

第4章 将来の技術協力に対する 若干の提言

第4章 将来の技術協力に対する若干の提言

目 次

4-1	畑作における問題の所在と技術協力	125
4-2	土壌保全に関する技術上の問題点	126
4-2-1	ネパール	126
ア	森林の復活	126
イ	家畜飼料と草地管理	126
ウ	耕地管理	126
エ	水の管理	126
オ	農作業	126
カ	調査・研究	126
4-2-2	タイ	127
ア	耕地管理	127
イ	作付体系	127
ウ	水の保全・管理	127
エ	調査・研究	127
4-3	調査結果の汎用性	128
4-4	技術協力の受入れ体制とわが国の協力方法	128

第4章 将来の技術協力に対する若干の提言

4-1 畑作における問題の所在と技術協力

開発途上国、とくにアジアの熱帯畑作地帯では主として人口圧に基因する耕地面積の拡大がすでに限界に来ており、不適切な栽培管理、土壌管理さらに家畜飼料の不足などから畑地の土壌侵蝕は年々激化しつつある。一方、これに対処すべき行政、研究、指導面の立ちおくれによって多くの施策は後追いの状態となっている現状にある。

従来、熱帯畑作におけるわが国の技術協力は少く、そのほとんどが個別の作物の増産技術の分野に重点が置かれていた。そしてこれらの分野に関する限りおおむね所期の成果をあげてきたし、こんごもそうであろう。

しかし今回の調査結果によると、個別の作物の生産量の増大については、作付面積の拡大による場合が大部分であり、収量性の向上による寄与は少ない。すなわち収量は横ばいないしは明かに下降傾向を示している場合が多い。

ネパール、タイ両国とももはや耕地拡大の余地は極めて少ない。また両国とも国土面積の30%を割ろうとしている森林の伐採を抑制しようと考えている。

従って畑作における生産力向上のためには収量性の増大によるほかはないであろう。品種改良その他個別技術やこれらを複合した組立技術を現地に適応した形で導入しなければならない。しかし、いかなる技術も表土なくしては成立しない。ネパールでは毎年侵蝕によって2億4,000万立米の土壌が失われているという。

従来の畑作関係の技術協力では土壌自体はいわば所与の条件であり、極言すれば問題以前の大前提であったともいえよう。いかにすぐれた栽培技術も土台である土壌が枯渇してはもはや成立する見込みはない。

ネパール、タイともに森林伐採による耕地の外延的拡大は限界を突破し、これが新開地での土壌侵蝕を押しすすめ、一方荒廃した耕地は何らの回復手段も講じられないまま放棄されている。とくにネパールではこれに家畜が結びついて事態は一層深刻である。

こんごの熱帯畑作での技術協力の主眼は以上の実態を踏まえて土壌保全を軸とした内容のものに軌道修正を図るかあるいは従来のパターンの協力のなかに土壌保全の技術を実態に応じて組み込むことが必要である。

4-2 土壤保全に関する技術上の問題点

土壤保全の対策は総合的なものであり、単に個別の技術では対応しきれないし相当の長期間にわたって実施しなければ見るべき成果はあがらない。開発途上国の多くは道路などの輸送手段、貯蔵施設、市場設備その他のインフラストラクチャーをはじめとし、土地所有その他社会経済上の慣習など、保全対策の基底に横たわる問題も多いが、ここでは技術的な問題にしぼって問題点を抽出するにとどめる。

4-2-1 ネパール

ア 森林の復活

森林は耕地と家畜とに有機的に結合している。しかし自然更新をはるかに上回る過度の伐採のためその荒廃は危機的様相に達している。丘陵農業の永続性を図るには森林の復活こそ最優先されねばならない。森林は用材などの生産とともに土壤保全の見地からも不可欠のものであると考える。

イ 家畜飼料と草地管理

乾季の絶対的な飼料不足に対する飼料草の生産に段畑の法面を活用する余地は大きい。また耕地の縁辺部に飼料木を植栽することは緑飼料の増産と侵蝕防止に有効である。

牧養力の低下した自然草地の回復には輪換放牧を軸とした適切な管理が必要であろう。

ウ 耕地管理

段畑は土壤侵蝕防止上最も有効な形態であるが完べきではない。雨水の滲透を良好にし土壤の流失を少なくするような傾斜段畑の改良が必要である。また耕起を最小限にするミニマムティレッジ、地形、標高差に適應した作付体系の見直しも必要である。

果樹の導入も農家の栄養改善、現金収入源のみでなく、侵蝕防止の見地（果樹は耕起を必要としないからミニマムティレッジの最も簡易な形といえる）から見直す必要がある。

エ 水の管理

無かんがいの丘陵畑地では、雨季の降雨の70～80%を無駄にしている。小さな集水域でも簡易なダムを構築してこの水を少しでも貯蔵し乾季の水の利用度を高める必要がある。

家畜の飲用水のため小池をつくることも重要である。

オ 農作業

丘陵農業は極めて労働集約的かつ重労働の連続である（一農家の耕地が数百米以上の標高差に分散しているのも稀ではない）。

とくに播種、収穫時のピークは著しい。従って労働効率を少しでも高める簡易な機具、道具の開発、改良が必要である。

カ 調査、研究

土壤保全に関する実際的な調査、研究の蓄積は現在のところ少ない。上記の各事項に関

しての試験研究を早急に実施する必要がある。その際とくに留意すべきは、現実の農家レベルとの技術格差、ギャップをまず確認することである。

農家の畑での試行が必要であって、農家の慣行農法に受入れ可能ないわゆる適正技術の創出からスタートすることが肝要である。

さらに耕地＝家畜＝森林・草地というトータルシステムを構成する部分的要素の生産性を高める技術も常にシステム全体にどのようにフィードバックするかをチェックしつつ研究を進めなければならない。サブシステムでの不均衡は全体の営農システムを損うことになるからである。

4-2-2 タ イ

ア 耕地管理

DLDのプロジェクトでは展示を兼ねて等高線栽培が実施されているが、農家の畑では地表水が容易に排出できる上下耕栽培や斜め畦が採用され、このため隣接の畑や農道との境界が排水路と化しこの部分の土壌侵蝕が激しい。波状丘陵地では等高線栽培が最も有効な方法であるが、その早急な普及は容易でないから、当面マルチング、被覆作物、草生水路などによる対応が必要である。

イ 作付体系

化学肥料の投入も少なく、堆肥の施用も多くないので、緑肥、牧草導入を含め地力維持に有効な作物の組合せ、受蝕性の高い作物の単作の解消などを軸とする作付体系の改善を図る必要がある。

ウ 水の保全、管理

主要な畑作地帯の年間降雨量は1,500 mm以下のところが多く、乾季も相当長期にわたるため早ばつ対策としてのかんがいが直接の問題になり勝ちである。しかし乾季の全面的なかんがいの達成は困難であるから溜池(Farm pond)の設置による余剰水の貯留を積極的に行なう必要がある。

エ 調査、研究

土壌保全に関する調査、研究の蓄積はかなり多い。しかし土壌侵蝕量の予測に利用したUSLEの適応性については、降雨の侵蝕性、土壌の受蝕性など基礎的データの一層の蓄積が必要である。

また保全工法については、外国のデータそのままの設計が多いので、タイに適したタイプの工法を創出するための基礎研究が必要である。たとえばContour bankの配置にしても、現場に適した効率的な配置方法がテストされなければならない。

土壌保全対策全般にわたる各種の試験研究の成果に基づく技術のメニューは相当に整えられているが、これらの適用に当たっては、慣行農法の見直しから出発し農家に受入れられる

ような適正技術にモディファイする努力が必要である。

森林の復活についてはネパールに準じる。

4-3 調査結果の汎用性

ネパール、タイ両国ともに土壌保全対策に関しては米国の影響を強く受け、土壌調査、土壌分類、保全技術など一貫して米国の土壌保全システムに極めて類似している。

従ってこの点については米国の協力を受けている開発途上国に共通するものと考えられ、熱帯～亜熱帯諸国の畑作地帯への汎用性は少なくない。

また日本の土壌保全方式も基本的には同様のものであり、加えて米国では利用しない分級の利用についての考慮もあるので、わが国が協力しうる面は十分にありとえられる。

一方、今回の調査では火山性土壌、風蝕などには触れることができず、また両国ともアジアモンスーンの典型的地帯にあるため、熱帯降雨林気候や乾燥地帯の国々とは異なることは当然であるのでこれら地帯への適用には問題が残る。従って開発途上国を対象とした土壌保全マニュアルの作成には2カ国の調査結果では十分でなく、資料収集を含めた現地調査が必要であると考えられる。

4-4 技術協力の受入れ体制とわが国の協力方法

ネパール、タイ両国とも土壌保全に関する資料はかなりの程度に整備されているが、政府の土壌保全に関する体制（行政、試験研究、指導普及）と活動は両国では相当の違いがある。換言すればタイは数歩先んじており、ネパールは緒についたばかりというところである。

従って技術協力の受入れ体制についても両国は同列ではない。

タイは機材供与、資金協力を柱とする方法によっても相当程度の対策推進は可能であり、適用しうる協力方法は多様である。一方ネパールに対しては特定の集水域（小規模でよい）を対象として人員、資材等一切を提供の上、土壌保全に関連する各分野の技術を総合的に投入し、その効果を見極めた上で、機材供与などによって展開を図るという二段構えの方法が最善と考えられる。

またわが国の協力の姿勢としては、本来土壌保全対策は短期間で成果があがるという性格のものではないことを踏まえ、たとえば10年単位で協力の成果を見定めるなど相当長期にわたる対応が必要である。

参 考 文 献

文 献 資 料

目 次

I 邦文編	129
A ネパール	129
B タイ	129
C 共通	129
II 英文編	131
A Nepal	131
B Thailand	132
C 共通	133
III 統計・資料・地図	134

文献資料（*は今回調査の際入手したもの）

I 邦文編

A ネパール

1. ネパール農業開発計画総合報告書(3) (1981) 国際協力事業団
2. 企 上 (9) (1978)
3. アジア地域食糧供給調査(ネパール, バングラデシュ, スリランカ) (1977)
国際協力推進協会
4. ネパール農業開発計画第二次実施設計調査報告書(経済編) (1973) 海外技術協力事業団
5. ネパール農業開発計画業務参考報告書(1973) 海外技術協力事業団
6. ネパールにおける丘陵地農業調査報告書(1979) 国際協力事業団
7. ネパールの農業(1981) 国際農林業協力協会

B タイ

1. タイ東北部農業開発研究計画事前調査報告書(1983) 国際協力事業団
2. タイ国メイズ開発協力開発基礎調査報告書(1975) 国際協力事業団
3. タイ国一次産品(ダイズ)開発協力事業の試験, 研究及び調査結果報告書(1973)
海外技術協力事業団
4. 農林水産業協力プロジェクト国別事後調査報告書(タイ編) (1982) 国際協力事業団
5. タイとうもろこし産業開発技術協力事業総合報告書, II (1983) 国際協力事業団
6. タイの農業(1979) 国際農林業協力協会
7. 東北タイの現状と将来(1983) 国際農林業協力協会
8. タイにおける畑作の近況(1980) 加里協会
9. タイ生物資源環境地図(1977) 科学技術庁資源調査所
10. タイ, インドネシアにおける地下作物の栽培様式と品種特性調査報告書(1982)
熱帯農業研究センター

C 共通

1. 傾斜地農業(1958) 伊藤健次, 地球出版
2. 傾斜地農業の総合研究(1956) 農林省農業改良局
3. 焼畑農業(1983) 国際農林業協力協会
4. 移動耕より定着耕へ(1981) 熱帯農業研究センター
5. 東南アジア農業における環境条件(気象)に関する調査研究(1973)

熱帯農業研究センター

6. 開発途上国の土壌生産力の低下と国際協力(1983) 上野義視
7. 土壌侵蝕(1948) 倉田昌造
8. 農地保全(1955) 種田行男
9. 土壌と水の保全マニュアル(1958) 土壌保全研究会(訳)
10. 熱帯の飼料木(1983) 坂口勝美, 専門家通信(4-1) 国際農林業協力協会
11. 熱帯における畑土壌(1984) 五十嵐孝典, 専門家通信(4-5) 国際農林業協力協会

II 英 文 論

A Nepal

- 1* Surphase Water Records of Nepal Supplement, No.10 (1975)
Dept. of Irrigation, Hydrology and Meterology.
- 2* Nepal's Experimence in Hill Agricultural Development (1981)
Min. of Food and Agriculture.
- 3* Environment of Nepal (1981) M.D. Joshi, Dept. of Soil
Conservation and Water Management.
- 4* Soil Conservation for the Hill Regions of Nepal (1973).
B.P. Kayastha. Monal (Nepal) No.2
- 5* Present Policy of Landslide and Erosion Containment in Nepal
(1978). K.B. Malla, Nature Annual (Nepal) Vol.2
- 6* Conservation of Nepal's Soil and Water Resources(1978)
M.D. Joshi. Nature Annual (Nepal) Vol. 1
- 7* Land Degradation in Nepal, A Major Environmental Problem
and its Economic Significance (1979)
M. Banskota, Nepalese Economic Jour. Vol. 1.
- 8* Soil Erosion Control Using Biological Agents (1979) I. A.
Greenhill, Vegetative Control, Nepal
- 9* Report to the Government of Nepal on Torrent and Erosion
Control (1974) FAO
- 10* Land Use Practices for the Conservation and Development on
Nepal's Soil and Water Resources (1977) J.J. Bosken et al
Consultant Report.
- 11* Long-Range Landscape Changes Under the Influence of Man
(1979). F. Kollmansperger. Jour. Nepal Research Center
No. 2/3.
- 12* Introduction to Policy, Legistlation and Programmes of
Community Forestry Development in Nepal (1982). P.K.
Manandhar, Field Document No.1a.
- 13* Watershed Condition of the Districts of Nepal (1983) HMG/
UNDP/FAO. Field Document No.9.
- 14* Communication and Training Support Programme for Community
Forestry Development in Nepal (1981). P.K. Manandhar & E.
Pelink, FAO/UNDP/HMG.
- 15* A Reconnaissance Inventory of the Major Ecological Land
Unit's and their Watershed Condition in Nepal (1980).
D. Nelson et al, FAO/HMG/UNDP
- 16* Soil Erosion in the Hills due to Farming and Remedial

Measures (1979). S. Bhattarai, Jour, Nepal Research Center No. 2/3.

- 17* Soil Conservation of Pakhribas Agricultural Center (1979) T.D. Russell, ibid.
- 18* Factors Affecting Soil Erosion by water within a Research Area of Northwestern Mountainridge of Kathmandu Valley (1979) K.D. Fetzer & L. Tung, ibid.
- 19 Report on Soil and Water Conservation Project in Nepal (1979) JICA
- 20 Nepal (1959) T. Hagen.

B Thailand

- 1* Some Soil Conservation Aspects of Land Development in Northern Thailand (1983)
- 2* Physical Characteristics and Recommended Cropping Patterns (1983). TAWD Project.
- 3* Soil Conservation in Upland Areas of Northern Thailand (1982). D. Marsten et al
- 4* Soil Erosion and Conservation in Thailand
- 5* Soil Erosion in Thailand (1980) Dept. of Land Development
- 6* Thai-Australia-World Bank Land Development Project (1979) T.A.W.D
- 7* Application of Soil Loss Computation on the USLE BASIS (1983) Dept. of Land Development
- 8* Phitsanulok Irrigation Project (1983). Dept. of Land Development.
- 9* Soil and Water Conservation Project Fiscal Year. 1982-1986. Dept. of Land Development.
- 10* Thailand Northern Agricultural Development Project Australian Agricultural Consulting Management Company.
- 11* Climate and Crops in Thailand (1973) A.L.J. Van de Eelaart DLD/FAO
- 12* Soil Grouping for Consideration of Chemical Fertilizer Applications to Specific Economic Crops (in Thai) Dept. of Land Development.
- 13* A Soil Erodibility Monograph for Farmland and Construction Sites. (1971) W.H. Wischmeir, C.B. Johnson and B.V. Cross.

Jour. Soil and Water Conservation.

- 14 Improvement of the Soil Moisture Regime for the stabilization of Field Crop Production in Thailand (1983) Y. Ueno et al, TARC and DA (Thailand).
- 15* Proceedings of the Second Conference:
On Soil and Water Conservation and Management (in Thai) (1982), Department of Land Development.

C. 共通

1. Predicting Rainfall-Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains (1965) USDA, Handbook.
2. Soil Erosion (1982). D. Zacher, Development in Soil Science 10.
3. Soil Physics (1948). L.D. Baver
4. Trans American Geophys. Union (Part III) (1953)
G.W. Musgrave
5. Soil Conservation for Developing Countries (1976) FAO
6. Soil Conservation and Management in Developing Countries (1977) FAO
7. Farming Systems in the Tropics (1980), H. Ruthenberg.

III. 統計・資料・地図

1. Agricultural Statistics of Nepal (1977) Dept. of Food and Agriculture.
2. Statistical Pocket Book (1982), Central Bureau of Statistics.
3. Handbook of Agricultural Statistics of Nepal (1979) Dept. of Food and Agricultural Marketing Services.
4. Agricultural Statistics of Thailand, Crop Year 1981/82. Center for Agricultural Statistics.
- 5* Climatological Data of Thailand 30-Year Period (1951-1980) Dept. of Meteorology.
- 6* The Fifth National Economic and Social Development Plan (1982-1986). National Economic and Social Development Board.
- 7* General Soil Map of Thailand (1979). Scale 1:1,000,000. Dept. of Land Development.
- 8* Soil Survey Handbook for Thailand (1973). F.J. Dent & Chaleo Changprai.
- 9* The Soil of the Kingdom of Thailand (1972) - Explanatory Text of the General Soil Map -, F.R. Moormann, S. Rajanasothon DLD/FAO.
- 10* Climatological Records of Nepal, 1976-1980 Vol. 1. (1982). Dept. of Irrigation, Hydrology and Meteorology.
11. Atlas of Economic Development (1980). Nepal.
- 12* Geological Map of Nepal (1973). Nepal

附 属 資 料

附 属 資 料

目 次

I	SOIL AND WATERSHED CONSERVATION ACT (1982)	135
II	LAND DEVELOPMENT ACT, B. E. 2526 (1983)	141
III	Kuseswar Dunja Village Panchayat (Janakpur 県, Sindhuli 郡)	147
	— 村長のヒアリング —	
IV	ネパールのGregorian Calender と Nepalese Calender との対照表	151
V	ネパールの食糧穀物, マメ類, Oil seeds の重量換算表	152
VI	ネパールの重量, 面積, 容量の換算表	153
VII	タイの土地開発局の普及, 宣伝用パンフレット	154
VIII	最近の土壌侵蝕予測式	157
IX	土壌侵蝕・土壌保全概説(参考)	162

I. SOIL AND WATERSHED CONSERVATION ACT, 1982

Ministry of Forests and Soil Conservation

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL

KATHMANDU - 1982

(Royal Titles)

A Law Enacted to Make Arrangements Relating
to Soil and Watershed Conservation

Preamble: Whereas it is expedient to make legal arrangements in respect to the control of such natural disasters as floods, landslides, and soil erosion, and to ensure the convenience and maintain the economic interests of the public.

Now therefore, His Majesty King Birendra Bir Bikram Shah Dev has enacted this law on the advice and with the approval of the National Panchayat.

1. Short Title and Commencement

- (1) This law may be called the Soil and Watershed Conservation Act, 1982.
- (2) It shall come into force at once.

2. Definitions

Unless otherwise meant with reference to the subject or context, in this act:

- (a) Protected Watershed Area means a protected watershed area as declared under Section 3.
- (b) Soil and Watershed Conservation means the work of protecting or saving any area from such natural disasters as floods, landslides, and soil erosion, keeping the volume and flow of water in normal condition, or maintaining the purity of the flow of water without letting it get muddy.
- (c) Land Use System means the process of using land on a long-term basis by cultivating it or using it otherwise in such a manner that its fertility is maintained, and its physical and chemical properties are not weakened or destroyed, or are preserved.
- (d) Department means the Department of Soil and Water Conservation.
- (e) Watershed Conservation Officer means prescribed or in the manner prescribed in rules framed under this act.

3. Power to Declare Protected Watershed Area

- (1) In case it so deems necessary for the conservation of soil and watersheds, His Majesty's Government may declare any area of the Kingdom of Nepal as a protected watershed area by notification in the Nepal Rajapatra after indicating the boundaries on four sides.
- (2) His Majesty's Government may alter the boundaries of a protected watershed area as declared under Sub-Section (1) according to need by notification in the Nepal Rajapatra.

4. Measures Which May be Taken in Protected Watershed Area

For the purpose of soil and watershed conservation, the Soil and Watershed Conservation Officer may take the following measures in a protected watershed area:

- (a) Construction and maintenance of dams, check dams, embankments, terrace improvement, irrigation channels, subsidiary irrigation channels or diversion channels, retaining walls, tanks, or similar other structures.
- (b) Arrangements for trial plots and maintenance thereof.
- (c) Afforestation, plating of grasses, bushes, or other vegetation, and maintenance and nurturance thereof.
- (d) Protection of forests, bushes, grasses, or other natural vegetation on lands which may be eroded by landslides as well as on steep hillsides, and maintenance and nurturance thereof.
- (e) Cultivation of crops and fruits.
- (f) Maintenance of the fertility of the soil and the purity of water and environment in a balanced manner.
- (g) Electrification of the concerned places.
- (h) Other measures relating to soil and watershed conservation prescribed by His Majesty's Government.

5. Classification of Lands Within Protected Watershed Area

For the purpose of Section 4, the Soil and Watershed Conservation Officer may classify lands within the protected watershed area in the prescribed manner.

6. Cultivation Under Land Use System

- (1) The Watershed Conservation Officer may undertake or arrange for the cultivation of any crop or fruit, or the planting of trees, plants, or grass, on lands prescribed within the protected watershed area by adopting a land use system.
- (2) In case lands prescribed under Sub-Section (1) are the private property of any one, the concerned landowner or tenant must undertake such activities on his lands by adopting a land use system.
- (3) The Department shall make available in the prescribed manner technical know how and services, as well as necessary financial cooperation, to landowners or tenants for the purpose of working on the basis of a land use system according to Sub-Section (2).
- (4) In case any tenant is liable to be evicted from any land as a result of any work caused to be done on the basis of a land use system according to Sub-Section (1), His Majesty's Government shall pay compensation to such tenant. In case the concerned landowner desires to relinquish to His Majesty's Government his ownership of lands on which any work is being done on the basis of a land use system, he may do so. Compensation to such landowner and tenant shall be paid with due consideration to current prices.

7. Provision of Technical Knowhow, Services, and Financial Cooperation

In case any person desires to undertake on lands owned by him the measures mentioned in Clause (a) of Section 4, the Department shall make available to him for that purpose necessary technical knowhow and services, as well as necessary financial compensation in the prescribed manner.

8. Compensation

In case the Watershed Conservation Officer undertakes the measures mentioned in Clause (a) or Clause (b) of Section 4 on lands comprising the private property of any one, he shall pay compensation to the concerned landowner in consideration thereof in consultation with the local panchayat and with due consideration to current prices as well.

9. Power to Undertake Tests

- (1) While making arrangements for any experimental place under Clause (b) of Section 4, the Watershed Conservation Officer may sow or plant and nurture for the purpose of experiment any crop, fruit tree, plant, grass, or similar other vegetation at such place.

- (2) No one shall in any way destroy the crop, fruit, tree, plants, grass, or similar other vegetation sown or planted at an experimental place under Sub-Section (1).

10. Prohibited Actions in Areas Where Natural Disasters Occur or May Occur.

Notwithstanding anything contained in current law, no person shall be allowed to take any of the following actions without the permission of the Watershed Conservation Officer on lands located within any protected watershed area prescribed as those on which floods, landslides, washouts, or erosion occur or may occur:

- (a) Block or store in any way water from any stream, rivulet, waterfall, or underground water, or take away elsewhere or divert block or stored water through channels, subsidiary channels, drains, or otherwise, or use such water for any purpose by blocking, storing, or diverting it, or in any other way.
- (b) Cut or otherwise destroy tree, plants, or other forest products permitted to be freely used by current forest legislation.
- (c) Cut or otherwise destroy existing forests, trees, plants, bushes grasses, or other natural vegetation.
- (d) Do anything that results in the accumulation of boulders, soil, sand, mud, etc., or let such accumulated boulders, soil, sand, mud, etc., be washed away.
- (e) Dig, extract, or take away boulders, sand, or soil of other types.
- (f) Dump dirt or other garbage which may pollute the atmosphere, or construct places where such garbage may be dumped or accumulated.
- (g) Establish industrial, commercial, or resettlement colonies.
- (h) Take, keep, or graze cows, buffaloes, sheep, goats, chicken, or other domestic animals and birds.

11. Power to Shift Industrial, Commercial, or Resettlement Colonies

- (1) In case His Majesty's Government considers it necessary for the purpose of soil and watershed conservation to shift industrial, commercial, or resettlement colonies established on lands within any protected watershed area to other places, or to acquire lands covered by such colonies, it may shift them accordingly, or acquire such lands according to current law relating to land acquisition.

- (2) His Majesty's Government must pay reasonable compensation for the loss caused to the concerned person while shifting any industrial, commercial, or resettlement colony under Sub-Section (1).

12. Power of Entry

- (1) The Watershed Conservation Officer, or an employee designated by him, may at any time enter into lands situated within a protected watershed area for taking any of the measures mentioned in Section 4, or to inspect and maintain them.
- (2) No person shall create any opposition or obstacle in entry under Sub-Section (1).

II. LAND DEVELOPMENT ACT. B.E. 2526 (1983)

BHUMIBOL ADULYADEJ, REX

Given on the 1st October B.E.2526

Being the 38th year of the Present Reign

His Majesty King Bhumibol Adulyadej has commanded it be proclaimed that;

Whereas it is deemed appropriate to have a law on land development;

His Majesty the King is therefore graciously pleased to have enacted an Act, by the advice and consent of Parliament, as follows: -

Section 1. This Act is called "Land Development Act, B.E. 2526".

Section 2. This Act shall come into force from the day after the date of publication in the Government Gazette.

Section 3. In this Act:

"Land Development" means any act carried out to the soil or land in order to increase the efficiency or quality of the soil of the land, or to increase agricultural produce higher, and means to include the improvement of the soil or land which lacks fertility naturally or which lacks fertility due to its utilization and the conservation of soil and water to maintain natural balance or for suitable utilization of land for agriculture.

"Policy and Planning of the utilization of land" means the laying down of policy and planning of the utilization of land to suit with the land condition and to conform with the category of land classified.

"Soil" means to include stone, gravel, sand, mineral, water and other organic material as mixture of the soil.

"Land" means the land under the Land Code.

"Land Census" means the survey of the condition of possession of land in details, list of agriculturalists relating to the utilization of land for agriculture, residence, commerce and industry.

"Land Economics" means the relationship between the population and land in economics.

"Board" means the Board of Land Development.

"Director" means the Directors in the Board of Land Development.

"Competent Official" means persons who have been appointed by the Minister for the execution of this Act.

"Minister" means the Minister who is in charge and control of this Act.

Section 4. There shall be a Board called the "Board of Land Development" comprising of the Minister of Agriculture & Cooperative as Chairman, Under Secretary of Agriculture & Cooperative as Deputy Chairman, Secretary General of Board of National Economic & Social Development Board, Director-General of Land Department, Director-General of Public Welfare Department, Director-General of Forestry Department, Director-General of Royal Irrigation Department, Director-General of Agricultural Promotion Department, Director-General of Agricultural Technique Department, Secretary-General of the Office of Land Reform for Agriculture, Secretary-General of the Office of Agricultural Economics and not more than three qualified persons appointed by the Minister as Directors, and the Director-General of the Land Development Department as Director and Secretary.

Section 5. The Board shall have the following power and duty:-

(1) Consider the classification of land, planning for the utilization of land, the development of land and the specifying of area for land utilization for submission to the Council of Ministers for approval in order that the state agency concerned may carry out.

(2) Announce the area for land survey under Section 11.

(3) Consider specifying measures for the improvement of soil or land or specifying measures for the conservation of soil and water so that the state agency concerned may employ, advise and promote it among the agriculturalists.

(4) Consider the approval of the establishment of land development agency at various levels in any area in order to give technical assistance, demonstration and advice the agriculturalists directed in case there are measures for the improvement of the land or measures for the conservation of soil and water as the Board has specified that the technique must be employed where the agriculturalists cannot be advised by means of promotion.

(5) Consider laying down regulations, principles or conditions relating to application for analysis of soil sample to application for the soil development or land individually under Section 14.

(6) Lay down regulation relating to performance of duty by the sub-committee.

(7) Perform other work as the law has specified to be the duty of the Board or as assigned by the Council of Ministers.

In the performance of duty under this Section, the Board may assigned the Land Development Department to carry out or to prepare the proposal to the Board for consideration to proceed.

Section 6. The Directors appointed by the Council of Ministers shall be in office for a term of three years.

In case there is appointment of additional Directors during the time the Directors who have been appointed are still in office, whether as additional appointment or as replacement, such Directors shall be in office equal to the remaining term in office of the Directors who have been formerly appointed.

The Directors retiring from office may be reappointed.

Section 7. Apart from retiring from office at the end of the term under Section 6, the Directors appointed by the Council of Ministers shall retire upon:

- (1) Death.
- (2) Resignation.
- (3) The Council of Ministers has relieved due to inability to perform duty normally or misconduct.
- (4) Being a bankrupt.
- (5) Being an incompetent or quasi incompetent person.
- (6) Having been sent to prison by a final judgement, except to an offence committed through negligence or a petty offence.

Section 8. At the Board Meeting, if the Chairman shall be absent or unable to perform his duty, the Deputy Chairman shall act as chairman of the meeting; if the Chairman and the Deputy Chairman shall be absent or unable to perform duty, the Directors attending the meeting shall elect one as chairman of the meeting.

At every Board Meeting there shall be not less than half of the total number of Directors present to constitute a quorum.

The decision of the meeting shall be based upon majority vote. One Director shall have one vote. In case of a tie in vote, the chairman of the meeting shall have an additional vote as a casting vote.

Section 9. The Board may appoint a sub-committee to consider or carry out any act as assigned by the Board.

At the meeting of the sub-committee, the provision of Section 8 shall apply mutatis mutandis.

Section 10. The Land Development Department shall have the duty to survey and analyse the soil or land in order to learn of the fertility and the suitability for the utilization of land, classification of land, development of land, preparing land census or economic condition of the land for the execution of this Act and for other performance as assigned by the Board.

The Land Development Board shall have the power concerning with statistics under the law on statistics in matter relating to taking of land census for the execution of this Act.

Section 11. For the benefit of surveying the fertility of land and suitability in the utilization of land, the Board may arrange for the survey of the land.

When it is considered appropriate to survey the land in any area, the Board shall publish in the Government Gazette Specifying the area to be surveyed as land under survey. Such announcement shall have the map attached showing the survey area. Such map shall be considered as part of the Notification.

Section 12. In the survey area under Section 11, the competent official shall have power to enter the land which has owner or possessor during sunrise to sunset in order to collect sample of soil or water or to make survey mark in the soil or water, as suitable and necessary; but the owner or possessor shall be informed in writing in advance within reasonable time. If the owner or possessor cannot be communicated announcement shall be notified to the owner or possessor in advance for not less than fifteen days. The notification shall be made in writing putting up at the area where that land is situated, the office of Khet or Amphoe and the Office of the Kamnun or the Khwaeng where that land is situated. In this, the time and the performance shall also be stated.

In carrying out action under this Section, the person concerned shall accord reasonable convenience; and in this, the competent official shall show his identity card to those concerned.

The identity card of the competent official shall be in the form as specified in the Ministerial Regulation.

Section 13. In the execution of duty under this Act, the competent official shall be the official under the Penal Code.

Section 14. Any private individual wishing the Land Development Department to analyse the sample of the soil or carry out the improvement of soil or land or the conservation of soil and water, shall submit an application to the local land development agency where that land is situated, if there is no such agency the application shall be submitted to the Amphoe.

In carrying out the analysis of the sample soil or improvement of the soil or land or the conservation of soil and water under paragraph one, the applicant shall pay for the expenses as specified in the Ministerial Regulation.

In case the agriculturalist shall wish the Land Development Department to analyse the sample soil for improvement of the soil or land for agriculture, if the sample of the soil is brought to the Land Development Department he will be exempted from paying expenses under paragraph two, and the Land Development Department shall inform the applicant of the result of the analysis of the sample soil within reasonable time including to give advice in the improvement of the soil or land for agriculture.

Section 15. Whoever shall damage, destroy, alter, move or pull out the survey mark made by the competent official under Section 12 without permission from the competent official, shall be penalised with a term of imprisonment of not more than one month or a fine of not exceeding one thousand Baht, or both.

Section 16. Whoever obstructs the competent official who performs duty under Section 12 shall be penalised with a fine not exceeding one thousand Baht.

Section 17. The Minister of Agriculture and Cooperative shall be in charge and control of this Act and shall have power to appoint competent official and issue Ministerial Regulation for the execution of this Act,

The Ministerial Regulation, after having been published in the Government Gazette, shall become enforceable.

Countersigned by:

Gen. P. Tinsulanond

PRIME MINISTER

Remark : - The reason for the publication for enforcement of this Act is that it is considered appropriate to transfer the power in the development of land under the Land Code in the parts concerning with the survey, classification and preparation of land census in order to learn of the fertility of land and suitability for the utilization of land for agriculture, planning of the use of land specifying the area for the utilization of land and specifying measures for conservation of soil and water, to become that of the Board of Land Development and the Land Development Department; and whereas it is considered appropriate to specify the procedures in bringing the result in the technique of land development, for example measures for the improvement of soil and land and measures for the conservation of soil and water, to be used for the benefit of the agriculturalists of the country with suitability and efficiency, therefore it is necessary to have enacted this Act.

III. Kuseswar Dumja Village Panchayat (Janakpur 県 , Sindhuli 郡)

—村長のヒアリング—

1. 村の概要

この村は Sindhuli 郡の西部地区に位置する。全面積 91km^2 、人口 4,200 人、戸数 775 戸。
村は地形と気象から、河川敷 (500m)、丘陵 (1,000m)、Mahabharat 山系北斜面 (1,200~2,000m) の 3 地帯に区分できる。

耕地面積は水田 600ha、畑地 900ha、計 1500ha。

家畜は水牛 (成) 1,200 頭、牛 (雌と仔) 2,500 頭、牛 (雄) 1,000 頭、山羊 (去勢雄) 1,500 頭、豚 (雌、2,000 頭)、豚 200 頭で羊はいない。反すう家畜の合計では 9,100 頭で人口の 2.2 倍、1 戸当たり平均では 11.7 頭となる。

2. 農業の概況

河川敷の水田は Roshi khola により通年かんがいできるから 3 毛作も可能である。作付体系は、

コムギ—早生イネ—普通イネ
普通イネ—トウモロコシ—コムギ
コムギ—普通イネ
であり各種やさい類も栽培されている。

村長自身の作物栽培状況

(i) 水田 (かんがい地)

a) コムギ

作付面積 0.25ha、品種 RR 21 (ネパールでは最も栽培の多い奨励品種)、播種量は 5 pathi (15Kg → 1ha 当たりでは 60Kg)、散播する。

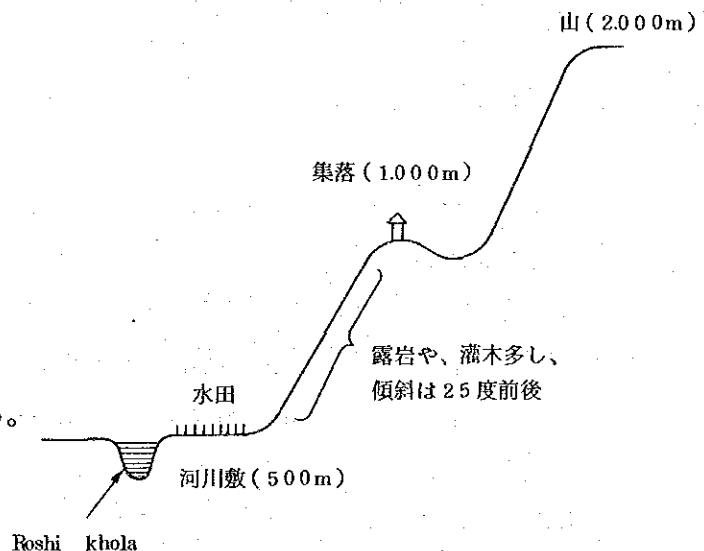
普通は耕うん (2回) — 直播 — 均平であるが稀に耕うん (2回) — 均平 — 直播 — 耕うんの作業体系であり、16頭の役牛で 8犁を使用、労働力は 8人を必要とする。

作業：Marg 月 (11月中旬 / 12月中旬) の第 1~2 週までに終了する。

施肥：堆厩肥 100 籠、尿素 40Kg / ha

かんがい：土壌の状態によって 3~5 回

病虫害：黒穂病



収穫期，収量：Chaitra 月（3月中旬／4月中旬）の第1～2週，収量は7 Muri
（441 Kg，1.8トン／ha）

その他：農家によってはマメ類との Inter cropping もみられる。

b) 早生イネ

作付面積0.25 ha，品種CH-45とThaichung（ともに奨励品種）が半分づつ。

苗床：耕起2回，堆厩肥10籠，Asaro（ローカル名，多年性植物の1種で草丈は雑草のBannalaと同じ）の枝葉を代かき終了後の苗床に埋め込み糞を播く。苗床準備はFalgun 月（2月中旬／3月中旬）の第1週に終る。苗床面積は $25m \times 25m = 625m^2$ 。

播種量はCH-45が19.4 Kg，Thaichungが16.8 Kg。種籾は水選する。

本田作業：耕起2回の後，代かき。田植はChaitra 月（3月中旬／4月中旬）の第2週に1～2日で完了。堆厩肥は5 haに対し60籠，金肥は8 Kgを元肥として施用。追肥は田植2ヶ月後に8 Kg。除草2回，労働力は畦塗りそのほかに15人，10犁と10人の牛使い。

収穫：CH-45はAshad 月（6月中旬／7月中旬）の末，ThaichungはShravan 月（7月中旬～8月中旬）の第2週。

収量：CH-45が13Muri 10 Pathi（4.0 t／ha），Thaichungが15Muri 10 Pathi（4.5 t／ha）。

c) 普通イネ

作付面積0.25 ha，品種RamilasとTinpaniと半分づつ。種籾は前者が5 Pathi，後者6 Pathi 5 Mana。

苗床：早生イネに同じ，播種はRamilasがJestha（4月中旬／5月中旬）末からAshad 月第1週，TinpaniがShravan 月第1～第2週，

田植：RamilasはAshad 月第1週，TinpaniはShravan 月第2週

施肥：5 haに12 Kg（尿素）をBhadra 月（8月中旬／9月中旬）に施す。

労働力：畦塗りほかに12人，12の犁と12人の牛使い。

収穫：Kartik 月（10月中旬／11月中旬）の末，

収量：Ramilasは10Muri 15 Pathi（3.1 t／ha），Tinpaniは8Muri 15 Pathi（2.6 t／ha），

(2) 畑地（無かんがいのテラス）

畑地面積は0.9 ha，主要作物はトウモロコシでその他にソルガム，マメ類，カボチャ，カラシナなど。

トウモロコシ

耕起，播種：プレモンスーンの降雨の直後Magh 月（1月中旬／2月中旬）からFalgun 月（2月中旬／3月中旬）の間に荒起し1回，Baishakh 月（4月中旬／5月中旬）の第2

～第3週に播種(ただし降雨次第である)。トウモロコシ播種7～10日目にダイズを混播する。トウモロコシの播種量は5～7 Pathi である。

管理作業：除草と倒伏防止のため土寄を2回(1回目は播種後20～30日, 2回目は Ashad 月第2～第4週の間)。土寄作業の際, トウモロコシの間引とマメ類(ガハット)を播く。

施肥：堆肥40ドッコ(120 Kg), 尿素100 Kgを施用する。

収穫：播種後降雨が順調ならば Shraavan 月末に収穫できる。混播ダイズも同時に収穫, トウモロコシのあと作にカラシナを播種,

収量：トウモロコシ	30 Muri (1,900 Kg)
ダイズ	2 Muri 15 Pathi (176 Kg)
マース	4 Pathi (14 Kg)
ソルガム	6 Pathi (—)
マメ(ラハリー)	15 Pathi (53 Kg)
マメ(ボリー)	ク (—)
カラシナ	7 Muri 17 Pathi (440 Kg)

このほかバレイショ, ニンニク, タマネギ, ニンジン, ダイコン, ナス, カボチャ, トウガラシ, ショウガ, カブ, サトウキビ, キュウリ, ラッカセイ, ラーヨ菜, ダンヤなどがある。

(3) Mahabharat 山系の斜面

標高は1,500 m前後で面積は0.4 ha, この斜面にはリンゴ, モモ, ナシ, ロブシー, ナシなど幼木も含めて130本を比較的緩い傾斜のテラスに植えてある。テラスとしたのは表土の流亡を防ぐためである。なおこの斜面の日照条件の良い部分にはトウモロコシ—カラシナの作付を行なっている。

以上が村長の作物栽培の概況であるが, (2)の畑地(テラス)では作柄は全く雨次第で年による収量の変動が大きい。降雨に恵まれない年は収穫皆無に近いことさえ稀でない, また河川敷の水田ではモンスーン期の洪水災害が脅威となっている。

(4) 土壌侵蝕(地すべり)と森林

ネパール国王の標語は“緑の森林は財産である”。

ネパールは地形上, テライ平野の熱帯, 丘陵・山間地の温帯, Himalaya 高地の寒帯とが南北に狭い地域に連続している。

この標高と気象条件に応じて樹種は豊富で主なものはサルー, シソ, サルロ, ウティス, カパーラ, コラム(いずれもネパールの地方名)である。しかしこれらの森林資源も年々減少しこの村でも15年間に60%が失われた(年率3～4%)。Banmara も20年ぐらい前に

侵入して、有用な植生が育たない。

地すべりもこれが原因だ。また多数の家畜を放牧するとき、森林保全の重要性はほとんど省みられていない。森林が荒廃すると生活面での飲用水源の湧水も涸渇する。

こうして今や前記の標語は“空虚な言葉”になった。

土壌侵蝕の防止に対する私見は次の如くである。

- 1) 植林の重要性の啓蒙
- 2) 森林から無秩序な草木の切り出しを禁止し、森林を樹木の成長に歩調を合わせて分割、一種の Rotation 利用を図る。
- 3) 傾斜畑は階段畑（テラス化）に改修し、表土の流失を防止する。
- 4) 河川流域の水田を堤防によって保全する。

しかしこれらを実際に行なうには政府と地域住民との緊密な連携こそ最も重要なことである。

（なおネパールの月名、度量衡などについては附属資料Ⅳ.V.VIを参照）

IV. ネパールのGregorian CalenderとNepalese Calenderとの対照表

Gregolian Calender	Nepalese Calender
Mid - April / Mid - May	Baishakh
Mid - May / Mid - June	Jestha
Mid - June / Mid - July	Ashad
Mid - July / Mid - August	Shravan
Mid - August / Mid - September	Bhadra
Mid - September / Mid - October	Ashwin
Mid - October / Mid - November	Kartik
Mid - November / Mid - December	Marg
Mid - December / Mid - January	Poush
Mid - January / Mid - February	Magh
Mid - February / Mid - March	Falgun
Mid - March / Mid - April	Chaitra

出所 : Agricultural Statistics of Nepal (1977)

V. ネパールの食糧穀物，マメ類，oil seedsの重量換算表

品 目	1 Mana		1 Pathi		1 Muri	
	Kilo	Gm	Kilo	Gm	Kilo	Gm
1. Rice (Red Marshi)	—	453	3	624	72	490
2. " (Thapachiniya)	—	450	3	598	71	954
3. " (Pauli)	—	448	3	583	71	663
4. " (Usina)	—	458	3	667	73	347
5. " (Marshi)	—	454	3	629	72	572
6. " (R. Thapachiniya)	—	446	3	564	71	381
7. " (W. Thapachiniya)	—	451	3	610	72	202
8. " (Round Marshi)	—	452	3	613	72	250
9. " (Thaichung)	—	457	3	655	73	900
10. Beaten Rice (Light)	—	229	1	831	36	613
11. " (Thick)	—	282	2	258	45	156
12. " (Tikan)	—	248	1	987	39	734
13. Flour	—	266	2	127	42	541
14. " (Local)	—	273	2	188	43	750
15. " (Balaju)	—	305	2	437	48	744
16. Maize	—	395	3	156	63	125
17. Wheat	—	395	3	163	63	257
18. Millet	—	454	3	633	72	663
19. Barley	—	228	1	822	36	433
20. Black gram	—	444	3	553	71	530
21. Masyang	—	459	3	673	73	455
22. Rahar	—	443	3	540	70	799
23. Musuro	—	409	3	271	65	416
24. " (Chhata)	—	432	3	455	69	108
25. Mugi	—	418	3	345	66	898
26. " (Chhata)	—	482	3	852	77	460
27. Gahat	—	458	3	665	73	295
28. Mugi Green Seed	—	471	3	766	75	309
29. Gram (Brocken)	—	427	3	415	68	294
30. Bakula (Green)	—	391	3	128	62	554
31. Bean Large	—	444	3	590	71	809
32. Pea (Local)	—	449	3	595	71	893
33. Bean	—	402	3	219	64	387
34. Soybean	—	405	3	242	64	846
35. Small Nepali Pea	—	448	3	588	71	754
36. Big Nepali Pea	—	447	3	580	71	589
37. Mustard Seed	—	374	2	998	58	760
38. Rape Seed	—	373	3	110	60	225
39. Sesame	—	354	2	834	56	669

出所：Department of Mint, Weight and Measures.

VI. नेपालの重量，面積，容量の換算表

Conversion Table : (a) Weight

	Pau	Dharni	Maund	Pound (lb)	Kilogram	Quintal	Metric Ton
1. Pau	1.0000	0.0833	0.0053	0.4397	0.1994	0.0020	0.0002
2. Dharni	12.0000	1.0000	0.0641	5.2765	2.3934	0.0239	0.0024
3. Maund	187.1400	15.5950	1.0000	82.2868	37.3242	0.3732	0.0373
4. Pound (lb)	2.3742	0.1895	0.0121	1.0000	0.4536	0.0045	0.0004
5. Kilogram	5.0138	0.4178	0.0268	2.2046	1.0000	0.0100	0.0010
6. Quintal	501.3768	41.7814	2.6792	220.4620	100.0000	1.0000	0.1000
7. Metric Ton	5013.7680	417.8140	26.7920	2204.6300	1000.0000	10.0000	1.0000

(b) Area

	Matomuri	Ropani	Khet Muri	Dhur	Katha	Bigha	Acre	Hectare
1. Matomuri	1.0000	0.2500	0.0100	7.5117	0.3756	0.0188	0.0314	0.0127
2. Ropani	4.0000	1.0000	0.0400	30.0466	1.5023	0.0751	0.1257	0.0509
3. Khet Muri	100.0000	25.0000	1.0000	751.1166	37.5583	1.8779	3.1428	1.2718
4. Dhur	0.1331	0.0333	0.0013	1.0000	0.0500	0.0025	0.0042	0.0017
5. Katha	2.6625	0.6656	0.0266	20.0000	1.0000	0.0500	0.0837	0.0339
6. Bigha	53.2500	13.3125	0.5325	400.0000	20.0000	1.0000	1.6735	0.6773
7. Acre	31.8188	7.9547	0.3182	239.0123	11.9506	0.5975	1.0000	0.4047
8. Hectare	78.6257	19.6564	0.7862	590.6100	29.5305	1.4765	2.4711	1.0000

(c) Volume

	Mana	Pathi	Muri	Gallon	Bushel	Liter	Hecto Liter	Kilo Liter
1. Mana	1.0000	0.1250	0.0062	0.1250	0.0156	0.5682	0.0057	0.0006
2. Pathi	8.0000	1.0000	0.0500	1.0000	0.1250	5.5460	0.0454	0.0045
3. Muri	160.0000	20.0000	1.0000	20.0000	2.5000	90.9192	0.9092	0.0909
4. Gallon	8.0000	1.0000	0.5000	1.0000	0.1250	4.5460	0.0454	0.0045
5. Bushel	64.0000	8.0000	0.4000	8.0000	1.0000	36.4677	0.3637	0.0364
6. Liter	1.7598	0.2200	0.0110	0.2200	0.0275	1.0000	0.0100	0.0010
7. Hecto Liter	175.9760	21.9970	1.0100	21.9970	2.7496	100.0000	1.0000	0.1000
8. Kilo Liter	1759.7600	219.9700	10.9985	219.9700	27.4750	1000.0000	10.0000	1.0000

出所 : Department of Food and Agricultural Marketing Services.

Ⅶ. タイの土地開発局の普及、宣伝用パンフレット

土地開発局では普及員、農民に対して各種の普及、宣伝用パンフレットを作成している。その一、二について紹介する。

(I) 土壌と水の保全（普及資料）

1. 土壌と水保全の目的

保全とは注意、維持及び防止を意味する。すなわち、注意……土壌と水の保全活動のなかで常に被害を出さないように注意する。維持……自然環境の進行によって生じる程度に土壌や水を維持する。防止……土壌が水によって崩れたり流出しないように防止する。

このように土壌や水の保全は、土壌と水を永続的に有効利用し、そのなかに含まれる有効成分を維持するため、流出や崩壊、消失をくい止めるのが目的である。

2. 土壌と水保全の必要性

土壌と水は世界中にある自然の資産であり、生物にとって欠くことのできない必需品であり、経済社会や国の繁栄にも大きなかわりをもっている。保全を考慮しないで土壌と水の利用を行なうと、経済、社会に損害を及ぼす。とくにタイ農業では土壌と水の保全は実施しなければならない最も大切なことである。

生活の安定のため、国家や国民のため土壌と水の保全に協力しよう。

3. 土壌をダメにする原因

土壌の消失は、土壌がある場所からほかの場所へと移動させられることによって起る。

残った土壌は質的に低く、その有効利用は困難である。

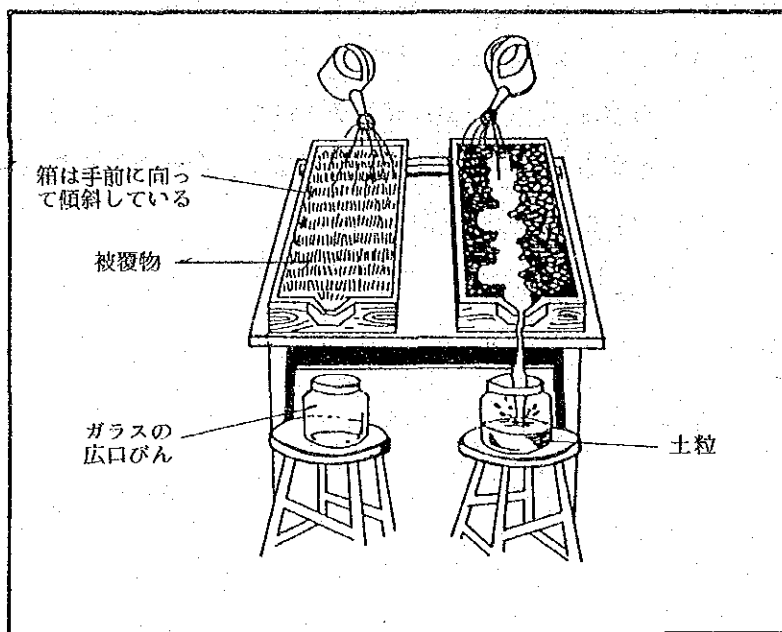
土壌消失発生の原因は、①流水による侵蝕、雨による侵蝕、風による侵蝕、②無秩序な土地の開墾、③誤った方法による畑作物の栽培、④土壌の維持保全を欠いた土地利用、⑤森林への放火（焼畑）と不法耕作

4. 土壌と水の保全方法

①森林伐採や放火をしない。②不法な畑作栽培をしない、③正しい方法による耕作、たとえば斜面での上下耕作はやらない、④正しい方法による作物栽培、たとえば広い傾斜畑では複合栽培、被覆作物の導入、輪作、防風、マメ科作物の栽培、⑤土壌改良によって肥沃で保水力のある土壌にする。たとえば、緑肥作物、堆肥、化学肥料、⑥急傾斜地での作物栽培はなるべく避ける、もし必要ならば上記の土壌と水の保全方法を行ないかつ侵蝕防止方法もとらねばならない。すなわち、土壌流出を妨げるためにテラス化する、等高線栽培、水路及び貯水池をつくり、とくに乾季に水が得られるようにする。

(II) 土壌の流出防止の実演指導（普及，宣伝資料）

1. 土壌の流出防止に被覆作物がどのように有効であるかの実演。模型は次図のとおり。

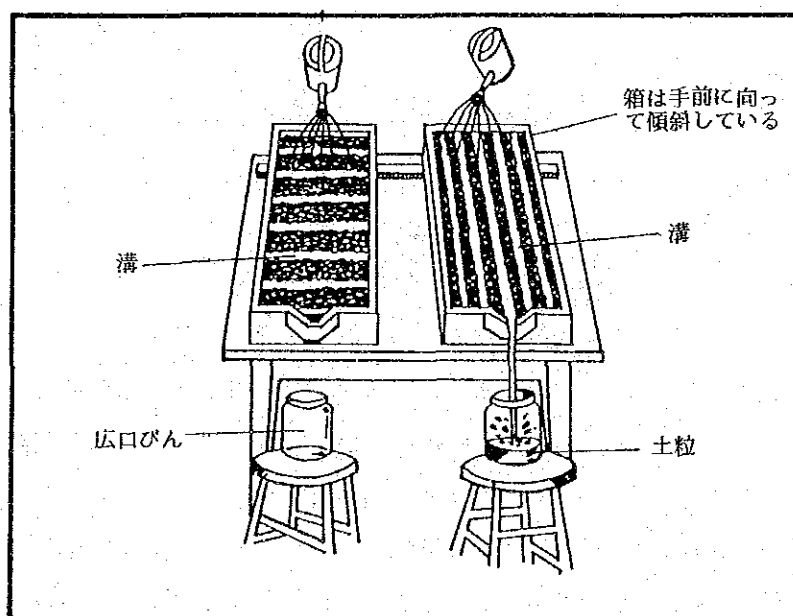


ジョロで水を流すと被覆物（わらや草，作物の茎葉でよい）のない右側の箱では水がすぐ流れ出し土壌も一緒に流れ落ちる。一方左側の箱は被覆物があるから，水は流れ出すのが遅く，その量も極めて少なく，土壌の流れ落ちる量も僅かである。

従って広口びんに流入した水も透明で土粒の流入も至って少ない。

以上から草などを利用した被覆は水の流速を弱めるから，土壌の流出量もはるかに少なくてすむことが理解される。

2. 傾斜畑の土壌流出を防止するための実演。模型は次図のとおり。



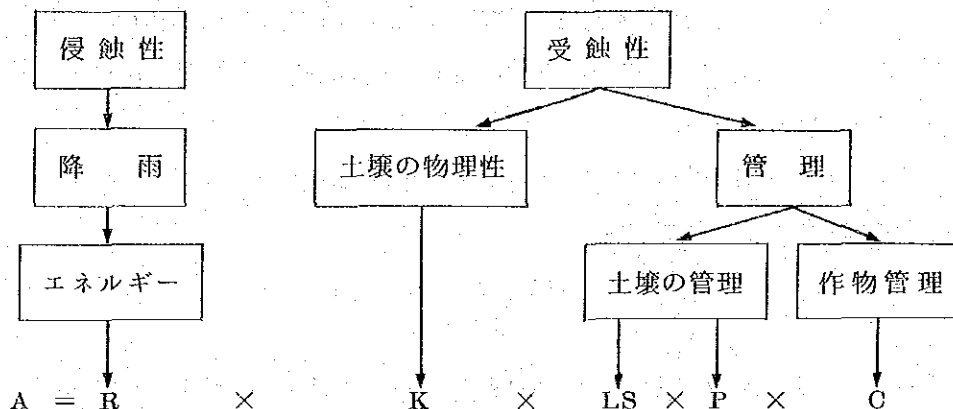
右の箱には縦の方向に、左の箱には横の方向に溝をつける（指か木切れで）。次に同じ高さで同じ量の水をジョロから注ぐ。右側の箱では水は土壌を押し流すほどの速さで流れ、土壌の流出量も多い。左側の箱では、注がれた水は一時溝のなかに貯えられ傾斜方向に流れる水の速度は極めて遅くなる。そして長い間箱全体の土壌を湿らせることになる。

以上によって傾斜畑では等高線に作物を栽培することの意味を理解させる。しかし単に横方向に作物をつくることで土壌流出を完全に防止することはできないから、被覆作物やその他の保全法と組合せることも併せて指導する。

VIII. 最近の土壤侵蝕予測式

1. 米国の Universal Soil Loss Equation (USLE) による土壤侵蝕量の予測

Wischmeier & Smith (1965) は侵蝕過程に関する気象、土壌、地形、植生及び人為などの諸要因の影響について、米国におけるロッキー山脈東部の各地で 20 数年にわたる土壤侵蝕の試験データの統計処理によって次式と下図の“土壤損失の一般式”(Universal Loss Equation) を導いた。



ここで、

- A : 平均土壤損失量 (tons / acre)
- R : 降雨係数 (R-factor)
- K : 土壌係数 (K-factor)
- L : 斜面長係数
- S : 傾斜角度係数
- } (LS-factor)
- P : 土壌保全係数 (P-factor)
- C : 作物係数 (C-factor)

土壤侵蝕強度についての各係数の影響は、指定された一定の基準をもつ区画の圃場における試験に基づいて、それらの影響を考慮して評価されることになる。指定された基準圃場の規格は、長さが 72.6 ft (22.13 m)、傾斜 9% の区画で、連続して休耕中であるが、雑草の生育を防止するために斜面に沿って耕起された状態にある傾斜畑である。この基準圃場からの土壤侵蝕量は、土壤管理に関与する LS-factor 及び P-factor、作物管理に関与する C-factor のいずれとも無関係になり（従って、これらの係数はすべて 1 とする）、降雨係数 (R) と土壤自身の受蝕性 (K-factor) によって規制されて決まってくる量である。

降雨の侵蝕性 (erosivity) を表わす指標は、降雨の運動エネルギーに基づいて計算されるもので、降雨の総運動エネルギーと、30 分間最大雨量強度（実際の計算では 2 倍した値）との積として計算され、EI₃₀ と称する。一定期間の各降雨（12.5 mm 以上の降雨）の EI₃₀ 値を

合計したものが降雨係数Rとして表示され、通常1ヶ年の期間をとる。

土壌係数Kは、侵蝕に対する土壌の受蝕性(erosibility)を表わし、前述の基準圃場からの年間の土壌侵蝕量を降雨係数Rで除した値で、Rの単位当りの土壌損失量を示す。従って、年平均の値としてK-valueを採用するには、対象土壌について長年月の土壌侵蝕の実験データが必要となる。

対象土壌について、実験データがないか、または不足する場合は、土壌の5つの基本的な性質から単純に計算式によってK-valueを直接読みとる方法がWischmeierら(1971)によって考案されている。土壌の5つの基本的性質は、土壌中の粒径0.10mm以下の微細砂とシルトの含有量、粒径0.10~2.0mmの砂の含有量、有機物の含有量、土壌構造及び土壌の透水性などである。

斜面長係数Lは、対象地域からの土壌損失量と斜面長72.6ftの基準圃場からの土壌損失量との比で、次の式から得られる。

$$\text{斜面長係数 } L = \left(\frac{\text{対象地区の斜面長 (ft)}}{72.6 \text{ ft}} \right)^n$$

ここで、対象地区の斜面長は分水界から測った斜面長(ft)、nは0.3~0.6の指数で、傾斜度10%に等しいか、それ以下で通常n=0.5、10%以上でn=0.6の値となる。

傾斜角度係数Sは、対象地域における土壌損失量と9%の傾斜の基準圃場における土壌損失量との比で、次の式から得られる。

$$\text{傾斜角度係数 } S = \frac{0.43 + 0.30I + 0.043I^2}{6.613}$$

ここで、Iは傾斜%を示す。

Wischmeierらは、斜面長係数と傾斜角度係数は、LS係数として組合せて用いることを提案し、斜面長と傾斜からLS係数が直接読みとれるようにした計算図を作成している。

土壌保全係数Pは、採用した土壌保全農法の効果を表わすもので、対象地区からの土壌損失量と基準圃場からの土壌損失量との比である。例として、等高線耕作を行なった場合のPの値は、次表のとおりである。

傾 斜 (%)	P-value
1.1 - 2.0	0.6
2.1 - 7.0	0.5
7.1 - 12.0	0.6
12.1 - 18.0	0.8
18.0 以上	0.9

段畑は斜面傾斜に左右されるので、有効な斜面長は減少させられ、帯状栽培と同じP値を用いる。保全工事に関しても同様な考えに基づいてPの値を決定する。

作物係数Cは、対象地域における土壌損失量と作物係数以外の諸係数が一定である単位区画圃場(72.6 ft, 9%)における土壌損失量との比である。この係数は、一年を通じての植生被覆の保護効果と耕作条件によって変化する。

米国においては、この係数を決定するために栽培期間を次の5つの期間に分けている。

- 1期：荒れた休耕から種まきのための耕起
- 2期：種まき～播種床準備から植付け後1ヶ月まで
- 3期：種まきから1～2ヶ月の株立ち
- 4期：3期の終りから収穫までの作物の生長期と成熟期
- 5期：残留物または切株～収穫から耕起または新しい種まきまで、

これらのC-valueは、米国の多くの試験地における膨大なデータから求められ、一覧表として編さんされている。次の表に一例をあげる。

作物と栽培条件	栽培期と各期における割合(%)***				
	1	2	3	4	5
牧草のあとの1年目のmaize, RdL*	15	30	27	15	22
牧草のあとの2年目のmaize, RdL	32	51	41	22	26
牧草のあとの2年目のmaize, RdR**	60	65	51	24	65
3年目またはそれ以上のmaize, RdL	36	63	50	26	30

* RdL, 作物残留物は残され、地中にすき込まれる。

** RdR, 作物残留物は取り除かれる。

***作物を栽培しない基準圃場(休耕裸地)を100%とする。

USLEは、土壌侵蝕の実測値から帰納的に得られた経験式であり、米国における土壌保全事業のもとで約50年間にわたって得られた多くの場所における侵蝕についての莫大な量のデータに基づいている。それは米国内のみに限らず、多くの他の国においても地域条件に合わせて検証されつつ、修正されて広く応用されている。

ただし、USLEによって予測される土壌侵蝕量は、長い年月(約22年周期)における年平均土壌損失量であって、特定の降雨や特定の年度のそれではない。また土壌侵蝕の種類は主として面状侵蝕や雨裂型侵蝕であって、ガリーや土砂崩壊は含まれていない。

USLEにより、対象地域の傾斜畑からの年平均土壌損失量を予測し、その地域の土壌保全上許容される限界土壌損失量以下にそれを抑制するにはどのような土壌管理や作物管理を行えばよいかを次の段階で決めていく仕組みになっている。土壌保全技術者や農家は、各地域の社会経済情勢を考慮しながら、許容限界土壌損失量以下に抑えるために最も効果的な土壌管理と作付体系を選択すればよいことになる。

2. 日本における土壌侵蝕量の予測

種田行男の研究グループは、米国のUSLEを日本の土壌侵蝕の評価に適用するための検討を行なった。すなわち日本の土壌侵蝕の予測にUSLEを応用するに当って、前述の6つの係数についてその妥当性が検討された。種田による1949~52年の土壌侵蝕試験から、 $E I_{30}$ と土壌流亡量との相関係数は、 $E I_{60}$ (I_{60} は最大60分間降雨強度で、 $E I_{60}$ はエネルギーとの積を表わす)と土壌流亡量との相関係数とほとんど同じであった。

また、日本のすべての気象台帳には最大60分間降雨強度は記録されているが、最大30分間強度は記録されていない。以上のことを踏まえて、 $E I_{30}$ の代わりに $E I_{60}$ を採用して、降雨係数を計算している。その結果を気候区分によって示せば次のとおりである(1953~73年の降雨記録から求めたR値)。

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
2. 九州型	300 ~ 500
3. 南海型	500 ~ 1,000
4. 瀬戸内型	150 ~ 400
5. 東日本型	50 ~ 500
5a 東部北海道型	50前後
5b 三陸・常磐型	100 ~ 150
5c 東海・関東型	200 ~ 500
5d 中央高原型	100 ~ 250

土壌係数Kは、標準試験区(斜面長20m, 幅2m, 傾斜約10度の裸地)の降雨毎の流亡土量を実測し、数年間の総流亡土量を同期間の $E I_{60}$ 値の総量で除して求めた値を採用している。日本の代表的4つの土壌について求めた例では、0.1~0.8の間であった。

傾斜・斜面長係数SLは、人工降雨による土壌侵蝕実験から、流亡土量は傾斜角 θ の b 乗に比例すること、また斜面長 L の平方根に比例すること(斜面長については米国の試験結果を利用)などにより次の式を採用して求めた。

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

ここでSL:傾斜・斜面長係数, L :斜面長(m), θ :傾斜角度, a 及び b は土壌に特有な常数で、土壌ごとに異なっている。この場合、標準試験区(斜面長 $L=20$ m, 傾斜角度 $\theta=10$ 度)の場合を1とした。

土壌保全係数Pは、作付のほかに、横畦栽培、带状作付、承水路の設置など保全農法によっ

て減少した流亡土量の標準試験区のそれに対する割合で表わす。等高線栽培のP値の例を次に示したが、これらのP値はほとんど米国で用いられている等高線耕作と同値である。

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

作物係数Cは、日本における5～10月の夏作期間の実測値を利用して求めた。各作物の土壌侵蝕比を示せば次のようである。

作 物	土壌侵蝕比	作 物	土壌侵蝕比
牧 草	0.007	除 虫 ギ ク	0.342
エ ン バ ク	0.093	アスパラガス	0.400
雑 草	0.202	カ ン シ ョ	0.433
春播コムギ	0.213	トウモロコシ	0.747
バレイシヨ	0.301	ダ イ ズ	0.756

以上日本におけるUSLEの応用例を示したが、現在のところ現地への適用精度については検討されていない。各種のデータの蓄積により、各係数の精度をあげることが必要である。

土壤侵蝕・土壤保全概説（参考）

Ⅸ. 土壤侵蝕・土壤保全概説(参考)

目 次

1. 土壤侵蝕	162
1-1 土壤侵蝕の種類	162
1-2 土壤侵蝕の規定因子	163
1-2-1 恒常的因子	163
1-2-2 可變的因子	164
2. 土壤保全	167
2-1 土壤保全の意義と重要性	167
2-2 土壤保全対策	168
2-2-1 土壤侵蝕の防止方法	168
2-2-2 耕地の土壤侵蝕防止	168
2-2-3 土壤侵蝕防止のための土木工法	170
2-2-4 土地(耕地, 草地, 林地)の利用と保全	171

Ⅸ. 土壌侵蝕・土壌保全概説

1. 土壌侵蝕

1-1 土壌侵蝕の種類

土壌侵蝕には自然侵蝕(Natural erosion)と加速侵蝕(Accelerated erosion)とがあり、前者は地質侵蝕(Geological erosion)または正常侵蝕(Normal erosion)ともいう。自然侵蝕は、自然の均衡のとれた環境下で進行し、その速度はきわめて緩やかで、岩石やその崩壊物が風化して土壌を生成する速度以下、あるいはそれと大体同じ程度である。

加速侵蝕は人為的干渉によって土壌生成と土壌移動との間に正常な自然的均衡が破れて生ずる土壌の移動であって、異常侵蝕(Abnormal erosion)ともいわれる。

森林や原野が自然状態に保たれている場合に起る土壌侵蝕は自然侵蝕とみてよいが、これらに家畜を放牧したり、伐採したり、人工植林をする場合に起るのは加速侵蝕である。

土壌侵蝕は、その直接の原因によって水蝕(Water erosion)と風蝕(Wind erosion)に分けられる。水蝕は、さらに面状侵蝕(Sheet erosion)と雨裂型侵蝕(Rill erosion)と地隙型侵蝕(Gully erosion)とに分かれる。

面状侵蝕：表面侵蝕、全面侵蝕ともいい、地表面から均一に少しずつ土壌が流失するために、多くの場合これに気付かない間に起るが、被害は全域におよび侵蝕のうちでは耕作地にもっとも被害を与えるが、実際には傾斜地の全面から一様に表土が流失することは滅多にない。

雨裂型侵蝕：細流侵蝕ともいう。降雨による流水が斜面を均一に流下しないで、各所に集水して細流となり、流下するとき生ずる。面状侵蝕が生じて後起こるもので、地表面に小さな雨裂を残す。

地隙型侵蝕：侵蝕のもっとも進んだ型で峡谷型侵蝕ともいう。雨裂型侵蝕の大きくなったもので、大きさの点で雨裂型侵蝕と異なる。すなわち、面状侵蝕、雨裂型侵蝕が進んだ後に地隙型侵蝕が起こる。

実際には、面状侵蝕と雨裂型侵蝕は連動して起ることが多く、雨裂型侵蝕と地隙型侵蝕も同様である。また地隙型侵蝕の変型ともいえるが、面状と雨裂型とが連動しないで単独に起るものを地すべり型侵蝕(Land slide or Slip erosion)として区別することもある。

最近、D. Zachar(1982)は、降水による土壌侵蝕(Precipitation erosion)をその型(Form)によって、Surface erosion, Underground erosion, Forms of river soil erosion, Lake and sea erosionに区分している。

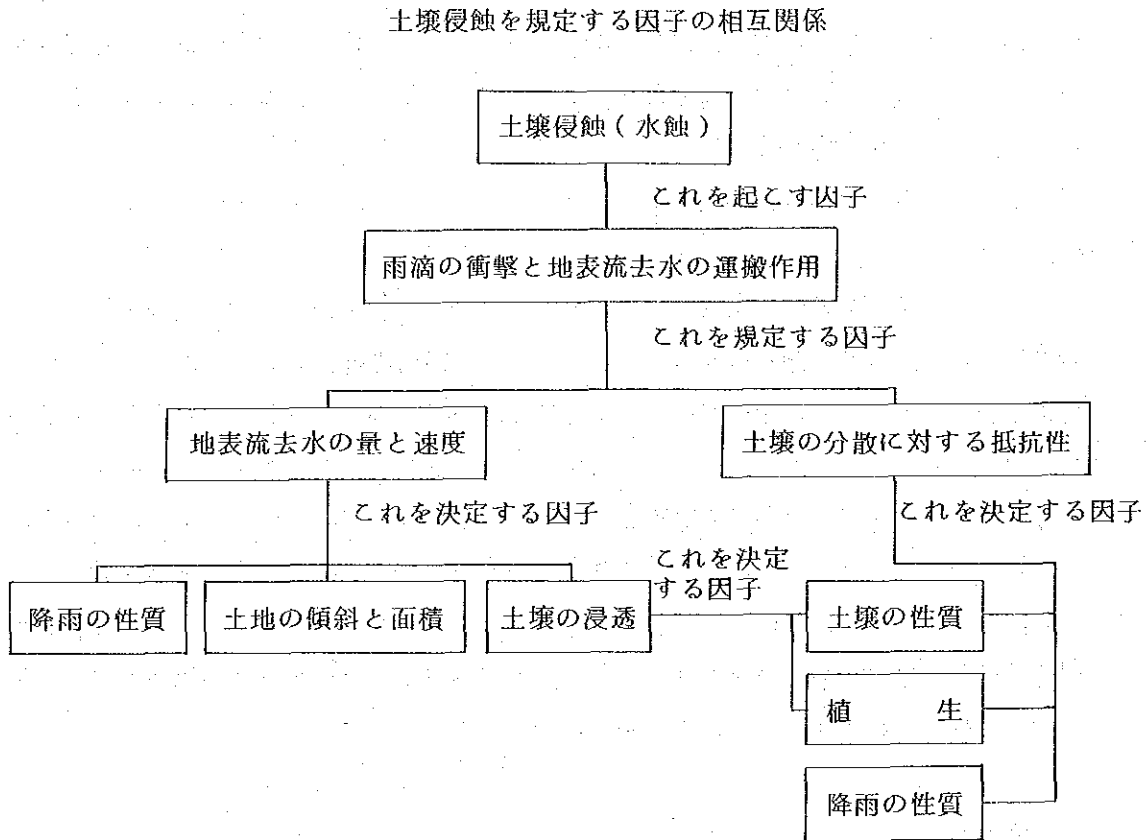
以上は土壌侵蝕の段階的な区分であって相互に関連して起こり、地域、地帯あるいは場所により、また季節により特徴的な様相を呈する。

風蝕：水蝕は傾斜地では普遍的に発生する現象で、その範囲も広いが、風蝕は発生地域が

かなり限定されているから、関心の程度は水蝕に比較して低いといわれているが、それでも世界的にみれば、アフリカ、中近東諸国の砂漠地帯、中米、中国の平原地帯の砂嵐（Dust Storm）、黄土雲（Yellow Clouds）等はよく知られている。

1-2 土壌侵蝕の規定因子

土壌侵蝕の発現に深くかかわっている多くの規定因子があるが、それら因子相互の関係は次図の通りである。



一般に土壌侵蝕を規定する因子には恒常的因子と可変的因子の2つのグループがある。

1-2-1 恒常的因子

ア. 気象的諸条件

主として降水と気温と風の影響であり、風を主な動因とするものは風蝕である。水蝕では、風は雨滴の落下角度と衝撃に関係する要因である。気温は降雨中の土壌水分の変化に関与して流去に影響する。

気象要因のなかで最も重要なのは降水である。雨はその量と強さ及び分布が侵蝕に影響する。とくに雨の強さ、つまり単位時間当たりの雨量が侵蝕の発生に大きな役割を果たし、限界降雨強度以上の雨量の積算値（危険雨量）と土壌侵蝕との間には高い相関がある。

限界降雨強度は $3 \text{ mm} / 10 \text{ 分} \sim 30 \text{ 分}$ といわれている。

イ. 地形的諸条件

主として傾斜度と斜面の長さの影響である。一般的には、傾斜度が大きくなればそれだけ流去水量、流亡土壌量も多くなる。しかし、傾斜度が比較的緩い場合には、傾斜度の増加に伴う侵蝕量の増加割合は小さく、一定降雨に対して傾斜度と侵蝕量との関係曲線はほぼS字状になる。

発生した地表流去水は高所より低所に向かって流れる。その流速は傾斜度が大きくなるほど増大する。侵蝕度は流速の自乗に比例するから、理論上は流速が倍になると侵蝕量は4倍になる。ただし、地表面の状況（小起伏、畦立ての有無、方向、被覆物の有無、程度）によってその関係は乱れてくる。

斜面の長さが長くなるほど流亡土壌量は増大するが、流去水量は差がないか、もしくは減少する。

このほか、斜面の方向も土壌侵蝕に無関係ではない。標高がある程度高い傾斜地では斜面の方向によって季節的に風当たりがちがい、風衝面には強い降雨をみる場合が普通であって、このような斜面は侵蝕を強く受ける。一般に南斜面は強い光熱を受けて日中の地温が上昇する。したがって、土壌有機物の分解が盛んなため土壌構造は破壊されやすく、また夏季の気温が高くて降雨の少ない条件下では、土壌の乾燥が早く作物の繁茂も劣るので、その後にくる降雨に対する抵抗力が弱まり、間接的に土壌侵蝕を助長する。

一般的に傾斜地では、傾斜度、斜面の長さ、斜面方向も一様でなく、とくに急傾斜地帯ほど地形は複雑で複合斜面となる。したがって圃場の区画のとり方、道路の位置、部分的な窪地などの小起伏などが土壌侵蝕に大きく影響してくる。

1-2-2 可変的因子

ア. 土壌的諸条件

土壌の種類および性質が土壌侵蝕に影響する。とくに雨水が土壌中に浸透する速度のちがい、雨滴および流去水による土壌粒子の分散と洗掘に抵抗する性質のちがいによって大きく支配される。透水性がよく、比重が小さい腐植質火山灰土壌では流去水量は少ないが、流亡土壌量は多くなり、また透水性が悪く、比重が大きい鈹質土壌では逆に流去水量は多いが、流亡土壌量は少ない。

(1) 土壌の物理的組成の影響

土壌粒子の大きさ：土壌粒子の大きさは、土壌が水を吸収する速度に直接影響する。たとえば粗砂土壌は非常に速やかに水を吸収して、普通の降雨の場合には流去水を生ずることは珍らしいが、多量の水が流れ込むと少量しか含まれていない細粒子が容易に侵蝕される。反対に細粒土壌（埴土や埴壤土）では粒子間の孔隙は非常に小さく、水の滲透はきわめて緩慢であるから、俄雨などの場合、降雨量の大部分が流去水として失わ

れる。

石礫の影響：土壌が比較的均一な粒からなる場合よりも、ある程度の粗粒子、とくに石礫を混じて不均一な状態の方が侵蝕を受けにくい。表土に石礫が混在していると、雨滴による3打撃面がそれだけ縮少し、また地表流去水を一時停滞させて水の滲透を促進するため侵蝕が弱められるからである。

土壌水分の影響：降雨の前に土壌の水分が多いと侵蝕は急速に進行すると考えられがちであるが、むしろ表土の水分含量がある程度高いほど雨水の滲透は促進され、土壌の侵蝕も著しく軽減される。ただし、土壌が極度に乾燥した後に強雨があると、土壌の粒団が丸くなって分散を促進するために侵蝕がかえって増大される場合がある。

下層土の影響：作土が適当な深さでしかも粗鬆多孔質であり、下層土も中度の大きさの粒子からなる土壌は、容水量も大きく相当量の水を吸収保持することができ、したがって地表流去水はわずかである。これに対して作土はこれと同様でも、下層土が浅く岩盤があったり、緻密な組織をもつ粘土質の不透水層の場合には、雨水の透通が困難となり、作土は飽水されやすく、一旦作土を透過した水は一種の伏流水となって激しく侵蝕をひき起す。

(2) 土壌の化学的組成の影響

土壌の化学的組成はその物理性に影響し、間接的に侵蝕に関連する場合がある。一般に鉄およびばん土に富むものは水蝕に対して抵抗性があるが、珪酸含量の高い土壌は水蝕を受け易い。前者は粒団が耐水性で、構造も安定しているが、後者は降水によって粒団が容易に分散するからである。また鉄あるいはばん土と結合した腐植を含む土壌は、石灰または苦土と結合した土壌よりも粒団が安定し分散されにくい。

イ. 植物被覆の諸条件

土壌侵蝕に対する植生の影響には、植物被覆による降雨の遮断、地表流去水の速度の減殺と水削磨作用の減少、根系の発達による土壌の団粒化と土壌孔隙率の増加、土壌微生物の活動、水の蒸散に伴う土壌の乾燥などがある。

土壌侵蝕を受けやすい植生と受けにくい植生はつぎの通りである。

土壌侵蝕を助長する植生：バレイショ、トウモロコシ、タバコ、ワタ、モロコシ、ソルガムなど。……受蝕性作物（清耕作物）

土壌侵蝕を抑制する植生：樹木、灌木、野草、多年生のマメ科植物など……耐蝕性植物（密生作物）

中間程度の植生：エンバク、コムギ、オオムギ、ライムギ、オカボ、1年生のマメ科植物など……（中耕作物）

1) 土壌侵蝕に対する森林の保護作用

自然の森林では、樹林下の土壌は腐朽過程の落葉や落枝で被覆されているため

雨滴は樹木の枝葉にあたって力を失い畑地でみられるような雨滴の地表打撃作用はない。しかも自然状態の森林土壌は粗鬆多孔質で水をよく吸収するから普通の雨は完全に土壌に吸収される。豪雨の場合多少の水は表面を流れたり、土壌に吸収された水は植物にも吸収されるが、大部分は地下水源に加えられる。

2) 土壌侵蝕に対する草の保護作用

林地で樹木が土壌を保護するように草地では草も土壌を保護している。草地の土壌が雨滴の打撃を受けないのは、草の葉や茎が雨水を土壌に誘導するからである。また草地でも林地と同様に、水は土壌に滲透して地下水源となり、豪雨に際して土壌に吸収されない水も透明な水流となって流下する。

ウ 営農的諸条件

作物はそれ自体土壌侵蝕に影響するが、その栽培様式によって作物のみならず他の要因の土壌侵蝕に対する影響にも著しい変化をおよぼす。また栽培様式は当然栽培管理、土壌管理とも関連し、農業機械の選択、作業体系、さらには作物の組合せ、作付体系に関連してくる。農業経営の仕組みとも無関係ではない。

栽培様式では、まず上下耕栽培と等高線栽培、たて畦、よこ畦がある。等高線栽培が侵蝕量においては軽微なことは明らかであるが、上下耕栽培が行われていることについてはその他の理由が関与している。

次は耕うん、中耕、培土等の土壌管理である。作物を播種または移植後相当期間放置している間に、長雨や強雨があると土壌表面に土膜が形成されて雨水の滲透を著しく阻害し、流去水の発生を早める。したがって長雨や強雨があったときはつぎの降雨の前に中耕を行えば、その後の降雨に際して雨水の土壌中への滲透を促し、侵蝕の抑制に役立つ。培土は上下耕栽培では侵蝕を助長するが、等高線栽培では著しく抑制する。また、深耕、有機物のすき込みは雨水の土壌中への滲透を促すという視点から侵蝕抑制に有効であるが、耕起自体が侵蝕を著しく助長している場合が実際にはしばしばある。

このため刈株を残した Trashy Cultivation、部分耕起あるいは不整地播種、ミニマムティレッジが有効である。しかし、これらも輪作や等高線栽培が前提条件となる。

また有機物の施用についても、わら類は一度敷わら（マルチ）として雨滴の打撃作用を弱め侵蝕防止に役立てた後にすき込むのが有効である。

次は作付体系であるが、作物はその生育時期によって土壌侵蝕に対する影響にちがいがあがる。また、前後の作物との間に作物交替期がある。この交替期が危険降雨の多い時期にあると土壌侵蝕を強く受ける可能性が大きい。

2. 土 壤 保 全

2-1 土壤保全の意義と重要性

農地の侵蝕および崩壊が著しく、農法的施策のみでは防止できず、さらに大きな侵蝕または災害をひき起すおそれのある農地に対しては工法的対策が必要となる。しかし、これには多大の費用を要し、農家個々では対応できないという問題がある。また、土壤保全の目的には侵蝕防止だけではなくそのほかに適切な方法で侵蝕の傷痕を拡大させないように治療することも含む。つまり工法的—農業土木的な対策だけでなく、農法的な対策を組合わせ、有機物、窒素、その他の鉱物質など流失した養分の補給によって地力を高め、収量増加を図らなければならない。

土壤侵蝕防止工法には多大の投資を必要とし、それが国家の負担であると農民個々の負担であることを問わず、その回収のためには、そこに展開される営農方式も無関係でないことは当然であるが、一般的には経済性の高い作物、作目ほど土壤侵蝕を助長する傾向があることに注意する必要がある。このような作物、作目を選択する場合には侵蝕防止のための積極的な対策を農法面でも考慮を払い、そのために若干コスト高になるのも止むをえないことがある。

たとえば、土壤侵蝕を受けやすいトウモロコシのような作物では、侵蝕を受けにくい牧草類と組合せるだけでも、侵蝕量は半減する。もし、等高線帯状栽培を行って、トウモロコシ、タバコの上に牧草を栽培すれば侵蝕量をさらに減少することも可能となる。この場合のコスト高は牧草の有効利用によって吸収することができよう。

また、傾斜地に家畜を導入し、草地に放牧すると家畜の足跡や通りみちが流去水発生源となる。家畜の過放牧が土壤侵蝕の原因の一つになっている理由である。放牧草地はいくつかに区分し、輪換放牧ができるような仕組みが必要である。

土壤侵蝕が農業上大きな関心をもたれるようになったのは土壤の流亡・移動によって表土が失われることによる農業生産の減退、経営の破綻、ひいては国力の減退であると強調されてきた。30 cmの肥沃な表土は約1万年もかかってできあがったものといわれている。侵蝕によって新しく表土がつくられる年限よりはるかに早く表土が失われ、土壤は瘠薄化していく。このように表土の薄くなった土壤で高水準の作物生産をあげていくには多量の有機物と肥料を投入しなければならないし、また水の補給も必要となって生産コストは上昇することになる。

さらに重要なことは、労働力に乏しく機械化が要請される場合、傾斜地では機械化が困難なばかりでなく、利用効率、作業能率も低いという、労働生産性の低下の問題も起る。

機械化の過程にある発展途上国にあっては、侵蝕に対して抑制的に作用していた従来の農法からの脱却に混迷する場面も予想され、現に起りつつある。

2-2 土壌保全対策

2-2-1 土壌侵蝕の防止方法

ア. 土壌侵蝕防止のための農法

降雨の遮断作用は適度の下草と灌木が組合された森林が最大で、家畜の過放牧を伴わない草地がこれに次ぐ。

一般作物では、その選択に当ってできるだけ草丈が短かく、被覆度および密生度が高く土壌侵蝕を受けにくい作物、ないしは品種の採用、また播種期・収穫期が危険雨量の多い時期に当たらない作物の栽培など作付体系を考える場合に充分留意する必要がある。

斜面の長さを短縮する方法として、等高線栽培、等高線带状栽培、緑地（牧草）帯がある。等高線栽培は畦立もしくは培土が行われた状態は恰も小テラスの連続した様相に似ている。带状栽培、牧草帯は流去水を一時的に停止させる機能をもっており、危険雨量の多くない地帯の緩傾斜地ではきわめて有効である。

このほか、農法的には等高線栽培を前提とした上で、深耕、中耕、培土の諸作業、間混作なども有効である。

イ. 土壌侵蝕防止のための工法

これは主として、地表流去水の運搬作用による土壌侵蝕を軽減する目的で行われる。とくにガリーの発生防止には、斜面の長さを短かくする必要がある。段畑（Bench terrace）は斜面を人工的に階段状にして斜面の長さを短かく区分することになる。

また、斜面の等高線に沿って承水路を設け、流去水を途中で捕捉し、排水路を通して河川に排水する方法がある。急傾斜地では道路網の不備な場合が多いので、承水路および排水路を農道兼用で施工することもある。

斜面の麓では上からの流亡土砂を集めるための沈砂槽を設けて土砂は耕地に戻し、水は灌溉水または他の用水に利用することもある。すでにガリーの発生した場合には、その頂部拡大を阻止するとともに、底部および側面の侵蝕を喰い止め、最後にガリーに土壌を填充する。またガリーの底部を保全するための柴堰、石積堰、コンクリート堰等を設けることが有効である。

2-2-2 耕地の土壌侵蝕防止

ア. 等高線栽培（Contour farming）

等高線栽培は土壌侵蝕防止法としてきわめて有効である。

等高線栽培は、耕起・整地から施肥・播種、中耕・除草・培土、収穫までのすべての作業を等高線に沿って行うもので、作物を等高線に沿って植えるだけではない。とくに耕起、畦立、培土の作業が等高線に沿って行なわれるときの土壌侵蝕防止効果は高い。

これに対して上下方向に行われる場合は侵蝕が著しく助長される。

イ. 等高線带状栽培 (Contour strip cropping)

作物を等高線栽培することは変らないが、斜面の上下方向に侵蝕を受けやすい作物と受けにくい作物とを交互に配列するという点で異なる。

また播種期、収穫期のちがう作物を組合せることも有効である。この方法では輪作に十分配慮するとともに、テラスの上にも作付できるような広幅の畝型テラスや溝型テラスを併用すれば侵蝕防止の効果は一層大きくなる。

ウ. 緑地帯 (Green belt)

等高線带状栽培で永年性牧草の面積を全体の $1/2 \sim 1/4$ 程度の割合で輪作を構成できない場合や傾斜度、斜面方向が複雑となる箇所に緩衝帯として永年牧草を作付する。また長い斜面の場合に数ヶ所に輪作とは関係なく狭い幅の牧草帯 (線) を緩衝帯と組合せることもある。このようなほぼ固定的な緑地帯を設ける場合、承水溝を併せると侵蝕防止に大きな効果がある。

一方、この緑地帯を承水溝とつないで安全な排水路または集水網に余剰水を誘導する草生水路 (Grass water way) として利用することもある。

エ. 土壌管理法

耕起整地作業：等高線栽培、等高線带状栽培、緑地帯が設られている場合、丁寧な整地作業は土壌被膜をこわし、土壌を膨軟にして雨水の滲透をよくするため流去水の発生を遅くし、侵蝕量の軽減に役立つ。

ミニマムティレッジ：作物交替期が危険雨量の時期に遭遇する場合、整地作業を丁寧に行なうことは作業上は勿論、傾斜地では侵蝕に対してきわめて危険な状態になる。このような場合前作物の刈株を残して部分的な整地作業を行う Trashy cultivation, またはミニマムティレッジが有効である。

草生栽培：樹園地で敷わら (草) 法とともに侵蝕防止効果の高いのは草生栽培であるが、ブドウ、モモのように乾燥に弱い果樹では草生の刈取回数を増すこと、敷草法との併用、必要に応じてかんがいでできる条件を整えておくことなどが必要である。

オ. 栽培管理法

侵蝕の防止を工法だけに依存すると多大の費用を要する。より少ない費用で最大の効果をあげるには、農法的な工夫を十二分に取り入れることが必要である。

たとえば、バレイショでは、普通 75 cm の畦幅を 120 cm として 2 条の寄せ畦を行い、その間作にエンバクを 1 条入れて異型間作とし、草丈 30 cm 前後で刈取り畦間に敷草をすると侵蝕量は約 $1/2$ になる。またバレイショを収穫した跡に等高線に 5 m および 10 m 間隔の溝を掘り、残渣を敷草することで侵蝕量は無視できるほどに減少する。

侵蝕を受けやすいダイズでも畦立てせずに平畦にすると、裸地の侵蝕量の $1/2 \sim 1/3$ 程度にしか減少しないが、培土をすると裸地の侵蝕量の $1/10$ 以下になる。

このように、適切な栽培法を行えば土壌侵蝕は相当程度まで抑制でき、等高線栽培、牧草の利用、土壌管理、栽培管理をうまく組合せることによって普通の起伏状態の斜面では約15度位までは農法的方法によってかなりの程度まで侵蝕防止ができる。

2-2-3 土壌侵蝕防止のための土木工法

ア. ガリー侵蝕の防止工法

ガリー侵蝕の根本原因は土地利用法の誤り、とくに急傾斜地の耕作、家畜の過放牧による土地の踏み荒しである。従って、ガリーの形成を防ぐには、まずその土地に適合した利用方法をきめることである。

次には耕地の土壌侵蝕防止のための農法の実施である。さらに必要があれば簡単なテラスと排水路を組合せれば大体の目的は達せられる。

ガリーは吸水性土壌の小規模ないし中程度の耕地では、流域が小面積であれば、プラウやショベルなどで埋立てられるが、一般的にはガリーの谷頭へ水を流入させないことである。

ガリーの上方が急傾斜であったり、背後地が草地とか林地の場合には承水溝を設けることも有効である。また小規模または中程度のガリーの抑制には、ソダを使った砂防施設が草生水路などとともに有効である。

ガリー防止用のダムには一時的防止ダム (Temporary check dam) と永久的防止ダム (Permanent soil-saving dam) があり、前者にはつぎのようなものがある。

- ① 金網堰 (Woven-wire dam)。
- ② 柴堰 (Brush dam), そだ堰ともいう。
- ③ 石積堰 (Loose-rock dam), 鉄線蛇籠を用いることもある。
- ④ 板堰 (Plank or slab dam)。

また、後者には次のようなものがある。

- ① 練石積堰 (Masonry dam)
- ② コンクリートダム (Concrete dam)
- ③ 土堰堤 (Earth dam)

イ. テラス工法

テラスは急傾斜地を耕作しやすいようにするためにつくるもので段畑または階段テラス (Bench terrace) とよばれる。

広幅テラスはその機能から畦型 (Ridge type) のものと溝型 (Channel type) または広水路型 (Broad-Channel type) の2つに分けられる。両者とも耕地の傾斜度が6~7度 (10~12%) 以下の場合に有効であり、機械利用にも不都合はない。

(1) 畦型テラス: 吸水型テラスともいう。この型は水を保留することにより間接的に侵蝕防止の目的を果すものであって、水の吸収を増加させるため流去水をできるだけ広

い面積に湛水させるようにする。

(2) 溝型テラス：遮断転流型または排水型テラスともいう。この型は耕地の余剰降雨を侵蝕の起らない流速で処理する役割をもち、畦というよりは承水路の機能をもったものである。

(3) 階段テラス：階段工，段畑，段々畑，階段畑，棚田ともいう。12～16度（20～30％）以上の急傾斜地に設ける。耕土が深ければ25度（45％）位までは設置可能で，その垂直間隔は約2 mが適当である。

階段テラスの法面の種類には石垣積と土羽とがあり，土羽は草生で保護したもの，素堀りで草が生えたと削り落すものなどがある。

ウ. 水路網と排水

広巾テラス，階段テラスいずれの場合でも，テラスからの地表流去水を捕水する承水路の役割を果たすテラス水路（Terrace channel）が必要である。水路に集めた水を河川に誘導するテラス排水路（Terrace-outlet channel）とテラス水路との組合せを水路網という。

テラス水路は，一般に覆工（Lining）は行なわないが，テラス排水路は勾配が急なため必ず覆工を施す。

2-2-4 土地（耕地，草地，林地）の利用と保全

耕地の保全は，その耕地が含まれる流域全体の土地，つまり近接する草地・林地を含めてその保全を考えなければならない。

適切な管理が行われるならば，草地・林地ともに土壌侵蝕の影響を全くといってもよいほど受けない。また草地と林地は耕地と上手に組合せて土地の合理的利用をはかれば，耕地の土壌侵蝕を防止できるだけでなく，その土地の生産力を永く維持できる。このような考え方に立って行なわれるのが土壌保全計画である。

JICA