Historical approach enabling the reconstruction of long-term man-induced geomorphic processes,
4. Comparative geographic studies including climatic geomorphological approach,
5. Experimental studies and field measurements of man-induced geomorphic processes,
6. Assessment of the magnitude, areal extent and temporal sequence of the resulting effects on environment, and
7. Comprehensive land transformation studies and their application to environmental management.

Further, landform transformation due to agricultural and recreational developments and activities must be studied as intensively as landform transformation due to urban development, whose studies have made a great progress recently.