

国際協力事業団
環境天然資源省
フィリピン共和国

フィリピン共和国

マリキナ水源林造成計画調査

ファイナルレポート

平成6年8月

社団法人 海外林業コンサルタント協会

農調林
J R
94-33

国際協力事業団
マリキナ水源林造成計画調査
ファイナルレポート
平成六年八月
IIP
823
AFF

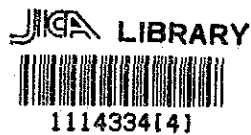
国際協力事業団
環境天然資源省
フィリピン共和国

No.

フィリピン共和国

マリキナ水源林造成計画調査

ファイナルレポート



平成6年8月

社団法人 海外林業コンサルタント協会

農調林

J R

94-33

国際協力事業団

26486

目 次

	頁
調査内容	1
1. 調査全体計画	1
2. 調査実施経過	3
調査結果の要約	5
第1部 流域管理基礎調査	
I. 流域基礎調査	12
1. 自然環境等	12
(1) 位置・面積	12
(2) 気 候	14
(3) 地 形	14
(4) 地 質	16
(5) 土 壤	16
(6) 森林・植生	23
(7) 水 文	30
2. 社会・経済環境	36
(1) 地域内の行政組織等	36
(2) 土地利用の現状	36
(3) 人口・世帯数等	37
(4) 林地占拠の現状	37
(5) 造林活動	39
(6) 地域産業の現状	42
3. 流域管理政策	44
(1) 森林・林業政策	44
(2) 流域管理計画	47
(3) モンタルバン・ダム開発計画	49
(4) その他の計画	50
II. 航空写真撮影及び地形図作成	53
1. 作業概要	53
2. 作業仕様	53
III. 土地利用・植生分布の現況解析	56
1. 航空写真解析	56
(1) 土地利用の判読	56

(2) 森林タイプの判読	56
2. 土地利用／植生図及び森林調査簿の作成	56
(1) 土地利用／植生	56
(2) 森林調査簿	57
IV. 流域評価	58
1. 国土保全上からみた評価	58
(1) 地形解析	58
(2) 崩壊危険度	58
(3) 土砂流出危険度	62
(4) 洪水危険度	63
(5) 総合評価	63
2. 水源涵養機能上からみた評価	64
(1) 谷次数解析	64
(2) 総合評価	69
3. 土地利用上からみた評価	71
(1) 土地類型区分	71
(2) 土地利用可能性区分	72
4. 土地利用区分	79
(1) 国土保全上の優先度	79
(2) 水源涵養上の優先度	79
(3) 交通立地による優先度	79
(4) 土地区分	80
第2部 流域管理開発計画	
I. 流域管理の全体構想	81
1. 流域管理の基本	81
2. 具体的展開事項	81
II. 流域別管理の指針	83
III. 土地利用計画	86
1. 土地利用計画の基本	86
2. 土地利用区分基準	86
3. 土地利用全体計画	87
(1) 森林	89
(2) 社会林業	89

IV. 森林管理計画	91
1. 森林管理の基本	91
2. 森林管理基準	91
3. 森林管理仕組	92
(1) 森林生態系保全地域	92
(2) 森林生態系保全・改良地域	93
(3) 森林生態系防護地域	94
(4) 択伐施業林地	94
(5) 第一皆伐施業林地及び第二皆伐施業林地	96
(6) 収穫及び造林計画	100
4. 苗木生産	102
(1) 種 苗	102
(2) 苗 畑	102
(3) 苗木生産計画	103
5. 林道・歩道網の作設	103
(1) 林道・歩道網作設の考え方	103
(2) 林道・歩道網整備計画	103
6. 水土保持	104
(1) 水土保持の基本	104
(2) 溪流対策	107
(3) 野溪対策	108
7. 森林火災防止	108
(1) 森林火災防止の啓蒙	108
(2) 林野巡視体制の整備	108
(3) 防火監視施設の設置及び消防隊の編成	111
(4) 防火資機材等の準備	111
(5) 防火樹帯の作設	111
V. 社会林業計画	112
1. 基本的事項	112
2. 計画の内容	112
(1) 対象地域と土地利用方法	112
(2) 全体事業計画	115
(3) 既存ISFプロジェクトとの関係	115
3. 具体的実施内容	115
(1) コンポーネント	115
(2) 実行上の留意事項	121
4. 実施手順	122

VI. 民有地における開発ガイドライン	123
1. 森林の管理経営	123
2. 農業開発	123
3. 水土保持	124
VII. 流域管理開発計画の実施体制	126
VIII. 現行開発計画に関する諸問題	127
第3部 フィージビリティ・スタディ	128
I. フィージビリティ・スタディの対象	128
1. 対象事業	128
2. 調査の内容	128
3. フィージビリティ・スタディの前提	128
(1) 計画の始期及び期間	128
(2) 事業量	128
(3) 事業量の配分	128
II. 費用の算出	129
1. 森林管理計画	129
(1) 造林費	129
(2) 伐採・搬出費	131
(3) 林道改良・維持及び歩道開設・維持費	132
(4) 水土保持遊水池作設費	133
(5) 苗畑施設及び森林火災防止に要する経費	133
2. 社会林業計画	133
(1) 境界確定及び土地利用権の発行	133
(2) 社会基盤整備	134
(3) 技術普及活動	134
(4) アグロフォレストリー	134
(5) 村落共有林	135
(6) 社会林業計画年次別費用	138
3. 費用の総括	142
III. 便益の算出	143
1. 森林管理計画	143
2. 社会林業計画	143
(1) アグロフォレストリー	143
(2) 村落共有林	145

3. 便益の総括	146
IV. 財務・経済分析	147
1. 財務分析	147
2. 経済分析	149
(1) 外部経済効果を除く経済分析	149
(2) 計量化し得ない効果	150
V. 環境影響評価	153
1. 自然環境	153
2. 社会環境	158
VI. 事業評価	160

表

	頁
第1部	
I-1. 土壤調査結果一覧表	22
I-2. 森林調査結果一覧表	27
I-3. 造林地の平均胸高直径及び平均樹高	29
I-4. 最大日雨量	32
I-5. 現地調査による流量	35
I-6. 造林樹種別苗木生産量の推移	40
III-1. 土地利用／植生区分別面積	57
第2部	
II-1. 流域別森林面積	85
III-1. 土地利用計画	87
IV-1. 年次別収穫計画	101
IV-2. 造林対象面積	101
IV-3. 年次別造林計画	102
V-1. 社会林業計画全体事業量	115
V-2. 年次別社会林業事業計画	116
第3部	
II-1. 年次別造林費	130
II-2. 年次別伐採・搬出費	131
II-3. 年次別林道改良・維持及び歩道開設・維持費	132
II-4. アグロフォレストリー年次別費用	136
II-5. 村落共有林年次別造林費用	139
II-6. 村落共有林年次別伐採・搬出費	140
II-7. 社会林業年次別費用	141
II-8. 費用総括表	142
III-1. 年次別販売額	143
III-2. アグロフォレストリー年次別販売額	144
III-3. 村落共有林年次別販売額	145
III-4. 便益総括表	146
IV-1. 内部収益率（IRR）算出表	147
IV-2. 内部収益率（FIRR）算出表	148



	頁
1. 調査の実施手順	2
第1部	
I-1. マリキナ流域位置図	13
I-2. フィリピンの気候区分	15
I-3. 土壌分布概況図	18
I-4. 土壌調査位置図	21
I-5. 森林調査位置図	25
I-6. 月別降雨量	30
I-7. ティーセン法	31
I-8. マリキナ流域水系及び流量測定位置図	33
II-1. 地形図作成作業手順	54
II-2. 航空写真撮影コース	55
IV-1. 地形図	59
IV-2. 切峰図	60
IV-3. 傾斜区分図	61
IV-4. 谷次数解析図	65
IV-5. 土地類型区分	73
IV-6. 土地利用可能性区分（農業的利用）	75
IV-7. 土地利用可能性区分（林業的利用）	77
第2部	
II-1. 流域区分	84
III-1. 土地利用計画図	88
IV-1. 溪床断面図（1）	105
IV-1. 溪床断面図（2）	106
IV-2. 遊水池作設予定地（1）－ボソボソ地区	109
IV-2. 遊水池作設予定地（2）－サンイシドロ地区	110
V-1. 対象地域の所在地	113

付 属 資 料

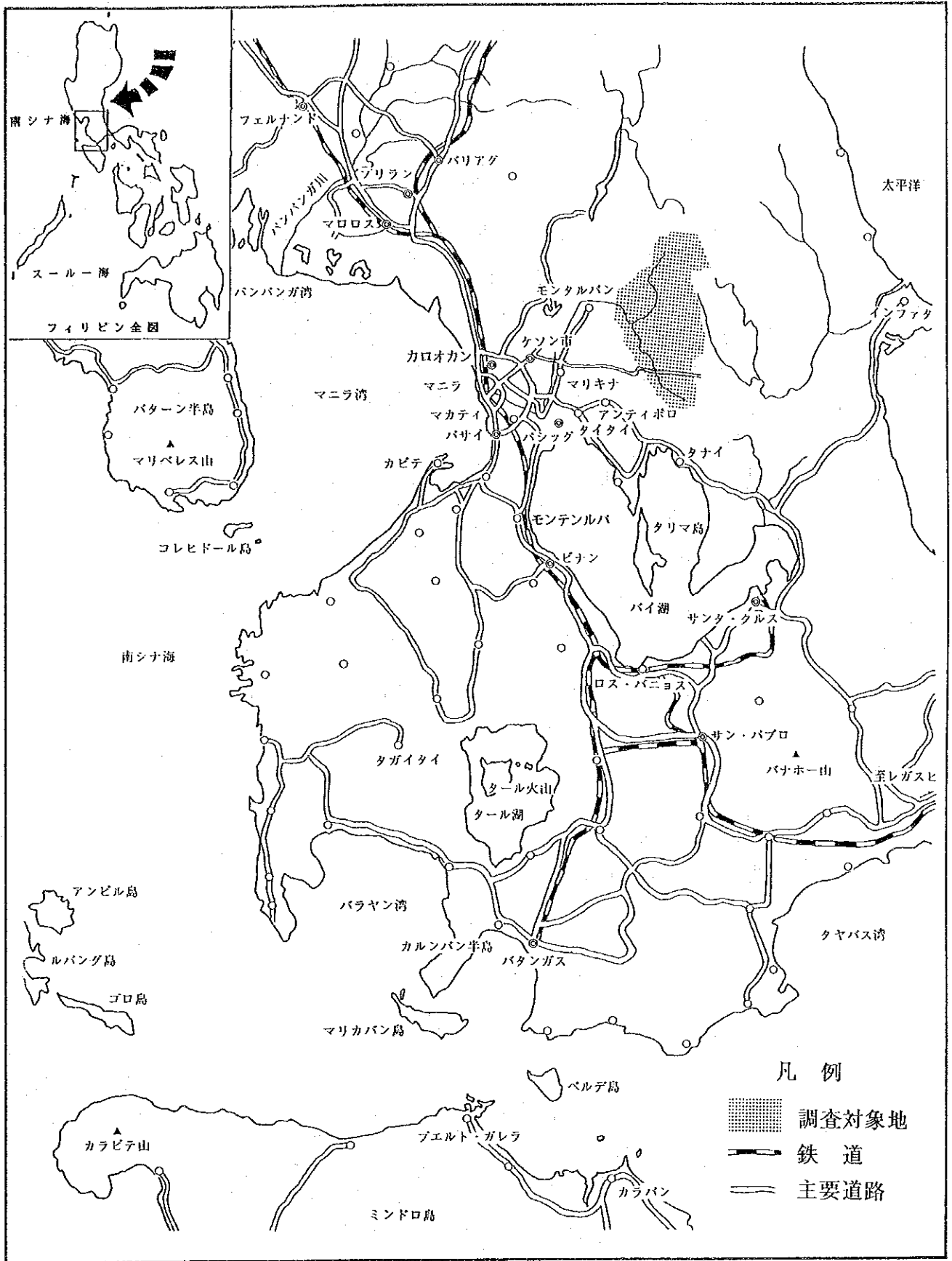
	頁
1. 討議議事録 (M/M)	163
第1部	
I-1. 流域内に生育する主要樹種名等	175
I-2. 造林面積の推移	177
I-3. ティーセン法による月別降雨量	178
I-4. 野外観測地での流量	180
I-5. ワワ・ダムにおける月別流量	181
I-6. マリキナ流域に関する行政単位別人口及び世帯数	183
I-7. リサル県における林地占拠の実態	184
I-8-1. マリキナ流域に関する町における収入源別世帯数	185
I-8-2. マリキナ流域に関する町における栽培作目	185
I-8-3. マリキナ流域に関する町における飼育家畜の種類と頭数	186
I-8-4. マリキナ流域に関する町における政府の便宜供与	187
I-8-5. マリキナ流域に関する町における問題点	187
I-8-6. マリキナ流域に関する町における林地占拠の根拠	188
I-9. マリキナ流域内の教育機関	189
Ⅲ-1. 航空写真の土地利用・植生判読基準	190
Ⅲ-2. 土地利用・植生判読基準別面積	191
第2部	
IV-1. 収穫予想表	195
IV-2. 造林/収穫推移表	197
IV-3. 植栽樹種	199
第3部	
Ⅱ-1. 造林単価表	203
Ⅱ-2. 伐採・搬出単価表	209
Ⅱ-3. 林道改良工事総括表	210
Ⅱ-4. 歩道作設、林道、歩道維持明細表	212
Ⅱ-5. 遊水池作設単価表	212
Ⅱ-6. 施設及び機材費	213
Ⅱ-7. 林野巡視委託費	213
Ⅱ-8. 境界確定及び土地利用権発行単価表	214
Ⅱ-9. インフラストラクチャー単価表	215
Ⅱ-10. アグロフォレストリー単価表	217
Ⅱ-11. 村落共有林単価表	230
Ⅲ-1. 用材販売価格	234
Ⅲ-2-1. アグロフォレストリー年次別生産量及び販売額	235
Ⅲ-2-2. アグロフォレストリーha当り年次別生産量及び販売額	240

Ⅲ－３．村落共有林伐採基準及び年次別収穫計画	244
Ⅳ－１－１．森林管理計画内部収益率算出表	250
Ⅳ－１－２．社会林業計画内部収益率算出表	251
Ⅳ－２．用材の計算価格	252
Ⅳ－３－１．果実等農産物の輸出量及び輸出額	253
Ⅳ－３－２．マンゴ等果実の搬出及び輸出費用	254
Ⅳ－４．聞き取り調査による地場賃金	255
Ⅳ－５．計算価格による内部収益率算出表	256
Ⅳ－６．マニラにおける水料金	257
Ⅳ－７．植栽樹種の差異による土壌侵食量	257
Ⅳ－８．水源涵養効果及び土砂流失防止効果を含む内部収益率算出表	258
RECORD OF MEETING	259

略語一覧

ADB	(Asian Development Bank) アジア開発銀行
CENRO	(Community Environment and Natural Resources Office) 環境天然資源省地方局の下部組織である町事務所
DENR	(Department of Environment and Natural Resources) 環境天然資源省
FINNIDA	(Finnish International Development Agency) フィンランド国際開発局
F/S	(Feasibility Study) フィージビリティ・スタディ
I/A	(Implementing Arrangement) S/W (実施細則) に等しい
ISFP	(Integrated Social Forestry Program) 総合社会林業計画
M/P	(Master Plan) マスター・プラン
MSBF	(Manila Seedling Bank Foundation) マニラ造林公社
MWSS	(Metropolitan Waterworks and Sewerage System) 首都圏上下水道庁
NIPAS	(National Integrated Protected Areas System) 国家総合森林保全計画
OECE	(Overseas Economic Cooperation Fund) 海外経済協力基金
PENRO	(Provincial Environment and Natural Resources Office) 環境天然資源省地方局の下部組織である県事務所

調査対象地



調査内容

1. 調査全体計画

マリキナ流域は、マニラ首都圏の主要な水源のひとつであり、水源保全地域に指定されている。しかし、不法伐採、不法居住者による焼畑耕作、無秩序な農耕等により、同流域の森林は、近年、急速に減少しつつある。森林の減少は、流域内外及びマニラ首都圏における大小の洪水発生、人口増大が著しいマニラ首都圏の水不足等の問題を惹起し、フィリピン国発展の阻害要因となりつつある。

このような状況に対処するためフィリピン国政府は、日本国に対し、マリキナ水源林造成計画策定に関する開発調査の実施を要請してきた。これを受けて、日本国は、平成3年4月以降、事前調査団を2度に亘り、フィリピン国へ派遣した。

事前調査団は、現地調査及びフィリピン側との協議を行い、平成4年3月13日にI/A(S/W)を調印した。両国の合意によるI/A(S/W)にしたがって、日本国の公的な援助機関である国際協力事業団は、海外林業コンサルタント協会を通じて本件計画調査を実施することとし、平成4年9月に調査を開始したものである。

本件計画調査の目的は、マニラの北東、約30 Kmに位置するマリキナ流域を対象に、水源林造成計画を中心とする流域管理計画を策定することにより、同流域の水源涵養機能の回復を図り、安定した地域環境の形成を目指すことにある。

具体的には、① マニラ首都圏への安定的な水供給、② マニラ首都圏を含むマリキナ流域における大小の洪水の防止、である。このため、同流域に関し、水源林を中心とする総合的な流域管理計画(M/P)を策定すると同時に、併せて同流域管理計画で確定された土地利用区分のうち水源林の造成・管理計画に関するフィージビリティ(F/S)調査を実施した。

計画調査の具体的内容は、前述の目的にしたがい、大きく分けて次の5項目からなる。

① 基礎的条件調査

森林、森林水文、地形・地質等の自然条件調査、社会経済条件調査及び既存流域管理計画調査を行い、本調査の基礎的データを収集した。

② 地形図の作成

流域管理計画の作成等の基礎資料とするため航空写真の撮影及び地形図の作成を行った。

③ 土地利用現況及び植生図の作成

航空写真、現地調査等に基づき、土地利用・植生図を作成した。

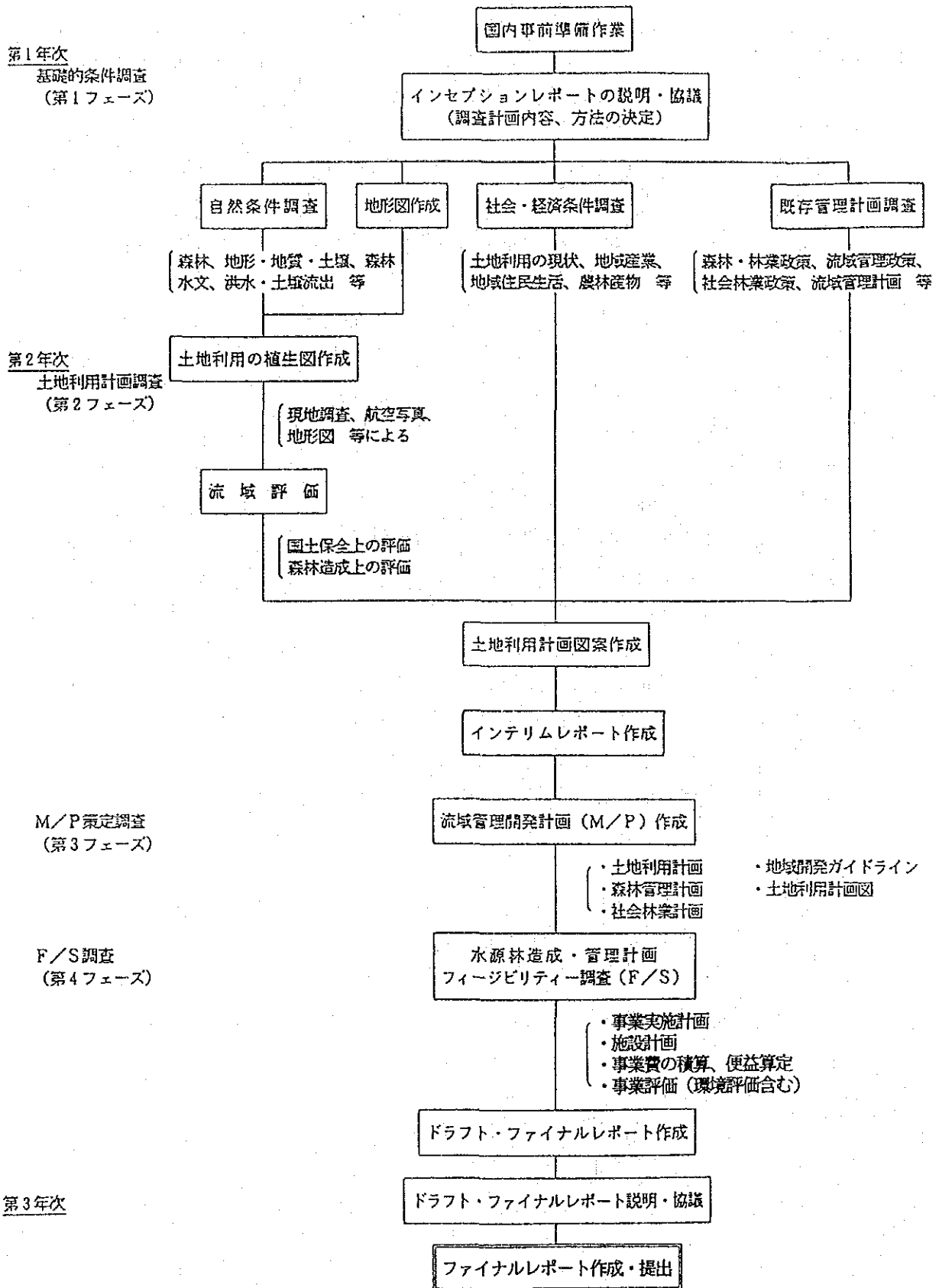
④ 流域管理開発計画(M/P)の策定

天然林の維持管理、水源林の造成及び社会林業を中心とする流域管理・開発計画の策定を行った。

⑤ フィージビリティ調査(F/S)

流域管理・開発計画の中で明らかにされた水源林造成・管理計画のフィージビリティ調査を行った。

図 1 調査の実施手順



上記調査業務は、平成4年度を初年度とし3カ年次にわたって実施した。具体的には、各業務を年次別、フェーズ別に分けて段階的に実施しているが、これら業務の実施過程をフローチャートで示せば、図1. のとおりである。

2. 調査実施経過

本件調査業務の実施にあたっては、現地調査をベースに比国政府関係機関との協議を通じて実施することとし、このため調査開始に先立ち、本件調査の全体計画について、環境天然資源省（DENR）関係者に対して、インセプション・レポートにより説明・協議を行い、本件調査内容、調査方法等の枠組みを決定した。これらの経過については、討議議事録（M/M）として資料1. (1)に示すとおり、とりまとめた。特に、この中で調査計画の基本的合意をみたが、詳細については調査実施過程の中で、協議を継続した。

また、本件計画調査に関する討議議事録 I/A（S/W）に基づく運営委員会（Steering Committee）が、調査期間中2回開催され、調査計画の内容、調査実施の経過等の説明・協議を行った。この中で提起された事項は、流域内の住民対策、モンタルバン側の経済活動及びボソボソ川の汚染である。流域内の住民対策とは、地域住民の取扱いである。流域内に居住する住民は、流域管理上好ましいものではないが、現実に居住する住民の排除は、不可能である。したがって、流域管理との調和を図る戦略の中で進めざるを得ず、この点が流域管理計画の中で十分配慮されなければならないとの提起である。モンタルバン側の経済活動は、ワダム下流の砂利採取を指すが、これは本計画調査の対象外区域である。

ボソボソ川の汚染は、同河川上流域の民有地に展開する養豚場からの排水による汚染であり、飲料水としての水源確保の面でなんらかの措置を必要としている事項である。

このほか、マリキナ流域は国家森林保全計画に関する法律（IPAS）の適用対象地域である、などの情報提供がなされた。

運営委員会による提起事項は、現地調査において十分留意して行うとともに、マスタープランにおいて、これら事項が十分反映されるよう配慮して策定している。

マリキナ流域の土地利用全体構想が策定された時点で、インテリムレポートを作成し、DENR関係者に対し、説明・協議を行った。これらの経過は、M/Mとしてとりまとめた（資料1. (2)）。この中で提起された主な事項は、バッファゾーンにおける住民利用の在り方、流域保全地域におけるアグロフォレストリーの在り方及び国家森林保全計画担当者との連絡協調である。これらの事項は、流域保全あるいは環境保全の観点から、比側との意見調整を行いつつ、マスタープランに反映させている。

マスタープランの策定、森林管理計画及び社会林業計画を対象とするフィージビリティ・スタディの実施後、ドラフト・ファイナルレポートの作成を行い、この時点で、DENRに対する最終的な説明・協議を行った。

この経過についてはM/M（資料1.3）のとおりであり、DENRは、本計画がマリキナ流域の保全・管理に大きく寄与するものであることを了承し、加えて、今後、この計画の実施にあたり、日本側への協力要請など適切な対応を進めたいとの表明を行った。

なお、技術面に関し提起された幾つかのコメントについては、ファイナルレポートに反映させ、とりまとめを行った。

調査業務の具体的な実施にあたっては、カウンターパートから成るワーキンググループとの協力のもとに実施することとし、数次にわたる会合をもちつつ調査業務を実施した。また、資料収集及び現地調査は、全てカウンターパートとの共同で行った。

調査結果の要約

第1部 流域管理基礎調査

自然環境等

本件計画調査の対象地域であるマリキナ水源保全地域は、マニラから北東、約30kmでその外縁部に達する。その区域は、南北に約29km、東西に約14kmの広がりを持ち、本計画において作成した地形図によれば、流域面積は28,410haである。

調査流域は、1904年、全域がマリキナ水源保全地域に指定されているが、指定面積自体は、その後民地への払い下げ、首都圏水道局（現在のMWSS）への移替等の歴史の変遷により面積的変動を経て今日に至っている。

同流域の気候は、概ね、11月～4月が乾季、5月～10月が雨季である。年平均降雨量は約3,100mm、5月～11月の降雨量が年降雨量の95%を占めており、厳しい乾季を有する地域であるといえる。

同流域の地形は、ワワ溪谷を中心として北部地域は起伏の激しい山岳地帯であり、南部地域はなだらかな起伏を持つ丘陵状の中、高地帯である。北部地域の山岳地帯に源を発するモンタルバン川がほぼ南に向かい、南部地域ではボソボソ川がほぼ北に向かって流れ、ワワ溪谷の上流で合流しワワ川となってほぼ西に流れ、さらに平野部に入って南下し、マリキナ川となる。

流域の地質は、中生代白亜紀から新生代第3紀中新世にまたがって分布する。

土壌は、ボソボソ川上流の平野部の水田地帯にInceptisol、その周辺の丘陵地にAlfisol、ボソボソ川下流、ワワ川周辺の丘陵地にVertisolとUltisol、その他の山岳地帯には、これらが混在する土壌群が出現している。造林地、原野等における土性は埴質壤土、緊密度は全般に堅、酸度は弱酸性で、一般的には造林適地とみることができる。

かつてこの流域の原植生は、山岳林及びフタバガキ科林のような熱帯多雨林であったが、不法伐採、住民の占拠等によって急速に減退し、このような森林は全域の30%に留まる。いわゆる原生林と目される森林は、モンタルバン川上流域に賦存し、標高700m～1,400mの峻険な山岳地帯に存している。

人工林は、ボソボソ川流域の上流部及びワワダム周辺に植栽されている。航空写真判読による現存面積は2,016haであるが、改良すべき林分が多く含まれている。

高海拔の山岳森林地帯は、全般に急峻で、斜度は30度前後の所が多く、また小沢によって刻まれ、山足の短い複雑な地形である。このような厳しい立地条件が、伐採（不法）や焼畑等の広がりを阻んできたものと思われるが、一部の山頂の緩斜部では焼き畑が現れ、また、不法伐採もみられ、森林が次第に蚕食されてきている現状にある。航空写真によって解析された土地利用／植生の現況は以下のとおりである。

土地利用／植生区分	面積 ha
森林	15,378.5
藪苔林	(239.5)
フタバガキ科天然林	(6,824.6)
フタバガキ科残存林	(1,225.1)
灌木林 1	(3,680.4)
灌木林 2	(1,392.7)
造林地	(2,016.2)
草地	6,567.9
崩壊地	11.9
岩石地	38.3
果樹園	595.2
水田	655.8
畑地	236.3
集落地	52.8
その他	27.6
計	23,564.3
民有地	4,845.7
合計	28,410.0

注：灌木林1は樹冠疎密度51%以上、灌木林2は樹冠疎密度50%以下の林分である。

社会経済環境

調査対象地域は、RegionIVのリサール県の北東部に位置し、5町にまたがり、関連するバラングイは8つを数える。

土地利用形態については、大まかに分類すれば、森林、農地（水田、畑地、果樹園）、草地、焼畑移動耕作地、集落地、その他である。モンタルバン川及びボソボソ川及びそれらの支流に沿って展開する集落で陸稲、キャッサバ等が栽培され、一部の集落周辺には、マンゴを主体とする果樹園がみられる。水田は、ボソボソ、サン・インドロ、サンホセ集落の限られた地域にあるのみである。

焼畑移動耕作は、ほぼ全域で行われ、陸稲等が栽培されている。ボソボソ川上流の平野部には、大規模な養豚が営まれ、ワワ川の大きな汚水源になっている。

流域内の人口は、環境天然資源省による林地占拠の実態調査等から推定すると、1万人程度である。

実態調査によれば、林地占拠面積は4,235ha（流域面積の約15%）とされている。

これらの大半は合法的占拠と推定されるものの、全域に広がる焼畑耕作地がどれだけ林地占拠面積に含まれているかは不明である。しかし、焼畑耕作の性格、実態を考えれば、占拠され不法的に移動耕作に利用されている実態数値は極めて大きいものと推定される。

マリキナ流域は、マニラ首都圏に近いという恵まれた立地環境にあるものの、同流域は水源保全地域であるため、開発が制限されており、同流域内の産業は、小規模な農業に加え私有地で行われている養豚業のみであるといえる。

同流域内の交通事情は、殆どが山岳地であるため、極く一部の地域を除き、道路

網が発達していない。中部、北部域には全く道路はなく、各集落の連絡路は歩道のみである。

流域管理政策

「持続的開発のための環境天然資源戦略－The Philippine Strategy for Sustainable Development」(1989年11月29日閣議決定No.37)に掲げる基本政策の下に、具体的政策を展開するため、マスタープランが策定されている(1990年6月)。

マスタープランに示されている流域管理の基本は、既存森林の保護とその地に居住する住民を中心に、林地の保全を考慮した土地の利用方法による荒廃流域の復旧及び保全である。流域荒廃の最大要因は、粗放な土地利用にあるとの基本認識であり、このため地域住民を主役として、土地利用方法の改善、樹木を含む植生の復旧を中心に流域を管理していこうとしている。

一方、マニラ首都圏及びその近郊の水供給確保は、人口の急激な増加と急激な産業化によって緊要な問題となっている。マニラ首都圏上下水道庁(MWSS)のモンタルバンダム計画も、将来的な水資源確保策の一つの選択肢として検討されているが、資金上の問題があり、あくまで将来的な計画であるとされている。

マリキナ流域に関連するその他の計画としては、MWSSの“カリワ川盆地プロジェクト”と“カラバルソン地域総合開発計画”がある。

“カリワ川盆地プロジェクト”の主要コンポーネントは、カリワダム建設であり、1986年に完成の予定であったが、資金上の問題があり、いまだ建設されておらず、建設時期については、目下、不明とされている。

このダム建設地からの地域住民の移住計画の一環として、その一部がマリキナ流域サンシドロ(アンティポロ町)に計画されている。しかし、サンシドロ地域内には既に多くの住民が居住しており、新たに住民を受け入れるためには、解決すべき多くの問題があると考えられる。

カラバルソン地域総合開発計画は、マニラ首都圏に隣接するカビテ、ラグナ、バタンガス、リサール、ケソンの5州からなるカラバルソン地域を対象とする、総合開発計画である。この計画の中で、マリキナ流域は、土壌侵食の深刻な地域で特別な管理と保全策が必要であるとすると共にこの地域の一部をアグロ・フォレストリー地区にゾーニングしている。

第2部 流域管理開発計画

流域管理の枠組み

流域管理の基本は、現存森林の保護、荒廃森林/林地の復旧及び地域住民を中心とする林地保全を考慮した土地利用方式の採用による適切な流域管理によって、環境的に健全な持続的土地利用を促進することである。

マリキナ流域の低地部には、多くの住民が居住している。一方、高地部には、原生林、二次林等の森林が分布している。

したがって、流域管理計画は、低地地域から標高を増すに応じて、土地利用・開

発の自由度を制限してゆくという考え方に立ち、流域別管理の指針、土地利用計画、森林管理計画、社会林業計画、民有地における開発ガイドライン等を策定する。

流域別管理の指針

マリキナ流域は、モンタルバン上中流域、タヤバサン流域、ボソボソ支流、ボソボソ本流域及びワワ流域に区分されるが、その開発上の指針は次の通りである。

モンタルバン上中流域は、原生林の保全を中心とした森林管理を行う。

タヤバサン流域は、水源涵養機能を高めるため、原生林の保全、残存天然林の改良、無立木地の造林による森林率の向上を図る。

ボソボソ支流は、パイナ川に沿って集落が展開していることに鑑み、土砂流出・洪水防止の観点から限定的な農耕地利用にとどめることとし、社会林業の導入を主体に森林の造成を進める。

ボソボソ本流域は、最も開発の進んだ地域であり、上流部は大面積の民有地である。開発による人為的な侵食が予想される。無立木地の造林による森林率の向上、本流に直接流入する野溪に対する対策を行う。また、社会林業の導入、現耕作地の生産性の向上に努める。

ワワ流域は、比較的にアクセスの容易な地域であることに鑑み、新たな入植者の流入の防止に努め、社会林業の導入を主体に森林の造成を進める。

土地利用計画

マリキナ流域は流域保全地域であることに鑑み、①現存森林の保全②荒廃林の森林復旧③草地の森林造成④焼畑移動耕作の定着農業化⑤現耕作地の現状固定⑥集落周辺における社会林業の実施を重点に以下の通り土地利用区分を行う。

用途区分	面積 (ha)	構成比 (%)	備考
森林	18,169	77	水田、畑地、果樹園
社会林業	5,395	23	
うち、耕作地	(1,394)	(6)	
集落	(51)	(-)	
草地、灌木地 他	(3,950)	(17)	
計	23,564	100	
民有地	4,846		
合計	28,410		

森林管理計画

森林として用途区分された地帯について、ほぼ同一の施業を行う区域を、一つの管理単位として区画を行い、以下の管理仕組みを設定する。

区 分	面 積 ha	主たる施業	
		更新方法	伐採方法
保護林	9,787		
森林生態系保全地域	(7,670)	天然更新	
森林生態系保全・改良地域	(1,092)	天然更新、林分改良、 植え込み	禁 伐
森林生態系防御地域	(1,025)	天然更新	
生産林	8,382		
択伐施業林地	(2,315)	人工植栽、樹下植栽	択 伐
第一皆伐施業林地	(2,591)	人工植栽	小面積区画皆伐 (2 ha以下)
第二皆伐施業林地	(3,476)	人工植栽	小面積区画皆伐 (1 ha以下)
計	18,169		

造林計画は、森林生態系保全・改良地域及び生産林を対象に、現在草地等である土地の造林を、概ね20年間で終了することを前提とし、かつ毎年の造林が中断することなく継続するものとして、年間200～300haを予定する。

収穫計画は、現存人工林及び新生人工林が伐期令（早生樹20年、中・長伐期樹40年）に達した以降、伐採面の分散と伐採後直ちに造林することを厳守しつつ、順次行う。

林道計画は、既設道路約22kmの改良を3年間で、また、歩道開設計画は、造林の進展に応じ、年間10～15kmを予定する。

森林火災防止のため、防火・保護樹帯を造林の進展に応じ、年間6～12haの造成を予定するほか、監視塔6基、必要な資機材の配備及び森林巡視員6名の配置を予定する。

社会林業計画

社会林業計画は、現集落周辺地域において、既存のISFプロジェクトに加え新たに3,965haを対象に実施する。既存のISFプロジェクトは、本計画の中に発展的に吸収・統合する。

土地の利用形態は、個別管理地（全体の33%）と共同管理地（67%）に分けて実施する。個別管理地においては、参加住民が一定の条件下でアグロフォレストリーを個別的に実施する。土地の利用にあたっては、水土保持の観点から、農耕作地は全体の35%程度に抑え、残りの65%には果樹木、薪炭木等の樹木園（Farm Forest）を造成する。また、隣接する土地との境界すべてに植林を行い、境界を巡る紛争を避ける。共同管理地においては、コミュニティ管理による村落共有林を造成し、周辺森林を保護するバッファゾーンとしての機能を持たせる。

地域住民の組織化にあたっては、伝統的なバヤニハン（共同作業システム）をベースに共同精神を醸成しながら、コミュニティへ移行させることとしている。

民有地における開発ガイドライン

流域管理は、国及び国に準ずる機関の管轄する区域と同様に、民有地においても適切な管理が遂行されて、全体としての効果が発揮される。

民有森林の管理に関しては、その所有者に対し国土を保全するという社会的責任に立った協力を要請する必要がある、この観点から、残存天然林の禁伐或いは択伐による保全・保護、造林地等の小面積伐採と直後の造林、草地等への積極的な造林等について適切な指導が望まれる。

また、農業開発は、水土保全を前提とする流域管理の観点から、農用地の開発は現状で固定し、単位あたりの収益増大等を含む行政的な指導が必要である。

第3部 フィージビリティ・スタディ

フィージビリティ・スタディの対象等

流域は国及び国に準じる機関の管理地と民有地からなるが、フィージビリティ・スタディ（以下F/Sという。）の対象は、国及び国に準じる機関の管理地に計画された森林管理計画と社会林業計画である。

F/Sは、森林管理計画における中・長伐期樹種新生林分の最初の収穫が発生するまでの40年間について、費用と便益の関係を明らかにする財務・経済分析を行うと共に実施にともなう環境影響評価を行った。

費用及び便益

期間内に投入される造林等の費用（国の資金及び住民の資金）とこれによって産出される林産物・農産物の価格すなわち便益の総額は以下のとおりである。

区 分	費用合計	便益合計	便益－費用
森林管理計画	580,583 千円	688,243 千円	107,660 千円
社会林業計画	903,271	4,651,805	3,748,534
計	1,483,854	5,340,048	3,856,194

財務・経済分析

計画を実施することにより得られる内部収益率（IRR）は、森林管理計画及び社会林業計画における国と住民の費用及び便益を一体とした場合で26.0%、両計画の国の費用及び便益のみの場合では、2.5%となった。

また、森林管理計画及び社会林業計画を一体とした費用、便益について、計算価格を用いて算出した経済内部収益率（BIRR）は、36.4%となった。

さらに、当流域は重要な水源保全流域であり、公益的或いは公共的な面での効果が期待されていることに鑑み、森林の持つ水源の涵養、土砂流出の防止の機能に関し、大胆な前提をおいた効果額の試算を行った。

これによる経済内部収益率は、84.9%となった。

環境影響評価

本計画は水源林を中心とする森林造成とその維持管理であって、基本的には、現在の環境を改善し、保全する環境改善計画である。環境を劣化する要因は少ない。

特に草地の森林化は、水土保全、環境改善に大きく寄与する。

しかし、伐採を前提とする森林は、伐採の面的連続性を避けるため、モザイク状の小面積伐採方式を採用しているとはいえ、その取扱を誤ると森林を荒廃させる危険性

を内蔵する。この点に十分留意した実行が望まれる。

社会林業計画の採用は、地域住民の生活環境の改善に寄与する。しかし、これが誘因となって、他地域からの人口の流入、さらなる土地の不法占拠の増大が懸念される。

本計画の進展に応じ、適切な土地管理の推進に留意する必要がある。

事業評価

本件計画は、基本的に環境改善であり、計画に沿った着実な実行によって流域内の自然的及び社会的環境の改善が期待される。したがって、本件計画は、収益率もさることながら、公益的あるいは公共的な面から早急に実施すべき事業としての妥当性を有するものと判断される。

第1部 流域管理基礎調査

I. 流域基礎調査

1. 自然環境等

(1) 位置及び面積

調査対象地域であるマリキナ水源保全流域 (Marikina Watershed Reserve) は、北緯14度50分から14度34分の間、南北に約29km、東経121度20分から121度12分の間、東西に約14kmの広がりをもつ流域である (図I-1)。

マリキナ水源保全流域は、マニラから北東へ約30kmでその外縁部に達し、リサル県、ロドリゲス町及びアンティポロ町にその大半が含まれ、サンマテオ町、タナイ町、バラス町の一部を含んでいる。

マリキナの名称は、保全流域から流れだすワワ川の平野部における名称マリキナ川からきており、マリキナ川の周辺流域全体を指しているわけではない。マリキナ川流域 (Marikina River Basin) の上流、即ちワワダム上流域が上記の保全流域である。本調査では上記の保全流域をマリキナ流域と称することとする。

同流域の区域面積は、概ね以下の変遷を辿っている。

- ① 1904年7月26日付総督令 (Executive Order) No. 33によって山頂部等を結び概括的に指定され、その面積は、凡そ100平方マイル=25,600haとされた。これが、今日、流域総面積約28,100haと称される数値であると推定される。
- ② 1915年2月19日付総督令No.14により約188haが追加され、
- ③ さらに同年2月24日付総督令No. 16によって、現在ウイルソンファームとして知られる区域(2,135ha)が除外され、指定面積は約24,820haとされた。
- ④ 1919年、首都圏水道局 (Metropolitan Water District of Manila-現在のMWS S) の設立により、約1,507ha(現在のリロケーションサイト) が移替された。
- ⑤ 1973年、大統領令 (Presidential Decree) No. 324により、現在、マイルストーンファーム等として知られる区域約1,729haが除外された。
- ⑥ 1986年、大統領令No.2480により、移住対象地として、4,424ha(③の1,507haを含む) がMWSSの管轄とされた。

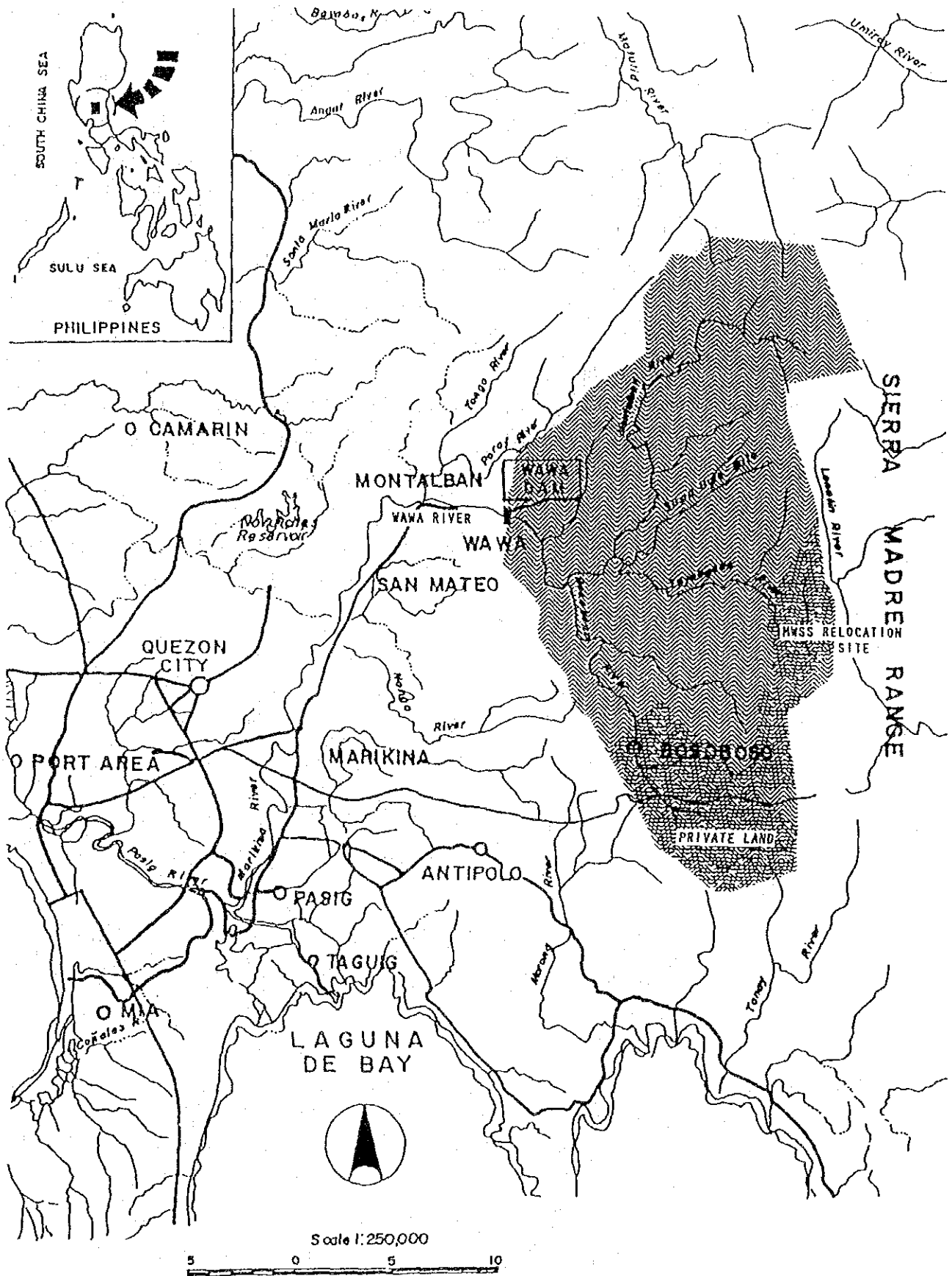
以上の③以降から推定すると、法制上の現在の指定流域面積は、約18,667haとなるが、林業統計書によれば、指定流域面積は18,966haとされている。

この差約300haの生じている原因は不明であるが、順次、大縮尺図面の作成等により精度が高まったこともその要因の一つと考えられる。

以上によって定められた流域界・民地界等は、縮尺1/50,000の原図に表示されている。

本調査においては、1/25,000縮尺の地形図を作成しているが、流域界については、上記の原図を参照しつつ、自然界(分水嶺)をもとに航空写真の判読によって区画し、民地界については、DENR担当官による1/25,000図上への原図各

図 I-1 マリキナ流域位置図



LEGEND :

- NATIONAL ROAD
- MAIN RIVERS
- MAIN CITIES & POPULATION CENTER

ポイントの指針を行った結果により区画している。

これによれば、マリキナ流域面積は28,410.0haである。

(2) 気候

気候は熱帯性で、高温多湿であり、季節的な多雨という特徴をもっている。

この地方は、南西、北東のモンスーンと太平洋貿易風という3つの優勢な気団によって影響を受けている。南シナ海から来る南西モンスーンは、6月から10月までの間、高温多湿な気候に影響を与える。北東モンスーンは11月から2月にかけて発達し、相当量の降雨をもたらす。北太平洋貿易風は残りの月に影響を与え、北東、南西モンスーンが弱まったときに優勢となる。この影響は気温の上昇である。南太平洋貿易風は、南西モンスーンと共に6月から7月にかけての気候に影響を与えている。

台風は、比国を西又は北西に横切り、調査地域やその周辺に豪雨と洪水を発生させる。台風は1年中発生するが、6月から12月までの間に多く、特に7月から8月に多い。比国を通過する台風は、年平均20であり、南中部ルソンではその16%が上陸している。

比国の気候帯区分は雨量パターンによって4つのタイプに分けられ(図I-2)、調査地域は、第一のタイプに属し、明確な乾季と雨季をもち、11月から4月までが乾季であり、残りが雨季である。

観測点サイエンス・ガーデン (Science Garden) の記録によると、8月の月雨量が最も多く、約500mm、次いで7月が480mm、9月が380mm、6月が340mmである。少ない月は2月で約10mmで、次いで1月、3月の20mmである。

5月から11月までの雨期の雨量は、年雨量の95%に達している。

また、同地点における年平均気温は27°Cで、最も低いのは1月の平均25.2°C、高いのは5月の29.2°Cである。マリキナ流域では、その標高からみて、この値は、さらに低くなると考えられる。相対湿度は、64.7%から84.5%で、平均77%である。

風は、北東風が10月の初めから吹き始め、1月に強くなり、3月頃から弱くなる。4月から5月の初めにかけて南西風に変わり、8月に強くなり、10月には次第に弱まってくる。

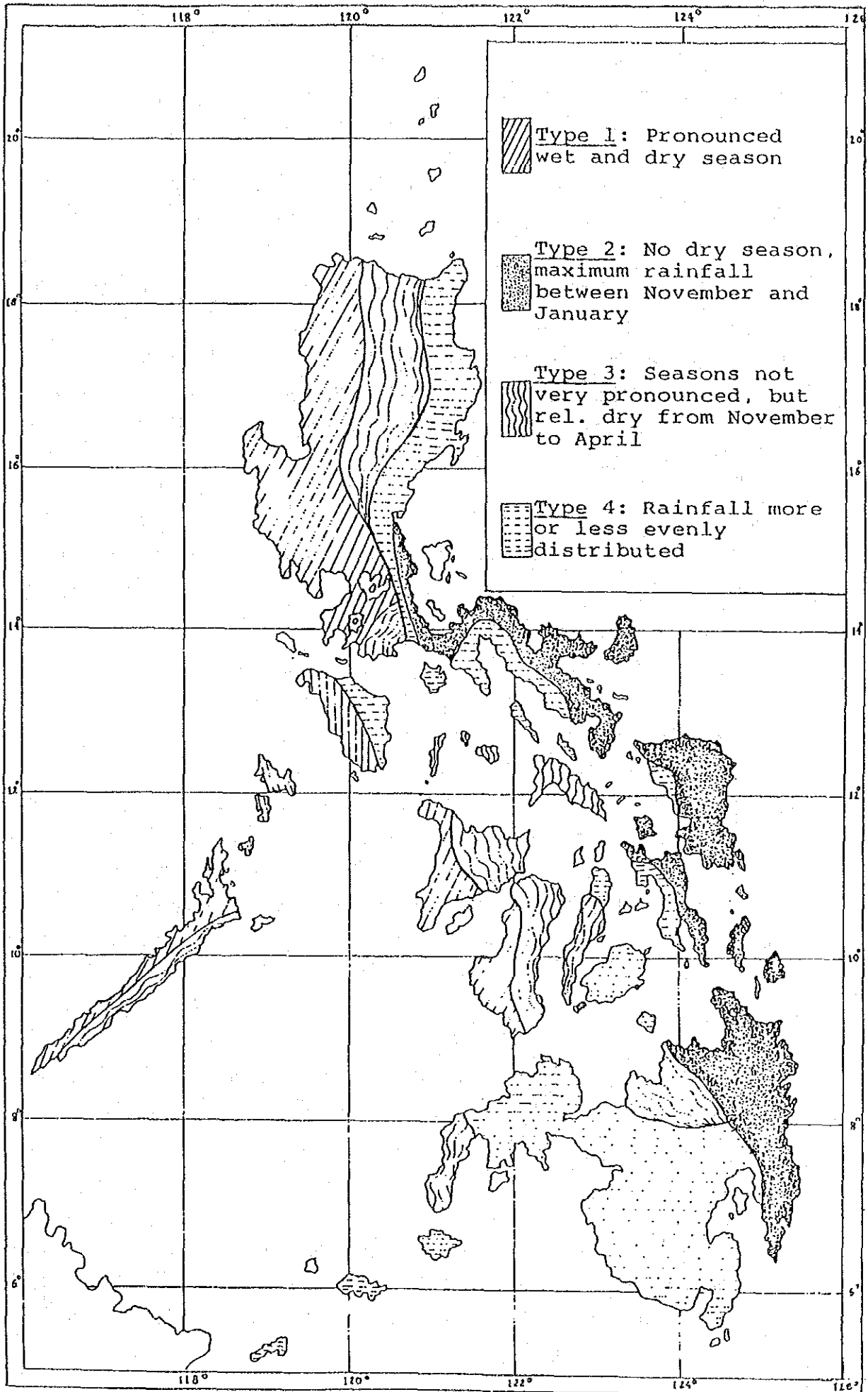
(3) 地形

マリキナ川の流域は、モンタルバン溪谷・ワワ溪谷を境として上流部と下流部に分かれている。本調査の対象となるマリキナ流域は、ワワ溪谷の上流地帯である。

このワワ溪谷を中心に、調査流域を北部と南部に区分すると、流域の北部は起伏の激しい山岳地帯で、南部はなだらかな起伏をもつ丘陵状の中高地である。

流域は南北に長い扇形をしており、北部の山岳地帯からはモンタルバン川がほぼ南に向い、南部では、ボソボソ川がほぼ北に向かって流れている。2つの

図I-2 フィリピンの気候区分



川は、ワワ溪谷の上流で合流してワワ川となり、ほぼ西に向かって流れ、ワワ溪谷を経て平野に入って、南下し、下流部でマリキナ川となる。

流域の最高地は、北東部のパラギョ(Palagyo)山で、標高 1,405m である。南部に入ると、丘陵のワワ溪谷近郊では、標高は 30-55m となる。流域の北部は、東側の最高地から次第に標高を低めながら、稜線は北に向い、標高 1,016m のキナウイサン(Kinauisua)山を経て、西へさらに標高を下げながら続いている。この稜線から溪谷へは急傾斜面があり、溪谷はV字谷を形成している。

流域の南部は氾濫原が発達し、河川は蛇行しながら北西に流下している。堆積層の中を流れる河川は、典型的な蛇行を示している。

北部の急流地帯での溪流の平均勾配は、36m/km であるのに対し、南部のボソボソ川では 8m/km となり明確な対比をなしている。この地形上の相違は、流域内の林地占拠の状況、農耕作の形態等に多大の影響を与えているものと考えられる。

(4) 地質

流域の地質は、中世代白亜紀から新生代第3紀中新世にまたがって分布している。基岩は、玄武岩、凝灰岩、角礫岩、集塊岩、凝灰質碎屑岩が主体となっている。浸透性の高い石灰岩は、ワワ溪谷の近くにあるモンタルバン石灰岩とボソボソにあるマスンギト・サン・アンドレス石灰岩である。

モンタルバン川上流の東部は中央フィリピン断層に接し、西側にはマリキナ断層がある。流域内にもいくつかの小断層が推定されている。

北部上流は、火山性の碎屑物と火山生産物に富んでいるが、ボソボソ川と下流地帯では、沖積層堆積土が発達している。沖積層の厚さは、ワワ・ダム上部のボーリング調査によると、40mの深さに達したところがある。

モンタルバン川とボソボソ川との合流地点では、各流域の地質の差が溪岸堆積物によって明瞭に認められる。モンタルバン川には、砂質堆積物が小型の砂浜のように続いているのに対し、ボソボソ川では、粘土質の赤土が主体となっている。

地質の相違は、地形に影響を与えているのは勿論であるが、地表の土壤に与える影響は大きい。玄武岩の発達した地区では、露岩が多く、土壤の発達は低い。凝灰質の地質のところでは、土層は厚いが、浸透能の低い粘土層が発達している。

(5) 土壤

ア. 土壤生成条件の概要

熱帯の自然環境は、極めて変化に富む。降水の量と年間の配分パターンの違いは、熱帯地域の気候区分の重要な指標になっているし、それはまた地域の植生の相違をもたらす。土壤の母材は、地球上最古の岩石から沖積堆積物

やごく最近の火山放出物の堆積物等種々雑多であり、地形も千差万別である。

土壌はこれらの気候、地形、植生、母材の要因の総合作用の所産であり、この観点から、流域を含む地域の自然環境について、簡単に整理するとつぎのとおりである。

○ 気候は、既に述べたとおり、明確な乾季と雨季をもち、11月から4月まで乾季、残余は雨季である。雨季特に6月から10月の間は、南西モンスーンの影響を受け、高温、多湿であり、年間降雨量約3,117mmの8割弱がこの期間に集中する。

このような気候は、基岩の風化、塩基の流亡、鉄の結晶化、有機物の分解等に強烈に作用している。

○ 調査流域の北部、モンタルバン川・サパブテブテ川の流域は、シェラマドレ山系の一画を占めるが、極めて若い地形であり、谷密度は高く、険岨であって、標高1,000mをこえる山岳が連なっている。一方、南部、ボソボソ川の流域は、起伏はあるが、それほど険しくはない。

○ シェラマドレ山系の地質は、白亜期Kinabuan層であり、基岩は玄武岩、凝灰岩、角礫岩、凝灰質碎屑岩、集塊岩からなる。また、ワワダムの近傍に浸透性の石灰岩が出現している。

○ 植生について見れば、原生状の天然林は、北部のモンタルバン川及びサパブテブテ川の最上流部、シェラマドレ山系の一部に存するのみで、そのほかに択伐状に伐採の入った天然林が散在して見られるものの、大半はコゴン等の草原及び灌木地で、ワワダム周辺及びボソボソ川上流域で同草原への早生樹種人工林がわずかに見られる。

イ. 土壌の分布

調査地域の土壌については、USDA分類方式による土壌図が1993年2月農業省土壌局から公刊されている。

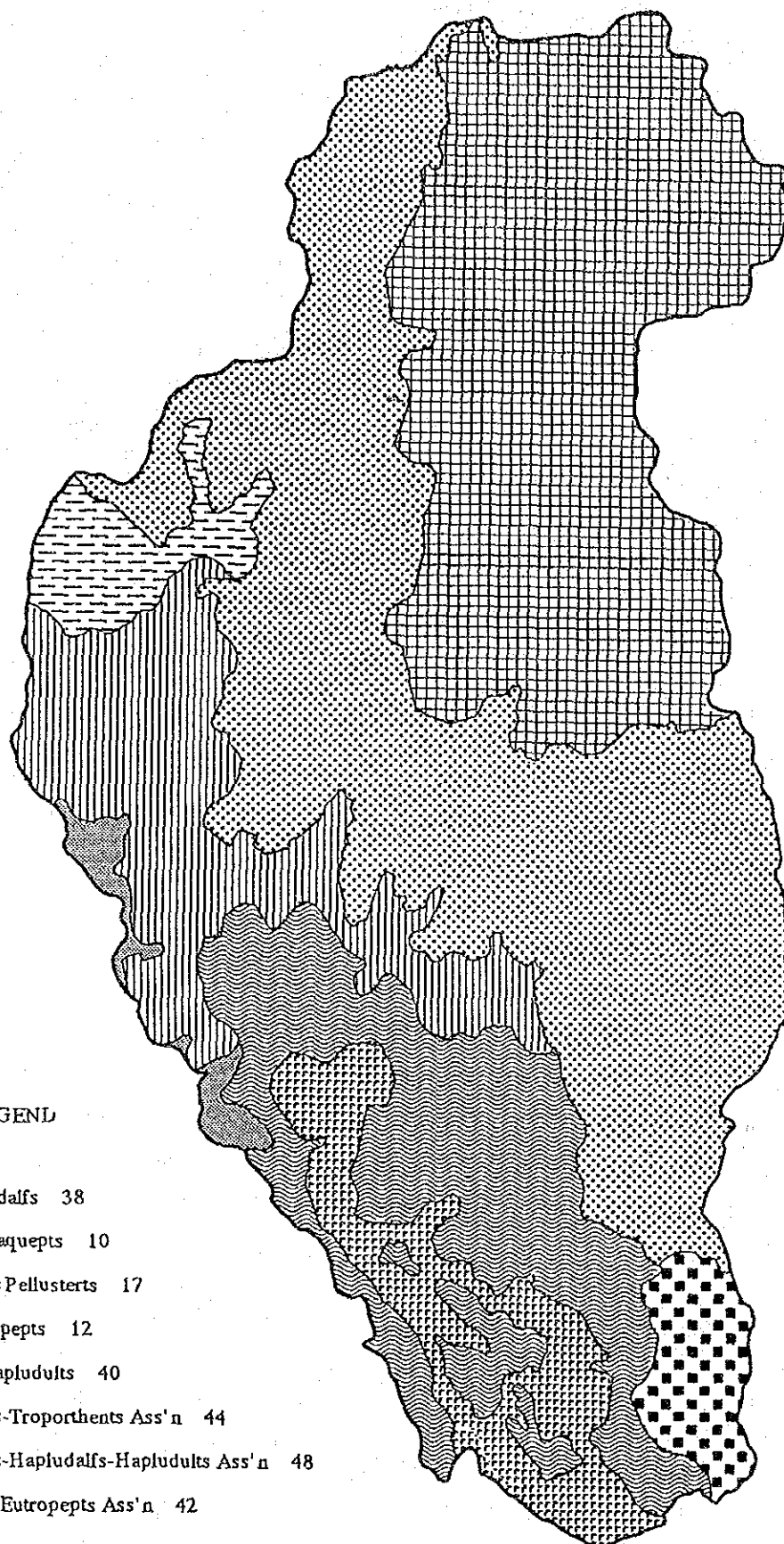
この土壌図によれば、調査流域に出現している土壌(図I-3)は、AlfisolのOxic hapludalfs, InceptisolのVertic Tropaquepts, Typic Butropepts, VertisolのUdorthentic Pellusterts, UltisolのOrthoxic Hapludults及び混在土壌であるHapludalfs-Butropepts Ass'n, Dystropepts-Tropepts Ass'n, Dystropepts-Hapludalfs-Hapludults Ass'nの8つである。

調査流域の急峻な山地部には、Dystropepts-Tropepts Ass'nとDystropepts-Hapludalfs-hapludults Ass'n, 平地部にVertic Tropaquepts, 丘陵地にはその他の土壌が分布しているが、各土壌の特性等を列記すると以下のとおりである。









① Oxic Hapludalfs (土壌図No.38)

土壌層位の分化は明瞭でない。有機物含量は小さく、表層は乾燥すると固くなるが、透水性は良好である。塩基飽和度はやや高く土地生産力はあ

图 I - 3 土壤分布概况图



LEGEND

-  Oxic Hapludalfs 38
-  Vertic Tropaquepts 10
-  Udorthentic Pellusterts 17
-  Typic Eutropepts 12
-  Orthoxic Hapludults 40
-  Dystropepts-Troporthents Ass'n 44
-  Dystropepts-Hapludalfs-Hapludults Ass'n 48
-  Hapludalfs-Eutropepts Ass'n 42

る。

土地の農業的利用が進み、激しい浸食の生じ易い土壤である。

主として、ボソボソ川上流、平地部の周辺の丘陵地に分布している。

② Vertic Tropaquepts (土壤図No.10)

熱帯性の湛水条件下或いは地下水位が変動はあっても極めて高い土地に現れる、灰色の土色をもつ良質粘土の含量が高い土壤である。

河川に近い沖積地や後背湿地に出現し、土地生産力は高く、水田土壤に適する。

ボソボソ川周辺の平地部に出現し、水田地帯である。

③ Udorthentic Pellusterts (土壤図No.17)

粘土含量が高く、乾季に下層土にひび割れる土壤である。粘土含量が高いため、土地生産力は低くはないが、雨季と乾季で粘土が膨潤収縮するの
で植物根系に対する影響は大きい。

流域の西部、ボソボソ川周辺の丘陵地に分布している。

④ Typic Eutropepts (土壤図No.12)

土壤生成が進んでいない若年性土壤で、褐色から赤色の色調をもち、粘土含量はそれほど高くはない。全層位で塩基含量は高い。

調査流域外のマリキナ川上流部に広く分布し、その一部が調査流域内のワウダム
の北部丘陵地に出現している。

⑤ Orthoxic Hapludults (土壤図No.40)

土壤層位の分化は明瞭ではないが、黄褐色から赤色の粘土集積層を持つ、
塩基含量の少ない土壤である。土地生産力は低い。

流域西部の丘陵地帯に分布している。

⑥ Dystropepts-Troorthents Ass'n (土壤図No.44)

土壤生成の進んでいない未熟土壤であるOxic DystropeptsとTroorthents
が入り組んで分布する地域で、土層は浅く、植壤土であるが礫を多量に含
むことがあり、表層は侵食や耕作による剝離を受けやすい土壤である。流
域の北部から北東部の急峻な山岳地に分布している。

⑦ Dystropepts-Hapludalfs-Hapludults Ass'n (土壤図No.48)

酸性岩母材の残丘侵食地形の地域に Oxic Dystropepts, Oxic Hapludalfs,
Orthoxic Hapludults とが入り組んで分布し、上部の緩傾斜地では土地生
産力のある Oxic Hapludalfs が出現するが、中腹急斜面、斜面下部で
は生産力は低い。

モンタルバン流域上流部及びタヤバサン川上流部の丘陵山地に分布して
いる。

⑧ Hapludalfs-Eutropepts Ass'n (土壤図No.42)

①と④が入り組んで分布する地域で、流域の最南東部の丘陵山地部に出現する。

ウ. 土壌断面調査

調査地域の土壌の状況を把握し、今後の造林に資するために、地形、植生、土地利用現況等を勘案して、試孔点を選定し、断面調査を行なった。調査、記載は日本の土壌調査手法に準拠したほか、山中式硬度計により緊密度を、また簡易pHメーターによりpHを測定した。

今回の野外調査では11断面について行なったが、試孔点の位置は路網事情等により対象地域内に均等に分散できず、主として人工林及びコゴン草原地に偏らざるを得なかった。

調査地点は、ボソボソ・サンホセ地区の *Leucaena leucocephala*, *Gmelina arborea*, *Acacia auricaliformis* の混肴林で3か所、*Leucaena leucocephala* 林で1か所、パイクラン地区の *Pterocarpus indicus*, *Acacia mangium*, *Swietenia macrophylla* 等の混肴林で1か所、モンタルバン・カイロパ地区の *Pterocarpus indicus* 林で2か所、タナイ・スサンダラガ山近傍の天然林で1か所、サンマテオ・ビントンボカウエ地区の原野で2か所、ボソボソ・サンインドロ地区の原野で1か所である。

調査位置は、「図I-4 土壌調査位置図」に、断面の測定結果は、「表I-1 土壌調査結果一覧表」に示すとおりであるが、概括して述べれば以下の通りである。

土壌の厚さは、約100cm掘り下げてもC層には達せず、全般に極めて深い。A層は、殆ど見られず、A層とB層の層界は不鮮明で明確には区分しがたいが、A層は、概ね10~20cmである。ただ、尾根部の *Leucaena leucocephala* 林は、約40cmでC層となり凝灰岩が現れ、造林木の成育は不良である。

土性は、殆どが粘り気のある粘土に砂を少し感じる埴質壤土である。

土壌構造については、かべ状と観察されたが、調査時期が雨季の終期であり、水分環境の異なる乾季には異なった構造、堅果状の構造も見られるものと推定される。

土壌の緊密度について見ると、造林地では、A層で8~25、B層で15~26、天然林では、両層は概ね14~22の範囲内、原野部では、A層で10~19、B層で17~27である。造林地、原野のA層断面の一部に8~10の軟が現れるが、全般に堅である。原野部のA層が比較的到低いのは、現状は草原であるが、過去に耕作が行なわれたことによるのではないかと推定される。

一般に植物の生育には、土壌の硬度は25.0以下であることが望ましく、この面から見ると大部分は造林適地である。

酸度について見ると、造林地では、A層で4.8~5.6、B層で5.2~5.5、天然林では、5.4、原野部では、5.0~5.2である。いずれも弱酸性土壌で一般的には造林適地である。

土色は造林地では、A層で7.5YR3/4~4/4、B層で4/4~5/8、天然林では、A層で4/4、B層で4/4~5/6、原野部では、A層で3/2~3/4、B層以下で4/6

图 I - 4 土壤調查位置图

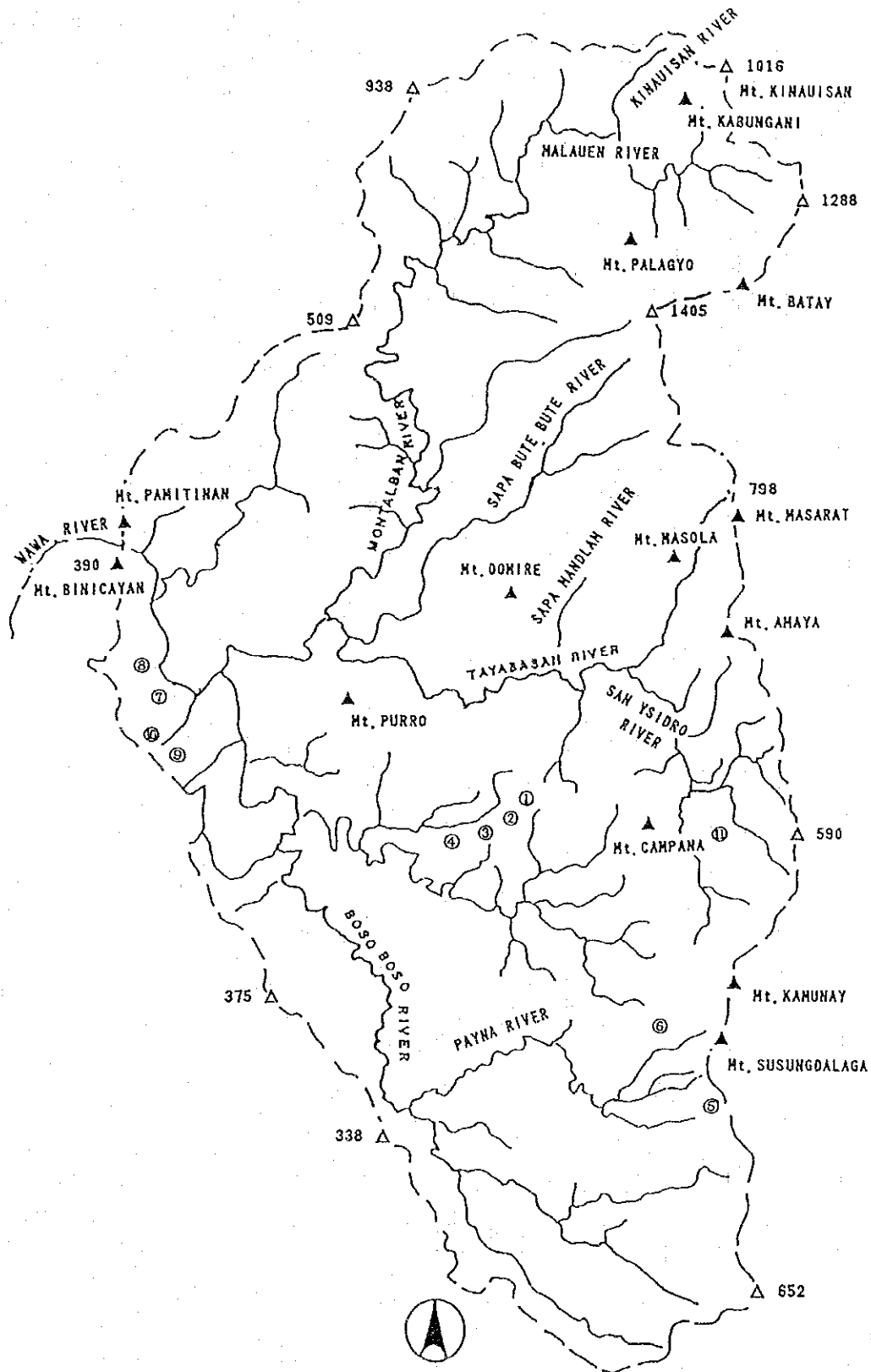


表 I - 1 土壤調查結果一覽表

No	Place	Altitude (m)	Vegetation	A horizon			B horizon			Remarks
				Thickness (cm)	Hardness by yamanaka	Acidity (PH)	Thickness (cm)	Hardness by yamanaka	Acidity (PH)	
1	Antipolo		A. auricaliformis							
	San Josep	500	G. arborea, etc	10~15	21/14~25	5.5		22/20~24	5.0~5.4	hillside
2	--ditto--	450	--ditto--	2~3	14/10~15	5.4		16/15~20	5.4	hillside
3	--ditto--	400	--ditto--	10~20	16/8~19	5.6		19/18~22	5.4	below the road
4	--ditto--									hillside
5	Tanay	350	L. leucocephala	10	20/17~21	5.4	30	22/18~23	5.2	near the ridge
	Balanguan	750	Redidual							
			Dipterocarp	10	21/14~21	5.4		22/16~22	5.4	hillside
6	Antipolo									
	Paykulan	400	G. arborea, etc	10~15	22/19~22	5.4		21/19~25	5.2	near the ridge
7	Montalban		Pterocarpus							
	Kaylopa	60	indicus	10	18/15~19	4.8		24/19~26	6.2	hillside
8	--ditto--	100	--ditto--	10	18/16~20	4.8		19/17~22	5.2	near alluvium
9	San Mateo									
	Pinglong	390	Grass land	15	10	5.2		24/17~25	5.2	hillside
	Daccaue									near the ridge

～5/8である。一見すると、土色は赤褐色が強いが、実際には褐色から暗褐色である。

(6) 森林・植生

ア. マリキナ流域の森林

流域の北東部、高海拔の山岳地帯にはフタバガキ科天然林が分布している。

この地帯は、全般に急峻で、斜面の傾斜は30度前後の所が多く、また斜面はさらに小沢によって刻まれ、山足の短い複雑な地形となっており、道路は全くない。このような立地条件が、他の部分に比較して伐採や焼き畑等の広がりを防いできたものと推定されるが、一部の山頂の緩斜部には焼き畑が現われ、また、不法伐採がかなりの程度で行われていると言われており、次第に蚕食されているのが現状である。

地域の中央部から南部にかけては、丘陵状の中高地であり、比較的地形が緩やかで、かつ、アクセスが容易であったこと等から、流域が水源保全流域として指定される以前から森林の伐採・開発、林地の占拠が進み、一部が永続的な水田、耕作地に、その他は焼き畑、放牧地、矮林等を含む草地と化している。

ボソボソ川上流、流域の東南部にはフタバガキ科残存天然林が分布しているが、この付近の残存天然林の多くは、樹種、蓄積ともに極めて少なく、今回の標準地調査の結果(表I-2)によれば、ha当りの蓄積は66m³でその中のフタバガキ科の占める割合は40%未満と、劣化の程度が著しい。1981年撮影の航空写真による森林植生図によれば、その時点で既に伐採が入っており、その後の10年の間に、伐採が繰り返された結果によると推定される。

林地内には新しい切り株や簡易な炭焼き窯の跡も散見され、非合法的な伐採が続いてきていることを裏付けている。

比国の森林は、その構成樹種によって、フタバガキ科林、マツ林、マングローブ林、海岸林、山岳林(蘚苔林)、モラベ林の6つの森林タイプに分類されている。この流域の原植生は、山岳林及びフタバガキ科林のような熱帯多雨林である。

流域を森林等の分布状況から、便宜的に三つの中流域に区分すると、ひとつは、シェラマドレ山系の西斜面、流域の北東部分、パラギョ(Palagyo)山、カヤドラス(Cayadles)山等の高海拔区域を含むモンタルバン川・サパプテプテ川流域であり、ひとつは流域の東部(中部)、タヤバサン川流域、ひとつは、南東部に広がるボソボソ川流域とすることができる。

現在、森林(天然林)の殆どは、モンタルバン川・サパプテプテ川流域に賦存し、いわゆる原生林と目される森林は、標高700m～1,400mの峻険な山岳地帯に存し、1,000m以上の山頂部付近には蘚苔林がみられ、その周辺にフタバガキ科林が分布する構図となっている。

タヤバサン川流域では、標高500m～600mのマソラ(Masola)山、アマヤ(Amaya)

山の周辺に、ボソボソ川流域では、その東部、標高860mのスサンダラガ (Susungdalaga)山及びカムナイ (Kamunay)山の周辺に残存天然林が分布している。また、このような残存天然林は、流域の中部及び北部の、地形急峻な溪谷斜面にも点状にみられる。

人工林は、ボソボソ川流域およびボソボソ川下流部 (ワワダム周辺) にかなりの面積がみられるが、残存率は低く、改植、保育を必要とする林分が極めて多い。

残余は、ボソボソ川流域の私有地、水田等の耕作地及び大規模な養豚地を除き、焼畑を含む草原、灌木林である。

山岳上部に分布する蘇苔林を構成する樹木は、Podocarpus 属、Quercus 属、Dacrydium 属、Eugenia 属で、一般に矮生であり、着生植物 (蘇苔類) 及び小型シダ類に厚く被覆され、気根の発達が見られる。

フタバガキ科林に共通して出現している樹種は約50種で、優勢樹種は Tanguile (*Shorea polysperma*)、Mayapis (*S. squamata*)、Red lauan (*S. negrosensis*)、Bagtikan (*Parashorea plicata*)、White lauan (*Pentacme contorta*) である。

草原は、草丈15~45cmの Cogon (*Imperata cylindrica*)、60cm~1.2mの Tigergrass、1.5m~2.5mの Elephant grass (*Pennisetum purpureum*) 等の多年性草本類で覆われているほか、随所に Indian bamboo (*Bambusa arundinacea*) 等の竹類が見られる (資料 I-1)。

造林地の植栽樹種は、*Leucaena leucocephala*、*Gmelina arborea*、*Acacia auriculiformis*、*Pterocarpus indicus*、*Acacia mangium*、*Swietenia macrophylla*、*Pinus kesiya* 等である。

イ. 森林調査

(ア) 調査地の選定等

森林の現況は、基本的には航空写真の解析によって把握し、より高い確度の情報とするために、地上調査を実施し、航空写真との照合を行った。

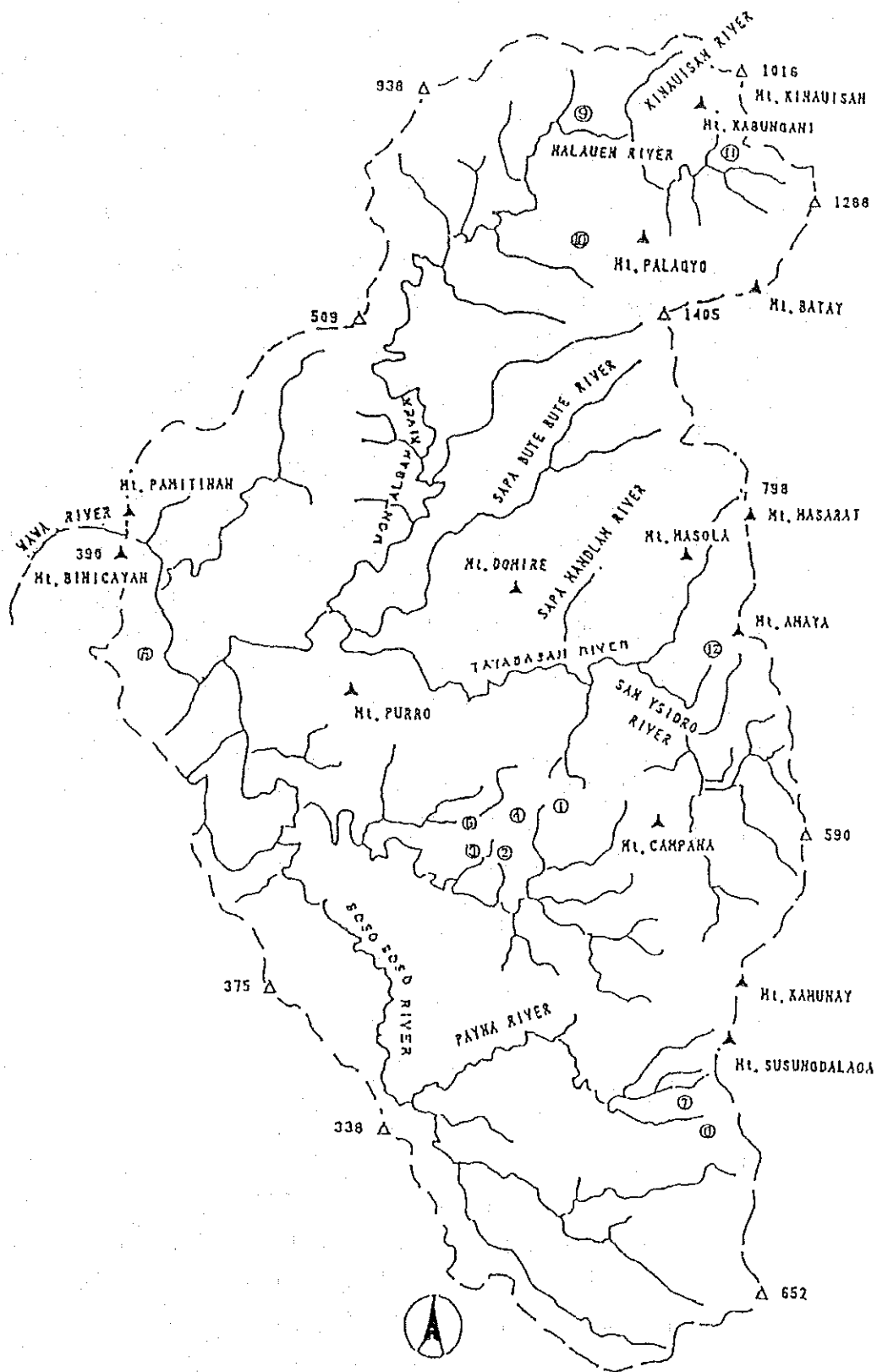
地上調査の対象地は、写真上、位置等を明確に指針できるフタバガキ科天然林、フタバガキ科残存天然林、人工林を選定することとしたが、天然林は奥地にあり、アクセスが困難を極めたこと等から流域北東部の山岳地域で3カ所、流域の中部タヤバサン川上流部で1カ所、流域東南部のスサンダラガ山近傍で1カ所の計5カ所の設定に止まった。

人工林については、植栽された地域、主要な樹種が網羅できるよう7カ所で設定した (図 I-5)。

調査プロットの大きさは、天然林1ha、人工林0.06haを予定したが、林分の配置状況、地形等から実態に応じて変更しており、結果として人工林は大きく、天然林は小さくなっている。

主要な測定項目は、地形、林況、樹冠疎密度、樹種、樹高、胸高直径等

图 I - 5 森林調查位置图



である。天然林の立木は、胸高直径15cm以上の全樹種につき全高と枝下高を測定し、人工林の立木は、胸高直径8cm以上の全立木につき全高を測定した。

なお、調査地の位置等は、ポケットGPSエンジンにより経度・緯度及び標高を確定し、傾斜度はクリノメーター、アルティレベルにより測定した。立木については、樹高をブルーメライス、ワイゼ式測高器により、胸高直径を直径巻尺、輪尺により測定した。

(イ) 調査の結果

測定された立木は、通常、樹高、胸高直径の2変数方程式若しくはそれを表化した材積表により材積を算定する。

比国では、一般用材として利用できる天然木については、主要な地域ごとに、フタバガキ科樹種、非フタバガキ科樹種に分けられた汎用の幹材積(利用材積)式があり、これにより算出した調査プロットのha当りの平均材積は197.5m³であった(表I-2)。

造林木は、研究レポートとしての幹材積式は報告されているが、植栽樹種が主として外国産の早生樹種であり、造林の歴史も浅いため、一般化されたものではなく、特定の地域における測定結果である。また、樹高は、いわゆる merchantable height であり、一定の径級の丸太が採材できることを前提としている。従って、立地条件が異なり、かつ若齢である調査地の造林木に、上記の幹材積式をそのまま使用することは適当ではない。

このため、調査木の材積算出は、基礎データの少ない時に略測的に用いられ、かつ比較的に良好な精度が期待できる胸高形数法による幹材積式を用いることとした。すなわち、

$$V=f \cdot g \cdot h$$

v : 幹材積

f : 胸高形数

g : 胸高断面積

h : 樹高(梢頭)

胸高形数fについては、熱帯各地域における早生樹の成長の傾向を勘案し、調査地における各樹種の樹形を考慮して次のように設定し、材積の算出を行った。

樹種	胸高形数	幹形
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.45	梢殺
<i>Acacia auriculiformis</i>	0.50	中庸
<i>Acacia mangium</i>	0.50	〃
<i>Gmelina arborea</i>	0.50	〃
<i>Pterocarpus indicus</i>	0.50	〃
<i>Swietenia macrophylla</i>	0.55	〃

表 I - 2 森林調查結果一覽表

PLOT No.	測定月日	位 緯 經	標 高	斜面方位	傾 斜	地 形	面 積	樹 種	林 令	植 栽 間 隔	本 數 / PLOT	本 數 /	殘 存 率	V/ha	MAI	摘 要
1	92-10-12	14°40.636' 121°17.478'	500m	北東	34°	斜面上	0.1650ha	1 4	7	4m×4m 4m×4m	24 28	144 168 312	49.9	24.10	3.44	造林地
2	10-13	14°40.001' 121°17.478'	410m	北東	36°	斜面上	0.1296	1 3	7	4m×4m 1m×4m	17 43	131 331 462	29.6	26.93	3.85	造林地
3	10-13	14°39.582' 121°16.528'	290m	南西	16°	斜面上	0.2210	2 3	7	4m×4m 1m×4m	42 132	190 597 787	50.4	65.43	9.35	造林地
4	10-13	14°40.137' 121°17.093'	450m	東	26°	尾根筋	0.090	4 3	7	4m×4m 1m×4m	16 83	177 922 1099	70.4	60.67	8.67	造林地
5	10-13	14°39.689' 121°16.666'	290m	西	22°	斜面上	0.1112	3 2	7	1m×4m 4m×4m	26 30	233 269 502	32.2	83.45	11.92	造林地
6	10-15	14°37.780' 121°18.383'	650m	西	15°	斜面上	0.2415	7	-	-	8 24	33 99 132	-	65.67	-	天然林
7	10-15	14°37.299' 121°17.850'	350m	東&西	10°	尾根筋	0.4530	5 2 6 3	1 4	4m×4m 4m×4m 4m×4m 1m×4m	34 45 51 65	75 99 112 143 429	39.3	126.76	9.05	造林地

- 樹種NO
- 1 Acacia auriculiformis
 - 2 Acacia mangium
 - 3 Leucaena leucocephala
 - 5 Swietenia macrophylla
 - 6 Pterocarpus indicus
 - 7 Dipterocarp

PLOT No.	測定月日	位 置 緯 度 北 東	標 高	斜面方位	傾 斜	地 形	面 積	樹 種	林 令	植 栽 間 隔	本 數 / P L O T	V/ P L O T	本 數 / H a	V/ H a	HAI	摘 要
8	92-10-20	-	60m	北西	18°	斜面上	0.1140ha	6	16	-	90	9.16	789	80.35	5.02	造林地
9	93-3-3	14°49.133' 121°16.567'	600m	南	20°	尾根筋	0.36	7	-	-	51	51.12	142	295	-	天然林
10	93-3-5	14°47.567' 121°16.567'	780m	南西	22°	斜面上	0.36	7	-	-	69	126.0	192	350	-	天然林
11	93-3-4	14°48.833' 121°18.433'	850m	南東	11°	尾根筋	0.36	7	-	-	66	51.48	183	143	-	天然林
12	93-2-25	14°42.717' 121°18.433'	500m	南西	9°	斜面上 沢筋	0.36	7	-	-	42	48.24	117	134	-	天然林

- 樹種NO ...
- | | |
|---|------------------------------|
| 1 | <i>Acacia auriculiformis</i> |
| 2 | <i>Acacia mangium</i> |
| 3 | <i>Leucaena leucocephala</i> |
| 4 | <i>Gmelina arborea</i> |
| 5 | <i>Swietenia macrophylla</i> |
| 6 | <i>Pterocarpus indicus</i> |
| 7 | Dipterocarp |
| 8 | non Dipterocarp |

人工林は、防火帯として植えられた尾根部の *Leucaena leucocephala* を除き、その殆どが2樹種以上による一列ごとの混植である。

プロット毎の調査結果は、表 I - 2 に示すとおりである。

それぞれの樹種ごとの成長を、林齢7年のMAI (Mean Annual Increment) で比較してみると、*Acacia mangium* と *L. leucocephala* の2樹種組合せが MAI 10 m³前後で最も良く、傾斜35度前後の急斜地に *A. auriculiformis* と他の樹種と混淆した場合は MAI は3.5m³前後と極めて低い値を示している。

植栽樹種6種について林齢7年時点での肥大成長、上長成長を比較すると、造林木の平均胸高直径、平均樹高ともに *A. mangium* が最も良く、次いで *S. macrophylla*、*P. indicus* の順に良い値を示している。これとは逆に、低い値を示すのは、*L. leucocephala*、*G. arborea*、*A. auriculiformis* の順である (表 I - 3)。

表 I - 3. 造林地の平均胸高直径及び平均樹高 (樹種毎、プロット毎)

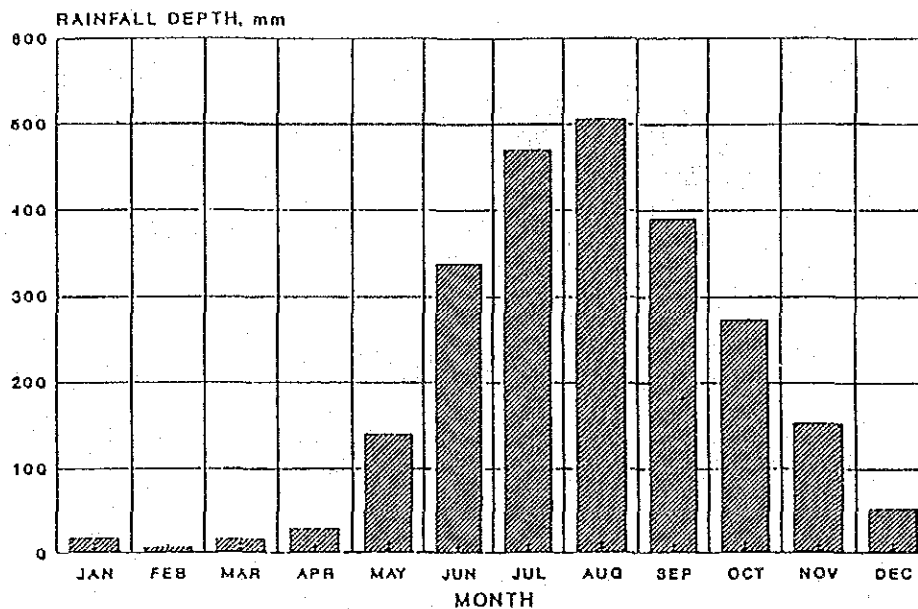
PLOT.No.	1 2 3 4 5 6 7						
	AGE						
SPECIES							
<i>A. auriculiformis</i>	AVG. DBH	14.4	11.1				
	AVG. H	10.3	11.1				
<i>A. mangium</i>	AVG. DBH			15.4		22.1	24.0
	AVG. H			14.5		11.9	18.3
<i>L. leucocephala</i>	AVG. DBH		11.2	11.0	11.5	12.0	10.6
	AVG. H		10.1	12.0	8.3	8.7	10.2
<i>G. arborea</i>	AVG. DBH	11.7			16.2		
	AVG. H	7.9			7.8		
<i>S. macrophylla</i>	AVG. DBH					19.6	
	AVG. H					14.1	
<i>P. indicus</i>	AVG. DBH					23.3	13.7
	AVG. H					13.4	11.0

(7) 水文

ア. 降雨量

ケソン市にあるサイエンス・ガーデンでの30年間の観測記録を基にして、月別降雨量を表したのが図I-6である。

図I-6 月別降雨量



Period of Record: 1981-1990

サイエンス・ガーデンを含むこの地方の5観測地点の記録をもとに、テーゼン法(図I-7)によって求められたワワ・ダムにおける1911年から1991年までの81年間における降雨量は資料I-3に示すとおりである。

年平均降雨量は、3,117mmであるが、4,000mm以上を記録した年は、1919年 4,294mm、1923年 4,398mm、1931年 4,095mm、1934年 4,261mm、1937年 5,190mm、1974年 4,130mm、1986年 4,145mmの7回である。

月降雨量が1,000mmを超えた月は、この81年間で、6月が1回(1985年、1,042mm)、7月が6回(最大雨量は、1972年の1,670mm)、8月が6回(最大雨量は、1919年の2,181mm)、10月が1回(1978年、1,104mm)である。台風の影響は6月から10月にかけてみられるが、特に豪雨は7月と8月に集中している。

最大日雨量は、調査流域に近いワワ溪谷より1km下流のTabakにおける観測であるが、表I-4に示すとおりである。

図 I-7 ティーセン法

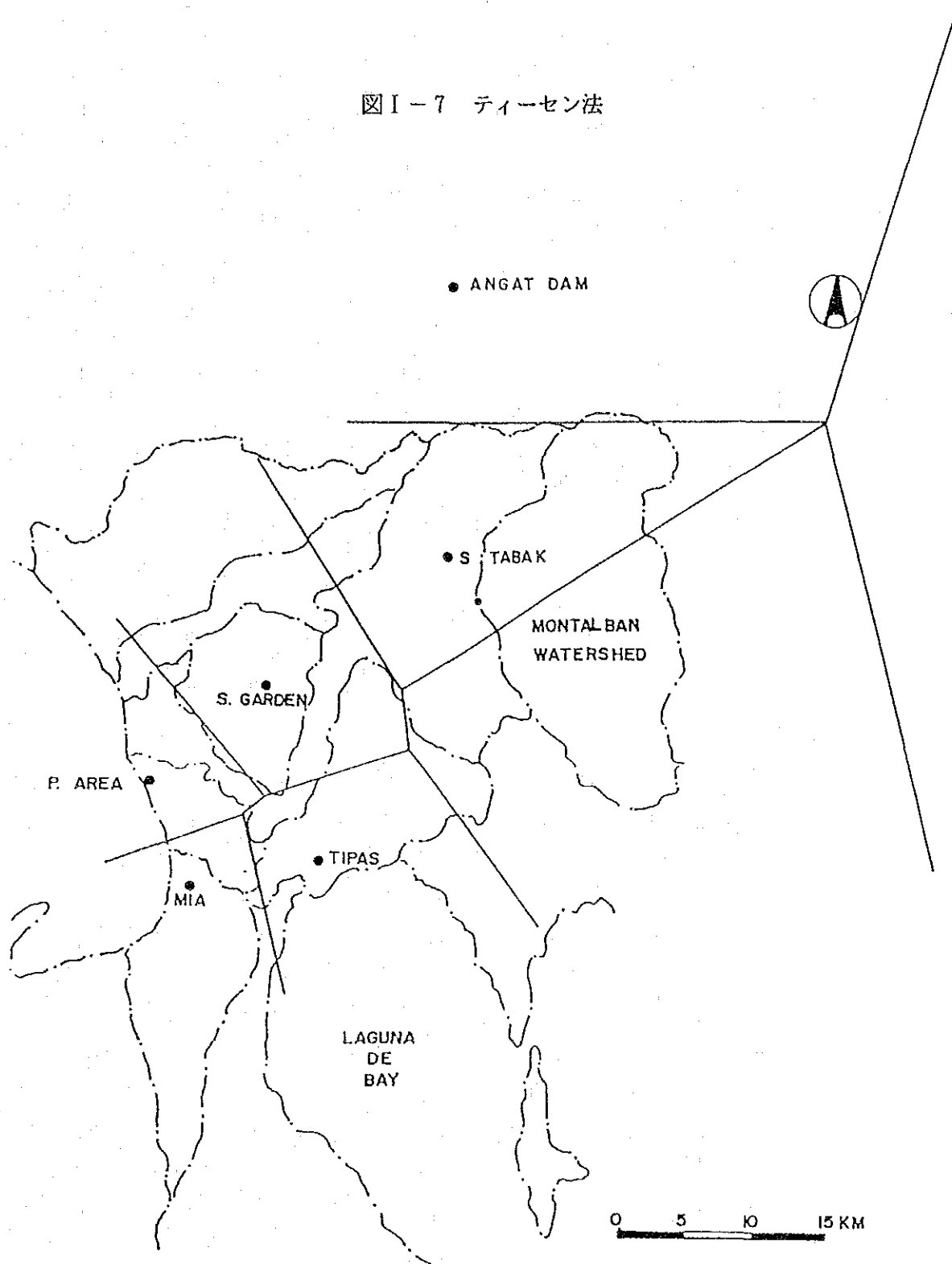


表 I - 4 最大日雨量

Station:Montalban Source :Marikina River Multi-Purpose Project 1978				Station:Montalban Source :PAGASA	
YEAR	1-DAY	YEAR	1-DAY	YEAR	1-DAY
1918	353.1	1930	198.4	1978	394.0
1919	261.6	1931	253.2	1979	162.0
1920	160.5	1932	194.0	1980	169.0
1921	290.6	1933	97.5	1981	116.5
1922	170.1	1934	314.2	1982	158.2
1923	303.8	1935	187.4	1983	152.2
1924	194.1	1936	164.4	1984	107.1
1925	199.6	1937	243.6	1985	287.1
1926	195.3	1938	193.0	1986	211.3
1927	285.6	1939	94.8	1987	82.4
1928	96.7	1940	219.9	1988	207.3
				1989	174.2
				1990	234.1

イ. 水系

マリキナ流域の水系は図 I - 8 に示すとおりである。モンタルバン川とボソボソ川の対照的な水系が認められる。モンタルバン川は、流域の北東側にある標高 1,405m のパラギョ (Plagyo) 山を中心に、北側が 1,000m 級の山を水源としている。山麓から流下する溪流は、あまり蛇行していないが、モンタルバン川の中流では蛇行している。ほとんど蛇行を示さない溪流は、サパブテブテ川とタヤバサン川である。流域最高峰から流下するサパブテブテ川は、特に直線傾向が著しい。モンタルバン下流の石礫や砂の堆積は、この溪流から生産されるものが多いと考えられる。タヤバサン川の源頭部は約 700m 級の山であるが、顕著な蛇行はない。

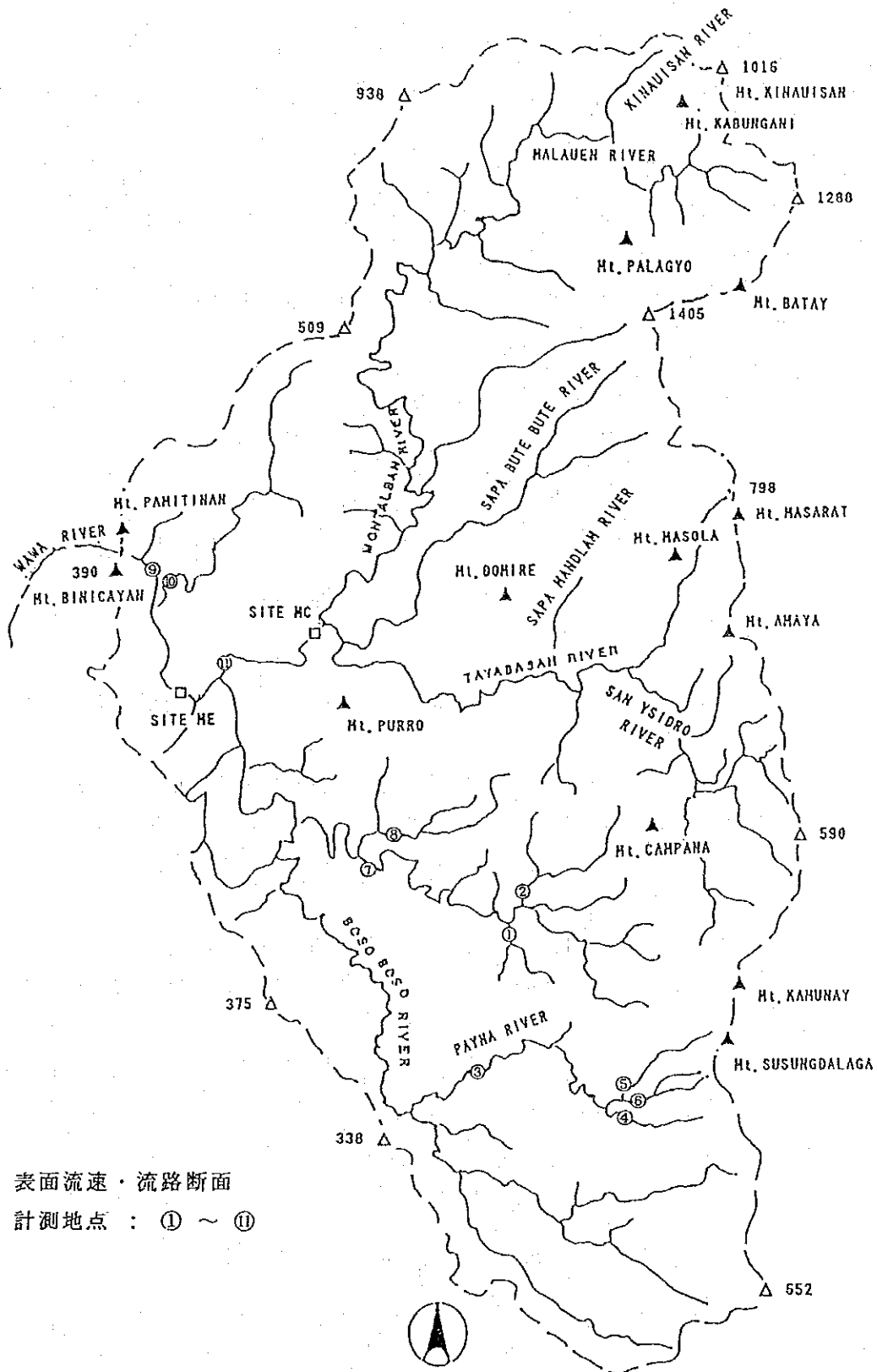
この地域の地質図はないので確かなことは言えないが、沖積層は少ない地域と考えられる。ボソボソ川は、細い蛇行をして流下する川である。沖積層地帯に水田が発達し、その中を流下する流れは典型的な蛇行形態を示している。

モンタルバン川とボソボソ川は、その水色で明らかな相違を見せている。

モンタルバン川は殆ど浮遊土砂を含まず、透明なのに対し、ボソボソ川は常時茶色に濁っている。ボソボソ川に沿った水田や上流の開発地 (養豚) による影響が大きいものと思われる。

モンタルバン川とボソボソ川は、ワワ・ダム上流約 5 km で合流し、ワワ溪谷を経て、下流の平野河川となっている。

図 I - 8 マリキナ流域水系及び流量測定位置図



表面流速・流路断面
計測地点：①～⑪

ウ. 流量

MWSSがIBERINSA (Iberica de Estudios Ingenieria, S.A.) の協力のもとに実施したマニラ北東部における水供給に関する報告によれば、流量に関して、現地での水位測定からの流量、流量計算式によるものなど、種々の計測を行なっている。

IBERINSAの解析は、ワワ・ダム観測値と図I-8に示すSite MB (イニガン) とSite MC (ワワ・ダム上流1.5km) の観測値をもとにしている。ワワ・ダムの観測は1912~1929年、1956~1979年、1986~1991年がある。1912~1929年の観測値はやや正確であるが、低水位に問題があり、1956年からのものは、堆砂などの関係から、誤差が多いとされている。

ワワ・ダムにおける流量は、水位より計算式を用いて、次のように日流量から月流量を算出している。

10月	1991年	14.2m ³ /s
11月	"	9.7m ³ /s
12月	"	4.7m ³ /s
1月	1992年	2.0m ³ /s
2月	"	2.1m ³ /s
3月	"	0.8m ³ /s
4月	"	0.5m ³ /s

乾季の測定は、水位の低下により困難であったため、流量の減衰曲線をもとにして算出されている。

ワワ・ダムの観測値を修正して、月流量が最終的にまとめられている、(資料I-5)が、ワワ・ダムにおける流量は、1912~1991年では、年平均18.2m³/sで、最低値は8.5m³/sとなっている。流量の80%は14m³/sで、平均は17m³/sである。

月別にみると、3月から5月が0.45~0.30m³/s、7月から9月が100m³/sとなっている。月平均は7m³/sで、20%の期間は流量1m³/s以下となっている。

本件の調査においては、表面流速と流路断面を図I-8に示す地点で計測した(1992年10月)。この計測により得られた流量は、表I-5に示すとおりである。

表 I - 5 現地調査による流量

測定地点	流域面積 (h a)	流量 (m ³ /s)
1	270	1.5
2	590	0.9
3	1,500	0.7
4	250	0.2
5	200	0.3
6	130	0.1
7	2,850	1.1
8	530	0.3
9	29,800	18.0
10	1900	1.6
11	13,700	12.0

ワワ・ダムの観測値と比較して、No. 9 測定地点の値は、10月の値としては妥当なものである。他の地点での値は比較することができないが、雨がないうときは、流量は著しく小さくなるものと判断される。これは調査期間中にボソボソ川の上流に局所的に降った雨による増水と短時間での減水の経過によって推察することができる。IBERINSAの報告でも流出率が90%ということが言われているが、このような大流域では高い流出率であり、流域の保水機能の低さを示すものである。

エ. 浸透能

本件調査では、浸透能は採土円筒を用いてブルガー方式で簡単な測定を行った。

粘土質の土壌は、ほとんどが10mm/h以下という不透水性の値を示している。しかし、造林地の一部では100mm/h以上の浸透能を示すところがあるが、浸透試験の円筒より20cm離れたところで断面を作り観察すると、浸透水のほとんどは、細根に沿って浸出している。

また、測定地点が少ないので確かなことは言えないが、造林地と草地を比較すると、造林地は、浸透性の良い表土がある広がりの中に均等に分布していることが推察された。

2. 社会・経済環境

(1) 地域内の行政組織等

比国の地方行政は、Region、県 (Province)、市 (City) または町 (Municipality) の構成をとる。地方自治の単位は県以下であり、市/町の下に地方自治の最下位単位としてのバランガイ (Barangay) がある。また、バランガイは、時にはいくつかのシーチョ (Sitio) に区分されることもある。各自治体は、知事 (Governor)、市・町長 (Mayor) を、また各部落はバランガイ・キャプテンと呼ばれる首長をもっている。

本計画調査の対象地、マリキナ流域は、Region IV のリサル (Rizal) 県の北東部に位置する。同流域は、5 町 (アンティポロ、ロドリゲス、サン・マテオ、タナイ、テレサ) にまたがり、この地域に関連するバランガイは 8 つを数える。

同地域を管理する環境天然資源省 (DENR) の地方組織としては、第 4 地方局 (DENR, Region IV) があり、この下部組織として県事務所 (Provincial Environment and Natural Resources Office/PENRO)、さらにこの下に町事務所 (Community Environment and Natural Resources Office/CENRO) がある。町事務所は、アンティポロに所在し、マリキナ流域を管轄している。

町事務所 (CENRO) には、33 名の森林警備担当官 (Forest Ranger/Forest Patrol Officer) が所属し、その内 16 名がマリキナ流域内の担当となっている。これら 16 名はさらに、モンタルバン地域とボソボソ地域に 8 名ずつ配置され、それぞれサンホセ苗畑、及びボソボソ林産物検問所を拠点に活動している。森林警備担当官の主な業務内容は、森林占拠、不法伐採、その他の林産物の不法採取の防止及び取締り、不法占拠地域の特定、違反者の逮捕及び告訴、伐採跡地検査、森林資源保全のための普及活動等である。

流域に関連するその他の組織としては、民間協同組合組織が挙げられる。アンティポロに 7 つ、サン・マテオに 3 つ、ロドリゲスに 4 つ、タナイに 11、テレサに 1 つの計 26 の協同組合組織が存在する。これらの組織は、主に農民に対する資金的援助を行っている。

(2) 土地利用の現状

マリキナ流域は、一部民有地を除き、法制上は、すべて森林/林地として位置付けられている。1904年にマリキナ水源保全地域として、約 28,000ha がマニラ首都圏の重要な水源として指定され、面積的な編入、民地払下げ等の歴史的変遷を経ながらも現在に至っている。この面積は、リサル県全体の林地面積 (54,484 ha) に対して 51% を占める。

しかし、同流域の林地の現状は、カインギロネスと呼ばれる山地焼畑農民による森林の農地化、周辺住民の流入による林地占拠、森林の伐採等により草地化・裸地化している。土地利用の形態については、航空写真の判読結果によれば、森林、農地 (水田、畑地、果樹園)、草地、焼畑移動耕作地、集落地、その他 (養豚場) である。

モンタルバン川及びボソボソ川、その支流に沿って展開する集落周辺では陸稲、キャッサバ等が栽培され、アッパーボソボソ等の集落周辺には、マンゴを主体とする果樹園が見られる。水田は、ボソボソ、サン・イシドロ、サンホセ集落のごく限られた地域にあるのみである。

焼畑移動耕作は、ほぼ全域で行われている。集落から離れた高地一帯から、僅かに残る標高 700～800m の天然林界にかけて、陸稲等を栽培する移動耕作地が点在する。

ボソボソ川上流の平野部には、約10万頭が飼育されていると言われる巨大な養豚場 (The Farmost Farms) があり、同河川の大きな汚水源になっている。

(3) 人口・世帯数等

マリキナ流域は、5町、8バラングイにまたがっているが、これといった大きな集落は存在せず、ボソボソ川上流地帯にまとまった集落が見られる程度である。これを除けば、広い流域に小さな集落が点在するのみである。

行政区単位毎に調査した人口統計によれば、同流域に関係している8つのバラングイ全体の人口は、約 64,000 人、世帯数は約 12,600 戸となっている (資料 I-6)。同流域は自然界 (分水嶺) をもとに設定されているため、同流域内に限定して人口を把握することは困難であるが、同流域は、一部の民有地、ワワ川周辺及びボソボソ川上流域の一部を除き、殆ど全てが山岳地帯であることから、同地域に限定した人口・世帯数は上記の数字をはるかに下回るものと考えられる。環境天然資源省が実施した林地占拠の実態調査及び民有地における集落の実態等を基に推定すると、同流域の人口は1万人を超えるものと思われる。

(4) 林地占拠の現状

調査対象流域の大部分は林地として区分されていることから、養豚場を中心とする一部民有地を除けば、地域住民の多くは林地占拠者である。また、ごく一部の平地部を除けば、これらの住民は山地農業に依存している。

比国の森林の減少・荒廃化の一つの原因が、森林の不法占拠特に焼畑移動耕作 (カインギン) であることは周知の事実である。人口の増加と経済活動の停滞による雇用機会の不足に起因し、林地占拠の数は近年増加していると言われている。

環境天然資源省は、1989年、全国的な林地占拠の実態調査を実施しているが、リサール県は、7ヶ町、20のバラングイ (全バラングイ数の 43%) の調査が行われている (資料 I-7)。この結果によれば、世帯数 2,589、世帯総人数 11,946 人、林地占拠面積 6,465 ha であり、この数値からリサール県全体の林地占拠者を約 27,000 人 (県全人口の 3%)、林地占拠面積を 14,100 ha (県全体林地面積の 26%) と推定している。

ここで言う林地占拠とは、法制上 (土地利用区分) の林地内に居住する者全

てをいうが、全てが不法占拠とは限らない。林地と指定されている土地の中に、民有地、借地、土地利用権（CSC：Certificate of Stewardship Contract）の認められた土地等が含まれている。前述の調査によれば、林地占拠面積の大部分（86%）は土地所有者、借地人、CSC保有者等の合法的占拠者である。

合法的占拠面積が大きく占めるのは、大地主による国有地の払下げ等による結果と思われる。不法占拠とされている面積は、林地占拠面積全体の僅か10%、630 haに過ぎず、土地保有形態の不明を含めても894haである。

しかし、占拠世帯数の多く（73%）が、生計を山地農業に依存していることからみれば、占拠者の多くは、小規模なものである。

マリキナ流域については、関連する8バラングイの内、アンティポロ町のサンシドロ地区を除く7つの調査がなされており、世帯数1,642、世帯人数7,305、林地占拠面積は4,235ha、と報告されている。

流域の実態をみると、平地部を除く地域一帯から原生状態で残る天然林界まで焼畑耕作が点的に行われている。また焼畑耕作が耕作地を移動していくこと、さらには森林の残存状態を考えれば、不法的な林地占拠は、現存する天然林を除く大部分の地域に及んでいるものと考えられる。つまり、移動耕作に利用されている林地は、調査による林地占拠面積をかなり上回るものと推定される。集落から離れて行われる移動耕作への対応は、流域保全上重要な問題であるが、適当なアクセス道がないこと、生活様式が異なること、林地占拠の実態をつかみ得ないこと等から判断すると、定着化等の取組みは困難を極めると思われる。

実態調査から住民の生活状況等をみると、生計の収入源は、全世帯数の73%が山地農業である。林産物の採取に依存している世帯は3%であり、そのほかは、雇用労働、商業、政府職員、樹木園などで生計を立てている（資料I-8-1）。また、年平均収入は約6,000ペソとなっている。

農家の栽培作物としては、9割近くの農家で植えられている果樹、あるいは半数以上の農家で栽培されている米、根菜、トウモロコシ、野菜等が挙げられる。コーヒー・ココアも一部で栽培されている（資料I-8-2）。また、農家では、農業と並んで小規模な畜産も行なわれており、鶏が7割、豚が3割、カラバオが2割の家庭で飼われていることがわかる（資料I-8-3）。

政府による各種のサービスの普及状況は、全体として、約半数がなんらかの形で政府のサービスを受けており、その中でも特に比率が高いのは、農業（アグロ・フォレストリー）技術の普及と種子の配布である（資料I-8-4）。

また一方で、地理的条件等の理由により開発の遅れが目に着くこの地域では、占拠者の殆どが問題点を抱えて生活しており、中でも、交通手段、資金問題、土地問題、水問題といった生活に直接影響を及ぼす基本的な面での訴えが目立っている（資料I-8-5）。

対象地域内の集落には公共の施設として、住民の集会所（8箇所）及び教会

(11) が存在する。また、学校は、公立小学校 5、公立高校 1、私立高校 1 (ボソボソ及びサン・イシドロ集落) の 7 つがある (資料 I-9)。学校施設そのものは粗末なものであるが、雨季には交通が途絶するような山間の全くの僻地に設置されており、教育の普及という点で注目すべきものがある。

(5) 造林活動

ア. 造林面積の推移

林業統計書によれば、1960年から1990年までの30年間に比国全体で造林された面積は約122万ha、年平均約4万haである。造林は政府機関によるものと民間機関によるものに大別されるが、造林面積の70%は政府機関によって行われている。民間による造林が統計として報告されているのは1976年からで、1990年までの15年間に37万2千ha、年平均2万5千haの造林が実施されている。特徴的なことは、この2年、造林の進展が著しいことであるが、これは ADB/OECF 森林セクターローンの実施によるものであり、その実施主体として、地域住民等による多数の造林請負事業体が生まれ、造林活動が活発化したことによるものである (資料 I-2)。

調査流域の造林については、1976年から1982年の間に、天然資源省 (現在の DENR) の森林開発局 (BFD-現在の FMB) により、直轄及び M. S. B (Manila Seedling Bank) の請負によって継続的に実施されたが、その後、資金上の問題から、小面積かつ断続的となった。

1989年に至り、ADB/OECF森林セクターローンの支援を得て、M. S. B に加えファミリーアプローチによる請負造林が1992年まで実施されてきている。

1976年から1989年の間の造林実行面積に関する資料は、組織の改変等により散逸しており確たる面積の把握はなしがたいが、入手した当時の造林実行概況図からプランニメーターにより算定すれば、1976年 58ha、1977年 1,024ha、1978年 190ha、1979年 620ha、1980年 12ha、1981年 152ha、1982年 133ha の計約2,200haが実行されたと推定される。

また、最近の造林実行面積は、1989年 60ha、1990年 210ha、1991年 551ha、1992年 115ha、計936haである。

以上の数値から見れば、調査流域内には 3,100ha以上の造林地が存在することになるが、実際には、現地に見出すことのできない面積が相当にあり、保育不良による被圧或いは山火事等によって消失したものと推定される。

イ. 造林樹種の推移

植栽樹種について苗木の生産量によってその推移をみれば、表 I-6 のとおりである。

表 I-6 造林樹種別苗木生産量の推移（政府機関によるもの）

年 度	1979		1980		1985		1986		1987		89-93
	全 国		全 国		全 国		全 国		全 国		Region IV
全生産量 (1,000本)・比 (%)	177,385	100	117,850	100	34,825	100	46,067	100	55,256	100	10,361
											100%
樹 種											
<i>Leucaena leucocephala</i>	56,038	32	65,725	56	11,953	34	3,580	8	3,803	7	3
<i>Pterocarpus indicus</i>	19,015	11	6,953	6	1,915	5	4,646	10	4,810	9	21
<i>Gmelina arborea</i>	17,027	10	13,749	12	7,279	21	8,070	18	8,543	15	32
<i>Swietenia macrophylla</i>	14,233	8	10,528	9	3,158	9	10,742	23	15,142	27	21
<i>Casuarina equisetifolia</i>	12,798	7	2,250	2	832	2	1,530	3	1,458	3	-
<i>Acacia auriculiformis</i>	-	-	-	-	-	-	2,329	5	2,167	4	15
<i>Acacia mangium</i>	-	-	-	-	-	-	135	0.4	67	0.1	4
<i>Albizia falcata</i>	4,681	3	1,153	1	1,884	5	813	2	671	1	-
Benguet pine	10,949	6	5,425	5	1,093	3	1,232	3	1,377	2	-
その他	42,644	23	12,065	9	6,711	21	33,077	28	17,213	32	4
樹種数合計	37		31		45		50		52		9

苗木の生産量で最も大きな変化のあったのは *Leucaena leucocephala* である。この樹種は気温の高い低地で、土壌がやや酸性の林地では極めて成長が良く、また、萌芽性も良いということと共に、薪炭材、パルプ材としての用途のほか葉も飼料として利用しようということから推奨され、1980年には苗木の全生産量の過半数を占めるに至っている。しかしその後 Jumping lice(木ジラミ)の虫害が世界的に蔓延し、比国も全域にわたり、かつ短期間にその害を受けたことから1986年以降は急激に減少してきている。生産樹種の構成割合として増加しているのは、*Gmelina arborea*、*Swietenia macrophylla*、*Pterocarpus indicus*であるが、これらは、苗木の総生産量の減という中で根強く生産されてきた樹種といえることができる。

また、1986年以降、*Acacia auriculiformis* が登場しているが、比国では Japanese Acaciaとも言われているように、パンタバンガン日比技術協力プロジェクトでの導入成果によるものである。

マリキナ流域を包含するRegionIV全体の1989年から1992年における樹種毎の苗木生産もほぼ同じ傾向を示している。調査流域にみられる樹種は、1.の(6)森林・植生で述べたとおりであるが、それぞれの樹種がどれだけ造林されたかは不明である。

ウ. 地域住民参加の造林活動

流域においても、いわゆる社会林業 (Social Forestry) の手法が取

り入れられて造林が進められている。比国の政策体系では、ISFP (Integrated Social Forestry Program) と呼ばれているものである。

当流域には、ISF-CARP (1986年開始) と ISF-CPEU (Center for People's Empowerment in the Uplands, 1989年開始) という二つのプログラムが実施されている。前者は、環境天然資源省が土地改革省の資金により実施され、後者は、環境天然資源省がADB/OECF森林セクターローンにより開始された。しかし、後者に関しては、3年間のローン契約の期間終了後に地方自治体 (LGU's: Local Government Units) に運営が委ねれることがDENRにより決定されたが、両者の責任の分担が明らかでなく、予算面を含め様々な問題が指摘されている。両者とも山地農民の社会・経済条件を改善し、森林及び土壌・水の保全を図ろうとするものであり、実施内容は同じである。

両プログラムの対象区域面積は1,430 ha であり、参加対象家族は1,350世帯となっている。このプログラム促進の中核となる土地利用権 (CSC) の発行は、1,069 件、である。ここで言う土地利用権とは、森林占拠者に対して一定条件 (持続的土地利用の実践、すなわち土壌保全、植林、貯水池の建設など) を満足すれば、25年間 (さらに25年間の更新あり) の居住と耕作権を認めるものである。不法占拠者であり、土地なしである限り、自分の占拠地を改良し、恒久的に生産力を高める意欲が生じない。このため、土地の利用を保証することにより、住民の持続的土地利用の実践を促進しようというものである。

プログラムの内容は、アグロフォレストリーの促進、土地利用権 (CSC) の発行、農民に対する指導・教育、インフラの整備、地域社会の組織化などである。インフラの整備としては、土壌流失防止のための列状植林 (50km) ・等高線排水路の建設 (4km)、歩道 (45km) ・貯水池 (3基) ・掘り抜き井戸 (1箇所) の作設、多目的ホールの建設 (84m²)、果樹植栽 (214ha)、植林 (138ha)、農作物栽培 (160ha) などが実施されている。地域社会の組織化としては、協同組合の組織化等が行われている。

これらのプログラムを円滑に実施するため、環境天然資源省は、その町事務所 (CENRO) に職員 5 名を配置し、技術的援助に当たっているほか、苗木などの必要な資材の提供を行っている。

概して、この ISF プログラムは順調に進んでいると言えよう。しかしながら、人的或いは資金的問題により、広大な面積にわたり裸地化した地域のうち、対象となっているのはわずか 1,430 ha に過ぎない。この問題に対処するため、環境天然資源省は流域内での社会林業にNGOの参加を推奨している。また、県事務所 (PENRO) は、当流域において更に社会林業プログラムを普及・充実させるために、新たな地域において3つのプロジェクトを計画しているが、資金的な問題もあり、環境天然資源省の承認を受けていない。一方、環境天然資源省は、ISFプログラムを地域の実態

に密着したものにするため地方自治体へ権限委譲の方針であるが、ISFプログラムが今後どのように進展してゆくか全く未知の実態にある。

(6) 地域産業の現状

ア. 概 況

一説によると、フィリピン全土の貨幣の80%は、大消費地であるマニラ首都圏内で還流していると言われるが、調査流域は、マニラ首都圏から約30km、位置的には、恵まれた立地環境にあると言えることができる。しかし、同流域内の産業は、私有地で行われている養豚業のみである。この養豚業は(2)の項で触れたように大規模に営まれている。これ以外の産業としては、農業として平地部の極く一部にみられる稲作、平地から山地にかけて果樹園及び移動耕作等の山地農業である。養豚業を除けば、いずれも零細・小規模なものである。

山地農業の中で、特に急傾斜地に無計画に陸稲、キャッサバ等を栽培している移動耕作は、林地保全上の問題を提起している。

過去においては、固定炭窯(築窯法)による製炭が行われたようであるが、現在では山地居住者による粗放な方法(堆積法)による製炭が、違法であるにもかかわらず、極く一部で行われている。また、産業として位置付けられる性格のものではないが、違法伐採も行なわれており、いくらかの収入を伐採者及び木材販売の仲介人にもたらしていることも事実である。しかし、違法という性格からも、これらの製炭・伐採の実態は全くつかめていない。

リサール県では、人口の急増に伴う都市化と工業化が急速に進んでおり、1987~1991年の5年間に灌漑水田の1,687haが市街地または工業団地に転換する(Bureau of Soils and Water Management調べ)など優良農地(Primeland)の減少を食いとめることで困難になってきているといわれる。

このような社会、経済条件下にあって、マニラに近隣し、マニラ市民の憩いの場としてまた首都圏の水源域として、マリキナ流域の環境保全は重要な位置を占めるに至っている。

調査対象流域における道路状況は、殆どの地域が山岳地であるため、極く一部の地域を除き、道路網が発達していない。同流域の南部域をマルコス・ハイウェイと呼ばれる幹線路がケソン市から東西に横断し、ケソン県に至っている。

この幹線路から南北に数路線の土道が、各集落に向かって走っているものの、極く限られた地域のみまでである。幹線路はハイウェイという名称が付いているが、ケソン市を経てマリキナ市の郊外に出ると片側1車線となる。道路周辺には宅地開発が広がっているため、交通量は増大している。さらに、ボソボソから養豚場の付近になると、道路の幅員は益々狭くなり、通行する車輛も養豚場の飼料・家畜運搬車及び旅客用のジープニーと呼ばれる乗合いバスに限られてくる。この幹線路は、一部全天候型のアスファ

ルト舗装道路として建設されたものの、施工状態の粗悪さ、交通量の多さ、メンテナンスの遅れ等により、次第に一部損壊が進んでおり、修理もおぼつかない状況にある。一方、幹線路から分かれる未舗装道路は、所々車輛での通行に支障をきたす個所があり、山岳地帯に近づくにつれ、雨季にはしばしば通行不能になる。

同流域の中部、北部域には全く道路はなく、各集落の連絡路は歩道のみである。

マリキナ流域内のアクセスの悪さが、農作物の市場化にとって大きな制約となっており、アクセスの改善は流域管理計画の推進にとって、重要事項と思料される。

イ. 農 業

マリキナ流域における農用地は、Philcomsat clay とよばれる粘土質沖積土とVolcanic tuff, Basalt, Shale, Lime stone等を母材とする傾斜地土壤に大別される。

沖積土は水田に利用され、その周辺部に陸稲、トウモロコシ、ラッカセイ、キャッサバ、バナナ、果樹、野菜等が栽培されている。傾斜地では、ISFを中核として果樹栽培が行なわれ、マンゴ、マンダリン、ジャックフルーツ、サントール、アボガド、グアバノ等が導入されている。コーヒー、カシューなども栽培されている。アグロフォレストリーとしては、イピル・イピルを軸に、ナス、トマト、カボチャ、サツマイモ、ヤム等が栽培されているが、一般的な栽培様式となっていない。

稲作としては、水田がみられる(656ha)。大部分は、ピヌガイ(Pinugay)から、ボソボソ(Basoboso)川の上流に分布し、一部(10%程度)がサン・イシドロ(San Isidro)とパイナアン(Paynaan)流域に分布する。灌漑水田は、ボソボソの泉水利用(53ha)とその他の小規模なもののみであり、水田の大部分は天水田である。天水田は、水の供給不足と土壤肥沃度の低さから、生産力は著しく低い。

しかし、リサル(Rizal)県全体の米の自給率、27%に対し、約1万人の人口とみられるマリキナ流域としては、域内の米生産だけでほぼ自給を達成しうる実態にある。

焼畑移動耕作において、陸稲品種 Vinarnal が栽培されているが、これは食味がよく、収量が普通米の2倍である。このため、陸稲を売り、廉価な普通米を飯米用に購入することも行なわれ、これが焼畑耕作のインセンティブともなっている。

水田地域以外の多くの住民は、果樹栽培を主な目的として移住してきている。大部分の果樹が幼齢であるにもかかわらず、当地域に移住してきたことに満足している住民が多い。このことは、果樹栽培の高い収益性を住民自身が実感していることを意味しよう。例えば3haの傾斜地に、マンゴ

100本、ジャックフルーツ100本、バナナ100本、カシュー10本を栽培している住民の例では、現在マンゴ3本で粗収入が43,000ペソに達し、飯米を購入しても生計を維持できるとのことである。

また、キリンガン(Kiligan)では、Land Bankの融資、KLT Fruit Inc等3企業の支援を得て、パイナップルの栽培が計画されるなど、果樹栽培による地域開発の試みがさなれつつある。流域内の果樹園(595ha)が結実樹齢に達する数年後には、この地域はマニラ首都圏の大きなフルーツ供給地に成長する可能性がある。

野菜については、条件のよい所で、極く小規模に、ナス、トマト、キュウリ、カボチャ等が栽培されている。特に、標高400mのサン・イシドロでは、約25戸のボントック(Bontoc)からの移住者が、トマト、ナス、ニンジン、BaguioBeans, Pechay等を栽培しているが、アクセス条件が悪いため、市場化されるに至っていない。最近、フィリピンでは、野菜生産の拡大がめざましいものがある。リサール県野菜部、アンティポロ(Antipolo)市農業部では、調査対象地域内のボソボソを中心とする低地野菜、サン・イシドロでの準冷涼地野菜の生産に注目している。

3. 流域管理政策

(1) 森林・林業政策

比国は、森林資源の減少、森林内容の荒廃化が著しい。ここ、20年間における森林資源の枯渇化が特に著しい。これは、人口増加による土地需要の拡大、木材資源の過大利用、森林管理の不適切さ、管理プログラムの不徹底さ、政治的圧力、森林保全及び環境保護に対する優先順位の低さ等、種々の複合要因によると言われる。そして、このような森林資源の枯渇化は、木材生産の問題をはるかに超えて、土砂流失、洪水発生等環境上の大きな問題を惹起させるに至っている。従って、比国の森林・林業政策の基本は、荒廃森林の復旧と自然環境の保全にあるといえる。

「持続的開発のための環境天然資源戦略-The Philippine Strategy for Sustainable Development」(1989年11月29日閣議決定 No.37)によれば、森林・林業政策の第一の基本課題は、森林の造成、すなわち荒廃林地の復旧-造林の推進であり、これと山地居住者の生計安定を結ぶ付けて行なうことである。第二の基本課題は、現存する自然環境の保全である。第一課題推進の基本政策として、これまでに「国家造林計画-National Forestation Program (NFP)」と「総合社会林業計画-Integrated Social Forestry Program (ISFP)」が二つの大きな柱として策定されてきている。国家造林計画は、1986年に策定され、2000年までの造林目標として、1,400千haが示されてきたが、その後、この計画は後述のマスタープランに吸収され、その中で造林目標は大幅に修正(1991-2015の25年間で、2,935千ha)されるに至っている。第二の課題への対

応として、伐採の規制、国家森林保全計画等が検討されている。森林の保全計画については、公園、保護地域、流域保全地域等が各省庁等によって、それぞれ縦断的に管理されている現状にあるが、これを改善するため、これらの地域を総合的な管理計画の下で運営するNIPAS(National Integrated Protected Areas System)が検討され、既にこのための法律 (National Integrated Protected Areas System - NIPAS Act No. 7586) が、1992年7月に制定されている。

現在、これにもとづく具体的管理計画の策定作業が行われている。森林の保全は、勿論、林地内居住者の生計安定を抜きに考えられず、このため 前述のISFPも密接な関係をもって進められている。

これらの基本政策の下に、具体的政策を展開するため、マスタープランが策定されている(1990年6月)。このプランは、ADB(Asian Development Bank)及びFINNIDA (Finnish International Development Agency) の協力によって策定されたものである。マスタープランは、持続的管理のもとで森林資源からのサービスの効果的かつ公正な確保をしていくための長期展望を指向した条件整備計画である。

条件整備計画の長期的目標(25年間)は以下のとおり。

- ① 全ての森林資源を持続的に管理することによる次世代の要請への対応
- ② 山地流域の適切な管理及び林業と農業の効果的な相互作用による、木材、水資源、エネルギー、その他資源生産への寄与
- ③ 適切な土地管理システムとその実行による、不毛地化、土壌侵食、地滑り、洪水、環境悪化などの荒廃化からの土地資源の保護
- ④ 賢明な利用による森林生態系及び多様な遺伝子源の保護
- ⑤ 森林基盤産業の開発、総合化による国家及び地域経済の発展、雇用の促進に対する寄与
- ⑥ 森林資源の管理、保全、利用における社会正義と公正さの促進及び伝統的地域社会文化の尊重

中期的目標(10-20年間)としては、以下の個別的事項が挙げられている。

- ① 森林資源の管理と便益享受の機会均等
- ② 水土保持技術による着実な実行努力
- ③ 地域住民に尊重され、生物の多様性が財産として完全に確保される
NIPASの推進
- ④ 市、町における都市林業の積極的推進
- ⑤ 天然フタバガキ科林の科学的管理
- ⑥ マツ林、マングローブ林及びその他天然林の科学的管理
- ⑦ 森林資源の効果的かつ公正な管理、保全、保護、利用を促進する森林政策とその法制化

⑧ 現場技術の研究開発 等

中期目標の個別的事項は、一連のプログラムを作成するうえにおいて、関係分野の組織的取組みの基盤をなすものである。これら目標を達成するため、それぞれ5つのコンポーネントからなる、3つの基本プログラムが提示されている。これらのプログラムは、①人間と環境に関する計画、②森林管理と林産物開発計画、③制度的開発計画である。①及び②の計画は、森林資源とその利用に基本的な係りをもつものである。③の計画は、①及び②の基本的計画を成功裡に実現させるための仕組みに関する計画であり、マスタープランを実行してゆくための行動計画と考える。

基本プログラムのコンポーネントは、次のとおり。

① 人間と環境に関する計画

- ・住民指向林業
- ・土壌保全及び流域管理
- ・総合的な地域保護システムと生物多様性の保存
- ・都市林業
- ・森林保護

② 森林管理と林産物開発計画

- ・天然フタバガキ科林
- ・マツ、マングローブ及びその他天然林
- ・人工林と樹木農園
- ・木材産業
- ・特殊林産業

③ 制度的開発計画

- ・政策と法制
- ・組織、人的資源、基盤整備及び諸施設
- ・研究開発
- ・教育、研修及び普及
- ・資源情報及び本計画による影響調査と評価

これらの基本プログラムについては、さらにコンポーネント別に目的、戦術・活動、目標計画量、コスト等が策定されている。

以上のマスタープランは、あくまでマクロレベルのものであり、具体的な実行においては、さらに各地域ごとの詳細な計画が必要である。このため、このマスタープランにもとづき、さらに地域レベルさらには実行レベルの計画を策定し、計画の具体的実現を図ることとしている。しかし、計画の達成には必要財源の確保が必須であり、厳しい比国経済のもとで、どの程度の予算が講じられ得るか、すべて今後の課題である。

(2) 流域管理計画

山間地域の人口の急激な増加と平地部における社会基盤の開発は、水及びその他の流域資源をめぐる山地部と平地部の軋轢を生じるに至っている。山地部における膨大な土砂流失と下流域における灌漑、水力発電、飲料水、あるいはその他施設等への土砂堆積は、上流域における流域管理の在り方を重要な問題として浮上させてきている。

下流域の将来的な発展にとって、水は最も重要な資源の一つである。水の確保は、土地を含む森林全体のもつ機能の発揮なしには図り得ないが、水と土の保全是、単に森林地帯にのみ課せられるものではなく、森林に覆われていない地帯をも含む山地全体すなわち流域全体の問題である。

環境天然資源省（DENR）は、流域管理政策として、従来から流域保全地域を個別に指定し、法的規制によってこれを管理してきている。マリキナ流域が最も古く指定され（1904年）、その後逐次指定流域が増加し、1990年時点では、77地域、約100万haが流域保全地域として指定されるに至っている。しかし、流域地域を指定したもののその効果は乏しく、土地侵害等によって流域の荒廃化は、依然として進んできている現状にある。これらの問題は、森林管理上の技術的領域の問題によるものではなく、天然資源をめぐる利害関係者あるいは社会経済的な背景によって生じてきている問題であると言われる。山地（森林）の荒廃化は、林業分野のみの責めに帰せられるものではない。平野部における雇用、生活手段の欠如、低地農業のみに偏った研究・普及、低地農業の低生産性さらには留まることのない人口の増加など、他の分野における対応の遅れが、山地荒廃化の問題を生じさせるに至ったのである。

森林／林地の利用は、生態的及び水源流域としての側面を損なうことなく、地域的、地方的あるいは国家的要請を満足させるよう、調和的且つ総合的になされなければならない。このため、流域内、外における適切な土地利用及び土地利用方法（技術）に関し、森林を含めた全般的なガイドラインが必要になっている。

流域管理については、前述のマスタープランにおいて、基本プログラム“人間と環境に関する計画”の中に含まれ、この基本プログラムのコンポーネントとして「土壌保全及び流域管理」が策定されている。この中で“流域管理”の目標を、有形、無形の利益享受のために、環境的に健全にして持続的な土地利用においている。植生、表土の破壊が土砂流出を促し、これが下流域において土砂の堆積となり、水を初めとする社会基盤に大きな影響を与える山地流域において、環境的に健全な土地利用は特に重要であるとしている。このため、マスタープランでは、以下の4つを目的として掲げている。

- ① 粗放的土地利用の排除
- ② 土地利用における環境的阻害行為の解消
- ③ 山地における流域内資源の生産性向上
- ④ 森林保全域の管理改善

この目的達成の戦略は、水土保持と健全な流域管理の促進であるが、基本的には粗放的な土地利用の規制と水土保持行為の促進である。一方、過去における広大な流域の荒廃化に加え、今後とも荒廃化が進む危険性が高い。このため、復旧計画よりもより高いコスト・ベネフィットの得られる予防・保全計画に重点をおいた計画を実施することとしている。これを具体的に展開するために、マスタープランにおいては、基本的な実行コンポーネントとこの実行を支援するコンポーネントとにわけて策定されている。しかも、これらのコンポーネントは森林としての流域管理のみならず、他の分野における全ての土地利用活動を対象として実行するとしている。

基本的実行コンポーネントとしては、以下のとおり。

① 流域の管理

流域の選択において、流域の水資源に依存する住民の規模と経済的貢献度を考慮する。流域住民の移住は不可能との前提で、住民中心の林業促進を指向する。このため、土地保有を保証し、持続的な土壤保全耕作システムを導入し、土壤侵食を減少させる。

② 天然更新の採用

急傾斜地のような崩壊危険度の高い地域においては、低コストな保全技術として天然更新技術を用いる。

③ 牧野管理

草地における自然放牧は、広大な土地利用の一つである。飼育頭数は、ha 当り 0.3~0.5 と低く、焼き払いの繰り返しによって、土壤侵食の危険が増している。土壤侵食を減少させるため、より生産的な飼料木による飼育管理によることとする。牧野契約の完了ないし破棄された箇所は、天然資源省の管理のもとで土壤保全策を講じる。

④ 林業活動における土壤保全

土壤保全は、長期的な林業活動の重要な部分として実施する必要がある。植生的手段による土壤保全は、樹木の植栽と同様に森林の一つの更新手段と考えるべきである。工作物による保全技術は、道路建設、地すべりのように、経済効果の保証される場合に実施すべきである。

実行支援コンポーネントとしては、以下のとおり。

① 政策の強化

環境保護に関する具体的なガイドラインの作成、法改正などであり、ガイドラインについては、個別地域における制限行為、特定の保護手段の採用等を含める。法改正は、流域管理地域、保護地域内の住民に対しても、土地保有権の発行を認める措置を講じるというものである。

また、流域管理、水管理の重要性に対する一般の人々の認識の向上及び流域管理基金の創設を目的とする水源税の検討を含んでいる。

② 制度的及び人材の開発

流域保全策の採用及び生産性の向上を図るに必要な財政的、技術的、物質的支援を阻む制度上の障害を改善してゆくことが、森林管理の向上に寄与すると考えられる。このため、土地保有の明確化、信用便宜、融資及び補助金等のインセンティブの導入、家畜等の物質的供与などについての検討が必要である。また、流域管理における管理技術と最新の現場技術に関する人材開発が、林業プロジェクトの効果的かつ効率的実行のために必要である。

③ 省庁間の協力

森林及び流域保護問題の重大さは、森林の総合的管理計画における各政府機関の従来に増した支援・協力を必要とする段階に至っている。

④ 研究支援

研究機関の研究課題を、高価な機材投資よりも地域における森林管理のような地域に密着した課題を優先する。特に、土壌の透水性、流域復旧、水供給、土壌侵食等と植生との関係の研究が必要である。

以上のように、マスタープランに示されている流域管理の基本は、既存森林の保護とその地に居住する住民を中心に、林地の保全を考慮した土地の利用方法による荒廃流域の復旧及び保全である。流域荒廃の最大要因は、粗放な土地利用にあるとの基本認識であり、このため地域住民を主役として、土地利用方法の改善、樹木を含む植生の復旧を中心に流域を管理していこうとしている。

マリキナ流域を管轄する第4地方局には、11か所、48,577 haの流域保全の指定地域がある。指定地域ではあるものの、土壌保全事業量は、今なお多く残存し今後の大きな課題である。同地方局においても、前述のマスタープランをもとに地方計画を作成している。マリキナ流域も、流域保全地域に指定されており、また前述のNIPAS (Act No. 7586)の適用対象地域であり、この意味で流域管理計画を策定する本計画調査は時機を得た、意義のあるものと考えられる。

同地方局の計画によれば、流域管理の目的は、水資源保護のための流域保全域の改善、流域内の復旧による各種資源の生産性の向上及び環境を阻害する粗放な土地利用方法の廃止においている。こための具体的計画として、流域管理、牧野管理、林業活動における土壌保全、天然更新及び土壌保全工作物について、長期計画(1991～2015年)を県別に作成している。マリキナ流域の該当するリサール県については、天然更新事業を除いた4種の事業について計画されている。

(3) モンタルバンドム計画

マニラ首都圏及びその近郊の水需要は、人口の急激な増加と急激な産業化によって著しい増加をしつつある。人口増加率、4%に対し、産業化は9%の伸

び率である。衛生面からくる家庭用水の確保及び経済発展の要請面から生じる水需要に対する供給確保は、重要な問題となっている。このため、マニラ首都圏上下水道庁(MWSS)は、マニラ北東部地域(モンタルバン、サンマテオ及びマリキナ)を対象とする水供給プロジェクトを発足させている。この地域は水不足地域であり、また上下水道の普及していない地域でもある。

プロジェクトの内容は、ワワダムからの新たな取水、新井戸の開設、既存井戸の改善、既存施設からの供給拡大等からなり、各コンポーネントの組合せによる水資源確保策の検討をそれぞれ行っている。プロジェクトの当初計画によれば、モンタルバン川とボソボソ川の合流点の下流、現在のワワダムサイトから上流、約4kmの地点に新しいダム(モンタルバングダム)の建設が含まれている。現地の諸条件からRoller Compacted Concrete(RCC)ダムを予定し、ダムの規模は、2案検討されている。ダム高56m(河床から)と103m(河床から)あり、貯水量はそれぞれ、45百m³、205百m³である。建設費はそれぞれ、115千万ペソ(円換算575千万円)、317千万ペソ(円換算額1,585千万円)である。

しかしながら、モンタルバングダムの原形となったダム(ヨーロッパ)が崩壊し、技術的な疑問が生じている。加えて、地質上の問題が明らかになり、これら2つの理由から、ダム計画は、棚上げになっている。

不幸にも、現在のワワダムを利用するという当初の考えが置き去りにされている。第2次世界大戦前に建設されたこのダムは、今なお現存している。しかし、マニラ首都圏への送水管が、戦争末期に破壊され、修理されることなく、そのままになっている。このダムは、今なお水供給、電力水源のほか、洪水調節の潜在力を持つといわれる。ワワダム復旧の技術的、財政的な面での総合的なフィージビリティ調査が、必要である。前述したように(IBERINSAによるMWSS調査)、ワワダムには、かなりの水量がある。このように、ワワダムの取水口・送水管復旧については、十分検討に値するものと思われる。マリキナ流域の復旧・保全を旨とする本件計画は、このような投資の可能性を高める面で、積極的に寄与するであろう。

MWSS当局は、モンタルバングダム建設に伴う貯水予定地をマリキナ水源林造成計画から除外することを望むものと思われる。しかし、前述のように、ダム建設は事実上、放棄されている以上、このような除外は意味のないことである。

マリキナ流域管理計画の策定においては、ダム建設に伴う貯水地予定面積を除外せず、本計画対象面積に含めて行っている。

(4) その他の計画

マリキナ流域に関連するその他の計画としては、“カリワ川盆地プロジェクト”(また、“マニラ水供給プロジェクト”ともいわれる)と“カラバルソン地域総合開発計画”がある。

“カリワ川盆地プロジェクト”は、マニラ首都圏上下水道庁(MWSS)の

プロジェクトであり、2000年時点におけるマニラ首都圏の水需要の半分をこのプロジェクトで供給しようとするものである。プロジェクトの主要コンポーネントがカリワダム建設である。このダムは、マリキナ川流域に隣接するカルヤ川流域のライバンに建設を予定している。ダムの建設は、地域住民の移転を伴うが、このための移住計画として、4,424 ha の面積がマリキナ流域内に計画されている。

マリキナ流域内の移住対象地は、サンイシドロ（アンティポロ町）である。同地域は、タヤバサン川上流に位置し、周辺が低山地に囲まれ、盆地状を呈し、住居が散在している。中心部には、小学校及び高校がある。しかし、主要道路（マルコス・ハイウェイ）との連絡は、山間の林道に依存するのみで、雨季には徒歩以外、通行は不可能な状況であり、他の地域とは隔絶した環境にある。

計画によれば、同地域の中心部に学校施設、病院、教会、運動場、交通機関ターミナル等の公共施設のほか、商店街等を設置することになっている。さらに、同地域を南北の二つの区域に区分し、各区域毎に小学校、教会、クリニック、市場等の設置が予定されている。また、一般公道（マルコス・ハイウェイ）から、14 km 離れているため、道路整備計画も予定されている。

移住対象者は、① 建物、菜園用地-600㎡、② 農用地-2,000㎡、③ 山地-8,000㎡、計10,600㎡ が、提供されることになっている。この移住計画の円滑な実施を図るため、関係省庁等からなる各種の委員会が設置されている。

MWSSによる前述のプロジェクトは、1981年に公表されており、ダム建設については、1986年に完成の予定であった。しかし資金上の問題があり、いまだ建設されていない。担当者によれば、外国資金の導入にかかわる基本的問題であるため、建設時期については、目下、不明とのことである。移住計画については、地域住民との合意形成がすべて終了し、ダム建設計画の決定に応じ、3～5年で移住を完了できる体制にあるとのことである。しかし、地域内には既に多くの住民が居住し、農耕適地の多くは占有されている状況にあり、他地域から住民を受け入れるには解決すべき多くの問題があるものと考えられる。

カラバルソン地域総合開発計画は、マニラ首都圏に隣接するカビテ、ラグナ、バタンガス、リサール、ケソンの5州からなるカラバルソン地域を対象とする総合開発計画である。同地域は、マニラ首都圏に隣接するという戦略的な位置にあり、種々の資源に富み、またインフラ整備が比較的良好であることから、国家開発目標を達成するうえで主導的役割を果たすと期待されている。このため、同地域は均衡のとれた環境的にも健全な地域開発のデモンストレーション地域の一つとして指定され、工業と農業の合理的な開発による生態系及び環境への配慮と均衡のとれた居住環境の達成等を目的としている。

この計画の中で、マリキナ流域は、土壌侵食の深刻な地域で特別に注意深い管理と複雑な保全策を要し、牧草地及び森林地として注意深い管理が必要とし

ている。そして、この地域の一部をアグロ・フォレストリー地区にゾーニングしている。さらに、開発の戦略として、「何よりも先ず保水能力を高め土壌侵食を軽減するために、広範な植林を行う必要がある。これは流域管理のための必要条件であるが十分条件ではない。十分条件は、この地区に既に居住している人々の不法森林伐採や焼畑農業を防ぐために、これらの人々に生計の手段を与えることである。耕作、アグロ・フォレストリー、植林にそれぞれ適した土地を明らかにするための調査を、至急実施すべきである。」としている。

II. 航空写真撮影及び地形図の作成

本件調査業務を実施するうえで必要な各種調査の基礎とするため、マリキナ流域を対象(28,000ha)に、航空写真の撮影及び地形図を作成した。

1. 作業概要

作業対象地域について、航空写真撮影及び地形図の作成を、図Ⅱ-1に示す作業手順にしたがって実施した。標定点測量、写真撮影、現地調査、図化、編集等のすべての作業工程は、比国において適切に選定された測量会社との委託契約によって実施した。

写真撮影は、当初、縮尺1/30,000を予定したが、天候条件が悪く、予定期間内での作業終了が困難と判断された。このため、作業期間の延長と撮影高度を下げ、撮影縮尺1/25,000に変更して、写真撮影を実施した。

地形図の作成は、写真測量法によっておこなった。この作業は、空中三角測量、立体図化(ステレオ・ロッター)、野外調査、着墨による編集・製図、検査等である。

これら一連の作業は、カウンターパートから成るワーキンググループとの共同で行った。

2. 作業仕様

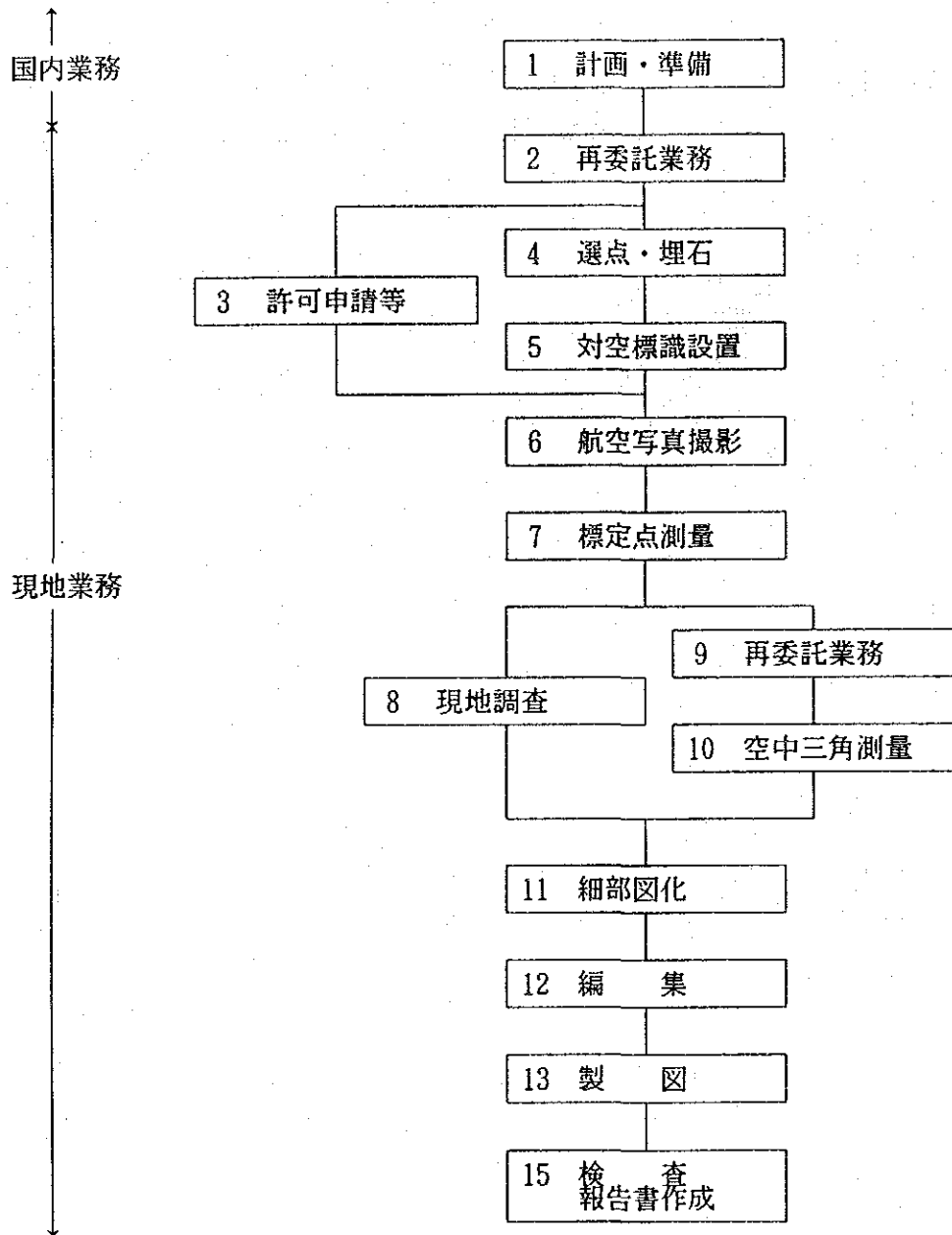
航空写真：

写真縮尺	1/25,000
カメラの焦点距離	153mm
撮影コース	図Ⅱ-2のとおり。
撮影コース長	96.6km
撮影高度	5,100m
撮影写真枚数	69枚

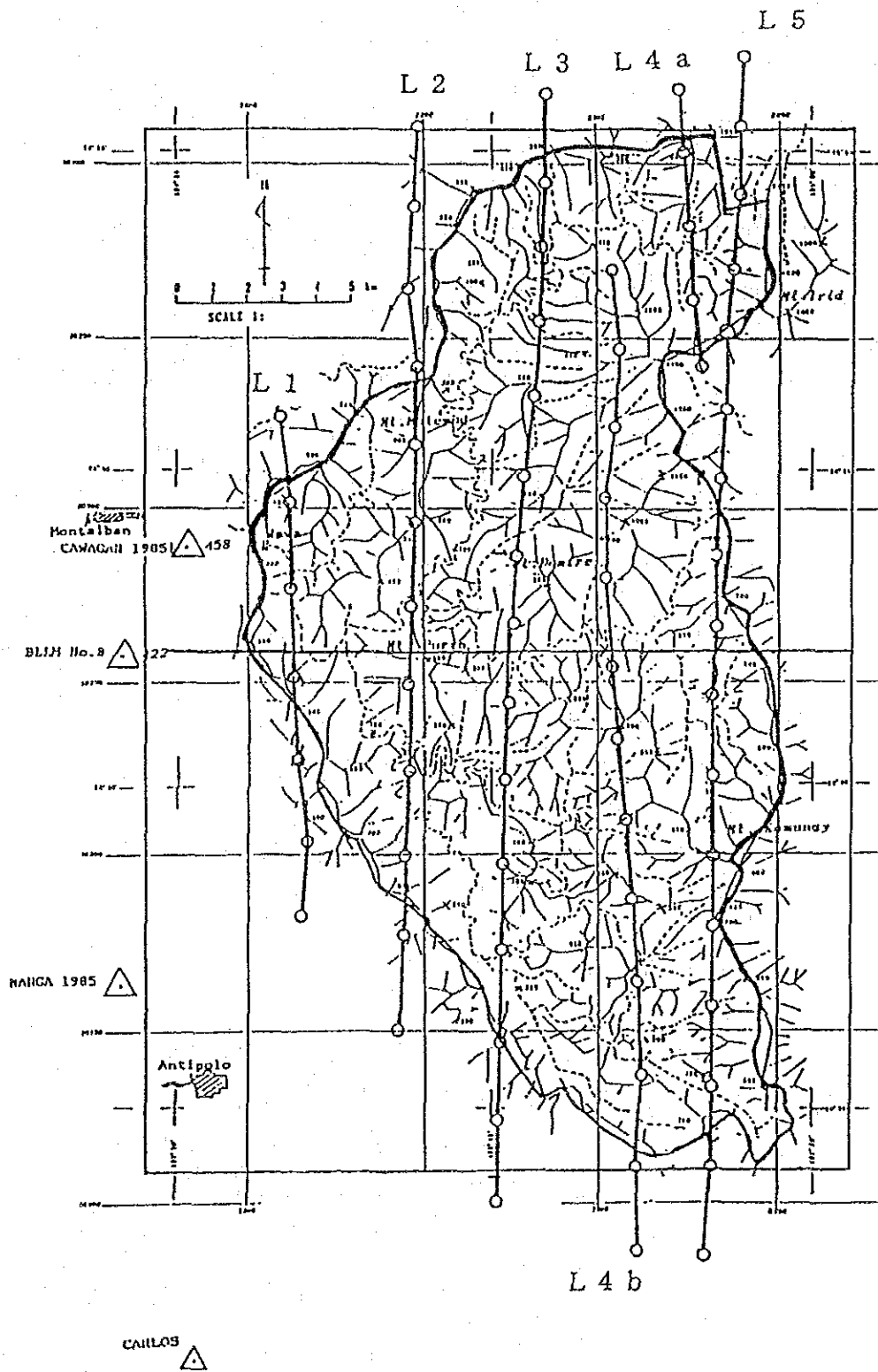
地形図：

縮尺	1/25,000
等高線間隔	20m

図Ⅱ-1 地形図作成作業手順



図Ⅱ-2 航空写真撮影コース



Ⅲ. 土地利用・植生分布の現況解析

1. 航空写真解析

(1) 土地利用の判読

流域の森林以外の土地利用について、下記区分により判読区画を行った。航空写真の判読基準は、資料Ⅲ-1のとおり。

土地利用区分

区 分	記 号	備 考
草地 崩落石地 岩果樹園 畑地・水田 集落・施設 道路 湖沼系 水	G L R O F V P W S t	

(2) 森林タイプの判読

流域の森林について、下記区分にしたがって判読区画を行った。

森林タイプの区分

区 分	記 号
蘚苔林 (Mossy Forest)	M
フタバ科天然林 (Dipterocarp Old Growth Forest)	D
フタバ科残存天然林 (Dipterocarp Residual Forest)	R D
灌木林 (Shrub)	S
人工林 (Artificial Forest)	A

また、一部竹林が分布するが、小面積であること、また混交状態の非優占種として出現することから、区画するに至らなかった。

2. 土地利用／植生図及び森林調査簿の作成

(1) 土地利用／植生図

稜線・河川・道路等の自然界によって林班設定を行うとともに、土地利用、森林タイプ等の判読区画線を地形図（縮尺1/25,000）上に移写し、土地利用／植生現況図を作成した。これにもとづく土地利用／植生区分別面積は表Ⅲ-1のとおり。なお、判読基準別の詳細面積は、資料Ⅲ-2.に示す。

表Ⅲ-1 土地利用／植生区分別面積

土地利用／植生区分	面積 ha
森 林	15,378.5
藓苔林	(239.5)
フタバガキ科天然林	(6,824.6)
フタバガキ科残存林	(1,225.1)
灌木林 1	(3,680.4)
灌木林 2	(1,392.7)
造林地	(2,016.2)
草 地	6,567.9
崩壊地	11.9
岩石地	38.3
果樹園	595.2
水 田	655.8
畑 地	236.3
集落地	52.8
その他	27.6
計	23,564.3
民有地	4,845.7
合 計	28,410.0

注：灌木林1は樹冠疎密度51%以上、灌木林2は樹冠疎密度50%以下の林分である。

(2) 森林調査簿

森林調査簿は、土地利用／植生図に基づく小班毎に、森林タイプ、面積、標高、方位、傾斜、樹冠疎密度、樹高階、蓄積を計上した。

天然林の蓄積の計上に当っては、今回の調査では、空中写真材積式を求めるには標本数が極めて少ないため、標本点との比較判読によることとし、標本点の状況から上層木の樹高階、樹冠疎密度による簡易なha当り蓄積読み取り表を作成し、航空写真上から樹高、樹冠疎密度を計測し蓄積の推定を行った。

林分蓄積読み取り表

(ha 当り蓄積)

		樹冠疎密度		
		密	中	疎
樹 高 階	19m 以下	—	50	35
	20～29m	175	120	65
	30～34m	295	220	145
	35m 以上	—	350	—

注 密： 71%以上
 中： 41%～70%
 疎： 10%～40%

また、人工林の蓄積については、残存率のバラツキが大きく、また若齢林で蓄積計上に至らないものが多いことから、蓄積計上をしていない。

IV. 流域評価

1. 国土保全上からみた評価

(1) 地形解析

対象流域は、地形上4地域に大別することができる。流域は北東、北西、南東、南西にわけると、各々はそれぞれの特徴をもっている。

モンタルバン川の左岸は北東地域に相当する。この地域は流域の中での最高峰1,405mの標高をもち、急斜面の山腹が多い。流域の北西地域は、モンタルバン川の右岸にあたり、標高500m程度の峰線をもっている。傾斜もゆるく、溪流は少ない。

流域の南東部はボソボソ川の上流とタヤバサン川の上流に相当する。ボソボソ川の上流は一部急傾斜地はあるが、河川の下流にむかって丘陵性の地形となる。

タヤバサン川の上流は、丘陵性の地形で100m等高線で描いた図IV-1で見られるように、ほとんど等高線が現われないかん没地帯のような地形となっている。溪流は上流でゆるやかで、中流から勾配は大きくなるという特殊な水系となっている。

流域の南西地域はボソボソ川の下流にあり、沖積層の平野が発達し、溪流は、その平野を蛇行しながら流下している。

図IV-2は図IV-1をもとにして、作成した切峰図であり、小さな谷をうめることによって、もとの地形を再現したものである。流域の北東地域の溪流は、山塊を下方侵食をして、急勾配の溪流を形成していることがわかる。

モンタルバン川は、急傾斜の流域北東部と、緩傾斜の北西部の境いを、蛇行しながら流下している。ボソボソ川の中流は、沖積層の堆積地帯の中に散在する丘陵性の山の間を平野河川特有の蛇行をしながら流下している。

図IV-3は傾斜区分図である。縮尺1:25,000の地形図上に一辺、250mのメッシュを切り、平均傾斜を求め、さらに250mメッシュ4コ分を1コのメッシュとして平均表示したものである。

傾斜は5段階にわけている。図で40°以上の急傾斜地は、ワワダムの周辺、流域北東部に集中している。これ等の急傾斜地はほとんど岩盤地帯である。ワワダム周辺は、Montalban limestoneである。北東部にも石灰岩の山が存在しているものと考えられる。

これ等の急傾斜地は、35°前後の傾斜の山腹にかこまれている。地質的には、この流域には玄武岩があるので、火山性噴火岩が山塊状に集中しているものと考えられる。

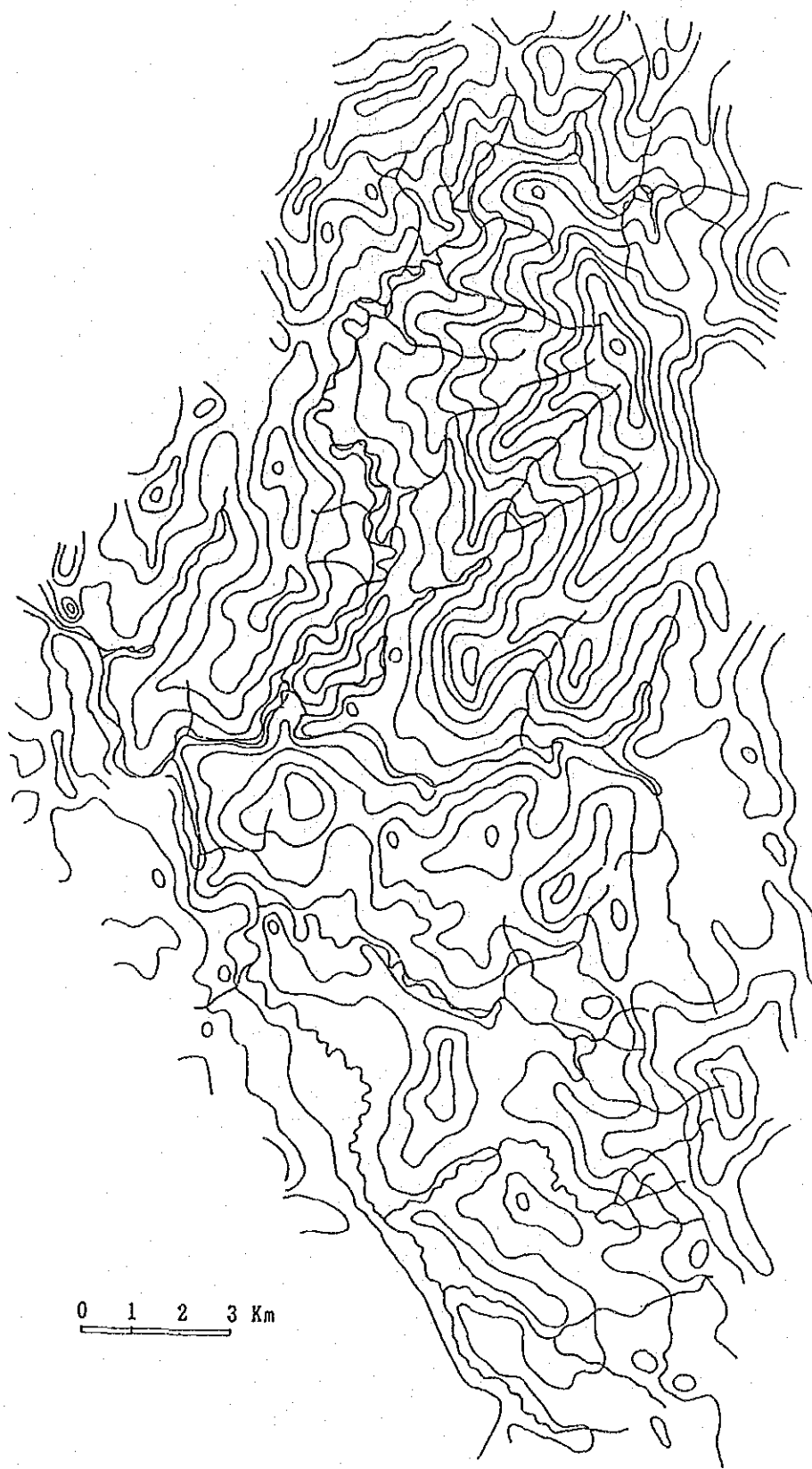
(2) 崩壊危険度

空中写真によって流域をみると、崩壊地は殆んどみあたらない。崩壊は発生しても、草本に覆われているため、裸地として判読され得ないことによるものと思われる。30°~35°の崩壊発生率の高いはずの傾斜面で、ほとんど崩壊地

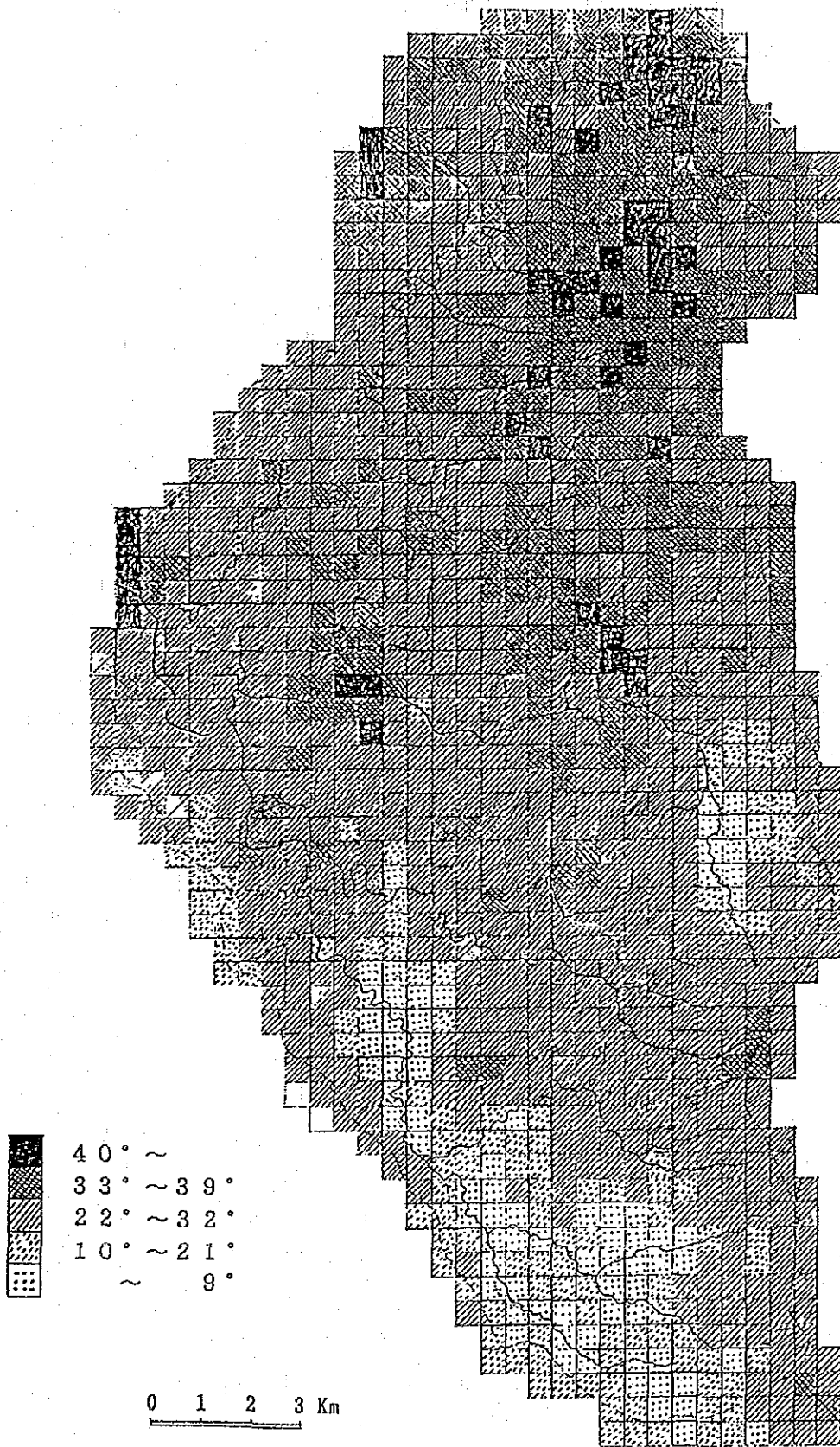
图IV-1 地形图



图IV-2 切峰图



図IV-3 傾斜区分図



は認められない。その原因は母岩の質によるものと考えられる。

崩壊は、地中に浸透した雨水が、地中ではん濫をおこして発生する場合が多い。節理が発達した急傾斜地では、浸透水の透水速度が大きいので、地中水のはん濫が発生しにくいものと考えられる。一方凝灰岩の風化した黄色土は、浸透能が小さく、雨水のほとんどは表面流として流下するので、土壤中の過大含水量による不安定土壌の発生を起因とする崩壊現象が発生しにくいものと考えられる。

しかし表面流が集中して、リル侵食、これが発達して、ガリ侵食になるような谷は多くみられるので、いわゆる線状崩壊が発生する危険性はある。25°以上の斜面で、野溪が発達しているところは、ガリ侵食による下方と側方の土のけずり取りが崩壊に発達することが考えられる。このような地域は、溪流の発達が小さく、野溪が存在するところである。

(3) 土砂流出危険度

山地溪流の勾配は、本流でゆるく、支流は急になる傾向をもっている。ワワ川は、ワワ溪谷より約5 kmさかのぼるとモンタルバン川とボソボソ川にわかれる。その間の勾配は、0.4%である。ほぼ北から南に蛇行して流下するモンタルバン川の中流地帯は、1%の勾配である。流域の北部に入り、流路は北西方向になるところでは、勾配2.3%、5%と徐々に急となり、山岳地に入ると、10%となり、源流部で25%以上となる。ボソボソ川は、水田地帯の蛇行地帯では勾配0.3%、パイナ川の源流部は、20%、45%と続いている。

山地を流下する支溪流は、30%~50%の急勾配をもっている。この勾配自体は土砂流送力大きい。このため山腹崩壊、溪岸崩壊によって、溪床に不安定堆積土砂が供給されれば、土石流という集合運搬型の土砂流送が発生する可能性をもっている。しかし、モンタルバン川とボソボソ川の合流点付近では、砂質溪床堆積物や、石礫堆積物が、局部的にみられるが、巨石を含んだ堆積物はほとんどみられない。このことは山腹よりの土砂生産は、節理による碎片化した石礫が、溪流に徐々に供給されていて、崩壊性の規模の大きな土砂生産は近年なかったことを示していると言える。ワワダムの上流部にも、比較的規模の大きな石礫堆積地があるが、その勾配からみて、急激に流動化するとは考え難い。

このようにみると、この流域での土砂流出の形態は、掃流と浮遊によるもので、土石流のような、集合運搬が発生する危険は少ないと考えられる。浮遊土砂についてみると、沖積層堆積物や、凝灰岩の風化土は、微粒子が多いので、中小出水でも、溪流の濁りが発生し易くなる。とくにボソボソ川のように、水田地帯を蛇行している河川は、岸侵食によって、流れの中への土砂供給が大きい。平野部の流れの両岸は、垂直に近い壁が2~3 mの高さで存在するところがあるが、これなどは、岸侵食のあとを示すものである。

浮遊土砂による流れの濁りは、モンタルバン川よりは、ボソボソ川が大きい。