

農地保全の研究 第1号

目次

あいさつ	部会長	
1. 農地保全における水食の諸問題	-----	1
	藤田 則之	
2. わが国における流亡土量の予測	-----	11
	檀田 行男	
3. 黒ボク土における流亡土量	-----	21
	細山田健三	
4. 国頭マージにおける流亡土量	-----	33
	辯長 謙良	
5. アメリカにおける土壌侵食研究	-----	43
	今尾 昭夫	
6. 計画基準“農地保全”について	-----	55
	松田 豊	
農地保全研究部会規約	-----	65
昭和54年度会計報告、幹事会報告	-----	67
農地保全研究部会会員名簿	-----	69
才1回研究集会参加者名簿	-----	73

農地保全研究部会第1回研究集会プログラム

昭和55年6月13日(金) 於 滋賀県立短期大学農業部

テーマ 「農地保全と水食」

プログラム

1. 9:00~9:30 あいさつ 部会長 地

2. 9:30~10:10 「農地保全における水食の諸問題」
山口大学 藤田 則之

3. 10:10~14:10 「流亡土量の予測手法について」

(1) 10:10~10:50 わが国における流亡土量の予測
滋賀短大 種田 行男

(2) 10:50~11:30 黒ボク土における流亡土量
宮崎大学 細山田 健三

(3) 11:30~12:10 国頭マージにおける流亡土量
琉球大学 翁長 謙良

12:10~13:30 昼食休憩

(4) 13:30~14:10 アメリカにおける土壌侵食研究
島根大学 今尾 昭夫

4. 14:10~15:00 「計画基準“農地保全”について」
帯広畜産大学 松田 豊

15:00~15:20 休憩

5. 15:20~17:00 総合討論
司会 山口大学 藤原 輝男
愛媛大学 中村 忠春

懇親会 17:30~19:30

於 草津市勤労福祉センター

i
あいさつ

農業土木学会農地保全研究部会長

種田 行男

本日ここに第1回の研究集会を部会事務所のある滋賀県立短期大学農業部で開催することは主催者としてこれ以上のよろこびはありません。昨年7月研究部会が設立されて全国に会員を募集したところ、約170名の同志を得て大変心強く感ずると共に責任の重大さを痛感します。

思い起せば約2年前の昭和60年度の農業土木学会大会の折、土壌侵食研究部会の設立について、その先生方に打診したところ、機が熟していたこともあって早速御賛同を得て急速にグループ結成の気運が醸成した。

同年10月、8大学13名の出席により研究部会設立準備委員会が開かれ、部会の名称とも関連するところの目的について熱心に討議が行われた結果、次のような3つの意見が出された。

- (1) 土壌侵食の基礎的研究に重点をおき、従来のように各人が思い思いにやるのではなく相互に連繫を保ち、能率的に進めてのち、保全の問題に発展させる。
- (2) 農業土木の研究部会としては現地に応用できる広い分野の調査研究が必要であるから、農地保全を主体にすべきである。

(3) 従来、農地保全を考えて土壌侵食の研究が行われて来たので、土壌侵食とか、農地保全とかの名称にこだわらなくともよい。

以上のように、出発点におい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意見が伯仲したのであるが、農業土木学会の研究委員会の意向もふまえて最初から農地保全研究部会として出発することとなった。

研究発表会は部会の行う重要な事業の1つで、発表者に対して広く門戸を開くべきであるが、今回は設立間もないことでもあり、主として幹事の諸先生とわずらわすことになった。テーマは、「農地保全と水食」とし、まず農地保全における水食対策の基本問題と水食の予測手法についてこれまでの研究成果を発表していただく。

また、農地保全の先進国アメリカにおける研究の実状および新しく改訂された農地保全の計画基準についてその作成の経緯、考之方、問題点などについて解説していただくことになっている。総合討論では十分時間がとってあるので、活発な御意見を賜り、本日の研究集会が実り多いものになることを願っている。

なお、韓国始め東南アジアの侵食状況を研究したり、アメリカの進んだ研究をみて、わが国に適用可能なものはとり入れることなど検討するための共同研究も部会の事業の1つと考えている。

昭和55年度海外学術調査として文部省科学研究の補助をうけ、

iii

韓国の山地開発に伴う土壌侵食防災について、本研究部会の会員である高知大学上森教授を研究代表者として日本側5名(種田, 藤原, 今尾, 細山田, 日下の諸先生), 韓国側3名により研究グループを編成し, 6月19日~8月10日の約2ヵ月間現地調査を行う予定である。

最後に, うぶ声をあげずに本研究部会が会員の皆様の日々の御精進と部会に対する温い御協力により着実にグループを形成し, 活発に事業が行われるよう念願して止みません。

農地保全における水食の諸問題

山口大学 藤田 則之

1. 農地保全における水食対策の基本的課題

わが国における食糧自給率の向上と農産物の安定的供給を目標として、地域農業の振興と自立経営農家の育成強化を図るためには、畑地農業の振興が、最近のわが国農業の最も重要な問題となっており、そのためには、近代的な機械化農業の可能な大規模圃場の整備・造成が強く要請されている。急傾斜、多雨の地域が広く分布する我国においては、畑地の基盤整備と共に、畑地の農地保全、特に水食対策が大きい課題となっている。

農地保全の目的は、効率的な機械化農業を営み、高い土地生産性を維持するための、農業的保全（土壌保全）と、圃場・農道も含めた農業生産施設を維持すると共に、地域環境を保全するための、環境的保全（地域保全）に大別されるが、近年は特に、環境的保全に対する社会的要請が強くなっており、開発行為等に対する、国や、地方公共団体等の規制も厳しくなっている。

農地における、水食による土壌流亡に起因する災害の発生は、農地造成・整備工事中、ならびに工事直後に顕発する。特に最近の農地造成は、近代的な機械化農業を目的として、大圃場を、改良山成畑工等の大土工を伴う造成工法によって短期間に造成することが多くなったため、豪雨時に大災害を発生する危険性も増大

している。

水食による土壌流亡は、畑面の sheet erosion や rill を対象として、その量を推算し、それに対処する対策を検討することが多いが、被災事例としては、豪雨時に、農地よりの土砂流出に並せて、その付近の切土、盛土の斜面や、道路、水路等の gully や崩土等が生じ、これらに伴う土砂流が災害の主因となっていることが多い。

一般的には、造成工事完了後、営農を開始して、年数が経過するに従って、土壌流亡量は減少し、圃場や構造物が防災的には安定することとなるが、タバコ、花木、パイナップル等のような清耕畑にあっては、長期に亘って、著しい土壌流亡が継続することがあり、畑地や、防災施設の保全管理の不備も一因となって、営農上の障害のみならず、環境的トラブルを引き起している事例が少くない。

地域開発、特に農業のような、一次産業の進展を計るためには産業の振興と、社会環境の保全を両立させうるような、保護・誘導・規制の行政的施策が調和的に行われなければならない。しかし、産業振興・誘導規準として、経済性を希う、土地改良法・土地改良事業計画・設計基準と、環境保全、規制基準として、安全性を強調する、森林法・河川法・林地開発許可基準とは、本来、制定の視点が異り、農地防災対策の実施に当たって、これらの、経済的基準と保金的（安全）基準の矛盾、撞着に悩まされること

が多いのが、実情である。農地開発・整備の幅広い、社会経済的な波及効果を加味した、総合的な地域防災基準の整備が強く望まれている。

農地の土壌保全計画に当っては、水食による土壌流出量を適確に予測する必要がある。土壌流出量の推算値は

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

- A : 単位面積当り、年間土壌流出量
- R : 降雨係数 (rain fall and runoff factor)
- K : 土壌係数 (soil erodibility factor)
- L : 斜面長係数 (slope-length factor)
- S : 傾斜係数 (slope-steepness factor)
- C : 作物係数 (cover and management factor)
- P : 保全係数 (support practice factor)

で表され、米国では、Wischmeierを中心とした、数多くの研究者の、長期にわたる、広域的な調査研究の成果によって、それぞれの係数を整備し、農地保全計画のための具体的な基準を作製し、これが広く活用されている。米国、農務省の、土壌流出推算基準 (Agriculture Handbook No. 537) は、圃場よりの、hill 又は sheet erosion による年間土壌流出量の平均値を推算するものであるが、これが、特定年、特定期間の、造成工事中、非農地 (裸地)、道路面等よりの、土壌流出量の推算にも、拡大適用しうるよう、新しい試みが積み重ねられている。

わが国でも、多くの研究者、技術者の努力によって、農地保全・農地造成等の計画・設計基準が整備され、また、わが国の諸条件に適合する、土壌流出推算のための諸係数の調査・研究が進められているが、なお、最近の、地域環境保全に対する、強い社会的要請に対応しつつ、農業の開発整備を行うための指針として、さらに具体的な諸基準値の、調査・整備が必要である。特に、土壌流出推算と、その対策に必要な、①土壌係数、②降雨係数（降雨強度、降雨エネルギーの期別分布、流出関係データ）、③防災施設、道・水路の設計・管理指針（防災計画）、④農地の管理指針（営農計画）に関する、地域的なデータの整理や、具体的諸数値の整備が、各方面から、強く要請されている。

2. 防災施設計画

1) 流出土砂量の推定

造成農地よりの、流出土砂量は、造成地の利用状況、地質、地形、降雨等の諸条件によって、著しく異なる。土地改良事業、計画・設計基準（開畑）では、安定した斜面畑における、侵食許容量を、 $10 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{年}$ とし、開畑直後は、山成畑工においては、 $100 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{年}$ 、改良山成畑工においては、 $300 \sim 400 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{年}$ を越える土砂流出の可能性があると述べている。表-1、表-2は、流出算定事例である。

表-1. 計画流出土砂量の算定例

(国営農地造成 豊北地区 全体実施設計書)

(1) 流出土砂量

工事中、裸地	300	$m^3/ha/年$
皆伐地、草地	15	"
択伐地	2	"
林地	1	"
舗装されていない道路	5	"

(2) 工事完了後の土砂流出期間

人家、その他公共施設の近く	5年間
その他の地区	3 "

(3) 流出土砂量

(イ) 果樹園及び飼料畑は工事期間中(裸地期間)4/12年を、
 $300 m^3/ha/年$ とし、残期間を草地扱いとして、 $15 m^3/ha/年$
 とする。

(ロ) 普通畑は工事期間中4/12年を $300 m^3/ha/年$ とし、次の期
 間2/12年を開発面積の50%については、半裸地として、 150
 $m^3/ha/年$ 、残り半分の面積は草地として $15 m^3/ha/年$ とする。
 また残期間は(イ)と同様とする。

(イ) 上記(イ)、(ロ)以降の流出期間及び流出土砂量は、特別地域
 (下流側に人家、溜池、道路等がある地域)を流出期間4
 年間、流出土砂量 $15 m^3/ha/年$ とし、一般地域(特別地域以

外) を 2 年間、 $15 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{年}$ とする。

(二) 計画流出土砂量一覽表

区分 地目	計画流出土砂量	
	一般地区	特別地区
果樹園・飼料畑	$300 \times \frac{4}{12} + 15 \times \frac{8}{12} + 15 + 15 = 140$ $\text{m}^3/\text{ha}/\text{8年}$	$140 + 15 + 15 = 170$ $\text{m}^3/\text{ha}/\text{5年}$
普通畑	$300 \times \frac{4}{12} + 150 \times \frac{2}{12} \times 0.5 + 15 \times \frac{2}{12} \times 0.5 + 15 \times \frac{6}{12} + 15 + 15 = 152$	$152 + 15 + 15 = 182$

表-2 流出土砂量の算定例 (愛媛県 農土誌 Vol.45, No.12)

地区名	土質	砂 9方 計 画 (単位 m^3/ha)				備考
		1年目	2年目	3年目	計	
上 瀬	砂質土	300	120	60	480	マサ土
八幡浜南側	埴壌土	200	80	40	320	
松 野	"	200	100	60	360	

林地開発許可基準に対応して、最近では、表-1の方式による流出土砂の算出例が多いようである。しかし、侵食土砂の流出量は、単純に、月数や、月雨量に比例するなどの形で平均的に推定されるべきものではない。造成工事中、あるいは、造成直後 現地が裸地状態の時に、たまたま、強い短期集中降雨 ($>10 \text{ mm}/10 \text{ min}$) に遭遇すれば、激しい土砂流出が生ずる。すなわち、一降雨、または、二降雨で、年間流出想定 of 全量が流出し、土砂溜、砂防ダムを満配とした例は多い。この危険降雨期は、ほぼ6~9月で、大面積、大土工の改良山成畑工は最も危険率が高い。

流出土砂量の算出について、全体計画とりまとめのための標準値の算出を目的とする時はともかく、実施の工事実施に当っては、具体的な工事期間、実際の裸地期間、営農の実態を十分考慮して、流出土砂量の推定ならびに、それに対応する防災対策を講ずる必要がある。

2) 防災施設計画

防災施設計画の基本は、①水食防止工法、②畑面保全、③排水路の配置と構造、④砂防施設の配置・規模、等の合理的な組合せを行うことである。特に水食防止工法・畑面保全対策は、植生・栽培管理・圃場の斜傾、斜面長の規制・排水路網の整備、等によって、(イ)土壌の耐食性を改善し、(ロ)雨水の地下浸透を抑え、(ハ)地表流出を少なくし、(ニ)地表流出の流速を抑制し、(ホ)集中した水を安全に排水路へ集めることがその基本となる。

防災施設は、土砂溜、砂防ダム、土砂防止林等に区分されるがそれぞれの役割りを十分考え、地区の実情に応じた、構造・規模・配置を決定する。特に、工事中等で裸地面積の多い時期に、強い集中豪雨に襲われ、短時間に大量の土砂が流出する可能性の大きいことを考え、砂防施設は、少なくとも、三段階の重複配置によって、その機能の不全を期すべきである。(耕地内土砂溜 - ブロック土砂溜 - 砂防ダム)

工事中の仮排水路や、仮土砂溜の施工等、臨機の対応措置が極めて重要であり、また、造成地内の仮草生(牧草播種)・耕区

内の仮承水路(② 4.0 m)・仮土砂溜の設置、等は極めて経済的で有効な、防災対策である。

3. 道路、排水路の配置と、構造

道路、排水路の配置、線形ならびにその構造は、農地防災・保全に対し、極めて大きい影響をもつものである。しかし、一般の造成地にあつては、地形上の制約や、土地利用率を増大し、あわせて、単位面積当りの工事費の軽減を計る等の経済的要望のため、急勾配の道路・水路が、計画、施工されることが多い。そのため、道路側溝や、排水路の一部で、流速が過大となり、そのために様々な障害が生ずることとなり、これに起因する被害の発生例が非常に多い。

10~12%の急勾配区間の比較的長い砂利道は、雨水流の浸食を受け易く、また側溝の流速も過大で、これらが複合して、災害の諸因となる例が稀でない。その対応策として、アスファルト等による舗装を行い、災害防止と維持費の軽減を計るか、さらに合理的な防災対策として、排水路兼用道路の採用が望ましい。水路兼用道路についても、適当な勾配配分や、グレーチングの配置等、安全な排水処理を行いうるような対策が必要である。

排水路の細部設計の留意点は、①折曲部、断面変化部、暗渠接続部、②急流工、落差工、土砂溜科の減勢工、③水路基礎

工の洗掘対策、(阻水ツバ・ウィープホール)、 4水路側壁(非ライニング部)の洗掘対策、等である。造成地の排水路工等の標準設計は、これらの諸点を配慮して作成し、特に、勾配(流速)に関する適用条件を明確にしておくべきである。

4. 末端圍場の保全対策

雨水の斜面洗下時間の推定、すなわち、設計降雨強度の推定が適切でないため、末端圍場における流出量を過少な評価したために、排水路断面の不足が原因と認められる被災例も少なくない。さらに、圍区と小排水路の接続部(落水口)のところで、流下した雨水がスムーズに流入しないためにgullyが発生し、排水小溝や道路倒溝と閉塞したり、排水が水路外壁沿いに流下して、激しい洗掘を起す。これらが複合して、さらに二次的な災害が発生する例が多いようである。これらの末端圍場のための細い保全対策も今後の課題と考えられる。

5. 防災施設の管理と防災的営農

土砂災害の防災施設は、適期に清掃する等、適切な管理によって、その機能の維持が可能である。施設の計画に当たっては、安全かつ経済的で、管理の容易な構造をを検討すべきであるが、さら

に、営農開始後の農家の諸施設管理体制の確立や、保全的営農確立もまた重要である。タバコ、花木、パイナップル等の清耕作物については、極めて長期にわたって、多量の土砂流出が継続することとなるから、畝立の方向、枕畝・畝間の敷ワラの施行等保全的営農を行わせると共に、防災施設の規模・管理についてもあらかじめ、相応の対策と講ずる必要がある。

急傾斜農地の水食保全、防災対策は、施設の合理的な計画、施工と、さめの細い、圃場や、施設の維持管理によって、その安全性と経済性が確保されるものである。造成地の災害は、必ずしも道・水路や、防災施設等の構造上の欠陥に起因するもののみではなく、農家の営農方法や、施設管理が、防災的配慮に欠けるところに原因がある例も少なくない。すなわち、受益農家の、営農や、圃場・公共的施設に対する、防災的管理体制の確立も、今後の最も大きい検討課題の一つである。

わが国における流亡土量の予測

滋賀県立短期大学農業部 種田行男

I まえがき

湿潤地域に属するわが国の土壌侵食は主に水食によって起ると考えられる。農地保全計画をたてる場合に、降雨による農地の土壌侵食を予測することが必要である。そこで、アメリカ農務省の農業研究局によって開発された土壌損失一般式 (USLE)。

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

を応用し、これをわが国の土壌侵食の評価に適用するため USLE の各因子について調査研究したので、それらの結果を報告し各位の御批判を仰ぎたい。

II. 降雨係数 (R)

侵食性降雨の総運動エネルギーは Wischmeier, Smith によって求められた式、

$$E_k = 916 + 331 \log_{10} I$$

式中、 E_k : 運動エネルギー (降雨の acre·inch 当りの ft·ft)

I : 平均降雨強度 (in/hr)

昭和24~27年に京都大学上賀茂試験地に設置された裸地試験区からの24雨による流亡土量の実測値を用い、降雨エネルギーと降雨強度の積、すなわち EI 値と流亡土量との関係について検討を加

12

之に。EI₃₀ (I₃₀ : 最大30分間降雨強度) との間の相関係数は EI₆₀ の場合とほとんど同じ値であった。また、わが国のすべての気象台にある気象台帳には60分間降雨強度は記録されているが、30分間降雨強度は記入されていない。そこで、筆者は EI 値の計算に当って最大60分間降雨強度を採用した。そして、EI 値の計算に当っては総流出土量の96%を占める1t/ha 以上の土壌侵食を起す10mm 以上の雨を用いた。Rの計算には昭和24~48年の15カ年間の降雨記録が用いられた。

わが国の主として都道府県庁所在地を含む57カ所の計算結果より、各地域のR (m²t/ha・hr) を示すと、次のような値となる。²⁾

北海道地方	51~125	平均	75
東北地方	60~199	"	133
関東地方	185~315	"	251
北陸地方	131~334	"	245
中部地方	44~619	"	280
近畿地方	200~1097	"	420
中国地方	154~306	"	251
四国地方	130~784	"	375
九州地方	276~682	"	490 (那覇を除く)

これによって大体その地方の降雨侵食の可能性が概観される。また、関口武の気候区分によってわが国のR値の分布の概要を示す

と、次のようになる

。(図1)

1 裏日本型

30 ~ 300

1a オホーツク

海型 30 ~ 50

1b 東北・北海

道型 50 ~ 150

1c 北陸・山陰

型 150 ~ 300

5 東日本型 50 ~ 500

2 九州型 300 ~ 500

5a 東部北海道型 50前後

3 南海型 500 ~ 1000

5b 三陸・常磐型 100 ~ 150

4 瀬戸内型 150 ~ 400

5c 東海・関東型 200 ~ 500

5d 中央高原型 100 ~ 250

Ⅲ. 土壌係数 (K)

土壌の受食性とあらわす土壌係数は、標準試験区(斜面長 20 m, 幅 2 m, 傾斜約 10°)を設置して毎降雨の流亡土量を実測し、数年間の総流亡土量を同期間の EI 値の総量で除して求める。わが国の代表的受食土として、洪積土, 黒ボク, 安山岩風化土および国頭マージを選定、試験区をそれぞれ八草津(近畿地区), 宮崎(南九州地区), 善通寺(四国地区)および屋嘉(沖縄地区)に設置した。昭和51~52年度の毎降雨の流亡土量と EI 値とを測

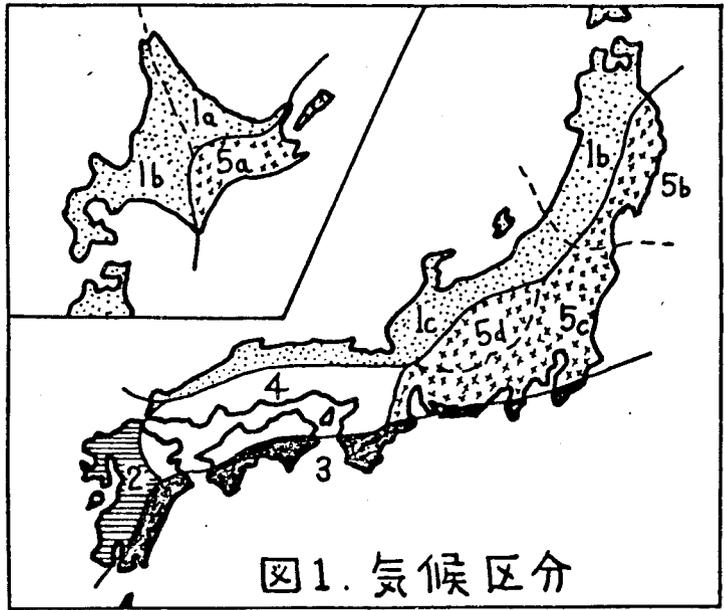


図1. 気候区分

14

定した。ただし、屋島地区については昭和52~53年度において実測を行なった。斜面長20m, 傾斜10°に対する土壌係数Kは表1のようになった。^{3), 4)}

表1 各種土壌のK値

土 壌	名 称	土 性	K
Soil I	洪 積 土	砂質ローム	0.482
Soil II	黒 ボ ク	砂質ローム	0.089
Soil III	安山岩風化土	粘質ローム	0.695
Soil IV	国頭マージ	粘質ローム	0.718

また、この外に北海道地区を代表して帯広にも標準試験区を設けて黒ボク(火山灰土)について実測を行なったが、降雨が少なくK値を求めることができなかった。しかし、その値はSoil IIとほぼ同一と考えて差支えないと考えられる。

IV 傾斜・斜面長係数 (SL)

エリソンタイプの人工降雨装置を用いた実験の結果、流亡土量Eは傾斜角 θ の b 乗に比例する。一方、流亡土量と斜面長Lの関係については十分な研究成果がないので、数学的にあらわすことは困難である。そこで、アメリカで用いられているように流亡土量が \sqrt{L} に比例するものとするならば、

$$SL = a\sqrt{L} \theta^b$$

のように示される。次に、標準試験区 $L = 20\text{m}$, $\theta = 10^\circ$ の場合 $SL = 1$ と考之、上述の土壌に対する b の値より a の値を求め

ば、表2のようになる。

表 2 各種土壌の定数 a, b

土 壌	a	b
Soil I	$a_1 = 0.015$	$b_1 = 1.16$
Soil II	$a_2 = 0.010$	$b_2 = 1.34$
Soil III	$a_3 = 0.051$	$b_3 = 0.64$
Soil IV	$a_4 = 0.055$	$b_4 = 0.61$

V. 作物係数 (C)

わが国における5~10月の夏作期間の実測資料⁵⁾より求めた各種作物の土壌侵食比を表3に示す。同一圃場に多作物が輪作された場合の作物係数は、その地区のRの月別分布(%)と土壌侵食比から求められる。

表 3 各種作物の土壌侵食比

作物	土壌侵食比	作物	土壌侵食比
牧 草	0.007	除虫ギフ	0.342
エンバフ	0.093	アスパラガス	0.400
雑 草	0.202	カンショ	0.433
春まきコムギ	0.213	トウモロコシ	0.747
バレイショ	0.301	ダイズ	0.756

VI 保全係数 (P)

一般に、作付のほかには横ウネ栽培、帯状作付、承水路の設置などによって土壌侵食をさらに減少する。農林水産省北海道農業

試験場と四国農試の報告によれば、畑面傾斜が 7° 、 14° 、 25° で斜面長 25m 以下の場合、作物は春まきコムギまたはカンショ・コムギを作付けて流亡土量を実測した結果、縦ウネに対して横ウネ栽培を行なうことによつて、流亡土量は一様に約 $1/25$ に減少した。裸地でウネ立てのみを行なつた場合は同様約 $1/3$ の減少に止まつた。一方、斜面長が 50m での実験では斜面中央が弯曲していたこともあり、傾斜 $7^{\circ}\sim 8^{\circ}$ では縦ウネでも 25m 区横ウネと同程度の土壌侵食であった。また、 $23^{\circ}\sim 28^{\circ}$ の急傾斜区では約 $1/4$ の減少に止まつた。⁶⁾

広島県李地区の斜面長 40m 、傾斜 7° ($1/8$)の裸地試験区での実測結果では、横ウネを設けることにより縦ウネの $1/8\sim 1/9$ に侵食量が減少したが、豪雨の場合に横ウネが崩壊せぬよう横ウネでも若干のコウ配をつけてウネ間に雨水が貯留しないように配慮する必要があると報告されている。⁷⁾

現在、タバコ、コンニャクなどの作物はむしろ縦ウネを好んでおり、また多くの農民はこのように土壌保全に対して優れているにも拘らず横ウネの効果を十分に理解していない。また、わが国では畑地が一般に $25\sim 50\text{m} \times 150\sim 200\text{m}$ の長方形に区画されているため、完全な等高線栽培はほとんど見られない。

保全係数については先に提案したが、¹⁾以上の結果からみて横ウネとすることにより、わが国のように労働集約的農業の場合にはコウ配が程度まで縦ウネに比べて少くとも $1/2$ に土壌侵食を減

だと考えて差支えないと考えられる。そこで、横ウネ栽培のP値については先に提案した値はやや大きすぎると思われるので、次の傾斜別の値を提案する。これはアメリカで用いられている等高帯状作付とほぼ同値である。

表 4 等高線栽培のP値

傾 斜	P	傾 斜	P
1° ~ 4°	0.27	10° ~ 15°	0.45
4° ~ 7°	0.30	15° ~ 25°	0.50
7° ~ 10°	0.40		

Ⅳ 休閑畑または作付地からの流亡土量の計算

四国の善通寺を例にとり、休閑畑からの流亡土量を推定してみる。土壌は安山岩風化土で表1のSoil IIIに属するので、 $K=0.695$ 、表2より $a=0.051$ 、 $b=0.64$ 、また最も近い気象台のある多度津における $R=130 \text{ m}^2 \text{ t/ha} \cdot \text{hr}^2$ 、休閑畑の斜面長100m、傾斜5°とすれば、

$$SL = 0.051 / \sqrt{100} \times 5^{0.64} = 1.428$$

休閑畑の流亡土量 $A_f = RKSL$

$$= 130 \times 0.695 \times 1.428$$

$$= 129.020 \text{ t/ha/year}$$

次に、作物の生産性を維持する立場で許容流亡土量を考へれば、表土層20~30cmの場合10~15 t/ha/year (土層厚171~15mm) が適当と思われる。従って、上記畑地を休閑状態で放

18

置すれば、許容量の10倍程度の土壌が流亡することとなる。

そこで、夏作にカンショ、冬作にコムギを作付すると作物係数Cは表5のように計算される。

また、横ウネ栽培が行なわれるとすれば、傾斜5°であるから表4より $P = 0.30$ 従って、作付地からの流亡土量 A_c は

$$A_c = A_f \times C P$$

$$= 129.020 \times 0.37 \times 0.30$$

$$= 14.321 \text{ t/ha/year}$$

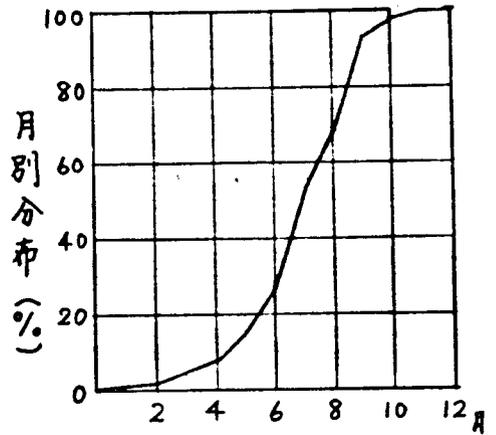


図2 多度理におけるR値の月別分布

表5 C値の計算

作付	土壌侵食比 (1)	Rの%		生育期	C %
		1月からの 合計(2)	各期間値 (3)		
コムギ	0.213	27	27	1月1日~6月1日	6
カンショ	0.433	98	71	6月28日~10月1日	31
コムギ	0.213	100	2	10月28日~12月31日	0
合計	—	—	100	—	37

- [注] (1) 連続休閑に対する特定作物の土壌侵食比 (表3)
- (2) R値の月別分布より求める (図2)
- (3) 生育期間中のR値の%。ただし、1月1日より12月31日の1年間を考ふる。
- (4) C値は(1)×(3)である。

カンショとコムギの輪作を行なう場合、安山岩風化土よりなる畑地の傾斜は土壌保全の観点から 5° 以下が望ましい。傾斜が 5° 以上になれば、斜面長を短くするため等高線方向にテラス水路(承水路)を入れる必要を生ずる。

今、傾斜 10° 、斜面長 30m とすれば

$$SL = 0.05/\sqrt{30} \times 10^{0.64} \\ = 1.218$$

休閑畑の流亡土量 $A_f = 130 \times 0.695 \times 1.218$
 $= 110.024 \text{ t/ha/year}$

従って、作付地からの流亡土量 A_c は表4より $P=0.4$ として、

$$A_c = 110.024 \times 0.37 \times 0.40 \\ = 12.213 \text{ t/ha/year}$$

となり、ほぼ許容量となる。すなわち、傾斜が 10° になれば斜面長 30m ごとにテラス水路を設置して斜面長をカットすればよい。

謝辞

本研究を進めるに当って、降雨係数の算定のための気象資料の収集には都道府県庁耕地課関係の方々をわずらわし、また、標準試験区の設置並に実測については、宮崎大学農学部細山田教授、農林水産省四国試験場土壌基盤室長福岡喜弘および琉球大学農学部翁長助教授の御協力を得た。ここに深く謝意を表す。

引用文献

- 1) 種田行男 農地の土壌侵食量の予測 農業土木学会論文集56, 8~12 (1975)
- 2) 種田行男 降雨侵食の可能性を示す降雨係数の算定 農業土木学会論文集65, 15~19 (1975)
- 3) 種田行男 降雨による流土土量の予測に関する研究 昭和51年度自然災害特別研究報告集録 116~118 (1977)
- 4) 種田行男 降雨による流土土量の予測に関する研究 昭和52年度自然災害特別研究報告集録 140~142 (1978)
- 5) 科学技術庁資源局 傾斜地農業と土壌保全 85~112 (1960)
- 6) 種田行男 農地保全工学 農科技術出版社 35~36, 44, 59 (1971)
- 7) 土地改良事業計画設計基準 農地保全 農林水産省構造改善局 51~52 (1979)

黒ボク土における流亡土量

宮崎大学農学部 細山田健三

1. まえがき

傾斜地における造成農地や、既設の斜面畑などにおいては、降雨による土壌侵食に伴い、農用地の肥沃性が低下することや、農地災害の発生に留意しなければならない。後者の場合は、流水とともに侵食流亡した土が承水路—集水路—排水路に滞積することによる災害がしばしばおこる¹⁾。従って、これら排水路とともに、土砂溜の規模、構造をきめる上で、侵食流亡土量の適切な推定方式の確立がのぞまれる。

降雨～侵食の関係を、降雨～流出の関係と対比して考えてみると、前者は後者の流出水による土に対する掃流力や降雨の衝撃力によってもたらされるものであるから、流出の二次的影響を受けていることになり、それだけ現象が複雑であるといえる。

急傾斜地の斜面崩壊（例えば南九州シラス台地の崩壊など）などによる侵食は、計画の段階で未然に防止され、皆無でなければならぬが、侵食が予想される地区では、排水路や土砂溜の設計における計画侵食流亡土量に加味しておく必要があると思われる。

本論文では、斜面畑などの比較的緩傾斜地における侵食流亡土量を、Wischmeier W. H., Smith D. D. による Universal Soil Loss Equation を採用して、降雨係数 R 、傾斜斜面土壌係数 K

長係数 SL , 作付管理係数 C , 保全係数 P を介して推定する。²⁾

試験地³⁾は、宮崎市北部の平和台丘陵地の中腹の傾斜畑地にある。土層は、上層が火山灰質土壌からなり、表層は主に黒ボク土(深さ約60cm)、次層が赤ホヤ土(深さ約60~80cm)、黒ニガ土、沖積土層と続いている。

2. 測定装置および方法

測定のために2面の斜面畑が設けられ、一面は幅2m, 斜面長20m, 傾斜角 $5^{\circ}45'$, 一方は幅2m, 斜面長10m, 傾斜角 $10^{\circ}07'$ である。それぞれ塩ビ製のケイハン用液板を約10cm埋めこんで境界を作り、下流端にステンレス製の土砂受とラワン型柵材による土砂受箱(2m×2m×1m)を設置し、その中には土砂溜用のポリ容器を5個つないで設置した。両斜面畑とも雑草を除去し、裸地面を保つようにした。20m斜面畑は、昭和51年6月設置時に深さ約15cm耕運し、その後51年12月, 52年12月, 53年3月, 9月, 54年3月, 9月に深さ約10cm耕運し整地した。

10m斜面畑は、昭和52年5月設置時に深さ約15cm耕運し、その後53年3月, 9月, 54年3月, 9月に深さ約10cm耕運し整地した。

自然降雨の観測は、1ヵ月巻自記雨量計を傾斜畑に隣接して設置し、その記録紙から30分間雨量および1時間雨量を読みとった。

侵食土量の測定方法は、一連の降雨後、ポリ容器にたまった土砂を採取し、炉乾燥重量を測り、面積1ha当りの侵食土量(ton/ha)に換算した。

試験畑の9カ所における表層土の物理試験と粒度分析によると
つぎのようである。

真比重：2.55，仮比重：0.56，間ゲキ率：78%，

土性：砂質ロー4（均等係数：43.3）

3. 測定の結果

3-1 年間の降雨係数と侵食流亡土量の実測値

昭和54年6月末までの結果を Universal Soil Loss Equation（以下 USLE と略す）に従ってまとめた。

(1)式の降雨係数 R を求める場合、連続降雨として採用する条件は⁴⁾
、(a)連続降雨量が13mm以上であり、かつ (b)降雨強度が 1.0 mm/hr
以上で連続していること、である。

$$E_r = R \cdot K \cdot SL \cdot C \cdot P \text{-----}(1)$$

ここに、

{	E_r ：侵食流亡土量 (t/ha)
	R ：降雨係数 ($m^2t/ha/hr$)
	K ：土壌係数 (hr/m^2)
	SL ：傾斜斜面長係数(無次元)
	C ：作付管理係数(無次元)
	P ：保全係数(無次元)

R の計算には、(2)式を用いた。

$$R = E \cdot I_{60}$$

$$E = (916 + 331 \log I) \times 0.753 \times T$$

} -----(2)

ここに

{	E ：運動エネルギー (mt/ha)，	I ：降雨強度 ($inch/hr$)
	T ：降雨量 ($inch$)，条件1, 2)参照	
	I_{60} ：ピーク降雨強度 (mm/hr)	

これらの結果から、年間の降雨係数 R_y と年間の侵食土量 E_{ry}

が Table 1 に示したように得られた。

Table 1 Annual amount of Ry and Ery, and annual mean of K·SL

slope length (m)	slope inclination (°)	amount of Ry (=EI) (m ³ ·t/ha, hr)	amount of Ery (ton/ha)	mean of K·SL (hr/m ²)	term of measurement (year·month/day)
20	5.45	271	7.49	0.0276	1976.7/1~1977.6/30
20	5.45	477	11.23	0.0236	1977.7/1~1978.6/30
20	5.45	592	23.02	0.0389*	1978.7/1~1979.6/30
20	5.45	1068	34.25	0.0321*	1977.7/1~1979.6/30
10	10.07	313	20.11	0.0642	1977.7/1~1978.6/30
10	10.07	622	56.21	0.0904*	1978.7/1~1979.6/30
10	10.07	935	76.32	0.0816	1977.7/1~1979.6/30

* mean value of measurements in the same 2 years

[note] 20m-5°45' slope was cultivated in June and December 1976, March and September 1978, and March 1979.
 10m-10°07' slope was cultivated in May 1977, March and September 1978, and March 1979.

3-2 土壤係数, 傾斜斜面長係数, 年間侵食土量推定式

傾斜係数と斜面長係数の積は, 傾斜斜面長係数 SL と定義される。もし, 20m—5°45' 斜面を標準斜面畑と定義すれば, 斜面 (20m, 5°45') の土壤係数 (K) は, Table 1 の平均値をとることによって, 0.0321 (hr/m²) に等しい。種田が示した (3) 式⁴⁾によって, Table 1 の結果を用いて, 傾斜斜面長係数 (SL) および年間侵食土量 (Ery) を求めることができる。

$$SL = \sqrt{L(a \cdot S + bS^2)} \text{----- (3)}$$

S : tanθ (θ = 斜面傾斜角)

L : 斜面長 (m), a, b : 定数

K·SL (= 0.0321 hr/m²) は両斜面に共通であり, 裸地斜面のため, C = P = 1 であるから,

$$\left. \begin{aligned} SL_{20} &= \sqrt{20} \{ a \tan 5^\circ 45' + b (\tan 5^\circ 45')^2 \} = 1 \\ K \cdot SL_{10} &= 0.0321 \sqrt{10} \{ a \cdot \tan 10^\circ 07' + b (\tan 10^\circ 07')^2 \} = 0.0816 \end{aligned} \right\} \dots (4)$$

連立方程式 (4) から, 直線式 (5) が得られ, 定数 a, b が計算される²⁾。すなわち,

$$\left. \begin{aligned} 0.452 a + 0.0456 b &= 1 \\ 0.0181 a + 0.00323 b &= 0.0816 \end{aligned} \right\} \dots (5)$$

$$a = -0.772, \quad b = 29.6$$

これらの結果から, 式 (6), (7) が得られる。

$$SL = \sqrt{L} (-0.772 S + 29.6 S^2) \dots (6)$$

$$E_{ry} = 0.0321 R_y \sqrt{L} (-0.772 S + 29.6 S^2) \dots (7)$$

例えば, 同じ土壌層の裸地斜面において, 斜面長が 20m, 斜面の傾斜が 10° ($S=0.176$) であるとするれば, 年間の侵食土量を (8) 式として見積ることができる。

$$\begin{aligned} E_{ry} &= 0.0321 R_y \sqrt{20} (-0.772 \times 0.176 + 29.6 \times 0.176^2) \\ &= 0.112 R_y \dots (8) \end{aligned}$$

(8) 式の 0.112 は, 斜面 20m- 10° を標準斜面畑と定義したときの土壌係数とみなされる。

3-3 一連降雨ごとの侵食土量の見積り

(i) 降雨係数と侵食土量の関係

一連降雨ごとに侵食土量を見積るにあたって, USLE 式を用いることには, いくらか問題がある⁵⁾。何故ならば, 一定の時期に耕運された斜面の土壌の物理的変動は, 年間を通しては, まわり

めぐってくるものであり、長年の測定結果が得られれば、USL Eから年間の侵食土量を見積ることは、かなりの精度まで可能であるが、一連降雨ごとの侵食土量を精確に見積ることは、USL Eの各項の経時的な値が得られないのであれば、不可能であるからである。ここでは、試みにUSL Eの降雨係数 R_{60} (= $E \cdot I_{60}$)^{*} または R_{30} (= $E \cdot I_{30}$)^{**}を用い、一連降雨ごとの侵食土量 E_r と R との関係を求めたものが、Fig. 1 およびFig. 2である。

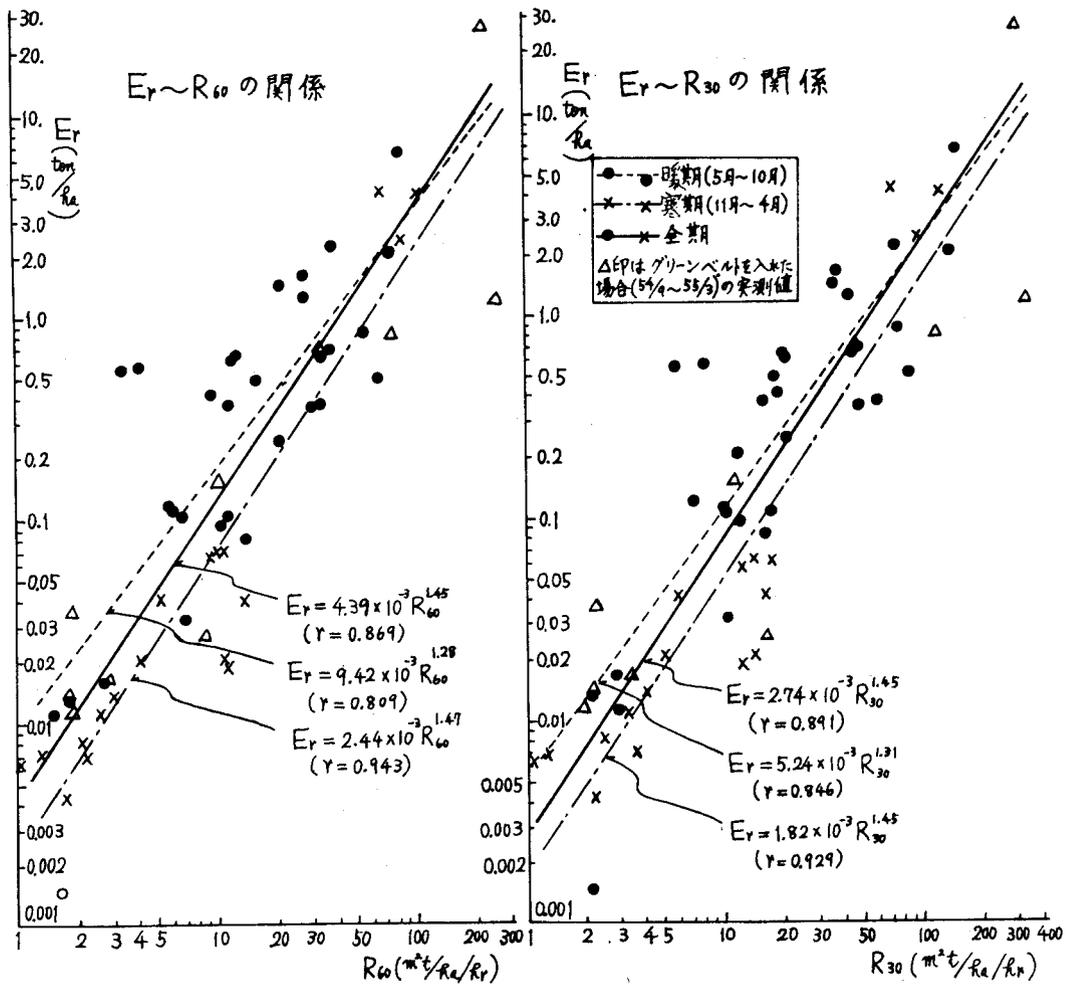


Fig. 1 20m試験区における E_r と R_{60} および R_{30} の関係 (期間 52年7月~54年6月)
 (ただし、54年9月~55年3月の間、グリーンベルトを入れた場合の実測値を追加した)

* I_{60} : ヒーフ降雨強度 (m^3/km^2 , 1時間当り)
 ** I_{30} : ヒーフ降雨強度 (m^3/km^2 , 30分間当りの2倍)

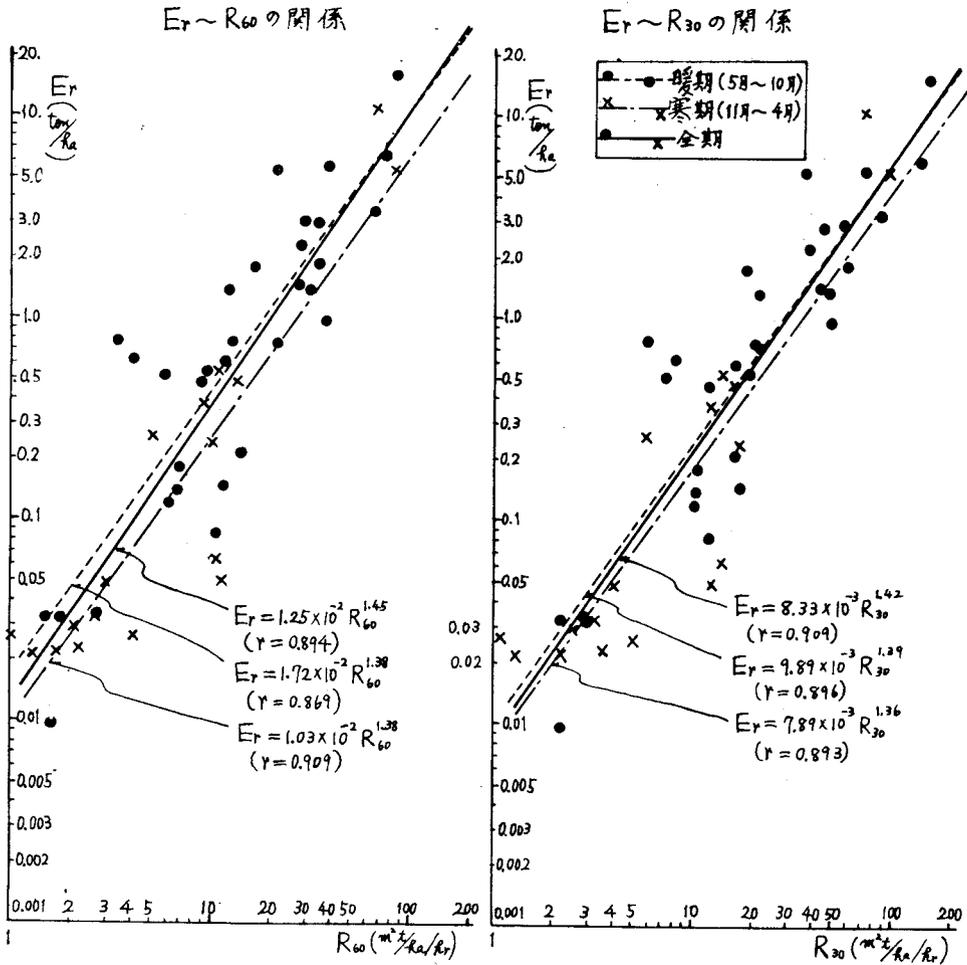


Fig.2 10m試験区におけるErとR₆₀およびR₃₀の関係(期間52年7月~54年6月)

Fig. 1, 2に示したように、1年を5月~10月の暖期と11月~4月の寒期に分けて、両対数グラフにプロットし(●印は暖期, ×印は寒期), Er とRの関係を指数関数で表わした。

予想されたように、暖期と寒期では、Er ~ Rの関係が若干異なり、寒期の方が、暖期に比べて、同じR値に対してEr値が小さいことがわかる。しかし、この傾向は、比較的少雨の小さい降雨係数の場合であり、多雨の大きい降雨係数の場合は、暖期、寒期の差違は認められない。また、Er ~ R₃₀の相関性は、Er ~ R₆₀

の相関性より多少高いということが判明した。

(ii) ピーク降雨強度と侵食土量の関係

Rの代りに、一連降雨ごとのピーク降雨強度 (I_{60} 又は I_{30}) と侵食土量 E_r の相関関係にも、高い相関性がある。

Fig. 3, 4は、Fig. 1, 2と同じように、1年を暖期と寒期に分け、両対数グラフにプロットし、 E_r と I の関係を指数関数で表わしたものである。20m試験区においては、 $E_r \sim R$ の場合と同じように、比較的 I の小さい範囲で、寒期の方が、暖期にくらべて、同じ R 値に対して E_r 値が小さいことがわかるが、10m試験区では、判然としない。また、 $E_r \sim I_{30}$ と $E_r \sim I_{60}$ の相関性の違いは、20m試験区では多少認められるが、10m試験区では認められない。

(iii) 斜面にグリーンベルトを入れた場合の侵食土量

Fig. 1おまびるに示したように、20m試験区に、幅1mのグリーンベルト（草生帯）を2本入れ、侵食土量を実測した。

(Fig. 1, 3に△印にてプロットしている)。

測定期間は、昭和54年9月上旬～3月上旬の6ヵ月間である。

(グリーンベルトの状況については、スライドにて説明する)。

少雨と極多雨の場合は、この程度のグリーンベルトによる影響は認められないが、中間雨による侵食土量は、抑止されていることが認められるようである。

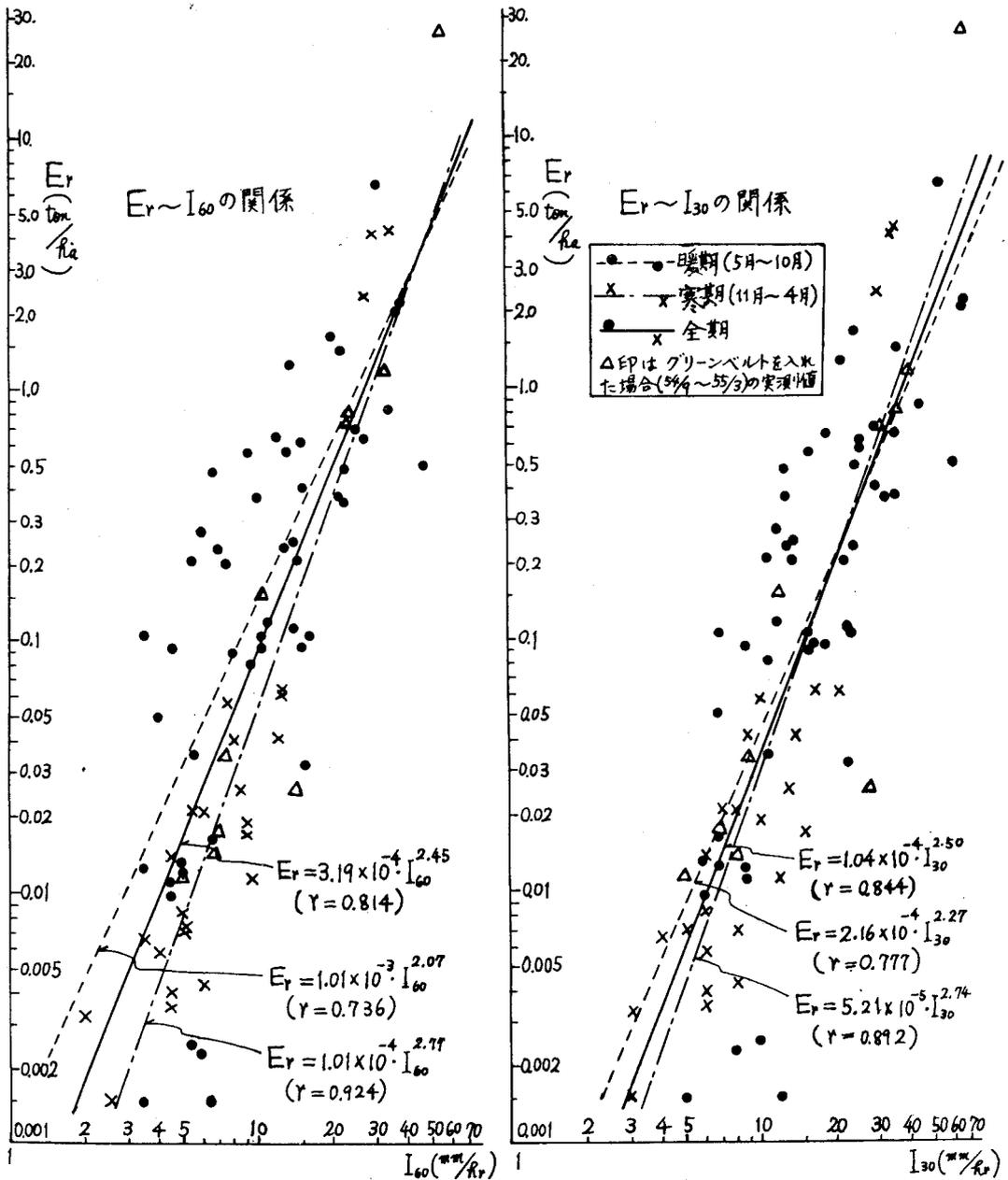


Fig. 3 20m試験区におけるErとI₆₀およびI₃₀の関係(期間52年7月~54年6月)
 (ただし、54年9月~55年3月の間、グリーンベルトを入れた場合の実測値を追加した)

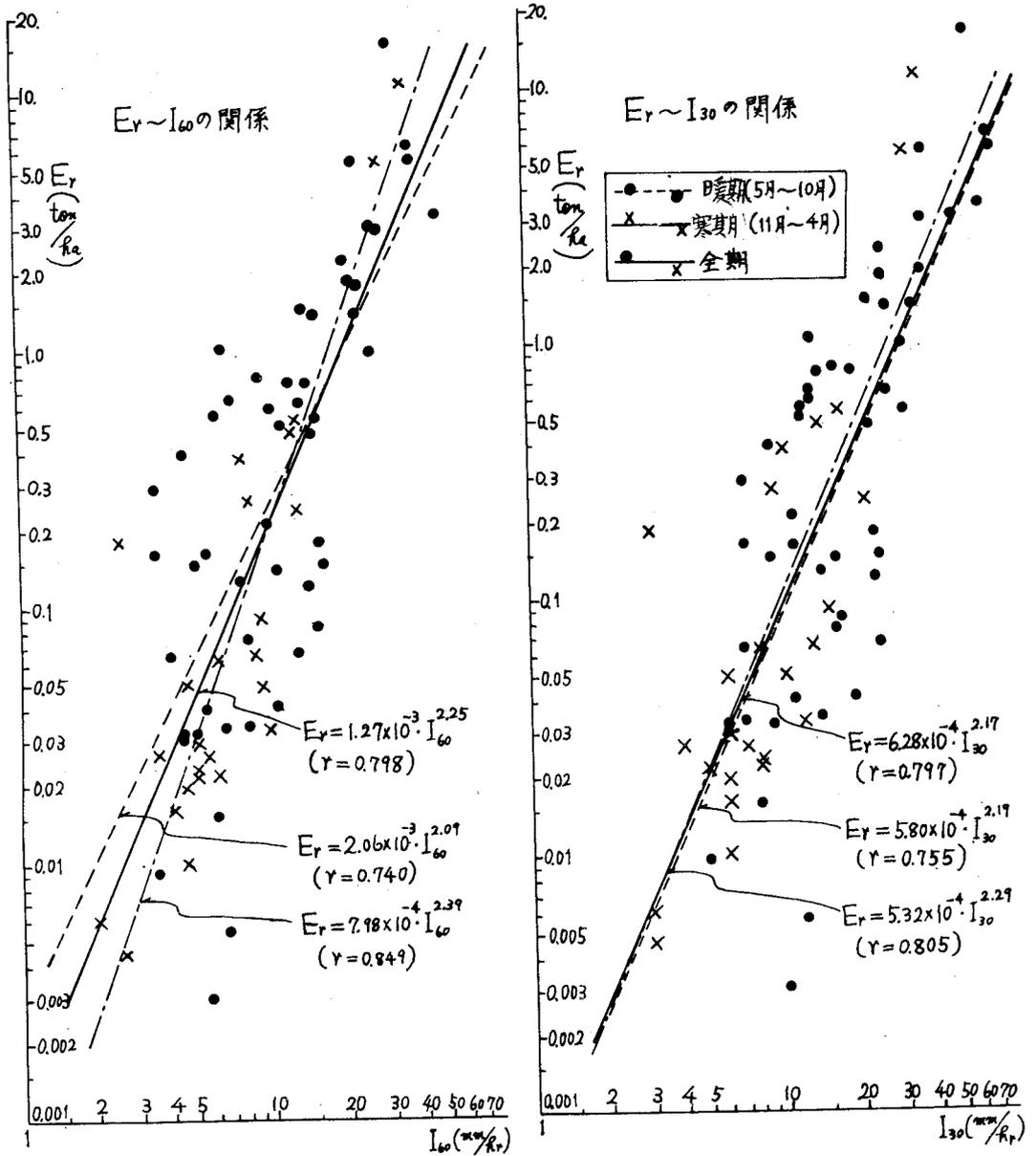


Fig. 4 10m試験区におけるErとI₆₀およびI₃₀の関係(期間52年7月~54年6月)

4. 考察

測定の結果においてものべたように、侵食土量を見積るUSLE式の適用において、その各項の評価が適切であれば、年間の侵食土量を見積ることは、かなり信頼できるであろう。ただし、土壌係数 K 、傾斜斜面長係数 SL 、作付管理係数 C 、保全係数 P などの長期変動が考えられる場合は、その変動に対応した適切な処理を施さねばならない。本研究では、黒ボク土の裸地斜面からの侵食に限定しているので、 $C=1$ であり、また、黒ボク土が有機質に富むことが一つの大きな理由となって、ガリ侵食がほとんどおこらず、土壌の表面が、薄い層(約1cm厚さ程度)ではぎとられるような面状侵食であるため、他土壌にくらべ、 SL 、 P の長期変動は、比較的小さいということがいえる。土壌係数 K については、一連降雨ごとの降雨係数又はピーク降雨強度と侵食土量の測定結果でものべたように、1年を5月～10月の暖期と、11月～4月の寒期に分けて相関性を求めると、予想されたように、寒期の方が暖期にくらべて、同じ R 値又は I 値に対して、侵食土量が小さい傾向が出ている(2～3年の測定値では断定できないが)。また、Table 2に示したように、1976年7月又は1977年7月から1979年6月までの暖期と寒期ごとに、 R 、 I そして E_r を集計し、各期ごとの、平均の $K \cdot SL$ の値を出してみると、やはり寒期の場合はいさくなる傾向がある。このことは、例えば、USLE式で、暖期、寒期別に K の評価を与えれば、より高い侵食流土土

量の見積りが可能になることを示唆している。

Table 2 Amount of R and Er, and mean of K SL in every worm and cold term

slope length (m)	slope inclination (° .')	amount of R (=EI) (m ² ·t/ha/hr)	amount of Er (ton/ha)	mean of K·SL (hr/m ²)	term of measurement (year·month/day)
20	5.45	220	6.65	0.0302	worm term: 1976·7/1~1977·6/30
20	5.45	51.5	0.842	0.0163	cold term: ; ;
20	5.45	342	7.09	0.0207	worm term: 1977·7/1~1978·6/30
20	5.45	133	4.14	0.0311	cold term: ; ;
20	5.45	375	16.1	0.0429	worm term: 1978·7/1~1979·6/30
20	5.45	217	6.91	0.0318	cold term: ; ;
20	5.45	717	23.2	0.0324*	worm term: 1977·7/1~1979·6/30
20	5.45	350	11.1	0.0317	cold term: ; ;
10	10.07	284	19.7	0.0694	worm term: 1977·7/1~1978·6/30
10	10.07	26.7	0.407	0.0152	cold term: ; ;
10	10.07	405	38.5	0.0951	worm term: 1978·7/1~1979·6/30
10	10.07	217	17.7	0.0816	cold term: ; ;
10	10.07	689	58.2	0.0845*	worm term: 1977·7/1~1979·6/30
10	10.07	244	18.1	0.0742	cold term: ; ;

* mean value of measurements in the same 2 years

[note]: 20 m-5° 45' slope was cultivated in June and December 1976, March and September 1978, and March 1979.

10 m-10° 07' slope was cultivated in May 1977, March and September 1978, and March 1979.

参考文献

- 1) 細山田健三, 吉岡孝雄: 1971年8月に発生した台風性豪雨による宮崎県内の農地災害について, 才1報, 宮大農研報, 23, (1976)
- 2) Wischmeier, W. H. and Smith, D. D.: Rainfall Energy and Its Relationship to Soil Loss, Trans. of A.G.U., 39(2), (1958)
- 3) 細山田健三, 種田行男: 黒ボクの裸地斜面からの侵食土量の推定に関する研究(才1報), 才16回自然災害科学シンポ, (1978)
- 4) 種田行男: 農地の土壌侵食の予測, 農土論集, No. 56, (1975)
- 5) W. H. Wischmeier: Use and Misuse of the Universal soil loss equation, J. Soil and Water Cons., 31(1), (1976)

国頭マージにおける流と土量

琉球大学 農学部 翁長 謙 良

1) はじめに

農地における土壌流との予測式は Wischmeier 等が提唱し、年間、エーカー当りの流と土量 A (トン) は $A = R K L S C P$ の積すなわち、降雨、土壌、傾斜、作物、保全の各要因の係数の積によって流と土量が予測できるとされ、アメリカにおいて農地保全の指針とされている。例えばアイオワ州 Jasper 地方では、降雨、土壌の係数がそれぞれ 180、0.32 であり、400 フィート、8 パーセントの傾斜畑で等高線栽培、C-C-O-M の輪作という条件では $L S = 2.0$ 、 $C = 0.13$ 、 $P = 0.6$ の値が採用され、従って $R K L S C P = 180 \times 0.32 \times 2.0 \times 0.13 \times 0.6 = 8.99$ となり、年間エーカー当りの流と土量が約 9.0 トンと予測される。種田^{D)}はわが国においても、標準試験区を設け、降雨と流と土量の実測を重ね、これらの係数化を各地方ごとに討つ必要があると提唱した。筆者は沖縄の爰食性土壌である国頭マージ地帯に試験区を設け(昭和52年より)実測を続けているのでその成果の概要を報告する。

2) 試験区の概要と実測方法

試験地は沖縄本島のほぼ中央に位置する金武村屋嘉部湾で、国頭マージが分布する南限に近い所であり、パイナップル

の栽培がさかんである。試験地は2ヶ所にあり、1ヶ所(第1試験地)は傾斜別の、他(第2試験地)は植生、裸地別の流七土量を調べるために設けた。第1試験地は3°、5°、8°で全て裸地状態で観測し、第2試験地は当初、裸地2区(ともに約10°)を設けたが、2ヶ月後に1区はパイナップルを栽植した。尚試験地の形状は全て20.0m x 2.0mである。

流七土の測定は、土砂受けに溜った土の容積を測定し、土をよくかきまぜ、その

中から500ccまたは1000cc程度をサンプリングし、乾燥秤量し、沈殿土の容積から流七土の乾土量を算出した。降雨資料は第1試験地より200m程はなれた小学校に設置されている有線ロボット気象計によるものであり。

表1 降雨エネルギー(EI値)と流七土量(第1試験地)

観測番号	降雨量(m.m)	EI値 m ² kg/hr	流七土 (t/ha)			影響降雨(m.m)と降雨月日
			8°区	5°区	3°区	
1	71	199	62.68	44.26	12.21	6/2
2	36	27	13.28	9.08	4.66	6/6
3	84	46	33.10	20.78	11.87	6/18(21), 6/19(28), 6/21(35)
4	59	9	17.19	10.43	3.61	7/8
5	183	186	110.65	83.61	63.89	8/16(15) 8/21(59), 8/22(101)
6	86	164	73.53	60.21	27.73	9/25
7	33	12	49.21	21.34	6.45	11/30
8	34	11	11.69	7.26	4.14	12/5
9	52	18	15.87	16.10	9.26	53, 2/14(25), 3/4(34)
10	104	118	58.66	33.74	26.80	3/9
11	59	45	12.74	11.56	9.06	3/18(14), 3/21(45)
12	50	16	6.39	6.86	5.93	4/6(31), 4/10(19)
13	96	33	40.75	27.85	16.61	4/16(30), 4/23(14), 4/29(52)
14	73	10	7.11	2.94	1.29	5/4, 5/4(18), 5/10(16) 5/12(20) 5/14(15)
15	94	17	4.09	2.30	0.41	5/16(27), 5/22(42)
16	104	8	1.66	1.28	0.07	6/6(13), 6/9(13), 6/11(28)
17	88	19	9.06	6.33	0.54	6/16(44), 6/23(13), 6/23(13)
18	101	28	20.14	18.03	4.08	7/19(14), 7/19(20), 7/21(16), 7/23(24)
19	61	4	6.16	5.76	1.32	8/8(19)
20	40	9	25.37	17.13	4.51	8/15(29)
21	65	3	13.67	11.70	4.47	8/23(26)
22	106	83	21.83	16.73	9.60	8/26(18), 8/27(64), 8/27(22)
23	101	12	4.12	3.92	1.54	9/27(71), 9/27(25)
24	275	162	26.54	24.80	11.79	10/28(23), 11/2(185)
計	2031	1149	645.59	464.00	241.84	

3) 結果および考察

①降雨：降雨特性の中で侵食に最も関係の深い要素として、降雨強度があるが、それを評価する指標の一つに Wischmeier 等の提唱した降雨エネルギー (

$E = 916 + 331 \log i$) があるが、これにより観測期間中の1雨13mm以上の降雨をもとにエネルギーを求めると、第1試験地で1147 ($m^2t/ha \cdot hr$)、第2試験地で2141である。第1試験地は観測に中断があるので降雨エネルギーの対比はできないが、第2試験地の値は那覇における15ヶ年(1959~1973)平均値(775)よりかなり高い値(856)である。また総雨量4567mm中77パーセントが侵食に影響している。表1, 表2に観測結果を示す。
図みに沖縄の降雨特性に

表2 降雨エネルギー(EI値)と流土土量(第2)

観測番号	降雨量(m.m)	EI値 $m^2t/ha \cdot hr$	流土土量(%)		影響降雨(m.m) と降雨月日
			植生区	裸地区	
1	59	13.66	21.67	17.41	43(7/8)
2	59	7.17	38.15	23.25	32(7/29)
3	202	182.46	84.75	76.06	59(8/21), 101(8/22)
4	146	30.97	44.24	39.47	98(9/9)
5	130	170.40	89.95	84.27	86(9/25), 17(10/7)
6	112	57.40	18.80	10.86	90(11/17)
7	35	12.07	1.53	0.32	33(11/30)
8	106	18.29	8.10	9.58	16(12/29), 35(12/30) 30(12/31), 25(1/1) 7(1/24)
9	10	2.26	2.84	0.19	20(1/27)
10	24	1.88	2.06	0.04	25(2/14), 20(2/16)
11	88	7.93	5.14	1.27	34(3/4), 21(3/9), 83(3/9)
12	138	132.97	98.45	77.86	14(3/18), 45(3/21)
13	59	44.97	14.63	10.52	31(4/6), 19(4/10)
14	50	16.46	44.61	35.40	30(4/16), 14(4/23)
15	215	156.16	88.76	97.82	17(5/8)
16	17	3.86	3.19	4.16	15(5/10)
17	15	5.52	28.27	32.98	21(5/20), 13(6/3) 20(6/6), 29(6/7)
18	83	16.11	5.81	3.22	28(6/18), 36(6/19)
19	64	25.61	40.53	59.97	13(7/9), 17(7/12), 19(7/14) 32(7/28), 16(7/29), 20(7/30)
20	254	92.80	115.81	173.00	90(7/31), 18(8/1), 29(8/4) 19(8/11), 23(8/12) 07(8/15), 16(8/16)
21	165	104.40	64.70	132.70	32(8/26), 78(8/27), 25(9/9)
22	135	168.45	18.38	65.05	54(9/6), 45(9/8)
23	99	90.35	2.17	12.43	15(9/10), 35(9/11), 31(9/21)
24	81	40.31	20.42	57.28	26(9/22), 28(9/24)
25	54	29.36	4.34	11.77	31(10/12), 18(10/13) 66(10/13), 42(10/14)
26	157	80.30	27.42	58.78	19(10/28)
27	19	1.71	0.13	0.51	50(12/9), 20(12/10)
28	70	65.15	18.45	41.13	51(1/29), 13(1/30), 27(2/5)
29	184	81.02	6.37	28.02	36(2/10), 44(2/14), 13(2/14) 13(3/17), 32(3/19)
30	45	17.34	3.06	27.92	30(4/19), 77(4/26)
31	243	58.80	4.30	41.10	24(5/1)
32	58	11.56	7.50	30.10	18(5/4), 16(5/10), 20(5/12) 15(5/14)
33	73	9.69	1.50	12.80	27(5/16), 42(5/22)
34	94	17.20	0.40	6.50	13(6/6), 13(6/9), 26(6/11)
35	104	8.37	3.60	15.70	44(6/16), 13(6/23), 13(6/23)
36	88	18.49	4.40	40.40	14(7/19), 20(7/19), 16(7/21) 24(7/23)
37	101	27.74	9.30	36.00	19(8/8)
38	61	4.12	3.20	4.10	29(8/15)
39	40	8.93	16.00	32.50	26(8/23)
40	65	2.68	9.90	14.00	18(8/26), 64(8/27), 22(8/27)
41	106	83.21	47.20	46.50	15(9/5), 17(9/19)
42	47	9.87		5.26	71(9/27), 25(9/27)
43	101	11.64	1.59	2.10	118(10/18)
44	141	25.99	1.85	11.57	23(10/28), 185(11/2)
45	275	162.38	3.74	35.43	13(11/18), 13(12/23), 16(12/23)
46	95	3.18	0.22	1.45	
計	4567	2141.19	1038.63	1527.75	3513

ついて検討してみ
ると、①那覇にお
ける雨滴の粒度分
布を福岡のそれと
比較してみると図
1のとおりである
。那覇の分布図は
1972~1973の28回

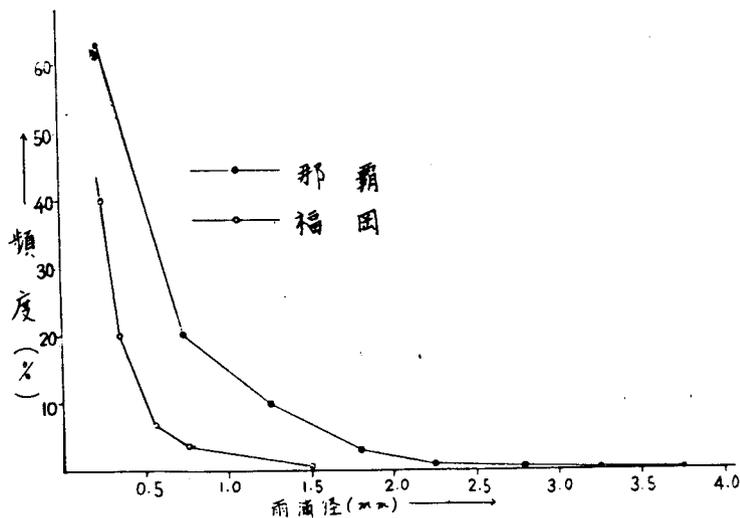


図1 雨滴径の分布

の降雨に対して、506回の採取結果から得た6万5千余滴をもと
にしたものであり¹⁾、福岡のそれは三原²⁾が1947年に16回の降雨につ
いて採取しに約3万滴の分布図である。両者の間に測定方法の差
異があり、直接対比はできないが、概して沖縄の場合はより大き
い雨滴が分布するほかに小さい雨滴も多い。

つぎに雨滴の分布とそれぞれの雨滴径別の雨量を図2でみると
、径1.0~1.5 mmの分布の外は図1と大体同じ傾向を示しているが

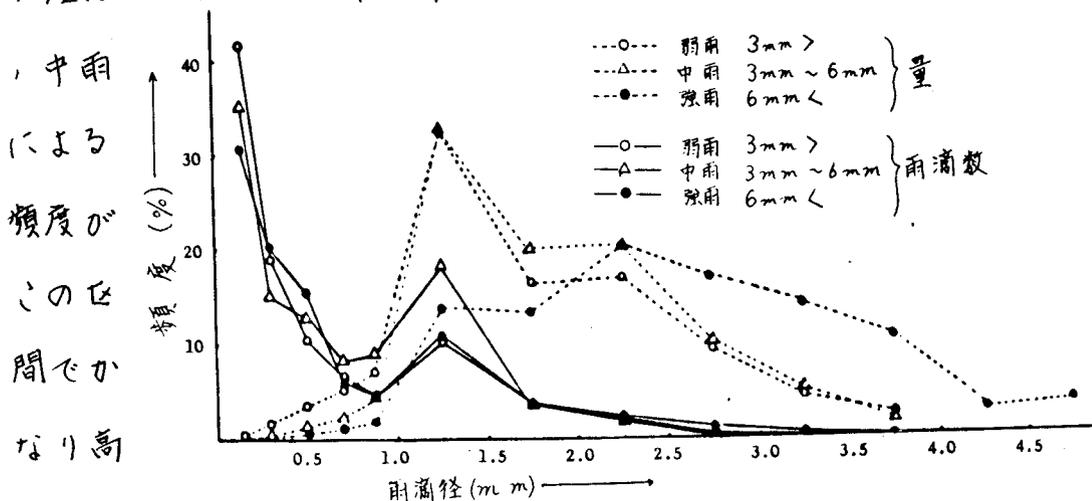


図2 那覇における雨滴と量の粒径別分布(126556滴)

中雨
による
頻度が
この区
間でか
なり高
いこと

が注目さ

表 5 月別 10 分間 確率降雨強度

れる。そ
して雨量
も 1.0~1.5
mm の雨
新によっ

確率 年	月 場所	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
		2	名護 那覇 石垣	6.5 7.3 6.9	6.8 8.2 7.2	9.4 8.4 9.1	8.3 8.4 9.8	12.4 12.5 11.1	15.7 13.1 11.2	11.9 9.3 9.2	14.6 11.3 9.9	9.8 9.7 10.6	11.5 8.8 8.9		6.1 8.2 6.6	6.3 6.4 6.4	統計年 名護 1966-1999 那覇 1941-1994 石垣 1972-1999
5	名護 那覇 石垣	10.5 11.7 11.0	12.1 12.1 11.4	13.8 13.6 14.6	12.2 13.1 15.1	17.8 17.1 17.1	20.5 16.9 15.7	16.7 13.2 14.2	21.2 15.2 13.4	14.0 12.8 15.1	16.1 13.5 13.3	10.8 13.0 10.7	9.0 11.4 10.8	
10	名護 那覇 石垣	13.2 14.7 13.8	16.1 14.7 14.3	16.9 17.3 18.3	14.8 16.5 18.5	21.6 19.6 21.1	23.5 19.1 18.6	19.8 15.6 17.8	25.6 17.5 15.5	16.9 14.5 17.9	18.8 16.6 16.1	14.6 16.2 13.8	10.5 15.5 14.3	

てより多くもたらされ、10mm以下の雨滴による雨量は極めて少ない。②表5で月別10分間確率降雨強度をみると、各地とも、2年確率で毎月6mm以上の雨が出現することになり危険降雨がかなり多いとみられる。③前述の降雨エネルギーについて裡田が算出した値をもとに我が国の多雨地帯である高知、那覇と那覇を比較すると図3のとおりである。年平均の値は高知(784)、那覇(775)、宮崎(682)

の順であるが、那覇の降雨特性として、年間を通じて高エネルギーの降雨があり、土壌侵食のポテンシャルが高いことがいえよう。藤原⁴⁾は雨滴の粒径分布の差異による雨滴のエネルギーに重点を置いて

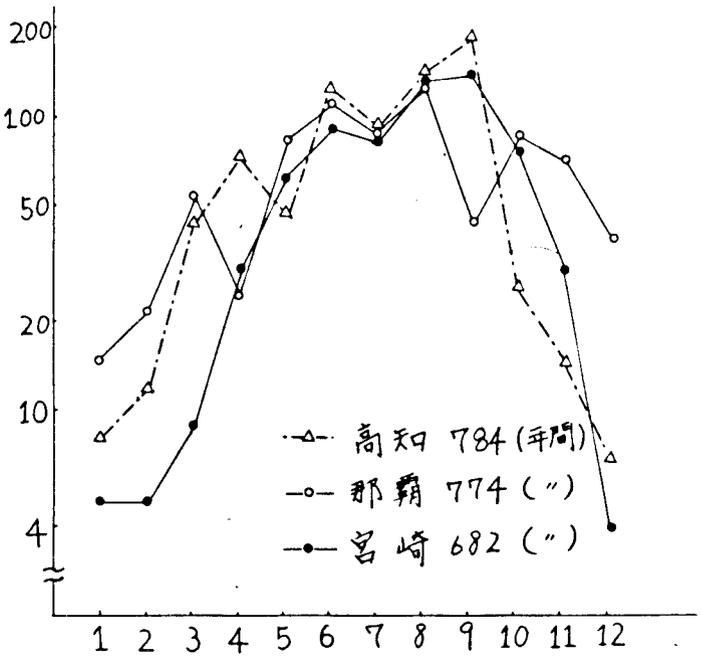


図3 月別降雨エネルギー(m²t/ha.hr)
昭和34~48年の15年平均値

理論解析を行ない、山口の雨と比較して

沖縄の雨は一般にその強度が大であることを指摘している。

② 土壌：表3、表4は第2試験地の土壌の物理性と粒度分析結果である。本

土壌は非固結堆積岩を母材とする淡積

世堆積土で赤色土に属し、土層の深い

細粒質土壌である。中ないし強酸性を

呈し、侵食に弱くガリが生じやすいとい

われているが⁵⁾、土壌の分散率の点では国頭マージの中では比較的低い方に属する。また粘土鉱物はカオリナイトが多く、次にバーミキュライトあるいはイライト類が含まれる。国頭マージの他の特性として、含水比が27% (PF値で約3.7) 前後で水滴による崩壊に対して強いこと、20% (≒ 4.8 PF値) 前後に崩壊性が急増し、15% (≒ 5.0 PF値) 附近で最大になること等である。

③ 試験区別流七土量：雨滴の運動エネルギーの計算式 $E = 9/16 + 33/160 \rho v^2$ において禮田は1時間降雨強度をもとにEを求め、我が国各地の降雨係数を算出している。Eを上記の式より算出し、E値として表わし、試験区別に流七土量との関係を表し、表2に示した。

1) 傾斜別のもものは昭和52年6月から昭和54年11月までの観測に基づくものであるが(53年5月から54年4月までは中断) 24回の

表3 試験地土壌の物理性

比重	2.70	間ゲキ率	54%
塑性限界	24%	透水係数	5.290×10^{-3}
液性限界	47%	分散率	42.0
塑性指数	23	侵食率	61.8

表4 マージの粒度分析結果

分類名	粒径 (mm)	含有率 (%)
レキ	2 以上	5.0
粗砂	2 ~ 0.42	9.0
細砂	0.42 ~ 0.074	24.0
シルト	0.074 ~ 0.005	16.0
粘土	0.005 ~ 0.001	46.0
コロイド	0.001 以下	34.0

観測を得た。なお観測番号13まではレキ質で粘土分の少ない(24%) 固頭マージであり、14からは粘土分の多い(60%) 土壌に入替えた。観測番号9, 12で5°区の方が8°区より大きい値を示す他は傾斜度の高い方が流と土が多いという予想通りの結果であるが、5°区と3°区の流と土量の差は8°区と5°区のそれの差より粘質土において大きいことがわかる。土壌別に流と土量(t/ha)をみると観測番号13までは8°区, 5°区, 3°区でそれぞれ506, 353, 202であり14以降は同様の順で120, 111, 40である。これを土壌の比重(1.6)をもとに土層厚に換算すると前者において3.6 (cm), 2.5, 1.4であり、後者は1.0, 0.8, 0.3である。因みに両者の分散率は64と42であった。

ロ 植生・裸地区別の

観測期間は昭和52年7

月～昭和54年12月で46

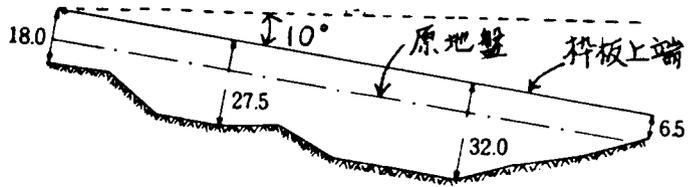


図4 裸地区の侵食(縦断面図)

回の観測を行なった。植生区にはパイナップルを栽植(昭和52年10月)(たが、藤川等⁶⁾が指摘しているようにパイナップルは植付後約1年間は土壌侵食抑制効果が殆んど期待できない。最初の1年の観測結果はそのことを実証している。(しかし植付後2年目からは被覆効

果と相まって、根の発育による土壌保定

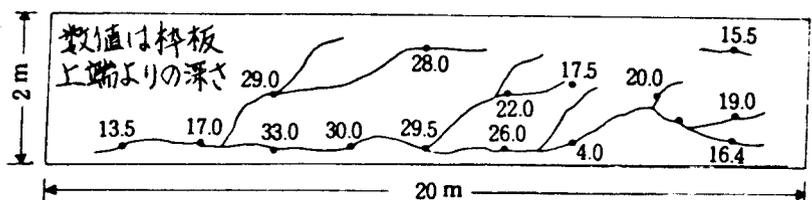
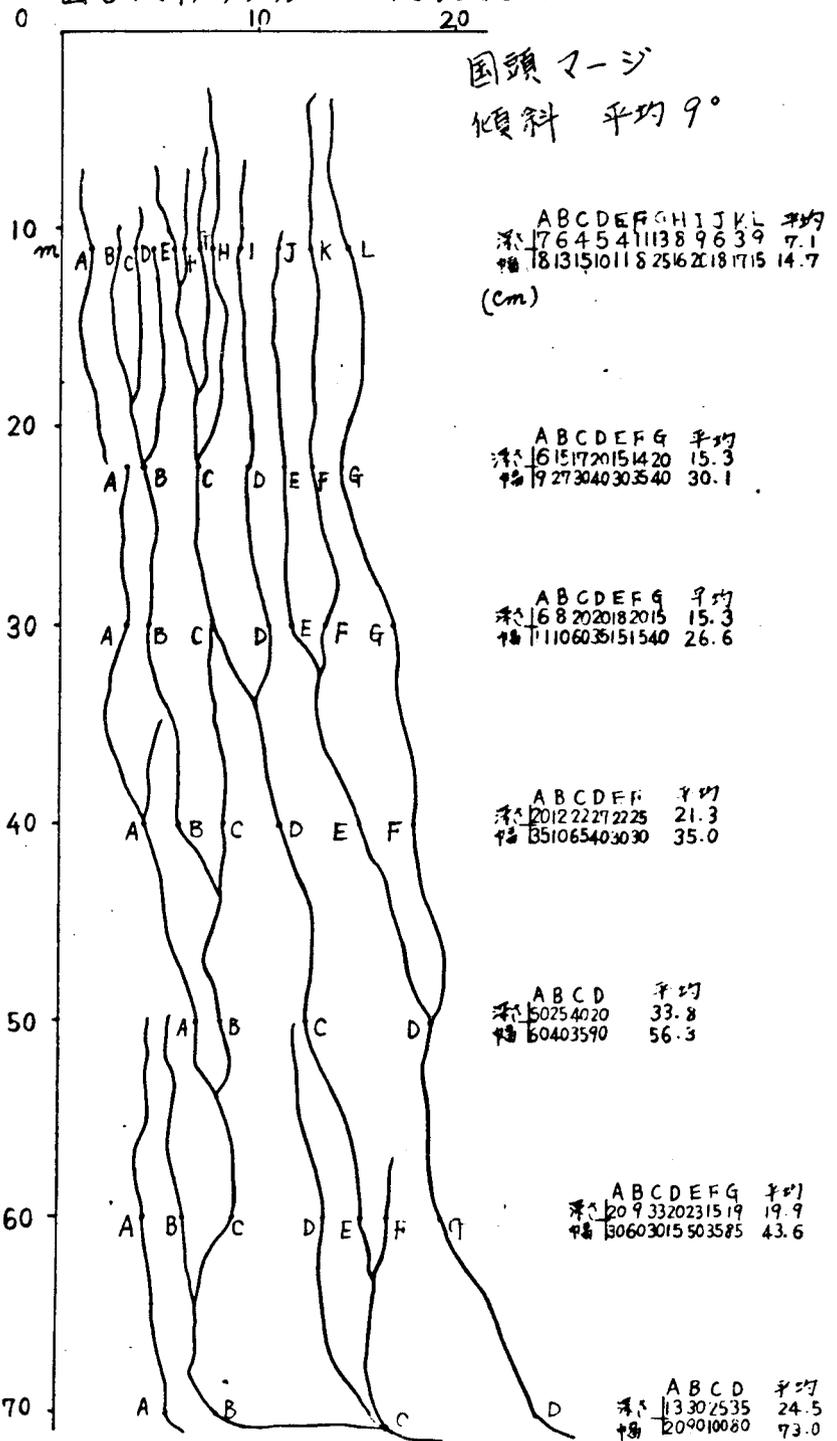


図5 裸地区の侵食状況(平面図)

作用も強化され、侵食抑制効果がかなりあるものと思われる。

④ 侵食の形態：図4，図5は裸地区の中央縦断面図および平面図である。昭和53年4月の状態で試験区として使用してから23ヶ月後である。図4において、下方より1/3の距離の個所が最も大きく侵食

図6 パイナップル畑の侵食状況



されている。上部は流去水による運搬作用の影響がなく、また下流部は土砂が増積するため、殆んど原地盤面の高さ変わらない

。図5の平面図から侵食状況をみると上流部で生じたリルが、低位部のリルへ合流し、末端では一つのがり状の水みちを形成する。しかし下層土が硬いのではげしいがりに発達することはない。また水みちの深さは数字で示しているように上方より $\frac{2}{3}$ の距離附近で最大となっており、掃流力が大きく影響していると考えられる。このことは試験区の性質上必然的なものであろう。図6にパイナップル畑の代表的な侵食状況を例示する。

4) ちすび

・第1試験地は昭和52年6月より、第2試験地は同年7月より観測を行ってきたが、それぞれ24回、46回の測定結果が得られた。結果をまとめるとつぎのようである。

- ① 傾斜度別では流七土量は 8° 、 5° 、 3° の順に減少し、観測番号3までの土壌では流七土量と降雨エネルギーの関係を指数関数で表わし、それぞれの相関係数を求めると 0.74 (8° 区)、 0.84 (5° 区)、 0.89 (3° 区)であった。
- ② 裸地、植生別では、観測番号30までは前項の相関係数はそれぞれ、 0.66 、 0.79 であるがその後の観測値では 0.85 、 0.77 と裸地区の方が高くなっている。
- ③ 植生区においてはパイナップルの生育令とともに流七土量の減少がみられ、植生としての侵食抑制機能がかかなり高まったとみられる。
- ④ 裸地区においては多くのリル状の水みちがみられるがある硬

度に達すると侵食作用は弱まり層状侵食を伴った土砂流出形態をこる。

参考文献

- 1) 禮田行男 1975 農地の土壌侵食量の予測. 農業土木学会論文集, 56, 8-11
- 2) 翁長謙良 1974 沖縄における農地保全の基礎的研究IV 琉球大学農学部学術報告21, 173~180
- 3) 三原義秋 1951 雨滴と土壌侵食 農業技術研究報告 A(1) 1~59
- 4) 藤原輝男 1975 沖縄開発に伴う土地環境の変化と防災に関する研究—沖縄の降雨特性—, 文部省自然災害特別研究成果報告 38-45
- 5) 沖縄県農業試験場 1976 昭和50, 51年度地力保全調査(北部編) 36-37
- 6) 藤川武信 翁長謙良 1974 沖縄北部におけるパイナップル園の土壌侵食 第11回災害科学総合シンポジウム講演論文集

アメリカにおける土壌侵食研究

島根大学農学部 今尾昭夫

まえがき

農業の近代化を目的とする山間部の農地開発において、農地の侵食と保全の問題は、その計画、設計の段階から施工、管理に至るまで、常に考慮しなければならぬ。従来、我が国における農地は、水田が主体であって、傾斜畑地の保全については、あまり顧りみられなかつたため、土壌侵食の研究がなされてこられ、これに対する考え方の基盤すら確立されていぬ実状にある。

筆者は、この土壌侵食について先進的な研究業績をもつアメリカにおける研究と実態および手法について調査研究する機会を得たので、その概略を報告する。

1 研究の方向

アメリカにおける土壌侵食の体系的な研究は、農地の土壌侵食災害を多く受けた中西部の Corn Belt 地帯において、侵食に作用するそれ以外の要因の相互関係を調査するため、基礎的な降雨侵食に関するデータを収集しはじめた 1929 年から始まる。といわれる。そして試験的な研究、測定が行はれるにつれて、降雨による土壌侵食量の予知方法、または予知式が生れ、1940 年、A.W. Zingg の発表した土壌損失と傾斜角、傾斜長の関係式は

当時、アメリカで利用できる全ての降雨による土壌侵食のデータをを用いたもので、その量的な基礎を土壌の研究として高く評価された。さらに1944年から47年にかけて W.D. Ellison は、土壌侵食現象を土壌の分離と輸送現象に分けて考え、これらは別々に研究されるべきであることを提示した。これらの研究は、前者が土壌侵食量予知に対する汎用的な実用経験式へ、後者は数学的手法への基礎的な考え方へと発展して現在に至っている。

従って、アメリカにおける土壌侵食の研究は、大別すると土壌侵食にかかわる各要因を、長期間のデータの収集によって侵食量を評価する実用的な経験式の充実に、ひまに概念的領域を脱してはいないが、土壌侵食の数学的シミュレーションの2つの方向で進められているといえる。また、最近では、長大な斜面を流下する水の水質汚染が社会的問題を引き起こし、土壌侵食が水質汚染の原因として追究されるようになり、かつては土壌侵食を、単に農地の生産力減退につながるものとして対処していたものが、下流への公害問題としてとりあげられるようになった。ここでは、傾斜農地における土壌侵食量の予知に関する研究について述べる。

2 土壌侵食に対する実用式

土壌侵食量の予知に関する研究は、主に United States Department of Agriculture (USDA) に所属する各地の Agricultural Research Servis (ARS) の研究官が中心となってアメリカ中西部の州より

発展した。1940年代は、各地において、土壌侵食のデータの収集から、その地方の侵食量予知式を求めながら改良を進めたが、一般性につけたものが多かった。しかし、1950年代の後半に至り、土壌侵食が深刻な地域のごくどこにも適用できる土壌損失予知式が開発された。その基礎となる式は、限定された地域における予知式を改良して得られたもので、その特徴のいくつかを残しているものの、降雨の侵食に対する効果に新しい評価方法を導入することによって、あくまでも一般性ということに重点を置いた予知式である。

土壌侵食に影響を及ぼすものは、1) 降雨の侵食性、2) 土壌の侵食性、3) 傾斜の長さ、4) 傾斜のこう配、5) 耕作方法、作物の生育状態、6) 施工をゆる保全工法 であり、これらを組合せて傾斜農地からの土壌損失を算定するもっとも包括的な式として、Universal Soil-Loss Equation (USLE) が生れた。

USLE は次式であらわされる。

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

ここで、A: 平均年間土壌損失 (ton/acre)、R: 降雨係数、K: 土壌侵食係数、L: 傾斜長さ係数、S: 傾斜こう配係数、C: 管理、作付係数、P: 保全係数 である。つぎにこれらの諸係数について述べよう。

A : ホ場形式地域における降雨による平均年間土壌損失の算定値で、通常年間のエーカー当たりのトン数で表される。

R : 異った地域における降雨強度、降雨継続時間、降雨の頻度の違いを考慮した降雨に関する係数として、各降雨エネルギーの合計に、降雨の最大30分降雨強度を乗じ、100で除した値である。この値は、連続22年の降雨記録より算出され、降雨侵食係数 (Rainfall Erosion Index) として、図-1に示すような等侵食線の形で示されている。またこの値の年



図-1. 西部地区以外の等侵食線 (平均年間R値)

図-1. 西部地区以外の等侵食線 (平均年間R値)
 大30分降雨強度を乗じ、100で除した値である。この値は、連続22年の降雨記録より算出され、降雨侵食係数 (Rainfall Erosion Index) として、図-1に示すような等侵食線の形で示されている。またこの値の年

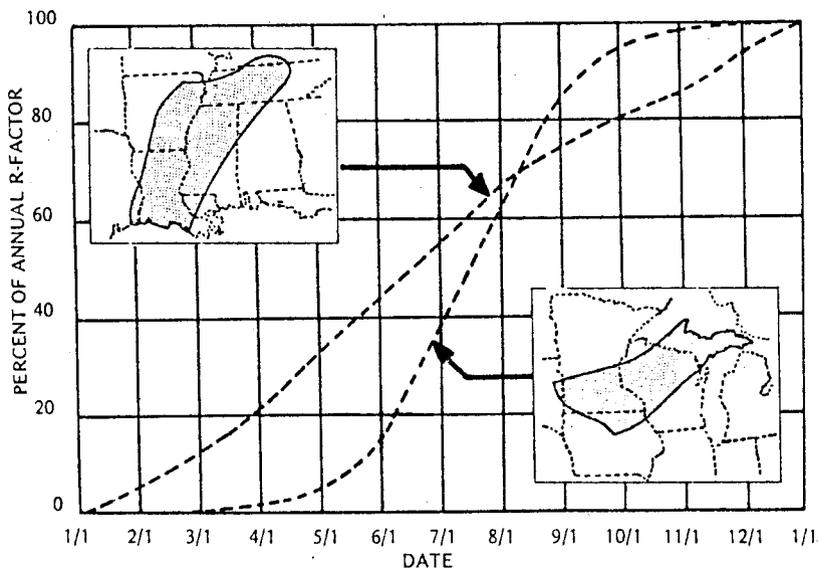


図-2. 2地区における年間のR値分布

間にわたっての分布は、図-2のように、地域、月によって変化するので、図-1の値は、年間を通じての平均値を得るために用いられる。

表-1. 中部・東部におけるK値

K	Soil	Location Where Evaluated	K-factor
K : 土壌の侵食性の係数で、土壌のもつその水の特性—水の吸水性、降雨および流出による分離、輸送に抵抗する性質等—の組み合わせ	Dunkirk silt loam	Geneva, N. Y	0.69
	Keene silt loam	Zanesville, Ohio . . . . .	.48
	Shelby loam	Bethany, Mo. . . . .	.41
	Lodi loam	Blacksburg, Va . . . . .	.39
	Fayette silt loam	LaCrosse, Wis. . . . .	.38
	Cecil sandy clay loam	Watkinsville, Ga . . . . .	.36
	Marshall silt loam.	Clarinda, Iowa . . . . .	.33
	Ida silt loam	Castana, Iowa. . . . .	.33
	Mansic clay loam.	Hays, Kansas . . . . .	.32
	Hagerstown silty clay loam.	State College, Pa. . . . .	.31
	Austin clay	Temple, Tex. . . . .	.29
	Mexico silt loam.	McCredie, Mo . . . . .	.28
	Honeoye silt loam	Marcellus, N. Y. . . . .	.28
	Cecil sandy loam	Clemson, S. C. . . . .	.28
	Ontario loam.	Geneva, N. Y . . . . .	.27
	Cecil clay loam	Watkinsville, Ga . . . . .	.26
	Boswell fine sandy loam	Tyler, Tex . . . . .	.25
Cecil sandy loam.	Watkinsville, Ga . . . . .	.23	
Zaneis fine sandy loam.	Guthrie, Okla. . . . .	.22	
Tifton loamy sand	Tifton, Ga . . . . .	.10	
Freehold loamy sand	Marlboro, N. J . . . . .	.08	
Bath flaggy silt loam	Arnot, N. Y. . . . .	.05	
Albia gravelly loam	Beemerville, N. J. . . . .	.03	

に効果を含み、土壌の侵食に対する反応性の尺度である。この値は、例えば表-1に示したように、各地の土壌について算定されており、単位降雨係数当りに対するエーカー当りの土壌損失のトン数として表わされる。

L : 傾斜長さの係数で、傾斜上流部からの距離の増加によって、より大きい流出の効果を示す。

S : 傾斜こう配の係数で、こう配が増加するにつれて、流出による侵食性が増すことを示す。

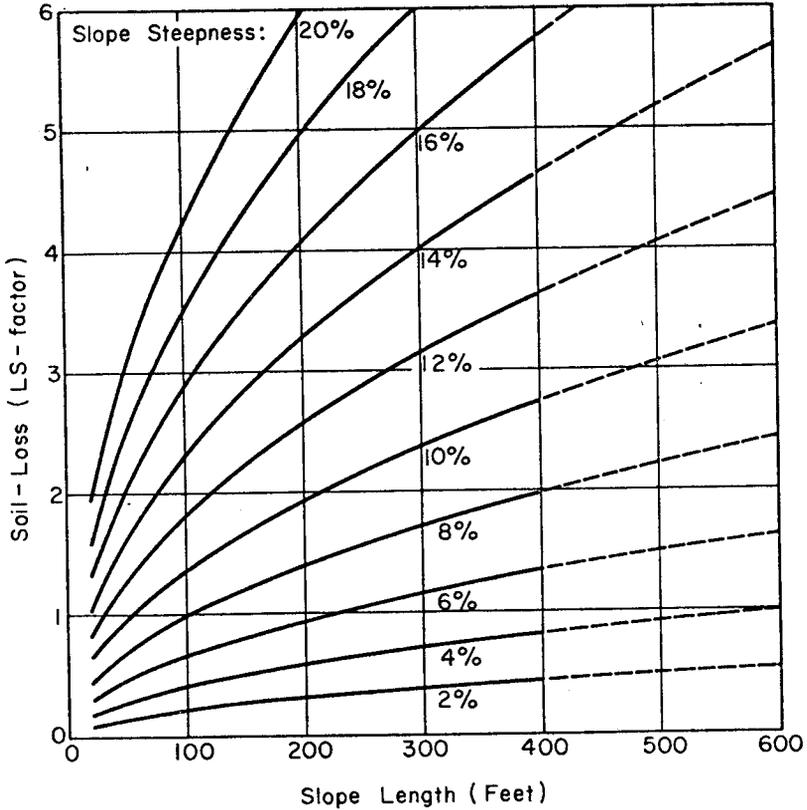


図-3. 傾斜長と、こう配係数(L・S)

USLEに適用させるため、L、Sの係数は、図-3
に示すように、L・S係数としてまとめて表される。

- C : 管理および作付係数で、草生、マルチングの効果等、
土壌表面の状態を示す。裸地で比較的均一な表面をもち、
耕起された土壌では $C = 1.0$ とし、ワラ等によってマルチングが
なされるとCの値は減少して、芝等をうまく草生させたところは
 $C = 0$ となる。従って、侵食を制御する手段の一つとなる。
- P : 侵食制御方法の係数で、テラス、等高線栽培等の保全
方法の効果を示す。従って保全工法が施工されている

いところでは $P=1.0$ である。

これらの係数値は、各地の試験場で現在もなお多くの研究者により、長期間の実測、観測が続けられ、データの収集が精力的に行われており、これらの適用可能なとき公表されている。しかし、侵食量の算定は、これらの係数の積であるため、2, 3の係数の比較的小さい変化でも、かなりの影響をおよぼすため、係数値の決定には慎重を期している。

また、USLEは、耕作地に農地の年間の平均的侵食量に対して適用されるもので、特定の降雨、あるいは期間における土壌侵食量を算定する場合は使用できない。それは、一降雨の大きく変化する流出量、降雨時間、被覆の程度、および土壌の状態等が、年間平均に較べるとかなりかけはなれた状況を呈するからである。従って、最近では、この式を改良し、特定降雨期間における土壌侵食量が可能となるよう研究が進められている。

3 土壌侵食の数学的モデル

土壌侵食に対する数学的はとりあつかいは、土の侵食性を、土の分離と輸送の過程と定義し、これらの成分は別々に研究とれるべきであることを指摘した W.D. Ellison の考え方が基調となっているが、要因の複雑さから実用化の段階には至っていない。

土壌侵食の過程は、a) 雨による分離、b) 雨の輸送能力、c) 流出による分離、d) 流出の輸送能力 の4つの成分に分け

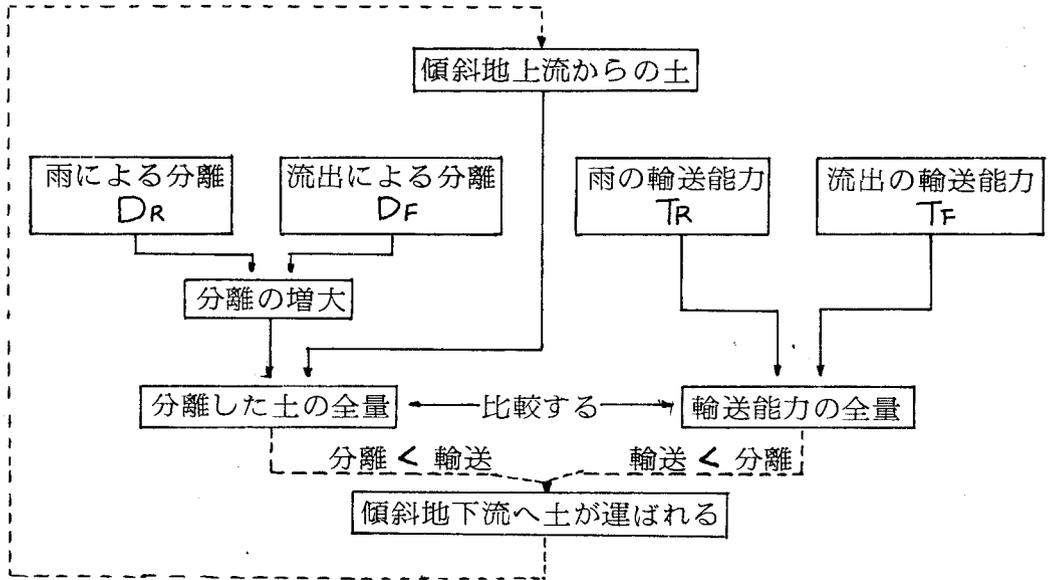


図-4 土壤侵食過程のモデル

られ、それぞれが相互関係を持ちながら進行するということから、図-4に示すような数学的モデルが考えられ、土壤侵食のシミュレーション研究が行なわれている。この手法は、傾斜を長と方向に小区分で分割し、それぞれの小区分での有効な輸送土は、その区分内の雨と流出による分離した土と、傾斜地上流から運ばれる土との合計したものである。そして、この合計は、雨と流出による輸送能力とその小区分の最終点と比較され、もし、全分離土が輸送能力より小さければ、分離土が限定条件となりながら、つぎの小区分へ運ばれ、逆に輸送能力が全分離土より小さければ、輸送能力が限定条件となり、つぎの小区分へは輸送能力分だけが運ばれることになる。従って、この方法によれば、傾斜の上流から下流までの土と水との過程が定められ、土壤侵食は、あらゆる点において、また傾斜沿いの各々の位置でどのように土の移動をと

もなつた動的な過程としてシミュレートすることが可能となる。
 さらに、この考へ方は、土壌侵食を決定する要因が分離、あるいは
 輸送についての限定条件があることを示しており、これは侵食
 に対する保全工法の開発に重要な意味をもつことになる。

このモデルにおける4成分の評価については、過去の研究結果
 や、水理学的考察からつぎのように表している。

- 雨による分離 : $D_R = S_{DR} A_i I^2$
- 雨の輸送能力 : $T_R = S_{TR} S I$
- 流出による分離 : $D_F = S_{DF} A_i \varphi^{\frac{2}{3}} S^{\frac{2}{3}}$
- 流出の輸送能力 : $T_F = S_{TF} \varphi^{\frac{5}{3}} S^{\frac{5}{3}}$

ここで A_i : 増加面積, I : 降雨強度, S : 傾斜こう配, φ :
 流量, S_{DR} , S_{TR} , S_{DF} , S_{TF} : 4成分の土壌影響度である。

しかし、これらは正確に定義されたものではなく、とくに4成分の
 土壌影響度の評価もいまだなされておらず、あくまでも概念的な
 表現にとどまっているようであるが、土壌侵食に対する数学的手法
 として、興味のある提案と考へられる。

これらの他、USLEの各係数について、数学的な手法をとり
 入れた研究も散見されるが、いおれにしてもいまだ評価される段
 階には至っていないようである。

4 土壌侵食に関する実験および実測

土壌侵食に関する実験および実測は各州の農事試験場を中心に

行なわれており、とくにUSLEの各係数に関する測定が、長期にかたって続けられている。

室内実験では、雨滴に対する実験から、大型の可傾土槽を用いての実験まで、幅広く行なわれており、その特色ある研究成果が得られている。これらの室内実験に用いられている雨滴発生装置（人工降雨装置）は、一部に数水方式もみり水化が、主に水圧変化およびノズルの口径変化を利用したタンク方式がとられ、ノズルに注射針を用いた

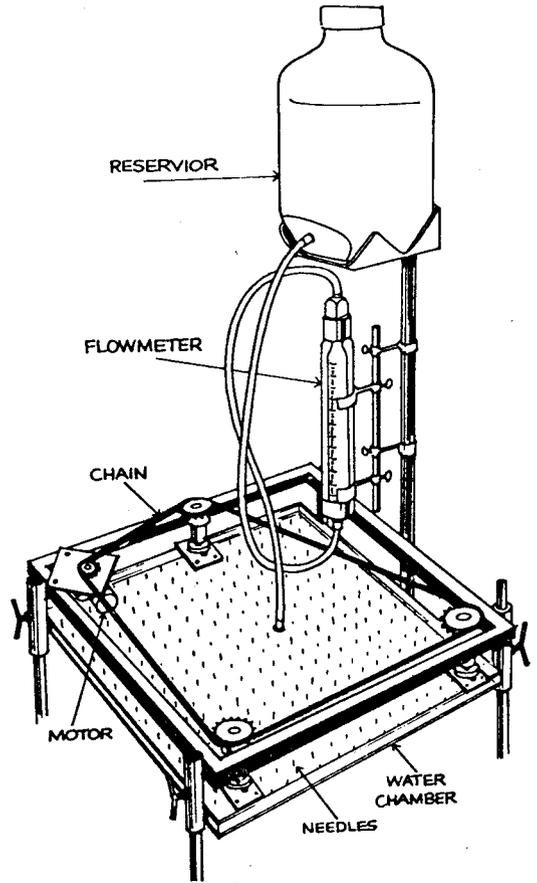


図-5 雨滴発生装置

型が多かった。図-5にその一例を示したが、高さは10m前後から2mぐらゐまで、いろいろであった。

野外実験は、自然降雨に対する木場内の柵試験が主となっており、作物生育、種類、および傾斜別に数多くの試験区が設けられており、長期にわたる実験が行なわれている。一方、大型の移動式人工降雨装置による野外柵試験も行なわれていたが、使用されている人工降雨装置は、放射状にとりつけた7.5mのパイプにスリットノズルをつけてパイプを回転させながら数水する回転方式

(Rotating- Boom Rainfall Simulator), および木場に高架を組み、その上に散水ノズルをならべた高架方式が用いられている。これらは主に、各地の土壌係数の測定、あるいはその他の実験、実測に使用されて成果をあげている。

5 農地保全法について

広大な Corn Belt 地帯における農地保全は、等高線栽培や草状栽培等の農法が採用されていることは当然であるが、最近では収穫後、裸地状態となった農地表面に、収穫物の不要部分(茎、葉等)を残して、一種のマルチング効果を期待する Tillage System がとり入れられつつある。また、この Tillage System については、室内、野外実験も行なわれて、合理的なマルチング量の算定等に努力をしている。農地保全工法としては、傾斜農地をテラスに改良して、流下する水のしき断、転流、および貯溜効果を期待しており、農民の要求する土地改良も、この工法が多いようである。

6 研究機関、および学会

土壌侵食に関する研究は、主に USDA に所属する研究者が、農民に直接関与しながら行なっている。そして、その大部分は、各州における大学の Department of Agricultural Engineering に研究室を持って、教官としての立場を有しながら、大学の附属施設等を利用して研究をつづけている。従って、USDA 自体の研究所、

あるいは試験場も大学に隣接して設置され、大学とお互に密接な
 連絡を保ちながら密度の濃い研究がなされている。

研究成果発表の場としての学会は、American Society of Agricultural Engineering (ASAE), Soil Conservation Society of America (SCS), Sedimentation Committee of Water Resource Council (WRC), National Symposium of Soil Erosion and Sedimentation by Water, および各州で開かれる Meeting など数多くの機会があり、土壌侵食についての研究者は、水質汚染関係を含めて 200 名以上と推察される。

まとめ

アメリカにおける農地の土壌侵食研究について、その概略を述べたが、その研究の多様性、規模、量ともに膨大なものである。

とくに、侵食量の推定が、USLEによつて一応の方向付けがなされ、不確定な要素を多少も含んでいるとはいえ、実用に供されたことあることは、大きな成果であると思われる。しかし、我が国との地形、気候、作物および農地規模の違いは歴然としており、実用面において、その成果をそのまま取り入れることは多少の危険を伴つたが、その基礎的な考え方、手法においては啓発される点が多いと考えられる。

Ⅳ 計画基準「農地保全」について

帯広畜産大学 松田 豊

新しい土地改良事業計画設計基準 計画 農地保全 が昭和54年7月に制定された。農業土木学会が組織する農地保全調査委員会・計画基準改定小委員会の一委員として、農地保全の改定案の取りまとめに携さわれてきたので、経緯、考え方、問題点等についてのべる。

旧基準は昭和32年に制定されたものであるが、この頃は、わが国の農地保全事業も緒についたばかりで、先進国アメリカを範とするものが多かった。その後20年近くを経て事業も各地で行われ、調査研究の成果も上り、新しい基準の制定が望まれていた。農林省における基準改定を前提とした調査は、昭和29年頃より、農地侵食防止調査として、全国8ヶ所において行われ、その後昭和45年に農業土木学会内に農地保全調査委員会が設置され、流出機構調査、土壌侵食調査、施設機能調査等の指導助言を中心に計画基準作成上の基礎資料の整理を行なって、事業報告書として提出している。

昭和49年にこの委員会の中に実際の計画基準改定の作業を行う小委員会が設けられ、昭和51年3月に改定案がまとめられた。さらに、農林省の修正案が昭和53年11月に出され、最終的に昭和54年7月に新基準が制定されたわけである。そのため、新基準は小

委員会のまとめた改定案とは少し異なったものにはなっているが、基本的には改定案にそっている。

新基準をまとめるに当たっての基本方針は

- (1) 農地保全調査委員会の調査報告を尊重する。
- (2) 旧基準の手直し程度に止める。
- (3) 水食に限定する。
- (4) 土壌侵食の地域的特性を加味する。
- (5) 維持管理の章を新たに設ける。
- (6) 計画排水量の算定は同じく改定作業中の農地開発（開畑）にも使用するのを配慮すること。

とし、以上のことを踏えてまとめた。

参考までに、新旧基準の項目を示すと次頁のとおりである。全体的に比較すると、第1章総論、第2章調査については、ほぼ同じである。第3章計画においては、旧基準では主要工事設計を一つの章としていたが新基準では計画の中を含めている。そして第4章は旧基準になかった計画に当たっての地域別留意事項を取りあげた。第5章は効果及び評価であって、ほぼ同じ、第6章は新しく維持管理の項を設けた。

第1章総論ではこの基準の適用範囲、農地保全事業の意義、水食の種類、水食の支配因子についてのべている。特に農地保全の計画設計基準としては、水食、風食、地すべり等の全体を包含するものであることが望ましいが、この基準は現行の農地保全事業

新基準

旧基準

第1章 総論

- 1-1 農地保全の内容及びこの基準の適用範囲
- 1-2 農地保全事業の意義
- 1-3 水による土壌侵食

第2章 調査

- 2-1 図面の作成
- 2-2 地形、地質及び土壌調査
- 2-3 土地利用現況調査
- 2-4 気象調査
- 2-5 排水状況及び用水状況調査
- 2-6 道路状況調査
- 2-7 農地保全施設調査
- 2-8 営農状況調査
- 2-9 被害状況調査
- 2-10 調査結果から見た保全対策の検討

第3章 計画

- 3-1 計画樹立の基本的考え

第1章 総論

- 1-1 農地保全事業の意義
- 1-2 事業の地域
- 1-3 土壌侵食

第2章 農地保全調査

- 2-1 基本図の作成
- 2-2 現況調査
(地区および地積、地形、地質および土壌、土地利用の現況、気象、排水状況、用水状況、道路状況、農地保全施設、営農状況、被害状況)
- 2-3 土壌保全調査

第3章 農地保全計画

- 3-1 計画樹立の方針

方

3.2 地区の設定

3.3 計画の検討内容

3.4 水食防止の原則

3.5 計画排水量

3.6 排水路工

3.7 ガリ阻止せき工

3.8 農道工

3.9 階段畑工

第4章 計画に当たりの地域

別留意事項

4.1 北海道地域

4.2 急傾斜地帯

4.3 特殊土壌地帯

4.4 南九州地域 (シラス地帯)

4.5 沖縄地域 (マーツ及び
ジャーカル地帯)

第5章 効果及び評価

第6章 維持管理

6.1 維持管理の内容

6.2 管理体制

3.2 排水計画

3.3 農業道路および索道計
画

3.4 風食計画

3.5 ガリ防止計画

3.6 営農改善計画

第4章 主要工事設計

4.1 承水路工

4.2 排水路工

4.3 ガリ防止工

4.4 階段畑工

4.5 谷頭処理工

第5章 効用

5.1 増加生産量

5.2 災害の減少度数および
見込減少被害額

5.3 その他の効用

に対応したものとして、水食に対する農地保全に限定して取り扱うこととしている。

第2章調査では、図面の作成、現況調査を行ないその調査結果から見た保全対策を検討すべきことを述べている。

第3章計画では、計画樹立の基本的方針を明確にし、地区の設定、計画の内容すなわち排水対策、面状侵食及びハルル侵食の対策、ガリ侵食の防止及び処理対策、農道の整備、営農上の保全対策との関連について指針を与えている。さらに水食防止の原則を示し、事業として取り上げられる土木的水食防止法としての排水路工（付帯施設としての土砂溜、沈砂槽等も含む）、ガリ阻止せき工、農道工、階段畑工の設計指針を示し、これらの基となる計画排水量の算定基準を示している。

第4章計画に当たっての地域別留意事項では北海道地域、急傾斜地帯、特殊土壌地帯、南九州地域（ツラス地帯）、沖縄地域（マーツ及びジャール地帯）についてそれぞれ留意すべき保全方法を指摘した。

第5章効果及び評価において農地保全事業の効果としては、国土保全効果、作物生産効果、営農労力節減効果、維持管理費節減効果、走行費用軽減効果を計測し評価するように示している。特に本事業の効果の特色として、数値としての算出が不可能であり、現在のところ事業効果としては計上されていないが、国土保全効果の1つとして、事業対象流域からの土砂流亡を減少させ、流域

内の排水路又は河川の汚濁を防止する環境保全上の効果があることを示している。

第6章維持管理においては、事業の計画には直接関係はしないが、本事業の目的である土壌の流亡を防止し、農地の生産性を十分発揮するためには、農地保全施設の維持管理を十分に行い、これらの施設の保全を図るとともに、営農面での保全対策についても十分心がけなければならないことの必要性を強調している。

つぎに主な問題点とそれに対する対策をのべる。

a. 危険降雨期

旧基準では主として6~10月という記述になっているが、これを日本の大部分の地域で5~10月に当ると改めた。また、水食防止の原則の項で、危険降雨期における集排水路、防災施設等の見回り、点検及び整備については、その運営及び管理について受益者全体の組織を確立することを付記した。

b. 傾斜と侵食の関係

一般に侵食量 E と傾斜角 θ の関係は、 E の θ の関係にあり、傾斜が大となると指数関数的に侵食が増大する。例えば、種田の人工雨による室内実験によれば洪積土、花コウ岩風化土を用いた場合、砂壤土で $b=1.2\sim 1.4$ であった。また、やや不透水性土壌では傾斜 $15^\circ\sim 10^\circ$ 位から侵食が急増する傾向がある。すなわち、畑面が 15° 程度の山成畑では、マルチングあるいは草生法で雨滴侵食

防止の対策を講ずると共に承水路など土木的方法で対処せねばならない。この項は旧基準よりもやや具体的に記述した。

c. 侵食度

旧基準では標準土層に対する侵食度を求め、流亡率(100-侵食度)25%以上、または流亡速度 $3\text{mm}/\text{年}$ 以上をもって農地保全事業の採択基準とした。侵食度について事業量の比較的多い広島県など現場での聞きとり調査の結果、実測が困難なためはずしてほしいとの声が大きかった。種田も広島県下の果樹園で実測を試みたが、特に標準土層のとり方に苦慮したことがあった。そこで、新基準では、農地の侵食の実態については、地区内又はその近くにおいて土壌流亡調査の結果(杵試験、地表面高さの測定等によるもの)がある場合はそれを収集し、調査結果がない場合には侵食度調査を行う。侵食度は主要地点において、作土厚を測定し、作土厚20cmを基準としてそれ以下のものは侵食が認められるものとした。

d. 排水路計画

まず、排水路の系統化、地区外から流入する流出水の処理、自然排水路の通水断面の検討、土砂ダマ、沈砂地の設置をし、下流の農地、人家等に被害を及ぼすことのないように留意することとしている。

承水路の間隔は原則として、リル若くはカリ侵食の起こり始める斜面長から求める。条件によって異なるが、斜面長60~100m

のことが多い。新しく造成された直後の裸地状態の農地の侵食防止のため、垂直高約4mの間隔で仮承水路を設けることが望ましい。

承水路の水を集めて斜面方向に排水する集水路の配置は尾根部と谷部を通す方式が考えられる。谷部集水路方式の長所は、既存の集水流域を変更することがないので、水利慣行の厳しい地方に有利なことである。しかし、谷部の盛上した部分に集水路を設けるような場合には、地盤が侵食されやすく、水路構造物が不安定となるおそれがあるので注意する必要がある。

尾根部集水方式の長所は、地表流出水を谷部になるべく集水させないで分散させ、尾根部の比較的地盤が安定した部分に集中させるため、水路構造物の安定がよいことである。短所としては、地区上部に地区外があり、これからの流出水を排水する場合、これまで既存の沢と連絡していたものを配置換えしなければならないこと、水利慣行の厳しい地方では流域の変更を伴い実施上の障害があること、承水路が越流したとき谷部へ落ちる水がかりを作るおそれがあること等である。

排水路の構造は、計画排水量を安全に流下させ流水による侵食に耐え、維持管理の便利な構造とする。このため、必要に応じて土砂溜、落差工、急流工、整流槽、減勢工等の付帯施設を設けなければならない。土砂の許容流亡量は、土質、地形、植被等のさまざまな要因に支配されるので一概にはいえない。したがって、

土砂溜等の容量決定に当たっては、地区の実情を考慮して決定する。

e. ガリ阻止せき

旧基準と同様、種田著「農地保全 120p. 理工図書K.K. 昭和30年」に紹介されているアメリカで用いられている一時的ガリ防止工と永久的ガリ防止工をほぼそのまま採用した。

f. 農道工

農地保全対策を必要とする地域における農道は、これに雨水が集中し、流路となって侵食を受け、道路としての機能が大幅に損われている場合が多い。このような農道は、農地保全施設の一環として整備することが必要である。農地保全事業における特殊なものとして、水路兼用農道と承水路を側溝とする農道がある。

g. 工事計画について

旧基準では北海道のみが別途考慮されているが、土壌侵食は土性、傾斜、作物等によって相違し、したがって農地保全対策も地域別に配慮する必要があるので、新基準では北海道の外、急傾斜地帯、特殊土壌地帯、南九州地域（ツラス地帯）、沖縄地域（マージ及びジャージャーガル地帯）に分けて、工事計画にあたっての地域別留意事項を入れた。

その主な内容は、北海道地域では大型機械による営農状況を考え、大型ホ場にマッチした承水路の構造（広幅草生水路や暗キョ）及び配置とする。急傾斜地帯では水兼農道が有利な場合が多く、

集水路は急コウ配水路となるため減勢工を設けたり、側壁裏込側の洗掘防止のため水路側壁に止水壁または欠口を設ける必要がある。つぎに、ツラス地帯の災害の大部分のものは農道の側溝、承集水路の越流によるツラス層の侵食、流出により両側のツラスの部分が洗掘され、水路自体の決潰となり、大きな被害をもたらすので、このことを考慮して計画を作成することが必要である。

h. 維持管理

これは事業の計画には直接関係はしないが、農地保全は諸施設の維持管理が特に重要と考えられるので新しく基準に加え、農家自身が維持管理の重要性を理解し、積極的に維持管理体制を整える必要を強調した。

以上新基準の主な改良点等についてのべたが、一応現時点では最良のものと考えられる。ところで、農地保全調査委員会の報告にもものべられていることであるが、農地保全の根本は畑地面からの土壌の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、各状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確立を急がなければならないものとする。

農業土木学会農地保全研究部会規約

(名称)

第1条 この部会は、農業土木学会農地保全研究部会と称する。

(目的)

第2条 この部会は、農地保全に関する基礎的研究と応用について総合的な研究、調査を行なうとともに、その進歩発展を期するものである。

(事業)

第3条 この部会は、その目的達成のためにつぎの事業を行なう。

- (1) 共同研究の実施
- (2) 研究発表会、討論会および見学会の開催
- (3) 研究資料の収集、配布
- (4) その他必要な事項

(事務所)

第4条 この部会の事務所を部会長の所属機関内に置く。

(部会員)

第5条 この部会は、農業土木学会員の中で、とくに農地保全について研究しようとする者、および農業土木学会員以外でこの部会の目的と合致した研究を行ない、入会を希望する者をもつて部会員とする。

- 2 部会員の入退会は任意であるが、部会長に申し出ることが必要である。
- 3 部会員は必要に応じて部会費を負担する。

(役員)

第6条 この部会につぎの役員を置く。

- (1) 部会長 1名
- (2) 幹事(会計監査を含む。) 若干名

- 2 部会長は部会を代表する。
- 3 幹事は部会長を補佐し、部会の運営に当る。

- 4 役員の選出は部会員の互選とする。
- 5 役員の任期は2年とし再任を妨げない。

(運営)

第7条 この部会に幹事会を設け、実質的運営にあたる。

- 2 幹事会は、部会長と幹事によつて構成され、部会長が必要に応じて招集する。
- 3 幹事は部会の目的に沿つて、部会運営上必要な企画、事業、および会務などを担当する。

(会計)

第8条 この部会の経費は、農業土木学会の研究部会交付金、部会費および寄付金などによる。

附 則

この規約は昭和54年7月12日より発効する。

昭和54年度会計報告

収入	(円)	支出	(円)
交付金 (農業工科大学会費)	100,000	事務費	26,160
		通信費	9,290
		賃金	6,000
		会場費	2,000
		繰越金	56,550
計	100,000		100,000

昭和54年度幹事会報告

I. オ1回幹事会

日時 昭和54年7月23日

場所 滋賀県立短期大学農業部

- 議題
- 役員について
 - (1) 会計監査 (2) 幹事の異動
 - 部会の運営について
 - (1) 部会員の募集 (2) 会費
 - 研究集会の開催について

II. オ2回幹事会

日時 昭和54年12月5日

場所 東京大学農学部

- 議題
- 幹事の異動について
 - オ1回研究集会について
 - (1) 日時 (2) 場所 (3) テーマ (4) スケジュール (5) 会費 他
 - 総会について

農地保全研究部会会員名簿

大学関係

NO.	所属機関	氏名	NO.	所属	氏名	
1	帯広畜産大	松田 豊	28	神大 農学部	吉良 八郎	
2	北里大、獣医畜産 学部	小林 裕志	29	岡山大	石田 陽博	
3		太田 達郎	30		長塚 金造	
4		杉浦 俊広	31		高橋 強	
5		佐藤 幸一	32		鳥取大	河野 洋
6		弘前大 農学部	矢橋 辰吾		33	吉田 勲
7	岩手大 農学部	石川 武男	34	筑紫 二斎		
8		馬場 秀和	35	渡辺 正平		
9		山形大 農学部	東山 勇	36	野村 安治	
10	宮城農産大	黒田 昭	37	附属研立研 究施設	小谷 佳人	
11		工藤 祐晃	38		松田 昭美	
12		塩谷 勝	39		神近 牧男	
13		東大 農学部	高木 東		40	島根大 農学部	今尾 昭夫
14	東大 農学部	中野 政詩	41	山口大 農学部	福枝 盛一	
15		雷田 正彦	42		藤田 則之	
16		神農大 農学部	穴頭 真		43	日下 達朗
17	東京農大	高橋 悟	44	工学部	藤原 輝男	
18	信州大学 教養部	松田 松二	45	香川大 農学部	福田 清	
19		星川 和俊	46		横瀬 廣司	
20		岐阜大 農学部	五十崎 恒		47	森下 一男
21	滋賀短大	松本 康夫	48	愛媛大	鎌田 萬	
22		禮田 行男	49		関谷 光博	
23		金本 亮一	50		中村 忠春	
24		小谷 玄通	51		宮内 定基	
25		赤江 剛夫	52		高知大	上森 千秋
26	京大 農学部	丸山 利輔	53	高知大	南 信弘	
27		三野 徹	54		小椋 正澄	
			55		山村 善洋	

No.	所屬	氏名	No.	所屬	氏名	
56	九大、農学部	内田 勝利	81	同發課	清水 真幸	
57	佐賀大、	加采 研	82		今吉 洋二	
58		藤本 昌宣	83		渡辺 至	
59	宮崎大、	細山田 健三	84		境 忍	
60		柿田 甲子郎	85		木村 忠昭	
61		本田 幹生	86		飛田 義裕	
62	琉球大、	翁長 謙良	87		松田 孜	
63		小宮 康明	88		石坂 邦美	
64		宜保 清一	89		大久保 寿夫	
2. 農林水産省関係			90		資源課	興 直
No.	所屬	氏名	91			伊藤 幸治
65	北海道庁林業課	矢野 義治	92			波木 教昌
66	農業林試験場	中山 康	93			小川 義考
67		河野 広	94			伊藤 喜久
68		渋谷 勤治郎	95	半田 仁		
69		宮原 吉秋	96	秋山 公子		
70		石田 憲治	97	大橋 巧		
71		木俣 勲	98	中村 文考		
72		関東農政局、事業	前川 和良	99		逸見 宏道
73	計画課	丸山 純令	100	西橋 順二		
74		高橋 秀	101	播磨 宗治		
75		阿部 美喜雄	102	青藤 政清		
76	構造改善局 資源課	貝通丸 明	103	本間 泰造		
77		塩田 克郎	104	北陸農政局 南溪課	山田 洋之	
78		伊藤 一幸	105	小野沢 一夫		
79		佐々木 重久	106	水井 政博		
80	事業計画課	杉浦 英明	107	近藤 辰敏		
			108	松田 勝		

NO.	所 属	氏 名
163	新潟県農地整備課	野崎 正
164		吉田 昭治
165		栗理 良三郎
166	石川県整備課	酒井 治芳
167		杉浦 敬考
168	利根土地改良	田村 峯実
169	輪島 "	正司 恵造
170	七尾 "	宮脇 義三郎
171	津幡 "	宮本 征三
172	福井県耕地課	池田 義一

大学関係 64名

農林水産省関係 85名

都道府県庁関係 23名

計 172名

農地保全研究部会才1回研究集會參加者名簿

No.	所 属	氏 名	懇親会	部会員
1	帯広畜産大学	松 田 豊	○	○
2	北大 農学部	長 沢 徹 明	○	
3	弘前大学 農学部	矢 橋 晨 吾		○
4	岩手大学 農学部	石 井 正 典	×	
5	宮城県立 農業短大	工 藤 祐 晃	○	○
6	農業土木試験場	宮 原 吉 秋	○	○
7	"	石 田 憲 治	×	○
8	東京大学 農学部	高 木 東	○	○
9		中 野 政 詩	○	○
10	北陸農政局 開発課	永 井 政 博	○	○
11	" 資源課	西 尾 美 代 司	×	○
12	" 珠洲事業所	横 山 尚 武	×	○
13	" 輪島柳田 "	西 川 芳 治	×	○
14	" 外浦北部 "	吉 野 政 雄	×	○
15	" 信濃川水系調査	山 本 省 三	×	○
16	" 事務所	岡 田 虎 吉	×	○
17	" 能登土地改良 "	小 幡 憲 栄	×	○
18	石川県 輪島土地改良	正 司 恵 造	×	○
19	" 七尾 "	宮 脇 義 三 郎	○	○
20	" 津幡 "	宮 本 征 三 司	×	○
21	(株)新農村開発センター 石川出張所	松 本 又 康	×	○
22	岐阜大学 農学部	松 本 康 夫	×	○
23	滋賀県 農林命耕地指導	大 田 義 明	×	
24	課	橋 本 進	×	
25	"	石 井 己 之 助	×	
26	"	興 善 博	×	

No.	所 属	氏 名	懇親会	部会員	
27	滋賀県農林部料地指導課	井上 克久	X		
28		林 伸也	X		
29		湯 賢一	X		
30		金 森一	X		
31		松 永和一	X		
32		森 地定	X		
33		山 本道	X		
34		平 尾義	X		
35		横 山增	X		
36		村 瀬豊	O		
37		富 永重	X		
38		嶋 田博	X		
39		須 戸清	X		
40		岡 市幸	X		
41		岩 倉均	X		
42					
43		滋賀短大農学部	田 行男	O	O
44			金 亮一	O	O
45			小 谷通	O	O
46			赤 江剛	O	O
47		近江八幡市役所土地改良課	小 泉登喜	X	
48			景 井裕	X	
49			中 塚靖彦	X	
50		(株)内外インテリアン7	中 明郁	X	
51			明 出義	X	
52			松 隅正	X	
53		京都大学防災研究所	澤 井健	O	

No.	所 属	氏 名	懇 親 会	部 会 員
54	近畿農政局計画部資源課	目 黒 政 信	X	
55	事業計画課	岡 田 昭 三	X	
56	建設部 設計課	鈴 木 伸 尚	X	
57	整備課	池 田 浩 司	X	
58	南芥課	坊 芳 旭	X	
59	防災課	林 富 夫	X	
60	" 土地改良技術事務所	木 村 克 彦	○	
61		入 保 田 正 一	X	
62	" 愛知川事業行	井 関 重 俊	○	
63	" 五条吉野南拓建設	松 尾 和 重	○	
64	事業行	神 藤 正 行	X	
65	" 北淡路南拓建設	香 後 山 清	X	
66	事業行	後 田 和 徳	X	
67	和歌山県庁農林部科配課	太 田 良 次	○	
68	"	今 城 忠 平	○	
69	那賀県事務所	清 滝 秀 夫	X	
70	"	玉 井 孝 洋	X	
71	鳥取大学農学部	河 野 二 郎	○	○
72	"	筑 紫 尾 昭 夫	○	○
73	鳥根大学農学部	今 藤 田 則 之	○	○
74	山口大学農学部	藤 田 下 達 朗	○	○
75	"	日 藤 原 輝 男	○	○
76	" 工学部	藤 岡 明 晃	○	○
77	中国農政局大分県南拓建設	藤 岡 明 晃	X	
78	中国農試	熊 谷 和 男	X	
79	広島県農政部科配課	熊 谷 和 男	○	
80	" 呉農林事務所	熊 谷 正 文	X	

No.	所 属	氏 名	懇親会	部会員
81	広島県尾道農林事務所	田 坂 征 文	X	
82	"	又 保 田 秀 彰	X	
83	土地改良事業体	伊 藤 明 男	O	
84	連合会	栗 山 健 治	X	
85	香川大学農学部	横 瀬 廣 司	X	O
86	四国農試	徳 留 昭 一	X	O
87	愛媛大学農学部	中 村 忠 春	O	O
88	高知大学農学部	南 信 弘	O	O
89	"	小 椋 正 澄	O	O
90	"	山 村 善 洋	X	O
91	九州大学農学部	内 田 勝 利	O	O
92	福岡県宗像町役場	伊 規 復 弥 三	O	
93	"	辻 野 正 典	O	
94	農用地開発公団九州事務所	西 田 研	X	
95	宮崎大学農学部	細 山 田 健 三	O	O
96	"	柿 田 甲 子 郎	O	O
97	宮崎県北諸県農林事	山 川 芳 男	X	
98	務所	中 島 広	X	
99	"一ノ瀬土地改良事務所	黒 木 信 吾	X	
100	鹿児島県農政部	田 上 春 雄	X	O
101	"	山 下 厚	X	O
102	"	山 高 田 治 勇	X	O
103	"	高 山 元 勇 平	X	
104	"	山 吉 留 良 謙	X	
105	琉球大学農学部	翁 長 良 三	O	O
106	沖建コンクリート	松 長 竹 昇	X	
107	東海農政局三重県三山南 拓事務所	大 川 太 平	X	

No.	所 属	氏 名	懇親会	部会員
108	近畿農政局大和高原開拓	豊田 裕道	X	
109	建設事業所	福川 和彦	X	

農地保全研究部会才1回研究集会資料

昭和55年6月13日

編集発行者 農業土木学会農地保全研究部会

〒525 滋賀県草津市西波川2丁目8-4
滋賀県立短期大学農業部農業土木学科

Tel. 0775-62-1343
