

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
(コロンビア・パラグアイ)報告書

昭和 60 年 2 月

国際協力事業団

農計技

J R

84-65

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
(コロンビア・パラグアイ)報告書

JICA LIBRARY



1031827E7J

昭和 60 年 2 月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 5. 23	705
登録No. 11482	825
	AFT

はじめに

農業及び林業の開発事業を行うにあたっては、環境保全すなわち生態系の保護及び土壌保全への考慮が極めて重要であることは言うまでもない。しかしながら開発途上国においては、焼畑農業、単作・連作による不適切な土地利用、あるいは化学肥料の過度な使用等による農地の生産力の低下、荒廃化が指摘されている。

このような状況を踏まえ、当事業団では、すでに昭和58年12月にアジア地域のタイ国及びネパール国において土壌保全をテーマとした調査を行ったところであるが、昭和59年度については10月から11月にかけて中南米地域のコロンビア国及びパラグアイ国において農業開発協力部長 田内堯を団長として現地調査を実施した。特にコロンビア国においては傾斜地の伝統的農業、またパラグアイ国では大規模機械化農業における土壌保全をとりあげ、土壌及び栽培面に視点をおき調査を行った。この報告書はこの調査結果をとりまとめたものである。

この報告書が開発途上国における土壌侵蝕問題の深刻さを明らかにし、今後の畑作農業分野に係る技術協力を実施するに当たって土壌保全を考慮した適正な指針の作成に資することを願うものである。

最後に現地調査に当たりご協力をいただいたコロンビア国政府関係機関、パラグアイ国政府関係機関並びに駐コロンビア、駐パラグアイ日本大使館及び事業団派遣専門家に対し厚くお礼を申し上げる次第である。

昭和60年2月

国際協力事業団

理事 山 極 榮 司

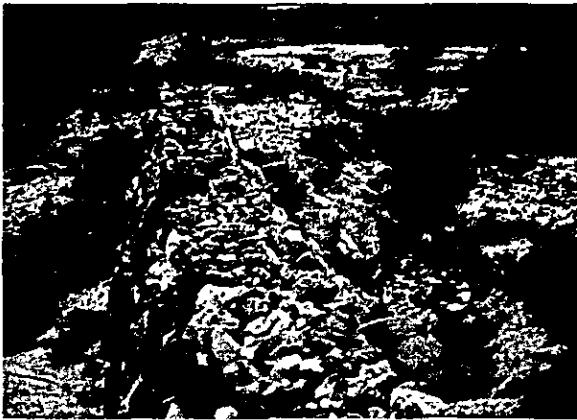
○ コロンビア



1 はげしい侵蝕でえぐられた傾斜地(ウバテ地区)



2 ガリー侵蝕と固結層(ウバテ地区)



3. 碎石積みのチェックダム(ウバテ地区)



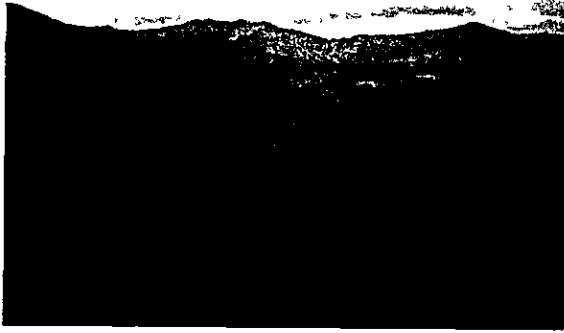
4 貯水池の造成(ウバテ地区)



5. ビニールポットによる松の苗木の育成(ウバテ地区)



6 移植2年目の松とアカシア(ウバテ地区)



7. 放牧地の土壌侵蝕(モンドーモ地区)



8. 急傾斜畑のキャッサバの植穴(モンドーモ地区)



9. ベンチテラス(CIATボパヤン支所)



10. ベンチテラスの草生水路(CIATボパヤン支所)

○ パラグアイ



11. コムギ刈取あと, 長大な斜面長(チャベス地区)



12. ガリー侵蝕(チャベス地区)



13 ガリー侵蝕，ブラウでは埋め戻し不可能
（チャペス地区）



14 播種（ダイズ）直後の豪雨による表土と
ダイズ幼苗の流失（チャペス地区）



15 耕起，整地直後の降雨による表土の
流失（チャペス地区）



16 侵蝕防止のためレモングラスを50m間隔で
ストリップ状に入れた等高線栽培
（カピタンミランダ周辺）

○ ブラジル



17 溝型テラスとダイズ畑（テンペイ地区）



18 道路の崩壊，遠景はコムギの等高線栽培
（ボンカツ周辺）

写真1は榎書記官（在コロンビア日本大使館），写真14，15はアルトパラナ分場の提供による。

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
(コロンビア・パラグアイ) 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	1
(1) 国内作業	1
(2) 現地調査	1
ア. 調査日程	1
イ. 調査団員	1
1-3 調査結果の概要	6
(1) コロンビアにおける土壌侵蝕と土壌保全対策の現況	6
ア. 農業生産の概況	6
イ. 土壌侵蝕および土壌保全対策の現況	6
(2) パラグア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. 土壌侵蝕および土壌保全対策の現況	10
(3) 将来の技術協力に対する若干の提言	11
ア. 畑作における問題の所在と技術協力	11
イ. 土壌保全に関する技術上の問題点	12
ウ. 調査結果の汎用性	12
エ. 技術協力の受入体制とわが国の協力	12
第2章 コロンビアにおける土壌侵蝕と保全対策の現況	13
2-1 コロンビアの農業生産の概況	13
2-1-1 自然条件	13

ア. 地 形	13
イ. 気 象	14
ウ. 土 壤	14
2-1-2 農業地域区分	14
ア. カリブ海沿岸低地域	16
イ. 太平洋沿岸地域	16
ウ. アンデス山脉の高原及び溪谷地域	16
エ. オリノコ河上流地域	16
オ. アマゾン河上流地域	17
2-1-3 土地利用	17
2-1-4 作物生産の現況	18
ア. 主要作物の作付面積, 生産量および収量	18
イ. 主要作物の作付面積, 生産量および収量の推移	18
ウ. 主要作物の栽培状況	23
エ. 作付体系	24
2-2 コロンビアの土壌侵蝕と技術的保全対策の現況	25
2-2-1 土壌の種類, 性質と侵蝕	25
ア. 土壌の種類	25
イ. 土壌の性質と侵蝕	28
2-2-2 現地調査地区の土壌侵蝕と保全対策	33
ア. ウバテ地区	33
イ. モンドーモ地区	37
2-2-3 行政機関とその活動	38
ア. 行政機関等の整備と任務	39
イ. INDERENAの活動	39
ウ. CARの活動	43
附表2-1	45
第3章 バラグアイにおける土壌侵蝕と保全対策の現況	47
3-1 バラグアイの農業生産の概況	47
3-1-1 自然条件	47
ア. 地 形	47
イ. 気 象	47

ウ. 土 壤	48
3-1-2 農産地域区分	49
ア. 中央平野地帯	49
イ. 東部丘陵地帯	51
ウ. 北部高原地帯	51
エ. 西南低湿地帯	52
オ. チャコ平原地帯	52
3-1-3 土地利用	52
3-1-4 作物生産の現況	53
ア. 主要作物の地域別作付面積, 生産量および収量	53
イ. 主要作物の作付面積, 生産量および収量の推移	57
ウ. 主要作物の栽培状況	61
3-1-5 家畜生産の現況	62
3-2 パラグアイの土壌侵蝕と技術的保全対策の現況	64
3-2-1 土壌の種類, 性質と侵蝕	64
3-2-2 イタプア県における土壌侵蝕とその保全	64
3-2-3 現地調査地区の土壌侵蝕と保全	78
ア. チャベス地区	78
イ. テンベイ地区	79
ウ. イグアス地区	81
3-2-4 行政機関とその活動	81
附表3-1	86
第4章 将来の技術協力に対する若干の提言	87
4-1 畑作における問題の所在と技術協力	87
4-2 土壌保全に関する技術上の問題点	87
4-2-1 コロンビア	87
ア. 耕地管理	87
イ. 作付体系	88
ウ. 林地の回復	88
エ. 調査, 研究	88
オ. 行政機関の連携	88

4-2-2	パラグアイ	88
ア.	耕地管理	88
イ.	施肥管理	88
ウ.	作付体系	88
エ.	調査, 研究	89
4-3	調査結果の汎用性	89
4-4	技術協力の受入体制とわが国の協力方法	89
附表4-1		91
附属資料1.	ブラジル(主としてサンパウロ州)の土壤保全と試験研究の概要	93
附属資料2.	米国の土壤侵蝕と保全対策の概要	103
付 録		135
主要文献資料		153

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	1
(1)	国内作業	1
(2)	現地調査	1
ア.	調査日程	1
イ.	調査団員	1
1 - 3	調査結果の概要	6
(1)	コロンビアにおける土壌侵蝕と土壌保全対策の現況	6
ア.	農業生産の概況	6
1)	自然条件	6
2)	農業地域区分	6
3)	土地利用	6
4)	作物生産の現況	6
イ.	土壌侵蝕および土壌保全対策の現況	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対策	7
①	ウバテ地区	7
②	モンドーモ地区	8
3)	行政機関とその活動	8
(2)	パラグア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
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	9
5)	家畜生産の現況	10
イ.	土壌侵蝕および土壌保全対策の現況	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対策	10
① チャベス地区	10
② テンベイ地区	11
③ イグアス地区	11
3) 行政機関とその活動	11
13) 将来の技術協力に対する若干の提言	11
ア. 畑作における問題の所在と技術協力	11
イ. 土壌保全に関する技術上の問題点	12
ウ. 調査結果の汎用性	12
エ. 技術協力の受入体制とわが国の協力	12

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な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、耕地の外延の拡大、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に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、「土壌保全」を主として栽培、土壌管理の面からとりあげ、今後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1983年に引続き本基礎調査を実施した。

(2) 調査の対象地域

調査は世界の各地帯のうちで土壌侵蝕が急速にすすみつつある南米諸国からコロンビアの高地畑作地域及びバラグアイの丘陵地域を対象として実施した。前者は急傾斜地でキャッサバ、トウモロコシ、後者は緩傾斜地でコムギ、ダイズが基幹作物となっている。

(3) 調査の方法

調査は国内準備調査と現地調査によった。

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、同協会技術参与杉穎夫、調査嘱託木内知美、同、町田暢が担当し、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

国内作業及び事前打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59年(1984年)10月16日から11月9日まで25日間にわたり下記の日程により実施した。

イ. 調査団員

団 長 田 内 堯 国際協力事業団 農業開発協力部長

土壌保全	杉 穎 夫	国際農林業協力協会	技術参与
作物	町 田 暢	国際農林業協力協会	調査囑託
土壌物理	木 内 知 美	国際農林業協力協会	調査囑託
業務調整	大 沢 英 生	国際協力事業団	農林水産計画調査部

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	10/16(火)	TOKYO→(JL062)			
2	10/17(水)	→BOGOTA	在コロンビア日本大使館 JICAボゴタ事務所	表敬 表敬, 日程打合せ	複書記官 斉藤事務所長
3	10/18(木)	BOGOTA	地理局(IGAC) 自然資源・環境保全局 (INDERENA)	調査協力依頼 土壌調査について ヒアリング 土壌保全に関する意 見交換 事業計画について ヒアリング	Castro 土質部門部長 Luna土質研究所長 Montenegro 土質研究所 専門官 Iragorriプログラム部長 Ojedaプログラム調査課長 Guzmanプログラム計画顧問 Mendoza 農業研究局(ICA) 牧草プログラム部長
4	10/19(金)	BOGOTA	水文・気象・土地改良局 (HIMAT) 農業省 国家企画庁(DNP) コーヒー公社(FNCC)	気象について ヒアリング 表敬, 調査協力依頼 土壌保全に関する 意見交換 "	Cabrera 計画課長 Hurtado 応用気象課長 Alzamora農業大臣顧問 Lopezコルボラバ部長 Rivera コルボラバ計画課長 Rivera 全国技術普及監督局 次長
5	10/20(土)	BOGOTA ^{陸路} ⇄ Ubaté	ウパテ地区(CAR)	土壌保全に関する 現地調査	Santos 林業技師
6	10/21(日)	BOGOTA→CALI		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
7	10/22(月)	CALI	熱帯農業研究センター (CIAT) 日系移住者農場	表敬, 研究状況聴取 現地調査	Nores 副所長 Sarinas教授 Peter 教授 田中, 坂本, 柴田氏
8	10/23(火)	CALI	モンドーモ, ポパヤン 地区	土地保全に関する現 地調査	Howeler 教授
9	10/24(水)	CALI→BOGOTA →LIMA		移 動	
10	10/25(木)	LIMA→RIO DE JANEIRO →ASUNCION		移 動	
11	10/26(金)	ASUNCION	JICAアスンシオン支 部 在パラグアイ日本大使館 農牧省農牧普及局 (SEAG) アスンシオン大学農学部 農牧省技術官房局	日程打合せ 表敬 土壌保全に関する 意見交換 土壌調査についての 研究聴取 意見聴取	小島支部長, 前田課長, 山本職 員 山口大使, 赤熊書記官 Alvarez 局長 Morwo 土壌研究官 Alouso 土壌研究官 Mesa 官房長
12	10/27(土)	田内団長LIMAより 合流 ASUNCION	JICAアスンシオン 支部	日程打合せ 資料収集及び整理	前田課長, 山本職員
13	10/28(日)	ASUNCION 陸路 → ENCARNACION			
14	10/29(月)	ENCARNACION	在エンカルナシオン日本 領事館 CAICISA JICAエンカルナシオン 支所 CRISA 日系移住者農場	表敬 意見聴取 日程打合せ 土壌保全に関する 意見聴取 現地調査	大川領事, 加藤副領事 宮広社長, 田中本部長 佐々木支所長, 井上業務課長 五十嵐リーダー, 千葉, 宮原専 門家 上野氏(チャベス地区)

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
15	10/30(火)	ENCARNACION	JICAアルトパラナ 事業所 JICAアルトパラナ 分場 CEMA CEDEFO	日程打合せ 意見聴取 " "	山口所長 青山場長 志水リーダー、及川、坂本、 明田川専門家 山垣リーダー、大高、辻脇、 堀の内専門家
16	10/31(水)	ENCARNACION →TEMBEY→ PUERTO STROE SSNER	テンベイ農場 (CAICISA)	現地調査	宮広社長、JICA3センター 専門家
17	11/ 1(木)	PUERTO STROE SSNER	JICAパラグアイ農 業総合試験場 日系移住者農場	日程打合せ 意見聴取 現地調査	奥村場長、小林課長、瀬合室長 尾崎専門家、山下専門家 尾崎専門家、山下専門家
18	11/ 2(金)	PUERTO STROE SSNER 陸路 → IGUASSU FAL LS→SAO PAULO		資料収集	
19	11/ 3(土)	SAO PAULO		資料整理 及び資料収集	
20	11/ 4(日)	田内団長BRASILIA へ SAO PAULO 陸路 → BOTUCATU	日系移住者農場	意見聴取及び現地調 査	岩間専門家(熱研センター) 田村氏、関谷氏
21	11/ 5(月)	田内団長RIO経由 NEWYORK へ BOTUCATU 陸路 → SAO PAULO	ポツカツ大学 農学部	研究状況聴取	ナカガワ農学部長、Pasqual 教授、Kiar教授、 Predade 助教授

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
22	11/ 6(火)	田内団長NEWYORK より東京へ ----- SAO PAULO →	カンピナス農業試験場 JICAサンパウロ支 部 在サンパウロ日本総領 事館	研究状況聴取 調査結果報告 表敬	ナガイ園芸部長, Menk 土壌部長 徳田支部長, 真下情報室長 小笠原領事
23	11/ 7(水)	田内団長東京着 ----- →MIAMI→ SAN FRANCIS CO			
24	11/ 8(木)	SAN FRANCIS CO→(JL001)			
25	11/ 9(金)	→TOKYO			

1-3 調査結果の概要

(1) コロンビアにおける土壌侵蝕と土壌保全対策の現況

ア. 農業生産の概況

1) 自然条件

コロンビアは国土の西半分を占めるアンデス山脈の3つの支脈（東部，中部，西部）を含む山地帯（最高5,000mをこえる）と太平洋沿岸地帯，東半分に広く分布するサバンナおよび森林地帯（500m以下）とに大別される。

気温の季節的变化は少ないが降水量は複雑な地形と標高とによって極めて多様な分布（8,000mm～500mm以下）を示す。しかしアジアモンスーン地帯のように4～5ヶ月間に年降水量の85～90%が集中するということはなく，比較的降水量の少ない月はあっても明瞭な乾季と雨季の別はない。

土壌はアンデス山地に沖積土，太平洋沿岸と東部の平原に酸性土壌が多い。

2) 農業地域区分

地形，気象，土壌条件などによりカリブ沿岸，太平洋沿岸，アンデス山地高原・溪谷，オリノコ河上流およびアマゾン河上流地域の5つに大別される。

3) 土地利用

国土総面積は113.9万Km²，このうち農用地は560万ha（4.9%），永年牧草地は3,000万ha（26.3%），森林が5,245万ha（46.1%）となっている。農用地は最近10年近くの間28万haの増加をみたが，森林は505万haの減少である。

農用地の大部分はアンデス山間地に集中している。

4) 作物生産の現況

主要作物の作付面積は413万haで，このうち永年（半永年も含む）作物が54%と1年生作物よりも多い。これはコーヒー（109万ha）が断然多いことによる。なおキャッサバは17万haである。

1年生主要作物ではトウモロコシが64万haで最も多く，ついでイネ（45万ha），ソルガム（29万ha），バレイショ（17万ha），インゲン（11万ha），ワタ（10万ha）の順で，この5作物で93%を占める。

最近8年間についてみると，ソルガム（1.9倍），イネ（1.2倍）の増加が目立つ反面，ワタとキャッサバの減少が著しい。

収量はコムギを除くと全般的に横ばいであるが，バレイショ，ソルガムは明かに低落傾向にある。

イ. 土壌侵蝕および土壌保全対策の現況

1) 土壌の性質と侵蝕

コロンビアの土壌は、Oxisols および Inceptisols が大半を占め、前者は主としてオリノコ河およびアマゾン河上流流域に、一部はアンデス山地と太平洋岸に分布する。Inceptisols は、アンデス山地およびその東方山麓地帯に分布し、亜目 (Sub-order) の Tropepts, Andepts は侵蝕地帯に多く分布する。この土壌はコーヒー園土壌として重要であるが、コーヒー園はコーヒー会社の指導の下で侵蝕防止策がかなり実施されている。

その他、Entisols, Alfisols, Vertisols なども分布するが、面積は少ない。

侵蝕の発生しやすい地域は、アンデス山地、太平洋岸の一部である。アンデス山地は、降水量の分布が複雑であり、高原、盆地などの地形変化とあいまって、侵蝕の様相も複雑である。侵蝕の程度を5段階に分類 (甚～激甚・中～甚・中・中～軽・軽～無) すると、軽～中が面積で60%と最も多く、甚～激甚は面積こそ少ないが、アンデス東部山脈に主として散在し、中は山脈の山麓地帯に存在する傾向がみられる。侵蝕の状態の把握は、定性的で定量的な調査は少ない、現在USLE方式を適用するため、データを整理中である。INDERENA が実施しているマグダレナ河上流地域開発計画での調査によれば、土壌管理法を誤ると20-30%の傾斜地で、年間土壌流亡量は、表土層の厚さにして3cmに達するという。FNCCの圃場の例でも、裸地の場合、毎月耕起では22%の傾斜地で1年に約2cm程度の値を得ている。

また、オリノコ河流域では1-3月の強風時に草地の火入れが行われるため、風蝕が問題となっている。この火入れはアンデス山間地でも同様に問題で、草地管理を適切にして火入れを停止することが侵蝕防止上重要である。

そのためICAでは在来野草にかわる牧草の研究を行ない、従来の3倍の収量の新品種を開発している。

2) 現地調査地区の土壌侵蝕と保全対策

① ウバテ地区

ボゴタ市北方約60km、標高2,600~3,400m、平均気温10℃、年降水量700mm。チエクア河集水域17,000haのうちはげしいガリー侵蝕を受けている面積が19%、軽い侵蝕も54%という激甚な侵蝕地帯である。軟かい地質と不透水層の存在とが、表面流去水を大きくしている。平均流亡土量は、年間に21トン/haであるが、多雨時には流去水の入るチエクア河の土砂含有量は44kg/m³とボゴタ河の50g/m³に比し、その約800倍となり、下流の河水利用の大きい障害となっている。

その主な原因は、数百年前からの森林伐採とその後の放置のためであり、現在はこの対策のため、大型機械で土壌を破砕して透水を良好ならしめるとともに、テラス工、貯水池の構築などにより、水の地下浸透を図っている。森林の回復には、松、アカシアの適種を選定し、計画的な植林を実施するとともに、地区を作物生産、牧

畜、林地など、傾斜と侵蝕の程度によって区分し、合理的土地利用計画を立案している。

② モンドーモ地区

カリ市の南方約60km、標高1,500~1,800m、年降水量1,000mm、平均気温20~24℃、傾斜度平均25%。

土壌は、DystropeptsおよびAndeptsの植壤土で、表層10~30cmは黒色で腐植に富んでいる。

主作物はキャッサバで、アンデス山間の典型的な小農地帯である。CIATは、キャッサバ畑の土壌侵蝕防止の現地試験を実施している。この試験の成果は、直ちに侵蝕防止技術に広く適用できるものである。耕起法については、全面、部分、反転、不耕起法など、栽培法では、帯状栽培、間作、除草法の比較、施肥効果などである。これら各技術の組合せによって、侵蝕は慣行栽培法の年間25トン/haから5トン/haまで約1/5に軽減できる見込みである。この地帯の侵蝕防止には、かなり集約的な栽培により、豊富な植被を維持することが必要で、このためにも施肥、緑肥作物の間作などによる土壌の肥沃化をはかることが重要である。また、草地では優良牧草を導入し、周到な管理によって火入れを出来るだけ避けることが必要である。

なお、このほかCIATのボパヤン支所においては、10haほどの傾斜30~40%の小集水域を利用してテラス工の試験を実施中である。

3) 行政機関とその活動

土壌侵蝕の基礎資料の一つである土壌調査は地理局(Instituto Geografico " Augustin Codazzi ") が担当し、保全事業は自然資源・環境保全局(Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Ambiente) および自治開発公団(Corporacion Autonoma Regional) が実施し、気象、水文、かんがいについては気象・水文・土地改良局(Instituto Colombiano de Hidrologia Meteorologia y Adecuacion de Tierras) となっている。また研究と普及は農業研究局(Instituto Colombiano Agropecuario) の任務となっている。

土壌保全はその技術的な対象分野が広範にわたる性格のものであるから、農業省官房がこれら各局間の調整に当るという体制をとっている。

現在自然資源・環境保全局はマグタレナ河上流地域560万haを対象とする総合開発プロジェクトを実施しているがその目的は地域内に3つのパイロット地区を設定し耕地、草地の土壌侵蝕の防止、土壌の capability に応じた土地利用、水資源の合理的利用、各種自然資源の保全、管理に当る村落共同体の組織づくりなどとなって

いる。本プロジェクトは国際農業銀行からも資金の援助を受けている。

また自治開発公団はボゴタ河の一小支流であるチェックワ河流域などを含む約80万haを対象として流域の総合管理プロジェクトを実施中でありその内容は、土壌侵蝕の防止、水量調節、水質の改善などである。本プロジェクトも西独の援助を受けている。

(2) バラグアイにおける土壌侵蝕と土壌保全対策の現況

ア. 農業生産の概況

1) 自然条件

バラグアイは国土のほぼ中央を南北に貫流するバラグアイ河によって西部と東部に大別される。西部は標高100～300mのチャコ平原、東部は100～600mでブラジル国境にはアマンバイ山脈がある。

気温は内陸国のため季節間および日較差の変化が大きい。

年降雨量は東部のブラジル国境の1,700mmから西部チャコ平原にかけて規則正しく減少しボリビア国境近くでは500mmとなる。雨季と乾季の区別は明かでないが全般的にみると7～8月に降雨が少ない。

土壌は西部チャコ平原にアルカリ性土壌、東部パラナ河沿岸には肥沃な土壌テラロシャ、バラグアイ河沿岸には沖積土が分布している。

2) 農業地域区分

地形、気象、土壌条件などから中央平野、東部丘陵、北部高原、西南部低湿およびチャコ平原の5つの地域に区分される。このうちチャコ平原は国土の61%を占め粗放な牧畜経営が行なわれている。

3) 土地利用

国土総面積40.6万Km²、このうち農用地は194万ha(4.8%)、永年牧草地が1,565万ha(38.5%)、森林は2,055万ha(50.5%)である。農用地はここ10年近くの間で71万haの増加であり、森林は30万haの減少である。農用地のほぼ93%は中央平野、東部丘陵および北部高原地域に集中している。

4) 作物生産の現況

1年生作物の作付面積は150万haで、このうちトウモロコシは38万ha、ダイズは36万ha、ワタが31万haでこの3作物で66%を占める。主要畑作物のうちダイズとコムギは東部丘陵地域に、ワタとキャッサバは中央平野地域に集中している。

最近8年間ではワタ(94倍)、ダイズ(6.6倍)、トウモロコシ(20倍)の増加が顕著である。収量は1973年以降全般的に横ばいか低落気味であり増加傾向の作物は見当たらない。

5) 家畜生産の現況

牛は人口(337万人)よりも多く520万頭に達しチャコ平原地域にその42%、中央平野地域に22%が飼養され、とくに前者では粗放な放牧形式である。

4. 土壌侵蝕および土壌保全対策の現況

1) 土壌の性質と侵蝕

バラグアイ河で東西に二分された西部はチャコ平原で、土壌はAridisols, Mollicisols, およびAlfisolsが分布し、粗～中粒質の土壌で、傾斜は0～8%以内であり、過乾あるいは排水不良地が多い。土壌侵蝕についてはこれまでとくに問題となつたことはない。これに対して東部には標高300～500mの丘陵もあるが、大半はほぼ平坦である。しかし、パラナ河沿岸には8～30%の傾斜地が広く分布し、現在、この地帯の土壌侵蝕が大きな問題となっている。そのほか、小規模な侵蝕は中央平野の1, 2の県で散見される。

バラグアイ河岸とエンカルナシオンより下流のパラナ川沿岸に沖積地があり、Entisolsが分布し、北部ブラジル国境にはOxisolsが、その内側には粗～中粒質のUltisolsがある。

パラナ河岸のイタブア県は典型的な波状丘陵地で、5～15%の傾斜地が過半を占め、土壌はAlfisolsいわゆるテラロシャ(Terra Roxa)で、バラグアイ第一の肥沃な土壌である。土性は細粒質が多い。

乾、雨期の区別は明瞭でなく、年平均気温21℃、年降水量1,700mm程度であるが、10～11月にはしばしば集中豪雨がある。このような自然条件に加えて、不適切な農法が土壌侵蝕を著しく促進している。

以前は林地であつたこの地帯は農業開発によって豊富な森林が無計画に伐採され、大区画の畑での大型機械によるコムギーダイズの単純な作付体系が定着した。しかし、作物交替期の集中豪雨と広大な集水域は、重機械の圧迫による耕盤形成に伴う粘土質土壌の透水性低下とあいまって、大量の表面流去水を生じて土壌を押し流し、土壌侵蝕の激化を招く結果となつた。こうして森林下の肥沃な表土は流失して、次第に肥沃度の低い下層土が露出するにいたつた。

因みに、この地帯の土壌流亡の程度は、少なくとも年間30トン/haと推定されている。これは、米国での土壌の流失許容限界値(年5～12トン/ha)をはるかに超えている。

2) 現地調査地区の土壌侵蝕と保全対策

① チャベス地区

大区画畑にダイズ播種前の耕起が行われ、斜面長は500m以上におよび、傾斜

度は3～5%であったが、作土は15～20cm、下層はち密で透水性が悪く、面状・雨裂型侵蝕はもとより、深さ2mを超えるガリー侵蝕も数本認められた。

② テンベイ地区

0～13%の傾斜地で、区画も40～90haと大きく、耕作は水平方向直線型で、しかも冬期休閑の畑もあり、侵蝕発生の危険はきわめて大きい。面状・雨裂型侵蝕もすでにヒマワリ畑とその周辺に発生していた。

③ イグアス地区

林地の伐採の進捗はチャベス、テンベイほどでなく、傾斜も緩やかであるため、顕在的な激しい侵蝕はみられなかったが、表層土の流亡（面状侵蝕）は年々進行しており、前2地区のあと追いを避けるためにも適切な対策を実施する必要がある。

以上の3地区の土壌保全対策としては、i) 地形に適した土地利用、とくに林地の適正配置と保護、ii) 地形に適した農地区画の変更、iii) 休閑・裸地の解消、iv) 保全的栽培法の採用、すなわち等高線栽培、帯状栽培、不耕起栽培、v) テラス工、排水路、農道などの整備などがあげられる。さらに詳細な気象データ（降雨の強度を示す単位時間内の降雨量の測定など）の集積を早急に開始する必要がある。

3) 行政機関とその活動

土壌保全に関する事業全般を所掌する行政部局は現在のところないが、農牧省の農業試験普及局（*Dirección de investigación y extensión agropecuaria y forestal*）が一応の窓口となっている。また保全に関する研究も国立農業試験場（INA）、地域農業試験センター（CRIA）ではほとんど行なわれていない。しかし東部丘陵地をはじめとする農耕地での土壌侵蝕の顕在化に鑑みようやく土壌保全の重要性と緊急性とが認識され1984年（9月）にはIDBとの間で無償技術援助協定が締結された。この協定はまず普及職員等の研修訓練、農民への保全技術の伝達、主要農業地帯での保全対策の策定などが主な目的となっており、また土壌保全を専管する部局の設置も考慮されている。

具体的な保全プロジェクトの設定は協定期間の終了後（1987年）になるであろう。

(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

ラテンアメリカでは土壌侵蝕の影響をうけていない土壌は全体の僅か20%にすぎず、世界的にみても土壌保全対策の重要な地域である。農地の外延的拡大は東南アジア諸国よりもなおその余地はあるものの（とくにパラグアイ）、既耕地での土地生産力は主として不十分な土壌保全対策によって近年横ばいないしは低下の傾向がみられる。

畑作における生産力向上は基本的には収量の増大によらねばならないことはネパール、タイの場合と軌を一にする。

従ってこんどの畑作の技術協力に際しては自然および営農条件に適応した土壌保全を主軸とし、畑作生産力の永続性を図る必要がある。

イ. 土壌保全に関する技術上の問題点

土壌保全対策は、単に個別の技術分野が有機的関連なしに対応するのみでは実効はない。

コロンビアの傾斜畑では等高線栽培と最小耕起法（牛耕による）がのぞましく、また緑肥作物を組入れた作付体系の改善が必要である。

一方パラグアイの波状丘陵地畑では、大型機械の作業能率を重視する余り、畑の区画が過大であるので、まず牧草などのストリップを適切に配置するなど斜面長の短縮を図る必要がある。

また、作物交替期の侵蝕を軽減するためブラウイング、ハローイングの回数を少なくする不耕起栽培を検討すべきである。

ウ. 調査結果の汎用性

コロンビア、パラグアイともにその程度は異なるが基本的にはネパール、タイと同じく米国の土壌保全施策の影響をうけている。

両国での調査結果はラテンアメリカの類似の自然、営農条件の地域には適用可能である。

しかし前回および今回の調査では熱帯雨林や乾燥サバンナ地帯への適用には限界があるので、これら地帯への調査を補完的に行う必要がある。

エ. 技術協力の受入体制とわが国の協力

コロンビアの土壌保全に関する政府の体制は、タイのように一元的ではないが整っている。また、技術的にも一定の水準にあるとみてよい。従って、現に実施中の土壌保全プログラムに対して、一部資材供与と資金協力を組合せた各種段階の協力が可能であろう。

一方、パラグアイは、受入体制が整備されておらず、技術者も未訓練であるので、専門家の派遣、機材の全面供与と資金協力を組合せた協力、例えば、パラナ河沿岸に特定の地区を選んで土壌保全パイロット地区とし、ここに各分野の技術並びに資金を投入するという方法が考えられよう。

第2章 コロンビアにおける土壌侵蝕と 保全対策の現況

第2章 コロンビアにおける土壌侵蝕と 保全対策の現況

目 次

2-1	コロンビアの農業生産の概況	13
2-1-1	自然条件	13
ア.	地形	13
イ.	気象	14
(1)	気温	14
(2)	雨量	14
ウ.	土壌	14
2-1-2	農業地域区分	14
ア.	カリブ海沿岸低地域	16
イ.	太平洋沿岸地域	16
ウ.	アンデス山脈の高原及び溪谷地域	16
エ.	オリノコ河上流地域	16
オ.	アマゾン河上流地域	17
2-1-3	土地利用	17
2-1-4	作物生産の現況	18
ア.	主要作物の作付面積，生産量および収量	18
イ.	主要作物の作付面積，生産量および収量の推移	18
ウ.	主要作物の栽培状況	23
エ.	作付体系	24
2-2	コロンビアの土壌侵蝕と技術的保全対策の現況	25
2-2-1	土壌の種類，性質と侵蝕	25
ア.	土壌の種類	25
イ.	土壌の性質と侵蝕	28
2-2-2	現地調査地区の土壌侵蝕と保全対策	33
ア.	ウパテ地区	33
イ.	モンドーモ地区	37

2-2-3 行政機関とその活動	38
ア. 行政機関等の整備と任務	39
イ. INDERENAの活動	39
ウ. CARの活動	43
附表2-1	45

第2章 コロンビアにおける土壌侵蝕と保全対策の現況

コロンビアは、北はカリブ海に、西は太平洋に面し、その間をパナマと境を接して中米に連なり、南はペルー、エクアドル、東はブラジル、ヴェネズエラとそれぞれ境を接し、北緯12度～南緯4度西経67～79度に位置し、その南端近くに赤道が通っている。全国土面積は113.9万Km²、人口2,693万人(1982)で、その26%が農業人口である。

2-1 コロンビアの農業生産の概況

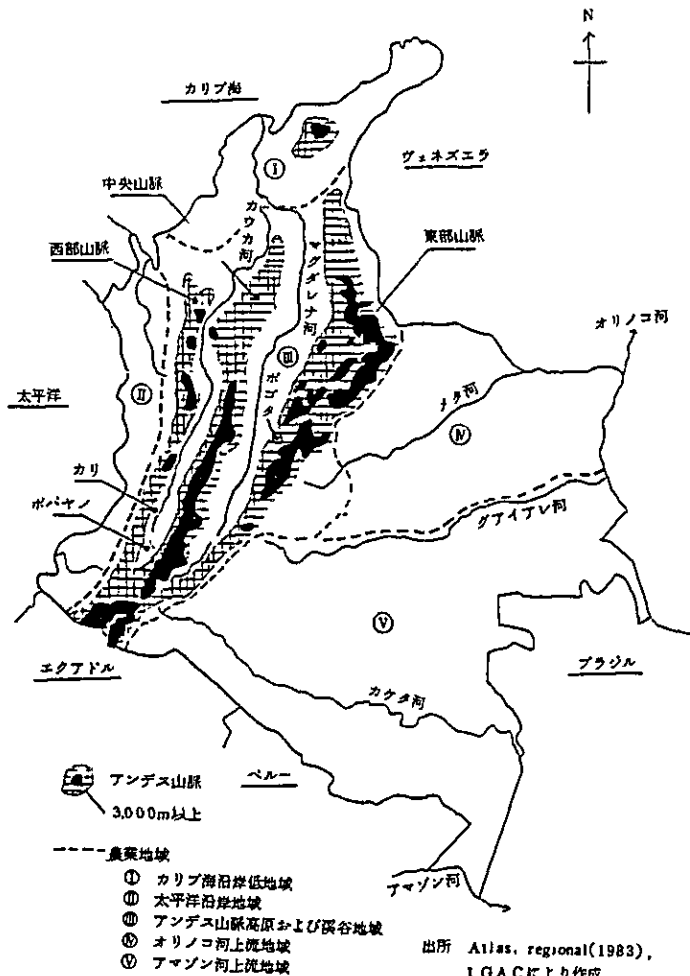
2-1-1 自然条件

ア. 地形

南米大陸の太平洋岸を縦走するアンデス山脈は、コロンビアに入って3つの支脈に分かれて図2-1のように西部、中央、東部山脈となり、5,000mを越える高峰もある。

西部と中央山脈の間をカウカ河(Rio Cauca)が、また中央と東部山脈の間にマグダレナ河(Rio Magdalena)が北流しカリブ海沿岸低地で合流している。

図2-1 地形および農業地域概念図



このあたりの地形は複雑で、湿地、丘陵地が散在している。

両河川の中～上流域は標高1,000 m～3,000 mの高地と溪谷とになっている。

アンデス東部山脈の東に、標高500 mぐらいまでの大平原が開け、北部はオリノコ河（Rio Orinoco）支流の波状丘陵地よりなる熱帯サバンナであり、南部は、アマゾン河（Rio Amazonas）上流の熱帯森になっている。

したがって、国土は、高原を含む41%の山岳地帯と59%の平原とに2大別される。

イ. 気 象

(1) 気 温

コロンビアは熱帯に属するが、標高差が大きく、気温は地域により大きな差がある。海岸および東部平原は、平均気温28℃前後の熱帯性気候であるが、標高1,000～2,000 mでは20℃前後であり、2,500 m～3,000 mでは15℃前後と低く、1～2月の最低気温が氷点下に下るところもある。しかし季節的な変化は極めて少ない。

(2) 雨 量

雨量は、図2-2のように地域により著しい差異があり、西部山脈の西方太平洋沿岸地帯はもつとも多く、年雨量4,000～8,000 mm、降雨日数も240日に達するところがある。

これに対しカリブ海沿岸は500～1,000 mmでもつとも少なく、降雨日数も30日前後のところがある。アンデス山地では1,000～3,000 mmで、1～3月と、6～8月は比較的少ない降雨が。

東部平原は2,000～3,000 mmで降雨の少ないのは1～3月である。

代表的地点における気温、雨量などは附表2-1のとおりである。

ウ. 土 壤

マグダレナ河、カウカ河の合流するカリブ海沿岸地帯は、両河川の厚い沖積土壌で肥沃である。しかし最北部のグアヒラ半島は乾燥が著しく塩分過剰である。

また太平洋沿岸地帯は酸性土壌で、その上集中的な豪雨のため土壌の流亡が著しい。

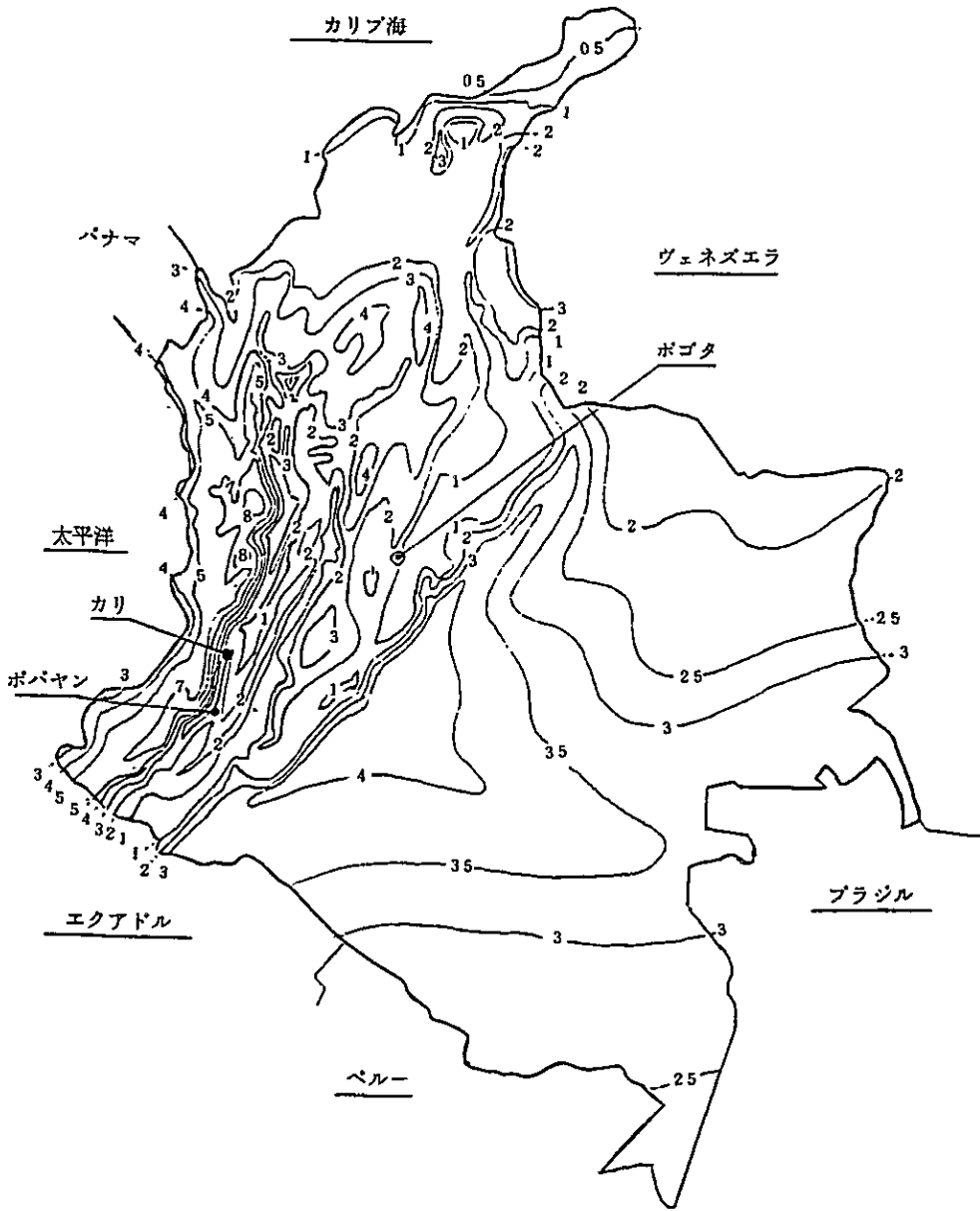
東部平原はアルミニウムの多い酸性土壌である。またオリノコ河上流地帯は隣国ヴェネズエラから吹込む季節風による風蝕が著しい。

アンデス山脈中のカウカ高原、マグダレナ河上流地帯は火山灰を混えた沖積土地帯で、とくにカリ（Cali）附近の標高1,000 mぐらいの高原は湖成沖積土より成り、この国ではもつとも肥沃な土壌である。

2-1-2 農業地域区分

農業地域は地形、気象、植生および土壌条件などから次の5地域に区分される。（図2-1参照）

図 2-2 年降水量線 (1931~1960) (単位 1,000mm)



出所: World survey of climatology vol. 12 (1976)に より作成

ア. カリブ海沿岸低地域

標高200 m ぐらいまでの低地，高温で雨量のもっとも少ない乾燥地帯である。

マグダレナ，カウカ両河川の下流は洪水に悩まされるが，その沖積土壌は肥沃で，秋季の雨を利用してイネ，ワタ，キャッサバ，牧草などが栽培され，とくにワタの主産地である。

イ. 太平洋沿岸地域

高温で雨量のもっとも多い地域であり，しかも集中豪雨のため年々洪水が多く，土壌の流亡が著しく，酸性である。したがって農業利用度は低く，わずかにイネ，バナナ類が栽培されている。

ウ. アンデス山脈の高原および溪谷地域

マグダレナ河，カウカ河の中～上流域の標高1,000～3,000 m の高原および溪谷地帯である。気候もよく，土壌は火山灰を含む肥沃な沖積土で，人口も集中しているので，集約的農業が行なわれている。しかし傾斜地が多く火成岩，火山灰土壌が多いため土壌侵蝕も多い。

カリ（Cali）附近では，ダイズ，インゲン，トウモロコシ，ソルガムなどの大型機械による大規模経営が行なわれ，サトウキビ，イネ，バナナなどの作付も多い。また，この国の主産物であるコーヒーは標高1,500～1,800 m の山間部で，遮光樹による半日陰栽培が行なわれている。

首都ボゴタ（Bogota）の周辺の牧畜は，他の地域と異なり，牧草が栽培され牧場の管理もよく，ha当たり0.3頭以上の牧養力がある。また首都近郊の故もあって乳牛が多い。

作物では，斜め耕による零細なバレイショ畑が点在し，高冷地のため病害も少なく，生産も良好である。またハウスによる大規模なカーネーションなどの花き栽培も盛んである。

マグダレナ河下流では雨季に栽培し乾季に収穫するワタの生産地を形成している。

このように，本地域はこの国では先進的な農業生産地域のため，いろいろな開発計画がすすめられている。（2-2，2-3参照）

エ. オリノコ河上流地域

東部平原の北部，オリノコ河上流のリャーノス（Llanos）地帯で，低い丘陵が波状に連なる。1～3月は乾季でサバンナ植生となっている。

リャーノス牛（肉牛）の放牧が行なわれているが，飼料は野草だけで，ha当たり0.1頭という極めて粗放な経営である。年々乾季に草原を焼いて，その新芽を飼料にする。

CIAT（Centro Internacional de Agricultura Tropical）のTropical Pasture Program の対象地域であり，サバンナに適した牧草も開発されている。

オ. アマゾン河上流地域

東部平原の南部、アマゾン河の上流は高温多雨で熱帯雨林をなしている。政府の方針もあって開発の手はまったく入っていない。

2-1-3 土地利用

コロンビアの土地利用は表2-1に示すとおりである。農用地は560万ha(4.9%)、このうち151万haがコーヒー、果樹などの永年作物である。永年牧草地が3,000万ha(26.2%)、森林が5,245万ha(46.1%)、河川、湖沼が1,002万ha(8.8%)、その他が1,570万ha(13.9%)である。

ha(13.9%)である。

これを1974~1976年に比較すると、農用地は28万haの漸増であるが、永年作物には増減がないので普通作物用の耕地が、増加したことになる。永年牧草地、河川・湖沼は変らないから、その他が477万haと大巾に増加している。

これに対し森林は505万haと大巾な減少であって、この大部分がその他に、一部が農用地に転換されたことになる。

なお人口は、1970年の2,080万人から1982年の2,693万人へと増加したが、農業人口は37.9%から25.7%へと約97万人の減少である。

表 2 - 1 土地利用の推移

利用区分	1974~1976		1981	
	面積(1,000ha)	割合(%)	面積(1,000ha)	割合(%)
農用地	5,318	47	5,600	4.9
うち永年作物	1,508	1.3	1,508	13
永年牧草地	30,000	263	30,000	263
森林	57,500	505	52,450	46.1
河川, 湖沼	10,021	88	10,021	8.8
その他	11,000	97	15,700	139
計	113,891	1000	113,891	100.0

出所：FAO Production year book (1982)

2-1-4 作物生産の現況

コロンビアの農業生産においては、コーヒー、畜産が大きな比重を占め、穀類およびその他の作物とともに3本の柱をなしている。

ア. 主要作物の作付面積、生産量および収量

主要作物の作付面積についてみると、表2-2に示すように、総面積413万haで1年生作物が46%、永年生および半永年生作物が54%で永年生の比率が極めて高い。このうち、コーヒーが1.087万haと著しく突出して、その49%を占め、1年生をこみにしても全体の26%になる。そのほか、バナナの36万ha(16%)サトウキビ、キャッサバの17万ha(8%)がこれに続いている。

1年生作物ではトウモロコシがもつとも多く、64万ha(33%)を占め、イネの45万ha(23%)、ソルガムの29万ha(15%)、パレイショの17万ha(9%)がこれについている。

ha当たり収量では、イネが4.5tで南米ではウルグアイ、ペルーとともに最高の水準である。しかし、主作物のトウモロコシは低い。それにたいし、ダイズは作付面積こそ少ないがha当たり2tをあげ世界の最高水準にあり、将来有望な作物である。

イ. 主要作物の作付面積、生産量および収量の推移

最近数年間の作付面積、生産量および収量の推移は表2-3、図2-3及び2-4に示すとおりである。

表 2 - 2 主要作物の作付面積，生産量および収量（1982）

作物	項目	作付面積 (1,000ha)	生産量 (1,000万トン)	収量 (トン/ha)	備考
I	イネ	446.0	20182	4.53	
	トウモロコシ	636.1	893.5	1.41	
	ソルガム	291.1	5684	195	
	オオムギ	34.9	557	159	
	コムギ	453	707	156	
	ダイズ	494	983	200	
	インゲン	1122	728	015	
	ゴマ	12.3	7.2	059	
	バレイショ	1652	21490	1300	
	ワタ	99.2	153.6	155	
	その他	82			
小計		18999			
II.	カカオ	77.3	394	051	
	サトウキビ	922	13029	14.03	
	"	1707	7348	431	粗糖用
	ヤサイ	1192	12300		
	果樹	26.6	495.7		
	バナナ	3592	1933.0	556	
	"	218	11466	52.60	輸出用
	キャンサバ	1789	15523	908	
	タバコ	65	10.6	163	
	"	244	38.1	156	Negro種
	コーヒー	10867	840.0	077	
その他	74.8				
小計		2231.0			
合計		4130.9			

注：I 1年生作物

II 永年ないし半永年作物

出所：Indicadores Economicos（1984）より作成

表2-3 作物の作付面積(1,000ha)、生産量(1,000トン)および収量(トン/ha)の推移

作物	面積			生産量			収量			備考							
	1974 ~76	'80	'81	'82	'83	1974 ~76	'80	'81	'82		'83						
	1979	'80	'81	'82	'83	1979	'80	'81	'82		'83						
イ	3637	4420	4158	4207	4460	3965	1974 ~76	1979	'80	'81	'82	'83					
トウモロコシ	5963	6156	6144	6200	6361	5823	11710	19324	17979	17879	20182	17803	432	437	425	453	449
ソルガ	1525	2211	2060	2313	2911	2719	7990	8702	8536	8300	5985	8639	134	141	140	141	148
マ	364	308	377	445	453	453	3660	5013	4305	5320	5684	5852	240	227	270	195	219
ギ	607	713	781	439	494	595	480	420	457	623	717	778	132	156	142	156	168
イノ	1042	1124	1154	1173	1122	1125	1190	1455	1545	890	983	1224	196	204	203	200	206
フ	1865	2169	2169	2211	992	767	750	727	836	739	728	818	072	065	063	065	073
バレイソ	-	1508	1420	1585	1652	1605	-	2810	3531	3663	1536	1304	-	151	166	155	170
キ	2467	2217	2077	2070	1709	1727	19980	19089	21504	21500	15523	15548	810	413	1029	918	900
サトウキビ	-	857	932	921	929	995	20652	20652	17267	21047	21490	21885	-	1370	1320	1300	1353
"	-	2000	1490	1870	1707	1765	15160	11139	11887	11481	13029	13794	-	052	1247	1403	1400
カ	563	627	644	685	773	792	8340	9847	9875	8026	7348	7796	-	543	424	431	442
バ	-	4121	4326	4335	3590	3598	270	323	356	383	324	370	048	3830	055	051	047
フ	-	209	215	210	218	225	18520	22358	23480	24005	19930	22475	-	-	543	554	625
コ	8288	-	10805	10773	10909	-	1220	8005	9443	11095	11466	11730	-	4487	5284	5260	5213
							4890		7240	8080	8400		059	067	075	077	

注: 1976

出所: 表2-2に同じ

図 2-3 作付面積の推移

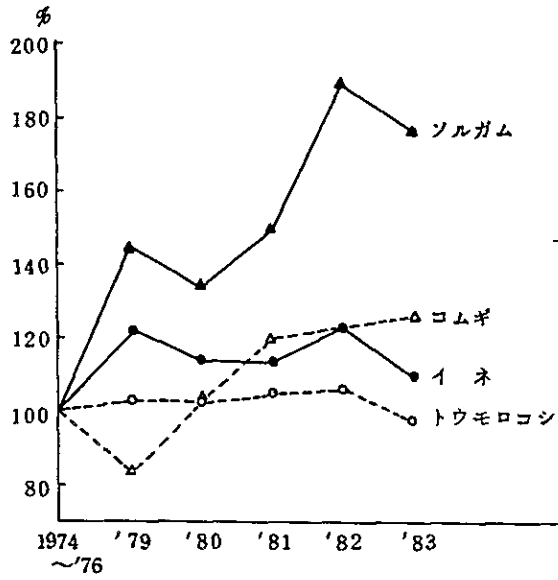
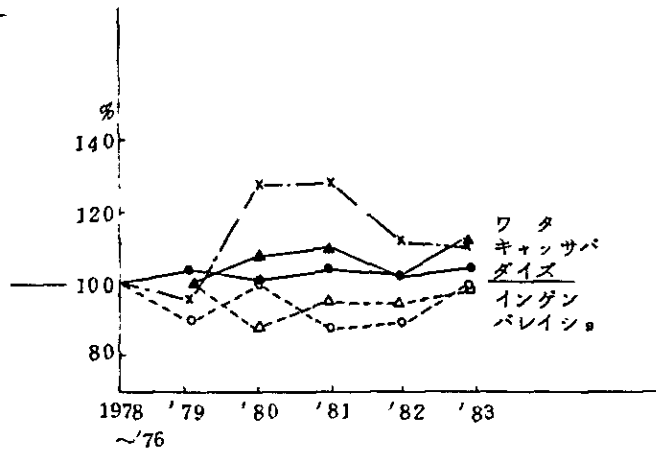
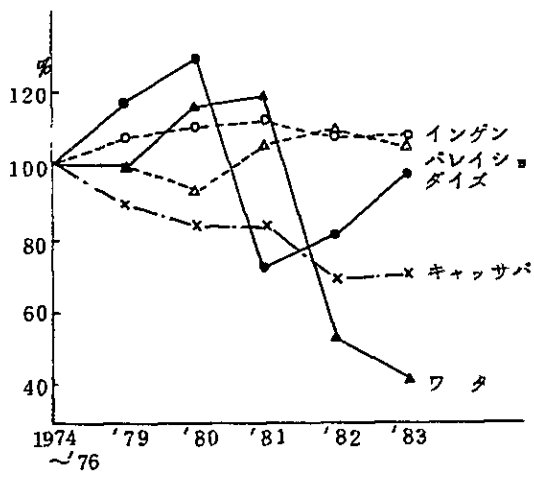
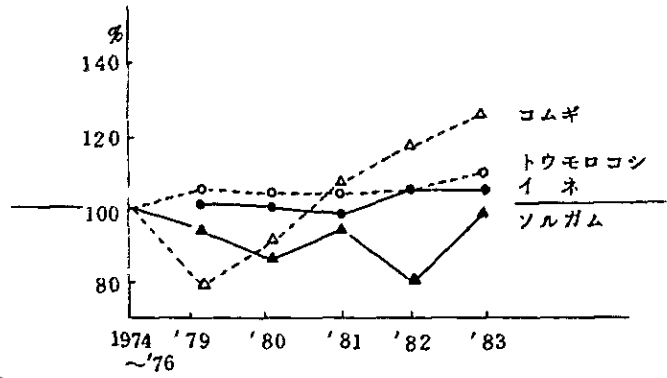


図 2-4 収量の推移



作付面積についてみると、イネとインゲン、バレイショは、やよのびているが、トウモロコシは横這いである。ワタとキャッサバは激減し、ソルガムは著しく増加してキャッサバを抜き30万ha近くに達した。

ダイズは変動が大きく、結局は前の状態に戻っている。

ha 当たり収量は図2-4に示すように、トウモロコシ、イネ、ダイズは微増ないしは横這いとみてよい。ワタはやや増加し、コムギは最近になってかなり向上した。しかしインゲン、バレイショ、ソルガムは下降線をたどり、キャッサバは増減が甚しい。傾向的にみれば、やや停滞気味である。

したがって生産量はほぼ作付面積に依存している。

ソルガムは収量の下降傾向にもかかわらず、作付面積は著増し、ワタ、ダイズは収量はわずかながら向上しているのに作付面積は激減している。それも需要が安定し、有望な作物であるにも拘わらずである。この理由は明らかでない。

表2-4 作付面積と収量、生産量との関係

作物	作付面積	ha当収量	生産量	備考
イネ	95	101	96	1979年を100とした
トウモロコシ	103	101	100	1982~1983
ソルガム	113	94	106	平均指数
コムギ	143	130	153	
ダイズ	81	99	80	
インゲン	102	105	107	
ワタ	82	109	89	
バレイショ	104	95	99	
キャッサバ	86	113	97	

出所：表2-2より作成

作付面積と収量、生産量との関係をさらに整理すると表2-4に示すとおりで、生産量における収量の果たす役割はまだ小さく、その増減は主として作付面積に支配されていることが分る。

農業技術が日に日に進歩する中で、その反映というべき収量の停滞は農業国コロンビアとしては問題であろう。

収量を左右する自然的要因としては、まず気象と土壌があげられる。しかし気象は人為の加え得る余地は少ない。これに反して土壌はその余地が多々あり、それだけに土壌管理に大きなポイントがあるといえよう。

ウ. 主要作物の栽培状況

① イネ

マグダレナ河流域のほぼ 2,000 m 以下の平坦地に作付され、完全に大型機械化された大規模経営である。

② トウモロコシ

平坦地では機械化による大規模経営であるが、山間の傾斜地では小農経営が多く、珍しい軟質澱粉の大粒種の作付が多いようである。おそらく、農家の食用、それも生食用であろう。また、エンドウを間作しているのもみられる。

平坦地における播種はインゲンのあとで 3～4 月、収穫は 8～9 月である。

③ ソルガム

近年、作付が増加したのは栽培が容易で早生多収、かつ短稈で倒伏に強い特性が歓迎されたのであろう。機械化に適しているので平坦地の機械化大規模経営が多い。

播種はインゲンのあと作として 1～3 月頃、収穫は 7～8 月である。

④ インゲン

マメ類のなかではもつとも多く、近年、品質も改良されて、畑作経営においては有利な特性を生かした栽培法が多い。

特性としては、まず生育期間が短く、極早生では 2 ヶ月というものもある。形態は蔓性、半蔓性、立性があり、粒の大小も変化に富む。

栽培は 2,000 m 以上の高地ではトウモロコシの株本に蔓性品種をまき、トウモロコシにからませるなど小農向きの間混作が多い。中間地帯ではトウモロコシのあと作となるが、この場合は立性である。

それ以下の地帯はトウモロコシ+インゲン、インゲンの単作、あるいはインゲンの 2 期作、時として 3 期作もある。この場合は機械化栽培であるが、収穫は手作業である。

播種は、普通 9 月、収穫は 11～12 月、2 期作では 1 回目が 3 月播で 5～6 月収穫、2 回目が 9 月播きで 12 月収穫となる。また高地の間混作では、トウモロコシとほぼ同時期に播種される。

⑤ ダイズ

ダイズは 1960 年代後半にパナマから導入され、カリ近郊の日系農家では主作物である。

大規模機械化経営では、2期作も可能で収量も高くha当たり2～3トン、品質もよいというが、農家の収穫物をみた限りでは、小粒で粒揃が悪く良質とはいえない。

⑥ バレイシヨ

低温適応性が高く南米の高地では欠くことのできない作物である。

山間の傾斜地に少しづつ栽培されているがウイルスなどの病害がなく生育は良好である。

栽培法は斜め耕で、上下耕はほとんどみられない。

⑦ キャノサバ

コロンビアではユカ (Yuca) と呼ばれる。

多収で栽培が容易。急傾斜地でも栽培できるので主に山間部における小農の主食用として作付が多いが土壌侵蝕をおこし易い。牛耕あるいは手作業で栽培される。

⑧ ワタ

マグダレナ河下流地域では、雨季に栽培、乾期に収穫というワタの特性に適応した栽培法である。

⑨ コーヒー

マグダレナ河上流の中央山脈の1,500～1,800 m, 平均気温18℃前後の傾斜地に作付が多い。樹間で遮光栽培するのがコロンビアの栽培法で、この栽培法と適地栽培の励行により品質を高めている。しかし近年はブラジルから導入された裸地直光栽培が行なわれているが品質は悪いといわれる。

コーヒーは土壌侵蝕を招き易い作物であり、近年は侵蝕に対してかなり配慮されるようになった。しかし除草剤の使用に伴って侵蝕がはげしくなり、最近では除草剤を使用しないで草を刈るようになっている。

このほか、バナナは料理用でわずかに減少の傾向がみられ、輸出用は作付、収量ともにわずかに増加している。

またサトウキビもバナナ同様、精製糖用はわずかに増加、粗糖用は減少の傾向にある。いずれも輸出に力を注いでいる結果である。

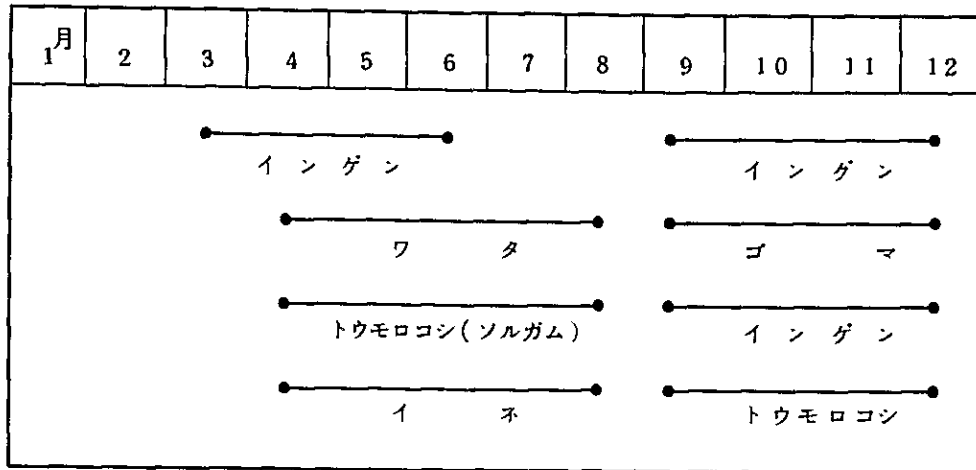
コムギは近年、面積、収量ともに着実に増加の傾向にあり、こんご作付体系に対する関心が高まってくれば高地の冬作物として重々な作物となるであろう。

エ. 作付体系

コロンビアの作付体系は標高および機械利用の有無によって、かなり規制されているようであるが、あまり決定的なものはなく、前年の価格により適宜作物がえられることも多いようである。

基幹作物としてはイネ、トウモロコシ、ソルガム、インゲンなどがある。主な作付体系は図2-5のとおりである。

図2-5 主な作付体系



しかしダイズ、ワタ、トウモロコシ、キャッサバ、イネなどは単作が主体であって平坦地の機械化の進んでいる地帯などで作付体系に対する関心が高いのは利潤追求と機械効率が配慮されているためである。また指導機関ではバナナ+作物、作物+牧草などの組合せについても検討の意向があり、除々に集約化しようとする気運もうかがわれる。

コロンビアは季節による日長時間の差がきわめて小さい。また気温も高く、季節による較差も少くない。したがって雨量分布を考慮すれば、かなり自由に作物を組み合わせることができる。それだけに前述のように前年の生産物価格で作物を選ぶということにもなるが作物の輪作特性からみた基本的な作付体系を確立した上で、価格も配慮して作物の選定をすれば、一層適切な経営が成り立つであろう。

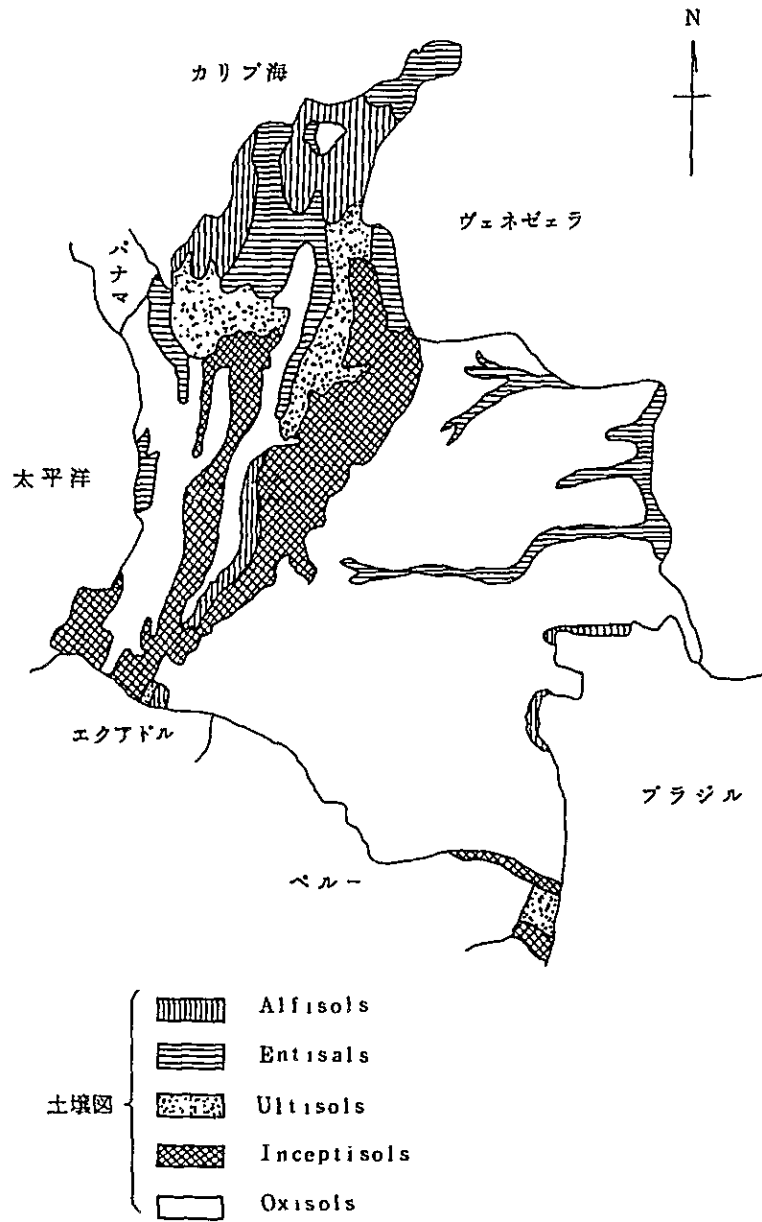
2-2 コロンビアの土壌侵蝕と技術的保全対策の現況

2-2-1 土壌の種類、性質と侵蝕

ア. 土壌の種類

コロンビアの土壌は概括すると図2-6のように土壌目はOxisolsおよび Inceptisolsがその大半を占めており、前者は全土の約60%、後者は17%で、Entisolsがこれに次ぐ(図2-7)。しかしOxisolsは主としてオリノコ河、アマゾン河流域に集中し、一部アンデス中央山脈、西部山脈と太平洋岸北部に分布、Inceptisolsはアンデス山地とその東方山麓地帯に分布する。

図 2-6 コロンビアの土壤概略図

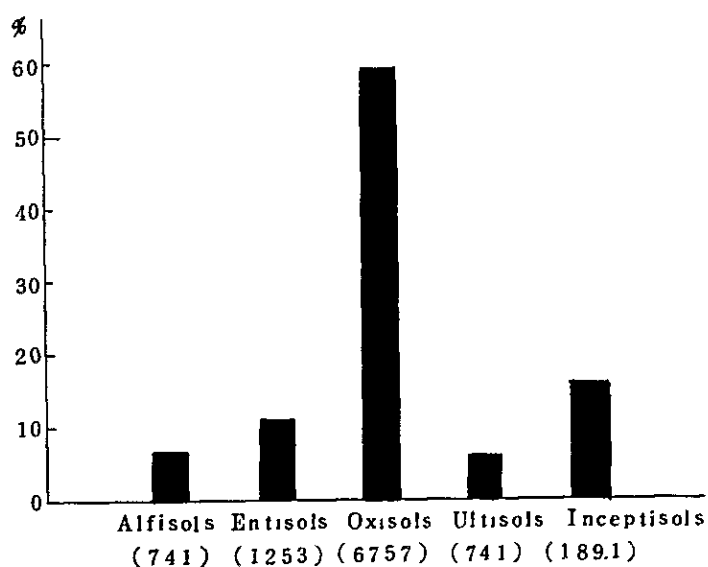


出 所: Mapa de suelos de america tropical, CIATの資料による。

土壌亜目 (Suborder) の Tropepts と Andepts はアンデス山脈の傾斜地にあつて、侵蝕に關係する重要な土壌である。とくにこの土壌はコーヒー園土壌として注目すべきもので、アンデス山脈の標高 2,000 m までの比較的湿潤な地帯に存在する。

排水の悪い Inceptisols は、アマゾン、オリノコ両河の沿岸、ボゴタ高原、一部太平洋岸に分布する。Entisols は気候にかかわらず全土に散在し、アンデス山脈の谷間オリノコ河、シヌ (Sinu) 河沿岸、グアヒラ半島などに出現する。また Vertisols は、カルタヘナとサンタカタリーナなど太平洋沿岸と、一部マダダレナ河沿いのトリマ県やカウカ盆地にも見られる。Mollisols も小面積でグアヒラ半島が主で、マダダレナ、カウカ両河川の流域、およびオリノコ河流域の一部にあり、Aridisols はグアヒラ半島の荒地に、Alfisols は、ボゴタ、トリマ、太平洋岸、高原地帯その他に、Ultisols は主にオリノコ流域に分布するが、ボヤカやカウカ盆地にも見出されている。Histosols は太平洋、カリブ海岸、高原地帯に存在し、Espodosols については特記すべきものはない。

図 2 - 7 土壌別面積の割合



注 : () は面積 (1,000 km²)

出所 : 図 2 - 7 に同じ。

1. 土壌の性質と侵蝕

土壌侵蝕はマグダレナ、カウカ両河川流域を含むアンデス山地に多く発生し、太平洋沿岸とカリブ海沿岸にも一部みられる。アンデス山地は非常に複雑な降水量分布（図2-2参照）を示し、山岳、高原、溪谷などの地形変化と相まって侵蝕の程度を異にする。

侵蝕の程度を5階級に区分しその分布状況と面積をみると図2-8および図2-9のようになる。図2-8はアンデス山地、太平洋沿岸地域の全域およびカリブ海沿岸地域の一部を含むが、この地域全体（49.7万Km²）では侵蝕度Ⅱ（軽～中）の面積が最も多く主として山腹の傾斜地に全面的に分布、次いで侵蝕度Ⅲ（中）は山地のいたるところに点在するが、とくに山麓地帯に偏在し、侵蝕度Ⅰ（無～軽）の地帯と隣接しているのが注目される。またカリブ沿岸の平地にも見られるが、これは洪水による土壌流亡ではないかと考えられる。侵蝕度Ⅳ（中～甚）および侵蝕度Ⅴ（甚～激甚）は山地に小面積点々と分布するが、アンデス東部山脈に多く中央山脈には見当たらない。特に侵蝕度Ⅴはアンデス東部山脈に圧倒的に多い。一方侵蝕度Ⅰ（無～軽）は、山間の河川の沖積地、海岸平野および山地高原や山稜平坦部となっている。

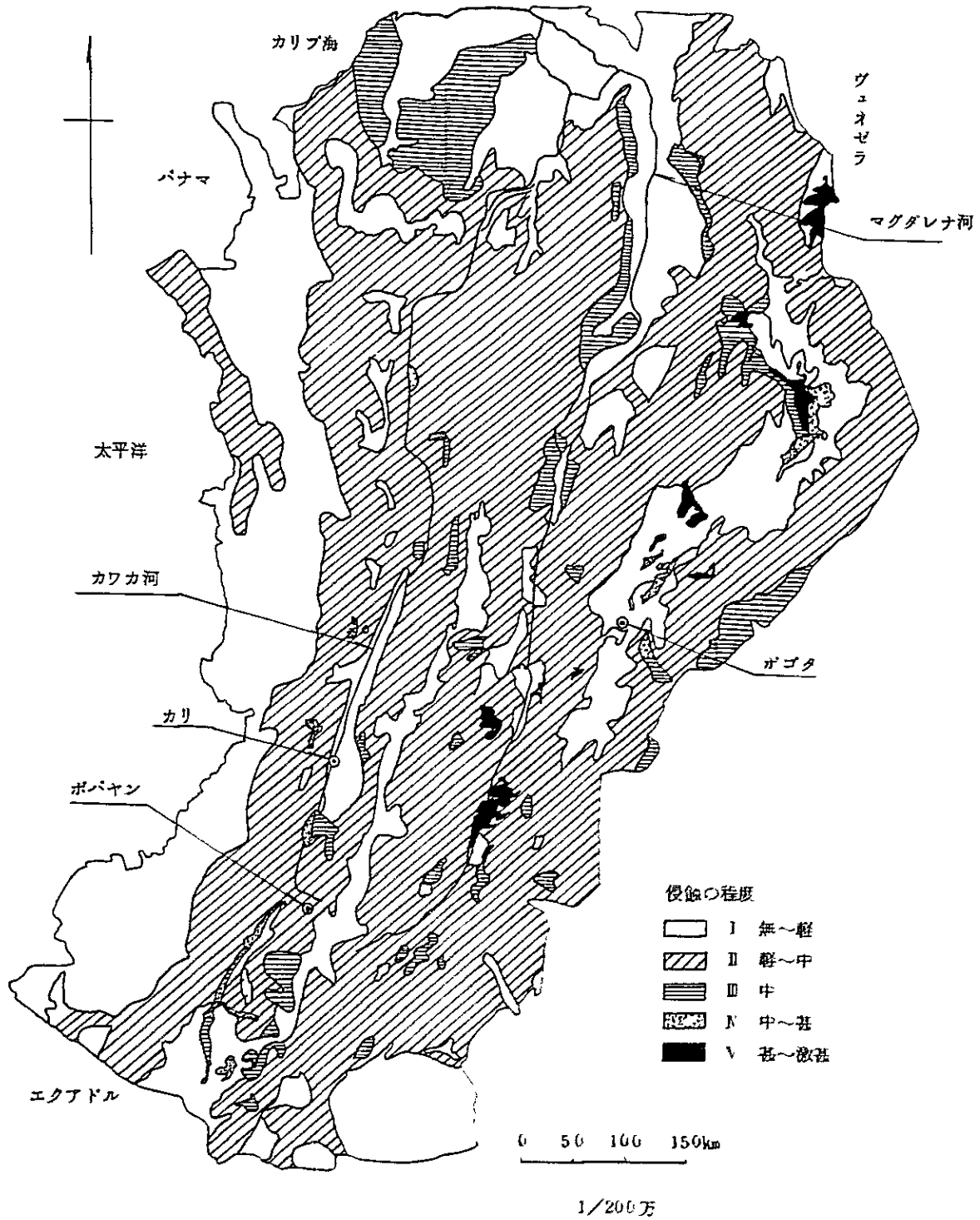
土壌の種類との関連をみると侵蝕度Ⅱ以上の地帯の土壌はInceptisolsとOxisolsがその大部分を占めていることが分る。

これら侵蝕を受ける土壌のうちUstropets, Ustorthents Dystropeptsの一部は中～甚、Dystropepts, Humitropepts, troporthentsは中～小の侵蝕度（時に甚）を示すことが多い。Dystroandeps, Haplustalfsも各程度の侵蝕を受けている。これらのうち確実に侵蝕のおこっている土壌の物理的性質は表2-5のとおりである。ただしOxisolsについての例は得られなかった。

コロンビアでは土壌侵蝕の調査、研究は定性的な分野にとどまっており、定量的なものは極めて少い。現在各種の既存の関係データの集積、整理中であり、米国農務省のUniversalsoil loss equation（USLE）の方式による土壌侵蝕量の予察はその緒についたばかりである。ただしコーヒー会社においてはコーヒー園の土壌侵蝕とその保全についての調査、研究、普及が精力的に行なわれている^(注)。侵蝕の定量的な面を知る意味で、コーヒー園の土壌流亡と保全技術の効果についての参考成績を表2-6、および表2-7に示しておく。

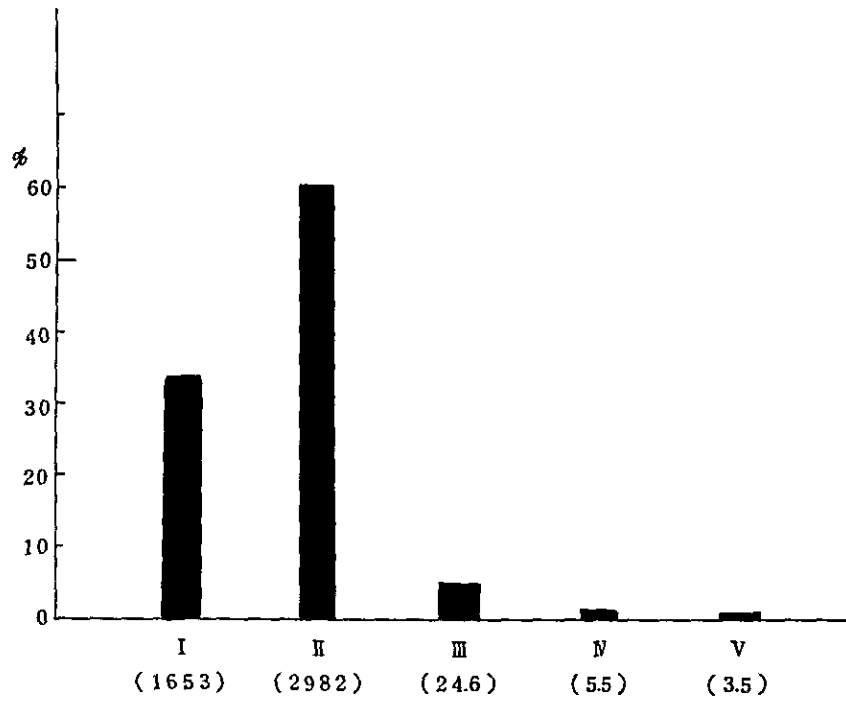
注)：コーヒー会社は、コーヒー園の土壌侵蝕について40年来活動を行なっている。調査、研究、普及の3部があり、普及員はコーヒー専門である。また、1975年にはUSLEの方式をコーヒー園に適合するよう修正している。

図2-8 土壤侵蝕概略図



出所 Atlas regional 1983.. IGACにより作成

図 2 - 9 土壌侵蝕の程度別の面積割合



注 : () は面積 (1,000 km²)

出所 : 図 2 - 3 から算出。

表 2 - 5 土 壤 の 性 質

侵蝕 の 程度	土 壤	標 高 (m)	地 傾 斜 (°)	排 水	土 地 利 用	層 位 (cm)	土 色	pH	砂 (%)	微 砂 (%)	粘 土 (%)	C (%)
無	Ustrothent Típico	550	平 坦 1 ~ 3	中 ~ 良	集約牧野 イネ栽培	0 ~ 22	10YR4/3	6.0	6.4	2.2	1.4	0.62
						22 ~ 46	10Y 3/2	6.3	6.8	1.6	1.6	0.47
						46 ~ 66	10YR5/6	6.4	5.8	2.2	2.0	0.27
						66 ~	2.5Y 5/4	6.6	6.6	2.4	1.0	0.13
軽	Humitstuli		谷 間 3 ~ 7	良	收 野	0 ~ 27	10YR1/3	5.7	5.0	3.0	2.0	3.60
						27 ~ 40	5Y 2/3	6.1	4.6	3.0	2.4	1.99
						40 ~	5Y 1/5	6.8	5.0	3.0	2.0	0.40
中	Dystrande pts	2,470	波状地 1 2 ~	良	パレイソ 畜 收	0 ~ 23	7.5YR2/0	5.2	有機質			1.499
						23 ~ 40	10YR2/1	5.8	7.9	1.2	9	5.20
						40 ~ 55	10YR5/6	6.0	8.1	1.2	7	1.70
						55 ~ 78	2.5Y 6/4	6.0	6.9	1.0	2.1	1.16
					78 ~ 100	10YR7/8	5.5	3.3	1.0	5.7	1.12	
甚	Ustropet Típico		浅い谷 12 ~ 50	良	コムギ栽培 あと地は 自然草生	0 ~ 20	2.5YR3/6	4.3	5.2	1.2	3.6	0.62
						20 ~ 45	5YR4/6	4.3	5.2	8	4.0	0.22
						45 ~ 60	5YR4.5/8	4.4	6.0	8	3.2	0.14
						60 ~ 80	5Y 6/3	4.3	6.4	8	2.8	0.07
					80 ~ 100	2.5Y 7/2	4.3	3.6	3.2	3.2	0.07	

出所: Mapa de suelos de Colombia (1982) および Taxonomia de suelos (1982)

表 2 - 6 コーヒー園における保全処理と土壌養分の流亡
 (6 年平均 : 降水量 2,755 mm, 土壌 Dystrandept)
 (場 所 : Chinchina)

処 理 区 別	傾 斜 (%)	流亡土量 (トン/ha)	流亡水量 (mm)	流 亡 養 分 量 kg/ha				
				N	P	K	Ca	Mg
裸地, 毎月耕起	22	2254	1730	25	098	24	238	152
牧 野	22	7.1	513	7	0.15	6	25	26
コーヒー栽培(幼木)	45	1.8	190	8	0.04	2	6	7
全 上 (テラス)	45	0.2	410	4	0.14	4	8	9
コーヒー栽培(成木) 保管理なし	55	0.6	59	1	0.08	1	2	2

出所 : Sanchez, Principles and management of soils in the tropics
 (1976)

表 2 - 7 土壌保全効果の経年変化
 (年降水量 2,600mm 土壌 火山灰土 場所 Chinchina)

保 全 処 理	傾 斜	流 亡 土 量 t/ha			
		1 年 目	2 年 目	3 年 目	3 年 合 計
無 処 理	60%	20.2	12.5	6.7	39.4
処 理	60%	1.3	0.8	0.5	2.6

出所 : Sixteenth FAO Regional Conference for Latin America: Soil
 Conservation as a means of increasing food Production
 in Latin America (1980)

またマグダレナ河上流域総合開発プロジェクトでの調査によれば、20~30%の傾斜畑地において土壌や水の管理法を誤ると、表土層の年間土壌流亡量は、3cmの厚さにおよぶという。

この流亡は農地に被害を与えるだけでなく河に流れ込み、河床を高くして、洪水の原因となる。このため農地管理としてテラス工、集水管理、適作物の選択、作物、牧草の

輪作、品種改良などについて研究するとともに、簡易な堤防強化法などの洪水対策も考えられている。

一方、オリノコ河上流のリャーノス地帯では1～3月の強風時に草地の火入れが行なわれ、風蝕が大きな問題とされているほか、アンデス山地周辺での草原の火入れに伴う風蝕もあるが、これらに関する調査資料はない。

2-2-2 現地調査地区の土壤侵蝕と保全対策

ア. ウバテ (Ubate) 地区

本地区はボゴタ市北北東約70kmに位置し、自治開発公団 (CAR) の管理下において土壤保全事業が行なわれている。現地のチェクア河集水域の面積は17,517ha、標高2,650～3,400m、年平均気温10℃(8～12℃)、年平均雨量711mm(500～900mm)で集中豪雨は稀である。全面積の27%(4,842ha)が平坦地、その他は大部分が10～40%の傾斜地で、50%以上の急傾斜地もある。このうち激しい侵蝕(写真1)を受けているのが19%(3,314ha)、軽～中程度の侵蝕が54%(9,361ha)である。地層は地質的には第3紀の軟かい砂岩、頁岩が相互に入り組んでおり、表層の土壤は表面下10数cmのところ硬い固結層(写真2)があり、水の地下浸透を妨げている。土壤は表層僅か数cm～10cmを被覆するに過ぎず、土壤分類上は Severamente erosionadas と称され土壤侵蝕の最も激しい土壤である。

この地区が激甚な侵蝕を受けるに到ったのは、原住民および移住スペイン人が商品交換の目的で森林を伐採し木材搬出後、あと地をそのままに放置し、なんらの管理も行なわなかったこと、土層中に不透水層の存在すること、侵蝕されやすい軟かい地質であったことがその主原因である。

侵蝕の状況は、地表面は全面的に面状侵蝕を受けており、有効土は表層僅か数cmに過ぎず、前記の地表下10数cmの固結層が水および根の侵入を妨げている。したがってガリ-侵蝕を受けていない土地に僅に、コムギ、トウモロコンなどが点々と栽培されているに過ぎない。裸地率は1974年現在で約25%である。

なおこの地区は風速22m/秒に達することがあり、これが土壤の風蝕を惹起したり、また作物、樹木の生育を妨げているようである。

US Taxnomy による分類によると表2-8のような土壤の種類と面積となり、Al-fisols および Inceptisols の侵蝕が甚しい。

全地区の平均土壤流失量は年間36万トン余、ha当たり年21トンに相当する。ボゴタ河上流の河水は土砂を50g/m³しか含有していないが、チェクア (Checua) 河では通常2,106g/m³、多雨の季節(3～5月および10～11月)には、44,000g/m³にまで増加し河川水の利用に多大の障害を与えている。

表 2 - 8 土壌と侵蝕程度およびその面積

土 壌	面 積 (ha)	割 合 (%)
Typic Fluvaquents Typic Tropofluvents Thaplo-Histic Fluvaquents	3,823.0	22.6
Typic Tropofluvents Typic Fluvaquents	664.8	3.9
Aridic Haplustalfs ***	4,219.5	25.0
Typic Dystropepts * Arid Haplustalfs	337.9	2.0
Typic Humitropepts ** Lithic Dystropepts	3,456.2	20.4
Lithic Dystropepts Typic Humitropepts	4,033.8	23
Others	373.3	2.2
計	16,908.5	1000

注) *は侵蝕の程度で*の多いほど侵蝕がはげしい

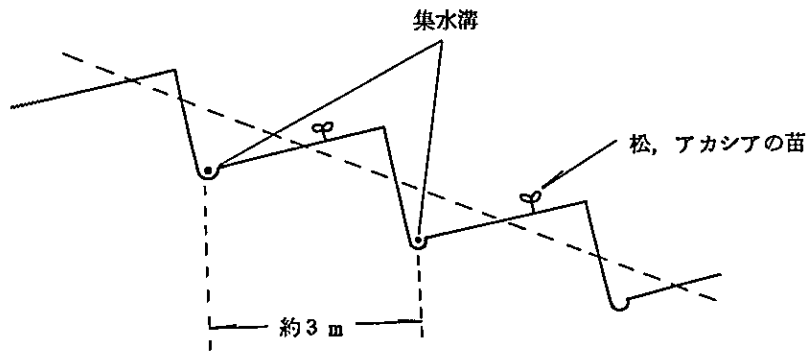
出所: Estudio de desarrollo y manejo integral
de la cuenca del rio checua (1984)

保全対策としては従来は粗朶などのチェックダムが施工されていたが、現在は石積みチェックダム(写真3)や貯水池(写真4)が随所に構築されているほか、ベンチテラス工法による侵蝕防止も計画的に行なわれている。

ベンチテラスは降雨を出来るだけ地下浸透させるように、施行されている。すなわち図2-10のように、山側に傾斜をつけ、さらに降雨が集水溝から流出しないように集水溝の末端を軽く閉鎖して、出来るだけベンチテラスに余剰水を貯留するようにしている。工事は土壌の破碎、攪拌とも同時に大型機械で行なわれ透水性をよくするように留意している。テラスの造成を行わないところでは土壌を破碎、攪拌した帯状地が設置されている。

テラスには失われた森林を再生するために松、およびアカシアの苗を植付ける。樹種は外国種も含めて、生長の速い適種を選定し育苗(写真5)から植付まで一貫して行わ

図 2-10 ベンチテラス工



れている。樹種は表 2-9 のとおりである。植付けに際しては少量の施肥、菌根接種も行っている。植付後 2 年で樹高 2 m 以上（写真 6）に生長する。1960 年代に試植した周辺地区ではすでに見事な林相を回復している。これらの作業を行った地域（1980～1983 年で 1,500 ha）では、1983 年末には僅か 3 ヶ年の施業で土壌侵蝕は 70% も減少した。

表 2-9 選定した樹種

アカシア類	松類	灌木類
Acacia leucurens	Pinus Patula	Ayvelo
Acacia melanoxylum	Pinus radiata	Jarilla (菊科)
Acacia baracafinga		Lulo de Perro (ナス科)

注、アカシア、松類は学名、灌木類は地方名

出所：CARの Santos 技師による。

また CAR ではこの集水域の保全事業を表 2-10 のように 6 つの管理区に分けて実施している。

表 2 - 1 0 チェクア河流域の管理利用計画

管理区分	利用計画	面積 (ha)	備考
M 1	保護林と野生動物区域	1,502	現植被 - 草地, 荒地 (散発的耕作) 傾斜 - 7 ~ 75 % 現在の侵蝕度 - 甚 (一部軽)
M 2	生産性のある保護林 (傾斜 50 % 以上) 牧野 (傾斜 50 % 以下)	2,942	現植被 - 草地 傾斜 - 50 % 前後 ~ 7 % 現在の侵蝕度 - 甚 ~ 軽
M 3	改良技術の導入による生産性の高い農業	2,742	現植被 - 草地, 耕地 傾斜 - 7 ~ 12 ~ 50 % 現在の侵蝕度 - 極軽
M 4	土壌侵蝕の防止, 保護林ならびに生産林 急流の防止, 貯水池造成, 農業以外の産業	3,314	現植被 - } 傾斜 - } * 現在の侵蝕度 - }
M 5	放牧地と保護林	2,237	現植被 - 草地 傾斜 - 7 ~ 12 % 現在の侵蝕度 - 中
M 6	集約畜産, 改良技術の導入による農業	4,765	現植被 - 牧野, 耕地 傾斜 - 0 ~ 7 % 現在の侵蝕度 - 無

注 *, 記載なし

出所: Programa de Proteccion contra la erosion rio
Checua (1984), CARにより作成

以上のように荒廃のすすんだこの流域も適切な土壌保全対策によって徐々にその成果をあげつつあるが、林相回復後の問題として、その維持管理、特に農耕地と林道との境界部および林(農)道自体の保全を完全に行なう必要がある。

イ. モンドーモ (Mondomo) 地区

本地区はカリ市南方約 60 km に位置し、標高 1,500~1,800 m、年平均降水量 1,000 mm、年平均気温 20~24℃、傾斜度は平均して 25% 程度である。地形は典型的なアンデス西部山脈の入り組んだ傾斜地である。土壌は Dystropts および Andepts、土性は植壤土、表層 10~30 cm は黒色で腐食に富んでいる。土壌侵蝕は軽~中程度のところが多い(写真7)。作物はキャッサバが主体で畑地以外の野草地では放牧が行なわれている。

キャッサバは土壌侵蝕防止の観点からいうと有効な作物とはいえないが、アンデス山地の傾斜畑では、小農経営にとって重要な作物の一つであり、そのためにも土壌侵蝕防止は、見過すことはできない。CIAT では主要研究項目の一つであるキャッサバプログラム (Cassava Program) の中で、その生産の安定ないしは増収のために傾斜畑における土壌侵蝕防止を取り上げ、この地区の農家の畑で試験を実施している。その成果は直ちに侵蝕防止技術として応用出来るものである。

試験の内容は概略次のとおりである。

- 1) キャッサバの在来品種と改良品種 (CIAT で育成) の比較
- 2) 耕起および植付法の比較
 - i) 牛耕による全面耕起
 - ii) 無反転牛耕 (ブラウ耕でなく、チゼルブラウを用い土壌は反転しない)
 - iii) 牛耕反転
 - iv) 1 m 巾のストリップ植えて密植する。
 - v) 鋤 (スベード) により局部的に耕起したところに植えつける。(この方法は不耕起栽培の less-tillage ともいえる)。(写真 8))。
 - vi) 穴植え (植え穴だけを鋤で浅く掘り穴の周りには植被がそのまま残される。この方法は不耕起栽培の no-till に相当する)。
- 3) 栽培法および土壌管理法の比較
 - i) 不耕起栽培
 - ii) レモングラスのストリップ植栽、(土壌の流亡を阻止)
 - iii) インベリアルグラスのストリップ栽培 (幅約 3 m、刈取り後は飼料に利用する)。
 - iv) 間作 (間作物としてはブラキラリア、インベリアルグラス、レモングラス、ルービンなど)

V) 除草法の比較(除草剤使用と手刈り, また数種の除草剤の効果比較)

VI) 施肥とくにリン酸の効果

VII) 集水溝保護(プラスチックフィルムによる斜面の崩壊防止)

以上の試験はすべて等高線横畦栽培によって実施中であり, 最終的なとりまとめは行われていないが, リン酸施肥によるキャッサバの増収効果は大きく, 収量は無リン酸区の8トン/haに対し, 施肥区は24トン/haと3倍であり施肥による旺盛な茎葉生育は植被量の増加となって表土を雨滴の衝撃から保護する効果が極めて大きいことが認められた。また牧草類のストリップ栽培も土壌流亡防止の効果が試験中ではあるが充分認められている。これに反し全面耕起, 牛耕反転は土壌流亡が最も大であった。試験担当のHoweler教授によればこれらの効果的方法を組み合わせることによって土壌の流亡は年間5トン/haまで減少させることが可能である。在来の牛耕全面耕起による伝統的農法の場合には土壌流亡量は年間25トン/ha, 裸地のままで放置した場合の年間100トン/ha(推定値)に比べれば, 土壌保全の効果は歴然たるものがある。当地区のような傾斜地で土壌の劣悪なところでは, かなり集約的な栽培を行ない, 作物収量の増加, 植被を豊富にすることが, ただちに土壌侵蝕防止につながり, とくにリン酸施肥の効果が著しい。

反対に耕作を粗放にすれば土壌表面の植被による保護が貧弱となり, 土壌侵蝕が大となる。耕作を放棄し野草放牧地とすると, 1~2年で土壌侵蝕が始まり, 数年にして激化している例はいたるところで見られた。畑地として管理しない場合には, 優良牧草を導入して, 草地の保護改良が必要である。

なおCIATのポパヤン(Popayan)支所の圃場ではテラス工の試験にも着手している。

この圃場は傾斜度30~40%の10haほどの小集水域を計画的に利用したものであり, 巾約2m, 長さ約100mほどのベンチテラス(水平)を構築している(写真9)。

テラス法面は草生とし, また草生水路(写真10)も適切に配置されている。作物はコムギで播種直後であった。

2-2-3 行政機関とその活動

財政・公共信用省(Ministerio de Hacienda y Credito Publico)の地理局(Instituto Geografico "Augustin Codazzi" 以下IGACと記す)で発行している地図によるとコロンビアで土壌侵蝕が発生している地帯はアンデス山脈を含む中央部高原地帯, 太平洋沿岸, カリブ海沿岸地帯(もちろんこのほかリャーノスおよびアマゾン上流地帯でも侵蝕が生じているが, 地図にはとくに記載がない)となっている。

アンデス山脈高原地域を中心とする侵蝕の程度は前記(図2-8参照)のとおりであり,

とくにアンデス東部山脈と中央山脈に沿う地域で侵蝕が目立つ。

一方、自然資源・環境保全局（ Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, 以下INDERENAと記す）の F. Iragorri 部長によれば森林の伐採は全土で毎年140万haに達しているが、植林はこの面積の僅か1.4%, 2万haにすぎないという。

また国内を南北に貫流するマグダレナ河とカウカ河の二大河川の流域を主とし毎年200万haの耕地が洪水の危険にさらされていて、このため3,500万ドル（農業のみでなく道路その他のインフラストラクチャーも含めて）の損害をこうむっている現状にある。

農業省のAlzamora顧問によれば土壌保全対策は最も重要かつ緊急の課題である。

ア. 行政機関等の整備と任務

コロンビアでは土壌侵蝕とその保全事業を担当している政府機関としては、農業省のINDERENA, および国家企画庁（ Departamento Nacional de Planeacion）所属の自治開発公団（ Corporacion Autonoma Regional, 以下CARと記す）がある。

土壌の調査、侵蝕防止の試験研究はそれぞれIGAC（土壌研究所をもち土壌の物理、化学、土壌生物および水質化学の4研究室がある、40人）と農業研究局（ Instituto Colombiano Agropecuario, 以下ICAと記す）が担当している。また水文・気象観測および土地改良（かんがいを含む）は水文・気象・土地改良局（ Instituto Colombiano de Hidrologia Meteorologia y Adecuacion de Tierras, 以下HIMATと記す）が担当している。

これら各局間の業務の連絡調整は農業省官房において実施する体制をとっている。

コーヒー園に関する土壌保全はコーヒー公社（ Federacion Nacional de Cafeteros de Colombia, FNCC）が研究、調査および普及にわたる一切の技術面を担当している。

また土壌侵蝕とその保全に関する一般向けの啓蒙普及に資するためIGACが極めて平易な手引書（附録3）を発行している。

ところで土壌保全に関する法律としては、自然資源更新・環境保護法（1974年法律第2811号）がある。ただしこの法律は土壌のみならず大気、水資源、動植物などあらゆる自然資源に関するもので、土壌は自然資源の重要な部門として位置づけられている。法律の第3部は「土地および土壌」となっている。（法律の前文と第3部は附録1を参照）。

イ. INDERENAの活動

INDERENA ではアンデス高原地域を流れるコロンビア第一の大河マグダレナ河の上流地域を対象として総合開発事業（1982～1986）を実施している。開発計画によると最上流域の標高3,000 m以上の山岳地帯では植林，1,000～3,000 mの中山間地帯ではコーヒー，カカオ，果樹にイネ，トゥモロコシなどを組合せた小農の複合経営，1,000 m以下の平坦地ではソルガム，ワタ，イネ，ゴマなどの大規模経営および牧場経営にする農牧地域としている。

地域は図2-11のようにウイラ（Huila），カウカ（Cauca），トリマ（Tolima）およびクンディナマルカ（Cundinamarca）の諸県にまたがる総面積560万haである。この事業はマグダレナ河上流地域プロジェクト（Proyecto cuenca alto Magdalena Procam）と称し，47の地区に分割され，ここに含まれる42支流（Subcuenca）中21流域はとくに土壌侵蝕とそれに伴う沈積物が重大な問題となっている。

マグダレナ河流域の利用と開発は，土壌の悪化を来たしているアンデス中央および東部山脈の傾斜面における農業・水力発電，かんがい（85,000 ha）など各般にわたっている。

プロジェクトの目的は，

- 1) 耕地，草地の土壌侵蝕を防止し，かんがい，飲料，発電のための用水の質の低下の回避
 - 2) 各種土壌の capability に応じ，土壌保全を目途とした適切な土地利用の指導
 - 3) 各般の保全手段によって農林業の収益と生産性の増大
 - 4) 水資源の合理的な利用のための諸計画の準備
 - 5) 流域の住民の生活水準の向上
 - 6) 自然資源の保全，維持管理を適切に実施できる共同体の組織づくりと教育
- である。

さてプロジェクトの実施は2段階に分けてすゝめられる。すなわち第1段階として47地区のうちから3つの地区を選定しこれをパイロット地区とする。そしてこのパイロット地区で下記のサブプロジェクトの諸事業，調査研究を行ないその先駆的な成果をふまえた上で，1986年以降第2段階としての諸活動を全地域に拡大することゝしている。

パイロット地区はコンベイマ（Combeima）河（トリマ県），セイバ（Ceiba）河とヤグラ（Yagura）河（ともにウイラ県）の各流域であり（図2-11に示す1，2，3の地区），その面積，農業，牧畜などの概要は表2-11のとおりである。

サブプロジェクトは次のとおりである。

1. 自然資源の保全と管理
 - 1) 農業, 牧畜, 林業の信用事業
 - 2) 植林
 - 3) 土壌侵蝕の防止
 - 4) 国立公園の管理
 - 5) 村落共同体の組織づくりと訓練
 - 6) 農業, 牧畜業に対する技術援助
 - 7) 普及活動と普及員の訓練
2. 研究調査
 - 1) 水文と気象
 - 2) 小集水域における土壌侵蝕
 - 3) 水の汚染
3. 管理と評価
 - 1) 管理と調整
 - 2) モニターによる事業活動の評価

現在3つのパイロット地区にINDERENA 直属の1,000haの実験展示圃を建設中である。

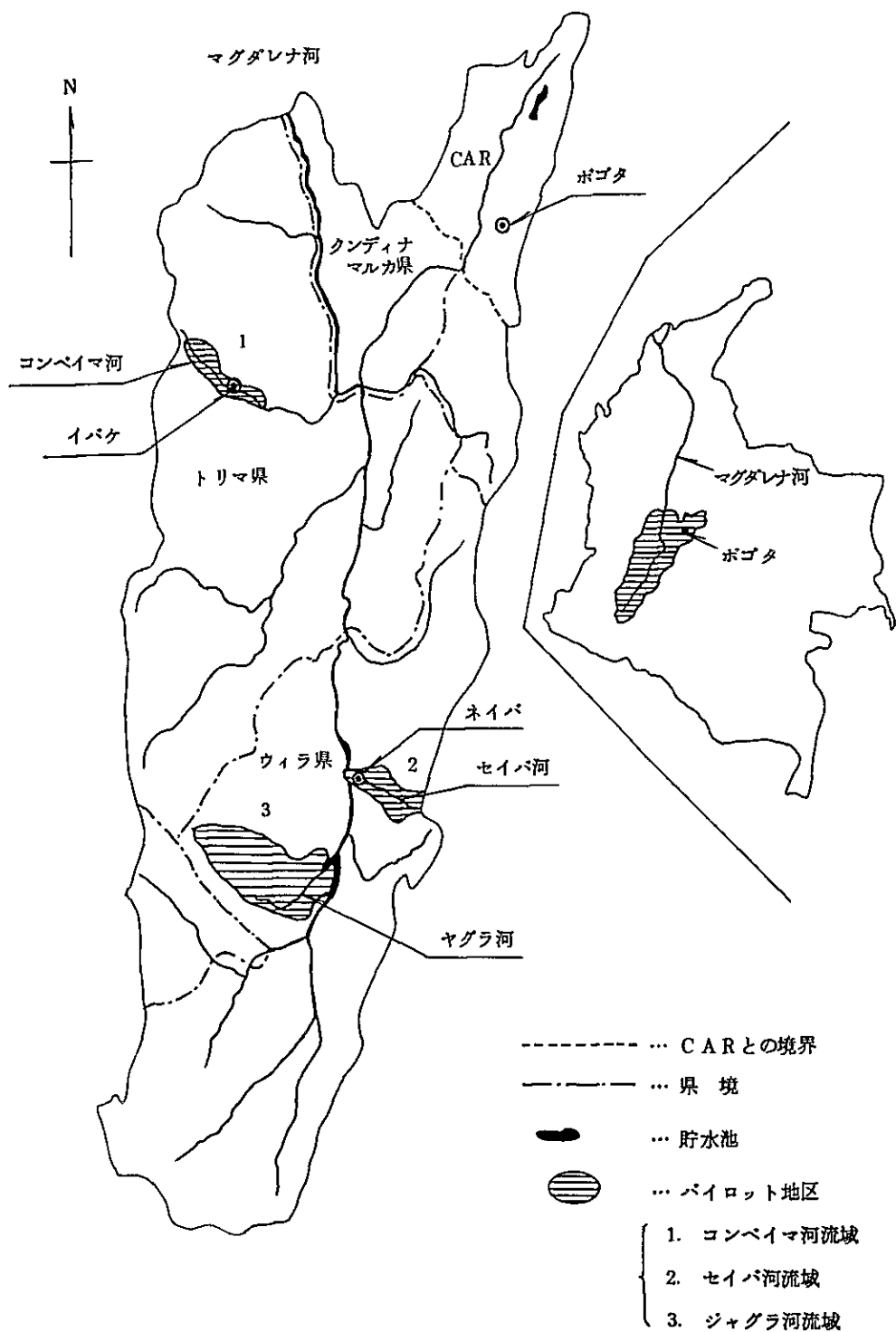
この実験展示圃では伝統的技術と改良技術との比較試験を行なうこととし、改良技術にはたとえばICAで選抜した侵蝕防止用の牧草品種（禾本科の*Brachiaria humidicola*, *B. dictyoneura*, *B. decumlens*, マメ科では*Desmodium onalifolium*, *Pueraria phaseoloides*, *Stylosanthes capitata*）も含まれ、これらを軸として栽培管理法、植林なども加えて営農システム全体の改善を、主として土壌侵蝕防止 - まず表土の流失をおさえる - の観点から検討しようとするものである。

一方水文・気象についてはHIMATとの協同で観測地点の配置などに関して検討中であり水質の調査も実施する。植林については、土壌保全のみならず、建築用材にも有用な樹種を選定するがこの場合も生長の早い（1m1年）樹種（*Cordia alliodora*, *Cedrela montana*, *Cuercus humboldti* など）が望ましくこのための苗圃も設置する。さらにアグロフォレストリーについては農業と林業、牧畜とのバランスが必要であるとしている。

INDERENAは実施責任機関であるが、協力機関にはICA, HIMATのほかSEMA（共同体の組織, 指導, 訓練等を担当）, AGRARIA（クレジットの管理を担当）, FNCC（コーヒー主産地での技術援助を担当）がある。

なおプロジェクトの資金は2,720万ドル（世銀880万ドル, 政府780万ドル,

図 2-11 マグダレナ河上流地域概念図



出所： Proyecto cuenca alto magdalena procam (1983)

表 2 - 11 3つのパイロット地区の概要

パイロット地区	位置	面積 (ha)	河川長 (km)	主なる支流名	平均流量 M ³ /秒	経済活動	主なる問題点
コンベイマ (Combeima)	トリマ県 中央山脈 の東側面	55,000	55	Cay Las Peñas Corazon Honda Juntas Animas	5.3	農業；コーヒー、バナナ、サトウキビ イネ、やなぎ 牧畜；飼料と酪農	水理学的の不均衡、たとえば、混濁水のなかの沈泥の運搬と明瞭な旱ばつ期間
セイバ (Ceida)	ウイラ県 東部山脈 の西斜面	28,165	35	Motilon・San Bartolo Los・Micos La Plata	4.9	農業；イネ、コーヒー、カカオ 牧畜；飼料と酪農	高地の開拓、入植、水の汚染、水の不均衡
ヤグラ (Yagura)	ウイラ県 中央山脈 の東斜面	135,720	60	Iquira Pedernal Pacarni	8.8	農業；イネ、コーヒー、カカオ 牧畜；飼料と酪農	土壌侵蝕の進行が目立っている。かんがい、発電のための構造物に沈泥が運びこまれている。

出所：図 2 - 11 に同じ

農業銀行 900 万ドル、INDERENA 50 万ドル、受益者 110 万ドル) である。

ウ. CAR の活動

CAR は国家企画庁の管理下にある公団で 1962 年に設立された。CAR はボゴタ、ウバテ (Ubate) およびスワレス (Suwales) の 3 河川の流域約 80 万 ha をその管轄地域 (図 2 - 11 の右上隅) としている。事業の目的は次のように自然資源の保全と住民の生活水準の向上にある。

1. 自然資源

1) 土壌侵蝕の防止

- 2) 水量の調節
- 3) 砂と粘土の調節
- 4) 池沼および小堰の管理
- 5) 地下水の管理

2 住民の生活水準向上

- 1) 電 化
- 2) 道路の整備
- 3) 生活普及員の指導

CARはボゴタ河の支流であるウパテ河に注ぐ一支流チェクア河流域(ウパテ地区)で実施中のプロジェクト(2-2-2現地調査の項参照)のほか2つのプロジェクトをもっている。

1950年代の後半、農業省およびクンディナマルカ県農業局ではこの地区の土壤侵蝕問題を解決するため事業を行ない、次いでINDERENAと農地改良局(Instituto Colombia de la Reforma Agraria, INCORA)が実施したが、その後(1967年)設立されたCARに事業が引継がれ現在に至っている。

1975年にはカナダの協力で重機械による作業が開始された。これら事業の経験とCAR自体が1964年以来行なってきた予備調査にもとづいて、1978~1980年の間にチェクア河流域の発展と総合管理を目的として本格的な調査が実施された。

この流域は激しい土壤侵蝕と急流河川とによって大量の土砂が下流の低地に流れこんで水路に溢れ耕地を破壊した。このため作物は著しい被害をうけ、ボゴタ河の河床の保全にも甚大な影響をおよぼしている。

チェクア河流域プロジェクトの事業内容は次のとおりである。

- 1 土壤侵蝕の防止
2. 水量の調節
- 3 水質の改善
4. 生産性のある保護林の造成
- 5 農業, 牧畜, 鉱業の開発
- 6 自然資源の合理的利用の促進
7. 住民の社会, 経済的レベルの向上

CARは農業, 牧畜の技術面ではICA, 農民の訓練ではSEMAの協力を得ることとなっている。経費総額(1981~1983)は、1,500万ドイツマルク(うち300万ドイツマルクはCARの資金)であり技術協力とともに西ドイツの援助を受けている。

附表 2 - 1 代表的地点における気象

地名	月		年												海拔 m	地域名
	項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年		
Barranguilla	最高気温℃	39.0	39.5	40.0	40.0	41.0	41.0	40.0	41.0	39.5	40.0	40.0	40.0	41.0	41.3	カリブ海沿岸低地
	最低気温℃	14.0	14.0	15.0	16.0	15.5	17.0	16.0	16.0	16.5	15.5	14.0	14.0	14.0		
	平均気温℃	28.8	29.4	29.9	30.4	31.0	31.4	31.6	31.3	30.7	29.9	29.5	29.2	30.3		
	降水量mm	2	1	11	15	11	26	5	21	51	105	59	14	361		
	降水日数	0.5	0.1	0.6	0.8	0.8	1.5	0.3	1.9	4.3	8.3	5.1	1.6	27.9		
Turbo	最高気温	32.0	31.0	32.4	32.0	32.6	33.0	33.2	33.0	33.5	33.0	33.4	31.0	39.4	2	太平洋沿岸
	最低気温	20.0	20.0	20.2	20.0	20.0	20.0	25.2	20.2	21.0	21.0	21.0	20.0	20.0		
	平均気温	26.4	26.4	26.4	26.3	25.4	26.1	26.3	26.4	26.6	26.5	26.6	26.2	26.3		
	降水量	91	70	48	250	276	236	278	257	244	245	298	242	2,485		
	降水日数	7.1	6.7	6.3	11.8	17.4	15.7	17.1	17.2	15.9	13.4	15.3	13.5	15.74		
Tumaco	最高気温	30.0	30.5	30.8	32.0	31.5	30.0	30.0	29.5	30.0	29.5	29.5	35.0	32.0	4	太平洋沿岸
	最低気温	21.4	22.6	22.6	22.4	22.0	22.0	22.6	20.0	19.6	20.0	21.6	22.0	19.6		
	平均気温	25.6	25.9	26.2	26.4	26.2	26.1	25.2	21.2	21.6	25.6	25.3	25.6	25.9		
	降水量	430	299	242	371	442	303	203	197	169	164	136	172	3,128		
	降水日数	23.5	19.3	15.0	21.1	26.3	25.2	21.1	25.6	19.0	11.6	13.2	17.6	23.85		
Arauca	最高気温	38.0	38.5	39.8	40.5	38.5	34.2	35.0	36.8	37.2	35.0	35.5	37.0	40.5	122	オリノコ河流域
	最低気温	18.0	17.1	19.8	18.0	19.8	19.0	18.0	19.0	18.5	18.0	18.5	17.2	17.1		
	平均気温	27.1	27.4	28.0	27.6	26.5	26.1	21.7	26.5	26.7	27.1	27.2	27.4	26.9		
	降水量	12	8	24	191	249	289	273	219	214	200	87	31	1,797		
	降水日数	0.8	1.3	7.5	8.6	14.1	14.7	14.9	11.0	9.9	8.9	6.3	27	9.57		
Vellavicuncio	最高気温	37.0	38.5	38.0	37.0	37.0	39.0	35.5	38.0	37.0	39.5	36.5	39.5	39.5	423	アンデス山中高原
	最低気温	15.0	15.0	15.0	14.0	15.0	14.0	15.0	14.0	13.5	15.0	15.5	15.0	13.5		
	平均気温	26.6	26.9	27.1	25.8	25.6	25.4	25.2	25.5	26.0	26.3	26.2	26.0	26.0		
	降水量	61	11.3	15.9	461	605	498	524	360	335	443	381	156	4,096		
	降水日数	4.7	6.7	9.7	19.8	23.2	20.9	21.6	18.5	16.3	19.3	17.0	94	18.71		
Medellin	最高気温	32.1	32.5	33.5	32.0	31.7	32.0	31.6	32.0	31.6	31.5	30.5	31.8	33.5	1,450	アンデス山中高原
	最低気温	9.0	7.6	5.5	10.5	10.5	11.0	10.0	8.5	10.0	11.0	11.2	7.5	5.5		
	平均気温	21.2	21.7	21.9	21.8	21.7	21.7	21.5	21.4	21.3	21.1	21.1	20.9	21.4		
	降水量	41	49	7.5	147	175	112	105	133	129	160	114	82	1,325		
	降水日数	8.2	8.6	11.3	19.3	20.7	15.5	15.2	17.5	17.7	21.7	18.6	13.5	18.79		
Bogota	最高気温	25.0	25.0	25.0	24.2	24.6	23.4	23.2	23.2	24.0	24.2	23.4	23.8	25.0	2,156	アンデス山中高原
	最低気温	15	5.2	24	10	38	42	14	14	18	20	0.5	10	-5.2		
	平均気温	12.8	13.2	13.7	13.7	13.7	13.2	12.9	12.9	12.8	12.9	13.1	13.1	13.2		
	降水量	51	50	69	100	105	57	47	41	52	144	138	85	941		
	降水日数	9.0	10.0	13.0	19.0	21.0	18.0	18.0	17.0	15.0	20.0	19.0	13.0	19.20		
Florida	最高気温	28.8	30.0	29.3	29.9	29.5	29.0	29.5	29.9	31.0	29.6	27.7	28.2	31.0	1,789	アンデス山中高原
	最低気温	9.0	9.0	9.5	10.5	10.0	8.5	8.5	8.5	9.5	9.2	9.5	9.5	8.5		
	平均気温	17.3	17.5	17.5	17.4	17.5	17.3	17.5	17.9	17.9	17.2	16.9	17.2	17.4		
	降水量	15.2	14.3	16.8	18.7	14.0	9.8	4.0	3.2	8.9	26.7	31.1	28.4	1,911		
	降水日数	1.84	1.62	1.82	2.11	1.99	1.71	1.27	0.95	1.41	2.35	2.54	2.35	2.175		

第3章 パラグアイにおける土壌侵蝕と 保全対策の現況

第3章 パラグアイにおける土壌侵蝕と 保全対策の現況

目 次

3-1	パラグアイの農業生産の概況	47
3-1-1	自然条件	47
ア	地形	47
イ	気象	47
(1)	気温	47
(2)	雨量	48
ウ	土壌	48
3-1-2	農業地域区分	49
ア	中央平野地帯	49
イ	東部丘陵地帯	51
ウ	北部高原地帯	51
エ	西南部低湿地帯	52
オ	チャコ平原地帯	52
3-1-3	土地利用	52
3-1-4	作物生産の現況	53
ア	主要作物の地域別作付面積，生産量および収量	53
イ	主要作物の作付面積，生産量および収量の推移	57
ウ	主要作物の栽培状況	61
3-1-5	家畜生産の現況	62
3-2	パラグアイの土壌侵蝕と技術的保全対策の現況	64
3-2-1	土壌の種類，性質と侵蝕	64
3-2-2	イタプア県における土壌侵蝕とその保全	64
3-2-3	現地調査地区の土壌侵蝕と保全	78
ア	チャベス地区	78
イ	テンベイ地区	79
ウ	イグアス地区	81

3-2-4 行政機関とその活動	81
-----------------------	----

附表3-1	86
-------------	----

第3章 パラグアイにおける土壌侵蝕と保全対策の現況

パラグアイは、北はボリビアおよびブラジル、南と西はアルゼンチン、東はブラジルとアルゼンチンと境を接し、南緯18度～27度、西経55度～63度に位置する内陸国であつて、そのほぼ中央を南回帰線が走っている。

全国土面積は40.7万Km²、人口337万人(1982)、その48%が農業に従事する農業国である。

3-1 パラグアイの農業生産の概況

3-1-1 自然条件

ア. 地形

国土のほぼ中央を南北に貫流するパラグアイ河(Rio Paraguay)によつて、東部と西部に大きく2分され、気候、地勢、植生などすべてにわたつて著しく異なる。

東部地域の北には、ブラジルのパラナ高原から続くアマンバイ山脈(Cordillera Amanbay)が南北に走り、図3-1のように国内でも標高も最も高いが、最高でも680mほどにすぎない。東のパラナ河(Rio Parana)と西のパラグアイ河に沿つて南北になだらかな丘陵が波状に連なり、また、パラグアイ河がピルコマヨ河(Rio Pilcomayo)およびパラナ河とそれぞれ合流する地帯は、もつとも標高の低い湿地となっている。

一方、西部は、パラグアイ河から西北へと高くなるが、せいぜい300mほどである。標高100m前後の東の地帯は低湿地であるが、これより西北方は乾燥した灌木地帯となっている。

西部地域は、グランチャコ(Grand Chaco)と呼ばれ、未開発である。

イ. 気象

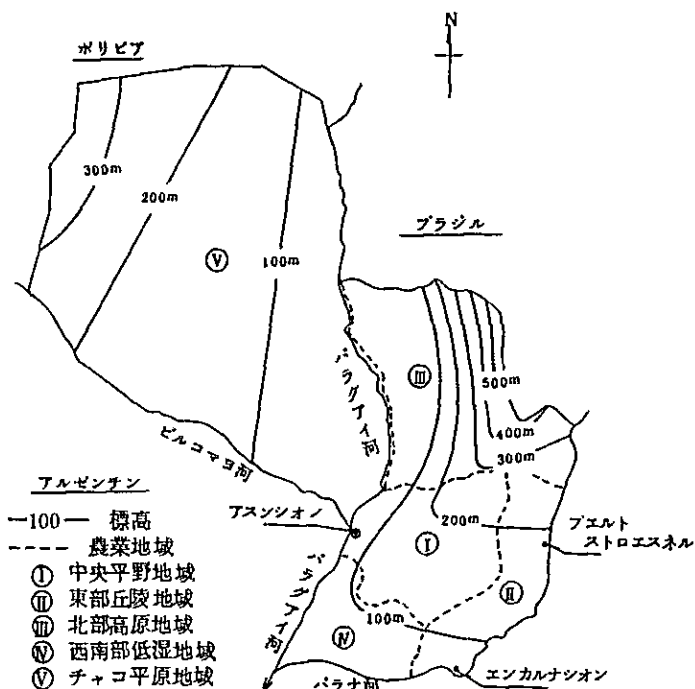
(1) 気温

パラグアイは亜熱帯に属するが、内陸性のため、気温の日較差は20℃を越えることもある。これは、季節的にも同様で、盛夏の2月にも最低気温12℃、真冬の7月にも最高気温30℃を越えることがある。6月～8月には、氷点下に下ることがあり数回の降霜がある。このような極端な気温較差は営農上の制限因子となっている。

年平均気温は、パラナ河流域、とくに北部山陵地帯がもつとも低く21℃ぐらい、西進するにしたがい高くなり、アスンシオン(Asuncion)では23℃～24℃である(図3-2)。

チャコ平原は25℃～26℃と高く、最高40℃を越える月が4カ月も続く。

図 3-1 地形および農業地域区分概念図



出所：地形は南米農業要覧（1979）より作成 アルゼンチン

(2) 雨 量

降雨は、アルゼンチンから吹きこむ湿風によってもたらされ、パラナ河流域が 1,700mm ぐらいで、もつとも多く、北西に向うにつれて少なくなり、アスンシオン付近で 1400mm、チャコ平原西北方は 700~500mm と急減する（図 3-2）。

乾季、雨季の区別はないが、冬に少なく、夏に多い傾向はある。また、雨量分布は年により極めて変動が大きく、時に旱害や雨害をひきおこすことがある。

代表的地点における気温、雨量などは附表 3-1 のとおりである。

ウ. 土 壤

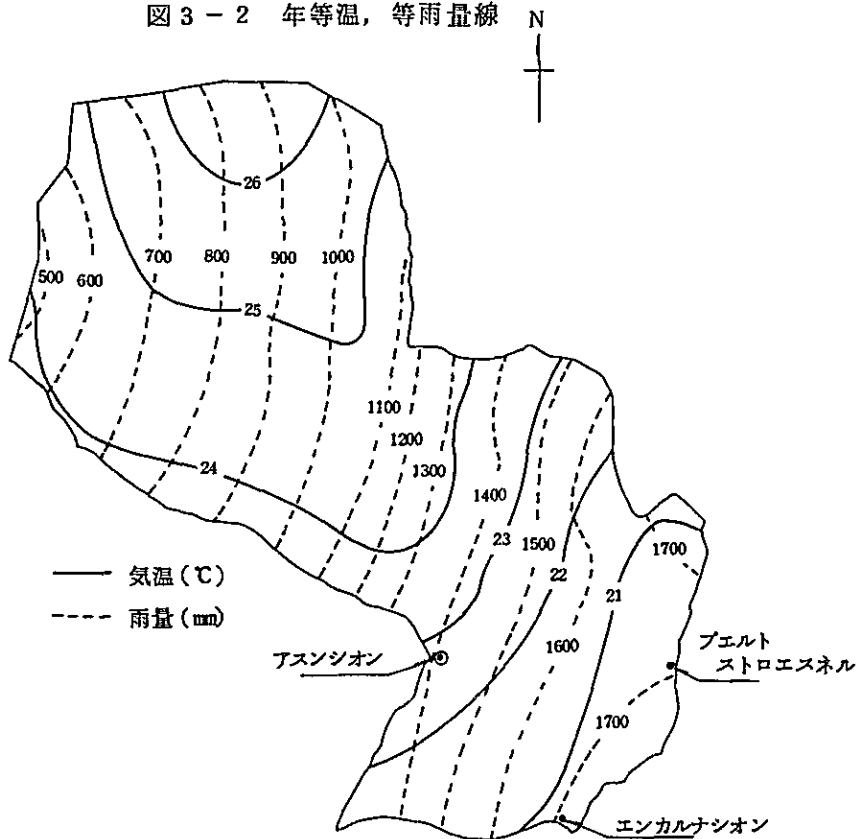
中央平野地域の大半は砂岩を母材とする砂質土壌が分布し肥沃度が低く粘土移積が強いいため透水性も悪く面状侵蝕のおこり易い土壌である。東部丘陵地域には玄武岩を母材とするテラロシャ(Terra Roxa)と呼ばれる肥沃な土壌が分布する。これはブラジルのパラナ州からつづいているもので、侵蝕もおこっており、特有の赤褐色を呈する。

北部高原地域はアマンバイ山脈沿いでは肥沃であるが、中央部は瘠簿な砂質土壌である。

チャコ平原地域はパラグアイ河流域を除くと第 4 紀の堆積物からなるアルカリ性土壌の分布が多く農耕には適さない。

西南部低湿地域の土壌はパラグアイ、パラナ両河川による沖積土壌で肥沃であるが排水に難点があり、中央平野と北部平原地域のパラグアイ河流域もこれと同様である。

図 3 - 2 年等温, 等雨量線



出所：Paraguay, regional development in eastern Paraguay (1978)
および南米要覧(1979)により作成

3-1-2 農業地域区分

パラグアイの農業地域(図3-1参照)は地形, 気象, 土壌条件などを考慮して5つに区分できる。各地域の農耕地面積と人口は表3-1, 表3-2のとおりである。

ア. 中央平野地域

標高100~200m, 年雨量1400~1500mmの平原で, 国土の10%を占め, 植生は砂質土壌地帯が熱帯季節林, パラグアイ河流域は草原となっている。

パラグアイの農業は首都アスンシオン(Asunción)近郊から始まったといわれ, 総人口の66%が集中する。農耕可能面積は, 地域全体の31%で, 古くから(約400年前)開発されているために, 既にその50%が作付地となっている。しかし, 多年にわたる掠奪農業と土壌侵蝕のため, 著しい地力低下を招いているところが多い。

主作物は, 自給食糧のトウモロコシ, キャンサバであるが, パラグアリ(Paraguari)カグアス(Caaguazu)県を中心にワタの作付も多い。また, タバコ, サトウキビなども比較的多く, 永年作物にはオレンジ, バナナがある。近年, アスンシオン近郊では野菜類の栽培が多くなっている。牛, 豚, 羊およびニワトリなどの飼育も盛んである。全般に経営は小規模で多労働である。

表 3 - 1 農業地域区分別の農耕地面積

項目	地域別					計
	中央平野 地 域	東部丘陵 地 域	北部高原 地 域	西 南 部 低湿地域	チャコ平原 地 域	
全 面 積 (10K ²)	4,105	3,143	6,565	2,171	24,693	40,677
農 耕 可 能 面 積 (〃)	1,263	2,292	2,639	251	330	6,775
農 耕 可 能 面 積 / 全 面 積 (%)	31	73	40	12	1	-
作 付 面 積 (10K ²)	614	494	342	117	28	1,595
作 付 面 積 / 農 耕 可 能 面 積 (%)	49	22	13	47	8	-

備考：作付面積は短年生、永年生作物の合計(1978)

出所：パラグアイ農林業開発計画エバリュエーション調査報告書別冊(1984)

農業センサス(1981)およびEncuesta agropecuaria por ministerio(1979)

により作成

表 3 - 2 農業地域区分別の人口

項目	地域別					計
	中央平野 地 域	東部丘陵 地 域	北部高原 地 域	西 南 部 低湿地域	チャコ平原 地 域	
人 口 (千人)	1540.1	288.9	310.9	140.5	69.9	2350.3
同 総 人 口 対 比 (%)	66	12	13	6	3	100
密 度 (人/K ²)	37.5	0.9	0.6	0.7	0.03	

出所：Paraguay, Regional development in eastern Paraguay

(1978)より作成

イ. 東部丘陵地域

標高200~300m, 年雨量1,700mm前後である。パラナ河左岸に連なる波状丘陵地はテラロシャといわれる南米随一の肥沃土壌が分布している。

イタブア(Itapua), アルトパラナ(Alto Parana)2県よりなり, 面積は国土の8%にすぎないが, その73%が農耕可能であり, 植生は熱帯季節林である。

この地域の開発は1953年頃から行われ, まずポーランド, ドイツ, ロシア人, 1950年代後半には日本人も入植し, 開発の主導権がこれらの外国人移住者に握られている新興農業地帯である。しかし, 作付地面積は, まだ農耕可能面積の20%ほどにすぎず, 肥沃な土壌と気温, 雨量に恵まれていることとあいまって, 今後の発展が大いに期待されている。

新開拓地であるので, 経営面積は大きく, 人口密度も低いので, トラクター, コンバインを軸とする大規模機械化農業が定着しつつある。この傾向は表3-3にみるように, この地域における大型機械の購入台数が際立って多いことから明らかである。

表3-3 大型機械の購入の状況

地域区分	1971		1975		1980		1971~1980	
	トラクター	コンバイン	トラクター	コンバイン	トラクター	コンバイン	トラクター	コンバイン
中央平野地域	91	6	160	7	163	2	1628	65
東部丘陵 "	101	7	245	65	373	56	3172	375
北部高原 "	42	1	57	2	23	0	686	41
西南部低湿 "	41	5	19	3	47	4	396	33
チャコ平原 "	40	9	13	0	58	0	584	7
計	315	28	494	77	664	62	6466	521

出所: パラグアイ農林業開発計画区エバリュエーション調査報告書別冊(1984)

したがって, 栽培作物も機械化に適したサイズ, コムギが多い。また, 永年作物では特産のツング(油桐)の栽培が多い。

しかし, 問題は, テラロシャ土壌が侵蝕をおこしているにもかかわらず, その保全に対する配慮が足りないこと, また多年にわたる無肥料連作により, 肥沃な土壌も年々地力が低下していることである。

ウ. 北部高原地域

ブラジルとの国境を標高500~600mのアマンバイ山脈が南北に連らなり, 西へ向う

にしたがって標高を下げ、西はパラグアイ河、南は中央平野に達する。年雨量は1,300～1,600mmで、東部丘陵地帯に次いで多い。

植生は、ブラジル国境沿いと中央地帯は森林、パラグアイ河流域は草原となっている。面積は国土の16%を占め、農耕可能面積は40%、作付地はその13%にすぎない。むしろ林業地帯というべき地域である。

主作物はトウモロコシ、ダイズ、ワタである。ただ、アマンバイ(Amanbay)、カネンジュ(Canendiyu)県は無霜地帯で、コーヒーが栽培されている。牧畜もかなり盛んで、牛、豚が多い。

エ. 西南部低湿地域

標高は100m以下、年雨量は1,400mmぐらいであるが、パラグアイ河とパラナ河にはさまれた低地帯のため、大部分が湿地と草原からなっている。

面積は国土の5%、農耕可能面積はその12%、うち作付地面積は47%であるから、中央平野地域と同様、よく利用されている。しかし、永年作物を含め、総作付面積は11万ha前後であり、むしろ草原利用による牧畜地域である。

オ. チャコ平原地帯

標高100～200m、年雨量はパラグアイ河流域は1,100mmぐらいであるが、西にいくにつれて減少し、ボリビア国境では500mm以下になる。

西北部は乾燥地であり、パラグアイ河以東の地域とはまったく異なった景観を呈している。植生は、草原と樹高の低い乾性落葉林である。

面積は国土の61%と大半を占めるが、農耕可能面積は、わずかにその1%にすぎない。しかし、局部的にはかなり肥沃な農耕適地もある。また、人口は総人口の3%、人口密度も0.03人/Km²と極端に低い。したがって、農業としては大平原を利用した粗放な牧畜で、とくに牛が多く、全頭数の40%を占める。

3-1-3 土地利用

パラグアイの土地利用は、表3-4に示すとおりである。

農用地は194万ha(48%)にすぎない。永年牧草地が1,565万ha(38.5%)、森林が2,055万ha(50.5%)で、この両方で国土の大半を占めている。河川・湖沼が95万ha(2.3%)、その他159万ha(3.9%)である。

これを1974～76年と比較すると、農用地は71万ha(57%)増加している。これに対し、森林はわずか30万haの減であるが、その他が59万haと大幅に減少している。ただし、この内容については明らかでない。

表 3 - 4 土地利用の推移

区 分	1 9 7 4 ~ 1 9 7 6		1 9 8 1	
	面積(1,000ha)	同左割合(%)	面積(1,000ha)	同左割合(%)
農 用 地	1,233	3.0	1,940	4.8
うち永年作物	200	0.5	300	0.7
永 年 牧 草 地	15,100	37.1	15,650	38.5
森 林	20,850	51.3	20,550	50.5
河 川 ・ 湖 沼	945	2.3	945	2.3
そ の 他	2,547	6.3	1,590	3.9
計	40,675	100.0	40,675	100.0

出所：FAO. Production year book (1982)

3 - 1 - 4 作物生産の現況

永年作物も含めて約160万ha(1978)であるが、永年作物はこのうちわずかに55%にすぎない(表3-5, 表3-6)。

畑作物ではトウモロコシ, ダイズ, ワタがいずれも30万ha以上で圧倒的に多く、次いでキャッサバの12万ha, インゲン, コムギ, サトウキビなどがこれに続く。

地域別の面積では中央平野が60万ha(40%), 東部丘陵が45万ha(30%), 北部平原が32万ha(21%)となっていてこの3地域で90%以上を占める。永年作物でも同様である。

ア. 主要作物の地域別作付面積, 生産量および収量

主要作物の地域別生産の状況は表3-7のとおりである。作付面積では自給食糧であるトウモロコシ, インゲン, キャッサバは人口の分布とほぼ一致している。しかしダイズ, ワタ, コムギは地域性が明瞭であり, ダイズとコムギは東部丘陵地域に集中しダイズは全国の67%, コムギは47%を占める。またワタは中央平野地域が主産地で60%が集中している(図3-3)。これらは需要と作物の特性とに由来するものである。

表3-5 短年性作物の作付面積 (1,000ha) (1978)

作物	地域別 ^{*)}					計
	I	II	III	IV	V	
イネ (水)	6.0	7.5	0.8	7.8	—	22.1
〃 (陸)	0.7	1.1	6.0	0.3	—	8.1
トウモロコシ	170.3	87.3	83.5	33.6	1.9	376.6
コムギ	5.8	24.6	15.4	6.5	—	52.3
ダイズ	34.5	240.6	73.4	11.6	—	360.1
インゲン	33.7	12.5	23.4	8.5	1.0	79.1
ラッカセイ	10.7	2.4	3.5	1.9	5.4	23.9
サツマイモ	7.8	1.4	1.9	2.7	0.5	14.3
キャッサバ	70.4	23.0	24.4	8.1	0.5	126.4
ワタ	190.8	31.9	51.0	29.7	9.1	312.5
タバコ	12.4	2.5	5.2	0.4	—	20.5
ハソカ	0.3	8.4	5.3	—	—	14.0
ヒマ	4.2	0.2	16.1	0.2	2.5	23.2
サトウキビ ¹⁾	20.1	0.1	—	0.1	2.2	22.5
〃 ²⁾	11.3	0.2	0.3	0.6	0.2	12.6
その他	15.3	8.6	7.6	1.7	4.8	38.5
計	594.8	452.3	317.8	113.7	28.1	1,506.7

注 1) 砂糖用 2) シラップ用

*) I, II, III, IV, Vはそれぞれ中央平野, 東部丘陵, 北部高原, 西南部低湿, チャコ平原の各地域を示す。(以下同じ)

出所: Encuesta agropecuaria por muestreo (1979)

表3-6 永年作物の作付面積 (1,000ha) (1978)

作物	地域別 ^{*)}					計
	I	II	III	IV	V	
ソング	0.1	27.0	0.2	0.0	—	27.3
マテ	3.4	7.3	4.3	0.0	—	15.0
コヒ	1.5	0.2	7.6	—	—	9.3
オレンジ	8.1	5.4	5.8	2.4	0.1	21.8
バナナ	4.5	1.3	6.3	0.6	0.1	12.8
ブドウ	1.2	0.1	0.1	—	—	1.4
計	18.8	41.3	24.3	3.0	0.2	87.6

出所: 農業センサス(1981)

*: 表3-5に同じ

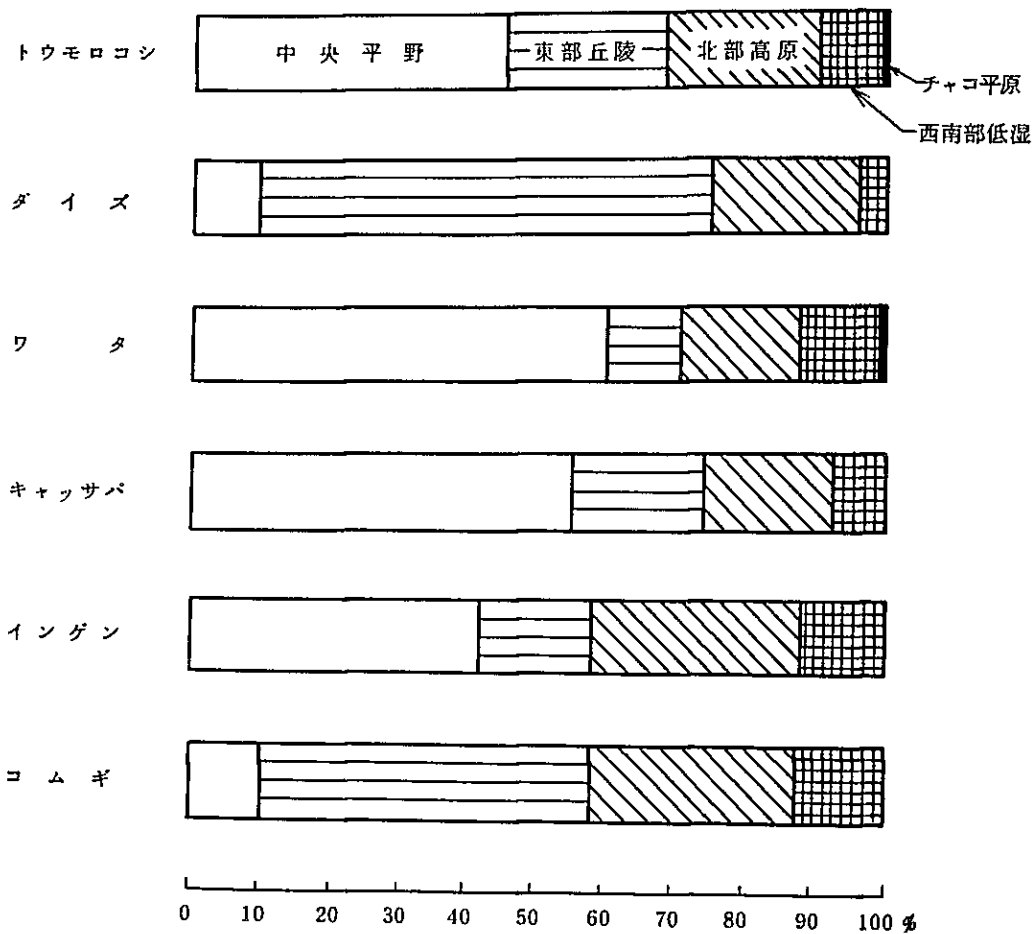
表3-7 主要作物の地域別作付面積，生産量および収量（1978）

項目 作物 地域*	作付面積(1,000ha)					生産量(1,000トン)					収量(トン/ha)							
	I	II	III	IV	V	計	I	II	III	IV	V	計	I	II	III	IV	V	平均
トウモロコシ	170.3	87.3	83.5	33.6	1.9	376.6	234.1	165.0	141.3	42.5	1.8	584.7	1.37	1.89	1.69	1.27	0.93	1.55
コムギ	5.8	24.6	15.4	6.5	-	52.3	5.9	27.1	17.8	7.4	-	58.2	1.02	1.10	1.16	1.14	-	1.11
大豆	34.5	24.06	73.4	11.6	-	360.1	49.5	366.1	114.9	18.7	-	549.2	1.43	1.52	1.57	1.61	-	1.52
インゲン	33.7	12.5	23.4	8.5	10	79.1	22.8	99.2	18.6	5.9	0.6	57.8	0.68	0.79	0.79	0.70	0.64	0.73
キャッサバ	70.4	23.0	24.4	8.1	0.5	126.4	96.21	339.7	535.4	48.0	2.8	1888.0	13.67	14.77	21.94	-	5.66	14.93
ワタ	190.8	31.9	51.0	29.7	9.1	312.5	142.2	25.8	39.1	21.1	6.8	235.0	0.75	0.81	0.77	0.71	0.75	0.75
サトウキビ ¹⁾	20.1	0.1	-	0.1	2.2	22.5	81.68	0.1	-	0.4	7.27	89.01	40.64	2.66	-	5.41	33.06	39.92
" 2)	11.3	0.2	0.3	0.6	0.2	12.6	36.98	2.8	8.0	10.1	0.6	39.7	32.73	16.70	26.60	16.80	30.58	31.50

注*) 1) 2) は表3-5と同じ

出所：表3-5と同じ

図 3 - 3 主要畑作物 (5 万 ha 以上) の地域別作付割合



出 所 : 表 3 - 5 に同じ

すなわち、ダイズおよびワタは工業原料としての輸出がねらいであり、コムギは食糧確保のためではあるが、農家の自給食糧として重要性は大きいものではない。

一方、作物特性からみると、ダイズ、コムギは機械化適性が高いため、肥沃で経営面積の大きい大規模農業に適合するものであり、ワタは、やや地力の低い比較的乾燥した中央平野地域に適する。

北部高原地域は、林業優先であるが、今後開発がすすめば、トウモロコシ、ダイズ、ワタなどが有望になる。

収量は、畑作での施肥が極めて少ないので、高いとはいえないが、地域別にみると、地力の高い東部丘陵地帯がもっとも高く、ついで北部高原地域、中央平野と西南部低湿地域がこれに続いている。北部高原地域は、ブラジル国境に沿って、テラロシャに次ぐかなり良い土壌が分布している上に、新たに開発された地域のため収量が高いのであろう。中央平野地域は、長年の掠奪農業により地力が低下し、また、西南部低湿地域は土壌条件が悪いため、ともに収量は低い。

したがって、生産量は収量よりも作付面積に支配され、中央平野地域、東部丘陵地域、北部高原地域、西南部低湿地域の順となっている。

4. 主要作物の作付面積、生産量および収量の推移

主要作物の作付面積、生産量および収量について、1970年～1978年の推移をみると表3-8のとおりである。このうち作付面積と収量について、1970年（基準年）を100としてその後の経過をみると、まず作付面積は図3-4のように、トウモロコシ、キャッサバ、インゲンなど自給性の強い作物はやや増加の傾向にあり、サトウキビはわずかに減少している。また、コムギは1972年に大幅に減少し、以後低迷を続けてきたが、近年ようやく立直ってきた。

これに対し、輸出用のワタとダイズは著しい増加で、ワタは9倍、ダイズは6倍以上に達し、かつては輸出の首位を占めていた牛肉などの畜産物にこの2作物がとって代わるまでになった。

次に収量は、図3-5のようにかなり年次変動がはげしい。収量は、元来気象条件、とくに雨量に左右されることが多く、パラグアイの気象がきわめて変化に富んでいることを示している。

このうち、インゲンとキャッサバがもっとも安定しているが、これは長い栽培の間に安定的な特性をもつ品種が選抜され、定着した結果であろう。

ワタの著しい増収は、フランスの技術協力による新品種普及の成果である。新興作物としてのダイズも、試行錯誤のうち品種が選ばれてきて安定傾向にある。しかし、ワタ、ダイズともに1976年をピークに下降傾向にあり、とくにワタが著しい。この原因は明確

でないが、その一因は増反が限界に達して、連作障害がおこったためとも考えられる。

サトウキビは横ばい状態である。コムギは年次変動がとくに大きく、収量も基準を下回っている。これは、1971年と1974年の病害による大減収の影響がひびいていることもあるが、パラグアイにコムギが導入されてから日が浅く、この地域における冬作物栽培の難しさを示しているとも考えられる。

ところで、ワタ、ダイズ、コムギなどの主要作物が近年いずれも収量が低迷していることは問題である。これは無肥料あるいはこれに近い養分収奪的な栽培や大型機械走行による耕盤の形成などによる地力の低下と冬季休閑中の面状侵蝕による表土の流亡とが大きな要因であると考えられる。したがって地力の維持増強および土壌侵蝕対策の重要性が指摘できる。

図 3-4 作付面積の推移

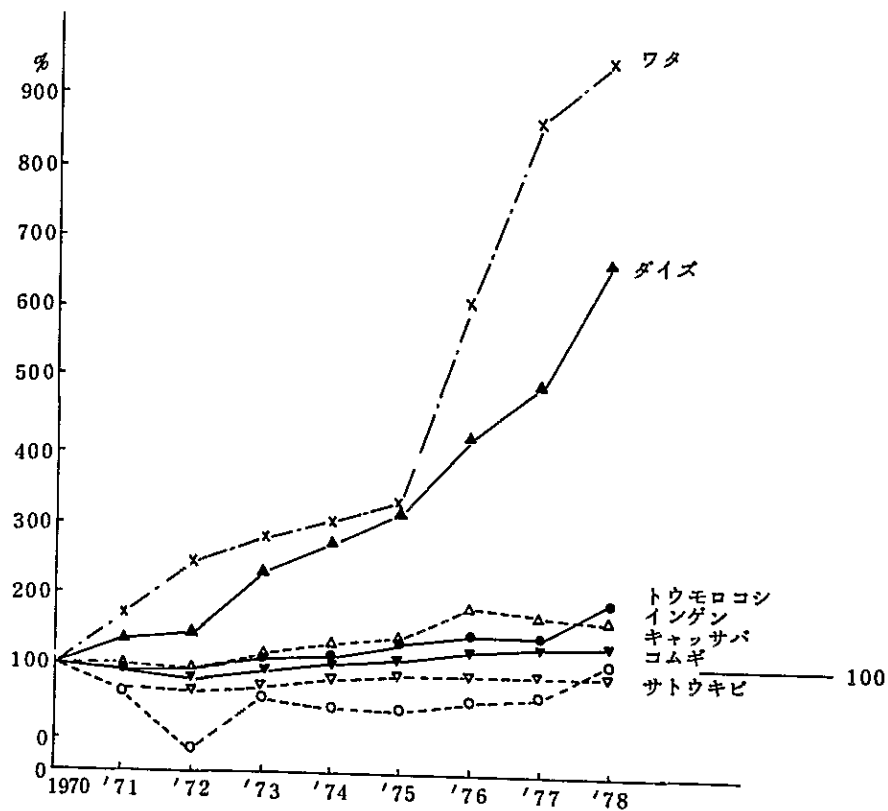


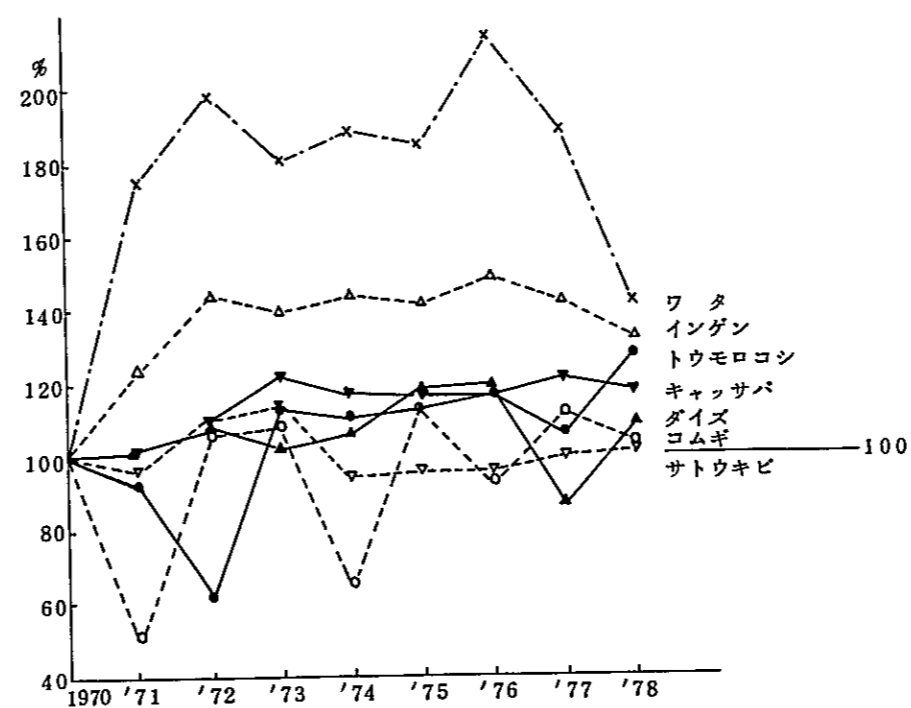
表3-8 主要作物の作付面積、生産量、および収量の推移

	面積 (1,000 ha)									生産量 (1,000 t)									収量 (トン)								
	'70	'71	'72	'73	'74	'75	'76	'77	'78	'70	'71	'72	'73	'74	'75	'76	'77	'78	'70	'71	'72	'73	'74	'75	'76	'77	'78
トウモロコシ	190.2	134.4	185.6	206.1	222.6	257.3	282.1	275.9	376.6	229.8	209.3	246.0	281.6	300.8	351.5	401.0	355.4	584.7	1.21	1.13	0.75	1.37	1.35	1.37	1.42	1.29	1.55
コムギ	51.5	32.0	20.3	30.3	25.2	24.2	28.5	31.5	12.3	54.8	17.6	23.0	35.2	17.9	29.3	28.3	37.8	58.3	1.06	0.55	1.13	1.16	0.71	1.21	0.99	1.20	1.11
ダイズ	54.5	75.8	81.4	127.3	150.2	173.4	228.8	272.2	360.1	75.1	97.1	122.5	181.3	220.1	283.5	376.9	333.1	1.38	1.28	1.51	1.42	1.47	1.64	1.65	1.22	1.52	
インゲン	46.2	47.0	43.4	55.5	63.4	66.8	86.2	81.4	79.1	25.6	32.1	34.2	42.4	50.0	52.3	70.7	64.7	0.55	0.68	0.79	0.77	0.79	0.78	0.82	0.79	0.73	
キャッサバ	94.6	93.3	79.6	90.1	96.5	106.5	116.1	120.3	126.4	1197.9	1208.2	1107.9	1395.1	1427.6	1573.3	1718.6	1837.5	126.6	129.5	139.2	154.8	147.9	147.7	148.0	15.28	14.93	
ワタ	33.2	57.2	81.1	93.2	100.0	109.9	200.2	284.9	312.5	17.5	52.9	85.3	89.7	99.6	107.5	227.4	283.8	0.53	0.93	1.05	0.96	1.00	0.98	1.14	1.00	0.75	
サトウキビ ¹⁾	25.4	17.6	17.7	18.2	20.6	20.8	26.0	22.1	22.5	982.5	666.3	758.9	807.4	764.2	774.1	789.7	863.3	39.00	37.86	42.87	44.36	37.09	37.26	37.60	38.99	39.97	
〃 ²⁾	14.3	13.3	10.3	15.5	9.7	10.3	12.0	12.7	12.6	424.9	378.2	341.8	395.6	274.0	302.9	370.0	396.7	29.71	28.44	33.18	37.68	28.25	29.41	30.83	31.24	31.50	
タバコ	16.4	17.5	20.4	24.2	20.6	27.8	29.8	21.5	20.5	18.2	23.5	26.7	32.4	28.3	38.6	41.2	26.9	1.11	1.34	1.71	1.34	1.37	1.39	1.38	1.25	1.26	
ラッカセイ	22.6	20.6	15.7	17.5	18.6	20.4	22.6	23.7	23.9	18.8	17.1	13.8	13.9	15.2	18.2	24.7	23.0	0.83	0.83	0.88	0.79	0.82	0.49	1.09	1.97	0.98	

注 1),2)は表3-5に同じ

出所:表3-5に同じ

図3-5 収量/haの推移



ウ. 主要作物の栽培状況

(1) トウモロコシ

耕起、整地は畜力、播種期は8～9月、収穫は3～4月であるが、収穫がおくれても品質を損なうことが少ないので、収穫期が近づくと雌穂を折り曲げて下垂させ、雨水の浸入を防ぎ、以後必要に応じて収穫するが多い。無肥栽培が多く、管理も悪いので収量は低い。

しかし、パラグアイの風土によく適し、機械化にも適しているため、ダイズ、コムギと輪作体系を確立して大規模経営に組み込むことが、トウモロコシの特性を生かす道であろう。

(2) ダイズ

ダイズは、1950年代にイタプア県チャスベス(Chavez)移住地の日系移民により導入され、現在ではワタとともに、最重要作物に成長した。イタプア県が全国の48%の面積を占める。

播種から収穫まで機械化一貫作業で、播種期は11月、収穫期は3～4月、無肥料の連作が多い。あと作のコムギとの2毛作体系が確立している。

しかし、コムギ、ヒマワリ、トウモロコシなどを組合せた輪作体系による連作の解消、除草対策および播種期の拡大、分散を目的とする品種選定などが必要である。

(3) ワタ

ワタは、フランスの技術協力による耐病性にすぐれた良質多収品種の開発により、生産額においてこの国最高の作物に成長した。

地力のやや低いところでも容易に栽培できるが、収穫に多労を要するので、小規模経営、家族労働力の多い中央平野地域の主作物である。とくに、カグアス、パラグアリ県に作付が多い。また、サン・ペドロ(San Pedro)県も主産地の1つである。

播種期は10月、収穫は3月である。

(4) キャッサバ

キャッサバは栽培がいたって容易で、地中であって品質を長く保持できるという特性があるので、農家は必要な量だけ収穫して主食・副食に利用している。そのため、自給食糧として全国に栽培され、とくに中央平野地域のカグアス、パラグアリ、東部丘陵地域のイタプア県などに多い。

キャッサバには、食料用に比べて多収ではあるが、繊維が多く、青酸を含む飼料用もある。食料用は植付後1年半～2年ぐらいが澱粉価が高く、繊維も少なく、良質である。

栽培は極めて粗放で、秋の収穫時に茎を軒下や木陰に囲っておき、春、適当の長さ

切って植付けるだけである。

(5) インゲン

インゲンはあまり注目される作物ではないが、副食用として全国で栽培される。

南米原産のため、変異の幅が広く、品種も多様である。したがって、補完作物として作付体系に組込むのに好都合で、とくに栽培容易で作期の短かいという特性は、経営規模にかかわらず適応できる。

(6) コムギ

コムギは、パラグアイ政府が輸入の抑制と国民の食糧確保という目標で増産にもっとも努力している作物であるが、需要量の半分にも満たない現況にある。

主産地は東部丘陵地域のイタブア県で、全国の44%の作付がある。これは、コムギが機械化に適した冬作物のためダイズのあと作として機械化農業に組込むことができたこと、地力の高いテラロシャ土地帯であったことによる。

播種期は5～6月、収穫期は10月である。従来は無肥料が多かったが、近年ようやく化学肥料を用いるようになった。また、病害が多いので、農薬散布は必ず行われている。しかし、収量は世界でも最低の水準にあるので、その向上なくしては今後の発展は望み得ない。このためには、比較的高温で短かい冬期間と生育のほとんどを短日条件下で過すという特殊な環境に適した品種の開発と病害対策の確立が必要である。

3-1-5 家畜生産の現況

家畜は表3-9のように牛(肉用)が520万頭で人口(337万人)よりも5割も多い。地域的にはチャコ平原地域が220万頭で断然多く、全国の42%を占め、中央平野地域が116万頭、22%でこれに次いでいる。

羊は牛の8%と少ない。

1971年～1979年までの頭(羽)数の推移は表3-10のとおりである。牛は1979年までは順調に増加してきたが1979年に約60万頭減少した。

また羊は1974年以降漸増している。

ニワトリは着実に増加を示し、1971年に比し1979年には約2倍となっている。

表3-9 家畜・家きんの頭(羽)数(1,000頭,羽)

家畜・家きん	地 域 別					計
	I	II	III	IV	V	
反すう { 牛	1,156	300	796	743	2,209	5,204
家 畜 { 羊	116	23	62	94	126	421
小 計	1,272	323	858	837	2,335	5,625
豚	602	294	230	121	28	1,273
ニワトリ	7,385	1,871	1,894	923	399	12,471

出所：表3-5に同じ

表3-10 家畜・家きんの頭(羽)数の推移(1,000頭,羽)

家畜・家きん	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
反すう { 牛	4,459	4,548	4,756	4,845	5,043	5,568	5,800	5,809	5,204
家 畜 { 羊	333	341	336	354	366	370	374	403	421
小 計	4,792	4,889	5,092	5,199	5,409	5,938	6,174	6,212	5,625
豚	579	618	726	841	975	1,102	1,174	1,201	1,273
ニワトリ	6,280	6,440	8,208	8,634	9,014	9,347	10,141	11,351	12,471

出所：表3-5に同じ

3-2 バラグアイの土壤侵蝕と技術的保全対策の現況

3-2-1 土壤の種類、性質と侵蝕

バラグアイは、地形上山岳地帯は少なく、バラグアイ河以東の各県に標高200～400m程度の丘陵性の山地があるにすぎず、そのほかはほとんど平坦である。

土壤もバラグアイ河以西のチャコ平原は変化も少なく、西北方ポリビア国境より順次、Aridisols, MollisolsおよびAlfisols(一部にVertisols)が分布する。ポリビア国境地帯は標高200～500mの乾燥地で、土壤は中粒質のAridisols、東方に移るにしたがって多少水分が増加し、中粒質ないし粗粒質のMollisolsが広大に存在する。さらに、その東側は中粒質ないし細粒質のAlfisolsに移行し、不透水性の下層土のある排水不良の土壤となり、表面排水をすれば排水は良くなるが、根の伸長の障害、乾燥年の旱害などがおこる。塩分が含まれている場合もある。バラグアイ河沿岸には、VertisolsあるいはEntisolsがあり、バラグアイ河の沖積地となっている。バラグアイ河とパラナ河の合流点よりパラナ河上流は、エンカルナシオン(Encarnacion)まではEntisolsおよびMollisolsである。ブラジル国境地帯にはOxisolsが、それに隣接して前記山地およびその付近には粗粒質ないし中粒質のUltisolsが分布している。

今回の調査対象地帯は、パラナ河沿岸の波状丘陵地であって、AlfisolsあるいはUltisolsに属し、テラロシャ(Terra Roxa)ともいわれるバラグアイ第一の肥沃な土壤である。これは、FAO/UNESCO分類ではDystric Nitsolとされているものである。しかし、近年の農業利用の面からは土壤侵蝕を惹起しやすい土壤でもあり、今後のバラグアイ農業の発展を企図した場合、この地帯の土壤管理はゆるがせにできない重要な問題である。

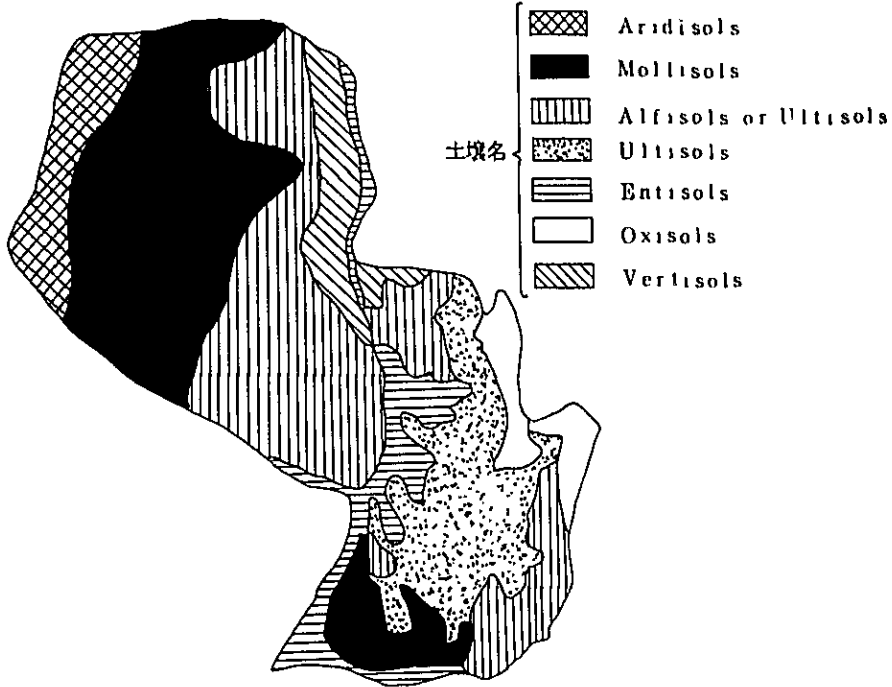
土壤の侵蝕はこのほかにもバラグアリ、カグアス県でも小規模、局所的に発生しているが、土壤はUltisolsあるいはOxisolsである。

以上をみると図3-6、図3-7、また傾斜地の概略の分布は図3-8の如くである。

3-2-2 マンダブイーユ県における土壤侵蝕とその保全

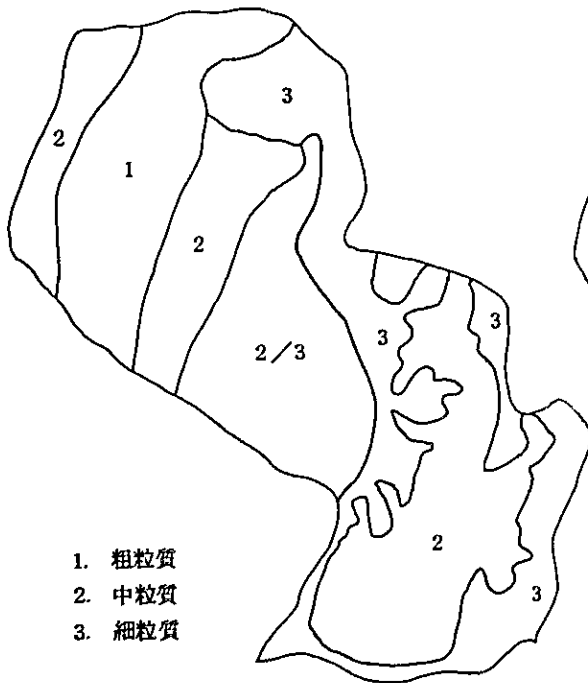
対象地帯はパラナ河の沿岸で、北はヤクイ・グアス(Yacuy Guazú)河、南はマンダブイーユ(Manduvíyu)河によって区切られた河岸より約43km幅の地帯である。前述のように、この地帯はバラグアイにおいて土壤侵蝕対策をもっと必要とする地帯に含まれる。しかもこの地帯では農業開発が行われつつあるが、土壤は開発によって侵蝕が促進され、もし適切な保全対策が行われなければ、生産力は低下して新たな荒地を生じ、侵蝕面積はさらに増大することが予想される。

図3-6 土 壤 図



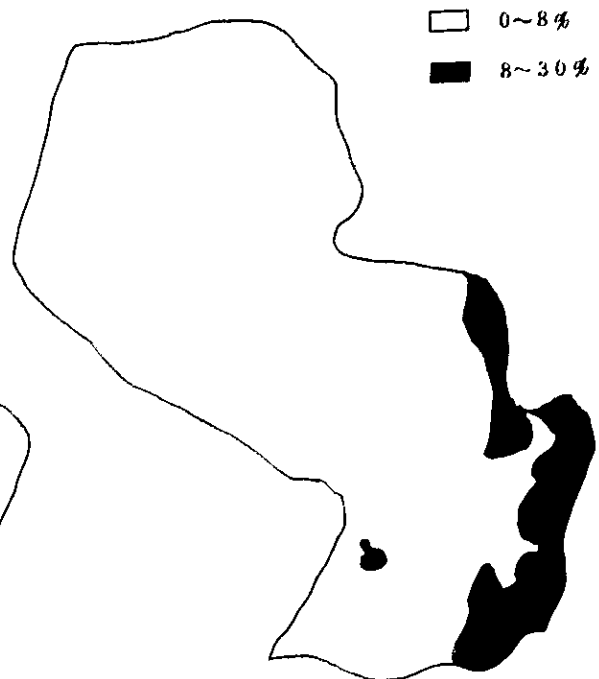
出所：FAO-UNESCO
Soil map of the world vol. N
により作成

図3-7 土壌の粒度



出所：南米要覧(坪井)

図3-8 土地の傾斜度



出所：南米要覧(坪井)

この地帯は波状丘陵地で、標高は最高400m、パラナ河水面に至る標高差300m余りの全体としてパラナ河側への傾斜面である。河川はすべて南西に流れてパラナ河へ注ぐ。由来、非常によく発達した森林地帯であって、場所により年数回の降霜はあるが、亜熱帯性気候で、年平均気温は12~18℃、年平均降水量は1,750mmであるが、年間変動は1,000~2,000mmと変化に富んでいる。

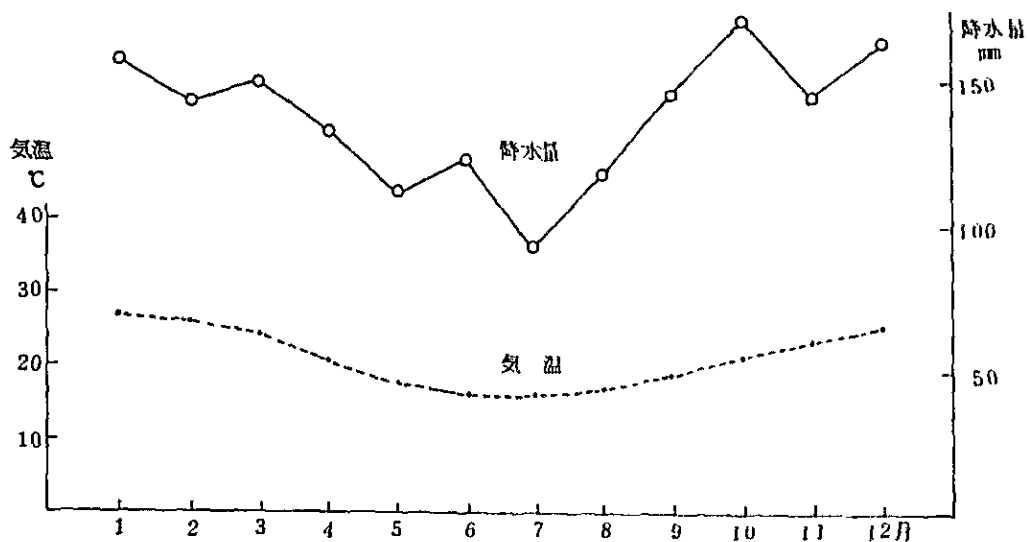
しかし、平均値では、土壌侵蝕の見地からはあまり意味はない。とくにこの地帯の降雨の特徴は、10月~11月にみられる集中豪雨であり、これが作物栽培(コムギ、ダイズ)の交替時期にあたり、土壌侵蝕の大きな原因の一つとなっている。地帯内の2、3の地点の気温、降水量の年間分布は図3-9のとおりである。現地では、表土の流亡が起らない降雨量は10分間2~3mm以下とされているが、これ以上の強度の雨は珍しくなく、表3-11、表3-12のように想像に絶するものがある。雨滴もまた直径2~3mmの大滴であり、土壌表面の団粒組織を破壊する。10月~11月の豪雨は、播種直後の種子や覆土、あるいは幼植物を流し去るほどのはげしさである。この現象は、この地帯の波状地形の傾斜面においてはしばしばみられる。傾斜はまちまちであるが、傾斜度を4段階に分け、その面積、比率、平均斜度を示すと表3-13のようになり、また平均斜度10%以上の面積は全体の66%にも達し、斜度1%の平均地は9%にすぎない。5%までの傾斜地は、適正技術を用いれば、農地としての利用は問題ないが、5~8%の場合は、たとえば地表を十分に被覆、保護する耐侵蝕性作物、牧草などを注意深く栽培することによって侵蝕防止は可能である。上下陸地帯の場合、2%の傾斜でも侵蝕を起す。5~8%以上の場合は、被覆作物のほか別途の対策が必要となる。

土壌侵蝕の重要な因子の一つである斜面長は、当地帯では300~500m(傾斜度10%前後)は珍しくなく、1,000m(傾斜度4~5%)の場合もみられる。このうち大部分の農地では、降雨、とくに耕起直後の豪雨によってたちまち土壌侵蝕が起こる。侵蝕は、まず深さ2~3cm、幅10~15cmの雨裂型侵蝕に始まり、2~3日後にはこの雨裂の羽裂型侵蝕と合流して網目状の侵蝕となり、ガリー侵蝕にまで発展する。

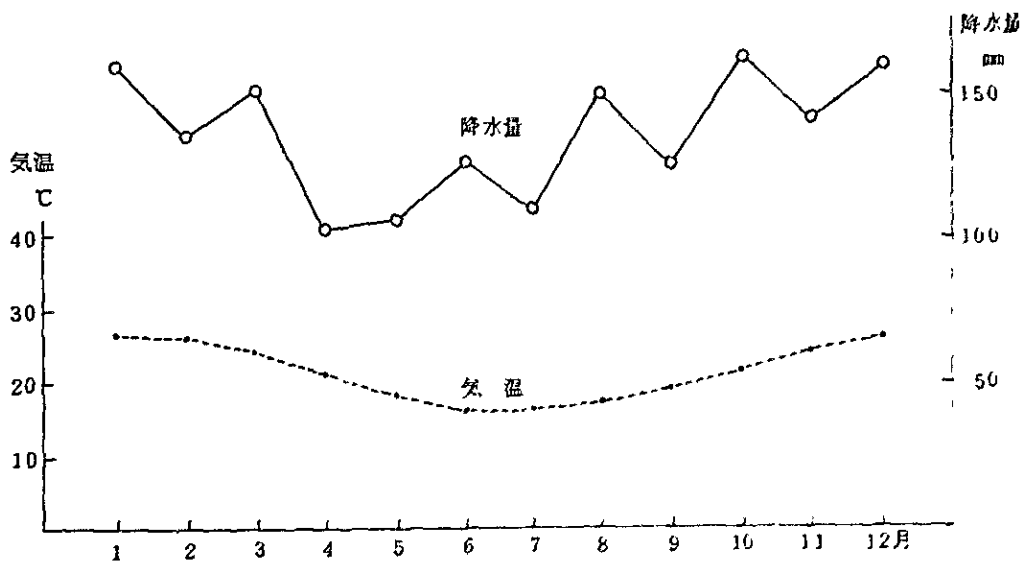
傾斜、斜面長、区画面積と侵蝕土壌との関係を表3-14に示す。これによれば、畑地の場合、もし毎年このようなことが起るとすれば、3年で18cmの表土が失なわれることである。この土壌は、後述のように下層土の肥沃度が低いので、生産力は激減するであろう。

ふたつのように、この地区の土壌侵蝕量は莫大であるが、地帯全体としては毎年ha当たり最低30トンの土壌が流亡し、ha当たり50~100トンの土壌流亡もかなりしばしば生じているものと推察される。

図3-9 年間降水量および気温



エンカñナシオン { 降水量: 1961~1979年平均
年平均降水量 1647.0mm
気温: 1941~1979年平均
年平均気温 21.5℃



カピタン・ミランダ { 降水量: 1964~1975年平均
年平均降水量 1653.5mm
気温: 1964~1977年平均
年平均気温 21.8℃

出所: Clasificación y uso apropiado de la tierra en el área del proyecto de desarrollo rural Itapúa

表3-11 アルトパラナ分場における降雨記録

年月日	時刻 (時)	降雨量 (mm)	備考	年月日	時刻 (時)	降雨量 (mm)	備考
1981 2-8	4~8	532		1983 4-28	22~24	70.0	2)
11-30	6~23	504	1)	5-7	5~16	104.5	2)
12-26	-	800	1)	5-9	9~18	55.5	2)
1982 2-17	13~14	619		5-15	4~21	129.5	2)
4-24	-	788		5-19	9~12	56.2	2)
5-18	2~6	659	2)	7-6	13~18	133.7	
9-17	9~16	515		10-17	2~6	56.5	1)
11-3	6~13	800	1)	11-10	6~16	87.9	1)
11-11	5:30~9	1460	1)	11-12	2~14	55.3	1)
11-19	-	760	1)	12-19	9~16	59.3	1)
11-28	2~20	710	1)	1984 1-31	2~10	56.0	
1983 2-26	7~14	580		2-27	2~6	94.6	
2-27	2~21	1100		3-6	7~17	56.0	
4-4	9~10	530	2)	5-7	9~11	83.2	2)
4-18	9~12	81.1	2)	8-8	2~10	65.5	
4-24	15~16	800	2)	9-25	2~12	97.5	

注) 1)はダイズ整地播種時期。 2)はコムギ整地播種時期。
 出所：バラグアイ農業総合試験場アルトパラナ分場資料(1984)

表3-12 春期整地期間中の降雨記録の一例

降 雨 月 日	降 雨 量	降雨時間	その内の集中豪雨記録	10分間の最大降雨強度
'79 10-13	702 ^{mm}	300 ^{時間}	3時間で70mm	8mm
10-23	934	900	3時間で70mm	10
10-24	414	730	6時間で40mm	10
10-25	400	1500	1時間で12mm	5
10-28	113.2	700	3時間で60mm	7
10-29	424	400	1時間で20mm	4
11-4	40	130		
11-8	152	1200		
11-9	10	300		
11-16	374	100	1時間で37.4mm	7
11-17	280	100	1時間で280mm	5
11-24	9.8	500		
11-30	830	600	2時間で60mm	7
12-3	186	240	40分で12mm	3
12-4	86	200		
12-5	440	500	1時間で18mm	3
53日間合計	6502mm			

出所：アルトパラナ農場通信

表 3 - 1 3 傾斜度別面積

傾斜度 (%)	平均傾斜度 (%)	面積 (ha)	%
0 ~ 2	1.3	34,895	90.5
2 ~ 5	3.5	95,158	24.68
5 ~ 15	10.0	208,324	54.02
15 ~ *)	30.0	47,243	12.25
計	-	385,620	100

(注) *) 60~70%以上の傾斜度はない。 出所: 図3-9に同じ

イタプア県の土壤侵蝕状況を一括すれば表3-15のようになる。

さらに、地区全体の流亡土量は、林地面積(全体の40%)を差し引いた面積を農地として計算し(約23万ha), ha当たり30トンの土壤流亡があるとする、年間約700万トンの土壤が農地から失われ、河川へ流入していると思われる。

土壤侵蝕に影響するのは、上記のほか、土壤の性質がある。すでに概説したように本地帯の土壤はその大部分がAlfisolに属し、玄武岩を母材とするTerra Roxa, Estruradaであって、開発前(林地)は次のようであったことがCEMAの原始林土壤の調査からも推察される。すなわち、テラロシャ土壤の性質(CEMA圃場の例)は、表層が5~10cmの薄い腐植の堆積層であり、第1層は8~12cmで、腐植の浸潤によって暗赤褐色(2.5 YR3/3)ないし極暗赤褐色(2.5 YR2/3~2.5 YR2/4)を示す。礫はほとんど含まない重植土、または軽植土で、粒状の構造であり、ちみつ度は7-14、粘着性、可塑性はそれほど大きくなくない。層界はあまり明瞭でなく、第2層は腐植、礫ともにほとんど含まない重植土で、暗赤褐色(2.5 YR3/6~2.5 YR3/5)、粒状または塊状の構造で、ちみつ度は22-27とやや高く、可塑性、粘着性ともに極めて大きい。

以上のように、テラロシャでは、第1層では粘土含量は46~56%で、下層に向かって増加し、第4層では64~70%に達するという傾向が見られる。炭素含量は第1層2.5%前後、第2層は1%前後、それより下層は1%以下である。pHも下層に向うにつれて高くなり、下層土の肥沃性は順次低下している。2, 3の物理、化学性は表3-16のとおりである。森林下にあった土壤は、開墾、機械化農作業のため、侵蝕によって表土が流亡し、下層土が露出する。表3-17は、森林下の土壤と農地化後の土壤の化学性を比較したもので、ピラポ(Pirapo)、テンベイ(Tembey)、CRIAの農場における値の平均値を示した。これによれば、表層の炭素含量(有機物含量)および窒素含量、pH、陽イオン交換容量、交換性塩基などは、農地化により減少し、固相が増加し、肥沃度の減少、物理性の悪化が明白である。注目すべきは、森林下土壤の第2層と農地土壤の第1層の性質とが近似していることで、この表から森林下土壤の表層10cmの消失を推察することも不当とはいえないであろう。

表 3 - 1 4 傾斜度, 斜面長, 区画面積と土壤侵蝕

No	場 所	傾斜度 (%)	斜面長 (m)	区画面積 (m ²)	流 亡 土 量		流亡土 の厚さ (cm)	備 考
					m ³ /ha	トン/ha		
1	Km 45 Carlos Antonio Lopez	9	200	36	746	97.1	07	11月大型機械耕起 作業, 12月に豪雨
2	Triunfo Linea 1	6	200	120	460	59.8	0.5	集中豪雨の直後に計 測
3	Curret峠と Natarioの中間	10	300	64	1903	2474	19	耕起後の計測
4	Natario- Km 14	9	150+300	44	6076	7900	61	12月計測, 50% の幼苗を失う
5	Triunfo- Km 10	7.5	400	49	1060	137.8	1.1	耕起後30日 11月の計測

注) 1979年10月~1980年1月までの間の計測値, 作物はダイズ
出所: 図3-9に同じ

表 3 - 1 5 イタプア県の土壤侵蝕量

項 目	年間土壌流亡量(トン/ha)	15.24cmの厚さの 土壌を失うに要する年数
イタプア(推定値, 最小)	30	66
" (" , 概算)	100	20
" (No 5)	137.8	14
" (No 3)	2474	8
" (No 4)	7900	3
" (理論上の最大値)*	6160	4
米国カリフォルニア(最大値)	30	660

注) * 集水域全体に森林がないものとし, 現行の土地利用を継続した場合の概算値, (No 5, 3, 4)は
表13-3のNoに同じ。

出所: 図3-9に同じ

表 3-16 Terra Roxa (林地) の理化学性

土壌	土層 (cm)	水分 (%)	粘土 (%)	微砂 (%)	細砂 (%)	粗砂 (%)	炭素 (%)	土性	N (%)	pH (H ₂ O)	交換性 (mg/100g)		Y ₁	CEC (me)
											CaO	MgO		
1	0~10	102	456	227	140	42	34	HC	0.86	502	1347	266	19	25.6
	10~28	73	448	235	169	62	13	L ₁ C	0.17	551	931	242	1.2	169
	28~55	88	602	145	115	42	08	HC	0.12	584	897	202	0.6	169
	55~	85	627	162	104	29	06	HC	0.09	537	494	153	50	149
2	0~8	7.7	565	171	123	38	26	HC	0.32	460	421	339	100	204
	8~29	53	520	255	131	34	14	HC	0.20	521	774	556	50	168
	29~54	62	592	183	124	33	10	HC	0.12	546	339	242	94	148
	54~	65	706	111	96	21	07	HC	0.09	536	236	97	81	127
3	0~12	43	383	292	205	56	25	L ₁ C	252	583	1122	581	12	205
	12~29	38	439	259	210	48	11	L ₁ C	108	533	606	226	25	116
	29~46	39	551	199	169	35	10	HC	0.76	530	381	113	56	132
	46~76	58	732	127	72	12	06	HC	0.60	538	359	113	94	138
	76~	48	708	140	88	18	05	HC	0.50	530	404	113	94	164

注) CEMA の標内土壌
出所: CRIA, T. Igarashi et al (1984)

表 3 - 1 7 林地, 農地土壤の比較

項目 区分	層厚 (cm)	C (%)	N (%)	pH (H ₂ O)	Ex. CaO (mg/100g)	Ex. MgO (mg/100g)	CEC (me)	Av. P (mg)	分散性 mg	容積重	ちみつ底	容水量	気相 (%)	固相 (%)	液相 (%)
林地 土壤の性質	0~10	1.5~2.3	0.3~0.5	5.8~6.2	200~500	30~35	14~21	3~5	130	90~110	12~20	53~58	24~35	24~35	26~33
	10~20	0.9~2.0	0.1~0.2	4.6~5.9	100~160	30	12~13	0~15	115	110~120	18~27	45~50	18~30	43~45	25~39
	20~30	0.5<	0.1<	4.6~5.9	50~125	24~31	11~13	0~0.5	—	106~120	16~29	51~54	—	—	—
	30~	0.4<	0.1<	4.6~5.9	50~100	30~31	11~12	0~0.5	—	105~120	17~30	55~57	17~18	37~42	25~40
農地 土壤の性質	0~10	0.75~1.60	0.12~0.20	4.6~5.0	140~200	16~20	13	3~10	180	115~122	7~27	43~49	20~	50	30
	10~20	0.60~1.00	0.10~0.15	4.4~6.0	100~150	15~42	12~14	3~5	150	122~128	20~36	43~48	19~23	44~56	25~26
	20~30	0.40~0.80	0.10~0.13	4.5~6.1	100~150	30~50	11~14	1~2	—	116~123	22~34	49~51	17~22	47~48	30~35
	30~	0.30~0.70	0.08~0.12	4.5~6.1	100~150	35~55	12~14	1.2~1.5	—	105~116	22~32	52~58	21	40	39

出所: CRIA, Chiba et al (1984)

イタプア県農村開発プログラムではこの地方の土壌を次の8種類に分類している。各土壌別面積は表3-18のとおりであり、Itapúa pará土壌が過半を占め、侵蝕は中～軽である。

表3-18 土壌別の面積と割合

土 壌	面 積 (ha)	%
Itapúa pará	2 6 4,0 1 6	6 3 4 6
Yacuy guazú	4 7,8 0 8	1 2 3 6
Pirayui	2,8 3 3	0 7 5
Manduvíyd	5 0,3 9 6	1 3 0 7
Tembey	3,6 4 4	0 9 4
Yaguarazapá	1 1,6 3 3	3 0 2
Pirapey	1,9 1 9	0 5 0
Paraná	3,3 7 5	0 8 7
計	3 8 5,6 2 0	1 0 0 0 0

出所：図3-9に同じ

表3-19は上記8種の土壌の代表的なものについての概略であり、表3-20はその第1層、第2層についての物理・化学性である。

以上のような土壌の性質は、表層土層が肥沃であること、土壌の透水性が低いこと、したがって表面流去水を大ならしめる土壌の面積の大きいこと（Itapúa pará土壌が過半を占める）を証明している。

さて、いくつかの問題点を整理してみると、この地帯は土地利用の可能性（Land capability）によって7つのクラスに区分できる。これによると、保全対策を行えば、普通畑として利用できるのは全面積の約29%にすぎず、その他は利用法にかなりの制限がある土地となる（表3-21）。

土壌侵蝕の防止対策として、農牧省は、等高線栽培、雨水を貯留する集水溝の構築、急傾斜地の林地としての保全、河川沿いの50m幅の保護林、作物残渣の焼却防止、排根線の等高線化、輪作、農地の斜面長の調節などをあげている。

この地帯では、森林を伐採する際に、土壌を圧迫して緊密化し、また残存した樹木を焼き払うために、表層の土壌は熱により固結する。同時に、堆積していた有機物を消耗して、保肥力が減少する。さらに、大型機械による毎年の耕起、整地作業は、下

表 3 - 1 9 地域内土壤の性質

土壌名 項目	Itapua pora (Ib)	Yacuy (Guazu)(Y(G))	Pirayui (PI)	Manduviyu	Tembey	Yaguazazapa	Pirapey	Parana
標高 (m)	259	273	140~285	165	250	190	170	90 (85~125)
傾斜度 (度)	812 (中)	956 (強)	149 (強)	202 (強)	277 (強)	36 (極)	0~2	164; 0~5; 15~60
力	1~1.5E	S, SE	1~1.5N~NE	1~1.5S~SE	1~1.5E~S	多方向	多方向	主に SE
侵蝕度	軽~中	初期	軽~中	中	軽~中	—	—	軽~中, ガリー
地下水位	深	深	1 m	深	深	2 m	0.5 m	深
土中浸透	中(第3層でおそい)	中(第2層でおそい)	弱	中	良	弱	弱	大
表面排水	中~急	中~急	中~急	急~極急	極急	遅	遅~極遅	急~極急
母材	玄武岩熔岩	同左	同左	同左	柱状, 玄武岩熔岩	水流により運積	同左	沖積
利用状況	キョッサバ ワタ, ダイズ トウモロコシ	同左と ポメロ オレノン	ダイズ トウモロコシ 牧草	自然地 トウモロコシ ワタ カンキツ	自然地 放棄地 トウモロコシ インゲン ダイズ タバコ	自然地 カンキツ ダイズ ワタ キョッサバ トウモロコシ	自然地 果樹 草地	自然地 トウモロコシ 果樹
有効土層 (cm)	90	85	28	55	44	83	30	101.5
石礫含量 (%)	2 以下	3	88	20	42.5	0	0	0
保水量 (mm)	147	135	28	55.9	20	112	45	62

出所：図 3 - 9 に同じ

表3-20 地域内の土壌の理化学性

項目	Itapua Poro		Yacuy Guazu		Pirayui		Manduviyu		Tembey		Yaguarazaba		Pirapey		Parana	
	0~165	165~36	0~175	17.5~59	0~25	25~57	0~205	205~45	0~19	19~455	0~22	22~44	0~27	27~40	0~18	18~1015
土厚 (cm)	2.5YR3/4 5 YR3/3	2.5YR3/4 5 YR3/3	2.5YR3/4 5 YR3/3	2.5YR3/3 2.5YR3/4	5 YR3/4 2.5YR3/4	5 YR3/3 2.5YR3/4	5 YR4/4 2.5YR3/4	2.5YR3/4 5 YR3/3	2.5YR3/4 5 YR3/2	2.5YR3/3 5 YR3/2	5 YR3/4 5 YR3/2	7.5YR4/2 5YR2.5/3	7.5YR4/2 10YR3/1	10YR5/3 10YR3/2	10YR4/3 10YR3/2	7.5YR4/4 10YR6/4
砂 (%)	5374	4855	5267	463	5914	608	6470	6278	5860	6353	5507	5352	4616	4758	8019	8068
粘土 (%)	2785	3596	291	3913	132	184	1166	1878	1937	1859	1492	2714	1715	1642	446	416
微砂 (%)	184	1548	1812	1443	273	207	2363	1844	2189	1793	3000	193	3666	360	1534	1502
pH	575	522	544	557	56	543	602	592	547	513	50	45	526	527	578	582
有機物 (%)	377	215	325	14	357	193	307	23	257	183	316	24	343	343	359	182
P (ppm)	9.4	20	855	222	058	30	85	633	425	466	63	23	766	776	1233	139

出所：図3 9 対面11

層土の圧密をひきおこす。こうして雨水の土壌への浸透は減少し、大量の表面流去水が土壌侵蝕を一層はげしくしている。

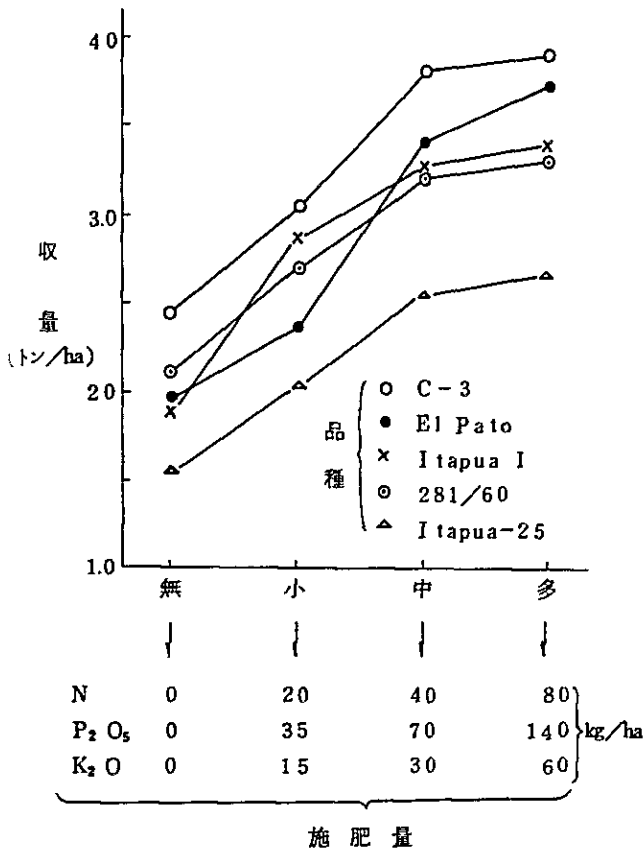
このようなプロセスで農地は本来の林地土壌の肥沃度を失ない、経年的に施肥の必要量が増大する。CRIAにおけるコムギの肥料試験は、この間の事情をよく物語っている。例えば、図3-10は、いずれの品種においても収量は無肥の1.5～2倍に増加することを、また図3-11は、それぞれN、P、Kの肥効、とくにNの増肥効果の高いこと、多量のPが必要なことなどを示している。

表3-21 利用可能性別の面積

利用可能性区分	面積 (ha)	割合 (%)
中程度の保全対策を必要とする農耕	101,737	26.38
強度の保全対策を必要とする農耕	8,939	2.32
休閑をまじえた農耕、および永年生作物栽培	188,483	48.87
生産林、草地および無害な野生動物	11,633	3.02
中程度の制限を加えた生産林、草地および無害な野生動物	66,657	17.29
強度の制限を加えた生産林、草地および無害な野生動物	4,527	1.17
野生動物、レクリエーション	3,644	0.95
計	385,620	100.00

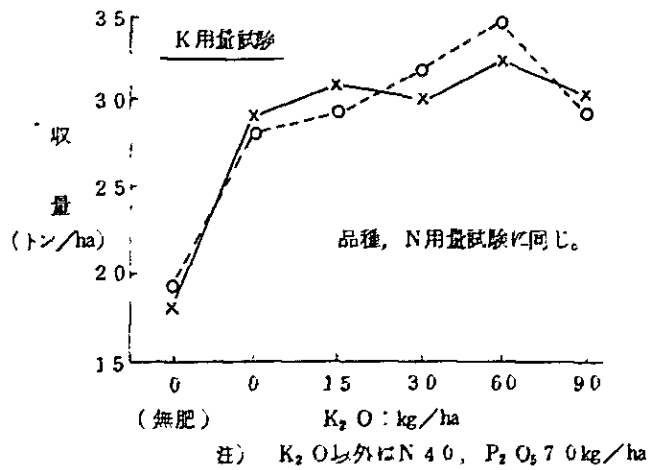
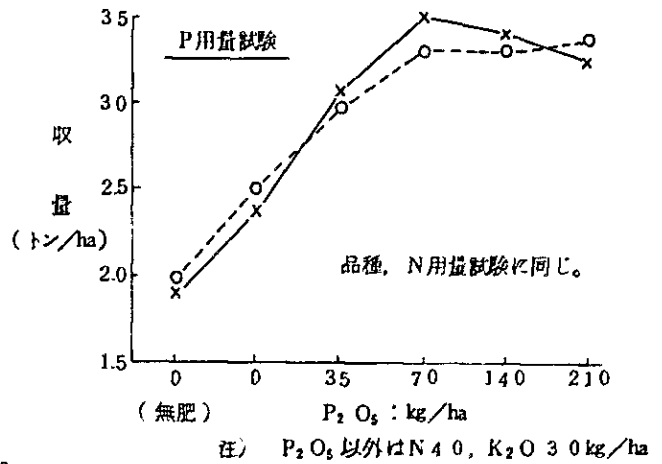
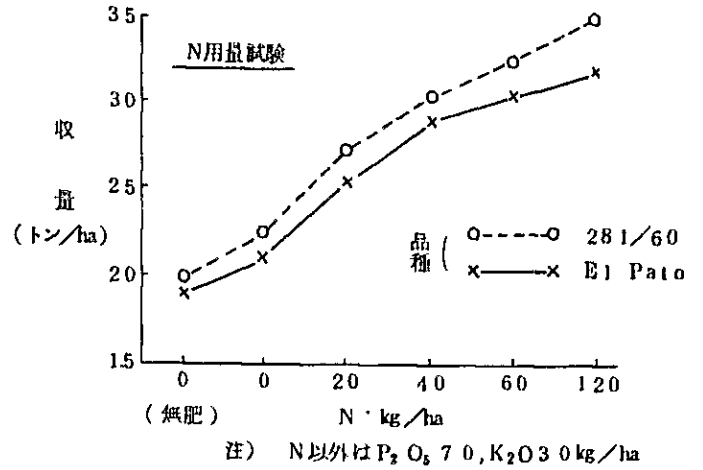
出所：図3-9に同じ

図3-10 3要素用量試験



出所: CRIA, Chiba et al (1983)

図3-11 N.P.Kの肥効試験



出所 図3-7に同じ。

3-2-3 現地調査地区の土壌侵蝕と保全

ア. チャベス (Chavez) 地区

本地区は、カピタン・ミランダ (Capitan Miranda) の北方に位置し、1954年に日本人が入植した。その平均所有土地面積は117haであるが、ブラグアイ人は5~10haと小さい。入植当時は油桐などの栽培が行われていたが、現在はダイズ・コムギの作付様式で、大型機械化一貫作業体系である。一戸当たりのダイズ、コムギの作付面積は平均約71haである。

立地条件は標高180~200m、年平均降水量2,248mm、平均気温22.6℃、波状丘陵地で土壌はTerra Roxa Estruturada、土性は重植土~軽植土である。

調査対象農家は、約60haの農地に連年ダイズ・コムギの大型機械化栽培を行っている。農地は南に面し、傾斜度は3~5%程度と比較的緩やかであるが、斜面長は600~1,000mにおよび、非常に長い(写真11)。作土は15~20cmであるが、20cm以下の層はちみつ度が高いため、透水性は劣悪である。

畑はコムギの収穫が終って、ダイズ播種のためブラウで耕起され、小規模の雨裂型侵蝕は修復されていたが、ブラウ耕では修復不可能のため取り残されている大規模なガリー侵蝕が、ほぼ10数m間隔に数本認められた。ガリーは、激甚な個所では幅2m余、深さもゆうに身長を超えるほどであった(写真12, 13)。

その他、コムギ刈取跡の未耕起部分の畑では、面状および雨裂型侵蝕がいたるところに発生していた。表層土は著しく腐植が欠乏し、表土の流亡は畑全面に、かなりの深さまで達しているものと推察された。この地区の侵蝕が、テラロジャのちみつな下層土、とくに大型機械の走行による圧密(年2回)とダイズ播種期(整地により植被は全く失われる)の10~11月に頻発する強度の降雨に加えて、広大な集水域となる大区画畑地における排水処理の不備などによって引き起こされていることは明らかである(写真14, 15)。大区画の畑の傾斜面の下方には並木状の油桐があるが、ここではこれが土壌の流亡防止に有効に働き、並木の上方と下方とでは1~2mの段差ができるほど、上方には土が堆積していた。すなわち、樹木による流亡防止効果は明らかであったが、反面、畑からの土壌流亡の激しさを物語っていた。この畑と条件が似ているアルトパラナ分場では、傾斜度5%、斜面長200m、ディスクハローイング直後の降雨で300トン/ha、土層の厚さにして約3cmの土壌が流失すると推定している。

調査農家は、対策として、ガリー周辺のダイズの作付は中止し、数年間は牧草地化することを考慮していたが、同時に、既成のガリーにはチェックダム、また今後の侵蝕防止策としては、まず集水域となる大区画畑の縮小、等高線ストリッ

ブ栽培（写真16），計画的な排水処理が必要である。さらに，これらの対策に
適応した作付体系の改善（緑肥の導入，マルチングなど），耕起法や機械化作業
体系の改善などを早急に実施することが必要であろう。

耕起法の改善についてはアルトパラナ分場が1981年以来試験を行なっている。
不耕起栽培がこれである。この方法によって土壌の流亡がどのくらい抑制された
かというデータは分場では得られていないが，ダイズ，コムギの収量は表3-22
のように慣行の耕起栽培に比較して差はないようである。（附録4参照）

表3-22 耕起法別の作物収量（kg/ha）

耕起法 注)	1980/81		1981/82		1982/83		3ヶ年平均	
	ダイズ	コムギ	ダイズ	コムギ	ダイズ	コムギ	ダイズ	コムギ
A + S + 2 D	3,430	2,163	2,725	1,625	3,273	2,043	3,143	1,943
A + 2 D	3,774	2,255	2,680	1,670	3,408	2,048	3,287	1,991
S + 2 D	3,200	2,410	2,650	1,883	3,430	2,138	3,085	2,143
2 D	3,341	2,380	2,548	1,440	3,159	1,858	3,016	1,893
SD	3,231	2,185	2,610	1,135	3,500	2,075	3,114	1,798

備考：作付はダイズ-コムギ-ダイズ
品種はダイズ Rillito, コムギ Alondra 46
施肥量 18-46-0 90 kg/ha
試験区 4 反覆

注) A：プラウ，S：サブソイラー，D：ディスクハロー，2D：ディスクハロー
2回掛け，SD：不耕起

出所：アルトパラナ分場，不耕起栽培の手引き（1984）

イ. テンベイ（Tembey）地区（CAICISAの農場）

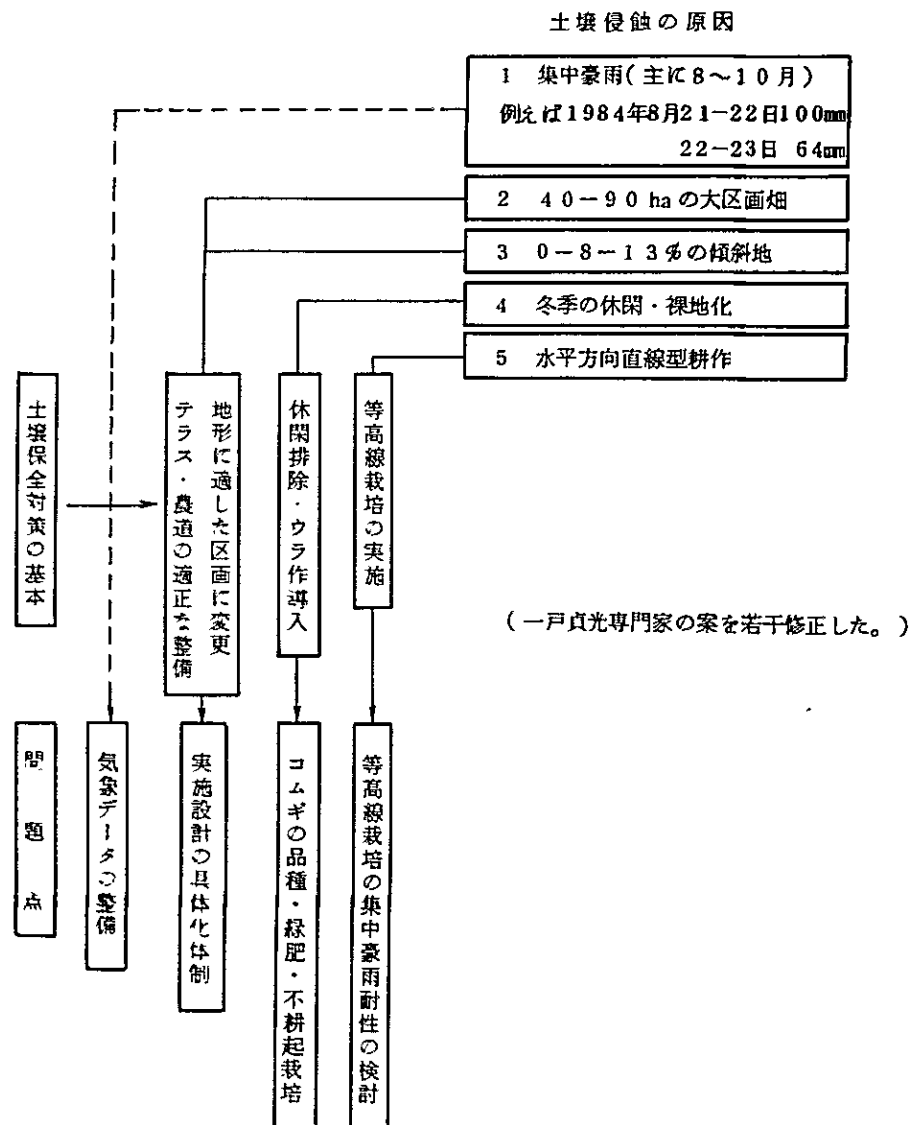
本地区は，面積15,000ha，油桐，ダイズを主体とした栽培が行われている。
作付面積（1984）は油桐919ha，ダイズ417ha，ヒマワリ100ha，ラッカ
セイ30ha，アマ30ha，米松135haである。年平均降雨日数95日，降霜日
数8.4日で，畑の傾斜度は0～13%，土壌は軽植土ないし微砂質植土である。
畑の区画は大きく，水平方向直線の横畦栽培である。10月末現在立毛中のヒマ
ワリ畑では，畦間の裸地部分にはかなりの表面および雨裂型侵蝕が認められた。
油桐の樹間は裸地（自然草生）であったが，目立つた侵蝕は見られなかった。

しかし，今後，伐開，新植も含めて，樹間の草生維持には留意する必要がある。

伐開時の排根線は、現在傾斜面に平行しているが、今後は直角方向とし、その間隔も土壌保全上適正な間隔にする必要がある。

この農場は、本年8月に集中豪雨によって甚大な侵蝕を受け、これを契機に、溝型テラスなどの侵蝕防止対策が積極的に採用されている（写真17）^(注)。その試案をもとに、この地区の保全対策をやや一般化したのが図3-12である。

図3-12 土壌保全対策図



(注) その後11月中旬の豪雨によって溝型テラスが破壊されて播種後間もないダイズは表土とともにすべて押し流され、播き直しを余儀なくされたという。

ウ. イグアス (Iguazu) 地区

本地区への日本人の移住は比較的新しく、1959年である。立地条件は、平均標高250m(180~300m)、年平均気温22~27℃、年降水量1,800mmであるが、年次間の変動は大きい(800~2,000mm)。11~1月は比較的雨が多く、6~7月は少ない。降霜は年に4~5回である。

地形は波状丘陵地、土壌はテラロシャであるが、一部にはそれ以外の砂質の土壌もみられる。地区の西部は原生林、耕地、牧野が多く、畑作は少ない。土壌も粗~中粒質である。東部は畑作地帯で、土壌は細粒質、谷間や低地は牧野あるいは林地となっている。

傾斜は比較的ゆるやかで、森林の伐開もチャベス地区やテンベイ地区と比較すれば進んでいない。したがって、全般的には農地の侵蝕の程度も前2地区に比して軽いが、注意深く観察すると、広い斜面または急斜面では軽度のガリー侵蝕の跡がみられることから、面状、雨裂型侵蝕が常時発生していることは確かである。傾斜面の下方には、これら流亡土壌の厚い堆積が見られることが、このことを裏付けている。したがって、現状のままの耕作を継続すれば、表土の流亡が一層進行して侵蝕は加速化されるおそれがある。また、これ以上森林の伐開が進めば、侵蝕の危険は倍加されるであろう。砂質土壌の受蝕性は、テラロシャよりもはるかに大きいからである。

この地区は、現段階では侵蝕はそれほど表面化していないが、その立地条件から前2地区と同様の対策を今から樹てておく必要がある。表3-23のバラグアイ農業総合試験場で行われた試験結果は、この地区の土壌侵蝕の必然性とその程度、さらにその対策の効果を示唆するものである。

3-2-4 行政機関とその活動

バラグアイは最近10ケ年で農耕地は82万haから160万haへとほぼ倍増した。生産量もこれに伴って著しく増加したが、これは単収の増加よりも主として面積増によるものである。主要畑作物の単収は停滞ないしはむしろ低下傾向にある。農耕地の90%はバラグアイ河以東、パラナ河に至る東部地域に集中しているが、土壌侵蝕の発生とこれに対応する保全技術の欠落によって土壌生産力の衰退は緊急の問題となっている。そして農耕地の約25%、35万haがとくに土壌侵蝕の危機にさらされ、早急に対策の実施を迫られている。

東部地域は土壌保全対策に関して主として営農体系の面から2つの地帯に大別できる。第1は400年以来耕地化されている旧定住地帯(バラグアイアリ、コルディエラ、セントラル、グアイラ、カアサパの各県)で、第2は1900年代に入って開拓が

表 3 - 2 3 土壤侵蝕に関する試験

1 傾斜度と流亡土量 (裸地・除草)

年 月	降 雨 量 (mm)	降 雨 日 数 (日)	流 亡 土 量 (kg)		
			6.8%	10.6%	16.9%
1978. 3	84	6	3	12	67
4	4	1	0	0	0
5	35	3	2	21	64
6	212	8	70	259	357
7	127	11	43	160	238
8	55	5	6	21	36
9	155	8	64	184	347
10	65	6	14	46	61
11	168	7	290	501	872
12	100	5	251	299	579
1979. 1	53	5	36	74	140
2	111	7	60	117	145
3	60	9	46	79	147
4	270	10	90	183	313
5	286	13	155	266	527
計	1,785	104	1,130 (113)	2,222 (222)	3,893 (389)

- 注 1. 区面積 100 m² (20 × 5 m)
 2. 侵蝕は面状および雨裂
 3. ()内はトン/ha換算値
 4. 傾斜度 6.8%, 10.6%, 16.9%の流亡量は作土のそれぞれ 7.4, 14.5, 25.4%に相当する。

2. 畦方向と流亡土量（ダイズ，コムギの輪作）傾斜度79%，土壤はCL

年 月	降 雨 量 (mm)	降 雨 日 数 (日)	流 亡 土 量 (kg)	
			上 下 畦	対水平線 20°畦
1978. 11	168	7	636	262
12	100	5	481	299
1979. 1	53	5	54	14
2	111	7	27	2
3	60	9	24	2
4	270	10	64	7
5	286	13	168	1
計	1,048	56	1,454	587

3. 作物の種類と流亡土量

年 月	降 雨 量 (mm)	降 雨 日 数 (日)	流 亡 土 量 (kg)		
			ヘスイータ	ラ ミ ー	ク ワ
1978 9	155	8	43	75	67
10	65	6	22	27	27
11	168	7	282	488	732
12	100	5	74	144	672
1979 1	53	5	1) { 6 1 1 2 1	2) { 5 6 6 15 88	3) { 86 220 93 287 328
2	111	7			
3	60	9			
4	270	10			
5	286	13			
計	1,286	70	432	857	2,512

- 備考 1 面 積 200 m² (20×10 m)
 2 傾 斜 度 85%
 3. ヘスイータ 1 m×0.5 の株分け
 ラ ミ ー 80×20 cm の株分け
 ク ワ 2×0.6 m のさし木

注) 1), 2), 3) は各作物の最大被覆期で，被覆度はそれぞれ100%，90%，40%である。

出所：土壤保全に関する試験研究概要（1977～1979），バラグアイ農業総合試験場

進んだ近代技術を駆使する新定住地帯（イタブア、アルトパラナ、カネンデューの各県）である。

第2の地帯では日系人移住地であるアルトパラナ県に典型的な営農体系がみられる。ここではコムギ・ダイズの二毛連続作が代表的な作付様式であり、大型機械による作業体系と相俟って土壌保全面に悪影響をおよぼしている。

ブラグアイにおいては土壌保全に関する事業全般を所掌する行政部局は現在のところないが、窓口としては、農牧省の農林業試験普及局（Dirección de investigación y extensión agropecuaria y forestal）となっている。土壌保全の基礎的資料となる全土にわたる土壌侵蝕のタイプ、程度、分布などの調査も行われていない。ただし、イタブア県の一部については、かなり詳細な調査がFAOの協力によって実施されている。（3-2-2参照）。

前記のイタブア、アルトパラナ県は東部地域でも最も肥沃な土壌が分布しているが、これも無計画な森林伐採による誤った土地利用のため土壌侵蝕はかなり激しい現状にある。

農牧省では土壌保全の技術対策として等高線栽培などを奨励しているもののその普及は遅々として進展していない。

普及員に対しては数年前FAOの専門家による訓練が行なわれたが短期間でもあり実効は上がっていない。一方、1981年以降日本人専門家によって土壌保全の重要性が認識され、1982年にはFAO調査団によって、土壌保全に関する検討も行われた。

また、1984年（5月）には農牧省、CRIA、CEMA、CEDEFOおよびJICA農業総合開発アルトパラナ分場に勤務する日本人専門家を中心として土壌保全シンポジウムが行われている。

以上のような背景もあって農牧省は本格的に土壌保全に取りくむ意図をもって1984年9月にIDBと無償技術援助の協定（2年間、70万ドル）を締結した。事業は1985年1月から開始されることとなっている。

事業計画は現行の「第5次経済・社会開発計画（1985～1990）」の「自然資源の開発とその利用政策」に組み込まれる。その目的は次のとおりである。

- 1) 計画の実施に必要な法的、技術的、制度的、財政的な条件を分析して国家計画を形成する。
- 2) 計画の実行に必要な法律および関連規則を制定する。
- 3) 農牧省農林業試験普及局のなかに土壌の管理・保全を所掌する部局（Unit）を新設し、計画を推進させる。
- 4) 主要農業地帯の物理的、社会的、経済的、環境的諸条件に最も適した土壌および

関連資源（水と森林）の保全対策を決定する。

- 5) 国内研修によって約300人の農牧普及部、その他政府機関の普及員、技術者、農村指導者を対象として、土壌および関連資源の利用、保全に関する方法と技術を習得させる。
- 6) 農牧普及部の普及活動を通じて約7,000の農家に対し土壌および自然資源の維持と保全に関する適切な技術を普及伝達する。
- 7) 農牧省外の10人の専門家に委嘱して農牧普及部を制度的に強化する。

なお本計画の技術面についてはUNDP、FAOの援助をうけることとなっている。

この計画の実施期間中にこんどの土壌保全対策についてのノン・ビリティ調査も行い、その上で新規の土壌保全関係プロジェクトの実現を企図している。

なお土壌および水資源の保全に関連して、農牧省、厚生省および自然環境保全サービスの3者でセミナーを実施している。

以上のようにパラグアイの土壌保全対策については行政組織も未確立であり、組織的な保全活動は実施されるまでに至っていないが、前述の無償援助協力による研修、訓練などの進展を契機として土壌保全対策事業が進展、定着することを期待したい。

パラナ河に沿う農耕適地も、森林伐採による外延的拡大には自ら限度があり、既耕地の肥沃性をこれ以上低下させることなく土壌保全にプライオリティーを置き、これを軸として農業生産の永続性を維持すべきであるというのがMesa技術官房長の見解である。

なお、現在のところ土壌保全に関する法律は制定されていないが、森林法の一部に、土壌侵蝕防止とその保全についての関連条項が記載されている（付録2参照）。

附表 3-1 代表的地点における気象

地名	項目	1	2	1	4	5	6	7	8	9	10	11	12月	年	海拔m	地 域 名
Maurice Estigarribia	最高気温	428	410	408	390	364	360	400	410	427	427	436	436	436	180	7-コロンビア
	最低	135	138	96	68	05	39	20	54	90	106	130	-30			
	平均	297	287	273	251	223	196	198	227	252	276	289	293	265		
	降水量	96	106	83	81	35	16	18	25	11	37	79	113	701		
Pedro Juan Caballero	最高気温	340	330	330	315	311	290	310	336	348	345	354	348	354	650	北部高原地帯
	最低	130	143	100	22	12	23	-10	-10	30	80	89	127	-10		
	平均	241	239	232	214	190	173	172	194	209	223	232	239	213		
	降水量	177	153	163	134	114	108	46	41	93	171	169	184	1534		
Concepcion	最高気温	397	392	380	370	345	328	340	373	390	411	412	414	414		
	最低	130	158	110	53	25	10	00	-30	33	85	104	120	-30		
	平均	278	280	264	237	202	181	190	210	231	254	267	262	241		
	降水量	137	139	130	125	123	62	52	41	67	127	141	154	1308		
Strossener	最高気温	400	390	388	355	323	307	309	353	370	372	391	375	400	125	東部丘陵地帯
	最低	82	55	44	34	-53	-47	-20	-35	19	40	42	82	-53		
	平均	268	264	250	217	190	142	166	184	204	225	246	261	221		
	降水量	146	115	161	140	143	156	92	77	143	190	177	149	1648		
Asuncion	最高気温	420	408	400	367	335	329	330	387	391	403	399	419	420	64	中央平野地帯
	最低	148	110	100	64	39	15	18	23	39	80	114	131	15		
	平均	290	285	267	235	210	190	184	204	221	246	269	288	241		
	降水量	168	146	172	156	112	70	49	35	86	126	77	125	1390		
Villarrica	最高気温	379	372	368	344	313	312	345	355	355	365	374	386	386	175	
	最低	125	110	76	49	10	-05	-17	-34	20	70	68	94	-34		
	平均	268	263	248	221	135	172	171	188	203	227	245	264	222		
	降水量	160	142	165	148	120	107	75	69	120	170	136	133	1535		
Pilar	最高気温	421	405	414	371	340	325	318	384	393	406	404	425	425	55	西部丘陵地帯
	最低	110	112	85	55	34	-22	-03	06	16	60	98	112	-22		
	平均	282	276	256	221	196	170	167	183	203	229	254	275	225		
	降水量	113	131	167	154	96	70	47	42	85	144	137	113	1329		
Encarnacion	最高気温	400	399	393	360	326	315	320	364	373	386	388	410	410	113	東部丘陵地帯
	最低	77	70	70	08	-22	-60	-48	-42	-17	16	48	70	-60		
	平均	271	262	247	212	181	165	163	176	195	222	242	264	217		
	降水量	133	175	136	150	137	100	84	146	193	137	132	1668			

注 Asuncion, Strossener, Encarnacion, Pilarは1941~1970, その他は1961~1970
出所 南アフリカ気象局(I.P.M.I.)

第4章 将来の技術協力に対する若干の提言

第4章 将来の技術協力に対する若干の提言

目 次

4-1	畑作における問題の所在と技術協力	87
4-2	土壌保全に関する技術上の問題点	87
4-2-1	コロンビア	87
	ア. 耕地管理	87
	イ. 作付体系	88
	ウ. 林地の回復	88
	エ. 調査, 研究	88
	オ. 行政機関の連携	88
4-2-2	パラグアイ	88
	ア. 耕地管理	88
	イ. 施肥管理	88
	ウ. 作付体系	88
	エ. 調査, 研究	89
4-3	調査結果の汎用性	89
4-4	技術協力の受入体制とわが国の協力方法	89
附表4-1		91

第4章 将来の技術協力に対する若干の提言

4-1 畑作における問題の所在と技術協力

ラテンアメリカでは土壌侵蝕の影響をうけていないのは土壌全体の僅か20%であり、土壌侵蝕の問題は世界のどの地域よりもラテンアメリカでは広範かつ重要となっている（FAO, 1980）。

人口増（年率2.3%）による土地利用への圧迫は極めて著しく、ラテンアメリカでは過去15年間に農地は24%（1億1600万haから1億4300万ha）も増加し、森林の伐採は年々500～1,000万haのペースである。しかし植林は伐採面積よりもはるかに少なく、国によっては毎年伐採の1%にも満たない（コロンビアでは14%）。

外延的拡大による農地は保全対策の欠如もあってその土地生産力は年々低下している。これは最近の収量水準の横ばいないしは低落傾向からもうかがうことができる。

今回の調査はコロンビアのアンデス山地の傾斜畑（熱帯高地）およびパラグアイの波状丘陵地の畑（亜熱帯）を対象として行ったものであるが、前者については1983年に行ったネパールの急傾斜畑、後者は同じくタイの波状丘陵地畑での調査との関連も考慮した。もちろん土壌侵蝕は降雨量、強度、分布とくに乾季と雨季との区別、主要作物の種類、作付様式、土壌管理法、家畜の種類（とくに反すう家畜）、頭数および飼料給源など技術的要素からも著しい影響をうけるものであり、単に地形や土壌が相似しているからといって同様の様相をとるものとは限らない。

保全に関する行政、研究、指導面での対策は十分とはいえず、とくにパラグアイでは著しく立ちおくれている現状にある。

畑作における生産力向上を図るには収量性の増大によらねばならないことはネパール、タイの場合と同様である。従って、上記地帯での畑作の技術協力はそれぞれの自然条件、営農条件の実態に対応した土壌保全技術が組み込まれなければならない。今回の調査を含め4カ国の調査結果を概括すれば附表4-1のとおりである。

4-2 土壌保全に関する技術上の問題点

4-2-1 コロンビア

ア. 耕地管理

傾斜畑での作物栽培は斜め畦が多いのでこれを等高線畦に改める必要がある。また一般に行なわれている牛耕は侵蝕を促進するから最少耕起（minimum-tillage）ないしは不耕起（no-till）を採用することが望ましい。急傾斜畑ではベンチテラスが必要である。

イ. 作付体系

化学肥料の投入も少なく、有機物の施用も十分でないので、緑肥作物など地力維持に有効な作物の組合せ（間作など）が必要である。とくに受蝕性の高い作物（たとえばキッサバ）の単作は好ましくない。

ウ. 林地の回復

林地の造成に際しては林道の侵蝕防止のための対策が不十分である。このため侵蝕の再発生のおそれがあり側溝、排水路の適切な配置が必要である。

エ. 調査、研究

土壌の侵蝕量の予察にUSLEを利用しようとする試みがあるが、その適用に当っては降雨の侵蝕性（Erosibility）、土壌の受蝕性（Erodibility）などの基礎的資料の蓄積がさらに必要である。

オ. 行政機関の連携

技術上の問題とは直接関係はないが、土壌侵蝕とその保全についての研究および事業担当部局が農業者の各局、その他に分散している。従ってこれら各部局間の連携を一段と密接にすることが望ましい。

なおコーヒー会社およびCIATとの連携も一層強化する必要がある。

4-2-2 パラグアイ

ア. 耕地管理

移住地における大規模経営では畑の斜面長が長すぎるため集水面積が大きくなり傾斜がゆるくても土壌侵蝕が広範に発生している。従って、斜面長、傾斜度を勘案してテラスを設け、牧草などのストリップ帯を挿入し畑の区画を小さくすることを考慮すべきである。大型機械の作業能率の点から畑の区画を大きくすることは避けねばならない。

また、傾斜、地形等を考慮して、耕地林の復活を図り、土壌侵蝕のみならず、防霜、防風の機能を期待したい。

現在は、コムギダイズの作付体系の下で年2回全面耕起整地を行っているが、作物交替期の強弱による侵蝕は致命的であるので、これを避ける一つの方法として耕起の回数を年1回～2年に1回程度にすることを検討すべきである。これは不耕起栽培の導入である。

イ. 施肥管理

ニラコンヤはリン酸吸収係数が高い（1300前後）ので、リン酸施肥は土壌の化学性の改良に不可欠である。

ウ. 作付体系

コムギダイズの連続単作方式は地力維持の上からも適切なものとはいえない。コムギの代替に緑肥作物などを導入した新しい輪作方式（3～4年）を導入すべきであり、

またコムギ残穢は焼却せずマルチングとしての活用を図るなど侵蝕を軽減し地力を永続的に保ち得る作付体系の採用が必要である。

エ. 調査, 研究

土壌保全に関する調査, 研究は I A N, C R I A においてもようやく緒についたばかりであり, 土壌図の作成, 土壌流亡量予察などについてはその基礎的データすら全く蓄積されていない。テラロシャ土壌地帯はブラジルのパラナ州の土壌とほぼ同一であるから当面はパラナ州のデータの活用を図りつつ, パラグアイ独自の調査, 研究を早急に強化充実する必要がある。

アルトパラナ分場における不耕起栽培の試験は耕地管理法の改善の一つとして評価できるが, この試験と平行して N の動態, 雑草や病害の発消長等未解決の問題もあるので, これらについての研究が必要である。

4-3 調査結果の汎用性

コロンビアの土壌保全対策については中南米の山地傾斜畑での適用, またパラグアイでの対策は波状丘陵地帯の大規模機械化畑作での適用は可能であろう。ともに乾季, 雨季の余り明瞭でない熱帯, 亜熱帯の畑作への汎用性はあるものと考えられる。しかし熱帯降雨林地帯や乾燥サバンナ地帯における土壌侵蝕と保全対策については前回, 今回の調査結果では対応に限界があると考えるので, 資料収集を含めてこれら地帯での現地調査を別途補完的に実施する必要がある。

4-4 技術協力の受入体制とわが国の協力方法

コロンビア, パラグアイ両国はともに土壌侵蝕とその保全に関する研究, 調査の蓄積は前回調査対象国のネパール, タイ両国に比べて少ない。とくにパラグアイで然りである。これは両国政府の土壌保全に対する行政活動, 施策にもそのまま反映している(ただしコロンビアのコーヒー会社の所管するコーヒー園に対する施策は相当に充実している)。

コロンビアでは農業省の自然資源・環境保全局と国家企画庁所属の自治開発公団が実質上中核的役割を果たしている。これに対しパラグアイでは組織的に事業は行っていないが“窓口”としては農牧省の農林業試験普及局である。

このように受入体制としてはコロンビアが一応整備されている。

従って協力の方法としてコロンビアに対しては, 一部資材供与と資金協力を組み合わせた各種段階の協力が可能である(前回調査のタイへの協力方法にほぼ準じてよい)。この場合, 現在, マグダレナ河流域で実施中の保全プログラムに対する協力も考えられよう。

パラグアイに対しては, 専門家の派遣, 機材の全面的供与とこれに資金協力を組合せた協

力が必要となろう。この場合、例えば、パラナ河沿岸（イタブア、アルトパラナ県）に100 ha以上のオーダーの土壤保全を主軸とする畑作実験パイロット地区を設置し、ここに作物、土壤、農業土木、農業機械および造林等各分野の技術を総合的に投入する方法が考えられよう。

これら両国に対する協力の具体的事項については、以上の考え方をふまえ、別途詳細な調査が行われることが望ましい。

附表4-1 土壤保全基礎調査概括表

項目	年次	1983		1984	
	国別	ネパール	タイ	コロンビア	パラグアイ
現 地 調 査 地 区 の 土 壤 保 全 に 関 する	気 候	熱帯モンスーン	熱帯モンスーン	熱帯高地	亜熱帯
		乾, 雨季の区別は明瞭でない		乾, 雨季の区別は明瞭である	
	年降水量	1,500~2,000mm	1,000~1,500mm	1,000~1,500mm	1,700mm
	地 形	山間丘陵地の急傾斜地	中央平原周辺台地の波状丘陵地	アンデス山地の傾斜地	パラナ河沿いの波状丘陵地
	標 高	1,500~2,500m	100~500m	1,500~3,500m	200~300m
	主な畑作物	トウモロコシ, シコクビエ, コムギ	トウモロコシ, ソルガム, キャッサバ	キャッサバ, パレイノ, トウモロコシ, マメ	ダイズ, コムギ
	収 量 性	低落傾向	低落傾向	横ばい, 低落傾向	横ばい, 低落傾向
	畑作の規模と作業体系	小規模畜力耕, 人力刈	小規模畜(動)力耕, 人力刈	小規模畜力耕, 人力刈	大規模大型機械
	土壌侵蝕の程度	極めて大	大	中~大	中
	土壌侵蝕と家畜との関係	極めて大	小	中	小
中 心 的 行政 部 局	土壌保全・流域管理局 (森林・土壌保全省)	土地開発局 (農業・農業協同組合省)	自然資源 環境保全局 (農業省)	農林業試験省及局 (農牧省)	
土 法 律	土壌・流域保全法	土地開発法	自然資源・環境保護法	—	
政府の関心	大	大	大	中	
農民の関心	大	小~中	小~中	小~中	
調 査, 研 究	若干行なわれている	相当高い水準で行なわれている	かなり行なわれている ¹⁾	ほとんど行なわれていない ²⁾	
国際機関等の援助	USAID, UNDP, FAO, スイス, 西独	世銀, USAID, オーストラリア	カナダ, 西独, 世銀	JDB, FAO, ヒネ	
技術協力の受入体制	整備されている	十分整備されている	整備されている	整備不十分	
わが国の協力方法	一切の人員, 資材, 資金の提供による協力	各種段階での協力	各種段階での協力	現地人員, 資材, 資金の提供による協力	

注 1) コーヒー公社(コーヒー園に限定)の研究, 普及にかなり高い水準にある。CIAJでも実施中。
 2) JICAのフルトパラナ分場で若干実施中(不耕起栽培)。イグアス総農法では数年前に実施(土壌流失)した。

