

2-3 土壌保全対策の現況

2-3-1 行政組織とその活動

「ネパールでは4つの大河川(6,000の支流)から流出する土壌2億4,000万立米を何の見返りもなしにインド、バングラデシュ両国に輸出している」とM.D.Joshi(土壌保全・流域管理局)は述べている。これに伴ってN、P、K三要素は34万3,000トン(金額にして9億6,040万ルピー)が毎年流失しているという。土壌侵蝕はほとんど全土にまたがり、とくにSiwalik山系、Mahabharat山系からHimalaya南斜面に至る丘陵～山岳地帯で顕著であり、また北中央部のMustang郡では砂漠化の景観を示している。Dang, Okhaldhunga, Kapilbāstr.などの各郡でも侵蝕が激しい。

丘陵、山地の土壌侵蝕の進行に伴って、モンスーン期中の各河川は急激に流量を増加し、これがテライでの洪水となり、毎年多数の耕地や住居が流失している。

テライにおける河川の河床は上流から運ばれる泥土によって毎年15～30cm上昇をつづけている。西部のPokharaにあるPhewa湖も毎年7ha分の泥土の沈積により、適切な回復措置がとられない限りこんご50～60年で埋没するといわれ、またKulekhaniの水力発電用ダムも上流の土壌侵蝕防止策を講じないとPhewa湖同様の運命を辿ることになる。

侵蝕による土壌の流出率がどのくらいかを見積りできる調査は現在のところ見当たらないが限定された調査によると表2-19のように土地利用の方法によって著しい相違がみられる。

前項でも述べたように人口圧に伴う耕地の限界地帯への拡大が森林資源の乱開発となって、作物、家畜の生産力の減退を招いているばかりでなく、社会経済全体に莫大な負担を強いているのが土壌侵蝕であるといっても過言ではない。

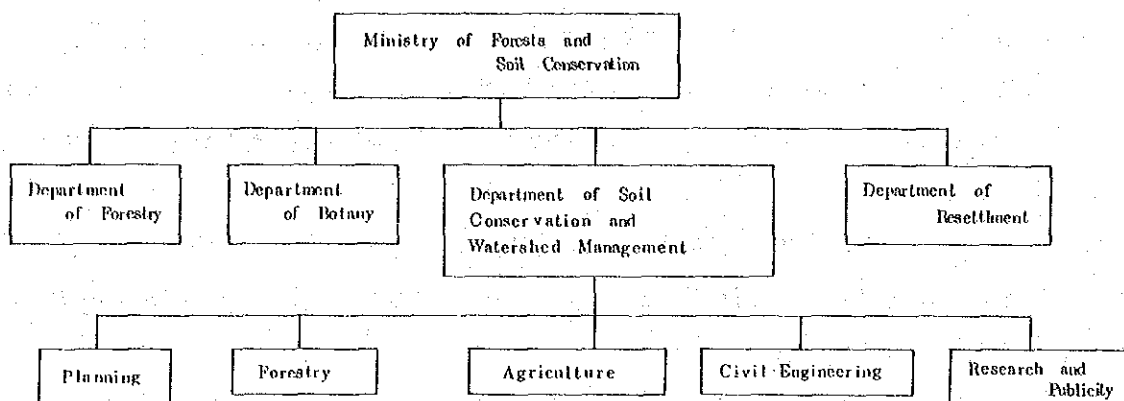
7. 行政組織の整備と任務

ネパールでは1973年までは土壌侵蝕とその保全を所管する政府の組織はなかったが、ようやく1974年8月に森林省に土壌・水保全局(Department of Soil and Water Conservation)が設置された。その後1980年5月、土壌保全・流域管理局(Department of Soil Conservation and Water Management)に、また森林省は1981年6月に森林・土壌保全省(Ministry of Forests and Soil Conservation)と改称され現在に至っている。その組織は図2-14の如くで、Planning, Forestry, Agriculture, Civil Engineering及びResearch and Publicityの4つの部から構成されている。このように土壌保全・流域管理局(以下DSWMと記す)は森林、農業、土木とが一体となり、これに研究調査が加わって土壌と水資源の保安全管理を行うこととなっている。DSWMの任務はいうまでもなく危機的様相を呈している森林の復活をベースとしつつ、国の基本的政策である土壌及び水資源の保全に挑戦し、国民の社会経済的地位を高めるにある。

なお1982年には土壌及び流域保全法(Soil and Watershed Conservation Act)が制

定されている（附属資料1）。

図2-14 The Organization Chart of Ministry of Forests and Soil Conservation



イ. 土壌保全・流域管理局の活動

土壌と水資源の保全に関する組織的な活動は局の設立（1974）とともに開始されたが、当初は流域管理が優先したようである。以来各種のプロジェクトが全国土にわたって実施されている。ネパールの経済開発は第1～第4次5ケ年計画（1956～75）ではテライの開発を指向したが、丘陵地域の開発は第5次5ケ年計画（1976～1980）においてようやく力点が置かれるようになり、現在の第6次5ケ年計画（1981～1985）においては最優先の地位を得ている。

第5次5ケ年計画中に好結果を得た土壌保全プログラムは保全植栽（Conservation plantation）、ガリーコントロール、地すべりの安定化、農道の改良、テラシングなどであった。保全植栽とは、果樹を含めた各種の樹木にマメ科及びその他の草種を混植することである。

ガリーコントロールには石や灌木などの Check dam をつくり、その周辺に侵蝕防止用の樹木や草種を植える。

また河川のコントロールに関するプロジェクト（ほとんどがテライに限定された）は、1982年に水資源省（Ministry of Water Resources）に移管された。

ところで DSWM のプロジェクトでは地方の住民に対する展示に重点を置きつつ調査や普及活動の拠点としても機能するような地区（plot）を設置した。これらの地区は、現在（1981）Surkhet, Pokhara, Kathmandu, Ilam, Jhapa, Trisuri などにある。

現在の DSWM の活動をその内容から大別すると次の3つに集約される。

1. 流域総合管理プロジェクト
2. 農村総合開発プロジェクト
3. 資源賦存量調査とモニタリング

(1) 流域総合管理プロジェクト

対象は主要な6つの流域で、目的は悪化した環境の質を回復して住民の生活の向上をはかることである。プロジェクトは次のとおりである。

i) 資源の保全と利用プロジェクト

Kali Gandaki (Myagdi, Mustang郡)及びDarundi (Gorkha郡)の2流域で、政府とUSAIDの共同で開始した。前者は高所アルプと山地を、後者は中部丘陵を代表している。

プロジェクトの内容は土壌保全、流域管理、森林管理、農業、園芸、家畜、飲用水、かんがい、エネルギーの研修などである。内容によって各局、公社などが分担する。

ii) 流域管理及び保全教育プロジェクト

当初はFAO, UNDPと政府の協力で流域総合管理、急流コントロール及び土地開発と称するプロジェクトで出発したが、第2期に至ってPhewatal及びKulekhaniの両流域の管理と保全教育を開始した。両流域は経済環境面で地方住民はもとより全国民にとっても極めて重要なものである。

iii) Tinau 流域プロジェクト

Palpa郡のTinau流域でスイス、西独及び政府の協同で実施している。内容は土壌保全、森林、農業、園芸などでii)と同様の重要性をもつ。また普及も主要な内容の一つである。

iv) Bagmati 流域プロジェクト

DSWM発足(1974)と同時にスタートしたプロジェクトでKathmandu盆地の3郡(Kathmandu, Bhaktapur, Lalitpur)をカバーしている。土壌保全は主として盆地の北東部分と南の縁辺部に集中され、Check dam, 急流コントロール、保全植栽が主な内容であり、政府独自の資金で実施した。

(2) 農村総合開発プロジェクト

DSWMは全国各所で行われている農村総合開発プロジェクトの一部である土壌保全及び流域管理について活動している。

従って全体の指導は地方開発省(Ministry of Local Development)である。プロジェクトは次のとおりである。

i) Raswa - Nuwakot 土壌保全プロジェクト

これはネパールでは最初の農村総合開発のプロジェクトであり、土壌保全も当初から実施された。主な内容は道路、水路、小道、貯水池などインフラストラクチャーの保全で、IBRDと政府の協同である。

ii) Karnali-Bheri 土壤保全プロジェクト

このプロジェクトは農村総合開発の着想以前に政府が取り上げたもので、極西部の Surkhet 盆地における飲用水源の小川の保全と急流のコントロールが目的であった。これは住民にとってはよい刺戟となり、盆地に電力を供給している Jhupra 流域の保全はインフラストラクチャーに対して大いに貢献したのである。現在このプロジェクトは CIDA と政府の努力によって続行されている。

iii) Sagarmatha 土壤保全プロジェクト

このプロジェクトはテライ及び内陸テライの 3 郡をカバーしている。主な内容は保全植栽、地すべりの安定化及びその他侵蝕防止法で、アジア開発銀行と政府との協同で実施している。

iv) Rapti 土壤保全プロジェクト

極西部の Rapti 県で USAID と政府の協同で着手された。土壤保全以外の業務はスタートと同時に実施されたが、土壤保全は始まったばかりである (1981/82)。

v) Mahakali 土壤保全プロジェクト

極西部国境地帯の Mahakali 県の 3 郡 (丘陵) をカバーし、IBRD と政府の協同で着手された。

(3) 資源賦存量とモニタリング

i) ネパールリモートセンシングセンター

土壤保全、流域管理の業務とは別個に DSWM は、リモートセンシングセンター (USAID と政府の協同で設置) に関与している。センターは色彩影像の取扱い、判定などの業務を開始し、森林、農業、地質、水文、家畜その他各分野を所管する局や公社などの業務を促進するためにランドサットの影像や地域の写真を調査している。

ii) 環境に対するインパクトの調査プロジェクト

森林伐採、無秩序な放牧、非科学的農法はもとより開発や住民の日常活動も自然環境のバランスに対してはマイナスのインパクトを与えるものである。このようなインパクトを監視し各種の開発業務に伴う影響を調査するためにこのプロジェクトは 1983 年から DSWM で実施されている。これら調査の結果は環境保全のための政策、法律規則などの立案の資料となり、また開発プロジェクトによって惹きおこされる環境へのインパクトを評価するのに役立つ。

いうまでもなく環境保全は単に一部局の責任ではないが、さりとて各部局が何の連携もなしに取り組む仕事でもない。

以上述べた DSWM の活動も含めて政府は土壤その他の自然資源の保全を図るため協議会

(National Council)を設置している。この協議会は郡及び Panchayat^(注) (村落自治組織) レベルにも設けられている。

土壌侵蝕を防止しその保全を図る上に、荒廃に瀕している森林の復活が基本であることは前述したが、森林・土壌保全省の努力にもかかわらずその歩みは遅々としている。植林計画は十数年前に発足したとはいえ、それは住民側の発意ではなくむしろ政府のビジネスであった。しかし現在は植林は住民のものとなりつつある。省の共有森林計画 (Community Forests Project) は実施の段階に入り、とくに丘陵地域では共有の森林が生れつつある。すなわち Panchayat Forests (写真4) 及び Panchayat Protected Forests は苗床設置から住民の参加によって土壌侵蝕に挑み住民の多様なニーズに即応した“突破口”になるであろう。

2-3-2 技術的保全対策

ネパールの農業生産は、人口増 → 食糧不足 → 森林の乱伐による耕地の拡張が一つのサイクルとなって悪循環をくりかえしている現状にある。このため自然生態系は完全にその本来の機能を失い、農業を取りまく環境は急激に悪化している。

土壌侵蝕はこのプロセスの中であるいは因となり、あるいは果となり、とくに丘陵地帯において顕在化している。

M. E. Stevens と M. D. Joshi によれば国土のうち 100 万 ha がすでに十分な植生を欠いており、このため植物の遷移 (succession) は土壌の乾燥化と不毛化に適応して進行する。耕地周辺はもとより、不良草地、森林内にも乾燥にもよく耐える新しい植物が侵入し、その代表的なものは Banmara (*Eupatorium glanduosum*), Ainselu (*Rubus spp*) のような Xero-type の植物である。

このような状況のなかで危機的な土壌侵蝕を防止する技術対策は何か。

何よりも優先さるべきは森林の復活である。ネパールの土壌保全を森林省 (現在は森林・土壌保全省) が所管しているのは当然のことである。そして森林の復活、換言すれば植林はまず家畜用の飼料木及び生活用の薪のため、農家周辺から始めねばならない。これは生態的バランスの維持、土壌保全、さらには耕地の肥沃度の向上に直接役立つであろう。農民参加による Cropping System Programme でもこの活動は取り上げられているようである。

農業 = 家畜 = 森林 (草地) の有機的結合を基本にした土壌保全対策でなければネパールでは通用しないであろう。

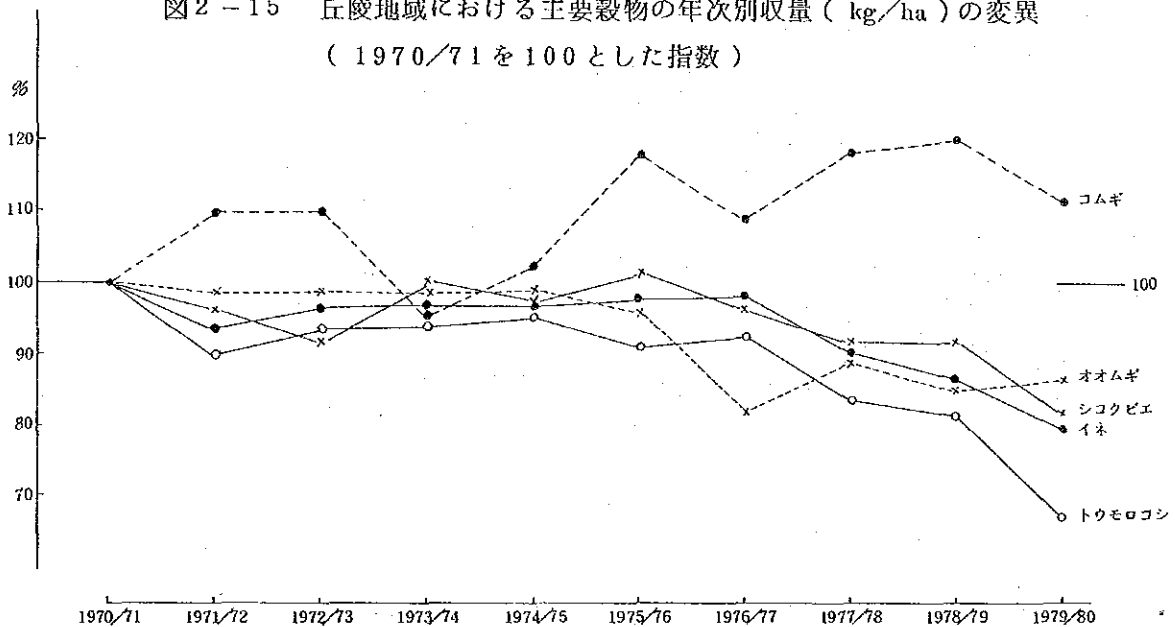
ア. 栽培管理

少なくとも丘陵地域での作物栽培については、長年の農民の経験と工夫とによって見事

注) 全国には約 4,000 の Panchayat があり、通常村 (Village) と呼ばれる。一つの Panchayat は数個の集落 (Wards) から成る。

な慣行方法がとられている。無かんがい地帯のトウモロコシ及びシコクビエ（夏作）とコムギ（冬作）を基幹作物とする作付体系にしても体系そのものを変更すべき余地はない。ただ問題は主要食糧作物の収量が丘陵地帯ではここ 10 年間減少していることである。全国平均の数値（図 2-8、表 2-10 参照）では、イネをはじめ各穀物とも大体横ばいであるが、丘陵地域に限ってみると図 2-15 のようである。すなわちコムギを除く 4 つの穀物

図 2-15 丘陵地域における主要穀物の年次別収量 (kg/ha) の変異
(1970/71 を 100 とした指数)



出所：T.N. Pant and G.B. Thapa; Development Potentials of Nepal's Hill Agriculture により作成

は 1976/77 あたりから明らかに収量が下降している。これがどのような原因によるのかについては明確な分析資料はないが、表土の流亡、畑地に還元すべき作物残渣（ほとんどが家畜飼料となる）や堆肥の不足、さらには化学肥料の施用の絶対的な不足（丘陵地域では 3kg/ha）など主として土壌肥沃度の衰退が主な原因であると推定できる。

コムギについては改良品種の普及率が高いことが収量の向上にある程度貢献しているといえる。

政府の農場や農家の圃場での試作によれば、改良品種、水管理（おそらくかんがい条件下）、化学肥料、病害虫防除など一連の改良技術が導入された場合には、表 2-20 のように収量は飛躍的に上昇することが明らかにされている。

農家の慣行農法のシステムのなかにこのような改良技術をどのようにして持ちこむことができるかが、現在の栽培管理上の最大の課題である。バレイショの場合でも改良品種、

表2-20 丘陵地域における作物の試作収量 (Kg/ha)

開発地域 項目 作物	東 部		中 央 部		西 部		極 西 部		平均増収 割合 (%)				
	平均収量 (1)	試作収量 (2)	増収割合 (%)	平均収量 (1)	試作収量 (2)	増収割合 (%)	平均収量 (1)	試作収量 (2)		増収割合 (%)			
	イ	2.19	3.90	178	2.74	4.10	150	2.42		3.40	140	2.30	2.80
トウモロコシ	1.79	4.70	263	1.93	5.30	275	1.85	3.70	200	1.76	—	—	246
コムギ	1.05	1.80	171	1.91	2.80	235	1.00	2.54	254	0.84	4.84	576	309
オオムギ	0.87	—	—	0.87	3.02	347	0.88	1.00	114	0.89	3.50	393	285

出 所 : 図2-15の資料から作成

注, 1) 1977年の丘陵地域の平均収量

2) 1977~1979年の試作平均収量で試作地は次のとおり。

東 部.....Khandberi, Sankhuwasabba

中央部.....Lele, Latipur

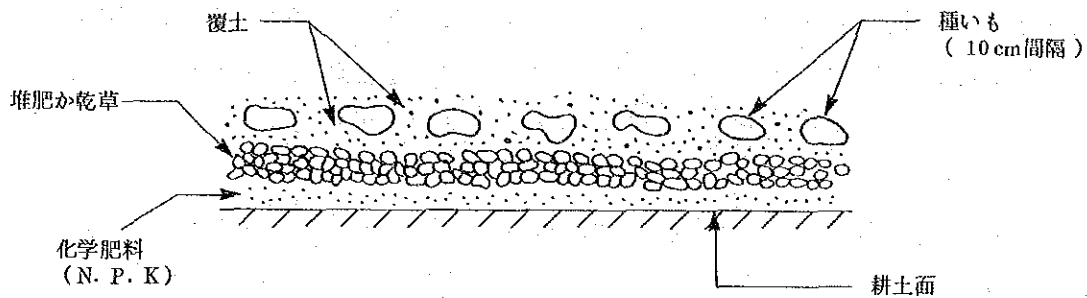
西 部.....Pumdi Bhumdi, Kaski

極西部.....Chauri Jahari, Rukum

無病種いも、簡易な栽培法の改良によって、Nuwakot 郡の Rasuwa では ha 当たり 4.5 トンから 12 トンと 3 倍近い収量をあげている。

図 2-16 は Panchkhal^{注)}でのバレイショの改良栽培法の例である。

図 2-16 Panchkhal Valley のバレイショの改良栽培法



出所：JICA、Report on Soil and Water Conservation
Project in Nepal (1979)

改良品種、新しい栽培法などを慣行農法システムの中に導入しようという場合、最も重要な問題は丘陵地域の自然条件の変異性にある。一方丘陵農業は堆肥をベースとしているので良品の堆肥づくりの研究も必要である。これは化学肥料の高騰、供給の不安定、輸送^{注)}の困難性^{注)}の見地から極めて重要である。またマメ科作物は土壌肥沃度の維持に役立つので、良い品種の開発とその利用法の改善も考慮されねばならない。

次に被覆作物についてはその必要性は唱えられているものの研究調査には見るべきもの

注) Panchkhal は Kathmandu から東方約 60 km, Jhiku Khola 流域のほぼ中央にあつて、ここには農業局の園芸農場 (Horticultural Farm) がある。主要業務は果樹類 (マンゴー、パパイヤ、パインアップル、バナナ、グアバ、ジャックフルーツなどの苗木養成と配布、やさい類 (ナス、ダイズ、エンドウ、ダイコン、トマト、キャベツ、ホウレンソウ、カリフラワーなどの種子生産と配布) である。この農場 (900 m) 附近では、イネ-イネ-バレイショの 3 毛作、下流地帯 (500 m) では、イネ-イネ-コムギの 3 毛作が可能。

注) 化学肥料も含め農業資材の輸入と配分を取扱い機関として、農業・食糧省の管轄する AIC (Agricultural Input Cooperation) がある。化学肥料は、インドのカルカッタから国境にある AIC の倉庫まで鉄道 (又は陸送) で運ばれ、次いで丘陵地域の AIC の倉庫までトラック輸送される。問題はこのあとであり、多くの人手とロバで、徒歩により辺境まで運ばれるのであるが、この間の長期にわたる引渡しシステムの煩雑さは大変なものであり、現地の農民の手に渡るときは、すでに施肥の適期とは大巾にズレてしまうという。このことは種子の適時の配布についても同様である。(農業局：S.L. Shrestha による)

ここにもネパールの交通手段、とくに物財の大量、迅速な運搬 (農産物の市場への出荷も含めて) のための道路網の欠除が顕在化している。

がなく、僅かにカボチャが雨季の被覆作物として効果的だという程度である。畑地の生産力は土壌侵蝕のため減退しつつあるが、この侵蝕を最小限におさえる方法の一つとして、雨水を滲透させて土壌の流失を少なくするようなテラス斜面の改良法が試みられている。

また水管理技術はないわけではないが不十分である。農民は必要性は知っているが、その方法は調整されていない。モンスーン期中の降雨の75~80%が全く無駄となっているから、集水域での簡易はダムによる水の貯溜は、モンスーン後の水の利用度を高めるし、家畜用に雨水を貯めるため標高の高い場所に小さい池をつくることも有効である(Charikhot, Panchkhal 周辺の山陵の窪地でもしばしばこの種の小池がみられる)。

飼料木の苗木養成は丘陵総合開発プロジェクトの農場(Charikhot 西方約20 Km, 標高2,100 m, 1977事業開始, スイスの協力)においても、果樹(リンゴ, ナシ, モモなど)の苗木(台木を含む)養成とともに実施されている。飼料木の種類には Dudhilo, Banjh, Mimmari, Pottle, Katus, Khasru, Ipilipil, Khenya, Paiya (いずれも地名方)など、また生長が速く土壌保全用に好適している Pinetree の苗木はビニールポットによって大量に生産されている(写真5)。

家畜用の飼料草の生産には余り利用されていない段畑の法面を活用する可能性があり(法面は耕作地の24%に達するという調査がある)、段畑の edge に沿って飼料木を植えることと相俟って飼料生産の増大と土壌侵蝕の防止に充分役立つであろう。

白クローバの導入は輪換放牧とともに、草地の質の改良に効果的である。

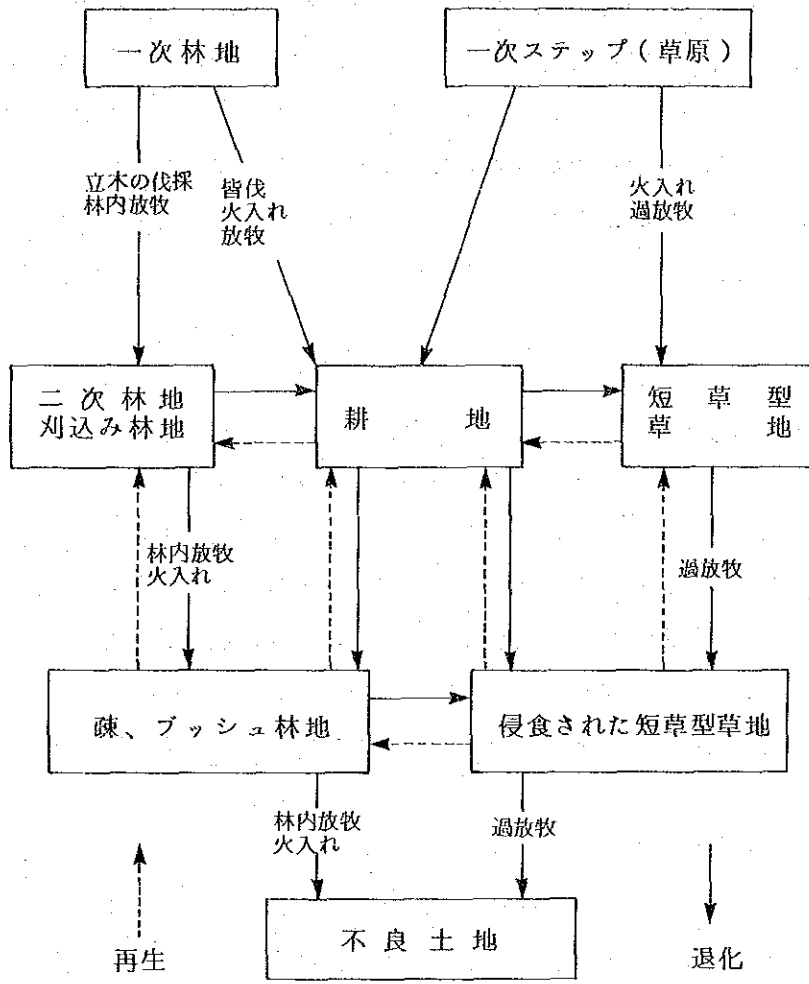
4. 土 壤 管 理

ネパールの丘陵地農業は家畜なくしては成立たない。一方、これが土地を悪化させている一つの原因にもなっている。図2-17に土地の悪化(degradation)過程の一例を示した。一次林地は、立木の伐採、林内放牧(写真3)によって貧弱な二次林地あるいは刈込み林地となり、さらに林内放牧の強化によって疎ブッシュ林地、不良土壌へと進行していく。また、皆伐、火入れ、放牧を経て農地として利用される場合、作物残渣の還元が行われず、すべて家畜の飼料として利用されるので、土壌中の有機物含量が減少し、化学肥料の施用がないか、あるいは極めて少ない現状では、年々耕地は痩せて、やがては不毛の荒廃地へと進行する。

一次ステップでは、過放牧により短草型の草地に、さらに過放牧の続行により貧弱な侵蝕された短草型草地を経て、これまた不毛の土地へと進行する。

これらの過程の中で、図2-17に点線で表わした再生の手段を講じれば、不良土地への進行はくいとめられるであろう。再生の手段は、結局のところ家畜飼料としての牧草や飼料用作物の増産を図り、耕地あるいは草地の再生力が維持されるように、土壌に有機物を還元し、草地では適正な放牧管理を行うことにある。

図2-17 ネパールにおける土地の悪化過程の一例



出所： Jour Nepal Research Centre No 2/3. 1978/79

現在の草地の生産量は極めて低く、0.5トン/ha（年間乾物収量）を上回らない収量といわれている。その理由として、周年放牧で、しかも過放牧となり、施肥が少なく、再生力を維持できないことである。

改良草地、即ち、施肥、整地、マメ科牧草への根瘤菌の接種、雑草防除、かんがいなどの手段によれば、12～42トン/haの収穫が可能であるという（J.J. Boskin, et al: Consultant's Report, 1977）。もし、上記の改良草地の条件が、いくらかでも満たされれば、現在の0.5トン/haは大幅に改善されるであろう。

耕地、草地、林地などの土地利用を適当に相互に転換することによって、土地の再生を図ることが重要である。例えば、疎ブッシュ林では、林内放牧や伐採をやめて適切な管理を行えば、立派な林地に回復し、土壌は有機物の供給を受けて次第に肥沃化していく。

耕地であれば、作物残渣を還元することにより、肥沃度の維持、作物生産の増収につながる。このことが、耕地の土壌保全管理に際して、最も基本的かつ重要なポイントである。

試験研究も、おそらく実態調査の域をあまりでていない現状と推察されるので、現場での土壌管理についても丘陵地農業の現状をよく把握した上で、着実に実行していくことが当面の重要かつ緊急の課題である。

ウ. 保 全 工

丘陵地域の畑は、ほとんどが人力により造成された段畑である。従って、急傾斜のところでは、一枚の圃場面積は2~3 m²という小さいものもある。

段畑の造成に当っては、法面に、草をはぎとって積む草生工を行いながら、土を盛り上げ、斜面の上側を切り取って平らにしていくもので、多くの人手を要する。

一方、一つの集水域全体でみた場合、承水路や排水路のような余剰水の処理施設がほとんどみられないのが現状である。一般に、ネパールでは、農家が入植する場合、早い順に斜面の頂部から山すそへと定着していく場合が多い。これは伝統的な慣習によるといわれているが、年数の経過するに従い、余剰の雨水が集中する山すそ附近の畑は土壌侵蝕や、地すべりにより崩壊する場合は極めて多い。

これは、計画的な排水処理施設がまったくないからである。

石積やコンクリートなどにより砂防ダムが構築されているところは、主として主要道路に限られている。ただ、一部 Dhulikhel 地区での林地のガリーの拡大防止のために、石積の Check dam が施工されている程度のものであった。従って、保全工に関しても、まだ試験研究に着手した段階で、一般の農地ではほとんど実施されていないのが現状である。

附表 2-1 開発地域、生態地域別の県 (Zone) 及び郡 (District)

生態地域 開発地域	テ ラ イ	丘	陵	山 地
東 部 (MECHI SAGARMATHA KOSHI)	Jhapa Morang Sunsari Saptari Siraha	Panchthar Ilam Terhathum Dhankuta Bhojpur Khotang	Udayapur Okhaldhunga	Taplejung Sankhuwasabha Solukhumbu
中 央 部 (BAGMATI JANAKPUR NARAYANI)	Sarlahi Rautahat Bara Parsa Chitwan	Sindhupalchok Rasuwa Ramechhap Sindhuli Kabhrepalanchok Bhaktapur Lalipur	Kathmandu Makawanpur Nuwakot Dhading Dhanusha Mahottari	Dolakha
西 部 (GANDAKI DHAWALAGIRI LUBINI)	Nawalparasi Rupandehi Kapilvastu	Gorka Lamjung Kaski Tanahu Syangja Arghakhanchi	Parbat Palpa Gulmi Baglung Myagdi	Manang Mustang
極 西 部 (PAPTI BHERI SETI MAHAKARI KARNARI)	Dangdeokhuri Banke Bardiya Kailali Kanchanpur	Pyuthan Rolpa Rukum Salyan Jajarkot Surkhet	Dailekh Achham Doti Dadeldhura Baitadi	Dolpa Jumla Mugu Humla Kalikot Bajura Bajhang Darchula

出所：NEPAL, Atlas of Economic Development (1980)

注) 開発地域欄の () 内は県 (Zone) で、計 13 である、郡 (District) は合計 75。

附表2-2 主要作物の作付面積(1,000ha), 生産量(1,000トン)の推移

作物 生産地域 区分	ネ												オ																	
	テ			丘			陵			山			地			テ			丘			陵			山			地		
	面積	生産量	計	面積	生産量	計	面積	生産量	計	面積	生産量	計	面積	生産量	計	面積	生産量	計	面積	生産量	計	面積	生産量	計	面積	生産量	計			
1967/68	968	1,671	169	409	17	40	1,154	2,119	131	205	244	472	37	69	412	756														
1969/70	980	1,765	176	434	18	42	1,173	2,241	138	221	256	501	39	74	433	794														
1971/72	1,002	1,851	180	448	19	44	1,201	2,344	139	225	258	457	41	77	439	759														
1973/74	1,012	1,889	195	482	20	45	1,227	2,416	136	222	275	513	43	79	453	814														
1975/76	1,035	2,047	196	504	25	54	1,256	2,605	135	180	275	491	42	77	453	748														
1977/78	1,034	1,753	203	474	27	56	1,264	2,282	130	219	273	452	42	69	445	741														
作物 生産地域 区分	コ												ム																	
	テ			丘			陵			山			地			テ			丘			陵			山			地		
	面積	生産量	計	面積	生産量	計	面積	生産量	計	面積	生産量	計	面積	生産量	計	面積	生産量	計	面積	生産量	計	面積	生産量	計	面積	生産量	計			
1967/68	95	82	71	89	26	33	192	205	7.1	4.9	9.1	8.8	8.7	8.9	24.9	22.6														
1969/70	117	119	80	108	29	38	226	265	7.6	5.3	9.6	9.5	9.1	9.6	26.3	24.4														
1971/72	127	100	84	94	28	30	239	223	8.2	5.8	10.0	9.9	9.3	9.8	27.5	25.5														
1973/74	156	186	92	98	27	25	274	308	7.8	5.6	10.3	10.2	9.4	9.7	27.5	25.5														
1975/76	223	262	90	108	16	18	329	387	6.1	4.4	10.6	10.3	9.8	9.9	26.5	24.6														
1977/78	242	266	111	134	13	12	366	411	6.0	4.3	10.2	9.9	9.3	8.2	25.5	22.4														

出所: Handbook of Agricultural Statistics of Nepal (1978)

附表2-3 主要作物の作付面積(1,000ha)と生産量(1,000トン)の推移

作物 生態地域 区分 年次		シ ヨ ク ビ エ										バ レ イ シ																																																																																									
		テ ラ イ			丘 陵			山 地			計			テ ラ イ			丘 陵			山 地			計																																																																														
		面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量																																																																												
1967/68	18	16	73	84	11	13	102	113	9.9	60	22.8	134	10.0	52	42.7	245	1969/70	19	17	79	91	14	17	112	125	10.9	68	24.3	141	10.4	54	45.6	263	1971/72	19	17	81	95	15	18	115	130	13.2	89	27.0	151	10.7	53	50.9	293	1973/74	20	18	89	104	16	20	125	142	14.0	94	28.0	156	11.1	55	53.1	304	1975/76	20	18	89	104	17	20	126	143	11.7	79	30.5	180	11.1	54	53.3	314	1977/78	19	18	86	93	16	19	121	130	8.6	53	29.6	157	12.2	61	50.4	271
作物 生態地域 区分 年次		サ ト ヲ キ ビ										Oil Seeds																																																																																									
		テ ラ イ			丘 陵			山 地			計			テ ラ イ			丘 陵			山 地			計																																																																														
		面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量	面積	生産量																																																																												
1967/68	9.1	144	1.9	25	0.4	1.9	11.0	169	7.3	40	2.3	12	1.4	0.5	97	52	1969/70	11.3	186	2.1	29	0.6	2.1	13.5	216	7.7	43	2.5	13	1.5	103	57	1971/72	12.7	213	2.3	31	1.0	2.3	15.1	245	8.4	44	2.6	13	1.6	111	57	1973/74	13.5	235	2.3	31	0.8	2.3	15.9	267	8.5	49	2.7	14	1.8	114	64	1975/76	12.8	222	2.0	28	3.1	2.0	15.1	253	8.3	54	2.8	14	2.2	113	69	1977/78	21.0	360	1.8	26	0.9	1.8	22.8	387	10.3	64	2.9	14	1.3	133	78					

出所: Handbook of Agricultural Statistics of Nepal (1978)

附表2-4 主要作物の作季

作物	地帯	播種期	収穫期	備考
トウモロコシ	南部平野(東・中央部)	4中～5下 9中～11中	7中～9中 2中～4中	1. 表中の数字は 月, 上中下は旬 を示す。 2. Oil Seedsは カラシナ, ナタネ
	" (極西部)	6上～6下	8中～9中	
	中部丘陵	3上～4中 4中～6中	8上～9上 9中～11中	
コムギ	南部平野	11中～12中	3下～4上	
	中部"	10下～11中	5中～5上	
オオムギ	北部山岳	10上	6	
Oil Seeds	南部平野	10～11	2～4	
	中部丘陵	9～11	3～4	
シロクビエ	南部平野	4～5 7	8～9 9～12	
	中部丘陵	7～8	10～12	
	北部山岳	6～7	11～12	
バレイショ	南部平野	10～11	2～4	
	中部丘陵	4～5	9	
		8	12	
		9～10 10～12	1～2 4～7	
	北部山岳	11	2～3	
		11～12	4	
12～2 4～5		5～7 7～8		
タバコ	南部平野	9～10	2～3	
ソバ	北部山岳	7	11	
シュート	南部平野(東部)	3～5	5～8	

第3章 タイにおける土壌侵蝕と 保全対策の現状

第3章 タイにおける土壌侵蝕と保全対策の現状

目 次

3-1 タイの農業生産の概況	65
3-1-1 自然条件	65
ア. 地 形	65
イ. 気 象	67
(1) 気 温	67
(2) 降 雨	67
ウ. 土 壌	70
3-1-2 農業地域区分	76
ア. 統計上の区分	76
イ. 農業生態区分	76
3-1-3 土地利用	80
3-1-4 作物生産の現況	84
ア. 地域別作付面積	84
イ. 主要畑作物の収量	85
ウ. 主要畑作物の生産量	87
エ. 主要畑作物の栽培状況	89
(1) トウモロコシ	89
(2) キャッサバ	89
(3) マメ類	89
(4) ワタ及びケナフ	90
オ. 栽培の集約化	90
3-2 タイの土壌侵蝕の現況	92
3-2-1 土壌の性質と侵蝕	92
ア. 土壌の受蝕性の評価	92
イ. 土壌侵蝕予察図の作成	94
3-2-2 現地調査地区における土壌侵蝕と保全	98

3-3 タイの土壤保全対策の現況	100
3-3-1 行政組織とその活動	100
ア. 行政組織の整備と任務	100
イ. 土地開発局の活動	103
3-3-2 技術的保全対策	107
ア. 栽培管理	107
(1) 作付体系	107
(2) 被覆作物	108
(3) マルチング	110
(4) 土壤保全用樹木	110
イ. 土壤管理	110
ウ. 保全工	118

第3章 タイにおける土壌侵蝕と保全対策の現状

タイは北はビルマ，ラオス，東はラオス，東南はカンボジャ，南はマレーシア，西はビルマとそれぞれ境を接し，北緯5～21度，東経97～105度に位置する。全国土面積は51.4万 km^2 ，人口約4,700万人(1980)で，その約60%が農業人口である。

3-1 タイ農業生産の概況

3-1-1 自然条件

ア. 地形

西部ビルマ国境からマレー半島への背陵をなしている北から南方に走る山岳地帯と中央及び東北部を占める平原地帯とに大別できる。

山地は西部のほか北部及び東南部山地があり，平原は中央平原と東北コラート準高原とに区分できる(図3-1)。

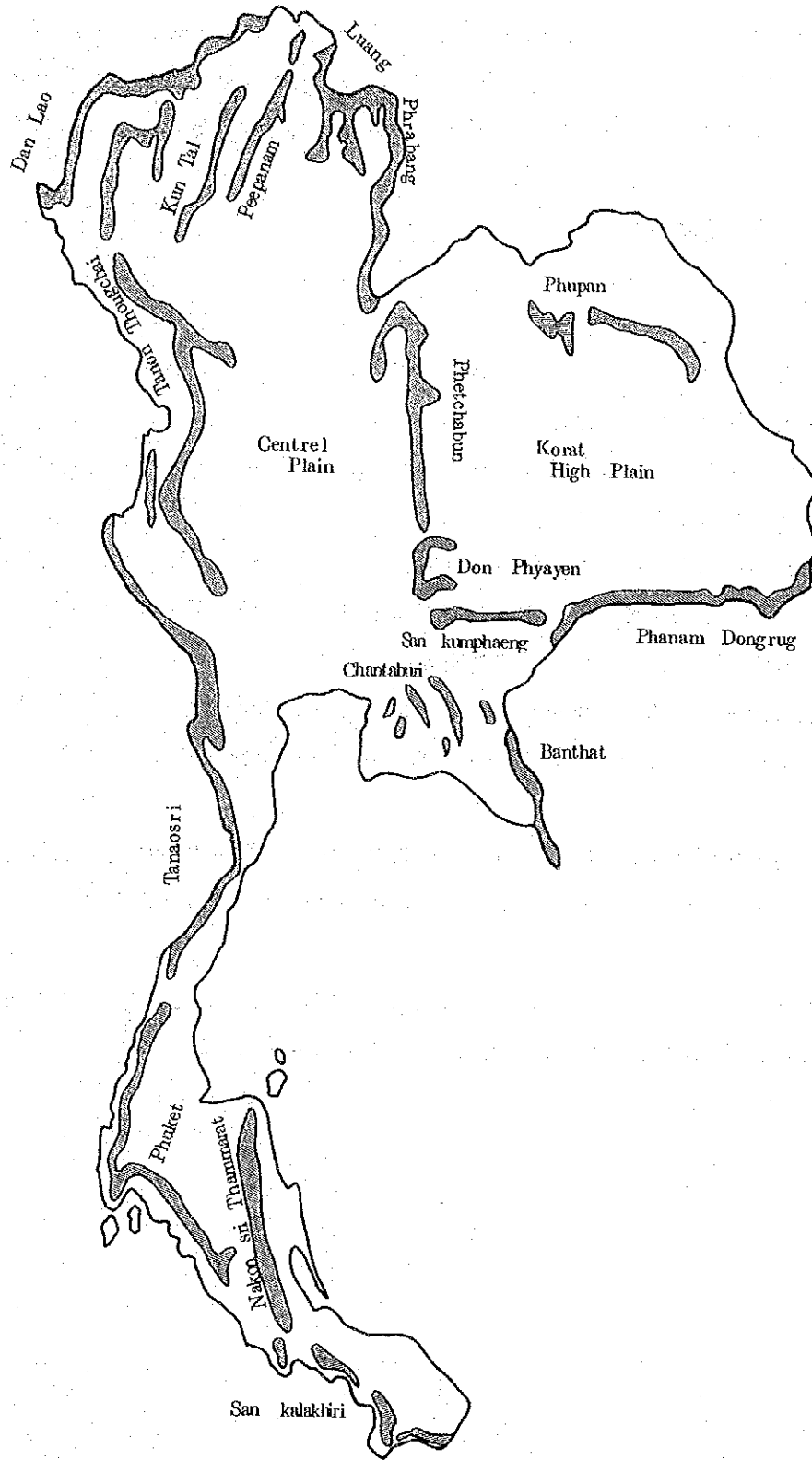
西部山地はタイ国の最高峰 Doi Inthanon (2,576 m) を擁する Dan Lao 山脈を起点としてマレー半島まで次々と山脈が南下し西部山岳地帯を形成している。この一連の山脈はタイの降雨量に対して大きい影響を及ぼす。

北部山地は，西部山地を除く地帯で起伏も多く谷間や盆地が各所に散在する。東南山地はカンボジャまで達し標高700 m程度(Banthat 山脈)である。

次に中央平原は西は西部山脈(Tanon Thongchai, Tanaosri 山脈)，東はコラート準高原西辺の山脈(Don Phayayen 山脈)に接し，メナムデルタ地帯及び北部の波状丘陵地に区分できる。デルタ北方のメナム上辺とその縁辺部は侵蝕の多い丘陵あるいは台地となっている。

コラート準高原は200 m前後の標高をもつ広大な平地地で，西辺と南辺が山地となり，とくに南辺には1,000 m級の山脈(San Kumphaeng 山脈)がある。

図 3 - 1 タイの山脈と平原



出所： Dept. of Agriculture

イ. 気 象

(1) 気 温

代表的地点における年平均気温は表3-1のとおりであり、一般に高温月は3~4月、低温月は12~1月である。

表3-1 代表的地点の気温・蒸発量・降雨量等(1951~1980)

項 目 地 点	気 温 (°C)			蒸 発 量 (mm)	降 雨 量 (mm)	24時間最大 降 雨 量 (mm)
	平 均	最 高	最 低			
Phitsanulok	27.3	33.4	22.7	1,538.0	1,358.7	265.7
Khon Kaen	27.0	32.6	21.7	2,083.9	1,196.7	141.6
Suphan Buri	28.6	33.3	23.1	1,827.7	1,232.8	137.8
Songkhla	27.6	31.4	23.9	1,868.6	2,093.8	329.4

出所: Meteorological Department, Climatological data of Thailand 30-Year
Period (1951~1980)

(2) 降 雨

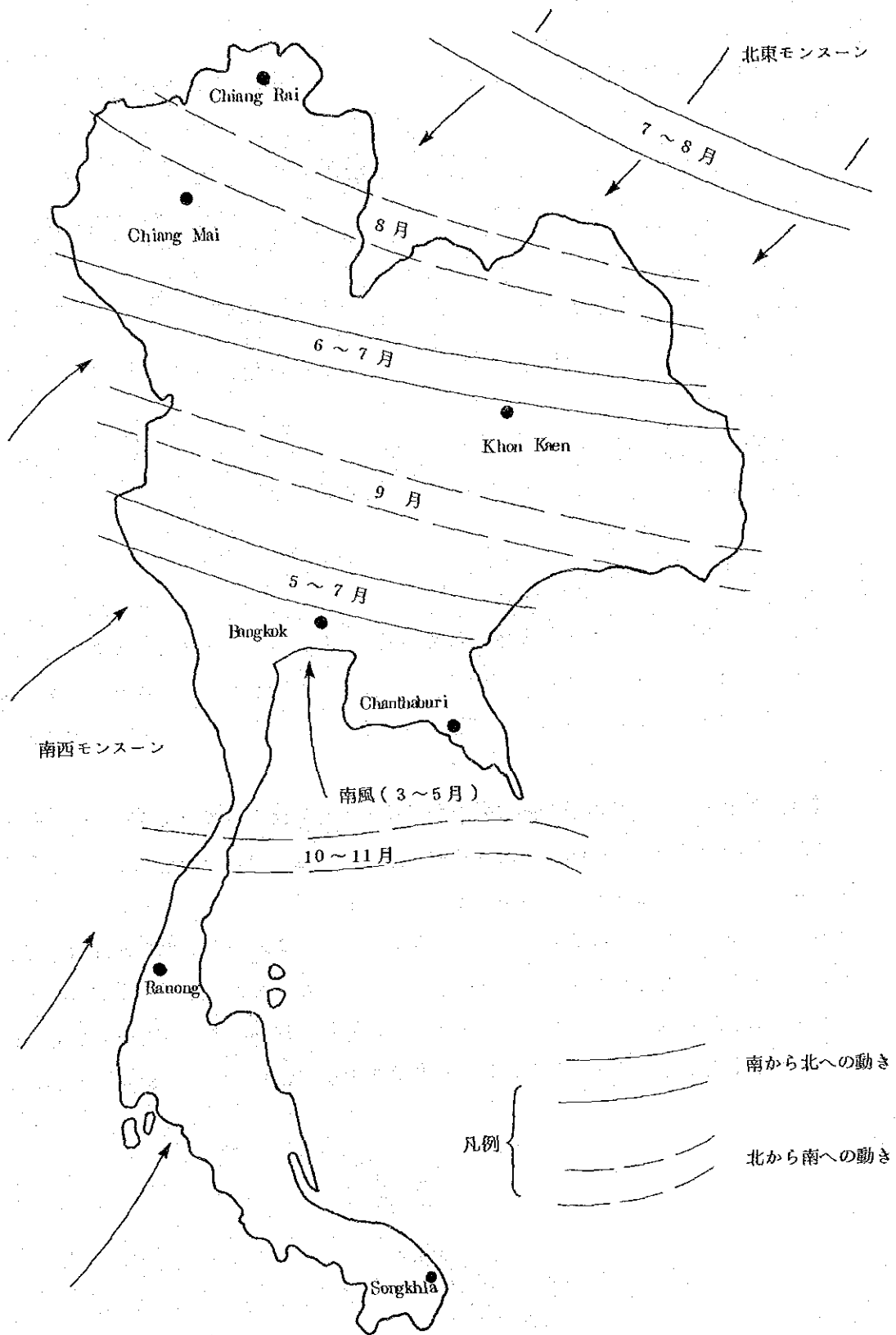
タイはアジアモンスーンの典型的な国であり、雨季は5~10月で、インド洋からの暑い湿った南西モンスーンが、乾季は11~4月で、大陸内部からの乾燥した北東モンスーンが卓越する。北東モンスーンが弱まると南風(Southerly Wind)がこれにとって代わる。これは太平洋気団によるもので3~5月にわたり猛暑をもたらす。

南西、北東モンスーンの季節的移動を模式的に示すと図3-2のようである。

また、年降雨量の80~90%が雨季に集中する。二、三の代表的地点における各月平均雨量は表3-2のとおりであるが、年降雨量の変動が大きく(表3-3)、これが農作物生産を不安定ならしめる要因の一つになっている。また雨季前半の部分的、線状的降雨と後半の広域的降雨の過度期に一時的に降雨の少ない時期がしばしば現われる。いわゆる雨季中断の現象であって、広くタイ全土にわたり作物に多大の被害を与える。

南部の多雨地帯を除くと、年降雨量は年蒸発量を下回っている(表3-1)。

図3-2 モンスーンの動き



出所: Dep. of Agriculture

表3-2 代表的地点における各月平均降雨量(1951~1980)

月	地点	Phitsanulok	Khon Kaen	Suphan Buri	Songkhla ※)
1		7.9	7.7	6.2	114.7
2		13.2	15.4	10.9	31.7
3		37.0	34.2	35.8	36.3
4		54.4	62.7	73.3	62.1
5		198.3	171.8	162.3	123.7
6		177.9	180.8	111.5	98.7
7		198.8	156.5	122.9	108.8
8		240.6	188.3	146.1	106.9
9		264.6	276.9	300.3	124.4
10		135.8	86.0	215.1	299.6
11		25.0	13.5	38.7	582.6
12		5.2	2.9	9.8	404.9
	計(A)	1,358.7	1,196.7	1,232.8	2,098.8
	5~10計(B)	1,216.0	1,060.3	1,058.2	862.1
	B/A (%)	89.5	88.6	85.9	41.7

出所：表3-1に同じ。

※) Songkhlaはマレー半島の東側にあり、雨季は北東モンスーンによってシャム湾の湿気をもたらされる10月以降となる。

表3-3 年降雨量と変動率(1962~1976)

地点	項目	地域	平均降雨量 (mm)	最多降雨量 (mm)	最小降雨量 (mm)	変動率
Lampang		北部	1,118	1,518	728	70.7
Nakhon Ratchasima		東北部	1,150	1,359	920	39.4
Nakhon Sawan		中央部	1,160	1,468	887	50.1
Bangkok		"	1,475	1,864	876	70.0
Songkhla		南部	2,245	3,354	1,554	79.6

出所：タイの農業(II-1), (1979)より引用。

全国の年降雨量の分布は図3-3のとおりであって、1,100~1,500mmのところが多いが、地形、海洋との距離などによって大きく異なる。

南部のマレー半島地帯、とくにその西海岸は4,000mm以上のところもあり、他の地域とは著しく様相を異にし、降雨は10~12月に集中しているのが特徴である。

中央部の西部山地と東側の山地では2,000mmに達するが、メナム平野では1,100mm以下のところも多い。しかしシャム湾に面した地帯では2,000~4,000mmに達する。

北部は地形も複雑で海洋から遠く、大陸高気圧の影響を早くうけることなどから降雨は一律でないが、山地を除く盆地での降雨量は中央部よりもやや少ない。

東北部は西及び南辺を山地にさえぎられ、海洋からも隔絶されているため、他の地域よりも“大陸的”である。コラート準高原の大部分を占める標高150~200mのところは年降雨量は1,200mm以下となり、とくにDon Phrayen山脈の東側は中央平原のKanchanaburi地方や北部のTak地方などともに最も降雨が少ない。

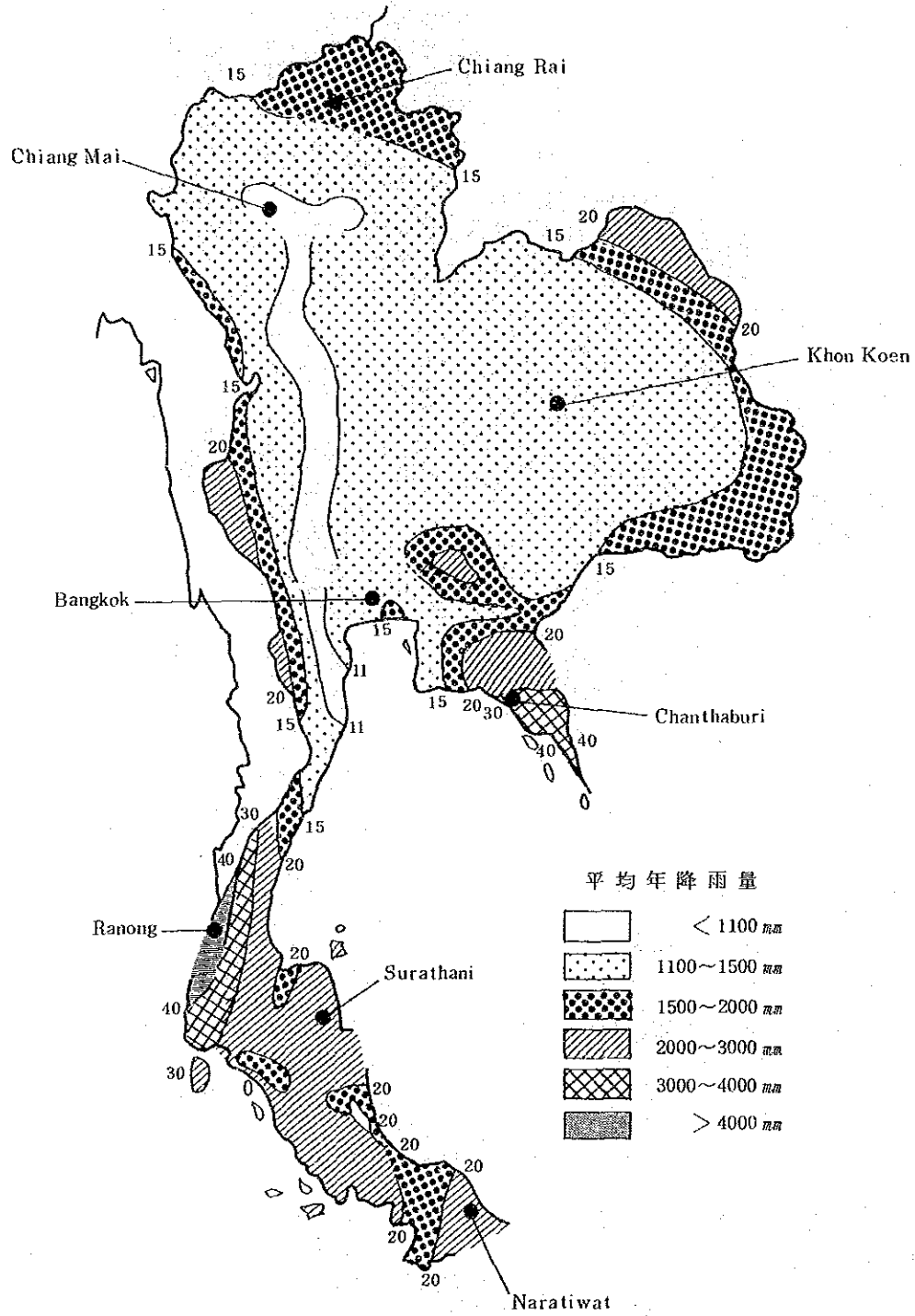
ウ. 土 壌

地域別に土壌の種類を概観すると附表3-1のとおりである。北部は低い腐植含量のグライ土壌、沖積土、灰色ポドゾル性土などが複雑に分布し、東北部は低い腐植含量グライ土壌及び灰色ポドゾル性土、赤黄色ポドゾル性土が多く、沖積土は少ない。中央部は沖積土及び灰色ポドゾル性土が多く、南部は中央部に次いで沖積土の割合が高い。

全国的にみると、低い腐植含量グライ性土(13.3%)が最も多く分布し、次いで灰色ポドゾル性土(9.2%)、沖積土(9.0%)の順となっている。

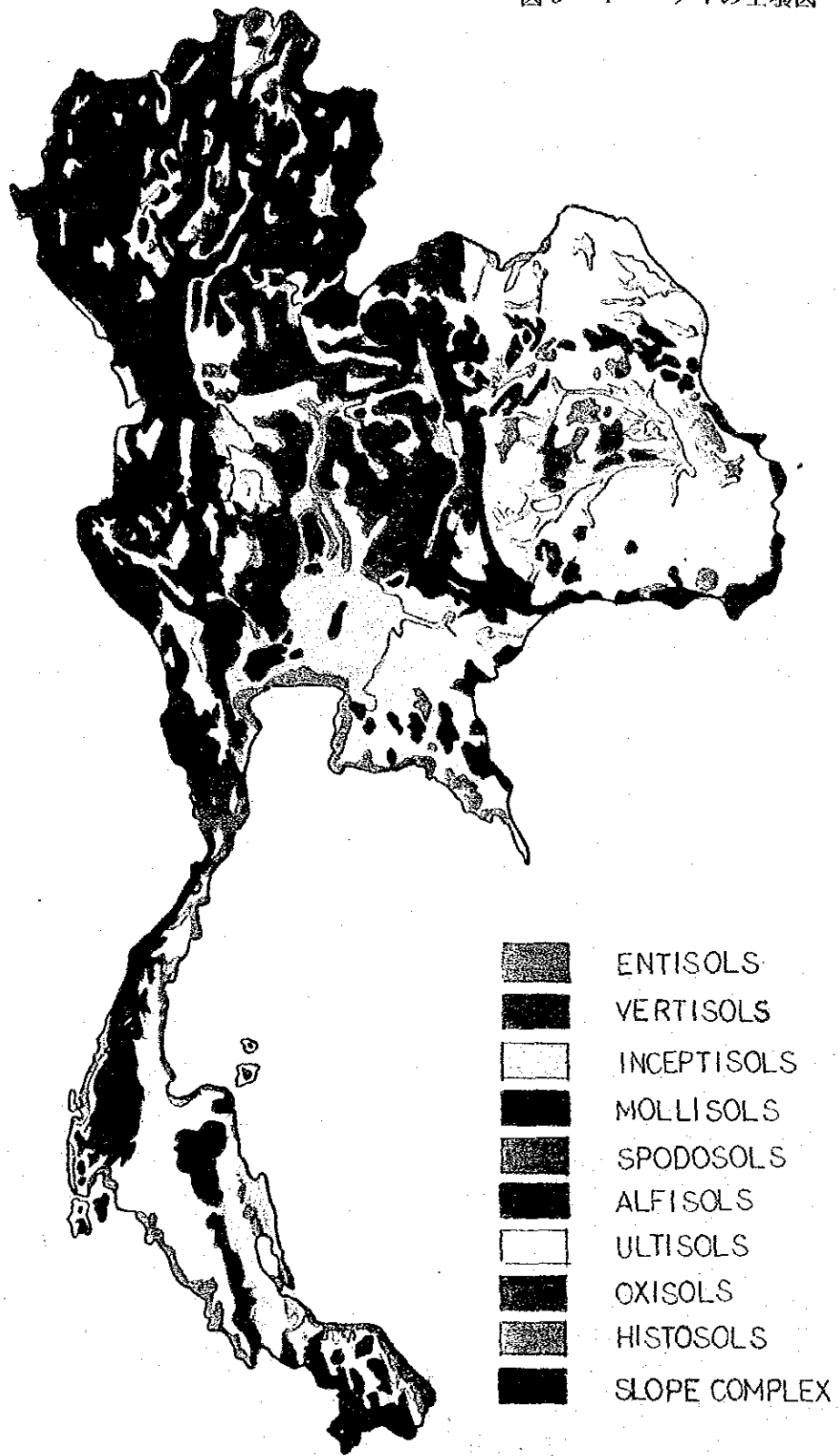
なお、新しい方式(Soil Taxonomy)による土壌図は図3-4、また、地質図は図3-5のとおりである。

図 3-3 タイ国の等雨量線図



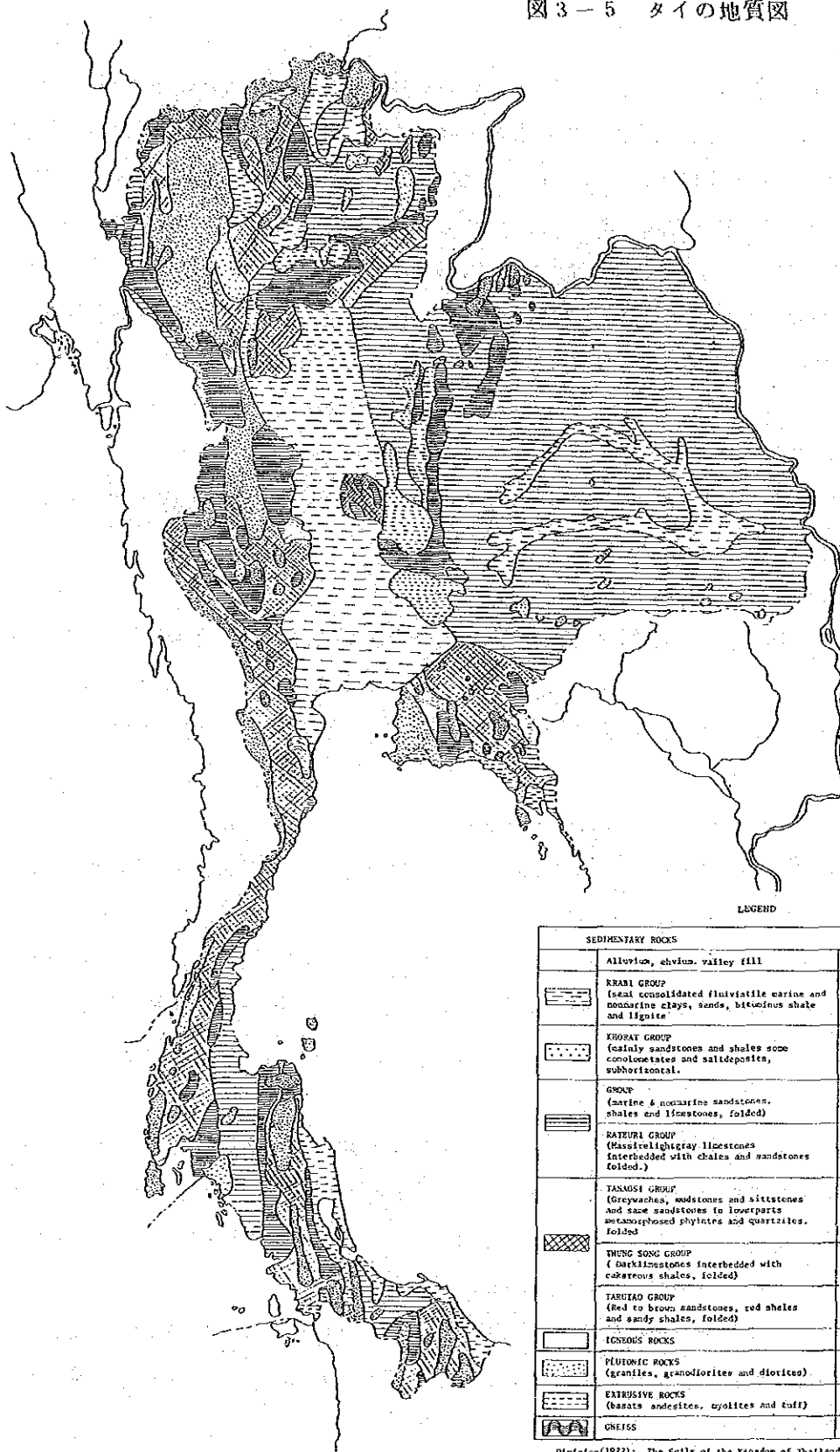
出所: Meteorological Department

図3-4 タイの土壌図



出所：Department of Land Development (1979)

図3-5 タイの地質図



LEGEND

SEDIMENTARY ROCKS		
	Alluvium, chiefly valley fill	QUATERNARY-RECENT
	KRAEI GROUP (well consolidated fluvial marine and nonmarine clays, sands, bituminous shale and lignite)	TERTIARY
	KHOSAT GROUP (mainly sandstones and shales some conglomeration and salt deposits, subhorizontal)	CRETACEOUS-TRIASSIC
	GROUP (marine & nonmarine sandstones, shales and limestones, folded)	TRIASSIC
	BATEURI GROUP (Massive light gray limestones interbedded with cherts and sandstones folded.)	CARBONIFEROUS-PERMIAN
	TANASOI GROUP (Greywaches, sandstones and siltstones and some sandstones in lower parts metamorphosed phyllites and quartzites, folded)	CARBONIFEROUS-SILURIAN
	THUNG SONG GROUP (Dark limestones interbedded with calcareous shales, folded)	DROOVIAN
	TAPUAT GROUP (Red to brown sandstones, red shales and sandy shales, folded)	CAMBRIAN
	IGNEOUS ROCKS	
	PLUTONIC ROCKS (granites, granodiorites and diorites)	CARBONIFEROUS TRIASSIC AND CRETACEOUS
	EXTRUSIVE ROCKS (basalts andesites, rhyolites and tuff)	TERTIARY some PRE-TRIASSIC
	GNEISS	PRE PERMIAN

Divstator(1972): The Soils of the Kingdom of Thailand.

出所: Soil Survey Division(1972): The Soils of the Kingdom of Thailand

3-1-2 農業地域区分

ア. 統計上の区分

農業地域区分は地形、気象、土壌などの自然条件に基づいて定まるのが普通である。その区分は行政区分とは当然異なるものではあるが、タイでは歴史的背景や地形などの点から図3-6のように北部(North)、東北部(Northeast)、中央部(Central Plain)及び南部(South)の4地域(Region)に区分されている(ただし1967年以降の農業統計では従来中央部に編入されていた4県(Province)^{注)}が北部に編入された)。

4つの地域はさらに19の農業経済地区(Agro Economic Zone)に細分され、北部は4、東北部は5、中央部は7、南部は3の計19の地区からなる。4地域19地区における主要作物及び県名(Province)は附表3-2のとおりである。

イ. 農業生態区分

以上は農業統計に用いられている地域区分であるが、専ら自然条件—降雨型と土壌型—に基づく農業生態区分がある。

・降雨型は次のようにR₁~R₆である。

R₁—年間を通じ適量、あるいは過剰の降雨があり、明瞭な乾季がない。年間降りつづく雨はuni-modalパターンでTropical rainy summer typeの気候帯に属する。

R₂—適量の降雨と土壌水分があり、弱い乾季が現われる。年間降雨はbi-modalパターンでEquatorial typeの気候帯に属する。

R₃—主要1年性作物の栽培期間中に適度の降雨と土壌水分があり、少くとも2か月以上続く明瞭な乾季がある。年間降雨パターンは地域によってuni-modalとbi-modalがある。

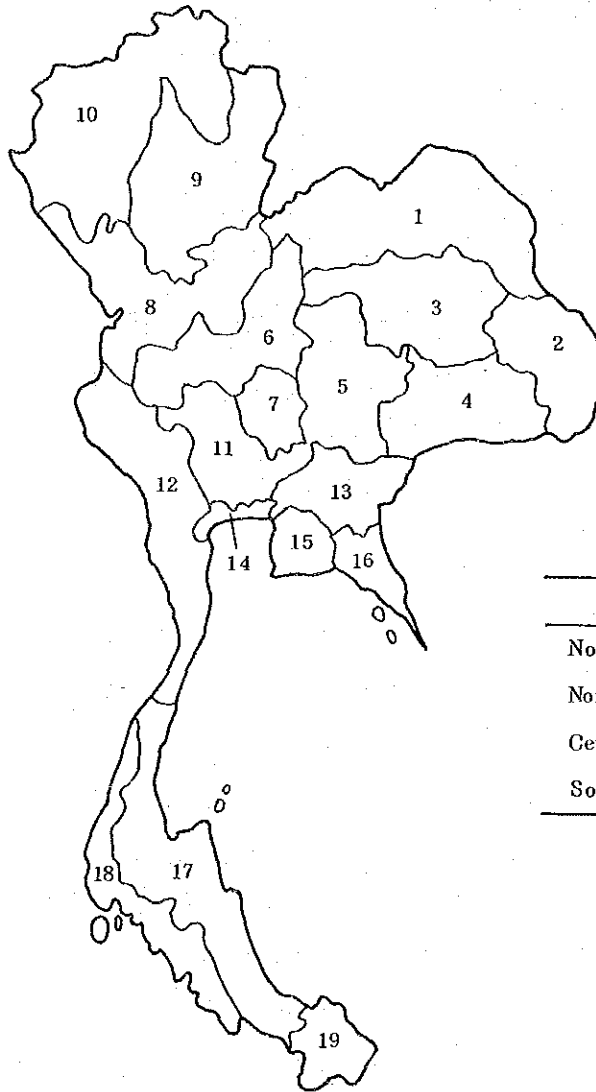
R₄—年次間変動は中程度。主要1年性作物の栽培期間中に適量の降雨と土壌水分があり、少くとも3か月続く明瞭な乾季がある。栽培期間中に過剰の降雨と洪水、短期間の早ばつが中ぐらいの頻度でおこることがある。年間降雨のパターンは通常uni-modalである。

R₅—主要作物の栽培期間中の降雨変動は中~大で、年次間変動も同様。降雨量は湿潤期間の蒸発量を上回る。uni-modalパターンの降雨と少くとも3か月続く明瞭な乾季がある。またbi-modalパターンの降雨と少くとも6週間の乾季が続く。主要作物の栽培期間中に中程度の早ばつが必ずおこる。

R₆—主要作物の栽培期間中の降雨変動が大きいので、種々の期間の土壌水分の不足が高い頻度でおこる。少くとも3か月の乾季が続く。Equatorial typeの気候区内の降雨型で、2か月以下の湿潤月がある。

注) Tak, Nakhon Sawan, Phetchabun, Uthai Thani の4県

図 3 - 6 4つの地域 (Region) と 19の農業経済地区
(Agro-Economic Zone)



Region	Zone
North	6. 8. 9. 10
North East	1. 2. 3. 4. 5
Central Plain	7. 11. 12. 13. 14. 15. 16
South	17. 18. 19

出所 : Agricultural Statistics of Thailand, Crop year 1981/82

* 土壌型は次表のとおりである。

Symbol	FAO-UNESCO式で 表記した Soil Unit	Soil Taxonomy による 左記に相当する土壌
S ₁	Fluvisols, Gleysols	Entisols
S ₂	Xerosols, Yermosols	Aridisols
S ₃	Lithosols, Regosols Cambisols, Andosols	Entisols, Inceptisols
S ₄	Vertisols	Vertisols
S ₅	Luvissols, Nitisols	Alfisols
S ₆	Acrisols, Ferralsols	Udisols, Oxisols
S ₇	Histosols	Histosols

降雨型と土壌型とを組合せて図3-7のように11の農業生態区 (Agro Ecological Zone) が設定されている。

R₁S₁ — 南部の東海岸地区で、降雨は北東及び南西モンスーンの影響を強くうける。年間 2,200 mm, 主作物はゴム, ココナツ, コーヒー及びイネである。

R₁S₆ — R₁S₁ の西方に接する地区で、降雨は原則的には北東モンスーンによる。作物は R₁S₁ に同じ。

R₃S₁ — 中央平野で降雨は中位、土壌はやせていて早ばつとなる。イネが主作物。

R₂S₆ — 南部とシャム湾東海岸に沿う地区でゴム, ココナツ, 果樹及びキャッサバが主作物。

R₃S₆ — 東北部の南辺及び北部一円を広くおおむ生態区で、全国土の 36% を占める。この区の大部分は山地や谷合いに散在し、谷底の平地や低～中標高でのテラス耕作が多い。イネ, タバコ, トウモロコシ, マングビーン, ダイズ, ゴマが主作物である。

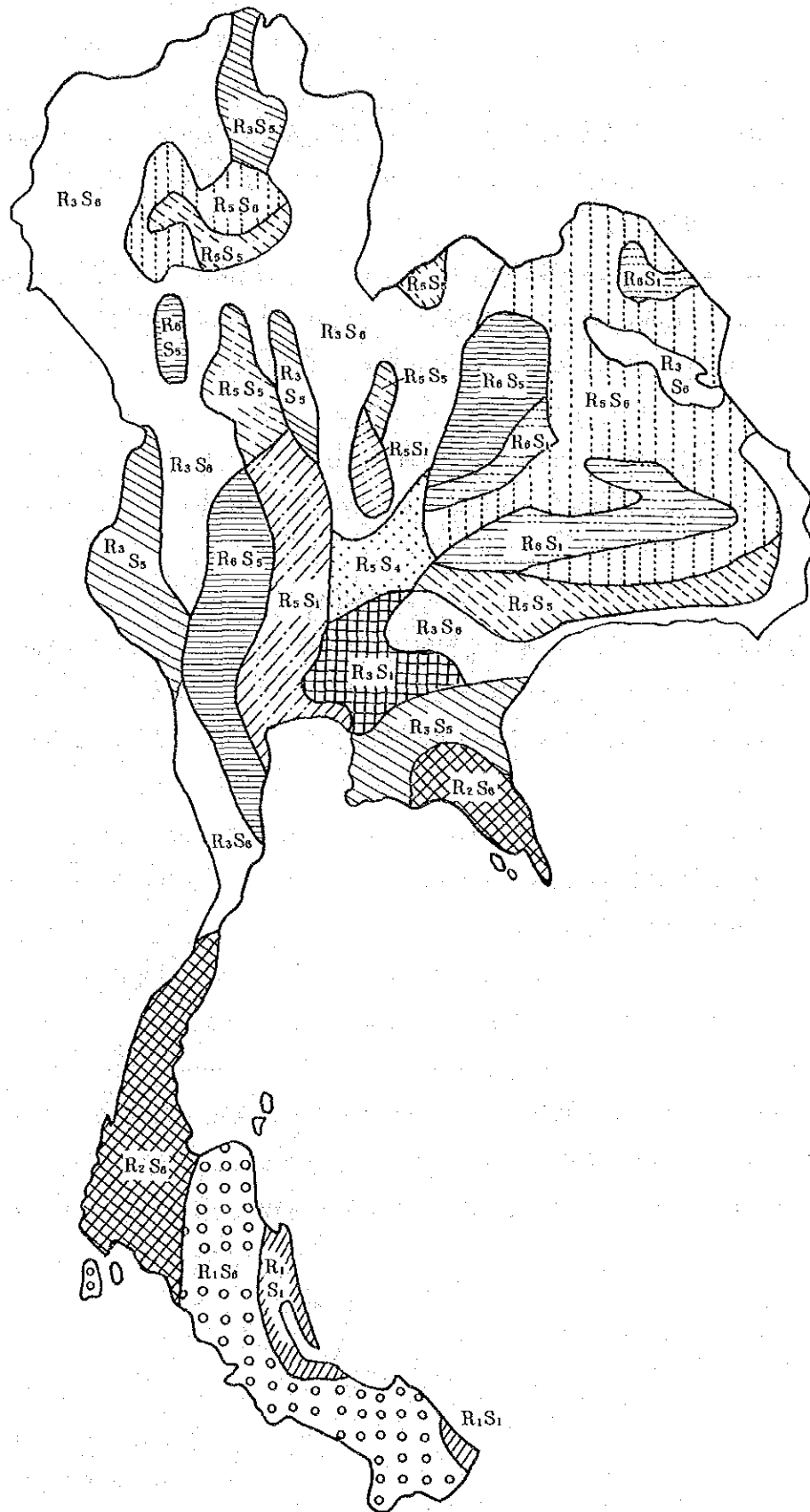
R₃S₅ — 西, 東南及び北部にあつて、少～中程度の降雨。イネ, ラッカセイ, マングビーン, サトウキビが主作物である。

R₅S₁ — 中央平野にあつて大部分は排水不良である。降雨は中位で、イネ, マングビーン, トウモロコシ及びワタが主作物である。

R₅S₅ — 東北部の南, 北部の中央にあつて、イネ, ケナフ, タバコ, ワタが主作物。面積は R₃S₆ に次いで大きく 13% を占める。

R₅S₆ — 北部の中央及び東北部を広くおおむ。南西モンスーン期でも地形上山脈の風下に当るため降雨は少ない。トウモロコシ, ワタ, キャッサバ, ダイズ, マングビーン, ラ

图 3-7 Agro Ecological Zone



出所：FAO, Bangkok, Thailand (1979)

ッカセイ、タバコが主作物である。

R₆S₁—東北部のほぼ中央にあり Phetchabun 山脈によって南西モンスーンがさえぎられ降雨は極めて少ない。イネ、ケナフ、タバコ、ワタ、ヒマ、クワが主作物である。

R₆S₅—東北部の西辺と中央部の西寄りにあり、南西モンスーンが山脈にさえぎられるため降雨は少ない。イネ、タバコ、ワタ、ケナフ、キャッサバ、トウモロコシ、ヒマ、クワが主作物である。

以上2つの農業地域区分について記したが、このほか土地開発局 (Department of Land Development) は土壌侵蝕及び土壌・水資源保全の見地から、地形、土壌、気象及び植生条件に基づいて図3-8のように6つの Physiographic Region に区分している。

3-1-3 土地利用

タイの国土総面積は51万4,000 *km*²であるが、その37.8%、19万4,000 *km*²が農用地、16万900 *km*²が林地となっている。農用地のうち水田は60.6%、11万7,600 *km*²、畑地は22.6%、4万3,860 *km*²である(図3-9)。

1963年の農業センサスによると農用地は11万2,000 *km*²(21.7%)であるから、18年間に16.1%、82万 *km*²の増加である。単純平均では毎年45万6,000 ha ずつ増えたことになる。水田と畑地とで農用地の83.2%を占め、次いで果樹及び樹木作物(Tree crop)が9.4%、183万 ha、野菜及び花卉、草地は0.2%、0.6%と極めて小面積にすぎない。

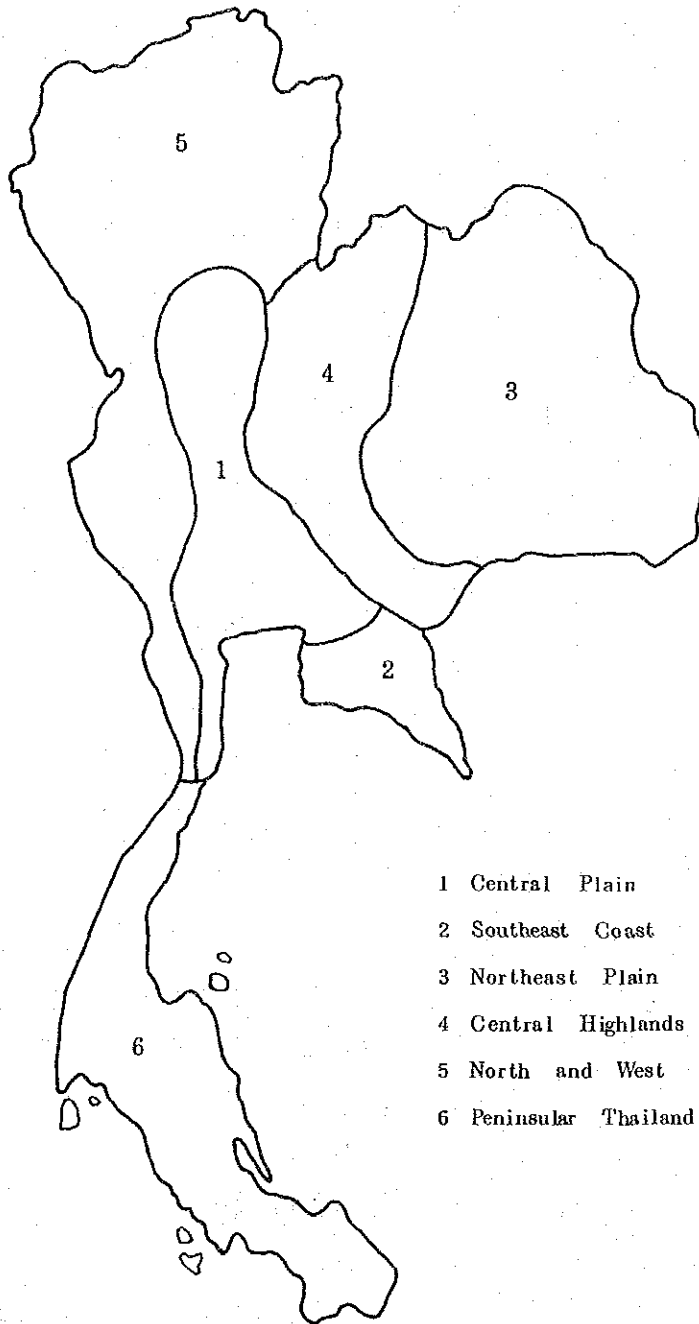
さて、1963年のセンサスでの水田695万 ha、畑地147万 haに比較すれば、水田の伸び率1.7倍に対し、畑地のそれは3.0倍を示し、畑作物の伸長が著しいことがうかがわれる。従って畑地の対水田比率は1963年の27%から1981年の38%へと上昇し畑作のウエイトが相対的に高まったことになる。^{注)}

地域的には東北部及び中央部のメナム周辺において畑作の伸長が目立っている。

ところで農用地の利用状況を水田と畑地についてみると表3-4、3-5のようである。

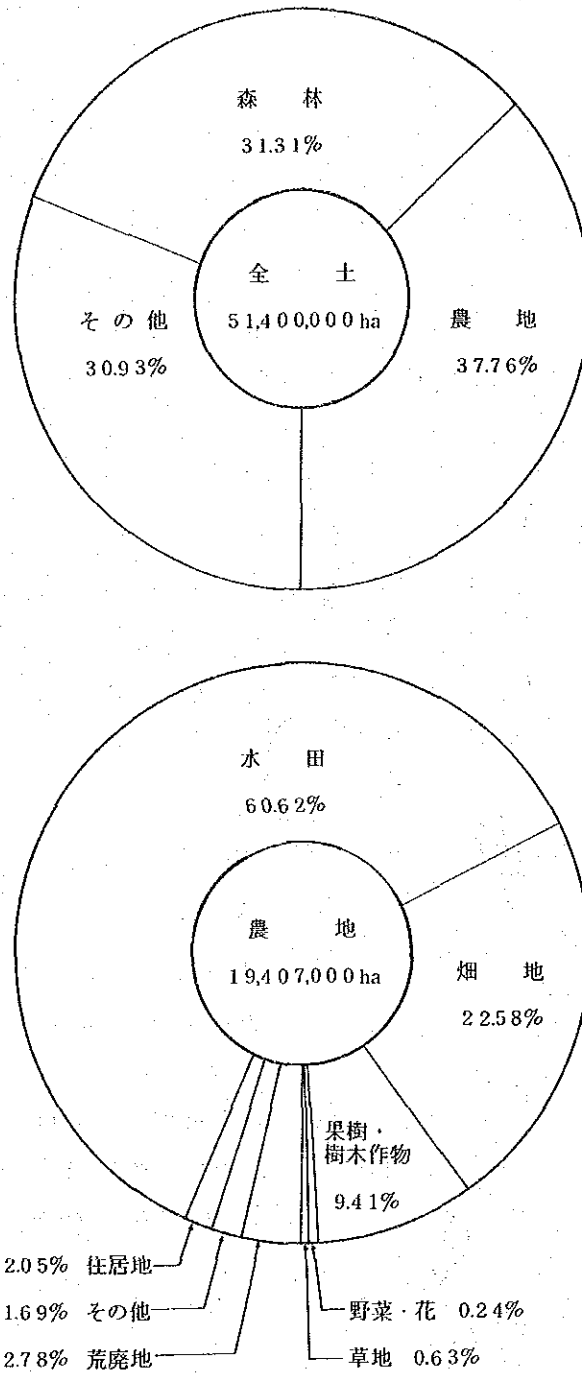
注) 畑地の増加は森林の伐採によるものでタイ全土の森林面積は1950年の2,991万 ha から1981年の1,610万 ha へと約半減した。畑作の伸長のとくに著しかった東北部では、1950年の1,027万 ha から1981年の271万 ha へと実に1/4に激減している。

图 3-8 Physiographic Region



出所：Department of Land Development

図3-9 タイの土地利用(1981)



出所: Agricultural Statistics of Thailand, Crop year 1981/82により作成

表3-4 土地利用区分(1981)

区分 地域	全土地面積 (km^2)	森林 ¹⁾ (1,000ha)	農用地 (1,000 ha)										分類しない 土地 ³⁾ (1,000ha)
			計 ²⁾	水田	畑	果樹・ 樹木作物	野菜・花卉	草地	不耕地	居住地	その他		
全国	514,000	16,093	19,407	11,764	4,382	1,826	48	122	539	398	328	15,900	
北部	170,006	8,948	4,264	2,687	1,236	127	11	11	56	95	41	3,789	
東北部	170,226	2,710	8,273	5,789	1,718	88	12	72	340	142	112	6,039	
中央部	103,579	2,763	4,588	2,490	1,409	365	21	31	57	99	116	3,007	
南部	70,189	1,672	2,282	798	19	1,246	4	8	86	62	59	3,065	

出所: Agricultural Statistics of Thailand, Crop year 1981/82

注) 1)+2)+3)が全土地面積となる。

表3-5 農用地の土地利用区分比率(1981)

区分 地域	農用地 全土地 (%)	農用地に占める割合 (%)									
		水田	畑	果樹・ 樹木作物	野菜・花卉	草地	不耕地	居住地	その他		
全国	37.8	60.6	22.6	9.4	0.2	0.6	2.8	2.1	1.7		
北部	25.1	63.0	29.0	3.0	0.2	0.2	1.3	2.2	1.0		
東北部	48.6	70.0	20.8	1.1	0.1	0.8	4.1	1.7	1.4		
中央部	44.3	54.3	30.7	8.0	0.5	0.7	1.2	2.1	2.5		
南部	32.5	35.0	0.8	54.6	0.2	0.4	3.8	2.7	2.5		

注) 表3-4から算出

北部では水田63%に対し畑地27%、東北部は72%：19%、中央部は58%：29%、南部では35%：0.8%となっていて、水田の割合の最も高いのは東北部で南部は際立って低い。畑地は中央部と北部の割合が高く、南部は極めて低い。南部は他の地域に比べると果樹・樹木作物のウェイトが圧倒的に高いのが特徴である。

3-1-4 作物生産の現況

南部は前項で記したように水田と畑が極めて少なくほとんどがココナツ、ゴム等の永年性樹木作物であるので、以下北部、東北部及び中央部について主としてみることにする。

ア. 地域別作付面積

主要作物の作付面積は表3-6のとおりである。イネ(一期作)は東北部に約450万ha、北部260万ha、中央部は215万haである。二期作イネはイネ全体の僅か6.3%にすぎないが、地域としては中央部に集中しているのが特徴である。

畑作物は作付面積にみる主産地が地域によってはっきりしている。すなわちトウモロコシは北部が72万ha(46%)を占め、キャッサバは東北部に76万ha(60%)が集中し、サトウキビは中央部に48万ha(77%)、マングビーンは北部に37万ha(75%)、ソルガムは北部と中央部に13万ha(48%)づつ、ダイズ及びラッカセイは北部にそれぞれ11万ha(85%)、8万ha(65%)、さらにケナフは19万ha(100%)が東北部のみに集中している。

表3-6 主要作物の地域別作付面積(1,000ha)と収量(kg/ha)(1981/82)

	全 国		北 部		東 北 部		中 央 部		南 部	
	作付面積	収 量	作付面積	収 量	作付面積	収 量	作付面積	収 量	作付面積	収 量
水稻(一期作)	9,023	1,738	2,025	2,600	4,480	1,200	1,866	2,150	652	1,688
〃(二期作)	572	3,325	58	3,268	16	2,163	484	3,613	14	2,919
トウモロコシ	1,567	2,200	723	2,231	487	1,994	357	2,413	—	—
キャッサバ	1,270	13,969	47	15,056	758	13,250	465	15,019	—	—
サトウキビ	617	48,938	62	51,525	57	47,113	475	48,788	—	—
マングビーン	486	588	365	600	17	613	101	513	3	413
ソルガム	280	975	134	863	11	969	135	1,094	—	—
ダイズ	127	1,031	108	1,044	7	965	12	950	—	—
ラッカセイ	122	1,200	79	1,263	28	1,050	14	1,200	1	650
ケナフ	187	1,038	—	—	187	1,038	—	—	—	—
ワタ	155	1,138	64	1,106	33	1,306	58	1,075	—	—

出所：表3-4に同じ。

地域別では以上のように北部はトウモロコシ、ソルガム、マメ類、東北部はキャッサバとケナフ、中央部はサトウキビ、ソルガムのそれぞれ主産地を形成し、地域別に作物が特化していることが分る。なおワタは地域別の特化がそれほど明確でない。

各地域単位で主要畑作物の作付面積の割合をみると表3-7のとおりである。北部ではトウモロコシ(45.7%)が首位、次いでマングビーン(23.6%)、ソルガム(8.5%)、ダイズ(6.8%)とつづく。東北部ではキャッサバ(47.8%)が第1位、トウモロコシ(30.7%)、ケナフ(11.8%)の順である。中央部ではサトウキビ(29.4%)、キャッサバ(28.8%)及びトウモロコシ(22.1%)の3作物がまんべんなく作付けられている。

表3-7 地域単位の主要畑作物の作付面積割合(%)

作物	地域	北 部	東 北 部	中 央 部	備 考
トウモロコシ		45.7	30.7	22.1	1. 主要畑作物(9作物)の作付合計面積を100とした比数で算出した。 2. 南部は除外した。 3. 作付面積合計が、表3-4の畑地面積よりも大きい(北、中央部)のは、畑作物が水田にも作付けられるためである。
キャッサバ		3.0	47.8	28.8	
サトウキビ		3.9	3.6	29.4	
マングビーン		23.1	1.1	6.2	
ソルガム		8.5	0.7	8.3	
ダイズ		6.8	0.4	0.7	
ラッカセイ		5.0	1.8	0.9	
ケナフ		—	11.8	—	
ワタ		4.0	2.1	3.6	
計		100.0	100.0	100.0	
作付面積合計 (1,000 ha)		1,582	1,585	1,617	

イ. 主要畑作物の収量

表3-6で明かなように全般的にみて東北部が概して劣位にある。これに対し北部は優位にあり、中央部は両者の中間にある。すなわち北部はキャッサバ、サトウキビ、ダイズ、ラッカセイで第1位を占め、東北部はマングビーン及びワタが僅かに優位にあるだけである。中央部はトウモロコシ、ソルガムで第1位の収量を保つ。

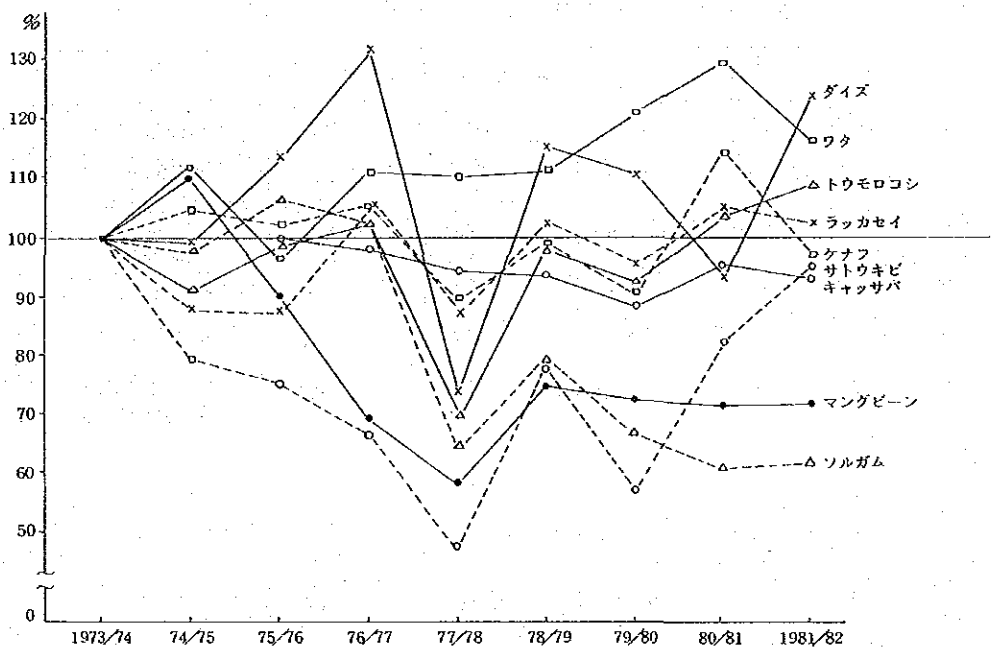
東北部の収量が低いのはこの地域が灰色ポドゾルや腐植性グライといった本来生産力の低い土壌の分布が多いことも一因である。これらの土壌はリン供給力が劣る上に保水力も小さく、排水もまた不良であって作物の生育にとっては条件はよくない。

畑作物の収量は天水条件下にあることと相まって、降雨量やその分布によって年次的に大きなフレがある。1973/74年の収量を基準(100)とした場合、その状況は全国平均で

図3-10のようになる。

8年間の収量の平均値はダイズ(107)とワタ(113)の2作物のみが基準年を上回っている。トウモロコシ(97)とキャッサバ(94)、ケナフ(97)は横ばいないしは低落傾向とみてよい。またソルガム(67)、マングビーン(77)及びサトウキビ(83)は明かに基準年を下回っている(表3-8, 収量の欄参照)。

図3-10 9作物の年次別の収量の変異(1973/74を100とした指数)



注) キャッサバは1975/76を100とした。

出所: 図3-10に同じ。

ウ. 主要畑作物の生産量

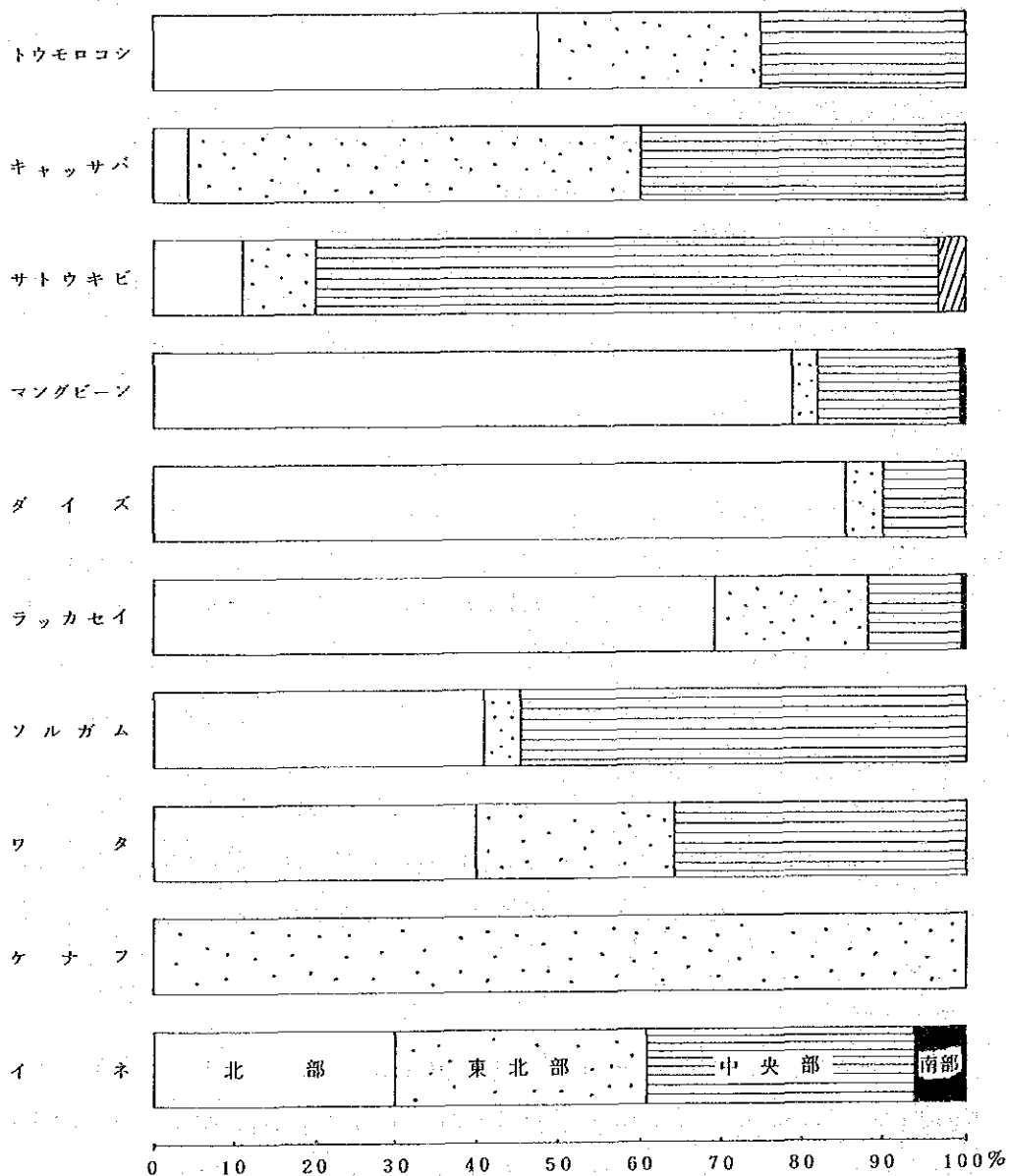
作物別、地域別の生産量の現状は図3-11のとおりである。

土地利用の項で1963年センサス以降畑作物の作付面積が急増したことに触れたが、その生産量についての推移をみると、1973/74年を100とした場合、1981/82年にはトウモロコシ147、キャッサバ250、サトウキビ226、マングビーン136、ソルガム196、ダイズ126、ワタ61.9といずれも増加しているが、ケナフは41に減少しラッカセイは100で変化がない。これら9作物の平均では205となる。因みにこの間イネは119である。

生産量の増加が専ら作付面積の増加に依存していることはいうまでもないが、収量増加の寄与はどの程度か。この関係は表3-8に示すとおりである。

前節で述べたようにダイズとワタは収量増加がある程度生産量の増加に寄与しているし逆にソルガム、マングビーン及びサトウキビの生産量は収量の減退にもかかわらず面積増が大きくカバーし、トウモロコシとキャッサバは収量の頭打ちを面積増で補っているとみてよい。ケナフの生産量の大幅な減少は専ら面積の減によるものである。

図3-11 主要作物の地域別生産量の割合(%) (1981/82)



出所: Agricultural Statistics of Thailand, Crop year 1981/82 より作成

表3-8 主要畑作物の生産量、作付面積及び収量の相互関係

作目	項目	生産量	作付面積	収量
トウモロコシ		147	137	97
キャッサバ		250	267	94
サトウキビ		226	238	83
マングビーン		136	190	77
ダイズ		126	104	107
ラッカセイ		100	99	100
ソルガム		196	493	67
ワタ		619	534	113
ケナフ		41	43	96

出所：Agricultural Statistics of Thailand, Crop year 1981/82 より作成

注) 生産量、作付面積は1973/74を100とした1981/82の比率

収量は1973/74を100（ただしキャッサバは1975/76）とした1974/75～1981/82の平均比率

エ. 主要畑作物の栽培状況

(1) トウモロコシ

トウモロコシは北部の Zone 6^{注)} (Nakhon Sawan, Phetchabun), 中央部の Zone 7 (Lop Buri, Saraburi), 東北部の Zone 5 (Nakhon Ratchasima) に多く、土壌も赤褐色ラテライトやグルムゾルの地帯である。播種は3～4月、収穫は7～8月が普通であり、雨季一作での連作が多い。

生産地では耕起、整地はトラクタで行われ、賃耕も多い。管理作業は除草のほかはほとんど行われず、無肥料と多年にわたる連作のため収量は低落傾向にある。後作としてマメ類（マングビーン、ダイズ）やワタを作付ける場合もみられ、輪作などの対策が必要である。

(2) キャッサバ

キャッサバは東北部の Zone 5 (Nakhon Ratchasima, Chaiyaphum), Zone 3 (Kalasin, Khon Kaen, Maha Sarakham), Zone 1 (Nong Khai, Udon Thani) 及び中央部の Zone 15 (Chone Buri, Rayong), Zone 13 (Chachoengsao, Prachin Buri) に多い。主産地の土壌は灰色ポドゾル、赤黄ポドゾル、腐植性グライ及びレゴソルである。

植付は4～6月が奨励されているが、中央部では10～11月が最も多く、東北部ではイネ刈と重なるので3～4月が多い。収穫は植付後10～14か月と植付同様に幅があるが、12か月後の収穫が多い。いずれにしても十分な収量をあげるには10か月の生育期間が必要である。乾季には落葉して恰も休眠状態になるので実質的な生育期間は6～7か月で、乾季に入ってすぐ収穫するか、あるいは次の雨季まで生育させて収穫する——この方法では生育期間は18か月（実質的には12か月）——かいずれかをとっている。澱粉含量率は雨季に低く乾季に上昇（22%を目標）する。

生育初期（2～3か月間）の除草に最も労力を要するが、雑草の多くが水分不足のため発芽不能の乾季においても、キャッサバは発芽するから、労力節減のためにも乾季の植付が有利である。

(3) マメ類

マングビーンは北部の Zone 6 (Nakhon Sawan, Phetchabun), Zone 8 (Phichit, Phitsanulok), 中央部の Zone 7 (Lop Buri) に多く、雨季に一作または二作、水田では天水条件下で乾季に栽培されている。

ラッカセイは北部の Zone 9 (Nan, Lampang, Phrae), Zone 10^{注)} (Chiang Rai, Chiang Mai) に多く栽培され、水田でも乾季につくられている。

ダイズは北部の Zone 6 (Phetchabun), Zone 9 (Sukhothai, Phrae), Zone 8 (Tak), Zone 10 (Chiang Mai) に多く、とくに Sukhothai は全国作付面積の50%余りを占める。Sukhothai 近辺では雨季に栽培されるが、Chiang Mai 附近では乾季に水田にかんがいして栽培する。雨季作の場合は生育後期にワタあるいはトウモロコシが間作される。またトウモロコシ後作に8月頃播種される場合もみられる。

(4) ワタ及びケナフ

ワタは北部の Zone 6 (Phetchabun, Uthai Thani), 東北部の Zone 5 (Nakhon Ratchasima), 中央部の Zone 7 (Lop Buri) に多く、栽培上の問題は害虫防除である。

ケナフは東北部の Zone 1 (Udon Thani), Zone 2 (Ubon Ratchathani), Zone 3 (Khon Kaen, Maha Sarakham), Zone 5 (Chaiyaphum) に集中して栽培され、雨季一作である。

注) Zone 6 で全国作付面積の40%, Zone 10 で全国作付面積の40%

オ. 栽培の集約化

従来タイは米の増産は人口増と海外需要に見合う程度に維持し、米に代わる有望な輸出作物の開発に努めてきた。トウモロコシ、キャッサバの目覚ましい増産はその典型的なものである。しかしその開発に当っては森林を伐採して畑地を開拓し、吸肥力の強い作物に集中し、しかも連作にかたより適切な栽培管理や施肥も行われなかったため養分欠乏や土壌侵蝕による地力の消耗が甚しくその回復は極めて困難な状況にある。これはとくに中央平原周辺の高台や丘陵地、東北部一帯で著しいといえる。

気象の項でも述べたように降雨の年次変動が大きく、雨季の降雨中断現象もしばしばみられる。ダムやかんがい水路の整備によって雨季中の一時的な水不足を補うためのかんがい、さらには乾季の計画的かんがいなどイネ単作地帯の作目の多様化がまず期待される。

タイでは多くの地域で4月以降月間100 mm以上の降雨が6～7か月つづく。イネ一期作(Major rice crops)は7月移植、11月収穫であるから、この6～7か月の雨季にはイネ単作では余裕があり集約化の方向としてはさらに一作以上の作物の導入が可能である。

イネを基幹作物とした場合、イネの早稲品種を用いてイネ作期間をできるだけ短縮しつつ、イネ作開始までの4～6月の雨季開始前後の期間、また10月以降の雨季終期から12月に至る間(土壌に残存水分がある)の水田の高度利用を図ることである。4月にマングビーンやゴマを播種(イネの前作)し、イネ収穫後にラッカセイ、タバコ、などが栽培されている例もみられる。

畑作地帯ではトウモロコシを基幹作物とした場合、第一作のトウモロコシ(4～5月播種、8～9月収穫)の後に第二作として9～12月にマングビーン、ソルガム、ワタ、ラッカセイ、ゴマなどの栽培も可能であろう。

このように土地生産性を高めるには高収ないしは耐旱性品種を導入し、降雨期間を最高度に利用し、さらにはカバークロップ、マルチングその他の土壌保全技術を採用するなどして侵蝕防止、土壌保水力の維持をはかることが必要である。

トウモロコシ及びマングビーンについてのマルチング効果(赤褐ラテライト土壌)試験によれば、トウモロコシ栽培期間中の降雨量が500 mmでかつ降雨分布が偏った早ばつ年においてもマルチング(イネわらまたはトウモロコシ稈)によって平年並みの収量を得ており、後作のマングビーンも同様の傾向がみられたことから、少くない降雨を効率よく利用するには地域と作物に適応した管理方法が必要である。

キャッサバが基幹作物である場合も、他作物との組合せによって集約化を図ることは可能

である。キャッサバ植付時にマングビーン(70日)、ラッカセイ(110日)など比較的生育期間の短い作物を間作する。間作物の播種は畑作物が通常生育可能な降雨量のある時期を選ばなければならない。間作によるキャッサバ収量は10%程度は低下するといわれるが、畑のトータル産出からみれば一概に不利とはいえないであろう。

3-2 タイの土壤侵蝕の現況

3-2-1 土壤の性質と侵蝕

7. 土壤の受蝕性 (Erodibility) の評価

降雨による土壤侵蝕、即ち水蝕は降雨条件、土壤の理化学性、傾斜度や斜面長などの地形、作目と栽培条件、土壤管理などの各要因が複合的に作用して起こる自然現象である。従って、水蝕発生の強さを知るには、上にあげた各要因について、それらの強度を明らかにする必要がある。土壤の受蝕性は、降雨による土壤の流失のされ易さを表わすもので、土壤の性質に依存している。一般に土壤の受蝕性は、雨滴の衝撃による土壤粒子の飛散性や表面流去水による土壤粒子の移動性と表面流去水発性の程度を左右する雨水の土壤中への浸入速度が関与している。

タイでは、土壤の受蝕性を決める方法として、当初、米国の Universal Soil Loss Equation (以下 USLE とする) で用いられている K -value^{注)} を採用した。

K -value を迅速簡便に求めるために、Wischmeierら(1971)によって開発された5項目の土壤の性質よりなる計算図を用いて、直接 K -valueを読みとる方法を使用した。また土壤統ごとの土壤分析は、土地開発局(Department of Land Development, 以下 DLD とする)土壤調査・土壤分析部によってなされた値を引用し、土壤構造や透水性は標準土壤統の断面調査の際に記載した値を用いた。土壤タイプの境界は、Great Soil Group Map(1979)によった。

このようにして求めたタイの土壤の理化学性と K -valueを表3-9に示した。最も多いのは、 K -valueが0.21~0.30の土壤で、中央部の土壤が殆んどこれに入る。比較的粒子の粗い、砂岩や花崗岩などに由来する土壤は、 K -valueが0.06~0.2で、受蝕性は最も低い。岩石やラテライト層上の浅い土壤、一次的河成堆積物や砂壤土を母材とする土壤は、0.3~0.6で、最も侵蝕に弱い土壤となっている。

土壤の受蝕性指標として K -valueを求める場合、ここで問題になったのは、Great Soil Group 単位でくくる場合、その中に包含される土壤統の K -valueが異なるために、誤差がでること、また米国と土壤構造の種類が異なることによる計算図上の誤差がでることなどであった。いずれにせよ、ここに示された結果はタイにおける最初の試みであるが、ただ、米国農務省の計算式に当てはめて機械的に求めたもので、今後実験によりその妥当性を証明する必要があるとともに、タイにおける標準的土壤の K -valueを定める必要があろう。

最近、DLDの各センターでの土壤侵蝕試験や土壤の理化学性の分析データが蓄積され

注) 年間の土壤侵蝕量を降雨係数 R で除した値で、土壤の受蝕性を示す。

詳細は、附属資料8を参照のこと。

表 3-9 タイの土壌の理化学性と K-value

K-value	土 壌 の 理 化 学 性				土 壌 及 び 地 域
	texture	Structure	Organic matter content	Permeability	
0.21 }	medium }	moderate blocky	medium }	rapid }	すべての地域で一般的にみられるが、中央部の土壌では屢々みられる(最多)。
0.31	fine		low	slow	
0.06 }	coarse }	moderate well	low }	rapid }	海岸の砂地、山地の砂岩などに由来する土壌、花崗岩土壌、古い沖積や河海成沖積地の土壌(中)。
0.2	medium		medium	moderate	
0.31 }	medium }	moderate well	low }	moderate }	岩石やラテライト層上の浅い土壌、丘陵をなす古い沖積地の土壌(少い)。
0.40		low		slow	
0.40 }	high percentage of silt }	poor	low }	slow }	一次的河成堆積物や砂壤土を母材とする土壌 丘陵上の土壌(少い)。
0.64				moderate	

出所: Soil erosion in Thailand, DLD(1980)より作成

ているが、タイ独自の手法による K-value の決定法が提案されている。これは表 3-10 に示したように、Textural class と 5 地域及び Up land-Low land の各組み合わせから直接 K-value を読みとれるようにしたものである。Textural class では、loam, silt loam, silt, silty clay loam など K-value が高い傾向にあり、ほぼ米国の傾向と類似している。

表 3-10 タイの土壌の Textural class と K-value

Textural class	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Legend
Sand	0.04	0.04	-	-	-	-	-	-	0.05	0.05	
Loamy sand	0.07	0.09	0.05	0.06	0.04	0.05	0.08	0.07	0.07	0.08	
Sandy loam	0.20	0.30	0.27	0.30	0.29	0.26	0.30	0.26	0.19	0.34	
Loam	0.33	0.34	0.33	0.35	0.29	0.35	0.33	0.43	0.30	0.33	
Silt loam	0.40	0.39	0.49	0.34	0.37	0.34	0.56	0.47	0.21	0.44	
Silt	-	0.57	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sandy clay loam	0.19	0.21	0.21	0.22	0.24	0.2	0.20	0.21	0.25	0.23	
Clay loam	0.29	0.31	0.24	0.27	0.25	0.36	0.28	0.19	0.30	0.25	
Silty clay loam	0.31	0.21	0.35	0.42	0.46	0.43	0.38	0.29	0.37	0.38	
Sandy clay	-	0.18	-	0.17	-	-	0.15	0.17	-	0.18	
Silty clay	0.22	0.29	0.21	0.27	0.23	0.27	0.26	0.23	0.19	0.29	
Clay	0.11	0.14	0.15	0.18	0.13	0.15	0.14	0.18	0.12	0.14	

出所: DLD, Application of soil loss computation on the USLE basis.

イ. タイにおける土壌侵蝕予察図の作成

タイにおける土壌流亡量を予察するための研究は、土及び水の保全上最も重要で、また土壌侵蝕予察図の作成は侵蝕発生強度や地域を明瞭に示すものであり、国全体の土壌保全対策を立案するための基礎的資料として必要なものである。このような背景のもとに、DLDの技術者8人からなる班により、USLEを基にした土壌侵蝕予察図(200万分の1)を作成し、5階級で示される年間の土壌流亡量(ton/rai/year)、およびそれぞれの階級の面積と土地利用についての成果が報告されている。表3-11にこのようにして求めたタイの各地域の土壌侵蝕量の予察結果を示した。東北部の畑地では侵蝕が激しいこと、森地やゴム園、果樹園、水田などでは侵蝕がかなり抑制されていることなどが示されている。

表3-11 タイの各地域の土壌侵蝕量の予察

地 域	土 壌 流 亡 量 (tons/ha/year)	土 地 利 用
北 部	694-1119 3.2-22.8	deforestationによる field crops, upland rice fertile forest, permanent growing paddy
東 北 部	1994-3175	field crops
北 西	688-3144	field crops
東 及 び 南	32.5	low land paddy
中 央 部	1437-1581	field crops
南 東 部	1487-1975 6.3-18.1	field crops rubber, humid forest, orchard, paddy
西 部	1725	field crops
山 地	450-475	sugar cane
丘 陵	994-1506	field crops
南 部	6.3-18.1	forest, rubber, orchard

出所: Application of soil loss computation on the USLE basis, DLD(1980)

次に、土壌侵蝕の今後の研究方向として、土壌侵蝕発生メカニズムの解明と土壌流亡量の予測精度の向上があげられる。従って現在DLDにおいて行なわれている土壌侵蝕量予測のためのUSLEについて紹介し、タイにおけるこの方面の今後の研究問題の所在を明らかにしておく。

USLEは、米国のWischmeierらによって提案され、各国で若干の改良を加えて利用されている。

式は、 $A = RKLSCP$ で表わされ、両辺の各文字はそれぞれ次に述べる因子及び算出土壌侵蝕量を表わしている。

A : 年間の平均土壌侵蝕量 (computed soil loss)

- R : 降雨因子 (rainfall erosivity)
- K : 土壌因子 (soil erodibility)
- LS : 傾斜・斜面長因子 (slope factor)
- C : 作物因子 (vegetation cover factor)
- P : 土壌管理因子 (erosion control practice factor)

降雨因子は、45の気象観測地点における25年間(1951~1976)の降雨記録による平均年雨量から式により算出したもので、表3-12に代表地点の値を示した。これらの値は、図3-3の等雨量線図とよく符合し、降雨量の多い南東部や南部で極めて高い値となっている。降雨因子については、土壌侵蝕量と最も相関の高い降雨に関する諸量(降雨量、降雨強度、降雨エネルギーなど)の単独あるいは組合せによる方法がとられているが、各国では最も良いものを研究開発中である。これには降雨の性質の詳細な研究が必要であるが、タイにおける最近の研究の一例として、BangkokのBankhenにおける降雨の強度、粒径分布及び運動エネルギーについて測定した結果を図3-12に示した。これによると、中~大の雨滴の割合は、降雨の極く初めの時点で多く、したがって降雨の初めにおいて降雨エネルギーが大きいことを示している。今後、土壌侵蝕との関連でこのようなデータの蓄積が必要であろう。

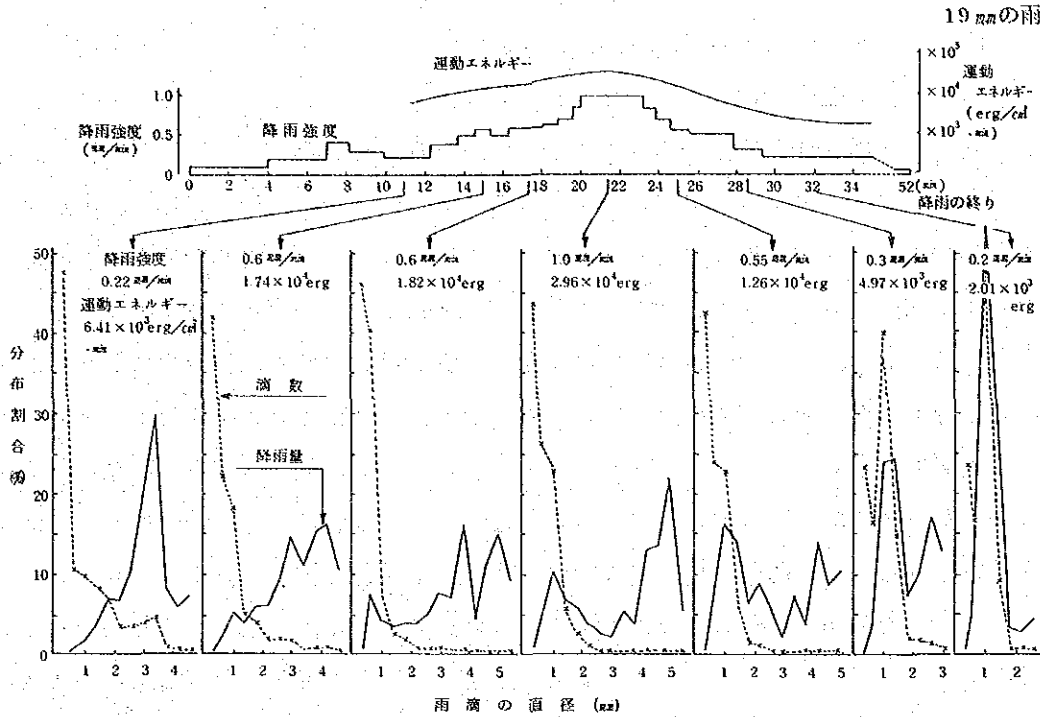
表3-12 代表地点のR-value (降雨因子)

地 域	地 点	R-Value tccr-tons/acre/year
北 部 東 北 部	Nan	1 0 5 0
	Nakhon phanom	1 2 5 0
	Ubon Ratchathani	1 5 5 0
中 央 部	Prachin Buri	1 1 0 0
	Kanchanaburi	4 5 0
南 東 部	Trat	3 0 5 0
南 部	Ranong	2 7 5 0

出所: Application of soil computation on the USLE basis. DLD(1980)

図3-12 降雨の強度、粒径分布及び運動エネルギー

(1981. 9. 29)



出所：上野義視(1983)

傾斜・斜面長因子 (LS-value) の算出は、25万分の1及び5万分の1の地形図による傾斜度と斜面長の読みとり及び、Musgrave (1954) の式によって行っている。一地方当り100地点をLand Capability classification Map of Thailand (スケール125万分の1, 1972) より選んだ。LS-valueは、水田で1~2と最も低く、山地で約33と最も高かった。

作物因子(C-value)は表3-13に示した。裸地(fallow)を1として、各作物の全栽培期間中における土壌侵蝕量を裸地のそれと比較した相対値で示されるC-valueは、DLDの各センターなどの土壌侵蝕試験により徐々に精度を高めつつあるが、資料によって若干の違いがみられるようである。表3-13に示したものは、1981年度のDLDの資料から抜粋したものである。農作物に比べ林地は松を除いていずれも極めて低い値を示し、土壌侵蝕に対する抵抗性の強いことを示している。作物では、トウモロコシ、black gramなどで比較的高く、イネで低い値を示している。作物は、地域によって作期に差があり、また生育時期による被覆度も異なってくるので、地域の特性を生かした試験の続行が望まれる。

土壌管理因子(P-value)は、タイでは水田以外の農耕地について統一したものはない。水田はテラシングによりP-valueは0.025と最も低い値を採用している。一般に、タイ

表 3-13 タイにおける作物因子 (C-value)

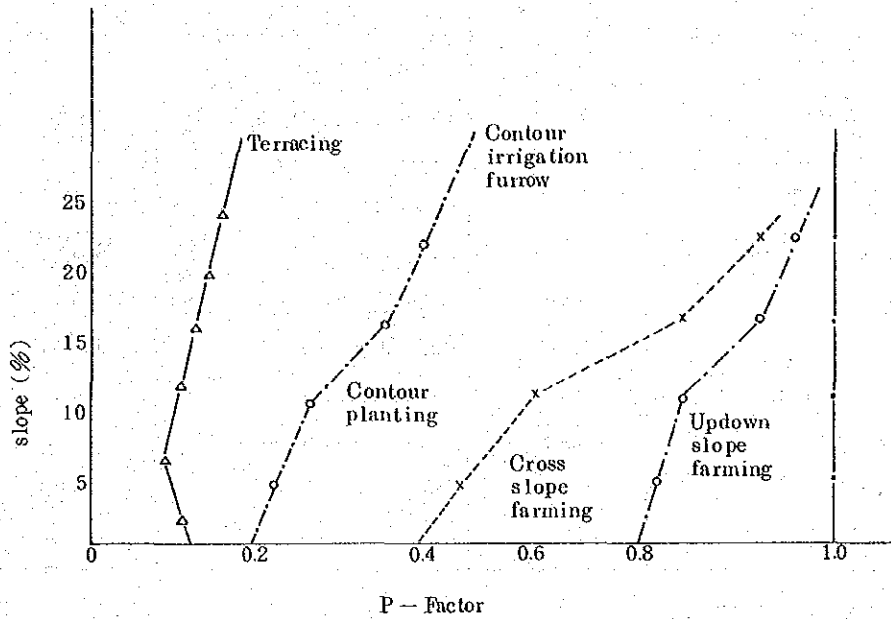
crops	C-value	Forest type	C-value
green gram	0.392	tropical rain	0.001
black gram	0.538	hill evergreen	0.003
ground nut	0.406	mixed deciduous	0.014
soybean	0.421	savanna	0.017
cowpea	0.386	dry evergreen	0.019
maize	0.502	dry deciduous (upper mixed)	0.048
paddy	0.28	dry deciduous	0.064
pigeon pea	0.38	teak plantation	0.088
pincapple	0.38	mixed deciduous	0.090
grass	0.10	pine	0.400
fallow	1.00		

出所: DLD (1981)

の水田以外の農地では、土壌保全対策、例えばテラシング、等高線栽培、等高線帯状栽培、等高線畦などの方法がなされているものは極めて少ない。したがって、当初 P-value は、Smith and Wischmeier (1962) のデータを、斜面因子と現実の土地利用とによって若干修正して使用していた。最近、図 3-13 に示すように、テラシング、等高線畦間かんがい、等高線栽培、上下耕作などと傾斜とを組合わせて、P-factor を求めるようにしたものができている。今後のデータの蓄積を待って、改善あるいはより発展することを望みたい。

以上、タイにおける USLE の 5 因子について述べたが、これからの試験研究に負うところが多い。

図 3-13 タイにおける P-Factor



出所：表 3-9 と同じ。

3-2-2 現地調査地区の土壌侵蝕と保全

ア. Phetchabun, Phitsanulok の中北部, 山地, 丘陵地のトウモロコシ栽培地帯

この地帯の年平均降雨量は 1200~1500 mm, 5~10 月期に約 85% の降雨が集中する。Bangkok より約 170 km 北の Chaibadam における 5~7% の緩い傾斜畑の土壌侵蝕状況を調べた。土壌は Ustropepts (montmollionitic, 塩基に富む褐色森林土の一部のもの) で, タバコ, コシウなどが栽培され, 乾燥のために, 最大 1~2 cm の亀裂が生じていた。土壌侵蝕は, 面状侵蝕が全般的にみられたほか, 上部の畑でのトウガラシの上下畦栽培のため, contour bank が切れて, 表面流去水が下方の等高線のタバコ畑に集中し, ガリー侵蝕がおこり, 幅約 1 m, 深さ 2~3 cm の土壌の流亡がみられた。これらの地区は, 緩傾斜で, 各圃場は広く, 傾斜畑となっているため, 地区全体としての土壌保全的栽培管理が必要である。

Lomsak から Phitsanulok に至る山地, 丘陵地帯の新開墾地 Khao Khor 地区では, 25~35% ぐらいの山成り斜面畑が主で, 開墾後の日が浅く (5~6 年経過), 大きな土壌侵蝕はみられない。トウモロコシが基幹作物で, すべて上下耕栽培が行われ, 面状侵蝕はかなり激しいものがある。トウモロコシの収穫あとには, *Penisetum spp* (communist grass) が猛烈に繁茂 (写真 11) している。この地区の土壌は主として Ultisol (Hapl-

ustults 及び Paleustults, 赤褐色ポドゾル性土及び赤褐色ラテライト性土)が分布(写真12)し, 土性は植壤土ないし植土が多いが, 有機物含量が極めて少ないために土壌構造の発達が弱く, 受蝕性は高い。また, ほとんど斜面畑として利用され, テラス化されているところは極めて少ないことも侵蝕を助長する一因となっている。しかし土壌保全上の最大の問題点は適正な土地利用であり, 急傾斜地は草地, 樹園地, 林地などを適正に配置するとともに, 造成形態, 作付, 土壌管理などの改善を行うことが必要である。

イ. 南東部の Khaohinson, Doklai の各プロジェクト及び Rayong 土地開発センター

南東部の Chantaburi では, 年平均降雨量約 2800 mm, 8~10 月期に約 88% の降雨が集まることでもわかるとおり, タイ国内でも降雨量の多い地帯である。調査対象地区は, 主として花崗岩に由来する Ustipsamments (粗粒質の灰色ポドゾル性土) が分布(写真13)する地帯である。この土壌は透水性は比較的よいが, 水によって分散され易いので, 強い雨によって発生する表面流去水によって流亡され易い土壌である。一般的景観は, 花崗岩のまばらに露出する小丘陵が点在し, 地形は波状(undulating~rolling)丘陵地で, 畑地の1枚当りの面積は広い。従って, ほとんどが斜面畑であり, 主作物はキャッサバであるが, トウモロコシ, サトウキビなども栽培されている。

土壌保全, 栽培上の問題として, Khaohinson の王室プロジェクト, FAO との協同による Doklai プロジェクトなどでも取りあげられている課題であるが, 土壌水分の確保(特に乾期の)と雨期の土壌侵蝕防止があげられる。このために基盤造成として沈泥槽(sediment trap)の構築をはじめとして各圃場では, 等高線栽培(写真14), 畦型及び溝型の広巾テラス, 草生水路, さらに古い侵蝕谷(ガリー)を利用した池(Farm pond)や山型のダムから揚水による等高線畦間かんがい(写真15)など各種の対策を組み込んだ展示を兼ねた実用化試験が行われている。

この地域に分布する灰色ポドゾル性土は, 一般に粗粒質で, 酸性, 養分に乏しい肥沃度の低い土壌であり, 透水性は良いが保水性は小である。従って地力の増強が栽培, 土壌管理の重要課題の一つである。このため有機物の補給と水分調節を目的とした作物残渣によるマルチング, 有機物資源の確保と侵蝕防止のための牧草, クズなどの被覆作物の試験も実施されている。

周辺農家の圃場では 5~7% の傾斜, 斜面長 30~40m のところでキャッサバの上下耕が行われているが, 塊根が流去水によって洗掘されて露出しているなど土壌の流失を伴っていることは明らかである。圃場の境界部分, 農道の側溝(写真16)などもかなりの削磨をうけている。

以上のように北部のトウモロコシ地帯と南東部のキャッサバ地帯の DLD のプロジェクトでは米国方式の各種の侵蝕防止の技術が展示実施されているが, 一般の農家圃場においては上下耕栽培が多く, 一方被覆作物やマルチングの導入もみられない。とくにトウモロコシ地帯では圃場の耕起はほとんどトラクタによっている現状からも侵蝕防止には等高線耕作を早急に普及する必要がある。

3-3 タイの土壤保全対策の現況

3-3-1 行政組織とその活動

タイでは全国土のうち土壤侵蝕の程度が「中ないし極めて高い」土地が表3-14のように1,700万ha(全国土の3.36%)もある。そしてこれらは傾斜度5%以上の畑作地帯, 地域としては北部, 東北部及び中央部高台(Central Highland)に集中している。これら畑作地帯では現在も焼畑や適切な保全管理を欠いた農耕が広範に行われている。

土地利用の項で触れたように森林は畑作物生産のために急速に失われた。最近20年間で100万人以上にものぼる無許可居住者(Squatter)が森林局(Royal Forest Department)管理下にある1,500万ha以上の森林を切開いて定着したという。これらの土地の大部分は傾斜地も多く畑作物の安定的栽培にとってはさまざまな制限があるため当然土壤の悪化と侵蝕が問題となってきた。

一方土壤侵蝕によって国土の全流域からの沈泥は年間2,700万トンと推定され, この沈泥によって河川, 貯水池の容量が低下し運河の舟行も妨げられ, その修復には毎年数百万バーツの国費が必要となっている。

表3-14 タイ全土の土壤侵蝕の程度別面積と土地利用(1980)

程 度	土 壤 ロ ス (トン/ha/年)	面 積 (100万ha)	比 率 (%)	土 地 利 用
極めて低い	~0.16	18.99	36.9	森林, ゴム園, 果樹園, 水田
低 い	~0.80	14.44	28.1	森林, ゴム園, 果樹園
中	~3.2	4.15	8.1	新植ゴム園, 新植果樹園, 畑作, 森林/畑作
高 い	~16.0	6.82	13.3	畑作, 森林/畑作, 伐採あと, 焼畑
極めて高い	~155.0	6.27	12.2	同 上
そ の 他	-	0.73	1.4	湖, 川, えび養殖, マングローブ湿地, 海浜など
計	-	51.40	100.0	-

注) “中~極めて高い”の合計は1,700万ha

出所: Dept. of Land Development.

侵蝕による表土の流亡は有機物の減少, 土壤構造の破壊, 保水力の低下など作物の生産力減退に及ぼす影響は測り知れないものがあることはいうまでもない。

ア 行政組織の整備と任務

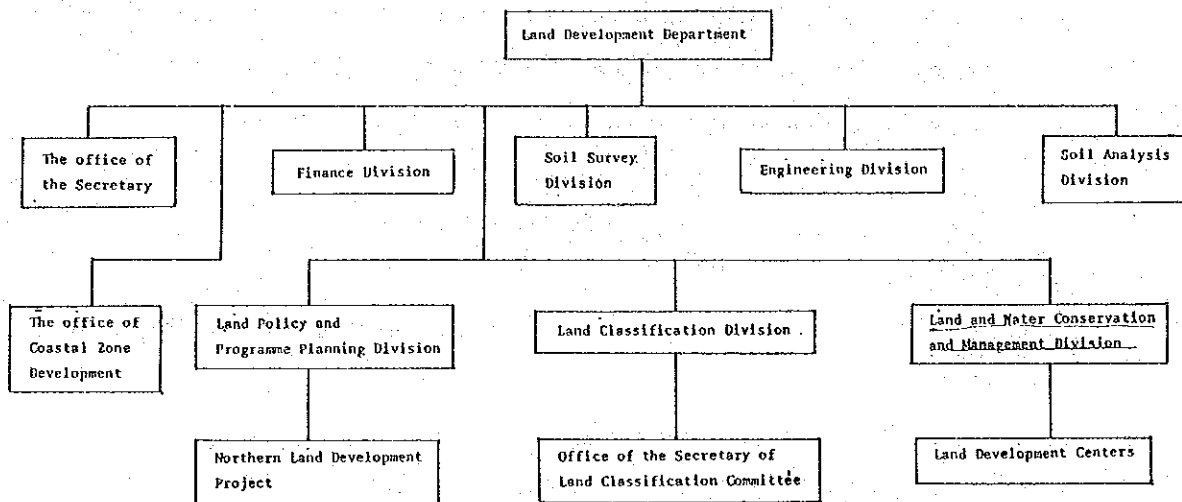
以上のような極めてきびしい状況をうけてタイ政府は1963年に土壤・水保全に関する行政組織を整備するに至った。

すなわち, 1963年以前には土地分類(Land Classification)は内務省の土地局(Land

Department)に、土壌調査 (Soil Survey)及び土壌保全 (Soil Conservation)は農業省の所管であり、土壌調査も農業省の米穀局 (Rice Department)と農業局 (Agricultural Department)で別々に行われていた。

政府は農業生産の向上を図るには適切な土地利用が重要であるとの認識に立って、1963年に従来各省、局に分散していた土地関係の業務を新設の土地開発局 (Department of Land Development, 以下DL Dと記す)に整備統合し、同年設置された開発省 (Ministry of National Development)の所管とした。DL Dは1972年に農業・協同組合省 (Ministry of Agriculture and Cooperatives)に移管され現在に至っている。その組織図は図3-14のとおりである。

図3-14 THE ORGANIZATION CHART OF LAND DEVELOPMENT DEPARTMENT (1983)



DL Dは第5次経済社会開発5ヶ年計画 (The Fifth National Economic and Social Development Plan, 1982~86)に沿って次の主要業務を遂行している。

- (1) 土壌及び土地の分類と評価
- (2) 土地政策と土地利用計画の策定
- (3) 土地及び水資源の保全と開発
- (4) 荒廃地及び不良地の生産力の回復

土壌侵蝕・土壌保全に関する業務は土壌・水保全管理部 (Land and Water Conservation and Management Division)が責任をもち、研究 (Research)、普及 (Extension)及び業務 (Operation)で構成されている。

県 (Provinces)レベルの組織としては土地開発センター (Land Development Center)、同ユニット (L.D. Unit)などがあり、

1. 県レベルで他の関係機関と連携する

2. 土地資源の情報センターとなる
3. 土地利用計画、土壌・水保全及び土壌改良に関する技術を伝達することをその主要任務としている。

各地域別にみると次のとおりである。

中央部—

1. Pathum Thani, Samutsakhon, Nakhonpathomの土地開発センター
2. NakhonnayokのAungkalak郡の酸性土壌改良センター
3. SaraburiのPhraputthabat郡の泥灰土採掘サービスステーション
4. Bangkok (Bangkhuntien), Phetchaburiの沿海地区開発事務所

東北部—

1. Nakhon Ratchasima, Khon Kaen, Borabue, Kalasin, Ubon Ratchathani, Nakhon Phanom, Maha Sarakham, Buriram, Udon Thaniの土地開発センター
2. Nong Khai, Sakon Nakhon, Buriram, Loei, Sisaketの土地開発ユニット
3. ChaiyaphumのTung Lui Laiの土地開発プロジェクト
4. Roi EtのTung Kula Rong Hai開発プロジェクト

北 部—

1. Phetchabun, Tak, Lampang, Chiang Mai, Nan, Chiang Rai, Kamphaengphetの土地開発センター
2. Nakhon Sawanの土地開発ユニット
3. Lampangの北部土地開発プロジェクト
4. Takの土壌改良ステーション
5. Chiang Maiの王室プロジェクト
6. Chiang Maiの北部土地開発プロジェクト

東 部—

1. Chachoengsao, Chonburi, Chanthaburi, Rayongの土地開発センター
2. Rayongの土地開発ユニット
3. 沿海地区開発事務所

南 部—

1. Ranong, Yala, Narathiwatの土地開発センター
2. Prachap Khiri Khan, Suratthani, Satum, Pattani, Songkhlaの土地開発ユニット
3. Hau Hinの王室土地管理開発
4. Phetchaburi, Phuket, Suratthani, Songkhlaの沿海開発事務所

以上を整理してみると次表の如くである。

地域	区分	土地開発 センター	土地開発 ユニット	土壌改良 など	土地開発 プロジェクト	沿 海 開発事務所	王室関係	計
中 央 部		3	—	2	—	2	—	7
東 北 部		9	5	—	2	—	—	16
北 部		7	1	1	2	—	1	12
東 部		4	—	—	—	1	—	5
南 部		3	5	—	—	4	1	13
計		26	11	3	4	7	2	53

次に土壌・水保全管理部の現場における業務 (Operation Work) は現在 23 の土壌・水保全センター (Soil and Water Conservation Center) と 13 の同モバイルユニット (Soil and Water Conservation Mobil Unit) で実施されている (図 3-15)。これら計 36 のセンター/ユニットでは現地の条件に即応した各種の保全技術を実施する仕組みになっており、主なセンター/ユニットには研究員と保全普及員 (Conservation Extension Staff) が配置されている。

センター/ユニットの業務は次のとおりである。

- (1) 農民の要請によって土壌・水保全サービスを提供する
- (2) 農家及びセンター/ユニットの圃場で適切な土壌・水保全技術の展示を行う。
- (3) 農業普及員及び農民に対して土壌・水保全の研修を行う (附属資料 7)。
- (4) 現地の条件に適する土壌・水保全管理方法の改善及び不良土壌の生産力回復に関する研究を行う。
- (5) 土壌生産力向上のため農民に堆肥及び地力増強作物栽培を奨励する。

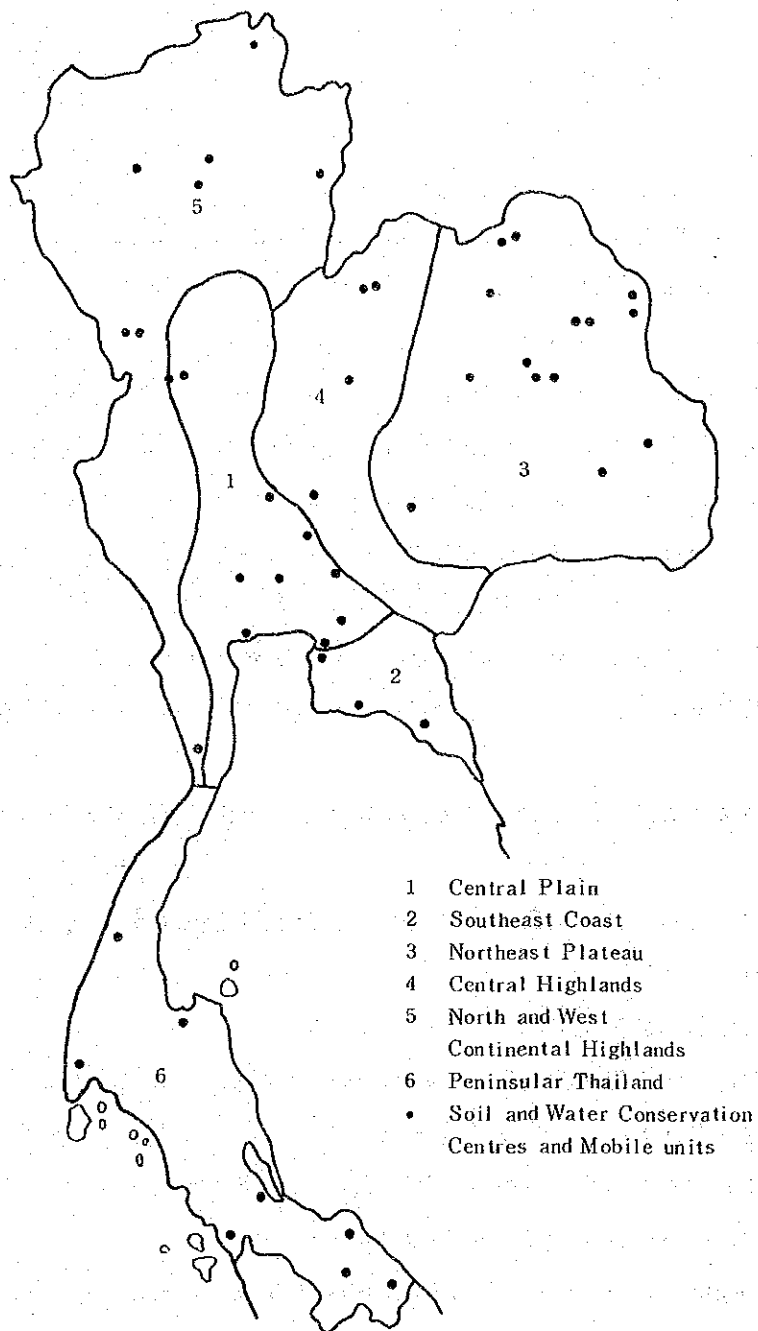
イ 土地開発局の活動

DLD は土壌・水保全に関して次の 8 つのプロジェクトをもっている。

- (1) 東北部における塩類化土壌 (Saline Soil) の改良 (1982~1986)
- (2) 土壌生産力向上のための有機物リサイクリング (1982~1986)
- (3) 南部における塩類化及び酸性土壌の改良 (1983~1986)
- (4) 北部における土壌侵蝕の防止 (1983~1986)
- (5) Tung Kula Ronghai の開発 (1983~1985)
- (6) 第 1~4 陸軍管区における National Security プロジェクトの開発 (1982~)
- (7) Khaohionson 開発センター (国王の提言による) (1981~1986)
- (8) Pikulthong 開発センター (1982~1986)

以上の 8 プロジェクトのうちその 2, 3 について概要を述べれば次のとおりである。

図3-15 土壌・水保全センター/ユニットの配置状況(1983)



出所: Department of Land Development

注1) 6の地域は Physiographic region であり、地形、土壌、植生及び気象条件にもとづいて区分されている。(4-1-2, 農業地域区分参照)

2) この図ではセンター/ユニットの総数は48となっているが、Operation workは、現在このうちの36ヶ所で実施されていることになる。

(1) 第4プロジェクト(北部の土壌侵蝕防止)

土壌の侵蝕防止及び土壌管理の方法を農民に奨励し教育することを目的とし、事業は北部の16県を対象とする。事業内容は次の如くである。

- 1) 農家(374,400戸)に対する普及と広報サービス
- 2) 政府職員(3,665人)と農家(374,400戸)に対し農民自身で実行できる低コストの侵蝕防止法の研修
- 3) 公共目的のための侵蝕防止システムの確立
- 4) 土壌被覆作物の種子(789,080Kg)の生産
- 5) プロジェクト地区内に土地開発センター4ヶ所の設置

(2) 第6プロジェクト(National Security)

目的は①焼畑耕作の問題解決のため土地整理を行う。②農業生産を増加し、農民生活を向上する。③第5次5ヶ年計画の下で経済及び治安を向上する。

このプロジェクトの対象地域は、Burirum, Kalasin, Nakhon Phanom, Sakon Nakhon, Loei, Tak, Uthani, Thani, Chiang Rai, Maehongson, Surat Thani, Prachin Buriである。

1982年の業務内容は次の如くである。

- 1) 5,280haの土地の調査、分類、土地利用計画
- 2) 3,360haの土地について等高線地図及び境界地図の作成
- 3) 3,200haの土地について土壌保全システムの樹立

(3) 第7プロジェクト(Khaohinson 開発センター)

農業の新技术センターとし、また手工芸の振興をはかることを目的とする。対象地域はChachoengsaoのPanomsarakam郡及びPrachinburiで、事業内容は次のとおりである。

- 1) 住民(30万人)を対象とした土地開発情報の提供
- 2) 農民(19,000人)の研修
- 3) 試験研究(15課題)
- 4) 作物品種及び家畜の展示と増殖(10課題)
- 5) 普及方法による耕地生産力の向上(121,245ha)
- 6) 保全システムの造成(1,776ha)
- 7) 農用池の造成(37)
- 8) 道路工事(5km)
- 9) 建物建設(28棟)
- 10) 水供給システムの工事

ところで土壌・水保全管理部では試験研究を実施しているがその現状はどうか。

1983年現在実施されている研究は58課題である(附表3-3)。

課題を便宜上14項目に整理してみると次表のようになる。

項 目	テーマ数	項 目	テーマ数
土 壤 侵 蝕	6	マルチング, 作物残渣	2
緑 肥	6	か ん が い	2
被 覆 作 物	5	土 壤 改 良	3
塩類化, 塩害	9	等 高 線	1
水 文 関 係	6	間 作	1
沈 泥	8	そ の 他	2
施 肥	4		
堆 肥	3	計	58

これによると塩類化・塩害関係が最も多く、土壌侵蝕、沈泥関係、緑肥、被覆作物などに重点を置いている。一方等高線栽培、間作などは案外少ない。

以上、DLDとくに土壌・水保全管理の活動の現況についてその概要を述べたが、第5次5ヶ年計画において土壌・水保全プロジェクトが目指しているところは一言にしていえば土壌侵蝕による土壌の悪化を防止し、農業生産力の著しい減退を食い止めようとするところである。そのためのアプローチの主眼とするところは、農民自身の畑で土壌侵蝕防止の原理と方法とを農民に理解させるための啓蒙にある。

DLDはこのために現地に適応した試験、マスメディア、普及員を通じての農民への奨励技術の伝達、農民、職員の研修と訓練、展示圃、適切な土地利用計画、土壌・水保全工の設計と施工、保全用作物種子の生産と供給などを広範に行っている。

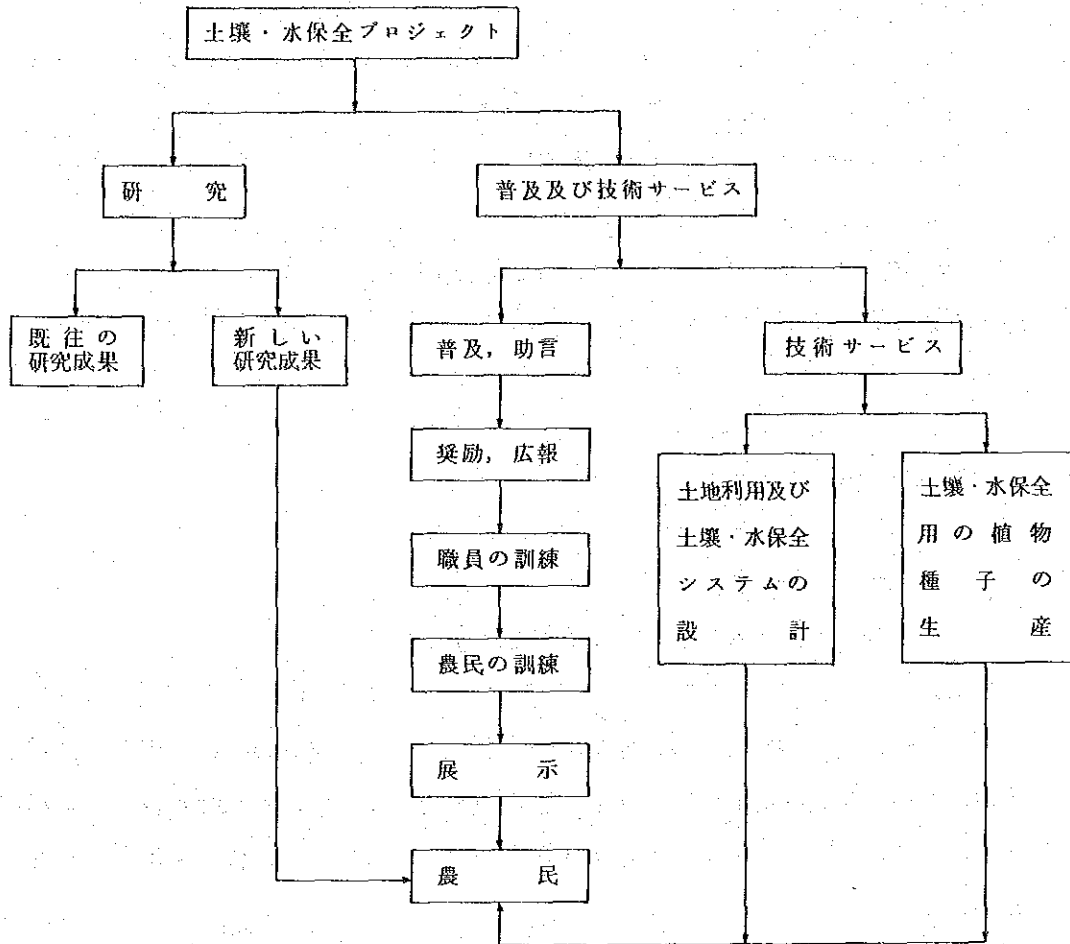
前述のとおり、タイ全土で中程度以上の甚しい土壌侵蝕をうけている面積は1,700万haに及んでいる。5ヶ年計画中にこれらを全部回復することはもちろん不可能である。従って農業生産へのインパクト、普及効果、その他の事情を総合的に考慮して、全土を通じ41県269万haを選定して事業活動を行うこととしている。地域別では東北部は5県145.7万ha、北部は11県39.5万ha、中央・東部は10県66.8万ha、南部は5県16.6万haとなっている。この面積は1,700万haの15.8%に相当する。

土壌・水保全の活動の流れをまとめると図3-16のようになる。

しかしDLD全般の業務は極めて広範にわたる反面、熟練技術者、施設装備、財政の面で限界があり、世銀、USAID、オーストラリアなどからの援助をうけている実情にある。

以上に関連して1983年10月には土地開発法(Land Development Act)が成立(附属資料2)し将来の事業進展が期待されている。

図 3-16 土壌・水保全活動の流れ



3-3-2 技術的保全対策

土壌保全対策は本来単一の技術をもってしては効果がなく、すぐれて総合的なものであることは論をまたない。

そこで以下一般栽培（作付体系も含む）管理、土壌管理及び保全工と大きく3つのカテゴリーに分けて対策の現状を記述する。しかしこの3つのカテゴリーもそれぞれ単独で実施されることはなく、現地の環境によって重みづけは異なるかも知れないが、保全というターゲットに対しては相互補完的であることはいうまでもない。

ア 栽培管理

(1) 作付体系

DLD では作付体系に関する研究はそれほど多くないようであるが、1980年に土壌・水保全管理部が行なった第2回目の協議会において報告された33テーマのうち3つが作付体系に関するものであった。

現在奨励されている土壌保全のための作付体系（トウモロコシを基幹作物）は次のと

おり3つのグループに分けられている。

(1) 単作 (Monocropping)

サトウキビ, パインアップル, トウモロコシ, マングビーン, ダイズ, ソルガム

(2) 間作 (Intercropping) 注)

ヒマ/トウモロコシ

ゴム/トウモロコシ

(3) 2毛作, 多毛作 (Double or Multiple Cropping)

トウモロコシ — トウモロコシ

” — マングビーン

” — ダイズ

” — ワタ

” — ソルガム

緑肥作物 — トウモロコシ

これらの体系での作季は図3-17のとおりである。

(2) 被覆作物

DLDの活動のなかでも被覆作物 (Cover Crops) の種子の生産, 配布が随所にみられるが, 試験研究課題 (1983) でも重点の一つとなっている。被覆作物は地面をおおいう葉が多く, 土壌をしっかりと保持する根系をもつ種類 (マメ科, 禾本科) が好適する。目的とするところは, 1) 降雨の衝撃から土壌を保護する, 2) 侵蝕によって失われる植物養分をキャッチする, 3) 緑肥として土壌中の有機物を増加する, 4) 土壌物理性を改善し保水力と排水機能を良好にする, 5) 表面流去水の速度を低下させる, などにある。

これらの結果として, 1) 土壌中の植物養分, 有機物のロスを少なくし, 2) 土壌水分を保全し, 3) 土壌物理性, 化学性, 生物的性質を改良し, 4) 緑肥として活用でき, 5) さらに家畜飼料用, 6) 種子販売による収入増加にもなる。

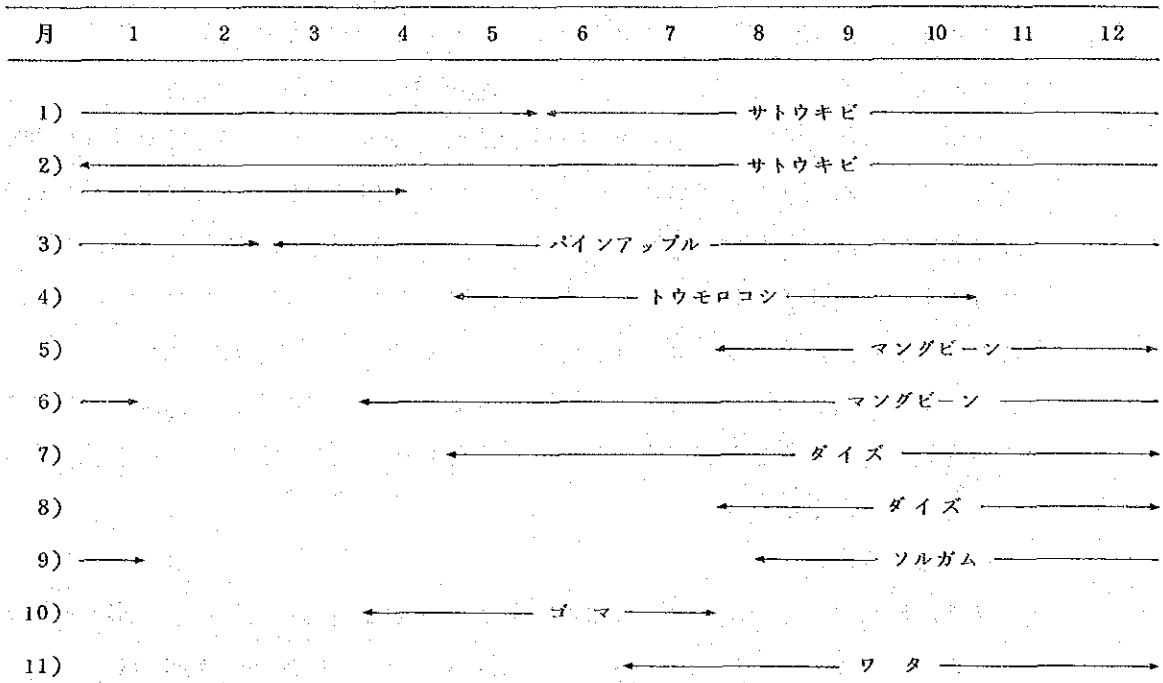
しかし品質の良い種子の取得が現在困難であり, 主作物にからみついたり, 時として家畜や人間の病害虫の宿主となるなど留意すべき点もある。

Rayongの土地開発センターでは被覆作物の種類, 採種, 栽培について広範な試験 (写

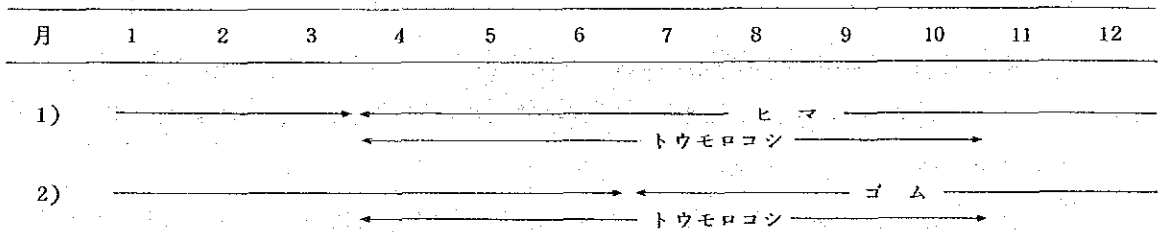
注) 試験結果 (DLD) によると, 間作は土壌・水保全に直接有効であるばかりでなく, 作物の増収をもたらす。たとえばトウモロコシ/マングビーンでは, マングビーンは 18.1kg/ha , キャッサバ/マングビーンでは同じく 4.46kg/ha , ケナフ/マングビーンでも, 同じく 2.37kg/ha の増収であった。

図 3-17 作 季

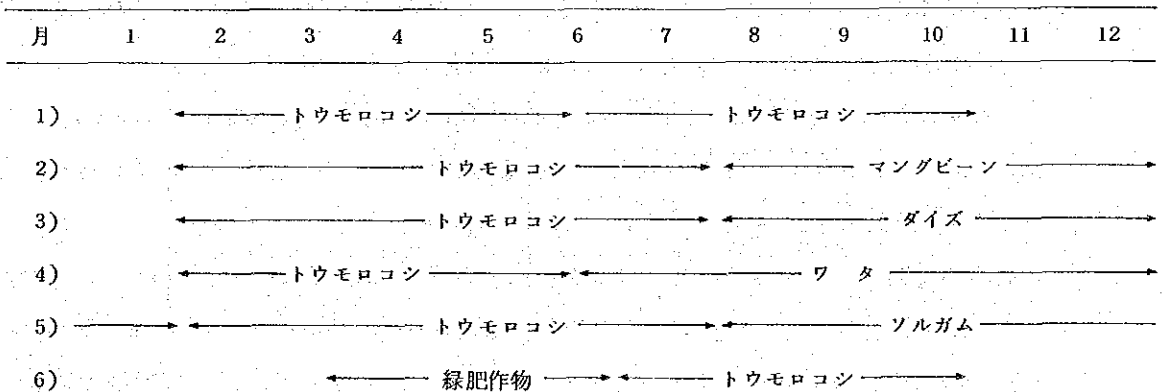
単 作



間 作



三毛作



真 17) を実施しており、たとえば *Centrocema pobescens*, *peraria phaseoloides* (Kuzu), *Calopogonium mocunoides*, *Macroptilium artropurium* などがよい結果を得ているようである。

これらのほか試作中のものは表 3-15 のとおり 27 種類に及んでいる。

(3) マルチング

被覆作物の活用と並んでマルチングは栽培管理の一つとして極めて有効な侵蝕防止方法である。作物残渣(茎稈類など)、ごみの類など種々の材料を活用する。目的は、1) 降雨及び乾燥時の強風のエネルギーを減少して表土の流亡、飛散を防止し、2) 土壌集合力や水の滲透性能を強化し、3) 表面流去水を減ずるにある。利点としては、1) 風雨による土壌侵蝕を防ぎ、2) 土壌保水力及び水分ロスに伴う透水性を増加し、3) 流去水による栄養分のロスを軽減し、4) 水分増加、土壌温度の恒常化によって土壌微生物の活動を盛んにするなどがある。反面、作物の病害虫が増加したり雑草がはびこる(マルチングの不完全な部分)こともある。

(4) 土壌保全用樹木

森林、樹木が土壌保全、とくに水保全に果たす役割は説明の要はない。畑地の拡大のために莫大な森林が失われつつあるタイでは森林の回復は根源的な課題である。そのためには、生育に長期間を要せず、疲弊し切った土壌にもよく耐え、しかも乾燥にも抵抗力のある樹種に対する期待は大きいものがある。前述の Rayong のセンターでも、*Casuarina* spp(horse tail と呼ばれる)、*Acacia* spp, *Eucalyptus* spp などは生長も早く、苗木から直径 10 cm に生長するのに 3 年程度である。とくに *Eucalyptus* は早い。

これらのほか表 3-16 にかかげる樹種について試作がすすめられている。

イ 土壌管理

タイでは一般農家の土壌保全に関する意識は全般的に低く、そのための土壌管理は殆んどなされていないといっても過言でない。ただ、最近の農家人口の増加により農地の集約度が高くなるにつれて、農地の拡張が必要になり、各地で農地造成とそれに伴う土壌管理技術が必要になってきている。DL D では、オーストラリア、FAO などの援助を受けて、農地造成から栽培及び土壌管理に至る技術の開発に取り組んでいる。

タイ北部 8 地方 (Chiang Mai, Chiang Rai, Nav, Phral, Lamphum, Lampang, Phayao and Mae Hong Son) に展開されている農業開発プロジェクトもその一つであり、土壌管理に関する試験結果があるので、次にその一端を述べる。

北部農業開発プロジェクトは、1967~79 年の Thai-Australia Land Development (TALD) 及び 1980~85 年の Thai-Australia-World Bank Land Development (TAWLD) の各プロジェクトとして知られ、オーストラリア政府の技術協力により進め

表 3-15 被覆作物の種類

Common name	Scientific name
Coastal Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i> (L.)Pers.
Alabang x. gr.	<i>Andropogon nodosus</i>
Signal	<i>Brachiaria ducumbens</i>
Signal	<i>Brachiaria brizantha</i>
Para grass	<i>Brachiaria mutica</i> (Forsk.)- Stapf.
Ruzi	<i>Brachiaria ruziziensis</i>
African star	<i>Cynodon plectestachyus</i>
Rhodes	<i>Chloris gayana</i>
Buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>
Pangola	<i>Digitaria decumbens</i>
Melasses	<i>Melinis minutiflora</i>
Guinea	<i>Panicum maximum</i>
Green panic	<i>Panicum maximum</i>
Paspalum or.Dallis	<i>Paspalum dilatatum</i>
Bahia	<i>Paspalum notatum</i>
Setaria	<i>Setaria sphacelata</i>
Scrobie	<i>Paspalum commersonii</i>
Napier	<i>Penisetum purpureum</i>
Plicatum	<i>Paspalum plicatum</i>
Sabi Or.Urechlea	<i>Urechlea mesambicensis</i>
Broad. leaf carpet	<i>Axonopus compressus</i>
Gentipede	<i>Erechlea ephureides</i>
Queensland blue couch	<i>Digitaria didactyla</i>
Swaziland	<i>Digitaria swazilandensis</i>
Love grass	<i>Chrysopogon acicularis</i>
Alabang Angloto	<i>Dichanthium aristatum</i>
African love	<i>Eragrostis curvula</i>

表 3-16 土壤保全用樹木の種類

Common Names	Scientific Names
-	<i>Leucaena Leucocephala</i>
-	<i>Acacia siamensis</i> Craib
-	<i>Peltophorum dasyrachis</i> Kurz
Manila tamarind	<i>Pithecellobium dulec</i> Benth.
Cashew tree	<i>Anacardium occidentale</i> L.
-	<i>Eucalyptus</i> spp.
Persian lilac, Bastard cedar	<i>Melia azedarach</i> L.
Beef wood	<i>Casuarina equisetifolia</i> Forst.
Iron wood	
-	<i>Casuarina junghubniana</i> Miq.
Neem tree	<i>Antelaea azadirachta</i> Adelb. var. <i>siamensis</i> Val.
Quinine	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.

られているものである。

プロジェクトの目的は① Shifting Cultivation が行なわれているタイ北部山地・丘陵の農家に対して、収入と生活の安定を図るために、農地の開発とその利用率及び生産の向上を達成する。② 土壤保全や土地利用技術を開発し、永続して安定した農業が営めるようにする。③ DLD の山地・丘陵の農地開発とその利用技術に関する経験を深め、この方面の技術を蓄積し、農業に役立てる。

プロジェクトの内容は、開発適地の選択、農地開発、土壤保全工の施工、道路の構築、作物の選択と合理的作付体系の確立、生育阻害要因(雑草、病害、土壤侵蝕、土壤肥沃度の低下など)の抽出とその改善対策の確立、改良品種の種子の供給、土壤保全及び作物栽培

に関する技術の提供，農家に対する資金対策の樹立，農地開発の社会経済に及ぼす影響の調査などとなっている。

達成された農地開発面積と住宅数は DLD の資料（1983）によると次のようである。

プロジェクト	年 度	面 積 (ha)	住 宅 数 (戸)
TALD	1967から 1979まで	8200	6655
TAWLD	1930	1070	775
	1981	2700	2330
	1982	6035	4820
	1983	5260	3795
	1984 (計画)	5600	4375
	1985 (計画)	5600	4375

土壌保全関係の研究については，1981年から始められ，USLEの適応性，作物及び土壌管理法の確立などが主な内容となっている。現在までの二，三の成果は次のとおりである。

林地を切開いて農地を造成し，年間作物を栽培した場合，土壌の肥沃度の減少が最大の問題となる。開墾地の有機物含量は開墾後年数の経過に従って減少し，土壌構造の悪化，養分の減少が起ることは，次表のとおりである。

開墾による土壌有機物含量の変化

場 所	開 墾 年 次	有 機 物 含 量 (%)	
		1978	1980
Na Luang	1977	1.71	1.16
Sa Blocks	1971	1.52	1.01
		1.71	1.43
Rong Kwang	1976	1.80	0.80

注. 表層0～15cmの土壌について，各10点の平均値

出所：D. Marstonら（1982）より作成

北部タイでは，伝統的な農法として“Swiddening”が行なわれ，土壌中の養分や有機物含量の維持回復，土壌構造の保持などがなされてきたが，年間作付による集約農業においても，適切な作付体系例えばマメ科作物を導入した体系を確立することによって有機物含量の維持を図っていくことの必要性を強調している。

土壌の肥沃度を減少させる最大の原因は，土壌侵蝕による表土の流失である。このプロジェクトでは，土壌管理による土壌侵蝕の防止にも力を入れた試験がなされており，その

結果の一例は次のようである。

土壌管理の違いによる Runoff と土壌流亡量

土 壌 管 理	Runoff (m ³ /ha)		土 壌 流 亡 量 (t/ha)	
	1981	1982	1981	1982
休 閑 裸 地	1506	2606	58.6	189.6
全 耕 起	994	1763	38.1	52.9
刈 株 マ ル チ	188	300	0.7	0.8
不 耕 起	NA	150	NA	0.4

注. Nan Province の Sa Centre (DLD) における陸稲栽培
出所: D. Marston ら (1982) より作成

刈株マルチや不耕起栽培の土壌侵蝕防止に対する効果は顕著なものがある。このほか、土壌管理因子 (P-Value) のところでも述べたように、テラス化や等高線栽培による効果も明らかにされている。

しかし、現在なお実施中のものが多く、今後のデータの蓄積に負うところが多い。

次に、土壌管理に関係ある施肥法について、土壌の主要な性質、土性、鉱物組成 (粘土及び細砂)、pH 及び土壌水分などによってタイの土壌を 13 のグループにまとめた。これはタイの土壌の性状をその特性と作物生産力の両面から概観するのに適しているので表 3-17 にあげた。土壌分類は、現在タイで用いられている Soil Taxonomy による名称によったが、旧土壌型との関連をつけるために旧土壌型名 (Dudal and Meorman による) を付記した。

土壌番号 1~4 の土壌は主として水稲栽培に利用され、2 番の Aquults (Low-Hunic Gley Soils) の一部はダイズやマングビーンが栽培されている。これらの土壌は中部に殆んど分布し、一部東北及び南部に分布している。

トウモロコシ、ソルガム及びワタは土壌番号 5~8 の土壌での栽培が多く、中北部、東北部に多い。またダイズやマングビーンは土壌番号 6~7 の土壌での栽培が多くみられ、北部に多い。

サトウキビやRutoon Cane は土壌番号 7~9 の土壌での栽培が多くみられ、東北及び西部に多い。キャッサバやケナフは土壌番号 8~9 の土壌での栽培が多くみられ、東北部を中心に南東部に多い。

南東部や南部に分布の多い土壌番号 10~12 の土壌ではゴムが主に栽培されている。

1~13 のグループに土壌をくくり、それぞれの土壌に主として栽培されている作物に対して、適した肥料の種類と施肥量を表にして、農家の参考に行っているので、表 3-18 にその一部をあげた。トウモロコシに例をとると、Montmorillonite のような肥料持ちのよ

表 3-17. Soil grouping based on a combination of particle-size, mineralogy, reaction, and moisture regime classes in Thailand

I. Lowland soils of the alluvial plain and the lower terraces (poorly drained, aquic moisture regime, mainly used for rice cultivation)

Soilgroup Number	Soil Taxonomy ¹⁾	Dudal and Moorman ²⁾
1.	Clayey, mixed and montmorillonitic, non acid calcareous families of Tropaquepts, Haplaquolls, Pelluderts, and Chromuderts	Alluvial soils, Grumosols
2.	Clayey, kaolinitic, acid (non acid included) families of Paleaquults, and Plinthaquults	Low-Humic Gley Soils
3.	Clayey, mixed, extremely acid families of Tropaquepts, Sulfaquepts and sulfaquents (acid sulphate soils)	Alluvial soils
4.	Loamy and silty, mixed, acid (non acid included) families of Paleaquults, Tropaqualfs and Natraqualfs	Low-Humic Gley Soils Solonetz soils

II. Upland soils of the higher terraces and the low plateaus (moderately well and well drained, ustic moisture regime, mainly used for upland crops cultivation)

5.	Clayey, montmorillonitic (mixed included), non acid and calcareous families of Haplustolls, Pellusterts, and Ustrophepts.	Rendzinas and Brown Forest Soils, Grumusols, Red-Brown Earths
6.	Clayey, kaolinitic, acid families of Paleustults and Haplustults	Red-Yellow Podzolic soils
7.	Loamy and silty, mixed, non-acid families of Haplustalfs and Ustifluvents	Non-Calcic Brown soils, Red-Brown Earths, Alluvial Soils
8.	Loamy siliceous (mixed included) acid families of Paleustults and Haplustults	Red-Yellow Podzolic soils, Gray-Podzolic soils, Reddish-Brown Lateritic soils
9.	Sandy (siliceous), acid (non-acid included) families of Quartzipsamments and Ustipsamments	Regosols

To be continued

III. Upland soils of the higher terraces and the low plateaus (moderately well and well drained, udic moisture regime, mainly used for para rubber plantation and fruit trees)

10.	Clayey and clayey-skeletal, kaolinitic, acid families of Paleudults, Tropudults and Haplorthox	Gray-Podzolic soils, Red-Yellow Podzolic soils, Raddish-Brown Latosols,
11.	Loamy, mixed (siliceous included) acid families of Paleudults and Tropudults	Gray-Podzolic soils, Red-Yellow Podzolic soils
12.	Sandy (siliceous), acid and non-acid families of Quartzipsamments, and Tropohumods	Regosols

IV. Soils of the hilly and mountaineous terrains (>30% slopes)

13.	Undifferentiated soil groups	
-----	------------------------------	--

- 1) R. Dudal and F.R. Moorman (1964), S. Rojanasoonthon and F.R. Moorman (1966) の Great soil groups による分類
- 2) Soil Survey Staff, U.S.D.A. (1970) の Soil Taxonomy による分類
出所: C. Changprai et al (1983), DLD より整理

表3-18. Fertilizer formula and rate of application for corn and cassava based on soil groups (recommndation)

Crops	Soil group Number *	Fertilizer element of application kg/ha		Fertilizer formula sold in market	Rate of application of Fertilizer Kg/Ha		
		N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O		low rate	high rate	
Corn	5	-	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	N - P ₂ O ₅ - K ₂ O 20 - 20 - 0	-	156	
			31 - 31 - 0	OR 16 - 20 - 0	-	156	
				OR 18 - 20 - 0	-	156	
	6			63 - 63 - 0	20 - 20 - 0	156	312
			31 - 31 - 0	OR 94 - 94 - 0	OR 16 - 20 - 0	156	312
					OR 18 - 20 - 0	156	312
Cassava	7		94 - 0 - 0	Ammonium sulphate OR Urea	156 68	468 206	
			38 - 38 - 19	8 - 8 - 4 OR 16 - 16 - 8	468 234	937 468	
	8		50 - 50 - 50	94 - 94 - 94	14 - 14 - 14 OR 15 - 15 - 15 OR 17 - 17 - 17	356 331 293	668 625 550
					14 - 14 - 14 OR 15 - 15 - 15 OR 17 - 17 - 17	668 625 550	1337 1250 1100
			94 - 94 - 94	188-188-18			

注. Soil grouping(表3-17)のNumberと同じ。出所: C. Changprai et al (1983), DLD

い粘土を多くもつ5番の土壌では、施肥量は少なく、粘土含量は多いが、肥料持ちの弱いKaoliniteをもつ6番の土壌では前者の2倍の施肥量、さらに土性が粗く砂含量が多い7と8番の土壌では3倍以上の施肥量となっており、土壌の保肥力を考慮したものとなっている。

土壌調査の結果の応用例として興味のあるものであるが、これを作成したDLDの技術者もいっているように、かなり大雑把なものであり、今後の施肥量試験などによって改善されねばならない。

ウ 保全工

農地開発に当って、3タイプの土壌保全工がとられている。

- 1) Graded contour banks (terraces)の構築：3~10%の傾斜をもつ傾斜地では、土壌の種類にかかわらず、すべてについて、Graded contour bank (写真18)が構築され、自然の排水溝へ雨水を導くようにしている。
- 2) Level (Absorption) banksの構築：自然の排水溝のような、表面流去水の排水場所がないところでは、水を土壌中へ浸透させるために、Level bankを設置している。浸入速度の遅い土地では、しばしば広い面積が必要になっている。
- 3) Check damの構築：ガリー侵蝕が更に広がらないように、ガリーの各場所に構築されている。Check damに集水した水は、下流域の村落で用水としても使用されている。

Contour bankや排水溝の断面積の計算には、Logan(1968)の式が用いられている。現地の圃場におけるContour bankの配置は、次の2つの式によって求めた垂直の長さによって決まる幅(bankとbankとの距離)をもたせるようにしている。

- 1) 1,200 mmと同じか、それ以下の年平均降雨量をもつ地域

$$\text{垂直の長さ(m)} = 0.38 \left(\frac{\text{slope \%}}{2} + 2 \right)$$

- 2) 1,200 mm以上の年平均降雨量をもつ地域

$$\text{垂直の長さ(m)} = 0.30 \left(\frac{\text{slope \%}}{2} + 2 \right)$$

bankとbankとの幅は、地域ごとの試験の結果によって最も適した長さに修正することが必要であるとしている。

このような形のContour bankは、かなりの広さの土地を必要とする。例えば、3~4%の傾斜では、全面積の約12%をContour bankの設置にとられ、8~10%の急傾斜では実に全面積の20~25%をとられることになる。

これらのbankは機械耕起しないことが原則であるが、人力による耕起と作物の作付は、土壌侵蝕を激化させず、土地利用の合理化と雑草の防止という点でよい結果を与える場合が認められている。

今後、bankとbankの長さを、現地の試験によって、より合理的なものに改善することが必要である。

附表 3-1 タイの地域別土壌分布 (上段数字は1,000 ha, 下段数字は%)

土壌の分類 地域	Soil of the Alluvial Plain and Lower Terraces							Soil of the Higher Terraces and the Plateaus				Soil of the Hills and Mountains		
	№ 1	№ 2	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 14	№ 15	№ 19	№ 13	№ 17	Others		
中央部	—	2,068 1.99	658 6.3	535 5.2	34 0.3	271 2.6	1,584 15.3	206 1.9	30 0.3	365 3.5	36 0.3	4,557 43.9		
北部	—	794 4.7	1,387 8.2	—	687 4.0	83 0.5	647 3.8	648 3.8	109 0.6	816 4.8	20 0.1	11,726 69.0		
東北部	—	974 5.7	1,435 8.4	—	4,972 29.3	145 0.2	2,321 13.6	959 5.7	170 1.0	97 0.6	158 0.9	5,893 34.6		
南部	92 1.3	788 11.2	—	138 2.0	1,132 16.1	—	177 2.5	—	—	—	22 0.3	4,616 65.8		
全国	92 0.2	4,624 9.0	3,480 6.8	673 1.3	6,825 13.3	499 1.0	4,729 9.2	1,813 3.5	309 0.6	1,278 2.5	236 0.4	26,792 52.2		

Index of Soil Classification:

- № 1 : Regosol on Beach and Dune Sand
- № 2 : Alluvium Soil on Recent Alluvium
- № 7 : Humic Gley Soil on Semi-recent and Old Alluvium
- № 8 : Humic Gley Soil and Monocalcic Brown Soils on Semi-recent Alluvium; Level to Undulating
- № 9 : Humic Gley Soil and Gray Podzolic or Red-Yellow Podzolic Soil on Old Alluvium
- № 10 : Grumusols Rendzinas and Related Soils on Alluvial and Residual Materials Assorted With Limestone and Basalt
- № 14 : Gray Podzolic Soil on Old Alluvium
- № 15 : Red-Yellow Podzolic Soil on Old Alluvium; Undulating Rolling
- № 19 : Red-Yellow Latosols; on Old Alluvium Undulating to Gently Rolling
- № 13 : Red-Brown Earth, on Old Residium and Colluvium From Lasic Rocks (Mainly Limestone) Undulating to Rolling
- № 17 : Brown Latelic Soils, on Residium and Colluvium From Intermediate and Basic Rocks; Undulating to Rolling
- Others Soils : Soils of Hills and Mountains, Mostly Steep Land

附表 3-2 農業経済地区の主要作物目、県一覽表

Region	Agro-Economic Zone	主 要 作 目	Provinces	計
Northeast	1	タバコ, 牛, 水牛, 絹, キャッサバ	Nakhon Phanom, Sakon Nakhon, Nong Khai, Udon Thani, Loei	5
	2	ケナフ, 絹, 牛	Yasothon, Ubon Ratchathani	2
	3	牛, 水牛, ケナフ, 絹, キャッサバ	Kalasin, Khon Kaen, Maha Sarakham, Roi Et	4
	4	牛, 水牛, ケナフ, 絹, トウモロコシ, キャッサバ	Buri Ram, Si Sa Ket, Surin	3
	5	トウモロコシ, ケナフ, 牛, フタ, 絹, ヒマ, キャッサバ	Chaiyaphum, Nakhon Ratchasima	2
North	6	トウモロコシ, ソルガム, タバコ, フタ, マングビーン	Nakhon Sawan, Phetchabun, Uthai Thani,	3
	8	ダイズ, ラッカセイ, トウモロコシ, マングビーン	Kamphaeng Phet, Tak, Phichit, Phitsanulok	4
	9	フタ, タバコ, ダイズ, 牛, 水牛	Nan, Phrae, Lampang, Sukhothai, Uttaradit	5
	10	タバコ, ダイズ, 牛, 水牛	Chiang Mai, Chiang Rai, Mae Hong Son, Lamphun, Payao	5
	7	トウモロコシ, マングビーン, フタ, ダイズ, ソルガム	Lop Buri, Saraburi	2
Central Plain	11	イネ, 水田の各種作物, サトウキビ	Chai Nat, Nakhon Nayok, Nakhon Pathom, Nonthaburi, Pathumthani, Ayutthaya, Sing Buri, Suphan Buri, Ang Thong, Bangkok Metropolis	10
	12	牛, サトウキビ, キャッサバ, トウモロコシ, フタ, ヒマ	Kanchanaburi, Prachin Buri, Phetchaburi, Ratchaburi	4
	13	イネ, キャッサバ, 水牛	Chachoengsao, Prachin Buri	2
	14	漁業, コノナット	Samut Prakan, Samut Sakhon, Samut Songkhram	3
	15	キャッサバ, サトウキビ, 漁業	Chon Buri, Rayong	2
	16	ゴム, 果樹, 漁業	Chanthaburi, Trat	2
South	17	イネ, ゴム, コノナット, 牛, 水牛, コーヒー, 漁業	Chumphon, Nakhon Si Thammarat, Phatthalung, Songkhla, Surat Thani	5
	18	ゴム, コノナット, 漁業	Krabi, Trang, Phangnga, Phuket, Ranong, Saum,	6
	19	ゴム, コノナット, 果樹, コーヒー	Narathiwat, Pattani, Yala	6

出所: Agricultural Statistics of Thailand, Crop Year 1981/82 により作成

附表3-3

List of the research subjects carrying out in 1983.

1. Study on comparison of soil management effect to erosion on Petchabun series.
2. The effect of mulching materials on water application period to the tomato.
3. Timing of nitrogen application by trickle irrigation for strawberry.
4. The study on some grasses in grass-legume mixture in cashew orchard on Korate Series.
5. Rates of nitrogen fertilizer for Bahia grass seed production.
6. Field performance of low-growing grasses for soil cover on sloping orchards.
7. Effect of irrigation on seed yields of tropical Kudzu (Pueraria phaseoloids Benth.) 1. Nam Phong series.
8. Study on times of planting of Sunn hemp (Crotalarice juncea L.) as green manure for rainfed paddy fields in the North-east.
9. Performance of Calopogonium caeruleum grown in Eastern of Thailand.
10. Comparison of some cover crops for mango.
11. Performance of soil improvement legumes in Huay Siew Royal Northern Project.
12. Soil improvement with green manure chemical fertilizer for corn mungbean intercropping on Kamphaeng Saen Soil Series.
13. Compost making from water hyacinth a) Optimum rates of urea with rock phosphate.
14. Compost making from water hyacinth b) Optimum rates of urea and manure.
15. Study on combination rates of compost and chemical fertilizer for longan on San Pa Tong soil series.
16. Rates of ammonium phosphate (16-20-0) for rice production on acid sulfate soils in the southern part of Thailand.
17. Effects of ground lime stone on rice production on acid sulfate soils in southern part of Thailand.
18. The effect of gypsum and plowing depths on improvement of salt affected soil.

19. Effect of rice hull and plowing depths on improving salt affected soil.
20. Physical and Chemical Characteristics of coastal saline soil in southern Thailand.
21. Improvement of coastal saline soil by using of soil corrector.
22. Effect of soils corrector (BIO-FER) on growth and yield of plant (Gava) on coastal saline soils.
23. Growth and yield of tamarine on coastal saline soil.
24. Effect of intermittent application of water on the reclamation of salt affected soil.
25. Effect of land levelling and surface mulches on the reclamation of salt affected soil.
26. Use of mine spoil land for growing some vegetables by using various practices A. Utilization of plastic as seed bed supporter.
27. Rates of fertilizer for signal grass (*Brachiaria brizantha*) grown on tailing mine soil.
28. The effect of some cover crops on soil losses on tailing mine soil.
29. Residual effect of calcium oxide in compost produced from peat on Kohong soil for fruit tree growing.
30. Response of mungbean to fertilizer rate in peat soil.
31. Response of rice on trace elements applied to Narathiwat soil series.
32. The study on various factors affected to the quality of the Mae Cham Watershed, Chiangmai Province.
33. The effect of topography and land use on water yield and soil erosion in the northern part of Thailand.
34. The effect of topography and land use on water yield and soil erosion in the southern part of Thailand.
35. The effect of topography and land use on water yield and soil erosion in the northeastern part of Thailand.
36. The effect of topography and land use on water yield and soil erosion in the eastern part of Thailand.
37. A study on sediment deposition and water balance in Huai Sai Watershed, Chiangmai Province.
38. A study on sediment deposition and water balance in Nikom Lam-takong No.16 watershed, Nakornrachsema Province.

39. A study on sediment deposition and water balance in Kai Kea watershed, Chiangmai province.
40. A study on sediment deposition and water balance in Huai Khum Peon watershed, Udonthani province.
41. A study on sediment deposition and water balance in Nagob watershed, Chiangmai province.
42. A study on sediment deposition and water balance in Huai Klong Yang watershed, Nakornrachasema province.
43. A study on Sediment deposition and water balance in Klong Kapi watershed, Chumporn Province.
44. The study on various factors affected to the quality of the Mae Cham Watershed, Chiangmai Province.
45. The changes of land use to hydrologic characteristic and soil properties in the watershed.
46. Hydrological characteristic in the upper north-east: a. Huai Hin Hea, b. Huai Kum Bond, c. Huai Hi, experimental basins.
47. Hydrological characteristic in the lower north-east: a. Huai Ban Sai Ngam, b. Huai Klong Yang Saka 1, c. Huai Khlong Yang Saka 2, experimental basins.
48. Hydrological characteristic in the south: a. Klong Ngeing, b. Klong Bang Ka, c. Huai Kro Hang, d. Huai Chong Hlong, e. Huai To, f. Huai Kain, experimental basin.
49. Hydrological characteristic in the north: a. Huai Paka, b. Huai Ban Nakop, c. Huai Doi Kai Khia, d. Huai Nawa, e. Huai Yab, f. Huai Choke Muen, experimental basins.
50. Hudrological characteristic in the east: a. Huai Phan Sadet Saka 1, b. Huai Phan Sadet Saka 2, c. Huai Yai, d. Huai Kao Ka La Saka 1, e. Huai Kao Ka La Saka 2, f. Huai Nam Jone Saka, experimental basins.
51. Soil and nutrient losses in Amphoe Sa, Nan Province, experimental basin. a. Huai Nawa basin, b. Huai chokemuen basin, c. Huai Yab basin.
52. Effect of contour bund system on Mae Sa watershed conservation.
53. A study on sediment deposition and water balance in Huai Kaopai watershed, Chonburi province.
54. Trickle irrigation for rambutan in tailing mine soils.
55. Study on salt tolerance of rice varieties on coastal saline soil.
56. Response of rice varieties to rates of chemical fertilizer in coastal saline soil.

57. Using Azolla for paddy rice in Tha Tum soil.

58. Using Azolla for growing Mung bean in Nam Pong soil.

備考, 研究員数は121名