

附 属 资 料

ブラジル（主としてサンパウロ州）
の土壤保全と試験研究の概要

目 次

| | |
|--|-------|
| 1. 土 地 利 用 | 9 3 |
| 2. 土 壤 の 分 類 | 9 4 |
| 3. 土 壤 侵 蝕 と そ の 保 全 に 関 す る 研 究 | 9 4 |
| 4. カンピナス農業試験場の研究成果 | 9 7 |
| 5. 現地にみる土壤保全 | 1 0 2 |

ブラジル（主としてサンパウロ州） の土壤保全と試験研究の概要

土壤保全対策はコロンビアおよびパラグアイ両国よりも一段と進んでいる。

土壤保全に関する州の法律は現在のところないが、連邦レベルで^{注)}大統領令ならびに省令でとくに土壤保全を必要とする地域を指定して、その地域を対象とした農業開発は土壤保全および侵蝕対策を義務づけ、これを実施することが前提条件となっている。

このため、これら地域における農業融資は土壤保全、侵蝕対策がすでに講じられた、あるいは現に進行中であるという農務省の証明書の発行をもってはじめて承認されることとなっている。

具体的な対象地域は1978年7月の農務省令647号、1981年2月の同64号によって指定されている。

また現在国家土壤保全プログラムに基づいて連邦農務省土壤・水保全調整局（Coordenadoria de Conservação do Solo e Água）が主体となって本法令の改訂が検討されているようである。

1. 土地 利 用

ブラジルの農業は、土壤条件にめぐまれたサンパウロ州を中心に発展してきた。数10年前は、サンパウロ州も全面積の80%が森林であったといわれている。ところが、1940年には森林面積は50%まで減少し、その後も開発が進んで、現在その面積はわずか8%にまで激減してしまった。しかも、わずかに残された森林も公園のような保護林であって、生産林ではない。

サンパウロ州の土地利用の現況は、表1に示すように農耕地が30%、牧草地が35%を占めている。

表1 サンパウロ州の土地利用

| 利 用 区 分 | 面積比率(%) |
|-------------------|---------|
| 森 林 | 8 |
| サ バ ン ナ | 5 |
| 草原(畑地跡・かん木) | 5 |
| 1年生作物 (含サトウキビ) | 25 |
| 永年生植物 | 5 |
| 再 生 林 | 2 |
| 牧 草 地 | 35 |
| そ の 他 | 15 |
| 計 | 100 |

注) 関連法令等：

Legislação sobre conservação do solo (1981)

Institucionalização da conservação do solo e água no Brasil (1984)

Manejo e conservação do solo e de água (Informações técnicas) (1983)

2. 土 壤 の 分 類

ブラジルの土壤分類は次のとおりである。

- 1) 土性B層をもつ土壤-黄赤色ポドゾル性土, リンスアマリアのポドゾル化土, 赤黄色地中海土, 構造型テラロシヤ, 礫質ポドゾル土。
- 2) ラトソル性B層をもつ土壤-真性テラロシヤ, 暗赤色ラトソル土, 赤黄色ラトソル土, 腐植質赤黄色ラトソル土, カンボスード-ジョルダン土。
- 3) 水成土-低腐植質グライ土, 腐植質グライ土, 灰色水成土, 有機質土, 地下水型ポドゾル土。
- 4) その他-沖積ラトソル土, レゴソル。

パラグアイでの調査地区と同様の土壤はテラロシヤであるが, この土壤はゆるやかな波状丘陵地にあつて, コーヒー, サトウキビ, トウモロコシ, アルファルファ, パナナ, イングンマメ, キャンサバ, バレイショ, ランカセイ, 柑きつ類が栽培されている。

3. 土 壤 侵 蝕 と そ の 保 全 に 関 す る 研 究

土壤保全の歴史は古く, 研究もおよそ30年前より始まり, カンピナス農業試験場土壤部のJ. Bertoniを中心として精力的に進められた。

また, サンパウロ州では, 全州の航空写真地図(1/25,000)を作成し, これにより, 土地利用可能性分級を1962年に行っている。

分級は, 肥沃度, 深さ, 礫含量, 排水, 傾斜, 侵蝕の諸要因を基礎としている。

1973年には, さらに全州を10区域に分ち, 土地利用可能性分級のほか, 土壤名(大土壤群), 侵蝕の状態を示す地図(1/750,000)を作成し, 示性式をもって土壤の性質を示した。

この地図の土地分級はI~VIIであるが, 侵蝕については次のように詳細に表示されている。

1) 傾斜の分級

| | |
|---------|--------|
| A, B, C | ~12% |
| D | 12~20% |
| E | 20~40% |
| F | 40%~ |

2) 土 壤 の 侵 蝕

(1) 侵蝕程度(面状侵蝕)

| | | |
|----|---|---|
| 軽 | - | 1 |
| 中 | - | 2 |
| 甚 | - | 3 |
| 甚大 | - | 4 |
| 極甚 | - | 5 |

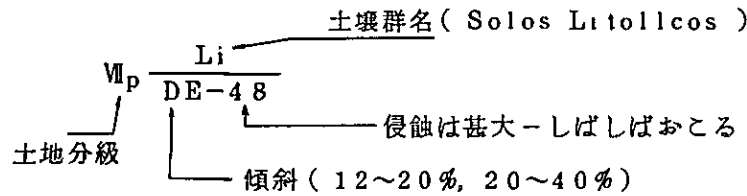
(2) 頻 度

| | | |
|---------|---|---|
| 時としておこる | - | 7 |
|---------|---|---|

しばしばおこる - 8

はなはだ頻繁におこる - 9

示性式の一例を示すと次のとおりである。



現在、示性式は、各種の保全対策の効果を普及するための circular になっている。さらに、同じような地形、土壤条件で土壤侵蝕がおこっている隣接のパラナ州ではロンドリーナ (Londorina) の試験場が同様の研究を行っており、同試験場の研究成果は、パラグアイのパラナ河沿岸のテラロシャを主体とする農地の土壤侵蝕防止に活用されようとしている。

1970年以降パラナ州、リオグランデ・ド・スール州などではコムギ、ダイズの作付が急増（たとえばパラナ州では1968～1978年の10年間にこの2作物の作付面積は10倍となった）し、このため土壤保全に対する関心が高まった。

とくにパラナ州では不耕起栽培が注目を浴びるようになった。

試験研究面においても同様に1970年以降、米国農務省で開発されたUSLE (Universal soil loss equation) が注目され、そのブラジルへの適用が精力的に検討された。

その成果の概要は次のとおりである。

- (1) 降雨の侵蝕性：EI36の値が計測され、R因子からみて南部諸州のダイズ作地帯では侵蝕の90%が播種後30日の間に生じていることが判明した。
- (2) 土壤の受蝕性を示すK因子：ロンドリーナのLatosolo Roxo Distrifico 土壤（コムギ／ダイズ）で0.149、全土壤（コムギ／ダイズの古畑）で0.381などの値を得た。

そのほかパラナ州のParto Red Latsol 土壤で0.238、Dusky Red Latsol 土壤で0.268、リオグランデ・ド・スール州のDistric Sandy Loam lateric reddish-brown 土壤で0.33などいずれもかなり高い値であった。なおパラナ州の場合Kを土性などからモノグラフで求める方法は適当ではないという説も出されている。

- (3) 作付管理係数C因子：ワタ、ダイズについての数値が得られた。
- (4) 土壤の受蝕性に関する物理性：団粒の大きさ、強度と侵蝕の関係からパラナ州では作土の下部が大型機械の走行のため圧縮されて透水性が低下し、侵蝕が激化することおよ

びマメ科の被覆作物が透水性を改善することを認めた。

(5) 不耕起栽培：近年米国において土壌保全対策技術として急速に普及しつつあるが（附属資料 2 を参照のこと）、これについては粗大安定団粒の増加，流亡土壌の減少，保水力の増大，有効水分の増加，収量増などの効果のあることが判明した。

とくに流亡土壌の減少は第 1 年目で 72%，第 2 年目で 85%にも達すること，さらにムギ稈の残渣も表 2 のように効果の大きいことを認めた。

不耕起の一方式である no-till は，発芽が早く旺盛で初期生育も整一，倒伏の少ない利点がある反面，茎折れ，N 欠亡になり易く，雑草や病害の増加など不利な点もあって収量では慣行の耕起栽培と差はなかった（パラグアイのアルトパラナ分場でもほぼ同様の結果を得ている）。

しかし，不耕起が土壌の侵蝕防止に顕著な効果をもたらすことは表 3 から明らかであろう。

表 2 ムギ稈残渣の侵蝕防止効果

| 残 渣 の 量 | 流亡土壌の減少率(%) | 流去水の減少率(%) |
|-------------|-------------|------------|
| 3.4 トン / ha | 48 | 12 |
| 5.3 トン / ha | 76 | 48 |

出所：岩間秀矩氏（熱研センター）の教示による

表 3 不耕起栽培と土壌侵蝕防止効果

| 場 所 | 土 壌 | 作 物 | 流 亡 土 壌 の 減 少 率 (%) |
|-----------------------|--|---------|-----------------------------------|
| パラナ州農業試験場 | — | ダイズ/コムギ | 72～85 |
| サンパウロ州農業試験場 | Dusky Red Latisol | — | 57 |
| リオグランデ・ド・スール 農業試験場 | Sandy loam lateritic reddish-brown 土壌 | ダイズ/コムギ | 55 [*] ～65 ^{**} |

注) * minimum tillage

** no-till

出所：表 2 に同じ

(6) 緑肥（冬作用）および被覆作物：侵蝕防止，地力維持に有効な種類は表4のとおりである。

表4 冬作緑肥，被覆作物の種類

| | |
|-----------------------|---|
| 被覆作物および緑肥作物 (パラナ州) | Lupinus spp. Raphanus Sativas, Brassica napus L., Vicia Villosa, Vicia sativa |
| 被覆作物 (サンパウロ州) | 禾本科 Capim-gordura (Melinis minutiflora Beauv.) Braquiaria (Brachiaria decumbens Staf.) Cana-deaçuar (Saccharum spp.) Grama-Datatais (Paspalum notatum Flüggé) マメ科 Labelabe (Dolichos Lablab L.) Crotalária (Crotalaria juncea) Mucuna-preta (Stizolobium atterrimum Pip et Tracy) |

出所：Kempers (1981)，岩間秀矩氏(熱研センター)による。

4. カンピナス農業試験場の研究成果

前述のようにカンピナス農業試験場では J. Bertoniらによって土壌保全に関する試験研究が実施され，その成果は広く実地に移されているので以下その要点について述べる。

(1) 土壌のタイプによって受蝕性は異なり，砂質土壌は侵蝕され易く，粘土がこれに次ぎ Latsol Roxo (紫赤色ラトソル) は侵蝕されにくく，抵抗性が大きい。(表5)

表5 土壌の種類と土壌侵蝕

| 土壌別 | 流 亡 量 | |
|---------------------|----------------|--------------|
| | 土 壤 (トン/ha) | 水 (降水量の%) |
| 砂 質 土 ¹⁾ | 2 1. 1 | 5. 7 |
| 粘 質 土 ²⁾ | 1 6. 6 | 9. 6 |
| Roxa ³⁾ | 9. 5 | 3 3 |

注) 1) 赤黄色ポドソル性土，リンスマリア型

2) 赤黄色ポドソル性・オルソ

3) 玄武岩母材のオキシソル

(2) 耕うんの強度が大きくなると受蝕性は増大する(表6)。

(3) 作物残渣の処理法は侵蝕に大きく影響し、焼却した場合は最も侵蝕量が多く、鋤き込みがこれに次ぎ、地表面にマルチした場合は最も少ない(表7)。

表6 耕うん法と土壌侵蝕

| 耕うん法別 | 流 亡 量 | |
|-------|----------------|--------------|
| | 土 壤 (トン/ha) | 水 (降水量の%) |
| 1回耕起 | 14.6 | 5.7 |
| 2回耕起 | 12.0 | 5.5 |
| 表面耕起 | 8.6 | 5.0 |

(注)年降水量 1,300mm, 傾斜度 8.5~12.8%

表7 作物残渣と土壌侵蝕

| 処 理 法 | 流 亡 量 | |
|--------|----------------|--------------|
| | 土 壤 (トン/ha) | 水 (降水量の%) |
| ワラ焼却 | 20.2 | 8.0 |
| ワラ鋤き込み | 13.8 | 5.8 |
| 表面撒布 | 6.5 | 2.5 |

(注)表-6の(注)と同じ。

(4) 輪作は土壌侵蝕にある程度の効果がある。例えば、トウモロコシ-ワタ-ダイズ、トウモロコシ-ワタ-ラッカセイ、トウモロコシ-ワタ-ムクナ、トウモロコシ+ムクナ-ワタなどの体系。

(5) 土地利用法によって侵蝕量は大きく異なる。林地が最小で、草地、コーヒー園の順に大きくなり、ワタのような1年生作物が最大となる(表8)。

表8 土地利用と侵蝕(3種土壌の平均値)

| 利用形態 | 流 亡 量 | | 流亡肥料(Cr\$) | 15cm流亡に要する年数 |
|------|-----------|----------|------------|--------------|
| | 土壌(トン/ha) | 水(降水量の%) | | |
| 林 地 | 0.004 | 0.7 | 0.10 | 44万年 |
| 草 地 | 0.4 | 0.7 | 12.00 | 4千年 |
| コ-ヒ- | 0.9 | 1.1 | 22.00 | 2千年 |
| ワタ作 | 26.6 | 7.2 | 680.00 | 70年 |

(6) 作物によっても侵蝕量は異なる。このことから異種作物の帯状栽培が有効なことが分る(表9)。

(7) 斜面長は、侵蝕の大きな因子であつて、斜面長が4倍になると、水の流亡は1/4になるが、流亡土量は2倍以上となる(表10)。

表9 1年生作物と侵蝕

| 群 | 作物 | 流 亡 量 | | 群 | 作物 | 流 亡 量 | |
|---|-------|----------------|--------------|---|----------------|----------------|--------------|
| | | 土 壤 (トン/ha) | 水 (降水量の%) | | | 土 壤 (トン/ha) | 水 (降水量の%) |
| 1 | ヒ マ | 41.5 | 12.0 | 3 | ダ イ ズ | 20.1 | 6.9 |
| | インゲン | 38.5 | 11.2 | | バレイショ | 15.4 | 6.6 |
| | キャッサバ | 33.9 | 11.4 | 4 | サトウキビ | 12.4 | 4.2 |
| 2 | ラッカセイ | 26.7 | 9.2 | | トウモロコシ | 12.0 | 5.2 |
| | イ ネ | 25.1 | 11.2 | | トウモロコシ インゲン | 10.1 | 4.6 |
| | ワ タ | 24.8 | 9.7 | | サツマイモ | 6.6 | 4.2 |

(注) 表6の(注)と同じ。4群に分類した作物では、1→4と侵蝕は小さくなる。

表10 斜面長と侵蝕

| 斜 面 長 (m) | 流 亡 量 | |
|-----------|-------------|-----------|
| | 土 壤 (トン/ha) | 水 (降水量の%) |
| 25 | 13.9(100) | 13.6(100) |
| 50 | 19.9(140) | 10.7(70) |
| 100 | 32.5(230) | 2.6(20) |

(注) 表6の(注)と同じ。()は25mを100とした指数。

(8) 簡単な侵蝕対策でも侵蝕軽減に大きい効果がある。等高線栽培は土壌流亡を50%減少する。またサトウキビの帯状等高植えては10%に減少し、水の流亡は26%に減って防止効果は大きい(表11)。

表 1 1 作物栽培法と土壌侵蝕

| 栽培法 | 流 亡 量 | |
|------------|------------|-----------|
| | 土壌(トン/ha) | 水(降水量の%) |
| 上下畦 | 261(100) | 6.9(100) |
| 等高線畦 | 13.2(50.6) | 47(681) |
| 等高線畦+草生帯 | 98(37.5) | 4.8(69.6) |
| サトウキビの带状植え | 25(9.6) | 1.8(26.1) |

(注) 表 6 の(注)と同じ。砂土、粘土および Roxa
()は上下畦を 100 とした指数

- (9) コーヒー園では、耕作法によって土壌および水の流亡は著しく変化する。機械化栽培は最大のロスを招き、マルチングは最小である。
- (10) 等高線栽培は侵蝕に有効であり、それによる潰れ地は、傾斜 2~5% で 3.2%、同 5~15% で 3.7%、不規則な傾斜 5~30% の畑で 3.9%、全体でも 4% 以内である。トウモロコシの等高線栽培では収量は 23% も増収した(表 1 2)。

表 1 2 耕うん法および植付法と土壌侵蝕

| 処 理 | トウモロコシ収量(トン/ha) |
|------------|-----------------|
| 上下耕・上下植え | 2.6(100) |
| 上下耕・等高線植え | 3.1(119) |
| 等高線耕・上下植え | 2.6(100) |
| 等高線耕・等高線植え | 3.2(123) |

(注) ()は上下畦を 100 とした指数

- (11) 反転プラウ耕は、他の耕うん法(ディスクプラウなど)よりトウモロコシの収量を増加させる。また、2回以上の耕うんは、土壌構造の強い土ではわずかながら有効で、雑草の多い畑では一定の増収をもたらす。耕うんの強度、深さ、機械のタイプの効果は、土壌や栽培法で異なる。また、狭い等高線畦はコーヒー園では侵蝕防止に最も効果があり、等高線畦は畑地で最も効果的である。
- (12) 等高線畦の適正間隔は次式によって求めることができる。

$$E_v = 0.4518KD^{0.58}$$

E_v = 垂直方向の間隔, D = 勾配%, K = 土壤による係数, 砂質土で 0.835, 粘質土で 0.954, Latsol Roxo で 1.212。

なお, 水平方向の幅 E_h は, $E_h = \frac{E_v \times 100}{D}$ で求める。

03 等高線に永年作物を植えることは, 侵蝕防止に役立ち, 土壤で 80%, 水で 80% の流亡を抑制できた。また, サブソイリングは, 下層土が ちみづ で, 透水性が低いときには推奨できるが, そのコストは収量増では補てんできない。マルチングはコーヒー園で, 土壤 65%, 水 55% の流亡を抑制し, 一年生作物の畑では作物残渣の地表残置により, 土壤 60%, 水 65% の流亡抑制ができ, N の増肥でトウモロコシは 9~30% 増収する。

04 道路の法面保護は, その安定性ととも土壤が肥沃でないことに留意する。イネ科牧草はその根系による土壤保全効果があるが, 定着に時間を要する。これに対し, マメ科牧草は施肥や改良剤によく感応するし, 初期生育が早いのみでなく密生する。

土壤保全に効果のあるのは次の草種である。

イネ科: *Grama jesuita* (*Axonopus Compressus*)

Capin Pangola (*Digitaria decumbens*)

マメ科: *Centrosema* (*Centrosema pubescens*)

Siratro (*Stylosanthes gracilis*)

Soya-perene (*Glycine whigtii*)

05 輪作は作物の増収にも効果がある。

1) トウモロコシ-ワターダイズの輪作では, トウモロコシ 28~61%, ダイズ 47~79%, ワタ 16~32% 増収した。

2) トウモロコシ-ワターラッカセイの輪作は, トウモロコシ 16~36%, ワタ 6~11%, ラッカセイ 52~37% 増収した。

3) トウモロコシ-ワタームクナ (鋤込み用) の輪作は, トウモロコシが最高 11~18%, ワタが 21%~56% 増収した。

4) トウモロコシ-ムクナ-ワターインゲンの輪作は, いずれの作もわずか 3~6% の増収にすぎなかった。

5) トウモロコシ, ワタ, ラッカセイ, イネ, インゲンなどは, 各種の輪作によって増収するが, ワタとラッカセイは減収する場合もあった。

06 収穫残渣の鋤込みは, 土壤有機物を増加させ, トウモロコシの収量を増加させる。

07 農場における道路を等高線に設けることは, 土壤保全に有利である。

このほか, 耕起法, 耕深, 心土耕, 作物残渣処理などについては省略する。

5. 現地にみる土壤保全

ボツカツ市周辺の2,000 ha以上の大規模農場では、経営上の見地から、また技術の不適切さから対策は万全とはいえない。たとえば傾斜5～8%の農地や草地からの排水処理が不完全であって排水路附近からはげしいガリー侵蝕をおこしている(写真18)。

等高線帯状栽培なども行なわれているものの大型重機械による作業のため、畑の一区画が保土からみて過大な面積、斜面長になっていることが侵蝕を一層助長している。

侵蝕の程度を例示すれば、砂質土では5%以下の傾斜でも雨裂型およびガリー侵蝕がおこり、粘土でも10%以上の傾斜になるとガリーが発生している。傾斜14%のダイズ畑での推算では、1作で平均25cmの表土が失われたとみられるし、あるいは、古畑は新畑より一般に表土深が浅いなど、長年にわたる面状侵蝕の進行がうかがわれた。

1,000 ha以上にもおよぶ大規模農場経営のほか、10数haの農地を作目の多様化により経営の安定と土壤の保全を行っている農家もあり、たとえば、果樹園(ウメ、モモ、ブドウ)ではマルチングにサトウキビのバガスを用い、畑の区画も小さくしてモザイク状に土地を利用することにより、侵蝕を最小限に食い止めている農家もみられた。また、不耕起栽培を試みた農家は、これが成功すれば現在のような大区画畑でも土壤侵蝕は相当程度防止できるという見通しをもっている。

米国の土壌侵蝕と保全対策の概要

目 次

| | |
|----------------------------------|-----|
| 1. 土壌侵蝕の現況 | 104 |
| 1-1 土地利用区分 | 104 |
| 1-2 降水量の分布 | 104 |
| 1-3 傾斜地の分布 | 104 |
| 1-4 土壌の種類 | 107 |
| 1-5 土壌侵蝕の全貌 | 109 |
| 1-6 農林業用地の土壌侵蝕 | 110 |
| 1-6-1 耕地の土壌侵蝕 | 110 |
| 1-6-2 牧草地の土壌侵蝕 | 116 |
| 1-6-3 放牧地の土壌侵蝕 | 116 |
| 1-6-4 林地の土壌侵蝕 | 123 |
| 2. 土壌保全体策の現状 | 126 |
| 2-1 土壌保全関係の行政組織 | 126 |
| 2-2 保全対策事業の概要 | 127 |
| 2-3 土壌・水保全関係の試験研究 体制の概要 | 129 |

米国の土壌侵蝕と保全対策の概要

1977年に土壌・水資源保全法 (Soil and Water Resources Conservation Act, Public Law 95-192) が成立した。この法律は政府に対して、土壌・水資源の評価 (5年に1回) の実施および保全計画の策定と年度毎の予算措置の議会への報告を義務づけている。この背景には1953年の土壌保全局 (Soil Conservation Service, 以下SCSと記す) の設置以来、半世紀にわたる努力にもかかわらず米国の土壌侵蝕の実態が好転していないという認識があったといわれる。

こうして第1回の全米調査 (1977) がSCSによって約20万ヶ所の現地において実施された。水蝕 (面状侵蝕と雨裂型侵蝕) には「一般土壌流亡式」USLE (Universal Soil Loss Equation) が、風蝕には「風蝕式」WEQ (Wind Erosion Q) が大平原諸州について適用された。注)

以下この調査 (1980 Appraisal Part-I, Soil, Water and related resources in the United States, Status, Condition and trends) によって明らかにされた土壌侵蝕の概要について述べる。なおこの調査では侵蝕の種類を水蝕と風蝕とに2大別し、水蝕は面状侵蝕 (sheet erosion), 雨裂型侵蝕 (rill erosion), ガリー (gully) 及び河川堤侵蝕 (stream bank erosion) の4つに細分している。

注) $A = RKLSCP$ (水蝕)

Aはエーカー当り平均年間土壌流亡量 (トン)

R=降雨の侵蝕性

K=土壌の受蝕性

L=斜面長

S=傾斜度

C=作付方式

P=保全対策

$E = f (IKCVL)$ (風蝕)

Eはエーカー当り潜在的年間土壌流亡量 (トン)

f=式中の5つの変数の関数

I=土壌の受蝕性

K=土壌の精粗

C=作付方式

V=植物被

L=卓越風向沿いに土地を横切る無保護の距離

1. 土壤侵蝕の現況

1-1 土地利用区分

米国における土地利用区分は図1のように耕地(Crop land)4億1300万エーカー、牧草地(Pasture land)1億3400万エーカー、放牧地(Range land)4億1400万エーカー、林地(forest land)3億7700万エーカー、その他(Others)1億7800万エーカーである。この利用区分は1967年から1975年までの8年間に興味ある推移を示していることが図2からうかがわれる。すなわちこの間に5,300万エーカーの耕地が放牧、牧草地に、800万エーカーが林地にそれぞれ転換されたが、その主な原因は土壤侵蝕に伴う土地生産力の低下である。一方同期間に3,000万エーカーが牧草地と放牧地から、1,100万エーカーが林地からそれぞれ耕地に転用されたから、耕地は差引き1,800万エーカーの減少となっている。

1-2 降水量の分布

年間降水量は全米平均で30インチ、このうち29インチが降雨、残余は降雪、みぞれなどである。地域的には図3のように大平原地帯およびコロラド低地帯の4インチから北西太平洋沿岸部の200インチ以上とその分布は変動が大きい。また40~100インチの降水域はアパラチヤ諸州を中心に、デルタ、南東部諸州ニューイングランド地帯に大きく広がっている。

土壤侵蝕に大きな影響を与えるのは単位時間内の降水量であり、降雨エネルギー、流出速度および流出量の増加は侵蝕速度を一層早めることになる。図4は24時間内の最大降雨量の年平均である。ここでも3インチ以上の等量線はデルタ、南東部およびアパラチヤ諸州をカバーしているのが分る。

1-3 傾斜地の分布

全国の傾斜度を大まかに区分したのが図5、農林業用地別に区分したのが表1である。耕地は平坦~6%以下が70%を占めるのに対し、牧草地は42%、放牧地は15%、林地は平坦地と急傾斜地ともに30%近く占めている中間が少なくなっている。全体では6%以下が42%、6~25%が27%、25%以上が31%を占めている。

以下の図および表の出所はとくに記載のない限り、1980 Appraisal Part-I,によるものである。

図1 米国の土地利用区分(カリブ地域を含む)

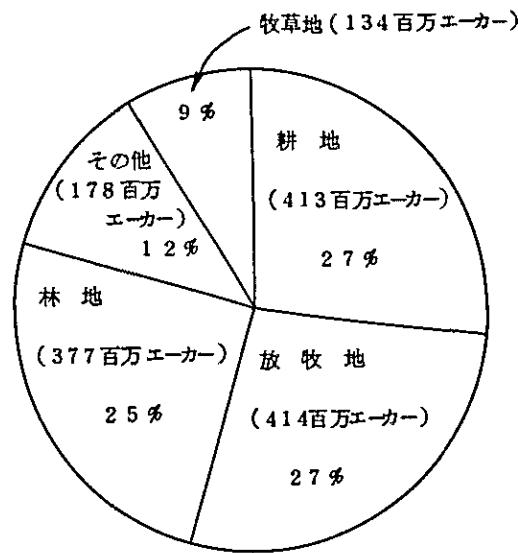


図2 1967年と1975年における土地利用の比較

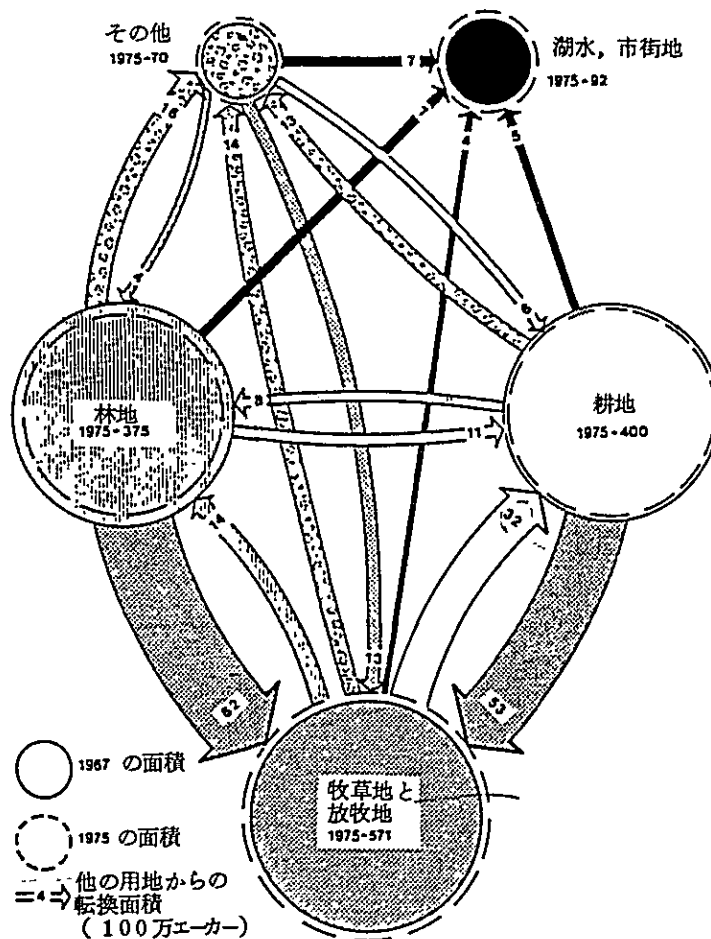


図3 年平均降水量

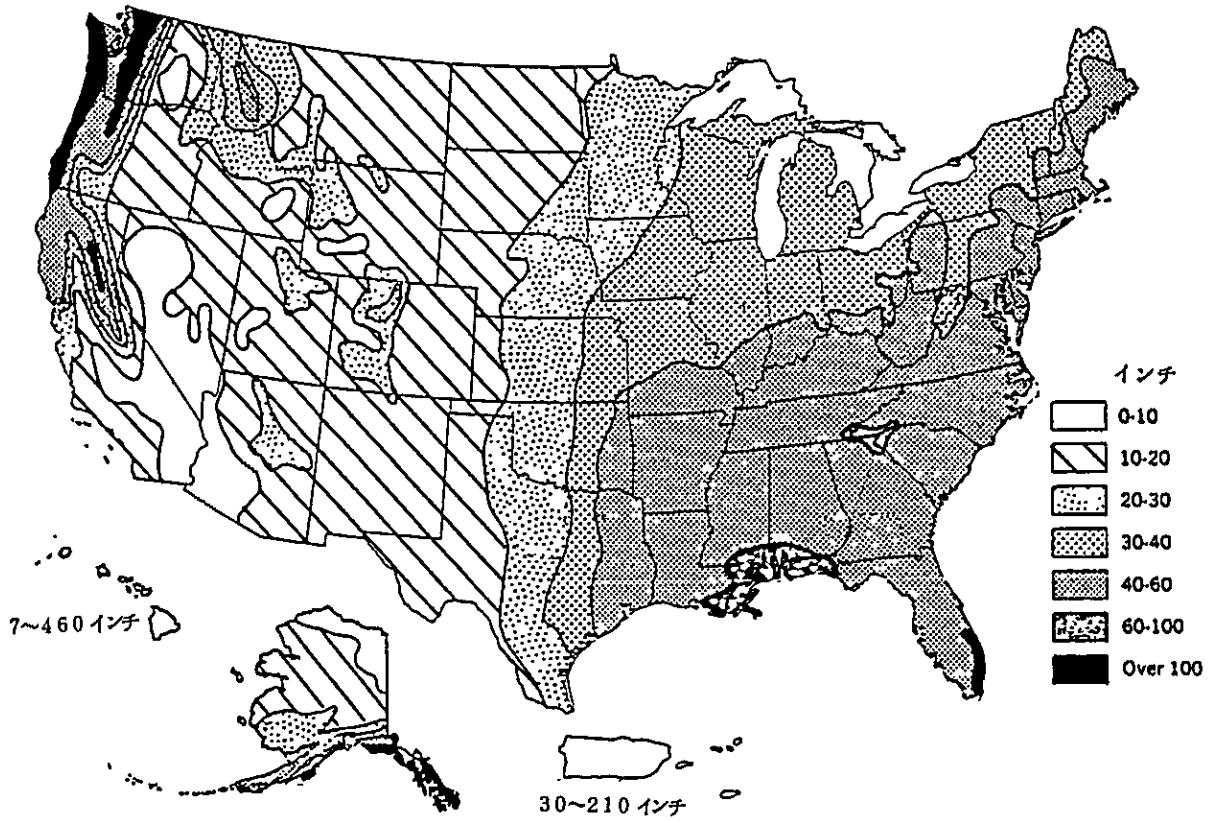


図4 年平均最大24時間降水量(48年間の観測)

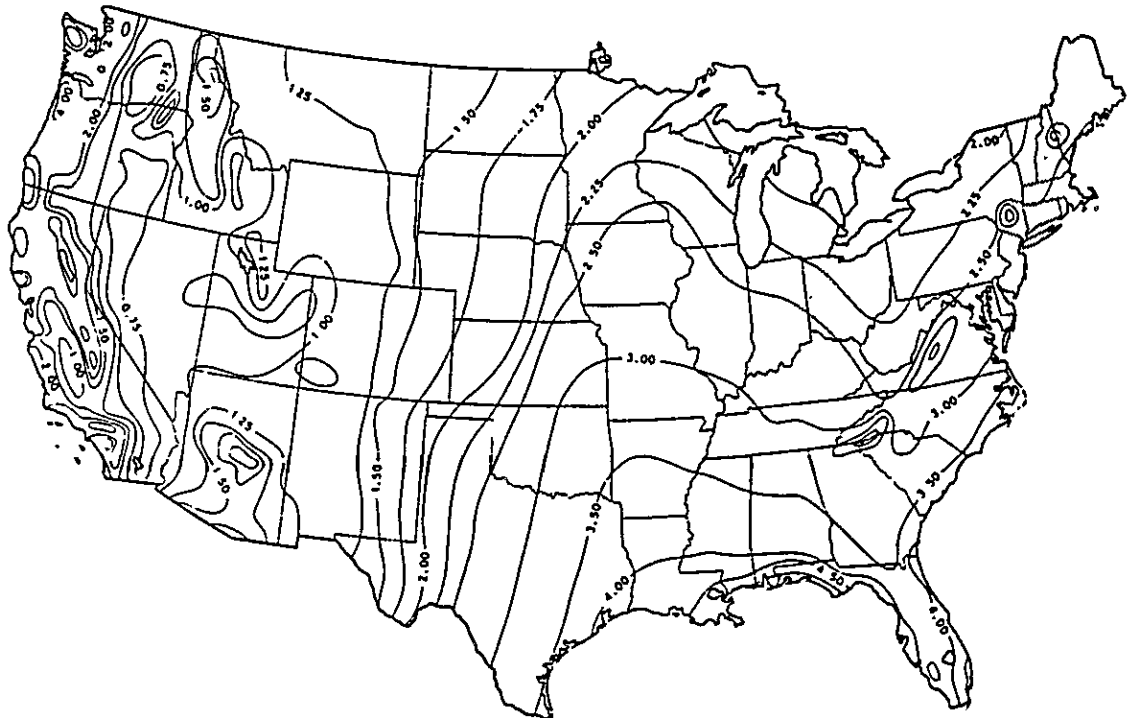


図-5 傾斜区分図

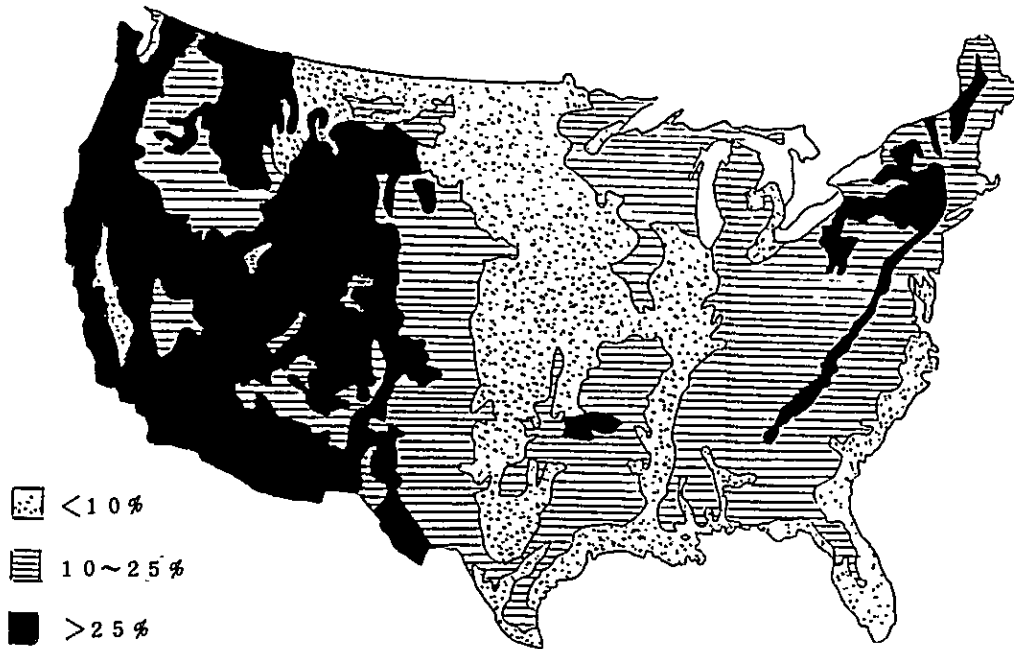


表1 農林業用地の傾斜地の分布割合

| 傾斜度 | % | 耕地 | 牧草地 | 放牧地 | 林地 | 計 |
|------------|-------|-----|-----|-----|-----|------|
| 平坦～平坦に近い | 0～2 | 45 | 28 | 11 | 27 | 28 |
| ゆるやかな傾斜 | 2～6 | 25 | 18 | 4 | 10 | 14 |
| 中ぐらいの傾斜 | 6～12 | 20 | 22 | 14 | 13 | 16 |
| やゝ急傾斜 | 12～25 | 7 | 14 | 14 | 11 | 11 |
| 急傾斜 | 25～45 | 2 | 10 | 26 | 12 | 13 |
| きわめて急傾斜 | 45< | 1 | 8 | 31 | 27 | 18 |
| 計 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 面積(百万エーカー) | | 413 | 134 | 414 | 377 | 1338 |

1-4 土壌の種類

1960～1975年にかけて従来の土壌分類法が一新された結果、土壌の特性や機能を一層明確に示しうるようになった。これによると米国の土壌は10の「土壌目」に大分類され、さらに亜目-大群-亜群-科-統と細分されるシステムになっている。表2に土壌

表2 米国の土壌の種類別面積

| 土 壌 目 | 面 積 (1,000万エーカー) | 割合(%) | 相当すると考えられる大土壌群 |
|--------------|---------------------|-------|--|
| Alfisol s | 30941 | 13.5 | 灰褐色ポドゾル土壌, 灰色森林土, 非石灰褐色土, 退位チ エルノゼムおよびこれに付随するブラノソルおよびある種 の半泥炭土壌 |
| Aridisol s | 26522 | 11.5 | 砂漠土, 赤色砂漠土, シーロゼム, ソロンチャクおよびあ る種の褐色土およびある種の褐色土および赤褐色土とこれ に付随するソロンチャク |
| Entisol s | 18192 | 7.9 | 亜成帯土壌および低腐植質グライ土壌の一部 |
| Histosol s | 1189 | 0.5 | 泥炭土壌 |
| Inceptisol s | 41941 | 18.2 | アンド土壌, 酸性褐色土およびある種の褐色森林土, 低腐 植質グライ土壌 |
| Mollisol s | 57328 | 24.9 | 栗色土, チエルノゼム, プルニゼム(プレーリー), レン ジナおよびある種の褐色土, 褐色森林土およびこれに付随 するソロネッツおよび腐植質グライ土壌 |
| Oxisol s | 025 | 0.0 | ラテライト土壌, ラトソル |
| Spodosol s | 11708 | 5.1 | ポドゾル, 褐色ポドゾル土壌および地下水ポドゾル |
| Ultisol s | 29615 | 12.9 | 赤褐色ポドゾル土壌, 米国の赤褐色ラテライト的土壌およ びこれに付随するブラノソルおよび半泥炭土壌 |
| Vertisol s | 2248 | 1.0 | グルモソル |
| そ の 他 | 10304 | 4.5 | |
| 計 | 230013 | 100.0 | |

出所：米国の土地生産力について(1982), 農技研土壌第3科資料による。

目とその面積を示す。

このうちMollisols は世界で最も肥沃な土壌といわれている。しかしMollisols のすべてが農耕に最適というのではなく、排水やかんがいを要する土壌もある。イリノイ、アイオワ、ミズリーなどのコーンベルトの諸州にはMollisols のうちでも最も肥沃な Udolls (土壌亜目) が集中している。

1-5 土壌侵蝕の全貌

全国土の侵蝕量は年間64億トン(このうち風蝕は15億トンと推定される)に達している。その全貌は表3のとおりである。ここでは農林業用地以外の分も含まれている。耕地、牧草地、放牧地および林地の合計は53億トン余り(全体の83%)で、このうち耕地は53%、放牧地は32%でこの両方で85%を占める。

表によるとエーカー当たり年に5トン以上のはげしい侵蝕をうけている面積の割合は、耕地では34%、牧草地、林地に比較して断然多く、放牧地も5トン以上は17%と多いがこれは利用面積のうち25%以上の急傾斜地が過半を占めていることによるものである(表1参照)。

表3 侵蝕の全貌

| 土地利用 | 農林業用地の面状, 雨裂型侵蝕と風蝕の面積 | | | 利用面積 (100万エーカー) | 全侵蝕量 (10億トン) | エーカー 当り (トン) (注2) |
|-------------------|--------------------------|----------------------|------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|
| | <5 トン/エーカー/年 | 5~13.9 (100万エーカー) | 14 (100万エーカー) | | | |
| 耕地 | 272.2 (65.4) | 93.1 (22.5) | 48.0 (11.6) | 413.3 (100.0) | 282 (53.0) | 6.8 (47) |
| 牧草地 | 1190 (89.2) | 9.5 (7.1) | 5.0 (3.7) | 1336 (100.0) | 0.35 (66) | 2.6 |
| 林地 | 3530 (95.5) | 11.7 (3.2) | 4.9 (1.3) | 3697 (100.0) | 0.44 (83) | 1.2 |
| 放牧地 | <2 2~4.9 5> トン/エーカー/年 | | | 注1) 407.9 (100.0) | 1.71 (32.1) | 4.2 (2.8) |
| 面状, 雨裂型と 風蝕の合計 | - | - | - | - | 5.32 (100.0) | |
| 河川堤防 道路など | - | - | - | - | 1.10 | |
| 合計 | 1,027.7 (77.6) | 169.8 (12.8) | 126.8 (9.6) | 1,324.5 (100.0) | 6.42 | |

注1. 放牧地の利用面積は図1の414百万エーカーと一致しない。

()は%

注2. エーカー当たり(トン)欄の()は水蝕(面状, 雨裂型)の内数を示す。

なお、11億トンにのぼる農林業用地以外の侵蝕量は表4のとおりで、河川堤防(stream bank)がその半分を占めている。

表4 河川堤防, 道路などの侵蝕量(トン)

| 河川堤防 | ガリ | 道路, 道路サイド | 建築現場 | 計 |
|---------|---------|-----------|--------|-----------|
| 552,896 | 298,271 | 168,631 | 79,940 | 1,099,738 |
| (50.3) | (27.1) | (15.3) | (7.3) | (100.0) |

備考 ()は%

土壌1トンはほぼ1立方ヤードに相当する。1エーカー/1インチの表土重量は約150トンであるから、エーカー当たり年間5トンの土壌侵蝕量は約30年間で表土1インチの流亡となる。

SCSは土壌の流亡許容値(Soil loss tolerance)^{注)}を年間平均エーカー当たり2~5トンと定めている。

1-6 農林業用地の土壌侵蝕

1-6-1 耕地の土壌侵蝕

ア 水蝕

耕地(アラスカを除きカリブ地域を含む)の水蝕はエーカー当たり年間4.66トンと推定されている。果樹園, 採草地などを除く普通作物の耕地では5.07トンに達する。

作物生産地域別にみた年間侵蝕量は図6のとおりでコーンベルト(7億トン近い)が断然他を圧している。また図7は地域別のエーカー当たり侵蝕量でハワイとカリブ地域が2.8トンと群を抜いている。5トン以上はアパラチア, コーンベルト, デルタおよび南東部となっている。

では州別ではどうかというと図8の如くであり、テネシー州が最も侵蝕がはげしい。次に地域別の作付面積と、このうち5トン/エーカー/年の侵蝕をうけている面積はどのくらいあるかという表-5のとおりであり、許容限界をこえる侵蝕面積は作付面積の22.7%となっており、本土(main land)についてみるとデルタ, アパラチア南東部およびコーンベルトに属する諸州がとびぬけて高くなっている。

注) この値は持続的な高い生産力を阻害することなく、無期限に許容し得る流亡の限界値であり、流亡土壌の量は土壌形成の過程で置換される量を上回ることではない値である。

図6 作物生産地域別の年間平均侵蝕（面状，雨裂型）量

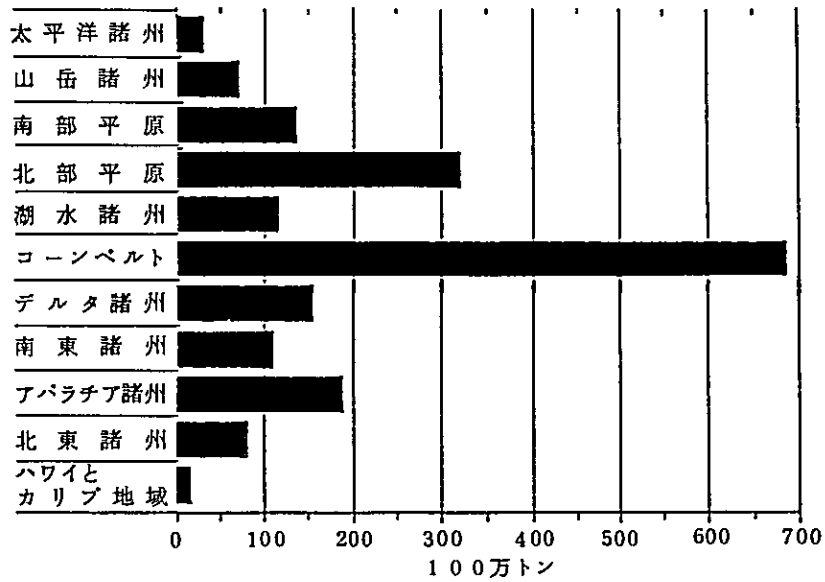


図7 作物生産地域別の年間平均侵蝕（面状，雨裂型）量
（全米平均は4.66トン／エーカー）

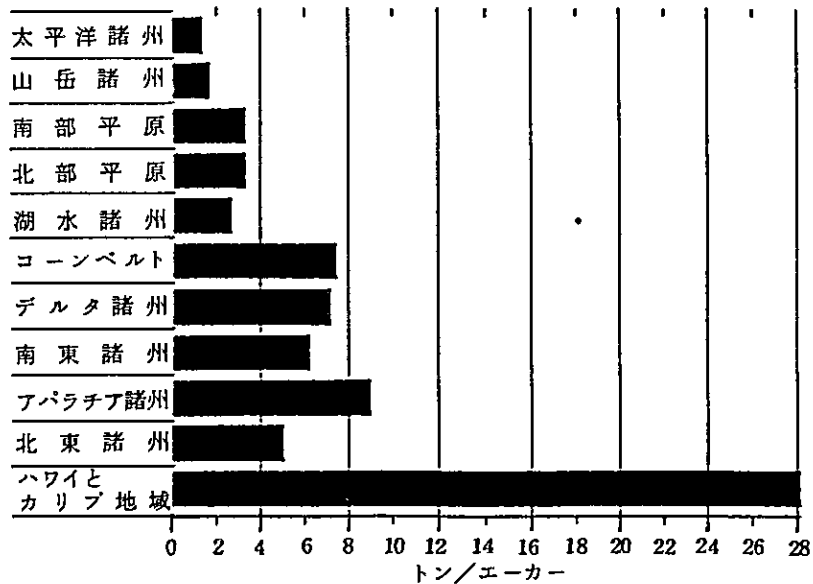
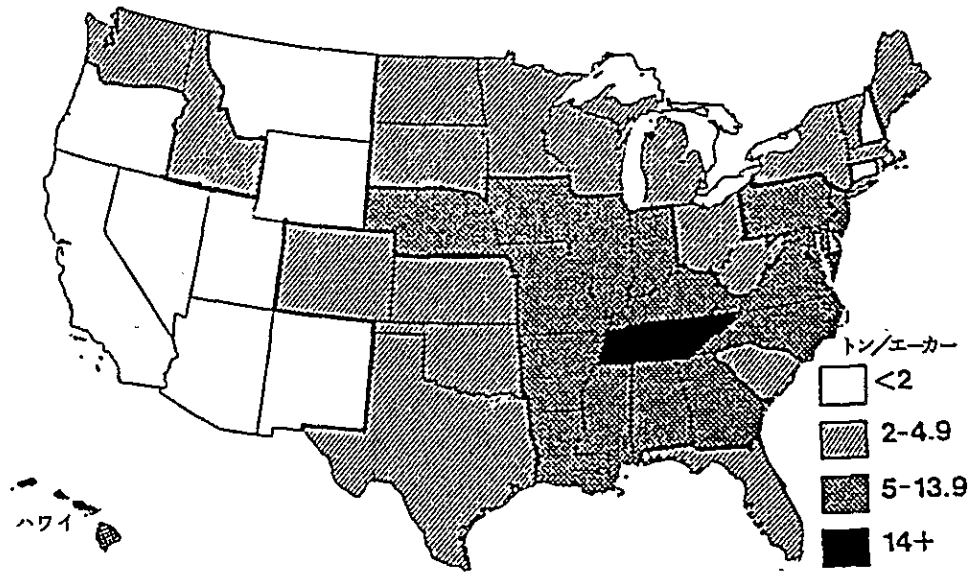


図8 州別の耕地年間平均侵蝕（面状，雨裂型）量



一例として南部ミンシッピー渓谷の微砂質台地をとってみよう。silty upland と称されるこの台地はケンタッキー，テネシー，ミシシッピー州の西部，ルイジアナ州のミンシッピー河北西部，アーカンソー州の東部のクローレー山系一帯に拡がっている。面積は約26,000平方マイル。鋭く開析された平原には厚い黄土被（loess mantle）がある。渓谷側は起伏に富み，耕地は緩～急傾斜である。土壌は層が厚く肥沃で生産力に富むが，易受蝕性である。row crop栽培が多いが保全対策はほとんど等閑視されているので土壌流亡はエーカー当たり年間平均20トンに達すると推定されている。

上記5州の耕地の年間侵蝕量はエーカー当たり8.82トンで，これは全米平均の4.66トンの2倍近いはげしさである。

次に耕地（果樹園，永年作物，採草地を除く）の普通作物の作付地について若干の州の侵蝕（トン/エーカー/年）の様相はどうかというと，カリブ地域（4917トン）は別としても，侵蝕のはげしい州はテネシー（16.53トン），ハワイ（14.21トン），ミズリー（1216トン），ミシシッピー（11.02トン），アイオワ（10.16トン），ケンタッキー（9.93トン）などであり，コーンベルトとアパラチヤに属する諸州に多い。これに対し流亡許容限界値（可出）を下回っている州はアリゾナ（0.33トン），カルフォルニア（0.91トン），モンタナ（1.21トン），ネバダ（0.06トン），オレゴン（1.31トン），

表5 侵蝕（面状，雨裂型）量がエーカー当たり年間
5トン以上の作付地の面積

| 地域別 | 作付面積 (1,000エーカー) | 5トン以上/エーカー/年 の侵蝕面積 (1,000エーカー) | 作付面積に対する 5トン以上侵蝕面積の割合 (%) |
|-------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| 山岳諸州 | 42,224 | 2,847 | 6.7 |
| 太平洋沿岸諸州 | 23,172 | 1,534 | 6.6 |
| 北部平原 | 94,574 | 13,954 | 14.8 |
| 南部平原 | 42,222 | 7,999 | 18.9 |
| 湖水諸州 | 44,141 | 5,637 | 12.8 |
| コーンベルト | 89,922 | 33,209 | 36.9 |
| デルタ諸州 | 21,191 | 9,007 | 42.5 |
| ニューイングランド諸州 | 16,916 | 4,204 | 24.9 |
| アパラチア諸州 | 20,753 | 8,121 | 39.1 |
| 南東部諸州 | 17,506 | 6,927 | 39.1 |
| カリブ地域 | 363 | 230 | 63.4 |
| ハワイ | 293 | 110 | 37.5 |
| 計または平均 | 413,277 | 93,779 | 22.7 |

表6 土地分級別の侵蝕（面状，雨裂型）量（トン/エーカー）

| 分級 | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | 平均 |
|-------|-----|-----|------|------|-----|------|------|------|-------|
| 全耕地 | 2.8 | 3.6 | 5.1 | 6.6 | 1.8 | 11.2 | 14.2 | 0.0 | 4.66 |
| テネシー州 | 3.4 | 9.2 | 12.1 | 24.7 | 0.0 | 55.4 | 55.1 | 0.0 | 14.11 |

ユタ(083トン),ワシントン(231トン),そのほかユタ,ワイオミング,コロラド,ミンガン,ミネソタなどで,太平洋沿岸,西部山岳地帯に集中している。

米国では土地利用の観点から土地の能力分級(Ⅰ~Ⅷ)を8クラスに設定^{注)}しているが,このクラス別の侵蝕はどのようになっているか。表6は耕地についてみたものであるがⅤクラスを除いてⅠ~ⅦまでとくにⅥ,Ⅶで侵蝕が著しい。

比較にテネシー州をあげたが,各クラス別にみても全米平均の2~3倍のはげしさである。

イ 風 蝕

風蝕は多くの地域で問題となっているが,とくに大平原(great plains)諸州が著しい。この地域の気候は他地域とくらべて変動がはげしい。大平原の乾燥農業地域の一部には砂漠に近いところもあり,作物生産は例外的な好条件の年次に限定される。平年並かそれ以下の降水量がずっと,作物は長期的に不良となり土地は適切な植生被もななく侵蝕が激増する。

風蝕は次期作物用の水分蓄積に対し夏季休閑(summer fallow)を必要とする地域で起る。約14ヶ月におよぶ休耕の目的は水分の蓄積と雑草(水分を消費する)の除去にある。したがって土壌はこの期間中,保護植被を欠き,侵蝕を受け易い。

大平原諸州の風蝕の発生面積は表7のとおりである。

エーカー当たり年5トン以上の風蝕面積が当該州の耕地の50%前後におよんでいるのは,コロラド,ニューメキシコ,テキサスの3州であり,10州平均の23.2%をはるかに超え,エーカー当たりいずれも平均で8トンを突破している。(図9)

注) Ⅰ 作物生産を制限する条件はほとんどない。

Ⅱ 作物の選択にいくらかの制限がある。またいくらかの保全管理が必要である。

Ⅲ 作物の選択に強い制限がある。また特定の保全管理が必要である。

Ⅳ 作物の選択に極めて強い制限がある。また特に周到で注意深い保全管理が必要である。

Ⅴ 侵蝕はほとんどおこらないが別の制限があるために,牧草地,放牧地,林地,野生動物用地として利用できる。

Ⅵ 強い制限があつて耕作には不適で,その利用はⅤと同じ。

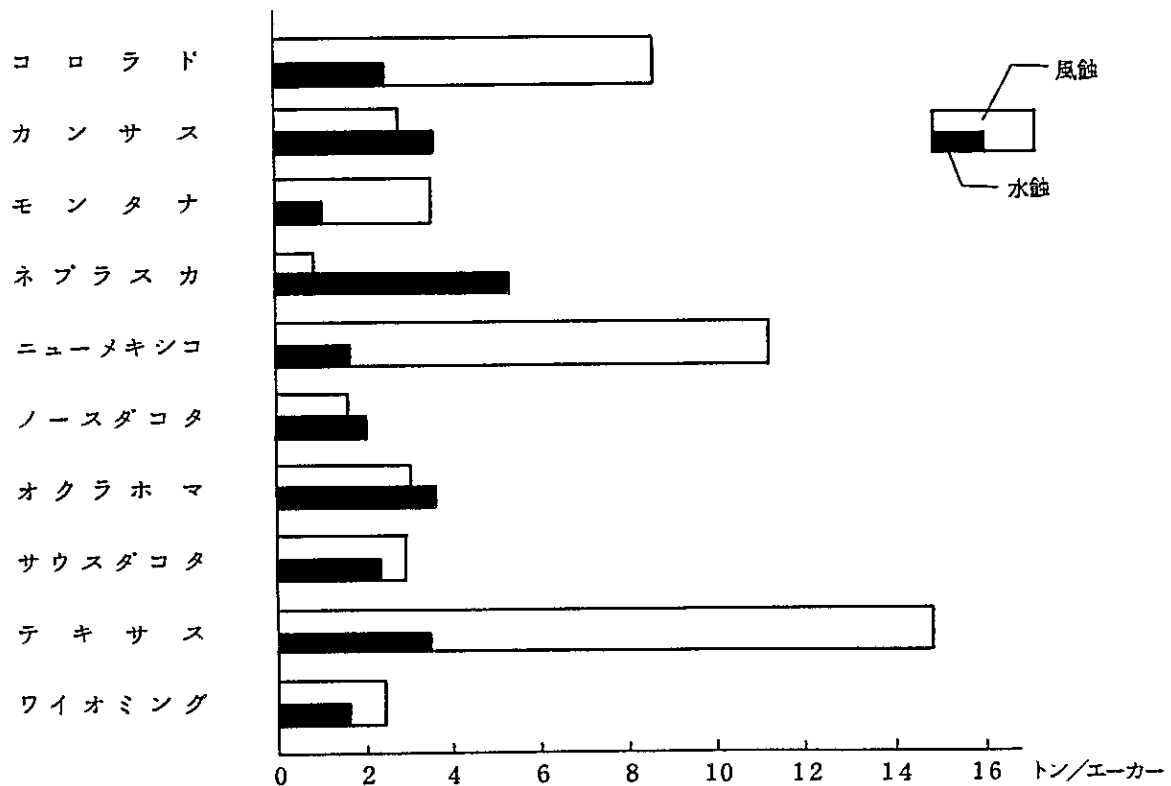
Ⅶ 極めて強い制限があつて,耕作には不適,その利用はⅤと同じ。

Ⅷ 作物生産が不可能な土壌及び地形であつて,その利用はリクリエーション,野生動物,水源あるいは景観目的に限られる。

表7 大平原諸州における耕地の風蝕の程度別面積

| 州名 | < 5 5~13.9 14 > | | | 計 | 5~13.9+>14 の面積の割合 (%) |
|---------|---------------------------|--------|--------|---------|-----------------------------|
| | トン/エーカー/年 (1,000エーカー) | | | | |
| コロラド | 6,637 | 2,037 | 2,419 | 11,093 | 40.2 |
| カンサス | 23,762 | 3,786 | 1,258 | 28,806 | 17.5 |
| モンタナ | 11,924 | 2,657 | 774 | 15,355 | 22.3 |
| ネブラスカ | 19,323 | 1,016 | 360 | 20,699 | 6.6 |
| ニューメキシコ | 1,066 | 659 | 557 | 2,282 | 53.3 |
| ノースダコタ | 24,317 | 2,486 | 110 | 26,913 | 9.6 |
| オクラホマ | 9,612 | 1,543 | 628 | 11,783 | 18.4 |
| サウスダコタ | 15,457 | 2,356 | 343 | 18,156 | 14.9 |
| テキサス | 14,944 | 6,249 | 9,246 | 30,439 | 50.9 |
| ワイオミング | 2,383 | 527 | 60 | 2,970 | 19.8 |
| 計または平均 | 12,942.5 | 23,316 | 15,755 | 168,496 | 23.2 |

図9 大平原諸州の耕地の風蝕



一方風蝕面積の少ない州はネブラスカ、ノースダコタでともに10%に満たない。因みに風蝕のとくに著しいコロラドほか2州の水蝕はいずれもエーカー当たり平均2～3トンにすぎず、風蝕は水蝕の3～5倍というはげしさである。▲

1-6-2 牧草地の土壌侵蝕

牧草地 (pasture land) 約1億3400万エーカーには1700万エーカーの野草地 (native pasture) も含まれている。

ア 水 蝕

全米平均ではエーカー当たり年5トン以上の侵蝕をうけている面積は10.7%, 1400万エーカーであり、その地域別の面積の割合は表-8のとおりである。全米平均を上回るのは、カリブ地域は別としてアパラチアン、コーンベルトがともに20%ほど、次いでデルタが12%で太平洋沿岸と南東部はいずれも2%以下と少ない。

州別の年間平均侵蝕量は図10の如くである。耕地に比較して全体的に侵蝕の度合は低く、エーカー当たり5トン以上の面積の割合は耕地のその約半である。

イ 風 蝕

牧草地の風蝕は耕地に比較して一般に軽微である。これは米国の牧草地が降水量の多い東経96度線の東側にある諸州に多く分布する(約7割ぐらい)ことから大平原を中心とする風蝕地帯と一致しないことによるものであろう。しかし急傾斜、低い保水性、乾燥性などの土壌的制約はとくに降水量の少ない年には牧草地の適度の植被の生育を阻害することとなり風蝕をひきおこす。

牧草地の風蝕についての地域別、州別の侵蝕量は明かにされていない。

1-6-3 放牧地の土壌侵蝕

放牧地 (range land) は約4億1400万エーカーでその極相植生 (climax vegetation) が主として禾本科野草、広葉雑草、飼料価値のある灌木 (bush tree) からなる土地で、野草地、サバンナ、一部の灌木地、雑草地がこれに含まれる。全米では耕地とほぼ同じぐらいの面積でありその98%以上が図11のように東経96度線の西側を中心とする17州に集中し牧草地とは対照的な分布を示す。

ア 水 蝕

放牧地の土壌は大部分が浅く、傾斜もかなり強く(表1参照)、標高も比較的高いので気候的制約もうけるので利用を誤ると侵蝕が発生し易い。

全米平均ではエーカー当たり年5トン以上の侵蝕をうけている面積は11.3%, 4600万エーカーにのぼる。その地域別の面積割合は表9のとおりである。

エーカー当たり侵蝕量は全米平均で2.8トンであり耕地(4.7トン)のほぼ6割程度である。平均を上回るのはアーカンソー、カリフォルニア、ミシシッピ、コロラド、

表 8 侵蝕（面状，雨裂型）量がエーカー当たり年 5 トン
以上の牧草地の面積

| 地 域 別 | 牧草地面積 (1,000エーカー) | 5トン以上/エーカー/年 の侵蝕面積 (1,000エーカー) | 牧草地面積に対する 5トン以上侵蝕面積 の割合(%) |
|-------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 山 岳 条 州 | 7,407 | 331 | 4.5 |
| 太平洋沿岸諸州 | 3,921 | 63 | 1.5 |
| 北 部 平 原 | 9,557 | 582 | 6.1 |
| 南 部 平 原 | 27,481 | 1,563 | 5.7 |
| 湖 水 諸 州 | 6,857 | 350 | 5.1 |
| コーンベルト | 25,185 | 4,884 | 19.4 |
| デルタ諸州 | 12,614 | 1,562 | 12.4 |
| ニューイングランド諸州 | 5,806 | 378 | 6.5 |
| アパラチ諸州 | 18,550 | 3,573 | 19.3 |
| 南東部諸州 | 14,081 | 257 | 1.8 |
| カリブ地域 | 863 | 467 | 54.1 |
| ハ ワ イ | 992 | 195 | 19.6 |
| 計または平均 | 133,539 | 14,205 | 10.6 |

図10 州別の牧草地年間平均侵蝕（面状，雨裂型）量

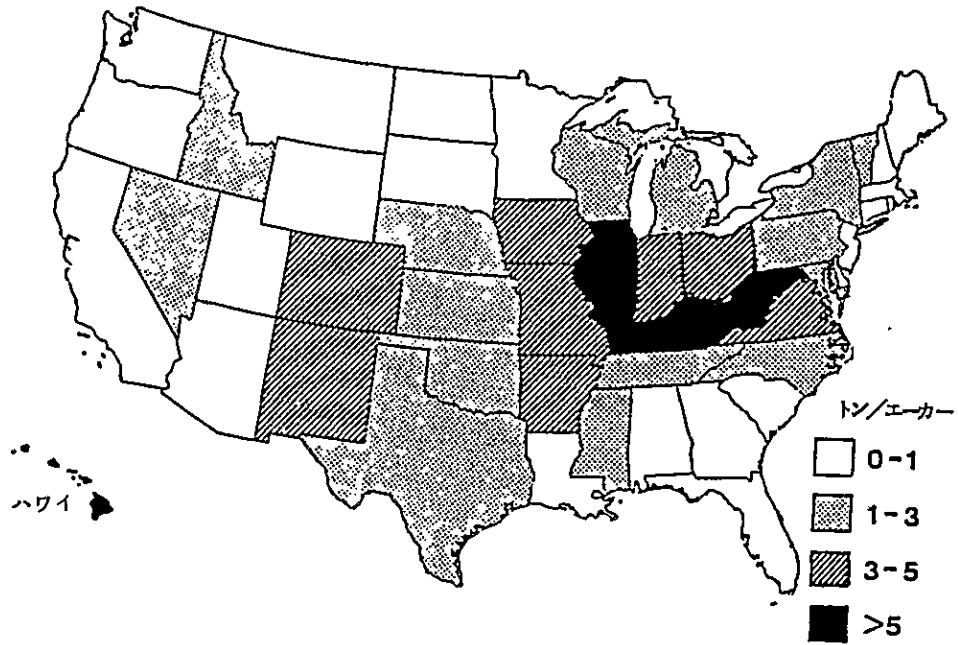


図11 放牧地の州別面積（1,000 エーカー）

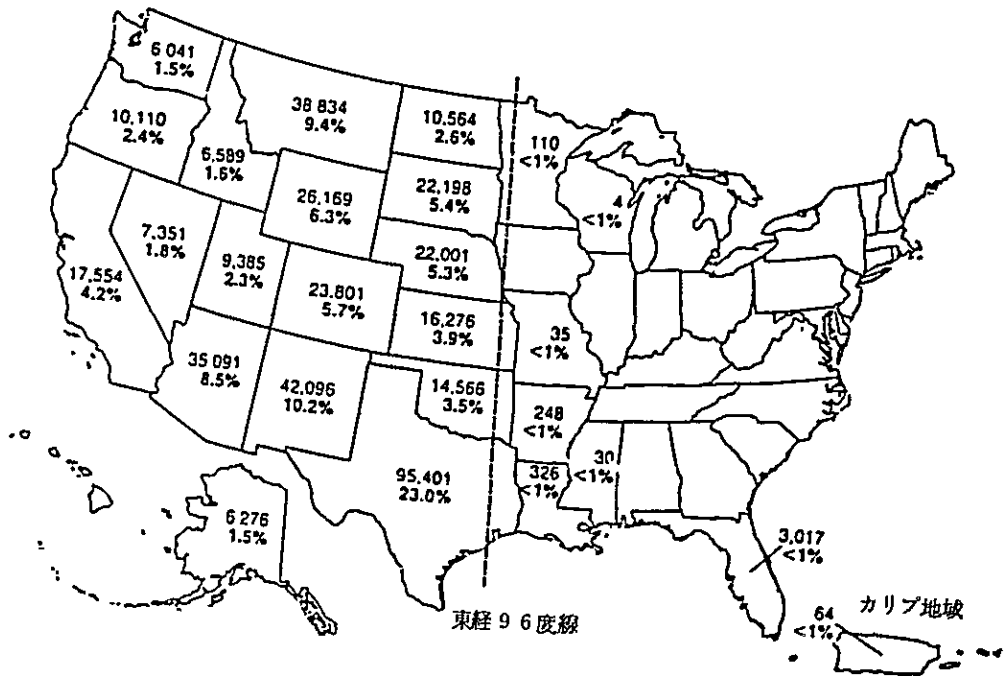


表9 侵蝕量(面状, 両裂型)がエーカー当たり5トン
以上の放牧地の面積

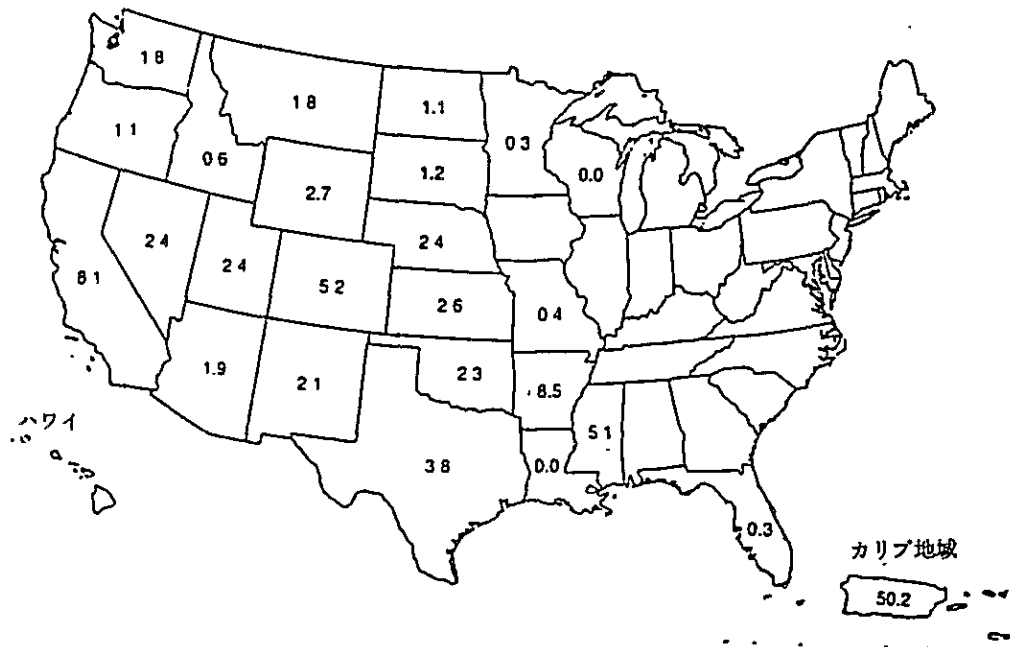
| 地域別 | 放牧地面積 (1,000エーカー) | 5トン以上/エーカー/年 の侵蝕面積 (1,000エーカー) | 放牧地面積に対する5トン 以上侵蝕面積の割合 (%) |
|-------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 山岳諸州 | 189,316 | 20,813 | 11.0 |
| 太平洋沿岸諸州 | 33,705 | 6,353 | 18.8 |
| 北部平原 | 71,039 | 6,255 | 8.8 |
| 南部平原 | 109,967 | 12,482 | 11.4 |
| 湖水諸州 | 110 | — | — |
| コーンベルト | 35 | — | — |
| デルタ諸州 | 604 | 102 | 16.9 |
| ニューイングランド諸州 | — | — | — |
| アパラチア諸州 | — | — | — |
| 南東部諸州 | 3,017 | — | — |
| カリブ地域 | 64 | 52 | 81.3 |
| ハワイ | — | — | — |
| 計または平均 | 407,861 | 46,047 | 11.3 |

テキサスの諸州である。東部の諸州では問題になるほどの侵蝕は生じていない(図12)

土地分級別にみた放牧地の侵蝕の程度をみると表10の如くである。こゝでは分級のサブクラス^{注)}であるeとsに注目したい。

図12 州別の年間侵蝕(面状, 雨裂型)量(トン/エーカー)

— 全米平均は2.8トン —



注) SCSの土地分級システムで用いているサブクラスのeは密度の高い植被が維持されない限り侵蝕の危険のある土壤であり, Sは浅い乾燥した土壤または石礫の多い土壤を示す。またwは土壤水が植物の生育または栽培を阻害する湿潤土壤, Cは気候条件が作物生産と土壤管理に影響を及ぼす土壤を示す。

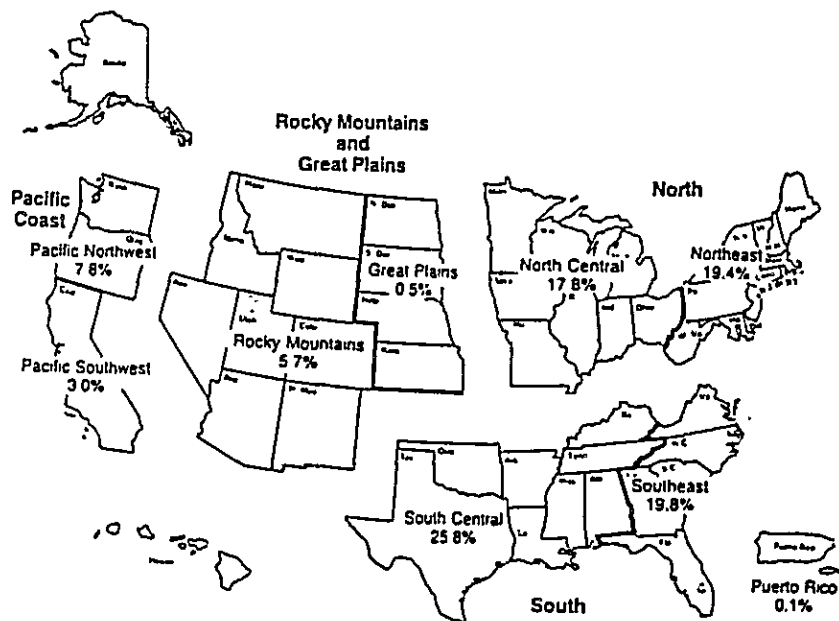
表10 土地分級(Ⅲ,Ⅳ,Ⅴ~Ⅷ)別にみた
放牧地の侵蝕程度と面積

| 土地分級 | < 2 2~4.9 5~13.9 14 > | | | | 放牧地面積計 | 5トン以上の 侵蝕面積に占 めるC~Wの 面積割合 (%) | |
|-------|--------------------------------|--------|--------|--------|---------|---|------|
| | トン/エーカー/年 (1,000エーカー) | | | | | | |
| Ⅲ { | c | 3,010 | 42 | — | — | 3,052 | — |
| | e | 34,718 | 2,358 | 1,010 | 110 | 38,196 | 29 |
| | s | 3,008 | 101 | 18 | 39 | 3,166 | 1.8 |
| | w | 3,484 | 99 | 38 | 14 | 3,635 | 1.4 |
| Ⅳ { | c | 2,482 | 32 | 15 | — | 2,529 | 0.6 |
| | e | 33,858 | 3,241 | 1,687 | 384 | 39,170 | 53 |
| | s | 4,566 | 161 | 69 | — | 4,796 | 1.4 |
| | w | 3,279 | 10 | 7 | — | 3,296 | 0.2 |
| Ⅴ { | c | 3,713 | 185 | 3 | 20 | 3,921 | 0.6 |
| | e | 79,820 | 15,511 | 8,758 | 2,706 | 106,795 | 107 |
| | s | 25,523 | 3,717 | 1,922 | 536 | 31,698 | 7.8 |
| | w | 4,404 | 46 | — | 32 | 4,482 | 0.7 |
| Ⅵ { | c | 4,854 | 121 | 67 | — | 5,042 | 13 |
| | e | 29,616 | 9,587 | 8,628 | 4,456 | 52,287 | 250 |
| | s | 50,459 | 12,353 | 8,494 | 6,060 | 77,366 | 188 |
| | w | 1,755 | 33 | — | — | 1,788 | — |
| Ⅶ { | e | 527 | 93 | 126 | 70 | 816 | 24.0 |
| | s | 2,958 | 215 | 240 | 170 | 3,583 | 11.4 |
| | w | 190 | 13 | — | 15 | 218 | 6.9 |
| 計 | 292,224 | 47,918 | 31,082 | 14,612 | 385,836 | | |
| I~Ⅷ合計 | 312,940 | 48,874 | 31,324 | 14,723 | 407,861 | | |

表 1 1 大平原諸州における放牧地の風蝕の程度と面積

| 州名 | < 5 5~13.9 14 > | | | 計 | 5~13.9+14 > の面積の割合 (%) | 同左 水蝕面積 の割合 (%) |
|---------|---------------------------|-------|--------|---------|------------------------------|--------------------------|
| | トン/エーカー/年 (1,000 エーカー) | | | | | |
| コロラド | 23,313 | 82 | 406 | 23,801 | 2.1 | 18.1 |
| カンサス | 15,877 | 112 | 287 | 16,276 | 2.5 | 13.0 |
| モンタナ | 38,834 | — | — | 38,834 | — | 8.1 |
| ネブスカ | 21,860 | 46 | 95 | 22,001 | 0.6 | 11.3 |
| ニューメキシコ | 32,157 | 5,286 | 4,657 | 42,096 | 23.6 | 7.2 |
| ノースダコタ | 10,441 | 58 | 65 | 10,564 | 1.2 | 4.1 |
| オクラホマ | 14,552 | 14 | — | 14,566 | 0.1 | 10.4 |
| サウスダコタ | 22,198 | — | — | 22,198 | — | 5.5 |
| テキサス | 88,288 | 2,784 | 4,329 | 95,401 | 7.5 | 11.5 |
| ワイオミング | 25,350 | 281 | 538 | 26,119 | 3.1 | 15.1 |
| 計または平均 | 292,870 | 8,659 | 10,377 | 311,906 | 61 | — |

図 1 3 地域別の林地の分布



各分級のなかでは e が 5 トン以上の侵蝕量を示す面積が大きく、s がこれに次いでいる。5 トン以上の侵蝕面積中 e と s とが占める面積の割合はⅢで 29, 1.8%, w で 5.3, 1.4% Ⅵで 10.7, 7.8%, Ⅶでは実に 25.0, 18.8% と最大を示し、Ⅷでは 24.0, 11.4% となっている。このように放牧地の侵蝕の程度はとくに e と s のサブクラスの土地で著しいことがうかがわれる。

イ 風 蝕

放牧地は中西部に分布が多く(図 1 2 参照), とくに大平原の 10 州で全米の 52% を占めている。耕地の項で述べたように大平原地帯は風蝕が著しく、放牧地も当然のことながら風蝕をうける。その状況は表 1 1 のとおりで、10 州全体(3 億 1200 万エーカー)のうち 5 トン以上の風蝕をうける面積は 61%, 1,900 万エーカーに達する。とくにニューメキシコ州がはげしく、次いでテキサス州である。

これら諸州における 5 トン以上の侵蝕面積の割合を風蝕と水蝕とについてみるとニューメキシコ州だけが風蝕が水蝕を上回っている。

1-6-4 林地の土壌侵蝕

3 億 7,000 万エーカーの林地のうち約 83% は全土の東部に、17% は西部に分布している。地域別では南東部に 26%, 北東部に 19%, 南東部に 20%, 北東部に 18%, 太平洋沿岸北西部は 8%, ロッキー山地に 6%, 太平洋沿岸南西部は 3% と少なく、とくに大平原地帯は 0.5% と極端に少ない(図 1 3)。

また全林地面積のうち放牧林地(forest land grazed)は 6,100 エーカー, 無放牧林地(forest land not grazed)は 3 億 900 万エーカーである。林地における潜在牧草生産量はエーカー当たり年 1,000~2,000 ポンドであるがコメツガなどの植被のある場合は 4,200 ポンドに達する。

年間の侵蝕量は 4 億 3,500 万トン(放牧林地 2 億 3,900 万トン, 無放牧林地 1 億 9,600 万トン)である。林地では風蝕はほとんど発生しないからこの数値は水蝕だけとみてよい。

年間 5 トン/エーカー以上の侵蝕をうけている林地面積の割合は放牧林地で 14.7%, 無放牧林地で 2.3% であり、地域別では表-12 のとおりである。

放牧林地で平均の 14.7% を大きく上回るのはコーンベルト, アパラチア, 北部平原などで、少ないのは南東部, 南部平原などで 5% 以下である。一方無放牧林地で平均の 2.3% を上回るのはアパラチア, コーンベルト, 少ないのは山岳, 南部平原などである。

放牧林地で侵蝕の著しいのは無放牧林地に比べて植被の少ない裸地状態に近い土地が多いためである。

次に放牧林地の侵蝕量はデラウェアを含む 21 州では年間エーカー当たり 2 トン以下、13 州で 2~4.9 トン, カリブ地域と 12 州で 5~13.9 トン, 3 州で 14 トン以上であ

表12-1 侵蝕量がエーカー当たり5トン以上の
放牧林地の面積

| 地 域 別 | 放牧林地の面積 (1,000エーカー) | 5トン以上/エーカー/年の 侵蝕面積 (1,000エーカー) | 放牧林地面積に対する 5トン以上の侵蝕面積 の割合 (%) |
|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 山 岳 諸 州 | 13,450 | 1,906 | 14.2 |
| 太 平 洋 沿 岸 諸 州 | 9,256 | 1,347 | 14.6 |
| 北 部 平 原 | 984 | 164 | 16.7 |
| 南 部 平 原 | 8,215 | 250 | 3.0 |
| 湖 水 諸 州 | 3,264 | 562 | 15.4 |
| コ ー ン ベ ル ト | 6,340 | 2,124 | 33.5 |
| デ ル タ 諸 州 | 7,871 | 959 | 12.2 |
| ニ ュ ー イ ン グ ラ ン ド 諸 州 | 1,370 | 239 | 17.4 |
| ア バ ラ チ ア 諸 州 | 5,646 | 1,368 | 24.2 |
| 南 東 部 諸 州 | 5,088 | 141 | 2.8 |
| カ リ ブ 地 域 | 24 | 14 | 58.3 |
| ハ ワ イ | 154 | 45 | 28.8 |
| 計 また は 平 均 | 61,064 | 9,005 | 14.7 |

表 1 2 - 2 侵蝕量がエーカー当たり 5 トン
以上の無放牧林地の面積

| 地 域 別 | 無放牧林地の面積 (1,000 エーカー) | 5 トン以上/エーカー/年 の侵蝕面積 (1,000 エーカー) | 無放牧林地面積に対 する5 トン以上侵蝕 面積の割合 (%) |
|---------------|--------------------------|--|--------------------------------------|
| 山 岳 諸 州 | 8,158 | 13 | 0.2 |
| 太 平 洋 沿 岸 諸 州 | 23,587 | 417 | 1.8 |
| 北 部 平 原 | 944 | 5 | 0.5 |
| 南 部 平 原 | 5,947 | 9 | 0.2 |
| 湖 水 諸 州 | 39,124 | 204 | 0.5 |
| コ ー ン ベ ル ト | 18,406 | 962 | 5.2 |
| デ ル タ 諸 州 | 33,181 | 590 | 1.8 |
| ニューイングランド諸州 | 61,883 | 777 | 1.3 |
| アブラチア諸州 | 56,491 | 3,233 | 5.7 |
| 南 東 部 諸 州 | 64,242 | 339 | 0.5 |
| カ リ ブ 地 域 | 404 | 280 | 69.3 |
| ハ ワ イ | 1,287 | 185 | 14.4 |
| 計または平均 | 308,599 | 7,014 | 2.3 |

った。テラウエア州では侵蝕は全く報告されていない。これに対し無放牧林地での侵蝕量は37州で1トン以下，10州で1～1.9トン，2州で2～4.9トン，カリブ地域では9.7トンと最高を記録した。

面状および雨裂型侵蝕の平均数値を州に適用する場合注意が必要である。すなわちある州の平均数値は許容範囲内にあっても，その州の特定の場所は許容範囲をはるかに超えることがあるからである。

大規模な面状，雨裂型侵蝕の80%近くが放牧林地で発生している。

林地での平均侵蝕率は土地分級のⅦとⅧで最高を示しエーカー当り年2.1トンに達した。またサブクラスではeが最高，次いでs，c，wの順であった。

面状，雨裂型侵蝕による土壌の移動量は河川での堆積量と必ずしも等しくはない。堆積物の多くは河川に至るまでに斜面上に堆積してしまふからである。推定によると毎年流水で移動する堆積物の約1/2が河川に運ばれるにすぎない。

2. 土壌保全対策の現状

2-1 土壌保全関係の行政組織

1935年に公布された Soil Conservation and Domestic Allotment Act によって農務省に土壌保全局 (Soil Conservation Service, 以下 SCS と記す) が設置されたのは今から約50年も前のことである。その後 Flood Control Act など数次にわたって公布された法律にもとづいて土壌(水も含めて)保全に関する各種の施策が実施されてきた。

SCS は組織上森林局 (Forest Service) とともに農務省の Assistant Secretary Natural Resources and Environment に属している。

SCS の下部機関として各州に State Office があり，その下に若干の Area Office さらに第一線機関としておむね各郡 (County) に Work Unit が配置されている。

一方全米で約3,000に達する土壌保全区 (Soil Conservation District)^{注)} が組織されていて Work Unit はこれら保全区に対する技術援助という形でその活動を行なっている。この活動が米国における土壌保全のいわばケルンとなっているのは SCS の発足以来今日に至るまで変わっていない。

注) 1979年度土壌保全区は国土の98%，88億8,600万エーカーをカバーするに至っている。土壌保全区は地区の住民によって組織され，地区内の土壌，水の保全計画の策定と指導を任務とし，農務省，試験研究機関，普及組織等の連邦および州の専門的援助を要請する役割を果たしている。

S C S 所属の職員は約 14,500 人で農務省では第 2 位の人員を擁しその 90 % 以上が Work Unit に勤務している。

S C S は設定後 1952 年までは試験研究部門をもっていたが、1953 年以後は技術行政のみを所管するようになり、試験研究は農業研究局 (Agricultural Research Services ARS) に移管された。

一方、Under Secretary International Affairs and Commodity Program の下に農業安定局 (Agricultural Safety and Conservation Services ASCS) が設置されており、これが土壌保全に必要な補助金を所掌している。このように土壌保全業務は S C S の技術分野、ASCSS の補助金分野の両立てで運営されている。

2-2 保全対策事業の概要

1977 年の保全対策事業の実績および 1936 年以降の累積の事業量は表 13 のとおりである。

累積では等高線栽培が圧倒的に多いが最近が目立って減少している。こゝで注目されるのは不耕起栽培 (no-till, minimum-tillage, less-tillage など) である。

由来土壌侵蝕防止のための技術対策としては圃場排水路の整備が基本とされているが、広大な耕地に施設をつくり、人為的に排水をコントロールするのは不可能に近い。自然排水の仕組みを最大限に活用して人為的コントロールは必要最小限にとどめざるを得ない。

従来、テラスの造成などが経費助成を伴って進められたほか等高線栽培、帯状作付などが重点的に指導奨励されてきたが、このように営農技術自体を保全的観点から組立てようとする対策の有効性は農民の理解と意欲、実行にかゝっているものである。

最近における商品作物の連作、酪農から畑作への転換の傾向、さらにはトラクタをはじめとする農業機械の大型化 (250 ps クラスのトラクタが一般化しつつある) に伴う単位圃場面積の拡大などはいずれも従来の基幹的保全システムの実施を一層困難にしている。

これらの点を考慮すると、経費もかゝらず農民の受け入れ易いのは不耕起栽培であろう。すなわち、秋季に作物残査をすきこみつゝ行なう耕うんをやめて、晩秋～春の「侵蝕危険期」に耕地表面を作物残査でカバーして侵蝕を抑制する方法である。

これは簡易かつ省エネルギー的ではあるが、一方雑草対策、長期にわたる輻射熱の遮断による地温の低下、表土層の水分の分布特性、N を中心とする養分要素の状態変化など、従来の耕うん条件下とは全く異なる状態での作物種子の発芽、初期生育への影響、除草剤の使用時期、病害虫発生相に見合った防除法などについて解決しなければならない技術的課題も多い。現在これらに関する試験研究は A R S 所属の各地試験機関で精力的に実施中である。

表 1 3 土壤保全対策事業の実績

| 項 目 | 単 位 | 1 9 7 7 年の実績 | 累 積 実 績 |
|----------------|------|--------------|-------------|
| 不耕起栽培 | エーカー | 3,854,798 | 4,743,816.5 |
| 帯状作付 | " | 456,463 | 2,217,548.4 |
| テラス耕 | マイル | 20,914 | 1,250,437 |
| 等高線栽培 | エーカー | 13,005 | 139,897,950 |
| 表面排水 | マイル | 7,528 | 393,267 |
| 表面下排水 | " | 28,757 | 1,053,176 |
| 溜 池 | 数 | 45,147 | 2,186,934 |
| 草生水路整備 | エーカー | 75,802 | 2,267,109 |
| かんがいシステム整備 | 数 | 14,744 | 376,862 |
| かんがい面積 | エーカー | 1,422,671 | 38,138,529 |
| 耕地防風林 | マイル | 2,944 | 108,405 |
| 灌木, 草地, 牧野整備 | エーカー | 2,580,703 | 59,024,651 |
| 草地, 牧野の放牧計画の策定 | エーカー | 7,759,619 | 76,512,621 |
| 草地, 採草地の播種 | " | 1,886,067 | 74,825,678 |
| 牧野の播種 | " | 344,350 | 17,384,652 |
| 密木伐採改良 | " | 95,162.9 | 38,630,839 |
| 植 林 | " | 379,422 | 25,049,826 |
| 防風林の更新 | " | 27,168 | 143,282 |

出所：SCS(1981)

ところで現在不耕起やマルチングを含む保全耕うん(Conservation tillage)はどのくらい普及しているかという点、図14のように1979年には5,500万エーカー近くになっている。1960年代の始め頃にくらべると実に10倍の伸びといえる。

保全耕うんにはいろいろなタイプのものがあり、前作物の残渣を畑に残したままのものも含まれる。

次に保全耕うんを実施している地域別の面積をみると表14のとおりであり、全米3億エーカーのうち、no-tillが764万エーカーで2.5%、その他の保全耕うん(これにはminimum-tillageやless-tillageも含まれる)が7,167万エーカーで24%、従来通りの慣行耕うんが74%となっている。地域別ではアパラチア(とくにケンタッキー州ではno-tillが28%、保全耕うんが51%で計80%に近い)、南東部、北部平原地域で多く、南部平原、デルタでは少ない。

因みにno-tillでは多くの土壌で面状、雨裂型侵蝕を90%も軽減でき、また風蝕も作物残渣によって水蝕の場合と同程度の軽減効果があるという。

以上のように耕地では地域によって相違はあるものの、全米平均ではほぼ1/4の面積でno-tillを始め何らかの保全耕うんが実施されている。しかしこれでは不十分であって耕地(4億1,300万エーカー)のうち保全耕うんを含め、今後何らかの保全対策を必要とする面積はなお1/2以上、牧草地、放牧地では同様に3/4、林地では2/3と見積られている(図15)。

2-3 土壌・水保全関係の試験研究体制の概要

前述のように土壌・水保全に関する試験研究はARS所属の機関で行なわれている。ARSでは研究部門を6つの分野^{注)}に大別し土壌保全関係は第3の「土壌、水、自然資源」に含まれる。この分野の研究単位は表15のとおりである。

これによると研究単位は全部で35であり、ARS全体の研究単位192の約1/5のウエイ

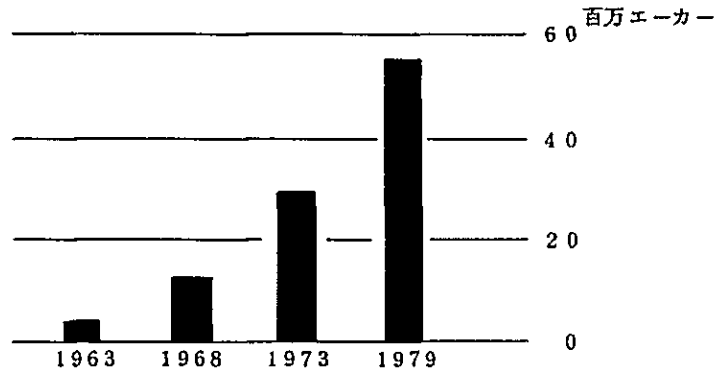
-
- | | |
|----------------|-------------|
| 注) 1. 国、地域センター | 4. 動物生産と保護 |
| 2. 作物生産と保護 | 5. ポストハーベスト |
| 3. 土壌、水、自然資源 | 6. 家庭と農村開発 |

表1 4 保全耕うんおよび慣行耕うんの地域別面積(エーカー)

| 地 域 | 保 全 耕 う ん | | 慣行の耕うん | 計 |
|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | no-till | そ の 他 の 保 全 耕 う ん | | |
| 山 岳 諸 州 | (0.5) 1 1 9,6 1 7 | (28.1) 6,3 0 7,3 8 3 | (7 1.4) 1 6,0 1 8,0 6 8 | (1 0 0.0) 2 2,4 4 5,0 6 8 |
| 太 平 洋 沿 岸 諸 州 | (0.4) 4 4,2 6 0 | (2 0.4) 2,3 0 2,9 5 0 | (7 9.2) 8,9 5 0,3 4 4 | (1 0 0.0) 1 1,2 9 7,5 5 4 |
| 北 部 平 原 | (1.3) 9 5 7,4 8 0 | (3 2.3) 2 4,0 5 1,0 0 0 | (6 6.4) 4 9,3 9 2,5 2 0 | (1 0 0.0) 7 4,4 0 1,0 0 0 |
| 南 部 平 原 | (0.4) 1 2 9,9 9 1 | (6 0) 1,8 1 7,3 7 0 | (9 3.6) 2 8,5 3 0,3 3 9 | (1 0 0.0) 3 0,4 7 7,7 0 0 |
| 湖 水 諸 州 | (0.9) 2 7 6,6 0 0 | (2 2.5) 6,6 5 3,0 0 0 | (7 6.6) 2 2,6 4 4,4 0 0 | (1 0 0.0) 2 9,5 7 4,0 0 0 |
| コ ー ン ベ ル ト | (3.3) 2,5 3 8,5 0 1 | (2 4.6) 1 9,1 9 2,7 8 6 | (7 2.1) 5 6,2 4 9,5 4 8 | (1 0 0.0) 7 7,9 8 0,8 3 5 |
| デ ル タ 諸 州 | (0.5) 9 2,8 9 0 | (7.3) 1,2 6 3,4 0 0 | (9 2.2) 1 5,9 3 1,8 1 0 | (1 0 0.0) 1 7,2 8 8,1 0 0 |
| ニ ュ ー イ ン グ ラ ン ド 諸 州 | (1 1.5) 9 0 2,6 0 8 | (1 9.0) 1,4 9 7,8 7 0 | (6 9.5) 5,4 7 5,9 2 2 | (1 0 0.0) 7,8 7 6,4 0 0 |
| ア バ ラ チ ア 諸 州 | (1 4.8) 2,0 9 2,4 0 0 | (2 6.5) 3,7 3 5,8 0 0 | (5 8.7) 8,2 7 9,9 0 0 | (1 0 0.0) 1 4,1 0 8,1 0 0 |
| 南 東 部 諸 州 | (3.5) 4 8 6,0 0 0 | (3 3.5) 4,6 0 8,3 0 0 | (6 2.9) 8,6 4 4,2 0 0 | (1 0 0.0) 1 3,7 3 8,5 0 0 |
| カ リ ブ 地 域 | (0.3) 1,8 0 0 | (2 6.3) 1 5 3,6 0 5 | (7 3.3) 4 2 7,6 8 0 | (1 0 0.0) 5 8 3,0 8 5 |
| ハ ワ イ | - | - | (1 0 0.0) 2 8 9,0 0 0 | (1 0 0.0) 2 8 9,0 0 0 |
| ア ラ ス カ 州 | - | (3 7.0) 5,5 6 5 | (6 3.0) 9,4 8 5 | (1 0 0.0) 1 5,0 5 0 |
| 計 | (2.5) 7,6 4 2,1 4 7 | (2 3.9) 7 1,6 1 9,0 2 9 | (7 3.6) 2 2 0,8 4 3,2 1 6 | (1 0 0.0) 3 0 0,1 0 4,3 9 2 |

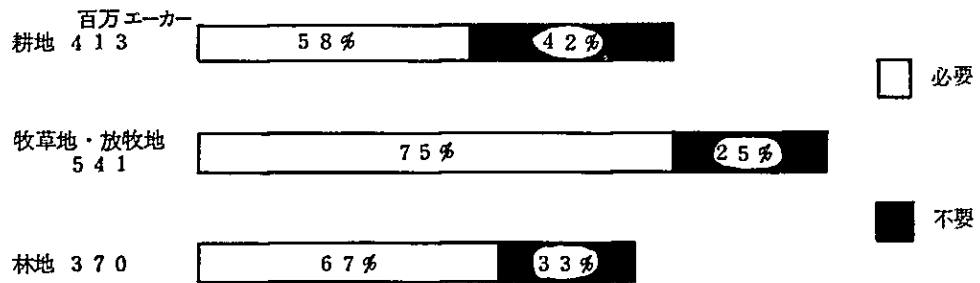
注 ()は割合

図14 保全耕うんの推移



出所：America's Soil and Water: Condition and Trends (1980) SCS, USDA

図15 保全対策技術を必要とする面積割合



出所：図14に同じ。

表15 農業研究局(ARS)所属の土壌、水、自然資源関係の研究機関(1979)

1. 土壌、水保全研究センター (14)

| 名 称 | 場 所 | 州 |
|------------------------|---------|-----------|
| アパラチア土壌水保全研究室 | ベックレイ | ウエストバージニア |
| 北東植物、土壌水研究室 | オロノ | メイン |
| 北中部土壌保全研究センター | モリス | ミネソタ |
| U.S. 大平原北部研究室 | マンダン | ノースダコタ |
| U.S. 大平原中部研究センター | アクロン | コロラド |
| スネークリバー保全研究センター | キンバリー | アイダホ |
| インベリアルバレー保全研究センター | ブラウレイ | カリフォルニア |
| コロンビア台地保全研究センター | ベンドレトン | オレゴン |
| 土壌、水、大気、植物科学研究所 | ウエストラコ | テキサス |
| U.S. 大平原南西部研究センター | ブッシュランド | テキサス |
| 海岸平野土壌、水保全研究センター | フロレンス | サウスカロライナ |
| U.S.D.A. 南部ビードモント保全研究室 | ワトキンスビル | ジョージア |
| 北部平原土壌、水保全研究センター | シドニー | モンタナ |
| 高原草地試験場 | シェーン | ワイオミング |

2. 水管理実験室 (4)

| | | |
|----------------------|-------------------------|---------|
| 水管理研究室 | フレズノ | カリフォルニア |
| U.S. 塩類化研究室 | リバーサイド | カリフォルニア |
| U.S. 水保全研究室 | フェニックス | アリゾナ |
| かんがい、土壌-植物-水関係研究ユニット | フォートコリンズ グランドジャンクション | コロラド |

3. 侵蝕、河川沈積研究室 (3)

| | | |
|------------------|-------------|--------|
| ナショナル侵蝕研究室 | ウエストラファイエット | インディアナ |
| U.S. ビッグスプリング試験場 | ビッグスプリング | テキサス |
| U.S. 河川沈積研究室 | オクスフォード | ミシシッピ |

4. 流域研究センター (11)

| | | |
|----------------|------------|---------|
| 南部平原流域水質研究室 | デュラン | オクラホマ |
| 北アパラチア流域試験場 | コショクトン | オハイオ |
| U.S.D.A河川沈積研究室 | オクスフォード | ミシシッピ |
| 草地土壌、水研究室 | テンプル | テキサス |
| 南西部放牧地流域研究センター | ツーソン | アリゾナ |
| 北西部流域研究センター | ボイス | アイダホ |
| 大平原南部流域研究センター | チッカシヤ | オクラホマ |
| ジョージア海岸平野試験場 | ティフトン | ジョージア |
| 北西流域研究室 | ユニバーシティパーク | ペンシルバニア |
| 流域研究室 | コロンビア | モンタナ |
| 流域研究ユニット | ブラフス | アイオワ |

5. その他 (2)

| | | |
|------------------|------|--------|
| U.S. 植物、土壌、栄養研究室 | イサカ | ニューヨーク |
| ナショナル耕うん機械研究室 | アーバン | アラバマ |

出所：三輪審太郎氏（農林水産省農産課）の教示による。

トといえる。35単位のうち土壌・水保全が14、流域管理が11でこの両者で大半を占めている。

次に「土壌、水、自然資源」分野の研究人員と予算は表16のとおりである。因みにこの分野の人員は476人であるからARSの研究人員2,954人の16%になる。同様に研究予算は12%である。

表16 人員と予算(1981)

| 区 分 | 人 員(人) | 予 算 (100万ドル) |
|--------------------|---------------|-----------------|
| 土壌, 水, 自然 資源の保全 | 421 (1462) | 45.1 (153.6) |
| 森林, 山岳, 野 生地の保全 | 55 (1507) | 6.7 (160.2) |

備考：()はNationalベースであって、他の省、局、大学、
州の計である。

出所：表15に同じ

試験研究の重点は前項でも触れたように不耕起栽培に伴う技術開発であるが、また侵蝕の定量技術、シミュレーションモデル、土壌の変化をはじめ生産に関与する諸因子から生産力を推定するモデルの研究も重視されている。

事業面ではUSLEのような単純化したモデルが活用されているが、研究面では土壌中の養分の挙動、熱拡散移動、作物の生長解析など土壌、気象、作物生理などの理論に基いた精緻なモデルとこれらを総合した大型モデルの開発もすすめられている。そして土壌図のような静的な情報とそこにおける動的な物質エネルギーの態様との両者を一元的に情報システム化する方向へと進展しつつある。

附 錄

附 録
目 次

| | |
|--|-----|
| 附 録 1. コロンビアの自然資源・環境保全に関する法律（1974）（抜粋） | 135 |
| 附 録 2. パラグアイの森林法（法律422）（抜粋） | 143 |
| 附 録 3. コロンビアの農民向け「土壌保全の手引き」（抜粋） | 147 |
| 附 録 4. 不耕起栽培の手引き（抜粋） | 150 |

附録 1. コロンビアの自然資源・環境保全に関する法律（1974 法律 2811）の抜粋

DECRETO NUMERO 2811 DE 1974

Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales
Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA
en ejercicio de las facultades extraordinarias conferidas
por la ley 23 de 1973 y previa consulta con las
comisiones designadas por las Cámaras Legislativas
y el Consejo de Estado, respectivamente,

DECRETA:

EL SIGUIENTE SERA EL TEXTO DEL CODIGO NACIONAL
DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DE
PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE

TITULO PRELIMINAR

CAPITULO UNICO

ARTICULO 10. El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares
deben participar en su preservación y manejo, que son de
utilidad pública e interés social.

La preservación y manejo de los recursos naturales
renovables también son de utilidad pública e interés
social.

ARTICULO 20. Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio-
común de la humanidad y necesario para la supervivencia y
el desarrollo económico y social de los pueblos, este
Código tiene por objeto:

1. Lograr la preservación y restauración del ambiente y
la conservación, mejoramiento y utilización racional
de los recursos naturales renovables, según criterios
de equidad que aseguren el desarrollo armónico del

hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional;

2. Prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos;
3. Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la Administración Pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y del ambiente.

ARTICULO 30. De acuerdo con los objetivos enunciados, el presente Código regula;

- a) El manejo de los recursos naturales renovables, a saber;
 1. La atmósfera y el espacio aéreo nacional;
 2. Las aguas en cualquiera de sus estados;
 3. La tierra, el suelo y el subsuelo;
 4. La flora;
 5. La fauna;
 6. Las fuentes primarias de energía no agotables;
 7. Las pendientes topográficas con potencial energético;
 8. Los recursos geotérmicos;
 9. Los recursos biológicos de las aguas y del suelo y el subsuelo del mar territorial y de la zona económica de dominio continental e insular de la República;
 10. Los recursos del paisaje.
- b) La defensa del ambiente y de los recursos naturales renovables contra la acción nociva de fenómenos naturales.
- c) Los demás elementos y factores que conforman el ambiente o influyen en el denominado en este Código elementos ambientales, como:

1. Los residuos, basuras, desechos y desperdicios;
2. El ruido;
3. Las condiciones de vida resultantes de asentamiento humano urbano o rural;
4. Los bienes producidos por el hombre, o cuya producción sea inducida o cultivada por él, en cuanto incidan o puedan incidir sensiblemente en el deterioro ambiental.

ARTICULO 40. Se reconocen los derechos adquiridos por particulares con arreglo a la ley sobre los elementos ambientales y los recursos naturales renovables. En cuanto a su ejercicio, tales derechos estarán sujetos a las disposiciones de este Código.

ARTICULO 50. El presente Código rige en todo el territorio nacional, el mar territorial con su suelo, subsuelo y espacio aéreo, la plataforma continental y la zona económica o demás espacios marftimos en los cuales el pafs ejerza jurisdicción de acuerdo con el derecho internacional.

ARTICULO 60. La ejecución de la polftica ambiental de este Código será función del gobierno nacional, que podrá delegarla en los gobiernos seccionales o en otras entidades públicas especializadas.

PARTE VII
DE LA TIERRA Y LOS SUELOS
TITULO 1
DEL SUELO AGRICOLA
CAPITULO 1
PRINCIPIOS GENERALES

ARTICULO 178. Los suelos del territorio nacional deberán usarse de acuerdo con sus condiciones y factores constitutivos.

Se determinará el uso potencial de los suelos según los factores físicos, ecológicos y socioeconómicos de la región.

Según dichos factores también se classificarán suelos.

ARTICULO 179. El aprovechamiento de los suelos deberá efectuarse en forma de mantener su integridad física y su capacidad productora.

En la utilización de los suelos se aplicarán normas técnicas de manejo para evitar su pérdida o degradación, lograr su recuperación y asegurar su conservación.

ARTICULO 180. Es deber de todos los habitantes de la República colaborar con las autoridades en la conservación y en el manejo adecuado de los suelos.

Las personas que realicen actividades agrfcolas, pecuarias, forestales o de infraestructura. que afecten o puedan afectar los suelos, están obligadas a llevar a cabo las prácticas de conservación y recuperación que se determinen de acuerdo con las caracterfsticas regionales.

CAPITULO II
DE LAS FACULTADES DE LA ADMINISTRACION

ARTICULO 181.- Son facultades de la administración:

- a) Velar por la conservación de los suelos para prevenir y controlar, entre otros fenómenos, los de erosión, degradación, salinización o revenimiento;
- b) Promover la adopción de medidas preventivas sobre el uso de la tierra, concernientes a la conservación del suelo, de las aguas edáficas y de la humedad y a la regulación de los métodos de cultivo, de manejo de la vegetación y de la fauna;
- c) Coordinar los estudios, investigaciones y análisis de suelos para lograr su manejo racional;
- d) Adiministrar y reglamentar la conveniente utilización de las sabanas y playones comunales e islas de dominio público;
- e) Intervenir en el uso y manejo de los suelos baldfos on en terrenos de propiedad privada cuando se presenten fenómenos de erosión, movimiento, salinización, y. en general, de degradación del ambiente por manejo inadecuado o por otras causas y adoptar las medidas de corrección, recuperación o conservación;
- f) Controlar el uso de sustancias que puedan ocasionar contaminación de los suelos.

CAPITULO III
DEL USO Y CONSERVACION DE LOS SUELOS

ARTICULO 182.- Estarán sujetos a adecuación y restauración los suelos que se encuentren en alguna de las siguientes circunstancias:

- a) Inexplotación si, en especiales condiciones de manejo, se pueden poner en utilización económica;
- b) Aplicación inadecuada que interfiera la estabilidad del ambiente;
- c) Sujeción a limitaciones físico-químicas o biológicas que afecten la productividad del suelo;
- d) Explotación inadecuada.

ARTICULO 183.- Los proyectos de adecuación o restauración de suelos deberán fundamentarse en estudios técnicos de los cuales se induzca que no hay deterioro para los ecosistemas. Dichos proyectos requerirán aprobación.

ARTICULO 184.- Los terrenos con pendiente superior a la que se determine de acuerdo con las características de la región deberán mantenerse bajo cobertura vegetal.

También según las características regionales, para dichos terrenos se fijarán prácticas de cultivo o de conservación.

ARTICULO 185.- A las actividades mineras, de construcción, ejecución de obras de ingeniería, excavaciones, u otras similares, precederán estudios ecológicos y se adelantarán según las normas sobre protección y conservación de suelos.

ARTICULO 186.- Salvo autorización y siempre con la obligación de reemplazarla adecuada e inmediatamente, no podrá destruirse la vegetación natural de los taludes de las vías de comunicación o de canales, ya los dominen o estén situados por debajo de ellos.

TITULO II
DE LOS USOS NO AGRICOLAS DE LA TIERRA
CAPITULO I
USOS URBANOS; HABITACIONALES E INDUSTRIALES

ARTICULO 187.- Se planeará el desarrollo urbano determinando, entre otros, sectores residenciales, cívicos, comerciales, industriales y de recreación así como zonas oxigenantes y amortiguadoras y contemplando la necesaria arborización ornamental.

ARTICULO 188.- La planeación urbana comprenderá principalmente:

1. La reglamentación de la construcción y el desarrollo de programas habitacionales según las necesidades de protección y restauración de la calidad ambiental y de la vida, dando prelación a las zonas con mayores problemas;
2. La localización adecuada de servicios públicos cuyo funcionamiento pueda afectar el ambiente;
3. La fijación de zonas de descanso o de recreo y la organización de sus servicios para mantener ambiente sano y agradable para la comunidad;
4. La regulación de las dimensiones adecuadas de los lotes de las unidades de habitación y de la cantidad de personas que pueda albergar cada una de estas unidades y cada zona urbana.

ARTICULO 189.- En los centros urbanos, las industrias que por su naturaleza puedan causar deterioro ambiental estarán situadas en zona determinada en forma que no causen daño o molestia a los habitantes de sectores vecinos ni a sus actividades, para lo cual se tendrán en cuenta la ubicación geográfica, la dirección de los vientos y las demás características del medio y las emisiones no controlables.

ARTICULO 190.- Se tomarán las medidas necesarias para que las industrias existentes en zona que no sea adecuada, según el artículo anterior, se trasladen a otra en que se llenen los mencionados requisitos y, entre tanto, se dispondrá lo necesario para que se causen las menores molestias a los vecinos.

ARTICULO 191.- En el sector rural, la instalación de industrias que, por su naturaleza, puedan provocar deterioro ambiental, se hará, teniendo en cuenta los factores geográficos, la investigación previa del área para evitar que las emisiones o vertimientos no controlables causen molestias o daños a los núcleos humanos, a los suelos, a las aguas, a la fauna, al aire o a la flora del área.

CAPITULO II

USOS EN TRANSPORTE: AEROPUERTOS, CARRETERAS; FERROCARRILES

ARTICULO 192.- En la planeación urbana se tendrá en cuenta las tendencias de expansión de las ciudades para la localización de aeropuertos y demás fuentes productoras de ruidos y emanaciones difícilmente controlables.

ARTICULO 193.- En la construcción de carreteras y de vías férreas se tomarán precauciones para no causar deterioro ambiental con alteraciones topográficas y para controlar las emanaciones y ruidos de los vehículos.

付録 2. パラグアイの森林法(法律 4 2 2)の抜粋

L E Y No. 422

FORESTAL

EL CONGRESO DE LA NACION PARAGUAYA SANCIONA CON
FUERZA DE L E Y;

CAPITULO I

DE LOS OBJETIVOS Y DE LA JURISDICCION

- Art. 10. Declárase de interés público el aprovechamiento y el manejo racional de los bosques y tierras forestales del país, así como también el de los recursos naturales renovables que se incluyen en el régimen de esta Ley. Declárase asimismo, de interés público y obligatoria la protección, conservación, mejoramiento y acrecentamiento de los recursos forestales. El ejercicio de los derechos sobre los bosques, tierras forestales y los recursos naturales renovables de propiedad privada o pública, queda sometido a las restricciones y limitaciones establecidas en esta Ley y sus reglamentos.
- Art. 11. Créase el Servicio Forestal Nacional dependiente del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con facultades y atribuciones específicas que se le conceden expresamente por esta Ley, para administrar, promover y desarrollar los recursos naturales renovables del país, en cuanto a su defensa, mejoramiento, ampliación y racional utilización.
- Art. 12. Son atribuciones y funciones del Servicio Forestal Nacional;
- a) Formular la política forestal en coordinación con organismos del Estado que actúan en el campo del desarrollo económico del país;
 - b) Administrar el fondo forestal creado por esta Ley, los bienes e instalaciones que constituyen su patrimonio;
 - c) Realizar el inventario de los bosques y recursos naturales renovables del país;
 - d) Preparar el mapa forestal, el catastro y la calificación de los bosques y tierras forestales;

- e) Fiscalizar el aprovechamiento, el manejo de los bosques y el de los recursos naturales renovables;
- f) Desarrollar estudios tecnológicos y de normalización de productos forestales conjuntamente con el Instituto Nacional de Tecnología y Normalización.
- g) Crear viveros forestales para la producción de plantas destinadas a la forestación y reforestación;
- h) Fijar los precios de venta de los productos forestales de los bosques y viveros de su propiedad;
- i) Manejar y administrar los bosques del Estado;
- j) Determinar las zonas de reserva forestal;
- k) Reglamentar y supervisar la conservación, recuperación y utilización de tierras forestales;
- l) Aplicar las sanciones previstas en esta Ley;
- ll) Proteger los bosques contra incendios, enfermedades y plagas;
- m) Proteger la fauna silvestre y reglamentar la caza y pesca del país;
- n) Fomentar la creación de colonias y cooperativas forestales y promover la creación de bosques comunales; y
- ñ) Establecer cánones por aprovechamiento de bosques fiscales y particulares, previo parecer del Consejo Asesor y la aprobación por Decreto del Poder Ejecutivo. Se atenderá para establecer los cánones al costo de producción, precio de venta del producto, especie, calidad y aplicación de los mismos.

Art. 20. Son objetivos fundamentales de esta Ley:

- a) La protección, conservación, aumento, renovación y aprovechamiento racional de los recursos forestales del país;
- b) La incorporación a la economía nacional de aquellas tierras que puedan mantener vegetación forestal;

- c) El control de la erosión del suelo;
- d) La protección de las cuencas hidrográficas y manantiales;
- e) La promoción de la forestación y reforestación protección de cultivos, defensa y embellecimiento de las vías de comunicación, de salud pública y de áreas de turismo;
- f) La coordinanci3n con el Ministerio de Obras P3blicas y Comunicaciones en la construcci3n de las v3as de comunicaci3n para el acceso econ3mico a las zonas de producci3n forestal;
- g) La conservaci3n y aumento de los recursos naturales de caza y pesca fluvial y lacustre con el objeto de obtener el m3ximo beneficio social;
- h) El estudio, la investigaci3n y la difusi3n de los productos forestales;
- i) La cooperaci3n con la defensa nacional.

Art. 22. Son de utilidad p3blica y susceptibles de expropiaci3n los bosques y tierras forestales que sean necesarios para:

- a) Control de la erosi3n del suelo;
- b) Regulaci3n y protecci3n de las cuencas hidrográficas y manantiales;
- c) Protecci3n de cultivos;
- d) Defensa y embellecimiento de v3as de comunicaci3n; y
- e) Salud P3blica y 3rea de turismo.

Art. 30. Enti3ndase por tierras forestales a los fines de esta Ley, aquellas que por sus condiciones agrol3gicas posean aptitud para la producci3n de madera y otros productos forestales.

Art. 40. Establ3cese la siguiente clasificaci3n de bosques y tierras forestales:

- a) De producci3n;
- b) Protectores; y
- c) Especiales.

Art. 50. Son bosques o tierras forestales de producción, aquellos cuyo uso principal posibilita la obtención de una renta anual o periódica mediante el aprovechamiento ordenado de los mismos.

Art. 60. Son bosques o tierras forestales protectores aquellos que por su ubicación cumplan fines de interés para:

- a) Regularizar el régimen de aguas;
- b) Proteger el suelo, cultivos agrícolas, explotación ganadera, caminos, orillas de los ríos, arroyos, lagos, islas, canales y embalses;
- c) Prevenir la erosión y acción de aludes o inundaciones y evitar los efectos desecantes de los vientos;
- d) Albergar y proteger especies de la flora y fauna cuya existencia se declaran necesarias;
- e) Proteger la salubridad pública; y
- f) Asegurar la defensa nacional.

附録 3. コロンビアの農民向け土壌保全の手引き」(抜粋)

国土地理局では「土壌, その利用と管理」という小冊子を発行している。大体 1 頁 1 項目で絵を主とし, 問答式の簡単な解説がついている。以下その 2, 3 を紹介する。

問 土壌はどのようにして荒廃するのか。

答 強い雨が降ると植物の生えていない土地では雨滴によって土の粒がはじきとばされ, 地表を流れる雨水によって川まで押し流されてしまう。強い風も同様に土の粒を吹きとばしてしまう。

このように水や風で土が奪いとられるのを「侵蝕」という。侵蝕によって土と一緒に植物が必要とする栄養分も奪い去られてしまう。侵蝕がひどくなってくるとその土地で作物の収量が目に見えて落ちてしまう。

雨水による侵蝕には, 面状侵蝕, 雨裂型侵蝕, ガリー侵蝕および山くずれの 4 つのタイプがある。〔図 1, 図 2〕

問 ガリー侵蝕はどうやって防ぐか。

答 防壁, チェックダムなどの障害物を水の流れと直角につくって, 流水の速さを弱める。障害物としては丸石, 碎石, 木の幹, 大きい竹などを用いる。

〔図 3, 図 4〕

問 起伏の多い土地ではどうするのか。

答 畑では牛耕や種まきは等高線に沿って行なう。斜面を流れる水がその勢いをつけなければ, あなたの畑が降雨で荒らされるのを防ぐことができる。〔図 5〕

放牧地では牛を沢山入れてはいけない。放牧地で侵蝕による小さい溝(雨裂型侵

図 1 雨裂型侵蝕



図 2 ガリー侵蝕



蝕)ができているのを見つけたならば、草は伸びるに任せ、木は伐ったり焼いたりしてはならない。牛の放牧も中止しなさい。〔図6〕

図3 丸石のチェックダム



図4 大竹のチェックダム



図5 等高線の溝



図6 放牧地の雨裂型侵蝕



問 土がもろくて細かい急傾斜の畑ではどうするか。

答 等高線に沿って耕し種をまく。乾燥する場所では段畑にする。

等高線に沿って生きたバリケードをつくろう。また山腹に溝を設けて水がここに集まるようにしよう。〔図7〕

問 生きたバリケードとは何か。

答 クロタラリヤ、レモングラス、エレファントグラス、インベリアルグラスなどの牧草類がよい。これを等高線に沿って帯状に播く。これを生きたバリケードといい、水の勢いを弱め土を侵蝕から守るのに役立つ。〔図8〕

図7 傾斜果樹園とバリケード



図8 レモングラスの帯状栽培



附録4 不耕起栽培の手引き (抜粋)

JICAパラグアイ農業総合試験場アルトパラナ分場

1 不耕起栽培 (Siembra directa, SD) とは、

畑をアラード (ブラウ) ですき起すこともまたディスク (ディスクハロー) で整地することも行わず、前作を刈取った跡地にそのまま次の作物を播き除草のための中耕もしない栽培法である。

2 先進畑作国における不耕起栽培の現状

すでに50年程前からアメリカ、ヨーロッパの一部で識られていたが雑草防除が一番の難点であることから非常に限定されたシステムであったが、その後除草剤が開発され実用化された。アメリカでは1978年度にトウモロコシ畑150万ha、ダイズ畑100万ha、コムギ畑27万ha、ソルガム畑16万ha、ブラジルでは1978/79年にパラナ州で2万haが不耕起栽培を採用した。

3 パラグアイの現状

一般には認識されていないこともあって、一部の大農場 (たとえばAGRIEX) や先駆的日系農家が1982年頃から手がけている程度である。

当分場では1981年から試験を行っているが、労力、時間、経費をかけて耕起した場合も不耕起の場合も収量にはほとんど差なしという結果を得た。

4. 不耕起栽培 (SD) の利点

1) 土壌流亡の防止

土を耕さないで地表は前作の残渣でおおわれ、また表層部には前作の根が張っているため侵蝕が起りにくい (表1)。

表1 耕起法別の土壌流亡量 (1979~79)

| 耕起法 | 裸地区 | | コムギ/ダイズ栽培区 | |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| | A | B | A | B |
| ラストラベサーダ+ニペラドーラ2回 | 948(100) トン/ha | 474(48) トン/ha | 114(100) トン/ha | 57(50) トン/ha |
| アラード+ニペラドーラ2回 | 316(33) | 158(17) | 38(33) | 19(17) |
| SD | 94(10) | 47(5) | 11(10) | 5.5(5) |

注 Aは等高線テラスなし、ブラジルパラナ州農業試験場。

Bは等高線テラスあり。()は%

すなわち等高線テラスを構築しなくてもSDによるコムギ/ダイズ栽培では11トン/haで、テラスを構築した耕起区よりも土壌の流亡量が少ない。パラグアイのようにテラスのない地域では侵蝕対策としても最適と思われる。

2) 土壌湿度の維持

耕起によって土壌は乾燥するが、SDは土壌が前作の残渣で直接太陽光線と風に曝らされないため、干ばつ状態でも慣行耕起法 (Sembrador Convencional, SC) に比べて土壌湿度が相対的に高い。湿度の高いことは、

- (1) SCでは雨が降らないと播種できない土壌条件の時でもSDでは播種ができ適期を逸しない。
- (2) 発芽もよい。
- (3) 地表部には前作残渣が堆積されているから土壌水分の蒸発が少なく干ばつ期でも支障が少ない。

3) 土壌の物理性が良好

土壌はすき起せば軟くなるというのは一時的のもので雨が降り、乾燥しその上を重機械を何回も走らせると逆に土壌はしまってくる。しかもアラード、ディスクを入れるとそのすき底で土を更に堅くして硬盤ができる。一方SDを長年続けた土壌にはミミズやオケラなどの土壌動物が繁殖し作物根が入り込んでできた空間と相まって土壌物理性が改善される。

4) 肥料の節減

土壌流亡がほとんどないから施用した肥料の流失が少なく地力も長年維持できる。

5) 燃料費, 修理費の節減

耕起, 整地を行わないからその分だけ節約できる。当分場の試算ではSDの燃料費, 修理費はSCの30%である。

5. 不耕起栽培の欠点

- 1) 現有の播種機では播種できない。従って不耕起用に改造するか、新規購入が必要になる。ただしSD用 sembradora の価格はブラジルでも現在 (1984年4月) 200~400万ガラニーと高価である。
- 2) 除草作業はすべて除草剤に依存することになるが、除草剤の効果は天候と散布技術によって差を生じ時として雑草抑制が不十分で作物の生育が劣ることもあり得る。
- 3) 除草剤価格は年々高くなって除草コストがSCよりも高価につく。
- 4) 化学薬品である除草剤の連用は土壌汚染のおそれがある。
- 5) ダイズ/コムギの連作地帯では前作残渣を地表に残すことになるので、病害の次季感染源になる可能性は否定できない (コムギの *Hermintosporium sativum*) 。

6. 収 量 性

ブラジル，当分場の試験結果によるとダイズ，コムギともにSCに比し差はほとんどない。
(成績は省略する)。

7. 不耕起栽培の方法(省略する)。

以上のようにSDにはいくつかの利点と欠点とがある。しかし畑作地帯での最大の問題は侵蝕によって毎年肥沃な土壌が大量に流されているという現実である。土壌保全対策としての等高線テラスの構築がないままに，従来のような耕起栽培を続けると必ずや将来不毛となるであろうことが確実に予測される以上，雑草防除がコスト高になろうと病害の多発が予想されようと不耕起栽培のメリットに魅せられる。病害の問題はある程度解決の手段はあるが土地の荒廃には手段がないからである。

主 要 文 献 资 料



主 要 文 献 資 料

目 次

| | |
|--------------------|-----|
| I 邦 文 編 | 153 |
| A コロンビア | 153 |
| B パラグアイ | 153 |
| C そ の 他 | 153 |
| II 外 語 文 編 | 154 |
| A コロンビア | 154 |
| B パラグアイ | 154 |
| C そ の 他 | 155 |
| III 統計・地図・資料 | 157 |

主 要 文 献 資 料 (* は今回調査の際入手したもの)

I 邦 文 編

A. コロンビア

1. 海外農林業開発協力国別(地域別)方針基礎調査報告書-コロンビア編-(1980)
国際開発センター
2. 中南米プロジェクトファイナディング調査-コロンビア-(1983)国際協力事業団

B. パラグアイ

1. パラグアイ国農林業開発技術協力事前調査報告書(1978)国際協力事業団
2. JICA直営試験場効果測定調査報告書(1979)国際協力事業団
3. 海外農林業開発協力国別(地域別)方針基礎調査報告書-パラグアイ編-(1980)
国際開発センター
4. パラグアイ国における農牧林業の概要及び1975~1979年生産流通実績(1981)
国際協力事業団
5. パラグアイ農林業開発計画エバリュエーション調査報告書(別冊)(1984)国際協
力事業団

C. そ の 他

1. ブラジルサンパウロおよびパラナ州の土壌と農業調査報告書(1981)熱帯農業研究
センター
2. ブラジルにおける農業試験研究の現状(1978)国際協力事業団
3. アメリカ合衆国の土壌・水および関連資源の現状, 条件および推移, I, II, III,
(1982)農産業振興奨励会
4. 米国の土壌と水をめぐる諸問題(1984)農業構造問題研究会
5. 米国の土地生産力について(1982)農業技術研究所土壌第3科
6. 開発途上国畑作地帯における土壌保全に関する基礎調査(ネパール, タイ)報告書
(1984)国際協力事業団
7. 南米農業要覧(1979)全国農業改良普及協会

II 外語文編

A. Colombia

1. Colombia export directory (1984), Banco de la republica.
2. Economic position and products of Colombia Vol 1: Main report (1981), World Bank.
- 3.* Programa de proteccion contra la erosion rio Checua (1984), Departamento nacional de planeacion, Corporacion autonoma regional (CAR).
- 4.* Mapa de suelos de Colombia (1982), Instituto geografico "Agustin Codazzi".
- 5.* Los suelos su uso y manejo (1978), Instituto geografico "Agustin Codazzi".
- 6.* Proyecto cuenca alto Magdalena procam (1983), Instituto nacional de los recursos naturales renovables y del ambiente.
- 7.*Codigo nacional de recursos naturales renovables y de proteccion al medio ambiente (1973), Republica de Colombia.
- 8.* Proyecto cuenca alto Magdalena, Diagnostico geografico vol.1 (1984), Instituto geografico "Agustin Codazzi."

B. Paraguay

- 1.* Convenio sobre cooperacion tecnica no reembolsabra (1984), Gobierno de la republicas del Paraguay y el Banco interamericano de desarrollo.
- 2.* Superficie cultivada por rubroo y numero de informantes por departamento (1981), Ministerio de agricultura y ganaderia.
- 3.* Legislacion y administracion forestal (1978), Servicio forestal nacional, Ministerio de agricultura y ganaderia.
- 4.* Recursos naturales en el area del proyecto de asentamiento y desarrollo rural en Itapua (1978), Ministerio de agricultura y ganaderia.

- 5.* Efecto de la fertilizacion en rendimiento y componentes en dos variedades comerciales (1983), CRIA, M. Chiba
- 6.* Respuesta de cinco variedades a la fertilizacion (1984), CRIA, M. Chiba et al.
- 7.* La fertilizacion de arroz y la mineralizacion del nitrogeno en Itapua (1984), CRIA, A.G. Bonegas et al.
- 8.* Propuesta de solicitud de una cooperacion tecnica para un proyecto de conservacion de suelos en el Paraguay (1982), Gabinete tecnico, Ministerio de agricultura y ganaderia.
- 9.* Paraguay primer proyecto de desarrollo de area-Caazapa, conservacion y proteccion de suelos en el area de cuencas y desarrollo agricola (1982), Ministerio de agricultura y ganaderia.
- 10.* Conservacion de suelo (1981), Servicio de extencion agricola ganadero.
- 11.* Program de naciones unidas para el desarrollo banco interamericano de desarrollo (1982), Republica del Paraguay.
- 12.* The reference of soil classification in Paraguay (1984), IAN, K. Yamanaka.
13. Paraguay, regional development in eastern Paraguay (1978), World Bank.
14. Classificacion y uso apropiado de la tierra en el area del proyecto de desarrollo rural Itapua (1981), FAO, Desarrollo forestal.

C. その他

- 1.* Conclusoes gerais das pesquisas sobre conservacão do solo (1982), Instituto agronômico Campinas.
2. Soil, water and related resources in the United States: Status, condition and trends 1980, Appraisal Part I (1980) USDA.
3. Land capability classification (1973), USDA.

4. Soil conservation as a mean of increasing food production in Latin America (1980),FAO
5. Assistance available from the SCS (1980), USDA
6. Predicting rainfall erosion losses, a guide to conservation planning (1978), USDA
7. Zero-tillage (1983),K. Baeumer and W.A.P. Bakermans, Advance in Agronomy Vol. 25.
8. Yield and cultural energy requirements for corn and soybeans with various tillage-planting system (1977), C.B. Richey et al, Advances in Agronomy.
9. CIAT report (1983), Centro internacional de agricultura tropical.
10. World survey of climatology Vol. 12, The climates of central and south America (1976), Elsevier scientific publishing Co.

Ⅲ 統計・地図・資料

1. 移住地農家経済調査地区統計表(1984)国際協力事業団
2. 年次別, 年旬別気象観測データ(1967~1984)国際協力事業団, パラグアイ農業総合試験場
3. イグアス移住地最近11年間の気象(1984)国際協力事業団, パラグアイ農業総合試験場
4. イグアス移住地における大豆作の実態(1983)国際協力事業団
5. 移住地概要(1975)国際協力事業団
6. 不耕起栽培の手引き(1984)国際協力事業団, パラグアイ農業総合試験場アルトパラナ分場
7. 地力増進関係試験成績概要(1983)国際協力事業団, パラグアイ農業総合試験場
8. 土壌保全に関する試験研究概要(1977)国際協力事業団, パラグアイ農業総合試験場
9. 南米主要地域気象表(1981)国際協力事業団

- 10.* Mapa de suelos (1983), Republica de Colombia.
- 11.* Estadisticas agropecuarias No.12 (1984), Ministerio de agricultura, Colombia.
- 12.* Atlas regional - Andino, Pacifico, Caribe, Orinoquia - Amazonica (1983), Instituto geografico "Agustin Codazzi", Ministerio de hacienda y credito publica.
- 13.* Indicadores economicos (1984), Ministerio de agricultura opsa unidad de estadistica, Colombia.
- 14.* Encuesta agropecuaria por muestreo (1971, 1979), Ministerio de agricultura y ganaderia, Republica del Paraguay.
- 15.* Inventario de estudios de suelos, Ministerio de agricultura y ganaderia, Republica del Paraguay.
- 16.* Censo nacional agropecuaria (1981), Ministerio de agricultura y ganaderia. Paraguay.
- 17.* Lavantamento por fotointerpretacao do uso -- culture perene, cultura temporãria a pastagem (1971 - 1973), Instituto agronomico Campinas.
18. Production year book (1982), FAO.

JICA