

第Ⅱ章 流域保全の現状及び流域評価

1 自然条件からみた流域保全

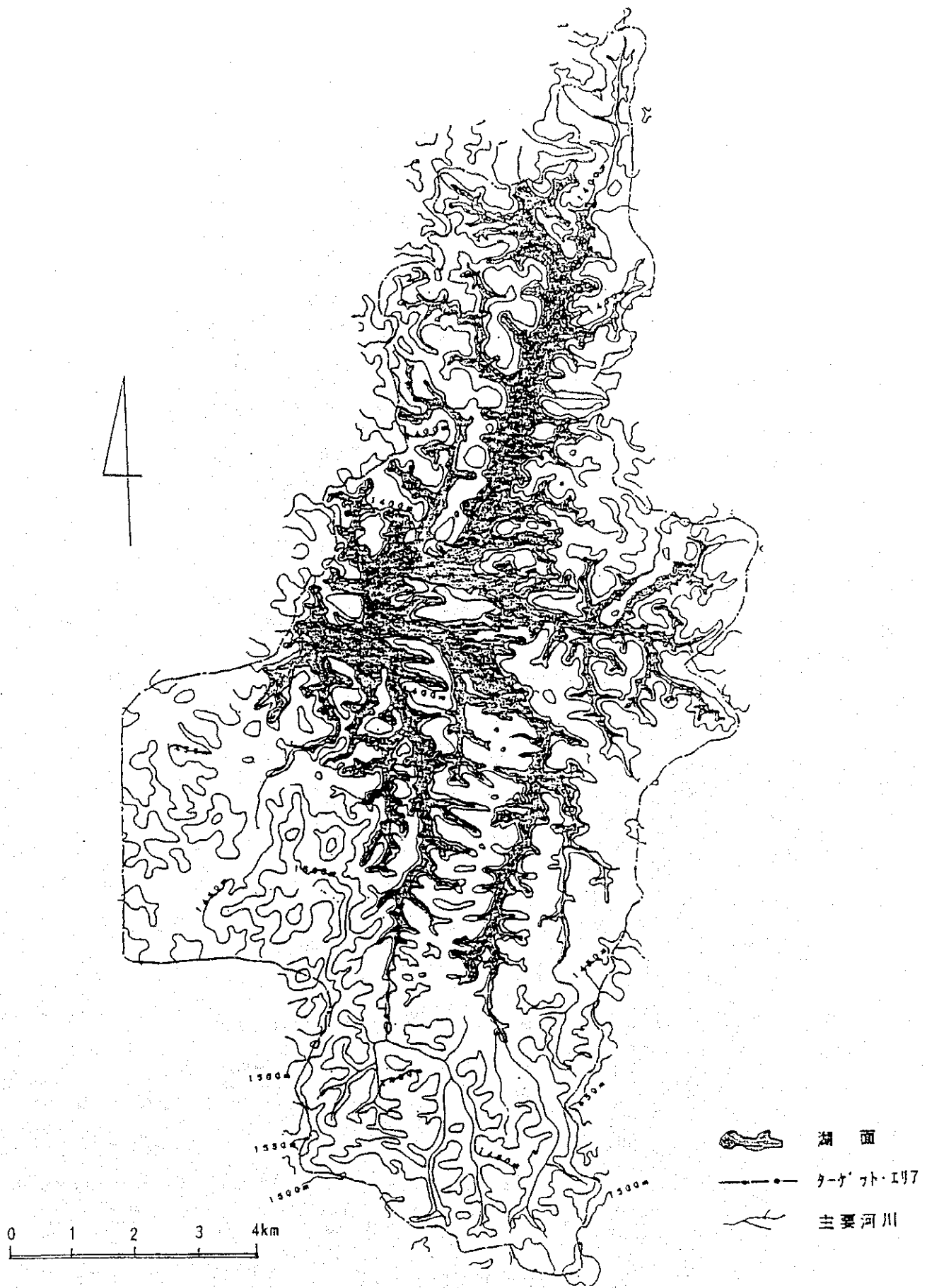
1-1 調査地域の概況

調査対象地域は、東西に4～15km、南北に44kmに及ぶ範囲である。面積は約9万ha。東側に南北に走るアンガボ山地がアンタナリボ平原とインド洋側の降雨林地帯の分水嶺をなしている。調査地一体は、標高1350m～1700mの平原が侵食作用によって形成された地形で褶曲の多い複雑な地形をなす(図Ⅱ-1)。北部から南部にかけて、標高が増す。マンタスア及びチアゾンパニリ両湖は、調査地の北部と南部に位置する。両湖の中間地帯は、約5kmに亘りほぼ同一の標高で、大部分は褶曲地形をなしているが、東側では一部山岳地形を呈している。河川は、基本的に南から北に流下するが、両湖の中間地帯では、西側と東側に流下している。西部一帯は開発が進行し集落が展開する一方、ユーカリ造林地が多い。しかし南下するにしたがい、集落は少なくなってくる。東部一帯は森林の劣化が進み、草地・灌木地が広く分布する。調査地の東端部に至って、まとまった天然林が分布している。調査地一帯の現状は植生の乏しい地域であるが、以前から樹木サバンナ状を呈していたとの見方もあり、もともと貧弱な植生地帯であったものと判断される。特に、南部一帯は森林植生が乏しく、尾根筋あるいは谷筋に極く僅かに天然林が点在するのみである。大部分の地域は、草地で覆われている。

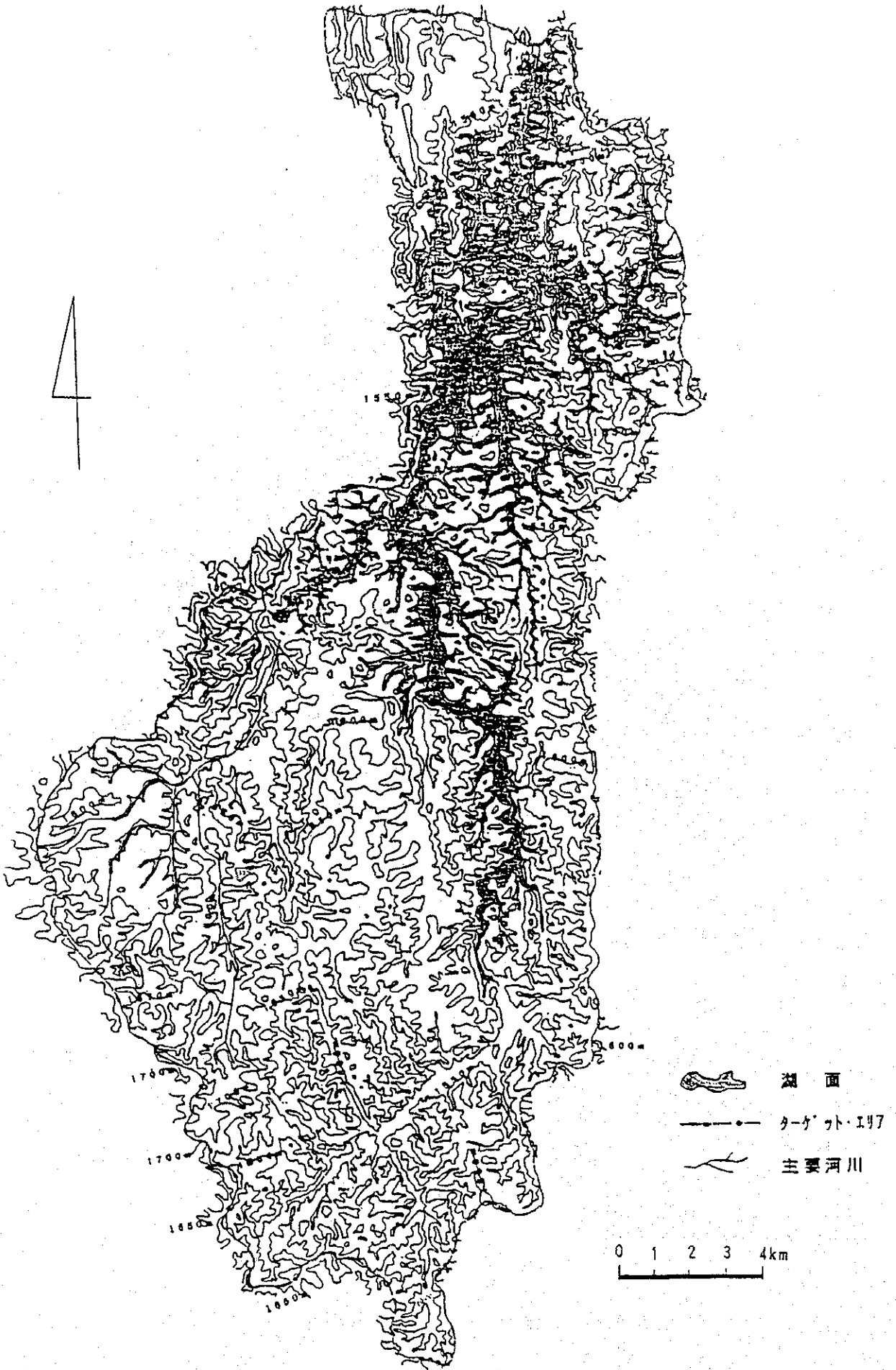
山地崩壊は、標高差が小さくまた比較的溪床勾配が緩く大規模崩壊地がみあたらない。しかし、沢足の短い急傾斜地においては局部的に小規模の崩落跡地がみられる。特に、チアゾンパニリ地区の南部地帯において、南北に流下する河川に沿って連続的な古い崩落跡地がみられる。全般的に山腹崩壊は少なく、小規模のものが局部的にみられるのみである。しかし貧弱な植生のため、表土流出は至る所でみられる現象である。

1-2 ターゲットエリア

本件調査において、流域管理計画策定の対象地(ターゲットエリア)は、マンタスア及びチアゾンパニリ両湖の流域である。両地区の地形上の主要特性は、表Ⅱ-1に示すとおりである。



図II-1 切峰図 (1) マンタシア地区



図II-1 切峰図 (2) チアソンパニリ地区

a. マンタスア地区

マンタスア湖の集水面積は、約9,300haで全体面積の約84%を占める（付属資料.48参照）。標高差は200mである。集水面積の主体は南部地域である。南部地域を除く集水域は極めて狭く、降雨は直接湖へ流下する。主要河川は南部地域にあり、長さ5 km以上の河川が2つ、南から北へ流下し湖へ注いでいる（付属資料.47参照）。それぞれが2ないし3つの支流を集めて流下するが、溪床勾配が約2%と緩い。主流長は6.3kmである。溪床勾配は下流において0~1%と緩やかであるが、奥部に入って3.3%とややきつくなる。平均勾配は約2%である。

一般的に一次流の勾配が3~4%であるのに対し、二次流は0~1%と勾配差があるため、合流付近で水や土砂の停滞が予想される。溪流の兩岸はやや傾斜のきつい山腹であり、沢足の短い小沢である。小沢からの降雨は、短時間で主流に流出する。小沢は下方浸食の傾向にあり、土砂生産、土砂流出が予想されるが、本流の勾配が緩く土砂流送力が低いため溪床の湾曲部に適当に堆積しているものと思われ、湖への流入口では土砂流出による堆積がみられない。

森林植生は、天然林、人工林、低木、灌木地、草地が分布する。天然林は、東部の集水域の外側の奥部にまとまって分布する。それ以外では、低木の疎林が西部及び南部の急峻な谷筋あるいは尾根部に極く僅かに点在するのみである。集水域の大部分は草地/灌木で占有されているが、東部を南下するにしたがって植生の豊富な箇所がみられるようになる。火が入らなければ、自然に植生回復が期待し得る植生が多く分布する。人工林は西部地域一帯に多くユーカリが主体であるが、一部にマツもみられる。東部では、湖岸周辺でユーカリ造林が行われている。北部及び南部地域は、ユーカリ造林が現在進行中である。

土地利用形態は、標高上部から造林あるいは放牧、畑作(タネティ)、テラス耕作、低地部での水田が、基本パターンであるが、地域によって差違がみられる。

西部においては標高にそって秩序だった合理的な土地利用であるが、南下するに従い基本パターンが崩れ、粗放な土地利用となる。東部では、少ないが焼畑もみられる。

以上の状況を流域保全の観点から概観すると、南部を除く地域は、狭い集水域で沢足が短く、雨水は直接湖へ流下する小沢あるいは野溪(torrents)が多い。この地域のうち、西部は村落開発が進み多くの集落が展開する。このため、限度いっぱいの土地利用がなされているが、水土保持を考慮した合理的な土地利用がなされている。耕作不適の山頂部にかけて造林も進み、高い森林率である。このため、土壌侵食の危険率は低いものと判断される。北部は、草地/灌木が多くの面積を占め、表土流出が多いものと判断される。東部も、草地/灌木が主要植生であり、しかも造林指定地であるにもかかわらず、移住者、出作り農業が点在している。植生が乏しいうえ、無秩序な土地利用のため土壌侵食の危険性を内在している地域であり、

土地利用の規制と水土保持を考慮した土地利用が強く望まれる。

表Ⅱ-1 地区別地形特性

流域因子	マンタスア地区	チアゾンパニリ地区
流域面積(ha) A	11,100	38,100
集水面積(ha)B	9,300	35,000
湖の面積(ha)	1,800	3,100
B/A (%)	84	92
標高範囲 (m)	1,400~1,600	1,500~1750
比高 (m)	200	250
主流長 (km)	6.3	18.4
主流長の 溪床勾配 (%)	1.7	1.2
森林率 (%)	29	24

南部は、マンタスア地区での唯一の集水域ともいえる地帯である。土砂流出防止は勿論、水源涵養上、重要な流域である。大きく3つの小流域に区分される。それぞれにおいて、やや傾斜のきつい奥部から一次流が、二、三次流となり、本流に注ぐが、本流の溪床勾配がゆるくしかも長いいため土砂流送力が弱い。しかし溪床勾配の差の大きい所では、内水氾濫の危険がある。流域の多くを占める草地は、土壌の悪化を招き、雨水の地下浸透を悪くする一方、局部的に傾斜のきつい山腹を流下する野溪が表土を流出させている。下流域への土砂流出の防止及び水源の涵養機能の改善を図るために、土地利用の適正化、植林の実施、山火事の防止等による流域保全が不可欠である。南部一帯は、マンタスア地区で唯一の集水域とも言える地帯であることを考慮すれば、今後におけるこれらの対策が極めて重要である。

b. チアゾンパニリ地区

チアゾンパニリ地区は、約38,100haである。集水域は約35,000haと、92%を占める（付属資料.49参照）。標高差は250mであるが、大部分の地域は200m程度である。南北に、奥行き深い流域である。集水域の大部分は、南部と南東部である。マンタスア地区と同様に、西部及び東部は狭く、雨水は直接湖へ流下するところが多い。主要河川は南部地域に集中する。10km以上の河川が10以上ある。それぞれは多くの支流を集めてゆっくりと流下する。ほぼ南から北へ流下し湖へ注ぐ。溪流勾配は本流では緩い勾配であるが、奥部に入ってきつくなる傾向を持つ。また、奥部へ入って末広がりに袋状の流域を形成している。主流長は18.4kmである。湖への流入口から、約17kmは約1%の溪床勾配でゆっくりと流下するが、奥部、約2km間では勾配が約3%とややきつくなる（付属資料.47参照）。平均勾配は約1.2%である。

奥部の支流及び兩岸から雨水は、短時間で流出するが本流に入ってゆっくりと流下する。勾配のきつい小川、山腹の野溪(torrents)からの土砂生産、土砂流出が予想されるが、本流の勾配が緩く土砂流送力は弱いものと判断される。湖への流入口では、土砂の堆積がみられていない。

東部は集水域が狭く、河川長が短く（最大、600m）、溪床勾配は3～10%と、局部的に急勾配を呈している。西部はさらに短く（最大、400m）、溪床勾配はほぼ2～3%であるが、局部的には7%を示すものがある。

森林植生はマンタスア地区と同様であるが、天然林はマンタスア地区より多く残存している。東部及び南東部に天然林がまとまって分布する（付属資料51. 参照）。東部では南北に走る稜線を境に東側に、南東部では溪流を挟んで東側にまとまって分布している。しかし、稜線部の天然林には、山火事による枯損木が多くみられる。それ以外の地域では、低木の疎林が急傾斜部に極く僅かに点在するのみである。集水域の大部分を占める南部（南東部を除く）は、一面、草地ともいえる状態である。人工林は西部を中心に展開するが、南下するにしがたい疎らに点在するようになる。

一方、湖のほぼ中心部の湖岸一帯にはユーカリ及びマツの造林地が展開するが、マツ林には局部的に粗放な伐採跡地がみられる。またマツ林には山火事による被害も加わり、劣化した造林地と化した林分が多くみられる。地域住民によるユーカリ造林は西部から南下し、さらに南東部へと進みつつある。

土地利用形態は、マンタスア地区で見られる土地利用の基本的なパターンは、かなり崩れたものになっている。それでも、西部では基本パターンに沿った土地利用がみられるが、南下するにしがたい粗放な土地利用形態となる。低地部からの水田、タネティは、地形上、当然の利用形態であるが、造林地、放牧地等を含めたこれらの配置がまちまちの形態を呈している。集落が少なく地形上、利用可能な空間が未だ豊富にあることに起因しているものと思われる。南部地帯に至ると、未利用の草地が広く展開するようになる。

以上の状況を流域保全の観点から概観すると、基本的にはマンタスア地区と同じである。南部（南東部を含む）を除く地域は集水域が狭く、雨水が直接湖へ注ぐ地域が多い。しかも、粗放な土地利用形態であるため、マンタスア地区よりも土砂流出の危険が高いものと判断される。特に北部及び東部は、放牧に利用されたと思われる草地が多く、雨水の土壌浸透が悪いため、表土流出の度合いが高いものと判断される。南部一帯（南東部を含む）は、チアゾンパニリ湖の唯一ともいえる集水域である。4つほどの小流域に区分される。それぞれの流域において、奥部の山腹から流出する一次流は3ないし5%の溪床勾配であるが、本流は1%

程度の緩い勾配であり、しかも長い。このため雨水は溪床勾配差の大きい所で一時的に氾濫を生じうるが、全般的にゆっくりと流下し土砂流送力は弱い。しかし植生は大部分が草地であり、山腹面の野溪が表土を流出させている。下流域への土砂流出防止は勿論、水源の涵養機能改善を図るためには適切な土地利用計画の樹立が必要であるが、特に流域保全を考慮した牧野管理が必須と思われる。

1-3 ターゲット・エリアの土壌特性

流域管理計画を策定するに当たって、個々の地形、土地がどのような特性を有しているのか、あるいは地上植生との関連はどうであるのかについてまず把握する必要がある。これらの基礎的知見を得るために1999年5～6月の期間にターゲットエリアにおいて土壌調査を実施し、以下の結果を得た。ここで得られた情報は、造林計画あるいは森林保全の詳細設計を行うにあたって多くの示唆を与えるものである（土壌調査に関連する資料を付属資料.38-44として添付している）。

1-3-1 土壌断面

(1) 草地

地表面がイネ科植物に覆われた草地では、A層は15～20cmの厚さで、この下部に花崗岩の風化・未風化礫を多く含んだB層が存在し、酸化鉄もしくは酸化アルミニウムの凝集物が板状に集積しているのが特徴づけられる。このような土壌では腐植が殆ど含まれず、土壌構造もカベ状で空隙が無いことから、植生の根系の伸長はあまり期待できず、水分の貯留機能が低いと考えられる。

(2) 天然林

A層はかなり厚く、特にAo層は地表部からリターの供給によってかなり厚く堆積している。B層では草地の土層と異なり、礫が殆どみられない。また団塊状構造が発達し空隙も多いため、根系の伸長に対し好適な環境であり、かつ水分の貯留機能を十分に有している。即ち水源涵養機能が高いことを示している。

(3) ユーカリ造林地

A層は厚いもののAo層の発達が発達し殆どみられない。この原因は、薪炭材採取の際に人為的に火をつけて枝条や葉を燃やすためと考えられる。ユーカリの根系は直根性であるため土層のかなり深い部分まで根系が伸長しているが、土層中に礫層が挟まるような場合では根の伸長が阻害され、ユーカリの成長はあまり良くない結果となっている。

(4) フィリピア灌木地

地表面は数種のコケ類に覆われ、地表から15cmの深さのところまでコケの遺骸によって腐植層が形成されている。しかしそのすぐ下部には小礫層が15cmの厚さで堆積しており、さらにその下部のB1~B3層ではところどころ酸化鉄の集積がみられる。このような土壌では、礫層や酸化鉄の集積が根系の発達を阻害するため、造林の良好な成長は期待できないと見なすことができ、従ってフィリピア灌木地を以って造林不適地の指標植生とすることも可能である。

1-3-2 土壌硬度及び有効土層厚

A) 土壌硬度：地表面に近い範囲の部位の土壌硬度は植生とある程度の関係があり（図Ⅱ-2~3参照）、植生タイプ別にみとる以下のとおりである。また太陽熱の直射を最も正対して受ける北斜面は乾燥して土壌硬度が大きく、反対に南斜面は最も小さい結果を得た。

(1) 草地

地表面には草丈30~40cmのイネ科植物が生育しているが、その密度は高くないために直射日光が地表面まで差し込み、その結果地表面が乾燥し硬度は高くなる。また土層中に礫もしくは板状の層がいくつか挟まっていることも土壌硬度を高いものにしてている。

(2) 天然林

土層中に礫層や板状の層が含まれていないことから、土壌硬度は低い値を示している。

(3) ユーカリ造林地

リターの供給による腐植土層の形成が地表の土壌硬度を小さくしている。

(4) フィリピア灌木地、マツ造林地

土層が薄く、すぐに基岩もしくは同程度の硬度を持つみ風化の礫層にぶつかるため、地表面の土壌硬度は高い。

B) 土層厚：フィリピア類が多く成育している場所を除いて植生タイプと土層厚との関係は薄い、地形部位との関係では以下の結果を得た（図Ⅱ-4参照）。

(1) 凸型斜面系

斜面の上部位の土層が一番厚く、中部、下部に進むに従って土層厚は薄くなっていく傾向がみられる。従って凸型斜面で造林を実施する場合、丘陵上部においても土層厚が高いことから林木の成長は十分期待できると判断される。

(2) 凹型斜面系

調査対象地域にはあまり見かけない地形であるが、ここでは斜面の上部位の土層が一番薄く、続いて中部、下部に順に厚くなっていく傾向がみられる。従った、前者のタイプとは逆のケースである。造林する場合、土層厚の薄い斜面上部では深根性のユーカリよりは浅根性のマツを導入し、斜面下部においてユーカリを植栽することが推奨される。

2 社会経済条件からみた流域保全

流域保全の問題はもともとある自然条件如何にもよるが、その地に人間が居住する限り、人為的な行為によって生じる問題が大きい。本件調査地も同様である。以下、現状を記す。

a. 私的利用地の拡大

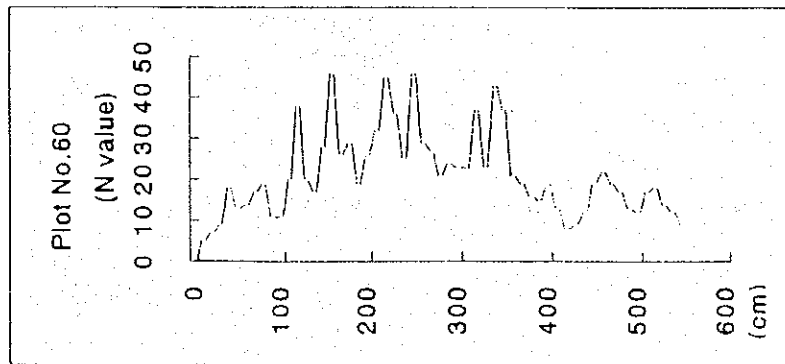
本件調査地は、北部から湖の西側に沿って南へ農村開発が進む一方、さらに西側から東側へと2方向へ進んでいる。南方向への展開は古くからのもので集落形成を伴い比較的秩序だった進展をみせている。しかし、南下するに従い土地の利用は、比較的肥沃な所のみ粗放なものになる傾向がある。マンタスア地区の西側では、人口の増加に伴い土地は余すところなく有効に利用されているのに対し対照的である。東側への展開は、一部を除き最近のものである。これは、均分相続による耕作地の小規模化を起因とする西側からの移住者と出作りに区分される。また、一部には小作農から自らの土地を求めるものと販売用作物の生産を目的とするものがある。

多くの地域においては、人口の増加及び土地生産力の低下を起因として安易な耕作地の拡大さらには裸地化が生じ、土地侵食などの流域荒廃を招いている。今後も人口が増加するに伴い限られた土地での合理的な利用の方向へと進むことも予想されるが、一方安易に西側から東側へと開発が進むことが容易に想像されるところである。

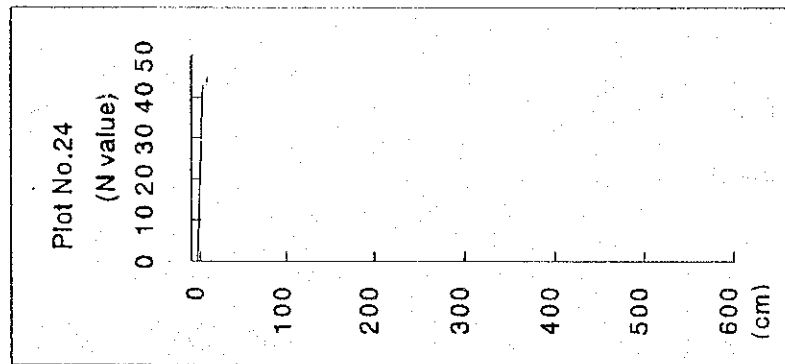
湖の東側は住民の土地占有が少く、湖の重要な水源地域として森林保全を図ることが重要である。一方、南部においては、重要な集水域を確保する意味で、土地の全体利用計画を策定し、環境保全とバランスのとれた農村開発を図ることが不可欠である。

b. 土地の粗放的利用

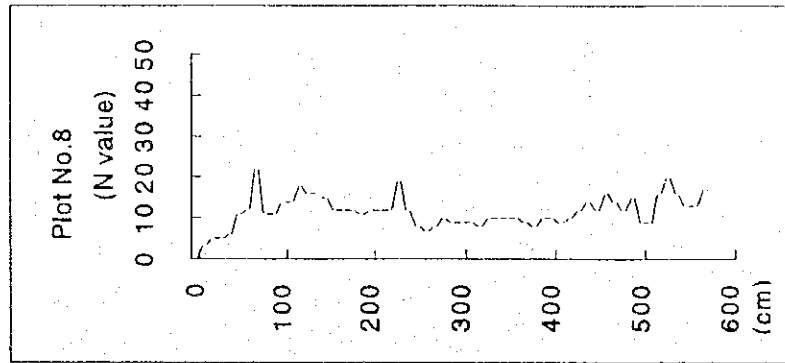
マンタスア地区の西側を除き、土地の粗放的利用が一般的にみられる現象である。人口の増加がこれに拍車をかけ、休耕期間の短縮、無理な輪作及び土地の酷使を引き起こし、結果として土地生産力の低下をきたしている。この結果、無秩序な耕作地の拡大、更に裸地



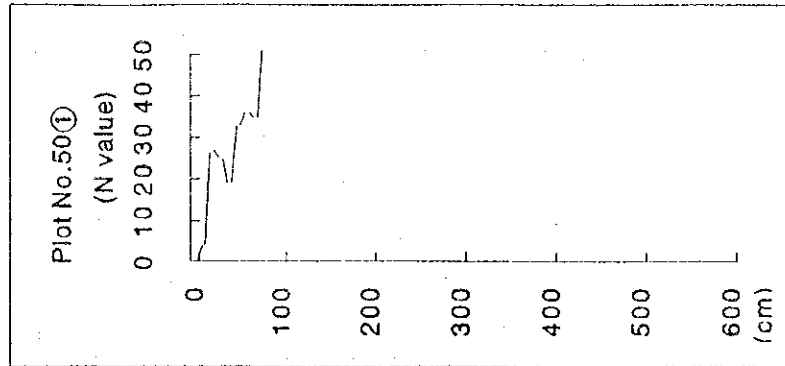
(草地)



(草地)



(天然林)

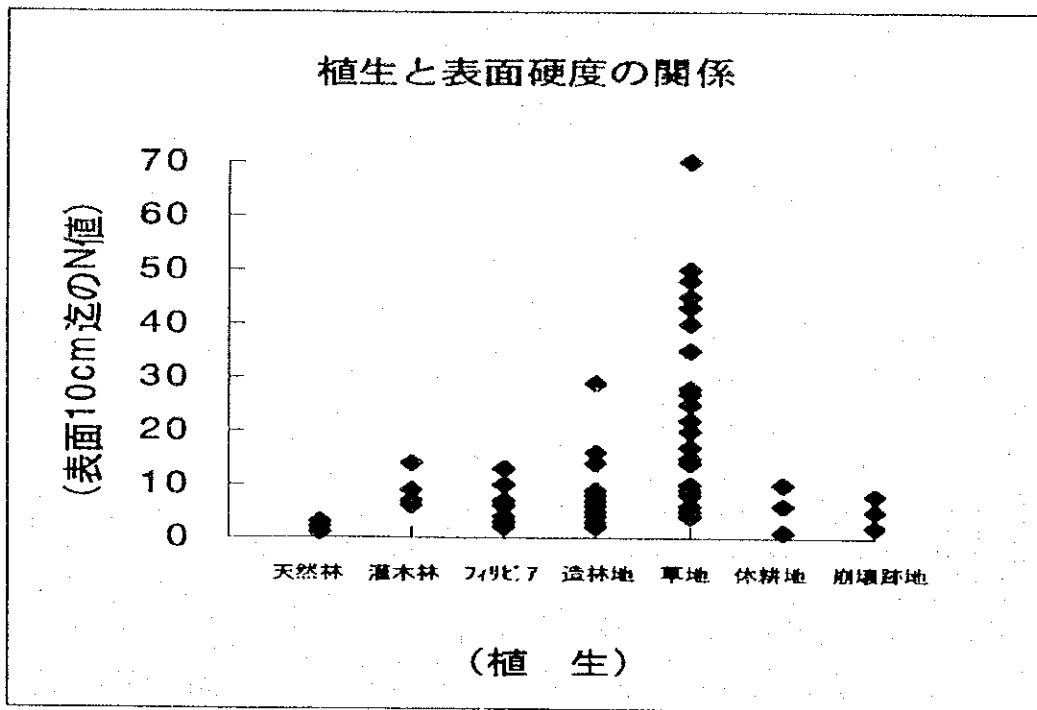


(*Philippia* spp.)

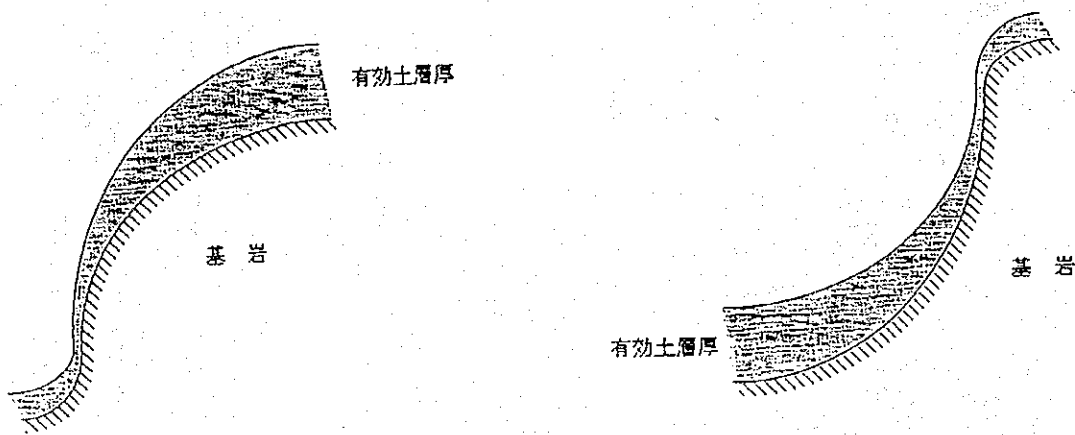
※上記グラフにおいて、横軸は10cm毎の貫入に要した打撃回数、縦軸は土壌深度

N値は土壌貫入試験器の先端のコーン抵抗体が10cm 地中に貫入させるのに要する打撃回数。打撃は付属のウェイトを50cmの高さから自由落下させることよって行う。この試験は10cm 単位で測定を繰り返し、最大5m50 cm までそくていをおこなった。また、打撃回数が50回を超えてなお10cm まで貫入しなかった場合にはその時点で測定を終了した。

図II-2 植生タイプ別の簡易貫入試験結果



図II-3 植生・土地利用タイプと土壌表面硬度の関係



図II-4(A) 凸型斜面と土層厚の関係

図II-4(B) 凹型斜面と土層厚の関係

の拡大を生じさせている。

マンタスア地区の西側では、水土保持を図ることの重要性を住民は理解したうえで、自ら合理的な土地利用を行っている。本件調査地における土地利用の良き見本になるものと考えられる。南部及び東部地域へこの方式を普及してゆくことが流域保全にとって、極めて有効な手だてとなろう。人口密度の低い南部一帯の粗放な放牧は、土壌侵食の原因はもとより、河畔林がないため河川水質汚濁の恐れが予想される。

c. 無秩序な森林伐採

天然林（灌木林を含む）あるいは治水森林省所管人工林の伐採が、至る所で見られる現象である。許可なくしての伐採であることは、明らかである。天然林においては、更新の妨げになっている。これを放置すれば、残された森林の劣化がさらに進む。将来的には水源の枯渇につながる。また人工林は乱伐され、放置された伐採木もみられる。

d. 火入れの慣習

伝統的に火入れは村社会の中で一定の規制のもとで行われていたが、近年村社会の統制が機能しなくなっていると言われる。火入れは農地開発のため、新鮮な牧草の確保、伐採後の火入れ、等それぞれ目的をもつが、これらによる延焼が流域保全の阻害要因となっている。土壌の堅固化による表土の流出及び雨水の土壌浸透能力の低下、自然植生回復の阻害など、流域保全にとってはマイナス効果を生じている。

e. 民有林の現状

湖の西側を、北から南へと造林が進展している。当初、治水森林省の指導があったものの、それ以降は住民自らの力で進められているものである。勿論、薪、木炭の需要の存在という経済的理由によるが、この力は偉大なものである。もともと植生の乏しかったこの地域において、薪炭の供給という側面と農業用水の確保という側面があったものと考えられる。また、前述(c.の項)の様な荒廃は殆どみられない。流域保全の一つの方向性を示すものである。

f. 森林管理体制

湖の東岸地域及び治水・森林省による造林地は、治水森林省の管理地である。しかし、管理要員の不足は否めなく、日常業務（伐採許可書の発行等）に追われ、現地パトロールは殆んど不可能である。また機動力もなく、広い地域の管理は不可能な現状にある。管理要員の増を期待できない現状を踏まえたなかで、創意工夫による代替案の検討が望まれる。

3 流域評価

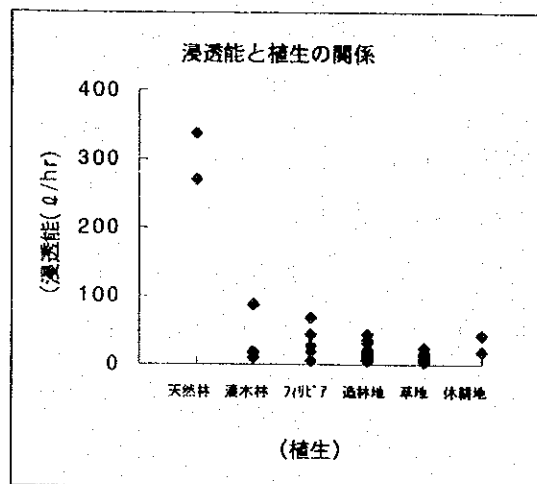
流域評価については、ターゲットエリア内の水源涵養機能と崩壊危険度の両視点から検討

を行った。水源涵養機能については、植生タイプごとの浸透能やダム湖に流入する小流域の流量に着目したものであり、崩壊危険度はターゲットエリア内の崩壊跡地数を外的基準として、崩壊原因に関係すると思われる自然環境因子の組み合わせによる崩壊危険度の予測である。これらの基礎的知見は土地利用上の留意点を与えるものであり、流域管理計画策定の一助を成すものである。

3-1 水源涵養機能

3-1-1 透水性試験の結果

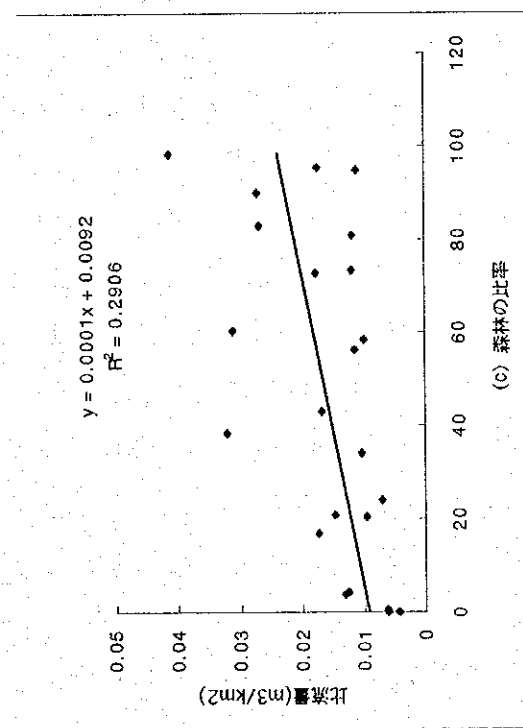
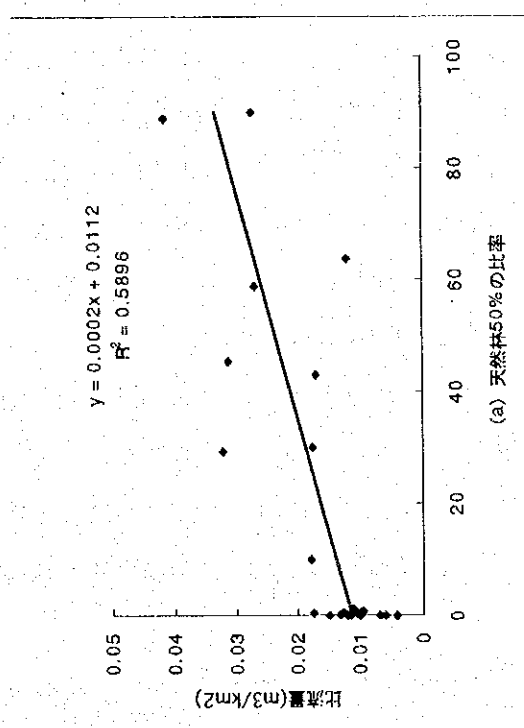
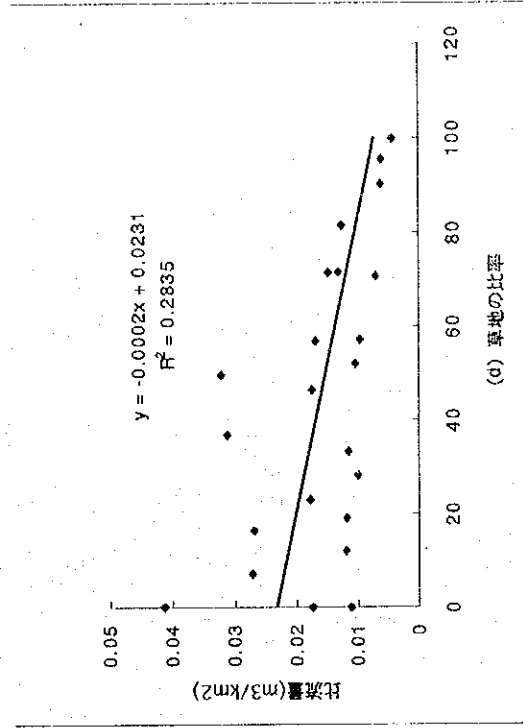
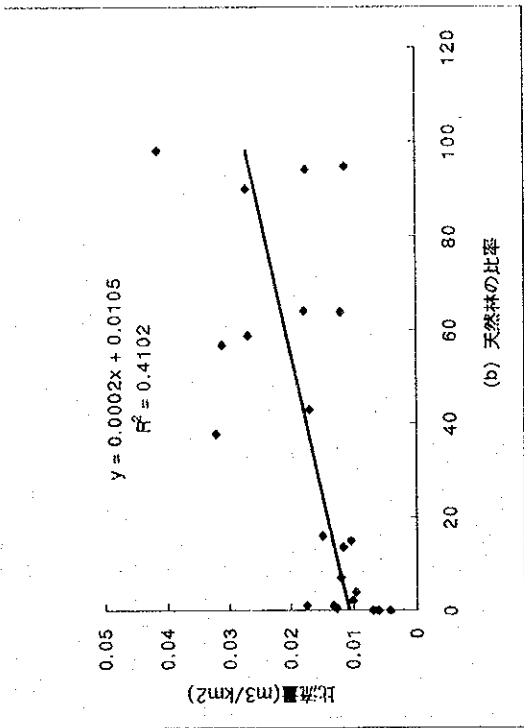
植生と浸透能との関係についてみると、図Ⅱ-5が示すとおり天然林の土壤はその他の植生タイプと比較して際立って浸透能が高い結果を得た。このことは前述1-3-1土壤断面で述べたように、天然林の土壤断面は土層中の団粒構造が発達しており、空隙が多く水分の貯留機能に優れてるとしたことを裏付けるものである。これとは反対に、草地の浸透能が最も低い結果を得たが、これについても草地の土壤構造が未発達で空隙も殆どみられないことから、水分の貯留機能が低いと判断される。



図Ⅱ-5 植生・土地利用タイプと浸透能の関係

3-1-2 流量調査

各流域の植生・土地利用面積の割合と流量との関係 (図Ⅱ-6) についてみると、樹冠粗密度が50%以上の天然林の面積比率が高い流域など比流量が大きくなっている。一方、草地の面積比率が高い流域ほど比流量は小さくなっている。森林の持つ理水機能として、洪水時におけるピーク流量の遅減機能や低水時における流量の安定的な供給機能が指摘されているが、



図II-6 各種生タイプ面積比率と流量の関係

調査対象地においても同様であることが明らかにされた。図II-6において (a)タイプは、樹冠粗密度が50%以上の天然林の面積比率と比流量の関係、(b)タイプは樹冠粗密度が50%以下の天然林の面積比率と比流量の関係、(c)タイプは天然林と人工林を含む森林の面積比率と比流量の関係、(d)タイプは草地の面積比率と比流量の関係をそれぞれ表したものである。

3-1-3 調査結果の総括

これまでの調査結果から以下のことが導き出せる。

- ・天然林地は浸透能が高く、十分な水分貯留機能を有している。これに対して草地は浸透能が低く、十分な水分貯留機能を期待できない。また造林地の水分貯留機能はその中間程度である。
- ・土壌表面硬度と浸透能は負の関係にある。土壌硬度が増せば、浸透能は低下する。
- ・流域内に占める森林面積の割合が増大すれば流量も増大する。
- ・人工林よりも天然林の方が水源涵養機能が高く、さらに樹冠粗密度が高い天然林の方が水源涵養機能が高い。

3-1-4 調査結果にもとづく流域保全上の評価

上述の事象を流域評価に当てはめて考えてみると、天然林の多く残っているチアゾンパニリ湖の東部地域、マンタスア湖の南部地域及び東部地域については、ダムの保全上重要なエリアといえる。例えばチアゾンパニリ湖の東部地域は、天然林面積割合が他の地域と比較して極めて大きく（付属資料50参照）、これらの天然林の存在がチアゾンパニリ湖の水源涵養に与える影響は、それらの流域から流出する絶対流量を考慮すると、非常に大きいといえる。またマンタスア湖にしても南部地域及び東部地域の天然林の面積は小さいものの、天然林はこの部分にのみ残存しており、このことから水源涵養に果たす役割は重要である。

その他のエリア、例えばマンタスア湖の北西部、西部地域及びチアゾンパニリ湖の西部地域においても、谷頭部分に残るわずかな面積の天然林やユーカリ及びマツの造林地は水土保持上重要な役割を果たしている。またユーカリ造林地の広がる地域においては、天然林に劣るものの草地と比較すると高い水源涵養機能を有しており、これらの果たす役割は重要であるといえる。

一方、ここで注意しなければならない地域として、チアゾンパニリ湖の南部地域、北部地域、マンタスア湖の南部地域等の草地が広い面積を占める地域が挙げられる。これらの地域では、乾季における流量不足が予想され、他の地域に比しより深刻な農業用水の潤渇問題が

生じるものと考えられる。また、チアゾンパニリ湖の南部地域は水源域の50%強を占めているにもかかわらず、草地在約60%を占めており、同湖の乾季における渇水問題に大きな影響を与えるものと考えられる。これらの土地の有効的な活用を図るためには、植林の可能な草地に対して積極的に植林を行い、水源の安定的な確保を図ることが必要であろう。

さらに流域管理計画策定に当たっては、以上のことを考慮したうえで、以下の方策が採られるべきであると判断される。

- ①流域内の天然林は水土保持の面から重要な役割を果たしており、保護することが流域保全上重要である。
- ②現在草地となっている場所について両湖の水源涵養機能の増大を期すためには、草地を森林に転換することが有効な手だてとなる。

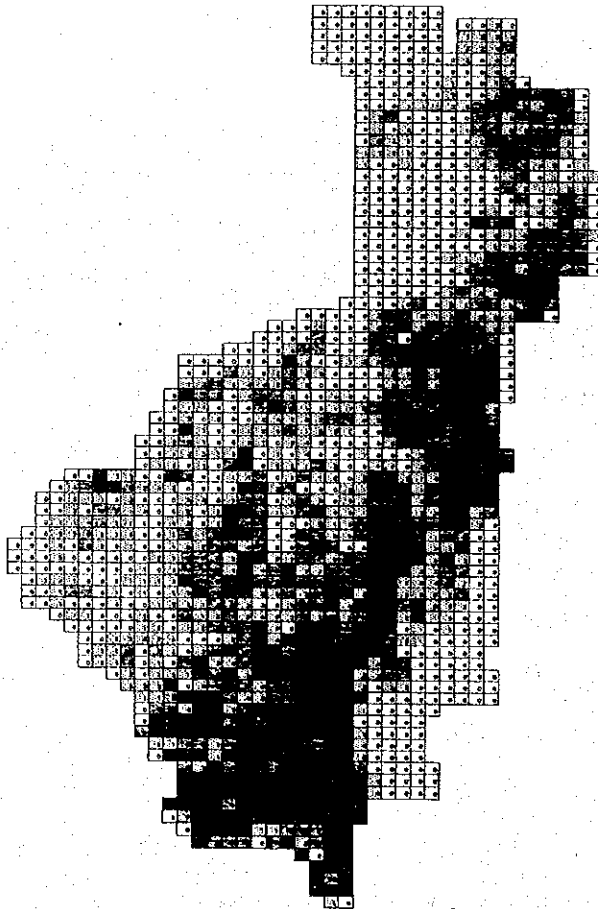
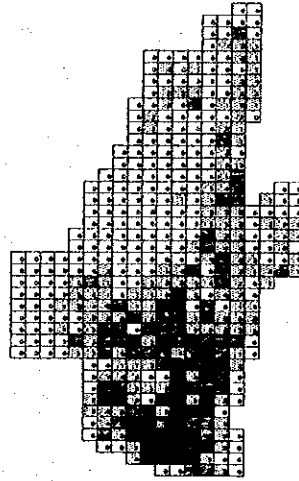
3-2 崩壊危険度

3-2-1 調査の方法及び調査結果

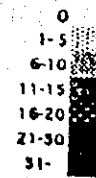
調査対象地であるマンタスア及びチアゾンパニリ湖の周辺では、無数の小規模な崩壊跡地をみることができる(図II-7)。これらは現在では、その殆どが草本類等の植生に覆われているので緊急に再度崩落する危険性は低いが、将来にわたっては注意を要する箇所であるといえる。現在ある崩壊地の分布状況を把握するとともに、この地域の崩壊危険度の予測を行うことは、流域管理計画を策定するうえで重要なステップである。

崩壊危険度予測調査の手順として、まず最初に今回の調査で撮影された航空写真(縮尺1/20,000)のうちターゲットエリア内の写真判読を行い、崩壊跡地を抽出して、これをメッシュ図上に落とし、1メッシュ内の崩壊地の数をカウントして崩壊地数を表したメッシュデータを作成する(図II-7)。これとは別に崩壊と関係が深いと考えられる自然環境因子として、①降水量、②標高、③傾斜、④方位、⑤局所地形、⑥水系、⑦地質(土壌)、⑧土地利用植生の計8つを抽出した。これらの因子のうち、地形に関する因子(標高、傾斜、方位、局所地形及び水系)については、今回の調査で別途作成された地形図(縮尺1/20,000)を1/50,000のスケールに直したのから抽出した。土地利用植生についても同様に、今回の調査で別途作成された1/20,000のスケールの土地利用植生図にメッシュをかけ、そのメッシュ内の最大成分をメッシュの代表成分とした。また、降水量と地質(土壌)に関しては、既存のデータを用いた。これらの自然環境因子は、さらに数個のカテゴリーに区分し、これに基づくメッシュ図を作成した(付属資料.45)。

崩壊地数

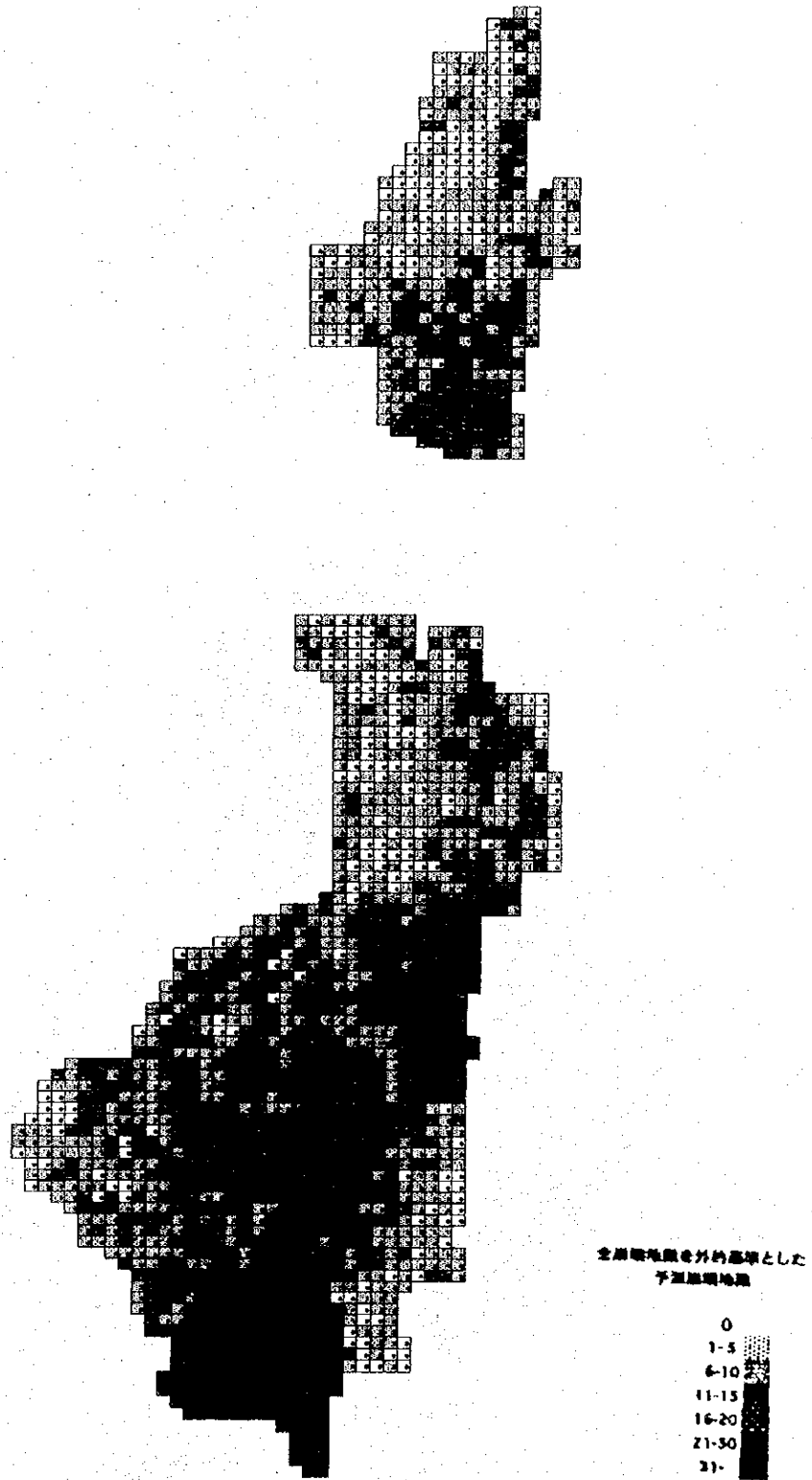


崩壊地の数



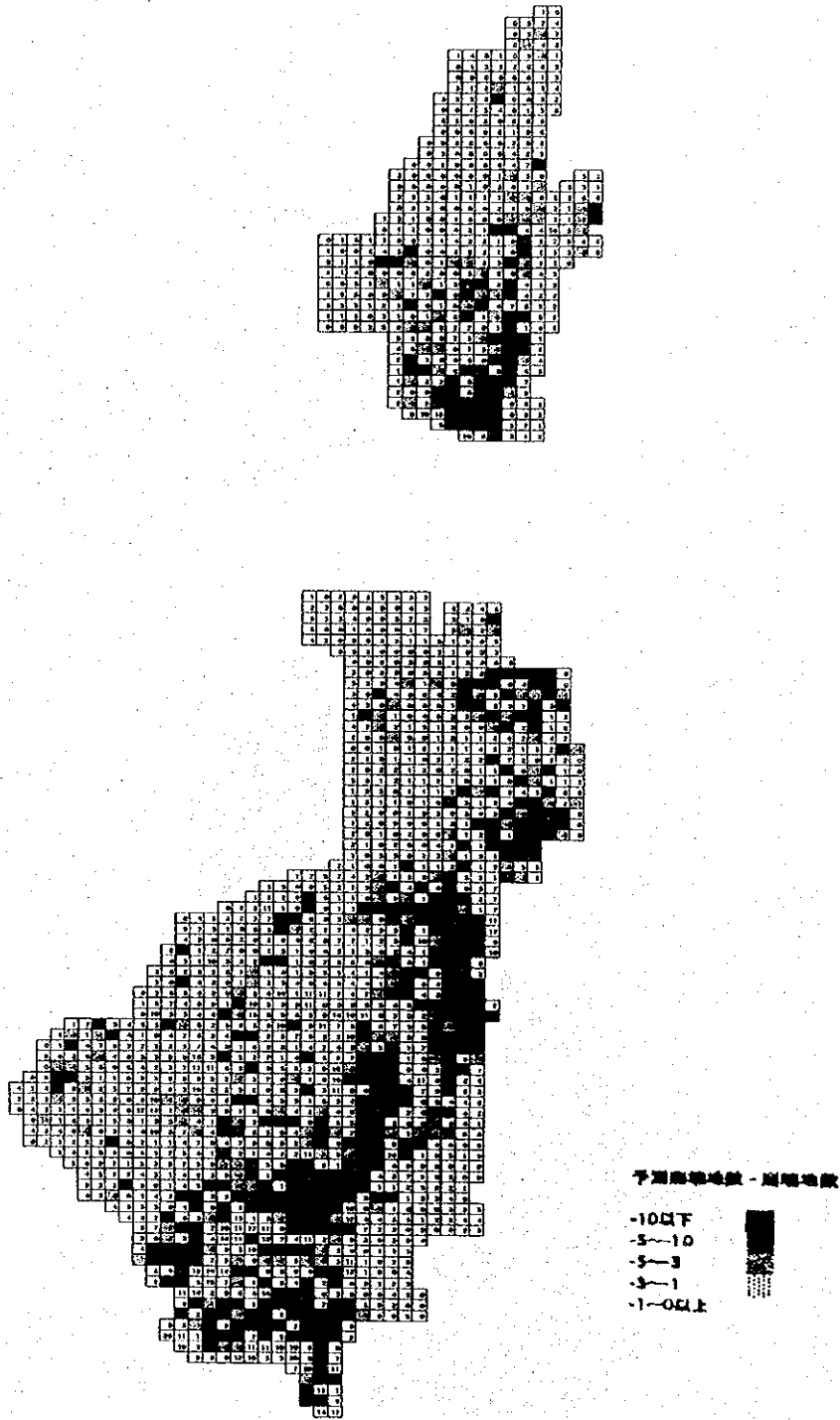
図II-7 マンダア、フゾウ両地域の崩壊地数メッシュデータ

予測崩壊地数



図Ⅱ-8 マンダラ、チツパニ両地域の崩壊予測危険度メッシュマップ

崩壊地数と予測数との差



図II-9 マツヤ、フジノカニ両地域の予測崩壊数と現崩壊地数の差

次に、自然環境因子のカテゴリーにスコアをつけるために、先に求められたメッシュ毎の崩壊地数を外的基準として多変量解析を行った（スコア表を付属資料.46に示す。）ここで求められたレンジと偏相関係数をみると、崩壊の要因には、地質（土壌）と土地利用植生の奇与率が比較的高いことがわかる。

さらに、メッシュ毎にカテゴリースコアを積算して崩壊予測危険度メッシュマップを作成した（図Ⅱ-8）。このメッシュマップをみると、予測される崩壊地は主に南部地域に集中していることがわかる。この地域は現崩壊地の分布を示したメッシュマップをみても崩壊地が多い地域であるので、この崩壊予測危険度メッシュマップは、ある程度の精度を有しているといえる。そこで、この崩壊予測危険度メッシュマップによって示された予測崩壊地数と現崩壊地数の差を求めた（図Ⅱ-9）。その差が大きく表示された地域は、「今後崩壊が増える可能性がある＝崩壊危険度が高い」地域であると判断することができる。

3-2-2 崩壊危険度予測結果にもとづく流域保全上の評価

(1) マンタスア地域

マンタスア地域では、現状の崩壊地は南部地域(地帯区分D)の草地及び灌木地に集中している。また予測崩壊地数をみると、現状とはやや差がみられるものの南部地域でやはり多い傾向にある。この他の地域では、マンタスア湖の東岸において現状の崩壊地数にやや高い傾向がみられる。一方、マンタスア湖の西岸地域では、現状の崩壊地数及び崩壊予測値数ともに低い傾向にある。さらに現状崩壊地数と予測数との差をみると、やはりマンタスア南部地域において数値が高い傾向にある。

以上のことからマンタスア湖周辺では、主に草地及び灌木地の広がる南部地域においてこれまでの状況と同様に今後も崩壊の危険度が高く、計画策定の際にこれに対する留意が必要である。ついで危険度が高い地域は東岸地域(地帯区分E)、一番危険度の低い地域は西岸地域(地帯区分B及びC)で、南部地域>東岸地域>西岸地域の順で崩壊危険度が低くなる。

(2) チアゾンパニリ地域

チアゾンパニリ湖の周辺においては、エリア内の南部地域(地帯区分D)及び湖の東岸地域(地帯区分E)において現状の崩壊地数が多くみられる。予測崩壊地数をみると南部地域に集中しているのが特徴的である。また南部地域から湖に沿って続く東岸地域においても比較的子崩壊地数の値が大きい場所がみられた。一方エリア内の西部及び北部(地帯区分AからC)にかけては現状の崩壊地数はそれほど多くなく、また予測崩壊地数にしても同様に低い傾向がみられた。しかしながらこの地域で特筆すべき点として、チアゾンパニリ湖の西岸、アナ

ラミファトラの西側にほぼ南北(地帯区分DからCにかけて)に走向する断層に伴う比較的規模の大きい崩壊がみられることが挙げられる(第1章1-2-1「地形」を参照)。この断層による崩壊地群の存在は現状の崩壊地数にも現れており、崩壊地が少ないはずの西部地域において特異なものとなっている。また現状崩壊地数と予測数との差をみると、やはりチアゾンパニリ南部地域から湖の東岸地域(地帯区分DからE)において連続的に数値が高い傾向にある場所が連なっているのがみられる。

以上のことからチアゾンパニリ湖周辺では、エリア内の南部地域から湖の東岸にかけての地域において現状での崩壊地数も多く、また今後の崩壊危険度も高いという評価が得られた。流域管理計画策定の際には、この地域の崩壊に対する留意が必要である。その他のエリア内の地域では現状の崩壊地数も少なく、今後の崩壊危険度も低いものと考えられる。ただし前述したように、エリア内の西部地域には断層起因の崩壊地群もみられ、今後このリニアメント(地形の線状構造)上にあたる地域においてはある程度注意が必要であろう。

4 流域保全の課題

流域保全の現状を前節において記述したが、これらを纏めたのが、表Ⅱ-2である。

自然条件でみると、自然植生の脆弱性が問題点として挙げられる。天然林が極めて少ないことである。草地あるいは灌木地が多く、いわゆる未立木地が多いことである。このため表面侵食は極く一般的な現象であり、山腹面に発生するリル侵食がガリ侵食に発達する危険性を内在している。残存する天然林の保護はもとより、人工的あるいは自然力による植生の回復がなにより重要である。地形的には土壌侵食によって形成された複雑な地形であるが、標高差が少なく局部的なものを除けば、流域保全の面では現在大きな影響を与えていないようにみられる。

社会経済条件では、土地利用上の問題、林野管理の不作為、人口問題及び人口増加による耕作規模の相対的低下に対する対応策が課題として挙げられる。

土地利用上の問題：傾斜耕作、広大な未立木地の存在、放漫な放牧、焼畑耕作が挙げられる。これらの土地利用は、旧来から慣習的あるいは伝統的に実施してきたものであり、土地生産力の低下をきたしている。流域管理という観点から、適切な土地利用を検討する必要がある。天然植生の乏しいこの地における土地利用は、水土保持を考慮した適切な土地利用に加え、土地生産力の向上が不可欠である。このためには、住民自身による問題認識及び問題解決を指向する参加型手法による流域管理が効果

的である。

林野管理の不作為：住民による森林の不法伐採、野焼等を起因とする林野火災である。主として、治水森林省の所管事項であるが、現実的に管理要員の不足に伴う管理不徹底である。現状では、要員増は望めなく治水森林省の管理能力に限界がある。ZODAFARBの施策を含む創意工夫した対応策の検討が必要である。

人口問題：流域荒廃の要因は、不適切な土地利用と人口増加とみることができる。不適切な土地利用を余儀なくさせている原因の一つが、人口の急激な増加である。土地利用の適切な手段を講じても流域管理の目的を達成できない。このため、流域管理活動の中でファミリープランに取り組む必要がある。また実効性のあるファミリープランとするためには、流域管理活動への積極的な女性の参画によるエンパワーメント及び社会経済的地位の向上を図った中での実行が必須である。

人口増加による耕作地の相対的減少：人口増加の結果として、耕作規模の相対的な減少等を生じている。このため、西側から未開発地を求めて湖の東側へ移住あるいは出作り農業の形で、安易に進出してゆく。広大な土地故、土地利用は粗放になりがちであり、土砂流出の原因となっている。湖の東側は、特に将来的に水源確保のためにも保全されることが望ましい区域である。東側への開発圧力を弱めるためにも、西側において既耕作地での土地生産性の維持・向上を図ることを優先して対応策を講じる必要がある。

上記の問題は、住民の生産活動に直結している課題である。流域保全は、住民の生産活動を個別に捉えるのではなく、全体的・総合的な課題として取り組まなければ意味をなさない。したがって人口問題を含む各分野にまたがる問題を住民参加によって総合的な計画として取り組むことが本件の流域管理計画の課題と考えられる。

なお、流域保全上好ましい要因として、傾斜地耕作を含めた集約的な土地利用また水源確保を考慮した植林がマンタスア地区の西部で行われている。傾斜を合理的に利用し、水土保持に配慮した土地利用は良き見本であり、広く普及すべき土地利用方法である。また、この地における住民の造林意欲には力強いものがある。この力を引き出す、有効な動機付を行って流域管理計画を策定することが肝要である。

表Ⅱ-2 流域保全の現状

1 阻害要因

現 状	問 題	背 景
<p>広大な未立木地の存在</p> <p>放牧利用</p> <p>草地/灌木林</p>	<p>表面侵食の増大</p> <p>河川水質の汚濁</p> <p>山火事の発生源</p>	<p>1. 伝統的な土地利用</p> <p>2. 地域全体に対する土地利用計画の欠如</p> <p>3. 関係機関による土地利用上の指導欠如</p> <p>4. 造林資金不足 (治水森林省)</p>
<p>傾斜地耕作</p> <p>草地におけるタネティ</p>	<p>土砂流出の誘発</p> <p>土地生産力の低下</p>	<p>1. 伝統的な土地利用</p> <p>2. 農業技術普及機関による耕作指導の不足</p> <p>3. 人口増加</p>
<p>不法伐採 (国有林)</p> <p>低/灌木林</p> <p>高木林</p> <p>人工林</p>	<p>薪炭材の採取</p> <p>草地の加速化</p> <p>土砂流出の誘発</p> <p>更新力の劣化</p> <p>森林劣化</p>	<p>1. 植生回復力の低下</p> <p>2. 森林管理要員の不足</p> <p>3. 公有財産に対する住民の意識欠如</p> <p>4. 伝統的な自家用材の採取</p> <p>5. 伐採許可手続の煩しさ</p>
<p>林野火災</p> <p>天然高木林</p> <p>天然低木/灌木林</p> <p>草地/灌木林</p>	<p>更新力の低下</p> <p>森林の劣化</p> <p>植生回復力の低下</p> <p>草地化の促進</p> <p>草地化への加速</p>	<p>1. 森林管理要員の不足</p> <p>2. 林野火災に対する住民意識の欠如</p> <p>3. 村落社会の自主規制力の低下</p>
<p>放漫な放牧</p> <p>草地への火入れ</p> <p>防護林の不在</p>	<p>表面侵食の促進</p> <p>土壌の劣化</p> <p>土砂流出の発生と土砂崩壊の危険増加</p> <p>河川水質の汚濁化</p>	<p>1. 新鮮な牧草の確保</p> <p>2. 牧野管理の指導欠如</p> <p>3. 村落社会の自主規制力の低下</p>
<p>移住・出作り農業</p>	<p>粗放な土地利用</p> <p>無秩序な私的土地利用</p>	<p>1. 人口増加と均分相続に伴う耕作地の不足</p> <p>2. 農業指導の欠如</p>
<p>焼畑農業</p>	<p>天然林の劣化</p>	<p>1. 森林管理の欠如</p> <p>2. 伝統的耕作法</p>

2 促進要因

<u>現 状</u>	<u>流域管理上のメリット</u>	<u>背 景</u>
傾斜地耕作	土壌侵食の最小化	1. 人口増加に伴う域内土地利用の最大化 2. 経験による生活の知恵
集約的な土地利用 (傾斜に応じた合理的土地利用)		
私有人工林の拡大	1. 土壌侵食の防止 2. 水源涵養機能の向上 3. 森林率の向上	1. 都市部における燃材需要の存在 2. 自家燃材、用材の確保 3. 水土保持
水源域への植林	水源の涵養	農業用水の確保

第三章 初期環境調査

ここでいう初期環境調査(IEE)は、本件調査において環境影響評価(EIA)を行う必要があるかどうかを判断するための概略調査である。すなわち、本件調査において、ターゲットエリアを対象に策定される「住民参加型の流域管理計画」の諸活動が現存の立地環境に与える潜在的な影響を予備的に調査し、本件調査において本格的に環境影響評価調査を行う必要があるかどうかを判断するための調査である。

調査の内容として、以下の事項を調査した。

- ①本件調査の目的に沿って想定される流域管理計画の活動項目
- ②計画対象地域内の環境概況
- ③各環境項目に対する潜在的影響

1 事業の内容及び活動

本件調査における流域管理計画の基本は、流域全体として自然条件と調和した適切な土地利用とその土地に居住する住民を中心とする水・土保全を考慮した土地利用方式による荒廃流域の復旧と保全である。このため、地域の特性に応じた参加型流域管理計画の作成と流域全体として調和のとれた全体計画の作成が本件調査の内容である。具体的な事業内容は、P Sの実施結果によって定まってくるものであるが、P S前期調査によって得られた主要コンポーネントは、おおよそ以下のものである。

- ①苗木生産：植林用の苗木生産であり、家屋周辺での小規模な簡易苗畑による生産を予定している。
- ②植林：薪炭生産、飼料木、放牧地への樹木帯造成等を目的とする植林。
- ③伐採：薪炭生産等による造林木の伐採。
- ④製炭：造林木の利用による製炭。
- ⑤アグロフォレストリー：タネティ耕作地への生け垣(hedgerow)造成など。
- ⑥農林産物の運搬：薪炭、農産物等の市場への運搬。
- ⑦農耕地開墾：畑地及び水田の開墾

本件事業の実施に伴って生じる環境に与える潜在的な影響を考察する。

2 現存環境の概況

流域管理計画の対象地域における立地環境として、自然環境と社会経済環境について第1章の第2節及び3節において詳しく述べているが、これらの特徴は以下のとおり。

自然環境：

- 気象** 中央高地東部の高地モンスーン気候帯に、東側の分水嶺では多雨林気候帯に属す。年平均降水量 1500mm、年平均気温、17℃
- 植生** 天然林は東側分水嶺付近に点在、南東部に至ってまとまって分布する。これらの天然林はコケで覆われるものが多い。西側に人工林が多く分布する。その他の地域では草地、灌木地が広大に展開している。
- 地形・地勢** 標高1400m～1700mの丘陵地が侵食によって複雑な地形を形成している。中央部にマンタスア及びチアゾンパニリ湖が位置している。基本的に、河川は南から北へ向かって流下する。また、チアゾンパニリ湖の南端部に中規模程度の滝があり、周囲の天然林と相まって景勝地を形成している。
- 水系** 両湖の西側からそれぞれ流下した水系は合流し、イコパ川となって流下し、アンタナナリボ平原を潤している。一方、マンタスア湖の北端部から流下する水系は、発電に利用後東海岸へ注ぐ。両湖に注ぐ小河川は、農耕作の重要な水源として利用されている。また、両湖は地域住民にとって漁場として利用されている。
- 大気** 調査地内の道路はすべて土道で、通行する車両は極く限られたものであるため、排気の影響度は極く僅かである。しかし、乾季においては車両通過後の土埃がひどいが、極く一時的なものである。
- 生物環境** チアゾンパニリ湖の南端部に水鳥の生息地が存在する。これ以外に、特に保護の対象となる貴重な生物群は確認されていない

社会経済環境：

- 土地所有** 計画対象地の西側は、私有地あるいは古くからの住民による私的利用地によって占められている。これらの私的利用地以外は、治水森林省等の国有地に属している。
- 土地利用** 集落地においては、低地部から水田、テラス耕作、タネティ、造林地、放牧との基本パターンであるが、集落の密度の違いによってこの基本パターンが大きく崩れ、粗放な土地利用となる。湖の西側は、住民の造林意欲が高く、

南方向に向かって一面の造林地が展開している。一方、西側の集落から湖の東側へ移住あるいは出作り農業が進行中である。

- 経済活動 一部、ホテル等のレジャー産業があるものの、大部分は農業、林業（製炭が主）、漁業、等の第1次産業である。換金手段は、木炭、ジャガイモ、水産物が主体を占める。一部賃労働もみられる。
- 地域住民 主体は、農耕、放牧を生業とするメリナ族である。湖の東岸の天然林内に伝統的に焼畑耕作を営む少数民族が極く僅かに見られる。
- 医療環境 郡庁所在地のみに診療所がある。
- 教育環境 行政村落に、公立あるいは私立の小学校が存在する。

概して、流域管理計画対象地内には、チアゾンパニリ湖南端部の野鳥の生息地以外に、特に留意すべき特殊な立地環境条件が認められていない。

3 潜在的影響

本件調査で策定される流域管理計画の事業活動が、事業実行及び運営の各段階において、当該地の立地環境条件にどのような潜在的影響を有しているのかを検討した。潜在的影響を把握するために、環境マトリックス（表Ⅲ-2）を利用した。このマトリックスでは、潜在的影響をその影響度に応じて4段階に分類し、それぞれ下記のとおり規定した。

- P：好影響が予想される。
- A：マイナスの影響が予想される。
- B：僅かなマイナス影響が予想される。
- 無印：特に影響のないもの。

表Ⅲ-1 環境影響評価のマトリックス

環境項目	活動内容						
	苗木生産	植林	伐採	アグロ	製炭	産物運搬	農地開発
1. 社会生活 *住民生活 非自発的移住 無許可の移住 生活様式の変化							
	P	P		P	P		P P

住民間の軋轢 先住民族、少数民族 *人口問題 人口増加 人口構成の急激な変化 *住民の経済活動 経済活動の基盤移転 経済活動の転換、失業 所得格差の拡大 *制度、習慣 土地利用権の再調整 組織化等社会構造の変更 既存制度、習慣の改革				P			
2. 保健衛生 農薬使用量の増加 風土病の発生 伝染性疾患の伝播 残留毒物の蓄積 破棄物、排泄物の増加							
3. 景観等 貴重な景観の喪失 埋蔵資源への影響		B					B
4. 貴重な生物、生態系 植生の変化 貴重種、固有動植物への影響 植生の多様性低下 有害生物の進入、繁殖 湿地、泥炭地の消失 天然林の劣化		B B			B		B B B
5. 土壌、土地 *土 壌 土壌侵食 土壌塩類化 肥沃土の低下 土壌汚染 *土 地 土地の荒廃 崩壊地の発生 防風、砂防、防火等の機能低下 地盤沈下		P P P	B	P P P			B B
6. 水文、水質 *水 文							

表流水の流状変化		P	B		B		
地下水の流状、水位の変化		P					
濁水、洪水の発生		P	B	P			
河床の上昇		P					
舟運への影響							
*水質、水温							
水質汚染、低下		P		P			B
富栄養化							
塩水の進入							
水温の変化		P					
*大気							
大気汚染					B	A	
二酸化炭素の発生		P			B		
微気象の変化		P					
騒音発生						A	
7. 森林資源、機能の持続性							
原料資源の持続性		P					
環境保全機能の持続性の断絶		P		P			

ここでは、本件流域管理計画が現存の環境に及ぼす潜在的影響について、主として3つの側面から言及する。

- a. 影響の性質と発生源
- b. 特定の環境要素に対する影響度
- c. 緩和策の有無、緩和策の持続期間、頻度、重要性及び適用性

本件計画を実施すると、環境に対し次のような影響が生じるものと予想される。

土地利用：住民自身によって計画的な土地利用が行われ、従来の無秩序な土地利用が排除される。これによって、草地化した地域あるいは粗放な土地利用地域における植林を通じて、荒廃地の回復、土地生産力の向上が期待される。特に、マンタスア湖西部地域でみられる合理的な土地利用方式の推進に加えてアグロフォレストリーの推進によって、既存耕作地の表土流出を軽減し、土地生産力の改善に寄与する。

土 壌：土壌に関連する潜在的影響は、苗畑用地の造成、造林の地拵、炭窯の造成、農耕地の開墾等によって生じる。これらは、小河川への侵入による土砂の堆積、塵埃

による大気汚染などの悪影響が予測される。しかし、これら作業の大部分は従来から実施されてきたものである。作業期間が短く、一時的なものである。頻度が従来よりも増すことが予測されるが、深刻な問題とはなり得ないものと判断される。ただし、農耕地の拡大は、雨季における土砂流出量の増加を予測させる。しかし、周辺地への植林の推進及びアグロフォレストリーの導入による全体的にバランスのとれた土地利用の促進により、従来の粗放な土地利用の改善に寄与する。特に山地保全のため、広大な放牧地については等高線植栽による表土流出防止策を講じる等、適切な管理が必要である。

水質：道路建設等の工事は計画されていない。極めて小規模な苗畑用地のみである。しかも、乾季での作業である。捨て土の処理を適切に行うことによって雨季における土砂流出を最小限に留めることが可能であり、水質の低下は僅かなものである。苗木生産において薬剤の使用が一時的なものとしてあり得るが、適切な管理によって付近への浸出を押さえることが可能である。

大気：現在の道路は土道である。このため、将来、農産物の市場への輸送にともなう塵埃汚染が予測される。しかし植林の促進によって造林地が拡大し、全体的に見ると、塵埃浄化作用が増加し大気の改善が促進される。また製炭による大気汚染もあり得るが、同様に問題は軽微なものと考えられる。

騒音：特に、環境に与える要素は考えられない。

生物的要素：当地域は、植生的に極めて乏しい地域とみることができる。天然林は、ごく一部に限られる。草地、灌木地によって大部分が占められている。本計画は合理的な土地利用の促進であり、非生産的な自然植生及び草地が耕作地あるいは造林地へと変化しよう。これは自然植生の変化に通じるが、その大部分は木本植生への転換であり、流域保全の観点からは好ましいことである。魚を含む水中生物への影響は、湖周辺への植林によってむしろ好ましい影響を与えるものと判断される。ただし、チアゾンパニリ湖の南端部の野鳥の生息地、あるいは滝の周辺地域は自然保護地域として、開発の対象地域から除外しておく必要がある。

社会経済環境：農地の拡大、造林地の拡大、土地生産性の向上等によって、住民の生活様式の基本は変わらないまでも、生活内容がより充実したものへと変化しよう。現金収入の機会増大が見込まれる。住民の本計画への参加姿勢によっては、住民間で所得格差が拡大する可能性を内在する。また、他地域への人口流出が抑

えられ、域内の人口が増加する可能性も内在する。これら将来的な人口増加に対する対応措置の検討が、本件計画の策定において必要である。

以上、本計画の実施による潜在的影響をみてきた。本計画の活動内容は、土地の合理的利用による流域管理である。住民が居住する周辺地域において、生物資源を用いて水土保全を考慮したより合理的な土地利用方式の促進である。基本的に住民生活を変えるものではなく、現行の土地の利用仕組みを改善しようとする計画である。従って、事業の内容が現存環境を根本的に変えるものでなく、むしろ生物資源による自然環境の改善に寄与するものである。非生産的な未利用の荒廃地をより生産的な土地利用へと転換することによって、当地域の発展が期待される。

本計画の実施に伴う環境に与える潜在的影響は小さいものと判断される。このため本件調査においては、別途「環境影響評価調査(EIA)」を実施しなければならない積極的な理由は存しないと判断した。

第IV章 流域管理計画

1 流域管理の基本

流域管理計画は、ターゲットエリアを対象に策定する。

マンタスア及びチアゾンパニリ流域は、地域住民はもとよりアンタナリボ首都圏の水源域として重要な役割を担っている。流域保全は、その地における森林、水、土及び住民生活の要素が調和されることによって保証される。即ち、土砂流出防止、水源涵養及び住民生活が総合的に確保されて、持続的な流域管理が可能となる。このための基本は、環境的に健全な土地利用である。流域全体が、森林を含めてバランスのとれた土地利用であることが必要である。

したがって、本件調査の流域管理計画は、2つの面からアプローチする。その一つは、流域全体を視点とする流域管理区分であり、他の一つはその地に居住する住民生活を視点とする流域管理である。特に、流域保全の課題である人口増の抑制及び土地生産力の向上に結びつく適切な土地利用の面からのアプローチである。全体と個々の調和を図るため、流域全体から眺めた流域管理区分の下に、パイロット・スタディ（以下PSと記す）の成果（パイロット・スタディについては第2部を参照）をベースとする参加型流域管理計画を策定した。

参加型流域管理計画については、流域荒廃の要因は人口増加と不適切な土地利用にあるとの観点から、人口問題への対応と適切な土地利用による土地生産力の向上を通じて、住民生活の改善を図ることを基本に実施する。一方、流域管理計画は持続性の確保が重要であり、流域保全活動が住民の日常生活の中に定着して実施されることが不可欠である。このためには、特に女性の参加と女性の地位向上を必要とする。

したがって、本計画においては女性の流域管理活動への積極的な参加を促し、女性の社会活動への参加能力を高め、貧困の改善とエンパワーメントを図ることによって、女性の地位の向上に寄与させることとする。

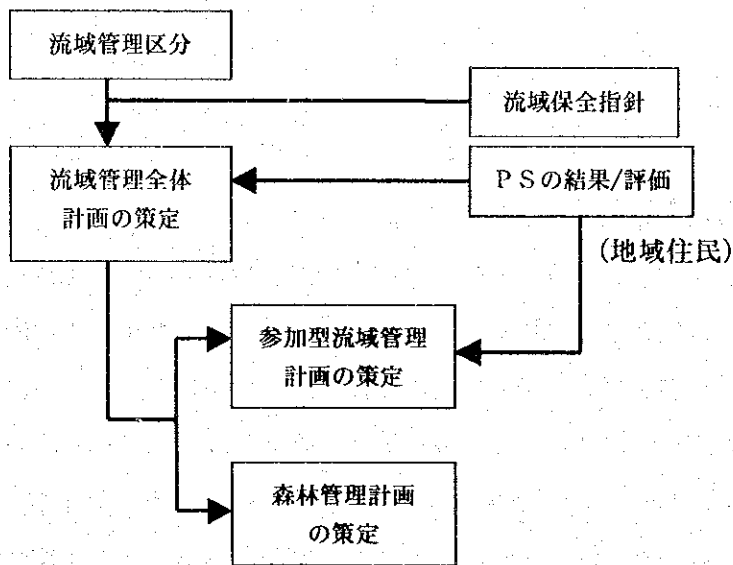
このことによって、初めて実効性のある家族計画と流域の持続的管理が実現するものと考えられる。

2 計画策定の手順

流域管理計画の具体的内容として、以下の事項について検討した。

- ① 流域管理区分
- ② 流域保全指針
- ③ 流域管理全体計画
- ④ 参加型流域管理計画
- ⑤ 森林管理計画

これら事項の検討にあたっては、以下の手順によった。



3 流域管理区分

マンタスア及びチアゾンパニリ両湖の流域管理を考えると、水源の確保、土砂流出保全の観点から森林の保全が何より重要である。しかし、両湖とも流域内には地域による居住密度の相違があるものの、多くの住民が居住している。地域住民の生活圏を考慮したうえでの流域管理でなければならない。一方、住民の居住密度は地域による濃淡があり、一律的な基準による流域管理は意味をなさない。住民の殆ど居住しない地域において参加型計画を実施することは、現実的に不可能である。このため地域住民の居住度合いを参酌した上で以下のとおり大きく2区分して、流域管理を進めることが現実的且つ合理的であると考え（図IV-1参照）。

- ① 参加型流域管理地域
- ② 森林保全地域

参加型流域管理地域は、地域住民の生産活動を通じて流域管理を図ってゆくことが望ましい地域であり、事業主体は当然のことながら地域住民である。この地域は住民の生産活動の中で

流域管理を進めるため、流域が保全されるか否かは、住民の意識如何による。したがって、住民参加手法による計画作りと適切な実行指導が極めて重要となる。森林保全地域は、住民生活との関わりが極めて少なく、湖への水源確保のため将来的にも森林として維持管理してゆくことが望ましい地域である。森林の維持管理にあたっては、地理的条件を加味しながら地域住民と一体となった管理が可能な場合はこれを適用するなどの方策を講じ、将来的に森林として担保し湖の水源確保を図ることが何より重要である。総体的な事業主体は、治水森林省である。

両地域の対象面積は、表IV-1に示すとおり。

表IV-1 流域管理区分別面積 単位：ha

管 理 区 分	参加型流域管理	森林保全	計
マンタス	6,652 (72)	2,641(28)	9,293 (100)
チアゾンパニリ	32,479 (93)	2,525(7)	35,004 (100)
計	39,131 (88)	5,166(12)	44,297 (100)

注：水面を除く。()は構成比(%)。湖東側の治水森林省所管地のZODAFARB対象面積2,330ha (マンタスア地区 1,158ha 及びチアゾンパニリ地区 1,172ha)を参加型流域管理に含めている。

流域全体としてみれば、参加型流域管理地域は88%を占め、森林保全地域は12%を占める。

4 流域保全指針

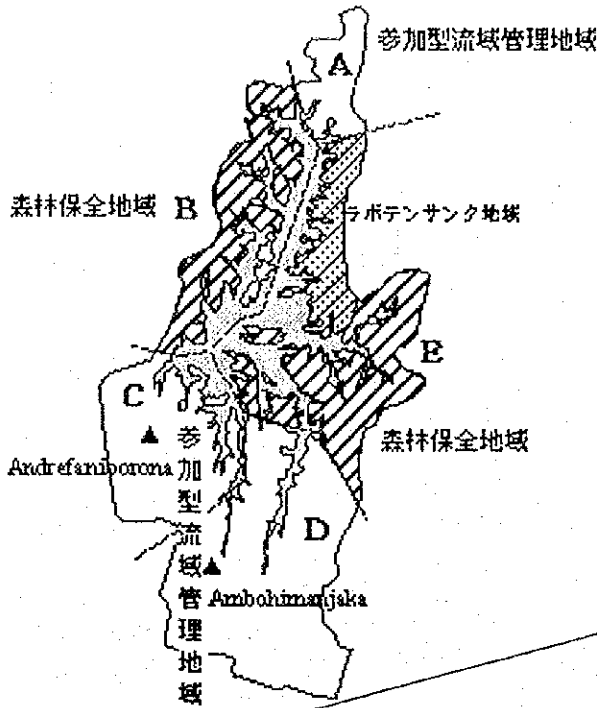
第II章における流域評価に基づき、自然条件の観点から考慮すべき土地利用上の指針は以下のとおり。以下の事項は、森林管理計画及び参加型流域管理計画の策定・実行において考慮されるべきものである。

参加型流域管理地域：

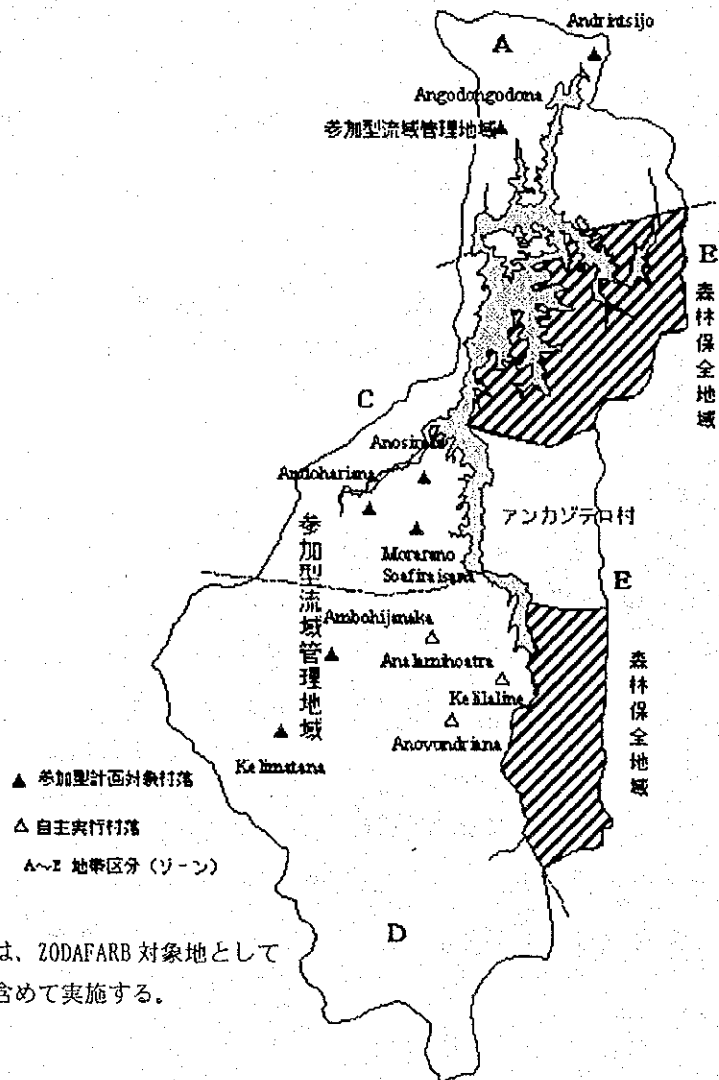
(1) マンタスア地区

湖の集水域の約70%を占める参加型管理地域は、南部地帯(ゾーンD)を除き地形的に安定し、森林率も高い。しかし森林は単層の一斉人工林が殆どであり、天然林は南部地帯に局部的にわずかに分布するのみである。湖に流入する河川も規模の大きなものはその殆どが南部地帯から北上して湖へ注ぎ込んでいる。これらの地域においては流域管理の観点から、①農耕作に当たっての土壌流出防止、②南部地帯は崩壊危険度が高いため森林率の向上と急傾斜での耕作回避、に配慮する。また北部(ゾーンA)でみられるフィリピア灌木の分布する場所は、土層厚が薄く農耕作には不適と考えられるので、そのままにしておき他の植生の導入を待つこととする。

マンタスア地区



チアゾンバニリ地区



注：森林保全地域内の草地は、ZODAFARB 対象地として参加型流域管理計画に含めて実施する。

図IV—1 流域管理区分

(2) チアゾンパニリ地区

この地区の参加型管理地域は集水域全体の約 90%を占め、この地域がダム の保全に与える影響は大きい。特に南部地帯(ゾーンD)は流域面積も大きく、湖へ流入する流量も多い。そこで、この地域では住民の土地利用と水土保全を両立させた管理が必要となる。具体的には、①小流域の谷頭部分のわずかに残る天然林を保護する、②谷頭部に既に天然林が残っていない場所ではここに優先的に植林を行う。またマンタスア地区と同様にチアゾンパニリ地区南部も崩壊危険度が高いので、耕作地周辺に植林を行い森林率を向上させるとともに、急傾斜地での耕作を避ける。3～5年の耕作期間を終えてタネティを次の場所へ移動する際には、タネティの回りに設けられたドレインからガリー侵食が拡大しないような方策を講じる。

森林保全地域：

(1) マンタスア地区

マンタスア地区において森林保全地域の占める割合は 30%程度である。このうち湖の西岸地区(ゾーンB)には主に別荘地のマツ林が広がっている。これらの植生には景観を保全する機能が期待される。また湖の東岸地区(ゾーンE)には面積的には小さいものの(約3%)天然林が存在し、これらが流域の水源涵養及び土砂流出防止に対して重要な役割を担っている。この地区で留意すべき植生はフィリピア主体の灌木で、マンタスア東岸地区の天然植生の大部分を占める。この植生は土層厚の薄い場所に分布(第Ⅱ章の"1-3ターゲット・エリアの土壤特性"参照)しており、農耕作及び産業的なユーカリ植林には適さない。従ってこのフィリピア灌木林地では、山火事の進入を防止し、自然力による森林植生の回復を図る。

(2) チアゾンパニリ地区

湖の東岸南部地区(ゾーンEの南部)に広がる天然林は、ターゲット・エリアの中で殆ど唯一ともいえる程まとまって分布する。これらの天然林から湖に流入する流量は、渇水時でも比較的安定している。また天然林の分布域では、湖面と分水嶺の比高が大きいにも拘わらず、他の地域と比して崩壊地などの土砂流出の要因となるような事象も見あたらない。このようなことから水土保全機能に関して、東岸南部地区の湖に対する貢献度は大きいといえる。一方、天然林分布域の南端部に水鳥の生息地が存在することから、この地区の天然林は禁伐等の強い制限を課してでも保全を図る。この地区に広大に存在する草地は、積極的に造林を進めるため、ZODAFARB 対象地として参加型流域管理計画に含めて事業計画を策定する。

5 流域管理全体計画

流域管理全体計画は、「流域全体として環境的に健全な土地利用」を基本目標において策

定する。流域全体として、住民と地域との関わり度合に濃淡があり、地域の事業主体を住民に置くか、国におくかによって流域管理の手法が異なってくる。このため、流域管理全体計画は、前記3のように参加型流域管理地域と森林保全地域に2区分し、それぞれの地域に対応した流域管理計画を策定する。それぞれの対象面積は、表IV-2に示すとおり。

表IV-2 流域管理全体計画

単位：ha

ゾーン	参加型流域管理地域			森林保全地域			合計
	マンタスア 地区	チアゾンバ ニリ地区	小計	マンタスア 地区	チアゾンバ ニリ地区	小計	
A	514	4,304	4,818	0	0	0	4,818
B				1,461	0	1,461	1,461
C	1,772	4,755	6,527				6,527
D	3,208	17,850	21,058				21,058
E	1,158	5,570	6,728	1,180	2,525	3,705	10,433
計	6,652	32,479	39,131	2,641	2,525	5,166	44,297

注：水面を除く。湖東側の治水森林省所管地のZODAFARB対象面積2,330ha（マンタスア地区 1,158ha 及びチアゾンバニリ地区 1,172ha）を参加型流域管理地域に含めている。

参加型流域管理地域においては、地域住民を事業主体として流域管理計画を策定する。チアゾンバニリ地区のゾーンEにはアンカゾテロ村を含むが、この村は最近、行政村として承認されたものである。このため、同村落を参加型流域管理地域の中に含めて計画を策定する。この地域には地域住民の生活圏が形成されており、地域住民の生産活動を通じた中で流域保全を視点とする諸活動を実施することとする。このため、この地域においてはPSの成果をベースに一般化のできる事業を選択し、住民によって実行可能な計画を策定する。

森林保全地域は参加型流域管理地域以外の地域であり、ゾーンB及びEを対象とする。この地域については治水森林省によって将来的に森林としての管理が可能であり、また管理されるべき地区である。この地域を対象に森林管理計画を策定する。ゾーンBは別荘を中心とする地域であり、森林として保全することの容易な地域である。しかし、この地区は天然林が少なく、ユーカリ、マツを主体とする単純な植生であり、鳥類、動物類も少ない。この地区は景観改善を目的とした施業を実施する。ゾーンEは従来から治水森林省の管理地である。一部（アンカゾテロ村）の地域を除けば住民の居住あるいは出作り農業は限られたものである。これは限定的に行われているものであり、治水森林省によって個別的に取り扱わざるを得ないものと考ええる。

森林の管理にあたっては、治水森林省の管理能力に限界がある。このため地理的条件からみて住民管理の可能な地域については、ZODAFARBの施策を導入し、住民自身による森林管理(ボトムアップアプローチ)を講じることが現実的である。住民管理と一体となった森林管理が効果的と考える。このため、草地をZODAFARBの対象とし、参加型流域管理計画の中に含めて計画を策定する。また、マンタスア湖のゾーンEにラポテンサンクと呼ばれる土地権利移譲予定地が含まれているが、傾斜8% (斜度3.5度) 以上は植林を義務づけているため、大部分の地域が植林地になる見込みである。したがって、この地域も森林保全地域に含め一体的なものとして森林管理施策を実施する。

流域管理全体計画の仕組みを図IV-2に示す。

6 参加型流域管理計画

6-1 参加型流域管理計画の目標

本計画は、「開発の持続性」を基本目標において策定する。具体的には、流域保全の観点から自然環境と調和を図りながら開発を進めると同時に流域保全が地域住民によって自立的・継続的に展開させる(自立的発展)ことである。本計画がこの目標に寄与し得るように策定することとする。

6-2 土地利用対象地

(1) 土地利用可能面積

新たな土地利用を策定する対象地は、灌木地及び草地である。これらの土地が特に、流域荒廃の一要因である人口増加の観点から今後どの程度、耕作地、放牧地及び森林用地として利用が可能なのか、その見とおしを明らかにしておくため、以下の前提で一つの試算を行なうこととする。

耕作用地：一世帯当りの耕作可能面積を、次のとおり仮定する。

マンタスア地区は、3.5ha

チアゾンパニリ地区は、4ha

耕作可能面積と現状の面積を対比すると、表IV-3のとおり。

放牧用地：現飼育頭数(牛)1頭当り、1haと仮定する。

植林地：現在の草地面積から、耕作用地(今後、増加するとみられる面積)及び放牧用地を減じた面積を植林地とする。また、灌木地は、植林の対象とする。

注：平均的な家族数6～7人の場合の耕作可能面積は、2～3haである（住民に対するインタビューの結果）である。このため、将来的な耕作可能面積として上記面積を仮定した。放牧地については、河川敷、耕作地周辺等を利用しているのが一般的であり、住民としては明確な目安を持っていないので、牛1頭当1haを仮定した。

以上の前提で試算した土地利用可能面積を示せば、表Ⅳ-4のとおり。なお、計算の詳細については付属資料.53を参照。

表Ⅳ-3 一世帯当りの耕作可能面積と現状 単位：ha

ゾーン	A	C	D	E
マンタスア地区				
耕作可能面積	/	3.5	3.5	/
現状	/	3.0	1.7	/
チアゾンパニリ地区				
耕作可能面積	4.0	4.0	4.0	4.0
現状	2.2	3.1	2.9	1.8

表Ⅳ-4 土地利用可能面積

(1) マンタスア地区

単位：ha

区分 \ ゾーン	C	D	計
現状	草地	1,369	1,772
	灌木地	721	838
利用計画	現状草地	1,369	1,772
	耕作用	238	272
	放牧用	90	144
	植林用	1,041	1,356
灌木地(植林用)	721	838	
該当村落 (世帯数)	Andrefanivorona (67)	Ambohimanjaka (132)	

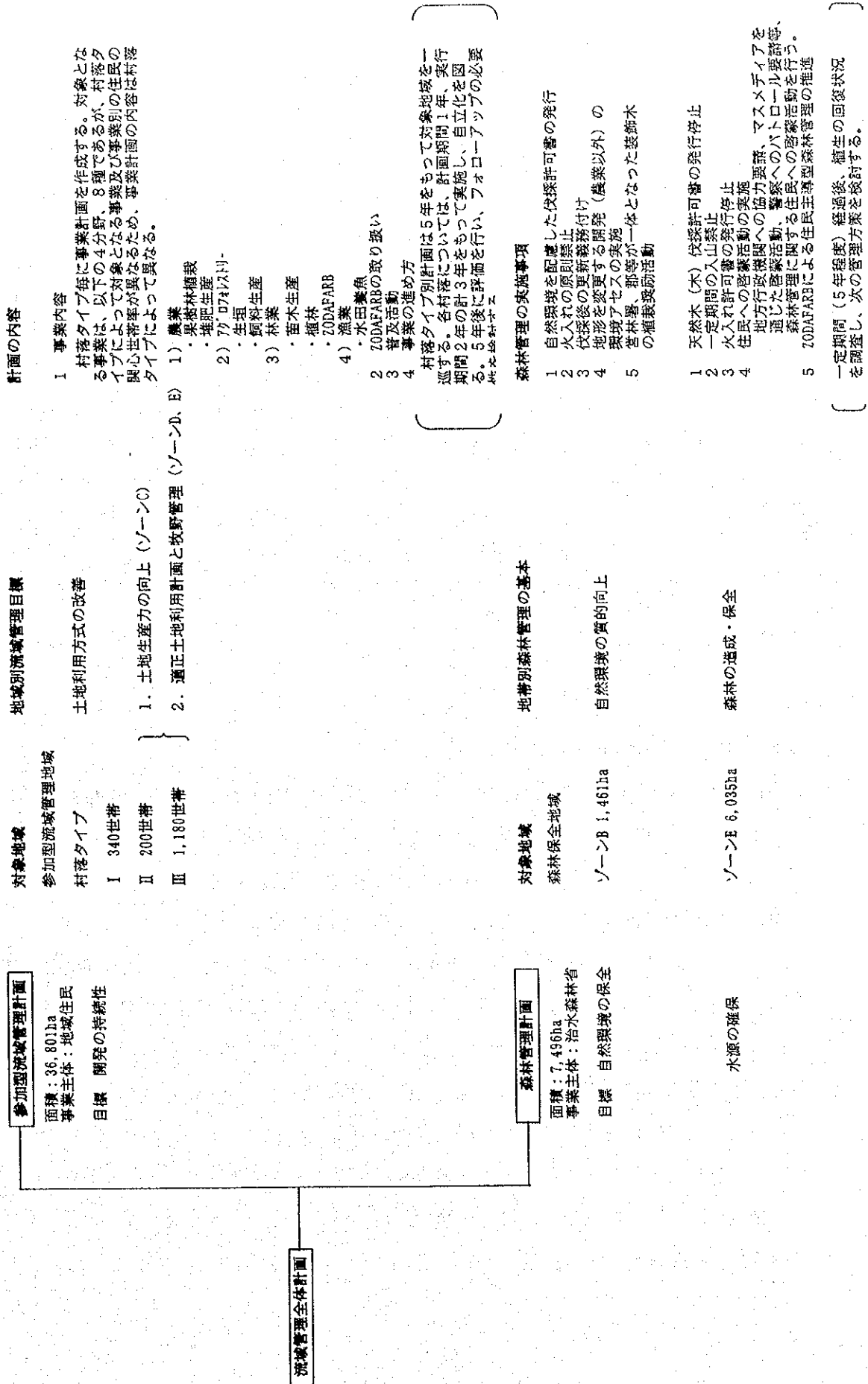
(2) チアゾンパニリ地区

単位：ha

区分 \ ゾーン	A	C	D	E	計
現状	草地	1,576	10,268	3,010	17,455
	灌木地	46	631	139	908
利用計画	現状草地	1,576	10,268	3,010	17,455
	耕作用	427	1,124	220	2,374
	放牧用	1,071	1,748	30	3,479
	植林用	78	7,396	2,760	11,602
灌木地(植林用)	46	631	139	908	
該当村落 (世帯数)	Andriatsi-jo Angodon-godona (335)	Morarano ほか、5ヵ村 (474)	Analamiho atra ほか、5ヵ村 (1,022)	Ankazo- Elo (100)	

注：上表の試算においては、湖東側の治水森林省所管地内のZODAFARB対象地を除外している。

図IV-2 流域管理全体の仕組み



(2) 植林可能面積

前記(1)の土地利用可能面積のうち、植林可能面積をまとめると、表IV-5のとおり。

表IV-5 植林可能面積

単位：ha

区分 \ ゾーン	A	C	D	E	計
マンタスア地区					
草地	/	315	1,041	/	1,356
灌木地	/	117	721	/	838
計	/	432	1,762	/	2,194
チアゾンパニリ地区					
草地	1,368	78	7,396	2,760	11,602
灌木地	92	46	631	139	908
植林準備地	0	2	14	0	16
計	1,460	126	8,041	2,899	12,526
合計	1,460	558	9,803	2,899	14,720

注：上表には、湖東側の治水森林省所管地内のZODAFARB対象地2,330haを含めていない。

6-3 計画策定の考え方

6-3-1 計画策定の単位

参加型流域管理計画の策定に当り、計画が現実的に実行可能なものに仕組むために、パイロット・スタディ（以下、PSと記す）を実施した。PSは、流域内の条件の相違によって設定されたゾーン（地帯区分）において、モデル村（4カ村）を選定し、住民自身による計画の策定、実行及び評価を行ったものである（第2部を参照）。

PSの結果によれば、計画の内容・事業規模、実施成果等は村落の形態（社会経済条件及び自然条件）によって異なっている。当初、参加型計画は地域の条件差によって区分されたゾーンを単位に策定する考えであった。しかし、PSの結果ゾーンを基盤とする広い単位よりも村落を基盤とする狭い単位でとらえることが現実に沿ったものになると判断される。したがって、ここでは対象村落を社会経済条件指標に基づき3つのタイプに区分（グループ化）し、それぞれを単位として全体的な参加型計画を策定することとする。

実施段階においては、個々の村落を対象に社会経済条件調査（RRA等による）を行い、村落の特徴を把握したうえ、住民主体の詳細計画を作成し実行することになる。

なお、村落のタイプ区分は、以下のとおり。

村落タイプ	区分指標		対象村落
	村落形成要因	就労構造	
タイプ-I	ダム立ち退き	単純 (農業+漁業)	Angodongodona Andriantsijio
タイプ-II	自然立村	混在 (農業+賃金労働+製炭)	Andrefanivorona Ambohimanjaka
タイプ-III	自然立村	単純 (農業+漁業)	Anosivola Andohariana Morarano Ambohijanaka Kelimafana Ankazotelo

6-3-2 計画対象事業

PSにおいて、6分野（農業、アグロフォレストリー、林業、林産業、漁業及び社会基盤整備）で11種（果樹生産、堆肥生産、生垣、飼料生産、苗木生産、植林、ZODAFARB、萌芽林改良技術、製炭技術、水田養魚及び小規模水力発電）の事業を実施したが、その成果について地帯別事業別に住民の参加率、技術の普及/達成度、住民の反応等についての分析を行った。その結果に基づき参加型流域管理計画の対象にすべき事業について、以下の判断基準によって選択することとする。

- ① 流域管理上の必要性があること
- ② 技術的に住民が実行可能であること
- ③ 住民の反応が悪い事業は除外すること

以上の判断によって、PSにおいて実施した事業の内、林業の萌芽林改良技術及び林産業の製炭技術を参加型流域管理計画の対象事業から除外する。萌芽林技術は、住民の関心低く使用道具である鋸が受入れ難いとの事情から、実効性に乏しい。製炭技術は、技術効果が低いため、これも住民に受入れ難い事情にある。このため、これらの事業を計画対象事業から除外することとした。小規模水力発電については、Analamihoatra（アナラミファトラ）村の特殊ケースとして実施したものであるため、これも計画対象外とする。

以上によって、4分野、8種の事業を対象として計画を策定する。

6-3-3 村落タイプ別計画対象事業

(1) 対象事業

前記1で選択される事業は、地域住民に一律に受け入れられているものではなく、住民の居住する環境条件（地帯区分）によって、それぞれの違いが存在する。村落形態の違いによって、住民の反応（関心度）が異なる。このため、参加型流域管理計画は村落形態別に対象事業を選択して策定することが現実的である。同時に、同じ村落形態においても住民個々人の生活経営条件によって、各事業に対する関心度合いが異なる。このため、PSの実績をベースに、事業毎の住民の参加（実行）率、住民の反応等を加味して事業計画を策定することが妥当であると判断される。

以上の考え方によって、村落タイプ別計画対象事業を表IV-6のとおりとする。

表IV-6 村落タイプ別計画対象事業

村落 タイプ	農 業		アグロフォレストリー		林 業			漁 業
	果 樹	堆肥	生 垣	飼料生産	苗木生産	植林	ZODAFARB	水田養魚
I	●	●	●	●	●	●	●	●
II	●	●	●		●	●		
III	●	●	●	●	●	●	●	●

注： ●印が村落タイプ別計画対象事業

(2) 事業の内容

本計画において実施対象とした事業内容は、以下のとおり。

農業：

農業は、果樹植栽と堆肥生産の2つである。

果樹植栽は、PSの結果では住民の関心の高い事業であることが判明している。現地適応種は、PSによる植栽樹種の今後の生育如何にもよるが、果樹専門家によって選択され既に植栽済のモモ、プラム、カキ、リンゴ、ナシ、などが対象になる。植栽場所は、家屋の周辺など手入れの行き届く場所がふさわしく、特に将来的な販売も考慮すれば女性に適する活動である。参加世帯の半数（50%）を、女性の参加目標とする。なお、遠隔地から苗木を入手した場合、苗畑に置いて一定期間養苗し、環境への馴化と活力を回復させた後に現地に植付けすること。

堆肥生産は、土地生産力向上のため是非とも必要な事業であるが、堆肥資材不足が問題である。しかし、アグロフォレストリー用導入種の普及と相まって、積極的な事業展開が期待される。軽作業でもあり、女性中心の活動として実施する。

導入種：Kakier、Pecher、Papayer、Oranger、Poirier、Prunier、Pommier
Avocatier、など。

アグロフォレストリー：

生垣及び飼料生産の2つの事業である。ここでいう生垣は、タネティ耕作地において土壌表面流や土壌浸食を防止する目的で、灌木、草などの生垣植栽のことである。また、休耕地において地力回復のためのマメ科植物などの植栽も含んでいる。特に、チアゾンパニリ地区では、休耕地（タネティ）水路からのガリー発生を防止するため、水路上方への生垣植栽を励行する。飼料生産は、地域によって住民の関心の濃淡がある。しかし、空闲地を利用し、農作業と同様な技術で実行可能であるので、比較的住民に受け入れられる事業と考える。

生垣、飼料生産ともきめ細かい作業であり、女性の参加目標を50%として実行する。導入種は、以下のものが考えられる。しかし、この種の技術は初めての経験であるので技術指導を行ないながら実行することとする。

生垣………*Tephrosia vogelii*, *Crotalaria gralamia*, *Vetiveria zizanioides*
Cassia rotundifolia, など。

飼料生産…*Penissetum purpureum*, *Bracharia* spp., *Setaria* sp.
Avoine sp., *Stylosanthes* spp., など。

林業：

林業活動は苗木生産と植林であるが、植林は植栽場所によって2つに区分される。一つは、個人所有地に植栽される一般的な植林であり、他の一つはZODAFARBである。ZODAFARBは、国有地の主として治水森林省所管地への植林である。

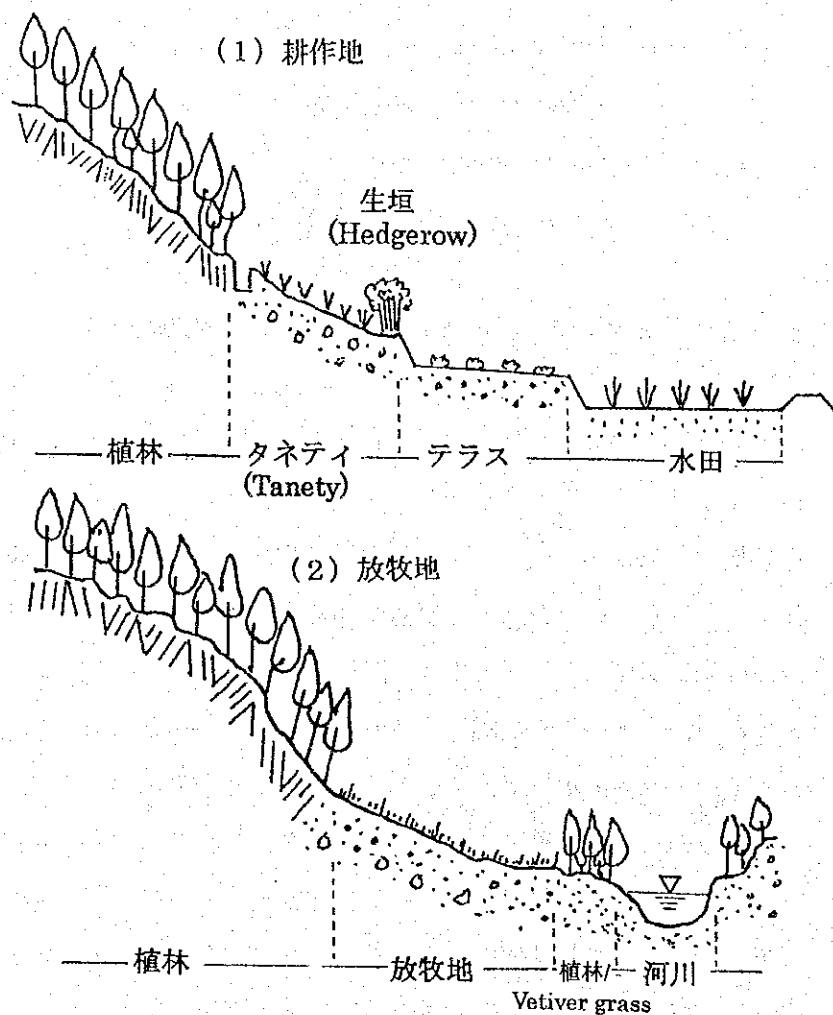
苗木生産は、技術指導の観点から共同作業によるのが合理的である。殆どの村落は広い地域に集落が分散し、日常的に短時間の手入れが必要な苗畑作業の場合、共同作業は名ばかりの作業になりがちである。したがって、集落に近く、各参加者が現実的に作業が可能となる場所へ分散して苗畑を設置することが重要である。

このため、苗畑の設置箇所数は多くなるものと判断される。播種にあたっては、苗木生産がポット苗か裸根苗かによって播種方法が異なることに留意する必要がある。ポット苗の場合、播種床に密に播種するが、裸根苗の場合は苗間隔を考慮して粗く播種することが経済的な播種方法である。ポット苗は、活着率が高いとの評価であるが、養苗作業に手間がかかるため、住民に敬遠されがちである。

しかし、尾根部などの土壌条件の悪い箇所への植栽用に、一部ポット苗の生産を組

み込むことが望ましい。このため、全体苗木生産量の1/3をポット苗木生産として計画する。住民の育苗技術は初めてのものであり、経済的かつ健全な苗木生産のために技術指導が必須である。養苗作業は日常的な管理が重要であり、女性に適する作業である。この意味でも、女性参加の目標を50%として実施する。

植林は、従来は男性中心で行われてきた活動であるが、女性の経済基盤確保の意味からも女性の参加の目標を50%として実施する。住民自身が従来から実施してきている技術であり、特に問題なく実行可能である。住民は、植栽場所として耕作に支障を与えないことは勿論、集落から離れた遠隔地を選択する傾向が強い。実行に当たっては、耕作地の保全、エロジョンの防止等を考慮し、図IV-3に示すように基本的配置を考慮して実行することとする。ZODAFARBは、治水森林省が定める手続きにしたがって実施する。



図VI-3 土地利用の基本

植栽樹種：

Eucalyptus robusta, *E.camaldulensis*, *Pinus patula*, *Cupressus pyramidalis*,
など。

漁業：

水田養魚は、湖水面から遠隔の地にある集落は、蛋白源の食材に乏しく魚は重要な蛋白源である。このため、住民の食生活の改善にとっても水田養魚は重要な事業である。水稲収穫後（乾季）の水田を利用しての養魚は、住民の関心が高い。

また、養魚に水が欠かせない。このため、水源確保の観点から森林への関心を高めることに役立つ。

親魚飼育による稚魚生産が望ましいが、稚魚生産は技術的な困難さを伴い稚魚生産の保証がない。このため、本計画では稚魚を購入して参加住民に配布することを前提に計画する。養魚池の選定に当っては、サイクロン時の被害を軽減できるような場所を選択する必要がある。水田上部が森林で覆われている場合、降雨流出のタイムラグによって被害を多少軽減することが期待できよう。

給餌を含む日常的な管理を要するため、女性に適する作業であり、堆肥製造と同様に女性中心の活動として実施する。

飼育魚種：

Royal carp, Tilapia など。

6-3-4 計画策定の前提条件

村落タイプ別に事業計画を策定するに当って、一定の条件整備をしておいて進める必要がある。このため、以下の事項を前提条件として計画を策定する。

対象村落：マントスア地区のAmbatolana村は、町場に近く自力で発展途上にある村落であることから計画の対象から除外する。またターゲットエリア内に存在する村落のみを対象とし、ハモのみが存在する村落は除外する。

チアゾンバニリ地区のAnalamihoatraは、自主的実施が見込まれるため計画対象外とする。計画対象村落は、図IV-1に示す村落である。

世帯数：郡庁（コミューン）が、正確な世帯数が把握していないので安全率を見てラウンドナンバーを使用する。

関心世帯率：ここで関心世帯率とは、各事業に対する世帯の関心度合いを村落全世帯に対する比率として表したもので、村落毎の各事業に対する世帯の参加見込

み率(%)である。関心世帯率は、PSの実績をベースに以下を見込む。

村落 タイプ	農 業		アグリクリ-		林 業			漁 業
	果 樹	堆肥	生 垣	飼料生産	苗木生産	植 林	ZODAFARB	水田養魚
I	10~25	25	5	5	20	20		10
II	30	25	30	/	15	15	/	/
III	36	30	30	30	50	50		30

注：ZODAFARBは、植林参加世帯のうち、1/2の世帯が苗木生産量の1/3を植栽するものとする。

計画の実施：各村落を対象に、3年間の計画期間で実施することとし、第1年目を計画作成（PRA手法）、第2及び3年目の2年間を実行期間とする。第1年目で組織作りを行うも実質的活動は第2年目からである。PSの結果から判断すると、最初の組織活動では組織メンバーの不慣れととまどいがあり、自立的な活動にはなりきらない。組織活動が習熟するためには、翌年も繰り返しての実行が必要である。このため、ここでは2年間の実行期間を見込む。第4年目以降は住民の自主管理によって実行するものとする。

本計画においては、各村落を対象に3年分を計画する。

6-3-5 計画の実施スケジュール

計画対象地域は、マンタスア及びチアゾンパニリの2地区にまたがり、道路事情が悪く移動に相当な時間を要する。効率的に実施するために、年次別の行動範囲をできるだけまとめて実施する必要がある。

このような考え方に基き、年次別実施スケジュールを表IV-7のように定めて計画を策定することとする。したがって、計画開始5年後に対象村落を一巡する。一巡した時点で実施状況を評価し、自立化達成に向けて必要があれば、最小限のフォローアップ方策を検討する。

表IV-7 実施スケジュール

タイプ	村 落	0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年以降
I	Andriantsijo (60) A		計画	実行	実行	自主	自主	自主
	Angodongodona (280) A		"	"	"	"	"	"
II	Andrefanivorona (70) C		計画	実行	実行	自主	自主	自主
	Anbohimanjaka (130) D		計画	"	"	"	"	"
III	Morarano soafirai-							
	Sana (140) C C C			計画	実行	実行	自主	自主
	Anosivola (100) D			"	"	"	"	"
	Andohariana (70) D			"	"	"	"	"
	Ambohijanaka (560) E				計画	実行	実行	"
	Kelimafana (210) Ankazotelo (100)				計画	実行	実行	自主
Analamihoatra D	自主	自主	自主	自主	自主	自主	自主	自主

注) タイプIIIのAnalamihoatraには、Anovondriana及び Kelilalinaの2カ村を含む。()は世帯数。村落欄のA~Dは、

ゾーン区分を示す。

世帯数総数	1,720 (Analamihotraを除く)
1年目開始世帯数	540
2年目開始世帯数	410
3年目開始世帯数	770

6-4 村落タイプ別事業計画

6-4-1 年間事業量

年間事業量の算出に当っては、世帯をベースとして求める。各事業の実施は、世帯を単位として実施するものであり、各世帯が過大な事業量であると、農業との労働配分の競合を生じ実施不可能となる。世帯をベースとして年間事業量を算出することによって、実施上の可能性を判断する資料を提供することにもなる。

世帯当たりの事業量は、PSの結果によって対象事業毎に決定している。これを基に参加世帯数、世帯当り事業量、単位事業の所要労働量、世帯当り所要労働量等によって年間事業量を算出している。表IV-8は、農業の場合の算出例である。同様に各事業について算出しているが、これらについては付属資料、55を参照されたい。

表IV-8 年間事業量の算出例（農業の事例）

農業 1) 果樹木植栽

村落タイプ	I	II	III
対象村落	Andriantsijo Angodongodona	Andrefanivorona Ambohimajaka	Morarano Anosivola Andohariana Ambohijanaka Kelimafana Ankazotelo
世帯数	340	200	1,180
関心率(%)	Andrian. 25 Angodon. 10	30	36
関心世帯数	43	153	425
世帯当り事業量(本)	20	20	20
単位当労働量 (人日/本)	0.7	0.7	0.7
世帯当り所要労働量 (人日)	14	14	14
総労働量(人日)	602	840	5,950
総事業量(1,000)	0.86	1.20	8.50

注：単位当労働量、穴掘り・堆肥入れ0.5人日/本、植付け0.05人日/本、保育0.15人日/本、計0.7人日/本

2) 堆肥生産

村落タイプ	I	II	III
対象村落	前表に同じ	左に同じ	左に同じ
世帯数	340	200	1,180
関心率(%)	25	25	30
関心世帯数	85	50	354
世帯当事業量(エック)	3	2.5	2.5
単位当労働量(人日/エック)	1.5	1.5	1.5
世帯当所要労働量(人日)	4.5	3.75	3.75
総労働量(人日)	383	188	1,106
総事業量(エック)	255	125	885

注：単位当労働量は、積込み1人日、切替し0.5人日、計1.5人日。資材採取は、日常の農作業の
 帰り途中で採取することとし、ここでは計上しない。

事業別に、世帯当り所要労働量(年間)をまとめると、表IV-9のとおり。村落タイプIIIが最も労働量が多く、年間、約100日である。また、各事業の中で最も労働量を要するのが植林である。しかし、植林は従来でも実施してきている事業であり、必ずしも本計画によって新たな追加事業になるとは限らない。一方、各事業のすべてに参加する世帯は少なく、また世帯当りの生産労働人口は3~4人であることを考慮すれば、無理のない労働量であると判断される。日常的に行なわれている農作業(表IV-10参照)からみても、全体的に無理なく実施可能な事業量と見ることことができる。

表IV-9 事業別世帯当り所要労働量(年間)

単位：人日

村落タイプ	I	II	III
農 業			
果樹木植栽	14	14	14
堆肥生産	4.5	3.8	3.8
アグロフォレストリー			
生 垣	2	3	3
飼料生産	2	/	2
林 業			
苗木生産	8.2	12.3	12.3
植 林	25	41	38
ZODAFARB	14	/	20
漁 業			
水田養魚	4	/	4
計	79.7	79.1	102.1

表IV-10 農事暦

(1) マンタスア地区アンボヒマンジャカ村の事例

月順	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
雨季乾季区分	雨季		移行期				乾季			移行期		雨季
稲作		稲刈り	稲刈り	稲刈り					耕起	播種・田植え		
ジャガイモ栽培					耕起		収穫					
傾斜地畑作												
製炭												
漁業												
二次葬												
農繁期		◎	◎		◎		◎		◎	◎		
苗木生産									苗畑造成			
植林												

(2) チアゾンパニリ地区アナラミファトラ村の事例

月順	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
雨季乾季区分	雨季		移行期				乾季			移行期		雨季
稲作		稲刈り	稲刈り							耕起	播種・田植え	
ジャガイモ栽培					耕起		収穫	収穫・耕起		収穫		
傾斜地畑作												
漁業												
二次葬												
農繁期		◎	◎		◎			◎		◎	◎	
苗木生産									苗畑造成			
植林												

6-4-2 村落タイプ別年次別事業計画

前述の事業実施スケジュール(表IV-7)にしたがって年次別に事業を実施するが、各村落は1年目が計画作成であり、2~3年目の2年間が実行年である。村落タイプ別に年次別事業計画量を示したのが、表IV-11である。村落によって開始年が異なるが、計画開始5年で全村落が一巡することになる。事業計画の詳細は、付属資料56を参照。

表IV-11 村落タイプ別年次別事業計画

村落タイプ		2年目	3年目	4年目	5年目
I 農業	果樹木植栽 (千本)	0.86	0.86		
	堆肥生産 (ユニット)	255	255		
	アグロ 生垣 (kg)	17	17		
	飼料生産 (100本)	17	17		
	林業 苗木生産 (1000本)	68	68		
	植林 (1000本)	56.1	56.1		
	ZODAFARB (1000本)	11.9	11.9		
漁業 水田養魚 (100匹)	34	34			
II 農業	果樹木植栽 (千本)	1.2	1.2		
	堆肥生産 (ユニット)	125	125		
	アグロ 生垣 (kg)	90	90		
	林業 苗木生産 (1000本)	45	45		
	植林 (1000本)	45	45		
III 農業	果樹木植栽 (千本)		2.96	8.50	5.54
	堆肥生産 (ユニット)		308	885	578
	アグロ 生垣 (kg)		185	531	347
	飼料生産 (100本)		123	354	231
	林業 苗木生産 (1000本)		307.5	885	577.5
	植林 (1000本)		256.25	737.50	481.25
	ZODAFARB (1000本)		51.25	147.50	96.25
漁業 水田養魚 (100匹)		123	354	231	
合計					
農業	果樹木植栽 (千本)	2.06	5.02	8.50	5.54
	堆肥生産 (ユニット)	380	688	885	578
	アグロ 生垣 (kg)	107	292	531	347
	飼料生産 (100本)	17	140	354	231
	林業 苗木生産 (1000本)	113	420.5	855	577.5
	植林 (1000本)	101.1	357.35	737.50	481.25
	ZODAFARB (1000本)	11.9	631.5	147.50	96.25
漁業 水田養魚 (100匹)	34	157	354	231	

植林関係の年間事業量を算出すれば、表IV-12のとおり。植林は、年間623ha（個人所有地524ha及びZODAFARB 99ha）行うことになる。

表IV-12 年間苗木生産量及び植栽面積

村落タイプ		I	II	III	計
苗木生産量 (千本)		68	45	885	998
植林 (ha)	個人所有地	35	28	461	524
	ZODAFARB	7	該当なし	92	99
	計	42	28	553	623

注：1. 植栽間隔を2.5x2.5mとして面積を算出。10,000/6.25m²=1,600本/ha

2. ここでは表IV-13の1/2を計上しているため、タイプIIIの場合は表IV-11に一致しない。4年目以降も、事業が継続されるならば、年間事業量は本表に示すとおりになる。