農地保全の研究 第 5 号

目　　次

あ　い　さ　つ …… 1

農地保全研究部会長　今　尾　昭　夫

1. 韓国における農地開発政策 …… 3

－風水地理の現代的視点－

三祐コンサルタンツKK　光　延　昂　毅

2. 降雨による土壌流亡量予測の理論的側面 …… 21

高知大学農学部　南　信　弘

3. 北海道の農地保全 …… 31

北海道大学農学部　梅　田　安　治

4. 東北の受食性土壌 …… 33

千葉大学園芸学部　矢　橋　晨　吾

5. 改良山成工における農地保全の1実施例について …… 48

農用地開発公団日田事業所　田　口　保　彦

6. 国頭マージ地帯における農地の環境と保全 …… 56

琉球大学農学部　翁　長　謙　良

あ　い　さ　つ

農業土木学会　農地保全研究部会
会　長　**今　尾　昭　夫**

農業土木学会の研究部会として“農地保全研究部会”が発足してから、今年で5年目となります。5年という歳月は、一つの節目と考えられ、過去2代の名部会長による基礎固めの段階から、さらに１０年、１５年……とこの部会が飛躍することを、まず冒頭に願うとともに、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。もとより部会の発展は、部会員はじめ農地保全に関心を持たれる方々の熱意によって成し遂げられるものであり、皆様の絶大なる御協力をお願い申し上げます。

現在、２１世紀に向けて、いろいろな視点から問題提起がなされておりますが、その中で世界人口増加に対する食糧需給のバランス崩壊が危機感さえ漂わせながら、多くの情報によって喧伝されています。その原因の一つとして、世界的な規模で進行しつつある農地の荒廃が挙げられ、その速度は想像以上であることを示しています。これは、先進国、発展途上国を問わず農地からの収奪のみに終始した人間の驕りに対する当然の帰結といわざるを得ません。我々が自然から享受する農地によって生存を全うしているならば、それに対して充分な手当てが必要であり、ここに農地保全の大きな意味が存在するものと考えます。

農地保全の手法は世界的にみても、また我が国においても極めて地域性の濃い内容を持ち、公式的に、或は一律に対処することができない面を多分に含んでいます。本年度研究集会の主課題である“風土と農地保全”は、このような地域性を風土としてとらえた選択であって、風土による農地環境をも含めた農地保全のあり方を考えてみようと企画いたしました。※

今回の研究集会は、シラス土壌の克服に日夜努力を重ねておられるここ鹿児児島の地で開催させていただきましたが、農地保全を考える場として最適なところと思っております。いうなれば農地保全の先進地であり、現地見学では、豊富な御経験と、多岐にわたる保全手法を見聞する機会が得られると存じます。従って、各先生方の研究発表、および現地見学において、大いに論議をたたかわせていただき、農地保全を考える上で貴重な“こやし”となることを願っております。

なお、この研究集会、および現地見学会開催に際し、鹿児島大学難波教授、鹿児島県農地整備課長と課員の皆様、ならびに関係各位に強力な御支援を賜わりましたこと、厚く御礼申し上げます。

※　研究集会の課題については、皆様の御希望も多いことと存じますので、御意見や企画等を下記へお知らせいただければ幸いです。

〒690 松江市西川津町 1060

☎ 0852－21－7100（内線 662）

島根大学農学部農業工学教室　　福　桜　盛　一

韓国における農地開発の方向－風水地理の現代的視点

三祐コンサルタンツ　光延昂毅

1．風土をふまえて

「風土とは土地の状態と人間の相互関係である」この短い約束事が本文の基調をなしている。この土地は人間の容れものであるから，人間に強い影響を与える。同時に人間はその容れものに働きかけることができる。この土地と人間のかかわりあいを時間的，場所的に探ねれば，それは歴史であり地理である。人間活動は，その交点で同時並行的に営まれている。

この土地の状態と人間集団に運動というパラメータを導入すれば，次のことがいえる。つまり，土地条件の安定性程度と人間集団の移住性程度の組み合わせから，農地保全の位置づけが可能となろう。この土地条件には暗黙のうちに気象要素と水利要素が含まれている。土地の状態が合目的的に表現されたものが土地条件といえよう。植生状態はこの土地条件の結果であり，生産性の指標を与える。農業は人間生存のための最も基本的な産業であり，それはこの土地の生産性と安定性の向上を究一義的な目標としている。

生命系の下部構造として，土地は人間より以前にこの世界に存在しているから，人間は土地の支配をまぬがれることはできない。人間の移住性（日本ではむしろ定住性というべきか）は永年にわ

たる人間の土地に対する態度である。このようなことをふまえて次のことがいえる。

農地保全は，人間の定住性が固定化している社会で，土地の状態が安定から不安定に移行する境界域でみられる．現状維持のための人間の自然に対する戦いである．これはまた地球砂漠化阻止のための人間活動ともいえる。

土地の状態が部分的に安定から不安定に移行していることは，より広い部分の立場にたてば，より大きな安定に向っているといえる。エントロピーの法則によれば，これは熱死の状態に向う過程でもある。このエントロピーが一方的に無限大に向うという物理法則の中で，それに対抗する生物としての人間の営為は，秩序化への働きかけであり，その成果の集積は文明といえよう。

現代文明は内なる社会に対して秩序化に成功した面もあるが，外なる自然に対しては必ずしも調和しているとはいえない。この点についての反省は，その社会経済理論が物質中心に偏っているところにある。文明を自然と社会のインターフェイスとしてみるより，むしろ自然を社会のモデルとしてとらえる必要があろう。自然との調和を基本原理とする生命系の営みに深く関与する農業の立場から，体系化された自己主張があってよいと思われる。

自然と文明のかかわりを攻防両面からみれば，農業土木はこれまで開発という攻めの立場にあったが，今後は保全という守りの立場に向うものと思われる。これには"管理"，あるいはさらに

"危機管理"と呼ばれる概念の理解が必要となろう。社会全体がソフト化に向っているという時代認識のもとに，あえて農業土木を文明のアナロジーから位置づけることを試みた。

2. 風土特性からみた農地保全

韓国の地理的位置と風土特性の関係を示す。（図-1） 日韓の延長線上に広がる大陸をイランで代表している。

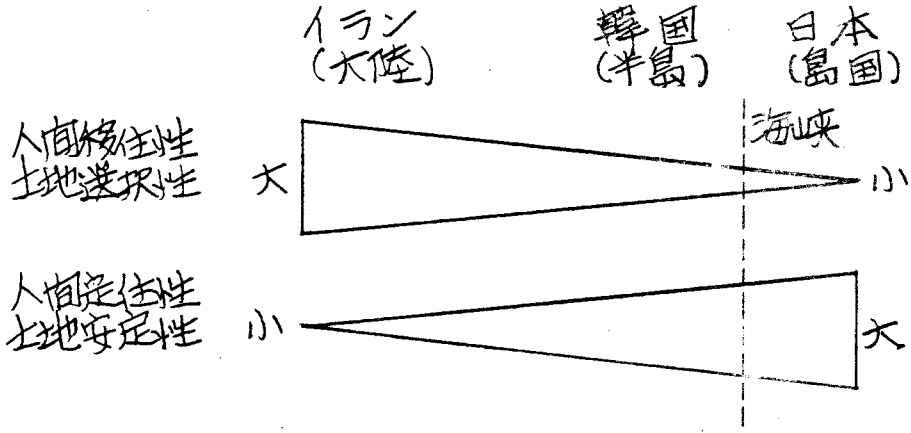


図-1 地理的にみた土地と人間の相互関係

土地の状態と人間移住性との関係を，社会の発展段階に応じて便宜的に次のように区分した。ここに社会の発展段階とは資本と情報の蓄積程度をさすものである。

(1) 人間が移住するには土地を選択する余地がなくてはならない。（選択の段階）

(2) 人間が定住するには土地の生産力が安定していなくてはな

らない。（開発の段階）

(3) 土地の安定性がおびやかされてくれば，人間が土地を守らなくてはならない。（管理の段階）

韓国は次に述べる風水地理的時代では上記の(1)に相当し，現在は(2)の段階にあると思われる。大規模開発はほぼ一巡したが農地保全のための積極的な対策にまでは至っていない。日本の場合は(2)から(3)への移行期にあり，米国ではさらにそれが進行しつつあるといえよう。

したがって，韓国では農地保全上の配慮は土地選定の段階で，すでにおりこまれてきたといえる。この在来の開発手法の基本思想を風水地理にみたい。

3. 韓国における風水地理

(1) 風水地理とは

東西の思想を自然観からみると，西洋思想が自然と対峙することにより，科学として体系化されてきたのに対して，東洋思想は「自然との調和」を基調としている。

人間も自然の中で生きる一介の動物であるから，自然とよく調和する人間社会は繁栄し，それに反すれば衰亡するに至る。この「自然随順」の立場をとる東洋思想は，社会秩序維持のための倫理的側面が強い。それらは各種の道徳や信仰の形をとって，今日まで統一されることなく受けつがれてきている。天を父とし，地

を母とする「天父地母」思想もその一つである。

「天父地母」思想とは，人間は天地の間に生きる社会的動物であるので，社会の栄枯盛衰や人間の吉凶禍福は天地の支配をまぬがれることはできない，とする考えである。地は人間を直接生産保育し，生活に必要なすべての物資を供給している。地母とは，この土地の生産性を女性視したものである。一方，天は日光や空気を通して気候を調節し，間接に人間を養育している。これが天父である。

風水地理はこの「天父地母」観念の中で，大地のもつ地力に着目し，「山」「水」「方位」の基本的な三要素に基づいて，地相を分類して，用途別に土地選定の基準を示しているものである。

(2)　風水地理による土地選定

風水地理の歴史は遠く秦の中国天下統一の時代（紀元前221年）にまでさかのぼることができる。郭璞があらわした『錦囊記』は風水説を次のように述べている。

「気は風に散らされてしまい，水は境界にとどまる。昔の人はこれを守って散らさないようにと，気を保ち水を得ようと努力したが，これが風水である。風水法では，水を得ることを第一とし，風を防ぐことを第二とする。」

これは「蔵風得水」の法術と呼ばれているものである。今日の用語では，水文気象の分野で扱われるものであろう。一般地理が

その"土地の状態"を取扱うのに対して，風水地理では「蔵風得水」の条件を満足するような"土地の選定"を行なうものである。わけても，地形の選定が風水地理の中心をなすものである。

風水地理はかって王家，貴族，有識層の一部で伝承されていたが，のちに各層に普及し民間信仰的色彩を強くしながら今日に至っている。血族中心の社会的特性が風水地理を受けいれたともいえるし，逆に風水地理的風土が血族中心の社会維持の役割を果してきたともいえる。この相互関係は土地条件と人間社会が強く作用しあっていることを示す。

（3） 風水地理と風土

韓国の村落はほとんど例外なしに「背山臨水」的な位置にある。背後に山をひかえ，前面がなだらかな斜面をなす山地から平地への移行部は，あらゆる面で村落の発達に好条件を与えている。すなわち，「背山」によって厳冬期の北西風をさえぎり，南の斜面で日射の受容量を確保して，夜間はその輻射熱によって温度を保つ。山はまた，暖房および家事のための燃料を供給するほか狩猟の場でもある。「臨水」とは生活用水および耕作用水確保のための水利条件をさしている。

風水思想による理想的な住居配置については，李朝時代に著わされた『明堂歌』（作者不詳）に詳しい。そこには，自給自足の有機的な農業を営むための，自立的な小世界が描かれており，村

落計画に関しても，各種施設の配置について細部にまでその基準が示されている点に興味がもたれる。

村落はまた，多くの家屋が密集し，城郭によってとり囲まれている。これは外敵の侵入から生命財産を守るという物理的な機能のほかにも，集団維持のための共同意識を培う社会的な役割を果している。つまり，洪水防止，灌漑用水施設の建設・管理といった作業は，個人では対応できないので，集団の力を結集する必要が生じた。村落や都市は位置のみならず，その規模もまた水利条件に強く支配されていた。

水を治める者は国を治めるといわれるように，政治，経済，社会の運営は「水」を軸として営なまれてきた。新羅の首都であった慶州，百済最後の都扶余，高句麗の都平壌は，それぞれ百万規模の都市を形成していた。これらの歴代王朝の国都はすべてこの風水地理に基づき，「背山臨水」の地勢上の条件を満足していた。それは同時に「山紫水明」の地でもあった。

現在の首都ソウルは李氏朝鮮（李朝）の開祖太祖王が1394年に遷都したもので，李朝時代は漢陽と呼ばれた。韓国最大の河川漢江に面したこの首都は，風水地理的な視点からみて，理想的な位置を占めているとされている。ちなみに「漢」とは大きいことで，それ自体で豊かな水を意味している。地名そのものの中に，風水的発想が伺がえる点に注目したい。

日本では，平安京（794年桓武天皇の代から1868年明治元年

の東京（てんと）遷都までの都）の立地が風水思想によっているとされている。

このような風水思想は，王都のみならず，城の配置や宮殿の造営，住宅建築や墳墓の位置にいたるまで，あらゆる人為的な建造物に適用されてきた。

（4） 風水地理の背景

このように風水地理は，古代中国における風土特性と社会発展との因果関係を類形化したものである。これは現代的表現を借りれば，自然条件を入力データとし，繁栄を目的関数とする一種の社会モデルとへえる。

それはある面で科学的合理性に沿うものであり，他の一面では信仰に近いものである。その根底には，自然の山形や地勢がそこに住む人々の性格形成にまで影響を及ぼすという思想が流れている。基本的な態度はあくまで「自然随順」であり，そこに「自然改造」的な姿をみることはできないへ。この自然随順の態度を生み出した自然環境はどのようなものであったか，次にそれをみたい。

朝鮮半島の地勢は，海峡をへだてて日本の西側とみるより，むしろユーラシヤ大陸の東端として位置づける方が説明がつきやすい。地質的にも大陸と共通する古期陸成層からなり，ほぼ全域にわたって花崗岩類の地層が卓越している。このことは，地震の発生がみられないこと，動植物相，住民形質などからも裏づけるこ

とができる。

地形的にも，半島全体がアジア大陸に連なる一つの丘陵地帯といえる。鮮満国境に位置している白頭山は，朝鮮全域の最高峰であるが，それでもやっと2,744mである。他の山脈は1,500m前後にすぎず，全土の平均高度は480mである。一方，気候は半大陸性であるために温度較差が大きく，内陸部では夏期40°Cを越すこともあるのに対し，冬期は北部地域で零下40°C以下となることもある。緯度として仙台に相当するソウル附近でも，しばしば零下20°Cを記録している。

降雨量は大部分の地域が800-1200mmの範囲で，これは中国や満洲の2倍に相当し，日本の1/2である。降雨の季節変動は著しく，夏期の3個月間に年雨量の50-60%が集中している。秋冬春は乾燥期に相当し，表流水は乏しく，飲料水の確保は主として井戸に依存している。井戸ばたでの洗濯，水がめを頭にのせて運ぶ婦女子の姿は，広く乾燥地帯全域でみられる風物詩である。

次に，現代における韓国農業の姿をみる前に，今後ますます盛んになるであろうと思われる，外国研究についてその方法論に関する私見を述べたい。

4. 外国研究の方法論に関する私見

外国研究は一般に思われているより盲点が多い。それは誰もが国籍や立場といった異った背景を背負っており，外国にあっては

自身の目的と相手の目的が，その方向において必ずしも一致しないことが多いからである。むしろ，利害や感情が相反する方が日常的であるというべきであろう。

外国とは本来，価値観を異にする世界をさすものであるから，日本における価値観や立場をもちこむには慎重でなくてはならない。外国人はその土地では存在自体が例外である。したがって，その社会にとってその存在が有益であると認められる場合に限り，いくらかの違和感をもって，受けいれられることとなる。この呼吸が往々にして忘れられがちである。

外国における活動の成否は，それがどのような形をとろうとも"いかほどに相手の立場になりきれるか"にかかっており，日々それが試されているといえよう。求められる態度としては，まず共通の問題を確認し，つぎにそれに至る方法について協力しあえる場を見出すことであろう。相互に異質のものの中から，気ながに共通なものを探し出していく過程に意義がある。この過程を通して共により普遍的な世界に至ることができよう。これが真の相互理解である。

そのための意識のスタンスとその順序として，次の4項目を挙げることができる。

(1) 自国の延長としてとらえる。

(2) 自国との対比として理解する。

(3) 相手国の立場になる。

(4) 多義的に位置づける

(1)は相手国と自国が基本的に同質であるという前提にたって，自国の延長線上でとらえる方法をさす。たとえば，北海道，東北，関東，……，九州，韓国といった位置づけである。分りやすいだけに，間違いも犯しやすいといえる。

(2)は相手国と自国の異質性に着目して，項目の対比により関係を見出すものである。たとえば，人口，国土面積，GNP，社会条件などの項目について比較する。一般的かつ客観的な方法といえる。

(3)は立場をかえて，相手国から自国を位置づける。さらには，相手国の立場になって，そこから世界をみる態度である。座標を変換することによって，自明とされている前提条件をも問い直すことができる。たとえば，日本ではなぜ民家が木造であるかという問いかけは日本国内からは出てこない。ちなみに，韓国では民家はレンガ造りである。

(4)は自国とか相手国という区別をしないで，国際機関などで行なわれているように，多数の国を同時同列に取扱う方法である。二国間の共通点は，多国間の対比によらなければ浮き出すことはできない。何が国際的であり，何をもってユニバーサルとするかは，この多義的な相互比較によらなくてはならない。たとえば，言語分布やその分布，気象情報，生態系調査などの場合，国境は意味を失なってくる。ここでは主として(3)によっている。

5. 現代韓国農業の姿

韓国の経済発展はめざましい。

現代韓国の姿は風水地理的なかっての朝鮮とはその様相を異にしている。その変化がいかにドラスティックなものであったかは，人口の推移（表-1）に明らかである。

表-1　人口の推移

（単位：人口 千人
密度 人/km²）

年	人口（韓国）	人口密度	人口（全域）
1919（T8）		75.9 ※	16,784
1929（S4）		85.0 ※	18,784
1940（S15）		106.6 ※	33,287
1949（S24）	20,167	205.1	31,627
1960（S35）	24,954	253.5	37,054
1970（S45）	31,435	319.2	45,325
1982（S57）	34,331	397.3	57,651

出所：経済企画院　※印は全域

人口は30年毎に倍増している。人口密度は過去60年間に，5倍になっている。この人口の急増は韓国の社会経済発展の推進力であった。しかし，それが同時に社会問題を生み出していることもいなめない。

韓国のGNPはこの10年間に18兆ウオン（1円≒3ウオン）から35兆ウオンとほぼ倍増している。この著しい経済成長は，主として工業生産力の飛躍的発展によるものである。その過程において大都市への産業人口の集中は急激であり，首都ソウルの場合人口は14万人に達しようとしている。これは全人口の1/4に

相当する。

大都市への人口の過度集中現象は，農村地帯では過疎化が進行していることを意味する。このことは農村人口の減少と農地の荒廃の両面で農業に負のインパクトを与えている。各種の政策的優遇処置にもかかわらず，はづみがついた過疎化をくいとめることはできず，農村人口は現在なおも減り続けている。この離農傾向は若年層に著しい。転用による優良農地の減少に対応して，農地の開発が進められている。（表-2）

表-2　農耕地の推移

期間	総耕地 (千ha)	造成 (ha)	転用 (ha)	増△減 (ha)
1968-80（13年間）	2,200	20,000	30,000	△10,000

出所：農水産部

趨勢として，造成面積は減少，転用面積は増加の傾向にあり，耕地面積の減少は収量増でカバーされている。この転用，開発の地域分布をみると，全体として農地は山間丘陵地帯に追いこまれてきている。しかしこれも開発の限度に近い状態である。農業労働力の流出は農業機械化による土地生産性の向上，あるいは兼業化による農家収入の増大をもたらしている面もある。しかし，これは都市近郊の恵まれた一部地域に限られている。

過疎，過密の分極化が一方的に進行することは，農業全体としてはデメリットの方が大きい。農村社会が若者にとって，魅力あ

るものとなるには，農村地域振興のための積極的施策が求められる。そのためには直接的な帰農対策とともに，長期的展望にたった農業全般にわたるヴィジョンづくりとそれに基づく具体策の実施が望まれる。

韓国農業はこのように急激な外因的環境条件の変化に対応を迫られている。農業土木分野に関連する問題意識は次のように要約される。

（1）食料需給構造の解明と将来予測

（2）農村人口動向の社会経済的フレームの中での位置づけ

（3）農村地域における社会資本整備計画の策定

（4）新規開発及び既耕地管理プログラムの作成評価

6. 韓国農業開発の将来展望

韓国におけるこれまでの農業開発は，食糧増産をめざした「大単位農業総合開発計画」を中心に進められてきた。現在この事業は10地区（約115,000 ha）が農業振興公社によって継続実施中である。日本との大きな違いは外国借款を導入することにより，通常7年前後の短期間で末端まで一貫施行されている点である。

しかし，この大単位農業総合開発による事業はほぼ一巡した。さらにコメの自給達成，食料自給率の低下，都市型食料需要の浸透など，事業をとりまく社会経済環境の著しい変化にともない，韓国の農業土木事業は新たな局面を迎えているといえよう。

現在の情況をふまえて，今後の韓国における農業土木事業を展望すれば，大きく2つの方向が考えられる。一つは先に述べた農村地域における社会資本整備計画の一環をなす農業環境整備であり，他の一つは西南海岸地域開発である。農業環境整備は農業土木の農業的側面をもって農業政策を具現するものである。地域特性に対応して次のような類型が考えられる。

（1）都市近郊――果樹・園芸を中心とする集約的施設農業

（2）平野地帯――流通・加工を軸とする農産加工と農村工業

（3）山間地帯――特作物の開発と草地造成及び畜産関連事業

一般的傾向としては，作目多様化，施設高度化にともなうノウハウ型農業が展開されるものと思われる。

一方，西南海岸地域開発は農業土木のもつ土木的側面である。これは，40万ha とも 60万ha ともいわれる西南海岸干拓埋立計画である。その規模の雄大な点において，まさに「天地創造」事業といえよう。かつそれなりに，次に示すように，解決されるべき問題も大きく，それらは相互に強く関連している。

（1）技術的可能性に対する予備的検討

（2）制度面の整備と実施体制づくり

（3）開発方式の確立と資金調達の見透し

技術的検討項目としては，海象調査，流域管理手法の確立，淡水湖水質管理及び特殊機械の導入による施工技術開発が考えられる。いずれの項目についても，イノベーション（技術革新）が期

待される。農業開発単独ではこのような事業は経済的に採算がとれないので，制度面及び事業評価方式についても斬新な発想が求められよう。

7. 結語

韓国における農地開発が「自然随順」的な適地開発の段階から，人口急増にともなう急激な近代化のインパクトを受けている情況にあること。さらにその対応策と将来展望について，私見をまじえて概観を試みた。

その背景として風土を念頭に置いた。ここに「風土とは土地の状態と人間の相互関係である」とする場合，農業土木との関連は密接である。農業土木の外延的展開を願うあまり，無理を承知の上であえて，風土との関連において，「風水地理」の紹介を試みた。永年にわたって継承されてきた「風水地理」的発想を，一概に非科学的であるとして退けるにはしのびないものを感じたからである。

開発の前提条件や制約条件は地域によって著しく異る。それを大きく人，土地，水と区分した場合，日本では土地が制約条件となっている。しかし地球上の多くの地域では水や日射量が開発の制約となっている。農業土木技術者のなすべきことは多いというべきであろう。

今後ますます盛んになるであろう外国研究の方法について，私

見を述べた。限られた経験の範囲から，得た教訓は"その土地の人と風物を愛する態度"ではなかろうかと思われる。問われているのは能力よりむしろ心構えである。異国にあっては，有能な専門家である前に，平凡な国際人でなくてはならない。その方が，結果として息のながい，いい仕事ができるように思われる。

社会全体が「管理」の時代を迎えている。農業土木の分野においても「開発」の段階から「管理」の段階に進展していくものと思われる。農地保全は大きくこの管理の範疇に属するものであろう。それにつけ小文は農地保全について具体性に乏しい，この点ご宥恕をお願いしたい。それは筆者の経験不足によるものであり，かつ韓国においては現在は開発の段階にあり，保全の考え方はこれからの問題である事情とも関連している。

小論作成に際して，各方面の方々から資料の提供，各種の調査，便宜供与の面でご協力をいただいた。とりわけ，次の方々からは貴重なご意見やご助言を賜った。ここに記して，そのご好意に深く感謝の意を表したい。なお，編集者には，度重なる海外出張のため，連絡その他の面で少なからずご迷惑をおかけしたことを，お詫び申し上げたい。

農業振興公社	理事	尹 理炯 氏
農業振興公社	農業土木試験所長	金 鍾星 氏
韓国農工学会	副会長	安 在淑 氏
三祐コンサルタンツ	ソウル事務所長	李 漢永 氏

参考文献

風水地理原論	崔 重計	佛教出版社
朝鮮の風土と文化	金 思華	大興出版
古代朝鮮文化と日本	斉藤 忠	東京大学出版会
農地拡大開発事業開墾便覧		農水産部・農業振興公社
農林統計年報 1983		農水産部
第2次国土綜合開発計画 1981		国土開発研究院・建設部
西南海岸干拓農地開発計画 1982		農水産部
土地改良二十年史		土地改良組合聯合會

降雨による土壌流亡量予測の理論的側面

高知大学農学部　南 信弘

まえがき

降雨侵食に関して現在まで種々の実験，観測が行われてきたが，その内容は，降雨侵食機構の各要素，各段階ごとの理学的解明，あるいは自然降雨と土壌流亡量との統計的解析などである。土壌流亡量は降雨そのものより，その結果の地表流の影響が大であると考えれば流水による実験が行われ，雨滴の打撃効果を加味すれば模擬降雨による実験となる。また自然降雨による各地の枠試験観測値の統計処理から有名なUSLE[1](Universal Soil Loss Equation)が誕生した。まず米国で実用化しているこの式の関子因子を説明し，因子の内容を変更した一降雨土壌流亡量予測式でのデータ解析を示す。

[I] USLE

この式は平均年間土壌流亡量 A (t/ha·year) を推定する式である。

$$A = K \cdot S \cdot L \cdot R \cdot C \cdot P \qquad (1)$$

K (t/ha)：土壌係数，S：勾配係数，L：斜面長係数

R (1/year)：降雨係数，C：植生係数，P：保全係数

(1) 土壌係数 K

裸地一様斜面畑 $C=1$，$P=1$ の基準斜面 $S=1$，$L=1$ に，基準降雨 $R=1$ があったときの単位面積当り土壌流亡量を表わしている。

(2) 勾配係数 S

斜面傾斜角 θ(°)の斜面勾配を $t=100\tan\theta$(%)で表わし，流亡土量が(2)式の勾配因子 s に比例すると考えている。

$$s=a_2t^2+a_1t+a_0 \qquad a_2=0.0556,\ a_1=0.3881,\ a_0=0.5563 \quad (2)$$

基準勾配 $t=9$(%)即ち基準勾配因子 $s_0=81a_2+9a_1+a_0=8.555$ のとき $S=1$ となる様(3)式で定義されている。

$$S=s/s_0=s/8.555=(0.043t^2+0.30t+0.43)/6.613 \quad (3)$$

(3) 斜面長係数 L

流亡量は斜面長 l の n 乗に比例すると考え，基準長を $l_0=22.13$(m)にとった(4)式が斜面長係数を示し，指数 n は斜面勾配によって異なる。

t (%)	n
$t<1$	0.2
$1\leqq t\leqq 3$	0.3
$3<t<5$	0.4
$5\leqq t$	0.5

$$L=(l/l_0)^n=(l/22.13)^n \quad (4)$$

(4) 降雨係数 R

一降雨ごとのEI値の N 年間累積値を基準量 $r_0=1.70$ (J·m/m²·h)と N で除した値であり，EI値とは一降雨の降雨エネルギ E (KJ/m²)と30分最大降雨強度 I_{30} (mm/h)の積である。降雨エネルギ E は単位降雨量当りのエネルギ E_R (J/m²·mm)が降雨強度 I (mm/h)の関数として次式の様に与えられれば，総降雨量 R_T までの部分降雨量 dR_T による累積，あるいは降雨終了時間 T までの各時間 dT による累積から求められる。

$$E_R=8.7(1.37+\log I)\ ,\quad E=\int_0^{R_T}E_R\,dR_T=\int_0^{T}E_R\cdot I\,dT \quad (5)$$

(5) 植生係数 C

作物などによる地表被覆の影響を受けた土壌流亡量と裸地畑からのそれとの比であり，裸地畑では $C=1$ である。

我国でも植生の地表被覆率 x と流亡土量質量比で表わした植生係数 C との関係を数式化する試みがされ (6) 式が提案されている。[2)]

$$C=1/(1+a\cdot x^{b}) \qquad a,b:\text{定数} \qquad (6)$$

(6) 保全係数 P

侵食制御方式の係数で保全効果を表わすが，斜面形状の係数 S, L と植生係数 C との複合因子がこの係数の内容と考えられる。

ここでUSLEの土壌係数とEI値の関係を考えよう。McGregor[3)]らは一降雨ごとの流亡量 $\overline{W}$ と EI 値から次式で一降雨土壌係数 K_i を求め，降雨間の K_i の変化は耕作効果に影響されるとしている。この考え方は $\overline{W}$ と EI 値が正比例することを前提にしていることになる。

$$K_i=\overline{W}\cdot r_0/[S\cdot L\cdot EI_{30}] \qquad (7)$$

またUSLEの基準値を $r_0'=1.70\,(J\cdot m/m^2\cdot h)$, $s_0'=8.555$, $l_0'=22.13\,(m)$ から適当な基準値 $r_0\,(J\cdot m/m^2\cdot h)$, $t_0\,(\%)$, $l_0\,(m)$ に変更したとすると (1) 式の内容は (8) 式となり K は K′ に変わる。

$$A=K\cdot S\cdot L\cdot R\cdot C\cdot P=K'\left(\frac{s}{s_0}\right)\left(\frac{l}{l_0}\right)^{m}\left(\frac{r}{r_0}\right)\cdot C\cdot P$$

$$K'=K\left(\frac{a_2t_0^2+a_1t_0+a_0}{8.555}\right)\left(\frac{l_0}{22.13}\right)^{m}\left(\frac{r_0}{1.70}\right) \qquad (8)$$

[II] 一降雨土壌流亡量

(1) 一降雨土壌流亡予測式

USLEは年間土壌流亡量推定式であり，その予測量は年間累積EI値に比例する。年間最大EI値は対数正規分布に従がうと報告[4]されているが，年による降雨係数もかなり変動する。いまそれ一降雨ごとの降雨因子と流亡量とのデータがあれば確率論的にその出現回数が推定でき，降雨因子と流亡量の定量的関係が判れば，一定期間の土壌流亡量の推定が可能である。

一方USLEとそのまま用いての土壌係数の決定は，同一降雨条件による数種類斜面からの観測では，斜面係数S，L及びEI値を既知とするため一般に斜面ごとに異なった土壌係数が得られる。また細山田[5]はK・S・Lを一定にした場合の一降雨土壌流亡量WとEI値の関係を次式としたが，この単回帰分析では一般に斜面ごとにαの値が異なってくる。

$$W \propto (EI_{30})^{\alpha} \qquad \alpha = 1.42 \sim 1.45 \qquad (9)$$

そこで我国の自然降雨斜面条件と一降雨土壌流亡量との相関を総合的に解析するため，次式の一降雨土壌流亡量予測式と層別重回帰分析法を提案[6]した。この式は各因子をUSLEの因子のみに限定しない意味からGeneral Soil Loss Equation (GSLE) と呼んでおく。

$$F = K \cdot S \cdot L \cdot R = K \cdot X_S^{a} \cdot X_L^{b} \cdot X_R^{c} = K \cdot (s/s_0)^{a} \cdot (l/l_0)^{b} \cdot (r/r_0)^{c} \qquad (10)$$

F (t/ha)：裸地一様斜面からの一降雨予測土壌流亡量

K (t/ha)：土壌係数　　a, b, c：定数

X_S, s, s_0 ：斜面勾配に関する変数・因子・基準値

X_L, l, l_0 ：斜面路長に関する変数・因子・基準値

X_R, r, r_0 ：降雨に関する変数・因子・基準値

各変数を構成する因子 s, l, r の内容は任意であり、次の様な選択が考えられる。

（勾配因子 s）斜面傾斜角を θ（°）とすれば、勾配を $t=100\cdot\tan\theta$ で表わして、 $s=\theta$, $s=t$ あるいは USLE 同様2次式を用いた $s=a_2t^2+a_1t+a_0$ などが挙げられる。

（路長因子 l）斜面長 l をそのまま用いるのが自然であろう。

（降雨因子 r）降雨予測の問題もあり、データの入手が容易で、しかも流亡土量と相関性の高い因子が最良であろうが、過去の研究を参考にすれば30分あるいは60分間最大降雨強度 I_{30}, I_{60}、総降雨量 R_T、降雨エネルギ E、またはこれらの組合わせ因子が考えられる。降雨エネルギは USLE で用いられている算定式のみでなく、次式の型[7]もある。

$$E_R = a I^b \qquad a, b：定数 \qquad (11)$$

両者の相異は、雨滴の落下速度が雨滴径の平方根に比例し、空間の雨滴数分布が指数分布であると仮定すれば、降雨エネルギは落下した雨滴の体積平均径 D_m に比例するという解析があり、この D_m と降雨強度 I に関する観測値の曲線近似の相異となる。すなわち $D_m=A+B\log I$ と $D_m=aI^b$ のどちらが精度が高いかの問題である。

(2) 層別重回帰分析

いま各地の長方形斜面をもつ観測圃場（一般に土壌係数が異なると考えられる）での一降雨ごとの自然降雨による流亡土量 W_{obs} が観測されているものとする。このデータは予測式と次式で結びついている。

$$W_{obs} = K_k \cdot X_S^a \cdot X_L^b \cdot X_R^c \cdot \lambda \qquad \lambda：偏差率 \qquad (12)$$

$$W_{obs} = K_k \cdot X_S^a \cdot X_L^b \cdot X_R^c + \varepsilon \qquad \varepsilon：偏差量 \qquad (13)$$

層別重回帰の手法[8]を用いれば土壌係数を土壌の種類ごとに定め，各変数に関する定数 a, b, c をそれぞれ一定値に固定することが可能である。土壌が M 種類あったとすると，まず(12)式を対数変換して線形化し，ある土壌係数を基準にとり，$B_1 = \log K_1$ とする。他 M−1 種の土壌係数は $B_k = \log(K_k/K_1)$ $k=2,M$ で表わし，ダミー変数 d_k を導入すると次式の線形観測方程式ができる。

$$\log W_{obs} = B_1 + B_k d_k + a \log X_S + b \log X_L + c \log X_R + \log \lambda \qquad (14)$$

ただし $k=1$ で $d_k=0$ ， $k \neq 1$ のとき $d_k=1$

次に正規方程式を作って M+3 元連立方程式を解けば a, b, c, B_1, B_k ($k=2,M$) が得られる。従がって土壌係数は $K_1 = 10^{B_1}$, $K_k = 10^{(B_1+B_k)}$ で求まる。しかしこの結果は線形化のための対数変換が入っているので(13)の偏差2乗和を最小にしてはいない。この対数変換に伴なう定数修正法はいくつかあるが，簡単に a, b, c はそのままとし，各土壌係数の組ごとに，偏差2乗和 $\Sigma\varepsilon^2$ を最小にする様な土壌係数に修正した。

[III] 解析結果

USLEで求めた土壌係数の例をTable 1に示す。I_{30}に替えてI_{60}を用いた修正EI値の場合も同時に示した。I_{60}はI_{30}に比べ10数%小さいのでその影響が出ている。最右端の数字は基準値を1(%), 1(m), 1(J·m/m²h)としたときのK_{EI30}に対応する土壌係数である。

Table 1 Calculation of K_{EI60} from corrected USLE and K_{EI30} from USLE

	Location (soil type)	Slope length l (m)	Slope inclination s (°)	Slope factor SL	Number of rains	Total value of EI: ΣEI_{60} (J·m/m²h)	Total value of EI: ΣEI_{30} (J·m/m²h)	Total soil loss ΣW (t/ha)	Soil factor K: K_{EI60} (t/ha)	Soil factor K: K_{EI30} (t/ha)	
K_1	Kuma (sandy loam with gravel)	10	10.68	2.174	20	348.5	451.9	15.55	0.0349	0.0269	7.3×10^{-4}
		20	11.43	3.461	20	348.5	451.9	11.63	0.0164	0.0126	3.4 〃
		30	11.09	4.020	20	348.5	451.9	17.25	0.0209	0.0162	4.4 〃
K_2	Matsue (Masa)	5	8.0	0.944	16	240.1	314.8	10.52	0.0789	0.0602	16.3 〃
K_3	Miyazaki (Kuroboku)	10	10.12	1.974	73	324.3	463.3	20.11	0.0534	0.0374	10.2 〃
		20	5.75	1.123	93	656.6	898.9	18.72	0.0432	0.0315	8.6 〃
K_4	Kyoto (clay loam)	20	24	14.226	24	398.4	595.2	150.16	0.0451	0.0302	8.2 〃
	Okinawa (Kunigami marge)	20	3	0.460	13	705.9		202.22	1.059		
		20	5	0.918	13	705.9		353.08	0.926		
		20	8	1.889	13	705.9		505.74	0.645		
		20	10	2.744	46	11,903.7		1,527.75	0.497		
	Okinawa (clay)	20	3	0.460	11	315.7		39.62	0.464		
		20	5	0.918	11	315.7		110.92	0.651		
		20	8	1.889	11	315.7		139.75	0.399		

Note Standard value of EI is 1.700 (J·m/m²/h)

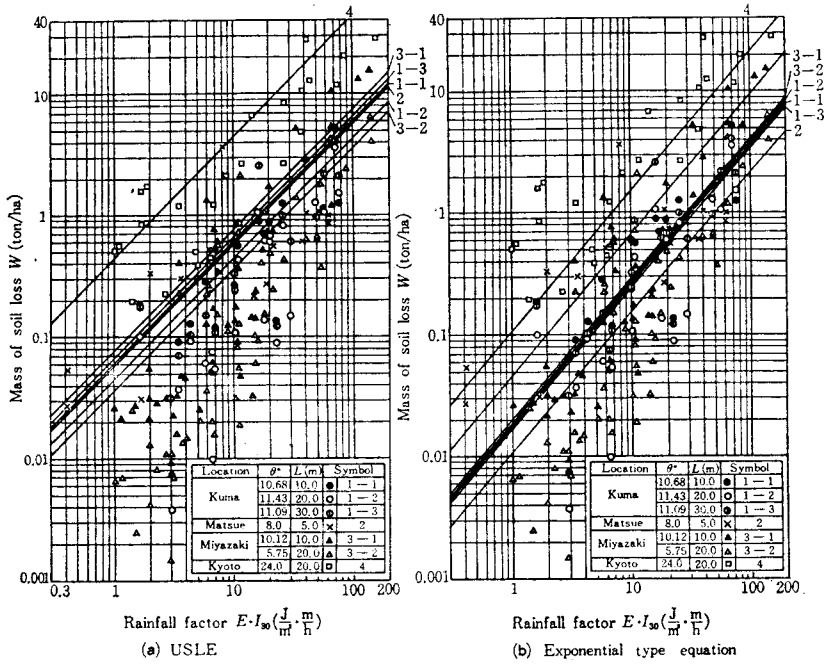
GSLEで求めた諸定数をTable 2に示す。基準量は1(%)または1(°), 1(m), 1(mm/h), 1(Jm/m²·h)などである。

Table 2 Constants of the exponential type equation and valiance from the equation

s	(%)				(°)			
r	I_{60}	I_{30}	EI_{60}	EI_{30}	I_{60}	I_{30}	EI_{60}	EI_{30}
a	1.334	1.267	1.362	1.355	1.363	1.284	1.381	1.344
b	−0.108	−0.104	−0.109	−0.108	−0.107	−0.103	−0.107	−0.107
c	2.248	2.258	1.091	1.157	2.248	2.258	1.091	1.157
K_1	2.091×10^{-5}	1.595×10^{-5}	6.896×10^{-4}	4.342×10^{-4}	4.284×10^{-5}	3.135×10^{-5}	1.426×10^{-3}	8.945×10^{-4}
K_2	3.556 〃	2.603 〃	5.524 〃	3.504 〃	7.279 〃	5.113 〃	1.141 〃	7.213 〃
K_3	6.371 〃	2.607 〃	20.78 〃	11.97 〃	13.05 〃	5.122 〃	4.294 〃	24.64 〃
K_4	6.261 〃	3.375 〃	14.07 〃	8.432 〃	13.49 〃	6.956 〃	3.060 〃	18.27 〃
Ve	5.598	6.074	4.705	3.498	5.598	6.074	4.705	3.498

Note K_1, K_2, K_3 and K_4: Soil factors of Kuma, Matsue, Miyazaki and Kyoto
$Ve=\Sigma(W_i-F_i)^2/N$

USLE と GSLE 推定値と観測値を Fig. 1, 2 に示す。



(a) USLE (b) Exponential type equation

Fig. 1 Relationship between EI_{30} and W

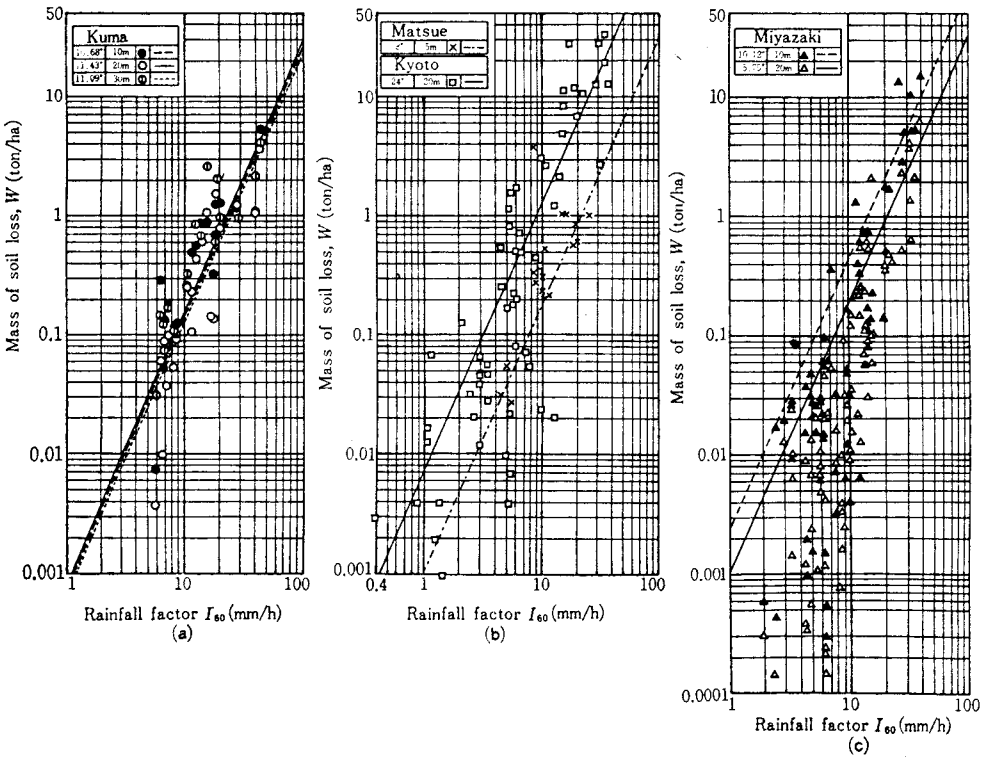


Fig. 2 Relationship between I_{60} and W

[IV] 両予測式の比較

一降雨についてもUSLEが成立するとした場合，GSLEとの予測量との比ζを求めると，基準量を $x_0=1(\%)$，$l_0=1(m)$，$r_0=1(Jm/m^2\cdot h)$ としたときのUSLEおよびGSLEの土壌係数をそれぞれ K_U，K_G で表わせば次式となる。

$$\zeta=\frac{K_G}{K_U}\left(\frac{t^a}{a_2t^2+a_1t+a_0}\right)\cdot l^{b-n}\cdot(EI_{30})^{c-1} \qquad (15)$$

もしGSLEで $s=a_2t^2+a_1t+a_0$ とすれば次式である。

$$\zeta=(K_G/K_U)\cdot(a_2t^2+a_1t+a_0)^{a-1}\cdot l^{b-n}\cdot(EI_{30})^{c-1} \qquad (16)$$

あとがき

今後データの集積が進み，各変数因子の選択（特に降雨因子）とその適合性の検討がこの分析法で行われると，次第に定数a，b，cは固定されるであろう。更に得られた土壌係数と土壌の特性値との関係が明らかになれば，降雨係数の一定期間出現確率と者に農地造成等に伴う一定期間土壌流亡量の確率的予測も可能である。

現在では定数が固定されているとは考えていないが，解析結果によるとマサとクロボクの土壌係数の大小は，解析の方法によって逆転しており，単に土壌係数のみによって土壌の受食性を論じることに疑問を感じている。

参考文献

1) Wischmeier, W.H.: Rainfall Erosion Index for a Universal Soil Loss Equation, Soil Sci. Soc. Am. Proc. 23, 245-249 (1959)

2) Ogura, M, N. Minami and A. Imao; Numerical Analysis of Crop Cover Effect on the Soil Erosion by Rainfall, 高知大学報, Vol. 30, 農学, 53-56 (1981)

3) McGregor, K.C, J.D. Greer, G.E. Gurley and G.C. Bolton; Erodibility Factors for Loring and Lexington Soils, Jur. of Soil and Water Conservation, 24(6) 231-232 (1969)

4) Wischmeier, W.H; Use and misuse of the universal soil loss equation, Jur. of Soil and Water Cons. 31(1) 5-9 (1976)

5) Hosoyamada, K; On Soil Erosion by Rainfall at Bare Sloping Field Composed of Kuroboku Soil - Studies on the estimation of erosive soil loss (I) -, 農土論集 91, 8-14 (1981)

6) 南信弘, 小林正澄, 今尾昭夫; 裸地斜面畑田土壌流亡量の層別重回帰分析, 農土論集 99, 1-7 (1982)

7) 三原義秋; 雨滴と土壌侵食, 農技研報告 A, No.1, 1-59 (1951)

8) 中村慶一郎(訳); 応用多変量解析, 森北出版, 184-185. (1980)

北海道における農地保全
——風土・農業と農地保全——

北海道大学　農学部　　梅田安治

Ⅰ　はじめに　——北海道土壌侵食研究の流れ——

北海道は農地開発が明治以降急速にすすめられたこと、それが大型畑作が多かったことなどから、土壌侵食には、はやくから注目されていたようである。大正時代初期から本格的に実施されはじめた土性調査で、表土の流亡の事実が認められている。これは「削剥」と表現されて報告書にも散見される。また、数ヵ所の農家に委託して、降雨時の土砂の流亡を測定した記録もある。昭和6年には当時アメリカで行なわれていた土地保全事業を参考にして、傾斜地経営試験農場が喜茂別町字伏見に設置されて、貴重な多くの成果を得ている。昭和23年には喜茂別町字知来別に傾斜地試験地が設けられて、翌24年から実験が開始され、多くの成果が得られている。しかし、これらは農業土木的研究よりは、耕種法による土壌侵食の防止、地力の増進を計り傾斜地農業の進展のための基礎資料を得ることを主体としたものであった。

その後、西潟、一戸等農業試験場関係による研究の時代を経て、佐久間らの人工降雨による基礎的研究から、松田らの防止対策工法の研究、長沢の農地造成工事に対応した研究などへと発展していった。

Ⅱ　北海道の自然

1　気　象

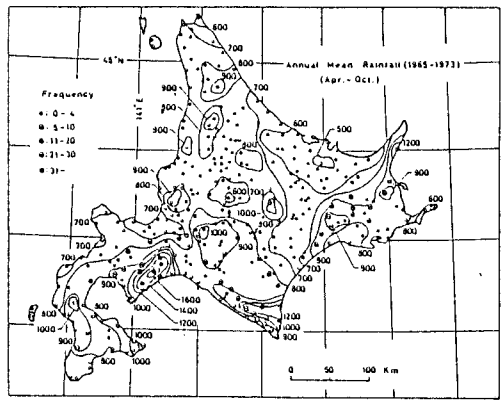


図-1　北海道における大雨発生頻度の地域性

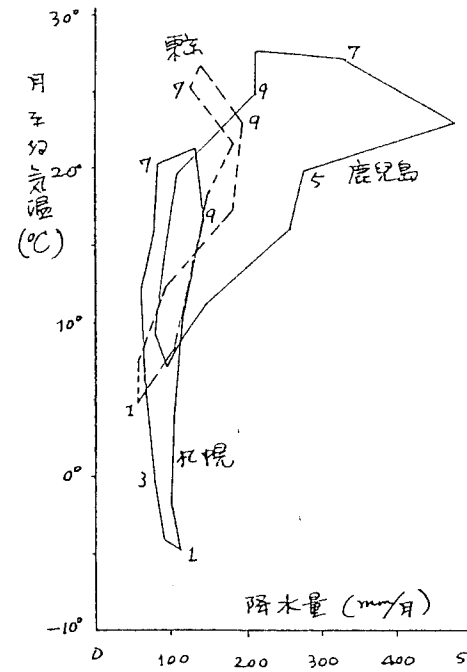


図-2

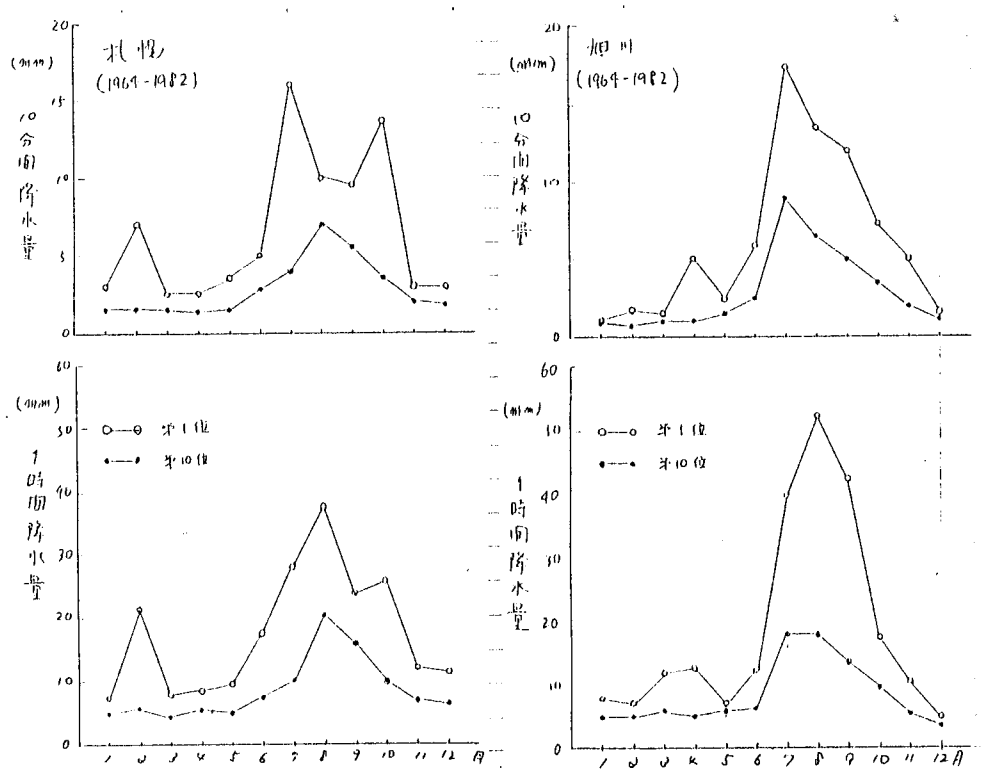


図-3 札幌と畑川における10分間および1時間降水量の極値（1位と10位，1964-1982統計）の季節変化

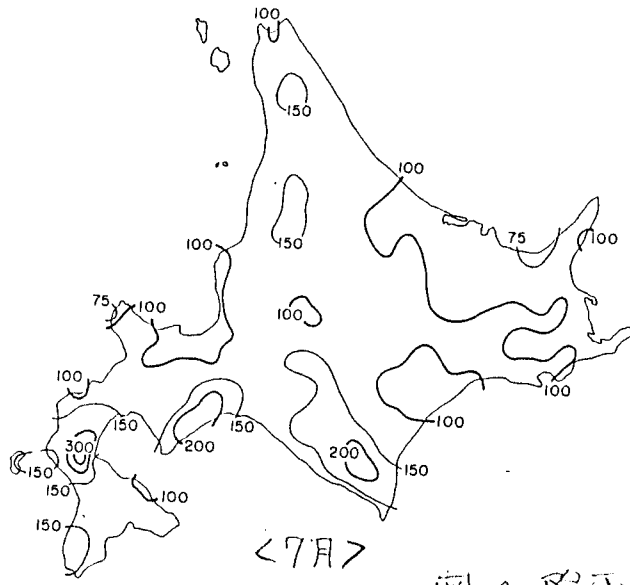


図-4 降雨量の分布

2 土壌

土壌保全に関する土壌調査としては地力保全基本調査をあげることができるであろう。この調査は「地力保全対策要綱」「土壌保全対策要綱」によって都道府県農業試験場が実施したものである。

この調査は、平均25haに1点の割合に文眼法によって選定された現地調査地点において地形、土壌断面、植生、営農などとともに侵食に関する調査も行っている。それは、

調査地点付近の侵食の状況を調査する。

ア. 水蝕　　ア). 侵食の種類　　イ). 侵食の程度

イ. 風蝕

ウ. 聴取調査

調査は近地点について、水や風による作土の流亡、飛散、堆積等その移動状況および侵食防止対策の有無、種類、程度等について聴取調査を行う

という方針で実施されたものである。

その結果として侵食は現状の圃場状態の侵食度（がり、表面侵食）と土壌の物理性から判定される耐水性、風蝕性の3要因強度を組合せて生産力可能性等級をⅠ～Ⅳ等級に分級している。

表-1

① 侵蝕度				② 耐ガ蝕性				③ 耐風蝕性		
区分	未攪乱土壌との対比で	ガル・カリ侵蝕の程度	要因強度	区分	分散率	1mm以上の粒団	要因強度	区分	乾土の硬さ	要因強度
なし	侵蝕がほとんどない	ない	1	大	10%以下	50%以上	1	あり	塊となる	1
弱	表土の流去率 25%以下	リル侵蝕がほとんどない	2	中	10～30%	50～25%	2		弱くのに抵抗ある	
中	〃 25～75%	〃 が散発する	3	小	30%以上	25%以下	3	なし	全く塊とならない抵抗なく砕ける	2
強	〃 75%以上	〃 多発、カリ侵蝕発生	4	—	—	—	—			

表-2

① 自然傾斜				②傾斜の方向	③ 人為傾斜
区分	要因強度	普通畑	樹園地	区分	区分
3°以下	1	Ⅰ	Ⅰ	傾斜面の支配的な方向を示す。要因強度の区分はない。	階段畑などの人為傾斜を、自然傾斜と同様に区分する。
3～8°	2	Ⅱ	Ⅰ		
8～15	3	Ⅲ	Ⅰ～Ⅱ		
15～25	4	Ⅳ	Ⅱ～Ⅲ		
25°以上	5	Ⅳ	Ⅳ		

なお本道における本要因の分級は①自然傾斜によって行われている。

地力保全基本調査では、全道の耕地97万ha余について、14群、47統群、170統の土壌に統合分類しているが、これらについて、2次案分類の中分類で支庁別分布割合を整理したのが表-5である。この表から、火山放出物未熟土～湿性厚層黒色火山性土までの合計が34.5%を占め、火山性土壌の分布が最も広く、主に北海道南半分の各支庁管内に多い。褐色低地土、灰色低地土、グライ低地土など低地の土壌も34.4%に及び、全道各支庁管内の大小河川流域に広く分布している。丘陵地、台地に分布する残積未熟土、酸性褐色森林土、疑似グライ土、グライ台地土などは、褐色森林土、ポドゾル、暗赤色土、砂丘未熟土を含めて22.3%を占める。また、泥炭土は、合計8.8%であり、石狩、空知、上川、網走、宗谷支庁で多いほか、全道の低湿地にも散在している。

火山性土の中では、比較的排水良好な火山放出物未熟土～黒色火山性土が多く、全体の約70%に及び、排水不良な湿性の黒色火山性土とその他はそれぞれ、約17%、13%にすぎない。低地土では、褐色低地土の約49%に対し、灰色低地土が約30%、グライ低地土約21%で、排水の良・不良地の分布がほぼ拮抗している。丘陵地・台地の土壌では、酸性褐色森林土約54%、疑似グライ土約40%、グライ台地土約5%で、いわゆる重粘土に相当する土壌が半数以上を占める。泥炭土の大半は低位泥炭土（約79%）であり、高位泥炭土（約17%）がこれに次ぎ、中位泥炭土の分布はごくわずかである。

一方、北海道の農牧地および農牧適地の面積は、従来、約330万haとなっていたが、近年の調査結果から、表-4のように約262万haと改められた。これは従来のものから主に山地を除外したためである。表-4による土壌構成割合は、大別して、上記の耕地土壌でみられた傾向と変わっていない。すなわち、火山性土が最も広く網走南東部から石狩南部にわたる線以南の地域全体を覆って約40%を占める。このうち湿性なものは約17%にすぎない。厚層黒色火山性土は火山性土のうち、約28%で、道内の寒冷多湿な根室、釧路の沿岸地帯にとくに多い。次に広いのは低地の土壌で、約28%に及び、十勝、上川、空知、網走を主として、全道の河川流域に分布する。その約43%は湿性のもので、石狩、空知に多い。

表-3

畑　　畑

基準項目	要因項目	区別		土壌群	岩屑土	砂丘未熟土	黒ボク土	多湿黒ボク土	黒ボクグライ土	褐色森林土	灰色台地土	グライ台地土	暗赤色土	褐色低地土	灰色低地土	グライ土	黒泥土	泥炭土	全道合計
侵蝕 e	—	面積	I		300	617	108,245	27,888	1,685	23,664	27,041	3,418	583	80,844	32,084	10,223	390	28,941	345,923
			II		614	1,218	128,029	23,351	165	58,970	31,142	906	1,648	35,871	14,423	2,307	0	2,378	301,025
			III		10	150	30,570	7,488	0	26,508	2,264	0	2,501	4,656	1,215	27	0	968	76,357
			IV		217	0	190	0	0	74	0	0	0	0	0	0	0	0	481
			計		1,141	1,985	267,034	58,727	1,850	109,216	60,447	4,324	4,732	121,374	47,722	12,557	390	32,287	723,786
		平均強度			2.1	1.8	1.7	1.7	1.1	2.0	1.6	1.2	2.4	1.4	1.4	1.2	1.0	1.1	1.6
	侵蝕度 e1	面積	1		300	1,607	151,573	37,688	1,685	27,512	27,677	3,418	583	98,472	34,348	9,857	390	29,424	42,453
			2		614	378	96,292	20,162	165	56,910	29,813	906	1,648	21,303	12,009	2,700	0	2,863	245,763
			3		10	0	18,979	877	0	24,500	1,909	0	2,501	1,599	1,365	0	0	0	51,740
			4		217	0	190	0	0	74	0	0	0	0	0	0	0	0	481
			計		1,141	1,985	267,034	58,727	1,850	108,996	59,399	4,324	4,732	121,374	47,722	12,557	390	32,287	722,518
		平均強度			2.1	1.2	1.5	1.4	1.1	2.0	1.6	1.2	2.4	1.2	1.3	1.2	1.0	1.1	1.5
	耐水蝕性 e2	面積	1		719	1,461	91,761	28,895	1,769	38,456	31,048	3,278	1,096	97,988	36,761	12,033	390	30,839	376,494
			2		205	350	91,707	14,033	81	55,503	24,596	1,046	3,636	18,337	9,429	497	0	0	216,494
			3		217	150	82,262	15,515	0	12,575	3,755	0	0	4,918	1,532	27	0	1,448	122,399
			計		1,141	1,961	265,730	58,448	1,850	106,534	59,399	4,324	4,732	121,243	47,722	12,557	390	32,287	718,318
		平均強度			1.6	1.3	2.0	1.8	1.0	1.8	1.5	1.2	1.8	1.2	1.3	1.0	1.0	1.1	1.6
	耐風蝕性 e3	面積	1		1,141	617	57,136	25,470	1,310	70,433	49,315	4,324	2,832	89,393	42,883	11,546	390	30,407	386,797
			2		0	1,368	209,898	33,257	540	38,483	8,864	0	0	31,981	5,239	1,011	0	1,880	332,521
			計		1,141	1,985	267,034	58,727	1,850	108,916	58,179	4,324	2,832	121,374	47,722	12,557	390	32,287	719,318
		平均強度			1.0	1.7	1.8	1.6	1.3	1.4	1.2	1.0	1.0	1.3	1.1	1.1	1.0	1.1	1.5

表-4

農牧適地の土壌面積

土壌名	面積	土壌名	面積
	千ha		千ha
残積性未熟土	4.5	疑似グライ土	146.0
砂丘性未熟土	28.2	グライ台地土	3.6
火山放出物未熟土	118.4	ポドゾール	1.7
湿性火山放出物未熟土	20.7	褐色森林土	426.9
乾性火山性土	745.4	赤色土	1.5 ※
厚層黒色火山性土（乾）	192.6 ※	暗赤色土	3.8 ※
湿性火山性土	157.5	泥炭土	234.8
厚層黒色火山性土（湿）	99.4 ※	低位泥炭土	187.7 ※
褐色低地土	418.4	中間泥炭土	15.5 ※
灰色低地土	201.6	高位泥炭土	32.0 ※
グライ低地土	110.2	合計	2,621.5

（北海道農業試験場：未発表）

※ それぞれ、乾性・湿性火山性土、褐色森林土および泥炭土面積の内数

表-5

耕地土壌の中分類による区分面積と割合

全耕地（ha、%）

中分類＼支庁名	石狩	空知	上川	留萌	後志	檜山	渡島	胆振	日高	十勝	釧路	根室	網走	宗谷	合計
残積未熟土			120 (0.1)					85 (0.3)	217 (0.7)				719 (0.5)		1,141 (0.1)
砂丘未熟土	527 (1.3)			305 (1.0)	235 (0.6)	34 (0.2)	137 (0.7)	30 (0.1)					230 (0.2)		1,498 (0.2)
火山放出物未熟土	3,270 (8.1)	805 (0.7)				79 (0.5)	5,233 (24.6)	13,752 (44.7)	9,965 (31.8)		1,120 (1.8)		4,532 (3.2)		38,756 (4.0)
未熟火山性土	120 (0.3)	1,115 (0.9)			170 (0.4)	1,857 (11.8)	115 (0.5)	60 (0.2)	4,668 (14.9)		12,173 (19.1)	13,242 (20.4)	4,150 (2.9)		37,670 (3.9)
褐色火山性土	40 (0.1)		995 (1.0)		4,251 (10.9)	185 (1.2)	175 (0.8)	2,138 (7.0)		57,064 (25.2)	1,884 (3.0)		16,230 (11.3)	1,622 (3.6)	84,584 (8.7)
黒色火山性土	1,070 (2.6)	946 (0.8)			4,690 (12.1)	1,729 (11.0)	651 (3.1)	329 (1.1)	2,090 (6.7)	10,241 (4.5)	16,717 (26.3)	31,962 (48.9)	4,272 (3.0)		74,427 (7.6)
厚層黒色火山性土	635 (1.6)	44 (0.0)			500 (1.3)	4 (0.0)	3,944 (18.6)	50 (0.2)	1,863 (5.9)	4,344 (1.9)	16,995 (26.7)	393 (0.6)	1,990 (1.4)		30,762 (3.2)
湿性火山放出物未熟土	1,510 (3.7)	1,110 (0.9)					964 (4.5)	4,042 (13.2)	428 (1.4)		557 (0.9)				8,611 (0.9)
湿性未熟火山性土							14 (0.1)		72 (0.2)	2,287 (1.0)	5 (0.0)	306 (0.5)	1,498 (1.0)		4,182 (0.4)
湿性黒色火山性土		790 (0.7)				41 (0.3)	315 (1.5)		445 (1.4)	11,730 (5.2)	1,012 (1.6)	8,211 (12.7)	176 (0.1)		22,720 (2.3)
湿性厚層黒色火山性土	160 (0.4)				283 (0.7)	251 (1.6)	42 (0.2)			26,118 (11.5)	365 (0.6)	7,234 (11.2)	30 (0.0)		34,483 (3.5)
褐色森林土					1,821 (4.7)	38 (0.2)		535 (1.7)		271 (0.1)			8,326 (5.8)		10,991 (1.1)
湿性褐色森林土	700 (1.7)	8,122 (6.8)	29,102 (28.5)	4,768 (15.1)	10,007 (25.8)	1,790 (11.4)		1,405 (4.6)	691 (2.2)	16,548 (7.3)	5 (0.0)		30,512 (21.3)	11,102 (24.9)	114,752 (11.8)
疑似グライ土	3,392 (8.4)	16,028 (13.3)	10,816 (10.6)	1,604 (5.1)	895 (2.3)	143 (0.9)		80 (0.3)	88 (0.3)	11,313 (5.0)			18,351 (12.8)	10,102 (22.7)	72,812 (7.5)
グライ台地土	410 (1.0)	4,478 (3.7)	1,953 (1.9)	200 (0.6)	146 (0.4)								737 (0.5)	1,895 (4.3)	9,819 (1.0)
ポドゾル														487 (1.1)	487 (0.1)
暗赤色土		488 (0.4)	3,876 (3.8)		25 (0.1)								58 (0.0)	285 (0.6)	4,732 (0.5)
褐色低地土	2,040 (5.0)	15,087 (12.6)	18,815 (18.4)	9,371 (29.8)	9,357 (24.1)	3,583 (22.8)	3,136 (14.8)	1,664 (5.4)	5,098 (16.2)	54,802 (24.2)	6,525 (10.3)	1,032 (1.6)	29,509 (20.6)	3,801 (8.5)	163,820 (16.8)
灰色低地土	2,629 (6.5)	19,118 (15.9)	16,066 (15.8)	7,122 (22.6)	3,716 (9.5)	3,171 (20.2)	1,431 (6.7)	4,718 (15.3)	2,921 (9.3)	18,309 (8.1)	4,450 (7.0)	1,188 (1.8)	11,556 (8.1)	4,392 (9.9)	100,787 (10.3)
グライ低地土	8,657 (21.4)	27,398 (22.8)	11,742 (11.5)	3,192 (10.1)	1,519 (3.9)	928 (5.9)	3,770 (17.8)	1,829 (5.9)	791 (2.5)	4,377 (1.9)	263 (0.4)	27 (0.0)	3,765 (2.6)	3,371 (7.6)	71,629 (7.3)
低位泥炭土	9,501 (23.4)	16,420 (13.7)	8,084 (7.9)	3,406 (10.8)	1,209 (3.1)	1,882 (12.0)	1,027 (4.8)	15 (0.0)	2,053 (6.5)	8,968 (4.0)	1,452 (2.3)	1,007 (1.6)	6,514 (4.6)	6,180 (13.9)	67,718 (6.9)
中位泥炭土	1,470 (3.6)	99 (0.1)	280 (0.3)	1,215 (3.9)						71 (0.1)		478 (0.7)	95 (0.1)	397 (0.9)	4,105 (0.4)
高位泥炭土	4,400 (10.9)	8,071 (6.7)	192 (0.2)	310 (1.0)	37 (0.1)		279 (1.3)				2 (0.0)			876 (2.0)	14,167 (1.5)
合計	40,531 (4.2)	120,119 (12.3)	102,041 (10.5)	31,493 (3.2)	38,861 (4.0)	15,715 (1.6)	21,233 (2.2)	30,732 (3.2)	31,390 (3.2)	226,443 (23.2)	63,525 (6.5)	64,810 (6.6)	143,250 (14.7)	44,510 (4.6)	974,653 (100)

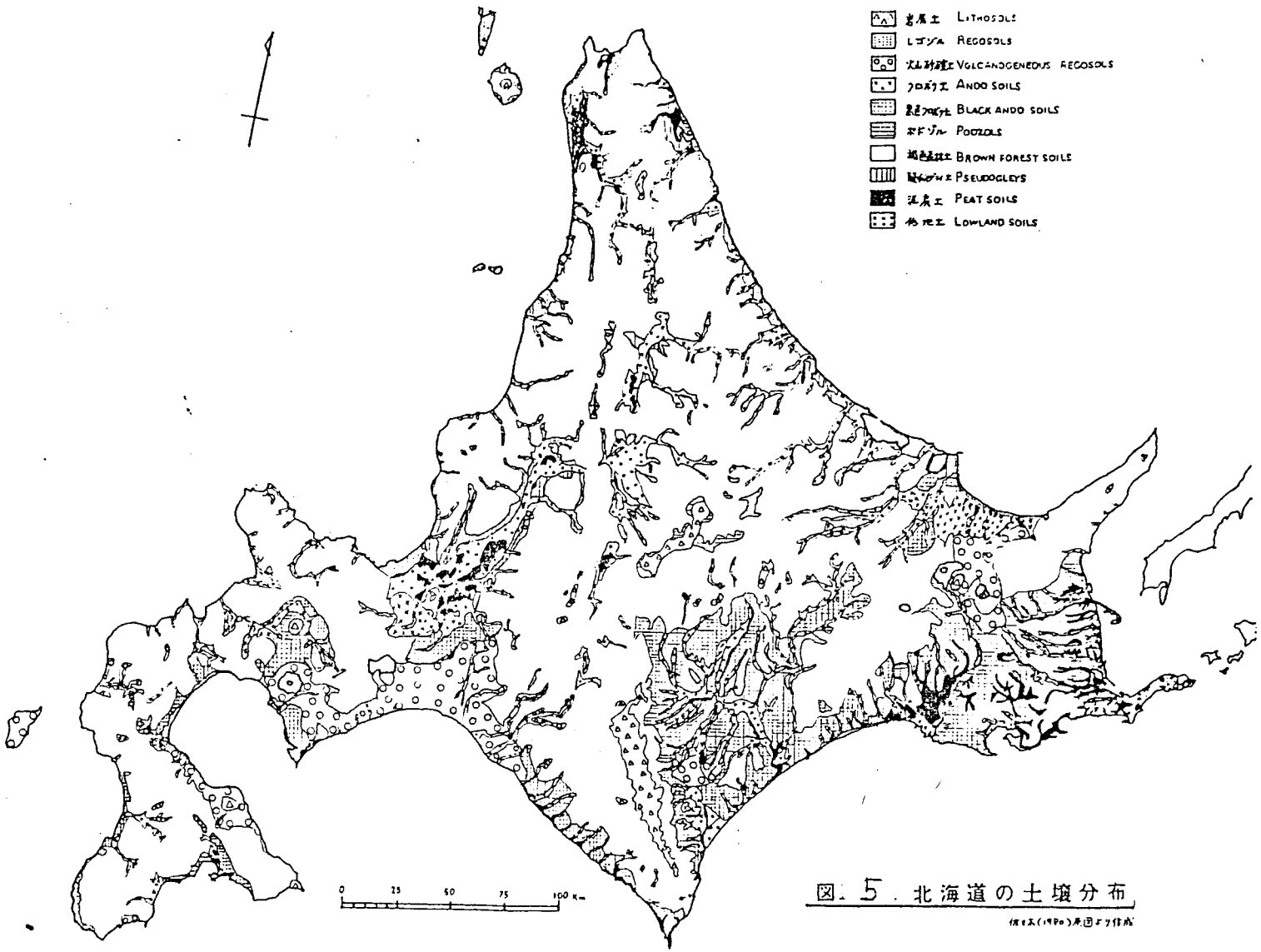

Lithosols
Regosols
Volcanogeneous Regosols
Ando soils
Black ando soils
Podzols
Brown forest soils
Pseudogleys
Peat soils
Lowland soils
0 25 50 75 100 km

図. 5. 北海道の土壌分布

3 地形

北海道の原地形は、後期古生代に始まり新第三紀にまでおよぶ日高造山運動と、これと相前後して起こった東北地方、千島両弧の形成に密接な関係をもってつくられたようである。そして、現在の地形は、地質構造を決定した地殻運動によってつくられたのではなく、その後の造地形運動に由来するものである。

菱形状の胴体部（主部）と西南の半島部は石狩低地帯を境に、地形的かつ地質構造的に明らかな相違を示している。胴体部の中央には、蝦夷山系と総称される背梁山地が南北に縦走しており、並走する北見山脈と天塩・夕張山脈を伴っている。この山系は胴体部のほぼ中央で阿寒・知床火山群の山地と交差し、大規模な然別・大雪火山群の山地を形成する。一方、半島部は東北地方から連続する山地が発達しており、出羽山脈の延長が渡島山地を那須火山帯の奥羽山脈は駒ヶ岳火山群、羊蹄火山群および樽前火山群などの火山地をそれぞれ形成している。黒松内低地帯はこの中間にあたる。

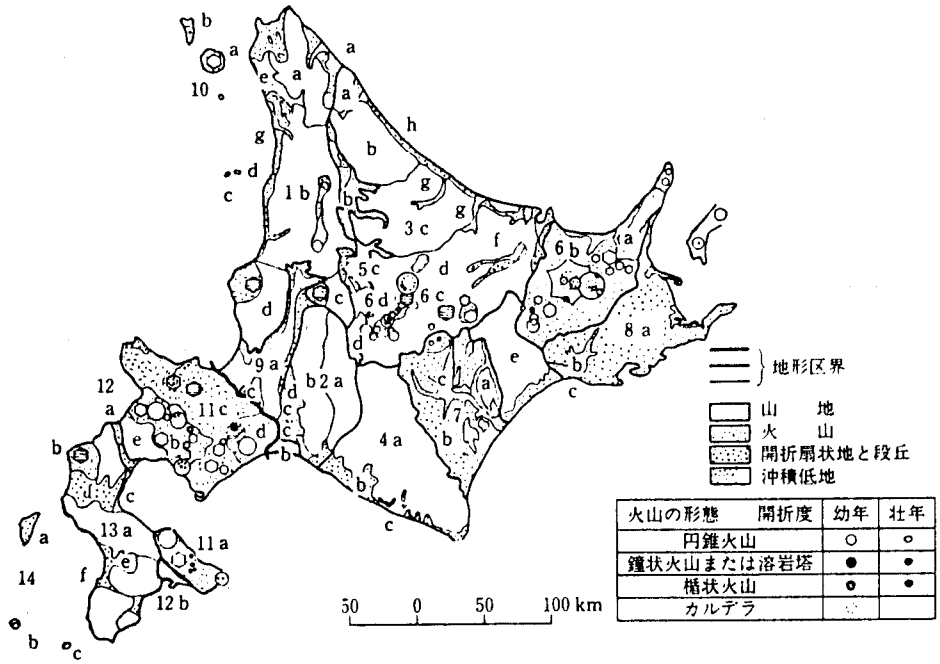
このような山系を主軸として、その西側や周辺には丘陵地、台地がつらなり、さらに段丘または扇状地なども伴いながら低地の平野部へ移行する形態をとるが、北海道の現地形は、本州の中央山地にみられるような急峻地形が少なく、全体としてなだらかな丸みをおびた尾根や広い台地、それに開けた谷底平野などで特徴づけられている。

これはゆるやかな隆起運動と、氷期のマスウエスティングによる平準化の影響が大きかったことなどのためと考えられる。

北海道は起伏にとんだ山地（火山地を含む）と丘陵地によって70％近い面積が占められ、残りが台地・段丘、低地である。これらの地形は、比較的標高の低い範囲にあって、大部分が600m以下であり、1,000m以上はきわめて少ない。

傾斜区分面積についてみると、傾斜地が75％を占め、中でも15°以上の急傾斜地が多いことがわかる。地域別では、上川、十勝、日高および網走地方に急峻な高山地が、そして、台地や低地を含めた平坦地は空知、上川、十勝、釧路、根室および網走地方に、それぞれ比較的多い。

道内の傾斜地はほとんどが農林地であり、農地約114万ha（17％）、林地約563万ha（83％）の構成割合は全国のそれと類似している。農地の傾斜分布については、表　のような耕地（水田、普通畑、牧草畑、果樹）の実態にある。また、耕地に輪作外草地を加えた農地では、15°以上が約1％、8～15°が約15％、8°未満が約84％ともいわれている。いずれにしても、十勝、根室および網走地方を中心に、8°未満の平坦～緩傾斜地が多い。なお、8°未満の全道的農業利用率は50％を越えており、中でも日高、十勝、根室、網走の各地方で目立っている。



〔北海道胴体部〕

1. 天　塩　山　地：a．宗谷丘陵　b．中央天塩山地　c．幌内山地　d．増毛山地　e．天塩原野　f．幕別平野　g．海岸段丘
2. 夕　張　山　地：a．芦別ブロック　b．夕張ブロック　c．西部丘陵ブロック　d．由仁安平低地
3. 北　見　山　地：a．ホロヌプリ山地　b．北部北見山地　c．中部北見山地　d．南部北見山地　e．白糠丘陵　f．北見盆地　g．河岸段丘　h．海岸段丘
4. 日　高　山　地：a．本体　b．河岸段丘　c．海岸段丘
5. 中　央　凹　地：a．頓別低地　b．名寄盆地　c．上川盆地　d．富良野盆地
6. 東部火山地域：a．知床火山群　b．屈斜路・阿寒火山群　c．然別火山群　d．大雪山火山群　e．十勝岳火山群
7. 十　勝　平　野：a．東部丘陵　b．西部開析扇状地および段丘　c．谷底平野
8. 根　釧　台　地：a．台地および段丘　b．海岸平野　c．海底谷
9. 石狩勇払低地：a．石狩低地帯　b．勇払低地　c．火山岩屑台地
10. 日本海島列：a．利尻島　b．礼文島　c．天売島　d．焼尻島

〔北海道南西半島部〕

1. 火　山　地　域：a．駒ケ岳火山群　b．羊蹄火山群　c．後志火山性台地　d．樽前火山群　e．南西部山地
2. 黒松内低地帯：a．寿都低地　b．函館平野
3. 渡　島　山　地：a．渡島山地　b．狩場山火山　c．八雲海岸平野　d．利別段丘群　e．厚沢部平野　f．海岸段丘
4. 日本海島列：a．奥尻島　b．渡島大島　c．渡島小島

表-6 傾斜区分別面積

（㎢：%）

支庁	＜3°	3°～8°	8°～15°	15°～20°	20°～30°	30°～40°	40°＜	計	＜8°
石狩	1,470 41	269 8	831 23	597 17	371 10	9 (0.7)	4 (0.3)	3,551	1,739 49
空知	1,816 28	389 6	896 14	1,018 15	1,959 30	449 7	59 (0)	6,586	2,205 33
上川	1,838 19	792 8	1,640 17	1,474 15	2,691 27	1,200 12	235 2	9,870	2,630 27
留萌	627 16	163 4	640 16	849 21	1,256 31	490 12	4 (0)	4,029	790 20
後志	498 12	605 14	1,164 27	579 13	1,275 30	172 3	9 (1)	4,302	1,103 26
桧山	317 11	112 4	277 10	495 17	840 29	720 25	94 4	2,855	429 15
渡島	609 16	327 9	343 9	543 15	1,203 32	657 18	44 1	3,726	936 25
胆振	1,105 30	532 14	966 26	622 17	458 12	15 (0.8)	4 (0.2)	3,702	1,637 44
日高	464 10	280 6	679 14	584 12	1,026 21	1,480 30	325 7	4,838	744 15
十勝	3,882 36	1,486 14	2,207 20	700 6	1,545 14	749 7	262 3	10,831	5,368 50
釧路	1,862 31	1,076 18	1,490 25	595 10	629 10	342 6	9 (0)	6,003	2,938 49
根室	2,287 66	375 11	208 6	154 4	215 6	208 6	12 (1)	3,459	2,662 77
網走	2,198 21	777 7	1,884 18	1,719 16	2,339 22	1,551 15	219 (1)	10,687	2,975 28
宗谷	950 23	500 12	959 24	746 18	698 17	211 5	12 (1)	4,076	1,450 36
計	19,923	7,683	14,184	10,675	16,505	8,253	1,292	78,515	27,606
%	25	10	18	13	21	11	2	100	35

（国土庁土地分類図,1975～9 より作成）

表-7　傾斜区分別耕地の分布割合と耕地化率

（%）

支庁	耕地の分布割合				耕地化率*			
	< 3°	3 ～8°	8 ～15°	15 ～25°	< 3°	3 ～8°	8 ～ 15°	15 ～25°
石狩	92.9 2.5	7.1 1.1	－	－	6.9	10.8	－	－
空知	91.7 2.6	6.7 3.2	1.6 3.0	－	5.9	20.6	2.1	－
上川	68.4 4.0	14.3 5.8	17.3 27.8	－	8.9	18.4	10.7	－
留萌	84.5 4.0	12.7 1.6	2.8 1.4	－	26.0	24.5	1.4	－
後志	55.3 2.5	38.5 5.9	6.0 3.7	0.2 11.9	16.5	24.8	2.1	0.1
桧山	71.5 0.5	25.8 1.6	2.7 0.7	－	6.0	36.6	1.4	－
渡島	65.4 1.7	22.1 1.9	12.5 4.2	－	11.3	14.4	7.6	－
胆振	80.2 3.2	17.7 2.1	2.0 1.0	0.1 11.4	11.9	10.2	0.6	0.1
日高	52.0 2.6	38.0 4.7	9.1 4.5	0.9 66.4	22.6	42.5	4.3	0.2
十勝	68.6 36.9	28.3 25.0	3.1 11.3	－	38.9	43.1	3.3	－
釧路	54.7 8.5	31.2 7.8	14.1 14.2	－	18.7	18.4	6.0	－
根室	24.7 3.9	73.6 18.8	1.7 1.7	－	7.0	78.6	5.3	－
網走	59.5 18.9	31.4 17.7	9.0 20.3	0.1 10.3	35.1	57.8	6.8	0.1
宗谷	75.4 8.2	15.8 2.8	8.8 6.2	－	35.4	14.0	4.1	－
全体	56.2 100.0	35.0 100.0	8.7 100.0	0.1 100.0	20.5	33.1	4.5	0.02

* 総土地に対する傾斜区分別耕地の割合。

上段：同一支庁内の分布割合，　下段：全道耕地に対する分布割合

III 北海道の農業

第8 **経営耕地規模別農家数**

	北海道		都府県	
	実数(千戸)	構成比(%)	実数(千戸)	構成比(%)
総数	123.1	100	4,618.4	100
1.0ha未満	21.3	17.3	3,249.8	70.4
1.0～3.0	18.3	14.9	1,272.6	27.5
3.0～5.0	19.9	16.2		
5.0～7.5	20.2	16.4		
7.5～10.0	12.0	9.8		
10.0～15.0	11.1	9.0	96.0	2.1
15.0～20.0	6.8	5.5		
20.0ha以上	13.6	11.0		

全国総数 4,741.5(千戸)

地域区分図

地域番号	地域名	地域番号	地域名
1	天北西紋	11	十勝南部
2	遠別中川	12	日高
3	留萌石狩沿海	13	富良野
4	名寄士別	14	道央農村
5	上川盆地北空知	15	道央都市
6	北見	16	後志沿海
7	網走	17	羊蹄山麓
8	根釧	18	西胆振
9	十勝山麓	19	道南北部
10	十勝中央	20	道南南部

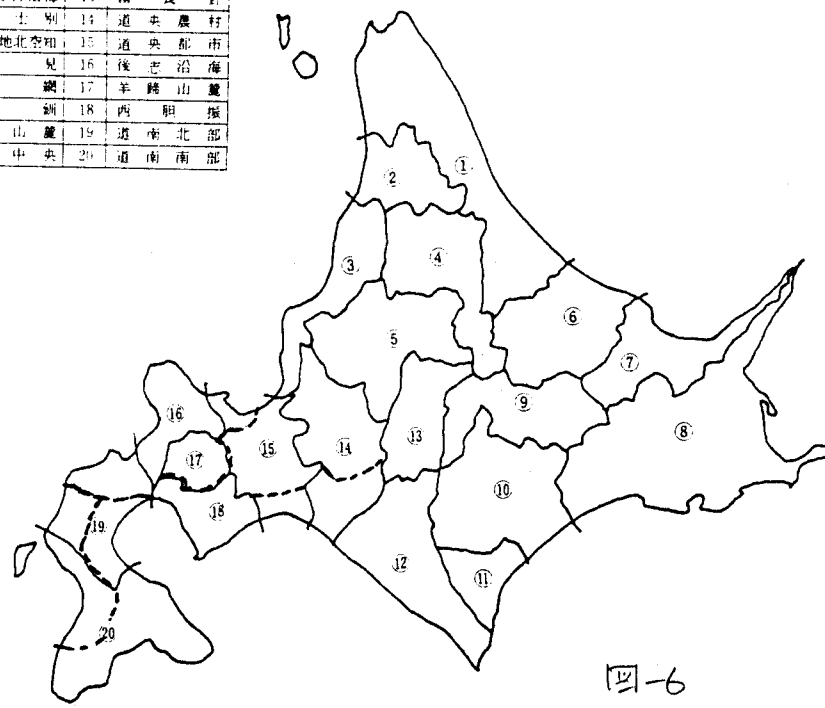


図-6

表-9

地域番号	地域名	農家数 千戸	総世帯数に占める率 %	主業農家数 千戸	総農家数に占める率 %	耕地面積 千ha	総土地面積に占める率 %	田面積 千ha	畑面積 普通畑 千ha	畑面積 牧草地 千ha	1戸当たり 耕地面積 ha	1戸当たり 農業粗生産額 万円
1	天北西紋	4.6	9.0	3.1	64.3	76.6	9.7	0	4.0	72.3	16.0	767
2	遠別中川	1.5	22.3	1.2	78.9	12.7	5.2	3.3	2.8	6.4	8.4	560
3	留萌石狩沿海	3.9	11.7	1.8	60.9	11.5	4.1	8.7	0.9	1.4	3.8	456
4	名寄士別	6.7	19.7	5.4	81.6	40.2	9.0	24.9	7.2	6.7	6.0	487
5	上川盆地北空知	20.4	9.9	16.9	82.8	84.6	16.9	73.3	6.2	3.8	4.1	563
6	北見	6.2	10.2	5.1	81.9	44.0	10.7	5.7	21.5	16.2	7.1	720
7	斜網	5.0	12.5	4.6	92.9	60.2	16.3	2.7	49.5	7.7	12.1	1,128
8	根釧	6.0	54.9	5.1	85.8	155.2	16.2	-	5.9	148.9	25.9	1,190
9	十勝山麓	1.7	15.2	1.4	87.5	25.1	6.6	0	9.8	14.7	15.2	897
10	十勝中央	9.6	11.1	8.9	92.6	153.2	27.9	4.5	105.9	41.4	16.0	1,107
11	十勝南部	0.9	13.7	0.8	89.7	18.8	12.0	-	4.0	14.7	21.4	1,058
12	日高	4.9	15.7	3.5	72.3	27.1	5.6	7.5	2.1	17.2	5.5	640
13	富良野	5.1	23.6	4.7	93.0	33.8	11.8	13.3	16.6	3.5	6.7	710
14	道央農村	15.1	16.4	13.3	88.4	89.0	20.1	74.0	9.2	5.0	5.9	776
15	道央都市	8.1	1.2	5.3	65.1	30.4	9.4	14.5	8.8	6.1	3.7	575
16	後志沿海	4.5	16.5	3.3	72.0	14.7	7.1	8.0	3.1	1.1	3.2	483
17	羊蹄山麓	2.2	18.7	1.9	87.4	14.6	13.1	3.0	9.9	1.4	6.6	805
18	西胆振	2.5	2.7	1.8	72.4	10.4	5.8	1.5	5.0	3.5	4.2	685
19	道南北部	3.4	17.0	2.3	68.2	20.1	6.7	6.7	3.3	9.9	5.9	506
20	道南南部	13.1	7.8	5.1	38.5	21.2	4.7	10.9	6.5	2.5	1.6	239
全道		124.6	6.9	95.7	76.8	943.2	12.0	262.5	283.0	384.3	7.6	678

〈資料〉道「農業基本調査」（昭53），農林水産省「生産農業所得統計」（昭52）

表-10　主要作物の地域別目標収量（10a当たり収量）

（単位：kg）

地域番号	地域名	水稲	小麦	大豆	小豆	菜豆	馬鈴しょ	てん菜	たまねぎ	りんご	ぶどう	牧草	青刈とうもろこし	家畜ビート
1	天北西紋	-	-	-	-	-	3,000	4,200	-	-	-	4,500	5,000	8,000
2	遠別中川	410	340	210	210	220	(3,700) 3,300	5,100	-	-	-	5,000	5,500	8,000
3	留萌石狩沿海	460	360	210	220	220	3,400	5,600		2,100	1,300	6,000	6,500	10,000
4	名寄士別	460	340	220	220	220	3,300	5,600	1,200	-	-	5,500	6,000	9,000
5	上川盆地北空知	520	420	230	230	220	3,400	5,600	4,700	2,100	1,300	6,000	6,500	10,000
6	北見	460	450	250	220	240	3,600	5,700	4,500	1,800		5,300	6,000	9,000
7	斜網	450	450	240	220	240	(4,000) 3,600	6,000	4,300	-	-	5,300	6,000	9,000
8	根釧	-	-	-	-	-	3,200	4,000	-	-		4,000	5,000	7,000
9	十勝山麓	-	430	230	220	230	(3,800) 3,500	5,500	-		-	5,000	5,800	9,000
10	十勝中央	410	430	250	240	240	(3,800) 3,600	5,700	4,000	-	-	5,500	6,000	9,000
11	十勝南部	-	420	220	220	230	3,400	5,500			-	5,000	5,500	9,000
12	日高	490	360	220	220	220	3,400	5,000	-	-	-	5,000	6,500	10,000
13	富良野	510	360	220	230	220	3,400	5,700	4,600		-	6,000	6,500	10,000
14	道央農村	480	360	220	220	220	3,400	5,000	4,700	2,100	-	6,000	6,500	10,000
15	道央都市	460	360	220	220	220	3,400	5,400	4,700	2,100	1,300	6,000	6,500	10,000
16	後志沿海	480	360	220	220	220	3,400	5,200		2,400	1,500	6,000	6,500	10,000
17	羊蹄山麓	410	340	220	220	230	3,600	5,500			-	5,500	6,000	10,000
18	西胆振	450	360	220	220	220	3,400	5,600	-	2,100	-	6,000	6,500	10,000
19	道南北部	490	320	210	210		3,200	5,000	-	-	-	6,000	6,200	9,000
20	道南南部	490	320	210	210	-	3,200	4,800	-	2,400	1,100	6,000	6,200	9,000

（注）　（　）はでん原用馬鈴しょ

Ⅳ 北海道の土壌水食

本道における土壌水食の発現については古くから注目されており、大正年代初期から本格的に実施された土性調査の中で、侵食作用による表土の流亡が認められている。また、昭和初期には、農家に委託して降雨時の土砂流亡を測定した記録もある。しかし、元来、水田を基調とした農業形態の中では、傾斜地の土壌侵食問題は、一般農家の関心を得るまでに至らず、傾斜地における営農全般を対象としたものでありながら、局部的な研究、調査に止まっていた。第二次大戦後、食糧増産施策として開拓事業が進展するにつれ、傾斜地の開畑利用や多数のガリー災害の発生などで水土保全に関する認識が高まり、土壌侵食の実態やその防止法について多くの調査、研究が行われるようになった。これらの中の主な事例によってみると、本道の受食概況は次のように列記される。

① 荒川(1950)によれば、4，5月の融雪期に、石狩川流域の土壌流亡量は約100万tonに及ぶことが浮泥量調査で示されており、堂腰(1954)も同様の調査を十勝川で行って流送浮泥量が年間25万tonあるとしている。

十勝川(茂岩地点) 流量と流送浮泥量(1952)

月	4	5	6	7	8	9	10	11
流量 ($\times 10^8 m^3$)	5.35	4.77	4.60	4.18	4.04	3.62	3.64	2.33
流送浮泥量 ($\times 10^4$ ton)	4.35	3.09	5.01	3.12	2.43	2.02	1.77	0.62

② 八鍬ら(1952，1956)は、大正火山性土の融雪水による流亡量は7.64kg/10a/日(傾斜10°)、また、東旭川洪積土と札幌沖積土では、土中に凍結層がなく融雪水だけの場合、前者が極めて微量、後者でも7～50g/10a/日にすぎないが、土壌中に不透水性凍結層がある場合、後者で3.32～4.32kg/10a/日(いずれも傾斜10°)と多くなることを認めた。

③ 宮坂(1952～3)は富良野(布礼別)と上富良野(鹿沢)の十勝岳起源火砕流堆積物における多数のガリー発生を認めた。この地域のガリーは平均長355m、平均幅1.8m、1本当り平均流亡量575m³、開墾後50年で15～20cm、年平均3～4mmが失われている(開発局、1958)。

④ 西潟ら(1952～8)および西潟(1963)は、土壌侵食発現機構、侵食防止法とその効果および傾斜地の生産性などに関して総括し、(i)多雪地帯の融雪期には、土壌凍結がなければ受食被害は比較的少ない。(ii)面状侵食、ガリー侵食の最も激しい地帯は、上川中南部、同北部、後志北部、羊蹄山麓などであり、風食および凍結による侵食の著しいのは十勝中部である(図7参照)。(iii)土壌流亡や地表流去水により、有機物、石灰、カリなどの損失は顕著であるが、リン酸は極めて少ない。(iv)南面傾斜地は気候変化の影響が大きく、受食が著しい。(v)侵食防止には、等高線上に作畦し、緑作緩衝帯を設けるほか、深耕、心土耕、排水など、農耕的対策と土木的対策の併用が最も効果的である。(vi)原則的には、農機具の利用、農作業の難易、侵食の危険性などから、15°内外以上の傾斜面は草地または林地とし

て利用することが望ましい、としている。

⑤ 北農試(1956, 1958)は大正火山性土の場合、早春降雨 9.5mm(残雪10cm、凍結層7~18cm残存)により1,760kg/10aの流亡量を報告している。また、敷ワラによる防止効果として、敷ワラ区の24~41kg/10aに対して無敷ワラ区88~122kg/10aの流亡量を測定した。

⑥ 佐々木ら(1966)の人工降雨試験によると、幌延重粘土と喜茂別火山性土では、傾斜15~20°、42.6mm/hr 降雨の条件でそれぞれ1,000~1,500kgと1,400~3,800kg/10a、傾斜5~20°、93.0mm/hr になるとそれぞれ2,400~10,600kgと3,000~15,500kg/10a に増大した。また、降雨強度と地表流出水量から求めた流出を生ずる最小降雨強度は8.6と14.1mm/hr、そして降雨強度と最終浸透能からは0.4~5.3と3.1~14.5mm/hr が得られている。

⑦ 佐藤ら(1969)は人工降雨試験で、北見台地土の流亡土量として、限界降雨強度50mm/hr に対して裸地または植被の少ない場合に500~1,000kg/10a、植被の厚い場合には200kg/10a以下のオーダと推定している。また、自然降雨では、6~9月の間に、急傾斜裸地区は約6,000kg/10a、同大豆植被区は約4,000kg/10aで両者の比は1.52、緩傾斜の場合の比は2.26 を得ている。融凍期の侵食は、表土の耐食性低下と凍結層によって地表水の浸透が阻害されるため、少量の流水でも発生する。反面、凍結土層は掃流抵抗性が高いため、浅く広い細流の形成される傾向にあるとした。

⑧ 佐藤(1973)は、芽室と士幌の火山性土の調査から、凍結深が100cmに及び、深耕は凍結を促す可能性があること、融凍・雪水による侵食で、斜面上位と下位間の粒度組成に差異を生ずることなどを認めた。

⑨ 長沢ら(1978, 1979)は、池田火山性土の室内降雨実験により、凍結融解土の流出、流亡は不凍結土より小さいとしている。

⑩ 高(1976)は霜柱と凍土による山地斜面の破壊と侵食を検討し、斜面からの崩落土砂量は、植生被覆の斜面では皆無であり、同じ裸地斜面でも西北西側より西側の方が多いことを指摘している。

⑪ 北海道開発局(1975)の美瑛における小流域調査では、昭和40~43年の間、5~12月に8~9回の測定からは土砂溜への堆積量15~20t/14ha/年と推定される。

⑫ 林地の斜面侵食について林井(1953)は、苫小牧火山性砂礫土で土砂流亡量を測定し、南西斜面が北東斜面よりも、急傾斜地が傾斜地よりも、そして伐採跡地が造林地よりもそれぞれ大きくなる。年間13~170t/ha、平均65t/ha程度の侵食量を計測している。

⑬ 工藤ら(1965)は、天塩川支流域の土砂流出の測定を行い、平年の最大降雨強度5~8mm/hr で10~35m³/193haの堆砂量に対し、28mm/hr では95m³/193haに増加する例を報告している。この場合、年間では150m³内外に及ぶものとした。

⑭ 道立農試(1961~1975)が昭和37~48年度にわたって士別重粘土で行った調査結果は、傾斜10°、6~10月の測定で、縦畦栽培の標準区が平均125kg/10a、裸地

区が242kg/10a を示した。また、限界降雨強度は2.5mm/10min 程度であった。

(15) 一戸(1962, 1964)は、喜茂別火山性土(傾斜23°、裸地)の5ヵ年間と士別重粘土(傾斜20°、裸地)の3ヵ年間の測定から、上下畦区の年平均流亡量約3,200kg/10a を得ている。また、無処理区の場合、前者は変わらないが、後者では約700kg/10aであった。

以上のように、北海道の土壌侵食は、早春の融雪期とそれ以後の農耕期間中という発生時期によって二つの異なった発現形態を示す。前者の場合は、融雪水が斜面を流下する過程で土壌を洗掘し、運搬する形が多い。そして、土壌凍結が顕著なときは、未融解の凍結層が不透水層となって、融雪水の浸透を阻害するので、これらの条件が重なったときは典型的なリルやガリーに発展することが多い。とくに融雪期の降雨はこれを一層助長する。後者の場合、比較的強雨が少なく、危険雨量も少ないにもかかわらず、土壌侵食は顕著に認められ、規模も大きい特徴がある。これは経営規模が広く、長い自然傾斜のままの利用や受食し易い作物が多かったためと考えられる。

近年、傾斜地の農業利用形態は草地化を中心に進展しているが、依然として、土壌侵食は農用地の開発改良や維持管理における重要な問題である。とくに、農用地造成に伴う土壌水食は、造成農地の保全のみならず周辺環境への大きな影響因子として重視されている。

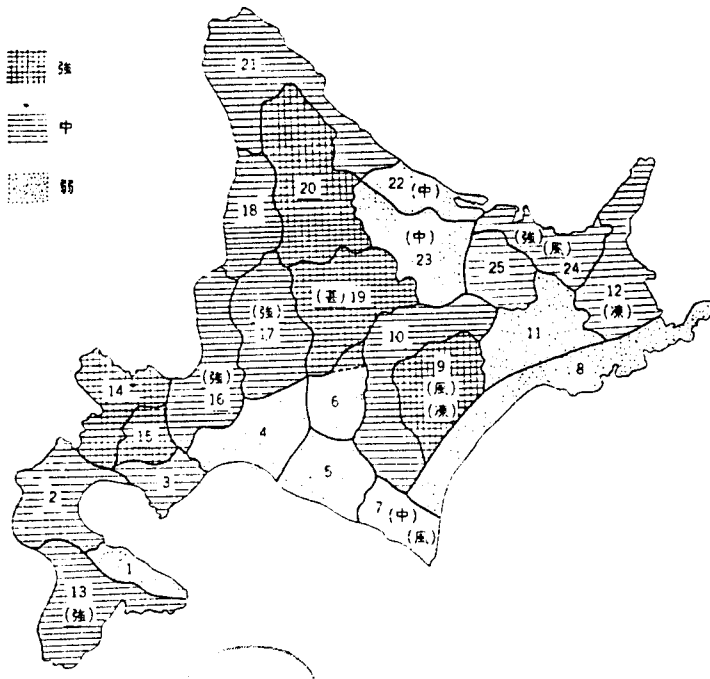


図-7 土壌侵食要因分布図(西田)

V 土壌侵食予察図

土壌侵食予察図は、西潟（1963）が北海道の実態から地帯別に求めたものがあるまた、本村が地力保全基本調査の結果を基礎資料として全国規模で示したものがある。

ここには、これらの結果も参照し、種々検討して佐久間（1984）が暫定的に提示したものを示すことにする。この予察図の凡例は次のごときものである。

(a) 侵食の程度

クラス 1．なし～きわめて弱い
2．弱い
3．弱い～中程度
4．中程度
5．中程度～強い
6．強い～激甚
7．凍融解をともなう
8．風食をともなう

(b) 下層土の特性（母材）

A：凝灰岩、火砕流堆積物
B：新第三系泥質堆積岩（半固結～未固結）
C：古第三系以前の堆積岩（固結、硬質頁岩～粘板岩など）
D：火成岩類
E：火山山麓ガリー
F：地こり多発地帯

(C) 地形による区分

M；山地　L；低地　T；段丘地

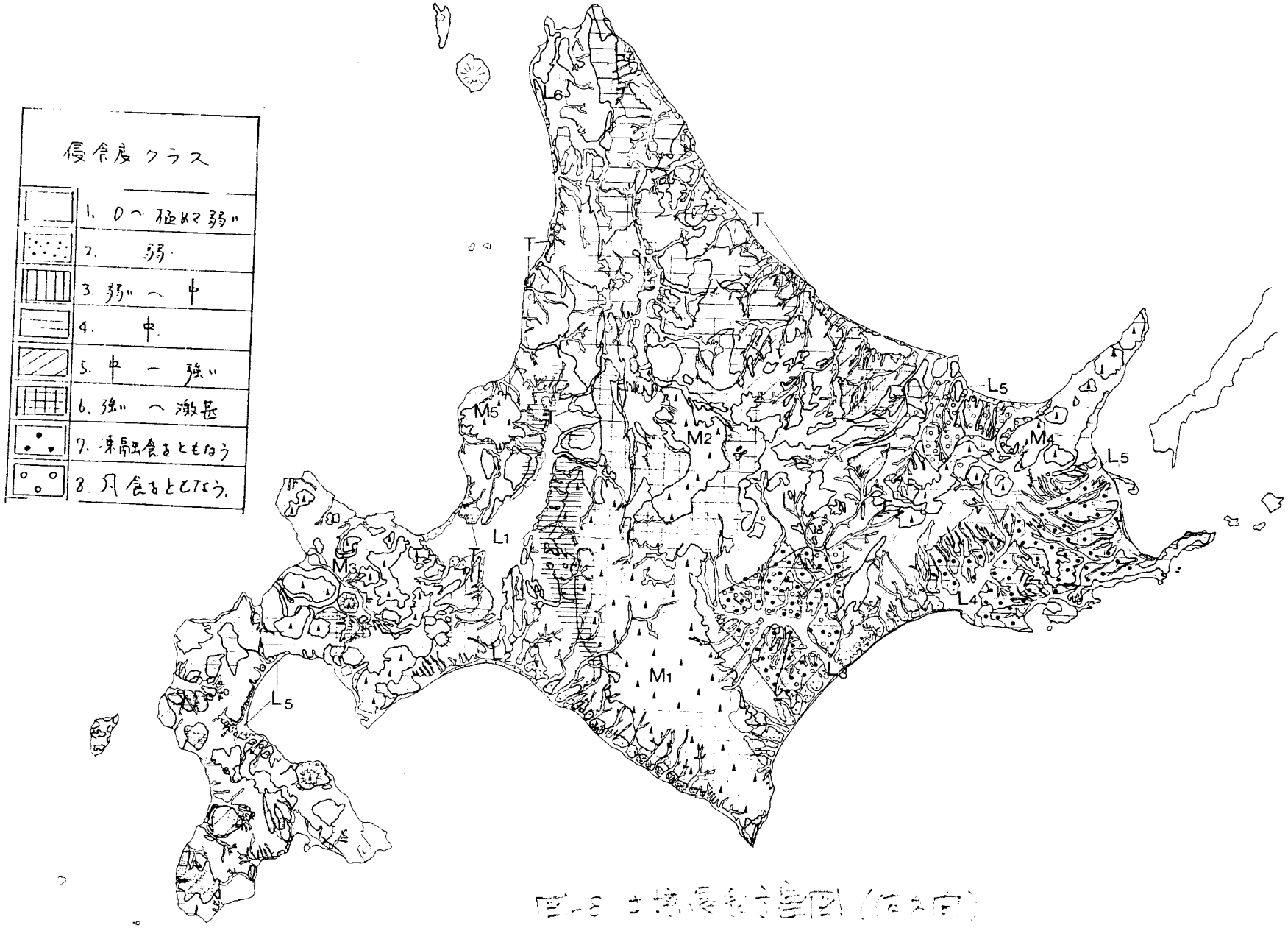


図-3 土壌侵食予測図（道央部）

Ⅵ 草地開発に伴う土壌水食

森林や原野の理水機能や土砂かん止機能は、草地化によって変化することは容易に推測される。これらの影響を把握することは、環境保全的土地利用の合理化を図る上で重要なことであるが、従来、このような草地化に伴う影響の調査例は非常に少ない。

北海道内の主な調査事例は、次のようである。

北海道開発局(1974)が行った国、道営農用地開発事業完了および継続地区(33地区)の実態調査では、草地造成、管理面の問題として土壌水食が指摘されたものは32地区(40%)であり、いずれもリルまたはガリーの発生が認められている。近年、北海道開発局(1979, 1980)が行った調査および長沢(1980)が、国営農用地開発事業13地区、41ヵ所に発生した土壌水食状況を検討の結果によれば、次のごときものである。

① 侵食発生時期は、ほとんどが春と秋に集中し、13地区中、8地区が9～10月の豪雨によるものである。春の侵食は融雪水によるもので、その時点の土壌凍結の有無が極めて大きく影響する。また、残雪上の降雨は、最大級の侵食を生ぜしめる。これらから、道内の限界侵食期は、春秋の2回にわたって存在するといえる。

② 土壌の性質からみると、火山性土は重粘土よりも受食性が高い。

③ 一般に、草地造成直後は土壌侵食の被害が大きい。これは牧草の生育が不十分で、降雨の衝撃、流去水の土砂運搬などの作用を抑制できないためである。しかし、造成後、数年経過した草地でも侵食が発生する可能性はある。

④ 侵食土量と斜面勾配の間には相関が認められない。しかし、火山性土は勾配が小さくても発生するが、重粘土では、勾配が大きくならなければ発生しないようである。

⑤ 侵食土量と斜面長の関係は図　のとおりである。かなりのバラツキがあるものの、斜面長が長くなると、侵食が促進し、また、同一斜面長では火山性土の方がより大きい侵食土量となる傾向にある。

⑥ 侵食土量と集水面積の間には、図　のような相関が認められ、集水面積が広くなると侵食土量も増加する。

北海道開発局(1972～1981)および長沢ら(1977, 1979)は、池田町東台地区において、草地開発の水収支への影響を調査しているが、その中で行った土壌侵食調査の結果は次のようである。

① 地被状態による差異

小規模な試験区(傾斜15°)での人工降雨と自然降雨による土壌流亡量の測定結果は、図　および表　のとおりである。

これらから、程度に差はあるが、降雨強度の増大とともに、流亡土量も増加すること、牧草播種後、日が浅く(40～50日)、生育初期の段階(草丈7～8cm)

では、かなりの侵食が生じ、ほとんど裸地の場合に類似するが　ある程度成長した段階（播種後90日、草丈15cm）では、流亡土量は顕著に減少すること、斜面の一部に裸地があっても、適当な草地帯があれば、かなり侵食抑制効果があること、また、草地造成過程で、裸地状態の斜面への強雨が最も土壌侵食を促進することなどがわかる。

② 造成後の経過年数による差異図　は、造成直後と翌年について、図　は4年間の推移をそれぞれ裸地区についてみたものである。

これらによると、造成直後の土壌流亡は極めて大きいが、1年後には非常に小さくなり、2年目以降、バラツキはあるが、経年的に小さくなる傾向にある。これらの原因の1つとして、地盤の凍結融解が考えられる。つまり、凍結融解による地表面のキ裂の発生や氷相形成過程での土層内構造変化は融雪、雨水の地下浸透を促し、土壌侵食も抑制する方向に働くものと思われる。

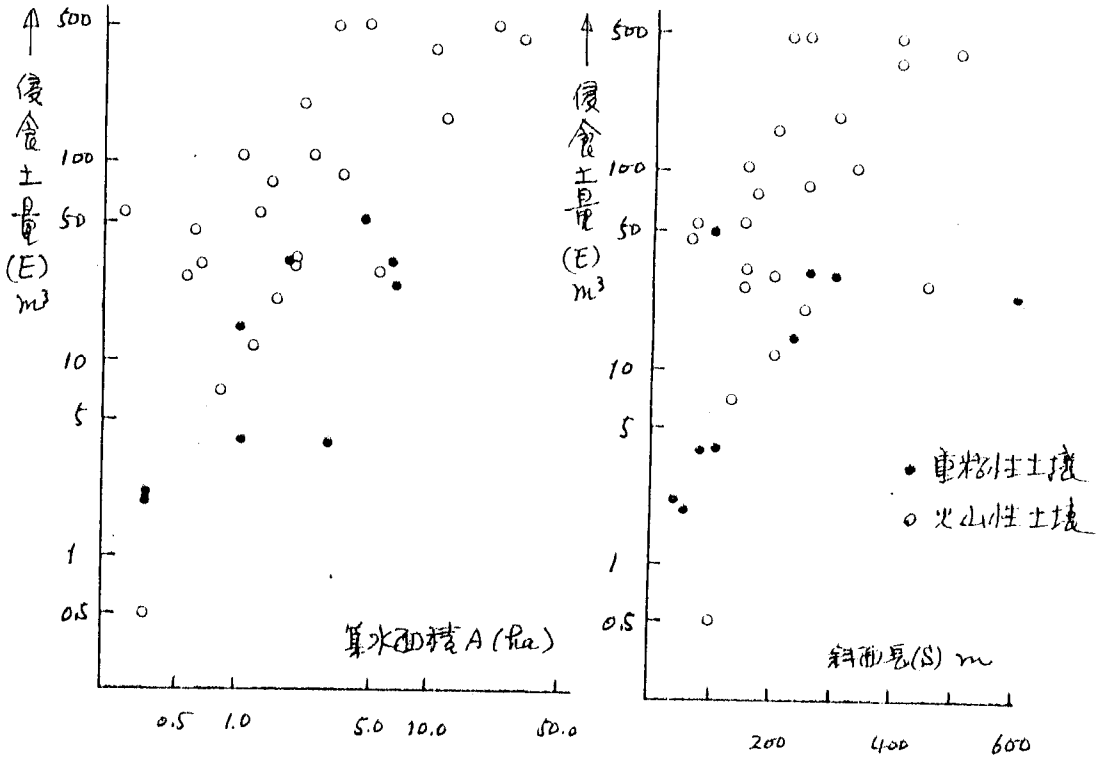
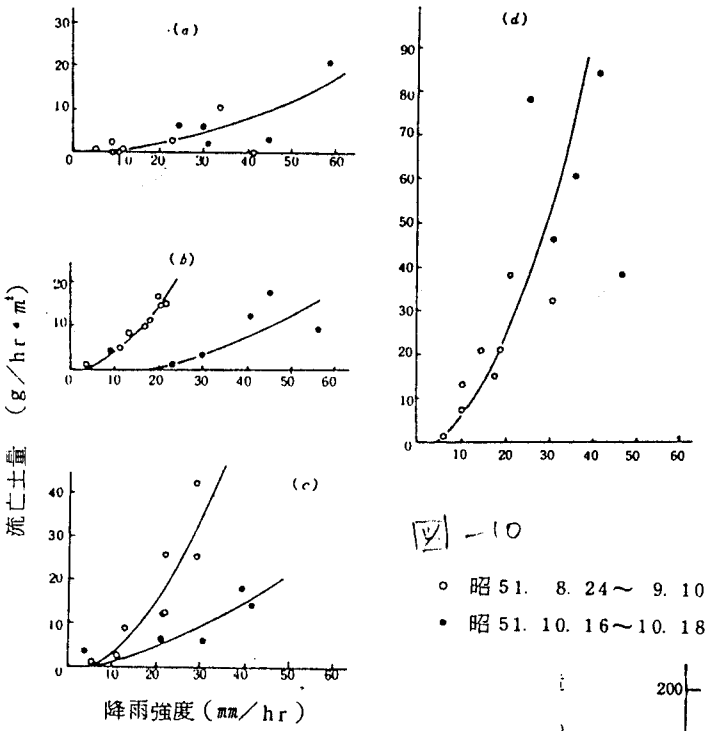


図 9　集水面積、斜面長と侵食土量

表 11

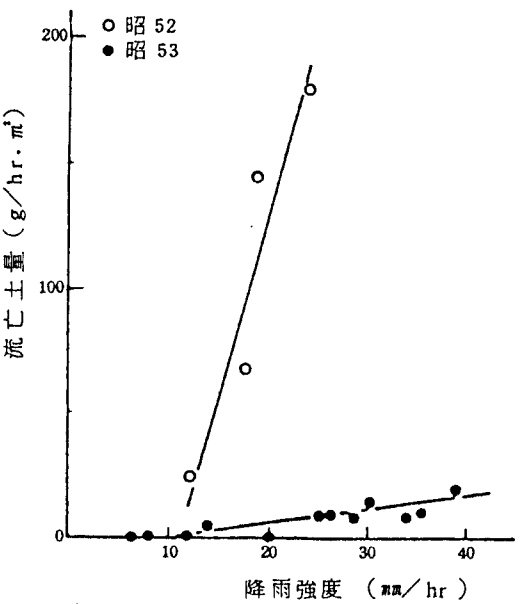
No.	期　　間	総降雨量 (mm)	降雨回数	流亡土量 (gr/m²)		
				自然区	裸地区	草地区
1	8/6 ～ 10/7	220.0	15	21	1,706	188
2	10/7 ～ 10/8	32.5	1	0	30	22
3	10/8 ～ 12/9	-	-	13	125	28



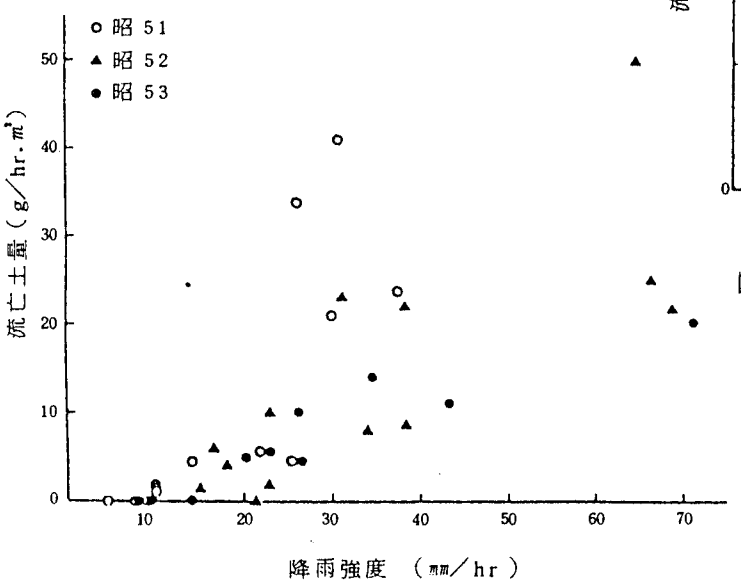
(a) 自　然　区
(b) 草　地　区
(c) 斜面下半分草地区
(d) 裸　地　区

図－10

○ 昭51. 8. 24～ 9. 10
● 昭51. 10. 16～10. 18



図－12
裸地区（昭52造成）の土壌侵食



図－11
裸地区（昭50造成）の土壌侵食

Ⅶ 風蝕

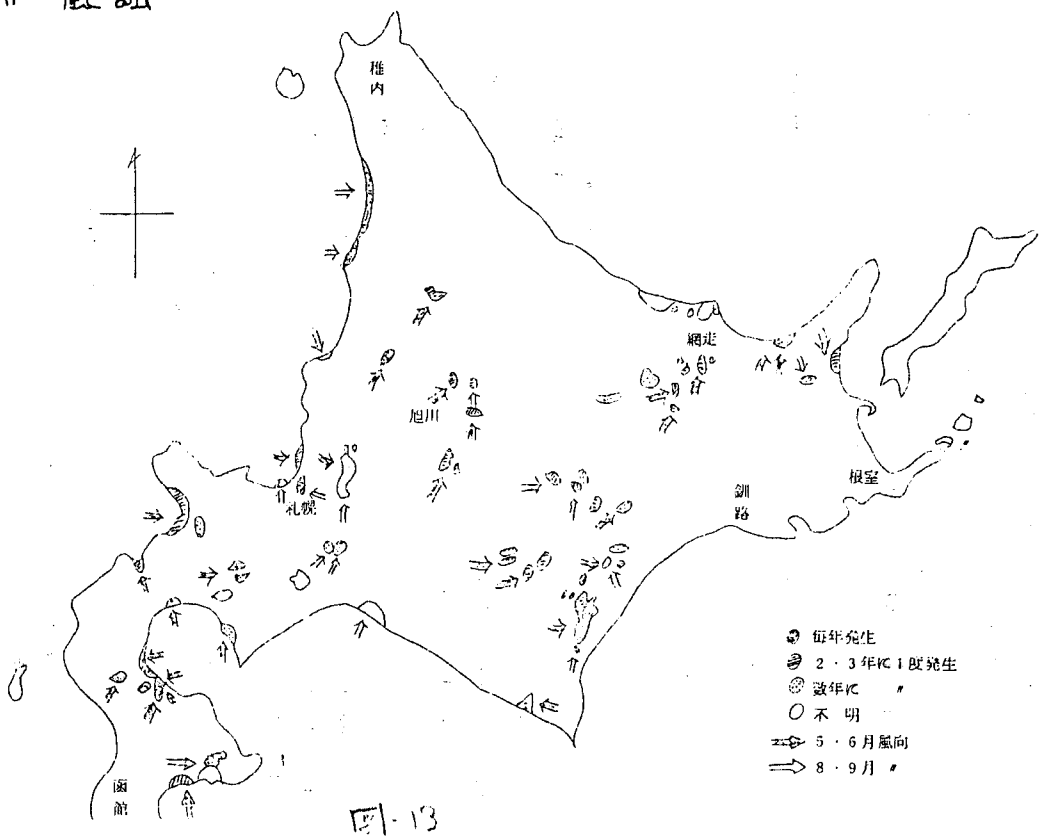


図-13

Ⅷ 泥炭地の地下

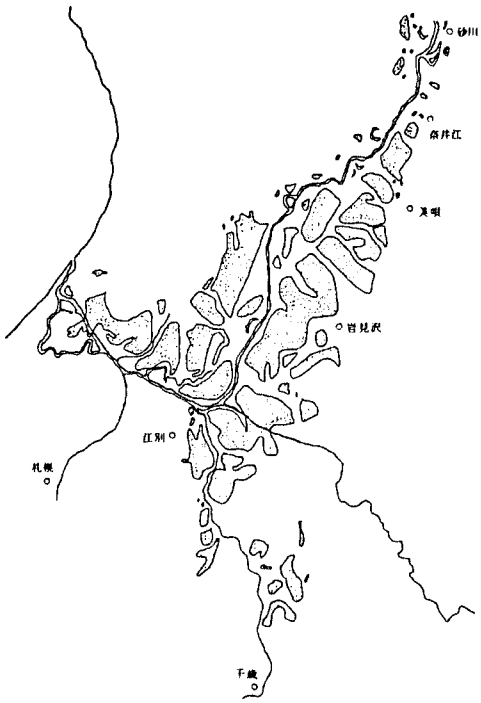


図-14 石狩川中下流域泥炭地分布

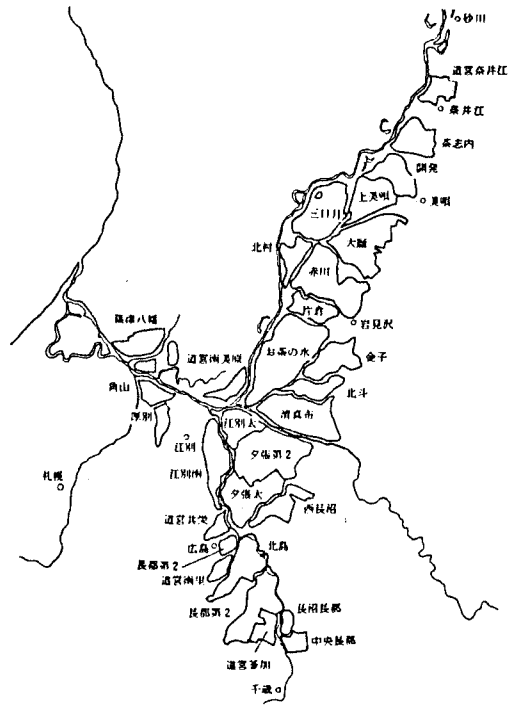
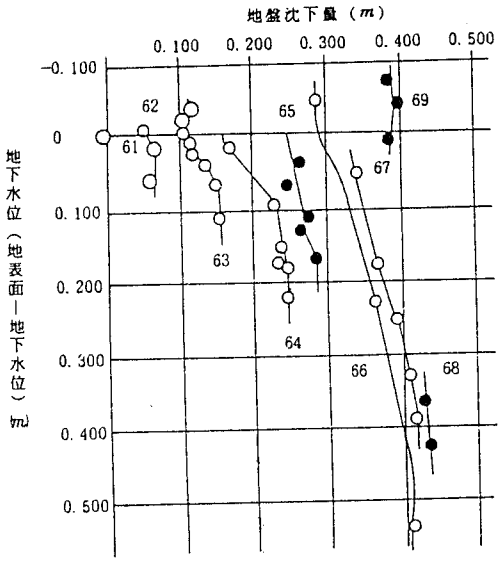


図-15 内水排除事業にかかわる地区



図−16 地下水位と地盤高の変動

サロベツ放水路観測線R−40地点（水路中心線から40m）の8年間の地盤高と地下水位の変動の関係を各年次ごとにみたものである。各年次とも地下水位の低下・上昇に地盤は影響されつつ、徐々に沈下の傾向を示している。

以上，北海道における農地保全に関して，その自然条件，農業との関係について概括的に報告した。この資料作成にあたり，専修大学北海道短大 赤沢伝教授，北海道大学農学部 長沢敏明助手にご助力を得た，感謝するものである。

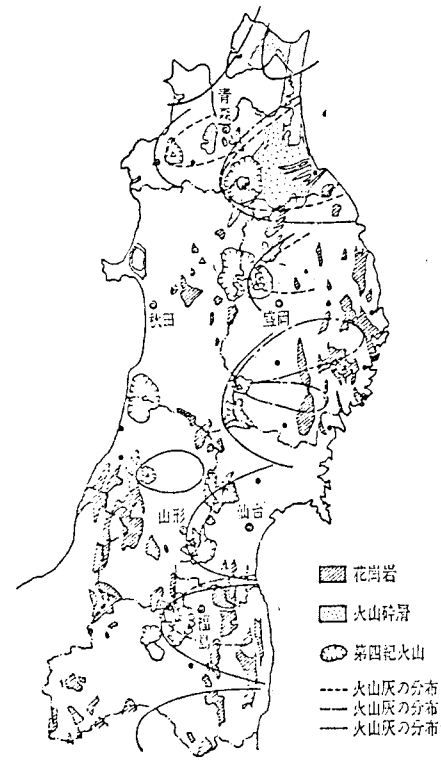
東北の受食性土壌について

千葉大学　園芸学部　矢橋晨吾

1．まえがき

東北地方は構成6県の面積が67万km²に及び、国土全体の18%を占める広い地域である。また日本列島の北部に位置するため気温は西南暖地に比べて総体的に低い。しかし、全体の地形が南北に長く、南部の福島県と北部の青森県とでは緯度に大きな差があり、平均気温をはじめとする気象条件や地形・地質的な特徴はもとより、気候・風土も地域によってかなりの差違がある。したがって、本地域に分布する土壌もそれぞれに特徴をもち、火山性土から泥炭土まで幅広く分布している。

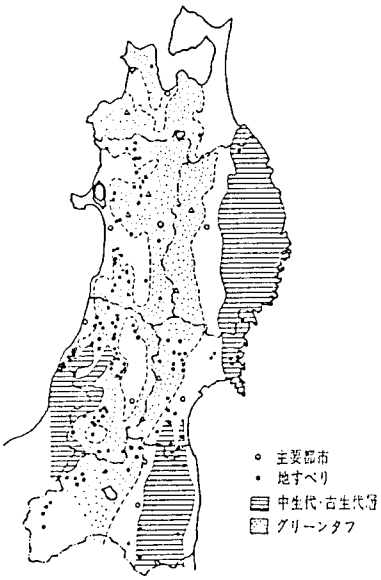
本報は、筆者がこれまでに取り組んで来た青森県のシラスおよび福島県のマサ土を中心に、屏風山砂丘砂，岩手ローム，宮城県の旗立土と大河原砂質土，月山麓火山灰土、その他について、土壌侵食の面からまとめたものである。



図—1 花崗岩および火山成堆積物の分布
（東北地方執筆小委員会）

2．東北地方の地質と土壌

日本列島の地質はフォッサ・マグナによって西南日本と東北日本とに2分され、また、東北日本ではいわゆる盛岡一白河構造線を境にして東側の北上・阿武隈両山地と西側のグリーンタフ変動帯とに分けられ、両者で顕著な差が認められる。



図—2 グリーンタフの分布
（東北地方報告小委員会）

東側の北上・阿武隈両山地に広く分布する花崗岩は山形・福島の新潟県境付近の越後山脈にも存在し、風化の進んだところではマサ土が見られる。こうした地域では、農用地開発や宅地開発等各種の土地開発の進行に伴ってマサ土が表面に現われるため、土壌侵食や斜面崩壊が時として発生している。

図—3 黒ぼく土の分布
（東北地方報告小委員会）

一方、西側のグリーンタフ地帯には凝灰岩、砂岩、泥岩および頁岩が存在し、特に風化が進んだ部分では吸水膨張やスレーキング等の性状を示すことがある。

また、東北地方には第四紀の火山活動による堆積物や降下火山灰も広く分布している。すなわち、奥羽山脈沿いには北から八甲田山，十和田，八幡平，岩手山，蔵王山，磐梯山等が並び、日本海側には岩木山，鳥海山，月山等があり、付近一帯は火山成堆積土で覆われている。[1)]

以上のように、東北地方では緑色凝灰岩をはじめ、火山砕屑物，降下火山灰，シラス，黒ボク，マサ，さらには，日本海側に発達した海岸砂丘砂やその他各地に見られる砂質土等が広く分布するため、水食や風食を受ける機会が多く、各種の土地開発に伴って問題が深刻化し、その防止対策の具体化が急がれている。

なお、図－1は、花崗岩および火山成堆積物の分布、図－2は、グリーンタフの分布、図－3は、黒ボク土の分布を示したものである。

3．青森県浪岡東部丘陵地のシラス[2)]

(1)．調査地

本地区は、津軽平野中央部の東縁にあり、標高200m前後の頂部をもつ南北にやや長い中規模の丘陵地で、十和田火山および八甲田火山群の噴出物が降下滞積した地帯の西縁になる。したがって、表層は黒ボクでその下層にシラス類似土と呼ばれるものがある。昭和45年から改良山成りによるリンゴ園のための農地造成が行われ、下層にあったシラス類似土が表面に出た。昭和47年春には融雪により、また夏には集中豪雨によるガリー侵食が発生した。この後、経年的にガリーの規模の拡大、ガリーの新発生がみられ、各斜面上にガリー網が形成された。

(2)．土壌物理性

表層土壌の物理性を表－1に示す。ガリーの発達がみられる斜面もみられない斜面も、表層土壌は砂に分類され、分散率、侵食率は、はなはだしく大きい。しかし、保水性および間隙率はガリ

一のみられない斜面で大きいが、硬度は発達した斜面で大きい傾向にあり、透水性はみられない斜面でやや大きいようである。

表-1 表層土壌の物理性

採土個所 ＼ 物理性		真比重	仮比重	間ゲキ率 (%)	飽和透水係数 (cm/sec)	硬度 (kg/cm²)	コロイド含量 (%)	pF2.0 水分 (%)	水分当量 (%)	分散率 (%)	侵食率 (%)	備考
ガリーが発達した斜面	ガリー網調査斜面下部	2.69	1.38	49.6	1.8×10^{-3}	5.7	2.0	25.8	14.7	33.3	244.9	シラス
	斜面 No. 5	2.70	1.52	44.2	1.2×10^{-3}	11.8	8.0	22.3	12.1	40.2	73.2	〃
	同 No.11	2.72	1.35	50.7	3.1×10^{-6}	62.9	17.1	29.7	29.0	53.2	102.1	〃
ガリーが発達しない斜面	ガリー網調査斜面上部	2.53	0.84	67.6	1.6×10^{-3}	2.2	11.0	37.9	26.5	51.3	140.2	〃
	斜面 No. 5	2.70	1.32	50.9	1.0×10^{-3} 以上	1.9	5.4	—	6.5	43.6	61.6	〃
	同 No.18	2.69	1.17	56.3	8.0×10^{-6}	10.0	17.3	40.8	30.8	54.7	19.4	〃

表-2 ガリー網調査斜面の土壌物理性

深さ(m) ＼ 物理性	土性名	自然含水比 容率(%)	真比重	仮比重	間ゲキ率 (%)	飽和透水係数 (cm/sec)	硬度 (kg/cm²)	コロイド含量 (%)	pF2.0 水分 (%)	水分当量 (%)	分散率 (%)	侵食率 (%)
0	砂土	25.0	2.69	1.38	49.6	1.8×10^{-3}	5.7	2.0	25.8	14.7	33.3	245
0.5	〃	26.9	2.74	1.37	50.3	4.2×10^{-3}	1.9	2.0	24.5	14.5	44.5	322
1.0	〃	31.0	2.73	1.22	55.4	1.4×10^{-3}	1.3	2.1	26.7	16.0	56.4	431
2.0	砂質ローム	35.6	2.73	1.25	54.9	2.8×10^{-4}	1.3	3.1	30.8	20.9	50.8	343
3.0	〃	38.8	2.72	1.37	47.7	7.0×10^{-5}	1.5	2.1	36.7	19.7	52.5	491
4.0	〃	33.0	2.74	1.32	51.9	3.1×10^{-4}	1.4	3.0	30.4	18.4	38.2	234
5.0	〃	48.1	2.69	1.28	51.9	5.1×10^{-6}	5.2	2.2	47.6	33.3	42.6	636

鉛直方向の土壌物理性を表－2に示す。地表下1mまでは砂、1～5mは砂質ローム，5m以下はロームである。地表下5mまでの土壌は、分散率，侵食率がはなはだしく大きい。硬度は表面を除いて小さく，透水性は0～2mのところでよく，3mのところでやや悪くなる。保水性は3mのところでやや大きく、間隙率は小さい。

(3). 斜面とガリーの特性

各斜面のガリーの大きさを表－3に示した。最大のガリーは幅17m，深さ5mであった。ガリーは多かれ少なかれ各斜面上でガリー網を形成し、上部から下部へ幅・深さともに拡大する。平均傾斜角は11°から28°まで、斜面長は16mから100mまで広い範

囲にわたっている。

ガリーの発達がみられない斜面の傾斜角および斜面長を表－4に示す。平均傾斜角および斜面長はそれぞれ 11°～15°、および 29～45m でガリー斜面の値より小さい。

(4). 土壌物理性とガリー

表層土壌は、ガリーの発達がみられる斜面でも発達がみられない斜面でも、分散率および侵食率が極端に大きい。Middleton によれば、侵食が発生しうる分散率、侵食率の限界はそれぞれ 13.0，12.2 程度であるという。したがってこれだけからいえば、この表層土壌は非常に侵食されやすいものであると考えられる。それでも、ガリーの発達がみられる斜面と発達がみられない斜面とがあった。表－1

表－3 ガリーの発達がみられる斜面

非常に発達した斜面

斜面番号	斜面の傾斜角とガリーの規模				平均傾斜角と斜面長	
	場所	上部	中部	下部		
No. 1	傾斜角	31°	12°	42°	平均傾斜角	28°
	ガリーの規模	N	A	A	斜面長	16 m
No. 12	傾斜角	30°	19°	22°	平均傾斜角	24°
	ガリーの規模	N	D	A	斜面長	30 m
No. 4	傾斜角	23°	20°	16°	平均傾斜角	20°
	ガリーの規模	D	C	A	斜面長	88 m
No. 7	傾斜角	17°	15°	10°	平均傾斜角	14°
	ガリーの規模	D	C	A	斜面長	74 m
No. 5	傾斜角	10°	13°	11°	平均傾斜角	11°
	ガリーの規模	D	C	A	斜面長	45 m

発達した斜面

斜面番号	斜面の傾斜角とガリーの規模				平均傾斜角と斜面長	
	場所	上部	中部	下部		
No. 8	傾斜角	19°	24°	24°	平均傾斜角	22°
	ガリーの規模	D	C	B	斜面長	100 m
No. 10	傾斜角	9°	17°	33°	平均傾斜角	20°
	ガリーの規模	D	C	B	斜面長	26 m
No. 11	傾斜角	18°	17°	17°	平均傾斜角	17°
	ガリーの規模	D	C	B	斜面長	29 m
No. 6	傾斜角	14°	16°	19°	平均傾斜角	16°
	ガリーの規模	D	C	B	斜面長	49 m
No. 3	傾斜角	15°	15°	15°	平均傾斜角	15°
	ガリーの規模	N	C	B	斜面長	45 m
No. 2	傾斜角	14°	14°	14°	平均傾斜角	14°
	ガリーの規模	N	D	B	斜面長	36 m

わずかに発達した斜面

斜面番号	斜面の傾斜角とガリーの規模				平均傾斜角と斜面長	
	場所	上部	中部	下部		
No. 9	傾斜角	20°	20°	21°	平均傾斜角	20°
	ガリーの規模	N	D	C	斜面長	46 m
No. 13	傾斜角	15°	15°	17°	平均傾斜角	16°
	ガリーの規模	N	D	C	斜面長	56 m

(注) A：ガリーの幅および深さが 1 m以上
B：〃 〃 1.0～0.5 m
C：〃 〃 0.5～0.1 m
D：〃 〃 0.1 m以下
N：ガリーの発達がみられない斜面

表－4 ガリーの発達がみられない斜面

斜面番号	斜面の傾斜角とガリーの規模				平均傾斜角と斜面長	
	場所	上部	中部	下部		
No. 17	傾斜角	10°	14°	9°	平均傾斜角	11°
	ガリーの規模	N	N	N	斜面長	29 m
No. 15	傾斜角	11°	13°	13°	平均傾斜角	12°
	ガリーの規模	N	N	N	斜面長	32 m
No. 18	傾斜角	12°	13°	18°	平均傾斜角	14°
	ガリーの規模	N	N	N	斜面長	29 m
No. 14	傾斜角	11°	18°	17°	平均傾斜角	15°
	ガリーの規模	N	N	N	斜面長	45 m

(注) N：ガリーの発達がみられない斜面

をみると、侵食の発達がみられなかった斜面には ① 硬度が小さい、② 間隙率が大きい、③ 飽和透水係数が大きいという条件のあることがうかがわれる。例えば、斜面 No.5 と 15 は、表－3および4が示すように斜面特性はほぼ同様であって、この3条件をすべて満たしている。斜面 No.11 と 18 とは、飽和透水係数が等しくてこの条件を満たさないが、斜面特性が No.18 の方で傾斜がやや弱くなっていて、硬度と間隙率に関するこの条件を満たして侵食を少なくしているとみることができる。斜面 No.11 と 15 とでは、間隙率は等しくこの条件を満たさないが、No.15 の傾斜がやや弱くて、硬度と飽和透水係数の2条件を満たして侵食を少なくしている。しかし、斜面 No.5 と 18 では、飽和透水係数が全くこの条件と逆転していながら、No.18 の侵食が少ない。しかも、No.18 は No.5 より傾斜角がやや大きい。しかし、斜面長がかなり短い。かくして、従来からいわれてきたこの3条件とこれに加うるに斜面特性の複合とが侵食の程度をきめるという事実がここで改めてうかがい知ることができよう。

さて、鉛直方向については表－2から、地表下 5m まで分散率、侵食率が極端に高い。したがって、この深さまでは侵食されやすい土壌であるといえる。下層土の侵食は完全に流水路底の侵食であるから、侵食が進まないのは ① 硬度が大きい、② 間隙率が小さい、③ 飽和透水係数が小さいことによると思われる。すなわち、地表は雨水が浸透することにより侵食が少なく、それに対して流路底は流水が浸透しにくく硬いことにより侵食が少ない。

4. 福島県、母畑地区のマサ土[3)]

(1) 調査地

本地区は、福島県東部を縦走する阿武隈山系の南部に位置し、地区の西縁を南北に貫流する阿武隈川の右岸沿いに南北に細長く展開する丘陵台地一帯である。

開発は 2,580.0 ha を対象とした国営の総合農地開発事業（母畑地区）であり、事業の着工は昭和43年である。

一般に地形は緩傾斜をなし、大部分は火山灰性土壌に覆われ、その下部は花崗岩類の種々の風化過程にあるマサ土が厚く層をなしている。

現地では造成中あるいは造成後の比較的短い期間に全く裸地化し、このときに降雨や融雪が急激に生起して、表層土壌の流亡や盛土法部の崩壊が各地で発生している。

(2) 土壌物理性

表—5 現地土壌の侵食定数

試料名 No.	真比重 Gs	コロイド含量 C(%)	水分当量 CME %	分散率 Dr (%)	侵食率 Er (%)
1—A	2.83	5.1	16.4	50.0	160.9
1—B	2.84	5.9	23.2	46.1	181.1
1—C	2.96	2.8	18.3	25.0	163.2
2—A	2.88	5.6	16.8	46.7	140.3
2—B	2.68	7.2	18.2	33.3	84.2

2地区から採土した5試料について、土性は、試料 No.2-B はロームの影響の強い砂質ロームに分類されるが、他の4試料は砂ないし砂質ロームとなっていて全体に粘着性に乏しい土である。

表-5は、土壌侵食に関係の深い基本物理量である。真比重（G_s）は、標準的な値として知られている石英砂（$G_s = 2.65$）や西日本に分布するマサ土（$G_s = 2.65 \sim 2.70$）に比べていずれも大

きい値を示している。また、コロイド含量は少なく、分散率、侵食率ともに極めて大きい値である。

(3) 土壌物理性からみた侵食特性

今回取り上げた5試料はいずれも受食性の高い粒径区分とされているシルト分の比較的多い土性となっていて、それだけでも侵食性は高いといえる。加えて、粒子同士の結合剤的役割をもつ、粘土・コロイド分が極めて少ないことは、潜在的に水食を受けやすい性質をもっていると判断される。しかし、真比重は全体的にかなり大きい値を示し、この点は耐食性の要因をもっていて、同じ受食性の高い土であるシラスとは大きく異なっている。しかし、ある意味で、侵食性を最も端的に表わしているといわれる分散率・侵食率はいずれも著しく大きい値となっていて、水による侵食性は極めて高いといわざるをえない。すなわち、真比重が大きくても、集合体としての行動が行われなければ（換言すれば、水中でのスレーキング現象が顕著であれば）流水に対する抵抗は小さくなり、結果的には水食（水による土壌流亡）は大きくなるものといえる。

なお、各試料の膨潤度はいずれも小さく、粒径範囲を限定して測定した値でも最大 1.26（$d < 105\mu m$）でありほとんどが 1.0 以下となっていることから水による膨潤的体積増加はあまり大きくないものと考える。

(4) スレーキング特性[4)]

土の水による侵食や法面の崩壊は、素因である土の性質が複雑

に絡み合って発生し、結果的様相としてわれわれの前に現われる。こうした現象の研究は、従来、分散率や侵食率などの指標を求めることが中心であったが、最近はスレーキング現象を追究することの重要性が認められるようになった。しかし、スレーキング現象には、極めて多くの因子が関係しているため[5]、メカニズムの解明はかなり困難となっている。

ここでは、マサ土を対象に、スレーク時間並びにスレーク後の分散特性を求め、要因として取り上げた乾燥密度（ρ_d），締固めエネルギー（E_c），締固め時の含水比（w_c），およびスレーク時の含水比（w_s）などとスレーク時間（t_s）との関係をほぼ明らかにした。それらをまとめると以下のとおりとなる。

① 供試土には少量含まれている微細粒子が水との相互作用で締固めや流動に少なからず寄与している。すなわち、E_cを増大させることによってρ_dを高め、スレーキングに対する抵抗を大きくしている。

② w_sのt_sに与える影響は大きく、これはスレーキングのメカニズムが乾燥土と湿潤土とでかなり異なってること[6]に起因しているものと考えられる。

③ 土質安定剤の添加はt_sを長くしたり、粗団粒の増加をもたらすことから、工夫することによってスレーキングに対する抵抗を大きくすることができる。

5. 月山麓畑地土壌[7]

本地区は、月山山麓開拓事業によって52年度に完成された。主

要工法は改良山成であり、その表土は薄くほとんどが下層の新鮮な土が表面に出ている。そのため、畑地の土壌侵食並びに土水路の崩壊が問題となった。本報はこれらの問題を考えるべく、生土が乾湿のくり返しを受けるとどのように変化するか、水に対する安定性等について検討したものである。畑地は農民の土作りの努力によりタイ肥等を多く入れたところでは比較的表土の流出はみられないようであったが、作土作りの進んでいない所、傾斜の急なところでは表面は粒状の土で覆われていた。とくに、4.8～1.0の粒径が85%と多く、その他の粒径のものは流亡又は下層の間隙に移行したものと考えられる。また、このような粗団粒は含水比26%程度の乾燥状態では水に対して、かなり安定である。その原因としてはタイ肥等の有機物の影響が考えられる。

試料の物理性は表－6に示す。この土は月山の火山泥流に由来するものであり、ところどころにみられる転石は安山岩である。作土層は15～20cmで、生土のpHが5.1～5.3であるので、矯正剤もかなり混入している。その色はタイ肥の影響で黒みをおびている。下層土の粒度試験結果は砂質ロームである。乾湿のくり返しによる月山土の工学性の変化について、LLは生土と風乾1回土で約12%、風乾1回と5回でも約12%の違いがみられ、乾湿のくり返しとともに土はより疎水的になっていく傾向がみられた。塑性図上ではA線に沿って変化して

表－6　月山土の物理性

試料＼試験	LL (%)	PL (%)	PI (%)	風乾含水比	H_2O PH	KCl	強熱減量
月山作土風乾1回	66.1	47.9	18.2	6.78	6.32	5.23	14.8
〃 心土 生土	96.2	48.3	47.9		5.13	4.40	9.4
〃 〃 風乾1回	74.9	44.9	30.0	7.09	5.19	4.29	〃
〃 〃 〃 5回	66.6	41.0	25.6	5.52	5.30	4.40	〃

（東山ら）

いく。作土では有機物の影響も考えられるが、LLは、66.1%で風乾5回のそれと対応する。遠心pFからみた保水性は生土，風乾1回、風乾5回の順で次第に悪くなる。スレーキングについての実験例を図-4に示すが、乾湿のくり返しおよび有機物の影響が大きく現われている。すなわち、開拓地表層では乾湿のくり返しは常に行われているもので、土塊の細粒化による土壌侵食やスレーキングによる土水路等の崩壊は重要な問題となる。

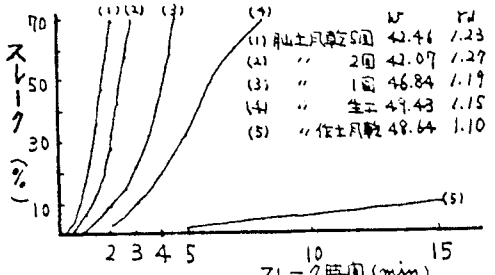


図-4 乾湿くり返しがスレーク時間におよぼす影響

(東山ら)

6. 宮城県旗立土[8)]

旗立土は地質学的に旗立層と呼ばれ、仙台市山田字旗立地内、宮城県農業短期大学付近を模式地とし、太白山を取囲む地域の他、柴田郡川崎町や刈田郡蔵王町の一部にも分布する凝灰質砂岩，シルト岩で、層の厚さは130mにも及ぶ所もある。旗立層の属する地質時代は、新第三紀、中新世・名取層群で、おおよそ1,000～2,000万年前の火山活動および海進、海退によって形成されたと考えら

表-7 旗立土の物理性

試験項目			粘性土	砂質土
粒度特性	レキ分 (2000μ以上)	%	3.8	2.0
	砂分 (74～2000μ)	%	27.2	71.0
	シルト分 (5～74μ)	%	64.0	22.0
	粘土分 (5μ以下)	%	5.0	5.0
	最大粒径	mm	19	9.5
	均等係数 Uc		3.98	20.0
	曲率係数 U'c		0.85	1.25
	粒度分布		不良	良好
コンシステン特性	液性限界 w_L	%	64.3	61.9
	塑性限界 w_P	%	42.9	-
	塑性指数 I_P		21.4	N.P.
分類 (日本統一分類法)			CH 粘土	SM
土粒子の比重 G_s			2.645	2.365
自然状態(現状土)	含水比 w	%	43.6	52.5
	湿潤単位体積重量 γ_t	g/cm³	1.692	1.486
	乾燥単位体積重量 γ_d	g/cm³	1.155	0.975
	間ゲキ比 e		1.29	1.43
	飽和度 S_r	%	89.3	86.9

(塩谷)

表-8 侵食定数

土区分	分散率(D_r) %	コロイド含量/水分当量	浸食率(E_r)
粘性土	61.8	0.067	9224
砂質土	85.0	0.098	871

(塩谷)

れている。最近の種々の開発行為による切り盛り土工の進行に伴って、土壌侵食並びに斜面崩壊が発生している。

土壌物理性を表－7に、とくに侵食定数を表－8に示した。粘性土と砂質土とではその性状が大きく異なっている。調査地内では、各所で雨水、水流等によって侵食の害を受けているが、これらはいずれも盛土など締固め施工ヵ所や未施工ヵ所でも工事期間中にときほぐしされた所であって、原状土としての構造性を失った土である。いずれにしても、侵食定数からは非常に侵食率の高い、すなわち、侵食を受け易い土であることがわかる。

7. 宮城県大河原砂質土[9]

調査地は蔵王おろしの春先の強い西風による風食作用の激しい宮城県南部、蔵王の東側に位置し、近くを流れる白石川の滞積土砂により形成された農地で、柴田郡大河原町の約8haの砂質土壌地である。調査は主として、風食による飛散土を昭和52年3月9日から4月24日にわたり採取し、その土の物理性を明らかにし、飛散された土壌側からみた風食について検討を行った。

調査地点土壌の物理性を表－9に示す。

表－9 調査地点土の物理的性質

試料名	調査地点 場所	比重	粒径分布 粘土(%)	シルト(%)	砂(%)	土性名	均等係数	平均粒径(mm)	水分当量(%)	灼熱減量(%)
川根	大河原町川根	2.743	5	7.5	87.5	埴質砂土	14.2	0.20	15.3	2.5
上川原	大河原町上川原	2.679	3.5	6.5	90.0	埴質砂土	7.3	0.18	9.3	2.8

（高橋悟）

風食を飛散された土壌側から考察すると、風食は多くの自然要因により影響され、とくに土壌要素、地域的気象要素、土壌面要素、裸地の広さ要素、被覆地の広さ要素等により大きく影響を

受ける。飛散土は従来から確かめられている地表面転動、跳躍飛動、浮遊の3つの移動機構に従って移動飛散している結果を得た。これを飛散土壌側から考察すると＋10cm 採取飛土は地表面転動および跳躍飛動する土粒子の大部分、＋40cm 採取飛土は跳躍飛動する土粒子のごく一部および浮遊状態の土粒子、そして＋90cm 採取飛土は浮遊状態の土粒子であることが明らかになった。

8. 屏風山砂丘砂[10)]

屏風山という名の由来は、津軽半島の内陸部に発達した水田地帯に対して、強い西風を防ぐ"屏風"の役目を果していることから来ている。

したがって、屏風山に対する日本海から吹きつける西風は強烈である。

強風の被害は、作物に対するものと飛砂と風食とがある。とりわけ、土壌が乾燥したときの強風は飛砂を引き起し被害を大きくする。

飛砂現象は、強風と乾燥した土地条件下で起るとされているが、屏風山砂丘の場合、砂丘を構成する砂の粒子が他地域の場合と比較しても粗大であり、保水力に乏しいため乾燥し易いことが原因と考えられている。

飛砂は耕地の乾燥化が引き金となるものと予想されることから、これの防止対策には、表層土の保水力を増大させるべく、粒径組成の物理的な改善が良策と考えられる。そこで、保水力の高い粘性土の客土混入が飛砂防止上有効であるかどうかの検討が必要と

なった。得られた結果は次のとおりである。 ① 屏風山地帯の砂は粗く、保水力が乏しいので乾き易い。② 飛砂は強風と砂が乾燥した時に起る。③ 乾燥防止には客土が有効である。④ 客土した場合には、晴天時の地温上昇を抑制する。⑤ 客土により作物の収量，品質が向上する。 ⑥ 客土用土としては山土が望ましい。用土は鰺ヶ沢町及び金木町周辺に大量にある。

9. 岩手ローム[11)]

岩手ロームはその大部分は盛岡市以北に分布する火山灰質粘性土であるが、その成因は洪積世から沖積世にかけて火山活動が盛んに行われたときに岩手火山の噴出によって生成されたものである。特に、土質工学的に問題となる自然含水比70%以上の粘性土は岩手山麓末端部の平たん地に分布しているが、北上川周辺部に厚い層をなして分布している。

岩手ロームは自然含水比が高いため土工に際して多くの問題を有している。とくに、冬期間は自然乾燥が期待できないため、施工が極めて困難となる。

10. その他

以上の他に東北地方には、岩木山麓に広範に分布する黒ボク土をはじめとして各地に受食性土壌が分布するが、ここでは紙数の関係で割愛した。

11. あとがき

以上、東北地方の受食性土壌について概観してきたが、共通していえることは以下のとおりである。素因としての土壌条件は ①

分散率・侵食率が極めて高い。② 微細粒子分の含有量が少ない。③ 有機物含有率が小さい。④ スレーキングし易い。 等が考えられるが、これに加うるに地形条件も重要な因子であり、さらに誘因としての気象条件も無視できない。

謝辞

本文をまとめるに当り、山形大学農学部教授東山勇先生に多くのご助言を頂いた。また、宮城県農業短期大学 塩谷勝先生並びに東京農業大学高橋悟先生には貴重な資料をご提供頂いた。厚く御礼申し上げる次第である。

引用文献

1) 東北地方執筆小委員会：東北地方におけるローカルな土，土と基礎 31(1) pp. 17－21，1983
2) 矢橋晨吾，高木東，中野政詩：浪岡東部丘陵地における土壌侵食—斜面の侵食に関する研究(1)—農土論集 76，pp. 31-37，1978
3) 矢橋晨吾，金光達太郎，佐久間護：マサ土法面の安定化に関する研究，造園雑誌，46(5)，pp. 188－193，1983
4) ——〃——，——〃——，——〃——：マサ土法面の崩壊，特にスレーキングについて，造園雑誌 47(5) pp. 73－78，1984
5) 東山勇：スレーキング，農土誌 47(11)，p. 50，1979
6) 森麟：スレーキング，土と基礎 25(6)，pp. 29－30，1978
7) 東山勇，月館光三，吉田力：月山麓畑地土壌の水に対する安定性について，昭和54年度 農土学会大会要旨集 pp. 250－260，1979
8) 塩谷勝：旗立土の物理性，宮城県農業短期大学報 23，pp. 39－43，1976
9) 高橋悟：飛散土からみた風食について —大河原砂質土地域の風食を例として— 農土誌，48(2) pp. 33－37，1980
10) 中村政行，中島一成ら：客土による飛砂防止に関する試験，砂丘地に関する試験成績書，青森農試砂丘分場 pp. 49－82，1979
11) 石田宏：岩手ロームの工学的性質と施工方法，土と基礎 31(1)，pp. 77－81，1983

改良山成工における、農地保全の1実施例について

農用地開発公団　田口保彦

1　農用地開発公団は、開墾して農用地とすることの適当な未墾地等が、相当の範囲にわたって存在する地域において、農畜産物の生産団地の建設に必要な農用地の開発、農業用施設の整備等の業務を総合的かつ計画的に行うことにより、農畜産物の安定的供給と農業経営の合理化と家畜飼料の自給率向上に資することを目的として事業を行っている。

現在、北海道から沖縄県に至る19道県、180市町村が事業に参加し、昭和49年から58年迄の10年間に約4万haの農用地の造成を施工して来た。この事は、過去、我が国が最も多く農用地を保有していた昭和35年の600万haから20年後の55年に540万haに減り、即ち我が国の経済成長時期の20年間に1割を工場団地、住宅用地等の他産業に農用地の身売りをし、平和産業である農業の後退があった中で、4万ha丈は、新たに確保した事を意味し大いに意義のあった事を実証している。既に世界の人口は、今や47億6300万人となり、我が国も世界で第7位の1億2000万人となった。戦後、先進国に仲間入りし、食生活の向上が

著しく見られるが、動物性蛋白質の基である飼料穀物の自給率は2％と最低値を示し、最も危険な状態にある。

2. これ等内外の諸条を鑑み、農用地開発公団は、事業開始前の手続きを行い、国が関係省庁との協議・調整を図った後に次のプロジェクトを主に行っている。

事業名	農用地造成	備考
広域農業開発事業	500ha上	広域
畜産基地建設事業	150ha上	単一畜種型
〃	150ha上	畜種複合型
〃	150ha	干拓地内

この他に海外事業室を置き、技術指導と情報整備調査を行っている。

3. 広域農業開発事業、日田区域（大分県）

関係市町村は日田市、上津江村、天瀬町、玖珠町の4市町村から成り、54年着手～60年完了、総事業費107億円で、13戸入植、8団体が事業に参加している。

日田区域　概要

工種	事業量	備考
農用地造成工	596ha	
道路工	54.7km	幹線、支線

飲雑用水工	29.4 km	取水工、配水
防災工	1 式	圧堤・沈砂池
施設用地造成工	17.7 ha	基地
雑工事	1 式	整備
畜舎・サイロ等	54棟13基	建築物
隔障物	82 km	牧柵
電気通信施設	1 式	電気・電話
換地	460.3 ha	公社有地
農機具導入	21 式	トラクター他
家畜導入	226 頭	家畜元牛

日田区域は全体で12団地に区別されているが、当区域内の伏木団地を代表して紹介する。

実施例団地	伏木団地　酪農専業5戸入植		
事業年度	昭和54年 ～ 60年度		
区域面積	108.7 ha		
土地基盤整備	農用地造成	68.28 ha	草地・飼料畑
〃	道路工	5143.5 m	幹線・支線
〃	用水工	3ヶ所	取水・配水
〃	施設用地造成	6.2 ha	基地・パドック
農業用施設	畜舎サイロ等	17棟5基	畜舎・農具庫

農業用施設	隔障物	2730 m	牧柵
〃	電気通信施設	1 式	電気・電話
農機具導入	トラクター	5 台	68 PS
	農機具	5 式他	ベーラ・ハーベスター
家畜導入	乳牛	120 頭	ホルスタイン
換地	換地	105.5 ha	公社有地

今、ここに区域面積108.7 haの荒廃した台地を農地保全上、如何に検討して開発し、5戸の酪農専業農家を定着させたかを、実際に現地で工事を実施した立場からその様子をスライド写真を使いながら説明・紹介したい。

調査 ⟶ 計画 ⟶ 実施の順となるが、事前調査はある程度進められているが、測量 ⟶ 設計の作業から始める。

〔測量〕はメッシュ測量にて20 m間隔とし、閉合トラバー測量により、位置、図根点を明確にし、X－Y基準線の設置、引照点、コンター間隔1 m、標高成果はcm単位の地形図とする。必要な成果品は

(1) 平面図原図 1/500 40×50 アルミケント紙

(2) 地形図 1/1000, メッシュ 1/1000, 重心図 1/1000

(3) 横断面図 マイラーベース

(4) 計算簿 1式

(5) 精度管理表

(6) 観測成果表……他

〔設計〕はメッシュ測量に基づき、計画地を充分に踏査し、現地を把握、地形、地質、湧水、流域面積、天候等の立地条件をマスターした上で

(1) 安全性、可能性、経済面から工事計画を樹立

(2) 環境保全、景観、関係法規を重視

(3) 地区外への排水処理の位置、末端事情を事前に

(4) 施工中の排水処理

(5) 排水施設　タイプの決定

(6) 飼料畑としての条件　土質・位置・方位

(7) 転石、破砕処理の方法

(8) 基盤造成　区画の大きさ

(9) 圃場勾配

(10) 切土、盛土の制限

(11) 法面保護工の工種

(12) 直盛高、切土高、小段の設置

(13) $f = 0.9$

(14) 残土積の最小値

(15) 心土耕起及び土改

(16) 道路計画

(17) 施設配置計画

(18) 作業（農作業）範囲

(19) 防災工

(20) 集水路

(21) 沈砂池、位置、規模

(22) その他

少くとも上記の設計諸条件を入れた上で、工事を発注するための成果品を得る。

(1) 計画平面図　1/1000　圃場及び構造物

(2) 計画コンター図　1/1000　圃場コンター1m

(3) 運土ベクトル図　1/1000

(4) 切盛土工分布図　1/1000

(5) 推定軟岩標高図　1/1000

(6) 排水系統図　1/1000

(7) 現況傾斜度区分図　1/1000

(8) 切盛土量の計算書

(9) 運土距離別土量計算書

設計が終るといよいよ工事計画を立てる。

〔工事計画〕作業順序は下に示すとおりであるが、こ

の他に他の工事が重複して進められているので、発注時期、工区の分割、資材搬入のための道路の整備等を充分に考慮して施工計画を樹立する。

日田区域（改良山成工　広巾テラス）

刈払い火入れ → 防災工 → 基盤造成 → 畑面整地 → 深耕　石レキがある場合は2回掛

草刈機・チェンソー　　ブルドーザ　ブルドーザ 15t　石レキがない場合は3回掛

スクレープドーザ　　リッパードーザ

被けん引式スクレーパ

（広巾テラスはブルのみ）

→ 砕土　　8tトラクタ

デイスクハロー　1回掛

…→ 石レキ除去　　ホイールトラクタ 55PS → バックホウ 0.04m³級 → 人力集積 →

ナヘビーカルチ

2tキャリ → ロータベータ混合、1回掛 → 人力集積 → 2tキャリー

→ 雑物除去 → 土改剤散布 → 混合

人力　　8tトラクタ　ロータベータ

ライムソワー　　1回掛

4　むすび

かくして伏木団地の農用地造成は終了したが、このプロジェクトを通じて感じた事は、我が国の有畜農家が如

何に、国土保全に貢献しているかという事であった。最近の新聞や世論は、大企業進出成長下にある日本列島は開発の名のもとに緑を破壊している事を報じている。これは事実ではあるが、自然保護、環境保全が日本国民の生活上、再認識され重要な課題となって取り上げられて来た今日でも、ともすると誤解を招く意見もあるという事である。自然保護は、原野を遠くから眺めて、近寄らずに立ち入り禁止にする事ではない。もっと自然科学を学び、近寄って共存し自然を維持・管理し、積極的に保存しなければならないという事である。私も農業土木学会の一員として農地保全研究部会に出席する栄誉を得まして、身をもって学びました。（終）

国頭マージ地帯の農地環境と保全
—沖縄本島北部地域を事例として—

琉球大学　農学部　　翁長謙良

1　まえがき

沖縄県はわが国の最南、最西端に位置し、北緯26度、東経127度を中心とする35万Km²の海域に展開する琉球列島と呼ばれる島々を包含し、沖縄諸島、先島諸島、大東諸島からなり、総面積は2,245.87Km²で我が国土面積の0.6%に当り、全国第44位である。（図-1）。

ケッペンの気候区分ではCfに属するが、気温条件（最寒月の平均気温が－3°C～18°C）では上限に近い値（16°C：那覇，1月）をとる。また琉球列島は地体構造上「琉球弧」とよばれ1000Kmにも達する島弧である。この島弧の列に含まれる島々はそれぞれ特徴的な地形、地質を形成しており、そのため土壌や地下水は他県にみられない特殊な分布、賦存形態をもっている。本報では主として国頭マージが最も広く分布する沖縄島北部地域（名護市を含む国頭郡）の農地環境と保全について概説する。

Ⅱ　気　象

前述したように那覇における最寒月の気温の平年値は16°Cで我が国ではかなり高い。また降雨量においても、平年値は約2000mm（那覇）で多雨地帯に属するが、農業気象のうえでは必ずしも恵まれた地域であるとはいえない。作物生育に重要な気象要素のな

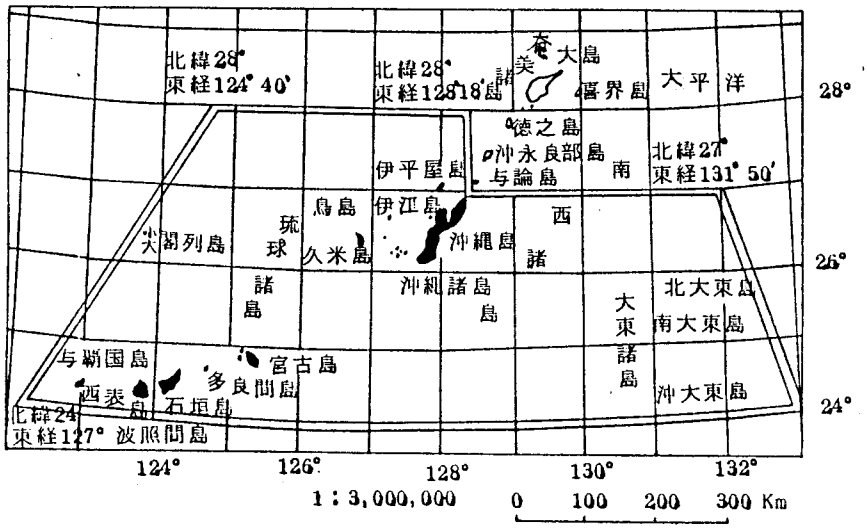


図 1 沖縄県の位置

かで、積算温度、日照時間、湿度などは沖縄農業にとって不利な値を示している。また雨期と乾期が明確でなく、加えて台風による塩風害は農業生産上の大きな規制要因となっている。

(1) 気温と日照

図2にみるように那覇、名護の気温は台北のそれと殆んど同じ年変化を示している。月平均気温20°C以上の月が4～11ケ月以上の範囲にあるのでケッペン（Köppen）の気候区分で、台湾、沖縄とも亜熱帯に属する。また積算温度は表1に示すように札幌の36倍

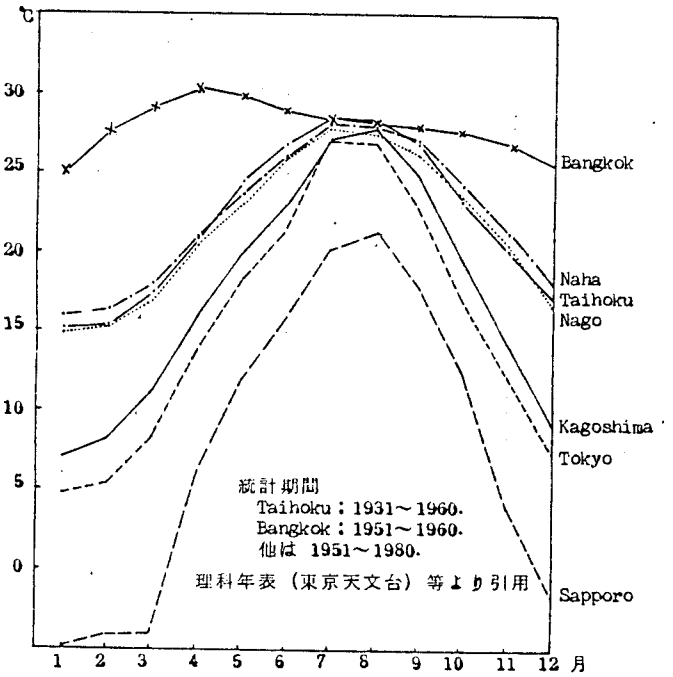


図 2 月平均気温の年変化

鹿児島の1.4倍と温度的には恵まれているが昼夜の気温較差が、内地に比して少ない。また日照時間も表2にみるように鹿児島を凌ぐ月は6～9月の4ヶ月だけで、年間30時間近くも少ないことがわかる。このことは高知や、宮崎との比較でも殆んど同じ傾向を示している。沖縄は後述するように冬季に比較的雨天や曇天の日が多いことが日照時間の少ない原因になっている。

表 1 積算温度及び無霜日数

地名	15℃以上 日数	15℃以上 積算温度(I)℃	15℃以上 指数	無霜日数
札幌	96	1840	28	136
東京	174	3722	56	219
鹿児島	210	4633	69	244
那覇	338	6689	100	365

模範農場　農民そう書 1966 より引用

表 2 月間日照時間の月別平年値

月別	札幌	東京	鹿児島	那覇	名護
1月	106	184	146	109	109
2月	124	163	141	109	112
3月	168	179	175	133	124
4月	198	166	162	161	157
5月	221	194	165	160	161
6月	205	134	138	197	185
7月	194	154	207	274	260
8月	184	187	231	245	239
9月	184	127	187	223	214
10月	167	134	193	181	181
11月	115	148	172	134	137
12月	96	173	157	121	127

統計期間：1951～1980（札幌・東京・鹿児島・那覇）
1967～1980（名護）

(2) 湿度・降雨

沖縄地方の湿度は表3にみるように一般に高い値を示している。特に北部の名護においては統計期間は異なるが80%以上の月が1年の半分もある。宮古（年平均79、1941～1960）、石垣（年平均80、1931～1960）も例外でない。また、那覇の湿度は宮崎の湿度（77）と同じであるが、高知（72）よりかなり高いといえよう。

湿度は人間や家畜の生活環境、飼育環境はもとより、農作業機械の管理、カビの発生等にも大きく影響する。農作業に適した

表3 月平均湿度

地点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年	統計期間
札幌	74	72	70	65	67	76	79	79	75	72	70	72	73	1951～1980
東京	53	55	58	65	68	75	77	75	75	70	64	57	66	〃
鹿児島	73	71	70	74	76	81	80	78	77	72	73	74	75	〃
那覇	70	73	75	79	83	86	81	82	79	75	72	70	77	〃
名護	76	78	78	80	83	85	83	82	82	78	75	75	79	1972～1980

湿度は40～70%、気温的には18～20°Cで肉体労働には13～18°Cが適しているといわれているので農作業についても沖縄の湿度は不利な条件下にあるといえる。

つぎに沖縄の降雨特性について概観してみる。沖縄地方における雨の降り方はその分布量において複雑である。そのためこれらに関する降雨特性を一般化することは難しい。降水量は年により平年値との差が大きく、ある月の降水量も又変動が大きい。図3はそのことを実証している。このことは他の地域も例外でなく1951～1980年における年雨量とその偏差値は与那国島（2377.3mm, 495.9），石垣島（2071.9, 488.8），宮古島（2196.5, 521.3）でそれぞれ（ ）に示す値となっている。城間[1]は沖縄の降雨量平均値の年間分布について「異常年を除き、5月～6月の梅雨、12月～2月の冬の降雨

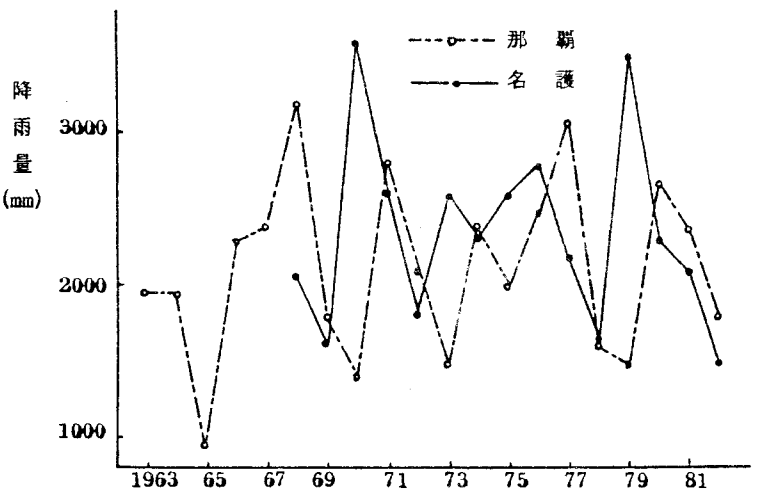


図3 降雨量の年変化

表4 各地の降雨特性の比較

降雨特性 / 観測所	降水量(mm) (1951～1980)	指数	降水量(mm) (1954～1974)	指数	降雨エネルギー (m²t/ha・hr) (1955～1974)※	指数
那覇	2128	80	2092	84	774	99
宮崎	2490	93	2437	98	682	87
高知	2666	100	2493	100	784	100
東京	1460	65	1371	55		

※ 種田行男：農業土木学会論文集 第65号「降雨侵食の可能性を示す降雨係数の算定」より引用

はいずれも比較的に安定していて多くの年によく出現するが、4月、7月下旬－9月（台風期）、及び10月－11月の各期間は年による変動が大きく多雨、少雨のいずれも起こり得る不安定な時期である。」と考察している。また降雨の強度特性を表4にみると沖縄の場合は宮崎、高知に比して高エネルギーの雨が多いことがわかる。即ちエネルギー算定の基礎にした13mm以上の降雨が多いこと、1時間強度が高いこと等が特徴となっている。

(3) 台風・干ばつ

台風は沖縄の気候を特徴づける要因であり、その襲来頻度、特性地域住民におよぼす影響からみて恒常的気象条件といえよう。沖縄の台風について石島等[2)]の記述を引用すると、沖縄における気象災害の大きなものは台風である。琉球列島の島じまは台風の通路をさえぎる方向にならんでいるし、そのうえ台風進路の転向点附近にあたっているため、進行速度はおそく、暴風雨の吹く時間が長い。そのため被害は大きい。1940年以降の記録をみると、台風は1年間に約28個発生し、その70％は7月から10月にかけて発生し、8月がもっとも多い。従って沖縄への襲来数も8月が最多月となる。沖縄本島、大東島、宮古島、石垣島の各近海には年平

均約4個が接近している。沖縄県への襲来数（990ミリバールの等圧線がいずれかの島に接した台風の個数）は3～9個（1940～1975年平均）で九州本土への襲来数2、3個（1941～1970年平均）よりおゝく、日本本土への襲来数3・9個（1891～1970年平均）とほゞ同じである。

台風とならんで大きな気象災害に干ばつによるものがある。沖縄地方の年雨量は2200～2500mmで一般に多雨地帯である。然しながら年によって雨量に変動があり、そのため干ばつの被害がしばしば起こる。史料にみる干ばつ被害の記録（1250年にさかのぼる）の中で特に甚しかった時代（1709～1832）は台風による被害も重なって飢饉が3回（1709年、1825年、1832年）も起きている。沖縄の干ばつは月雨量が平年の60%以下、年降雨量で1500mm（平年の約70%）以下の年に発生するようである。那覇（1931～1980年）における総降水量に対する梅雨、台風の寄与率はそれぞれ24%、23%（吉永、1982、未発表）である。沖縄県にとって台風は災害をもたらすが、反面台風がなければ水不足に悩むという皮肉な運命をもっている。島ちゃび※（孤島苦）という言葉はこのような風土からはぐくまれたものであろう。

Ⅲ　地形・地質

沖縄本島の地形はそれぞれの地域に分布する土壌によって①北部から中部の石川市にいたる標高500～200m（最高峰与那覇

※孤島、離島における住民生活の宿命的悲惨をさして使われる。大正後期以後伊波普猷によってドイツ語Insel-Schmerzの訳語として常用され、1921年2月の柳田国男の那覇での講演（世界苦と孤島苦）でもとりあげられた。

岳498m、最低標高石川岳204m の山並の東西に展開する山腹の傾斜地ー国頭マージ地帯、②標高200〜100m前後の丘陵の山腹傾斜地に展開している波状性緩傾斜地、東海岸の沖積地帯ージャーガル地帯、③標高100m以下の数段の段丘を形成し段丘面は平坦でその縁辺部にはカルスト微地形が発達している南部地方の地形ー島尻マージ地帯に分類することができる。北部および南部の代表的な地形断面は図5のA−A′、およびB−B′によって示される。

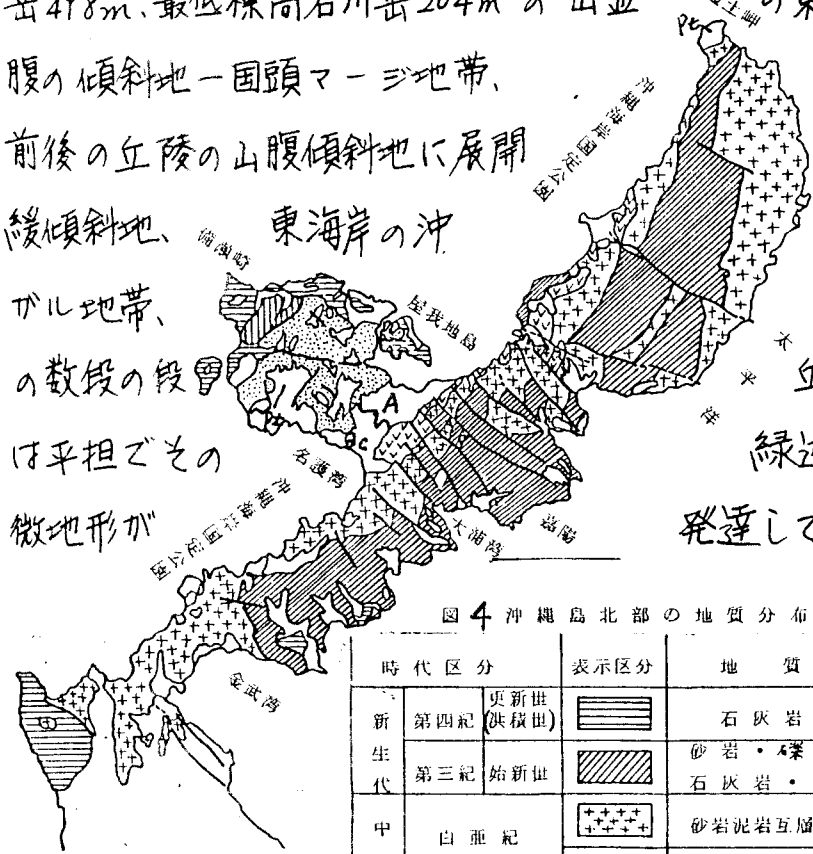


図4 沖縄島北部の地質分布図

時代区分			表示区分	地質	地層名
新生代	第四紀	更新世(洪積世)		石灰岩	琉球層群
	第三紀	始新世		砂岩・礫岩 石灰岩・砂岩	嘉陽層・和野層 宮良層
中生代	白亜紀〜三畳紀			砂岩泥岩互層	名瀬層・尾母層
				緑色岩類	根折層・名護層
				石灰岩	名音層・伊平屋層 伊是名層・今帰仁層
				砂岩・泥岩	本部層

地質的には琉球列島に平行するつぎの三帯の地質構造によって特徴づけられる。

①旧・新期火山岩帯（内帯）：吐噶喇列島、栗国島、久米島、尖閣列島を連ねる帯で、霧島火山帯の南方延長にある。

②古期岩帯（中帯）：中古生代の地層あるいは火成岩からなり、屋久島、奄美大島、徳之島、与論島、伊平屋島、伊是名島、伊江島、沖縄島北部、慶良間諸島、石垣島などを連ねる帯で、島

によってごくわずかしか露出していないところがある。

③第三系帯（外帯）：第三紀層およびそれ以後の若い地層からなり、種子島、喜界島、沖縄中南部、宮古島、西表島、波照間島、与那国島などを連れる帯である。沖縄北部地域の地層は図4に示すように、第3紀の嘉陽層と白亜紀～三畳紀の名護層が大部分を占め，本部半島には古世代、新世代の石灰岩からなる琉球層郡、今帰仁層および砂岩、泥岩からなる本部層が存在する．なお図中のPt、Qc、Aはそれぞれ古生代の石灰岩、第4紀の砂礫層、砂泥・海岸砂丘である。後述するマージはこれらの地層をおおって分布する。

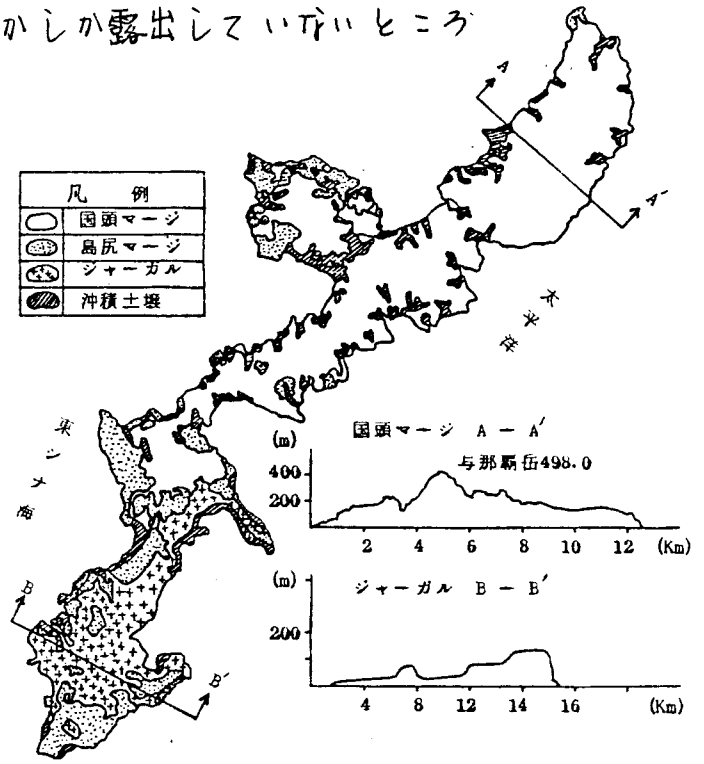


図 5 沖縄本島の土壌分布図

Ⅳ 土 壌

沖縄県に分布する主な土壌は沖縄方言で古くから親しまれている呼称で表現すると、①国頭マージ（非石灰質母材に由来する黄色土と赤色土）、②島尻マージ（石灰岩質母材に由来する黄色土と赤色土）、③ジャーガル（泥灰質母材である島尻層泥岩に由来する残積性未熟土）である。これらの呼称の由来は明ら

かでないが、マージは古くは真地（マーヂ）と書かれており我が国の江戸時代の農史にみる真土一生産力の高い土の意（土の真のあるべき姿）[3]一との関連も考えられるが、沖縄ではジャーガルの方が生産性が高いので矛盾がある。つぎにこれらの土壌の分布をみると島尻マージが全耕地面積の41％（15,757ha）、国頭マージは31％、ジャーガルが18％となっている。これを県土面積224,543haに占める比率でみると、国頭マージが55.1％（123,665ha）、島尻マージが27.4％、ジャーガル8％、その他9.5％となっている。[4] 北部地域についてみると図5に示すように北部総面積（82,136ha）のうち87.7％を占め、島尻マージ1.5％、沖積土壌9.8％の順となる。

Ⅴ　国頭マージの物理性

侵食に関与する物理性を島尻マージ、ジャーガルとの対比で比較検討する。

1．粒度・比重

国頭マージの粒度組成を他の2つの土壌とともに図6の三角座標に示す。国頭マージは粘土含量が9.0～58.5％の広い範囲にまたがっており、土性が砂壌土から重粘土と多岐にわたっている。従って工学的な特徴づけが困難である。また比重についてみると、

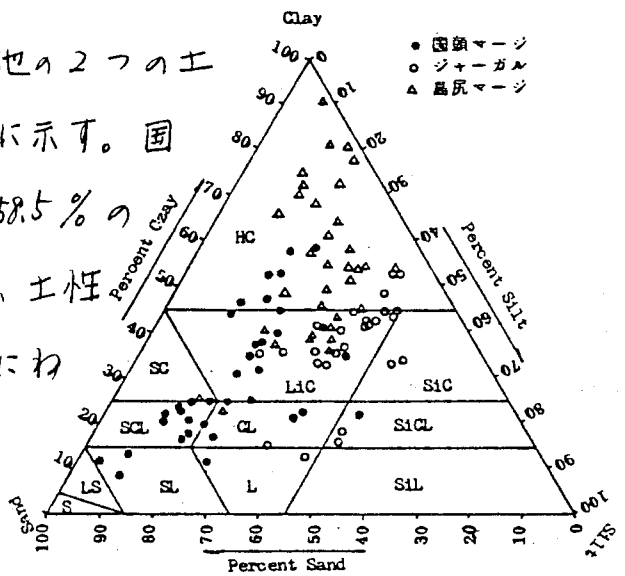


図 6　三角座標による分類（国際土壌学会）

島尻マージ（9試料）、ジャーガル（8試料）はそれぞれ2.66～2.80，2.71～2.80の範囲にあるのに対し国頭マージ（61試料）は2.54～2.85の広範囲にあるがそのうち35試料は2.71～2.80の間にある。

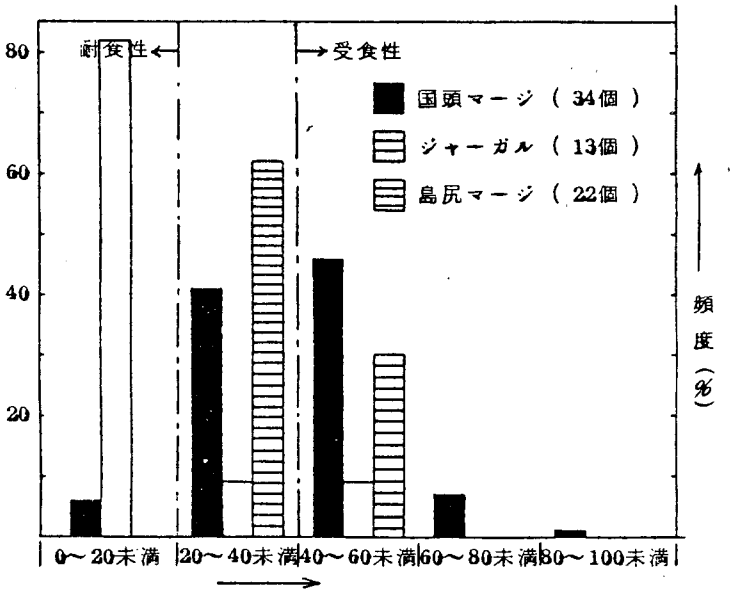


図 7 分散率の区分別頻度

2．団粒特性、分散率

土粒子の団粒化の程度を降雨や灌漑水による分離作用に抵抗し得る耐水性団粒で示すと図8のとおりである。国頭マージは島尻マージ、ジャーガルに比べ少ないことがわかる。

侵食性の指標としての分散率は、基準粒子にミドルトン法の0.05mmを用いて求めた。結果を図7に示す。ミドルトンは、分散率が13.0～66.0を受食性土壌、5.2～15.1を耐食性土壌としているが、図7はわが国の分類に従った。国頭マージは受食性土壌が多く、島尻マージは耐食性土壌が多いといえる。

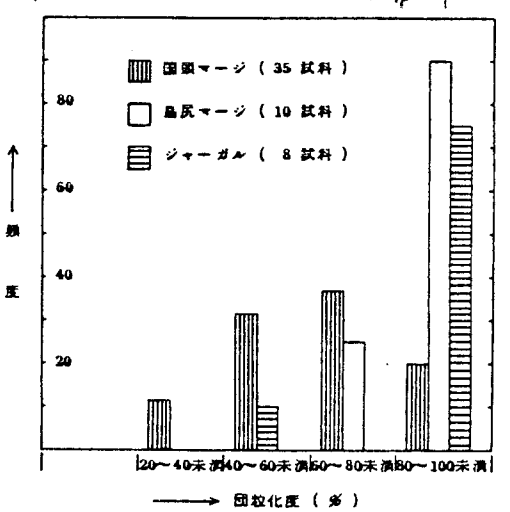


図 8 沖縄県の主要土壌の団粒化度

3．浸入能

図9は三種の土壌の積算浸入量

曲線である。ジャーガルは熟畑で生育後期のサトウキビが生育しているが、浸入量は極めて少ない。株出し栽培を続けると、とくにジャーガル畑は下層土が締固り不透水層を形成する傾向にある。しかし造成直後の畑や、乾燥により亀裂が生ずる場合は初期浸入能は大きくなる。島尻マージは土層が薄く下層に多孔質の琉球石灰岩が存在する場合は一般に浸入能は高い。一方、国頭マージの造成畑において浸透能の経時変化を調べた事例[5]をみると、裸地において明らかに浸透能は経時的に減少している。造成中にこね返された土壌が、降雨の度に締固まり、粗孔隙が減少するためであり、裸地状態の土壌条件ではこれが助長される。

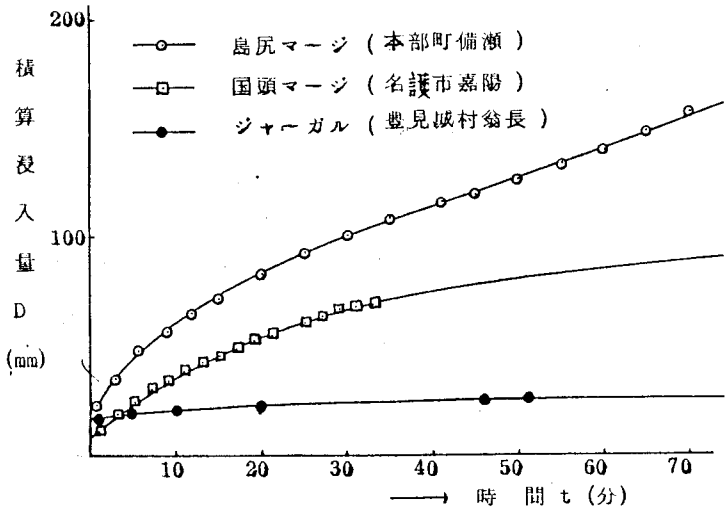


図 9 各土壌の経過時間 — 積算浸入量曲線

Ⅵ 作目と農地保全

1 主要作目の変遷

気候・土壌を以上のように概観すると沖縄の風土（風水）は湿潤亜熱帯と島嶼として特徴づけられる。そしてこのような風土は作目を大きく規制して来た。古来沖縄は暴風雨、干ばつの害がひどく、食糧問題は洋中孤立の沖縄にとって常に重大問題であった。それ故に沖縄の気候と地味に適した甘藷の伝来（1605年）と急速

な普及は食糧問題の解決に大きく貢献した。以来300有余年に亘り甘藷は沖縄の主要食糧作物として広く栽培され、その間幾多の食糧危機の時代をのりこえ県民を救ってきた。

サトウキビは古くから（天文3年、1534）琉球に存在し、その栽培は沖縄の気候、風土に適しており、栽培技術の導入等により製糖法渡来後（1640）には重要な農産物となったといわれている。[6)] 第2次大戦前までは甘藷、水稲、サトウキビが沖縄の主な作目だったが、戦後間もなく（1958年以降）甘藷および水稲を中心とした生産構造はサトウキビ、パイナップルを中心とした原料農作物へと転換された。良質で安価な外米の輸入、砂糖、パイナップルに対する日本政府の特恵措置等が引き金となったのである。

2　土壌流出

土壌流出を規制する要因は自然環境を基礎として作目、土地利用形態、栽培技術、社会的関心等である。人類は古くから農地の土壌流亡に悩まされてきた。ギリシャ、ローマは傾斜地農業による土壌流亡の苦節をなめ、プラトン（BC427-347）も「対話」の中で祖国の沃土の流亡を歎いたといわれる（畑地農業247、P.18）。BC590年頃、独裁者ソロンは、ギリシャの傾斜地では、已に新鮮な石灰岩土壌は流亡し、穀物栽培に不適となったことを指摘し、沿岸農耕のパターンを果樹栽培に変えたが、山腹のエロージョンを防ぐことは出来なかったという。また一見、非能率的な農業の基盤、即ち、土壌の保全事業の重大さなどは、都市文明の繁栄を謳歌していた大方の人々には関心の的とはならなかった。かつてエ

ジプト、クレタ、フェニキアの時代から、ギリシャ、カルタゴ、ローマの時代に数多くの都市を育て、沿岸文明の栄華を誇った人々は、その食糧生産を被征服

表5. 湿潤熱帯 各国における土壌侵食の事例

国名	気候 区分	気候 Erosivityに関わる条件	土壌 区分	土壌 Erodibilityに関わる条件	土壌侵食の実態
中国	熱帯 亜熱帯		Red Soil	カオリナイト多く モンモリロナイト少	侵食被害大
スリランカ	半乾燥熱帯	強度 25mm/hr, 50mm/hr 60%以上が侵食性	Alfisol	E.M.H.C. 12~20% I.R. 2.5~8.7 cm/hr K. 1.5~50×10⁻⁴ cm/s	
インド	半乾燥熱帯	雨量が蒸発散量を上まわる 月 2~7ヶ月	Alfisol Vertisol	粘土50%以上, B.D. 1.35 モンモリロナイト多量に含む	土層厚 6.9t/ha/year
インドネシア	熱帯	年雨量1500~2800mm	Red yellow podzolic soil	下層に不透水層あり	起伏地で侵食大
タイ	半乾燥熱帯		Upland soil	B.D. 0.92~1.70, N.C.P. 29~63% k 10⁻¹~10⁻⁴ cm/s, O.M. 4~18%	67t/ha/year* 陸上テーラス等
ブラジル	サバンナ	雷雨性降雨 (80mm/hr)	Dark red latosol		(5%傾斜地) 13.1t/ha/year (傾斜地) 0.2t/ha/year (平地)
沖縄	亜熱帯湿潤	台風, 高強度の雨 61mm/min 85mm/hr (2年間3%)	赤黄色土 (国頭マージ)	有機質に乏しく分散性高い	傾斜畑 50傾斜

* Cassava 作付, 起伏あり. 5~9%の傾斜地

にゆだね、あまつさえ土壌保全の努力を怠ったため、雨は土壌に対して、浸透より流亡の因子として作用し、国土はいちじるしくやせる一方になってしまった（畑地農業210、PP4-5）。

このように自国の土壌流亡を防ぐことが出来ず、栄華の残影を落とし、歴史の彼方に消えていったのが古代文明のパターンとされている。そして現在でも多くの国々で依然として土壌流亡が後を断たない（表5）。傾斜地農業、焼畑農業を営んでいる所は古くから土壌流出に悩まされていたものと思われる。

沖縄の場合前述した農地環境の下で、土壌侵食を顕著にしたのは1950年代の後期のパイン導入に伴う開畑であろう。山地を急速に開発する重機類の使用は土壌構造を破かいし、侵食のポテンシャルを高めていった。更に侵食を容認する社会、経済的な側面があったことも否めない。農業収入に乏しい沖縄の農家の人たちにとってパインの導入は画期的なものであった。沖縄の歴史上かつてない規模と速さで山地開発は進行していった。それ故に農業と

自然との一体化を慣行的に育んできた人々は、自然保護或いは農地保全という立場を堅持するいとまがなかったように思われる。このことはまさしくアメリカ開拓史のミニミニ版であり、土壌侵食に最も関心のある米国統治下の時代になされたことは皮肉である。しかしやがて赤土流出問題が社会的関心事となり、農地整備や造成の際、とくに流出防止に留意しているが、十分に対応するまでには至っていない。

3．農地保全対策

我が国は古くから水田農業が栄え、結果として、土壌を流亡させなかった。然しながら今日では水田以外の耕地では至る所で侵食がみとめられる。

沖縄でも古くはアワ、サトイモ等の作物を焼畑農業により栽培する際、たいていの山地では3年も使用すれば、表土が流れるので他の場所に移動して焼畑農耕を続けたという。史書にみる農地保全の具体的な方法は蔡温（1682～1761、三司官．具志頭親方とも呼ばれる）の農務帳（1734）に記されている。即ちその訳文[7]で紹介すると「土地の保全」として、。「水田や畑は、ときどき地割の割直しをする。指定の耕作主がいず、共有の形のまゝにしておくと、土壌の保全が疎略になり、地力がしだいに減退して好ましくない状態となる。そのため地割をして、以後永久にお上（かみ）が農民に土地を授けておく趣意を充分に汲みとらせ、土壌を大切に保全させるのである。（後略）」。「排水施設を整え、溝の土、芥などを田畑に戻すことを疎略にすると、雨水のために田畑の受け

る損失が大きくなり、ひいては地力がしだいに衰える原因となる。(後略)」。「山間の傾斜地の草木を刈り払って開墾し、山肌をだしたまゝにしておくと、荒れ土が流れ落ちて本田畑をだいなしにしてしまうので、かたく禁止する。」等々である。まさに今日的戒として把えることができるのである。沖縄では現在までにどのような農地保全対策が立てられているかを大まかにみてみる。沖縄県農林水産部では昭和50年に「沖縄県農地保全事業指針(案)」、昭和54年に「土砂流出防止対策方針」などで赤土流出防止に積極的に対応してきた。また沖縄総合事務局も昭和53年末沖縄の地域特性を踏まえた計画基準を設定すべく鋭意努力している。更に市町村レベルでは東村、宜野

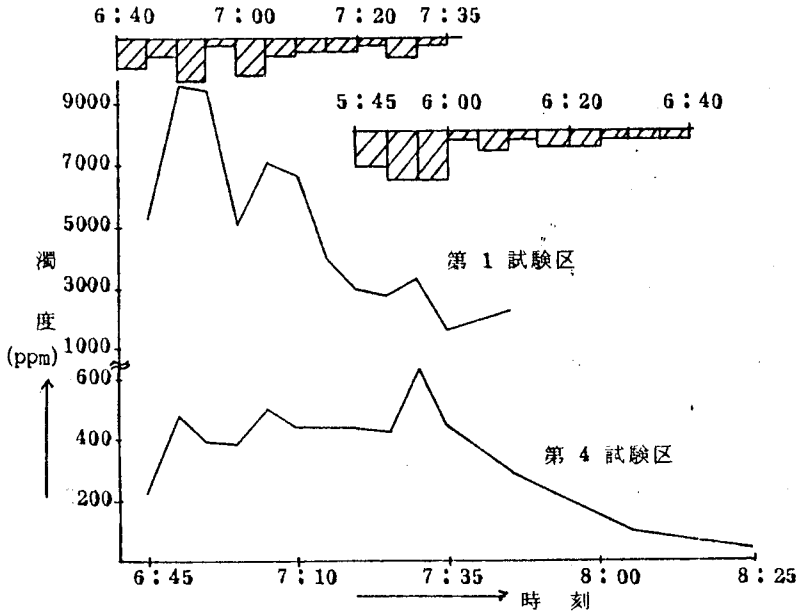


図10 濁度の経時変化　S.58.7.13

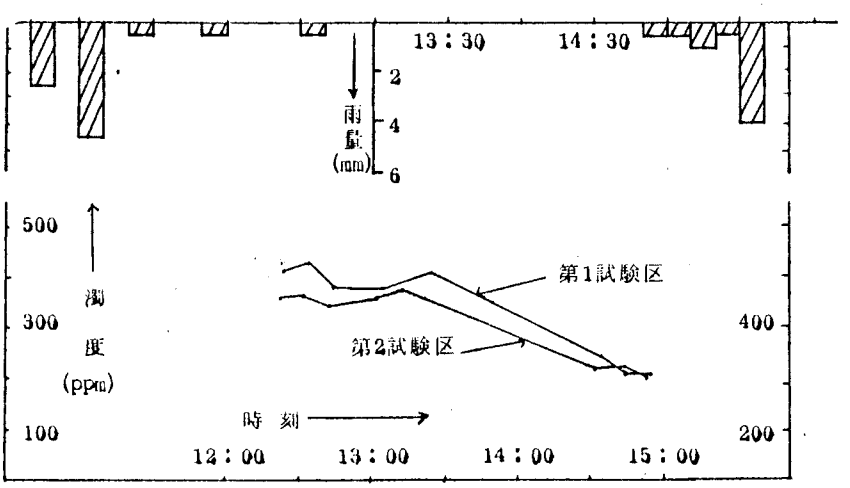


図11 濁度の経時変化　S.58.8.25

座村にみるように村条令等によりソフト面からの赤土流出対策がなされている。然しながらそれらの対策は技術的にも政策的にも十分でないのが現状である。

それでは沖縄特に北部でどのような農地保全対策が効果的であるかを検討してみる。既述のように国頭マージ地帯は地形急峻で谷密度が高く、一般に大規模な農地造成の際は大量の土砂移動が伴う。従って土層や土壌構造上からも侵食に対して全く無防備の状態にある。このような場所での侵食対策の基本的な考え方は①造成中は流出水の一時貯留をはかり、浮遊土砂の河川への直接流入を避ける。②造成後は圃場では雨滴による土壌の分散効果を弱め、浸透の増大をはかり、排水の濁度軽減をはかることである。①においては砂防ダム、蛇かご等による粗粒土砂堆積施設の他、大規模沈砂池の設置が望まれる。北部の造成工区で濁水流出抑制の効果をあげている事例があり、貯水池としての機能も期待でき、灌漑水にも利用できる。②については流出水を圃場から低濁度で排水するには、同一耕区（所有区）に一時的に流出土砂と表流水の貯留機能をもたせる平坦区画を緩傾斜区画

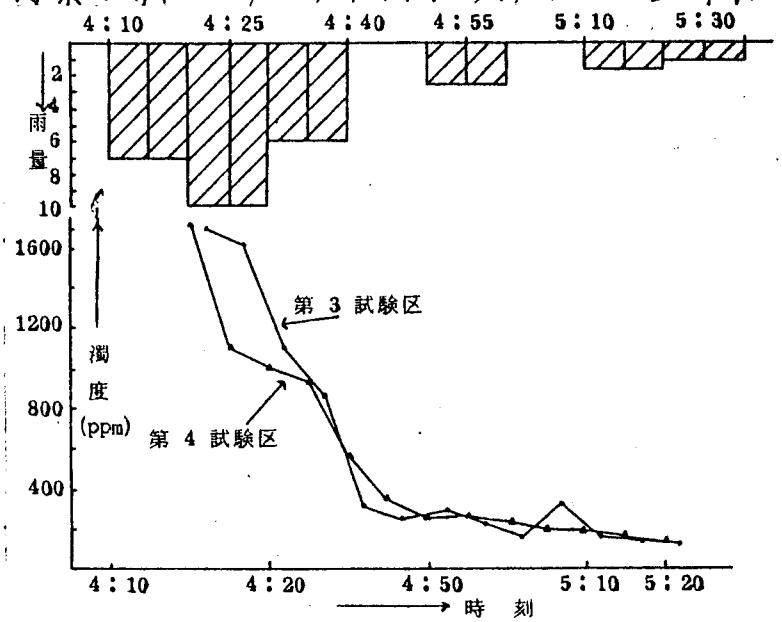


図 12 濁度の経時変化　S. 58. 8. 26

と組合せて設置することである。

筆者は国頭マージ地帯に試験区第1区、第2区 4°.30m×2m 第3区 4°.30m+0°.15m 第4区 4°30m+0°20m を設け、その効果を調べているが、図10.11.12にみるように組み合せ区画からの流出水の濁度軽減が顕著である。現在では土層の亀列や、植生による浸透能の増大があり、120mmの雨でも流出水はみとめられない。緩傾斜区画（4°、30m）ではそれぞれ同じ雨で第1区で21kg、第2区で17kgの堆積土砂を観測した。このように造成形態を変えることにより流出土砂の軽減をはかることができるが、有キ質の施用や深耕、間作を導入した作付体系も併せて用いれば、更に効果を高めることができる。

註：参考までに表6、図13を付加する。

引用文献

1) 城間理夫：1981. 南西諸島における農業用水に関する諸問題 第57回農業土木学会九州支部講演会 P.11

2) 石島英、糸数昌文：1980、琉球の自然史. 築地書館 PP81-83

3) 筑波常治：1981. 歴史と文明 畑地農業振興会 PP268-269

4) 大城喜信、浜川謙：1959、よみがえれ土 琉球新報社 PP29-30

5) 翁長謙良：沖縄県の造成畑土壌、農地工学へのエンジニアリング、ペドロジーの適用 科学研究費研究報告書（代表者 須藤清次）P42（1983）

6) 池原真一：1979、概説沖縄農業史、月刊沖縄社 PP.38～49

7) 日本農書全集34. P6. 1983 農村漁村文化協会

表 6 台風に伴う 200mm以上の大雨記録

1920 ～ 1959 (但 1945年を除く) 単位 mm

年	月	日	雨量	年	月	日	雨量
1920	10	19～21	211.4	1941	8	20～22	318.6
1921	8	10～13	242.9	1947	11	17～18	326.6
1923	8	26～30	214.1	1948	10	2～ 5	333.2
〃	10	8～10	243.5	1949	10	25～27	203.5
1924	8	12～18	406.5	1951	8	17～20	304.9
1929	6	4～ 6	243.8	1952	8	14～16	328.7
1932	7	30～8.3	215.2	1953	8	14～17	270.0
1933	7	31～8.4	522.4	1956	7	30～8.2	200.6
1936	10	17～19	319.5	〃	9	7～ 9	380.0
1937	8	1～ 4	265.6	1959	10	14～17	557.7
1937	8	11～13	320.9	〃	11	11～13	376.2

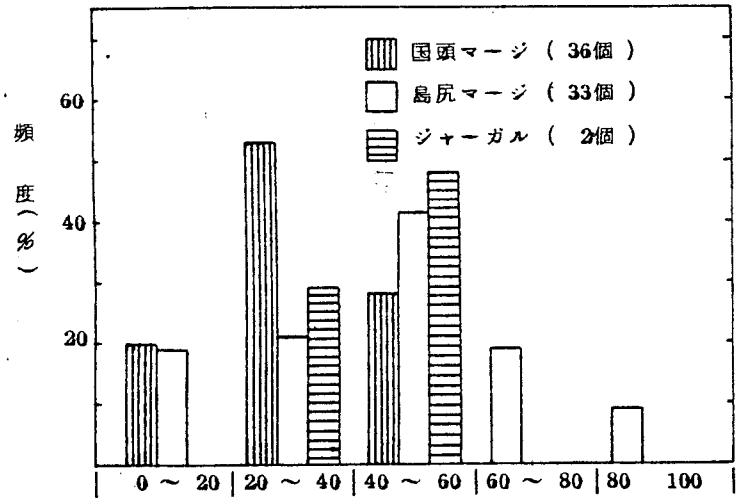


図 13 粘土含量の頻度分布

国頭マージ地帯の農地環境と保全 正誤表

ページ	行	誤	正
57	下から14行	積算温度	削　除
60	下から9行	性地域住民 -----	性，地域住民 -----
61	上から2行	---台風の個数）は3～9個	---台風の個数）は3.9個
〃	上から3行	---襲来数2．3個	---襲来数2.3個
〃	上から4行	---襲来数3．9個	---襲来数3.9個
62	上から1行	--最低標高石川岳204mの	--最低標高石川岳204m）の
64	上から10行	のうち87.7%を占め	のうち78.7%を占め
70	上から4行	---最も関心のある米国統治下	---最も関心のある米国の統治下
71	図11の月日	S.58. 8.25	S.58.9.25
72	図12の時刻	4：10，・・・ 5：10 ・・・	16：10，・・・ 17：10・・・
72	下から4行	事例があり，貯水池，	事例があり，造成後は貯水池，

農地保全研究部会　第５回研究集会資料

農地保全の研究　第５号

昭和59年７月19日

編　集・発行者　　農業土木学会農地保全研究部会

〒690　　松江市西川津町1060

島根大学農学部　農地工学研究室

TEL　0852－21－7100（662）