

開発途上国畑作地帯における土壌保全
に関する基礎調査 (ネパール・タイ)
報告書

昭和59年3月

国際協力事業団

農計技

JR

84 - 38

開発途上国畑作地帯における土壌保全
に関する基礎調査 (ネパール・タイ)
報告書

昭和59年3月

JICA LIBRARY

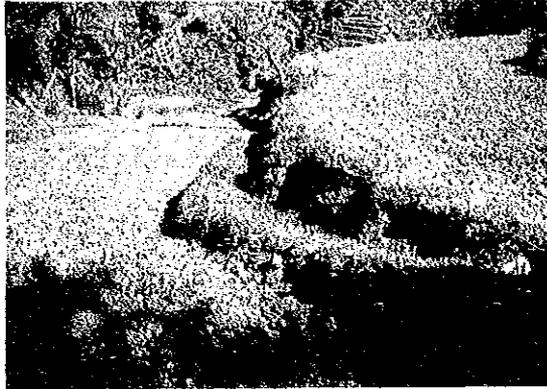


1060497[3]

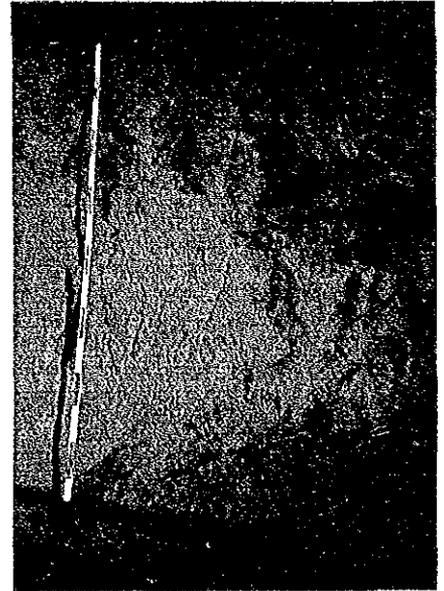
国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 7. 13	116
	82.5
登録No. 10500	AET

ネパール



1. 段畑と小排水路 (Jiri村、1,900m)



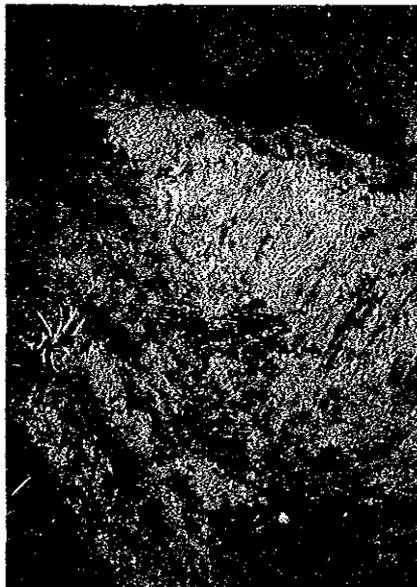
3. 赤色土, 透水性不良, 侵蝕されやすい粘質埴壤土 (Panchkhal村, 800m) の山陵 (1,400m)



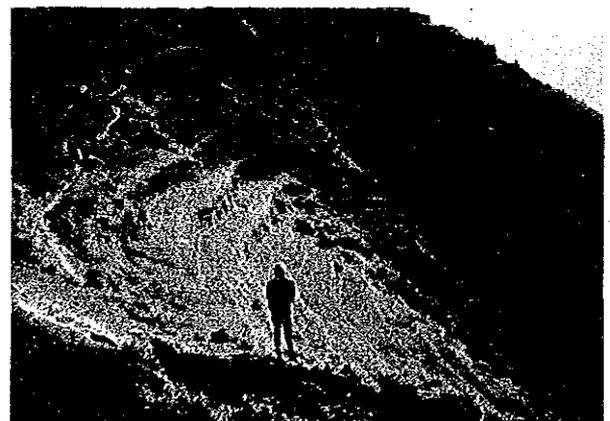
2. トウモロコシ (茎稈が残っている) とシコクビエ (収穫直後) の間作 (Jiri村、1,900m)



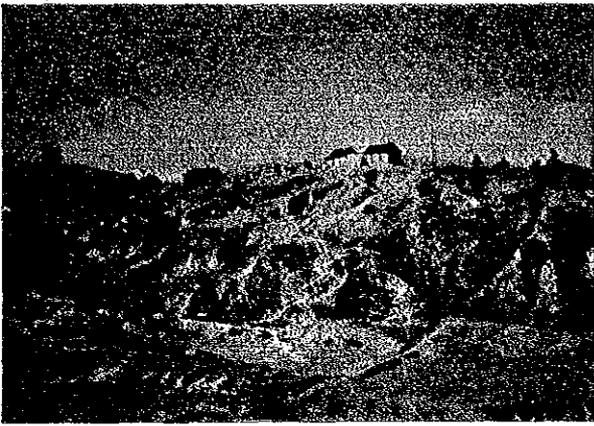
5. ガリー周辺の保全用植樹, Salと松 (Jhiku Kholaの高台、1,200m)



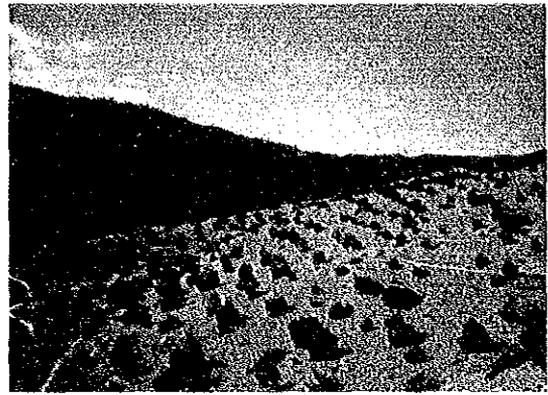
4. ガリー修復用の石積みCheckダム (Jhiku Kholaの高台、1,200m)



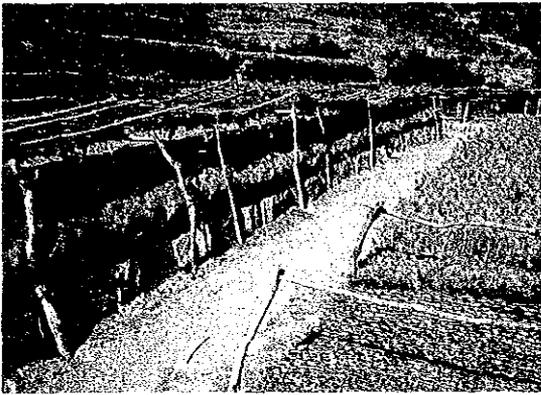
6. 段畑と“山羊道”のため侵蝕され放棄された傾斜畑 (Jhiku Khola周辺の山陵、1,400m)



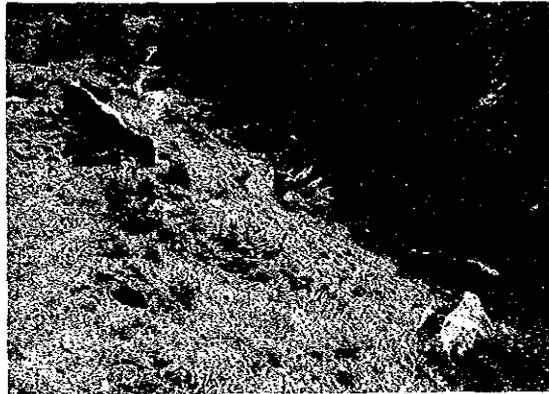
7. ガリー，地すべりのための放棄された傾斜畑
(Panchkhal 村, 900m)



8. 荒廃した草地の松の植林 (Jiri 村, 2,100m)



9. 松の苗木養成——手前右はビニールポット
での実生養成——(Charikot 村, 総合丘陵開
発プロジェクトの農場, 2,200m)

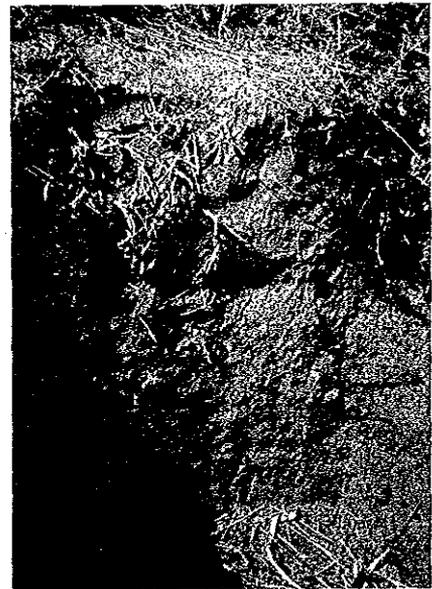


10. 牛の林内放牧 (Jiri 村, 2,000m)

タイ



11. トウモロコシあとに侵入した雑草——
Communist grass——(Khao Khor 地区)



12. 赤褐色ラテライト性土——土壤構
造悪く，受蝕性大の埴土～埴壤土
——(Khao Khor 地区)



13. 灰色ポドゾル性土——透水性良，受蝕性大，粗粒質——(Khaohinson プロジェクト地区)



14. キヤツサバの等高線栽培 (Khao Kayai プロジェクト地区)



15. ラッカセイの等高線畦間かんがい (Khaohinson プロジェクト地区)



16. 上下耕のキヤツサバ畑の侵蝕状況 (Rayong 地区の農家圃場)



17. 幼木ゴム園の被覆作物——クズそのほか—— (Rayong 土地開発センター)



18. Contour bank の設置状況 (Khaohinson プロジェクト地区)

は じ め に

近年の農林業協力プロジェクトにおいては、畑作分野が組み込まれた協力あるいは畑作を中心とする協力が漸次増加する傾向にある。また、協力の内容においても、従来からの生産性向上（高収量品種の導入、生産性向上技術の適用等）を主要課題とする協力に加えて、環境保全即ち生態系の保護や土壌保全を念頭に置いた協力が重視されてきている。

実際、開発途上国においては、焼畑や適正ローテーションを超える作付の実施、あるいは化学肥料に全面的に依存する営農等により、農地の生産力の低下、荒廃化が顕在化してきている。

このような状況を踏まえ、58年度に、今後農林業技術協力の主要課題のひとつになると考えられる「土壌保全」を取り上げ、特に、栽培、土壌のソフト面に視点を置き現状のは握に努めることとした。

現地調査は、畑作分野における我国の技術協力の実績が多いアジア地域の中から、幾つかの典型的な土壌侵蝕が発生して深刻な問題となりつつあるネパール、タイを対象に、国際協力事業団専門技術嘱託遠藤寛二氏を団長に実施した。なお、技術面の調査及びとりまとめに当っては社団法人国際農林業協力協会の協力を得て行った。

本報告書が、開発途上国における土壌侵蝕問題の深刻さを提起し、今後の畑作農業技術協力面において土壌保全を考慮した適正な技術を導入するための指針になれば幸いである。

なお、現地調査に当たり、ご協力いただいたネパール国政府関係機関、タイ国政府関係機関並びに駐ネパール及び駐タイ日本大使館等日本側関係機関に対し厚くお礼申し上げる次第である。

昭和59年3月

国際協力事業団

理事 松山良三

開発途上国畑作地帯における土壌保全に関する基礎調査（ネパール・タイ）報告書

目 次

第1章 調査結果の要約	1
1-1 調査の概要	1
(1) 調査の背景と目的	1
(2) 調査の対象地域	1
(3) 調査の方法	1
1-2 調査の内容	2
(1) 国内作業	2
(2) 現地調査	2
ア 調査日程	2
イ 調査団員	2
1-3 調査結果の概要	5
(1) ネパールにおける土壌侵蝕と土壌保全対策の現況	5
ア 農業生産の概況	5
イ 土壌侵蝕の現況	6
ウ 土壌保全対策の現況	8
(2) タイにおける土壌侵蝕と土壌保全対策の現況	9
ア 農業生産の概況	9
イ 土壌侵蝕の現況	10
ウ 土壌保全対策の現況	11
(3) 将来の技術協力への若干の提言	13
ア 畑作における問題の所在と技術協力	13
イ 土壌保全に関する技術上の問題点	13
ウ 調査結果の汎用性	14
エ 技術協力の受入れ能力とわが国の協力方法	14
第2章 ネパールにおける土壌侵蝕と保全対策の現状	15
2-1 ネパール農業生産の概況	15

2-1-1	自然条件	15
ア.	地形	15
イ.	気象	16
(1)	気温	16
(2)	降雨	16
ウ.	土壌	20
エ.	植生	20
2-1-2	農業地域区分	21
ア.	テライ	23
イ.	丘陵	23
ウ.	山地	23
2-1-3	土地利用	23
2-1-4	作物生産の現況	25
ア.	テライ	25
イ.	丘陵	25
ウ.	山地	26
エ.	穀物生産の地域差	26
オ.	地域別主要作物の作付面積, 収量, 生産量	26
カ.	主要作物の生産の推移	29
キ.	主要作物の栽培状況	30
(1)	イネ	30
(2)	畑作物	30
2-1-5	作付体系	32
ア.	かんがい地帯	32
イ.	無かんがい地帯	32
2-1-6	農業と家畜との関係	34
ア.	反すう家畜の飼料構造	34
イ.	飼料木	38
2-2	ネパールの土壌侵蝕の現況	40
2-2-1	土壌の性質と侵蝕	40
ア.	土壌とその受蝕性	40
イ.	土壌侵蝕の予察	43
2-2-2	現地調査地区の土壌侵蝕と保全	45

ア. Jiri 地区	45
イ. Dhulikhel 地区	47
ウ. Daman 地区	48
エ. Thulo Khapala 村	48
オ. Kuseswa Dumja 村	48
2-3 ネパールの土壌保全対策の現況	50
2-3-1 行政組織とその活動	50
ア. 行政組織の整備と任務	50
イ. 土壌保全・流域管理局の活動	51
(1) 総合流域管理プロジェクト	52
(2) 総合農村開発プロジェクト	52
(3) 資源賦存量とモニタリング	53
2-3-2 技術的保全対策	54
ア. 栽培管理	54
イ. 土壌管理	58
ウ. 保全工	60
〔附表〕	61
第3章 タイにおける土壌侵蝕と保全対策の現状	65
3-1 タイ農業生産の概況	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 現地調査地区の土壌侵蝕と保全	98
ア. Phetchabun, Phitsanulok の中北部, 山地, 丘陵地のトウモロコシ栽培地帯	98
イ. 南東部の Kaohinson, Doklai の各プロジェクト及び Itayong 土地開発センター	99
3-3 タイの土壌保全対策の現況	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) 土壌保全用樹木	110
イ. 土壌管理	110
ウ. 保全工	118
〔 附 表 〕	119
第4章 将来の技術協力に対する若干の提言	125
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
参 考 文 献	129
附 属 資 料	135

第1章 調査結果の要約

第1章 調査結果の要約

目 次

1-1 調査の概要	1
(1) 調査の背景と目的	1
(2) 調査の対象地域	1
(3) 調査の方法	1
1-2 調査の内容	2
(1) 国内作業	2
(2) 現地調査	2
ア. 調査日程	2
イ. 調査団員	2
1-3 調査結果の概要	5
(1) ネパールにおける土壌侵蝕と土壌保全対策の現況	5
ア. 農業生産の概況	5
1) 自然条件	5
2) 農業地域区分	5
3) 土地利用	5
4) 作物生産の現況	5
5) 農業と家畜との関係	6
6) 反すう家畜の飼料構造	6
イ. 土壌侵蝕の現況	6
1) 土壌の性質と侵蝕	6
2) 現地調査地区の土壌侵蝕と保全	7
ウ. 土壌保全対策の現況	8
1) 行政組織とその活動	8
2) 技術的保全対策	9
(2) タイにおける土壌侵蝕と保全対策の現状	9
ア. 農業生産の概況	9
1) 自然条件	9
2) 農業地域区分	9

3) 土地 利 用	9
4) 作物生産の現況	10
イ. 土壌侵蝕の現況	10
1) 土壌の性質と侵蝕	10
2) 現地調査地区の土壌侵蝕と保全	11
ウ. 土壌保全対策の現況	11
1) 行政組織とその活動	11
2) 技術的保全対策	12
(3) 将来の技術協力に対する若干の提言	13
ア. 畑作における問題の所在と技術協力	13
イ. 土壌保全に関する技術上の問題点	13
ウ. 調査結果の汎用性	14
エ. 技術協力の受入れ能力とわが国の協力方法	14

第 1 章 調査結果の要約

1-1 調査の概要

(1) 調査の背景と目的

近年、農林業プロジェクト協力においては、水田部門に比して畑作分野を組み込んだ協力あるいは畑作を中心とする協力が次第に増加する傾向にある。また協力の内容も従来の生産性向上を主課題とする協力に加えて農林業環境すなわち、生態系の保護、土壌・水保全等を考慮した協力の必要性が高まってくると考えられる。

一方、開発途上国においては、耕地の外延的拡大、不適切な土地利用、単作、連作及び家畜の過放牧などのため農地の荒廃が急速にすすみつつある。

このような背景を踏まえ、本調査においては「土壌保全」を主として栽培、土壌管理の面からとりあげ、こんごの農林業プロジェクト協力の効果的推進に資する目的で基礎調査を実施した。

(2) 調査の対象地域

調査はアジアモンスーン地帯のうちネパール及びタイの畑作地域を対象として実施した。

前者は営農における家畜の比重が極めて大きいことが特徴的であり、後者はトウモロコシ、キャッサバが基幹作物となっている。

(3) 調査の方法

この調査は国内準備調査と現地調査によって構成されている。

国内準備調査は、社団法人国際農林業協力協会の役務提供により、同協会技術参与杉額夫、囑託一戸貞光が担当し、現地調査は国際協力事業団が直接実施した。

1-2 調査の内容

(1) 国内作業

効果的かつ円滑な調査を実施するために、対象国に関する基礎資料及び土壌保全に関する報告書・文献の収集及び抄訳などを国内作業として実施した。

(2) 現地調査

国内作業および事前打ち合せの結果を踏まえ、現地調査を実施した。

ア 調査日程

昭和58年(1983年)12月6日から26日まで21日間にわたり次頁のとおり現地調査を実施した。

イ 調査団員

遠藤寛二(団 長)国際協力事業団専門技術嘱託

高橋藤雄(開発計画)国際協力事業団農林水産計画調査部調査役

徳留昭一(土 壤)農林水産省四国農業試験場土地利用部土壌保全研究室長

杉 頼夫(作 物)(社)国際農林業協力協会技術参与

一戸貞光(土壌保全)(社)国際農林業協力協会嘱託

海老原洋司(業務調整)国際協力事業団農林水産計画調査部特別嘱託

調 査 日 程

日 順	月 日	行 程	訪 問 機 関 及 び 訪 問 地	調 査 事 項 等	主 な 面 談 者
1	12/6 (火)	Tokyo → Bangkok (TG 609)			
2	12/7 (水)	Bangkok → Kathmandu			
3	12/8 (木)	Kathmandu	在ネパール日本大使館 JICAカトマンドゥ事務所 農業省農業局 森林・土壌保全省	表敬 表敬、日程打合せ 表敬、調査趣旨説明及び協力依頼 "	西沢大使、有信参事官 星事務所長、中川調整員 Dr. Pant 農業次官補、P.P. Gorkali 農業総局長 M.D. Joshi 土壌・水保全局総局長 M. Haque 森林局長、U. B. Shrestha 森林副局長
4	12/9 (金)	Kathmandu → Jiri	ジリ・パンチャヤット開発訓練センター	移動、調査協力依頼	G. P. Adhikali 所長
5	12/10 (土)	Jiri		Sikri Khola 周辺現地調査 農家聴取調査	
6	12/11 (日)	Jiri → Kathmandu	丘陵総合開発プロジェクトの農場	移動 農家聴取調査	K. P. Shiwakoti
7	12/12 (月)	Kathmandu	地域森林局	森林・土壌保全に関する意見交換	L. B. Tuladhav 地域森林開発専門官
8	12/13 (火)	Kathmandu → Dhulikhel Kathmandu → Panchkhal	シク川 パンチャカール園芸農場	河川流域視察及び調査 農場活動状況等に関する聴取調査 遠藤团长合流、団員打合せ	D. Maharjan 場長
9	12/14 (水)	Kathmandu → Naubise Kathmandu → Dhaman	ダマン園芸農場	現地調査 農場活動状況等に関する聴取調査	K. Bahadul 場長
10	12/15 (木)	Kathmandu	JICAカトマンドゥ事務所	遠藤团长関係懇談表敬 ネパール関係部同との合同会議	西沢大使、Dr. Pant 農業次官補 R. Shah 土壌科学専門官、L. B. Tuladhav 地域森林 開発専門官、P. M. Baisyet 流域管理計画マネジャー P. P. Shrestha, S. L. Shrestha, B. N. Jha
11	12/16 (金)	A班 Kathmandu → Dhulikhel Kathmandu → Panchkhal B班 Kathmandu	シク川 パンチャカール園芸試験場	河川流域視察及び調査 試験場活動状況等に関する聴取調査 農家聴取調査及び資料整理	D. Maharjan 場長
12	12/17 (土)	Kathmandu		資料整理 団員打合せ	
13	12/18 (日)	Kathmandu → Bangkok (RA 401)		移動	

日順	月日	行程	訪問機関及び訪問地	調査事項等	主な面談者
14	12/19 (月)	Bangkok	在タイ日本大使館 JICAバンコック事務所 農業協同組合省土地開発局	表敬 表敬、日程打合せ 合同会議 関係各課視察	三宅一等書記官 河西事務所長、中川調整員 A. Komes 土地開発局長, S. Rimvanich 副局長, B. Suebsitri 部長, S. Panichapong 部長 C. Sentiwouyse 部長, A. Somrong 部長 L. Prakongsai 部長
15	12/20 (火)	Bangkok → Sara Buri → Phitsanulok ← Petchabun	土地開発局ラムナライ地区 " 土地開発センター カオコ事業地区 かんがいプロジェクト	土壌保全対策実施地区視察 センターの活動内容に関する聴取調査 土壌保全事業実施地区視察 プロジェクト視察	D. Chayunporn 所長 K. Sawanchompoo 所長
16	12/21 (水)	Phitsanulok → Nakhon Sawan Bangkok	ナノンサワノン県庁	県知事表敬 同県農業事情聴取調査	S. Rodpothong 県知事
17	12/22 (木)	Bangkok → Chachoengsao Pattaya → Khao Khayai	カオヒンソニー・キングスプロジェクト カオカヤイ事業地区	土壌保全事業実施地区視察及び聴取調査 "	S. Chancharoensuk 所長
18	12/23 (金)	Pattaya → Dhok Lai Bangkok ← Rayong	ドクライ事業地区 ラーモン土地開発センター	聴取調査及び視察 土壌保全事業実施地区視察及び聴取調査	
19	12/24 (土)	Bangkok		資料整理	
20	12/25 (日)	Bangkok		団員打合せ	
21	12/26 (月)	Bangkok → Tokyo (TG 608)		在タイ日本人専門家との意見交換	山木リーダー、野田リーダー、今泉専門家、坂元専門家

1-3 調査結果の概要

(1) ネパールにおける土壌侵蝕と保全対策の現状

ア 農業生産の概況

1) 自然条件

ネパールは Siwalik 山系以南インド国境までの低標高(300m以下)のテライ(Terai), Mahabharat 山系から Himalaya 南斜面に至る丘陵(Hill, 300~3,000 m)及びこれより北方の高標高(3,000 m以上)の山地(Mountains)に主として標高によって大きく3つに区分される。

雨季は6~10月で年間降雨量の80~90%がこの5ヶ月に集中し,11~5月が乾季となる。地形,標高による降雨分布は著しく複雑であるがテライは2,000~2,500mm,丘陵は500~4,500mm,山地では250mm以下の極端に少ない地方もある。

土壌はテライが沖積土壌,丘陵は洪積土壌で酸性が強い。山地は岩石に富んでいる。また標高差による植生は熱帯から寒帯に至る典型的な分布を示している。

2) 農業地域区分

農業統計では4つの開発地域(Development Region)と3つの生態地域(Ecological Region)に区分される。前者は東部,中央部,西部及び極西部(1981年に中西部と極西部に分割),後者はテライ,丘陵,山地である。

3) 土地利用

国土総面積は14.1万Km²,このうち農用地は313万ha(22.2%),森林は410万ha(29.1%),草地在176万ha(12.7%)となっているが,農耕に適さない荒廃地255万ha(18.0%)と永久積雪地211万ha(15.0%)の計466万ha(33%)が全土の1/3を占めている。

農用地は1975年の状況と比較すると約80万haの増加であるが,反対に森林は72万haの減少である。現在410万haの森林もこのままの速度で減少するならば丘陵では1990年,テライでも今世紀末までには全く消滅するといわれている。

水田はテライに多く(80%),畑地は丘陵に多い。

4) 作物生産の現況

テライは全国の穀物生産の60%を占め,イネは全国の1/2以上である。丘陵ではトウモロコシ,ソコクビエが多いが山地の穀物は全国の2%程度にすぎない。

主要作物の作付面積はイネが126万ha,次いでトウモロコシ45万ha,コムギ37万ha,ソコクビエ12万ha,オオムギ2.6万haでこの4種の穀物で223万haとなる。このほかOil seeds 13万ha,バレイショ5万ha,サトウキビ,ジュートはともに3万ha程度である。

生態地域別の作付面積割合は、テライではイネ(103万ha, 82%), コムギ(24万ha, 66%), サトウキビ(2.1万ha, 92%), Oil seeds(10万ha, 78%), 丘陵ではトウモロコシ(27万ha, 61%), ショクビエ(8.6万ha, 71%), バレイショ(3万ha, 59%)が多く、山地ではオオムギ(0.9万ha, 37%)とバレイショ(1.2万ha, 24%)が目立つ程度である。

コムギは最近10年間で約2倍(テライは2.5倍)の増加を示し、丘陵ではトウモロコシ(1.2倍)とバレイショ(1.3倍)が増加、またサトウキビ(2.3倍)とOil seeds(1.4倍)はテライでの増加が目立つ。

穀類全体の作付面積は最近10年間で約1.2倍に増加した。収量(Kg/ha)は、1967/68年を基準とした場合、10年間の平均値で、イネ、Oil seeds、サトウキビが僅かに増加傾向にあるものの、丘陵の基幹作物であるトウモロコシ、ショクビエは横ばいないしは下降気味である。

5) 農業と家畜との関係

家畜とくに反すう家畜(牛、水牛、山羊及び羊)は1,560万頭と人口を上回わり、南、東南アジアでは最高の密度である。牛は678万頭、水牛は400万頭、山羊は240万頭、羊は241万頭を数える。牛と水牛に限っても農家1戸当たり6.8頭になる。

反すう家畜は丘陵に多く水牛68%、山羊62%、牛と羊が58%を占めている。これら反すう家畜は役力用、有機質肥料源、農民の栄養源として農業と密着している。

6) 反すう家畜の飼料構造

反すう家畜の飼料源は耕地における作物残渣(茎稈類を含む)、耕地雑草、飼料木(Fodder tree)、林内、自然草地での放牧と極めて多様である。雨季の飼料はほぼ充足されているが、問題は乾季の緑飼料(Green fodder)である。唯一の飼料木は過度の枝払いの状態にあり、乾季の7ヶ月は反すう家畜は維持量以下で飼養されるため半飢餓状態にある。試算によれば丘陵における反すう家畜のTDN要求量は560万トン、これに対し供給量は300万トン(56%)にすぎない。

飼料木は乾季の緑飼料として重要な役割をもつが過伐のため樹勢の低下のみでなく、土壌保全にも悪い影響を与える。

飼料木には数十種類あるが、主なものはFicus, Shorea, Castanopsis, Quercusなどである。

イ 土壌侵蝕の現況

1) 土壌の性質と侵蝕

ネパールの土壌は、熱帯(亜熱帯を含む)、温帯及び高山気候帯に属する成帯性及び非成帯性土壌からなり、7つの地域に大別される。すなわち、テライ平野のAlluvial

Soils, 内陸テライ低地の Alluvials, Siwalik 山系の堆積岩に由来する土壌, 丘陵地の変成岩や堆積岩に由来する土壌, 河川盆地の河岸段丘や湖底堆積物上に発達した土壌, 山地の火成岩や変成岩に由来した土壌, Great Himalaya の山岳土がこれである。

丘陵や山地の一例として, Kathmandu 東北山地の傾斜地土壌の受蝕性を K-value によって求めると, 無かんがいの畑地の表層では 0.56 で中程度, 放牧地の表層では 0.45 で, 前者よりやや低く, 灌木林地の表層では 0.33 と最も低く, 林地が土壌侵蝕に強いことを示している。しかし, 各地目の下層土は, 0.6~0.7 といずれも高い値を示し, 表層に比べ侵蝕に対して抵抗性の比較的弱い土壌であり, 農地開発や過放牧などによって下層土が露出するようになると, さらに土壌侵蝕は加速される。

次にネパールにおける土壌侵蝕の予察を降雨係数について計算した例として Kathmandu のそれがあり, 1971~76 の 6 年間の観測値によると降雨の侵蝕性は 72 で, 5月~8月の 4 カ月間が降雨の侵蝕性が高い月で, 侵蝕の危険月となっている。

斜面長・傾斜係数は, 傾斜~急傾斜地がほとんど段畑として造成されているので, 原傾斜・斜面長のそれに比べかなり低い。

トウモロコシ栽培では, 作物残渣を畑地に還元した場合かなり効果があることも示されている。

2) 現地調査地区の土壌侵蝕と保全

ネパールの丘陵地域を代表する Jiri, Dhulikhel 及び Daman の 3 地区その他について調査した。

まず, 土壌については, 傾斜~急傾斜に分布する褐色森林土や赤褐色土が主で, 断面調査からみて侵蝕を受けやすい土壌である。しかし, ほとんどが段畑で, 圃場面の侵蝕は少なく, むしろ排水路の代用となっている小川の溢流水と River bank slide による耕地崩壊が問題である。

Dhulikhel は, 山陵では Jiri と類似するが, 盆地の高台に分布する赤色土は粘質で, 土壌構造の発達が悪く, 透水性も不良で, 降雨による激しいガリー侵蝕を受けている。

Daman は, 花崗岩に由来する褐色森林土が主として急傾斜地に分布し, 古くから農耕地として利用されてきたこともあり, 前二地区よりも侵蝕は激しい。

調査地区は無かんがいの畑作地帯で, 作付体系も間作, 混作, リレー作が広範に実施されている。作付体系を中心とした農家での聞取りによれば, Jiri では, トウモロコシ, ショクビエ, コムギ, マメ類が主作物で, ショクビエはトウモロコシの畦間に移植される。またこれにマメ類を散播することもあり, 雨季の盛期には段畑は作物でカバーされ土壌保全上すぐれた体系の一つといえる。

一方 Kuseswar Dumja は河川敷の水田 (標高 500m) から Mahabharat 山系北斜面 (同

2,000m)に及ぶ傾斜地の果樹園までを含み多角的な経営である。畑作物(トウモロコシが基幹作物)はこの斜面の約1,000mを中心に栽培され、作付体系として特徴的なものはトウモロコシの播種後にダイズを播く場合と、トウモロコシの播種前にソルガムとインゲンマメを散播する場合である。いずれも禾穀類とマメ科作物との混作であり地力維持の点からも合理的な体系といえる。なお果樹園は比較的緩い山腹の傾斜面に植付けられているが、果樹類は土壌侵蝕防止の見地からも評価すべき作目である。

ウ 土壌保全対策の現況

1) 行政組織とその活動

ネパール全土では毎年2億4,000万^mの土壌が失われているという。土壌侵蝕は丘陵でとくに著しく、その主因は森林の荒廃であることはいうまでもない。

このような危機的情況にもかかわらず土壌侵蝕とその保全を所管する政府の組織が確立されたのはようやく1964年のことである。

この年、森林省に土壌・水保全局(Department of Soil and Water Conservation)が設置され、現在は森林・土壌保全省(Ministry of Forests and Soil Conservation)の土壌保全・流域管理局(Department of Soil Conservation and Watershed Management)となっている。

現在進行中の第6次経済開発5ヶ年計画(1981~1985)ではとくに丘陵開発に伴う土壌及び水資源の保全が最優先され、土壌保全・流域管理局は地域住民への展示、啓蒙に重点を置きつつプロジェクト活動を行っている。

その内容は次の3つに大別できる。

- 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

流域総合管理プロジェクトには、資源の保全と利用、流域管理と保全教育、Tinau流域、Bagmati流域の4プロジェクトがある。

農村総合開発プロジェクトには、Raswa-Nuwakot, Karnali, Sagarmatha及びMahakaliの各土壌保全プロジェクトが含まれる。

資源賦存量はリモートセンシングによる調査で、モニタリングは環境への開発のインパクト調査である。

上記各プロジェクトは、FAO, USAID, UNDP, CIAD, IBRD やスイス、西独などの協力で実施されている。

さらに森林・土壌保全省が推進している共有林(Community Forests)プロジェクトは、Panchayat(村落自治体組織)による住民参加の下で事業がすすめられている。

2) 技術的保全対策

作物栽培＝家畜＝森林（草地）の有機的結合を基本とした技術対策でなければネパールの土壌保全は全きを得ないであろう。

少くとも丘陵での作物栽培は農民の長年の経験と工夫とによって確固とした作付体系の下で行なわれている。その意味でトウモロコシ、ソコクビエを基幹作物とする作付体系自体には変更の余地はなさそうである。しかし改良栽培法（品種を含む）を慣行システムのなかに導入するには複雑な自然条件に適應した考慮が必要である。すなわち良質の堆厩肥づくり、マメ科作物の品種開発、被覆作物の選択、飼料木、果樹の苗木養成、テラス法面での飼料草の生産なども広く栽培管理の一環としてとらえるべきである。また家畜飼養については無秩序な放牧が自然草地の牧養力をはるかに超えている。このことが結果として耕地の生産力向上の阻害要因ともなっているの、広く土壌管理の見地からも輪換放牧が必要であろう。

耕地の保全対策では、段畑周辺の承水路、排水路など余剰水処理のための簡易な工事がまず必要である。

(2) タイにおける土壌侵蝕と保全対策の現状

ア 農業生産の概況

1) 自然条件

タイはビルマ国境からマレー半島へと連なる山脈を含む山岳地帯と、メナム河流域の平野及び東北部の大部分を占めるコラート準高原を含む平地帯とに大きく区分できる。

年間降雨量の80～90%が集中する雨季は5～10月、乾季は11～4月である。年降雨量はマレー半島部とシャム湾沿海地方を除き大体1,000～2,000mmの地帯が多いが、雨季間にしばしば現われる降雨の中断現象が作物栽培に大きな影響を与える。

土壌は腐植性グライ土壌が最も多く（13.3%）分布し、次いで灰色ポドゾル（9.2%）、沖積土壌（9.0%）が多い。

2) 農業地域区分

農業統計上は普通、北部、東北部、中央部及び南部の4地域（Region）に区分され、さらに地域は19の農業経済地区（Agro-Economic Zone）に細分される。またこれとは別に自然条件（降雨と土壌のタイプ）に基づいて11の農業生態地区（Agro-Ecological Zone）が設定されている。さらに土地開発局（Department of Land Development, 以下DLDと記す）が土壌侵蝕及び土壌・水保全の見地から、地形、土壌、気象及び植生に基づいて6のPhysiographic Regionを設定している。

3) 土地利用

国土総面積は51.4万Km²、このうち農用地が19.4万Km²（37.8%）、森林が16.9万Km²

(31.3%)となっている。農用地のうち水田は1,180万ha(60.6%),畑地は438万ha(22.6%)で全農用地の83.2%をこの両者で占めている。次いで果樹・樹木作物が183万ha(9.4%),野菜・花卉と草地はそれぞれ4.8万ha(0.2%),1.2万ha(0.6%)で極めて小面積にすぎない。

1963年センサス時にくらべると、水田の伸びは1.7倍、畑地のそれは3.0倍となっていて、畑地の対水田比率は1963年の27%から現在(1981)の38%へと上昇し、畑作のウエイトが相対的に高まっている。畑地の増加は専ら森林の伐採によるものであり、森林面積は1950年の2,991万haから現在(1981)の1,610万haへと30年間に半減した。畑作のとくに伸長の著しかった東北部では同年間に実に $\frac{1}{4}$ に激減している。

畑地の割合を地域別でみると、中央部、北部で高く、南部は極めて低い。

4) 作物生産の現況

地域別の主要作物の作付面積では、イネは東北部(450万ha)、北部(260万ha)、中央部(215万ha)の順となり、このうち二期作はほとんど中央部に集中している。

畑作物はその主産地が地域によって特化している。すなわちトウモロコシは北部(72万ha, 46%),キャッサバは東北部(76万ha, 60%),サトウキビは中央部(48万ha, 77%),マングビーンは北部(37万ha, 75%),ソルガムは北部(13万ha, 48%)と中央部(13万ha, 48%)にそれぞれ集中している。またダイズとラッカセイは北部(85%)に、ケナフは東北部(100%)が独占している。

畑作物の収量(Kg/ha)は全般的にみて東北部が低く、北部で高い。東北部の収量の低いのは主として灰色ボドゾルや腐植性グライ土壌のような本来生産力の低い土壌の分布の多いことによる。

最近8年間の収量(平均値)は、ダイズとワタの2作物のみが基準年(1973/74)を上回り、トウモロコシ、キャッサバ、ケナフは横ばいか下降気味であり、ソルガム、マングビーン、サトウキビは明かに低下している。

イ 土壌侵蝕の現況

1) 土壌の性質と侵蝕

土壌の受蝕性(Erodibility)は降雨による土壌の流失の受け易さを表わすもので、土壌の性質そのものにかかわっている。

DLDでは受蝕性を決定する方法として、米国のUSLE(Universal Soil Loss Equation)で用いられているK-valueを採用している。その結果によると最も多いのはK-valueが0.21~0.30のもので中央部の土壌はほとんどこれに含まれる。しかしDLDは最近土壌の分析結果によって独自のK-valueの決定法を提示している。また土壌保全計画の基礎資料となる土壌侵蝕予察図を作成しているが、これによると東北部の畑地の侵蝕の著

しいこと、森林、ゴム園、果樹園、水田では侵蝕がかなり抑制されていることが分る。この予察図の作成にも USLE が用いられ、DLD でも若干の修正を加えている。

調査地区での土壌侵蝕状況についてはまずメナム河周辺の丘陵地である Phetchabun, Phitsanulok 地区の畑では、土壌は塩基に富む褐色森林土であり面状侵蝕が全般にみられる。山成りの新開墾地 (Khao Khor) の畑では土壌は赤黄色ポドゾル、赤褐色ラテライトで面状侵蝕が激しい。

また東南部の DLD のプロジェクト (Khaohinson, Doklai) 及び Rayong の土地開発センターの附近は粗粒質の灰色ポドゾルが分布している。土壌の透水性は比較的良好であるが、表面流去水によって流され易い土壌である。

乾季の水の確保と雨季の侵蝕防止のため、沈泥槽や草生水路の構築、テラシング、等高線栽培などが必要であり、また作物残査のマルチング、被覆作物も重要な対策である。

2) 現地調査地区の土壌侵蝕と保全

トウモロコシが基幹作物である Phetchabun ~ Lomsak 附近を中心とする丘陵地帯とキャッサバを主作物とする南東部の Chachoengsao, Rayong の波状丘陵地帯の 2 地区について調査した。ともに DLD のプロジェクト実施中の地区である。

まず土壌については、Phetchabun ~ Lomsak の丘陵地には赤黄色ポドゾル性土及び赤褐色ラテライト性が分布している。受蝕性は高く面状侵蝕が激しい。南東部では花崗岩に由来する灰色ポドゾル性土が分布し肥沃度が低い。

次にトウモロコシは平坦地を除きほとんどが単作であり、とくにその収穫あとには *Penisetum spp* (Communist grass) が猛烈に繁茂している。被覆作物やマルチングは一般の農家では全くといってよいほどみられないため侵蝕を助長している。南東部のキャッサバ地帯も農家圃場では保全上何らの対策もとられていない。

トウモロコシ、キャッサバとも DLD の圃場では米国式の保全技術が展示を兼ねて試験されているが、農家ではほとんどが上下耕か斜め耕であって、圃場はもとより、農道側溝の侵蝕が激しい。

ウ 土壌保全対策の現況

1) 行政組織とその活動

タイでは全国土面積のうち土壌侵蝕の程度が「中～極めて高い」にランクされる土地が 1,700 万 ha (全国土の 34%) もある。そして全流域からの沈泥は毎年 2,700 万トンと推定されている。

1963 年、政府は従来各省 (局) に分散していた土地関係の業務を統合して DLD を新設した。DLD の職員数は 3,300 名 (1982) である。DLD は現在第 5 次経済社会開発 5 ヶ年計画 (1982 ~ 1986) に沿い所掌業務を推進している。

土壌侵蝕及び土壌保全に関しては土壌・水保全管理部(Land and Water Conservation and Management Division, 以下LWCMと記す)が受持っている。LWCMの県(Province)レベルの組織としては26の土地開発センター(Land Development Center)と11の同ユニット(L. D. Unit)があり県レベルの関係政府機関と連携し、土地資源の情報センターとなるほか、土地の利用計画、土壌・水保全、土地改良に関する技術の普及、伝達を主な任務としている。

このほかLWCMの現場機関として23の土壌・水保全センター(Soil and Water Conservation Center)と同モバイルユニット(S. W. C. Mobil Unit)があり、現地に即した各種の保全技術につき調査、研究を実施している。主なセンターには研究員、保全普及員が配置されている。

さてDLDは現在、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の改良
- ② 土壌生産力向上のための有機物リサイクリング
- ③ 南部における塩類化及び酸性土壌の改良
- ④ 北部における土壌侵蝕防止
- ⑤ Tung Kula Ronghai の開発
- ⑥ 第1～第4陸軍管区におけるNational Securityの開発
- ⑦ Khaohinson 開発センター
- ⑧ Pikulthong 開発センター

またDLDはさし当たり(第5次5ヶ年計画期間)に前記1,700万haの侵蝕の著しい地帯のうち269万ha(41県)を選定して事業活動を行うこととしている。地域別では北部40万ha(11県)、東北部145万ha(5県)、中央部67万ha(10県)、南部17万ha(5県)である。

一方、DLDの業務遂行には技術者、施設装備、財政面で限界があるため世銀、USAID、オーストラリア政府の援助を受けている。

2) 技術的保全対策

作付体系の改善について現在奨励されているのは、間作ではヒマまたはゴマとトウモロコシ、2毛作ではトウモロコシ—トウモロコシ、トウモロコシ—マングビーン(またはダイズ、ワタ、ソルガム)、緑肥作物—トウモロコシの体系である。

土壌侵蝕を軽減するため雨季に被覆作物を導入することは極めて有効であり、DLDではその種子の生産、配布を実施している。しかし農家レベルへの普及は遅々としているようである。被覆作物では*Centrocema pobescens*, *Peraria phaseoloides*(クズ), *Calopogonium mocunoides*, *Macroptilium artropurium*などは試作結果からみても良好で

ある。

作物残渣などのマルチングは被覆作物と並んで栽培管理，土壤管理上有効な侵蝕防止法の一つであるが，これも被覆作物同様普及にみるべきものはない。

また土壤・水保全用樹木としてやせ地や乾燥にもよく耐え，しかも生長の速いものとして奨励されているのは，*Casuarina* spp.，*Acacia* spp.，*Eucalyptus* spp. などである。

次は土壤管理についてであるが，一般農家の土壤保全に対する意識は低く土壤管理はほとんど行なわれていないが，DLDがオーストラリアの技術協力で行なっている技術開発の試験によると，刈株マルチング，不耕起栽培の有効性は明かでありテラシング，等高線栽培の効果も著しい。また土壤管理に関係の深い施肥については土壤の性質（土性，PH，水分など）が類似したものを13のグループにまとめ，グループ毎に作物の施肥量を示した表が作成されている。土壤調査結果の実用場面への利用として注目される。

土壤侵蝕防止用の保全工については，Graded contour banks, Level banks 及び Check damの構築があり，Contour bankは3～10%の傾斜地では土壤の種類を問わないが，機械による耕起を行なわないのが原則である。人力耕起は侵蝕を激化することなく，土地利用の合理化と雑草の抑制の点でもよいと認められている。

また Check damはガリー侵蝕の拡大防止のために効果がある。

(3) 将来の技術協力に対する若干の提言

ア 畑作における問題の所在と技術協力

広範な畑作地帯を擁する熱帯～亜熱帯の開発途上国においては土壤侵蝕が年とともに激しさを加え，国によっては危機的様相を呈している。こんごの技術協力においては従来ほとんど土壤侵蝕が問題視されなかった水田部門に代わって畑作部門が増加する傾向がある。これまでのわが国の畑作技術協力においては，個別の作物の増産技術の分野に重点があり，それなりの成果はあげてきた。しかし今回の調査によってネパール，タイ両国とも作物生産量の増大は専ら作付面積の増加に依存しており，収量性での寄与はほとんどみられないことが判明した。この主な原因は作物生産の土台である土壤が侵蝕によって荒廃した結果と云ってよい。従ってこんごの技術協力に当っては土壤侵蝕の防止とその保全を主軸に置く必要がある。

イ 土壤保全に関する技術上の問題点

土壤侵蝕を防止しその保全を図る技術対策は，個別の技術分野が脈絡なしに対応するだけでは効果があがらず，総合的有機的な対応が要請される。

ネパールではとくに丘陵のトゥモロコシ，シコクビエを基幹作物とする段畑地帯が危

機の様相を呈している。一方農業システムは家畜と森林との緊密な結合によって成立しているという特徴がある。従って技術上の問題は広範にわたり、栽培改善のみならず、家畜飼養管理、森林・草地の回復をも含めた技術対策が必要であって、これらに関する調査・研究は一段と強化されねばならない。

これに対しタイでは森林の回復はネパールと軌を一にするが、家畜との関係は土壤保全上重視する必要はない。また急傾斜畑作地帯は山岳地方の一部に限られるため土壤保全の重点は専ら波状丘陵地にある。そしてこれに対応する技術のメニューはかなり蓄積されているが、トウモロコシ、キャッサバを基幹作物とする畑作地帯では被覆作物、マルチングを含む作付体系の改善が必要である。農法としては等高線耕作が主軸となる。機械耕起が普遍化している現状から上下耕は適切ではない。

ウ 調査結果の汎用性

ネパール、タイ両国とも米国の土壤保全事業のシステムの影響が強く、各種の保全対策もこれにならっているため、米国の協力を受けている開発途上国にも今回の調査結果は共通するところが多い。しかし熱帯降雨林や乾燥地帯では異なった対策も当然ある筈であるから、わが国の協力に当ってはこれら地帯への調査も進めておく必要がある。

エ 技術協力の受入れ能力とわが国の協力方法

タイは土壤保全に関する体制（行政及び試験研究面）も整備され関連資料も豊富である。従って機材供与、資金協力を主とした多様な協力方法が考えられるが、ネパールは海外諸機関による基礎資料はかなり整えられているものの、土壤保全に関する体制はタイに比べると格段の差がうかがわれる。従って協力方法も具体的な地区を選定しここに各分野の保全技術を試行的に投入し、その結果を踏まえた上で、逐次機材や資金の供与を行なうという2段階構えの方法がよいと考えられる。

第2章 ネパールにおける土壌侵蝕と 保全対策の現状

第2章 ネパールにおける土壌侵蝕と保全対策の現状

目 次

2-1 ネパールの農業生産の概況	15
2-1-1 自然条件	15
ア. 地 形	15
イ. 気 象	16
(1) 気 温	16
(2) 降 雨	16
ウ. 土 壌	20
エ. 植 生	20
2-1-2 農業地域区分	21
ア. テ ラ イ	23
イ. 丘 陵	23
ウ. 山 地	23
2-1-3 土地 利用	23
2-1-4 作物生産の現況	25
ア. テ ラ イ	25
イ. 丘 陵	25
ウ. 山 地	26
エ. 穀物生産の地域差	26
オ. 地域別主要作物の作付面積, 収量, 生産量	26
カ. 主要作物の生産の推移	29
キ. 主要作物の栽培状況	30
(1) イ ネ	30
(2) 畑 作 物	30
1) トウモロコシ	31
2) コ ム ギ	31
3) シコクビエ	31
4) その他の畑作物	31
2-1-5 作付体系	32

ア、かんがい地帯	32
イ、無かんがい地帯	32
2-1-6 農業と家畜との関係	34
ア、反すう家畜の飼料構造	34
イ、飼料木	38
2-2 ネパールの土壌侵蝕の現況	40
2-2-1 土壌の性質と侵蝕	40
ア、土壌とその受蝕性	40
イ、土壌侵蝕の予察	43
2-2-2 現地調査地区の土壌侵蝕と保全	45
ア、Jiri 地区	45
イ、Dhulinkhel 地区	47
ウ、Daman 地区	48
エ、Thulo Khapala 村	48
オ、Kuseswa Damja 村	48
2-3 ネパールの土壌保全対策の現況	50
2-3-1 行政組織とその活動	50
ア、行政組織の整備と任務	50
イ、土壌保全・流域管理局の活動	51
2-3-2 技術的保全対策	54
ア、栽培管理	54
イ、土壌管理	58
ウ、保全工	60

第2章 ネパールにおける土壌侵蝕と保全対策の現状

ネパールは、北は Himalaya 山脈を境として中国（チベット）に、東はシッキム、西及び南はインドにそれぞれ境を接し、北緯 26～27 度、東経 80～88 度に位置する。全国土面積は 14.1 万 km^2 、人口約 1,340 万人（1980）で、その約 90% が農業人口である。

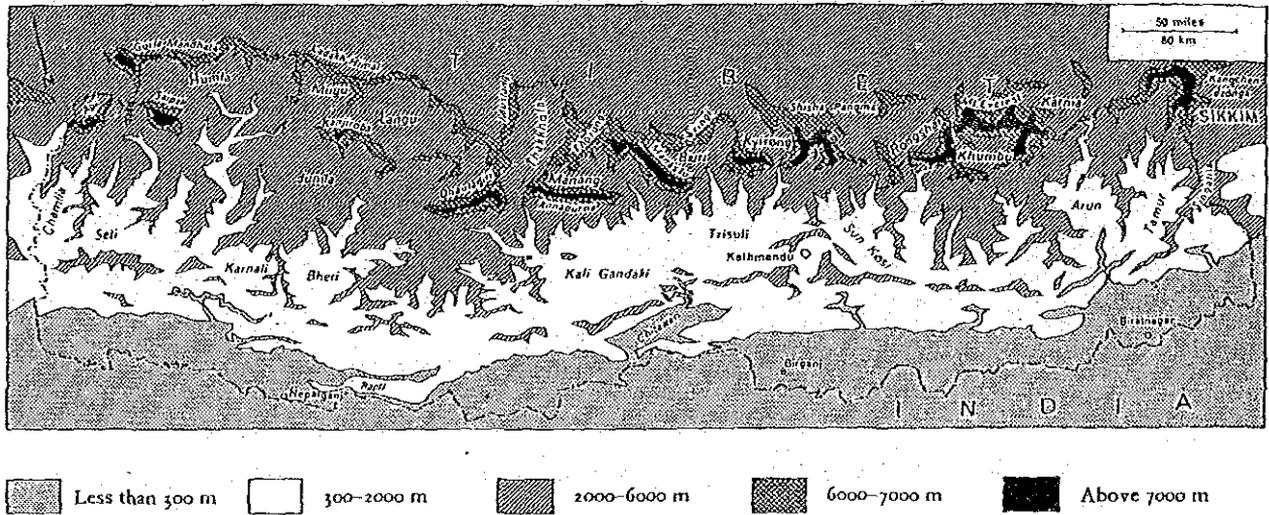
2-1 ネパール農業生産の概況

2-1-1 自然条件

ア 地形

インド平原に連なる海拔 300 m 以下の熱帯低地から 7,000～8,000 m に達する Himalaya 山脈の永久氷雪地帯へと、この間南北僅かに 150～250 km にすぎない。遠くチベット高原に源をもつ 3 大河川（Gandaki, Kosi, Karnali）は東西に走る山脈をぬって多くの支流を伴い、最後はインド平原に向かい南下するため地勢は極めて複雑である（図 2-1）。

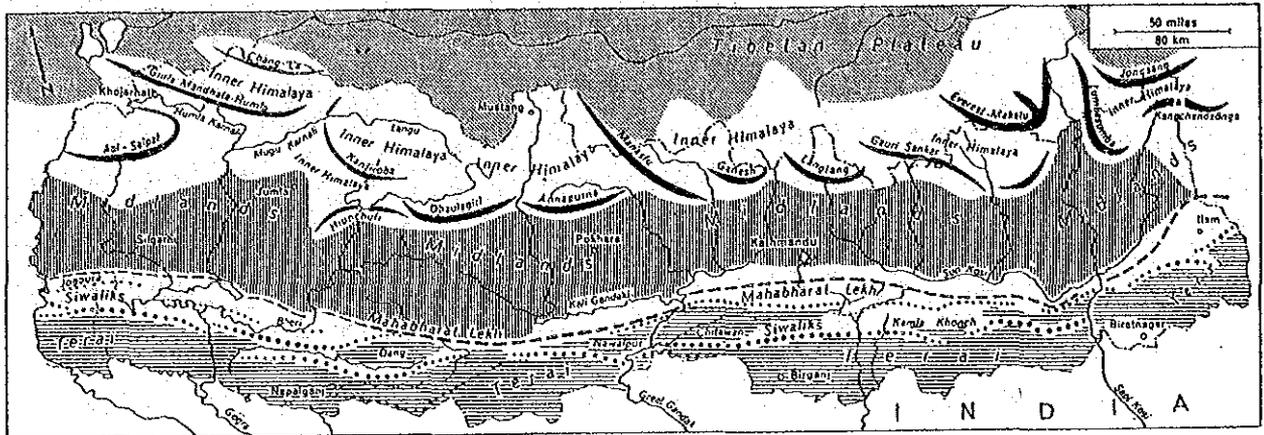
図 2-1 Hypsographic Map



出所：Hagen T. (1959) Nepal

標高別の国土面積の割合をみると、300 m 以下、300～1,000 m、1,000～3,000 m、3,000～5,000 m、5,000 m 以上はそれぞれ 20, 22, 33, 19, 6% となっていて、1,000～3,000 m が全体の 52% を占めている。ネパールが山国といわれる所似である。また、図 2-2 のように山脈はいずれも国土を東西に走る。すなわち北から Himalaya 山脈、Mahabharat Lekh 及び Siwaliks の両山系がこれである。Mahabharat 山系は平均高度 3,000 m で南斜面は北斜面よりも一般に急峻である。Siwalik 山系は平均

図2-2 The Natural Regions



出所：図2-1と同じ

高度1,000 m程度である。

Siwalik山系以南、インド国境までの低標高地帯はテライ (Terai)、Mahabharat 山系から Himalaya 南斜面に至る地帯は丘陵地帯 (Hill, またはMidland)、これより北方の Greater Himalaya、Inner Himalaya 及びチベット国境山岳地帯 (Tibetan Marginal Mountains) は山岳地帯 (Mountain) と、地形によって国土は大きく3つに分かれる。

イ 気 象

(1) 気 温

前節で述べたように、標高差が極めて大きいため気温分布は著しく複雑である。標高が高くなるに従って当然気温は低下するが、一般に1月が最低、3月から急上昇して6~7月に最高となり、10月から急低下する。代表的地点での平均気温は、表2-1のとおりである。

テライ及び丘陵地帯では、東部から西部に向かって気温は高くなる。

(2) 降 雨

ネパールは典型的なアジアモンスーン地帯で、農業は全面的に夏のモンスーンに依存している。表2-2に示すように、6~10月が雨季で年間降雨量の80~90%がこの期間に集中し、11~5月が乾季となる。

全国土の年間降雨量の分布は図2-3のようであり、テライは2,000~2,500 mmであって東部から西部にかけて減少し1,500 mm以下になる。丘陵地帯では500~4,500

表2-1 代表的地点における月別気温(°C)

測定地	区分	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	最高(低)値
		Biratnagar	Max	23.3	25.8	31.4	33.8	32.9	32.4	31.6	31.9	31.0	31.1	28.6
	Min	9.6	10.2	14.9	20.5	22.6	24.9	24.0	24.0	23.0	20.1	12.7	7.7	0.0
	Mean	16.5	18.0	23.2	27.2	27.8	28.7	27.8	28.0	27.0	25.6	20.7	16.3	
	Max	16.2	18.0	23.0	24.7	24.5	24.8	25.1	26.0	25.1	24.6	21.2	17.6	--
Ilam	Min	8.5	10.4	14.2	16.0	16.5	17.6	18.1	18.5	17.2	15.9	11.6	8.3	0.5
	Mean	12.4	14.2	18.6	20.4	20.5	21.2	21.6	22.3	21.2	20.3	16.4	13.0	
	Max	18.6	20.8	24.8	28.2	29.5	28.9	27.7	27.7	27.4	26.6	23.1	20.0	36.6
Kathmandu	Min	1.5	3.1	6.6	10.4	14.1	17.8	18.8	18.6	17.1	12.4	6.5	2.2	-3.3
	Mean	10.1	12.0	15.7	19.3	21.8	23.4	23.3	23.2	22.3	19.5	14.8	11.1	
	Max	18.7	21.1	26.3	29.8	29.6	29.6	29.1	29.0	27.8	25.6	22.9	19.5	37.4
Pokhara	Min	6.4	8.0	12.0	15.3	17.9	19.9	20.9	21.0	20.2	16.7	10.8	7.1	1.8
	Mean	12.6	14.6	19.2	22.6	23.8	24.8	25.0	25.0	24.0	21.2	16.9	13.3	
	Max	13.4	15.2	19.0	21.8	22.4	22.8	22.6	22.7	21.9	20.0	16.6	14.3	28.5
Jiri	Min	-0.4	0.8	4.3	8.4	12.1	16.1	16.9	16.6	15.0	10.0	4.1	0.5	-7.0
	Mean	6.5	8.0	11.7	15.1	17.3	19.5	19.8	19.7	18.5	15.0	10.4	7.4	

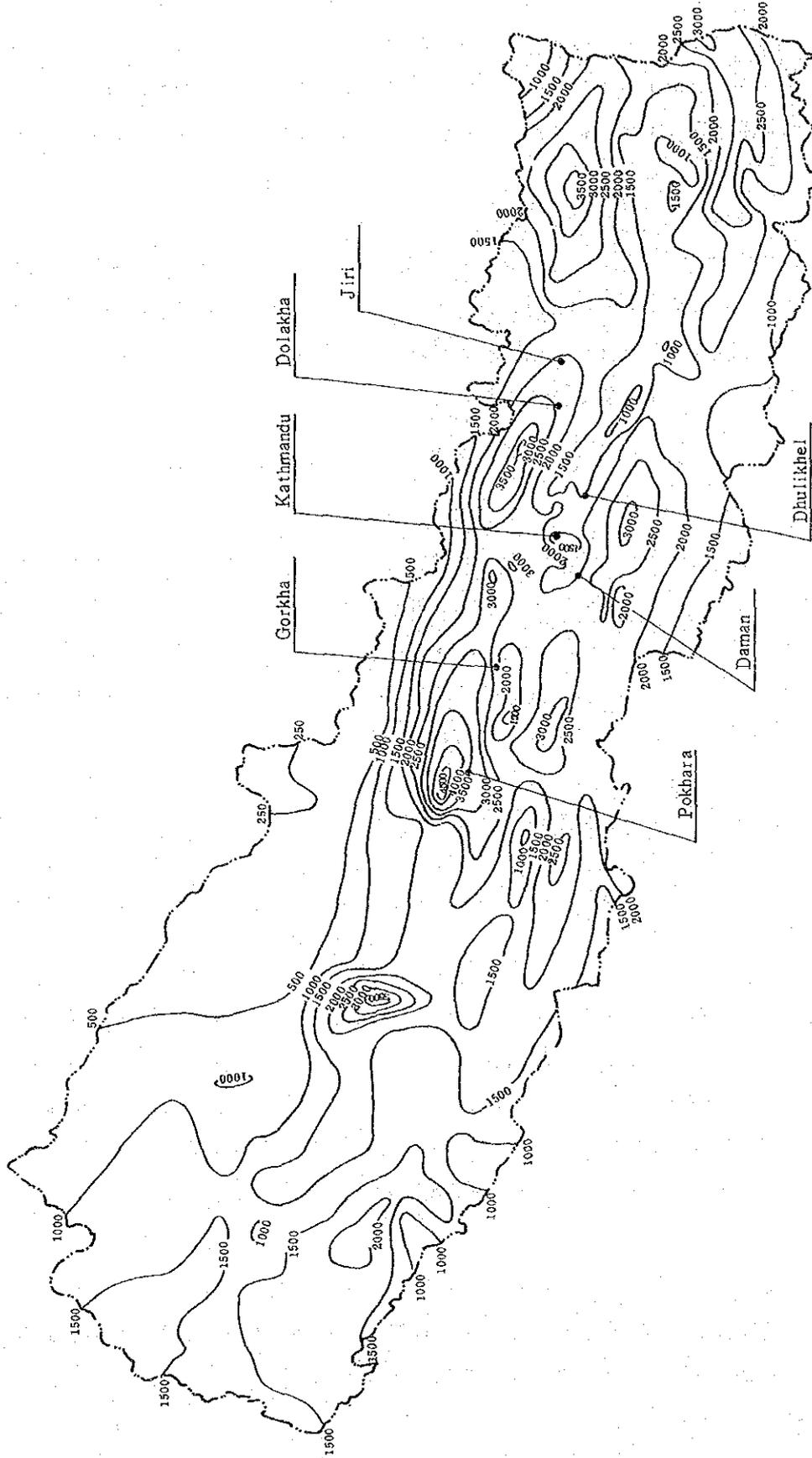
出所: Department of Irrigation, Hydrology and Meteorology (1961~1975)

表 2-2 代表的地点における月別降雨量 (mm)

区分 測定地	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計	6~10月 %	
Biratnagar	14	10	14	60	115	434	500	336	293	107	6	0	1889	1670	88.4
Ilam	10	8	18	62	139	321	463	280	215	81	8	2	1607	1499	93.3
Kathmandu	18	21	33	54	83	270	383	338	160	62	7	2	1431	1213	84.8
Pokhara	26	25	50	87	292	569	809	705	581	224	19	1	3388	2888	85.2
Jiri	18	20	47	71	139	381	599	605	337	93	15	3	2328	2015	86.6
Jomson	20	18	23	15	11	17	41	54	35	37	2	2	275	184	66.9
Lumle	28	45	52	104	318	902	1522	1339	932	294	23	2	5561	4989	89.7
Janakpur	9	11	19	34	36	286	328	236	177	56	2	0	1194	1083	90.7

出所 : Department of Irrigation, Hydrology and Meteorology (1961~1975)

图 2-3 年降雨量 (mm) 分布 (1971~76)



出所: Nepal; Atlas of Economic Development (1980)

mmと差異は極めて大きい。これは山脈の風上（南側）で降雨量が多く、風下（北側）では極端に少ないためでもある。西部で降雨量が減少するのはテライと同じである。山岳地帯では東部に比べて西部はとくに降雨量の減少が目立つ。西部のMustangでは250mmで全国で最も少ない。これらの寡雨地帯はHimalaya山脈によるrain shadow effectによるものである。

ウ 土 壤

地帯別の土壌は大要表2-3のとおりであり、テライは肥沃な沖積土壌、内陸テライは鉄分の多い砂質土壌、Kathmandu, Pokharaなどの盆地は湖成水積土、丘陵地帯は洪積土壌で酸性もかなり強く、肥沃度も低い上に傾斜地が多く侵蝕もうけ易い。山岳地帯は土壌は浅く岩石に富み急傾斜地が多い。

表2-3 土 壤 の 種 類

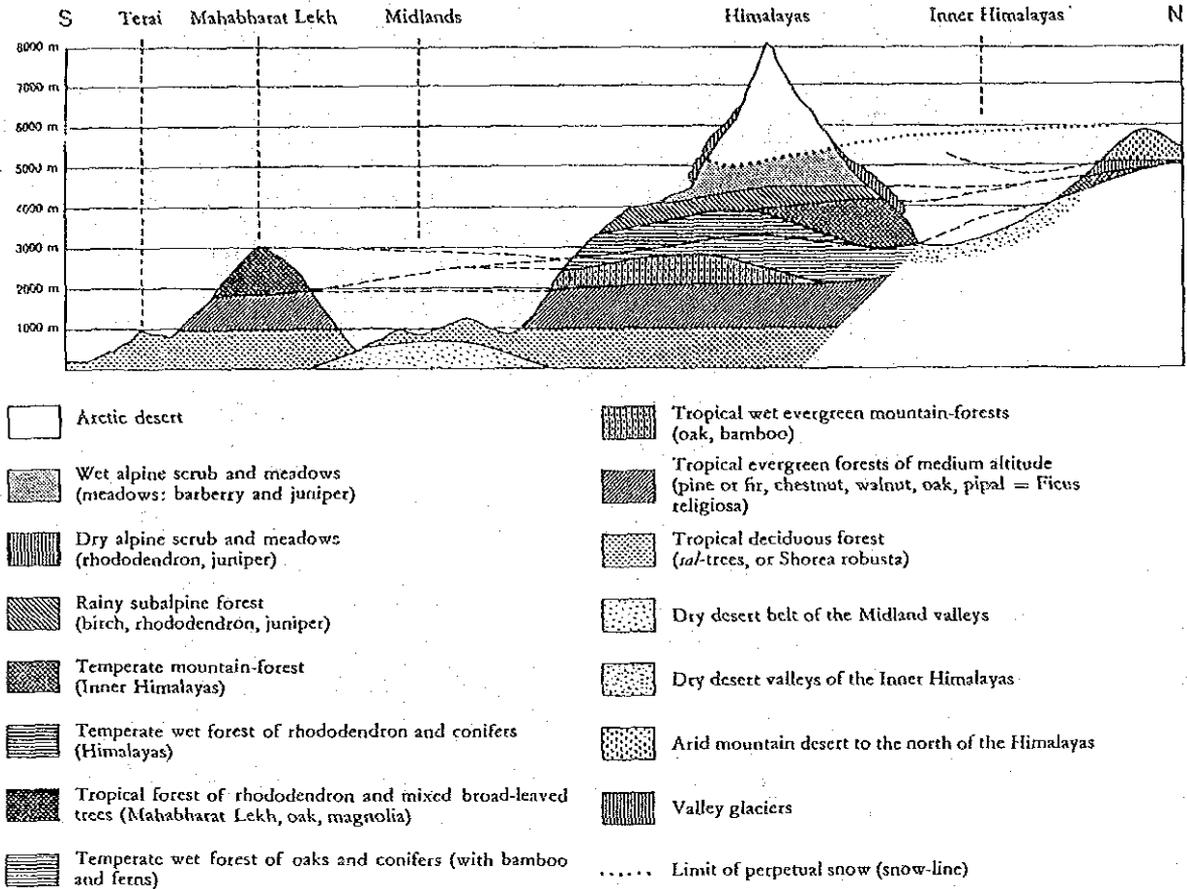
地 帯	種 類	土 壤 反 応
テ ラ イ	sandy loam ~ clay loam, silt loam silty clay loam, silty clay	適度の酸性~ 中性~ややアルカリ
内 陸 テ ラ イ (河川盆地) (150~800m)	sandy loam, loam, silt loam	適度の酸性~中性
Siwalik山系 (300~2,000m)	loamy sand ~ sandy loam	適度の酸性~中性
丘 陵 地 帯 (300~1,500m)	loam ~ silty clay loam	強酸性~弱酸性
河 川 谷 (300~1,400m)	sandy loam ~ silty clay, clay	強酸~中性
山 岳 地 帯 (1,500~5,000m)	shallow, stony and rocky	

出所：Nepal ; Atlas of Economic Development (1980)

エ 植 生

標高、気温、土壌の相違によって植生も著しく異なっている。テライからInner Himalayaまでの植生分布は、図2-4の如くである。

図2-4 Diagram Chart of the Cross-section of the Vegetation



出所：図2-1と同じ

2-1-2 農業地域区分

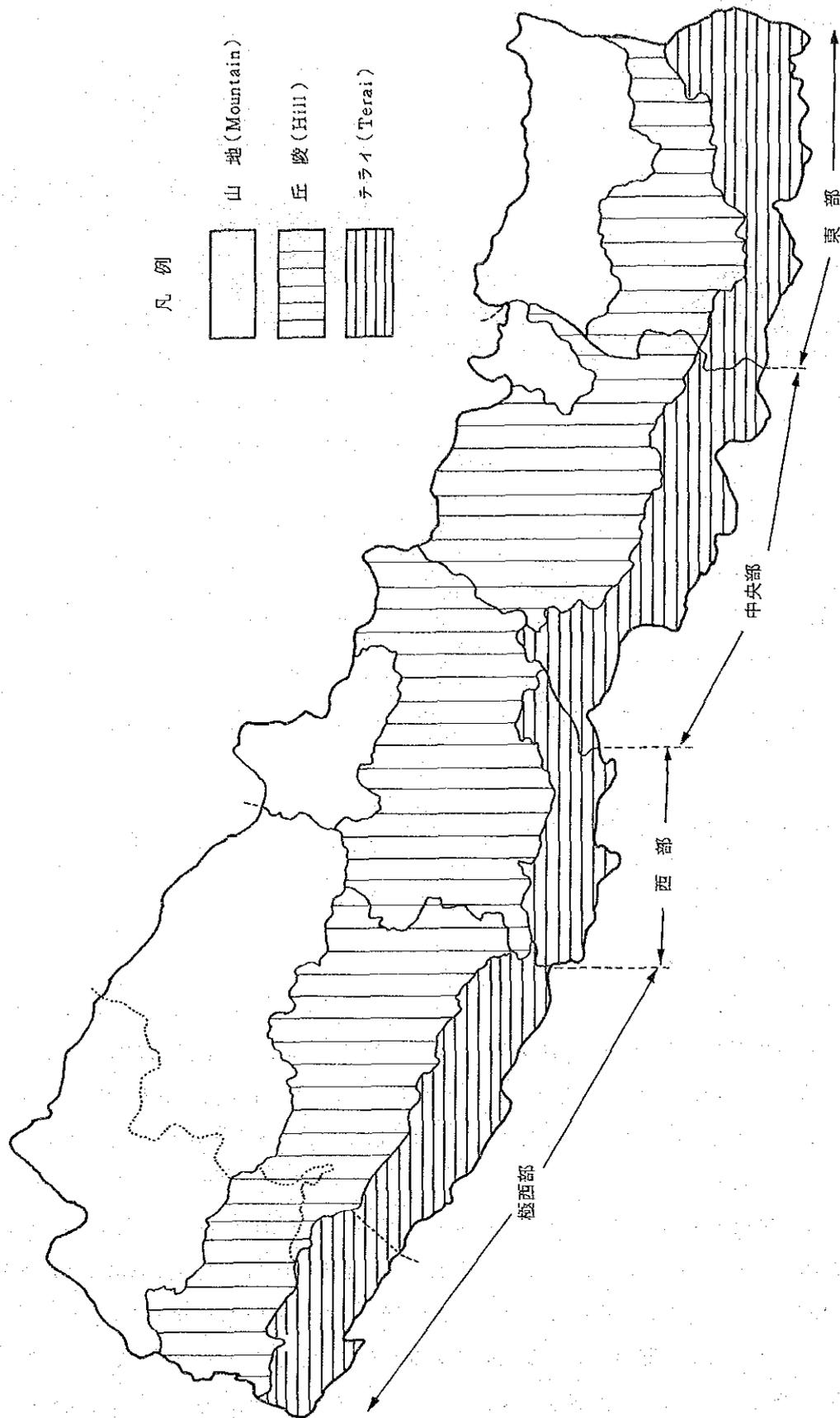
ネパールの農業統計では、図2-5のように4つの開発地域 (Development Region) と3つの生態地域 (Ecological Region) に区分されている。前者は東部 (Eastern)、中央部 (Central)、西部 (Western)、極西部^{注)} (Far Western) に、後者はテライ、丘陵及び山地である。そして、全土は14の県 (Zone) 75の郡 (District) に区分されている。(附表2-1)

4つの開発地域のセンターは、Dhankuta (東部)、Kathmandu (中央部)、Pokhara (西部)、Surkhet (極西部) となっており、各地域の面積と人口比率は全国のそれぞれ19%-24%、19%-33%、20%-21%、42%-21%となっている。

さて、農業上は上記の生態地域区分によるのが最も理解し易い。

注) 最近 (1981) 極西部は2分されて、中西部 (Mid Western) が加わったので、全体で5つの開発地域となった (Statistical Pocket Book, 1982による)。

図 2-5 開発地域・生態地域区分



出所：Nepal ; Atlas of Economic Development (1980)

注) 極西部の点線は中西部(1981)との境界

ア テライ

テライは全国土面積の17%を占め、おおむね標高は300m以下の地域で、とくにインド国境沿いは60m以下の熱帯である。肥沃は沖積土壌のため経済的には重要な地域となっていて、全耕地の62%を占め、全農産物の2/3を産出する。テライの低地部に接する地域を内陸テライ (Inner Terai) と称しているが、この地域は Siwalik 山系及び Mahabharat 山系にはさまれた河川盆地である (図2-2参照)。

イ 丘陵

テライの北方に接し、全国土面積の68%を占める。標高は300~3,000mと巾が広く、全耕地の38%、全人口の実に65%がこの地域に集中する。比較的低標高の緩傾斜面ではテラス耕作が行われ、高標高の急斜面は森林である。家畜、園芸もこの地域では重要な地位を占めている。作物も亜熱帯~温帯気候によって極めて多様である。

ウ 山地

山地は全国土面積の15%を占める。内部ヒマラヤは3,000~6,000mで "Bhot Region" と称され、乾燥していて作物生産は極めて僅かであり、専ら遊牧が行われている。雪線は5,000m附近である。テライとは気候、雨量、土壌などの自然条件で全く対称的な地域で、冷温帯~寒帯である。

2-1-3 土地利用

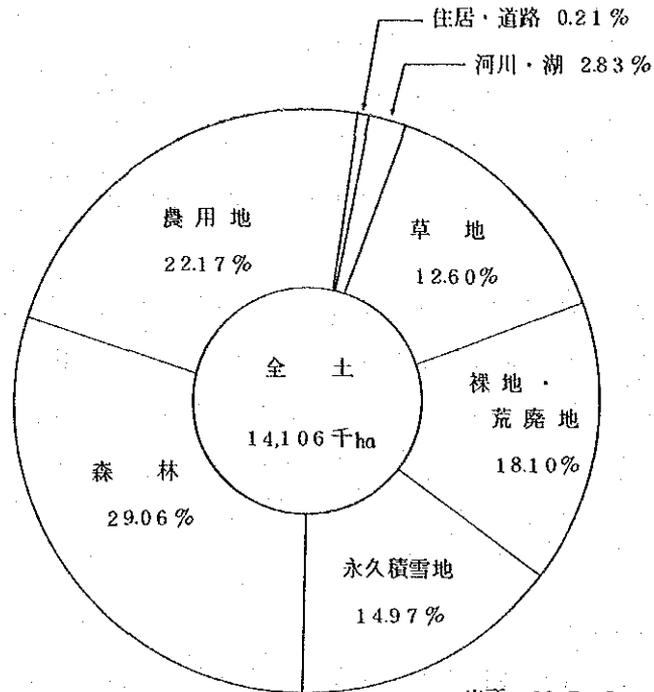
ネパールの土地利用は図2-6及び表2-4のとおりである。農耕地は313万haで全国土の22.2%、森林は410万ha、29.1%、草地在176万ha、12.7%となっているが、荒廃地・裸地が255万ha、18%、永久積雪地が211万ha、15%もあって、これら農耕不適地が33%と全土の約1/3を占めている。

これを1975年の状況と比較すると、森林は72万haと大巾に減少し、農耕地は80万haも増加している。年率では前者は1.7%の減、後者は2.7%の増になる。因みにこの間の人口増加は年率2.3%である。

農耕地313万haのうち62%がテライに、38%が丘陵地域にあるが、増加する農耕地は限界 (marginal) の急傾斜地へと追いつめられている。丘陵地帯の大部分とくに東部では、植生が潰滅に近く、地質学的に不適な傾斜地にもテラス化がすすんでいる。

一方、森林は焼畑 (Shifting cultivation)、燃料用薪、家畜飼料の増大という圧力の下に減少を続けている。各生態地域の森林面積はテライ18%、Siwalik山系では66%、中央部の丘陵地帯では28%となっているが、それらの大部分は急傾斜地や、寺院周辺に限定されている。移行地域 (Transition zone) ではなお48%の森林が残され

図 2-6 ネパールの土地利用



出所：M. D. Joshi, Environment of Nepal (1981) より作成

表 2-4 1975年と1980年の土地利用の比較

利用区分	1975		1980		備 考
	面積 (ha)	%	面積 (ha)	%	
森 林	4,823,000	34.20	4,099,700	29.06	① 5ヶ年で森林は723,300 haの減 (1年で145,000 ha) ② 農地は800,900 haの増 (1年で160,200 ha) ③ 人口は年率2.3%の増
農 地	2,326,000	16.49	3,126,900	22.17	
草 地	1,785,700	12.66	1,785,700	12.66	
河 川	400,000	2.83	400,000	2.83	
住居・道路	30,000	0.21	30,000	0.21	
裸地・荒地	2,629,100	18.64	2,551,500	18.10	
永久積雪地	2,112,100	14.97	2,112,100	14.97	
計	14,105,900	100.00	14,105,900	100.00	

出所：M. D. Joshi, Environment of Nepal (1981) による

ているものの、これは全土の森林面積の僅か 3%にすぎない。

森林の著しい減少を東部テライの場合についてみると、1952~1972年の間に1/2近くになり、人口は約2倍に増加している(表2-5)。因みに東部テライでは1928年に258,300haであったと記録されているが、1954年には179,000haに減少し、1972年には83,000haとなった。40年余りの間に80%近くの減少である。

現在400万haの森林総面積もこのままの速度で減少続けるとすれば、丘陵地帯では1990年に、テライでも今世紀末には森林は全く消滅するといわれている。

表2-5 東部テライにおける森林の減少と人口増
(1952~1972)

郡 (District)	森林面積 (ha)			人口		
	1954	1972	減	1952	1971	増
Siraha	12,308	7,976	4,332	176,915	302,304	125,389
Saptari	13,036	12,105	931	254,658	312,564	57,907
Morang Sungaru	93,279	48,543	44,736	228,952	524,991	296,039
Jhapa	60,526	14,372	46,154	80,252	247,698	167,446
計	179,149	82,996	96,153	740,771	1,387,558	676,781

出所：表2-4に同じ

2-1-4 作物生産の現況

ア テライ

テライはネパールの穀倉とも称されている重要な農業地帯であり、穀物生産は全国の60%以上を占める。とくに東部テライは全国第1位の生産力を持ち、米は全国生産の1/2以上、サトウキビ55%、ジュート95%、タバコ80%などとなっている。

内陸テライも oil seeds は全国の40%を産出する。

イ 丘陵

中央部丘陵は集約的農業の行われるカトマンズ盆地を含む。丘陵の作物ではトウモロコシがトップを占めるが、コムギ、シコクビエも多い。イネは河川谷とテラスに、トウモロコシは傾斜畑に多い。カトマンズ盆地では二毛作が普通で三毛作もみられる。収量も全国平均よりも高い。

ウ 山 地

穀物生産は全国の僅か2%程度にすぎないが、地形、気象条件も複雑なため栽培様式も多様である。たとえば、Ganesh Himal の渓谷では河川谷底でイネ、やや高い所はトウモロコシ、さらに森林限界まではバレイショが作付される。

エ 穀物生産の地域差

穀物の生産はテライに集中しているため、各生態地域の人口1人当たり穀物生産量は当然大差がある。表2-6はこの間の事情を示すものである。1人当たり穀物生産量は郡によって異なるが、最高はBardiya(テライ極西部)の826Kg、最低はKalikot(山地極西部)の75Kgである。

また、全国平均1人当たり302Kgに対し、テライは487Kg、丘陵は194Kg、山地は158Kgとなっており、交通手段の不備もあって、丘陵、山地では季節的な食糧不足が恒常化している。

表2-6 人口1人当たりの穀物生産量^{注)}(Kg, 1971)

	東 部	中 央 部	西 部	極 西 部	全 国
テ ラ イ	457.7	435.1	566.5	614.7	486.5
丘 陵	204.6	219.6	184.9	163.4	193.5
山 岳	145.8	147.7	371.2	165.1	158.1
全 国	322.3	311.8	285.4	278.3	301.6

出所：Nepal ; Atlas of Economic Development (1980)

注) イネ、トウモロコシ、コムギ、オオムギ、シコクビエ

オ 地域別主要作物の作付面積、収量、生産量

生態地域別の主要作物の生産の状況(1977/78)は表2-7の如くである。イネが第1位で126万ha、次いでトウモロコシ45万ha、コムギ37万ha、シコクビエ12万ha、オオムギ2.6万ha、この4種類を食糧穀物とすると合計で223万haとなる。

このほかバレイショ5万ha、油脂作物のoil seedsが13万ha、サトウキビ、ジュートはともに3万ha前後である。種類の多いマメ類は統計には記載がない。

これら作物について地域別の作付割合をみると、図2-7のようである。テライではイネ(80%)、コムギ(66%)、サトウキビ(92%)、oil seeds(78%)、タバコ(95%)が多く、丘陵ではトウモロコシ(61%)、シコクビエ(71%)、バレイショ(59%)が多い。山地ではオオムギ(37%)とバレイショ(23%)が目立つぐらいである。各地域に普

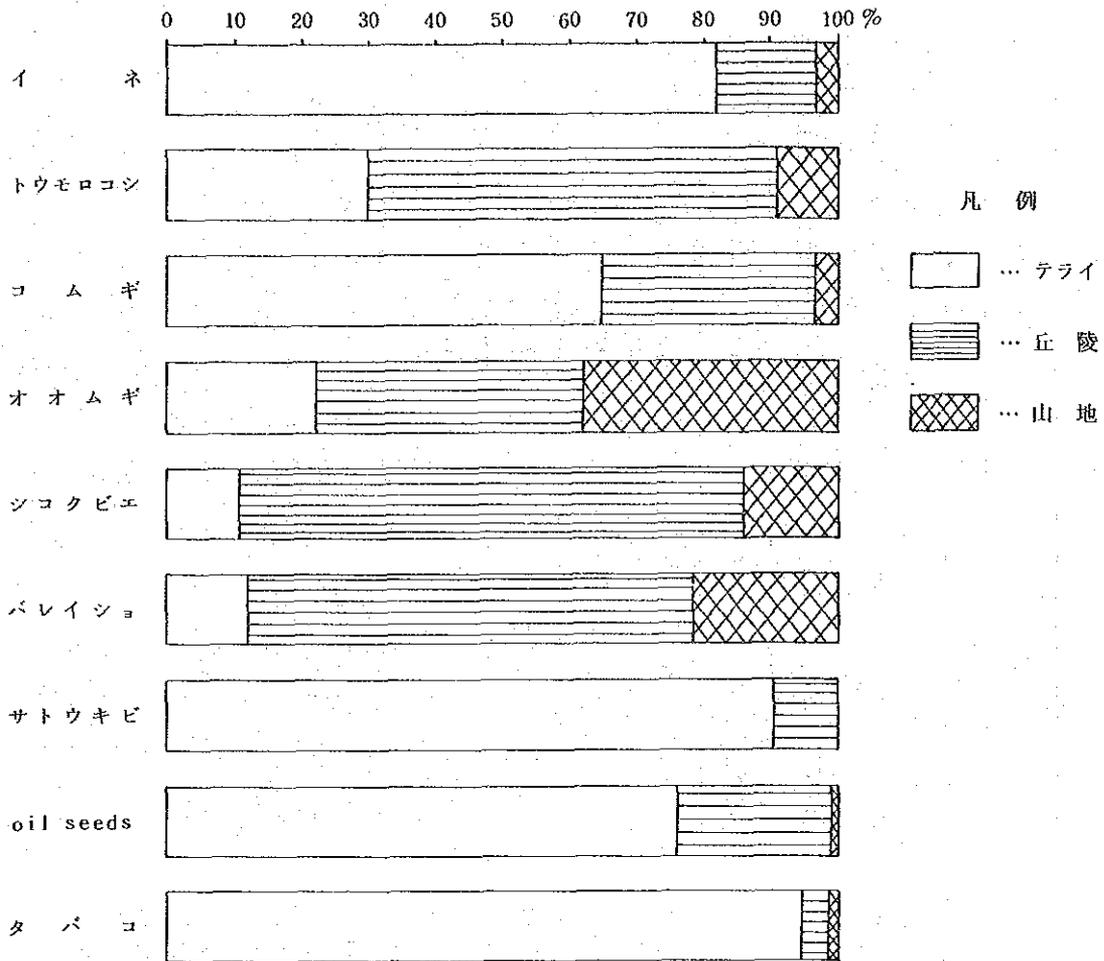
表 2-7 主要作物の生態地域別作付面積(1,000ha), 生産量(1,000トン), 収量(Kg/ha)(1977/78)

作物	テ			ラ			イ			丘陵			山			地			計(平均)			
	面積	生産量	収量	面積	生産量	収量	面積	生産量	収量	面積	生産量	収量	面積	生産量	収量	面積	生産量	収量	面積	生産量	収量	
イ	1,033.9	1,752.8	1,690	2,028	4,737	2,730	27.3	55.9	2,050	1,264.0	2,282.4	1,800										
トウモロコシ	130.4	219.1	1,680	273.0	4,523	1,660	41.5	69.1	1,660	4,449	7,405	1,660										
コムギ	2,420	2,655	1,100	110.9	1,342	1,190	13.3	11.6	870	3,662	4,113	1,120										
オオムギ	6.0	4.3	710	10.2	9.9	970	9.3	8.2	880	255	22.4	880										
シロクビユ	18.9	17.6	930	85.9	93.1	1,080	16.3	18.8	1,150	1,211	1,295	1,070										
バレイショ	8.6	53.3	6,200	29.6	157.2	5,310	12.2	60.6	4,970	50.4	271.1	5,380										
サトウキビ	21.0	360.0	17,140	1.8	26.0	14,440	-	0.9	-	22.8	38,690	16,970										
oil seed	103.1	63.5	620	28.7	14.4	500	1.3	0.5	380	1,331	78.4	590										
タバコ	7.6	5.8	760	0.3	0.2	670	0.1	-	-	8.0	6.0	750										
ジュート*	31.5	38.5	1,220	1.6	1.6	1,000	-	-	-	33.1	40.1	1,210										

出所: Hard Book of Agricultural Statistics of Nepal (1978)

* 1973/74 の数値

図2-7 主要作物の生態地域別作付面積割合(%, 1977/78)



出所: 表2-7より作成

遍的にみられるのはオオムギである。

このように生態地域によって leading crop が明瞭に認められるのは、標高に伴う気温、降雨量、かんがいの有無など各般の条件によるものである。

なお、表2-7によるとテライの土地生産性は必ずしも高いとはいえない。たとえば、イネは丘陵(2,730Kg/ha)が最高を示し、テライ(1,690Kg/ha)は山地(2,050Kg/ha)にも及ばない。コムギも丘陵(1,190Kg/ha)はテライ(1,100Kg/ha)にややまさっている。オオムギ、ショクベエについても同様の傾向がみられる。これは主として栽培技術の集約度によるものであろう。

カ 主要作物の生産の推移

1967/68~1977/78年の主要作物の作付面積と生産量の推移（附表2-2, 2-3）はどうであったか。この10年間で増加の著しかった作物はコムギの約2倍であり、とくにテライでの増加が大きい（2.5倍）。イネは丘陵での伸び（1.2倍）がテライを上回っている。シコクビエも丘陵で増加（1.2倍）し、パレイショも同様（1.3倍）である。サトウキビ（2.3倍）とoil seeds（1.4倍）はテライでの増加が目立つ。

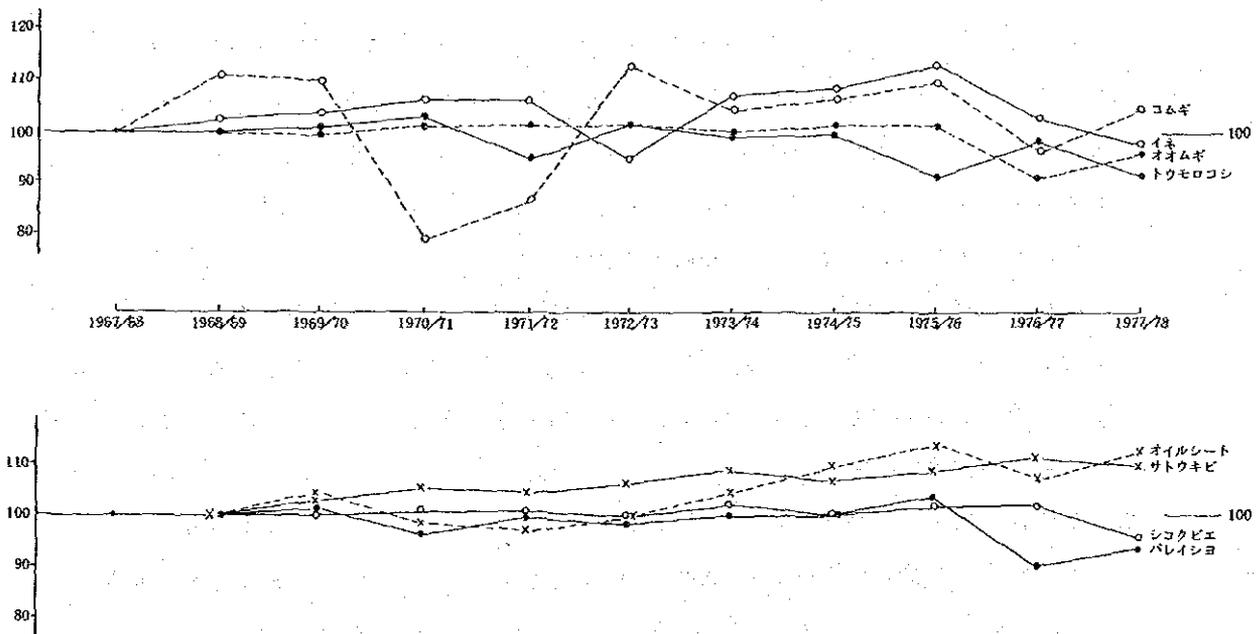
穀類全体（5作物）では、作付面積は1967/68年の189万haに対し1977/78年は222万haであるから伸び率は118%となり、生産量では同様に321万トンに対し359万トンであるから伸び率は112%となる。

収量については図2-8に示したように、コムギが年次による差が比較的大きいが、その他の作物は変異が少ない。収量が上昇しているのはサトウキビとoil seedsぐらいのもので、トウモロコシはむしろ下降気味といえる。

次に生産量、作付面積及び収量の相互関係はどうかというと表2-8の如くである。

これによると、イネ、サトウキビ及びoil seedsの3作物の生産量の増加は面積増のみでなく、収量の増加もある程度寄与しているとみてよいが、コムギ、シコクビエ及びパレイショの3作物の生産量増加は専ら面積増に依存し、コムギは面積増にもかかわらず収量減によって、生産量は横ばいになっているといえる。

図2-8 主要作物の年次別の収量の変異（1967/68を100とした指数）



出所：表2-7に同じ

表 2-8 主要作物の生産量，作付面積及び収量の相互関係

	生産量	作付面積	収量	
イネ	115	108	104	出所：表 2-7 に同じ
トウモロコシ	99	107	98	注) 1. 生産量，作付面積は 1967/68 ~ 1969/70 の 3 年平均を 100 と した 1975/76 ~ 1977/78 の 3 年 平均の比率
コムギ	165	167	102	
オオムギ	100	100	100	
シコクビエ	115	115	100	2. 収量は 1967/68 を 100 とした 1968/69 ~ 1977/78 の 10 年平 均の比率
バレイショ	113	118	99	
サトウキビ	166	158	106	
oil seeds	128	118	104	

キ 主要作物の栽培状況

(1) イネ

穀類全体の作付面積 222 万 ha (1977/78) に占めるイネの比率は 57% で、主産地はテライ (80%) である。その大部分はモンスーンの降雨による天水条件下にある。丘陵地域の盆地や低標高地のイネは小河川を利用したかんがいによっているところも多い。しかし、イネを中心とする夏作物に対するかんがい面積は 13.5 万 ha 程度と少なく、イネ作面積の 10% にすぎない。

通常は 6 月下旬移植，10~12 月の収穫であるが、かんがい可能の場合は僅かであるが早イネ (Early paddy 4~7 月) を含む 2 期作も行われている。品種は標高によって決定され、テライと丘陵低地部は共通の品種 (マレイシアから導入された Mahsuli が奨励されている) であり、標高の高い丘陵地域では台湾からの導入品種が中心である。しかし、改良品種の作付率は 20% 前後である。

耕起、代掻は畜力が一般であるが、山間傾斜地のテラスでは人力による場合も多い。施肥量は ha 当たり N が 6~8 Kg, P が 3 Kg 前後と推定される。収穫は地際から鎌で刈り取り、穂部を打ちつけて脱穀したあと牛に踏ませるのが普通である。足踏脱穀機も一部で見られる程度である。

(2) 畑作物

イネを除く穀類のうちではトウモロコシ (20%) とコムギ (16%) とで全穀類面積の 36% を占め、オオムギ (1.2%) とシコクビエ (5.4%) を大きく引き離している。とくにトウモロコシは丘陵地域での重要な食糧作物である。

以上のほか畑作物としてはバレイショ、サトウキビ、oil seeds、タバコ、ジュートなどの商品作物がある。

またテライの天水田イネのRelay cropとして、ガラス豆(Chikling Vetch)、ヒヨコ豆(Chick pea)、ヒラ豆(Lentil)などの冬作豆類、丘陵地域のダイズ、ケツルアズキ(Black gram)、ツルアズキ(Red bean)、ヤマエンドウ(Wild pea)など各種のマメ類があるほか、ソバの栽培も多い。

1) トウモロコシ

丘陵地域の傾斜畑ではとくに重要な作物であり、低標高の地帯では年間を通じて栽培できるが、モンスーン降雨に依存する夏作(Summer maize)が主体である。かんがい条件下ではイネのあと作として冬作(Winter maize, 10~11月播種)が可能であり、また春作(Spring maize, 2月播種)も一部で見られる。フロント種が主体であるが、丘陵地域では黄色粒、テライでは白色粒が好まれる傾向がある。

品種は改良種が奨励されているが、普及率は18%程度である。

播種は牛犁で播種溝を切り点播される。播種後1~1ヶ月半の間にKudaro またはKurupi という在来農具で除草、丘陵地域では厩肥が比較的多く施用されるが、化学肥料はほとんど施用されない。

2) コムギ

標高2,700~3,000 m以上の山地を除いてほとんど全土に栽培される。播種は11月上旬~12月上旬でイネのあと作が主体であるが、生育期が乾季であるため収量は低い。

改良種の作付率は84%(1974/75)でイネやトウモロコシに比較すれば著しく高い。とくにPR-21は広域適応性と高収性といわれるが、栽培地が立地条件の劣るところに拡大されたため、収量は横ばいである。

Kathmandu 盆地の一部では過湿地の高畦栽培もある。化学肥料の施用はイネよりも多いと推定される(Nで20 Kg/ha)。収穫は鎌刈りして牛に踏ませるか、棒で穂部を叩いて脱粒する。

3) シコクビエ

丘陵地域の夏作トウモロコシのあと作に栽培され主食の一部となる。テライではイネの前作として直播栽培されるが面積は僅かである。丘陵地域では育苗~移植法が広範に行われ、トウモロコシの収穫前に畦間に移植される。施肥その他の管理作業は全く行われない。収穫は鎌刈りし乾燥後棒で叩いて脱粒する。

4) その他の畑作物

オオムギは面積こそ少ないが、標高の高い山地部で他の穀類が不適な条件のもとで

は重要である。普通春～夏作としてチベット系品種が栽培される。低～中標高の丘陵地帯では冬作となる。

バレイシヨも丘陵地域～山地での重要な主食となるが、改良種の作付率（1974/75 18%）はイネ、トウモロコシ並みである。

oil seedsとしてはカラシナ（Mustard）が主体であり、イネあるいは夏作トウモロコシのあと作として栽培される。

サトウキビ、ジュート、タバコなど商品作物はいずれもテライでの栽培が圧倒的に多く、ジュートは普通イネ（Normal paddy）の前作となる。

以上の畑作物はいずれも無かんがい条件下での栽培がほとんどであるため生産性は低く、しかも生産物の価格に比して高価な諸生産資材（化学肥料、農薬など）と相まって農家の生産に対する投資を妨げることとなり、これがまた低位生産につながるという悪循環になっているといえよう。

2-1-5 作付体系

ネパールの作付体系は、水利と標高によって規制されるので極めて多様である。基幹作物はかんがい条件下ではイネ、無かんがい条件下ではトウモロコシとなる。かんがいの有無と標高とによって代表的な作付体系をあげると、図2-9のようである。

ア かんがい地帯

イネが中心作物となり、これにコムギ、トウモロコシが結びつく場合が多い。テライの平野部では生育期間の短い早生イネを組み合わせることによって、イネーコムギートウモロコシの3毛作も可能であるが、標高のやや高い丘陵地域や盆地ではイネーコムギの2毛作が一般である。

イ 無かんがい地帯

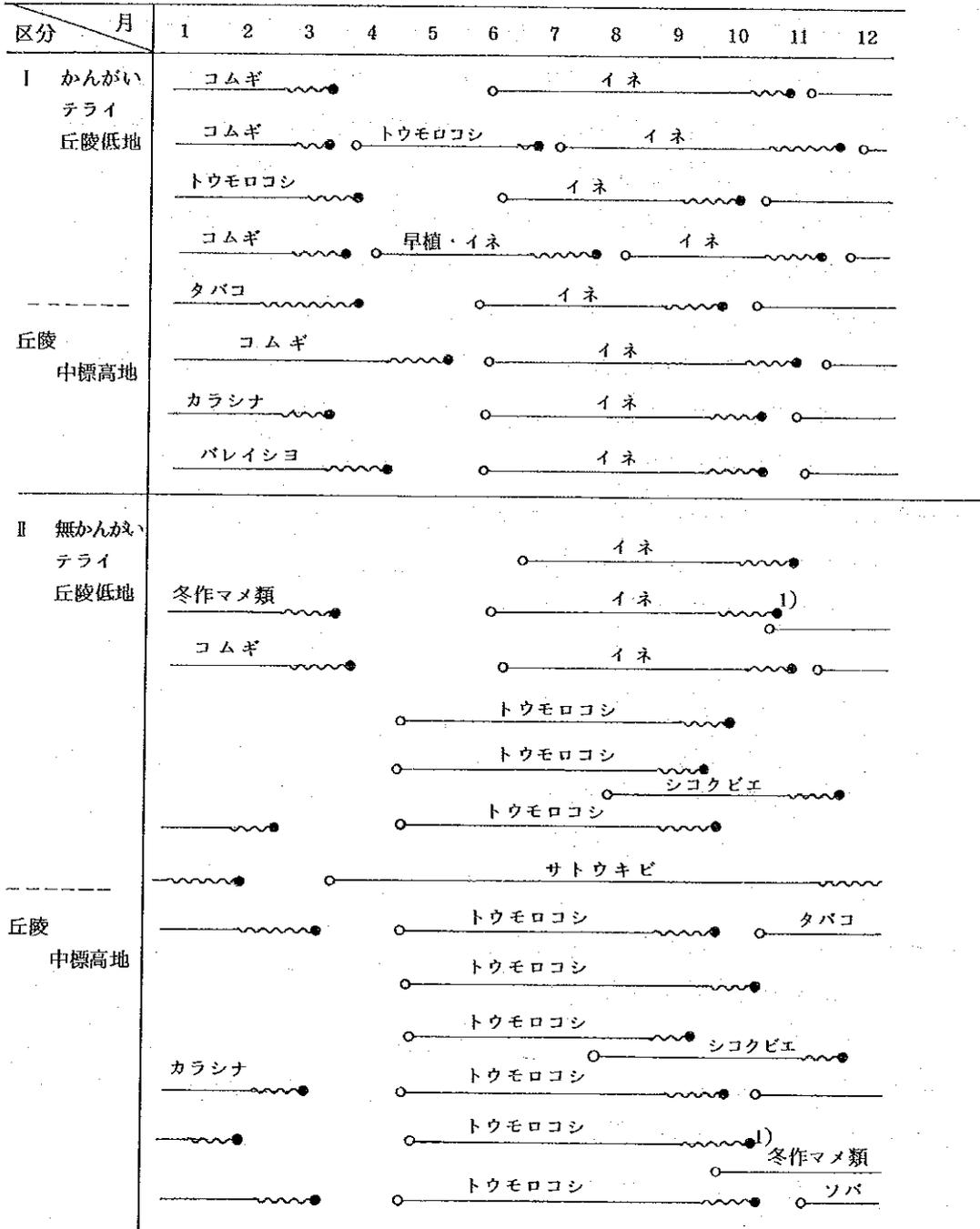
テライではイネ、丘陵地域ではトウモロコシの単作が最も多い。イネのリレー作（Relay crop）としての冬作マメ類は、イネ収穫前に散播される。

丘陵地域の畑ではトウモロコシがモンスーン期の中心となり、あと作としてシコクビエ、oil seeds（カラシナが主体）、各種マメ類が作付けされるが、いずれも乾季の乾燥に耐える作物が選定され、農民の経験に基づく体系となっている。

間作とリレー作は広範に行われていて、図2-9でもイネと冬作マメ類のリレー作トウモロコシとシコクビエの例がみられる。トウモロコシとシコクビエの場合、標高の高い地帯では同時期に収穫できるように工夫されている。

なお、主要畑作物の作季は附表2-4のとおりである。

図2-9 作付体系(標高の高い山地を除く)の代表例



○ 播種(又は移植) ~~~~~● 収かく 1) relay cropping

出所: 宮坂忠次、ネパールの農業(Ⅲ-1-(3), 畑作技術)(1981)

2-1-6 農業と家畜との関係

ネパール農業においては、家畜は作物生産のための役用、有機質肥料源、農民生活の栄養源（蛋白供給）、さらには燃料源としても重要な役割を担っている。家畜頭数は表2-9のように反すう家畜の合計が1,560万頭になり、人口よりも多い。このほか、山地のヤクとその雑種が2~3万頭、馬とロバとで約5万頭である。家きんは統計によってまちまちであり、1,000~2,000万羽と推定される。

牛と水牛に限ってみると、農家1戸当たり6.8頭ほどになる。土地単位面積当たりでは南、東南アジアでは最高の密度である。

生態地域別の頭数では、反すう家畜は丘陵地域で圧倒的に多く、全頭数のうち牛は53%、水牛65%、山羊62%、羊58%といずれも過半を占めている（図2-10）。

ア 反すう家畜の飼料構造

テライでは牛、水牛が主力となり耕地と結合している。丘陵地域では牛、水牛、羊、山羊が耕地及び森林（自然草地を含む）と緊密に結合して、集約農業の重要な構成員としての役割を果たしている。また、標高の高い山地（3,000m以上）では、耕地が少ないから自然草地を利用した羊、山羊、ヤクの遊牧が行われている。

農業生産ないし農家生活システムにおける家畜と飼料との関係は図2-11に示すとおりである。飼料源は耕地の作物残渣、茎稈類、飼料木の葉、耕地雑草など及び放牧地（森内、自然草地）である。

永久草地（Permanent pasture）として分類される土地面積は180万ha近く（表2-4参照）あるが、その大部は3,000m以上の高地にあり、テライ、丘陵地域では、路傍、河川敷、畦畔、森林及びその周辺に散在する放牧地に限られる。森林及び放牧地については、現在その利用についてはほとんど規制がない。従ってテライ、丘陵の放牧地は過放牧によって

表2-9 家畜頭数（1,000頭）

家畜の種類		頭数
乳牛 (Cows)	乾固	2,946
	搾乳	420
	小計	3,366
雄牛 (Bullocks)		3,411
水牛 (Buffaloes)	雄	993
	雌 (乾固)	2,019
	# (搾乳)	992
	小計	4,004
羊 (Sheep)		2,397
山羊 (Goat)		2,412
豚 (Pig)		364

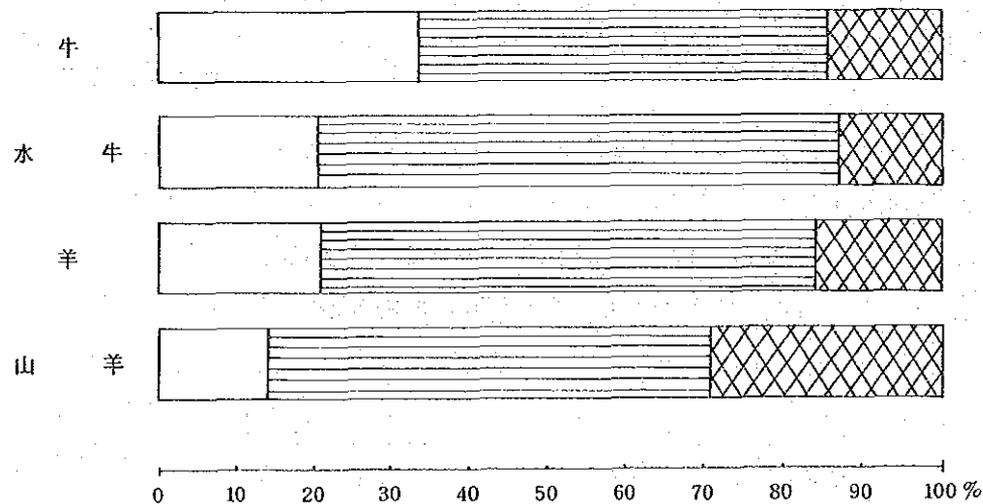
出所: Statistical Pocket Book (1982),
Central Bureau of Statistics
(National Accounts Unit)

草は再生期間がなく可食草が衰退し、雑草（Banmara - Forest killer と俗称されている - Ainselu, Pithauli など）が猛烈に繁茂し土壌侵蝕が進んでいる。同様に標高 1,000~3,000 mでの森内放牧でも、過放牧によって樹木及び地表の植生が破壊され自然植生のバランスが失われている。

高地（3,000 m以上）では季節放牧（Transhuman）が行われているので、植生の荒廃はテライ、丘陵ほどひどい状態ではない。

さて雨季の飼料は、自然草地、森内放牧、飼料木採取、作物残渣、その他によってほぼ充足されているとみられるが、乾季（冬）の飼料確保は容易でない。イネ、トウモロコシ、シコクビエ、コムギ、ソバなどの茎稈が主として利用され、これに飼料木が加わるのが一般的であるが、乾季にはいわゆる緑飼料（Green fodder）（6~9月）がなく、家畜の維持飼量以下で飼養されるから、乾季7ヶ月は事実上半飢餓状態が続くとみてよい。こうして1年の2/3以上の栄養不良は家畜の疾病や内部寄生虫を多くし生産性を著しくそこなっている。

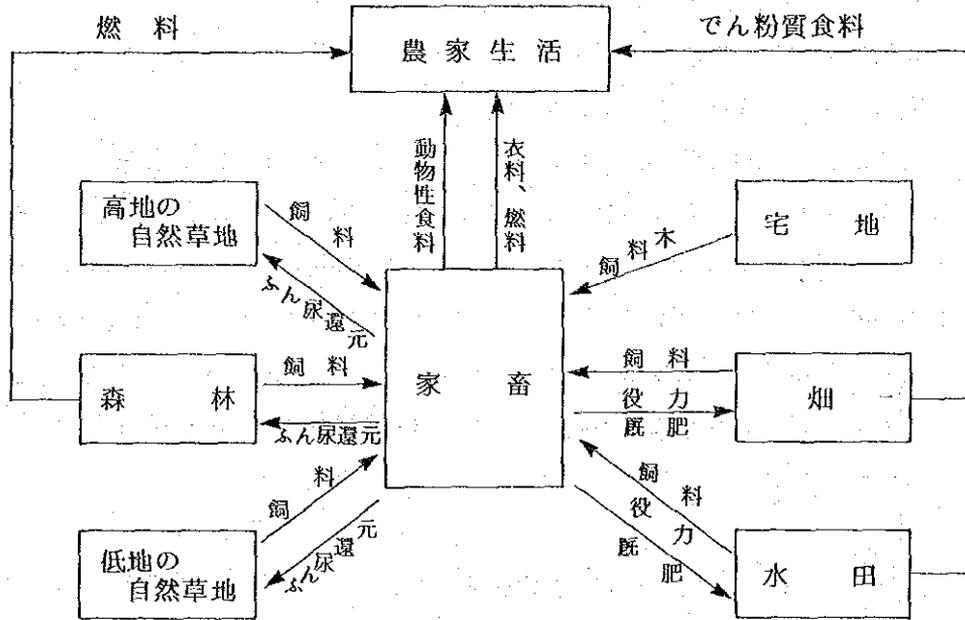
図 2-10 反すう家畜の生態地域別頭数割合（%）（1979/80）



出所：H. B. Rajbhandary and S. G. Shah, Trends and Projections of Livestock Production in the Hill (1981) により作成。

凡 例
 □ … テライ
 ▨ … 丘陵
 ▩ … 山地

図2-11 家畜の飼料構造を中心とした農業生産システム



共有飼料資源

農家土地資源

出所：渡辺昭三、ネパールの農業（Ⅲ-1-(6)畜産の現状と問題点）（1981）

表2-10 丘陵地域における反すう家畜に対する
利用飼料のTDN量（1,000トン）

区 分	1970	1980
適正栄養に対する飼料要求量	6,168	5,602
利用できる飼料	3,308	3,014
要求量に対する充足割合（%）	53.6	53.8

出所：図2-10に同じ

たとえば表2-10にみるように、丘陵では反すう家畜は現在年間300万トンのTDNが利用できるが、これに対し家畜のTDN要求量は560万トンであるから、要求量に対し利用し得る量は54%にすぎないという試算もある。丘陵での土地利用区別の飼料源の割合は表2-11に示す。

表2-11 丘陵地域における反すう家畜の飼料源の割合(%)

飼料	1970	1980
全TDN(1,000トン)	3,308	3,014
農耕地(Cropland)	27	28
放牧地(Rangeland)	35	34
森林(Forest)	22	23
荒地(Wasteland)	16	15

出所：図2-10に同じ

また、作物残渣、茎稈についてはTDN換算でイネわらともみがらが42%、トウモロコシ茎と穂軸が34%、コムギわらとからが11%、シヨクビエわらが10%、その他3%であるという。

以上のようにネパール農業において、家畜との結び付きが最も典型的に現われているのは丘陵地域である。牛は農作業(耕起~脱穀)に役力を提供し、厩肥と乳の供給源となる。水牛は肉、乳、厩肥を提供する。このように丘陵地域での家畜は農民に対し作物からのカロリーと補完関係にあり、食物システムとしては完結している。

丘陵地域では、従って作物、家畜、森林を別個に抽出してもほとんど意味はないしこの3者は独立して機能しないといっても過言ではない。

テライでは、反すう家畜は穀作のウェイトに比し低いとはいっても、両者の関係は基本的には丘陵地域と同様であるが、結合は緩いとみてよい。

一方山地では、羊と山羊及びヤクが自然条件に適応して農業システムでの主役となっている。すなわち、反すう家畜と遊牧方式とが結合したタイプであり、広く薄く分布する飼料資源を効率よく乳と肉に転換している。このことは表2-12の高所草地(Alpine meadow)の牧養力と放牧割合からもうかがわれよう。

表 2-12 放牧地の生産性(1980)

放牧地 (Rangeland)	面積 (1000ha)	面積 割合(%)	反すう 家畜単位 (1000頭)	T D N (トン/ha)	家畜 牧養力 (頭/ha)	現在の家畜単 位の放牧割合 (頭/ha)
高所草地 (Alpine meadow)	994.2	56.5	1,059.4	1.54	1.42	0.64
草原 (Steppe)	183.8	10.4	—	0.06	0.01	0.19
開放放牧地 (Open grazing land)	582.7	33.1	4,117.8	0.58	0.54	7.07

出所：図 2-10 に同じ

イ 飼料木

ネパールの飼料木 (Fodder tree) は、温帯先進国における自然生態系から独立した作目としての飼料木とはその機能を異にしている。すなわち、飼料木の採取は森林生態系を構成する樹種そのものの奪取である。

樹種を標高によって大別すると、表 2-13 のようである。低標高地帯 (1,500 m 以下) では Sal 林が最も普遍的であるが、過度の枝払いで森林としては荒廃している。中標高地帯 (1,500~2,500 m) では広葉樹混交林または Chir pine 林に分けられるが、一般には Chir pine と各種広葉樹の針広混交林となっている。中央部以東に普遍的なのは Chilaune と Katus で、飼料及び燃料として激しく枝払いされ恰も樹幹だけが残っている (乾季) かのようにみえる。

高標高地帯 (2,500 m 以上) では Quercus 林 (中標高地帯にも一部出現する) と Blue pine であるが、とくに Quercus 属の葉は乾季の常緑飼料として極めて重要である。

このように、飼料木は 11~5 月の乾季における唯一の緑飼料となっている。

枝払いによる飼料木の採取とは別に反すう家畜は、作物収穫後は森林に放牧されるから、激しい放牧圧をうける。林内の草種は飼料源として利用されているが、丘陵地域では森林の牧養力は ha 当たり 0.31 頭にすぎない。しかし、一般に行われている反すう家畜の放牧割合はこの 0.31 頭のレベルの 9 倍に達しているという。

表 2-13 ネパールの固有飼料木と特性

学 名 (※)は天然生のみを利用	地 方 名	耐 性 (高い:H, 中:F, 低い:L)			
		被 陰	や せ 地	乾 燥	霜
低標高地帯					
<i>Artocarpus lacoocha</i>	Badahar	F	L	L	F
<i>Bauhinia variegata</i>	Koeralo	L	F	H	H
// <i>purpurea</i>	Tanki	F	H	H	H
<i>Ficus lacor</i>	Kavro	L	H	L	F
<i>Shorea robusta</i> (※)	Sal	—	—	—	—
中標高地帯					
<i>Brassaiopsis hainla</i>	Seto chuletro	F	F	F	F
<i>Castanopsis hystrix</i> (※)	Potle katus	H	F	L	H
<i>Ficus glaberrima</i>	Pakhure	L	F	L	L
// <i>nemoralis</i>	Dudhilo	L	F	L	F
// <i>roxburghii</i>	Nimmari	L	F	L	F
<i>Grewia oppositifolia</i>	Bhimal	L	F	F	F
<i>Morus alba</i>	Kimbu	F	F	F	H
<i>Quercus lamellosa</i> (※)	Falant	F	L	F	H
<i>Saurauja nepaulensis</i>	Gogan	F	F	L	F
高標高地帯					
<i>Quercus leucotricophora</i> (※)	Banjh	F	F	L	L
// <i>semecarpifolia</i> (※)	Khasru	L	F	L	H
標高特性の不詳のもの					
<i>Callistemon viminalis</i>	Kalki phul	—	—	—	—
<i>Dendrocalmus</i> spp	Bans	—	—	—	—
<i>Ficus semicordata</i>	Khanyu	—	—	—	—

出所：坂口勝美：専門家通信 Vol 4, №1 (1983)

2-2 ネパールの土壤侵蝕の現況

2-2-1 土壤の性質と侵蝕

ア. 土壤とその受蝕性

ネパールの土壤は、熱帯（亜熱帯を含む）、温帯及び高山気候帯に属する成帯性及び非成帯性土壤からなり、図2-12に示したように大別して7つの地域に区分される。

テライ平野の土壤は、平坦及び緩傾斜の広い平野に分布し、沖積に由来する Alluvial soils が主である。粗粒質や silt の多い土壤が多く、反応は酸性～中性である。集約農業用地が主要な部分を占め、少数の熱帯及び亜熱帯の落葉樹林が分布している。主要作物はイネで、このほか Oil seeds, コムギが栽培されている。また、排水良好な土壤では、サトウキビ、トウモロコシ、タバコなどがある。

内陸テライ低地の土壤は、Siwalik 山系の丘陵地と Mahabharat 山系の間の沖積に由来する Alluvial soil が主である。土壤は silt を含む粗～中粒質の土壤が多く、強酸性～中性である。段丘や氾濫原に発達した土壤で、大部分は集約農業用地として用いられ、トウモロコシ、カラシナ、イネ、サトウキビなどが栽培されている。

Siwalik 山系の土壤は、大部分堆積岩に由来する土壤からなり、中～強度に開析された丘陵地に分布し、ほとんど森地からなるが、トウモロコシやシコクビエが若干栽培される土壤は、土層が浅く、粗粒質であり、母岩の露出したものが多い。また土壤反応は酸性～中性のものが多い。

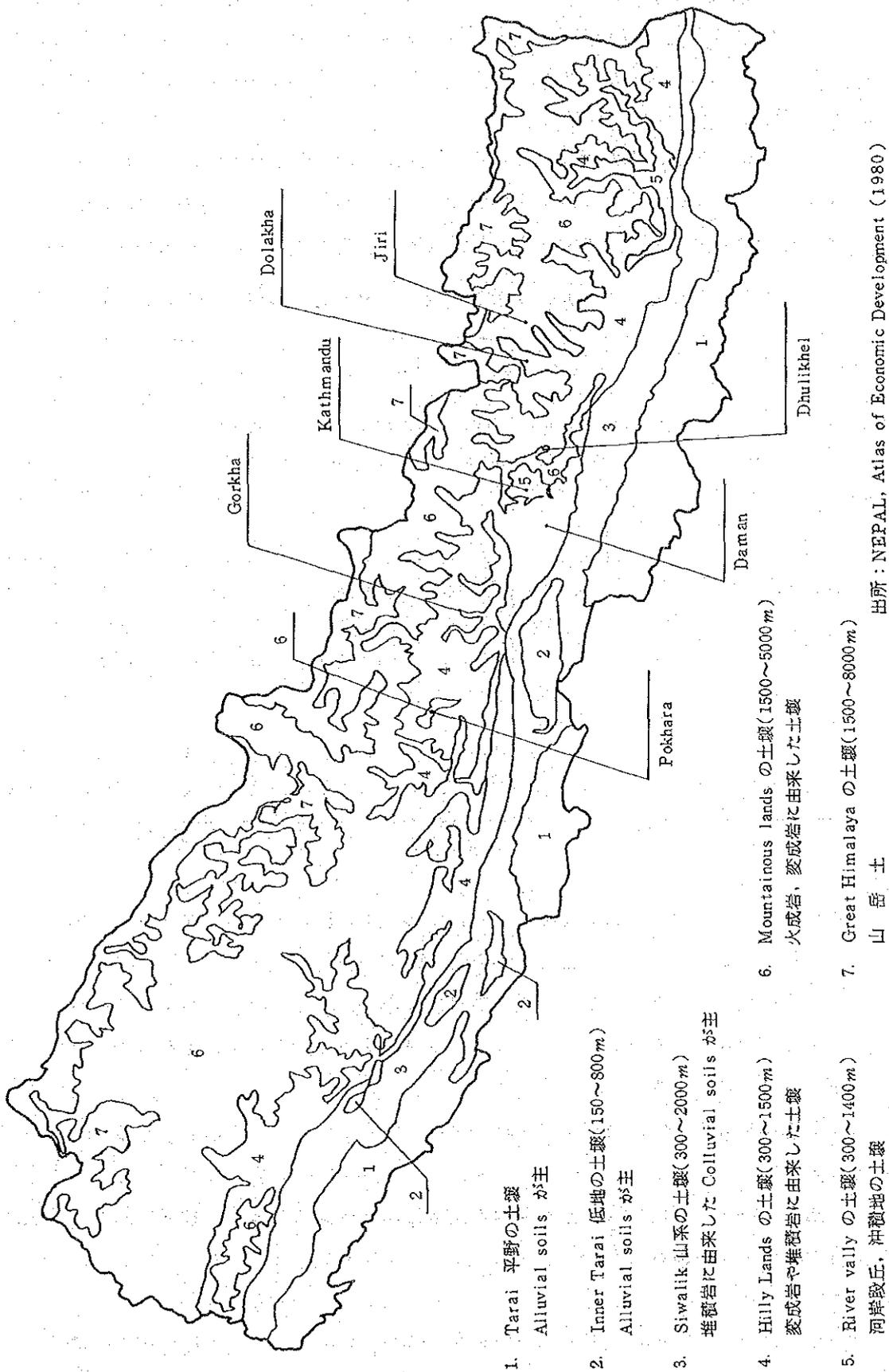
丘陵地帯の土壤は、大部分変成岩や堆積岩に由来する土壤からなり、傾斜～急傾斜の開析された斜面上に分布し、通常侵蝕され、岩石の露出したものが多い。中粒質の酸性～中性の土壤が大部分を占め、その多くは森林である。栽培作物はトウモロコシ、イネ、シコクビエが主要なものである。

河川盆地の土壤は、河岸段丘や湖底堆積物上に発達したもので、ほぼ平坦からゆるやかな傾斜をもつ平野、侵蝕あるいは開析された斜面及び氾濫原や三角洲などに分布している。粗粒～細粒質の土壤からなり、強酸性～中性である。栽培作物は、イネ、トウモロコシ、コムギ及びやさい類が主なものである。

山地の土壤は、火成岩や変性岩に主として由来し、急傾斜地に分布する。従って土壤は土層が浅く、石や岩石が露出しているものが多い。大部分の土壤は林地や草地で、栽培作物はトウモロコシ、シコクビエ、バレイショ、オオムギなどである。

Great Himalaya の土壤は、山岳土で、土層が浅く、石や岩にすこぶる富むものが多い。ネパールでは、農耕地の土壤侵蝕量の実測値や土壤の分析値などは極く限られた地域のデータがあるのみで、全国規模で土壤の受蝕性を考察することは困難である。以下に述べるのは、Kathmandu の東北山地のごく限られた土壤についての受蝕性であるが、丘陵や山

図 2-1-12 ネパールの土壌



1. Tarai 平野の土壌
Alluvial soils が主
2. Inner Tarai 低地の土壌(150~800 m)
Alluvial soils が主
3. Siwalik 山系の土壌(300~2000 m)
堆積岩に由来した Colluvial soils が主
4. Hilly Lands の土壌(300~1500 m)
変成岩や堆積岩に由来した土壌
5. River vally の土壌(300~1400 m)
河岸段丘, 沖積地の土壌
6. Mountainous lands の土壌(1500~5000 m)
火成岩, 変成岩に由来した土壌
7. Great Himalaya の土壌(1500~8000 m)
山岳土

出所 : NEPAL, Atlas of Economic Development (1980)

地帯の代表例とみてよく、ネパールの土壌の受蝕性の理解に役立つものである。これは土壌の受蝕性(K-value)^{注)}についてWischmeierら(1971)の提案した、土壌の性質(粒径、有機物の含有量、土壌構造と土壌の透水性など)から計算図を用いて算出した例である。

土地利用の相違による土壌の性質と、Wischmeierらの方法によって計算したK-valueを表2-14にかがげた。無かんがいの畑地の表層では、淡褐色のsilt loamで、厚さ20cm、有機物含量1.38%、細粒状土壌構造をもち、透水性は中～速でありK-valueは0.56。

表2-14 土地利用の違いによる土壌の性質とK-value(計算による)

土地利用	K-value	土層	深さ (cm)	土色	土性	土壌構造	透水性	有機物 含量(%)
無かんがいの畑地	0.56	Ah	0-20	淡褐	silt loam	細粒状	中～速	1.38
	0.65	Bv	20-80	明黄褐	silt loam	中・粗粒状	中	0.36
	0.65	IIA	80-100	黄	loam	均質状	遅～中	0.44
放牧地	0.45	Ah	0-10	黄褐	loam	中粒状	中	2.23
	0.51	Ah	25-30	黄褐	loam	中粒状	中	1.25
	0.60	AC	40-70	極淡褐	sandy loam	細粒状	中～速	0.26
	0.70	C	80-	明灰	sandy loam	均質状	遅～中	0.23
灌木林地	0.33	Ah	0-20	黄褐	silt loam	細粒状	中～速	3.24
	0.47	AC1	35-45	褐黄	silt loam	細粒状	中	1.30
	0.65	AC2	65-70	明褐	silt loam	均質状	遅～中	0.67

出所: K.D. Fetzer et al (1978/79), J. Nepal Reserch. Center, №2/3より作成

この地帯の畑地の平均的な表層であり、受蝕は中程度とみることができる。

放牧地の表層では、黄褐色のloamで、厚さ40cm、有機物含量2.23%(但し下部は1.25%)、中粒状土壌構造をもち、透水性は中であり、K-valueは0.45。この地帯の放牧地の平均的な表層であるが、畑地の表層の受蝕に比べやや低いが、放牧地のそれは同じく中程度とみることができる。

灌木地の表層では、黄褐色のsilt loamで、厚さ20cm、有機物含量3.24%、細粒状土壌構造をもち、透水性は中～速であり、K-valueは0.33。この地帯の灌木地の平均的な表層であるが、畑地や放牧地の表層の受蝕性に比べかなり低く、侵蝕に対して比較的抵抗性の強い土壌である。

注) 年間の土壌侵蝕量を降雨係数Rで除した値で、土壌の受蝕性を示す。詳細は附属資料8を参照のこと。

各地目の下層土は、有機物含量が低く、土性は sandy loam~silt loam で、細粒状~均質状の土壌構造をもち、透水性は中~遅であり、K-value は 0.6~0.7 と高い値を示し、表層に比べ侵蝕に対して抵抗性の比較的弱い土壌である。従って、農地開発や過放牧などによって下層土が露出するようになった場合に、その受蝕性が高いために、土壌侵蝕は一層加速され、農地の荒廃につながるおそれ大きいものと考えられる。

イ. 土壌侵蝕の予察

ネパールの降雨分布図(図2-3参照)によれば、西部の Pokhara 附近の年降雨量が 3,500 mm 以上で最も多く、次に東、南東で 1,000~3,000 mm, 西で 500~1,500 mm となっている。

年降雨量が約 1,500 mm の Kathmandu における降雨条件を表 2-15 に示した。これは、

表 2-15 月別の降雨条件 (Kathmandu, 1971-1976)

月	R-factor ¹⁾	侵蝕性降雨の ²⁾ 平均回数(回)	平均降雨量 A (mm)	侵蝕性降雨の平 ³⁾ 均降雨量 B(mm)	B/A×100
1	—	—	17.6	—	—
2	0.32	0.2	18.3	0.8	2.6
3	1.27	0.3	31.4	3.3	7.1
4	1.67	0.8	60.9	4.1	10.4
5	8.34	2.2	97.3	20.5	21.6
6	10.19	3.2	284.4	25.9	8.5
7	25.32	5.0	375.4	63.9	16.7
8	15.69	3.7	299.2	40.0	12.1
9	7.38	1.3	195.7	18.7	7.4
10	1.46	0.5	65.1	3.8	13.4
11	0.41	0.2	5.9	1.1	6.9
12	—	—	1.9	—	—

1) Hudson (1973) による $KE > 1$ factor

2) 25 mm 以上の降雨の平均回数

3) 25 mm 以上の降雨の平均降雨量

出所: K.D. Fetzer et al (1978/79), J. Nepal Research Centre, No 2/3

Kathmandu 空港の観測データより、1971~1976 の 6 年間の降雨の侵蝕性(erosivity)について計算したものである。侵蝕性降雨の多い月は 5~8 月の 4 カ月であり、とくに 7 月がピークとなっている。

しかし、強度の極めて強い降雨は、4 月下旬から 5 月のプレモンスーンにみられ、例えば 1976 年の 5 月 31 日の 31.4 mm/25 分(降雨強度 75.4 mm/hr) の降雨が、その典型的なものとしてあげられる。乾季から雨季の始まりにかけて、このような強雨のあることは、土壌が比較的乾いている時期に急激な豪雨に見舞われることを意味し、土壌構造の崩壊と

分散を助長するとともに、激しい表面流去水の発生とその流去力により土壌粒子が大量に流失することになる。したがって、この時期の土壌管理は極めて重要である。

次に、Kathmanduにおける1971～1976年の降雨係数を表2-16にあげた。年による変動が大きい、平均で7.2、侵蝕性降雨の回数が平均17回となっていて、侵蝕性は比較的、温帯と熱帯の高い侵蝕性をもつ降雨の中間にある。

表2-16 Kathmanduにおける降雨係数

年	R-factor ¹⁾	侵蝕性降雨 ²⁾ の回数(回)	降雨量(mm)	侵蝕性降雨の ³⁾ 降雨量(mm)	降雨量に対する侵蝕性降雨の場合(%)
1971	38.95	16	1,511.3	100.1	6.6
1972	56.25	13	1,261.4	143.2	11.7
1973	122.20	26	1,799.8	311.4	17.3
1974	49.59	13	1,198.5	127.1	10.6
1975	65.97	18	1,427.5	165.3	11.6
1976	99.26	17	1,490.6	245.3	16.5
平均	72.04	17.2	1,448.2	182.1	12.3

1) Hudson(1973)によるKE>1 factor

2) 25mm以上の降雨の回数

3) 25mm以上の降雨の年間降雨量

出所: K.D.Fetzer et al (1978/79), J.Nepal Research Centre, №2/3

熱帯や亜熱帯地域の、しかも複雑な地形条件下では、降雨は地区ごとに大きく変化するので降雨の受蝕性を求める場合には、このことを考慮して降雨の測定を行うことが重要である。

傾斜角度は、一般に急傾斜が多いが、ほとんどの畑地は段畑となっており、急傾斜地では段畑の傾斜角度は4%以下、また斜面長は4～5m程度以下が多く、圃場内の土壌侵蝕に及ぼす傾斜及び斜面長因子の影響はかなり低減されている。これらの例を表2-17に示した。この例では、もとのLS-Factorが階段畑工により3.24から0.34に、また、12.43

表2-17 可能な土壌侵蝕防止対策と土壌侵蝕量の予察

(トウモロコシ作付階段畑)

土壌保全対策	R-factor (1971-76)	K-value	LS-factor	階段畑の最大幅(m)	階段畑の傾斜(%)	C-factor	土壌流亡量 tons/ha/year
1*	72.04	0.56	3.24	9.1	20	0.56	180.8
1a**	72.04	0.56	<u>0.34</u>	<u>4.6</u>	<u>4</u>	0.56	19.0
1aa**	72.04	0.56	<u>0.34</u>	<u>4.6</u>	<u>4</u>	0.35	11.9
2*	72.04	0.52	12.43	11.5	63	0.56	644.0
2a**	72.04	0.52	<u>1.82</u>	<u>6.1</u>	<u>33</u>	<u>0.42</u>	70.7
2aa**	72.04	0.52	<u>0.12</u>	<u>1.2</u>	<u>4</u>	0.35	3.9
3	72.04	0.45	1.30	—	—	0.01	1.0
4	72.04	0.45	6.00	—	—	0.01	4.5

*現状 **可能な土壌侵蝕防止対策を講じたもの。

a, aa 対策の違い、数字の下のアンダーラインは対策によって変化したものを表す。

出所: K.D.Fetzer et al (1978/79), J.Nepal Research Centre, №2/3

から 1.82~0.12 へとそれぞれ低減されている。

表 2-18 は、作物管理による C-value をトウモロコシの場合について示したものである。Kathmandu では、播種及び植付が 2~5 月で、ほとんど裸地に近い状態。また、生長及び成熟期が 5~8 月で茎葉により表面が被覆されている時期、収穫は 9 月で、それ以降刈株が残されているだけの時期にわかれる。最も侵蝕性の高い時期の 5~8 月は、茎葉の被覆のある時期に当るが、作物残渣を除去（家畜の飼料とするため通常持ち去る場合が多い）した場合、C-value は 0.557 である。また、作物残渣除去でも収量の高いのは 5~8 月の茎葉被覆が大で、C-factor は 0.423 と前者に比べやや小さくなる。しかし、作物残渣を残した場合は、0.349~0.267 とさらに C-value が小さくなり、侵蝕防止効果が大きいことが明かである。

表 2-18 Kathmandu における C-value (トウモロコシ)

処 理	収 量 (ブッシュ/エーカー)	C-value
作物残渣除去	40	0.423
作物残渣除去	25	0.557
作物残渣残留	45	0.349
作物残渣残留	75	0.267
放 牧 地		0.010

出所：K.D.Fetzer et al (1978/79), J.Nepal Research Centre, Ⅱ 2/3

しかし、通常トウモロコシの残渣は家畜飼料となり、畑地へ還元することはほとんどない。そこで、階段畑工による LS-value の低減は、ある程度の作物残渣の還元によって可能であり、表 2-17 に示すように、かなりの土壌流亡量を軽減することができる。

土壌管理因子 (P-value) は、ネパールでは傾斜が急なため (24% 以上) 計算することができなかつたので、すべて 1 とした。しかし、実際にはテラス化による効果の認められていることは前述のとおりである。

土壌保全対策を効率よく実施するに当って、極めて有効な土壌侵蝕の予測式を導くためのデータが非常に乏しいのが現状である。土壌侵蝕の重要性は、よく認識されてはいるものの、実際の研究は今後につまほかない。

2-2-2 現地調査地区の土壌侵蝕と保全

ア. Jiri 地区

Kathmandu の東方、直線距離にして約 140 Km に位置し、標高 1,800~2,300 m で典型的な山間丘陵農業地域の一つである。

調査は Shikri khola に面した南、北斜面の耕地を主な対象とし、土壌の種類、土壌保

全を中心とした栽培、土壌管理につき農家での聞き取りと現地実査によって行った。

Jiri は年平均気温 14°C (表 2-1 参照)、年降雨量 $2,330\text{mm}$ 、6~10 月にその 87% が集中 (表 2-2 参照) している。土壌の種類としては *Dystrochrepts* (褐色森林土)、*Haplustalfs* (赤褐色土) が主なもので、河川敷の沖積地の水田はグライ土壌である。土性は、微砂質植壤土、微砂質壤土、砂質土壌で、結晶片岩に由来する中粒質~粗粒質のものが多い。

また植生から判断される土壌肥沃度はあまり高くない。有機物含量も多くなく、土壌構造の発達程度もよくない。

従って土壌の分散性が高く、また透水性もよくなく土壌侵蝕を受け易い状態にある。ただほとんどの畑地は段畑で、地形要因に伴う保全対策がとられているので圃場面からの土壌の流失はかなり抑制されている。

調査地一帯は比較的新しい開墾地 (約 20 年経過) で南斜面は北斜面に比し概して急峻であって $20\sim 25$ 度のところが多い。

一般に南斜面は北斜面に比し土壌は乾燥し易く、とくに直射日光を受ける裸地では土表面の水分含量が風乾土のそれに近くなり、この状態で降雨があると、一部の土壌団粒が沸化作用で破壊されて斜面を流下する表面流去水によって分散され洗い流されて、土壌侵蝕が激しく進行する。

南斜面の多くは自然草地や松の植林地となっているが、耕地ではガリー侵蝕が多発している。一方北斜面は山すそ附近に崩積あるいは沖積地が発達し傾斜も緩かである。

段畑の法面 (高さ $1\sim 1.5\text{m}$ が多く稀に 2m) はほとんど草つき (写真 2) であるが、石を間にはさんだもの、あるいは石積みもある。段畑の圃面の傾斜度は 3 度以下で等高線畦が普通であり管理は比較的よいが、有機物の補給は少ない。

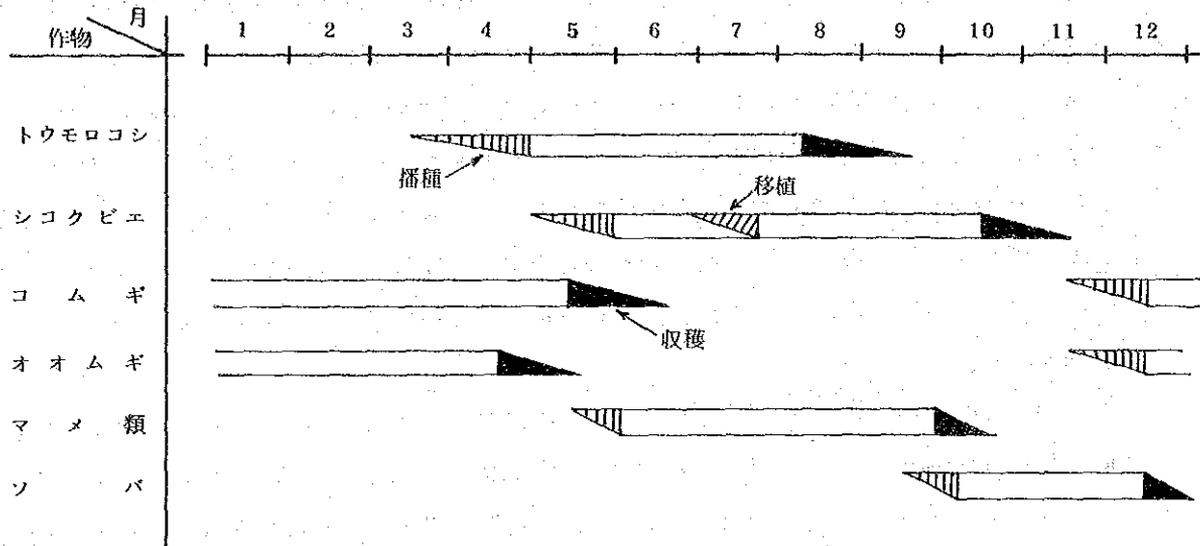
聞き取り農家は水田を全く欠く畑作で北斜面の $1,900\sim 2,100\text{mm}$ に段畑をもっている。主作物はトウモロコシ、シコクビエ、コムギで、これにマメ類、オオムギが加わる。その作付体系は図 2-13 のようである。

シコクビエはトウモロコシの株間に移植されこの場合は間作 (写真 1) となるが、シコクビエの移植前にダイズそのほかのマメ類をトウモロコシの株間に散播することもある。これは混作の一種である。いずれの場合でもモンスーン盛期に段畑は作物の茎葉で被われて土壌保全の面からもすぐれた慣行の体系といえる。

反すう家畜は 7 頭 (牛 5、山羊 2) を飼養しているが乾季の飼料には飼料木 (*Katus*、*Khasuru*、*Bans* - 地方名 - など) のほか、トウモロコシ、シコクビエなどの作物残渣、茎稈類がほとんど根こそぎ用いられる。

化学肥料は全く施用しないで専ら厩肥であるがその量も年間 ha 当たり 1 トンぐらいと推

図 2-13 Jiri 村の農家の作付体系



定される。

農作業は耕起と畦立ては牛の2頭曳による有床の鋤(ハローという)を用い、そのほかの管理作業は在米農具(Kudaro, Hasuwa, Kukuriなど4~5種類)による人力である。この一連の作業体系は丘陵地畑作の代表的なものである。

ところでこの地区一帯での土壤保全上の最大の問題は耕地の排水路となっている小さい溝の溢水と、いわゆる river bank slide による耕地の崩壊である。これは一つの小集水域としてみた場合、関係の農家間に協同の意識がなく、従って計画的な排水路の設置がないために下流域の耕地では上流からの余剰水によって常に被害を受ける状態にあるということの意味している。

イ. Dhulikhel 地区^{注)}

Kathmanduの東方、直線距離で約50 KmにあるJhiku Khola集水域で標高1,500 mの山陵から700~800 mの盆地までを含んでいる。盆地の高台には赤色土が分布しているのが特徴的である。

年平均気温、年降雨量はKathmandu(20°C, 1,400 mm)とほぼ同じとみられるが、赤色土の分布する低標高の盆地一帯はより温暖である。

赤色土(写真9)は粘質の埴壤土で、土壤構造の発達が悪く、透水性もよくない。従って激しい土壤侵蝕を受け、ガリー侵蝕や雨裂侵蝕は至るところにある。赤色土の約2~3 m下部は白色がかった粗粒質の灰色土になっているが、露出箇所では垂直型の崩壊が起

注) この地区の詳細については、JICA: Report on Soil and Water Conservation Project in Nepal (1979)を参照。

て崖になっている。土壌保全・流域管理局が実施したガリー侵蝕での石積の Check dam (写真7)とその周辺の植林(Sal 樹と Pine tree) (写真8)による侵蝕防止の展示区は、施工以来ほぼ10年を経過しているがかなりの効果が認められる。

盆地を取りかこむ山陵は急峻で耕作を放棄した畑が至るところにみられ、ガリー侵蝕や地すべりによる崩壊(写真6)のためにJiri地区よりも侵蝕が一段と進行している。

これら山陵の段畑では人と山羊の“道”(写真10)が縦横に通じており、これが雨裂型からガリーへと侵蝕を一層助長している。このような侵蝕の進んだ箇所ではXero-typeの多肉植物が増加し小規模ではあるが“砂漠化”の現われといってもよい。

ウ. Daman 地区

Kathmanduから南西へ直線距離で約50 Kmに位置し、Mahabharat 山系の急峻な山陵地帯である。2,000 mをこえる山陵の尾根筋は植林(Pine treeの成木林)されている。

この地区一帯はインド国境へも近く、古くから耕地の開けたところであるが、母岩が花崗岩のため砂質の土壌、Dystrochrepts(褐色森林土)から成っているため、土壌侵蝕が激しく土層が浅くなっている。従って岩石の露頭も多い。露岩の甚しいところでは、農家は山陵近くから次第に山すその土層の厚いところへと移動しているが、ここでもすでに耕地の崩壊が生じており、その程度は前記Dhulikhel地区よりも著しい。

エ. Thulo Khapala 村

Jiri ~ Lamosangu 道路沿いで、標高約2,500 m、気象、土壌、段畑などの点はJiri地区のそれと大体同じである。この村の農家からの聞き取りによれば、低地の河川敷は水田であるが、山陵傾斜面の段畑ではトウモロコシ・コムギ・ソバの2年3作でJiri地区とは若干異っている。乾季にはダイズ、パレイショ、ソバ、野菜類も栽培されるが食用穀類との組合せについては不詳である。Jiri地区と違って市場(Charikotなど)の近い点から作物の種類(果樹を含む)も多彩である。

オ. Kuseswa Damja 村

この村はSindhuli郡に所在するが、本調査は現地実査ではなく、Kathmanduにおいて村長から村全体の農業事情も含めてかなり詳細(附属資料3)な聞き取りを行ったものである。

ここでは無かんがいの傾斜畑(約1,000 m前後)における作付体系のうち、ア及びエではみられなかった例について述べる。その1つはトウモロコシの播種後7~10日にダイズをトウモロコシの株間に播く方法であり、その2はトウモロコシの播種前にソルガムとインゲンマメを散播する方法である。この場合トウモロコシ播種の直前に牛耕するが、その際ソルガムとインゲンマメはうまく覆土できるといふ。

さらに第3は第1の体系でのトウモロコシ収穫後にカラシナまたは、Black gramを散播するものである。

いずれも禾穀類とマメ類との組合せで、モンスーン期の強度の降雨に対して畑地をカバーすることができ、地力の維持、収穫物のリスクの分散、さらには食糧不足にも対処できる体系である。

以上のように現地調査は無かんがい条件下での丘陵地域の畑地を対象として行った。共通していえることは、段畑の圃面が水平なものから20%ぐらいの傾斜をもつまで区々であるが、概して傾斜のある段畑は耕作年限が新しく、造成後年数の古いほど水平に近い。土壤侵蝕の見地からいえば水平の方が土壌ロスが少なく、傾斜段畑では水平の場合の2～4倍のロスがあることは表2-19からもうかがわれる。

表2-19 土地利用の相違による土壌の流失

土地利用のタイプ	土壌の流失(トン/ha/年)
段畑(水平)	8～12
"(傾斜)	13～40
草地(Range)	7～35
森林	6～20
限界侵蝕地(ガリー, 地すべり)	12～200
小径(Trails)	10～60
道路(Roads)	12～150

出所: M.D.Joshi, Environment of Nepal (1981)

耕作はいずれの場合も等高線方向で行われ、しかも雨季の作物交替期には間、混作が広範に実施されていることから段畑からの流去水の溢流、土壤侵蝕はかなり抑制されている。しかし、アの Jiri 地区の記述のなかで指摘した耕地の余剰水の排水対策については、たとえば、エの Thulo Khapala 村でも全く同様であり、土壤侵蝕の現状には個々の農家は強い関心をもつ反面、その防止についての集落全体のまとまりは容易ではない。