

農地保全の研究 第11号

第11回研究集会プログラム

期 日 平成2年7月18日(水)～19日(木)
会 場 北海道帯広市 市民文化ホール

テーマ：緑の大地に豊かな環境・農地保全の新たなる展開

I. 研究発表会 7月18日(水)

- | | | | |
|--------------------------|-------------|--------------------------|----------------|
| 1) 部会長挨拶 | 9:30～9:35 | 帯広畜産大学教授 | 松田 豊 |
| 2) 共催者挨拶 | 9:35～9:40 | 北海道開発局農業水産部長 | 遠藤 紀寛 |
| 3) 歓迎の辞 | 9:40～9:45 | 帯広市長 | 高橋 幹夫 |
| 4) 北海道における農用地開発と農地保全対策 | 9:50～10:35 | 北海道開発局農業水産部農業開発課 課長補佐 | 森井 徹 |
| 5) 北海道の土壌と農地保全上の課題 | 10:35～11:20 | 北海道開発局開発土木研究所 副室長 | 石渡 輝夫 |
| 6) 積雪寒冷地域の農地保全 | 11:20～12:05 | 北海道大学農学部 講師 | 長沢 徹明 |
| 7) 昼食・休憩 | 12:05～13:00 | | |
| 8) 改良山成畑圃場規模の土工的評価 | 13:00～13:45 | 北海道開発コンサルタント(株) 次長 | 農業土木部 柳原 邦男 |
| 9) 農地・農村空間の景観保全 | 13:45～14:30 | 北海道大学農学部 教授 | 梅田 安治 |
| 10) アフリカのSOSと第6回国際土壌保全会議 | 14:30～15:15 | 琉球大学農学部 教授 | 翁長 謙良 |
| 11) 総合討論 | 15:20～17:00 | 各講師 | |

II. 懇親会 17:30～19:30 於 迎賓閣

III. 現地見学会 7月19日(木)

8:00～18:00

コース 帯広駅前集合(7:50)出発(8:00)→十勝中央大橋(8:30～9:00)→ナイタイ
高原牧場(10:10～10:40)→糠平湖畔(11:40～13:00)→然別湖畔(13:40～
14:10)

解散 新得駅(15:30) 帯広駅(17:00) 帯広空港(18:00)

目 次

あ い さ つ

- | | | | |
|-------------------------|-----|-----|-------|
| 農地保全研究部会長 | 松 田 | 豊 | ………1 |
| 1. 北海道における農用地開発と農地保全対策 | | | |
| 北海道開発局農業水産部農業開発課 | 森 井 | 徹 | ………3 |
| 2. 北海道の土壌と農地保全上の課題 | | | |
| 北海道開発局開発土木研究所 | 石 渡 | 輝 夫 | ………17 |
| 3. 積雪寒冷地域の農地保全 | | | |
| 北海道大学農学部 | 長 沢 | 徹 明 | ………33 |
| 4. 改良山成畑圃場規模の土工的評価 | | | |
| 北海道開発コンサルタント(株) | 柳 原 | 邦 男 | ………52 |
| 5. 農地・農村空間の景観保全 | | | |
| 北海道大学農学部 | 梅 田 | 安 治 | ………59 |
| 6. アフリカのSOSと第6回国際土壌保全会議 | | | |
| 琉球大学農学部 | 翁 長 | 謙 良 | ………71 |

あ い さ つ

農業土木学会 農地保全研究部会

部会長 松田 豊

農業土木学会、農地保全研究部会の第11回の研究集会を、ここ帯広において多数の参加者をえて開催することができますことは、私どもにとりまして真に大きな喜びとするところであります。

本部会が、昭和54年7月に発足し、55年6月の第1回の研究集会が開かれてより、昨年10月の沖縄での集会が10回目を数え、一つの節目として10周年の記念研究集会が盛大に行われたことは記憶に新しいところであります。

これからさらに15年20年と、この部会が発展することを願うとともに、この期に部会をお世話することになった責任の重大さを痛感しております。幹事並びに会員皆様のご協力をお願い申し上げます。

ところで、部会設立時には「土壌侵食の基礎的研究を相互に連絡を保ち、能率的に進めることに重点をおき、のちに保全の問題に発展させる」として、土壌侵食研究部会とするか、農地保全研究部会とするか、議論されたようであるが、今日見るところでは、広い分野でとらえた農地保全研究部会が正しかったと思います。たしかに、設立当時は曲がりなりにも 計画基準「農地保全」が制定された時期でした。しかし、その時点では最良のものとしつつも、「農地保全の根本は畑地面からの土壌流亡の防止であって、その土木的対策としての承水路の配置密度、路線位置を決める必要がある、しかし現時点では、土性、勾配、斜面長等と侵食の関係が定量化されていないため、その点は漠然としたものとなっている。今後の展望として、何年後かの基準改定のため、各条件における土壌流亡量の予測方式と許容流亡量の定量化を急がなければならない」としている。

これに向けた土壌侵食量の定量化の研究を部会の大きな目的としていたものと考えられる。

これについては、本部会員が委員をつとめる農水省による「改良山成工調査土壌保全部会」において、全国10地区の試験圃場での観測結果等からUSLE

(Universal Soil Loss Equation) を採用すべく、各係数の検討がなされ、近
近、日の目をみることになろうかと思えます。これは、直接ではないにしろ本
部会の大きな成果の一つであろうかと思えます。

このように、今までの10年間の成果は、多大なものがありますが、今後は、
U S L E から C R E A M S (Chemical, Runoff, and Erosion from Agricultural
Management Systems) への進展や、農用地だけでなく環境的保全(地域保全)
農村空間の保全等がさらに重要となるものと考え、その方向へ研究、対応が向
かうことを期待して今回のテーマを「緑の農地に豊かな環境・農地保全の新た
なる展開」としました。しかし、実際の講演については、北海道での初めての
集会ということもあり、北海道における話題が多くなりました。

さらに、今後の課題の一つは地球規模での環境保全に、我々の分野からいか
に貢献するかであります。その観点から、1989年に開かれた第6回の I S C O
(International Soil Conservation Organisation)の様子を話題として取り
上げました。

今回の集会における講師各位の貴重な講演に大きい期待をするものでありま
すが、後に行われます総合討論において、講演に関連するもの、さらに前にも
述べましたように本部会発足以来10年を経過し、一つの節目でありますので、
本部会の今後の行き方等について活発な意見交換がなされ、本研究集会が実り
あるものとなることを期待しております。

最後に、この研究集会および現地見学会開催につきましては、共催という形
で北海道開発局の全面的な協力を頂きました。また、北海道、帯広市、その他
関係機関にも協力を頂きました。ここに記して、厚く御礼申し上げる次第でご
ざいます。

北海道における農用地開発と農地保全対策

北海道開発局農業水産部

森 井 徹

1、はじめに

明治2年7月、北海道開拓使が設置されて、本格的な開拓の鍬が入れられて以来、北海道の農業は、気象条件に影響されることのない安定した農業を目指して、欧米の近代的な農業技術の導入と、多くの先人たちのたゆまざる努力により開発が進められ、地域の経済・社会を支える基幹産業としての役割を果たしながら、今日まで120年余の間に、我が国最大の食料供給基地としての地位を築き上げ、生産性の高い農業を展開している。

この間の農用地開発は、単純平均すると毎年1万haと云うハイペースで進められた計算になり、積雪寒冷な気象条件や、泥炭・火山灰・重粘土と云った特徴的な土壌条件、幾度か見舞われた冷害・旱害・風水害など様々な条件を克服し、また、戦後の食糧難などそれぞれの時代背景を経て、耕地面積120万ha余の農業生産基盤を築きあげてきた。また、このような大規模・急速な開発は、その時代情勢を背景に、開発拠点が移動するとともに農地保全上の課題を幾つか投げかけてきた。

ここでは、おもに北海道開発局が国営農用地開発事業等をとおして全道で実施してきた農地造成工事等のなかで、農地保全上或は災害の未然の防止の観点から構じてきた各種対策について述べるとともに、昨今の国際情勢・農業情勢等から、国営農地開発事業が未墾地の開発から既耕地の整備を主体とする国営農地再編パイロット事業に変わるなど、農業基盤整備事業全体が、生産基盤から生活基盤重点の整備へ変換が求められている中、今後の北海道の農用地関係事業の展開方向と予想される農地保全上の課題について述べる。

1)、2)

2、北海道農業の概況

平成元年8月現在の北海道の耕地面積は120万7千haで全国の耕地面積の22.9%を占めている。内地都府県では、かい廃の進展により耕地面積の

減少が続くなか、北海道では農用地開発事業等の実施により、伸び率は鈍化傾向にあるものの、耕地面積は図-1に示すように、若干ながらも増加を続けている状況にある。

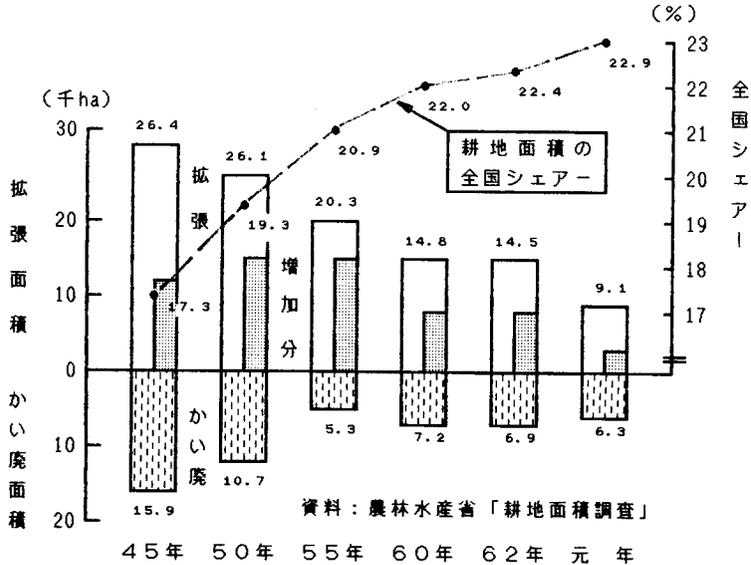


図-1 耕地面積の拡張・かい廃状況と全国シェアの推移

北海道は東北6県に新潟県を加えた面積を有し（全国シェア22.1%）地形的にも東西南北に大きな広がりをもっているため、各地域の営農条件に応じ稲作、畑作、酪農、畜産など種々の農業が展開されている。

入植時の計画的な土地の割当て（植民区画）などもあり、1戸当たりの平均耕地面積は大きく、都府県の平均である1.0haに対して約12倍の11.9haとなっている。

農家の就業構造は、専業農家が全体の39.2%と高く、第1種兼業農家まで含めた主業農家では76.8%と大部分を占め、第2種兼業農家が主体の都府県（71.9%）に比べて極めて対照的である。

（表-1 全国に占める北海道農業の地位参照）

これらの農家によって生産される主要な農産物について、その全国シェアをみると、恵まれた土地資源を背景に多くの作目で1位または上位の生産量を上げている。

特に、土地利用型の作物で北海道のウエイトが高く、図-2に示すように、甜菜は100%が本道産であるのをはじめ、小豆、馬鈴薯、小麦は全国の大半

を占めるほか、水稻については全水田の50%近くを転作しているにもかかわらず、新潟県を上回り全国1位の生産となっている。

野菜についても、玉ねぎやスイートコーン、にんじんなどが全国1位となっており、畜産部門においても、飼料作物の作付けが全国の56.8%を占めているほか生乳、牛肉など数多くの生産物が全国1位となっている。

表-1 全国に占める北海道農業の地位

| 区分 | | 単位 | 北海道A | 全 国 B ★都府県B | A/B %0r倍 | 備 考 |
|---------------------|---------|---------|-----------|----------------|-------------|-----|
| 耕地面積 | 総土地面積 | 千ha | 8,352 | 37,784 | 22.1% | S62 |
| | 耕地面積 | 千ha | 1,208 | 5,279 | 22.9% | H 1 |
| | 田 | 千ha | 245 | 2,868 | 8.5% | // |
| | 普通畑 | 千ha | 441 | 1,282 | 34.4% | // |
| | 樹園地 | 千ha | 4 | 487 | 0.8% | // |
| | 牧草地 | 千ha | 518 | 642 | 80.7% | // |
| 農家戸数 | 総農家戸数 | 千戸 | 102 | 4,194 | 2.4% | H 1 |
| | 専業農家戸数 | 千戸 | 40 | 603 | 6.6% | // |
| | 第1種兼業 | 千戸 | 38 | 574 | 6.7% | // |
| | 第2種兼業 | 千戸 | 24 | 3,016 | 0.8% | // |
| 人口 | 総人口 | 千人 | 5,689 | 122,579 | 4.6% | S63 |
| | 農家人口 | 千人 | 431 | 18,975 | 2.3% | H 1 |
| | 農業就業人口 | 千人 | 223 | 5,968 | 3.7% | H 1 |
| 道(国)民所得 | 億円 | 117,937 | 2,740,767 | 4.3% | S62 | |
| 生産農業所得 | 億円 | 4,363 | 39,886 | 10.9% | S63 | |
| 農業総生産額 | 億円 | 10,721 | 104,636 | 10.2% | S63 | |
| 主業農家率 | % | 76.8 | ★ 26.9 | - | H 1 | |
| 基幹的農業従事者のうち50歳未満の割合 | % | 50.3 | ★ 30.2 | - | H 1 | |
| 戸当たり | 耕地面積 | ha | 11.9 | ★ 1.0 | 11.9倍 | H 1 |
| | 水稻作付面積 | ha | 3.4 | ★ 0.6 | 5.7倍 | // |
| | 乳用牛飼養頭数 | 頭 | 53.2 | ★ 23.6 | 2.3倍 | // |
| | 肉用牛飼養頭数 | 頭 | 57.7 | ★ 9.9 | 5.8倍 | // |
| 戸当たり農業粗収益 | 千円 | 10,996 | ★ 2,459 | 4.5倍 | S63 | |
| 戸当たり農業所得 | 千円 | 3,826 | ★ 876 | 4.4倍 | // | |
| 農業依存度 | % | 69.6 | ★ 15.2 | - | // | |

注：B欄の★印は都府県全体の数値であり無印は全国の数値である。またA/B欄はそれぞれに対するの北海道のシェア(%)及び倍率。

一方、地域経済に占める農業生産の割合は、全国では年々低下し2.1%(S62年)となっているのに対し、北海道は約2倍の4.1%を占めている。

また、北海道の農業は、乳・肉製品、砂糖、でんぷんをはじめ農畜産物を原料とする食品工業や、肥料、飼料、農業機械、運搬業など広範な関連産業と密接なつながりを持ち本道の経済に大きく寄与している。

また、63年度における北海道の農業粗生産額は1兆721億円と5年連続1兆円の大台を越えており、元年においても米の豊作や酪農・畜産の好調により63年度をやや上回る見通しとなっている。

こうした結果、全国の農業粗生産に占める北海道のシェアは、昭和40年の6.4%から年々高まり昭和63年では10.2%と1割を越えるに至っている。

(図-3 北海道の農業粗生産額の推移を参照)

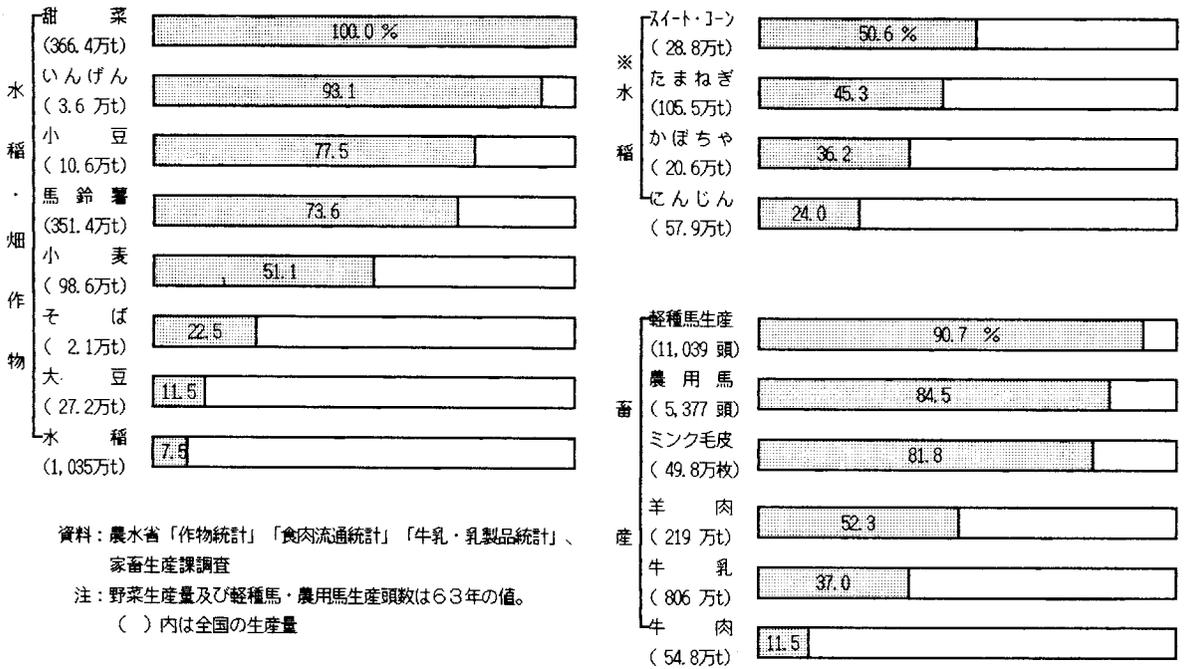


図-2 生産量が全国1位の農畜産物の北海道シェア

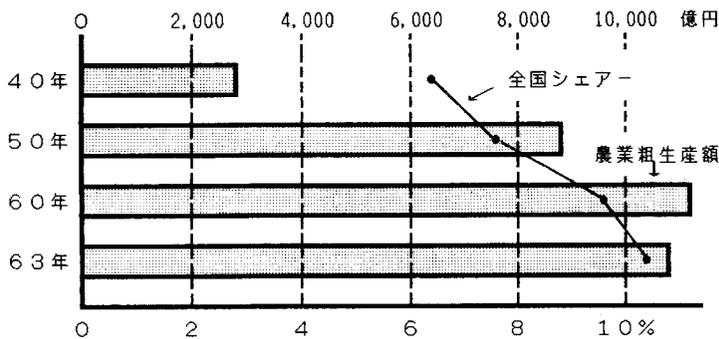


図-3 北海道の農業粗生産額の推移

3、北海道における農用地開発の沿革

北海道の農用地開発が国によって積極的に行われだしたのは、明治政府成立以降である。北海道開発局の設置以前の国による開発の足跡をたどると、大別して表-2のように6時代に分けられる。また、図-4に明治の開拓使時代以降現在まで120年間余の耕地面積の推移を示す。

表-2及び図-4を見ながら戦前の北海道の農用地開発の足跡をたどってみ

表-2 北海道開発局設置以前の北海道開発のあゆみ

| 時代区分 | 開発の特色 | 行政官庁 | 開発計画 | 人口 | 農家戸数 | 耕地面積 |
|--------------------------------------|---------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 開拓使時代 (明治2~14年) | 士族授産 (直接保護) | 開拓使 (明治2年設置) | ①明2~4年 なし ②明5~14年 開拓使 10年計画 | 明2----5.8万人 明14----24.8万人 | — | 明5----0.3万ha 明14----1.2万ha |
| 3県1局時代 (明治15~18年) | 士族授産 (直接保護) | 札幌県、函館県、 根室県(明15設置) 農商務省北海道事業 管理局(明15設置) | なし | 明18----27.6万人 | 明19----14千戸 | 明19----3.0万ha |
| 初期北海道庁及び 北海道10年計画時代 (明治19~42年) | 開拓の基礎的 条件の整備 (間接保護) | 内務省北海道庁 (明治19年設置) | ①明19~33年 なし ②明34~43年 北海道10年計画 | 明33----98.5万人 明42----153.7万人 | 明33----99千戸 明42----149千戸 | 明30----14.3万ha 明40----42.8万ha |
| 第1期拓殖計画時代 (明治43~昭元年) | 未開地の処分 | 同上 | ①第1期拓殖計画 | 昭元---243.7万人 | 昭元---173千戸 | 昭元---78.4万ha |
| 第2期拓殖計画時代 (昭和2~21年) | 農耕適地の 開墾 | 同上 | ①第2期拓殖計画 | 昭21---348.8万人 | 昭21---225千戸 | 昭12---97.5万ha 昭21---78.4万ha |
| 戦後緊急開拓時代 (昭和22~26年) | 緊急開拓及び 食料増産 | 各省 北海道 | なし | 昭26---437.5万人 | 昭25---245千戸 | 昭26---75.5万ha |

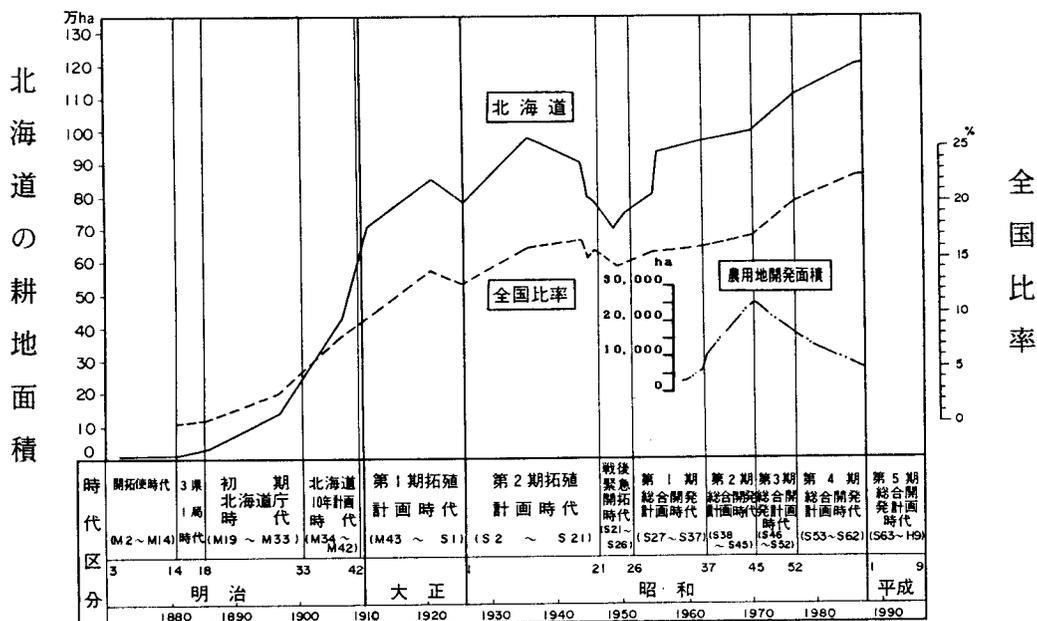


図-4 北海道の耕地面積の推移

ると、開拓使及び3県1局の明治前期には、新政府は農業試験場や官園を設けて西欧的農業技術の普及や技術者の養成が行ったり、入植初期における諸費用や資材を移住農民に給与するなど特典を与えたり、国防的意義をもった屯田兵制度による入植も進めたが、この時期の拓殖政策は移民政策がその根本であ

り、直接の目的は士族救済、帝政ロシアに対する軍事的対応にあったためか、この時期、それほど耕地面積は増えていない。

明治19年に北海道庁が発足して以降は、移民に対するこれら金品の給付などの直接的保護を廃し、道路施設、地形測量、植民地の選定調査、区画測量など開拓の基礎的条件の整備や、土地制度など入植を秩序づける制度を充実させる間接的保護の植民政策が採られ、人口も農家戸数も耕地面積も飛躍的に伸びている。現在道内各地で見られる300間四方の碁盤の目状の整然とした区画（植民区画）はこの当時形作られている。また、開拓にあたって植民地選定事業もこの頃開始されており、農耕牧畜適地の選定は昭和21年に第2期拓殖計画が終わるまで続けられ、この間403万ha余の植民地を選定している。この選定手法は戦後の緊急開拓事業の中で開拓適地調査基準として引き継がれている。

その後、第1期拓殖計画（明43～昭元年）における国有未開地の民間への払い下げ及び、第2期拓殖計画（昭2～21年）における農耕適地の造成・牛馬の充実など、政府の農用地開発重点の積極的な拓殖事業の展開に、第1次世界大戦による好況も手伝って、移民は急速に増加し、開拓地も外延的に拡大し、北海道の耕地面積は、一時昭和12年には97万5千3百haに達した。しかし第2期拓殖計画の半ばから植民政策の重点が満州に移行され、戦乱の激化とともに事業の進捗は停滞、既耕地も荒廃し、終戦時には78万ha余にまで落ち込んでいる。

戦後、外地からの引揚者の増加もあって、人口の収容と食料の確保が緊急課題となった。このような情勢に対応し、政府は「緊急開拓事業実施要領」を決定し、国内開発の第一歩を踏み出した。北海道には5カ年間に70万町歩の開墾と20万戸の入植が計画されたが、余りにも膨大な計画で、十分な調査を行う余裕がないまま実施されたのと、世情不安定、受入態勢の不備、経験不足、資材不足等が重なり、所期の成果をあげることができなかった。

しかしながら、日本経済の直面した深刻な過剰人口問題や失業問題の解決のためには、我が国唯一の未開拓の宝庫北海道への期待は依然として大きいものがあり、その後の北海道総合開発計画下における開拓事業、開拓パイロット事業、草地開発、農用地開発事業へと引き継がれ、今日の耕地面積120万ha

余、農家戸数10万2千戸の生産基盤の基礎となっている。

開拓使発足から戦後緊急開拓にいたる農用地開発の歴史の中で、畑地を主体として大規模な農地造成が急速に進められたことから、土壤侵食については早くから注目され、調査等も行われていたようであるが、これらは耕種法による土壤侵食の防止、地力増進等目的とした調査・試験⁵⁾が主で、農業土木的観点から農地保全上の課題等に関する記述等は、これと云って見当たらない。これは開発の初期には、移住者は土地条件の良いところを選んで入地できたためと思われる。後に移民が増加してきてからは、土地条件の良いところだけを選ぶのが難しくなり、こうした土地は往々にして、過湿地か泥炭地であったため、排水事業が大々的に行われている。更に戦時体制に入ってから、肥料の配給が極端に減り、地力増進目的で暗渠排水や客土が行われた例はあるが、農地保全上と云う観点とは若干目的を異にする。農地保全上の観点からは、わずかに、明治29年に奈井江村の滝川兵村の境界に50間巾の防風林を設けたと云った記録や、「植民地選定心得」に、植民地区画の設計に当たって、農耕放牧適地の林相について防風林、防霧林として存置の必要をうたっている程度である。

4、北海道の農用地開発事業の現状と農地保全対策

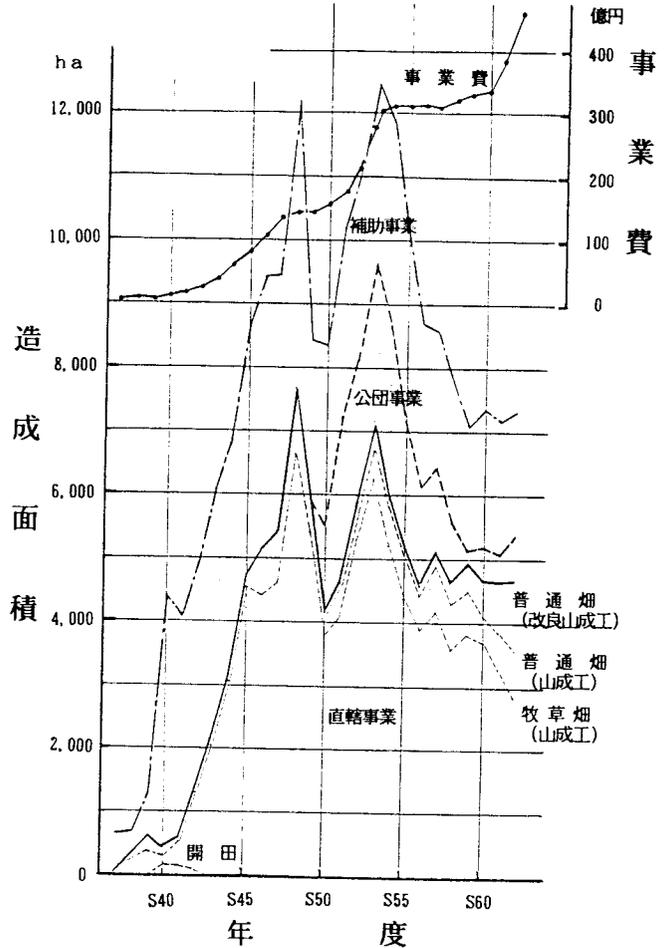
1) 農用地開発事業の推移

我が国最大の食料供給基地としての北海道農業の地位については、前述した通りであるが、国際化・輸入自由化の進展する中で、農産物価格の低迷、高齢化、離農、農地価格の下落等々、昨今の農業を取り巻く諸情勢から、農業基盤整備取り分け農用地造成の事業に対する農家の投資意欲が減退してきている。

図-5は、昭和37から62年度までの間に、国、公団並びに補助による年度別の農用地造成面積（補助の草地改良整備事業等による面積を除く）と事業費の推移を示す。この間に造成された面積は約19万6千haにおよび、うち12万3千ha余が国及び公団によって造成されており、このうち約87%の10万7千haが山成工による牧草畑及び草地である。また、改良山成工による普通畑の造成は50年より始まり、近年急激に増えてきているが約6%の1万2千ha弱に過ぎない。

次に年次別の造成経過をたどってみると、昭和36年に「農業基本法」制定

され、農業の向かうべき方向として農業生産の選択的拡大、自立経営農家の育成など示されたが、これに対応して、同年、開拓パイロット事業実施要綱が定められ、戦後復興の原動力ともなった旧制開拓事業は幕を閉じた。新しい開拓パイロット事業は、建設工事から土壌改良に至るまで一貫施工の総合補助などとして実施されたためか、昭和45年に同事業と草地開発事業が一体化され、農用地開発事業となってからも順調な予算付けにより、図のように、毎年のように造成面積は増加し、途中、オイルショック後の物価高騰により造成面積は一時減少したものの、最盛期には年1万2千ha



を越える農用地造成が行われ、しかしながら、昭和54年度以降は、財政再建のための公共事業予算の抑制策や、最近は畑作物の過剰基調等による農家の規模拡大意欲の減退や、開発敵地の奥地化などから、農用地造成は年々減少傾向にある。

図-6は昭和63年度時点における、国営農用地開発事業等の継続75、完了82地区の位置図である。図を見て分かるように黒く塗りつぶした完了地区は、草地開発が山間部に多いのを除けば、主要河川流域の平地部や海岸沿いの原野に多く分布している。一方、白ヌキの平成元年度以降継続地区は完了地区に比べて、山側の傾斜地帯に多く分布し、開発の対象地が奥地化しているのうかがえる。特に、道南（渡島・檜山・後志・胆振）は、大規模な国営事業による農地開発は後発地域であり、開発の拠点が道東（十勝・釧根）や道北（稚

内・留萌)の平野部の火山灰地や泥炭地から始まり、開田抑制以降に道南の水田地帯の丘陵部の開発に移行していった様子がわかる。

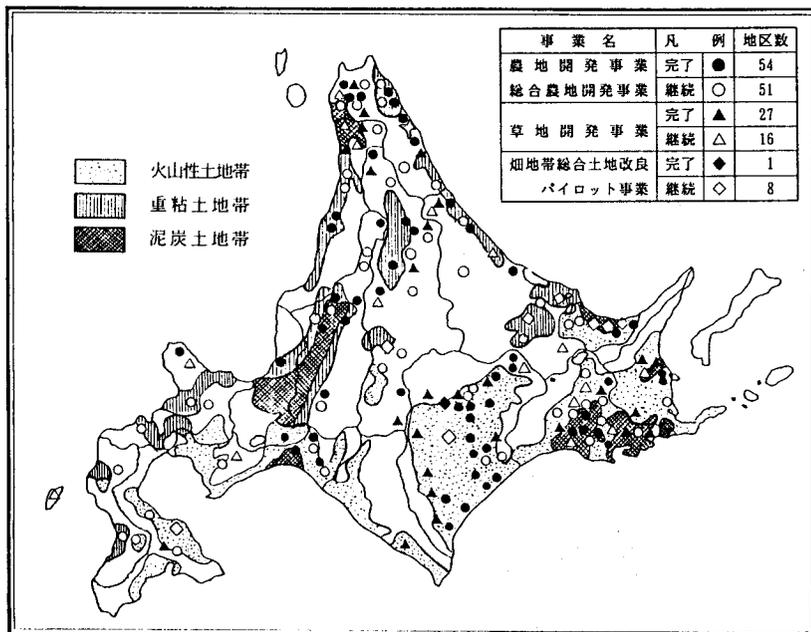


図-6 国営農用地開発事業地区の位置図

2) 農用地造成における農地保全上の課題

北海道の拓地植民の歴史の中で、もっとも重要な事業として行われたのは、泥炭地や原野の排水事業や客土事業などであり、『農地の生産力を維持保全する』と云う観点からの農地保全上の課題が取り上げられるようになったのは、最近になって、傾斜地、丘陵地の造成や改良山成工による造成が行われるようになってからであり、農用地造成が奥地化するにつれて発生の度合いが多くなっている。

農用地造成に関連して発生する農地保全上の課題を調べるために、開発局の農業土木技術者が、昭和36年から平成元年度までの29年間に、農用地開発事業関連の課題で、農業土木学会北海道支部講演会や開発局内部の研究発表会等で発表した論文・報文等を調べてみた。表-3にそのテーマ別の集計表を示す。表で見ると、全体142件中、農地保全に関する課題が50件(35%)であり、うち融雪水・融雪災害等に関するものが20件、土壌侵食・土砂流亡等に関するものが18件、法面の崩壊・安定等に関するものが7件、流出機構に関するものが5件などとなっている。

また、図-7及び図-8に年代別・事業別の論文件数及び年代別の農地保全に関する課題件数の推移を示す。両図を見てわかるように、年代別の発表件数

表-3 開発局職員による農用地開発事業関連の発表論文(S36~H 1)

| 分類 | 件数 | 内農地保全の課題 | 論文の課題の概要 | 備考 |
|--------------------|-----|----------|--|--|
| 設計・施工に関する課題 | 48 | | 施工方法(19)、簡易造成(16)、更新方法(2)、設計施工(9)、浚渫・無動力ポンプ(2) | 草地開発事業(35) 農地開発事業(改良山成)(11) 農用地開発事業(2) |
| 土壌の物理・化学性等に関する課題 | 35 | | 土壌調査・土壌構造・物理性(21)(うち改良山成関係9)、泥炭(4)、土壌動物(7)、土壌改良資材(3) | 草地開発事業(16) 農地開発事業(改良山成)(13) 農用地開発事業(6) |
| 調査計画・管理等に関する課題 | 9 | | 事業の経済性等(6)、利用管理(2)、その他(1) | 草地開発事業(8) 農用地開発事業(1) |
| 土壌侵食・土砂流亡等に関する課題 | 18 | 18 | 土壌侵食・土壌流出・土砂流亡(10)、地すべり(1)、防災対策・防災施設(3)、表土扱い(4) | 草地開発事業(5) 農地開発事業(改良山成)(10) 農用地開発事業(3) |
| 流出機構に関する課題 | 5 | 5 | 流出機構等(3)、流出量変化(2) | 草地開発事業(2) 農地開発事業(改良山成)(3) |
| 融雪水・融雪災害・排水等に関する課題 | 20 | 20 | 融雪水・融雪災害(14)、排水(3)、暗渠排水(3) | 草地開発事業(2) 農地開発事業(改良山成)(17) 農用地開発事業(1) |
| 法面前壊・安定・保護等に関する課題 | 7 | 7 | 法面前壊・法面安定・法面保護(7) | 農地開発事業(改良山成)(5) 農用地開発事業(2) |
| 計 | 142 | 50 | | |

注：本表は、開発局職員が、昭和36年度から平成元年度の間に、農業土木学会北海道支部講演会、北海道開発局技術研究発表会等で発表した論文の内、農用地開発事業関係の発表課題を集計・分類したものである。

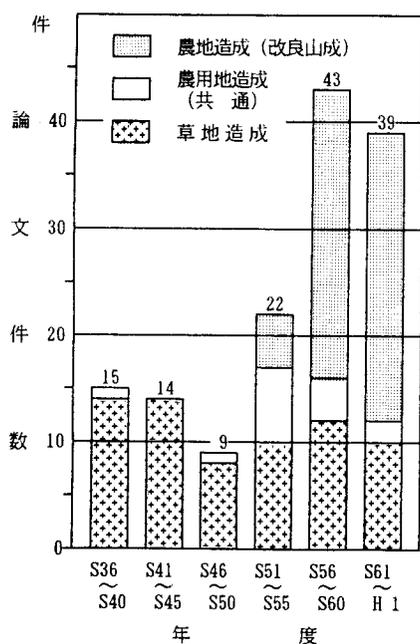


図-7 年代別事業別論文件数

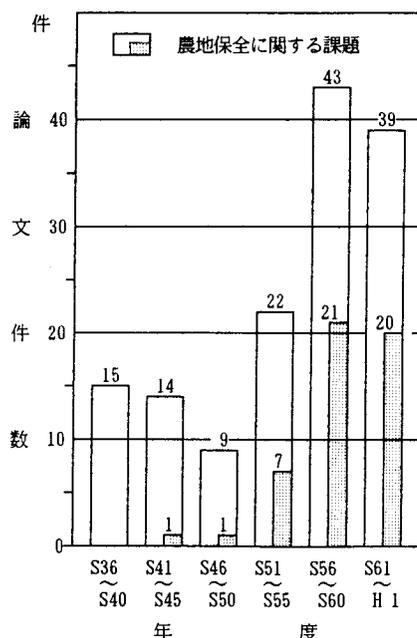


図-8 論文の内農地保全に関する課題件数

は、北海道において改良山成工による農地造成が始まった、昭和50年度代前半から急激に増えている。更に、農地保全に関する課題についても、この時期

以降富みに増加しており、最近では農用地開発事業関係の論文の半分が、農地保全関係の課題で占められている。このことから、改良山成造成に絡む農地保全対策が、農用地造成関係の事業実施の上で、最も大きな課題の一つになっていることがわかる。

図-9は、受益地のうち、現地形の傾斜が8°以下で、『土地分類調査』で侵食の危険性が小～中で、大～中型機械一貫作業にほとんど支障なしとされている土地の占める割合を、国営農地開発及び総合農地開発事業について、採択年度別に事業計画書から拾い、年度毎の平均値をプロットしたものである。なお、同図には年度毎の農地造成に占める改良山成造成面積の比率も示した。

図から傾斜条件の良い受益地が減少し、年々改良山成工法を採用する地区が増え（60年度以降その比率は50%を越えている）農地保全の重要度が増しているのがわかる。

3) 国営事業における農地保全対策の例

表-4に、現在、全道で実施中の地区のうち、地形、土壌、気象条件等から特徴的な10地区程選んで、それぞれの造成諸元、主な農地保全対策の概要等を示す。

この中で、道南に位置する相和地区は、地形が複雑・狭隘で、受益地が比較的細分化し、土性も火山灰質なことから、土壌侵食に配慮した工法（谷止工・土砂溜・法面保護・土砂扞止林等）が採用され、現在まで、農地保全にかかった費用が造成費用の4割強と高い。また、同じ道南のワイス地区は、地形も比較的緩傾斜（2～12°）で、土壌も粘性土で堅密な土層を呈しているため、2割弱程度となっている。しかしながら、図-10に示した相和・ワイス地区の農地保全費用でみると、事業の進捗につれて増加する傾向にある。造成後時間を経て、現地条件、自然条件、地域の社会的要因等により、対策が必要となる改良山成造成地区の実態が現れている。山成造成の道東・道北（泥炭地が多い）

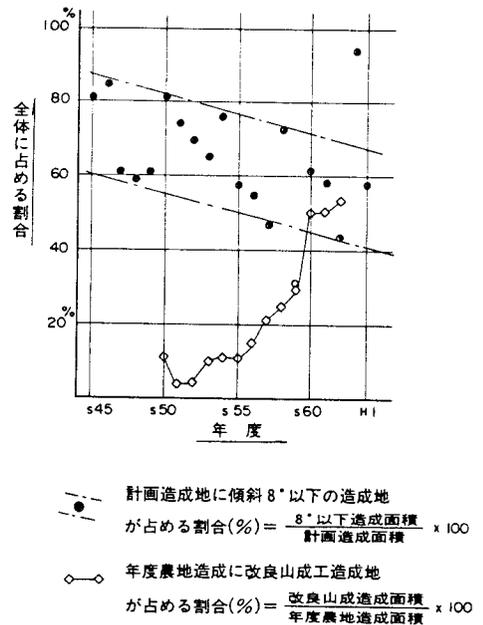


図-9 受益地の傾斜条件と改良山成工面積比率の推移

表-4 国営事業における農地造成の諸元と農地保全対策事例

| 地域 (地区名) | 農地造成の諸元 | | | | | 主な農地保全対策等 |
|-----------------------------|--------------|-------|------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| | 利用形態 | 造成工法 | 圃場規模 | 運土量 | 造成費 | |
| 道南 (相和・五厘沢) | 普通畑 | 改良山成工 | 2~4 ha | 12,000 m ³ /ha ~ 20,000 | 6,000 千円/ha ~ 10,000 | 除礫・法面保護・土砂溜・土砂杆止林・ 農地管理(農家対応) |
| 道央・道東 (春日・稲穂) | 普通畑 | 改良山成工 | 2~5 ha | 15,000 m ³ /ha ~ 20,000 | 7,000 千円/ha ~ 8,000 | 客土・湧水処理・法面保護・土砂溜・ 土砂杆止林・農地管理(農家対応) |
| 道北・道東 [サロベツ第1 浜頓別・西別] | 牧草畑 (泥炭地) | 山成工 | 2~7 ha | — | 600 千円/ha ~ 1,500 | 暗渠排水・客土・埋木処理・排水路・ 沈殿池(赤水対策)・沈砂池 |
| 道東 (小清水・斜里) | 普通畑 | 改良山成工 | 3~5 ha | 15,000 m ³ /ha ~ 17,000 | 5,000 千円/ha ~ 7,000 | 圃場排水・法面保護・土砂杆止林・ 土砂溜・農地管理(農家対応) |
| 道東 (更別・北門) | 普通畑 牧草畑 | 山成工 | 2~5 ha 5~7 ha | — | 800~900 千円/ha 700~800 | 暗渠排水・除礫・客土・土壌改良 暗渠排水・中小排水 |

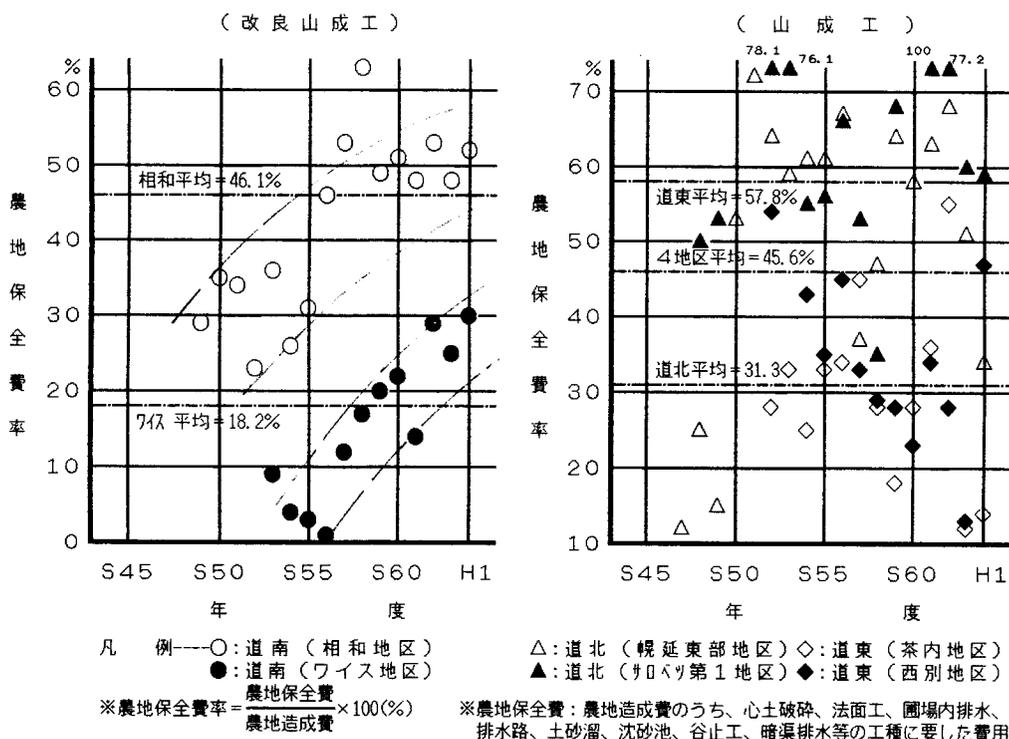


図-10 農地造成費に占める農地保全費の割合

の4地区についても同様の解析を行い、同図に示したが、現在までかかった農地保全費の率は、4地区平均で約45%と高く、年次によりバラツキが大きいとされている。これは、山成造成地においては、承水路や暗渠等による排水対策が主に行われているが、土地改良の目的と、土壌侵食防止・地力維持等と云った

農地保全上の目的の部分、厳密に分離できないので、農地保全費の中に含めて解析したためと、改良山成に比べて全体造成費が小さいためと考える。

個々の農地保全対策についての記述は避けるが、最近の対策の特徴としては、漁業関係者との調整から、泥炭地の開発によって発生する鉄分等の汚濁水（赤水）処理ため、造成地の流域下流に、相当規模の沈殿池を設けた例や、同じく漁業との調整と、火山灰質の土壌条件から、造成工事着手前に流域下流に、沈砂池を設けた事例や、計画当初から、漁業に対する配慮や地域全体が鳥獣保護区の指定を受けていたため、草地造成に際しても、極力立木を残したり、造成地下流の沢に本格的な谷止工を配した事例など、造成に伴う災害の未然防止の観点からも、それぞれの圃場に接近して小さな沈砂池を設けるよりは、流域全体を配慮した防災施設的な対策の実施も求められている。

また、ユニークであるが最も基本的な農地保全対策の例として、道東のある地区では、火山灰性土で大区画の改良山成造成畑が多いため、『自分の財産は自分の手で（守ろう！）』をキャッチフレーズに、①日常の維持管理として、承水路、排水路、シュート工、沈砂池等の土砂上げ・草刈り・秋起し等や、②融雪時における管理として、水による被害が融雪時に集中し、早期発見と応急対策が被害を最小限にすることから、見回り、応急措置、融雪材の散布方法等をパンフレットにし、農家引渡しに際し配布し効果を上げている。

更に最近では、農村景観や環境面に配慮し切土法面の植生や、盛土法面の保全と有効利用の観点から、カラ松やライラック（切花としての収益性）などを、試験的に植栽する動きがあり、農地保全、景観、収益面上有効な樹種の開発と、農家の適度な負担で実施できるよう制度面の改善が待たれる。

5、今後の北海道の農地保全の方向

最近の農業・農村を巡る諸情勢から、農村の活性化が急務となっており、一方、国民経済的な視点から、農業・農村の持つ多面的な機能・役割に対する期待が年々高まっている。このような状況から、周知のように、平成元年度より従来の国営農地開発事業が廃止され、新たに、既耕地の整備（区画整理）を主体として、農村地域の土地利用の再編等により、総合的に地域の活性化を図る国営農地再編パイロット事業に生まれ変わったところである。

したがって、今後の北海道の農地保全の方向を考えると、農地の生産性維持と安定性確保といった位置付けだけでなく、農地・農村地域が持っている水源かん養・洪水調節・土砂流出防止と云った国土の保全機能や、自然味豊かな農村地域の環境・景観・自然生態系及び、流域・海域 などにも配慮した保全対策が求められるものと考ええる。幸い新しい農地再編パイロット事業では、併せ行う農地保全整備事業や、ため池等整備事業が実施できることとなっており、従来以上に充実した農地保全対策が可能となる。受益農家のみならず、地域住民や農村を訪れる都市住民にも親しまれる事業展開が考えられる。

また、農地保全整備事業、地すべり対策事業、海岸保全施設整備事業など農地保全を目的とする補助事業もあるが、これら農地保全関係を含む農地防災事業予算は、近年充実されてはきているが、北海道農業基盤整備費の3%程度と小さく、今後、既耕地の有効活用を主に規模拡大・生産性の向上を図らなければならない状況から、これら事業への期待は益々大きくなると思われる。

こう云った事業面での対策のほか、積雪寒冷地である北海道では春先の融雪時の造成地等の被害に対し、前述の例のような農家自身の手による日常の維持管理の普及や、堆肥等の投与による土壌構造・耐侵食性の改善、防災連絡体制等のソフト面の整備等も重要となろう。

いずれにしても、先輩達が並々ならぬ努力で築いたこの120万ha余の優良農地を守り、更にこれを有効活用し、明日の北海道農業の発展のために、農地保全のなすべき役割は大きい。

5、おわりに

以上、北海道の農地保全対策について、国営農用地開発事業を主体にごく概括的に私見を述べた。本文を纏めるにあたり、(財)北海道土地改良設計技術協会の坂田参事、各開発建設部等より多数の資料の提供を頂いた。ここに心から御礼申し上げる。

< 参 考 文 献 >

- 1) 北海道農政部編纂：北海道農業の動向（平成元年度版）30P、31P、34～37P、71P
- 2) 北海道農政部編纂：北海道農業統計表（平成元年度版）2P、3P
- 3) 北海道開発局官房総務課編纂：職員のおしり（平成元年度版）1P～16P
- 4) 北海道開発局官房総務課監修：北海道開発局35年史（昭和62年3月発行）222P～224P
- 5) 梅田安治：北海道における土壌侵食研究のながれ（I）、報文集（第3号）51～54P
- 6) 北海道開発局農業開発課編纂：農用地再編開発事業の概要（平成元年度版）

北海道の土壌と農地保全上の課題

北海道開発局開発土木研究所

石渡 輝夫

北海道の開拓の歴史は約120年に過ぎないが、現在の耕地面積は約120万haであり、この間のかい廃面積を考慮すると、約150万haの山林や原野に開拓の鍬が入れられたと考えてよいであろう。北海道では戦後、一貫して造成面積がかい廃面積を上回っているが、全国的には、昭和30年代以降、後者が前者を上回っている。

北海道は寒冷・積雪という特殊な気象条件に加えて、火山灰土、重粘土および泥炭土など肥沃度の低い土壌が広く分布する。このため、農地保全上の課題も複雑多岐にわたっている。そこで、まず、北海道の土壌を概説し、次いで、農地保全を巡る諸課題を、土壌学的観点から紹介してみたい。

1 北海道の土壌：種類、分布および性状

北海道は寒冷な気候に加え、火山が多いことなどの自然条件を反映し、粗粒火山灰土、火山性土、重粘土および泥炭土など、理化学性が不良のため、何らかの改良を要する土壌が広く分布している。北海道農牧地土壌分類第2次案によると、北海道の農牧地土壌は、中分類で24土壌に分類される(表1)。この表で*印を付した土壌は何らかの排水対策を要する湿性土壌である。以下、北海道の土壌を粗粒火山灰土、ろ土を含む火山性土、重粘土、泥炭土および低地土に大別してその特性を概説する。

北海道の農牧地および農牧適地(現在は未耕地であるが、将来耕地化の可能性があると考えられる土地で、傾斜は概ね15度以内、標高は400-500m以下の土地)は272千haである¹⁾。このうち、農牧地として利用されているのは、約120千haであり、その土壌別内訳は表2のようである²⁾。地域によって各土壌の分布割合は大きく異なる。

土壌の物理性は土壌の保水性や排水性に大きく関係し、土壌保全との係わりも深い。そこで、各土壌(畑地)の2、3の物理性を、特異な性状を有する砂

表1 北海道の土壌の対比表

| No | 中分類土壌名 | 湿性 | 土壌名 | No | 中分類土壌名 | 湿性 | 土壌名 |
|----|------------|----|---------------------------------|----|---------|----|--|
| 1 | 残積未熟土 | | 粗粒火山灰土 火山性土 ろ土 重粘土(一部) | 13 | 酸性褐色森林土 | | 重粘土(一部) 典型的重粘土 重粘土(一部) 重粘土(一部) 泥炭土 |
| 2 | 砂丘未熟土 | | | 14 | 疑似グライ土 | * | |
| 3 | 火山放出物未熟土 | | | 15 | グライ台地土 | * | |
| 4 | 湿性火山放出物未熟土 | * | | 16 | ポドソル | | |
| 5 | 未熟火山性土 | | | 17 | 赤色土 | | |
| 6 | 湿性未熟火山性土 | * | | 18 | 暗赤色土 | | |
| 7 | 褐色火山性土 | | | 19 | 褐色低地土 | | |
| 8 | 黒色火山性土 | | | 20 | 灰色低地土 | * | |
| 9 | 湿性黒色火山性土 | * | | 21 | グライ低地土 | * | |
| 10 | 厚層黒色火山性土 | | | 22 | 低位泥炭土 | * | |
| 11 | 湿性厚層黒色火山性土 | * | | 23 | 中間泥炭土 | * | |
| 12 | 褐色森林土 | | | 24 | 高位泥炭土 | * | |

表2 北海道の農牧地面積と土壌別内訳 (%) 1.2)

| 土壌の種類 | 農牧地および農牧道地 | 農 牧 地 | | | | | | | | | |
|---------|------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 合計 | 石狩 | 空知 | 胆振 | 日高 | 渡島 | 檜山 | 後志 | 上川 | 留萌 |
| 面積(千ha) | 2722 | 1152 | 43 | 122 | 34 | 40 | 29 | 21 | 39 | 109 | 36 |
| 粗粒火山灰土 | 8.1 (1.6) | 4.9 (0.9) | 14.3 | 2.0 | 57.0 | 30.7 | 28.2 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 火山性土 | 32.1 (3.9) | 32.7 (6.9) | 4.7 | 2.5 | 9.9 | 28.2 | 29.4 | 28.3 | 24.8 | 1.3 | 0.0 |
| 酸性褐色森林土 | 13.7 (0.0) | 12.5 (0.0) | 2.7 | 7.9 | 5.4 | 5.0 | 0.7 | 14.1 | 31.2 | 29.0 | 14.9 |
| 典型的重粘土 | 6.1 (6.1) | 8.1 (8.1) | 8.9 | 16.3 | 0.3 | 0.3 | 0.0 | 0.7 | 3.9 | 12.2 | 5.7 |
| 泥炭土 | 8.8 (8.8) | 8.5 (8.5) | 35.9 | 20.7 | 0.0 | 5.1 | 5.7 | 10.1 | 3.1 | 8.3 | 16.6 |
| 低地土 | 28.7(12.6) | 32.6(17.0) | 32.2 | 50.2 | 27.0 | 30.0 | 35.4 | 45.7 | 36.2 | 45.5 | 61.8 |
| その他 | 2.5 (0.0) | 0.7 (0.0) | 1.3 | 0.4 | 0.4 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 3.7 | 1.0 |

| 土壌の種類 | 農 牧 地 | | | | |
|---------|-------|------|------|------|------|
| | 宗谷 | 網走 | 釧路 | 根室 | 十勝 |
| 面積(千ha) | 56 | 166 | 91 | 108 | 257 |
| 粗粒火山灰土 | 0.0 | 3.3 | 2.4 | 0.0 | 0.0 |
| 火山性土 | 3.9 | 20.1 | 73.9 | 94.2 | 49.2 |
| 酸性褐色森林土 | 25.4 | 25.8 | 0.1 | 0.0 | 7.7 |
| 典型的重粘土 | 26.9 | 14.1 | 0.0 | 0.0 | 5.3 |
| 泥炭土 | 17.1 | 4.6 | 4.1 | 2.8 | 4.1 |
| 低地土 | 24.9 | 31.5 | 19.4 | 3.0 | 33.6 |
| その他 | 1.8 | 0.6 | 0.1 | 0.0 | 0.1 |

()内は湿性土壌の比率
酸性褐色森林土は中分類のNo.12と13の合計
典型的重粘土 は中分類のNo.14と15の合計

表3 土壌の物理性(既耕地深さ30cmの平均) 3)

| 土壌の種類 | 点数 | 腐植含量 (%) | 容積重 (g/cm ³) | 砂含量 (%) | 粘土含量 (%) | 孔 隙 分 布 (vol) | | | | |
|---------|-----|----------|--------------------------|---------|----------|---------------|---------|---------|---------|--------|
| | | | | | | p F | | | | |
| | | | | | | 1.8以下 | 1.8-3.0 | 3.0-4.2 | 1.8-4.2 | 4.2 以上 |
| 粗粒火山灰土 | 20 | 3.7 | 0.95 | 78.2 | 7.6 | 14.4 | 12.8 | 13.1 | 25.9 | 21.3 |
| 火山性土 | 137 | 9.3 | 0.98 | 53.3 | 15.9 | 13.6 | 14.1 | 14.9 | 29.0 | 24.3 |
| 酸性褐色森林土 | 81 | 6.0 | 1.09 | 42.5 | 26.2 | 10.8 | 8.2 | 9.0 | 16.9 | 28.0 |
| 典型的重粘土 | 47 | 5.7 | 1.14 | 35.3 | 30.8 | 8.7 | 6.6 | 10.7 | 17.4 | 28.3 |
| 泥炭土 | 29 | - | 0.40 | - | - | 16.4 | 14.8 | 16.9 | 31.9 | 31.1 |
| 低地土 | 82 | 6.1 | 1.05 | 52.9 | 19.2 | 13.9 | 10.1 | 11.0 | 20.9 | 24.1 |
| 砂丘未熟土 | 4 | 2.0 | 1.33 | 90.0 | 4.8 | 21.6 | 8.7 | 5.8 | 14.5 | 13.8 |

丘未熟土の値とともに表3に示す³⁾。土壌によって、その性状は大きく異なる。

1) 粗粒火山灰土

全体の5%を占める粗粒火山灰土は駒ヶ岳、樽前山、有珠山あるいはカムイヌプリ岳からの噴出時期の新しい未風化な火山灰を母材とし、腐植質表層に乏しい軽石砂礫層からなり、噴出源に近いほど粗粒となる。性状の異なるテフラが累層していることもある。粗粒火山灰土は火山性土に比べ、腐植含量は低く、砂含量は高く、粗孔隙量($<pF1.8$)が多く、透水性の高い土壌である。また、易有効水分孔隙量($pF1.8-3.0$)も重粘土や低地土に比べ多く、保水性の乏しい土壌ではない。なお、未風化な粗粒火山灰土は易有効水分孔隙量に乏しい。粗粒火山灰土層があまり厚くなく、肥沃な下層土が浅い位置から出現する場合は、下層と混合し(混層耕)、あるいは粗粒火山灰層からなる作土と肥沃な下層土を反転させ(反転客土)、改善を行っている場合が多い。細粒質土の客土が行われる場合も多い。

2) 火山性土

火山性土は、火山灰を母材とする土壌で、粗粒火山灰土よりも風化・土壌化の進んだ土壌であり、全体の33%を占める。主に道東や道南に分布する。火山性土のうち、黒色土層の厚いろ土(厚層黒色火山性土および湿性厚層黒色火山性土)が全体の7%を占める。未熟火山性土と湿性未熟火山性土を除き、磷酸要求度の高い土壌であるため、肥料の潤沢でない時代には特に生産性の低い土壌であった。軽しような火山性土は風食を受け易い。湿性な火山性土は7%を占める。性状の異なる土層が累層する場合には混層耕、反転客土あるいは心土肥培耕(化学的に不良な心土(約25-50cm)に、石灰や磷酸資材を投入して、心土を改良する)などが行われる。

3) 重粘土

重粘土は火山灰土や泥炭土と異なり、昔より明確な定義を与えられていない。中分類の褐色森林土、酸性褐色森林土、疑似グライ土、グライ台地土、赤色土および暗赤色土は、台地あるいは丘陵地に分布する土壌であり、台地土と総称されることもある。分布面積は酸性褐色森林土と疑似グライ土が他の土壌に比べ圧倒的に多い。台地土のうち、疑似グライ土とグライ台地土の全てと、他の4土壌のうち細粒質な土壌が重粘土に該当しよう。湿性を示す疑似グライ土と

グライ台地土は典型的な重粘土であり、全体の8%を占める。この土壌は細粒質な段丘堆積物を母材とした物が多い。一般に表土は腐植に富むが薄く、心土は堅密な塊状、柱状あるいはカベ状構造を呈し、強粘質な土壌である。容積重が大きく、粘土含量も高い。粘性が強く堅密であり、粗孔隙量が少なく、水はけが悪いため、降雨時や融雪時に過湿になり易く、表面流出が発生しやすい。また、粘着性が強く、トラクターのタイヤや作業機に土壌が付着し易い。一方、一度乾くと、石のように硬くなり、耕耘が困難になる。易有効水分孔隙量も少なく、保水性が小さいため、乾燥期には干害を受け易い。重粘土は主に、道央や道北に分布する。客土、心土破碎あるいは暗渠などの土地改良が行われる。なお、細粒質であっても、低地土は重粘土に含めない。

4) 泥炭土

泥炭土は地下水位の高い環境で生育した湿地植物の遺体堆積物よりなる有機質土である。構成する植物遺体により低位泥炭土（ヨシ、スゲあるいはハンノキなど）、中間泥炭土（ヌマガヤ、ホロムイソウおよびワタスゲ）および高位泥炭土（ミズゴケ類やツルコケモモなど）に細分される。この順に、鉍質分含量が少なくなる。火山灰や氾濫による土砂を狭在させることが多い。容積重が小さい事もあって、粗孔隙量、易有効水分孔隙量および非有効水分孔隙量も多い。全体の9%を占める。道内各地の低平地に分布するが、サロベツ原野、釧路湿原および石狩川流域に広く分布する。地下水位が高いため、排水がまず必要とされる。排水により、地下水位が低下するが、これに伴い、脱水収縮や有機物の分解が進行し、地盤沈下が生ずる。地耐力の増強と、鉍質分の補給のため、鉍質土の客土が行われる。また、一般に強酸性を呈するため、石灰資材により酸性矯正が行われる。

5) 低地土

低地土は主に、河川流域の低地に分布し、全体の 33%を占める。地下水位の影響により、約 17%は排水対策が必要とされる湿性な土壌（灰色低地土およびグライ低地土）である。一般に、他の土壌に比べ、肥沃な土壌である。

2 侵食の実態

北海道における土壌侵食の発生する地域や条件は表4のようにまとめられる

4)。道南や道央の傾斜地では春先の融雪時および夏・秋期の多雨時に水食の発

表4 北海道における土壌侵食の種類⁴⁾

| 侵食の種類 | 気象条件 | 土壌条件 | 地形条件 | 農業形態 | 地域 | | | | |
|-------|--------------|--------------|----------------|------------|----|----|----|----|---|
| | | | | | 道南 | 道央 | 道東 | 道北 | |
| 水食 | 融雪 降雨 | 多雪 多雨 | 火山性土 ~非火山性土 | 傾斜 | 畑作 | ◎ | ◎ | ○ | ○ |
| | 融凍 | 冬季積雪少 気温低 | 火山性土 | 緩傾斜 ~傾斜 | 畑作 | | | ◎ | |
| 風食 | 春期降水少 吹風強 | 火山性土 | 平坦 ~傾斜 | 畑作 | | | ◎ | | |

生が見られる。一方、道東では、春先の融凍・融雪時の水食だけでなく、軽しよう火山性土地帯では、4-5月の乾燥期に風食の発生が見られる。

北海道の畑地（普通畑、牧草畑および樹園地）は内地に比べ平坦地の割合が高い⁵⁾が、道央や道南ではかなりの傾斜畑地が分布する（表5）。8°以上の畑地面積の割合と畑地面積に対する侵食発生面積の割合⁴⁾の関係を図1に示す。

表5 支庁別の畑地の傾斜別面積割合(%)⁵⁾

| 区分 | 傾斜区分 | | |
|-----|-------|-------|-------|
| | 8°未満 | 8-15° | 15°以上 |
| 全国 | 74.5 | 15.7 | 9.8 |
| 北海道 | 90.0 | 9.2 | 0.8 |
| 上川 | 70.5 | 28.0 | 1.5 |
| 檜山 | 78.9 | 17.5 | 3.6 |
| 胆振 | 79.6 | 20.3 | 0.1 |
| 留萌 | 80.3 | 19.7 | 0.0 |
| 後志 | 84.0 | 15.7 | 0.3 |
| 空知 | 85.0 | 12.8 | 2.2 |
| 網走 | 85.2 | 11.3 | 3.5 |
| 十勝 | 90.8 | 9.2 | 0.0 |
| 日高 | 91.9 | 8.1 | 0.0 |
| 渡島 | 92.7 | 7.3 | 0.0 |
| 石狩 | 98.6 | 1.4 | 0.0 |
| 釧路 | 98.9 | 1.1 | 0.0 |
| 根室 | 100.0 | 0.0 | 0.0 |
| 宗谷 | 100.0 | 0.0 | 0.0 |

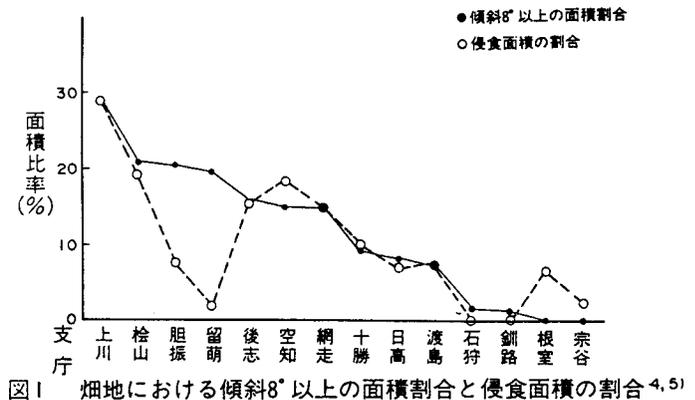


図1 畑地における傾斜8°以上の面積割合と侵食面積の割合^{4,5)}

胆振、留萌および根室支庁管内を除き、かなり良く一致している。胆振支庁管内では浸透能の高い粗粒火山灰土が大半を占めるため、傾斜地の割合が高いにもかかわらず、侵食が発生しにくいのであろう。根室支庁管内では、軽しよう

な火山性土が大部分を占め、かつ土壌凍結は道内で最も深い。凍結した土壌は4-5月に表層と下層の両方から融凍し、中間の凍結土層は不透水層として、存在する。このため、春先に融凍した表層の、水分含量の高い土壌はわずかな傾斜によって、泥水となって、流下する。このような理由により、この管内での侵食面積の割合は傾斜地の面積割合に比し、高いのであろう。留萌支庁管内では傾斜面積の比率に比較し、侵食面積の比率が低い、その理由は明かではない。また、道東や道北では、傾斜面積の比率が低いことだけでなく、牧草地の割合が高いことも、侵食面積の割合が低いことに寄与しているであろう。

このように土壌侵食は傾斜と密接な関係があるばかりでなく、地域の土壌条件や気象条件などにも影響されることを示している。

3 風食の実態

上述のように北海道の風食被害は主に、春先の4月から6月にかけての乾燥期に、十勝地域や北見あるいは網走から斜里にかけての軽しような火山性土の畑作地帯で、海風ではなく、主に山系からの吹き下ろし風により発生している。この時期は畑作物の作付直後であるため、風食による被害は土壌の飛散や堆積による種子や幼植物の洗掘、飛散、埋没あるいは損傷だけでなく、養肥分に富む肥沃な作土が失われて、地力の低下にもなる(図2)⁶⁾。このことによる収量減や品質低下だけでなく、二重労働により再播や補植を行っても、作期の短縮による収量減や品質低下も招いている。

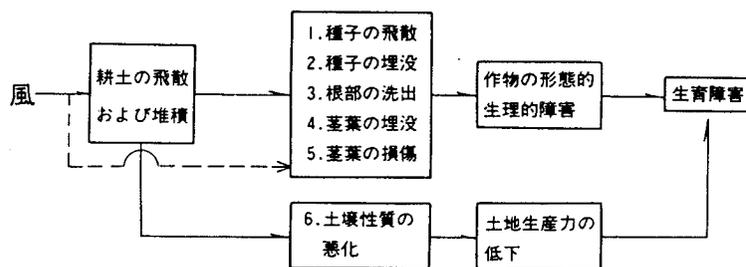


図2 風食による作物被害の発生機構⁶⁾

乾性な褐色火山性土は湿性厚層黒色火山性土や褐色低地土よりも風食を受け易い⁷⁾。風食発生地の土壌の土性は主に、中粒質から粗粒質なものである。風

洞実験によると、飛土量は細粒子（粒径105 μ 以下）が最も少なく、中粒子（粒径組成105-840 μ ）は低土壌水分条件では多いが、土壌水分の増加に伴い減少する。そして、大粒子（840-2000 μ ）は土壌水分の影響を余り受けないとされ⁸⁾、先の土壌特性と矛盾しない。

風食防止対策として、1)土壌表面の処理、2)風速の抑制、3)土壌水分の増大の3項目が考えられる。土壌表面の処理としてはマルチングや鎮圧あるいはベントナイトや土壌安定材などの資材の客入などがあるが、これらはあまり行われていない。風食による飛散土量は、不耕起<秋耕起<春耕起の順であり、耕起直後が最も風食を受け易いため、春先の圃場を裸地にしないような輪作体系の導入や耕種管理が望まれる⁷⁾。

風速の抑制策としては、防風林や防風ネットの設置あるいは前作の刈株の残置などがある。北海道では過去において防風林がかなり設置されたが、圃場の拡大や営農の効率化などのために、防風林は伐採されつつある。しかし、風食被害などを抑制するため、適正な耕地防風林の確保とその計画的な更新植樹の必要性が、再び指摘されてる⁷⁾。

土壌水分の増大のために、かんがいが必要である。強風時には表層約数mmの土壌のみが強く乾燥して飛散する。そして、元の地表面の土壌の下層土が新たに表層土壌となり、乾燥し飛散する。このため、強風のもとで、地表面土壌を常に湿らせるためのかんがいが必要とされる。このため、一般的なかんがいは異なった給水計画で、上記の地域の風食防止のためのかんがいが計画・実施されている。

4 傾斜畑土壌の性状^{9,10)}

北海道の主要な畑地帯は大部分が開墾の容易な火山性土地帯であり、開拓されてから半世紀以上を経過した圃場も多い。傾斜地畑土壌の細密調査によれば、土層の厚さは稜線部では極めて薄く、作土直下から礫層が存在するが、低地に向かって急速に厚くなり、低地周辺の傾斜変換部に作土の厚い所が認められる（図3）。有機物含量や有機物集積量もほぼ同様な傾向を示している。土壌の侵食度合を示す¹³⁷Cs濃度（¹³⁷Csは主に1950-60年代の核実験によって、空中に放出され、降下し、地表に供給されて、土壌粒子に強く吸着される。したが

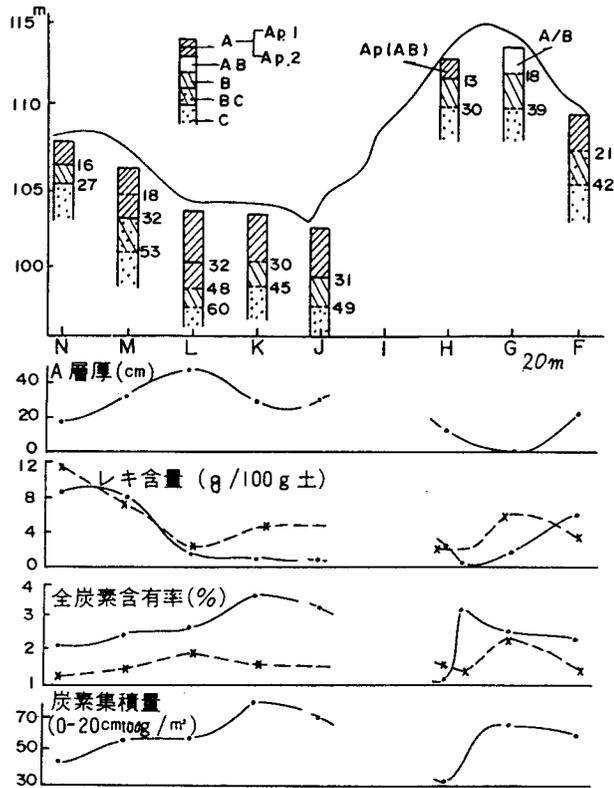


図3 地形断面と土壤特性変化(———表層土¹⁰⁾
 -----x-----下層土)

つて、この濃度分布は、侵食による土壤粒子の再分配状況を検討する手段として用いられる)も同様な傾向である。これらの結果は傾斜の土壤生成に及ぼす影響だけでなく、稜線部および上部緩斜面の土壤が、侵食や耕起碎土作業などの農作業による作土(表土)の下方送りにより、劣化していることを示している。このため、このような畑地では地形による作物の収量差が顕著となり、表土の薄い斜面上部での収量はかなり低く、一部では作付放棄されている部分もある。このような圃場では傾斜改良を行うとともに、表土扱いにより、表土を均一にまき戻すことが農家より要望されている。したがって、北海道の傾斜畑土壤については改良山成工(層厚調整工)による基盤整備も含めて総合的な土地保全策を講ずる必要がある。

なお、火山碎屑物を母材とする土壤地帯の一部地域では、表土の腐植含量の高い斜面下部において、麦類などのCu欠乏の発生が認められている¹¹⁾。このような地形要因と土壤母材要因が錯綜した課題も近年明かにされている。

5 農地の造成と保全

1) 造成時の課題

農地の造成は農作物の生育基盤を作るための自然の改造であり、この改造の良否は造成農地の性状に大きく影響する。したがって、農地保全は造成計画・作業の段階からはじまるといえる。

表土に対する水の浸透能は林地>採草地>畑地>放牧地>裸地の順序である(図4)¹²⁾。浸透能以上の水は表

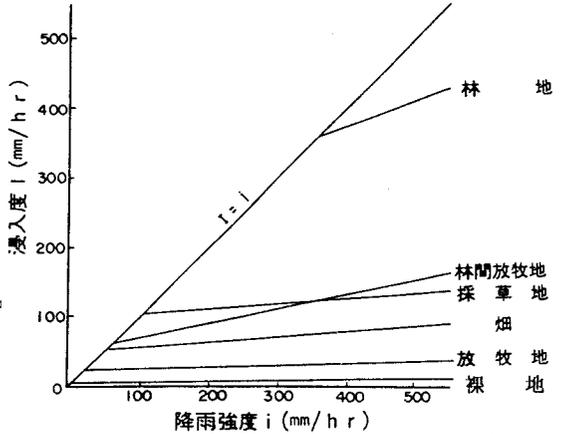


図4 浸入度と降雨強度の関係¹²⁾

面流出する。したがって、土壌侵食は造成直後で地表面が裸地の場合にその程度が大きい。傾斜8度の褐色火山性土地における、抜根状態(抜根区)と排根整地状態(排根整地区)でのスプリンクラーによる人工散水(4段階)の結果によると、流出水中の土量は抜根区で排根整地区より多いかほぼ等しいが、流出強度は後者で前者より明かに多い(図5)¹³⁾。このため、流出水中の土量

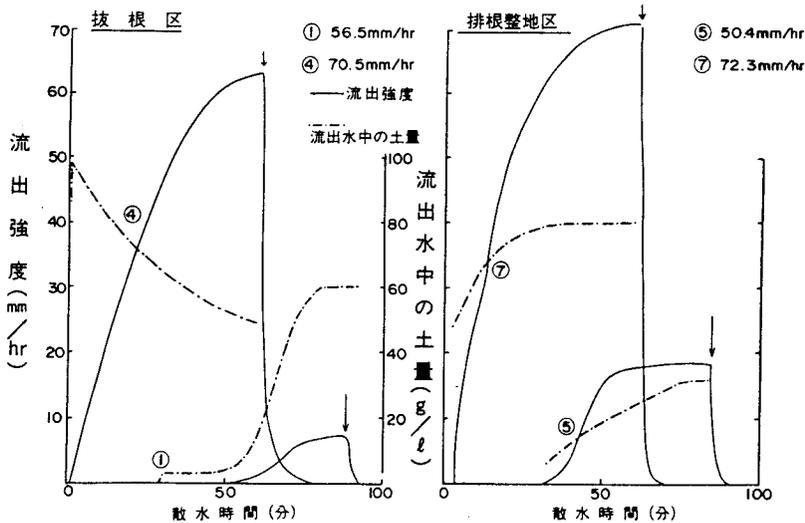


図5 流出強度および流出水中の土量の推移¹³⁾

と流出強度の積である流出土量は排根整地区で抜根区を上回っている。これは、排根整地時の土壌の圧縮あるいは土壌構造の破壊により浸透能が低下したことによるものと考えられる。

流出にともない、流出土の腐植含量は減少し、土壌粒子はある程度まで粗粒化しており（図6）¹³⁾、養肥分が多く、養肥分保持力の大きな土壌粒子からまず流出することを示している。このような流出土の質的変化は流出しないで残った耕地土壌の劣化を示唆しており、侵食を抑制することが重要である。

当然のことではあるが、土壌侵食防止の観点から、多雨時の造成を回避するとともに、造成時には、長期間の裸地状態での放置は極力回避すべきであろう。浸透能を高めることは土壌侵食抑制のために有効であり¹⁴⁾、排根整地後の心土破砕施工は侵食防止に有効であろう。

土壌侵食の発生は侵食された圃場の地力低下を招くだけでなく、侵食された土壌により、下流側の水系を汚濁し、さらに、圃場外の水路や道路などに土砂を堆積させ、環境破壊にもつながる。したがって、侵食の発生し易い圃場では、その周囲や中に原植生からなる緑地帯などを造成時に残し、土壌や溶解成分をそこで捕捉すること¹⁵⁾も、より豊かで、永続的な農地環境を創出・保全するために、必要であろう。

2) 改良山成工造成畑の課題

近年、北海道においても、農地造成対象地の地形は複雑化、急傾斜地化するだけでなく、大型機械による営農等のため、平坦で大区画の圃場の要望が高まっている。このため、最近の農地造成では、平坦な湿地の比率が減少したことを反映して、暗渠を要する比率が減少する反面、改良山成工造成の比率が急増し、造成地の過半を占めるようになってきている（図7）¹⁶⁾。改良山成工では、障害物処理作業や播種床造成作業だけでなく、その間の表土扱いの運土行程や切盛土作業による基盤造成にも大型機械が用いられる。さらに、造成基盤の安定性を確保するための盛土作業は、作物培地として望ましいものではないが、

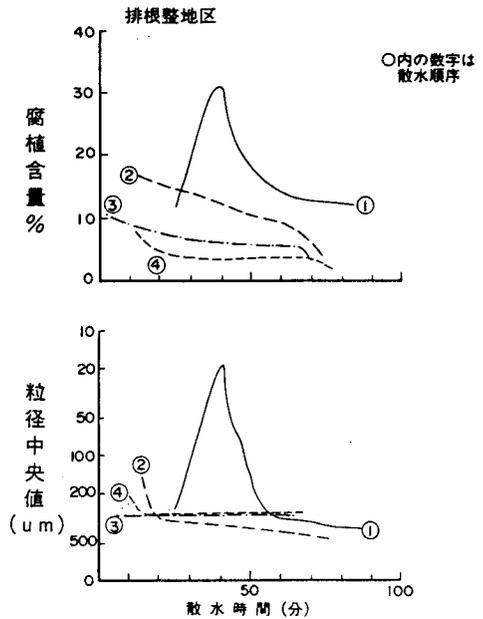


図6 流出土の腐植含量と粒径中央値の推移¹³⁾

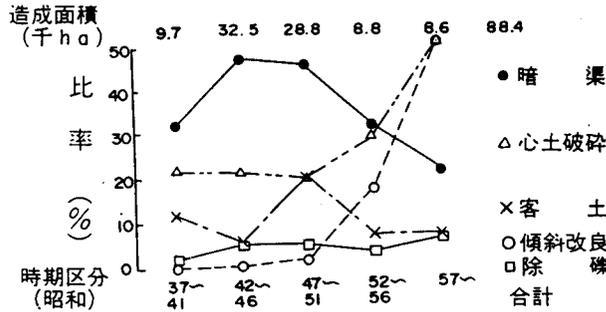


図7 造成面積に対する要土地改良面積比率の推移¹⁶⁾

締め固め作業としての要素も強い。このため、これら作業の影響は造成畑の性状にも反映されており、表土扱いによりかなり均一な作土層が創出される反面、表面流出ひいては土壌侵食にも影響する変化が生じている。

まず、土壌の孔隙分布と浸透能（シリンダー法によるベーシック・インタークレート）の造成にとともなう変化を見てみたい。表土戻し直後の作土では未耕地の表土や既耕地の作土に比べ、粗孔隙量や易有効水分孔隙量が大幅に少ない（表6）¹⁷⁾。耕起砕土作業により粗孔隙量はかなり回復するが、易有効水分

表6 未耕地、山成畑および改良山成造成畑の孔隙分布¹⁷⁾

| 圃地 | 地点 | 層位 | 深さ (cm) | 孔隙分布 (vol) | | | | 容積重 (g/cm ³) | |
|--------|----------|----------|---------|------------|---------|---------|-------|--------------------------|------|
| | | | | p F | | | | | |
| | | | | 1.8以下 | 1.8-3.0 | 3.0-4.2 | 4.2以上 | | |
| A | 未耕地 | A 1 | 0-20 | 15.7 | 5.7 | 11.7 | 27.0 | 0.98 | |
| | | B 2 | -32 | 8.1 | 5.5 | 12.0 | 30.5 | 1.13 | |
| | 山成畑 | A p | 0-20 | 25.3 | 3.6 | 10.9 | 21.1 | 1.01 | |
| | | B 2 | -40 | 8.1 | 1.2 | 10.1 | 29.7 | 1.32 | |
| B | 表土戻し直後 | A p | 0-36 | 5.1 | 2.8 | 13.6 | 34.4 | 1.14 | |
| | | 耕起砕土2カ月後 | A p | 0-15 | 16.7 | 2.7 | 9.9 | 32.6 | 1.00 |
| | A 1 2 | | -35 | 7.6 | 2.8 | 10.3 | 37.7 | 1.08 | |
| | 未耕地 | A 1 | 0-20 | 21.8 | 11.8 | 13.1 | 22.9 | 0.78 | |
| B 2 | | -45 | 18.8 | 7.4 | 12.0 | 30.0 | 0.84 | | |
| 山成畑 | | A p | 0-18 | 15.1 | 13.8 | 13.9 | 24.6 | 0.81 | |
| | | B 2 | -40 | 9.2 | 9.6 | 12.7 | 31.1 | 1.00 | |
| 表土戻し直後 | A p | 0-20 | 7.5 | 4.3 | 14.0 | 30.3 | 1.14 | | |
| | 耕起砕土2カ月後 | A 1 2 | -39 | 7.1 | 4.4 | 15.0 | 29.7 | 1.15 | |
| | | A p | 0-17 | 23.8 | 4.7 | 10.7 | 24.4 | 0.94 | |
| | A 1 2 | | -41 | 6.1 | 4.8 | 13.7 | 30.8 | 1.13 | |

孔隙量は殆ど増加しない。すなわち、表土扱いの過程で圧縮や練返しを受けた

改良山成造成畑の作土層は、耕起碎土作業により細塊化されるが、土塊内の易有効水分孔隙は回復し難い事を示唆している。表土戻し直後の浸透能は未耕地や山成畑に比べ極めて低く、侵食の危険性が大きい。その後の心土破碎により、極めて大きな値を示す場所も作られる（パンブレーカのチゼル通過跡）が、表土戻し直後と変わらない所が多い。耕起碎土2カ月後の浸透能もかなりバラツキが大きい、心土破碎直後に比べ、より小さな値に取れんしており、より受食性の高い状態に変化しつつあると考えられよう。

改良山成造成後の降雨と融雪による流出水量を比較した事例^{18,19)}によると、長期にわたり、かつ連続した流出を発生する融雪による流出率は降雨の場合よりかなり高く（表7）、侵食の可能性も大きい。心土破碎のチゼル通過跡は浸透

表7 融雪あるいは降雨による流出量^{18,19)}

| 区分 | 水量 (mm) | 地表面流出 | | 心土破碎流出 | | 全流出率 (%) |
|-------|------------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| | | 流出量(mm) | 流出率(%) | 流出量(mm) | 流出率(%) | |
| 融雪* | 153 | 66 | 43 | 9 | 6 | 49 |
| 降雨** | 88 | 5 | 6 | 7 | 8 | 13 |
| 初年目+ | 170 | 71 | 42 | 19 | 11 | 53 |
| 2年目++ | 193 | 72 | 37 | 3 | 2 | 39 |

* : 1988年4月7日から4月13日の融雪、 ** : 1988年8月25日から8月27日の降雨
+ : 造成初年目(1987年)の融雪 ++ : 造成2年目(1988年)の融雪

流出を促進し、表面流出ひいては土壤侵食防止に効果的である。しかし、改良山成造成畑では、下層土壤の構造も運土作業などにより破壊されているため、心土破碎による浸透流出効果も、経時的にかなり急速に低下するようである。このため、地域によっては、造成事業の全参加者が、春先の融雪などによる侵食を回避するため造成後数年間、秋播小麦などの越冬作物を栽培している。このように、北海道では造成法と気象特性が関与した農地保全上の課題を、耕種管理により克服している事例もある。

6 優良農地の整備・保全における課題

畑地での有機物施用は地力維持のための基本的な土壤管理技術とされ、従来、有機物資源となる作物と役畜を組み合わせた合理的な輪作体系が組まれていた。しかし、昭和30年代後半からの、大型機械の導入、役畜の減少・消滅、あるい

は経営形態の専門的分化の進行により、堆厩肥の生産は減少をたどっている。このようなこともあって、有機物の充足率は38-75%と低い値とされる²⁰⁾。堆厩肥などの有機物の施用は土壌の緩衝能、養分供給能あるいは微生物活性を高めるだけでなく、耐水性団粒の形成にも有効である。したがって、施用量の減少は降雨時における団粒の崩壊、透水性の低下となり、土壌侵食を増大させることにもなり(表8)、侵食防止の面からも耕種管理としての有機物の施用は必要とされる²¹⁾。

表8 水食防止対策の効果²¹⁾
(地力変動調査成績、1960-1967)

| 対策の種類 | 試験地の数 | 試験区 | 流去水量 | 流亡土量 |
|--------|-------|-----|-------------|-----------------|
| | | | 年平均 (mm) | 年平均 (kg/10a) |
| 有機物施用 | 2 | A | 331 | 5753 |
| | | B | 55 | 9 |
| | | C | 16 | 3 |
| 深耕 | 4 | A | 286 | 3878 |
| | | B | 31 | 45 |
| | | C | 17 | 33 |
| 牧草ばら播き | 7 | A | 168 | 3160 |
| | | B | 23 | 76 |
| | | C | 22 | 16 |
| 敷草 | 3 | A | 188 | 5429 |
| | | B | 20 | 68 |
| | | C | 10 | 24 |

注) A: 左の対策をしない無作付区、
B: 左の対策をしないで作付している区
C: 左の対策をして作付している区
(本村、仲谷、1975のまとめによる)

耕起碎土、播種、防除あるいは収穫作業などの営農作業のトラクター等の走行は作土直下に、圧縮による堅密な土層を生成し、これは耕盤層(り底盤)と呼ばれる。この土層は作物根の伸長を阻害して生育を抑制し、根菜類においては分岐根を生じ、商品価値を低める。また、難透水層となって、多雨時の湿害の原因となるだけでなく、降雨や融凍水がこの土層上を流れ、侵食の原因にもなる²²⁾。耕盤層の課題は、北海道では十勝地域で先進的に考究されている。耕盤層は乾性な褐色火山性土で生成され易い(容積重や硬度の増大)が、黒色火山性土では圧縮に伴い、硬度の増大ではなく、気相率の低下となって、通気通水性の低下になる²³⁾。したがって、このような畑作地帯では心土破碎あるいは畦間サブソイラの施工などが土壌の生産力の向上だけでなく、侵食防止にも有効である。

従来、重粘土には砂が、粗粒火山灰土や砂丘土には細粒質土が、さらに泥炭土には鈹質土が客土されていた。しかし、近年、上川や北見の堅密な土壌地帯で火砕流堆積物の客土が行われている。この客土では、作物の品質向上や増収、土壌の保水性や碎土性が高まるだけでなく、降雨後のクラスト(土膜)形成の阻止にも有効である²⁴⁾。これにより、発芽阻害が解消されるだけでなく、侵食防止にも効果的である。このように、客土も新たな観点からの施工が行われ

ている。

以上のように農地を整備・保全することは、多くの場合、土壌侵食を防止して農地を保全することにもなっており、土壌条件に適した土地改良や耕種管理などの新たな展開が期待される。

おわりに

北海道では、ここ100年の間に大規模な農地開発が行われた。このため、以前から、農地保全に対し注意が払われていた。特に、戦後の食糧増産と引き揚げ者の受け入れのための緊急開拓に始まる時代には、肥料などの資材の不足もあって、地力依存的な農業をより強いられるため、地力収奪的な農業は持続しなかった一方で、研究レベルだけでなく農家レベルでも、農地保全にかなりエネルギーが払われた。しかし、日本が経済的に豊かになり、肥料などの農業資材は相対的に安くなる一方で、農産物は国際競争を与儀なくされるようになった。このため、大規模で生産効率主義の、地力保全への配慮を欠いた農業が、安い生産資材を多量に用いて展開され、畑地の荒廃化をややもすると招いているように思われる。荒廃した土壌は、その回復に多大の時間とエネルギーを要するだけでなく、場合によっては、文明の終えんを招くことは歴史の教えるところである。土壌・土地資源は人類の貴重な資源であり、また、他の資源や他国に比較し、わが国に優良な物が存する資源である。これを長期的かつ広汎な視野で保全して、緑の大地に豊かな環境を創出・保全する事がますます重要となろう。

謝辞：本稿をまとめるに際し、当所斉藤万之助室長から貴重な助言を頂いた。記して、感謝します。

引用文献

- 1) 富岡悦郎：北海道の土壌（北海道土壌図、農牧地および農牧適地説明書）、北海道農業試験場、p58-69（1985）。
- 2) 北海道立中央農業試験場私信：地力保全調査成績土壌別面積（1990）
- 3) 北海道開発局開発土木研究所土壌保全研究室：畑地かんがいのための全道

資料収集解析報告書、p38-63 (1990)

- 4) 菊地晃二：土壤保全、北海道農業と土壤肥料 1987、北農会、 p185-187 (1987).
- 5) 北海道開発局農業水産部農業計画課：土地利用基盤整備基本調査結果の概要、p1-139 (1985)
- 6) 高橋英紀：北海道の農業気象、ニューカントリー編集部、p128-131(1982)
- 7) 横井義雄・菊地晃二：十勝管内における風食の実態、北農、51、22-37 (1984)
- 8) 松田 豊・土谷富士夫・辻 修：風洞実験による十勝火山灰土壤の受食性に関する研究、帯大研報、12,261-267 (1981)
- 9) Sakuma T. and Takeuchi H.,: Spatial variation of soils due to accelerated erosion in the hilly areas of Hokkaido, Japan. Proceedings of the fifth international soil conservation conference Vol.1 p579-587 (1988)
- 10) 佐久間敏雄：昭和63年度土地資源調査手法検討業務報告書、北海道開発局農業水産部、p71-81 (1989)
- 11) 横井義雄：微量要素欠乏・過剰写真集、微量要素欠乏(Zn,Cu)・過剰(Ni)発生子察図の作成と利用、北海道立上川農業試験場調査試料5号、p1-(1990)
- 12) 梅田安治・長沢徹明・水谷 環：ササ地の草地化と降雨の浸入一傾斜草地に関する農業土木的研究 I - 北大農学部付属牧場研究報告、12,15-32 (1985)
- 13) 石渡輝夫・宍戸信貞・高宮信章・矢野義治：農用地造成時における土壤侵食—人工雨による検討事例—、北海道開発局土木試験所月報、388,1-13 (1985)
- 14) 古谷将・松田豊：土壤侵食防止に関する研究 (第2報) 草地幅と心土破碎の土壤侵食に及ぼす影響、帯広畜産大学研究報告、6,143-153(1969)
- 15) 小林信也・高宮信章・赤沢 伝・矢野義治：土壤侵食に及ぼす植生帯の影響、北海道開発局土木試験所月報、370,1-8 (1984)
- 16) 石渡輝夫・斉藤万之助：北海道における国営農地造成地の土地条件と今後の課題、農土誌、57,91-97 (1989)
- 17) 石渡輝夫・森 利昭：改良山成工造成による畑土壤の性状、第32回北海道

開発局講演概要集(4)、105-110 (1989)

- 18) 沢田則彦・小野寺康浩・森利昭：改良山成畑における融雪水（第4報）－融雪と降雨による流出の比較－、第31回北海道開発局技術研究発表会論文集、837-842 (1987)
- 19) 小野寺康浩・沢田則彦・森利昭：改良山成畑における融雪水（第3報）－心土破碎の排水効果の持続性－、第37回農業土木学会北海道支部研究発表会講演要旨集、51-54 (1988)
- 20) 小川和夫：有機物管理、北海道農業と土壌肥料1987、北農会、p197-208 (1987).
- 21) 湯村義男：土壌学、文永堂、p216-223 (1984)
- 22) 田村昇市：土づくりのすべて、ニューカントリー編集部、p68-70 (1976)
- 23) 宮脇 忠：農業技術体系、3-Ⅲ、農文協、p5-8 (1988)
- 24) 横井義雄・長谷川進・坂本宣嵩：堅密固結性土壌に対する砂質火砕流堆積物の客土効果、北農、56,13-26 (1989)

積雪寒冷地域の農地保全

北海道大学農学部 長沢徹明

I. まえがき

北海道では、春先の融雪・融凍期に傾斜農地で侵食・崩壊・流亡が生じるなど、いわば積雪寒冷地域特有ともいえる農地保全問題が存在する。これは、とくに地盤凍結地域で顕著であるが、その他の地域でも融雪時の圃場・気象条件次第では問題となる場合がある。

農地の侵食は、有機分や作土を運び去るほか土壌構造をも改変し、作物成育におよぼす影響はおおきい。また、ガリ侵食が発生した場合には作付面積が減少するほか、圃場が分断されることにより作業効率が低下する。さらに圃場の安定性も低下し、補修には多大の労力と経費を要する。このような農地侵食は圃場内だけの問題にとどまらず、流亡土砂が排水系統に流入した場合には、排水施設の機能低下や河川汚濁等の広範囲な問題にまで発展する可能性がある。

いま、北海道東部の農林地流域河川における融雪・融凍期の観測事例をFig. 1に示す¹⁾。これは1986年4月10日に上・下流2地点で、流量・浮流土砂濃度を同時に観測した結果である。上・下流観測地点での集水面積はそれぞれ約30km²、100km²であり、観測地点間の流路長は約27kmである。上流観測点の集水域は99%が林地・原野等であり、観測地点間の流域の土地利用は81%が林地・原野等、19%が農用地である。これらの観測点における浮流土砂流送挙動は非常に異なり、下流観測点で高く推移している。これには、開発地域からの土砂流入が影響しているであろう。

融雪・融凍期の河川浮流土砂流送挙動については、すでにいくつかの知見が報告されている²⁾が、北海道では毎年生じる現象でもあり、的確な対応が望まれている。このような融雪・融凍期における浮流土砂発生源の1つと目される農地侵食は、融雪にともなう表面流出の増大、凍結融解による圃場面の耐水食性低下、種々法面の不安定化などが原因になっていると考えられる。ここでは、

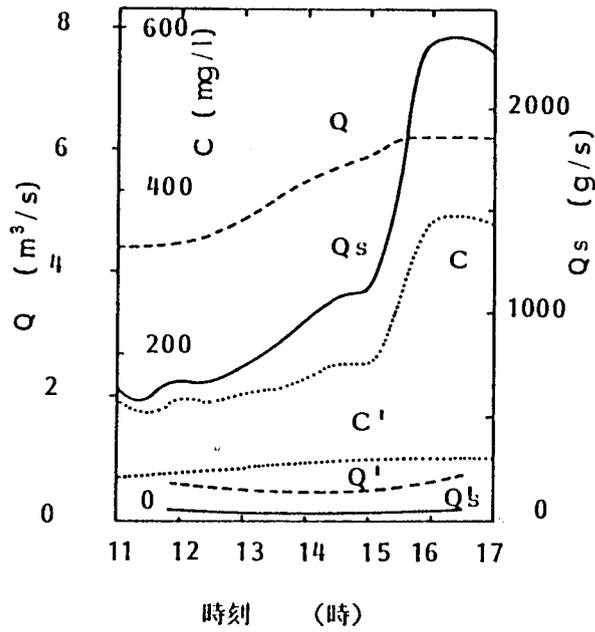


Fig. 1 融雪期における流況
(1986年4月20日, ' は上流観測点)

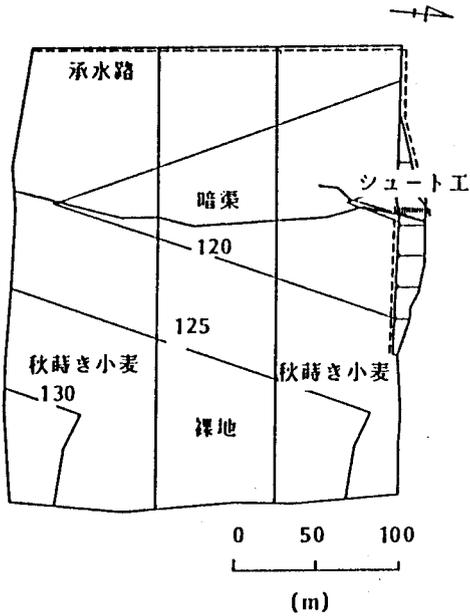


Fig. 2 調査圃場の状況

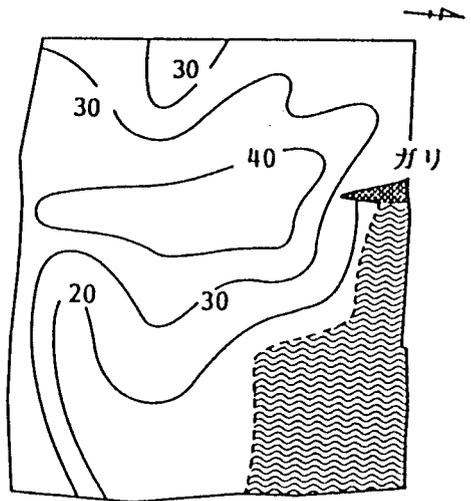


Fig. 3 積雪状況 (1986年4月12日)

積雪寒冷地域における農地保全問題の特質を具体的に指摘し、適正な土地利用、農業生産性の維持向上、農業流域の環境保全等を考えるうえでの基礎的資料を提示するものとする。

II. 傾斜畑における調査事例

融雪・融凍期における傾斜農地の保全問題を提起するため、北海道東部の傾斜畑での侵食状況調査事例を紹介する。調査対象地域は、オホーツク海に面する標高35～350mの改良山成畑造成地区である。本地域の年降水量は822mmであり、土質は火山性の砂質土がひろく分布している。また、冬季には約20cm地盤凍結する³⁾とされている。調査圃場は約6haの凹状の改良山成畑で、Fig. 2に示すように3区画に分けられた中央が裸地、その両側には秋蒔き小麦が栽培されていた。

調査時点（1986年4月12日）での積雪状況をFig. 3に示す。融雪剤が散布されていたこともあって積雪深は不均一で、凹部と圃場上部の法尻付近は積雪深がおおきかった。圃場全面の積雪量は、水量換算すると約6,760m³（水深115mm）である。また、地表はこの時点で20cm程度凍結していた。

融雪水によるガリの発生箇所をFig. 4に示す。ガリは、とくに裸地部に集中している。シュート工直前の圃場末端に発生したガリの断面略図をFig. 5に示す。ガリ内部に表土が崩落した跡があること、ガリ内に流入する濁水が圃場中央部の地中から湧出していることから、ガリはトンネル侵食の発達したものと推定される。圃場中央部からガリに湧出している濁水は、圃場凹部に集った地表流出水が圃場面を洗掘し、次第にトンネル状に地中を通ってガリに流れ込んだものである。ガリに到達している融雪水流の流路の深さと浮流土砂濃度の変化をFig. 6に示す。この図は、融雪水の集中による流水エネルギーの増大が、地盤を削り取る機械的な侵食作用の主因となっていることを示唆している。

Fig. 7は、圃場面の融雪水が集中流下するシュート工直下で観測した水土流出状況を示している。測定時間は10時～13時30分までの短時間であるが、この時間内に約0.7tonの浮流土砂が圃場外へ運び去られたことになる。

以上の結果により、融雪・融凍時における本地区傾斜圃場の侵食発生原因と

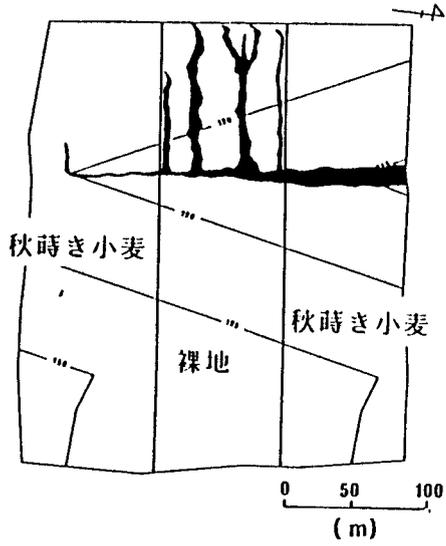


Fig. 4 融雪水によるガリの形状

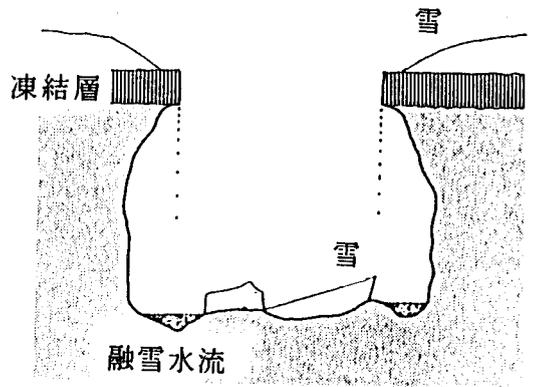


Fig. 5 ガリ断面

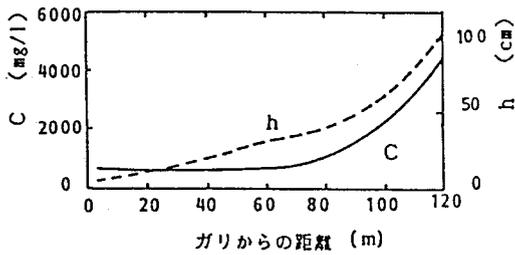


Fig. 6 ガリの洗掘深と浮流土砂濃度

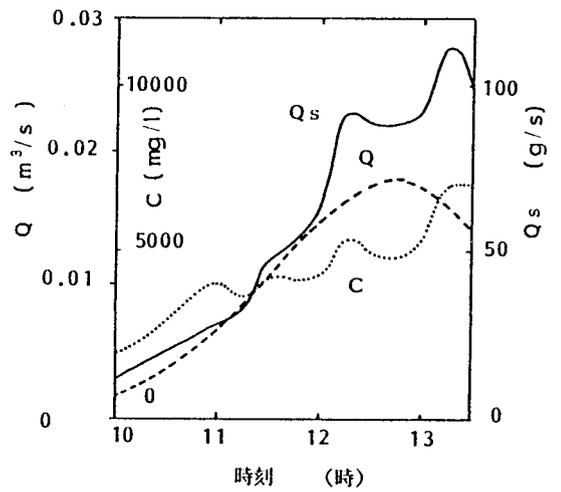


Fig. 7 調査圃場からの水土流出状況

しては、以下のことが指摘される。

①地表が凍結していることとあいまって、圃場形状が凹型であるため融雪流出水が集中する。②地表面が凍結しているため暗渠が効果を発揮しえず、また承水路やシュート工には雪が詰っているため排水機能が著しく低下している。③未風化の火山性土であるため受食性がおおきい。④融雪剤を散布しているため単位時間当りの融雪水量が増し、流水の侵食力が増大する。⑤前年の縦畦栽培の跡が地表流出水の流路の端緒となり、リル・ガリの発生が促進される。⑥裸地状態で越冬～融雪期を迎えたことで、畑面の耐食性がきわめて小さい。これは、隣接する秋蒔き小麦栽培区で侵食の発生が小さかったことから首肯されよう。

Ⅲ. 地盤の凍結融解と侵食

北海道のような寒冷な地域での土壌侵食には、地盤の凍結融解現象がおおきく関与する場合がある。これは、一般につぎのように説明される。まず、気温の低下にともない地盤が凍結するに際し、下方より水分を吸上げる。その結果、地表付近には多量の自由水が存在することになる。春先の融解期には、凍結層は上、下方より融解しはじめるが、上方からの融解速度のほうが大きいため、ある期間地中に凍結層が残存するかたちとなる。そして凍結層は難透水性であるため、表層部の過剰な融凍水は地下へ浸入できず、傾斜に沿って流下する。これに融雪水や降雨が加われば、表土の流亡が促進されることになる。

しかし、同じ寒冷地でも、積雪量の多い地域は地盤凍結が僅少であるため、上述のような様相を呈することは少ない。したがって、北海道でも積雪が少なく寒さの厳しい東部地域に、その土壌特性、営農形態とあいまって、地盤の凍結融解に関与した侵食発生の危険性が内在している。

1. 凍結融解による土壌構造の変化

凍結融解作用によって生じる土壌の構造変化を検討するため、透水性と保水性についての実験を行なった。凍結融解作用による土壌構造変化に対しては、土の種類、締固め密度、凍結融解履歴、凍結時水分、凍結温度、凍結温度勾配等のおおきの影響因子が関与するが、ここでは傾斜圃場の造成工を対象とし、

土の締固め密度を因子として検討を加えることにする。

供試土には、凍結融解履歴のない火山灰質粘性土を用いた。供試土 (Wa) の基本的物理性をTable 1に示す。これの4,760 μm フルイ通過分を100 cm^3 コアに充填し、密度の異なる供試体を作成した。各供試体をいったん飽和させ、脱水過程でpF1.0に調整した。凍結融解は閉鎖系で行ない、 -30°C で24時間凍結させたのち室温にて24時間放置した。

土壌構造的な変化を検討する試験として、透水試験とpF試験を行なった。透水試験は、凍結融解処理後の供試体をいったん飽和させた後、飽和条件での定水位、変水位透水試験を行なった。またpF試験も凍結融解処理後の供試体をいったん飽和させた後、脱水過程で砂柱法、吸引法、遠心法により行なった。

透水試験の結果をFig. 8に示す。乾燥密度により程度に差はあるものの、凍結融解作用により透水性は増大することが明らかである。これは、透水性の決定因子である粗大間隙が、凍結融解過程で増加したためであると考えられる。つまり、凍結時に土～水系の間隙に氷晶が形成され、これが周囲の間隙水を取りこみながら成長するために土壌構造が変化し、融解後も元の状態に復元せず、氷晶跡が粗大間隙として残存するためである⁴⁾。透水性の変化に対する乾燥密度の影響をみるとFig. 9のようになり、乾燥密度の大きい供試体ほど相対的変化率はおおきいことが明らかである。

Fig. 10～12は、それぞれpF0.6, 2.0, 3.5についての試験結果である。凍結融解作用により低pF領域では保水性が増大し、高pF領域では低下することがわかる。凍結融解作用による保水性の増減の境界は、乾燥密度により多少異なるが、実験の範囲内ではほぼpF2.0となった。凍結融解作用による低pF領域での保水性増大は、氷晶の生成・成長により土中に粗大間隙が形成され、毛管力による保水が増大したことによる。また高pF領域での保水性減少は、氷晶の生成・成長時の水分移動と氷圧により、土粒子の集合化や構造単位の圧縮が生じて、比表面積が低下するためである⁵⁾と考えられる。

2. 凍結融解による土壌の耐水食性変化

凍結融解作用に伴う耐水食性の変化については、すでにいくつかの報告が行なわれている⁶⁾。なかには、凍結時に発生する氷晶が土粒子系を結合させる効果を発揮し、耐水食性が向上するとしたものもある⁷⁾。ここでは、さらに多く

Table 1 供試土の基本的性質

| 供試土 | M1 | Sy | So | Wa |
|----------|------|------|------|-----------------|
| 比重 | 2.64 | 2.54 | 2.71 | 2.70 |
| 砂 (%) | 50 | 62 | 34 | 34 |
| シルト (%) | 34 | 28 | 34 | 35 |
| 粘土 (%) | 16 | 10 | 32 | 31 |
| 液性限界 (%) | 68 | NP | 51 | 89 |
| 塑性限界 (%) | 53 | | 31 | 54 |
| 土質分類 | CH | SV | CH | VI ₂ |

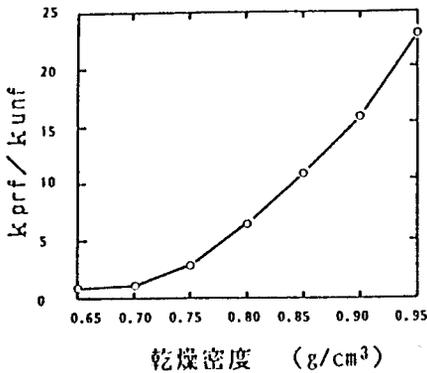


Fig. 9 凍結融解による透水性変化率

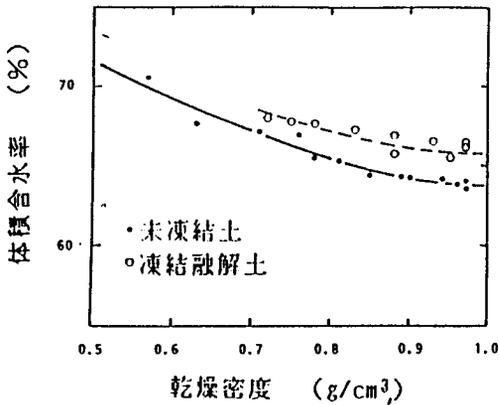


Fig. 10 凍結融解による保水性
の変化 (pF0.6)

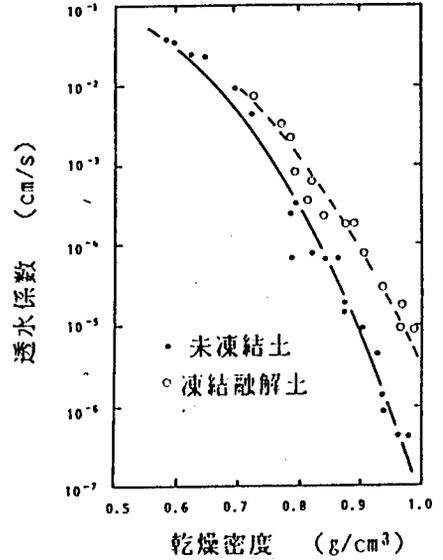


Fig. 8 凍結融解による透水性の変化

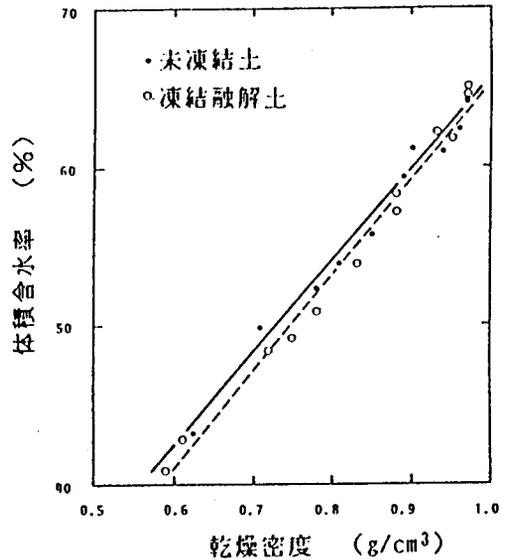


Fig. 11 凍結融解による保水性
の変化 (pF2.0)

の条件のもとで検討を加え、寒冷な地域の傾斜圃場における土壌保全について考察する。

供試土は北海道内の農地造成地区より採取した攪乱生土であり、それらの基本的な物理性はTable 1に示される。これらを粒度調整したのち、凍結時水分、凍結～融解サイクル数の2項目を軸にして耐水性団粒試験を行なった。すなわち各試料を生土状態で篩別し、2.0～4.8mm団粒に調整した供試体をつぎの3つの水分状態に調整した。〔生〕篩別時の水分状態。〔浸潤〕供試体を10分間吸水させた後重力水を排除した状態。〔風乾〕室内で20日間放置した状態。

水分調整した供試体を -21°C で 24時間凍結させた後、室温で 24時間放置する（閉鎖系）ことを凍結～融解1サイクルとし、1, 3, 10サイクルの処理を行なった。耐水性団粒試験には、2, 1, 0.5, 0.25および 0.1mm 孔径の組フルイによるYoder型水中篩別器を用いた。供試体を組フルイ最上部にのせ、10分間浸水させた後、振幅 3cm、20回/分で10分間振とうさせ、各フルイ残留分を炉乾～秤量した。なお、同一条件の試験を4回行ない、結果はそれらの平均値をとった。

Fig. 13は、Mi（生土）の耐水性団粒試験結果である。凍結融解作用により、団粒径が減少していることがわかる。また、その傾向は凍結～融解サイクル数の増加にともなう顕著になっている。凍結融解作用によって団粒径が減少する原因は、団粒内あるいは団粒間で氷晶が生成・成長するためである。

Fig. 14は、凍結時水分条件の異なるMiについて、各供試体の平均質量直径（MMD）の変化を示している。生土と浸潤土については、凍結融解作用による平均質量直径の低下が明らかである。そして、浸潤土の低下率がおおきいのは、水分量がおおいために氷晶成長が相対的に増大するためと考えられる。平均質量直径の減少は団粒の破壊を意味し、同時に土の耐水食性が低下することを示唆している。一方風乾土については、スレーキング現象により全般的に団粒径は小さくなるものの、凍結～融解にともなう平均質量直径の変化は認められず、凍結融解作用による団粒破壊は生じていない。これは、団粒中の水分量が少なく、氷晶の形成、成長が小さいためである。

Fig. 15は、Mi, So, Wa, Syそれぞれの浸潤土についての結果である。土の種類によって程度に差はあるものの、類似の傾向を示している。

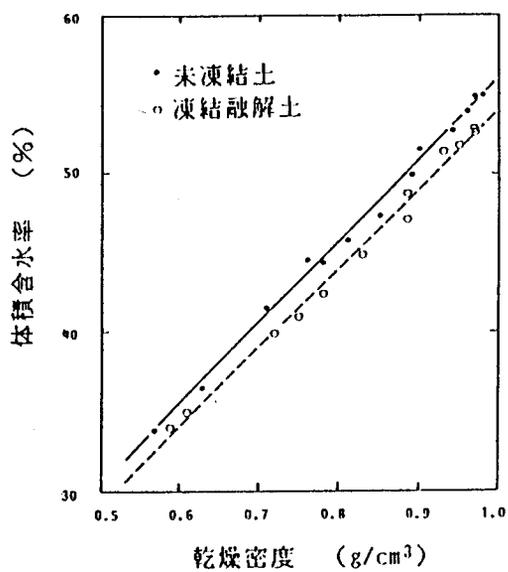


Fig. 12 凍結融解による保水性
の変化 (pF3.5)

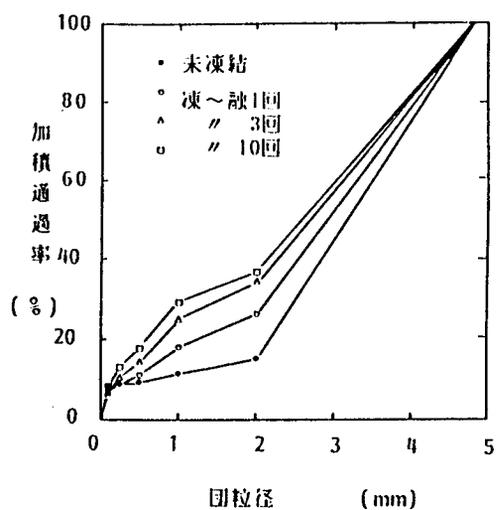


Fig. 13 凍結融解による耐水性団粒径
の変化 (Mi, 生土)

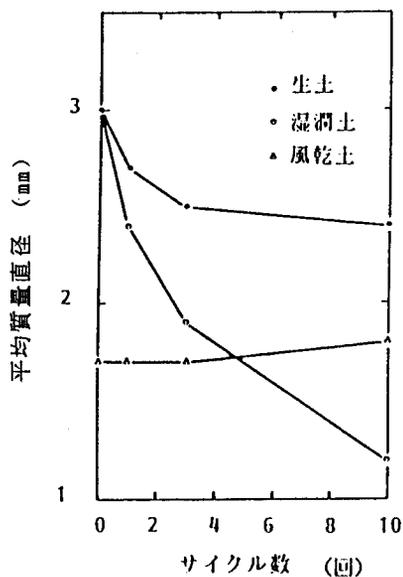


Fig. 14 凍結融解による平均質量直径
の変化 (Mi)

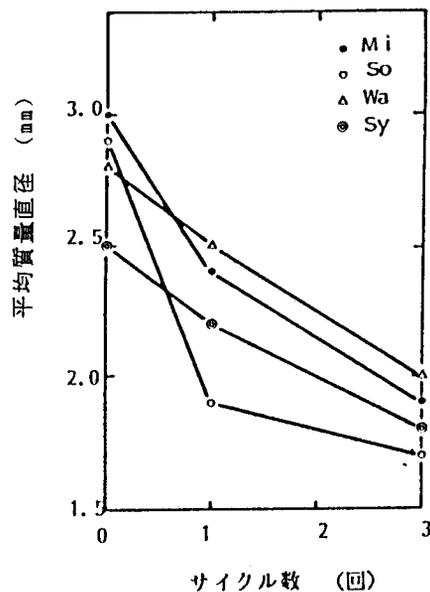


Fig. 15 凍結融解による平均質量直径
の変化 (湿润土)

以上の結果から、凍結融解作用による耐水性団粒径の減少傾向が明らかになり、その減少傾向は条件により変化することが確認された。そして、春先には、融解直後の傾斜圃場表土の耐水食性は低下し、融雪流出にともなって表土の流亡を助長する可能性のあることが示唆された。

3. 枠試験による検討

つぎに、土壤構造や団粒に対する凍結融解作用の影響が、実際の侵食現象に対してどのように反映するかを検討する。このため、冬季間除雪して地盤凍結を強制したものと、自然積雪状態とした裸地傾斜枠により、春期の水土流出状況を観測した。

除雪枠での地盤凍結期間は、1988年12月15日から1989年2月28日までの74日間、最大凍結深は2月13日の24cmであった。また凍結指数は $180^{\circ}\text{C}\cdot\text{days}$ で、平年よりかなり小さい値であった。積雪枠の積雪期間は1988年12月10日から翌3月13日までの94日間で、最大積雪深は2月5日の60cmであり、地盤凍結は発生していない。また、融雪は2月中旬からはじまり、ほぼ半月で終了した。

3月4日～11日に融雪流出が3回、融凍流出が2回観測された (Table 2)。除雪枠の流出水量、流亡土量はともに積雪枠の約1.5倍であった。これは、凍結層が難透水性であることと、凍結・融解による表土の耐水食性低下に起因する現象とみることができる。

融雪、融凍が終了した後も地表状態を保持し、春期の降雨流出状況を観察した。それによると、積雪枠の流出水量は除雪枠のそれより明らかに多く、凍結融解作用によって除雪枠地盤の浸入性が増大したことに起因すると推定される (Table 3)。

またTable 3で流出水量の合計値をみると、積雪枠は除雪枠より7倍以上多いが、流亡土量ではほとんど差がない。そして、降雨量がおおきい場合は積雪枠より除雪枠の流亡土量はおおいが、降雨量が比較的ちいさいと両者に差がなかったり、逆の場合があらわれる。つまり、凍結融解作用は地盤の浸入性を増大させて侵食を抑制する一方、表土の耐食性を低下させるため降雨条件の厳しい場合には侵食を促進させる一面をも有するのである。

Table 2 融雪・融凍時の水土流出

| 月日 | 日平均気温 (°C) | 降雨量 (mm) | 除雪区 | | | 積雪区 | | |
|------|---------------|-------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|----------------------------|-------------|
| | | | 流出量 (mm) | 流亡量 (g/m ²) | 凍結深 (cm) | 流出量 (mm) | 流亡量 (g/m ²) | 積雪深 (cm) |
| 3/4 | 2.3 | 12.5 | 2.34 | 0.76 | 7.0~23.3 | 1.40 | 0.29 | 10.0 |
| 3/10 | 1.4 | 0.0 | 0.07 | 0.41 | 16.0~20.0 | 0.18 | 0.41 | 3.0 |
| 3/11 | 2.7 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.02 | 0.06 | 1.0 |
| 合計 | | | 2.41 | 1.17 | | 1.60 | 0.76 | |

Table 3 融雪・融凍後（春季）の水土流出

| 月日 | 降雨量 (mm) | 除雪区 | | | 積雪区 | | |
|------|-------------|-------------|----------------------------|---------------|-------------|----------------------------|---------------|
| | | 流出量 (mm) | 流亡量 (g/m ²) | 土砂濃度 (g/l) | 流出量 (mm) | 流亡量 (g/m ²) | 土砂濃度 (g/l) |
| 3/26 | 3.4 | 0.00 | 0.00 | --- | 0.02 | 0.25 | 15.38 |
| 3/29 | 2.6 | 0.01 | 0.08 | 4.86 | 0.02 | 0.05 | 3.00 |
| 4/8 | 12.0 | 0.02 | 0.24 | 9.83 | 0.01 | 0.09 | 9.20 |
| 4/16 | 26.5 | 0.42 | 7.54 | 17.95 | 1.94 | 5.31 | 2.74 |
| 4/17 | 28.5 | 0.34 | 6.62 | 19.47 | 1.76 | 5.06 | 2.87 |
| 5/13 | 7.5 | 0.04 | 0.22 | 5.60 | 0.01 | 0.22 | 15.86 |
| 5/20 | 5.5 | 0.05 | 0.36 | 7.42 | 0.04 | 0.36 | 9.89 |
| 5/28 | 6.0 | 0.04 | 0.73 | 18.15 | 0.40 | 1.05 | 2.63 |
| 5/30 | 7.5 | 0.20 | 0.14 | 0.69 | 2.06 | 1.02 | 0.50 |
| 5/31 | 14.5 | 0.42 | 0.26 | 0.63 | 4.80 | 2.90 | 0.60 |
| 合計 | 114.0 | 1.54 | 16.12 | 10.47* | 11.06 | 16.31 | 1.47* |

*：平均濃度

IV. 融雪流出による侵食の評価

傾斜畑の土壤保全問題に対処するには、立地条件下での正確な侵食量予測が必須であろう。そのため、さまざまな予測方法が研究されており、たとえば Universal Soil-Loss Equation (USLE) などの予測式が提案されている。ここでは、この USLE により〔融雪流出～土壤侵食〕評価を行ない、融雪侵食量予測のための検討材料を提供することとする。試験地は北海道南部の渡島半島日本海側の丘陵地に設定され、流亡土量測定枠は、幅 1.8m、長さ 22.1m、勾配 9% の規格のいわゆる基準枠である。

USLEは、降雨流出、土壤、斜面長、斜面勾配、作物・営農方法、保全方法の6つを基本的な因子としてとりあげ、各因子を数値表現した次式で表される。

$$A=R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

ここで、A:侵食流亡土量 (t/ha・yr) R:降雨流出係数 ($m^2 \cdot tf/ha \cdot hr \cdot yr$)

K:土壤係数 ($t \cdot hr/m^2 \cdot tf$) L:斜面長係数

S:斜面勾配係数 C:作物・管理係数

P:保全係数

融雪流出の侵食に対する影響は上式中の係数Rのなかにとりこまれ、降雨流出とあわせたかたちで年間値として評価される。すなわち、USLEによる融雪流出の評価法は、積雪期の降水量 (inch) を1.5倍し⁸⁾、その値を融雪流出による係数Rsとする。この補助的係数Rsを降雨流出係数に加え、それらの合計値を対象地区の係数R (年間値) とするのである。ただし、これをメートル単位に換算すると、冬季の降水量を1.0倍することになる。

本調査では、冬季間の降水量測定を実施していないため、積雪量調査にもとづいてRsを評価した。この場合、1988年3月11日における測定値—積雪深155cm、積雪密度 $0.446g/cm^3$ を融雪流出による侵食量評価に用いた。すなわち、求められる積雪相当水深69.1cmを1.0倍することにより、融雪流出による補助係数Rsを得ることができる。また積雪期間の終盤の3/12～4/26に合計17.7mmの降雨があった。この降雨量も積雪水量に加えて評価する。結局、積雪期間 (1987年12月1日～1988年4月26日) における融雪流出係数は、 $Rs=69.1+17.7=86.8 (m^2 \cdot tf/ha \cdot hr)$ となった。

Table 4 侵食性降雨とEI値 (1988年)

| 期日 | 時間 | 総降雨量 (mm) | 最大降雨強度 (mm/hr) | E値 | EI値 |
|----------|-------|--------------|-------------------|------|--------|
| 5/12-13 | 14-21 | 53.0 | 4.5 | 835 | 3.76 |
| 6/5 | 2-9 | 14.5 | 4.0 | 228 | 0.90 |
| 6/9-10 | 5-7 | 36.5 | 3.5 | 523 | 1.83 |
| 6/13 | 10-22 | 26.0 | 8.0 | 449 | 3.59 |
| 6/14 | 12-20 | 14.0 | 4.0 | 220 | 0.88 |
| 7/8-9 | 10-8 | 26.5 | 7.5 | 415 | 3.11 |
| 7/10-11 | 14-19 | 16.0 | 3.5 | 221 | 0.77 |
| 8/5 | 8-10 | 14.5 | 10.5 | 281 | 2.59 |
| 8/11-13 | 14-19 | 19.0 | 2.5 | 244 | 0.61 |
| 8/28 | 1-11 | 46.5 | 15.0 | 900 | 13.50 |
| 8/28-29 | 14-7 | 86.5 | 13.5 | 1690 | 22.82 |
| 9/8 | 19-24 | 22.0 | 8.5 | 402 | 3.42 |
| 9/11-13 | 24-5 | 46.0 | 8.0 | 763 | 6.10 |
| 10/6 | 10-23 | 115.5 | 19.0 | 2441 | 46.38 |
| 10/7 | 9-20 | 18.0 | 3.0 | 223 | 0.67 |
| 10/13 | 2-23 | 24.5 | 4.5 | 365 | 1.64 |
| 10/17-18 | 19-3 | 18.5 | 9.0 | 291 | 2.62 |
| 10/30 | 2-19 | 26.0 | 3.0 | 374 | 1.12 |
| 11/1-2 | 21-10 | 19.0 | 4.0 | 276 | 1.10 |
| 11/9-10 | 21-4 | 22.0 | 4.0 | 550 | 2.20 |
| 11/24 | 6-22 | 45.0 | 5.0 | 1139 | 5.70 |
| 11/25-26 | 15-21 | 29.5 | 4.0 | 696 | 2.78 |
| 合計 | | | | | 128.44 |

Table 5 期別のA, K, R値

| | 時期 | A | K | R |
|-------|------|--------|-----------------------|-------|
| 1988年 | 積雪期 | 0.0188 | 2.16×10^{-4} | 86.8 |
| | 非積雪期 | 0.211 | 1.64×10^{-3} | 128.4 |
| 1989年 | 積雪期 | 0.0147 | 2.09×10^{-4} | 70.3 |
| | 非積雪期 | 0.153 | 1.25×10^{-3} | 122.4 |

また、1988年の降雨資料から侵食性降雨を抽出しEI値を算出すると、Table 4のような結果を得たことから、1年間（1987年12月1日～1988年11月30日）における降雨・融雪流出係数は、 $R=128.4+86.8=215.2$ ($m^2 \cdot tf/ha \cdot hr$)となる。まったく同様な方法により、1988年12月1日～1989年11月30日における値として、 $R=122.4+70.3=192.7$ ($m^2 \cdot tf/ha \cdot hr$)を得た。

つぎに、上記の方法により求めた融雪流出係数の妥当性について検討する。

Table 5は、裸地試験区における積雪期と非積雪期のA, R, Kの各値を示す。表に示されるK値は、降雨流出係数および融雪流出係数と各時期の流亡土量から得られた値である。後者については、とりあえず積雪相当水量を1.0倍した値をもって融雪流出係数とし、これによりK値を求めているが、ここには検討の余地があるように思われる。

土壌係数Kは、雨季と乾季、あるいは地盤凍結の前後などで変化することも予想されるが、ここでは一応USLEの定義に基づいて地域に固有の値と考えることにする。K値が一定と仮定するならば、融雪流出係数を未知数として $R_s = 0.0188 \cdot 128.4 / 0.211 = 11.44$ を得る。したがって積雪相当水量を融雪流出係数に変換するための乗数は0.13となり、1989年については0.17を得る。いずれにしろアメリカで設定された換算乗数（1.0）に比べ、大幅にちいさな値となる。

V. 河川による浮流土砂流送挙動

河川による浮流土砂流送は、河床変動や水利施設の機能低下、水産資源の環境悪化など、広範囲に影響をおよぼす現象である。土砂発生源としては種々構造物の造成工事や河川改修、あるいは斜面崩壊等の自然災害など、さまざまなケースが考えられる。そして、農用地が浮流土砂発生源とされる場合も多いのが現状であろう。

農林地流域河川の浮流土砂については、一般に水食による畑面からの土砂流亡が指摘されるが、その機構には不明な点がおおい。筆者はこれまで、農地から河川への土砂流亡機構の検討を目的として濁度計を利用した観測をつづけ、浮流土砂流送挙動の特性に関していくつかの知見を得てきた⁹⁾。そのなかで、

春先には河川流量がおおきく年間に占める割合が非常にたかいこと、同時に高い浮流土砂濃度が持続することから、年間を通じての流送挙動をみたとき、融雪・融凍時期はきわめて重要であることを指摘した。しかし、流送実態や機構については、いまだ不明な点もおおい。

ここでは、融雪・融凍期における河川の浮流土砂流送特性、ならびに年間における位置付けを明らかにするため、北海道内2地区の調査事例を紹介することにす。これらの地区は、気象、土壌、土地利用等が異なる道南日本海側、および道東オホーツク海側の小流域河川(A, B)である。

A流域は面積14km²で、標高400m以下の丘陵地からなり、分水嶺付近では平坦または緩傾斜面で、標高の低下につれて斜度を増し、とくに沢に面する斜面で著しい。また源頭部では集水しやすい凹型下降斜面がおおい。地表は大部分がササにおおわれ、そのうえ林地になっている地域もおおい。畑地、牧草地は全体の4%にすぎない。表土は礫混じりの粘性土がひろく分布している。本流域の気象は、日本海からの影響による海洋性気候を呈する。その一般的特徴は、冬季の季節風により降雪量はおおいが、沖には対馬海流が流れており気温は比較的高い。年降水量は1,253mmで、その季節配分をみると冬の降雪がおおく、典型的な日本海型の降水配分となっている。

1988年春期における河川流況の観測例を示すFig. 16をみると、流量は9~10時に極小、16~17時に極大を示す波形を描いて日変動している。また浮流土砂濃度は流量の増大にともなうて増大し、流量のピーク直前にピークが現れる。そして流量の低減にともなうて濃度も低下し、深夜から午前中にかけて平水期と同程度の80mg/lで一定している。

Fig. 17は、日変動する融雪流出の各ピーク流量と、それに付随して生起するピーク浮流土砂濃度の関係を降雨流出時とともに示したものである。これによると、融雪流出では比較的一定しているのに対して降雨流出時には流量と浮流土砂濃度の関係にバラツキがあり、かつ濃度が非常にたかい場合があらわれる。こうした特徴は、おのおのの流出や浮流土砂生産の形態の違いに起因するものと考えられる。

一方B流域は、火山性土壌におおわれた緩やかな傾斜地である。この地域の

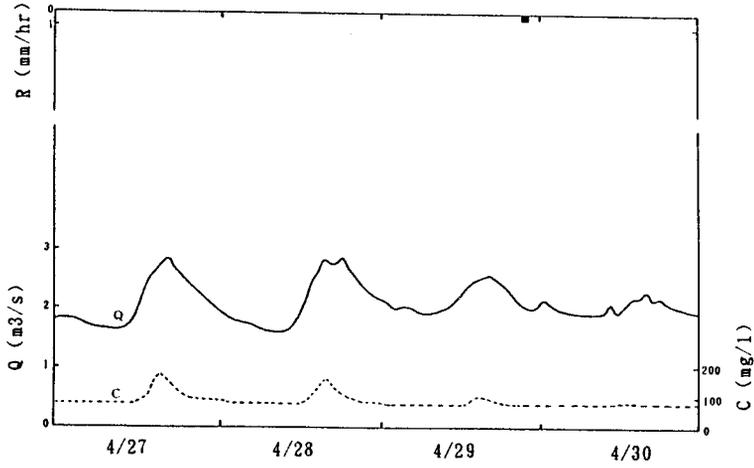


Fig. 16 A流域河川における融雪時の流況（1988年）

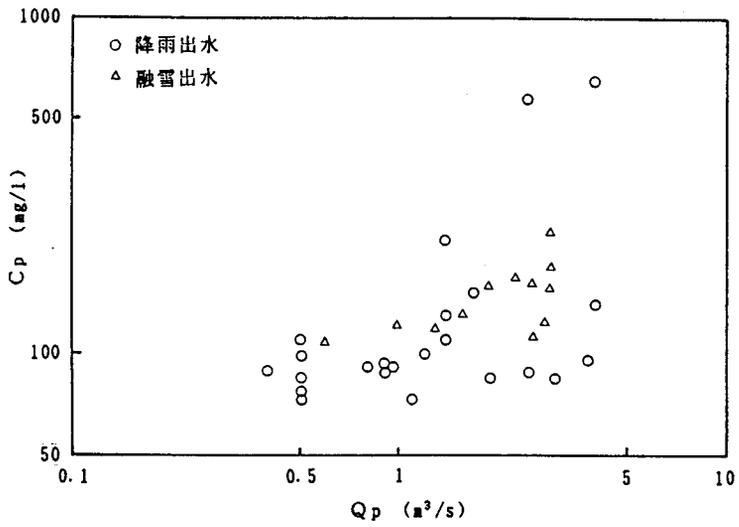


Fig. 17 A流域河川における降雨および融雪時の $Q_p \sim C_p$ 関係

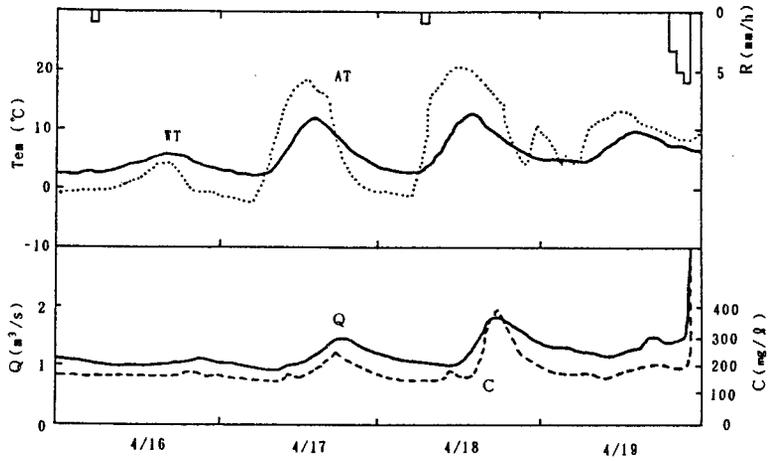


Fig. 18 B流域河川における融雪時の流況 (1989年)

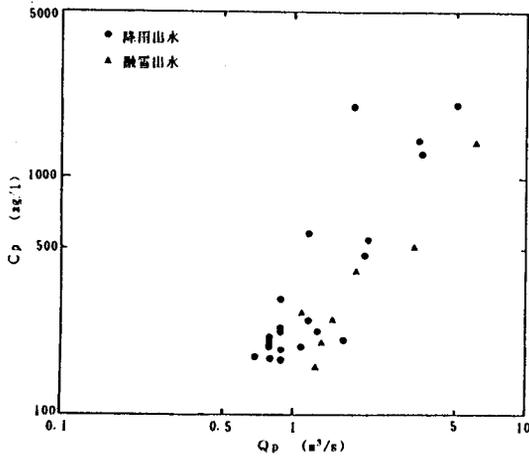


Fig. 19 B流域河川における降雨および融雪時の $Q_p \sim C_p$ 関係

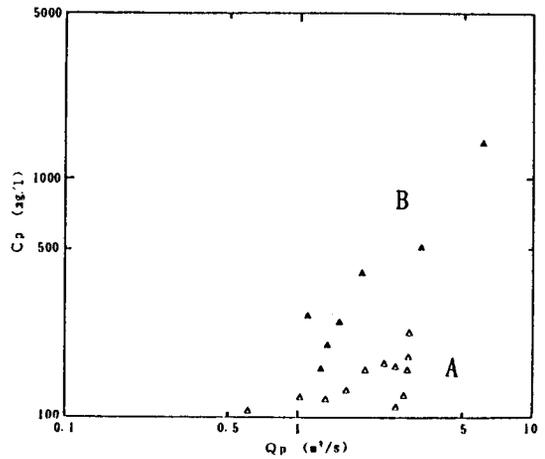


Fig. 20 A, B流域河川における融雪時の $Q_p \sim C_p$ 関係

気温は年間を通じて低く、1月下旬から3月下旬にかけてはオホーツク海沿岸が全面結氷し、内陸性気候を呈して寒冷な気候となる。降水量は、年平均降水量が850mm前後と全国でもっとも少ない地域であり、積雪量もちいさい。このため、地盤凍結が深くかつ長くあらわれる地域の1つとなっている。本流域は農地開発および土地改良事業が点在して行なわれており、現在の土地利用は全体の37%が畑地・牧草地、その他はササ地・林地の未開発地である。

ここでも上述したA流域と同様の傾向を示し、流量と浮流土砂濃度は16~17時に最大値が現れる日変動挙動を示す (Fig. 18)。ただし、1日に1つの山型を描く場合がおおいが、大きな出水時には浮流土砂濃度の変動過程が翌日の変化と複合する場合もある。また、気温・水温などの温度条件に対応して流量が変動し、同時に浮流土砂濃度の変動も認められる。

Fig. 19は、ピーク浮流土砂濃度とピーク流量との関係を、融雪と降雨について比較したものである。これをみると、同程度の流出に対する浮流土砂濃度は、ほぼ同じ、ないし若干融雪期のほうが小さい傾向にあり、A流域での結果と類似している。

つぎに、A, B両流域河川の融雪期におけるピーク流量とピーク浮流土砂濃度の関係を比較すると、B流域河川の浮流土砂濃度が明らかに高い値を示している (Fig. 20)。これは流域の土壌条件や土地利用条件の違いとともに、地盤の凍結融解現象によって表土が流亡しやすい状況下にあることも一因と思われる。

VI. あとがき

積雪寒冷地域における傾斜農地の侵食は、地盤凍結の有無、あるいは凍結融解の前後によって重要な影響を受ける。そして、春先の侵食にかかわる凍結融解の影響は単純なものではなく、積雪と凍結地盤の融解状況や圃場形態などによってさまざまに発現すると考えられる。すなわち、地盤の凍結融解前後における農地保全の問題は、凍結期、地中に凍土層の残存する融解期、融解後でそれぞれ様相は異なってくる。

また、融雪流出にともなう傾斜畑の侵食や流域外への土砂流亡については、気象、土壌、土地利用などの特質が強く反映する。したがって、地域に適した

保全対策を樹立するためには、それぞれの地域で観測・調査を積み上げ、積雪・融雪条件下での侵食流亡土量を定量的に把握し、予測することが不可欠である。たとえば、地盤凍結が著しく、しかも春先に降～融雪の発生しがちな道東地域などでは、傾斜圃場全面を一律に裸地化して越冬することは保全上好ましいことではない。牧草や秋蒔き小麦などの計画的栽培、あるいは作物残渣によるマルチングなどによって表土の保全に配慮すべきであろう。いずれにしろ、融雪・融凍時の農地保全問題への対応は、対象地区のおかれている諸条件を的確に把握したうえで検討されなければならない。

引用文献

- 1)長沢徹明・梅田安治・水谷 環：寒冷地域の農地における土壌の耐水食性について，35回農土学会北海道支部研発講要集，pp. 88-91, 1986
- 2)たとえば堂腰 純：河川の流送浮泥について，農土研21(1)，pp. 21-30, 1953
- 3)石川政幸・鈴木孝雄：北海道における1964-65年冬の最深凍結深の分布，林試北海道支場年報，pp. 238-248, 1965
- 4)長沢徹明・梅田安治：凍結融解条件による土の構造変化への影響—凍結・融解土の特性に関する研究（VII）—，農土論集123，pp. 49-55, 1986
- 5)長沢徹明・梅田安治：凍結融解土の圧縮特性について—凍結・融解土の特性に関する研究（VI）—，農土論集123，pp. 41-47, 1986
- 6)たとえば長沢徹明・梅田安治：土の耐水食性に及ぼす凍結融解作用の影響—凍結・融解土の特性に関する研究（V）—，農土論集94，pp. 48-54, 1981
- 7)CHEPIL, W. S. : Seasonal Fluctuation in Soil Structure and Erodibility of Soil by Wind, Soil Sci. Soc. Am. Pro., 18, pp. 13-16, 1954
- 8)USDA : Predicting Rainfall Erosion Losses, A Guide to Conservation Planning , pp. 7-8, 1978
- 9)長沢徹明・油川潤一：流域外への土壌流亡量の推定について，昭57度農土学会大会講要集，pp. 405-406, 1982

改良山成畑圃場規模の土工的評価

北海道開発コンサルタント(株)

柳原邦男

1 はじめに

農地開発事業の内、改良山成畑工によって造成される対象地は、山林、原野等の未墾地で、現況の地形条件は地形勾配が急であったり、しゅう曲が多かったりなどの場合が大半である。本来改良山成畑工は現況の地形、地ぼう等の特徴を考慮して、農地として耕作可能な圃場を作り上げることにある。このため造成にあたっては、個々の地形条件に合わせた計画・設計が重要となる。しかし、農家としては可能な限り広く、しかも可能な限り緩い勾配の圃場を希望するケースが多い。改良山成畑工の造成にあたっては、造成勾配と圃場規模は導入作物、営農機械作業効率、経済性、農地保全および景観などの要因を考慮した上で、決定されなければならない。ここでは北海道の既往農地開発事業地区の中から、若干の実績を例として圃場規模（造成勾配、ha当り土量、分割圃場枚数）の決定に対する土工的評価を加えた。

2 勾配とha当り土量の評価

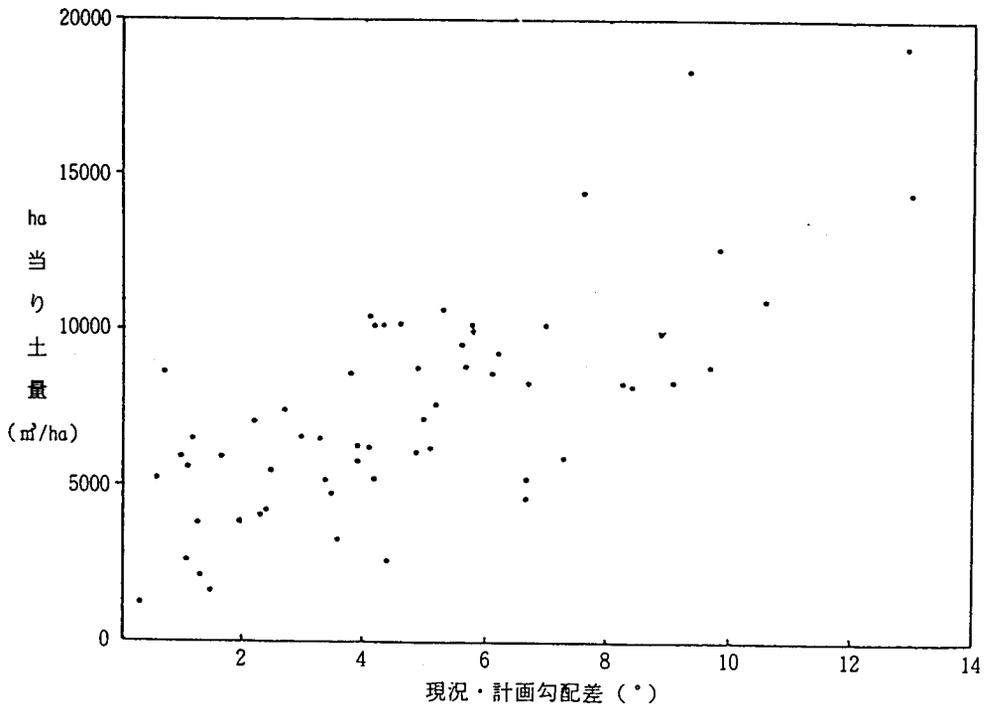
改良山成畑工造成の圃場規模を決定する大きな要因の一つとしてha当り土量あげられる。一般的には現況勾配と計画勾配の差が大きければha当り土量は多くなり、圃場分割数が多くなればha当り土量は少なくなる。しかし、現況地形が複雑多岐にわたっているため、必ずしも明確な傾向は現われない。既往の農地造成地区の中から数例を選び現況地形、現況勾配、造成勾配、造成面積等のデータを整理すると表-1のとおりである。表-1を基に工事費を左右するha当り土量の分析を行なった。

現況と計画の勾配差とha当り土量との関係を見ると、図-1のとおりである。現況と計画の勾配差が大きくなるとha当り土量が多くなる傾向にはあるが、極めてばらつきが大きく、定量的な傾向線は引きがたい。ばらつきの原因としては地貌のしゅう曲の多寡、主傾斜方向以外の傾斜程度等の要因が想定される。さらに、計画の区画の切り方、圃場数によってもha当り土量が変わってくる。

表-1 改良山成畑工造成実績例

| 造成面積 (ha) | 耕作面積 (ha) | 現況勾配 (°) | 計画勾配 (°) | 勾配差 (°) | ha当り土量 (m ³ /ha) | 造成面積 (ha) | 耕作面積 (ha) | 現況勾配 (°) | 計画勾配 (°) | 勾配差 (°) | ha当り土量 (m ³ /ha) |
|--------------|--------------|-------------|-------------|------------|--------------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------------|--------------------------------|
| 2.5 | 2.3 | 4.0 | 3.0 | 1.0 | 5,840 | 0.8 | 0.8 | 6.8 | 1.0 | 5.8 | 10,810 |
| 2.9 | 2.5 | 6.2 | 5.0 | 1.2 | 6,550 | 4.7 | 3.8 | 15.3 | 4.7 | 10.6 | 11,000 |
| 0.8 | 0.7 | 8.2 | 5.7 | 2.5 | 5,740 | 4.5 | 4.3 | 7.3 | 2.4 | 4.9 | 6,150 |
| 0.6 | 0.5 | 5.3 | 3.3 | 2.0 | 3,980 | 1.1 | 1.0 | 12.5 | 4.9 | 7.6 | 14,640 |
| 1.9 | 1.7 | 3.4 | 2.3 | 1.1 | 5,680 | 2.9 | 2.8 | 10.3 | 3.6 | 6.7 | 4,880 |
| 2.0 | 1.8 | 4.5 | 3.9 | 0.6 | 5,020 | 0.7 | 0.7 | 5.2 | 4.1 | 1.1 | 2,714 |
| 3.5 | 3.4 | 2.2 | 1.9 | 0.3 | 1,290 | 2.2 | 1.8 | 8.0 | 4.5 | 3.5 | 4,714 |
| 1.6 | 1.3 | 5.7 | 5.0 | 0.7 | 8,744 | 1.9 | 1.5 | 10.3 | 4.6 | 5.7 | 8,973 |
| 1.5 | 1.3 | 8.4 | 5.7 | 2.7 | 7,430 | 1.6 | 1.3 | 8.2 | 3.0 | 5.2 | 7,784 |
| 1.8 | 1.3 | 11.5 | 3.1 | 8.4 | 8,270 | 4.0 | 3.4 | 10.2 | 4.6 | 5.6 | 9,679 |
| 1.4 | 1.2 | 7.0 | 4.8 | 2.2 | 7,000 | 2.5 | 2.2 | 8.8 | 4.6 | 4.2 | 10,270 |
| 1.4 | 1.2 | 11.5 | 3.2 | 8.3 | 8,370 | 1.5 | 1.1 | 13.5 | 4.6 | 8.9 | 9,983 |
| 1.8 | 1.7 | 11.2 | 4.5 | 6.7 | 5,360 | 2.2 | 1.6 | 10.4 | 4.6 | 5.8 | 9,753 |
| 0.7 | 0.6 | 9.0 | 3.9 | 5.1 | 6,140 | 2.6 | 2.3 | 3.7 | 1.4 | 2.3 | 4,195 |
| 3.0 | 2.7 | 6.8 | 4.4 | 2.4 | 4,230 | 3.2 | 3.0 | 2.8 | 1.5 | 1.3 | 2,024 |
| 8.7 | 7.7 | 5.0 | 1.6 | 3.4 | 5,310 | 2.5 | 2.3 | 6.7 | 2.8 | 3.9 | 6,380 |
| 0.5 | 0.3 | 11.8 | 4.5 | 7.3 | 5,940 | 1.4 | 1.2 | 8.4 | 4.6 | 3.8 | 8,611 |
| 3.1 | 2.6 | 8.3 | 4.4 | 3.9 | 5,870 | 0.4 | 0.3 | 14.3 | 4.6 | 9.7 | 8,810 |
| 2.6 | 2.3 | 5.1 | 1.8 | 3.3 | 6,530 | 9.2 | 8.0 | 6.3 | 3.3 | 3.0 | 6,570 |
| 1.9 | 1.6 | 9.2 | 3.0 | 6.2 | 9,210 | 1.2 | 1.0 | 9.9 | 4.6 | 5.3 | 10,618 |
| 1.7 | 1.4 | 6.0 | 1.9 | 4.1 | 6,070 | 2.9 | 2.6 | 6.9 | 2.8 | 4.1 | 10,457 |
| 2.1 | 1.8 | 9.1 | 4.8 | 4.3 | 10,800 | 1.6 | 1.3 | 14.4 | 4.6 | 9.8 | 12,764 |
| 1.6 | 1.4 | 7.4 | 2.5 | 4.9 | 8,930 | 3.1 | 2.9 | 3.6 | 2.3 | 1.3 | 3,958 |
| 3.9 | 3.4 | 9.1 | 4.5 | 4.6 | 10,740 | 1.3 | 1.1 | 6.6 | 3.0 | 3.6 | 3,310 |
| 3.6 | 2.8 | 11.0 | 4.9 | 6.1 | 8,610 | 3.4 | 2.7 | 17.2 | 4.2 | 13.0 | 14,549 |
| 0.6 | 0.6 | 7.4 | 3.0 | 4.4 | 2,710 | 0.9 | 0.6 | 13.9 | 4.6 | 9.3 | 18,381 |
| 4.8 | 4.5 | 11.1 | 2.0 | 9.1 | 8,290 | 0.6 | 0.5 | 6.3 | 4.6 | 1.7 | 5,916 |
| 1.0 | 0.8 | 11.5 | 4.5 | 7.0 | 10,920 | 0.8 | 0.7 | 3.4 | 1.4 | 2.0 | 3,620 |
| 1.2 | 1.1 | 5.2 | 1.0 | 4.2 | 5,100 | 1.2 | 1.1 | 8.7 | 2.0 | 6.7 | 8,388 |
| 0.7 | 0.6 | 9.5 | 4.5 | 5.0 | 7,050 | 10.5 | 7.7 | 17.5 | 4.6 | 12.9 | 20,996 |

※函館管内国营農地開発地区実績



図一 1 現況と計画との地形勾配差とha当り土量

3 圃場分割とha当り土量の評価

改良山成畑工は個人増反であるため造成対象地は所有界毎に土量収支を完結させる場合がほとんどである。一造成区域を何圃場に分割するかは現況地形から大まかには川・沢、稜線、道路および用排水路等を基本において分割される。さらに地形・地ぼうによっては複数の分割がありうる。一造成区域を複数分割してha当り土量の比較を行なった事例を表一2に示す。この表から、いずれのケースも一面と二面分割との間には大幅な土量差がある。しかし、事例一3、4、4'に現われているように二面以上に分割しても土量の減り方は少ない。事例一4'至っては三面から四面に分割数を増やすと逆に土量が増える結果となった。

さらに事例一4と事例一4'を比較すると、同一圃場でありながら、直面での造成(事例一4)と局面での造成(事例一4')ではha当り土量に相当の開きがでている。数学的処理による直線的解析のみにたよることの危険性を示唆していると言えよう。

表-2 圃場分割数とha当り土量

| 事例 No. | 造成面積 (ha) | 圃場分割数 (m ³ /ha) | | | | 備 考 |
|-----------|--------------|----------------------------|--------|--------|--------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | 9.9 | 11,300 | 9,100 | — | — | |
| 2 | 6.0 | 13,700 | 9,700 | — | — | |
| 3 | 10.0 | — | 8,900 | — | 7,800 | |
| 4 | 30.8 | 14,700 | 13,200 | 12,400 | 11,900 | 回帰直面 |
| 4' | 30.8 | 13,600 | 9,900 | 8,500 | 9,600 | 回帰曲面 |

一般的概念では、分割数が多いほどha当り土量は減少するであろうと考えられるが、事例に見られるように、減少はするが、必ずしも大幅な減少になるとは言い切れない。しかし、分割数が多ければ、運土距離が小さくなり土工費（土量×運土距離）だけを見ると、経済的と言える。

しかし、分割数を増すと防災施設が増加し、付帯工の施設費が大きくなる。よって、自然環境要因（現況地形、周辺環境、気象条件、景観）および営農条件（農家意思、導入作物、機械体系）などを考慮の上、分割数は決定されなければならない。

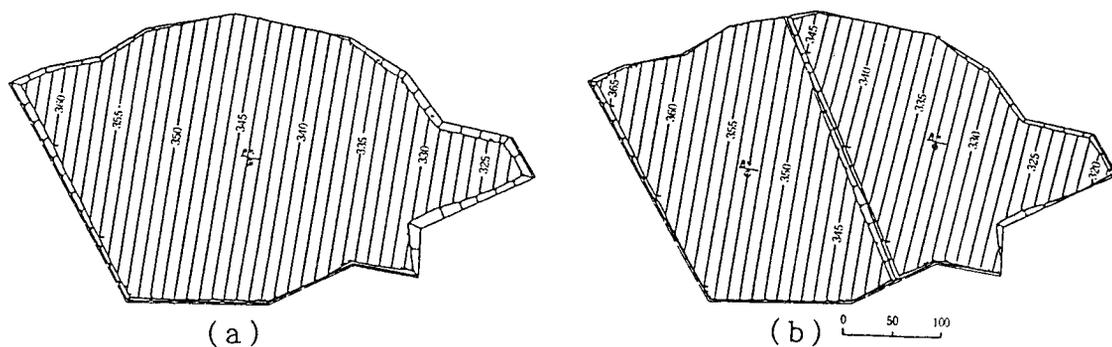
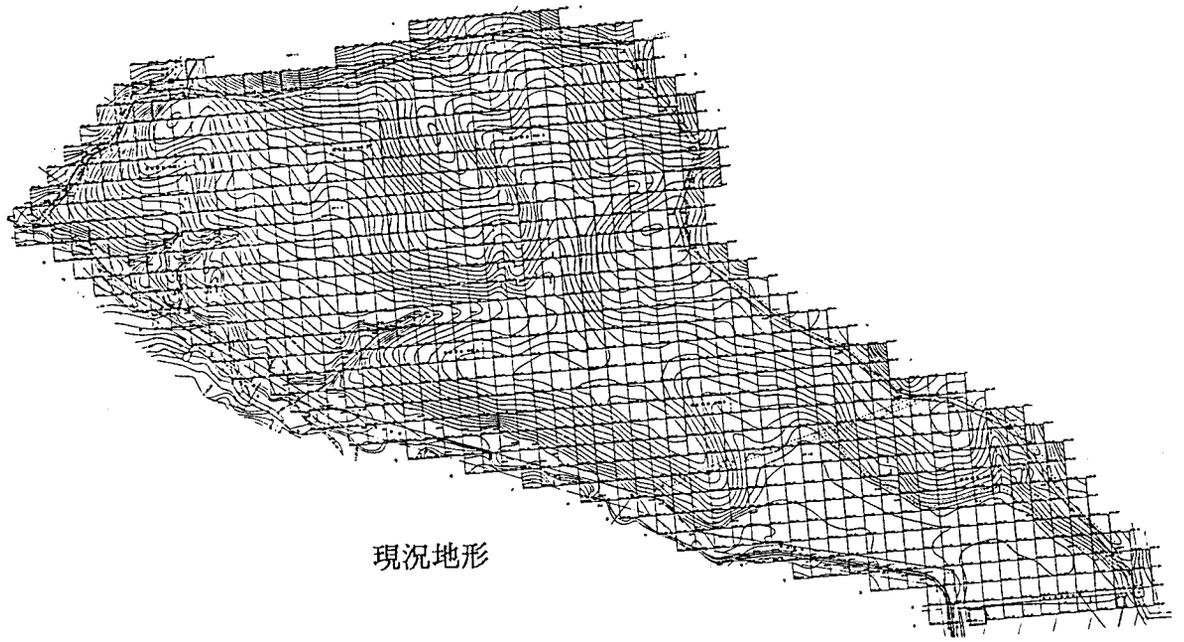
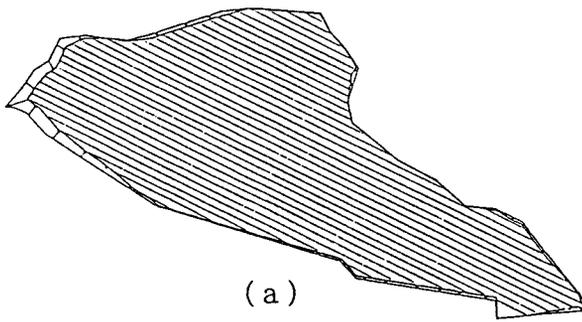


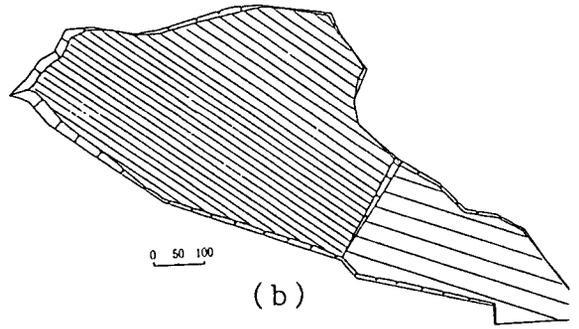
図-2-1 圃場分割事例-1



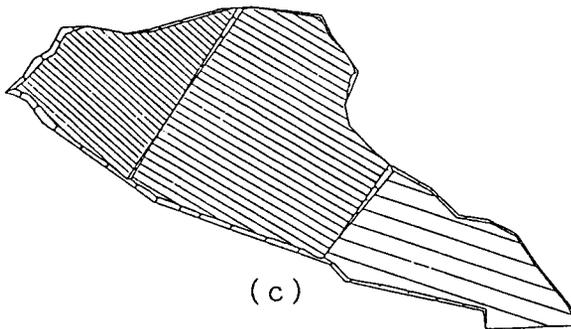
現況地形



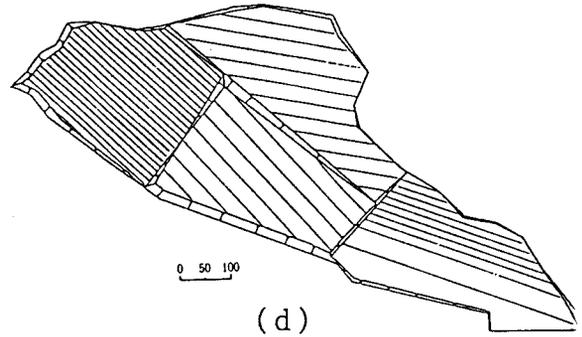
(a)



(b)



(c)



(d)

図-2-4 圃場分割事例-4

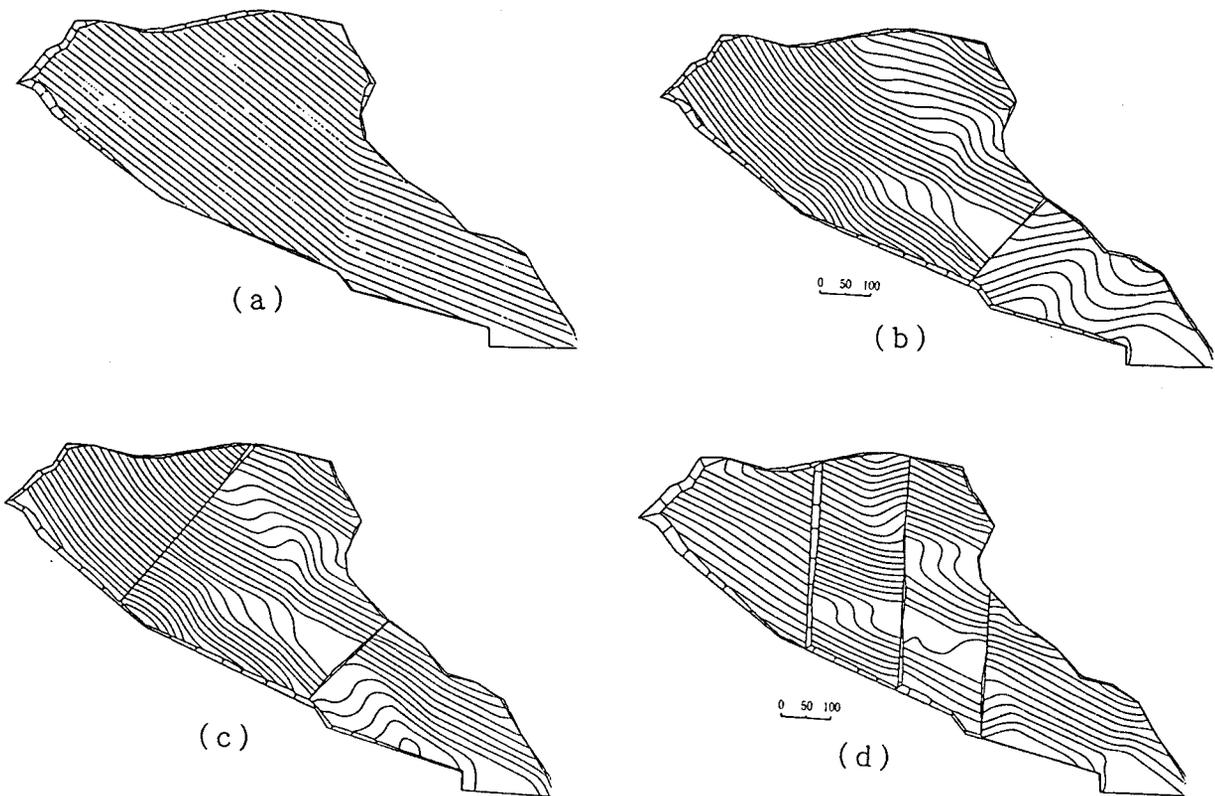


图-2-3 圃場分割事例-4'

4 付帯施設と圃場分割

圃場の分割を多くすることはha当り土量および営農機械効率などの問題以外に付帯防災施設の配置と規模に影響してくる。圃場の分割数を多くすれば圃場面の地表水の流路延長を短縮でき、排水の分散が容易となるが、その反面、維持管理をしなければならない施設が増加する。

造成地の圃場面および法面は施工後数年は十分な管理が必要であり、管理の程度が十分でない場合、災害につながる恐れがある。

しかし、農家側からは、施設が新しいため初期の維持管理は不必要であると判断しがちである。よって、これらの不安要因を造成時点でできるだけ解消しておくことが肝要となる。つまり、防災上最も危険な箇所である盛土法面周辺の施設（例えばシュート工）を、できるだけ削減できる圃場分割と、これに対応したその他施設配置が望ましい。

一例として、圃場内承水路を切盛の境界線上に設け、地表水の流路延長を短縮し、盛土側への流下を防ぐことにより、圃場内侵食の軽減と、法肩承水路およびシュート工の負担を軽減して保全効果を上げることが出来る。道内においても圃場内承水路の効果が各地区で実証されている。

以上のように圃場分割数を増やすかわりに、圃場内承水路で暫定的に分割しておけば関連する付帯作工を軽減できる。将来的に圃場面および盛土法面が安定した時点で一枚の圃場として使用することも可能となる。

5 おわりに

以上改良山成畑工の圃場造成を、土工量に関連する項目を中心に、事例をもとに若干の考察を加えたが、圃場規模を決定するファクターが多いことと、個々の圃場が全て異なる条件（自然的、社会的に）を抱えているため、一概に統計的処理によって、傾向や規模決定の要因を分析することは容易ではない。

圃場の造成に当たっては水田的な発想と、耕作機械効率からの要求、つまり”平らで広い一面”が求められる。しかし、現況地形は長い年月の中で自然のバランスを保つ曲線の複合体の形をとっており、造成によって人工的な直線を中心とした形に急激に変形させるため、造成当初の保全には最大の注意を払わなければならない。それらを維持管理にゆだねることなく、造成計画時点で十分な配慮が必要である。

農地・農村空間の景観保全

北海道大学農学部

梅田安治

「私たちを取り巻く国土の景観はたえず、どこかでその姿を変えている」とは、古島敏雄の名著“土地に刻まれた歴史”の巻頭の言である。その姿を変えるものは連続的または突発的自然の作用によるものと、人間の生きるための営みとしての農林業をはじめ、多くの生産、生活活動の結果によるものである。これらのことからしても、これまた古島がいうように「国土の相貌、景観の変化は常識であるはず」なのである。

そして、近年それらの変化が非常に大きな問題、環境問題として意識される状況にある。それには多くの理由があろうが主なるものとして①変化の速度が早く、②変化が大規模に、③自然から農地へ変化などあまり目立なかったのが、農地構造の高度化によって際立つように、④農地から産業用地などへの変化が多く、⑤各種大規模な施設の建設をとまなうなどと変化の様相が変わったことがあげられよう。

いま、農村地域に限ってみても本来的には生産過程が自然と共存で成立しているものであるが、農地の外延的拡大のみでなく、圃場の大型化、栽培作物の団地化、さらには農家住宅、各種施設の大型さらには非農業者の混住化、道路網の整備など景観を著しく変化させるものが並んでいる。そこでの生活関連の施設がその効率化、快適性のために自然と大きく乖離するのみでなく、圃場条件もその労働生産性のためか、自然条件との距離を大きくしているのである。

圃場が生産の安定性を求めるとき自然との乖離は必然的なことなのであろう。なお、この種の論議をするとき自然を規範原点とする必然性は希薄であるが、変化の原点としてまた面的不均一性の消去として自然が有用であるということであろう。そして、その自然は人為直前の原始景観を形成していたものと考えたい。また農地は本来的に農村・農村空間に包含されるものである。すなわち農村を農業システムの中で農の営みがおこなわれる場、そこに働き、生きる人々の総体としての概念的枠組みととらえるならば、農村空間はその具体的場ということになる。その中でも具体的に提示しうるものの大部分をしめ、支配的

位置をしめるのが農地である。すなわち、農村空間を支配するものは農地の生産性すなわち、農業における第一次生産性であるということである。そして、それを支援する社会的共通資本が、その空間の安定性のために大きな役割をはたしていることになる。農地の生産性、社会的共通資本などを具象的に表現するのが農村空間の景観であろう。

農地の環境を広い意味で保全するために樹木が極めて有効であることは当然である。農地の環境を物理的に保全するものとして帯状林が防風、防霧から防雪、防霜にまで役立つことは知られている。また、景観的にも直角・平面と単純化し勝ちな農地・農村の景観にあつて、立上り構造として、時にはスクリーン・壁構造ともなつて農地に区切りをつけ、景観に閉鎖性をもたせ安定感を与えるとともに目標林・指示林的役割までもはたすことが期待されている。

近年、酪農地域では省力化、有機質の圃場還元などのために「ふん尿灌漑」が多くの地区で計画され実施の段階に入っている。それらの飛沫、臭いの防止効果のためにも林帯が大きく期待されている。しかし、その林帯像は全く未解明と言はざるを得ない。また、傾斜地の農地開発が進んで来ているとき、そして、そこでの農業がモノカルチャー化しているとき、侵食防止対策も考えなければならないであろう。そのときに水食防止林などに対する期待も大きなものとなる。これは水質保全に対しても同様に考えられる。

急速に拡大しつつある放牧地にあつては庇蔭林、避難林などが有効であり必要であることは知られているが、その望ましい規模、形態などについては全く未解明というのが現状である。

耕地防風林の評価尺度としては、農地の保全・生産性、景観をはじめとする地域の保全性、生態系、樹木としての造成・管理、さらには生産性などが考えられる。いずれにしても生産の場と生活の場が重複している農村地帯でのことであり多重尺度により評価する必要がある。また年変動の大きな気象条件などに大きく関与する要素が多く、その計量的評価は極めて困難であると言はねばならない。従つて評価尺度の評価・合意をうることが先決事項であろう。

農地、農村の景観系の自然的要素としては、点的な立木、稲架、乾草、屋敷林、溜池など、線的な防風林、小川など、面的な水田、畑、牧草地の農地、塊

状物としての森林、背後の山などをあげることができる。各空間性状の違いは景観における役割の相違と結びつくことになる。すなわち、点的なものはランドマークやアクセント的役割をもちうるし、また線的要素は空間の分離を印象つける。

自然もその調和に欠けているときは、人々によき感興をひきおこしはしないが、自然の調和は、樹木、草などを中心とする線に支配される。線の量の多いところではその線の絶対量が質に優先し、線が量的に不足する都市部などでは、植栽デザイン、公園、庭園などの質的アプローチに重きがおかれるという。農村空間はいわばそれらの中間に位置するもので、人間の労働による人工的景観でありながら、その量的な豊かさから、自然を感じさせ、かつ、点在する樹木などの質も大きく景観を支配している。

農村空間で、立木、屋敷林などはアクセント付与機能を、稲架、乾草などは農作業を強烈に意識させるイメージ喚起機能をもっている。農村空間にあっては、これらの諸要素は点在するものではあるが、景観の重要な要素となることが多い。線的要素とみられる防風林などは、空間を強烈に規制、限定するものでもある。

広く展開する圃場が道路・水路などにより、平面として一つの空間構成をなしているのに対し、防風林は、その平面に垂直な面の構成要素でもあり、一種の空間の区分、閉鎖を形づくっている。

周囲の丘陵などからふかんをもって望まれる大区画圃場はすばらしい景観を形づくることが多い。平坦地に整然と続く大区画圃場に変化と秩序を与えるものは、その中へ走る線形としての道路、水路とともに、明確な区分を示すのが防風林であろう。

いま、農地空間を防風林の有無、疎密により、開放型、半開放型、閉鎖型とに分類してみると、広大な平坦地に防風林や並木等アクセントをもたない開放型のぼう洋とした空間は安定性に欠けている。また密な防風林で、完全な閉鎖型においては、隣接地に対する感興、イメージを失いすぎる。これらに対し、疎な防風林状態、すなわち、すだれ状、いわば擬似半開放的空間は、よりよい感興をおこさせるものとみられる。防風林の配置やその樹木の疎密をデザインのみから問題にするのは、当然避けねばならないが、広大な農地面にあって空

間を演出する要素として防風林は重要なものである。

人工物の介在しない緑の自然そのものを対象に、S.D法により調査した品田は、「やすらぎ感」と「雰囲気明るさ（開放感）」を主要な二軸とする因子空間図を求め、植生に着目して、緑の視環境評価を試みている。その結果によると、尾瀬のヌマガヤ群落がもつとも高く、次いで水田、芝生や刈り込んだイネ科の植物からなる草原、下草を刈取ったコナラ、クリ林、イヌブナ林と続き、いずれもすつきりとして見通しがよいという共通性をもつもので、すなわち、草原がきわだつてやすらぎ感が高く、空間量の多い林、つまり疎開林がこれに次いでいるとしている。これは、防風林と農地についてもあてはまるものであり、農村空間の自然的空間への援助の可能性を示唆するものであろう。

面的要素としての農地景観は、土地利用条件と営農形態の関連によつてきまると。すなわち、棚田などの特殊の水田を除き、低平の土地が利用される水田の景観の興味は、アクセントを付与する防風林などの垂直構成要素を除けば、その季節的变化に集約される。苗代、代かき田、水面の多く見える移植直後、一面緑の分けつ出穂後、さらには収穫直前、また収穫後の稲株、稲架とめまぐるしい。

畑地景観の特色は、畦の作物のつくる農地面のテクスチャーと、その構図である。そして降雨と時間の経過は、土壌の水分状態から土の色を変化させ、作物の成長は、緑の被覆度を増加し、緑の質感をも変えていく。

また草地、酪農では、緑の草地へ点景としての牛、道路沿いの標識などが、広大さをひきしめるアクセントとなり、牧場をイメージアップさせる要素ともなっている。それらの要素を点在させる空間の性状は、起伏を含む広大な牧草地と、それを取囲む、または背景となる森林との調和により支配される。このやすらぎ感の高い草原は、その存在自体、レクリエーション的機能を内包している。スイスなどでは、森林と牧草地の美化が義務づけられ、その保護が行われているという。牧草地をはじめとする農地の、空間量の多い自然は、人間の本来的な要求に合致するものであるともいえる。そして、その空間を明確にする作用のある樹木の取扱いは、牧草地における庇蔭林、エロージョンの防止のための残存林も含めて、十分な配慮が望まれるところである。

農村地域の要素としての緑、それも、ある程度のかたまりを持った緑、すな

わち森林についてみるならば、視覚的な森林の価値は、その形態、色、さらに季節的变化などに対する興味にある。中でも、広葉樹林の多彩な色は、草地や針葉樹の緑と調和し、アクセントをつける役割を果たしている。

効果的な利用の例をあげると、山の背やめだつ丘に用いる落葉樹、農用地と森林との境界に生垣のように用いられる広葉樹、大面積の針葉樹の暗さを明るくするカラ松などである。また、不調和な景観をつくりだしているものとしては、等高線に沿って土地を真直に横切る林道や道路、異なる樹種による固すぎる境界線、また山の背より垂直におりる植林地と草地との境、直線で区切られた面積の伐採区などがあげられる。これらは、異なる樹種の混交や、広葉樹の利用、また、のこぎりの歯状の境界線を用いることで改善され、とくに、スカイラインを形成する山の鞍部などでの森林と牧草地との調和は、人目につきやすいだけに配慮が望まれるであろう。もちろん、その土地に適した樹種が、生態学的に安定した時、美しい景観をつくりだすことはいうまでもない。

最近までは、農村地域の景観評価をはじめとして、いわゆる景観の評価などの感性面が大きく左右する問題には、その種の専門に熟練した特定の専門家による判断に負うところが大きかった。近年、景観アセスメントなどの客観的判断の必要性が重要視されるにいたり、景観問題においても、分析・計量的アプローチに重きがおかれるようになってきている。

農村地域の景観評価を行うための調査方法としては、アンケート調査、対象とする空間における被験者による実験、スライドもしくは写真を用いる方法、またそれらの組合せによる方法などがとられる。そして、分析方法としては、主成分分析、数量化理論などの多変量解析や、S.D法、一対比較法などの計量心理学的方法などがとられている。

都市空間においては、長い伝統を介しての評価事例、手法の蓄積がみられる。また、土木構造物、たとえば、橋梁や発電所など付近の住民と強く関わりをもつ公共建造物などに対しても評価手法がある程度定まってきたが、農村地域を対象とした評価手法、評価事例は、まだそのデータの集積段階といえるであろう。

アンケート調査による結果を多変量解析を用いて分析し、農村景観美の4つの総合分類類型を設定することが、農村開発企画委員会の「農村地域景観形成

の技法」に示されている。すなわち、「伝統的な水田農村のイメージ」「田園風景の展開するイメージ」「近代的施設の景観イメージ」「その他（整備されていない風景のイメージ）」の4類型である。この調査結果を踏まえ、さらに農村地域住民に農村地域のスライドを見せ、その反応を調査するという方法により、住民の抱く景観イメージを導き出し、農村空間構成要素ごとに詳細な分析を行っている。

その中で、日本の一般的農村地域景観に関する全般的評価、選択傾向をみると、評価（美しい、調和している）の非常に高いものは、耕地景観（田、畑、樹園地）、牧草地などの農業景観で、次いで比較的管理のゆきとどいた景観、集落景観などと続いている。そして、農業に従事するしないにかかわらず、田、畑、牧草地の耕地景観が、農村に居住する人間にとって実り豊かな景観であるという評価が現れたことは好ましいとしている。

農村景観に対する評価は、評価者の性別、農業経験の有無、年齢など各種属性により異なるとみられる。別の研究では、畑酪地域、水田地域の耕地景観を主体としたスライドによる実験調査を行い、計量心理学などにおける一対比較法を用い、各種農村景観の評価傾向（調和している）を距離尺度により表わし、合せて評価理由を構成要素により分析している。それによると、農業をある程度理解するものとされる農学部学生（男子）の集団と、外部者としての都会育ちの文系学生（女子）の集団による評価には顕著な差がみられる。要素系の評価状況をみても、女性集団では、色彩光線系が優位であるのに対し、男性集団では、農業生産系が優位で、かなりの距離に自然地形、色彩光線系が位置している。

このように、農業と関わるもの、そうでないもの、また、性別などにより、農地・農村の景観評価は異なるものである。酪農経営の子弟で、将来酪農家を継ぐとみられる農村部青年を対象とした調査によると、居住したい農村空間は、酪農、畑、水田地域の順という景観評価結果もでており、また、都市部在住－農村部在住、営農形態、性別による評価傾向の差異なども明らかにされている。

社会の全体的な経済産業構造、生活環境が大きな変化をしようとしているとき、農業・農村も大きな変化を余儀なくされている。それは農業・農村構造の

変化であり、農村地域の生活が農業者のみによる構造から、非農業者をも多く含むような環境へと変化してきたのもその一つである。生活環境のみでなく、生産環境へも大きな影響を与えている。そこに生産構造に全く関係なく、ときには対立するような状況で生活者が混在するということは、本来的に生活～生産が不可分離であった農業にあつては革命的とまでいえることであろう。そして、また、農業の危機が叫ばれ出してから、かなりの時間が経過した。議論は多くなされているが事態は好転していない。しかし、農業は持続されている。それが農業なのであろう。本来的に人々の生活の一部を繰り込んで、自然と対応しつつ生産性も求めてきた農業に、経済至上的スケールを当てることに無理が生じているのである。いま農業が単なる生産業となつてきたとき、第一次産業部門が生産市場の単一スケールで評価されるようになったとき、我々の生活環境は保持されるのであろうか。これまで第一次産業が求められていたものは、生産、消費の両面から極めて地域性の高いものであつた。しかし、経済、流通機構の極度の発達大型化によつてあらゆるものの地域性は希薄になつてきた。すなわち、他産業の流通機構の中へ引き込まれて第一次産業がその特質としていた地域性が破壊されたともいえるであろう。また、第二・三次産業の発達、多様化などのため、生産行程を部分的にまたは全面的に代替されるものも多く出てきている。しかし、それでは従来から農業が生産行程のかたわらというよりは併行して支えてきた生活構造の部分、自然生態系保全の部分に対する作用は取り残されることになる。

問題は農業の評価ではなく、農業空間、その基本となる農地の構造・機能の評価ということになるのである。国土として農地、それは農地部分にとどまらず、都市周辺空間としての、都市・山林自然などの中間、つなぎ空間でもあるのである。それらの生活関連の、そして国土生態系としての評価を確実に与えなくては、我々の国土空間を劣化させ、それは消滅化への急勾配を生ずることになるであろう。

農地は生産効率、すなわち、農業生産物の場としてのみ評価されるのではなく、農業者の生活の場として、また、一般の農業以外の人々にとつても活用する場の一部をなすという側面を持っており、近年そのウエイトは非常に大きくなりつつあるとあってよいであろう。

すなわち、都市空間の狭小化による都市生活者、都市要素の農村空間への侵入、リクリエーション空間としての農村空間の利用、また、農村生活者の都市型志向などもあり、農村環境、農村空間の質的問題に関心がもたれている。

しかし、農村が空間として存在するために、その効率はともかく、生産活動が営まれていることが絶対必要条件なのである。農地での生産がなくなった農村は、その活性を失いただの荒野・スラム以下に成り下がってしまうであろう。

“農村”とは？、と聞かれると極めて説明がむずかしい、それは農村という語に定義がない、また我々の周辺にあまりにも沢山あるということであろう。日本で、法律関係などには見当たらない、統計上には「農家が農業上相互に最も密接に共同し合っている農家集団」とあるという。諸外国をみてもある特定の目的のために限定的定義はあってもキッチンと一般的定義をさるはいないようである。定義のないのが農村の特性を示しているともいえよう。すなわち、農村というのは歴史的にも極めて古くからあり、というよりも人間の共同生活の発生とともに発生し、生活に生命保持のための作業としての農業生産活動をする。まだ生活と生産の分化していない時代の名残りとどめている地域なのである。岡部守は「農業に従事する人々によって構成されている自然発生的な地域社会」で農道、農業灌排施設、共同林野などを通じて社会資本を共有している地域社会の単位としている、これを援用すると農村とは組織単位そのものである。そこでの実存を証明しうる具象としての社会資本とか農地などの財はどのように地域に関与していくのか、それらに関与させて考えるために、農村空間を考えることにする。農村空間は私有、共同を問わず他有の財までも含めて成立するものである、すなわち狭義には農地、それに関係する各種施設、住居、さらには直接的に関与する市街地・周辺山丘・森林などで構成される空間である。広義にみるときはそこでの生産生活のシステムまでも含むものとしてみることにする。

農地が、そこからの生産物で評価されるのは当然である。それ故に土地改良事業などによって各種の施設化がなされ、土地利用型農業などと呼ばれるのには程遠い、高度に圃場化された優良農地となっているのである。それらが他の

用途にも利用されるとき、それ自体の評価が大きく変化するのは当然のことである。と同時にその他目的利用が周辺環境・生態系などに多くの変化を与えることが考えられる。それは、空気、水、緑の量・質を基本として景観的なものにまで及ぶであろう。その変化が正量として出るものと、負量として出るものがある。この正負の判定自体が議論となることもあるであろう。

農地が他目的利用されるとき、農地がほぼ自然、または疑似自然状態であると考えかぎり、自然環境的なスケールでは劣化を示す。すなわち負量となるであろう。この量の絶対値が、この土地の農地としての自然的評価値公益的機能の期待値とみることができる。農地としてそこでの生産価値とは独立的に周辺部に好影響を与えていると考えられる。その農地の農業と他利用の格差を見出し得ることになる。この農業の営まれている農地の公益機能とでも呼ぶべき目的外の効用、その農地への資本・労力を投下している農業に還元し得ない効用、これを若し農地以外の施設で発現させよう(そのほとんどは代替できないものであろうが)とすると、大きな投資・費用が必要となってくる。これが農地の社会に対して波及させている効用価値である。社会の側からすると農地の社会的価値として、または農地の存在価値として農業者自身が確保している生産的価値とは別途に考えなければならないものであろう。

かつてのように農業者が国民の多くを占め、また、農村地域が農地の関係者、すなわち、農業によってしめられていた時は、その社会的価値は生産的価値の中へ包含されて当然であった。しかし、混住化社会を形成して来たとき、その混入が非農業者の農村への浸入という型でなされるとき、政策的にも大きく配慮されなければならない。

いわゆる都市内緑地(農地)においてはこの議論はなされるであろうが、若干異なるものになるであろう。そこでは農地と他利用地の相対的位置づけ(量も含む)が議論の支配要因の一つとなるからである。

ここにおいて非農業者の農村への参入は忌みきらわれものではなくむしろ、それを当然とし、歓迎すべきものとしてこそ地域の基盤としての新しい時代の農村の成立があるであろう。その参入は日常的、恒常的すなわち、居住者としての参入と、非日常的、すなわちリクリエーション・滞在的利用者としての参入、さらには生産物の直結的流通などによる参入などが考えられよう。

「豊かで美しい国土・農村空間の創出に向けて」と題する報告が昭和63年に農業土木学会の将来ビジョン検討委員会から出された。昭和46年の「地域工学をめぐって」というかつての提言以来のものである。また、その先、昭和38年には当時の農業土木の主力メンバーによって「これからの農業土木」が出版されている。その序文の中に「農業土木技術の真のねらいが建設事業そのものにあるのではないことはいうまでもないであろう。それはあくまでも農業生産発展の一助としてのみ大きな意義をもつものであり、それぞれの事業が農業生産のおかれた自然的、経営的諸条件との完全な融合の上にはじめて真の効果を発揮するものである。このことは農業土木技術と一般土木技術との著しく異なった点であり、農業土木技術に対し、より地域性、風土との結合が要求され、経営条件の変化に対応した計画の精密さが要求されるゆえんである」と農業土木技術を位置づけている。このことは今日も十分通用するものである。ただ、対象とする農地・農村の国土の中で揺れ動く現代、そのはめ込みも農業土木の責任となったということであろう。

農業とは、農村とは、と言った議論はさて置くとして、国土・農村空間を国民共有の資源とする認識の可否が「豊かで美しい国土・農村空間の創出に向けて」の重大な部分をしめていることは確かである。いま、国土を都市部、農村部、山林部と分けてみたとき、都市部は少くともそこで生活している国民の大部分をしめる都市民と周辺の人々には共有資源と理解されるであろう。また、山林部は遠隔・不居住者などの条件から共有資源としての理解はえられやすいであろう。

しかし、同じ「共有」であつても、都市空間と山林空間に対してでは大きく異なるのである。都市空間では諸施設・システムが有機的に連結していることが歴然とし、利害も体験的に理解されている。また、山林空間となると利害も極めて概念的となり、「有」の認識も殆どうすれて、「無関係」というのが大部分で、この「無関係」どうしが「共」の観念を醸成しているのだともいえよう。

しかし、農村部となるとそこに展開されている製造産業化させられつつある農業、農業者をみると、部外の人々に共有資源として理解を求めるためには

かなりの説得が必要なのではないだろうか。

近年の目まぐるしいばかりの科学・技術の進歩は技術革新、それにとまなう産業活動、経済体系の著しい急速な変化を余儀なくしている。そして、それぞれの経済活動の経過で多種多額の社会的費用を発生させ、それを十分内部化せず、第三者とくに経済的弱者に転嫁する状況を増幅する傾向がみられる。これまでは、この種の議論は発生源が限定され、受けとめる側は不特定多数の開かれた広い社会であった。しかし、一般産業の発展と農業について環境面からみると、発生者が多数でそれを受けとめるのが農業だけとまでいわないまでも、各産業が組織的に発展する中で取り残された状態にある農業に相対的に多くの社会的費用の負担が流れ込む状況にあることは否定できない。農業はその意志とは無関係に他の産業発展にとまなう社会的費用を背負わされているのである。自動車の社会的費用などについて多く論じている宇沢弘文は「とくに日本経済のように、国土面積に比較して経済活動水準が高い国については、自然環境および都市環境から生み出されるサービスは、きわめて希少性をもっているといえよう」とまでいつている。その財によって発生させ得るサービスが社会的にいかん評価されるかによってそれが社会的共通資本であるか否か決定されるのである。社会事象の中から人間的なことを消去して成立している経済スケールで、農業とくにそれが内包している極めて人間的な部分を評価しようということは極めて困難である。その計数化などの議論は不毛のものであろう。まずは異なった価値観のものが共存していることを承認することが第一である。原理の発見、規模の構築に大いに努めなければならないのは当然である。しかし現実・歴史の流れへの対応のためには現況の認識こそまず必要なことである。

参考文献

- 梅田安治・佐々木四郎(1975): 農村空間の視覚的構造について, 北海道農村環境研究会
- 梅田安治(1979): ダム及び貯水池の周辺環境の整備と利用に関する計画・手法, 大ダム No87
- 梅田安治・野本健(1982): 農村地域の景観とその保全, 農業土木学会誌 Vol. 50, No1
- 梅田安治・岸洋一・大原芳夫(1982): ダム周辺のレクリエーション的利用, 農業土木学会誌 Vol. 50, No9
- 梅田安治・岸洋一・野本健(1984): 北海道における農業用貯水池の可能性(I) 農業用貯水池とその周辺環境, ダム日本 No. 476
- 梅田安治・岸洋一・野本健(1984): 北海道における農業用貯水池の可能性(II) 農村景観における貯水池の評価, ダム日本 No. 477
- 梅田安治・岸洋一・野本健(1984): 北海道における農業用貯水池の可能性(III) ダム周辺とレクリエーション, ダム日本 No. 483
- 梅田安治(1990): 土地改良の周辺, 農業土木新聞社

アフリカのSOSと第6回国際土壌保全会議

琉球大学農学部

翁長謙良

1 はじめに

Soil Conservation For Survival のメインテーマで第6回国際土壌保全会議は1989年11月6日から11月18日までアフリカのケニアとエチオピアで開催された。会議の実行委員会は、ISCO, World Association of Soil and Water Conservation, エチオピア、ケニアの各農務省、Permanent Presidential Commission on Soil Conservation, Kenya, アディスアベバ大学、ナイロビ大学、スイスのベルン大学などの機関により組織され、エチオピア、ケニアの両国の主催、Swiss Directorate for Development Cooperation and Humanitarian Aid (DCA), Sweddish International Development Authority (SIDA)の後援で開催された。ケニアでは11月6日から8日まで pre-conference tourがもたれ、ナイロビ近郊の農地保全のあり方を見聞することができた。9日にはナイロビ空港近くの道路沿いに参加者の国別に記念植樹が行われた。11日から15日まではエチオピアのアディスアベバで本会議の研究集会に参加し、その間に Mid-conference tour また16日から18日までは Post-conference tour でエチオピアの土壌侵食の実態と保全方法をつぶさに見ることができた。以下に Conference tourや研究集会で得た知見や資料^{1), 2), 3), 4)}を引用しながら紹介させていただくが、十分に咀嚼し得ていない面が多々あることをお許し願いたい。

2 ケニアの概況

ケニアは東経34°~42°の赤道沿いに位置し、スーダン、エチオピア、ウガンダ、タンザニア、ソマリヤと国境を有し、インド洋に面している。国土面積は58万2646km²で我が国の1.5倍である。その内11.6%が高位生産性、54%が中位生産性、72%が低位生産性の土地に分類されている。

ケニアは1963年12月に独立を勝ち得、その1年後にケニアアフリカ国民連合の一党が支配する共和国となった。大統領は行政と軍事を司る最高指導者であり、国民が選出した議員の中から大統領が指命する閣僚達によって補佐されて

いる。憲法は三権分立制をとっている。

ケニヤの行政区は沿岸、中央、リフトバレー、ヌヤンザ、西部、北部そして首都のナイロビの各州から成り立っており、それぞれが14の行政区を有している。

ケニヤは多民族かつ多様な倫理規範を有する人々の国家であり、アフリカ、ヨーロッパ、アジア、アラブ等の民族が混住している。全人口の98%が本来のアフリカ人であり、それらは42の部族又は亜部族からなっている。言語学的には主として Nilotes, Bantus, Cushites の3部族語に分けられる。その中で Bantus が大勢を占め、元来農民が多い。

地形的には標高が水面からケニヤ山の頂上の5,200mにまたがる多様な変化と対照性を持っている。沿岸地域は海拔0~300mの低地や狭い平野で構成されているが、国際港モンパサの南の沿岸沿いの平野では標高400m程の丘が散見できる。ニカ台地や低地は海拔300~100mにまたがり、ケニヤの乾燥地や半乾燥地を抱えて北、北西、北東に伸びている。中央高地は主として標高2,000m付近にあり、大リフトバレーにより開析されている。その高地にはケニヤ山(5,199m)やニヤンダル山脈(3,999m)のようなより高い地域も含まれている。リフトバレーの西の高地は標高3,000mのチンボロアまで連なり、1,200mのビクトリア湖の流域へと次第に低くなっていく。

ケニヤの気象、気候を支配する主たる要因は、1、熱帯の収束ゾーンの季節的なシフトと強度 2、地形と露頭 3、局地的な大気の循環パターンを大きく規制するビクトリア湖である。これらの影響要因によりケニヤの気候は多岐にわたっている。

年降雨量は北部地域の約250mmから高地の2,500mmまでの範囲にある。年間1,000mm以上のところは沿岸地帯、高地、リフトバレーの東部及び西部それにタイタ丘のような孤立した所である。ケニヤには数種の季節的な降雨分布のタイプがある。雨季の長さや最大、最小の降雨のある時期はその地点の緯度に影響される。東海岸沿いの降雨は4月から6月にかけてあり、東部や中央部では3月から5月と10月から12月の二つのはっきりした雨季がある。リフトバレーの西側の高地の大部分は3月から9月にかけて多量の雨がある。ビクトリア湖流域では湖岸線の近辺以外は完全な乾季はない。ナロク周辺では主な雨は11

月から翌年の5月の間に降る。

年平均気温は10°C未満から30°Cまで広範囲にまたがっている。概して北部乾燥地帯や東部それにマガディ湖の周辺は温度が高い。3,000m以上の高地は温度が最も低くそこでは夜の霜は珍しくない。5,000m以上の高地は年中、雪や氷に覆われている。

土壌は母材や、地形学的位置の多様化を反映して発達し、存在している。国土の中央部や西部では火山岩に由来する土壌が分布している。これらの土壌の殆どが排水が良く、土層が深く、ナイティゾル、アクリゾル、ルビゾル、フェラルゾル、アンドゾルやパエオゼム等が含まれる。北部、東北部、東部では土層が浅くないしは深い土壌、排水良好から不良の土壌まで分布している。これらの土壌はソルネッツ、ソロンチャク、レゴゾル、ルビゾルそしてキャンビゾルが含まれる。南部や南東部では、土壌は基盤岩の影響を受けて発達している。これらの土壌は主としてフェラルゾル、ルビゾル、アクリゾルやキャンビゾルである。沿岸地帯はアレノゾル、フルビゾル、ヤルビゾルで特徴づけられている。

ケニヤは土壌、地形（標高）、気候（雨量）の変化の著しい影響を受けて種々の植生が存在する。海拔3,500mの山岳地帯では植生は極寒地や強い風の所でも適応性のあるアフリカ高山植物によって特徴づけられる。荒地という言葉はしばしば粗悪な草、コケその他の植物が自生しているところを指すのに使われる。

Agroforestry は食糧、畜産物、林産物を同じ土地で継続的に生産する土地利用体系である。これは農耕、畜産、林業相互間の競合を緩和する。特に、人口密度の高い高生産性の土地においてそうである。さらに Agroforestry は有機物を増産し、土壌侵食を減じ、土壌の肥沃性を維持し、微気象のバランスをはかる。Agroforestry に適する林木は多目的で根が深く張り、他の農作物と光と水を競合しないものである。農地において Agroforestry が成功するか否かは適切な樹種の選定に大きくかかわっている。

ケニヤの人口は1989年には2350万人に達すると推定されていた。1979年には1,532万人余であったので10年間に約8,200万人の増加となっており年間約3.9%の増加率である。これらの人口が58,264k m²の国土に住んでいる。このような

人口増は出生率の高さと死亡率の減少によってもたらされるので世紀の変わり目には3,480万人と推定され、世界で最も人口増加の早い国の一つに数えられる。ケニアの急速な人口増は耕地の単位面積当りの収量を減じ、農地が退廃し、その結果土地を圧迫しておりつい最近から農民が高生産位の土地から農耕不適の低生産位の土地に移動し、環境破壊の危険を増大させている。

農業はケニアのG N Pの約1/3を占めており、85%の人口が農村に住み、実質的に生計や収入は農産物に依存している。労働力の約75%は農業従事者である。農耕様式は農業気候区や土地所有形態の多様性を反映して多岐にわたっている。主たる換金作物、外貨収入作物はコーヒーと紅茶である。他の換金作物は除虫菊、綿、砂糖、麻、果物である。トウモロコシは紅茶同様、標高1,100m以上の高位又は中位生産性の土地に栽培されている。その他の食用作物には豆類、ソルガム、ミレット、キャッサバ、オイルシードポテト等がある。農村人口の大部分が小地主で約1,700万人を占めている。平均的に一農家（6～8人）当り2.3haを所有しているが、その75%が2ha以下である。高位、中位生産性の耕作地の拡大の余地は人口圧や進行中の土地の脆弱化により急速に減少している。この事はより多くの耕境地が人口増に対処するために農耕地に取り込まれていることを実質的に示している。同時にすでに人口過密になった高位および中位生産性の土地利用の集約化を必要とすることも示している。

ケニアにおける土壌侵食、土地の退廃を危惧するキャンペーンは土壌保全の物理的方法とともにかなり以前から強調されてきた。それらの物理的方法は広巾テラス、ファンナジュテラス、分水溝、人口の水路、ベンチテラス等によるものである。緩傾斜の大規模農場での土壌保全の方法は機械化されているが、小規模農場では人力による集約的方法がとられている。新しい土壌保全方法が法律により農民に強制された。しかし独立後その強制が緩和されるとほとんどのテラスが維持管理がなされなくなり、あるいは耕作されて、伐採や過放牧が広がっていった。政府の「地方に帰れ」の政策はより多くの処女地を何等かの土壌保全方法もなされないまま開墾され、土壌侵食を増幅し、高位～中位の生産性の農地の収穫高を減ずるに至った。土壌侵食は、人口圧、土地の脆弱化、伐採、急傾斜地への農地拡大により更に激しいものとなっている。

3. Excursion I (ケニア)

preconference tour では観光地を含めて12のスポットを見学したが、その中から主なものを紹介したい。

1) International Council for Research in Agroforestry (ICRAF)

1975年国際研究推進センターは「熱帯の林木、食糧と人、土地管理」というプロジェクト報告で農業と林業の管理組織を結合させた全世界をベースにした研究を企画し、整合させる国際的に支援された組織—ICRAFの設立を提案した。そのような背景で1977年オランダのアムステルダムに事務局を置き発足した。そして1978年にはケニアのナイロビに本部が設立された。ICRAFは次の事を通じて発展途上国の社会経済的発展と福祉をはかる目的を持っている。すなわち

- I Agroforestry システムを推進し環境を破壊することなくより良い土地利用をはかる。
- II Agroforestry システムの研究や実践活動を奨励し支援する。
- III このようなシステムと関連した情報の収集と普及を促進する。
- IV Agroforestry 発展の国際的調整の経済的援助。

さて最初のストップ1である Machakos の ICRAF 試験地はケニア政府から寄贈されたもので1981年に開所した。種々の Agroforestry による土壌侵食防止効果を演示するもので、種々の木をテラスの端に栽植し、木の種類と作物への影響、水利用と木の成長、テラスの中と土壌侵食などの関係を知るための試験圃場である。土壌は暗赤色でシルト質で、受食性とみられたが、案内では保水力が高く、構造が安定しているが、化学性が劣悪でCECがかなり低いOxisolに分類されている。その他、物理的に乾湿いずれの場合も耕耘上問題になるが化学的に肥沃である Vertisol(Black cotton soil)も分布している。

2) National Dryland Farming Research Station and Mr. Musau's Farm

それぞれ国及び個人の研究機関と農場であるが、前者はケニア農業研究所に属する試験地でケニアの半乾燥地に適応できるぎりぎりの農業技術を開発するために1956年に設立されたものである。多くの土壌侵食試験区が設置され、転倒マス型自記雨量計を応用した表流水観測装置や土層断面も演示された。土壌

は排水が良く、土層が深く、土色は暗赤褐色～暗黄褐色で、土性は砂壤土～壤土である。後者は、テラス方式による果樹園で“Fanya juu”と呼ばれる古いタイプのテラスである。Fanya juu とは Throw up すなわち土を下から上へ投げ上げることで、人力で造成される土手を有するテラスである(図-1)。土手はいつも草で覆われ年中良い状態に保たれている。見学の際、現地の雇用農家の主婦数十人が歌いながらテラス造成の演示をしてくれた。農民は食用作物(ハト豆、ジャガイモ)と換金作物(ポーポーの木、柑橘類、バナナ)を栽植し、農林地一体開発を実行している。

3) Gully Rehabilitation Site , Mwangi's farm

Muranga 地区の急傾斜ではガリ侵食の実態を見ることができた。長さ150m、巾3～4m、深さ1～2mである。ガリの修復には、ガリ頭で草生とバナナを栽植し、ギャビオン(蛇籠)によるチェックダムでその他の場所は草生工で対応している。

Mwangi's farm は個人営の農場で、農地保全の方法は“Fanya juu”又は Bench テラス方式である。メイズ、豆、ジャガイモ等の食糧作物とコーヒー、トマト、バナナ等の換金作物が栽植されている。テラスの土手はナピアグラスで保護され安定している。

4) Munanda catchment

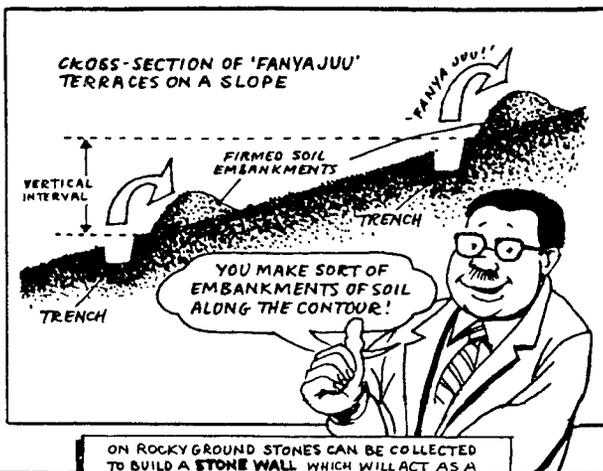
この地区は農民の移住地で、最近農務省はこの流域をモデル地区として土壌と水の保全方法のアプローチを試みている。個々の農家はこの流域で種々の保全方法について指導を受け実施している。Munanda 流域の修復は、政府によって1977年から実行された。導入された保全方法は、“Fanya juu” テラス、ナピアグラスの植栽によるテラスの土手や、河川堤防の保護、急傾斜地の植林、55%以上の傾斜地の非耕地化などである。

5) ナクール湖国立公園

ナクール湖畔へ下る道中のバスの中で、湖の水涯線に目をやると水が真赤に染まって見えた。ここでも赤土流出が顕著なのだと嘆いたが、近ずいて見ると

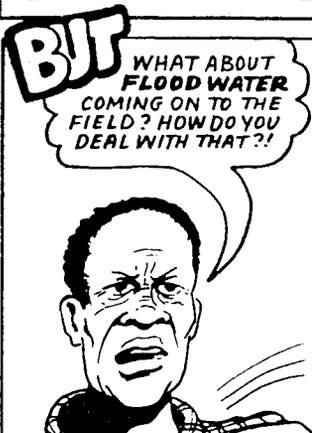
'FANYAJUU' TERRACES

A 'FANYAJUU' TERRACE IS THE KIND OF STRUCTURE YOU HAVE TO DIG - BUT, ONCE YOU'VE MADE IT, IT'S A VERY GOOD SOIL CONSERVATION MEASURE INDEED!



ON ROCKY GROUND STONES CAN BE COLLECTED TO BUILD A STONE WALL WHICH WILL ACT AS A BARRIER FOR SOIL AND WATER. THE STONES SHOULD BE SET IN A SHALLOW DITCH.

BENCH TERRACES



☒-1 漫画によるテラスの説明

何とそれはおびただしいフラミンゴの羽の色によるものとわかり、ほっとした。ナクル湖は浅く、アルカリ性の湖で大地溝の中にある。この湖は100万羽以上のフラミンゴの聖地であるが、他の鳥類や野生動物例えばヒョウ、ライオン、サイ、イワダヌキ、オオカモシカ、アフリカ水牛などの聖地でもある。サイを危機から守るためにその聖地が今から2年程前に政府によって設定された。

4. エチオピアの概況

エチオピアは東に紅海やアデン湾、西にナイル溪谷の低地を配してそびえているアフリカ大陸の北東部の国である。この二つの低地の間の高約2,000mの高地の殆どがエチオピアの国土である。地殻変動と地質学的侵食を経て、地形変化に富む波状形の景観を形成している。国土の標高は海面下100mから海拔4,000mにまでまたがっている。第三紀から四紀にかけての地殻変動はシリヤからモザンビークに展開する大地溝帯を創造した。エチオピアの地溝はその系の一部であり、紅海に漏斗状に開いている北東部からケニアに入り込む南西のアデン湾の狭いベルトにまで伸びている。エチオピアの地溝帯の南部と狭い部分は比較的標高が高く、そこには七つの湖がある。また地溝帯の北部は数多くの火山丘が点在し、地溝の両側の断崖から滝のように落ちる多くの河川があることで特徴づけられている。多くの河川の中でアワシ河は社会経済的に最も重要な責務を担っている。エチオピアの地溝帯は北西の高地とそれに続く低地及び南東の高地とそれに続く低地とに高地を二分している。この二つの高地の系は大山塊、台地、低地から構成されている。エチオピアの高地はアフリカ北東部に貯水塔を形成していることは明白で、河水はナイル河に注ぎ地中海に達し、あるいは紅海やインド洋に注いでいる、北西部の高地やそれに連なる低地の殆どがナイル川に排水される。

エチオピアは北緯3°～8°の熱帯に位置するが、気候は高度に強く支配される。気候の二大要素である温度と降雨量は特にそうである。その結果温度降雨量とも接近した地点でも高度により大きな差異がある。一般的には海拔2,000m以下の低地は高地よりかなり温度が高く乾燥している云える。降雨の型は大まかに四つに分けられる。即ち、殆ど年中湿潤、夏雨型、春秋型、冬雨型（紅海沿岸地域）のタイプである。後者の三つの型は年雨量と雨季の長さにより雨

季と乾季に区分される。年雨量は低地部の300mm以下から南西部の湿潤地の2,200mm以上にまたがっている。低地の大部分は最も暑い時期に雨が降り、年間約800mmである。低地部は年中暖かく年平均気温は20°C～25°Cで高度によってはそれ以上の所もある。高地部は15°C～18°Cで標高3,000m以上の所は10°C以下まで下がる。

深く開析された地形と山岳地域とにより、気候の変化がはげしく自然環境要因のいずれをとっても一様性がない。それ故宗教、言語地図が自然環境のように多様性を示しているけれども決して偶然ではない。言語学的には大まかに三つの種族に分けられるが、70～80の言語又は部族語が使用されている。エチオピアの宗教はキリスト教、イスラム教、ユダヤ教、精霊信仰などである。生業の様式は高地部の定住混作農業及び半定住遊牧、低地部の遊牧である。

人口は増加率が3%で1989年には4千8百万人になると推定されている。おおよそ120万km²の国土であるので35人/km²の人口密度であるが、その分布は極めて不均衡である。一般的に遊牧民が居住する低地部は人口密度は低い。89%近くが農村地域に住み、都市部に住む人口の30%がアディスアベバに居住している。そして国土の30%以下を占める海拔1,600m以上の高地部に人口の70%が集中している。農村地域に住む人々の生業は小さな断片的な農地を耕作する小作農、牛、羊、山羊、ラクダを飼育する遊牧である。小作農の生産高は基本的には国民の生計をまかなうようにしているので耕作地の90%以上は食用作物が栽培されている。最も重要な換金作物であるコーヒーは20万ha強のわずかな農地で栽培されているに過ぎない。エチオピアの小作農が食糧をまかなうために耕作地の殆どが食用作物栽培に利用されているにもかかわらず、食糧の安全供給問題は、ここ数十年間極めて深刻なものとなっている。変化に富む自然環境や灌漑農業発展の可能性から判断すると農業生産力はかなり高いものと思われるが、不安定な降雨、霜、ひょうそして種々の害虫の発生による他の阻害要因があることも指摘されよう。

5. Excursion II (エチオピア)

1) Mid conference tour

fig 2, にエチオピアの、fig 3 にMidおよびpostのExcursion域の地形の概

要を示す。Mid-conference tour は本学会の中日の11月13日に組まれた日帰りのコースである。アディスアベバからデブレバーハンを経てデブレシナまでの往復の行程である。道中のユーカリの木の植林地や排水不良の浅い土層の耕地、おびただしい量の浮泥を運ぶKesem川の上流、傾斜地の土壌侵食状況、アフリカ国際家畜センターなどを車窓から或は現場で見聞することができた。道路沿いに栽植されたユーカリの木は燃料用に伐木された後で再発芽したものが多くみられ、苗木による植林が自然的、経済的に抑制されているように思われた。Kesem流域の河川が運ぶ浮遊土砂の量は過去20年間で数多くの人たちにより概算されているが最近ではNewsonの3.4million tons/yearがある。いくつかのプロジェクトや研究施設を見学したが、その中からつぎのものを紹介する。

(1)燃料木育林プロジェクト (Debre Birhan)

燃料エネルギー源はアフリカの各国にとって極めて深刻な問題となっているが、エチオピアも例外ではない。このプロジェクトは国連によって財政的に援助され、農務省の燃料木植林調整局によって実行されている。

プランテーションは自然

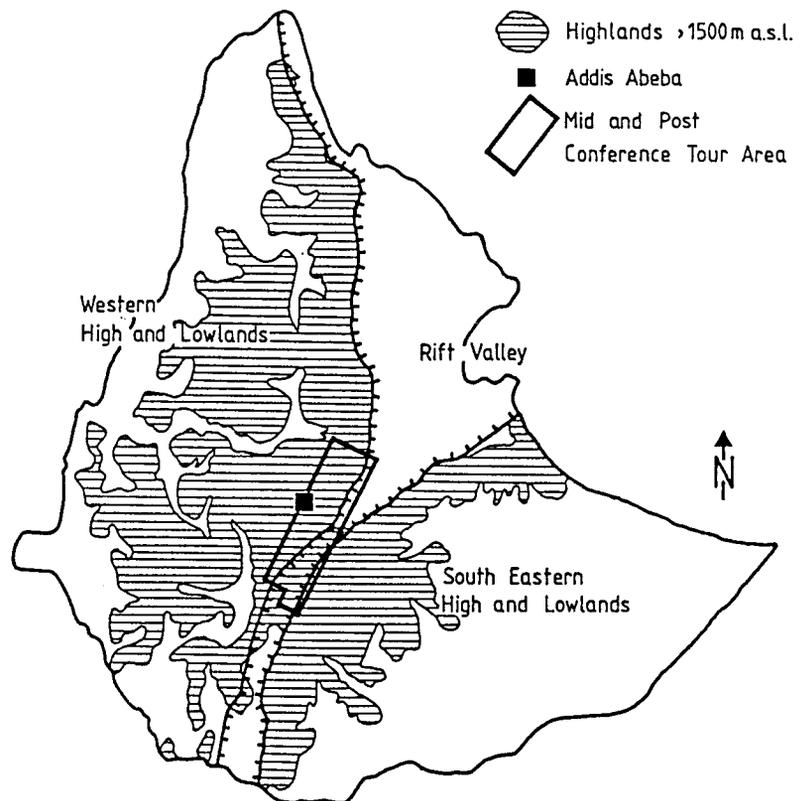


Fig. 2 Physiographic map of Ethiopia

の森林生産能力の限界を越える標高2,850mから3,400mの高地にある。年雨量

1,200mmの約70%が7月から9月にかけて降り、12月、1月は平均気温が15°～20°で、夜の霜も珍しくない。山岳地形と高強度の雨による侵食は深刻な問題である。プランテーションは1984年から活動が始まり、今日では3,100haの面積を有し、1990年までの目標は、3,600haにおいでいる。樹種は99%がユーカリ種で占めている

Debre Birhan地区における燃料木の必要性は切実で緊急を要する問題であり、年々の増加量はあっても最初から需要に応じて最大限に増大させることは困難であるが、林木の収穫を開始することは止む得ないことである。

管理計画では1991年の終わりまでには245haの収穫を予定しており、ha当り21m³の収穫が見込まれている。年々の増加計画をもとにすると収量予想は2,000年までに年間60,000m³となるが、この量はDebre Birhanの市街地（現在30,000人）やプロジェクト地域（現在15,000人）の将来の人口に殆ど対応できる燃料木の量である。

傾斜地や侵食された山腹に植林すると、逆に作物栽培や、過放牧に利用されるが、この種のプランテーションはより良い土地利用を実行すれば直接的に土壌保全方法として機能するものである。放牧を最小限に許容することにより下草の再生が可能になり、結果として傾斜地は安定し、土壌の流失は減退するのである。

(2)Gadoプロジェクト

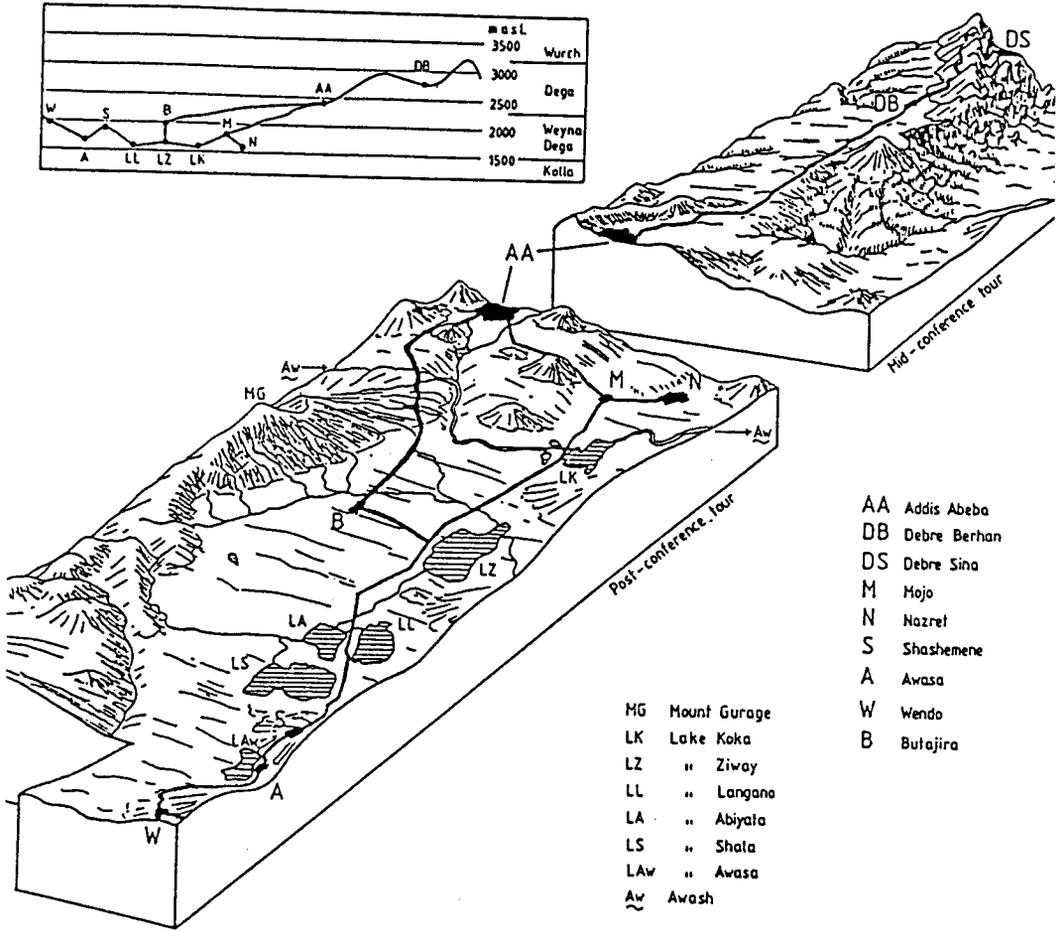
このプロジェクトはCFSCDD(Community Forest and Soil Conservation Department)土壌保全実施地域の一つで全面積は60,428haであり、青ナイル流域の一部であるJemmaの支流域に位置している。標高は1,500～3,200mで年雨量は1,025mmは2月～4月、7月～9月の二つの雨季によってもたらされる。土地利用は、耕地60%、放牧地15%、林地20%で残りの5%は建物用地や荒無地である。

人口は35,630人で122,100頭の家畜を飼育し、46の小作農組合がある。この地域はエチオピアの典型的な土壌退化の高地であり、大麦、小麦、horse bean、亜麻仁、レンズ豆、その他の豆類が栽培されている。

土地の退化の修復と土地の加速侵食の減少をはかるために保全の実施は1982年から開始された。これまでに土地の30%が土壌保全対策をしている。対策工事の種類は土や石造の堤防による侵食防止工、山腹のテラス、テラスの改修、

植林などである。

Fig.3 Blockdiagram of the Excursion



2) post conference tour

学会後の Excursion は中央高地に緩やかに低下する地形の標高1,500~2,000mの地域で、エチオピアのリフトバレー地帯のより暖かい、暑い気候帯の所である。

(1) Hidi Irrigation project

このプロジェクト地区はアディスアベバの東約60km、平均標高が1,800mの所である。プロジェクトは、エチオピア政府により1980年に始められ、アフリカ

開発銀行の融資を受けて運営されている。灌漑と魚の養殖の計画を発展させる目的で設立された。灌漑計画は分水と貯水による方式をとっている。即ちMOJO川の殆どの水は雨期にはため池となる自然の火口湖に導かれ、乾期にはそこから水路網により自然流下で圃場に灌漑される。分水地点までのMOJO川の流域面積は約270km²で年平均820mmの降雨があり、50年確率の洪水量は200m³/secで分水路への流入量は16m³/secである。火口湖までの水路の長さは3.2kmでその間に7つの落差工と1つのシュート工（長さ32m、高さ14m）がある。火口湖の容量は440万m³であるが、有効貯水容量は160万m³で280万m³が死蔵水となる。灌漑可能面積は100haを越え、事業コストは約8,000ビル（16,000ドル）/haである。

(2) Biyo地域

この地域の農家は小規模経営で小作農組合を組織している。経営形態は普通作物と畜産の複合経営であり、耕耘は牛に頼っている。年雨量の1,000mmは1回の雨期によりもたらされるもので、主な作期は年1回である。土壌は暗褐色で中程度の浸透能を有する。主な穀物はテフである。テフは土壌水分が良好な時によく生育するので、農業暦では終盤の7月末から8月にみられる。播種床は極めて入念に5～7回の耕耘により仕上げられる。

(3) Wendo Guenet 森林資源研究施設

Wendo Guenet はアディスアベバの南263kmに位置する豊かな森林地である。この研究施設は1978年スエーデンの国際開発機構の援助で設立され、森林官吏の養成も兼ねた2ヵ年コースの短大部がある。該研究所は山麓に位置し、面積が163ha、23種以上の自然の熱帯林が繁茂している。肥沃な土壌と山麓から湧き出る灌漑用水は一年中集約農業を可能にしている。森林官吏者の養成と相まって研究所はその近郊の森林資源の保全と管理に責任を負っている。退廃した森林の再生対策は在来の樹種を植林することにより1980年に開始され現在まで継続されている。この3年間に土壌保全のモデル試験区の設立と森林地一体化の試みがなされている。1978年に設立された樹木園には種々の樹木が栽植され研究所の景観の多様性に一層の美観を付加している。現在、樹木園は外来種、在来種あわせて122種の樹木がある。そのため学生はそれぞれの樹木の起源や生育環境の異なる他の土地への適応性を調べることができる。

6. 国際土壌保全会議—アディスアベバ

学会はアディスアベバの UN-ECA(Economic Commision for Africa) のアフリカホールで開催された。52ヵ国から313人が参集し、オーラルやポスターにより活発な討議が行われた。我が国からは農環研の長谷川氏と筆者がそれぞれ、「Effect of phenolic compounds on soil aggrigation」と「Soil conservati-on in Tropical Region」のテーマでポスターで発表した。

オーラルは次の10の Session から成り立っており、全部で178題が準備されていた。

Session 1: Soil conservation and small-scal farmers

Session 2: Aspects of soil erosion and land degradation

Session 3: Soil conservation techniques and traditional measures

Session 4: Soil conservation strategies and policies

Session 5: Soil conservation education, training and extension

Session 6: Soil conservation implementation: planning, programing and insutitutional issues

Session 7: Soil conservation and land use management

Session 8: Social, economic and ecological effects of soil conservat-ion

Session 9: Soil erosion processes and modeling

Session 10: Case studies and country reports

以上の Session の中から講演の abstract を参考に紹介する。

Session 1 では小規模経営農家をベースにした報告が主であり、焼畑農耕による土壌保全の見直し、人口圧による近代農耕の土壌退廃の指摘、生存のための強化農業、傾斜農地での pitting (小穴を作る) による土壌保全、乾燥地帯の慣習農法に対する開発の逆効果、土壌保全対策における農家の自発性など14の報告があった。

Session 2 は土壌侵食の局面と土地の退廃に関連するもので、土地管理政策、水食の実態と制御方法および養分流失、栽培様式と土壌の物理性の変化、地表残滓物が土壌流失と流去水に及ぼす影響、土壌表面のクラスト形成の原因と抑制など19の報告。

Session 3 は土壌保全の技術と慣習的対策のテーマである。退廃土壌への都市廃棄物の投入、土壌保全のための土地閉鎖 (area closure) の意義、アルダー木 (ハンノ木属の落葉樹) を組み入れた農業様式、森林組合の土壌保全事業への参画、Agroforestry による土壌保全、多目的樹木による土壌保全等19の報告。

Session 4 は土壌保全の戦略と政策に関するもので「アフリカにおける土壌保全戦略」では FAO の援助にもかかわらずアフリカ各国では依然として土壌の退廃が顕在化しており、それは農家の意図的ではないにしても、基本的には不適切な土地利用に起因するものであると指摘している。その他、各国レベルでの土壌保全 (合衆国)、地域社会、国レベルでの土壌保全 (スリランカ)、乾燥、半乾燥地帯の干ばつ対策 (インド)、生産力維持のための土壌保全の強制などの13のテーマがあった。

Session 5 は「土壌保全に関する教育、訓練、普及」で、発展途上国における土壌保全実施の促進方法 (ペルー)、流域開発の参画と受益 (インドネシアプロジェクトの再考)、地水保全のプロジェクトにおける訓練と普及 (ケニア) 学校における土壌保全教育など土壌保全思想の啓蒙に関する Session で9のテーマであった。

Session 6 は「土壌保全の実行：計画、制度上の論争」に関するもので、ハドソンの基調報告、「土壌保全計画の成功と失敗」があった。その中で、彼は FAO の資料をもとに、プロジェクトの成否に及ぼす最も重要な要因は計画と設計であるとし、失敗の例は通常不適切な設計に起因するものであるとしている。また、地域特性を踏まえた十分な現地試験をしないまま、保全技術を導入することに対して警告している。その他、土壌保全と土地利用における地域開発協力、Agroforestry と地水保全、土地の生産能力と社会経済的状態、土地利用分類への U S L E の活用、土壌保全発展のための農業気候の考慮など19題であったが、その中12がアフリカに関するものであった。

Session 7 は「農地保全と土地利用管理」のセッションテーマで、土壌保全と Agroforestry に関連した土地利用と管理、自然の再生による荒廃放牧地生態系の修復、半湿潤環境下の土壌と水資源の最適利用に向けて (タイドイック協同プロジェクト)、競合しない多目的樹種の統合による森林政策、植民地時

代から現在までの土壌保全政策の点検など16のテーマで最後のテーマは1930年代における土壌侵食問題の認識から1980年代の今日に至るまでの土壌保全政策の展開の再考についてのもので2つの側面を強調している。1つは、土壌保全と激しい侵食の様子を理解することの必要性、2点目は農務省が伝統的に農地保全は農業発展とは無関係で独立したものとして認識されてきたことである。

Session 8 は「土壌保全の社会経済的、生態学的影響」に関連するもので、土壌保全の抑制要因が技術的な側面よりもむしろ経済的、政策的なレベルであるとの見方からグルーピングされた Session である。「労働コスト：土壌保全の危機的要素」では土壌保全技術の相違は労働力に大きな変動をもたらし、生物学的システムを取り入れた場合の40人/ha/yearから急傾斜地のベンチテラスを作る場合の1,800人/ha/year以上及びそれを維持するために100人/ha/year以上の労力が必要であるとし土壌保全事業の設計と評価には労力の大小に意を払うべきことを指摘している。その他に、地水保全の経済的側面、土壌保全対策の成功と失敗、土壌水分保持に関する合成土壌安定剤の影響、土壌保全の経済性に関する論争など16テーマがグルーピングされていた。

Session 9 は「土壌侵食モデル」に関連するものである。圃場試験による土壌の受食性の評価、雨滴衝撃を伴う流れの侵食性、土壌の受食性に及ぼす降雨特性の影響、土壌侵食防止におけるプラスチックシートの利用と土壌保全研究、カメルーン北部のプラノゾルとアリフゾルの流去と侵食など23題であった。プラノゾルとアリフゾルの2種の土壌の人口降雨による試験結果の概要は次の通りである。供試土壌は粘土分が20~30%前後で、活性度が低く、土壌構造が脆弱であり、クラスト形成と侵食が容易に起きる特性を持っている。

38mm/hour、120mmの降雨条件下での浸入能、流出率、流亡土量はアリフゾルでそれぞれ、3.9mm/h、60.7%、3.4ton/haで、プラノゾルで同様に3.4mm/h、79.9%、4.1ton/haであった。しかし石こうを投入(5ton/ha)した土壌での実験結果はアリフゾルがそれぞれ12.2mm/h、27.8%、2.9ton/haでプラノゾルが5.5mm/h、72.1%、3.3t/haであった。そしてクラスト形成は雨滴の衝撃による団粒の破壊と土壌溶液の電解質濃度に支配される土壌粘土の物理化学的分散作用に起因するものと結論づけている。

Session 10 はケーススタディーとカントリーレポートのグルーピングである。

地熱圃場の侵食問題（ケニヤ）、人口圧と土壌保全問題（ガーナ）、最小耕起とマルチングの効果（ザンビア）、土壌退廃の環境的、社会経済的要因（ナイジェリヤ）、傾斜農耕地の土壌侵食問題（スリランカ）、山岳地の土壌侵食問題と土壌保全方法の選択（メキシコ、中国）土壌侵食と地水保全－地質学的アプローチ（スイス）、地表流去水利用の農業技術（マリ）など18題が提供されていた。地表水利用農業は天水による古くて安易なかんがい方式であるが、これを水不足の結果として捉えるのではなく、主として生態系に根ざした水資源の開発－Water harvesting－として考えるべきである。このような水保全方法は作物の生産高を増し、土壌侵食を減ずることにもなると指摘している。

以上の事から概括的な研究の動向は各 Session のテーマの示すとうりであるが、一般的には地域特性を踏まえた伝統農法をベースにした保全方法の確立、試験区による土砂流亡量と栄養分の流失の問題、大流域、国土の土砂流失量の推定、土壌保全の社会経済的戦略、土壌保全思想の啓蒙と普及、保全対策の成功と失敗などに関する事例報告であった。関心のあったUSLEについては、パラメータの蓄積（USA）、土地利用分類でのUSLEの活用（エチオピア）、土壌、気候、植生の影響についてのUSLEの適用（中国）、水食評価に対するUSLEの利用（マリ）、試験区の土壌の挙動におけるUSLEの適用（ザンビア）などの内容にとどまっていた。

7. アフリカのSOS (Save Our Soils)－おわりに代えて

1960年は多くの国がアフリカで独立し、アフリカの年と呼ばれた。また1984年は度重なる異常気象により凶作の年となり、政情不安による難民の発生、億単位の人々が飢えに苦しみ、連日数万人が死亡すると伝えられた。それ以前にすでに種々の論文でもアフリカの危機が予測されていたという⁵⁾。そして今日でも食糧の危機があげられていることは前述の excursion や本会議のテーマで紹介したとおりであり、土壌の退廃問題－地球的規模であるが－が特にアフリカにおいて深刻化しているからであろう。その危機を乗り切るためにケニヤではとりあえず土壌保全に対する意識を高める必要があるとの認識がある。そのためにいろいろな方策を模索しているのが現状である。

現地指導、モデル圃場の演示、ポスターや漫画によるキャンペーンなどで国