

JICA LIBRARY



1091920(7)

22585

コロンビア共和国

キンディオ川流域
農業総合開発計画実施調査
ファイナルレポート

平成3年7月

国際協力事業団



序 文

日本国政府はコロンビア共和国政府の要請に基づき、同国のキンディオ川流域農業総合開発計画にかかる開発調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成2年3月から平成3年5月までの間、3回にわたり、株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルの山中誠仁氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、コロンビア政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

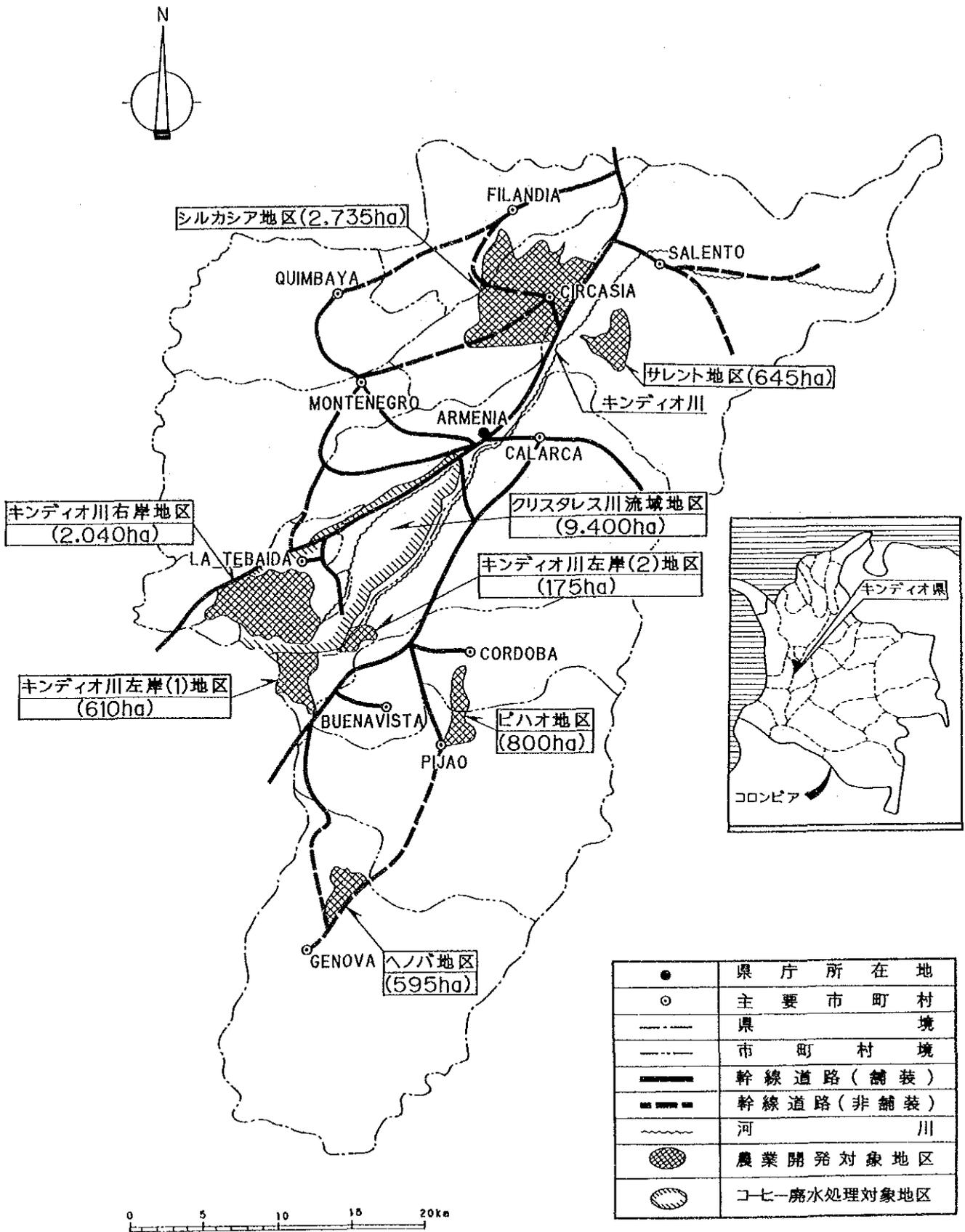
この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成3年7月

国際協力事業団

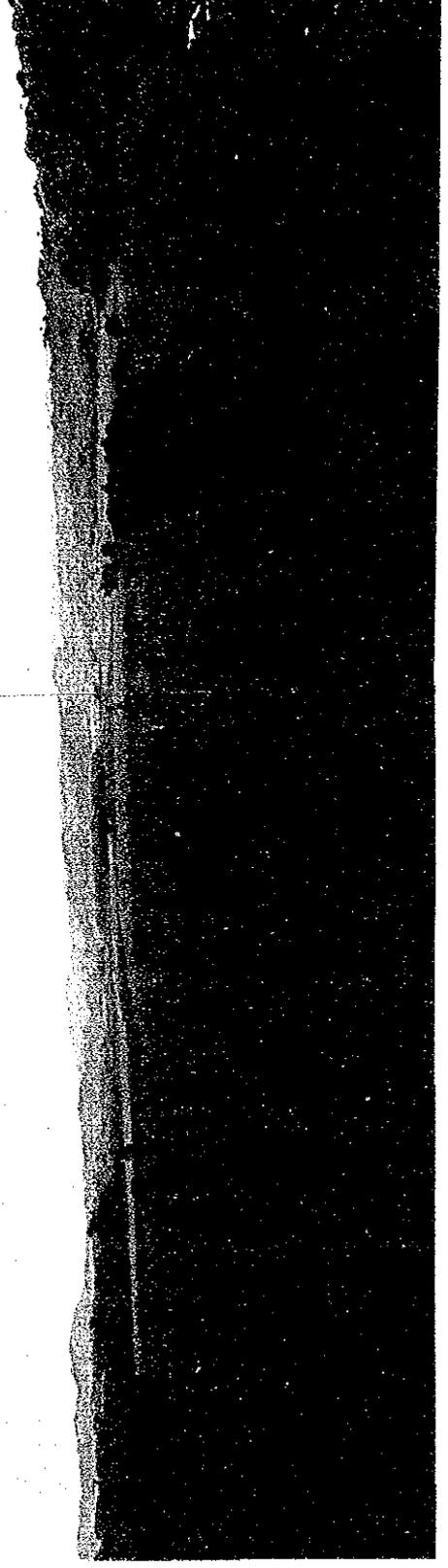
総裁 柳谷 謙介



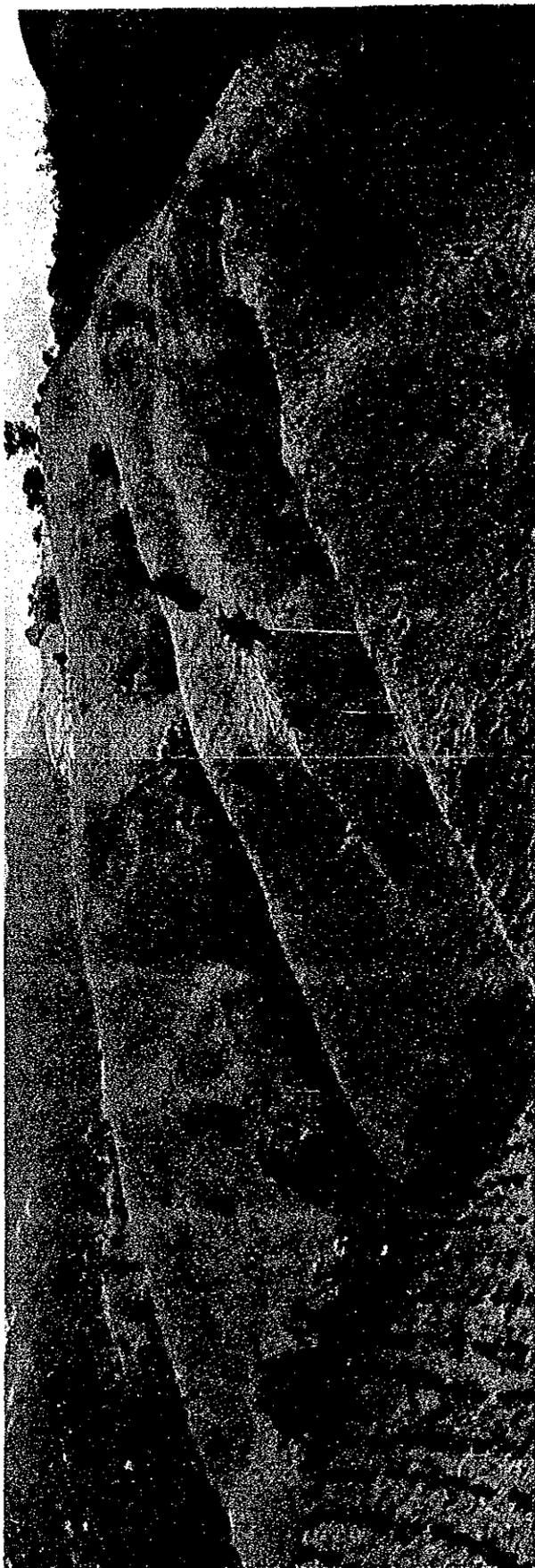
調査対象地域位置図



シルカシア地区



キンデェオ山左岸(1)地区



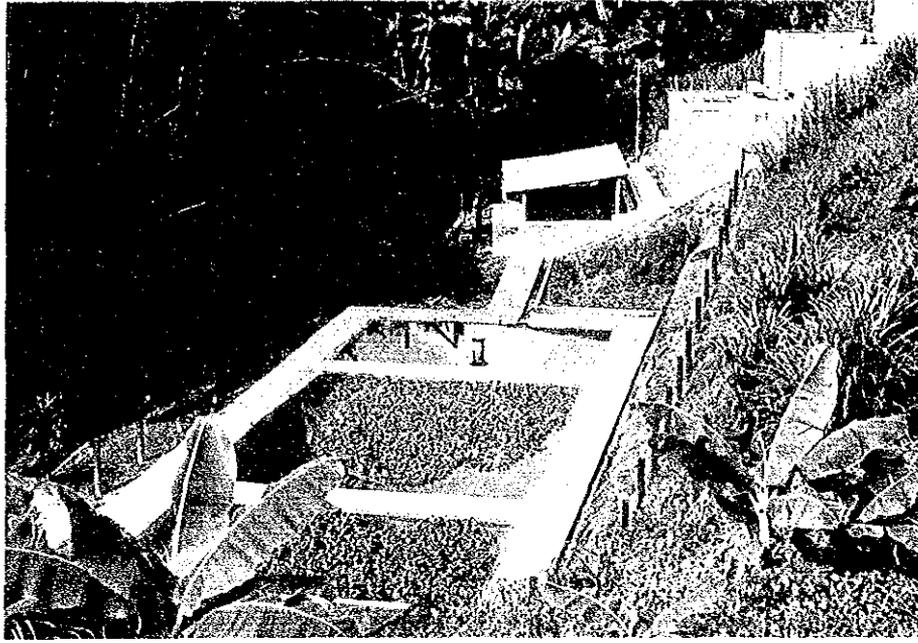
サレント地区



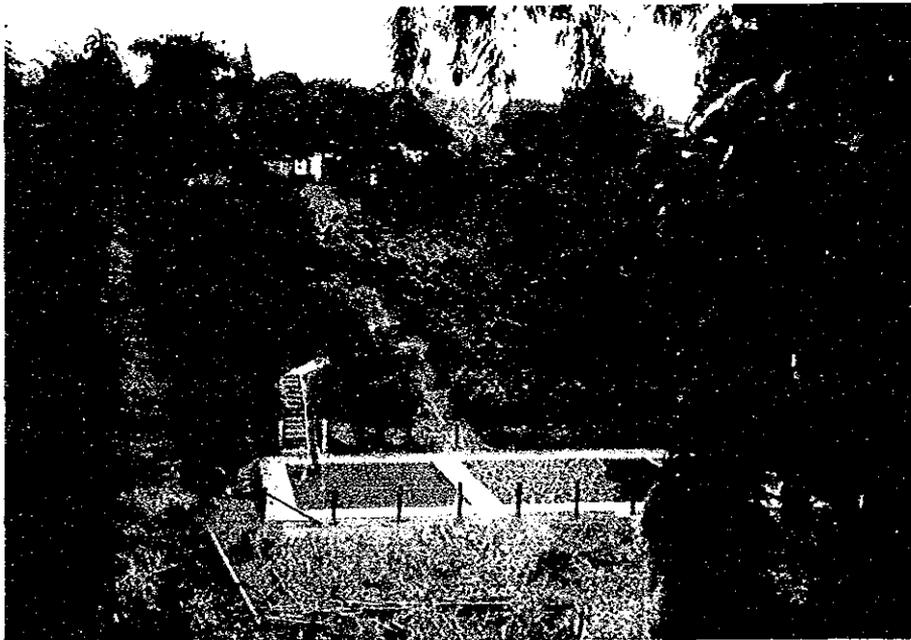
コーヒー処理废水が排出されるクリスタレス川



コーヒー処理場と排出された外果皮（パルプ）



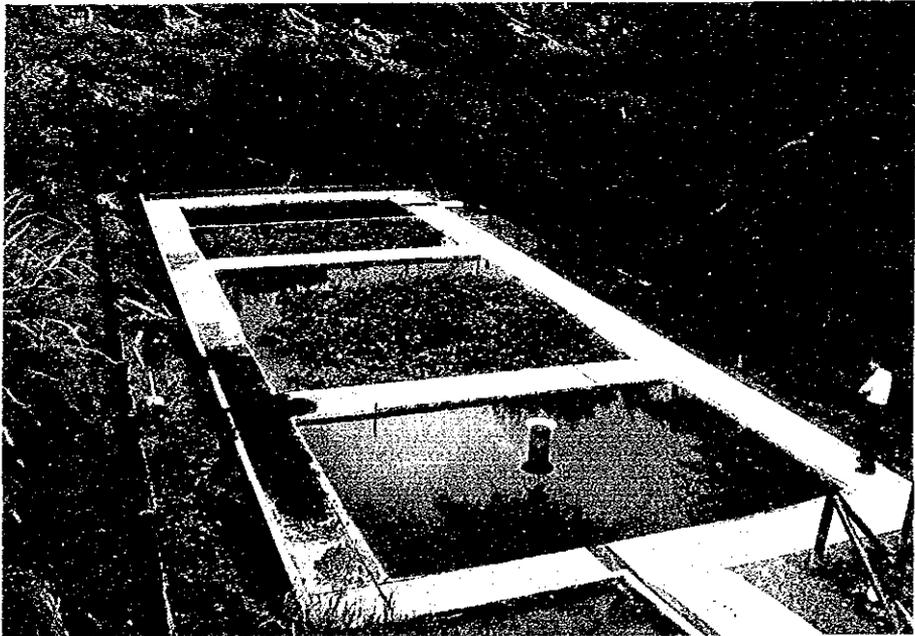
モデルプラント全景(SEBASTOPOL)



モデルプラント全景(ROCIO)



好気槽



安定池



モデルプラントによるコーヒー廃水処理結果
(SEBASTOPOL PLANT)



モデルプラントによるコーヒー廃水処理結果
(ROCIO PLANT)

目 次

調査対象地域位置図

現 地 写 真

要 約

第1章 序 論

- 1.1 調査の背景1-1
- 1.2 調査の目的1-2
- 1.3 調査の範囲1-2
- 1.4 調査対象地域1-3
- 1.5 提出報告書1-4

第2章 社会経済的背景

- 2.1 コロンビア国概況2-1
 - 2.1.1 一般概況2-1
 - 2.1.2 社会経済2-1
 - 2.1.3 農 業2-2
- 2.2 キンディオ県概況2-4
 - 2.2.1 自然条件2-4
 - 2.2.2 社会環境2-5
 - 2.2.3 地域経済2-6
 - 2.2.4 農業生産2-6
 - 2.2.5 農業開発戦略及び計画2-7
 - 2.2.6 環境保全計画2-8

第3章 調査対象地域の現状

- 3.1 行政区分と人口3-1
- 3.2 自然条件3-1
 - 3.2.1 位置及び地形3-1
 - 3.2.2 気象・水文3-3
 - 3.2.3 土 壤3-7

3.3	土地利用	3-20
3.3.1	現況土地利用	3-20
3.3.2	土地所有	3-22
3.4	農業	3-27
3.4.1	営農栽培	3-27
3.4.2	農業生産	3-31
3.4.3	畜産及び養魚	3-33
3.4.4	農家の社会経済状況	3-41
3.4.5	農産物の市場、流通	3-44
3.4.6	農産物流通・加工施設	3-50
3.4.7	農業支援制度	3-52
3.4.8	農民組織	3-55
3.5	インフラストラクチャー	3-57
3.5.1	かんがい排水施設及び農道	3-57
3.5.2	道路及び交通	3-57
3.5.3	上下水道及び電気	3-58
3.6	コーヒー廃水処理	3-59
3.6.1	概要	3-59
3.6.2	調査対象地域の概要	3-59
3.6.3	コーヒー豆の製造と廃水	3-62
3.6.4	クリスタレス流域の水質汚濁	3-66
3.6.5	廃水排出の法規制	3-70
3.6.6	コーヒー廃水処理技術	3-72

第4章 開発構想

4.1	目的	4-1
4.1.1	農業開発計画	4-1
4.1.2	コーヒー廃水処理計画	4-2
4.2	基本構想	4-2
4.2.1	農業開発基本構想	4-2
4.2.2	コーヒー廃水処理計画基本構想	4-4

第5章 農業開発計画

5.1	土地利用計画	5-1
5.2	営農栽培計画	5-7
5.2.1	作物生産計画の基本方針	5-7
5.2.2	導入作物の選定	5-8
5.2.3	環境保全計画	5-9
5.2.4	栽培計画	5-10
5.2.5	計画生産量	5-13
5.3	農産物流通・加工計画	5-21
5.3.1	基本方針	5-21
5.3.2	農産物流通計画	5-21
5.3.3	農産物加工計画	5-25
5.4	農業支援組織振興計画	5-25
5.5	農民組織計画	5-28
5.5.1	基本方針	5-28
5.5.2	協同組合設立・運営計画	5-28
5.6	農地整備計画	5-29
5.6.1	基本方針	5-29
5.6.2	農道整備計画	5-29
5.6.3	かんがい計画	5-31
5.6.4	排水計画	5-34

第6章 コーヒー廃水処理計画

6.1	基本方針	6-1
6.2	水質改善目標値	6-1
6.2.1	基本的考え方	6-1
6.2.2	河川水の水質改善目標値	6-2
6.2.3	コーヒー廃水排出規準値	6-3

6.3	廃水処理方式の決定	6-4
6.3.1	廃水処理システムの種類	6-4
6.3.2	基本システムの選定	6-5
6.3.3	各ユニットにおける処理システム検討	6-7
6.4	パイロット地区の選定	6-12
6.5	パイロット地区内の廃水処理計画	6-15
6.5.1	基本方針	6-15
6.5.2	設計条件	6-15
6.5.3	廃水処理方式の選定	6-17
6.5.4	施設計画	6-19
6.6	モデルプラントの建設	6-28
6.6.1	概 要	6-28
6.6.2	モデルプラント位置の選定	6-28
6.6.3	モデルプラントの設計	6-29
6.7	提 言	6-33

第7章 事業実施計画

7.1	事業実施計画	7-1
7.1.1	事業実施体制	7-1
7.1.2	事業実施方法	7-2
7.1.3	事業実施工程	7-2
7.2	事業費	7-4
7.2.1	積算の方法	7-4
7.2.2	事業費	7-4
7.2.3	事業資金計画	7-6
7.3	維持管理計画	7-11
7.3.1	維持管理体制	7-11
7.3.2	維持管理用機械	7-12
7.3.3	維持管理費	7-12

第8章 事業評価

8.1 評価方針	8-1
8.2 経済評価	8-2
8.2.1 事業便益	8-2
8.2.2 事業費用	8-2
8.2.3 事業の収益性	8-2
8.2.4 感度分析	8-3
8.3 コーヒー廃水処理事業評価	8-4
8.4 農家経済	8-5
8.5 社会評価	8-7
8.6 環境評価	8-7
8.6.1 現状での問題点	8-7
8.6.2 事業実施による環境への影響	8-7
8.6.3 環境保全対策	8-8
8.6.4 環境改善効果	8-8
8.7 総合評価	8-8

第9章 勧告	9-1
--------	-----

添付資料

1. Scope of Work	A-1
2. Minutes of Meeting on Scope of Work(1)	A-9
3. Minutes of Meeting on Scope of Work(2)	A-14
4. 関係者名簿	A-16

表のリスト

表 2.2.1	キンディオ県標高別面積	2-5
表 3.1.1	調査対象地域の推定人口	3-1
表 3.2.1	調査対象地域の傾斜区分	3-3
表 3.2.2	地区別使用観測所	3-4
表 3.2.3	調査対象地区の気象概要	3-4
表 3.2.4	分級別の傾斜区分	3-9
表 3.2.5	土壌分布面積	3-11
表 3.2.6	土壌の性質	3-12
表 3.2.7	土地分級別面積	3-13
表 3.3.1	現況土地利用	3-21
表 3.3.2	土地所有状況	3-23
表 3.4.1	地区別営農形態の特徴	3-35
表 3.4.2	作付面積	3-36
表 3.4.3	単位収量	3-37
表 3.4.4	各地区の推定農業生産	3-38
表 3.4.5	牛飼育頭数と畜産品の生産量	3-39
表 3.6.1	調査地域の気象概要	3-59
表 3.6.2	規模別農家戸数	3-61
表 3.6.3	調査地域のコーヒー生産	3-62
表 3.6.4	調査地域のコーヒー処理廃水の水質	3-65
表 3.6.5	標高1,200mにおけるコーヒーの収穫	3-66
表 3.6.6	収穫期におけるクリスタレス川の水質	3-67
表 3.6.7	非収穫期のクリスタレス川の水質	3-68
表 3.6.8	キンディオ県周辺既設コーヒー廃水処理 パイロットプラント	3-72
表 4.1.1	調査地区別の開発目標	4-1
表 5.1.1	土地利用計画	5-2
表 5.1.2	ゾーン別面積	5-3
表 5.2.1	地区別農業生産拡大品目	5-8
表 5.2.2	主な作物の収益性と栽培適性	5-14
表 5.2.3	主な導入可能作物	5-15

表 5.2.4	計画土地利用面積の推移	5-16
表 5.2.5	計 画 収 量	5-17
表 5.2.6	計 画 作 付 面 積	5-18
表 5.2.7	計 画 作 物 生 産 量	5-19
表 5.2.8	現況・計画牧養力	5-11
表 5.6.1	農道延長及び道路密度	5-30
表 5.6.2	かんがい対象地区	5-31
表 5.6.3	取水施設一覧表	5-33
表 5.6.4	排水路延長	5-34
表 6.2.1	河川水質基準	6-2
表 6.2.2	コーヒー廃水排出基準	6-3
表 6.3.1	廃水処理方式の比較	6-4
表 6.3.2	嫌気処理方法一覧	6-7
表 6.4.1	パイロット地区比較表	6-13
表 6.5.1	コーヒー廃水の水質	6-15
表 6.5.2	処理後の目標水質	6-16
表 6.5.3	計画COD _{Cr} 、SS除去率の目標値	6-16
表 6.5.4	コーヒー廃水処理方式の比較	6-18
表 7.2.1	建設工事費	7-5
表 7.2.2	事業費	7-7
表 7.2.3	事業費支出計画	7-8
表 7.2.4	価格予備費を含む事業費支出計画	7-9
表 7.2.5	外貨償還計画	7-10
表 7.3.1	主要維持管理用機械	7-12
表 8.2.1	各地区毎の収益性	8-3
表 8.2.2	感度分析結果	8-4
表 8.2.3	内部収益率 (EIRR)	8-10
表 8.2.4	NPV 及び B/C	8-11
表 8.4.1	各地区モデル農家の農家経済	8-6

図のリスト

図 3.2.1	土壌図 (1, 2, 3)	3-14
図 3.2.2	土地分級図 (1, 2, 3)	3-17
図 3.3.1	現況土地利用図 (1, 2, 3)	3-24
図 3.4.1	現況作付体系	3-40
図 3.4.2	生産者価格の推移	3-48
図 3.4.3	農産物卸売価格の季節変動	3-49
図 3.6.1	コーヒー廃水処理調査地区位置図	3-60
図 3.6.2	コーヒー果実	3-63
図 3.6.3	代表的なコーヒー処理フロー	3-64
図 4.1.1	農業開発構想のフロー	4-3
図 5.1.1	土地利用計画図 (1, 2, 3)	5-4
図 5.2.1	侵食防止帯モデル図	5-10
図 5.2.2	計画作付体系図	5-20
図 5.3.1	野菜・果物出荷流通計画	5-24
図 5.4.1	農業試験・普及センター組織図	5-27
図 5.6.1	農道標準断面図	5-30
図 5.6.2	取水工標準図	5-35
図 6.3.1	コーヒー廃水処理システム基本フロー	6-6
図 6.4.1	クリスタレス川流域 コーヒー廃水処理パイロット地区	6-14
図 6.5.1	パイロット地区内のコーヒー処理プラント位置図	6-24
図 6.5.2	コーヒー廃水処理プラント計画図 (25haの例)	6-26
図 6.5.3	コーヒー廃水処理システム基本フロー (1, 2)	6-26
図 6.6.1	モデルプラント位置図	6-30
図 6.6.2	コーヒー廃水処理モデルプラント計画図 (1, 2)	6-31
図 7.1.1	プロジェクト実施組織	7-1
図 7.1.2	事業実施工程	7-3
図 7.3.1	維持管理組織図	7-11

略語および度量衡

Banco Cafetero	コーヒー生産者銀行
Banco Ganadero	家畜生産者銀行
BOD	生物化学的酸素要求量
Caja Agraria	農工鉱融資銀行
CENICAFE	コーヒー技術研究所
COD	化学的酸素要求量
CRQ	キンディオ開発公社
DNP	国家企画庁
DO	溶存酸素
Fondo DRI	農村総合開発基金
EDEQ	キンディオ電気公社
EIRR	経済内部収益率
EMPO Quindio	キンディオ水道公社
FAO	国連食糧農業機関
FEDECAFE	全国コーヒー連盟
FIRR	財務内部収益率
GDP	国内総生産
GNP	国民総生産
GRP	県内総生産
HIMAT	水文気象土地改良庁
ICA	コロンビア農業研究所
ICO	国際コーヒー連盟
IDEMA	農産物流通公社
IGAC	国土地理院
INCOMEX	貿易庁
INCORA	農地改革庁
INDERENA	天然資源開発保護庁
INS	中央医学研究所
JICA	国際協力事業団
OPSA	農業省農牧セクター企画室
SENA	国立職業訓練所
UASB	上向流嫌気性汚泥床法
UNDP	国連開発計画
URPA	地域農牧企画室
USDA	アメリカ合衆国農務省開拓局

通貨単位

Col\$	コロンビアペソ
US\$	アメリカドル
¥	日本円

長さ

mm	ミリメートル
cm	センチメートル
m	メートル
km	キロメートル

重量

g	グラム
kg	キログラム
Carga	125kg
t	トン

面積

m ²	平方メートル
km ²	平方キロメートル
ha	ヘクタール

体積

m ³	立方メートル
l	リットル

その他

l/s	毎秒当りリットル
m ³ /s	毎秒当り立方メートル
t/ha	ヘクタール当りトン
%	パーセント
°C	摂氏温度
a. s. l.	海拔標高(m)

要 約

要 約

1. 序

本報告書は、キンディオ川流域農業総合開発実施調査の内容の要約である。
報告書の構成は、つぎの3巻からなる。

第1巻：主報告書

第2巻：資料編

第3巻：図面集

2. プロジェクトの背景

- 2.1 キンディオ県はアンデス中央山系の西斜面に展開する豊かな土壌と気候に恵まれた地域であり、コロンビアでも有数のコーヒー産地として発展してきた。キンディオ県の農業部門が県総生産（GRP）に占める割合は23%（1985）であり、他の産業の発展にともなって落ちてきている（1970年、37%）。部門別就業人口は牧畜業を含め48%であり、キンディオ県にとり農業は極めて重要な産業である。
- 2.2 しかし、コーヒーモノカルチャーに依存した産業構造のため、産業基盤はきわめて脆弱でありキンディオ県の今後の安定的発展のためには農業生産品目の多様化、流通基盤の整備、コーヒー生産性向上が不可欠である。
- 2.3 また、標高1,800m以上のコーヒー適地以外の地帯に小農が集中しており、コーヒー生産者と非生産者、又大農と中・小農の所得格差がそのまま地域格差となって、社会インフラの整備等全ての面に現れており県内の大きな社会問題となっている。
- 2.4 一方、コーヒー豆の処理廃水による河川の水質汚濁が地域社会の生活環境に大きな影響を与えており、農村の生活環境の改善、自然環境保護の観点から、解決されるべき問題としてクローズアップされている。
- 2.5 このような背景のもとに、キンディオ開発公社（CRQ）はキンディオ県内の農牧業の振興・開発をはかることを目的としたマスタープランを日本政府の技術協力により策定することとし、これを受けて国際協力事業団は1986年4月から1988年6月にかけて当該調査を実施した。
- 2.6 この調査に提言された優先プロジェクトに基づき、CRQは優先度及び経済効果の高いプロジェクトについてその事業実施を早期に実現するため、1988年8月に

フィージビリティスタディにかかる新たな技術協力を日本政府に対して要請した。これを受けて1989年 9月に事前調査団が派遣され、S/Wを締結し、1990年3月から1991年 6月にかけて本実施調査が実施された。

- 2.7 本調査の目的は、キンディオ川流域の農業開発、およびコーヒー廃水処理パイロットプランからなる農業総合開発計画にかかるフィージビリティスタディーを実施することにある。

3. 調査対象地域の概況

- 3.1 調査対象地域は、農業総合開発計画対象地域およびコーヒー廃水処理計画対象地域よりなる。

- (1) 農業総合開発計画対象地域は下記 7ヶ所に分かれており、その合計面積は7,600 haである。

シルカシア地区	2,735 ha
サレント地区	645 ha
キンディオ川右岸地区	2,040 ha
キンディオ川左岸(1)地区	610 ha
“(2)地区	175 ha
ビハオ地区	800 ha
ヘノバ地区	595 ha
計	7,600 ha

- (2) コーヒー廃水処理計画対象地域は、キンディオ川の一支流であるクリスタレス川流域9,400haとする。

- 3.2 調査対象地域(7地区)の気象概況は下記のとおりである。

- 1)年平均降雨量：1600 - 2800 mm
- 2)平均気温：15 - 22 °C
- 3)年平均相対湿度：72 - 80%

3.3 調査対象地域の地形は下記のとおりである。

地区名	標高 (m)	傾斜区分 (%)					面積 (ha)
		<3	8	15	35	35<	
シルカシア	1,600~ 1,900	12	24	9	10	35	2,735
サレント	1,600~ 2,100	-	21	30	13	36	645
キンディオ川右岸	1,000~ 1,200	21	26	9	15	19	2,040
キンディオ川左岸(1)	1,000~ 1,200	64	31	3	-	2	610
キンディオ川左岸(2)	1,000~ 1,200	48	19	14	14	5	175
ピハオ	1,600~ 2,200	5	7	-	15	73	800
ヘノバ	1,400~ 2,200	-	-	4	10	86	595

3.4 調査対象地域の土壌は10群よりなり、その75%が火山灰土壌である。一般的な土壌の性質は、肥沃度は中程度で、一部を除き物理性は良好である。
対象地域の土壌で作物栽培に対して制限因子を持つ土壌群は以下のとおりである。

制限因子	土壌シンボル	面積比 (%)		
		右岸	左岸(1)	左岸(2)
排水不良	CE、QU	1	100	31
浅土層	AL	7	-	-

3.5 航空写真(1983 - 86) および今回の現地調査をもとに算定した現況土地利用面積は下表のとおりである。

(単位:ha)

地区	畑作地	コーヒー栽培地 単作	コーヒー栽培地 混作	果樹園	放牧地	林地	遊休地	その他	計
Circasia	5	243	424	0	1,660	370	25	8	2,735
(%)	-	9	15	0	61	14	1	-	
Salento	2	40	85	0	425	89	4	0	645
(%)	-	6	13	0	66	14	1	0	
Right M.	213	347	487	336	330	321	6	0	2,040
(%)	10	17	24	16	16	16	-	0	
Left M.-1	276	0	0	0	267	56	11	0	610
(%)	45	0	0	0	44	9	2	0	
Left M.-2	0	47	17	1	82	27	1	0	175
(%)	0	27	10	-	47	15	-	0	
Pijao	3	28	270	2	361	97	20	19	800
(%)	-	4	34	-	45	12	3	2	
Genova	1	38	242	0	210	63	41	0	595
(%)	-	6	41	0	35	11	7	0	
計	500	743	1,525	339	3,335	1,023	108	27	7,600
(%)	7	10	20	4	44	13	1	-	

3.6 調査対象地域の主な作物は、コーヒー、プラタノおよびキャッサバである。しかし、その他の作物は自然条件が異なるため調査地区により各々異なる。キンディオ左右岸地区の大農以外の営農は人力で行われている。降雨に恵まれているため、かんがいを行っている農家はほとんどない。

3.7 コーヒー栽培以外では以下の営農上の問題をかかえている。

- 肥料、農業等の技術普及サービスが十分でない。
- 急傾斜地ではエロージョンが激しい。
- 土地利用が効果的でない。
- 農産物運搬のための道路網が十分でない。
- コーヒー、プラタノ、キャッサバ、穀物以外に対する流通が十分でない。

3.8 調査対象地域内では草地を利用しての牛の飼育が盛んである。飼育は自然草地での放牧が主体であり、濃厚飼料は殆ど与えていない。飼育されている牛の種別は、乳用種ではホルスタイン種、乳肉兼用種ではパルドスイソおよびノルマンディ種である。肉牛ではセブ種が飼育されている。

地域別に飼育の特色を見ると、肉用種は主に Vieja川沿岸地域に、乳用種は山岳地区に多い。又、草地の殆どが傾斜地にあり、牛の通路、踏み跡から草地のガリ侵食を起こしている所がかなり見受けられる。これは連続放牧が行われている弊害であると思われる。

3.9 現況での地区別営農形態は次表のとおりである。

項目 地区	コーヒーク 適地面積 (%)	コーヒー栽培面積(%) Imp. V Tra. V 漫作**	草地面積 (%)	畜産***	その他の畜産形態
シルカシア	7	11 14 15	61	乳肉兼用種(90%)、 改良草地(78%)	トマト(コーヒークとの混作)、 小規模畑作、自家消費野菜・ 果実(木トマト等)
サレント	0	7 12 13	66	乳肉種(60%)、乳肉兼用 種(40%)、自然草地(93%)	自家消費野菜・果実
キンディオ川 右岸	92	37 3 24	16	肉用種(57%)、乳肉兼用 種(43%)、改良草地 (100%)	チャサバ(コーヒークとの混作) 大規模機械化畑作、柑橘類、 高収益性果樹、
キンディオ川 左岸(1)	-	0 0 0	44	乳肉兼用種(58%)、肉用 種(22%)、乳肉種(20%)、 自然草地(89%)	大規模機械化畑作(大豆、 ソルル分ム)
キンディオ川 左岸(2)	57	33 3 10	47	乳肉兼用種(58%)、肉用 種(22%)、乳肉種(20%)、 自然草地(89%)	柑橘類、
ビハオ	-	4 34 34	45	乳肉兼用種(97%)、 自然草地(59%)	小規模畑作・果樹、自家消費 野菜・果樹、
ヘノバ	20	7 40 41	35	肉用種(41%)、兼用種 (31%)、自然草地(69%)	小規模畑作・果樹、自家消費 野菜・果樹、

*:標高1,100-1,600 **:主にプラタノ ***:Source Caja Agraria(1989)

- 3.10 調査対象地域にはかんがい施設がほとんど見られない。比較的多い降雨（年平均1,600～2,800mm）に恵まれ、天水栽培が行われている。一方、キンディオ川左右岸地区の低平地には排水路が所々見られる。
- 3.11 調査対象地域内の農道のほとんどはコーヒー委員会または農家自身で建設されてきた。これらの農道はほとんど無舗装で幅員は2 - 3 mである。道路密度は極めて低い。
- 3.12 不法居住者を除くほとんどの農家には水道、電気が供給されている。
- 3.13 コーヒー廃水処理計画の対象に選定されたクリスタレス川は延長30kmで、アルメニア市の南西端（EL 1,400m）より Pisamal（EL 900m）へ流下している。クリスタレス川の流域に相当する調査地域は9,400 haあり、その内の75%がコーヒー栽培地域である。
- 3.14 水使用の点から見ると、コーヒー処理方法は大きく次の2タイプに分類される。
- 1) 水をコーヒー豆の運搬、選別および皮なし豆の洗浄に使用する方法
 - 2) 水を主に皮なし豆の洗浄のみに使用する方法
- 3.15 CRQの分析結果等の資料によれば、コーヒー処理廃水の水質は下記のとおりである。

pH : 3.5 ~ 4.7
 BOD₅ : 3,000 ~ 10,000 mg/l
 COD_{Cr} : 5,000 ~ 15,000 mg/l
 SS : 2,000 ~ 3,000 mg/l

- 3.16 クリスタレス川流域のコーヒー栽培面積は現在7,095haで農家数は670戸、平均栽培面積は10.6ha/戸である。

栽培面積	5 ha以下	5-30 ha	30 ha以上	Total
農家数	285	330	55	670
(%)	42.5	49.3	8.2	100

3.17 コーヒー処理廃水の平均水量は15～30 l/kg（乾燥豆）である。

4. 開発構想

4.1 農業総合開発計画策定に当たっての基本構想は以下のとおりである。

(1) 作物多様化による土地利用の合理化

生産性の低い草地、コーヒー在来品種栽培地（コーヒー栽培不適地）において各地の自然条件に適した収益性の高い作物を導入し、土地利用の合理化を計る。

作物の多様化を促進するためには以下を改善する必要がある。

- ① コーヒー以外の作物に対する普及、試験研究、農業金融等の支援組織の整備
- ② 生産者組合の設立
- ③ 排水不良等の栽培環境の改善
- ④ 販出路の整備
- ⑤ 集出荷施設の整備

(2) 農家所得格差の是正

上記土地利用の合理化により、地域間の農家所得の格差ならびに大規模農家と小・中規模農家の所得格差是正を図る。

(3) 環境保全

永続的な農業生産活動を支えるためには環境保全を考慮した土壌保全、水資源の涵養能力の維持、向上が必須である。土壌保全、水資源の涵養能力の向上、現況の森林面積を維持するため農家への薪の供給を考慮した作物選定、作付体系の普及を検討する。

(4) 施設計画

本農業総合開発計画の策定に当たっては、単なる農業開発計画に留まらず、農村総合開発的対応を考慮する。すなわち、施設計画に当たっては、単にかんがい用水の供給、は場内の農道整備に留まらず、飲雑用水の確保、対象地区へのアクセス道路等も検討する。

4.2 コーヒー廃水処理計画策定に当たっての基本構想は以下のとおりである。

(1) 水質改善基準

河川へ放流されるコーヒー処理廃水の水質基準は、コロンビア国における基準、下流における水利用（かんがい用水、上水道用水、魚類養殖用水等）、河川水量を考慮して決定する。

(2) 廃水処理方式

各種処理方式を比較検討した上、実験室レベルにおいて、その採用の可否を検討する。方式選定に当たっては、技術的、経済的妥当性の他、維持管理の容易さ、他地域への適用の可能性についても考慮する。

(3) パイロット地区

パイロット地区は、調査対象地区のモデル的地域であると共に、改善効果が明確に示せるよう、水系単位で選定する。又、展示効果についても考慮する。

(4) モデルプラント

提案する処理方式の実証のためのモデルプラントをパイロット地区の中に建設する。規模は、中、小各1ヶ所を予定し、位置はなるべく同一水系内で隣接し、なおかつ、廃水処理に協力的であり、ある程度技術レベルにある農場を選定する。

(5) その他

脱果肉、汚泥の処理等についても提言を行う。

5. 農業開発計画

5.1 土地利用計画の基本方針は以下のとおりとする。

(1) 適切な土地利用の促進

現況の不適切な土地利用は表層土の流失等の被害を招いている。このような状況を考慮し、土地利用計画は主に土地分級別に各々の土地の適切な利用および土地保全に対する対策を示す。

(2) 現況林地の保存

調査対象地域はその殆どが傾斜地で、特に山岳地域は水源地として重要であるにも関わらず、現況の林地は竹林を含め僅か13%を占めるにすぎない。生態系の維持および水源保護のため現況の林地は保存する。

(3) コーヒー改良品種栽培地の維持

コーヒーの販路は確立され、改良品種は土地生産性が高く、生産農家の収入は安定しているのでコーヒー改良品種栽培地は現況を維持する。

(4) 生産性の低い草地及びコーヒー在来品種栽培地の他作物への転換

現況では放牧地およびコーヒー在来品種栽培地の生産性は低い。このような地域に適切な作物および作付体系を導入し土地を保護しながら生産性を高める。但し、放牧地の転換は現在の畜産生産を維持できる範囲とする。

(5) 現況畑地の維持

キンディオ右岸地区の畑地は、収益性の高い作物栽培地への転換も可能であるが、各農家で既に機械化が進んでいるので現況の土地利用を維持する。

5.2 前記基本方針に基づく計画土地利用面積は次表のとおりである。

(単位: ha)

地区 土地利用	シルカシア		サレント		キンダイオ川右岸		キンダイオ川左岸(1)		キンダイオ川左岸(2)		ビハオ		ヘノバ	
	現況	計画	現況	計画	現況	計画	現況	計画	現況	計画	現況	計画	現況	計画
畑作	5	195	2	13	213	213	276	310	0	0	3	10	1	0
コ-ヒ-	667	246	125	46	834	763	0	0	64	58	298	36	280	43
果樹-1*	0	506	0	0	336	371	0	0	1	1	2	0	0	0
果樹-2**	-	596	-	212	-	42	-	0	-	7	-	414	0	364
草地	1,680	714	425	285	330	330	267	244	82	82	361	224	210	125
林地	370	370	89	89	321	321	56	56	27	27	97	97	63	63
遊休地	25	0	4	0	6	0	11	0	1	0	20	0	41	0
その他	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	19	19	0	0
計	2,735	2,735	645	645	2,040	2,040	610	610	175	175	800	800	595	595

*: 緩傾斜地の果樹栽培地 **: 急傾斜地の果樹栽培地で侵食防止対策が必要な地域

5.3 作物生産に関わる基本方針は以下のとおりとする。

(1) 現況畜産生産の維持

県内の畜産品の需要が高いため現況の畜産生産を維持することとする。この場合、草地の転換により草地面積は減少するが、飼育技術、改良牧草種の導入により対応する。

(2) 作物の多様化により県内自給率の向上

キンディオ県農業局による“コーヒー栽培適地以外での作物多様化計画”による奨励作物の栽培を促進する。現在キンディオ県で消費されている野菜・果実の多くは他県に依存している。多様化の推進により野菜・果実の県内自給率を高める。

(3) 農産加工原料の生産

現在アルメニア市に柑橘類の果汁工場が建設中で、1991年6月に操業開始を予定している。コーヒー連盟はこの果汁工場への原料増産計画を推進している。調査対象地域ではキンディオ川右岸および左岸(2)地区が増産計画地域の範囲にある。従って、本地域では果汁原料の生産を促進する。

(4) 環境保全

各自然条件に適した作物および作付体系の導入により、エロージョン防止、水資源涵養能力の向上をはかる。さらに、飼料木、防風林等の導入により、農家に薪を供給し、現況の林地を保全する。

5.4 調査対象の7地区はその自然条件を基に4グループに分けることが出来る。作物生産の基本方針を考慮したグループ別の生産拡大品目はつぎのとおりである。

グループ	地 区	自然条件の特徴	主な生産拡大品目
1	シルカシア	多雨、低温	野菜、果樹
2	右岸、左岸(2)	コーヒー栽培適地	果汁原料生産
3	左岸(1)	平坦地、排水不良	畑作(飼料作物)
4	サソト、ビノオ、A/B	急傾斜地	果樹

5.5 環境保全を考慮した営農計画は以下のとおりである。

- (1) 緩傾斜地の畑地：等高線栽培を実施し、混作および間作の促進により土壌表面の露出する期間をなるべく少なくなるような作付様式を促進する。
- (2) コーヒー畑：現況では、急傾斜地においても鋤で除草を行っており、エロージョンの原因となっている。Machete（蛮刀）による除草はエロージョンが非常に少ないので、蛮刀除草を促進する。
- (3) 草地：飼料木、刈取用牧草による侵食防止帯の設置を促進する。また、牧草の更新は全面を一度に更新せず、等高線に沿って帯状に逐次更新していくことが必要である。
- (4) 急傾斜地の畑地：傾斜地における畑地は水食および風食による表土流亡を防止する目的で、草地と同様侵食防止帯の設置を促進する。侵食防止帯は等高線沿いに設置する。

5.6 作付計画に基づく地区別の作物生産量は次表のとおりである。

(単位: ton)

地区	作物	トマト	玉葱	グリーンピー	いんげん	大豆	ソルガム	トウモロコシ	キャッサバ	コーヒー	プラタノ 選作 単作	柑橘	ビター ジャ	パシオン フルーツ	ブラック ベリー	ルロ	木トマト
シルカシア		10,922	1,185	98	14	0	0	0	0	394	63	0	0	0	4,426	2,650	6,675
サレント		344	120	0	6	0	0	0	0	69	68	0	0	0	701	420	1,050
キンディオ川右岸		731	0	0	134	400	130	120	1,340	1,318	2,275	1,800	480	300	0	0	0
キンディオ川左岸 (1)		0	0	0	0	828	743	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
キンディオ川左岸 (2)		86	0	0	10	0	0	0	40	97	63	144	0	12	0	0	0
ビハオ		258	90	0	5	0	0	0	0	46	92	0	0	0	1,386	330	2,075
ヘノバ		0	0	0	5	0	0	0	0	49	72	0	0	0	1,219	730	1,825
計		12,341	1,395	98	174	1,228	923	120	1,380	1,973	2,533	1,800	480	312	7,732	4,650	11,575

5.7 本計画により導入される作物の栽培技術の研究、出荷・加工方法の研究等の実施が本計画の成功には欠かせない。研究普及組織の設立が強く望まれる。

5.8 本計画で実施すべき施設は以下のとおりである。

(1) 農道整備

	新 設			既 設				合 計	道 路 密 度
	幹線農道 (km)	支線農道 (km)	小計 (km)	幹線農道 (km)	支線農道 (km)	地方道 (km)	小計 (km)		
ツルカツ地区	4.2	36.9	41.1	7.1 [7.1]	23.9 [23.9]	17.0	48.0	89.1 (17.6)	32.6 (17.6)
サレソト地区	1.8	15.9	17.7	6.3 [6.3]	1.5 [1.5]	7.8	15.6	33.3 (24.2)	51.6 (24.2)
キツノ川右岸	2.6	18.1	20.7	22.9 [3.9]	26.2 [10.5]	-	49.1	69.8 (24.1)	34.2 (24.1)
キツノ川左岸 (1)	-	9.9	9.9	5.7 [2.0]	1.8 [-]	-	7.5	17.4 (12.3)	28.5 (12.3)
キツノ川左岸 (2)	-	1.5	1.5	- [-]	2.3 [1.5]	-	2.3	3.8 (13.1)	21.7 (13.1)
トノイ地区	3.9	19.9	23.8	2.7 [2.2]	2.5 [2.5]	7.9	13.1	36.9 (16.4)	46.1 (16.4)
アノハ地区	1.8	17.3	19.1	4.7 [2.3]	5.8 [5.8]	6.3	16.8	35.9 (28.2)	60.3 (28.2)
合 計	14.3	119.5	133.8	49.4 [23.8]	64.0 [45.7]	39.0	152.4	286.2 (20.1)	37.7 (20.1)

(注) () 内の数値は現況を示す
[] 内の数値は改修を示す

幹線農道：有効巾員 4.0 m
支線農道： " 3.0 m

(2) かんがい施設整備

かんがい地区	面積 (ha)	揚水量 (l/min)	揚程 (m)	ポンプ口径 (mm)	77-44'70' 容量 (m ³)
ツルカツ地区					
C-A地区	10.0	42.93	35.0	150	420
C-B地区	19.0	228.45	20.0	200	715
C-C地区	9.0	46.13	40.0	150	370
小 計	38.0	317.51			
キツノ川右岸地区					
Q-A地区	10.0	66.19	27.5	150	405
Q-B地区	9.0	78.24	15.0	150	355
Q-C地区	14.0	219.40	33.0	300	500
Q-D地区	7.0	55.76	27.5	150	280
Q-E地区	18.0	235.66	19.0	200	670
Q-F地区	6.0	58.93	36.5	150	235
Q-G地区	10.0	180.00	58.0	300	345
小 計	74.0	894.18			
合 計	112.0	1,211.69			

なお、揚水は、維持管理が安い無動力ポンプを使用し、かんがいは可搬式散水かんがい方式とし動力はディーゼルエンジンとする。

(3) 排水路整備

地 区	総延長(km)
キンディオ左岸(1)地区	10.8
” (2)地区	0.8

(4) 農産加工施設 : 5ヶ所 (シルカシア2、サレント、ピハオ、ヘノバ地区)

(5) 試験研究施設 : 1カ所 (シルカシア)

6. コーヒー廃水処理計画

6.1 コーヒー廃水処理計画は、クリスタレス川流域内のチスペロ川流域をパイロット地区として、以下の基本方針により策定した。

- ① 改善目標値は実現可能な値に設定する
- ② 処理方式は経済的であることその他、メンテナンスが容易であること、高等技術を必要としないことに留意する。
- ③ 提案する処理方式は、対象地域のみならずキンディオ県、コロンビア国全コーヒー生産地においても採用することが可能である方式となるよう留意する。

6.2 コーヒー廃水排出基準は以下のとおりとする。

項 目	コーヒー廃水排出基準	
	日平均基準	許容最大値
外観、臭、味	特に異常を感じないこと	特に異常を感じないこと
液 温	40 °C以下	40 °C以下
p H	5.8 ~ 8.6	5.8 ~ 8.6
生物化学的酸素要求量 (BOD ₅)	40 mg/l以下	60 mg/l以下
化学的酸素要求量 (COD _{cr})	300 mg/l以下	450 mg/l以下
溶存酸素	5 mg/l以上	3 mg/l以上
懸濁物質	30 mg/l以下	45 mg/l以下
硝酸性窒素	10 mg/l以下	45 mg/l以下
大腸菌群数	5,000 MPN/100ml以下	10,000 MPN/100ml以下
その他		
有機リン	0.05 mg/l以下	0.05 mg/l以下
銅	0.20 mg/l以下	0.20 mg/l以下

注：最大許容値は連続24時間を越えないこと。

6.3 処理方式としては嫌気性生物処理（一次）、好気性処理（二次）、安定池における水生植物処理（三次）の組合せ方式を採用する。なお、コーヒー廃水はpH 4前後の酸性であるため嫌気性処理の前に石灰による中和処理を行う。処理施設は原則として各農家毎に設置する。

6.4 チスベロパイロット地区の概況

項 目	内 容
標 高	1,200 ~ 1,280 m
地 形	ほぼなだらかな溪谷
溪流の状況	上流は川幅極めて細い
流域内での比較	
土地面積	1,020ha (対クリスリス比11.3%)
コーヒー栽培地	918ha (" 12.1%)
割合	80.5%がコーヒー栽培地
農家構成	
	100ha以上 1戸
	50~100ha 3戸
	30~50ha 5戸
	20~30ha 8戸
	10~20ha 8戸
	5~10ha 8戸
	1~5ha 15戸
	1ha以下 4戸
	52戸
インフラの状況	国道によって地区まで到達できる。地区内は6~8kmの未舗装道路であるがトラックが通行できる。農家は大半が道路沿いにある。上水道、電力とも供給に問題はない

6.5 パイロット地区内の2農家（セバストボール、ロシオ）をモデルプラント設置農家として選定し、実スケールのプラントを設置することによりコーヒー廃水の実処理による基礎データの収集を行った。

7. 事業実施計画

7.1 本プロジェクトの実施機関はキンディオ県開発公社（CRQ）とする。
 施設の詳細設計と工事施工管理はCRQの管理のもとに、コンサルタントを雇用して実施する。建設工事は請負方式とし、入札により建設業者を決定することとし、CRQ内部にプロジェクト事務所を設立して管理を行う。

7.2 事業の実施工程は、事業便益の早期発生が見込まれるプロジェクト、社会的に早期着工が望ましいプロジェクトを優先する計画とし、全体工程は5年とした。

項 目	1年次	2年次	3年次	4年次	5年次	補 要
I. 詳細設計						
1. 測量調査	■					
2. 詳細設計及び入札書類作成	■					
4. 入札審査		■				
II. 建設工事						
1. 用地取得	■					
2. 工事管理事務	■	■	■	■	■	
3. 農道整備（含排水路工）		■	■	■	■	
4. 灌漑施設				■	■	
5. 農産加工施設				■	■	
6. 試験研究施設		■	■			
7. 水質処理施設		■	■	■	■	
8. 維持管理用機械調達					■	
9. 施工管理		■	■	■	■	

7.3 事業費は物的予備費を含み総額6,722百万 Col.\$である。この内外貨分は4,967百万 Col.\$(74%)である。ただし、これには価格予備費は含まれていない。事業費の内訳は別表のとおりである。

(単位 : Col.\$1,000)

項 目	事 業 費			備 考
	外 貨	内 貨	合 計	
1. 農業開発関連事業費				
1) 建設工事費				
農道整備(含排水路)	1,074,010	637,710	1,711,720	
灌漑施設	738,360	452,160	1,190,520	
農産加工施設	31,440	15,630	47,070	
試験研究施設	46,500	15,500	62,000	
2) 用地取得費	0	5,000	5,000	
小 計	1,890,310 (3,581)	1,126,000 (2,134)	3,016,310 (5,715)	
2. コーヒー廃水処理関連事業費				
1) 処理施設建設費	408,880	252,130	661,010	
2) 用地取得費	0	0	0	
小 計	408,880 (775)	252,130 (478)	661,010 (1,253)	
3. 共通事業費				
1) 維持管理機械調達費	377,180	0	377,180	
2) 一般管理費	0	47,600	47,600	
3) コンサルティング・サービス費	1,835,420	114,390	1,949,810	
小 計	2,212,600 (4,193)	161,990 (307)	2,374,590 (4,500)	
4. 物的予備費	455,490 (863)	214,310 (406)	669,800 (1,269)	
総 計	4,967,280 (9,412)	1,754,430 (3,325)	6,721,710 (12,737)	

注 : ① () 内はUS\$1,000

② 1990年9月の単価による。対ドル換算レート US\$ 1.0 = Col\$527.73

③ 物的予備費は工事費及び用地取得費に対しては15%、その他に対しては5%

7.4 維持管理に必要な費用は、年間約88百万 Col.\$である。機械及び車両は各々の耐用年数到達時には更新するものとする。年間の維持管理費は受益農家の負担とする。

8. 事業評価

8.1 評価の方針は下記のとおりである。

- ① 本農業総合開発計画は農業開発計画とコーヒー廃水処理計画からなっている。このうち前者の事業実施の妥当性は、事業の便益と費用を分析し経済評価を行うことにより判断する。一方、後者に関してはその事業実施により発生する便益（河川の水質浄化）は計量化が困難であるため、費用・便益分析は行わず、効果ならびに社会性を判断の基準とする。
- ② 評価の期間は工事開始から50年とする。
- ③ 農産物の価格は1990年後半のキンディオ県における農家庭先価格を基礎として計算する。
- ④ 施設の工事費は1990年9月の市場価格に基づいて積算した。

8.2 内部収益率は地区全域と各地区毎との2通りについて求めた。その結果は下記のとおりである。

① 地区全体のIRR

IRR	14.5 %
-----	--------

IRRはコロンビア国内の資本の機会費用の値である12%を越えており、当該事業の実施は経済的に妥当であると言える。

② 各地区毎のIRR

グループ	地 区 名	IRR(%)
1	シルカシア	28.4
2	キンディオ川右岸	10.7
	キンディオ川左岸(2)	20.4
3	キンディオ川左岸(1)	10.5
4	サ レ ン ト	23.3
	ビ ハ オ	21.2
	ヘ ノ バ	17.9

この結果から、農業開発が余り進んでいないグループ1及び4に属する地区は本事業実施による経済効果が非常に大きいことが判る。一方、現在でも比較的農業開発が進んでいるグループ2、3に属する地区ではキンディオ川左岸(2)地区を除き事業実施による経済効果の伸びは平均を下回ることになる。

8.3 感度分析を行った結果は下記のとおりである。

計算ケース	IRR(%)
1) オリジナル	14.5
2) 施設工事費 15% 増加	13.0
3) 施設工事費 15% 削減	16.4
4) 農産物価格/収量 15% 上昇	17.4
5) 農産物価格/収量 15% 下落	11.8
6) 便益発生 2年遅延	11.9
7) 便益発生 3年遅延	10.9

感度分析を行った結果、事業の収益性は費用よりも便益の増減に対して敏感に反応することが判る。また、便益の発生が遅れは著しく事業の収益性を損なう。従って、本事業で目標とする農産物の収量を達成するために、農民自身の努力とともに農業試験・普及センターが十分成果を上げることが肝要であると言える。

8.4 本事業実施による農家経済の変動を各グループ毎に大農(30ha)、中農(15ha)、小農(5ha)のモデル農家を設定して行った。試算の結果は下表のとおりである。

(単位: Col\$ 1,000)

グループ	地区名	農家規模	区分	総生産額	総生産費	収益	伸び率
1	ソカガ	大農 (30ha)	現況	6,027	3,910	2,117	6.1倍
			計画	25,256	12,358	12,898	
		中農 (15ha)	現況	3,174	2,083	1,091	7.1
			計画	14,897	7,112	7,785	
		小農 (5ha)	現況	1,284	752	532	6.8
			計画	6,225	2,629	3,596	
2	キデ川 右岸	大農 (30ha)	現況	18,077	8,662	9,415	1.1
			計画	18,635	8,710	9,925	
	キデ川 左岸(2)	中農 (15ha)	現況	9,026	4,325	4,701	1.1
			計画	9,458	4,350	5,108	
		小農 (5ha)	現況	2,028	1,200	828	1.3
			計画	1,994	892	1,102	
3	キデ川 左岸(1)	大農 (30ha)	現況	10,389	5,874	4,515	1.9
			計画	17,137	8,681	8,456	
4	ソト ビナ ハナ	大農 (30ha)	現況	12,305	8,453	3,892	2.5
			計画	21,016	11,552	9,464	
		中農 (15ha)	現況	3,065	2,191	874	6.3
			計画	10,616	5,126	5,490	
		小農 (5ha)	現況	1,025	732	293	6.3
			計画	3,514	1,709	1,832	

上表から明らかなように、本事業実施によって全ての地区の農家で所得の改善が期待される。地域的に見ると、現況ではコーヒー生産又は大規模機械化営農を主体に農業開発が進んでいるグループ2、3地域と開発の遅れている他の地域とでは大きな所得の格差があるが、事業実施後には、この地域的格差が殆ど無くなるか、むしろよくなるものと期待される。

また、農家規模別に見ると、農地の効率的利用が進むため中、小農家の所得の改善の伸びは大農のそれを大きく上回るものと予想できる。

8.5 コーヒー廃水処理事業は下記の調査結果を考慮し、是非早期に実施すべきと判断される。

- ① 本コーヒー廃水処理プラントの設置により、各農家からのコーヒー廃水の水質は95%以上処理改善され、河川水は農業用水、魚養殖用水として使用できるだけでなく、簡易処理を行うことにより上水としても使用できる。
- ② 廃水処理プラントの設置費はパイロット地区（農家52戸、総コーヒー栽培面積918ha）を対象とした場合661百万Col\$である。従って、コーヒーを5ha栽培する農家では3,600千Col\$のプラント設置費がかかることになる。
- ③ 農家のコーヒー廃水処理施設設置による経費の負担は施設の耐用年数を25年と見た場合、運転維持管理費(1%)を含んで5ha農家で約150千Col\$である。
- ④ これはコーヒーの生産額のおよそ2~3%に相当し、ここの農家でも十分負担可能と思われる。コーヒー委員会による補助金があれば負担は更に軽減される。
- ⑤ 廃水浄化は時代の要請であり、生活排水、工場廃水の浄化と併せ早急に取り組まないと取り返しがつかなくなることが過去の事例が示している。
- ⑥ コーヒー廃水処理を他の廃水浄化に先駆けて行うことは、水質改善運動の尖兵として十分その意義が認められる。
- ⑦ 今回パイロット地区として選定したチスベロ川流域52戸の農家にコーヒー廃水処理プラントを設置することは、その効果を広く示せる点で最適である。
- ⑧ 当初から全農家について実施できない場合でも、栽培面積の大きい農家から実施することで十分効果が発生すると考えられる。即ち、10ha以上の農家25戸に建設すれば汚濁は約85%減となる。
- ⑨ このことはクリスタレス川流域全体についても言えることであり、大規模農家について実施すれば汚濁は約60%減、更に中規模農家を入れると約90%減となる。クリスタレス川流域全体を対象としたコーヒー廃水処理プラントの設置が望まれる。

8.6 本事業の実施によって、農業生産の向上、運搬経費の低減、建設工事及び農業生産のための雇用機会の増大、地域社会への波及効果など次のような二次効果及び間接効果の発現が期待される。

- 雇用機会の増大
- 農産物及び投入農業資機材の増加による加工・流通業務の増大
- 農家経済の安定、生活水準の向上及び農業資機材の流通量の増大による地域経済の活性化
- 本地域の開発手法がコロンビア国の類似地域の農業開発にたいしてインパクトを与え、ひいてはコロンビア国農業の進展に寄与する
- 開発したコーヒー廃水処理方法は、コロンビア国のコーヒー廃水処理のモデルとなり、コーヒー生産地域の環境改善に大きく寄与できる

8.7 本事業実施に当たっては下記事項を考慮しているため環境に与える影響は少ない。

- 傾斜地における営農は、土壌侵食を起こさない耕作法を導入している
- 現況の森林は開発対象から除外しているため、森林破壊による自然環境の悪化は防止できる
- 土木工事は農道整備が主体であり、しかも改修が多いため水質、大気、土壌等に重大な汚染等の悪影響を与えない
- 本農業開発計画により、草地、耕地共に土壌侵食が防止され、さらに、地域全体の保水力、水源涵養力も改善される
- コーヒー廃水処理計画を計画しており、河川水質の浄化が行われる

8.8 本事業実施による環境改善効果は下記のとおりである。

- 新しい耕作法による耕地、牧草地の土壌侵食の低減ならびに土壌水分保持力の増加
- 侵食防止帯の導入による森林伐採の減少と風食の減少
- これらの効果による地下水涵養力の増加及び洪水の減少
- コーヒー廃水処理による河川水質の改善

9. 結 論

本事業の実施により、農業生産の増加、雇用機会の創出、所得の向上などから、対象地域における先進地と後進地との格差が少なくなると共に、中小農家の所得も向上し、対象地域並びに周辺地域の住民の生活水準の向上が期待される。更に、傾斜地を主体とした本農業開発はコロンビア国の類似地区に対してモデル的な意味を持ち、同国の農業の発展に対して寄与するところは大きい。

コーヒー廃水処理事業は対象地域の河川の水質を改善する。と同時に、本地域で採用した処理方法は、コロンビア国のコーヒー廃水処理の新しいモデルとなり、廃水処理に悩むコロンビア国の他のコーヒー生産地に対しても大きく寄与する。

以上により、本事業の実施は算定可能な便益から算定した経済評価からは妥当であると判断される。また、計量不可能な便益から評価した社会経済効果、環境改善効果も十分に期待できるものと判断される。

第 1 章 序 論

第 1 章 序 論

1.1 調査の背景

キンディオ県はアンデス中央山系の西斜面に展開する豊かな土壌と気候に恵まれた地域であり、コロンビアでも有数のコーヒー産地として発展してきた。キンディオ県の農業部門が県総生産（GRP）に占める割合は 27%（1985）であり、他の産業の発展にともなって落ちてきてはいるものの（1986年、43%）部門別構成比は依然として第 1 位である。部門別就業人口は牧畜業を含め 48% であり、キンディオ県にとり農業は極めて重要な産業である。

しかし、コーヒーモノカルチャーに依存した産業構造のため、産業基盤はきわめて脆弱でありキンディオ県の今後の安定的発展のためには農業生産品目の多様化、流通基盤の整備、コーヒー生産性向上が不可欠である。また、標高 1,800m 以上のコーヒー適地以外の地帯に小農が集中しており、コーヒー生産者と非生産者、又大農と中・小農の所得格差がそのまま地域格差となって、社会インフラの整備等全ての面に現れており県内の大きな社会問題となっている。一方、コーヒー豆の処理廃水による河川の水質汚濁が地域社会の生活環境に大きな影響を与えており、農村の生活環境の改善、自然環境保護の観点から、解決されるべき問題としてクローズアップされている。

このような背景のもとに、キンディオ開発公社（CRQ）はキンディオ県内の農牧業の振興・開発をはかることを目的としたマスタープランを日本政府の技術協力により策定することとし、これを受けて国際協力事業団は 1986 年 4 月から 1988 年 6 月にかけて当該調査を実施した。

この調査に提言された優先プロジェクトに基づき、CRQ は優先度及び経済効果の高いプロジェクトについてその事業実施を早期に実現するため、1988 年 8 月にフィジビリティスタディにかかる新たな技術協力を日本政府に対して要請した。これを受けて 1989 年 9 月に事前調査団が派遣され、S/W を締結し、1990 年 3 月から 1991 年 6 月にかけて本実施調査が実施された。

なお、本実施調査中の 1990 年 8 月に CRQ からコーヒー廃水処理のモデルプラント建設の要請が出された。日本政府はこれについて検討し、1990 年 9 月に建設を確定すると共に M/M が署名され、本実施調査の中で建設することとなった。

1.2 調査の目的

コロンビア国の要請に基づき、キンディオ県において、キンディオ川流域を中心とした農業開発計画並びに水質保全パイロット計画（コーヒー廃水処理）からなる農業総合開発計画にかかるフィージビリティスタディを実施することを目的とする。

1.3 調査の範囲

本調査は下記に示す区分にしたがって実施した。

(1) 国内事前準備作業

- 調査の基本方針、方法の策定

(2) フェーズⅠ調査

1) 現地調査（1990年3月27日～5月28日）

- 既存資料、情報の収集と解析
- 現地調査
- 現況把握及び開発上の問題点の把握
- 対象地域の地形図作成（現地再委託）

2) 国内作業

- 収集資料・情報の整理と分析
- 現地調査結果の分析
- 開発基本構想、開発基本計画の策定

(3) フェーズⅡ調査

1) 現地調査（1990年8月6日～11月3日）

- 開発基本計画に基づく資料・情報の追加収集と分析
- 開発基本計画に基づく現地補足調査及び詳細調査
- モデルプラント2カ所の実施設計

2) コーヒー廃水処理モデルプラント2カ所の建設（現地再委託）

3) 国内作業

- 開発計画、事業実施計画、運営計画の策定
- 事業費、便益の算定
- 農業総合開発計画に対する勧告及び提言

(4) モデルプラント操業指導（1991年3月19日～5月2日）

(5) 現地説明及び国内修正作業

- ドラフトファイナルレポートの現地説明
- ファイナルレポートの作成

1.4 調査対象地域

調査対象地域はキンディオ県内の下記地域である。

農業開発対象地域

シルカシア地区	2,735 ha
サレント地区	645 ha
キンディオ川右岸地区	2,040 ha
キンディオ川左岸(1)地区	610 ha
(2)地区	175 ha
ピハオ地区	800 ha
ヘノバ地区	595 ha
小計	7,600 ha
クリスタレス川流域コーヒー廃水処理地域	9,400 ha
小計	9,400 ha
計	17,000 ha

1.5 提出報告書

本調査に関して提出した報告書は下記のとおりである。

- インセプションレポート 和文10部、英文25部、西文25部
- プログレスレポート（Ⅰ） 英文25部、西文25部（要約）
- インテリムレポート 和文10部、英文25部、西文25部
- プログレスレポート（Ⅱ） 英文25部、西文25部（要約）
- ドラフトファイナルレポート 和文10部、英文45部、西文45部
- ファイナルレポート
 - 主報告書 和文15部、英文48部、西文48部
 - 付属資料 英文48部

第 2 章 社会經濟的背景

第2章 社会経済的背景

2.1 コロンビア共和国の概況

2.1.1 一般概況

コロンビア共和国は南米大陸の北西部、南緯 4° 14' ~ 北緯 12° 27'、西経 66° 51' ~ 79° 02' に位置し、その国土面積は約 114 万 km² である。国内は 23 の県、4 の直轄区、5 の特別区により構成されている。

国土は地形及び気象条件より、カリブ、太平洋岸、アンデス、アマゾン、東部平原及び San Andres y Providencia の 6 つの地方に分割することができる。

コロンビアは緯度的には熱帯に属し、四季の変化は明瞭ではない。標高 1,000 m までの地域は平均気温 24 ~ 26°C で熱帯地域に、1,000 ~ 2,000 m の地域は平均気温 17 ~ 24°C で温帯地域に、2,000 ~ 3,000 m の地域は平均気温 8 ~ 17°C で寒帯地域に夫々該当する。更に、年中根雪の存在する 3,000 ~ 4,000 m 以上の高山地域も分布する。

2.1.2 社会経済

1989 年の DANE の統計によれば、総人口は 30,062 千人であり、1973 年からの年平均人口増加率は、2.05% となっている。1985 年における人口の年齢別構成は、14 歳以下が 36.1%、15 ~ 60 歳が 57.9%、60 歳以上が 6.0% となっており、経済活動人口（コロンビアでは 12 歳以上）は、19,336 千人と推定されている。1989 年 9 月における 4 大都市（ボゴタ、メデジン、カリ、バランキージャ、）の失業率は 10.7% と報告されている。

1970 年代における国内総生産 (GDP) の伸び率は年 5.7% であったが 1979 ~ 1983 年は世界的景気停滞の影響で、2.2% (1970 年の名目価格) にとどまった。しかしながら 1984 ~ 1989 年にはコロンビア経済は回復の兆しを示し、4.2% の成長率を示している。

DANE の推定によれば 1989 年の GDP の産業別シェアは、農林水産業 21.7%、製造業 20.9%、商業 16.6%、個人・公共サービス 13.5% となっている。又、1979 ~ 1989 年において大きな伸びを示した部門は、鉱業 18.8%、通信 6.0%、建設業 4.7%、電気・ガス・水道 4.6% である。GDP の重要部門である農林水産業および製造業はそれぞれ 2.7% と 2.5% の成長率にとどまり GDP の平均成長率の 3.3% を下回った。

コロンビアの貿易は、輸出は農産物に、輸入は原材料・資本金により代表される。コロンビアの貿易収支は、1981 年から 1984 年にかけてコーヒーの国際価格

の低迷により赤字を記録したが、輸入削減政策により1985年には黒字に転じている。更に、1986年には「コーヒーボナンザ（ブラジルのコーヒー不作による国際価格の高騰）」の恩恵を受け、過去最大（1,922百万US\$）の黒字を計上した。貿易収支の黒字は1984年から1989年まで続いている。1989年にはコーヒーの国際価格の暴落ならびにベネズエラの経済調整政策の実施という悪影響にもかかわらず、原油等の非伝統的生産物の輸出拡大および輸入縮小により貿易黒字は増加した。しかし、貿易収支に貿易外収支、移転収支を加えた経常収支は1989年には貿易外収支の大幅な損失により赤字に転じた。この年の国際収支は57百万ドルと前年より30百万ドル減少した。

1990年5月における外貨準備高は3,857百万ドルとなり、歴史上最高額を記録した1981年より1,700百万ドル減少した。対外債務はGDPの伸び率より早いペースで増え続けており、1987年においてはGDPに対する割合は67%と推定される。1967年よりコロンビア政府はクローリング、ベッグ・システムを採用し、対米ドルに対する為替レートを中央銀行の自由裁量により決定してきた。1990年9月のドルに対する平均為替レートは530.17COL\$となっている。1990年におけるCOL\$の切下げ率は年間30%以上と予想され、これは46.9%であった1985年を除けば1967年以来の最も高い率になる。

1970年代半ばよりコロンビア政府は経済政策の目玉として消費者物価の安定を目指してきた。この結果インフレ率は低くはないものの、他のラテンアメリカ諸国と比べると比較的控え目な水準を保ってきた。しかし、1989年には26.5%のインフレ率を記録し過去10年の最高水準に達し、1990年にはインフレ傾向はさらに助長され30%を越えると予想されている。このような状況の中で、1990年8月に発足したガブリア政権はその政策の重要目標としてインフレの抑制を掲げ、この達成のため、農作物の政府支持価格の凍結、輸入制限の緩和等の実施を決定した。

2.1.3 農業

(1) 国内総生産と農業部門

DANEの推定によれば、コロンビア国における1989年の農林水産業部門の総生産額は1975年価格で152,025百万COL\$であり、GDPの21.7%を占めている。しかし、過去10年の年平均実質成長率はGDP全体の平均を下回っており、GDPにおける農業部門の占める割合は1950年の38%、1970年の29%から1989年には22%に減少した。

(2) 土地利用と土地所有

国土全体の 12.6%に当たる14.4百万haが耕作可能面積であり、牧草適地は19.3百万ha(16.9%)となっている。一方、現況の土地利用を見ると、1988年時点で、耕作地と牧草地の面積は各々、3.9百万ha、22.6百万haとなっており、耕作可能地の多くが生産基盤等の未整備のため、牧草地として粗放的に利用されていることを示している。

土地所有の特徴は、他のラテンアメリカ諸国と同様に不均衡である。つまり、10ha以下の小規模農家数は全体の農家数の 78%を占めているにもかかわらず、その所有面積の合計は僅か 9%を占めるに過ぎない。一方、61%の農地がわずか 3%の大規模農家(100ha 以上)に所有されている。

(3) 作物生産

コロンビア経済を支えるコーヒーの1989年の生産額は、作物総生産額の 15%に達している。コーヒーについて、サトウキビ(9.4%)、プラタノ(7.9%)、ポテト(7.6%)、パネラ(黒砂糖用サトウキビ)(7.6%)、米(7.6%)が多く生産されている。

1985年から1989年にかけて生産量が伸びた作物は、大豆(170%)、オイルパーム(169%)、フリホーレス(162%)、果樹(147%)、ポテト(141%)等である。これらの内、大豆・オイルパーム・果樹は栽培面積が増加したことによるが、フリホーレス・ポテトは単位収量の増加に起因している。一方、綿花・パネラ・サトウキビの生産は、栽培面積の減少・単位収量減等により、停滞または減少している。

(4) 農産物貿易

農産物の貿易収支は、1988年には約2百万ドルの黒字になっている。これはコーヒーの輸出に負うところが多く、コーヒーを除外すると黒字額は355千ドルにすぎない。1960年まではコーヒーの輸出額は全輸出額の 90%以上を占めていたが、1982年から1985年にかけて農産物以外の輸出が増加したため、コーヒーの輸出割合は50%前後に落ちた。コーヒーの国際価格の高騰により1986年には59%にまで復活したが、1987年および1988年には逆に国際価格の暴落のため32.9%及び32.6%と史上最低を記録した(1986年にはコーヒーの年平均価格はポンド当たり 1.96ドルであったのに対し、1988年には1.43ドルと30%近く下落した)。

コーヒー以外の農産物では、最近ではバナナと切花が著しい増加を見せ、一方、綿花・砂糖・牛肉等が減少している。

食料品および農産物の輸入は、1988年及び1989年において全輸入額の7.2%及び7.9%となっており1984年から1986年の4年間の平均9.1%より減少している。これは政府の農産物輸入制限政策によるものである。1988年の産品別輸入額は、小麦が第一位であり(21.2%)、これに次ぐものとして、大豆(15.7%)、牛肉(6.2%)、大豆油(4.2%)となっている。

(5) 農業労働力

農業部門は、国内労働力の約33%(1984年)を占め全産業の中で最も重要な位置を占めている。しかし、GDPに対する貢献度を見ると、農業部門のそれは近年低下しており、国内労働市場に占める割合は1951年に56%であったものが、1964年に49%、1980年に35%、1984年に33%と年々減少の傾向を示している。

2.2 キンディオ県概況

2.2.1 自然条件

(1) 位置及び地形

キンディオ県は、アンデス中央山脈の西側、北緯4°04'-44'、西経75°26'-54'に位置し、地形的に次のように大別することができる。

沖積平野 : キンディオ川とバラガン川の合流点付近に広がっている。
(1,000-1,100m A. S. L.)

西部扇状台地 : 東部の山岳地域から流下する河川により形成された扇状地である。この地域は大小数多くの河川の侵食を受け、波状地となっている。
(1,100-2,000m A. S. L.)

東部山岳地 : この山岳地域は南北に走り幅約10kmで急斜面を形成している。
(2,000-4,750m A. S. L.)

キンディオ県の標高別面積は以下のとおりである。

表 2.2.1 キンディオ県標高別面積

標 高 (m)	面 積 (km ²)	比 率 (%)
1,000以下	11.0	0.6
1,000 - 1,500	674.1	34.6
1,500 - 2,000	416.5	21.4
2,000 - 2,500	258.6	13.3
2,500 - 3,000	205.8	10.6
3,000 - 3,500	166.5	8.5
3,500 - 4,000	205.5	10.5
4,000 - 4,500	7.4	0.4
4,500以上	1.3	0.1
計	1,946.7	100.0

(出典：マスタープランレポート)

(2) 気 象

平均年間降雨は 2,000mmであり雨期（4,5月及び10～12月）と乾期（1,2月及び6～8月）に大別される。平均気温は 3～22℃と標高に応じて変化する。

2.2.2 社会環境

キンディオ県は1966年Caldas県から分離独立し、県都アルメニアを含む12の自治体から成っている。1985年に実施されたセンサスによれば、キンディオ県の人口は 392千人で、その内約半数がアルメニアに在住するとされている。1973年から1985年にかけての人口増加率は年平均 1.2%と推定され、国全体の 2.5%をはるかに下回っている。1985年においては人口の85%が市街地に在住している。

農業生産、特にコーヒーの生産のための気候・土壌などの天然資源に恵まれており、キンディオ県はコロンビアでも社会経済的に最も発達した県の一つであるといえる。上下水道の普及率は全国第2位、電気の普及率は全国第3位であり、生活基盤の不足に関して不満を持つ家庭は23.0%と全国23県中最も低い率である（ちなみにボゴタ特別区を含む全国平均では39.5%である）。識字率、大学進学率ともに全国平均より高いが、就学率及び持ち家率は全国平均より低い。

社会経済的に発達した県にもかかわらず、比較的標高の低い地域（Armenia、Calarca、Circasia、La Tebaida、Montenegro、Quinballa）と標高の高い地域（Buena vista、Cordova、Finlandia、Genova、Pijao、Salento）の地域格差が判然としている。前者はコーヒーの主要生産地帯で栽培面積の大半はコーヒーにより占められている。後者の平均農地面積は前者のそれより大きい、地域の気候条件、地形条件がきびしく農地は有効利用ができず、放牧地として粗放的に利用されている。

1973年から1985年にかけて、県北部及び南部地域からの住民の流出は著しく、これらの地区の人口は減少している。県中央に比較すると、これらの地域のインフラストラクチャーの整備は遅れている。

2.2.3 地域経済

GDPと同様に県内総生産(GRP)においても製造業と農業の割合が高く、DANEの推定によれば1988年には各々30%と23%を占め、通信(13%)、商業(11%)がこれに次いでいる。農業部門は1980年代前半までは第1位であったが近年は減少傾向にある。GRPにおける農業部門の割合は1970年37%、75年32%、80年27%、88年23%となっている。本県においてはコーヒーがほとんど唯一の輸出産品であり、1989年の獲得外貨の99.4%がコーヒーによるものである。一方、輸入品は車両部品が第1位である。

経済活動人口は138千人であり、失業率は4.6%である(1985年センサス)。SENAの資料によれば、雇用労働者の雇用に最も貢献しているのは農業セクター(46%)であり、一方農業セクターとともに県内総生産の重要セクターである製造部門は僅か6%と低い水準にある。

2.2.4 農業生産

(1) 作物

農業生産はコーヒー栽培が主流で全県の3分の1、全耕地面積の80%以上で栽培されている。コーヒー栽培面積は59,839ha(1984/85)から66,820ha(87/88)に増加し、改良品種(ColombiaとCatura)の台刈が進んだこともあって生産量は増加した。プラタノの栽培面積は1985年から1988年にかけて単作面積は50%増加したが間作面積が減少したためほぼ横ばい状態である。果樹の栽培面積は85年から88年の間に50%増加し、また、カカオはこの期間4倍に増えた。県農業局および県コーヒー委員会による作物多様化計画によってピタージャ、木トマト、パ

パイヤ、ブラックベリー、ルロなどの永年性作物の作付が奨励されているが、まだ作付面積は少なく全耕地面積の 0.5%である。

単年性作物は1985年(6,867ha)から1987年(4,700ha)と大幅に減少したが、これは、1986年以來 CRQの土壤保全条例により、キャッサバの作付が3,000haから1,050haへと減少したことによるところが大きい。このような単年性作物の停滞傾向の中で、大豆だけが473haから1,348haへと大幅に増加している。キンディオ県内においては、大豆以外の豆類及び野菜は恒常的には栽培されておらず、流通市場も確立されていない。一般的にはコーヒーが幼木の時に耕地の余白を利用し、これらを栽培している。野菜の中では、ある程度の栽培面積を示しているのはトマトのみである(373ha、1988年)。

(2) 畜産他

キンディオ県における畜産は、1983年から1985年にかけて飼養頭数、草地面積共に増加しているにもかかわらず、生産量は横ばいである。1985年全草地面積は68,000ha、総飼養頭数73,440頭であり、ha当り1.08頭となっている。ラ・テバイダ、モンテネグロ、キンバジャを中心としたラ・ピエハ川沿いの低い地域には肉牛が中心で、サレント、カラルカ、ピハオ、ヘノバを中心とした東部山麓地域には乳牛主体となっており、これらの地域で県内4分3以上の頭数を保有している。

Caja Agricolaの資料によれば、キンディオ県では15,260頭の豚と781,000羽の鶏が飼養されているがこれらはアルメニア、カラルカ、シルカシアの県中央に集中している。養魚に関しては、サレントに虹鱒養魚場があり、推定年間36トンの虹鱒を出荷している。出荷先は、ボゴタ、メデジン、カリ等の大都市の他、一部は米国に輸出されている。

2.2.5 農業開発戦略及び計画

「キンディオ県農業開発計画1987年～1990年」は地域農業計画本部(URPA)により1987年6月発表された。本計画は、地域経済の担い手である農業部門を活性化させ方向性を示す必要から策定され、合計18の計画と事業が示され、そのいくつかは現在実施中である。

同様な開発計画が1991年以降についてもその策定が期待されているが、人材・資金両面の不足により現在までには実現されていない。現在URPAの活動は農業統計資料の収集、編集に限られている。

上に述べたように、総合的な農業開発計画は現時点ではまだ策定されていないが、いくつかの機関で個別に計画が立てられている。この中で、次の二つの計画が注目される。

- 作物多様化5ヶ年（1990年～1994年）計画：キンディオ県コーヒー委員会
- 農業研究事業：キンディオ県農業局

前者はコーヒー生産地域におけるコーヒー以外の作物の振興を目的としており、特にプラタノ、畜産、柑橘類、植林事業の4点の振興に重点を置いている。後者はコーヒー栽培適地以外における農業の振興と多様化の実現のため、畜産を含め、野菜、果樹等の作物導入のための研究及び実証を行うものである。両計画とも農業の多様化を実現するためには、導入作物の圃場実験を十分に行い、農民への技術指導を適切に行うことが必要不可欠であるという点で一致している。

上記以外にキンディオ県の指導者層は、農業部門の停滞が流通インフラの欠如と農産加工施設の未発達によるところが大きいことを認識している。このような背景の基に、関係諸機関及びグラン・コロンビア、キンディオ両大学を中心に「農産加工振興委員会」が設立された。本委員会はその活動の第一歩としてキンディオ県の農産加工開発計画を策定する予定である。

2.2.6 環境保全計画

キンディオ県においては、天然資源の開発と保全は、INDERENA（天然資源開発保護庁）より委託されたCRQが管轄して、植林、土壌保全、水質保全、農地保全、養魚事業、環境保全の啓蒙活動等を行っている。これに関連し、CRQはさまざまな天然資源と環境保全の計画を提案し実行してきている。さらに、1984年、CRQは「水資源保護責任機関」として指定され、水質汚染の制御等の責任を担っている。この結果、CRQは工場廃液および下水による水質汚濁防止計画を推進し、又、コーヒー廃液の調査を行ってきた。コーヒー廃液に関しては、1978年から問題解決のための調査を行ってきており、いくつかの野外試験と室内試験の結果を基に、1989年に2カ所のコーヒー廃液処理のパイロットプラントを建設した。

現在CRQにより、水質保全、土壌保全、植林、動物保護等の計画を含んだ「自然資源と環境に関する5か年実施計画（1989～1993）」が進行中である。本計画の水資源保全計画では、家庭廃液、農産加工廃液、一般工場廃液等の処理による水資源の保全と開発を目標として計画されている。

第 3 章 調査対象地域の現況

第 3 章 調査対象地域の現況

3.1 行政区分と人口

調査対象地域は表 3.1.1 に示すようにキンディオ県の 8 市 (Municipio) に属している。1989 年時点に於いて、Cordoba を除いた (Pijao 地区の一部は Cordoba 市に属しているが住民は数人しか居ないので Cordoba は除外した) 各市の総人口は 343,256 人であり、その内 59,524 人 (全体の 17.3%) が農村部に居住している (Inventario Municipales, Caja Agraria)。調査対象地域の人口のデータは無いので、面積、人口密度等から推算した結果は表 3.1.1 のとおりである (Annex A 参照)。

表 3.1.1 調査対象地域の推定人口

調査対象地区名	推定人口	所属する市
シルカシア地区	2,261	Circasia
サレント地区	57	Salento
キンディオ川右岸地区	463	La Tebaida
キンディオ川左岸地区	442	Calarca
ピハオ地区	116	Pijao, Cordoba
ヘノバ地区	90	Genova
クリスタレス川流域地区	28,060	Armenia
合計	31,489	

3.2 自然条件

3.2.1 位置及び地形

調査対象地区はシルカシア、サレント、キンディオ川右岸、キンディオ川左岸、ピハオ、ヘノバの 6 地区であるが、キンディオ川左岸地区は内部が飛び地になっている上、地形も異なるため、これらの飛び地を (1)、(2) として区分した。

調査対象地区の位置および地形の特徴は次のとおりである。

(1) シルカシア地区

本地区はシルカシア市 (県都アルメニアの北東約 10 km に位置する) の西側、

標高1,600~1,900mの台地に広がり、面積は2,735haである。本地区の北東部は比較的傾斜の緩やかな草地在り、南西部は深い谷が発達し、急傾斜地が多い。傾斜別面積は表3.2.1に示したように35%以上の急傾斜地が約35%を占めている。地区内を北東から南西にRobre川が流下しておりこの川を横断する橋は地区内に2ヶ所しかなく、南北方向の交通は不便である。

(2) サレント地区

本地区は Alto Canaan (シルカシア東方約5km) に位置し、標高1,600~2,100 m、面積645haである。地形はかなり急峻で35%以上の急傾斜地が約36%を占めている(表3.2.1)。地区北東部には比較的傾斜の緩い地域が見られる。本地区の外周は地方道が通っているが、地区内には車の通行可能な道路は見られない。

(3) キンディオ川右岸地区

本地区は Tebaida (アルメニアの南西約15km) の南西部、Cali市に向かう国道の南側に位置し、広さ2,040ha、標高約1,000~1,200mの沖積扇状地の上に広がっている。地区内東部の標高1,200m前後の地域は比較的平坦な地形であるが、西部の標高およそ1,000m前後の地域は深い谷が多く地形も急傾斜地が多い。傾斜別面積は表 3.2.1に示したとおり35%以上の急傾斜地は約19%を占めている、。殆どの道路は東西に延びた尾根上にあり、南北に谷を横断する道路は極めて少ない。

(4) キンディオ川左岸(1)地区

キンディオ川とBaragan川の合流点の東南に広がる標高およそ1,000~1,200m、面積610 haである。地形はほぼ平坦であり、このことが地区内の排水不良の原因の一つになっている。アルメニアからは国道29号線で約20kmの位置にある。

(5) キンディオ川左岸(2)地区

キンディオ川とVerde川の合流点の東北に位置し標高 1,000~1,200m、面積175 haである。北東部は丘陵地帯であるが南西部は低平地がV字状に入り込んでいる。本地区にアクセスするための道路は Armenia-Caicedoniaを結ぶ国道からキンディオ川をわたる前に(約 5km地点) 一本あるだけである。

(6) ピハオ地区

本地区はピハオ市(アルメニアの南方約20km)とCordoba市(アルメニアの南

方約17km)の間に位置し標高1,600~2,200m、面積800haである。東から西に傾斜が激しく全体の73%が傾斜度35%以上を占めている。又、谷もかなり多く、地区内東部の尾根を除き複雑な地形となっている。

(7) ヘノバ地区

本地区はヘノバ市(アルメニアの南方35km)の北部に位置し、標高は1,400~2,200m、面積595 haであり、谷を囲んだような地形である。北東から南東にかけてTamborales川が地区内中央を流下し、この川に兩岸の斜面からいくつかの小河川が流入してかなり複雑な地形となっている。地形傾斜はきつく86%は傾斜度35%以上である。谷の両側の尾根上(地区の境界)をヘノバからピハオ市に通じる地方道路が走っているが地区内に谷を横断する道路は見られない。

表 3.2.1 調査対象地域の傾斜区分

地区名	標高 (m)	傾斜区分 (%)					面積 (ha)
		<8	8	15	35	35<	
シルカシア	1,600~ 1,900	12	24	9	10	35	2,735
サレント	1,600~ 2,100	-	21	30	13	36	645
キンディオ川右岸	1,000~ 1,200	21	26	9	15	19	2,040
キンディオ川左岸(1)	1,000~ 1,200	64	31	3	-	2	610
キンディオ川左岸(2)	1,000~ 1,200	48	19	14	14	5	175
ピハオ	1,600~ 2,200	5	7	-	15	73	800
ヘノバ	1,400~ 2,200	-	-	4	10	86	595

3.2.2 気象・水文

(1) 気象・水文データ

調査対象地域に関係する17観測所について、位置、観測期間、データの精度などを検討の結果、次の観測所のデータを使用する(Annex B.2)。

表 3.2.2 地区別使用観測所

地区名	降 雨	気 温	湿 度
シルカシア	Bremen	Bremen	Bremen
サレント	Salento	Salento	Bremen
キンディオ川右岸	El Eden	El Eden	El Eden
キンディオ川左岸	Paraguaycito	Paraguaycito	Paraguaycito
ピハオ	Pijao	Gibraltar	Gibraltar
ヘノバ	Gibraltar	Gibraltar	Gibraltar

なお、水文データは、Vieja川・Cristales川・Quindio川・Verde川の流量観測データを使用する。

(2) 気 象

調査対象地区の気象特性を表 3.2.3に示す。年平均降雨は地区によって異なり、1,600mm-2,800mmの幅がある。又、年に二回の乾期（1、2月と6、7、8月）と二回の雨期（4、5月と10、11月）がある。その他の気象ファクターは年間を通じて比較的一定している。

表 3.2.3 調査対象地区の気象概要

地区名	標 高 (m)	年間降雨 (mm)	気 温(°C)			相対湿度 (%)
			平均	最高	最低	
シルカシア	1,600-1,900	2,800	15	16	14	72
サレント	1,600-2,100	2,300	18	22	14	72
キンディオ川右岸	1,000-1,200	2,000	22	31	13	80
キンディオ川左岸	1,000-1,200	2,100	22	28	17	77
ピハオ	1,600-2,200	2,200	18	23	15	75
ヘノバ	1,400-2,200	1,600	18	23	15	75

(3) 水 文

各調査対象地区について年間降雨、有効雨量、日最大降雨量、連続干天日数、河川渇水量、低水流量、洪水流量等について確率処理を行い、2, 5, 10, 20 年確率について解析を行った。その結果はAnnex B に記載した。

(4) 灌漑の必要性

かんがいの必要性は、各調査対象地区別に消費水量と有効降雨のバランスを勘案して検討する。各調査対象地区は年間降雨量1,600mm~2,800mmと多雨地域に属するためかんがい施設の絶対的必要性は少ないが、乾期には作付作物によっては高いかんがい効果が期待できるが、水源確保の問題がある。

消費水量はコロンビアで使用されているガルシアロペス法により算出した蒸発散位とFAOの基準を参考にして算定した。有効降雨は米国農地開拓局の基準を参考にして算定した。バランス計算は2, 5, 10, 20年確率について行った(Annex H Table H.1.2)。

その結果から、各地区の灌漑の必要性を考察すると下記のとおりである。

1) シルカシア地区

シルカシア地区は降雨が多く、湿潤な気候のため消費水量は少なく、有効降雨も多いため水収支計算上は特にかんがいの必要性は認められない。年2回の乾期があるが、単年性作物については作期をずらすことにより対応し、永年性作物については土壌の保水性が良いことと消費水量が少ないため、現況では干天による被害は報告されていない。従って、本地区にかんがいの絶対的必要性は無いと判断されるが、一年生作物を導入する場合、灌漑施設があれば作期にとらわれない作付が出来るため効果は期待できる。

2) サレント地区

本地区も降雨が多い地帯であるが、シルカシアに比較すると降雨が少ないため、計算上は乾期の6, 7, 8月に用水補給の必要性が出てくる。しかし、量的には僅か(最大0.7mm/day)でありかんがいを導入する大きな必要性は無いと判断される。

3) キンディオ川右岸地区

本地区は降雨量が比較的多いが(2,000 mm前後)気温が高いためもあって、シルカシア地区より消費水量が多い。このため、乾期である6,7,8月及び12,1,2月に用水補給の必要性が出てくる。従って、かんがいを導入すると一年生作物では作期にとられない作付ができ、その効果は期待できる。

4) キンディオ川左岸(1),(2)地区

用水バランス状況は上記のキンディオ右岸とほぼ同様である。従って、キンディオ右岸と同様に、導入作物の種類によってはかんがい効果が期待できる。

5) ビハオ地区

本地区は6,7,8月に用水補給の必要性が出てくるが量的にはごく僅か(最大0.3mm/day)である。現況では干害による被害は認められない。

6) ヘノバ地区

本地区は年間降雨量は1,600mm程度であり他の地区に比較すると降雨が少ない地区である。計算によると6,7,8月及び12,1,2月の乾期に用水補給の必要性が若干あるが、量的には少ない。しかし、一年生作物に対してはかんがい効果が期待できる。

3.2.3 土 壤

(1) 土 壤

本調査では、1990年にIGACにより作成された土壌図を基に土壌調査を行った。各調査地区の土壌図を図 3.2.1に、各土壌群の分布面積および物理、化学的性質を表 3.2.5 および 3.2.6 に示した。調査対象地域の土壌は10群からなり、その75%が火山灰土壌である。一般的な土壌の性質は、肥沃度は中程度であるが、一部を除き物理性が良好であるため対象地域での作物の生産性が高いものと思われる。土壌pHは作物の栽培に適した範囲(5-6)にあり、対象地域では作物の養分欠乏はみられなかった。

作物栽培に対して制限因子を持つ土壌群は下記のとおりである。

排水不良	- CE、QU
浅土層	- AL

各地区の土壌の特性は下記のとおりである。なお、各土壌群のUSDAの分類法への対応はAnnex C に示した。

シルカシア地区

本地区の土壌はCI, LC 群からなり、いずれも火山灰土壌である。2群とも肥沃度は中から高で、物理性も良好で、作物栽培に対する制限因子はない。

サレント地区

本地区は LC, SH 群の火山灰土壌からなり、肥沃度は中から高で、作物栽培に対する制限因子はない。

キンディオ川右岸地区

本地区はCI, TB, AL, CE の4群の土壌からなり、TB群が約90%を占めている。TB群の肥沃度は中で、作物栽培に対する制限因子を持たない。AL群は土層が浅く、CE群は沖積土壌で排水不良である。

キンディオ川左岸(1)地区

本地区の土壤は沖積土であるCB群からなり、肥沃度は中であるが、排水不良である。

キンディオ川左岸(2)地区

本地区はCI群が70%を占め、肥沃度は中から高で、物理性も良好である。残り約30%を占めるQU群は土層が浅く、その土地利用は大きく制限される。

ピハオ地区

本地区の土壤はCC, HG, GE の3群からなり、火山灰を母材とする土壤が約30%を占め、他の土壤の母材は変成岩である。一般的な性質は、肥沃度が中、物理性は良好である。

ヘノバ地区

本地区の土壤は変成岩を母材とするGE群からなる。本土壤群はカチオン交換容量が高く、物理性は良好で、肥沃度は中で、農業土地利用に対し制限因子を持たない。

(2) 土地分級

土地分級はIGACの基準を用いて分級を行った。各分級区分の一般的な土地利用の可能性を以下に要約し、土地分級図を図 3.2.2及び各分級区分が占める面積を表 3.2.7に示した。

- I 級地：農耕地に適し、土地利用を制限する因子をほとんど持たない。
- II 級地：若干の土地利用を制限する因子を持つ。
- III 級地：作物の選択および土壤保全の手段を必要とするなど制限因子を持つ。
- IV 級地：作物の選択および注意深い土壤保全の手段を必要とするなどかなり強い制限因子を持つ。

V 級地：土壤侵食の害は受けないが、土地利用に当って除去困難な制限因子がある。

VI 級地：耕地としての利用を不適にする強い制限因子をもち、その土地利用は草地、永年性作物の栽培に限定される。

VII 級地：耕地および放牧地としての利用を不適にするかなり強い制限因子を持ち、細かい管理をすれば草、木の混用地として利用できる。

VIII 級地：商品生産はすでに不可能な土地である。

農耕地としての利用に対する下記支配的制限因子を等級ごとに記号で示した。

- (e) 土壤侵食の危険性
傾斜、土壤の受食性および過去における侵食の被害
- (d) 排水不良
地下水位が高い、透水不良および排水が困難またはこれら全ての組合せ
- (s) 根圏における土壤因子
浅土層、土性、小保水力、石および低肥沃度

調査対象地域の主な制限因子は傾斜であるが、各等級の傾斜区分は以下の表に記すとおりである。

表 3.2.4 分級別の傾斜区分

等級	II	III	IV		VI	VII	VIII
			1	2			
傾斜(%)	0-7	7-12	12-25	25-35	35-50	50-75	75 <

Source: IGAC

土地分級の結果、農地としての利用が不適なVII, VIII等級の地域が山岳地域のサレント、ピハオ、ヘノバ地区で50 %を上回り、シルカシア地区でも30 %を占めている。調査対象地域のVII, VIII等級に属する土壌の制限因子は傾斜で、土壌自身の性質には制限因子は見られない。現況ではこれらの土地は私有地で主に放牧地、コーヒー栽培地等に利用され、特に放牧地でエロージョンの被害が問題となっている。したがって、急傾斜地での土地利用のモデルとなるように、土壌保全を十分考慮した営農形態を導入すべきである。

表 3.2.5 土壤分布面積

(Unit: ha)

Symbol	CI	LC	SH	TB	AL	CE	QU	CC	HG	GE	Total
Circasia (%)	694 (25)	2,041 (75)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,735 (100)
Salento (%)	-	527 (82)	118 (18)	-	-	-	-	-	-	-	845 (100)
Right M. (%)	76 (4)	-	-	1,734 (85)	210 (10)	20 (1)	-	-	-	-	2,040 (100)
Left M. (%)	-	-	-	-	-	610 (100)	-	-	-	-	610 (100)
Left M. (1) (%)	121 (69)	-	-	-	-	-	54 (31)	-	-	-	175 (100)
Left M. (2) (%)	-	-	-	-	-	-	-	240 (30)	216 (27)	344 (43)	800 (100)
Pijao (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	595 (100)	595 (100)
Genova (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 3.2.6 土壌の性質

シンボル	母材	pH	CEC	土性	排水	土層	肥沃度
CI	V	M	H	M	W	P	M-H
LC	V	M	H	M	W	P	M-H
SH	V	M	H	M	W	M	M
TB	V	M	M	M	W	M-P	M
AL	S	M	M	M	M	S	L-M
CE	A	M	M	F-M	P	S-M	M
QU	A, V	M	M	F-M	P	S-M	M
CC	V, M	M	M-H	M	W	M-P	M
HG	V, M	M	M-H	M	W	M	M-H
GE	M	M	H	M	W	S-M	M

— 土壌群の名前

シンボル	土壌群	シンボル	土壌群
CI	Chinchina	CE	Complex of Ceilan and Danubio
LC	Libano	QU	Complex of Quindio and Guarino
SH	Complex of Santa Isabel and Herveo	CC	Complex of Chinchina and EL Cedral
TB	Complex of Tebaida and Alejandria	HG	Complex of Herveo and Guacas
AL	Complex of Alejandria and Isabel	GE	Complex of El Cedral and Pedregales

— 母材

M: 変成岩 V: 火山灰 S: 堆積岩 A: 沖積土

— pH (水素イオン濃度)

L: Low (<5.0) M: Moderate (5.0-6.0) H: High (>6.0)

— CEC (カチオン交換容量)

L: Low (<10 meq/100g) M: Medium (10-20 meq/100g) H: High (>20 meq/100g)

— 土性

F: Fine (HC, Sic) C: Coarse (S, SL) M: Medium (Others)

— 排水

P: Poor M: Moderate W: Well

— 土層

VS: Very Superficial (<25 cm) S: Superficial (20-50 cm)
M: Moderately Profound (50-90 cm) P: Profound (90-150 cm)

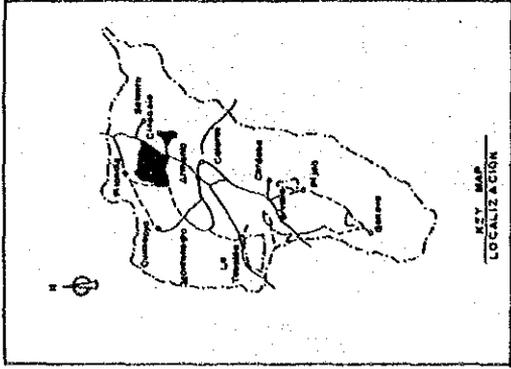
— 肥沃度 (IGACの基準に基づいて土壌の分析値から算出した)

L: Low M: Moderate H: High

Reference: IGAC

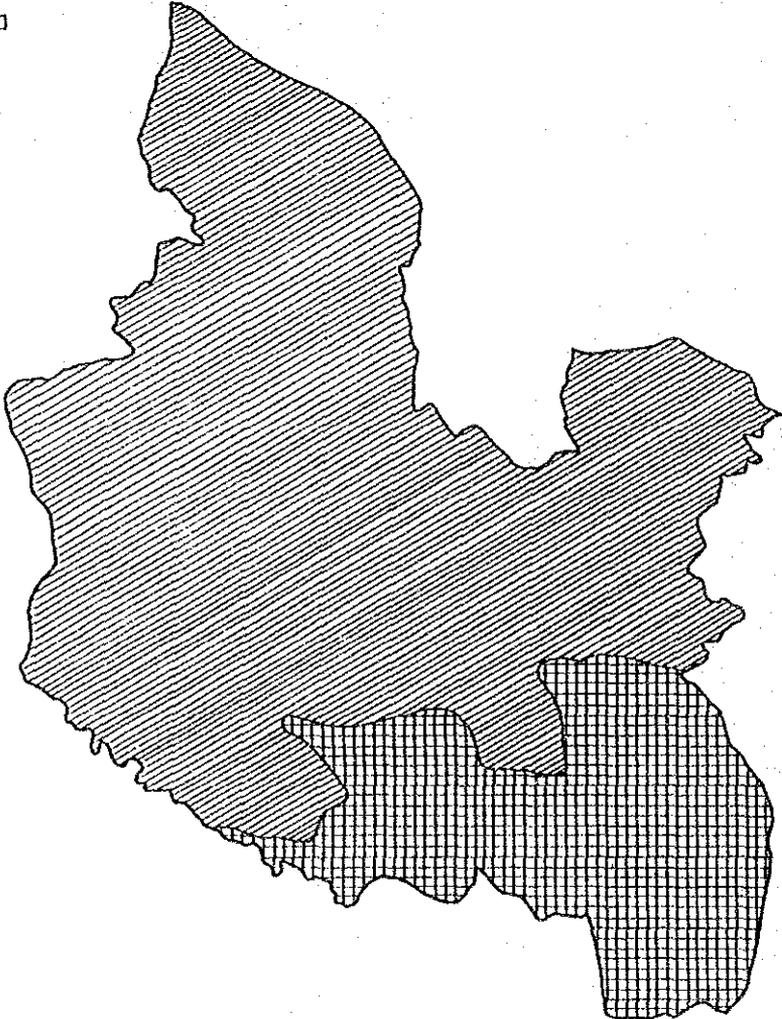
表 3.2.7 土地分級別面積

Class	Sub-class	Circasia (ha)	Salento (ha)	Right M. (ha)	Left M. (1) (ha)	Left M. (2) (ha)	Pijao (ha)	Genova (ha)
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
II	e	111	7	702	7	31	5	0
III	e	82	6	42	0	11	5	0
IV	Sub-total	1,244	78	598	598	79	44	0
	e	1,244	78	554	0	20	44	0
	es	0	0	30	0	0	0	0
	d	0	0	14	598	59	0	0
VI	Sub-total	445	17	452	5	41	237	139
	e-1	263	109	288	3	41	38	87
	es-2	0	0	12	0	0	0	0
	e-2	182	108	131	2	0	199	52
	es-2	0	0	21	0	0	0	0
VII	Sub-total	316	11	246	0	6	359	212
	e	316	120	99	0	0	359	212
	es	0	0	147	0	0	0	0
VIII	e	537	20	0	0	7	150	244
Total		2,735	100	2,040	100	175	800	595



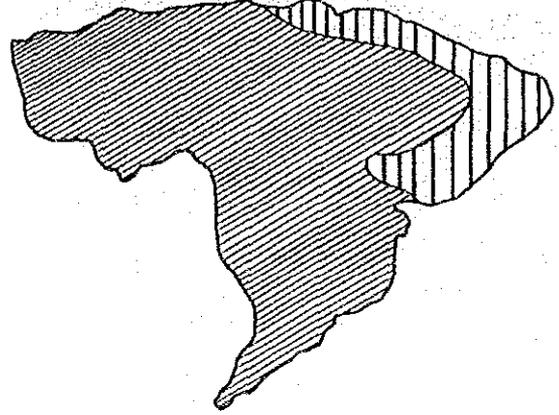
LEGEND

SYMBOL	SOIL
	CI
	LC
	SH



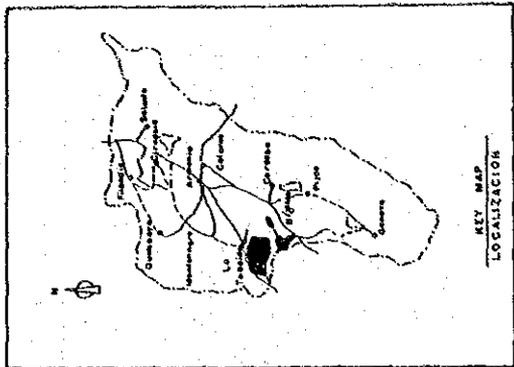
CIRCASIA
CIRCASIA

SCALE 1:40000
ESCALA 1:40000



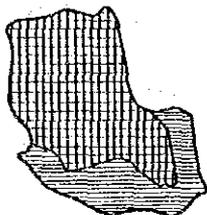
SALENTO
SALENTO

图 3.2.1 土壤图 (1)

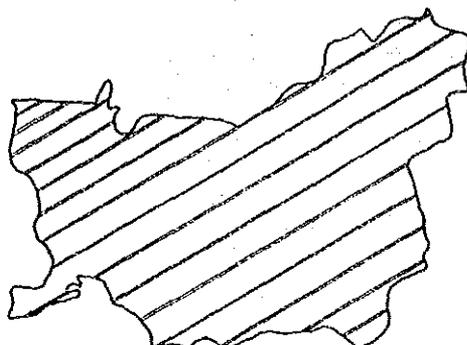


LEGEND

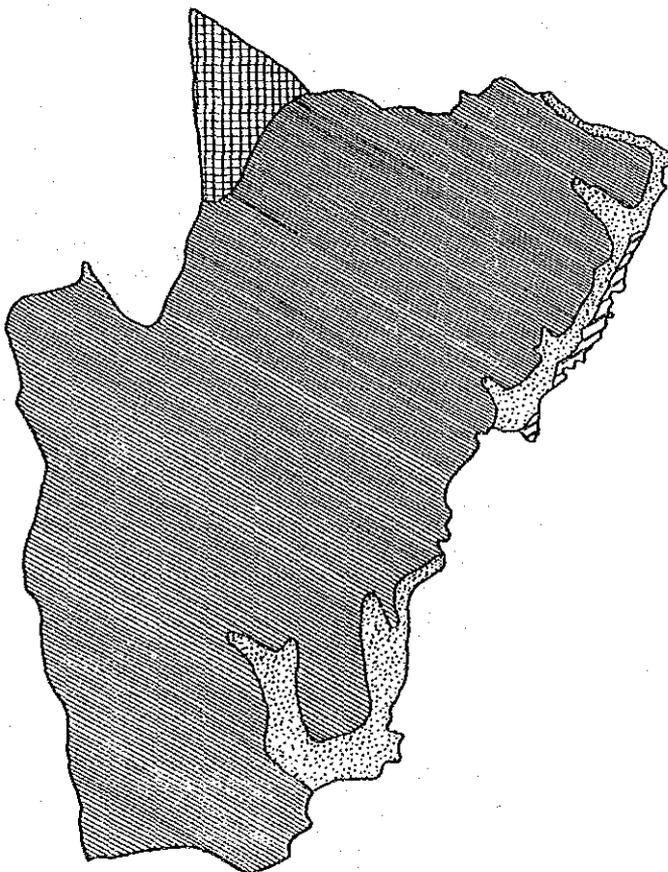
SYMBOL	SOIL
	CI
	TB
	AL
	CE
	QU



QUINDIO RIVER LEFT MARGIN (2)
MARGEN IZQUIERDA DEL RIO QUINDIO(2)



QUINDIO RIVER LEFT MARGIN (1)
MARGEN IZQUIERDA DEL RIO QUINDIO

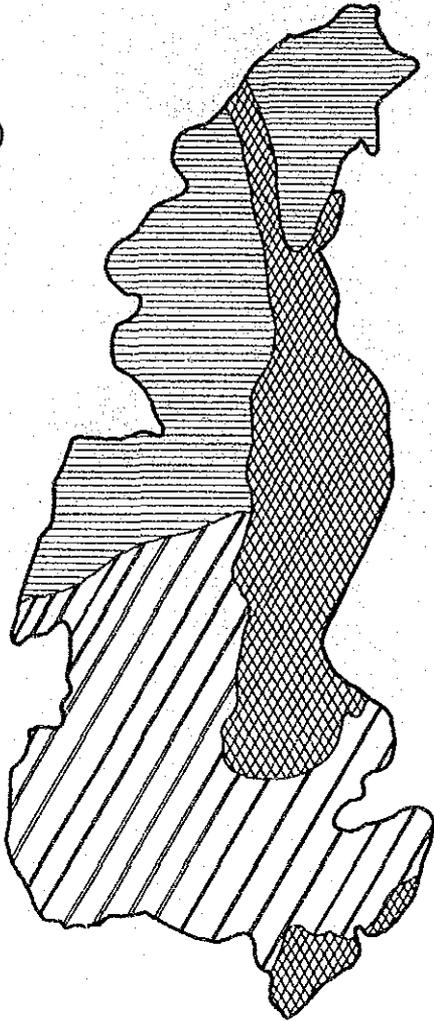


QUINDIO RIVER RIGHT MARGIN
MARGEN DERECHA DEL RIO QUINDIO

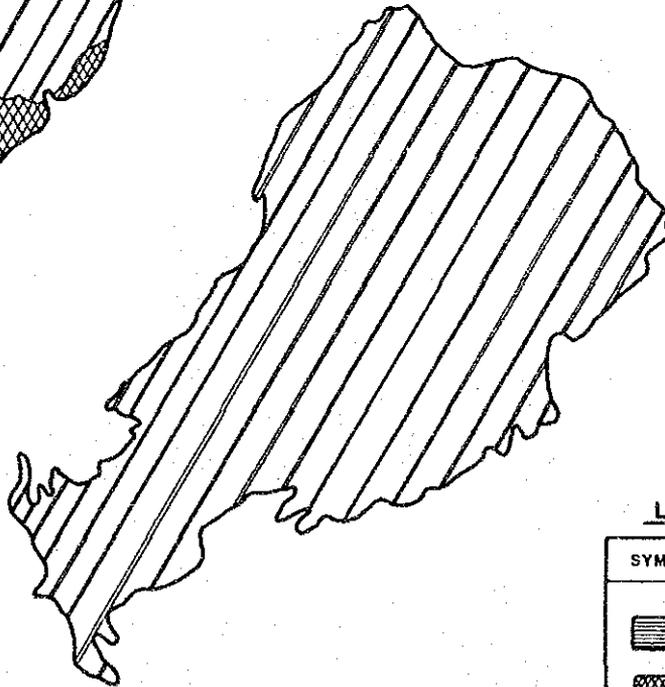
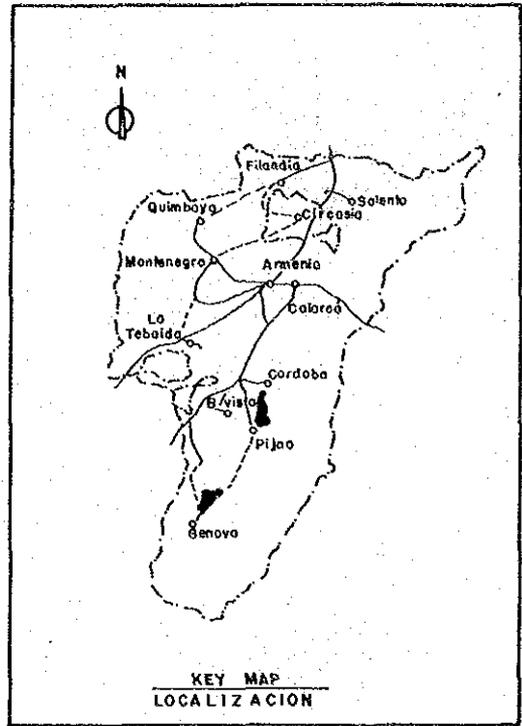
SCALE 1:40,000
ESCALA 1:40,000

0 500 1000 1500 m

图 3.2.1 土壤图 (2)



PIJAO
PIJAO



GENOVA
GENOVA

LEGEND

SYMBOL	SOIL
	CC
	HG
	GE

SCALE 1:40000
ESCALA 1:40.000

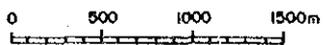
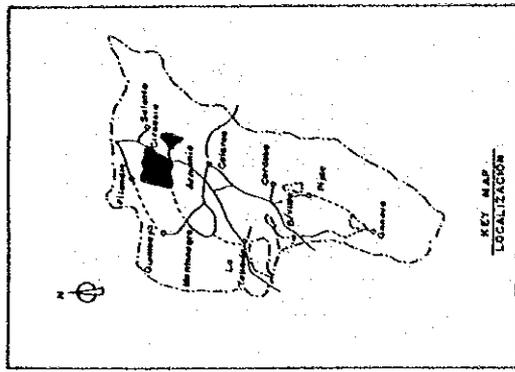
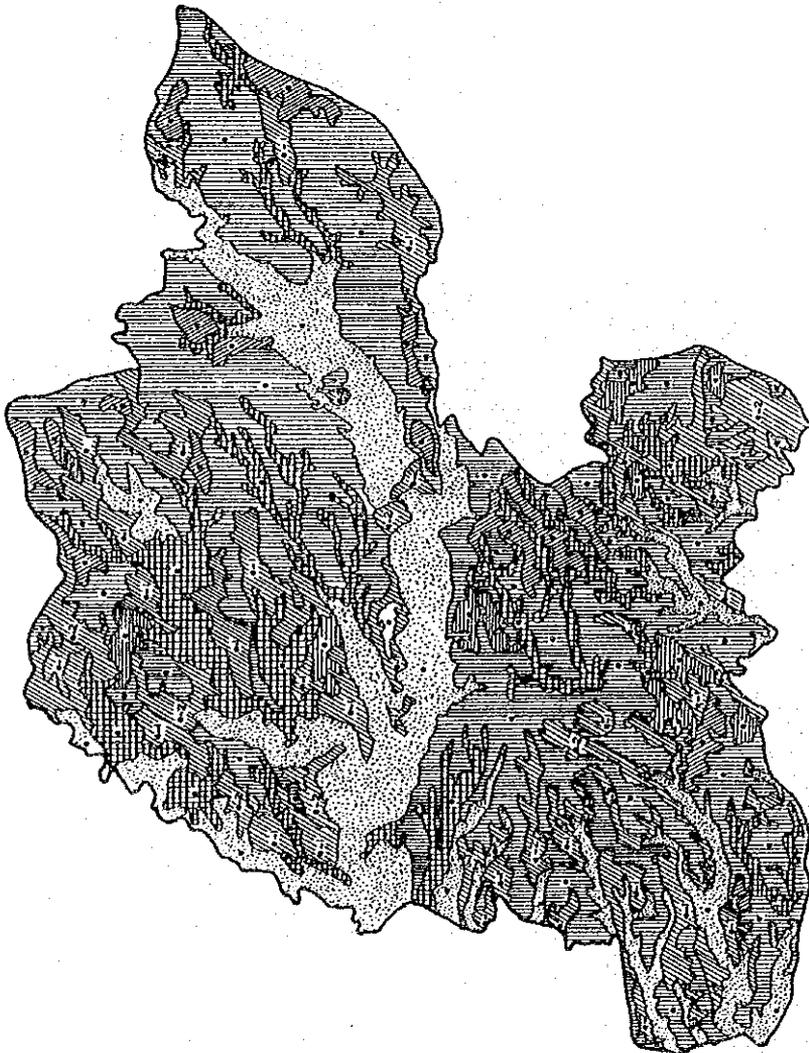


图 3.2.1 土壤图 (3)



SYMBOL	CLASS
	II
	III
	IV
	V
	VI
	VII
	VIII

SUB-CLASS:
 * - Erosion
 * - Slope
 * - Soil



SCALE 1:40000
 ESCALA 1:40000

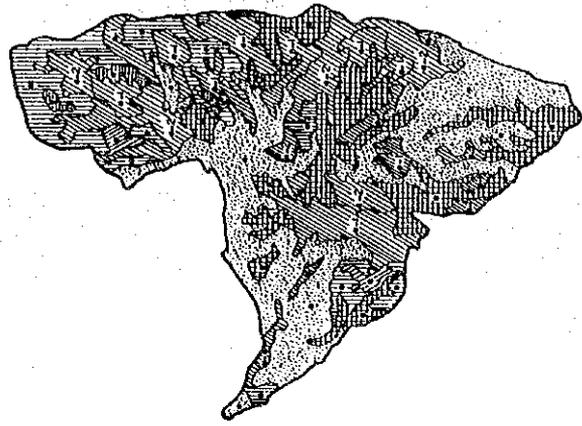
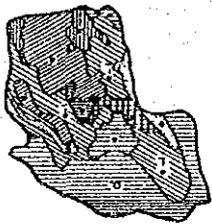
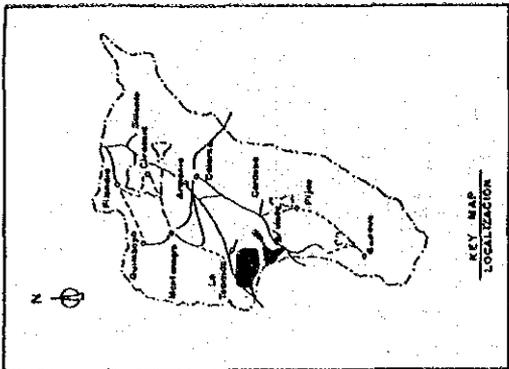
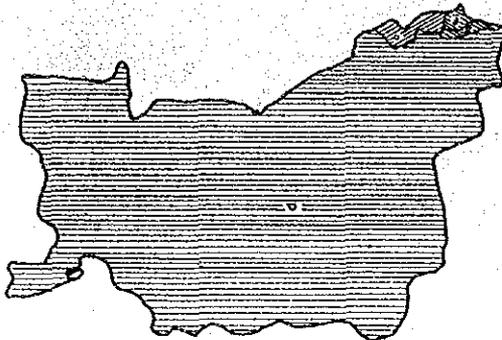


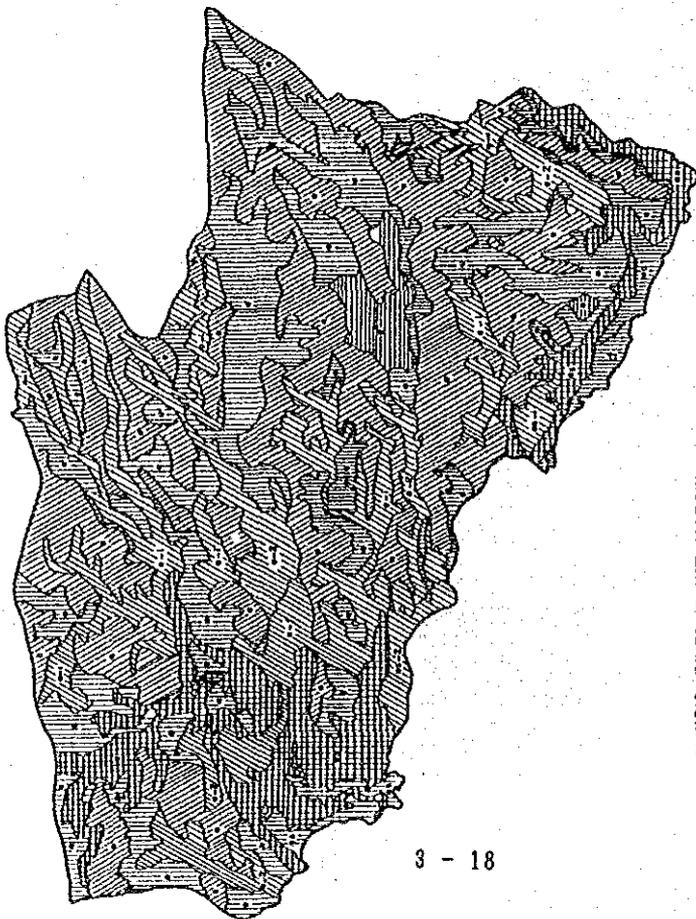
图 3.2.2 土地分級图 (1)



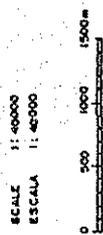
QUINDIO RIVER LEFT MARGIN (2)
MARGEN IZQUIERDA DEL RIO QUINDIO (2)



QUINDIO RIVER LEFT MARGIN (1)
MARGEN IZQUIERDA DEL RIO QUINDIO (1)



QUINDIO RIVER RIGHT MARGIN
MARGEN DERECHA DEL RIO QUINDIO

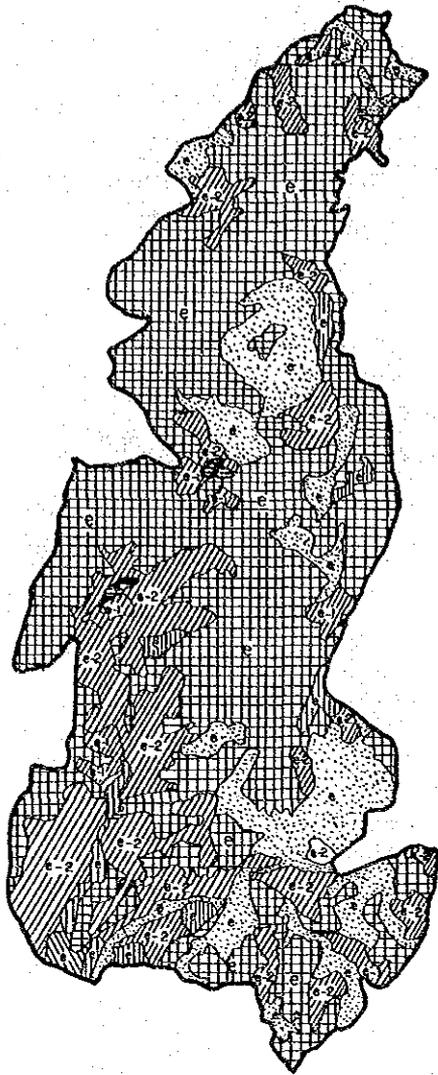


LEGEND

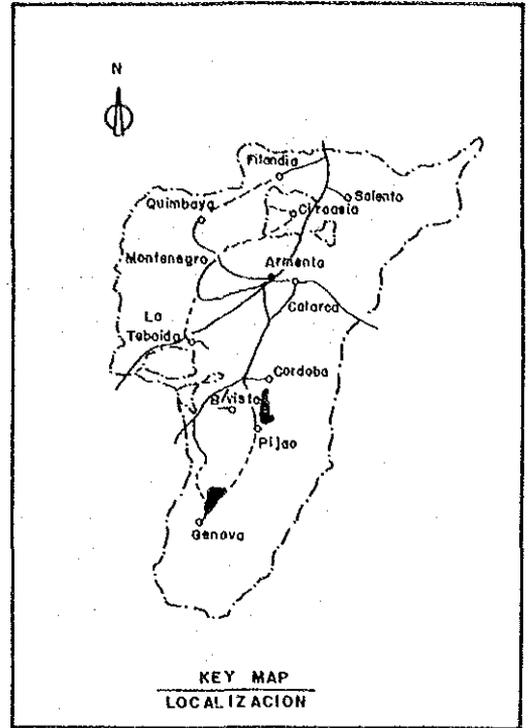
SYMBOL	CLASS
	I
	II
	IV
	VI
	VII
	VIII

SUB CLASS:
 1 - Fresh
 2 - Saltpetre
 3 - Salt

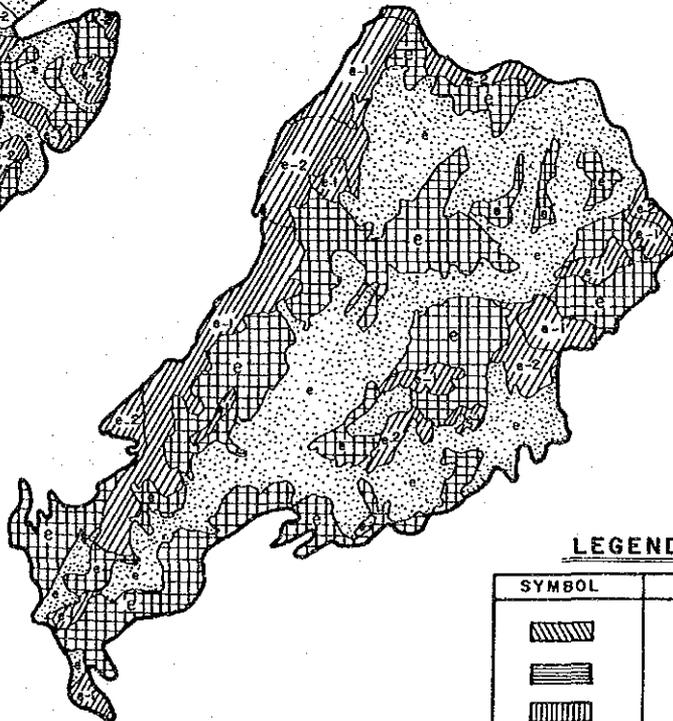
图 3.2.2 土地分級图 (2)



PIJAO
PIJAO

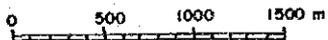


KEY MAP
LOCALIZACION



GENOVA
GENOVA

SCALE 1: 40000
ESCALA 1: 40000



LEGEND

SYMBOL	CLASS
	II
	III
	IV
	VI
	VII
	VIII

SUB-CLASS :

- - Erosion
- d - Drainage
- s - Soil

图 3.2.2 土地分級图 (3)