

第 II 編 スタディエリアに対するマスタープラン調査

II-1 章 スタディエリアの現状

II-1.1 位置および行政

スタディエリアは、北緯 1°07'~1°31'ならびに東経 124°45'~125°02'に位置する。具体的には、北スラウェシ州の州都マナド市の南部に広がっている楔状の地域で面積 547.55 km²を有する。スタディエリア南部には、湖水面積 46.38 km²のトンダノ湖が位置している。

行政的には、スタディエリアは、北スラウェシ州の 11 郡 146 村からなるミナハサ県および 4 郡からなるマナド市に属している。

II-1.2 自然条件

II-1.2.1 地形と地質

(1) 地形

スタディエリアのトンダノ流域は、全体的に起伏の激しい地勢を呈し、その面積は 547.55 km²であり、トンダノ湖がそのうち 46.38 km²を占める。この地域は火山活動が顕著で複数の活火山が存在し、過去 20 年間に数度の噴火があった。

北スラウェシ州の州都であるマナドは、スタディエリアの北西端、トンダノ川の河口にあり、スタディエリアのうち最も標高が低い。地域の標高は南に向かって高くなる。地域北端に近いアイルマディディ郡と中央のトンダノ郡との間は火山岩からなる山岳地帯で、谷は深く刻まれ、地表の起伏が激しい。マハウ山とマカウェインベイン山を結ぶ線より南は、標高が湖面標高 680 m より高く、トンダノ湖の主たる集水域となっている。

スタディエリアの最高地点は、北東端に位置する標高 1,990 m のクラバット山で、南西端の標高 1,556 m のソプタン山がこれに続く。分水界の高地はクラバット、ソプタン山をはじめ、大部分が火山である。

地域の地表勾配は平坦地から 35°の範囲にある。スタディエリア面積の 1/3 は、勾配 5°以下であり、1/4 は勾配 15°を越える急傾斜地である。急傾斜地の大半は分水界沿い、およびトンダノーアイルマディディ間に位置している。図 II-1.2.1 にスタディエリアの地形的特性を示す。

流域の河川形状は大部分が樹枝状分布であり、河川総延長は 744.3 km、河川密度は 1.29 km/km²である。

トンダノ湖は地域南部に位置する。湖南部と北部には平坦地が広がる。湖は第三紀末ないし第四紀初めの大トンダノ火山の激しい噴火による火口であり、細長い亀裂状の谷が堰き止められて形成された。

(2) 地質

スラウエシ島は、東アジア諸島と大スンダ諸島の結合部にあり、地質構造上重要な位置にある。

スラウエシ島は地質的に 5 区分され、スラウエシ島北端部の第四紀ミナハサーサンギへ火山弧はスタディエリアを含む。この火山弧は両端が尖り著しく湾曲しており、北はサンギへ島から南はウナウナ島に至る。第四紀の新規火山活動はミナハサにおいてのみ見られる。

スタディエリアは、湖成・河成堆積層 (Qs)、新規火山岩 (Qv)、トンダノ凝灰岩 (QTv)、古期火山岩 (Tmv) の 4 種の地層から構成されている。図 II-1.2.2 に地質図を示す。

II-1.2.2 気象および水文

(1) 気象

スタディエリアにおける気象観測所は、カユワツおよびトンダノに位置し、雨量、気温、湿度、風向風速などが観測されている。このほかに、アイルマディディ、カカス、ルアアン、リンボケン、テラップ、ノオガンには雨量観測所がある。

年間降雨量は、標高の低いカユワツにおいて 2,738 mm であるが、標高の高い湖周辺では 1,442～2,364 mm と観測されている。図 II-1.2.3 にスタディエリアの雨量観測所分布を示す。

月降雨量の分布は、年間を通して降雨のあることを示している。しかし、10 月から 6 月までの月間降雨量は、7 月から 9 月までの月間雨量より多い。また、年降雨量は変動が大きく、1980 年以來の観測では、カユワツにおいて最小年降雨量は 1,310 mm、最大年降雨量は 3,900 mm となっている。一方トンダノにおいては最小 838 mm、最大 2,893 mm である。

マナドの月平均気温は 25.3 から 26.7°C、一方トンダノでは 21.9 から 22.5°C と一年を通じて極めて変化が少ない。湿度はマナドにおいて 75～89%、トンダノにおいては 85～91% である。

月平均風速は、カユワツにおいて 0.7～1.7 m/s、トンダノにおいて 0.6～2.4 m/s である。風向は 11 月から 4 月は北から北西、6 月から 9 月は南から南東であり、5 月と 10 月は端境期である。

(2) 水文

1) 湖への流入量

湖への流入河川の流量は、継続的に観測されたデータはなく、7 河川について一年間観測した月一度のデータがあるに過ぎない。一方、トンダノ湖へ流入する河川

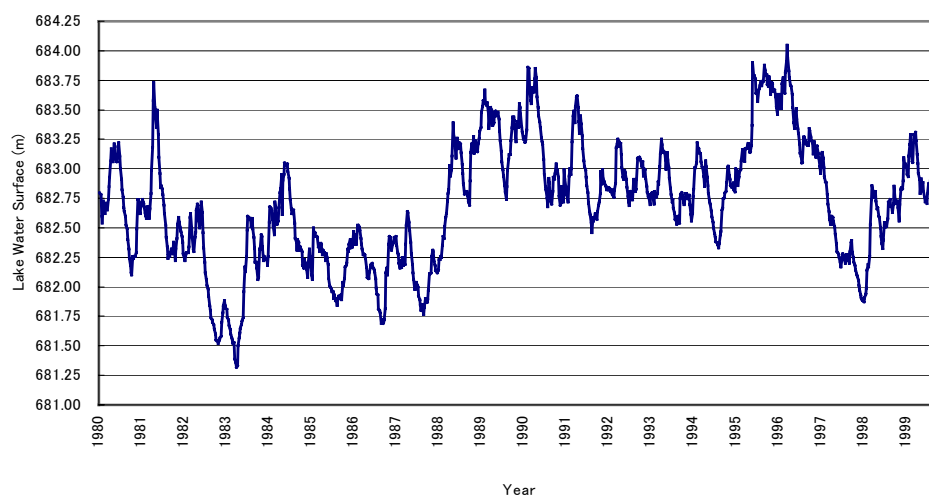
の 3/4 は流域面積が 2.5 km^2 より小さく、また湖周辺における降雨は局所的である。このため、このデータは降雨後から観測までの間隔によって異なっている。このデータにもとづいた比流量概算値は、流域面積 2 km^2 程度の河川で $0.007 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{s}$ 、流域面積 10 km^2 を越える河川で $0.032 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{s}$ である。

2) 湖からの流出量

国営電力公社はトンセアラマ発電所への取水量を観測している。取水量は湖水位によって制限されている。発電所の月平均取水量は 1986～90 年の間は $9.4 \sim 11.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 、1996～99 年の間は異常少雨年を含み $5.3 \sim 9.9 \text{ m}^3/\text{s}$ であった。一方、1999 年に月一度の割合で観測されたトンダノ川上流端トロールの河川流量は $1.5 \sim 11.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 、平均 $6.4 \text{ m}^3/\text{s}$ であった。

3) 湖水位

トンダノ湖の湖水位は流域の降雨量に支配される。1980 年から 1999 年までの 20 年間の湖水位の変化は、次図に示すように 681.3 m から 684.0 m の範囲にあった。



トンダノ湖湖水位の変動

4) トンダノ川の流量

トンダノ川の流量は、チカラ流域を除く流域面積 467.4 km^2 のカイラギ流量観測所において観測されている。月平均流量は $5 \sim 22 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

5) 流域の水収支

トンダノ湖流域の流出量をトンセアラマ発電所の取水量とすると、流域の流出率は $70 \sim 80\%$ となる。一方、旧公共事業省により観測されたカイラギ地点の流量に基づいたトンダノ川流域の流出量は 45% である。

II-1.2.3 土壌および植生

インドネシアの土壌分類によれば、スタディエリアの土壌は4つの土壌群、アンドソル、グルムゾル、ラトゾルおよびレゴソルに分類される。これら土壌の分布および面積を下表に示す。

スタディエリアの土壌

土壌群	面積 (ha)	面積 (%)	分布地域
アンドソル	4,816	9.7	カカス、エリス
グルムゾル	8,837	17.8	トモホン、トンダノ、トゥリマンボット
ラトゾル	8,489	17.1	ピネレング、コダヤマナド
レゴソル	27,504	55.4	アイルマディディ、カウディタン、リンボケン、トンパソ、ランゴワン
計	49,646	100.0	

出典 : Pola RLKT DAS Tondano 1998

Area is adjusted using the measured Study Area excluding water body.

レゴソルは全体の55%を占め、スタディエリアの北東部と南部に分布する。グルムゾルは全体の18%でトンダノ湖の北部に分布する。ラトゾルはスタディエリアの北西部に分布し全体の17%である。アンドソルはトンダノ湖の東部に分布し面積は全体の10%である。図II-1.2.4にスタディエリアの土壌特性を示す。

土壌および気象研究所の実施した土壌調査の結果によれば、大部分の土壌は微粒—細粒質で、トンダノ湖の東岸の一部に中粒質の土壌が見られる。土壌の透水性は地目により異なり、水田では透水性は低く、畑地の透水性は高い。

土壌の酸度はpH4.7～6.0で微酸性ないし弱酸性である。陽イオン交換能力は乾土100gあたり12-52 meqで、大部分の土壌の陽イオン交換能力は乾土100gあたり20～30 meqとなっており、土壌養分の保持能力は高い。これに加え、土壌の有機態炭素および窒素の含有率が高く、C-N比も10前後である。これらの数値は当地域の土壌が肥沃で生産力の高いことを示唆している。土壌構造からみれば、スタディエリアの土壌は全般的に侵食され難い土壌と言える。

スタディエリアの約50%はココヤシ、チョウジ、コーヒー、ココアなどの樹木作物で、それに付随してグリリシディア、アルビジアなどの多目的樹種が栽培されている。約10%は森林および灌木林であることから、樹木植生がスタディエリアの60%以上を占めている。約10%が水田で、残りの土地は一年生の畑作物が栽培されている。畑作物が栽培されている土地に樹木作物および果樹も見られる場合があるが、樹木の密度は非常に低い。

II-1.3 社会経済状況

II-1.3.1 人口

ミナハサ県内での調査対象に該当する地区における2000年の人口は194,524人であった。マナド市内の調査対象該当地区には143,722人が居住していた。1990年から2000年

の10年間の間に、ミナハサ県内の調査対象該当地区の年間平均人口増加率は0.99%で、マナド市内の地区の増加率は1.98%であった。マナド市全体では急激な人口増加を示しており、1990年から2000年までの間の年平均人口増加率は4%近くであった¹。

II-1.3.2 労働人口

ミナハサ県内の11郡における労働人口の約60%は農業に従事している。マナド市内の地区における労働人口の1/3はサービス産業に属している。露天商、無認可タクシー業、非公式サービス業者といった非公式部門の規模は不明だが、同地区において非公式経済活動に与する労働者は相当数に上ると思われる。

II-1.3.3 経 済

ミナハサ県の現行市場価格による地域内総生産の成長率は、1993年に12.9%、1994年16.8%、1995年25.5%、1996年20.9%、1997年には59.5%であった。このような成長率の中でインドネシア通貨が暴落したため、1993年固定市場価格をもとにした調整後の地域内総生産の成長率は低く、1996年の実質地域内総生産の成長率は6.1%、1997年には2.1%まで低下した。農業は1998年において実質地域内総生産の約34%に寄与するミナハサ県の主要産業である。1998年の同県一人当たりの地域内総生産は、現行市場価格で3,595,086ルピア（全国平均は4,877,796ルピア）であった。固定市場価格へ調整後の一人当たり実質地域内総生産は1,641,314ルピア（全国平均1,847,061ルピア）であった。

マナド市の地域内総生産の成長率は、現行市場価格をもとにすると1994年に16.4%、1995年21.0%、1996年20.0%、1997年には47.7%であった。1993年固定市場価格で見た成長率は、1994年10.6%、1995年10.7%、1996年2.7%、1997年0.3%となった。マナド市の主要産業は、サービス業、交通通信業、流通・ホテル・飲食業である。1998年の同市一人当たり地域内総生産は現行市場価格で3,748,333ルピアであり、1993年固定市場価格に調整後は1,792,121ルピアであった。

II-1.3.4 地方金融システム

スタディエリアでは、政府認可を受けた銀行業が盛んであるが、ミナハサ県の農家にとって農業財源の主な融資者は仲買人である。こうした仲買人は、農産物と引き換えに農業生産資材や現金を供与している。

ミナハサ県の村落レベルでは、多層的な社会網内で、昔ながらの繋がりを持った人たちの間で信用貸しが行われている。このような信用貸しに加え、地域の消費者金融業者も存在するが、彼らの金利は市場金利より高い。緊急に現金が必要な場合にこうした消

¹ これらの人口統計をもとに、付図II-1.3.1にある“開発可能性図I（人口密度）”が作成された。

費者金融業者を利用している住民もいる。また、村落レベルではアリサン (*arisan*) または、*ROSCA* (*Rotating Saving and Credit Association*)²と呼ばれる比較的組織だった無尽講システムもある。

II-1.3.5 基盤施設

スタディエリアには数々の市場があるが、その多くは日用品を扱う粗末で古いものである。多くの市場は施設に不備があるものの、地域経済において重要な役割を担っている。

家庭ゴミは、主に露天掘りの穴に廃棄後、埋め立てられるか焼却される。政府或いは民間のゴミ回収サービスは都市部に限られている。ほとんどの家が敷地内に便所を装備する。

地域の道路および交通事情は比較的整備されている³。ミナハサ県の 11 郡の電化率は、1999 年で 71.6%、マナド市の 4 郡では 73.5%であった。

II-1.3.6 文化・宗教

ミナハサの人々は「ミナハサ人」としての民族意識を保有している。独自の文化を標榜し、他の島嶼地域の人たちと自分たちを区別して認知している。強い民族自立意識を持つ一方で、ミナハサ人は歴史の各局面において政治的、経済的、文化的環境に随時順応してきた。しかし、彼らの柔軟性の底には、根強い伝統的生活用式と信条が存在する。

ミナハサ人はマラヨポリネシア (*Malayo Polynesia*) 語圏に属する 7 つの土着言語を話し、そのうちの 4 言語がスタディエリアで使用されている。マナド市近郊で話されているマナドマライ (*Manado Malay*) 語がミナハサ地方での共通言語となっている。

ミナハサ人の大多数はキリスト教徒である。現在のところ、顕著で組織だった宗教差別や宗教抗争は同地域においては最小限に留まっている。

II-1.3.7 慣習法 (*Hukum adat*)

近代化がミナハサ地方を席卷してきたにも拘わらず、アダッド (*Hukum adat*) と呼ばれる伝統的慣習法が、現在も多くのミナハサ人の日常生活を律している。慣習法はインドネシアの司法制度内で合法的な契約法として認識されている。以下が慣習法の特徴である。

² ROSCA は定期集会を招集し、組合員は基金に金銭的な投資を行う。現金は集会主催者に与えられ、主催者は各会議ごとに順任される。ROSCA はミナハサ県のみならずマナド都市部でも一般的である。

³ インフラ関連のデータに基づき、付図 II-1.3.2 にある“開発可能性図 II (交通利便性)”が作成された。

- コミュニティでの行動や冠婚葬祭を統制する、成文化されていない原理と規範
- 関係者の合意に基づく裁断
- 公権と私権、動産と不動産、民事と刑事、公法と私法の間に区別がない
- コミュニティ構成員間の財源分配と共有に関する指針、ならびに遺産相続に関する規範
- 土地保有と土地利用に関する指針
- 近代化の中で、部分的に効力が逡減・変化すると同時に継続中である

慣習法下の遺産相続で特徴的な点は、資産の共同相続の存在である。例えば、兄弟が親の土地を相続するとき、土地を分割せず皆が共同相続人としてその土地を相続することがしばしばみられる。その結果、その土地には複数の権利保有者が存在することになる。慣習法の共同相続は、スタディエリア、特にマナド都市部とミナハサ県の数郡では近代化的かつ個人主義的な相続慣行へと移り変わりつつあるが、トンダノ湖周辺では現在でも広く実践されている。

II-1.3.8 土地権

現行の農地法によると、インドネシアの国土は政府用地と有権地 (righted land) の 2 種類に区分される。政府用地とは、何人も土地権を保有していない土地をいう。しかし、政府は政府用地の「所有権」は持っておらず、「管理権」を有する。つまり、インドネシアにはいわゆる「国有地」はない。ミナハサのほとんどの政府用地は、森林か旧植民地のプランテーションである。

「有権地」とは、政府以外の者が土地権を有する土地をいう。土地権は、所有権 (*Hak milik*)、開拓権 (*Hak guna-usaha*)、建造権 (*Hak guna-bagunang*)、利用権 (*Hak pakai*) の 4 つに大別される。法律によれば権利保有者は個人だけでなく団体でもよい。

慣習的土地権も、合法的な土地権として法律で認められている。慣習的土地権下にある土地は慣習的土地 (*Tanah adat*) と呼ばれ、公式な土地権の取得 (登記) がないまま、慣習法に則って数十年にわたり私的当事者により占有、利用または所有されてきた土地のことである。慣習的土地は登記上の土地権がないため、政府は 1960 年以来慣習的土地から公式に登記された土地への転換を促してきた。しかし、登記による恩恵と利益がわずかであるとの考えから、多くの権利所有者が公式の土地権を取得していない。

以下の表はミナハサにおける現在の土地形態である。スタディエリアでは、A から H までの各タイプの面積に関するデータは C を除いて存在しない。

現在の土地形態

土地区分	土地の状態		用途	
有権地	公式登記済み	開墾済み	農地、居住区	A
		未開墾	生産林	B
			個人有林	C
		国による管理	保全地	D
	慣習法による管理	未開墾	慣習林 (<i>kalakeran</i>)	E
		開墾済み	農地、居住区 (<i>kalakeran</i> または <i>pasini</i>)	F
政府用地	個人の集団による不法利用		農地、居住区または生産林	G
	国による管理		国有林その他	H
	地域社会による管理		コミュニティ林	I

II-1.3.9 部族と社会単位

ミナハサ人は、使用言語分類と一致する 7 つの言語学的あるいは地域的な部族分けが可能である。司法上は、部族によるグループ分けはもはや存在しないが、出身や母語等の同一性のために、今でもこれらの分類が使われることがある。

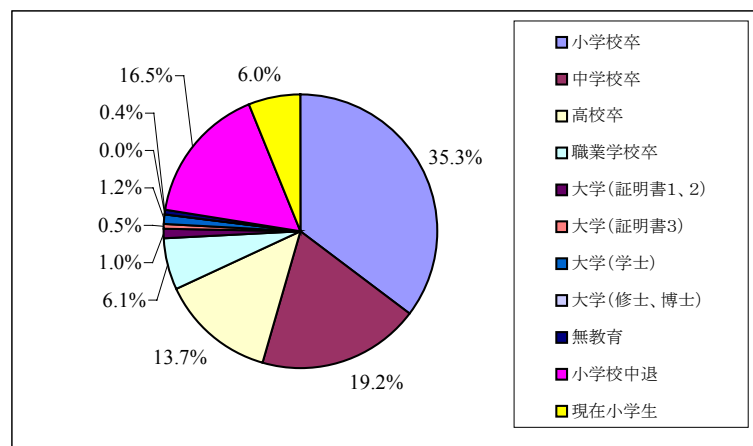
部族によるグループ分けは、さらにワラック (*Walak: Group* の意) に細分類される。ワラックは親善的な関係にある村々からなり、それらの村には過去に同じ村から移住してきた人達が住む。ワラックの住民の間では社会的・精神的なつながりが今日でも存在する。

その下位にある社会単位は村で、ワラックと異なり村は公式の行政区である。最も小さな社会単位は、世帯あるいは家族である。統計用語として使う場合、世帯とは家長のいる核家族を指すが、通常は近親者を含む大家族を意味する。

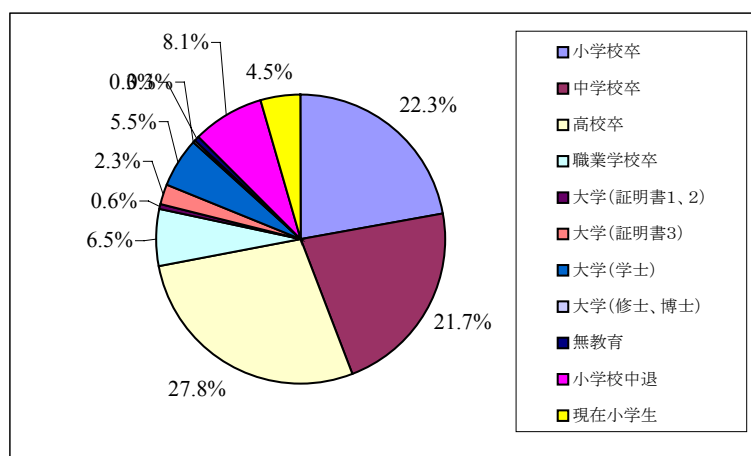
II-1.3.10 教 育

ミナハサ人は、全般的に教育レベルが高い人々として知られている。

ミナハサ県の 10 歳以上の最終学歴 1998



マナド市の10歳以上の最終学歴 1998



出典 : Hasil Survei Social Ekonomi Nasional Provinsi Sulawesi Utara 1998

スタディエリア内の全ての郡が、少なくともひとつ以上の高等学校を有する。ミナハサ県には総計で4,772人の教員がおり、マナド市には3,839人いる。また、ミナハサ県とマナド市における教員一人当たりの学生数は少なく、同地域の文盲率は顕著に低い。

II-1.3.11 保 健

スタディエリアの全ての郡には、少なくとも一つ以上の公立診療所と新しい医薬品を購入できる薬局があり、伝統的治療法は今日ほとんど行われていない。総人口に対する医師の数は郡によって異なるが、カカス郡 (Kakas)、エリス郡 (Eris)、およびピネレン郡 (Pineleng) では医師が不足している。女性医師の数は全国平均に比べ多い。

1997年ミナハサの乳幼児死亡率は1,000人中41人であり、同地区での新生児の平均余命は64年である。

II-1.3.12 貧 困

貧困家庭の割合は、郡によって著しく異なる。こうした郡間の格差の原因究明には更なる調査が必要である。

II-1.3.13 ジェンダー

ミナハサの女性は比較的自立しているといわれている。これは、地域の宗教的背景による所が大きい。彼女たちは主に家事を行い、男性が主に家計収入の担い手となっている一方、多くの女性が直接あるいは間接的に農業に従事している。直接的には、作付け、除草、収穫、加工といった農業生産に関与し、間接的には、農産物の売買や二次的な役

務提供（農夫のために農場へ食べ物や飲み物を運搬するなど）を行う。

今日、ミナハサの女性は、家庭の外や非農業の職業に常時あるいはパート的に就業している。教育を受けた女性は、PKK（家庭福祉委員会）やキリスト教といったコミュニティ活動などに興味を持ち、参加するものも多い。しかし、村における女性の社会参加は、個人の意志にまかされている。

II-1.3.14 トンダノ湖保全に対する農民の態度

1997年、マナド市に位置するサムラトランギ大学の研究者チームが、トンダノ湖保全に対する農民の態度に関する調査を実施した。そのチームは、詳細な聞き取り調査のために、トンダノ湖周辺の3つの村を対象に、60人のサンプルを無作為に抽出した。調査結果によると、a) 多くの農民は、トンダノ湖とその周辺の現状に関する正しい理解を持たず、積極的な保全活動を実施していない。b) 農民の一部は、トンダノ湖とその周辺の現状に関する正しい理解を持っていたが、その理解と行動に一貫性を欠いていた。c) 湖の有益性はよく理解していたにもかかわらず、保全に関しては十分に理解していない。

調査に採用された聞き取り手法が不明なので、この結論を確定的と判断することは難しいが、当該地域ではこれまでに組織的な保全努力がなかったことを考えると、湖の有益性に関する理解の高さと保全活動の不足の間に見られる矛盾は理解しうるものである。

II-1.4 土地利用

II-1.4.1 トンダノ流域における土地利用の変遷

16世紀にヨーロッパ人が到来するまでは、スタディエリアおよびその周辺は大半が熱帯多雨林に被われていたと考えられ、集落周辺で主にヤムイモ、バナナ、タロイモなどが栽培されていた。ポルトガル人が1560年にこの地域にトウモロコシをもたらしてから焼畑移動耕作が発生したと考えられている。16世紀以降は、トウモロコシ、サツマイモ、稲が重要な作物となってきた。一年生の食用作物は焼畑移動耕作により栽培され、このシステムの中では、少なくとも3年、場合によっては10年の休閑期間を必要とした。しかし、19世紀になるまでは、トンダノ流域の大半は未だ深い森林に被われており、農耕地は村落周辺に分布するのみであった。

19世紀の植民地政策が伝統的な土地利用と土地所有のシステムを劇的に変化させた。オランダの植民地政府は、世界市場で重要な農産物だったコーヒーがミナハサ地域の高地で非常によく生育することを見出し、1824年にはコーヒーの独占栽培を開始した。ミナハサ地域のコーヒーの生産量は、1822年に5,360 lit.だったものが、1830年代には年間201,000 lit.にまで増加した。さらに、最盛期の1856年には1,809,000 lit.に達した。しかし1850年代後半に僅かな報酬で重労働を強いられていた地元農民達が、熟したコーヒー豆を廃棄する等の抵抗運動を開始した。これが以降の生産量急減の原因となり、1862年の

生産量はわずか 508,128 lit.にまで減少してしまった。

一方、ココヤシは同地域の低地部に広く植栽され、19 世紀末ごろまでには重要な作物となった。あまり栽培に手のかからないココヤシは、容易に伝統的な栽培技術の中に組み込まれ広がっていった。

チョウジは 1890 年にオランダにより同地域に持ち込まれ、1950 年代からは商品作物として広く栽培されるようになった。この地域のチョウジ園の面積は 1962 年には 5,538 ha だったが、1991 年には 35,804 ha に増加した。チョウジは 1973-1989 年の間、もっとも重要な換金作物として、農民達の主要な現金収入源であり、ひいてはこの地域の経済的な発展に貢献した。この間の集中的なチョウジ園の拡大により、広範囲の森林が伐採され土壌侵食の原因となった。1989 年以降のチョウジ価格の下落により、放棄されるチョウジ園が現われた（ある研究者によれば、およそ 6 割のチョウジ園がこのとき放棄されたという）。また、バニラ、カカオといった他の作物に転換された農園や、食用作物や野菜などを樹間に混植している農園も見られる。

このようにトンダノ流域はヨーロッパとの接触以降、土地利用の様式が劇的に変化している。特に 19 世紀以後は、世界市場の動向に影響されやすい作物の単一栽培により大きく攪乱されており、その状況は現在も続いていると言える。

II-1.4.2 既存の土地利用計画およびゾーニングガイドライン

(1) 土地利用基本計画 (*Rencana Tana Ruang Wilayah, RTRW*)

国レベル、州レベル、および県レベルの土地利用基本計画ガイドライン (RTRW) の概要を表 II-1.4.1 に示す。今日、国家の開発プログラムの中で地方分権が強調されており、地方レベルの土地利用基本計画が開発計画のガイドラインとして重要になってきている。

トンダノ流域に関係する土地利用基本計画を表 II-1.4.2 に示す。この表では、州地方開発企画局が作成した北スラウェシ州の土地利用基本計画と県地方開発企画局が作成したミナハサ県の土地利用基本計画を呈示した。

土地利用基本計画においては、対象となる地区を、まず、環境保全を目的とする保全ゾーンと営農ゾーンとに区分する。北スラウェシ州の土地利用基本計画によれば、クラバット山およびマニンポロック山（ソプタン山の一部）が下流への影響を配慮すべき保全ゾーンとして、また、マハウ山とソプタン山が災害（噴火）に配慮すべき保全ゾーンとして勧告されている。さらに、トンダノ川とトンダノ湖はそれぞれ河岸および湖岸が保全ゾーンとしてあげられている。ミナハサ県の土地利用基本計画では表 II-1.4.2 に示すようにさらに詳細に保全勧告地域が列挙されている。

一方、営農ゾーンは農業その他の利用を進めるゾーンである。ミナハサ県の地方開発局の土地利用計画は、持続可能な土地利用を目的としたものでなく、地域開発計画を目的としたゾーニングであるため、営農ゾーンの中にはさらに工業ゾーン、観光ゾーン、

鉱山ゾーンなども設定されている。

この両計画におけるゾーニングを本調査への適用という視点で検討すると、保全ゾーンは、山地と水辺にバランス良く配慮して合理的に設定されていると思われる。一方、営農ゾーンは、土壌侵食に対する感度の違いなどに応じて細分化されるべきと考えられるが、土地利用基本計画においてはそれが不十分である。さらに、本調査の目的は農林業に主眼をおいた持続可能な土地利用計画の作成であるため、工業ゾーン、観光ゾーンなどの他産業による点的な土地利用ゾーニングは除外したほうが適切であると考ええる。

(2) トンダノ流域水資源管理マスタープラン（旧公共事業省灌漑局）

旧公共事業省灌漑局が作成したゾーニングを上記の表 II-1.4.2 に併せて記載した。このマスタープランの目的は水資源の管理である。このため、河岸、湖岸、および湧水地周辺（半径 200 m 以内）など水資源の周辺は詳細に保全ゾーンに指定されている。しかし、水辺からはなれた山腹などについては十分な考慮がなされていない。

(3) トンダノ流域土地修復および土壌保全計画（POLA RLKT-DAS TONDANO、BRLKT）

土地修復および土壌保全計画は 25 年を目標とする長期計画である。この計画は a) 土地利用ゾーンに関する勧告、b) 土地修復および土壌保全に関する勧告、および c) 流域における危険度判定の 3 項目から構成されている。

この内、ゾーニングに直接関係する「土地利用ゾーンに関する勧告」についてみると、流域を機能に応じて保全地域、緩衝地域、および耕作地域（多年生作物、一年生作物、居住地）の 3 地域に分けるとされている。

ゾーン区分を行うにあたっての評価基準は傾斜、気候/降雨量、および土壌型の 3 つの要素から成っている。各要素はそれぞれ階級区分され、点数が付けられている（表 II-1.4.3 参照）。そして、該当地区のこれら 3 要素の得点を加算し、その合計点によりゾーン分けが下記のように決められている。

- 保全地域： > 174
- 緩衝地域： 124 – 174
- 耕作地域： < 124

なお、ここにおける緩衝地域とは文字どおりに保全地域を取り巻く緩衝地帯を意味しているのではなく、評価の過程で中間程度の点数を持った地域をあらわす名称である。

その結果、トンダノ流域は 3 つのゾーンに区分され、縮尺 1/100,000 の地図に表現されてい

トンダノ流域のゾーン別面積

No.	機能	面積	
		ha	%
1	保全地域	9,295	21.25
2	緩衝地域	14,965	34.20
3	耕作地域	16,070	36.74
4	湖面	3,420	7.81
合計		43,750	100.00

出典：Pola RLKT DAS Tondano

る。各ゾーンの面積は右表に示すとおりである。

土地修復および土壌保全計画に採用されたゾーニング手法は簡便で、土壌保全の観点から現況を評価する上ですぐれた方法である。また、定量的な手法は、第三者から見ても理解しやすい。しかし、この評価手法は、トンダノ流域において降雨量の観測地点が少ないことや、土壌分布の一樣さの点から、斜面の傾斜度のみにその区分を大きく依存している。また、現況の土地被覆があまり考慮されていない。流域の保全計画を立案していく際に、現況土地利用は具体的な対策をとる上での基礎であり、評価、ゾーニングにも反映されるべきであると考ええる。

(4) 新森林法

新森林法では、半径もしくは距離が下記の範囲内の木の伐採が禁じられている。

- 1) 湖岸から 500 m
- 2) 湿地帯における水源および川岸から 200 m
- 3) 川岸から 100 m
- 4) 溪流の岸から 50 m
- 5) 峡谷端から峡谷の深さの 2 倍の距離

(5) 州地方開発企画局によるトンダノ流域管理計画の方針

州地方開発企画ではトンダノ流域の流域管理を総合的に進めるために実施計画方針を取りまとめている。その概要について表 II-1.4.4 に示す。その中では、連携を取り合って遂行されるべき諸計画が記載され、各々の部門別計画を実行すべき機関も提示されている。

II-1.4.3 土地利用分類の設定

(1) 既存の土地利用分類

インドネシアでは目的に応じて様々な土地利用分類が存在するが、中でも以下に示す 7 つの土地利用分類が一般である。

1) Malingreau and Christiani (1982)

リモートセンシングデータを応用して土地被覆／土地利用分類を行うために作成されたもの。

2) Balsem and Buurman (1989)

土地評価計画プロジェクト (Land Resources Evaluation and Planning Project, REPP) で用いるために作成されたもの。林業省は土壌保全および地力回復技術計画の立案に際して土地利用の解析を行なうために、この区分を採用している。

- 3) 移住のための地域別立地計画プログラム (Regional Physical Planning Program for Transmigration, *RePPPProT*, 1990)

この分類は移住に適した地域を識別するためのもの。Balsem and Buurman の分類と類似している。

- 4) 土壌農業気象研究センター (Center for Soil and Agroclimate Research, *PUSLITTANAK- BOGOR*, 1993)

この分類は第2次土地資源評価および事業計画 (*Second Land Resource Evaluation and Planning Project, LREPP II*) において重点地域における詳細な土壌調査を行うためのガイドラインとして作成された。

- 5) Kucera (北スラウェシ水資源局—旧公共事業省、1993)

北スラウェシ州の灌漑予定地域における総合資源調査のために作成された。この分類は Malingreau と Christiani の分類を基にしている。

- 6) 政府土地局 (National Land Agency, *Badan Pertanahan National: BPN*, 1997)

土地局がインドネシア全土の土地利用区分図を作るにあたり作成された。調査方法は農業省土地局長の通達 No.1/1997 に規定されている。

- 7) 政府統計局 (Central Bureau of Statistics, *Biro Pusat Statistik: BPS*)

農業統計に用いられる。

このほかにも、マナド森林保全センター (*BRLKT*) では、1999年にトンダノ流域の土地利用区分図を作成している。区分凡例は、森林、灌木林、農園、畑地、水田、サゴヤシ林および居住地の7区分である。その区分は Balsem and Buurman の分類を基に、対象地の土地利用現況にうまく適合するように設定されている。

II-1.4.4 スタディエリアの土地利用分類の設定

この調査において土地利用現況図は、流域保全計画立案に資する土地利用現況の解析を目的として作成される。その目的と上記の既存分類基準を比較すると、森林植生と耕作地のカテゴリーをバランスよく配している Balsem and Buurman の分類もしくは政府土地局の分類が良い基準になると考えられる。そこで本調査の土地利用分類は、林業省もその調査に採用していることから Balsem and Buurman の分類を基に選定することとし、併せて、政府土地局の分類とも矛盾しないように配慮した。

選定された区分は、a) 自然林/準自然林、b) 二次林、c) 造林地、d) 農園、e) 農園・畑地混在地、f) 畑地、g) 牧草地、h) 水田、i) 湿地、j) 水面、k) 居住地その他の 11 区分である。

II-1.4.5 土地利用区分別の分布状況

縮尺 1/50,000 の土地利用現況図は、航空写真（1991 年撮影）および地形図の判読、および現地踏査による確認に基づいて素図を作成し、さらに、この素図を用いて電子化をおこなった。右表には、電子化された土地利用現況図上で計測された各土地利用区分ごとの面積を示した。また、土地利用現況縮小図を図 II-1.4.1 に示し、各土地利用区分の分布状況について以下に述べる。

土地利用区分別の面積

番号	土地利用区分	面積 (ha)	割合 (%)
1	自然林/準自然林	3,745	6.8
2	二次林	1,238	2.3
3	造林地	71	0.1
4	農園	22,267	40.6
5	農園・畑地混在地	8,067	14.7
6	畑地	5,562	10.2
7	牧草地	82	0.2
8	水田	5,960	10.9
9	湿地	267	0.5
10	水面	4,684	8.6
11	居住地その他	2,812	5.1
合 計		54,755	100.0

自然林/準自然林は比較的大きな樹冠が連続している林分として区分した。「自然林」と名づけてはいるが、択伐等の攪乱を受けている林分であっても比較的大きな樹幹が連続していればこの区分に含まれている。自然林/準自然林はスタディエリアの 6.8% を占めており、そのほとんどがスタディエリアの外縁に位置する山地の稜線部に断続的に分布している。その中で比較的大きな林分は、北東部のクラバット山と南部のソプタン山に見られる。

林冠が疎、或いは連続していても、比較的樹冠の小さい樹木から構成されている林分を自然林/準自然林から区分して二次林とした。二次林は過去に強度の伐採が行われ、その後再生した林と推定され、自然林/準自然林の周辺部や川沿いの斜面に分布しており、スタディエリアの 2.3% を占めている。

造林地は小規模なものが点在しており、スタディエリアの 0.1% を占めている。大半が薪炭林で、センゴン (*Paraserianthes sp.*) やガマルル (*Gliricidia sp.*) といったマメ科の樹種から構成されている。もちろん、スタディエリア内では植林活動が行われており、多くの小規模造林地が存在するが、これらは面積が小さく縮尺 1/50,000 の地図上で表現されていない。さらに、樹木はしばしば単木で耕作地の中に植えられるため、それらの樹木植栽は下記の農園や畑地といった区分に含まれてしまっている。

農園と畑地は、植栽・栽培されている樹木・果樹の樹冠密度により分類した。密度が 75% より多い農地を農園とし、25% より少ないところを畑地としている。また、25% ～ 75% の土地は農園・畑地混在地として区分した。農園はスタディエリアの 40.6% を占めて、土地利用区分の中では最も大きな面積を占めている。特にスタディエリアの北部や東部にまとまって分布している。農園・畑地混在地はスタディエリア全体に分布しており 15.5% を占め、大きなまとまりは西部と南部の丘陵地にみられる。一方、畑地は主にスタディエリアの西部から南部にかけて分布しており 10.2% を占めている。

牧草地はスタディエリアの西端にあるタンブス山とカスラタン山の山腹にのみ分布し

ており、スタディエリアの 0.2%を占めている。その他に小規模な放牧地はスタディエリア全域に見られるが、それらのほとんどは輪作体系の一部としての牧草地であるため、畑地に含めた。

水田はスタディエリアの 10.9%を占め、主にトンダノ湖の南北湖岸に面する平坦地に分布している。その他、小規模なものがスタディエリア全域の小さな谷に沿って分布している。スタディエリアの水田は見事にテラス造成されており、土壌侵食の発生源となる可能性は殆どない。逆に、川の下流に分布して侵食土壌の沈砂地として機能している。

湿地は、スタディエリアでは 0.5%を占めるに過ぎない。大半はトンダノ湖の湖岸に分布している。

水面はスタディエリアの 8.6%を占め、その大半がトンダノ湖である。湖面にはホテイアオイ (*Eichhornia crassipes*) の繁茂がみられ、小さな塊となって湖の出口へ向かって流れていくのが観察された。

居住地その他はスタディエリアの 5.1%を占めている。その主なものはスタディエリア北端のマナド、中央部のトンダノ、そして南部のランゴアンである。小さい町や村はスタディエリア全域に分布しているが、特にトンダノ湖周辺に多く見られる。

II-1.4.6 斜面勾配と土地利用

スタディエリアの傾斜区分図を図 II-1.4.2 に示す。この図は縮尺 1/50,000 の地形図を基図として寺田法を用いて作成された。寺田法では、まず基図を正方形のグリッドに分割し、その正方形に内接する円を描く。さらに、その円の中に入った等高線の数を読み、下記の式に随って計算を行い傾斜を求める。今回、緯経度 15 秒をグリッドの単位として用いたが、これはスタディエリアにおいては約 463 m に相当する。

$$\text{Degree}(\%) = N \times I \times 100 / D \times S$$

ここで

N	: 円の中に入った等高線の数	I	: 等高線間の標高差 (25 m)
D	: 内接円の直径 (9.26 mm)	S	: 基図の縮尺 (50,000)

急斜面（傾斜度 40%以上の斜面）はスタディエリア北部のクラバット山、南部のソプタン山やマニンボロック山、スタディエリアの東端、中央部のマサラング山やティンティンゴン山周辺、そしてトンダノ川の上流の谷沿いに分布している。一方、平坦地（傾斜度 8%以下の斜面）は、スタディエリアの北部、トンダノ湖の北部湖岸、スタディエリアの南部に分布している。

また、土地利用現況図と傾斜区分図との比較により土地利用と傾斜の関係をみると、急斜面の大半は森林（自然林/準自然林もしくは二次林）に覆われていることがわかる。

II-1.5 林業

II-1.5.1 森林の区分と造林プログラム

(1) 森林の区分

新森林法 (*RI Law No. 41/1999*) によれば、「森林」はその所有形態により以下に示すように 2 区分される。

- 1) 国有林 (*State Forest, Hutan Negara*) : 特定の所有権が設定されていない土地にある森林。伝統的な所有権が認められた土地にある慣習林 (*Hutan Adat*) もこの区分に含まれる。
- 2) 民有林 (*Right Forest, Hutan Hak*) : 特定の所有権が設定された土地にある森林。

また、その機能の面から国有林は以下の 3 林に区分されている。

- 1) 保護林 (*Conservation Forest, Hutan Konservasi*) : 生態系とそれを構成する動植物の多様性の保全を目的とする。
- 2) 保安林 (*Protection Forest, Hutan Lindung*) : 洪水、土壌侵食、海水の侵入等を防ぎ、かつ水の安定供給や土壌の肥沃さを保証する等、住民の生活基盤の安定を保証する機能の保全を目的とする。
- 3) 生産林 (*Production Forest, Hutan Produksi*) : 木材等の林産物の生産を目的とする。

(2) 造林および社会林業プログラム

新森林法 (*law No. 41/1999*) では、森林復旧は森林管理のなかでの主要項目であり、その活動は自然保護地区と国立公園のコアゾーンを除く全ての森林を対象とすることとされている。森林復旧は植栽を行う 2 つの事業と、それの中で行われる 3 つの活動を通じて実現される。

- 1) 事業
 - 造林事業 (*Reforestation, Reboisasi*)
 - 緑化事業 (*Regreening, Penghijauan*)
- 2) 活動
 - 育林 (*Tending, Pemeliharaan*)
 - エンリッチメントプランティング (*Pengayaan tanaman*)
 - 植生および土木手法をつうじた、クリティカルランドおよび非生産的地域の土壌保全対策

森林復旧のうち国有林内で行なわれるものは造林事業と呼ばれ、一方国有林外の活動は緑化事業と呼ばれ区別されている。育林とエンリッチメントプランティングは樹木の保育と補植を通じて植栽の質の向上を目的とした活動で造林事業および緑化事業に組み込まれている。また、造林事業と緑化事業には、植栽だけでなく、砂防ダムやテラス設置などの工学的な手法も含まれている。

一方、政府の進める社会林業活動としては、個人有林における事業（*Private Forestry, Hutan Rakyat*）とコミュニティ林における事業（*Community Forestry, Hutan Kemasyarakatan*）の2つの活動があげられる。個人有林事業は国有林外での活動を対象とし、緑化事業と一体的に進められることが多い。コミュニティ林事業は、国有林内を対象として事業展開される。

II-1.5.2 森林管理

(1) 保安林の管理および造林事業

1) 保安林の分布

保安林の分布を図 II-1.5.1 に示した。全ての保安林はスタディエリアの周辺部、山地の稜線付近に分布している。スタディエリアの保安林の面積は約 3,207 ha でこれはスタディエリア全体の 5.6%にあたる。

また、トンダノ流域に関係する保安林の状況を流域外も含めて下表に示した。（面積は流域外も含んだ数値である。）下表によるとこれらの保安林には二次林および被害を受けた林分もかなり含まれている。州林務部によれば、被害を受けた林分とは不法伐採や移動耕作等による攪乱を受けた林分を言う。

トンダノ流域内および周辺に位置する保安林の状況（1998 年度）

番号	名 称	面積 (ha)	良好な林分 (ha)		被害を受けた林分 (ha)	
			自然林	2 次林	かん木林	畑地その他
1	クラバット山 (Mt. Klabat)	5,670.00	3,939.40	1,730.60	0.00	630.00
2	マハウ山 (Mt. Mahawu)	550.00	230.00	320.00	0.00	0.00
3	マサラング山 (Mt. Masarang)	144.79	86.23	58.56	0.00	0.00
4	タンプス山 (Mt. Tampusu)	309.00	309.00	0.00	0.00	0.00
5	レンコアン山 (Mt. Lengkoan)	351.00	351.00	0.00	0.00	0.00
6	レンビエン山 (Mt. Lembean)	2,700.00	1,884.00	0.00	210.00	605.52
7	カワタク山 (Mt. Kawatak)	980.00	124.12	0.00	441.26	414.62
8	ソプタン山 (Mt. Soputan)	13,440.00	6,236.06	4,400.80	1,651.00	1,153.14
9	カウエン山 (Mt. Kaweng)	417.86	-	-	-	-

出典：Dinas Kehutanan Dati I Sulawesi Utara, 1999

トンダノ流域における保安林境界の見直し実施状況

No.	名称	見なおし実施年
1.	クラバット山 (Mt. Klabat)	1996/1997
2.	マハウ山 (Mt. Mahawu)	1985/1986,
3.	マサラング山 (Mt. Masarang)	1996/1997 (新規開設)
4.	タンプス山 (Mt. Tampusu)	1985/1986
5.	レンコアン山 (Mt. Lengkoan)	未実施
6.	レンビエン山 (Mt. Lembean)	1977/1978
7.	カワタク山 (Mt. Kawatak)	未実施
8.	ソプタン山 (Mt. Soputan)	未実施
9.	カウエン山 (Mt. Kaweng)	1996/1997 (新規開設)

出典：Sub BIPHUT Manado 2000

2) 保安林の管理および造林事業

保安林の造林事業は州林務部によって行なわれてきた。1976年から1999年までにトンダノ流域で実施された造林事業を表 II-1.5.1 に示す。70年代から80年代にかけてはマツ（メルクシマツ *Pinus merkusii*）が主要造林樹種であったが、80年代後半からはナガバガッタ（*Palaquium oblongifolium*）とメライナ（*Gmelina* spp.）がそれに取って代わった。トンダノ流域における最新の造林事業は1998年度に実施され100 haに造林が行なわれた。現在、この100 haの造林地の育林を除いて州林務部における新たな造林事業の計画はない。造林事業は現在、県林務部に移管されているが、実際の造林活動は、まだ実施されていない。

(2) 緑化事業

この事業は県林務部によって実施されている。1999年度のトンダノ流域における実績を表 II-1.5.2 に示す。その内容としては、個人有林が40ヶ所、村落苗圃が6ヶ所、自然資源保全見本園が3ヶ所であった。さらに砂防ダムが5ヶ所に設置された。自然資源保全見本園とは農地において土木的（テラス造成など）および植生的（植栽）な手法により土壌保全を達成する手法を展示する見本園である。

本来、緑化事業と個人有林事業とは別の目的を持ったプログラムである。緑化事業がクリティカルランドの修復を目的とし、一方、個人有林は経済的な樹種の植栽により地域住民の福祉の向上を目指すものである。しかし、トンダノ流域における実際の運用面では両者の区別は明瞭でなく、個人有林事業は緑化事業の一部として実施されているように見受けられた。

(3) 地域住民参加型のプログラム

1) コミュニティ林業

森林管理への地域社会の参加を目指して政府が策定した政策がコミュニティ林業である（林業農園省法令 No. 677/Kpts-II/1998）。国有林周辺に位置するコミュニティは彼らの必要性および能力に応じて国有林の一部を管理する権利が与えられる。コミュニティ林の開発は、地域共同体における協同組合などの組織づくりと並行して進められ、政府は森林管理および組織づくりの両面においてコミュニティを補助していく職員を用意することとなっている。しかし、トンダノ流域では国有林の分布が限られていることもあり、今のところコミュニティ林は成立していない。

2) 個人有林業

もう一つの社会林業プログラムは個人有林業である。現地調査で訪れた個人有林事業地では、トウモロコシ畑にチェンパカ（*Elmerrillia* spp.）、マホガニー（*Swietenia macrophylla*）、コーヒー、ココアが4～5 m間隔で植栽されており、植栽後7年目の

事業地では、チェンパカが樹高 7 m 程に、また、別の 3 年目のサイトでは植栽木が 1.5~3.0 m 程に生育していた。トンダノ流域における 1999 年度の個人有林事業の実施状況は先の項で述べたとおりである。

3) 造林補助基金 (Regreening Assistance Funds)

国家レベルでの緑化事業に係る運営委員会は、農民の植樹努力を後押しするために造林補助基金を設立した。基金の補助を希望する植林農民グループを組織し、補助金はそのグループに直接渡される。基金の補助を受けるグループは県林務部によって選定され、同林務部は、技術面および組織運営面において植林農民グループを監督していくことになる。

同基金はコミュニティ林業活動にも運用できるが、トンダノ流域においてはコミュニティ林が成立しておらず、今のところ基金は個人有林業を中心に運用されている。

(4) 普及活動

林業部門の地方政府への移管に関する政府法令 *PP No. 62/1998* により、林業の普及事業も県林務部に移管された。トンダノ流域では、普及活動は県林務部に所属する上級普及員 (8 名) および林業普及員 (*Penyuluh Kehutanan Lapangan*, *PKL*, 56 名) によって行なわれている。これらの職員の内、59 名は県政府から給料を支給されており、残りの 5 名は特定の事業から給料を支給されている。

林業普及職員は主に、造林事業と緑化事業の中で普及活動を行なっている。また、職員に対する訓練は、森林訓練所で行なわれることになっている。

(5) 苗木の供給システム

現在スタディエリアには、政府により運営されている恒久的な苗圃は存在しない。

苗圃は各々の植栽計画に応じて植栽サイト近くに一次的に設置される。苗圃で育成される主な樹種はメライナ、ナガバガッタ、およびジャックフルーツ (*Artocarpus heterophyllus*) やドリアン (*Durio Zebethinus*) といった多目的樹種である。

トンダノ流域では個人の運営する苗圃も 10 ヶ所程度見られる。一般的に育成されている樹種はチェンパカ、マホガニー、センゴン、ナガバガッタである。苗木は一本 700-1,000 ルピアで取引され、要請に応じて政府に販売されることもある。

(6) 山火事とその対策

1997 年にトンダノ流域で起きた山火事の状況を次表に示した。火事の原因として最も可能性の高いものは農地の火入れからの延焼と推定される。

県林務部によれば、同林務部は森林周辺に居住する住民に対して訓練を実施し、火災の際には消火に協力する体制を取っている。

1997年にトンダノ流域および周辺で発生した山火事

番号	場所	被害面積(ha)	備考
1.	マハウ山	75.00	二次林
	(Mt. Mahawu)	96.00	自然林
2.	ソプタン山	95.41	マツ林
	(Mt. Sopotan)	425.00	造林事業地域
		1,711.18	自然林
		1,108.77	草地

出典：Statistics of Dinas Kehutanan Dati I Sulawesi Utara, 1999

II-1.5.3 森林資源とその利用

(1) 森林資源

スタディエリアのまとまった自然林は、そのほとんどが山地上部の急斜面に分布しており、大半が保安林に指定されている。薪炭林は民有地にみられ、カリアンドラ (*Calliandra calothyrsus*) やガマールなどのマメ科の樹木が植栽されている。一方、スタディエリアには製材等を目的とした造林地で大面積のものは見当たらないが、小規模な植栽地や農地に単木的に植栽されたものはいたる所に見られる。チェンパカはその中でも最も好んで植栽される樹種である。

また、林産物の供給とは別に、森林は生物多様性保全の観点から最も重要な地域の1つである。地元のサムラランギ大学の協力を得て1997年度に保安林内の生物の状況把握調査が行なわれ、動植物の一覧表が作成されている。

(2) 森林資源の利用と関連産業

スタディエリアには林産物、主として木材利用を行なっている産業がある。大半は住宅建築、家具製造、焼き物製造、レンガ製造などで、小規模なものが多い。それらの事業所に対して森林資源の消費状況を調査するために聞き取り調査を行なった。

それによると、製材用の木材の大半は、モンゴンドウ州等のスタディエリア外から供給されており、一方、薪炭材はスタディエリア内で入手されている。ココヤシの老齢木やチョウジの枯死木が薪炭の主な原料となっている。この事実は、製材用の木材資源の蓄積はスタディエリア内では枯渇しており、薪炭用の材料は主に農地からではあるが十分に供給され得る状態であることを示している。

また、上記の産業的な木材利用とは別に、地元住民は現在でも、その多くが調理等の燃料を薪炭に依存している。

(3) 森林の伐採・開墾

土地利用現況図と現行の保安林境界図を比較すると、保安林内への著しい不法侵入(伐採、開墾等)は観察されない。しかし、保安林の機能回復を目的として行なわれてきた造林事業や、第II-1章5節2項に掲載した表に示された“被害を受けた林分”は保安林内において何らかの攪乱行為がある、もしくはあったことを示唆する。さらに、スタデ

イエリアにおいては森林の分布が限られている中で、保安林境界の見直しが行なわれている事実は、境界内への不法な侵入の存在を前提としているように思われる。新しい境界は、境界内へ侵入した住民の既得権を認める形で引きなおされていると推察される。

森林開拓に関して行った聞き取り調査の回答者もまた、新しい農地を求めて保安林の中への不法侵入が行なわれていることを認めている。

以上の事実からみて、現行の境界内での著しい不法侵入は確認できなかったものの、スタディエリアにおける保安林への侵入圧力（伐採や開墾等）は潜在的に高いものがあると考えられる。

II-1.5.4 森林管理の問題点

(1) 組織と要員

今日、地方分権化の流れの中で多くの業務が県林務部に移譲されているが、同林務部はそれらの業務に対応しうる人材や組織が十分に整えられていない。県林務部には、ミナハサ県全体で普及員 64 名、森林警備員約 50 名が配属されているが、組織運営能力の欠如および技術不足等の問題により、効果的な普及活動や森林保全活動を実施できない状況である。

(2) 保安林の管理

- 1) 地元農民は農地不足に悩まされており、その結果保安林内への不法侵入圧力が高くなっている。
- 2) また、造林事業で植栽した樹木が地域住民により薪として伐採されてしまったり、或いは、植栽地が農民によって再度農地として占拠されてしまったりして、事業の成果が上がらないことも問題となっている。
- 3) さらに、異常気象による長期間の乾季により、植栽木の枯死や山火事の危険性が高まることにも留意しておく必要がある。

(3) 民有地内の森林、およびその他

- 1) 普及員の量的および質的不足により、十分な普及活動が実施できないため、森林管理や土壌保全に関する地域住民の関与や技術・知識の向上も十分には図り得ない状況である。
- 2) スタディエリアにおいては製材等の木材資源が乏しく、地場産業の需要に対して対応出来ない状況であり、このことは地域経済にとってマイナスである。
- 3) 山火事防止に関し、住民の組織的な関与や消火用具の不足が県林務部よりあげられている。
- 4) 県林務部によれば、養蚕や養蜂の開発可能性についての調査が実施されておら

ず、潜在的な資源が眠ったままになっている可能性がある。

- 5) 薪炭材の供給は今のところ十分に需要を満たしていると思われるが、将来に亘る需要は不明瞭である。需供バランスを注意深く観察する必要がある。

II.1.6 農 業

II-1.6.1 農地所有規模および所有形態

関係郡の農地および農家戸数の統計から算定すると、平均農地所有規模は 1.26 ha で、そのうち水田が 0.15 ha、畑が 0.57 ha、農園が 0.54 ha となる。調査団が 5 村落で実施した農家聞き取り調査によると、各村の調査農家の平均経営規模は 1.2 ha から 1.6 ha の範囲にある。経営農地の約 64%が自作地、約 19%が小作地、残りの 17%が数人の共同耕作地 (Tomoyo land) である。

II-1.6.2 農業土地利用

スタディエリアの農用地は、地形的にみて平坦地域と起伏・傾斜地域の二つに大別される。前者は主としてトンダノ湖の北部および南部に分布し、水稻、普通畑作物および野菜作に利用され、後者は全域的に分布し、主に樹木作物およびその間作の栽培に利用されている。

土地利用調査によると、スタディエリアの農用地の土地利用状況は下表のように要約される。

スタディエリアの農業土地利用の概要

		単位 : ha					
地 域		水 田	畑 地	混作地*	農 園	その他**	合 計
ミナハサ	面積	5,973	5,237	6,935	21,361	121	39,626
	割合 (%)	15.1	13.2	17.5	53.9	0.3	100.0
マナド	面積	21	0	745	1,558	0	2,324
	割合 (%)	0.9	0.0	32.1	67.0	0.0	100.0
合計	面積	5,994	5,237	7,680	22,919	121	41,950
	割合 (%)	14.3	12.5	18.3	54.6	0.3	100.0

*畑と農園の混在地 **牧草地および養魚池

スタディエリアの農用地の 95%はミナハサ県に属している。総農用地の 55%が農園として利用されている。農園の多くは起伏地や丘陵地ならびに山麓に分布している。畑地、および畑と農園の混在地を併せると 31%となり、これらの地域では後述するように色々なタイプのアグロフォレストリーが実施されている。畑地の大部分はトンダノ湖の周辺に位置している。その他の畑地は農園地域の中に分布しており、畑地と農園との土地利用形態は混在し、錯綜している。このためこれらの地域においても各種の形態のアグロフォレストリーが見られる。水田は 14%を占めており主としてトンダノ湖の周辺に分布している。

II-1.6.3 作物生産

スタディエリアの主要作物の収穫面積は次に示すとおりである

スタディエリアの主要作物の収穫面積

						単位：ha
収穫面積	水稻	食用作物	野菜	果樹	農園作物	合計
面積 (ha)	10,663	14,005	1,097	124	19,614	45,503
割合 (%)	23.4	30.8	2.4	0.3	43.1	100.0

出典：Laporan Tahunan Dinas Pertanian Tanaman Pangan, Kab. Minahasa 1999

農園作物が最大の割合（43%）を占め、次いで普通畑作物、水稻の順となっている。主要な農園作物はココヤシ、チョウジおよびコーヒーである。ココヤシの栽培は主としてスタディエリアの北部で行われ、チョウジは地域の中央部および東部（トンダノ湖の北部および東部）に多い。コーヒーは主にトンダノ湖の西部地域で栽培されている。普通畑作物のうちではトウモロコシが圧倒的に多く、その他は落花生、キャッサバ、サツマイモなどである。畑作物は主に平坦地や緩傾斜地または山麓に栽培されているが、トウモロコシはしばしばココヤシやチョウジ園の間作として導入されている。トウモロコシは普通畑作物の97%を占めており、年間を通じて栽培されている。水田では全体の60%で水稻の二期作が行われている。水稻の作付けに顕著な季節性はない。

スタディエリアにおける主要な食用作物の収穫面積、単位収量および生産量、収量は表 II-1.6.1 に示されており、下表のように要約される。

スタディエリアの食用作物の生産概要

単位：面積：ha、生産量：t、単位収量：kg/ha									
作物	水稻	陸稲	トウモロコシ	キャッサバ	サツマイモ	落花生	緑豆	大豆	計
収穫面積	9,946	53	13,387	69	46	213	0	12	23,726
生産量	47,477	191	35,946	1,059	263	227	1	13	
単位収量	4,984	3,604	2,725	16,771	6,575	1,082	1,824	1,058	

出典：Laporan Tahunan, Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kab. Minahasa

スタディエリアの食用作物の収量は、北スラウェシ州やインドネシアの平均収量と比べて比較的高い。これは、病虫害被害が比較的多いものの、恵まれた降雨、比較的肥沃な土壌、気象災害の少なさなどの好条件に負うところが大きい。しかし樹木や樹木作物の下で栽培されている畑作物は、生育条件があまりよくないので収量が低い。一般に肥料の施用量は奨励されている量に比し少なく（チッソで推奨値の70%、リンで50%、カリで10%）、農薬の使用量も極めて少ない。農業の機械化は全体的に遅れている。

スタディエリアにおける農園作物の収穫面積、生産高および収量を下表に示す。この詳細は、表 II-1.6.2 に示すとおりである。

スタディエリアにおける農園作物の生産状況（1998 年）

項 目	ココヤシ	チョウジ	コーヒー	バニラ	ナツメグ	カカオ
収穫面積 (ha)	14,270	4,181	576	322	158	107
植栽樹本数	1,919,430	857,000	582,180	650,200	31,970	109,380
成木樹本数	1,882,060	839,610	525,450	584,760	27,140	81,930
生産量 (t)	16,690	592	548	206	-	23
単位収量 (kg/ha)	1,169	142	951	640	-	215

出典：Dinas Perkebunan Kab. Minahasa

主要な農園作物はココヤシとチョウジである。ココヤシの収量はインドネシアの平均収量よりやや高い。しかし、スタディエリア内のココヤシ農園では、生産性の低下したココヤシの老齢樹が多く見られ、更新時期にきている。チョウジの収量は近年における市場価格の下落に伴い栽培が粗放化したため非常に低くなっている。

野菜の栽培面積はわずか 2.4%であるが、市街地近傍には集団産地も見られる。おもな野菜は紅シャレット、葉タマネギ、トウガラシ、トマト、キャベツ、ハクサイ、ニンジンである。果樹はわずか 0.3%の栽培面積ではあるが種類は多く、パイナップル、バナナ、マンゴー、パパイヤ、ランサット、ランブータン、アボカド、ドリアン、マンゴスチンなどが栽培されている。山間部や丘陵部全体に分布しているバナナを除き、果樹は主に住居近傍の庭園に植えられている。この地域で養蚕は行われていない

II-1.6.4 畜産

1998 年におけるミナハサ県の家畜頭数は右表のとおりである。この詳細については、表 II-1.6.3 に示す。

豚は 1996 年に豚コレラが流行してかなり急減したが、依然地域性を反映して豚の飼育頭数は非常に高い。牛の多くは役牛として耕作に使用されており、またかなりの馬が市街地の交通手段として利用されている。近年における家畜頭数の趨勢は、牛、馬および食肉鶏は微増、山羊、地鶏および採卵鶏は横ばいないし微減となっている。

ミナハサ県における家畜頭数	
家畜	頭/羽数
牛	46,410
馬	9,840
山羊	7,430
豚	119,310
鶏	1,150,740
アヒル	42,630
出典：Laporan Tahunan 1998/99 Dinas Peternakan	

郡ごとの家畜頭数の分布はさまざまである。牛はほとんど全域に分布し、馬は市街地域周辺に多い。トモホン、ピネレンおよびアイルマディディ郡は養豚の中心地となっている。養鶏は地域全体で行われているが、特にカウディタン、トモホンおよびランゴワンの各郡に多い。ミナハサ県における 1998 年の食肉生産は約 8,793 t、卵の生産は 1,987 t で、いずれも近年は減少傾向を示している。

II-1.6.5 内水面漁業

スタディエリアの漁業は主としてトンダノ湖で行われている。これに加えて小規模な

漁業が貯水池や河川において見られる。またこれらの他に、養殖漁業が低地や溪谷の小規模な養魚池や水田の一部などで行われている。関係郡における内水面漁業者数は約 1,000 人で、この他約 2,000 人の農民が副業的に漁業に従事している。

関係郡の 1998 年の一般漁業および養殖漁業の実施状況は右表のとおりである。近年、伝統的な手法による漁業生産は年々減少する傾向

にある。このような漁獲減少は、過剰な漁獲、養殖のための稚魚の過剰採取、水草（ホテイアオイなど）の過繁茂、ならびに家庭排水に起因する水質汚染などが原因であるとみられている。さらに、1998 年には大干ばつが発生し、漁獲量は大幅に減少した。このような伝統的漁業に代わって、近年では沿岸部における養殖漁業が次第に発展しつつある。トンダノ湖の主要な魚種はコイ、パヤンカ、ティラピア、ガブス、グラム、ムジャイルなどである。小規模な養魚池や水田での漁業も近年は生産費の上昇、種苗の減少、1997-98 年の大干ばつなどにより減少している。

トンダノ湖における近年の漁業生産状況は以下のとおりである。

トンダノ湖における漁業生産量

漁業方法	単位：t				
	1990	1995	1996	1997	1998
通常漁業	1,610	2,130	1,550	1,430	780
ケージ養殖	120	1,490	1,520	1,280	1,350
合 計	1,730	3,620	3,070	2,710	2,130

出典：Dinas Perikanan Tondano

ミナハサ県水産部は、トンダノ湖は養殖漁業の発展可能性が高い湖であるが、一般的にみて湖の漁業生産は停滞しており、これは種苗の低品質、漁民の技術力の低さ、養殖漁業施設の不備、資金の不足、湖水の水質悪化などが原因であるとしている。漁民の養殖に対する意欲は、養殖施設を整備する資金を十分持たないこと、近年の大干ばつにより経済的打撃を受けたこと、種苗の品質が悪く生育が遅いことなどにより低下している。魚市場はトンダノ、リンボケンおよび数カ所の村落に設けられており、また漁獲物はしばしばマナドやビトゥンに出荷されている。

II-1.6.6 農家経済および作物生産収支

農家聞き取り調査によると、年間総収入のうち、農業からの収入は 58%、非農業からは 42%である。一方家計支出のうち、生活費が全体の 85%を占め、農業生産費が 15%である。この結果、年間収支は約 230 万ルピアのプラスとなっている。なお上記聞き取り調査によると、農家の薪の使用量は 1 週間当たり約 40 kg となっている。

主要な作物の生産収支は下表のとおりである。

主要作物の生産収支

単位：千 Rp.								
項 目	ココヤシ	チョウジ	コーヒー	トウモロコシ	落花生	ササゲ	野菜	水稻
粗収益	1,200	6,000	5,700	2,900	4,320	4,098	7,000	4,800
生産費	1,130	4,315	3,060	2,548	3,140	2,868	7,258	3,305
雇用労働費	650	3,115	2,060	1,648	1,800	1,568	6,058	2,225
家族労働費	480	1,200	1,000	900	1,340	1,300	1,200	1,080
所得*	550	2,885	3,640	1,253	2,520	2,531	7,943	2,575
純収益**	70	1,685	2,640	353	1,180	1,231	6,743	1,495

*所得：純収益＋家族労働費 **純収益：粗収益－総生産支出

II-1.6.7 市場流通

農産物の流通はそのほとんどが地方の集荷業者によって取り扱われている。米の場合では、大部分がまず集荷業者によって精米所に送られ、搗精米（白米）が市場で販売される。一部の籾は村落協同組合（KUD）に売られ、また一部の白米は農家が市場で直接販売している。トウモロコシはほとんどが集荷業者を通じて販売され、一部が直接市場へ持ち込まれる。野菜類はまず地方集荷業者によって集荷され、これらは仲買業者に売られた後、市街地の市場に運ばれる。しかしかなりの量の野菜が直接地元市場で販売されている。チョウジは、まず地方集荷業者により集荷され、その後集荷業者または仲買業者によって地方工場もしくはジャカルタへ送られる。ココヤシもまた同様に地方集荷業者により集荷され、集荷業者または仲買業者によってマナドの加工工場へ送られている。

スタディエリアにおける主要な市場はトンダノ郡、ランゴワン郡およびカカス郡にあり、これらの市場では農産物のみならず他の商品も販売されている。トンダノの市場は月曜日から土曜日まで開かれており、その他の市場は週に3日開かれる。

スタディエリアの普及員数

郡 名	普及員数
事務所本部	46
事務所支部	405
ランゴワン	20
カカス	18
トンパソ	9
リンボケン	8
トモホン	25
トンダノ	16
トウリマムボト	12
エリス	8
カウディタン	16
アイルマディディ	17
ピネレング	12
合 計	161

出典：Balai Informasi dan Penyuluhan Pertanian 1999

II-1.6.8 農業改良普及および農民組織

1997 年以来農業改良普及の業務は農業普及情報センター（BIPP）に統合されている。各農業分野は年間基本計画を作成し、これを BIPP に送付する。この計画にもとづき、農業改良普及員はそれぞれの担当地域の農民に対し各種の普及指導を直接行う。ミナハサ県の農業改良普及員数は451人で下表のように配置されている。スタディエリア関係郡の 1999 年の普及員数は 161 人となっており、1 郡あたり約 15 人が活動している。普及員の約 30%が高等教育の学歴を有している。

普及活動は主として戸別訪問、普及事務所での講習会やグループ討議を通じて行われている。1999年には全体で100以上の農民研修計画が実施された。主要な研修項目は食用作物、農園作物、畜産および水産各部門における営農方法ならびに病虫害防除に関するものであった。その他各種の農業関係情報が普及事務所を通じて農家に提供されている。しかしながら、このような普及活動は十分とは言えず、農家は巡回回数が少ないなど現在の普及活動に不満をもっている。

調査関係郡には56の村落協同組合（KUD）があるが、これらの組合は農家のためにはあまり機能していないのが実態である。またKUTやKPPなど農家のための金融制度があるが、資金不足から効率よく運営されていない。このため、政府の支援のもとに農家の経営能力および収入の向上を目的として、農民自身により1,005の農民組合が結成されている。これら既存の農民組合は、1) 技能開発能力、2) 農家資産増加能力、3) 農民間の協調性 4) 合意書の理解力および5) 計画立案能力の評価システムに基づき、4段階に分類されている。この分類によれば、これらの組合の87%が入門クラスであり、農民組合への指導および指導不足もあり、上級クラスに位置づけられる組合はまだ見られない。

農民組合の現状

事項	農民組織の階層区分				
	入門クラス	初級クラス	中級クラス	上級クラス	合 計
合 計	877	114	14	0	1,005
割合 (%)	87.3	11.3	1.4	0.0	100.0

出典：Laporan Tahunan 1999 BIPP Kab Minahasa

II-1.6.9 農業活動における問題点

(1) 農業活動における問題点

ミナハサ県の農務部は農業の問題点として以下の点を挙げている。

- 1) 県内の水田が十分整備されておらず、水稻生産が停滞している。
- 2) 灌漑組織が適切でなく、灌漑が十分行われている水田は35%に過ぎない。
- 3) 農民は新しい技術について十分な情報を得ておらず、なお伝統的な農業手法に依存している。
- 4) 農業集約化計画（BIMAS）の普及が末端レベルで十分機能していない。

調査団によって行われた農家聞き取り調査によると100戸の対象農家は現在農業、市場、生活の各面で多くの制約を受けており、また種々の対策を希望していることが明らかにされた。それによると、農業生産条件に対しては、病虫害による被害、高い農業生産費、土地生産性の低さおよび農業労働力不足に不満を持っていた。市場条件については、多くの農家が農産物販売価格の低さと不安定さに不満を抱いていた。また生活条件に対しては、労働力不足、道路条件の不備を訴えていた。

これらの制約要因に対し、農家が望む主要な対策は、土壌保全、道路の整備、普及組

織の改善、流通施設の改善などである。現状の制約要因としてはあまり順位が高くないが、土壌侵食防止対策に高い関心を持っており、これは多くの農家が土壌保全の重要性を認識していることの現れであると思われる。道路条件の整備ならびに普及組織の改善も対策の実施が期待されている。

(2) チョウジ栽培に起因する土壌侵食

1970年代から1980年代にかけて、トンダノ湖周辺の傾斜地にチョウジの栽培が急速に拡大し、それが当時深刻な土壌侵食を発生させていたという多くの報告がある。数十年前からチョウジを栽培している農家への聞き取り調査の結果は、チョウジの栽培が無草生栽培法によることが多く、大雨が降るとかなりの土壌侵食が発生し、近傍の河川水は泥で汚濁し、侵食土壌がトンダノ湖へ流入したという事実を示した。

1980年代の終わりから1990年代にかけて、チョウジの価格が下落し、収益性の低下により農家は除草等のチョウジ栽培管理を行わなくなった。その結果として、土壌侵食は下火になった。彼等は現在でもチョウジ栽培を続けてはいるが、栽植密度は粗となり、管理不十分のために一部は次第に森林状になってきている。しかしながら、これらの農家はもし将来チョウジの価格が上昇すれば、再び集約的なチョウジ栽培に取り組む意向である。現在では、彼等の多くは傾斜地における作物栽培には、土壌保全が重要であることを認識している。

II-1.7 アグロフォレストリー

II-1.7.1 スタディエリアのアグロフォレストリーのタイプ

第II-1章6節で述べたようにスタディエリアの農地は農園、畑地、農園と畑地の混在地、水田およびその他である。1999年の収穫面積は45,500 haである。農園作物の収穫面積は全収穫面積の43%を占めているが、その大部分は草本作物または他の樹木との混作であり、単一作の面積は非常に少ない。畑地のうち、かなりの面積で樹木、樹木作物および果樹類が植えられている。これらのことから、スタディエリアでは既にアグロフォレストリーが導入され、定着しているものと考ええる。これは十数年前に当地域で深刻な土壌侵食があったため、それにより促進されたものとも考えられる。

スタディエリアのアグロフォレストリーのタイプは3システムに分類できる。すなわち、樹木および樹木作物優先型アグロフォレストリー（AGF-I Type I）、草本作物優先型アグロフォレストリー（AGF-II Type II）および樹木作物と草本作物の混作型（樹木作物と草本作物が平等、AGF-III Type III）である。さらにこれらの各タイプは、使用されている作物およびそれらの占有面積によって下表に示すように10タイプに分類できる。

アグロフォレストリーの各タイプ

タイプ	木質植物					果樹	草本作物
	林木	工芸作物					
		ココヤシ	チョウジ	その他			
AGF-I (I-1)	△	◎	△	X	△	△	
AGF-I (I-2)	△	△	◎	X	△	△	
AGF-I (I-3)	○	◎	○	X	○	△	
AGF-I (I-4)	○	○	◎	X	X	△	
AGF-I (I-5)	○	○	○	◎	X	○	
AGF-I (I-6)	○	○	○	○	○	○	
AGF-II (II-1)	△	○	△	X	△	◎	
AGF-II (II-2)	△	△	○	X	△	◎	
AGF-III (III-1)	△	◎	X	X	△	◎	
AGF-III (III-2)	△	X	◎	X	△	◎	

注：その他はコーヒー、ココアおよびバニラを含む

◎：多、○：中、△少、X：微

スタディエリアにおけるアグロフォレストリーの各タイプの分布を図 II-1.7.1 および表 II-1.7.1 と II-1.7.2 に示す。

(1) 樹木および樹木作物優先型アグロフォレストリー

1) 単一樹木作物優先型アグロフォレストリー（AGF-I Type I-1 および I-2）

このタイプはスタディエリアの北部およびトンダノ湖の東部に分布している。アイルマディディ郡北部およびピネレン郡ではココヤシ優先型アグロフォレストリーであるが、南下するにつれ、チョウジ優先型アグロフォレストリーが増加し、アイルマディディ郡南部ではチョウジ優先型アグロフォレストリーが多くなる。

2) 樹木（樹木および樹木作物）優先型アグロフォレストリー（AGF-I Type I-3、I-4、I-5、I-6）

樹木優先型アグロフォレストリーには、樹木および樹木作物の多層栽培と、樹木作物の下に草本作物を栽培するものの2種類がある。樹木および樹木作物の多層栽培は、喬木と低木を組み合わせたものである。アグロフォレストリーは、植栽形態の良否により、二種類に分類できる。植栽形態のよいアグロフォレストリー（AGF-I Type I-5、I-6）はまだ少なく、アイルマディディ、トンパソ、リンボケン、トンダノおよびランゴワンの平坦地および緩傾斜地に見られる。植栽形態のあまりよくない在来のアグロフォレストリー（AGF-I Type I-3、I-4）は主として傾斜地に見られる。

第二のタイプでは草本作物が樹木作物の下に栽培されている。1950～1960年代に作られた古いココヤシ園では、ココヤシが不規則に植えられており、このようなココヤシ園にアグロフォレストリーが導入されると、草本作物の栽培地が狭くしかも不整形なために、草本作物の栽培に支障をきたすことになる。狭い不整形な土地、ココヤシの不規則な栽植様式は、草本作物の栽培管理を不便にし、労働力の必要量

を大きくするとともに、草本作物の栽植密度を低下させることになる。また、草本作物に対し太陽光の分布を不均一にし、その結果として収量を低下させている。同様の現象は古いチョウジ園でも見られる。

スタディエリアに多い、ココヤシが不規則に植えられているために生産性の低いアグロフォレストリー農園を図 II-1.7.2 に示す。一方、ココヤシあるいはチョウジが規則的に植えられた農園では草本作物を規則的に植えることができ、土地を有効に使用することができる。古い農園でココヤシあるいはチョウジを植え替えるときには、樹間で草本作物を栽培することを考慮に入れて規則的に植えるべきである。

(2) 草本作物優先型アグロフォレストリー (AGF-II Type II-1、II-2)

第二の範疇である草本作物優先型アグロフォレストリーは主にスタディエリアの南西部に見られる。これには下記のタイプがあるが、いずれの場合も樹木作物の密度は低い。

- ー トウモロコシ、マメ類、あるいは野菜類の畑の中にココヤシまたはチョウジが植えられているタイプ。
- ー トウモロコシまたは落花生の畑にチェンパカや、マンゴー、バナナ、パパイアなどの果樹が植えられ、さらに畑の端にグリリシディアなどを生垣のように植えるタイプ。
- ー 畑の縁にキャッサバ、バナナあるいはグリリシディアなどを生垣のように植えるタイプ。

しかも、この草本作物優先型アグロフォレストリーの大部分は畑の境界、道路に面した場所に植えられることが多い。時には畑の中にあることもあり、管理されず収穫が期待できない樹木もある。草本作物優先型アグロフォレストリーは平坦地あるいは緩傾斜地のみで見られる。

(3) 樹木作物と草本作物の混作型アグロフォレストリー (AGF-III Type III-1、-2)

第三の範疇は樹木作物と草本作物の混作であり、両者の作付け割合はほぼ同じである。樹木作物はココヤシあるいはチョウジであり、場合によっては生垣が併用される場合もある。樹木作物の栽植密度は単一栽培の場合とほぼ同様であるが、栽植様式が多少異なり、並木植えが一般である。樹間にトウモロコシ、落花生あるいは蔬菜類を植える（図 II-1.7.3 および II-1.7.4 参照）。このシステムでは草本作物を集約的に栽培でき、樹木作物の収量も単一栽培の場合に比し遜色がない。樹木作物の栽植密度は単一栽培の場合とほぼ同様であるが、栽植様式が多少異なる。たとえば、ココヤシ単一栽培の場合は、樹間が 9 m 前後の正方形植えまたは千鳥植えであるのに対し（栽植密度は m^2 あたり 125 本前後）、この場合は 15 x 5 m の並木植えが一般である（栽植密度は m^2 あたり 130 本前後）。トウモロコシは 70~100 cm の畦幅で栽培されている。ココヤシ研究所 (BALITIKA) によれば、ココヤシの収量は単一栽培の場合とほぼ同様であり、トウモロコシは全面積の約 80% に栽培され、その生産高は単一栽培の約 70% 前後である。この事実に基づき、この

システムは平坦地あるいは緩傾斜地におけるアグロフォレストリーとして適したものと考える。

(4) 焼畑およびその他のアグロフォレストリー

ミナハサ県農務部によれば、県全体の焼畑耕作の面積は 50 ha 以下である。スタディエリアの焼畑耕作の面積はそれよりもさらに小さい。また、畜産をとりいれたアグロフォレストリーは面積も小さく、ごく限られた場所でしか実施されていない。

II-1.7.2 各アグロフォレストリーの評価

上記のように、スタディエリアの既存アグロフォレストリーシステムには 10 タイプがある。各タイプのアグロフォレストリーは、各作物の生産性、新しい栽培技術導入の可能性および土壌侵食に対する抵抗性に対してそれぞれ異なった特性を持つ。その特性を次表に示す。

各アグロフォレストリータイプの特徴

タイプ	生産性					土壌侵食抵抗性	新技術の適応性
	林木	工芸作物	果樹	草本作物	評価		
I - 1	微	高	微	微	中	中	やや難
I - 2	低	高	微	微	中	中	やや易
I - 3	低	中	微	微	低	高	難
I - 4	低	中	微	微	低	高	難
I - 5	中	高	微	微	高	高	易
I - 6	中	中	中	中	高	高	やや易
II - 1	微	低	微	高	高	中	易
II - 2	微	低	微	高	高	中	易
III - 1	微	高	微	中	高	中	易
III - 2	微	高	微	中	高	中	易

AGF-I タイプ I-5、I-6、AGF-II タイプ II-1、II-2、AGF-III タイプ III-1 および III-2 は生産性が高い。しかし、土壌侵食に対する抵抗性は AGF-I タイプ I-5 および I-6 を除きそれほど強くない。一方、AGF-I タイプ I-3 および I-4 は、生産性は低いが土壌侵食に対する抵抗性は高い。

II-1.7.3 普及活動

アグロフォレストリーの普及は県林務部によって実施されているが、現在専門技術員は配置されておらず、アグロフォレストリーに係わっている職員もきわめて少ない。県林務部のわずかな職員が事業ごとに普及活動を行っているに過ぎない。

森林保全センターは、現在森林修復と土壌保全のためにアグロフォレストリーを振興している。その一環として、スタディエリアの中およびその周辺に、アグロフォレストリーの 3 展示農場を設置した（リンボケン郡パラステン村、カワンコアン郡カウウイ村およびアタスタラン村）。ココヤシ研究所も、ミナハサ県の平坦地および緩傾斜地で土

壤の侵食防止と土地の有効利用による農業収入を増加させることを目的に、ココヤシを核にしたアグロフォレストリーの普及を進めている。ココヤシ研究所もトンバタ郡モロンパ村に展示圃場を設置した。

II-1.7.4 アグロフォレストリーにおける現状の問題点

農家調査の結果によれば、スタディエリア内の農民は、現在のアグロフォレストリーについて問題点はほとんど無いと回答している。これは、当地域ではアグロフォレストリーの歴史が浅く農民はまだ十分にアグロフォレストリーを理解していないためと考えられる。このため、不規則に植栽された樹木下での食用作物栽培や樹木作物の粗放管理などの不適切な営農形態が多々見られる。一部地域では不適切なアグロフォレストリーが行われている。例えば生産性の高い地域での生産性の低いアグロフォレストリーや、土壌侵食の危険性のあるところでの土壌保全の不十分な営農などである。適切なアグロフォレストリータイプを選択することは、生産性の向上のみならず環境保全の面からもきわめて重要である。又、農民に適切なアグロフォレストリータイプに関する知識を広めるため、普及活動の強化が求められる。

II-1.8 流域の侵食状況とその影響

II-1.8.1 既存調査の結果

森林保全センターは 1986 年にトンダノ流域のクリティカルランドの修復および土壌保全についてのマスタープランをまとめた。1996 年、旧公共事業省は流域内のチェックダム建設計画のため、トンダノ湖流域の侵食量予測を実施した。さらに Hikmatullah は、1996 年にトンダノ湖流域 26,200 ha における土壌侵食予測を実施した。

これらの調査すべてにおいて、流域における土壌侵食予測は USLE が適用されている。その予測結果は、侵食量予測時の土地利用、調査目的にもとづき、12～235 t/ha/year の広い範囲に分散している。

II-1.8.2 土壌侵食

(1) 土壌侵食の歴史

流域の土地利用の歴史は、栽培作物の変化を示している。第 II-1 章 4 節 1 項で述べたように、オランダ東インド会社は、1820 年代にミナハサにコーヒーを導入し、1830 年代には著しく生産が増加した。その当時のコーヒー幼木の移植は、斜面における激しい土壌侵食を引き起こしたと考えられている。19 世紀末頃にはコーヒーからココヤシへの転換があった。その後、1890 年にチョウジが導入された。

チョウジは 1920 年には香料作物として需要が拡大した。さらに 1950 年以来商品作物となった。チョウジは 1972 から 89 年の間、最も重要な換金作物であった。この時期、

トンダノ湖周辺の山腹斜面では、チョウジの移植のための樹木伐採や地表の障害物を除去するなど土地利用の転換が行われた。また、収穫時にも地表の雑草を取り除くことも行われ、これらは激しい土壌侵食を引き起こし、大量の土砂が湖に流入した。1989年、チョウジの価格が急落したため、農民はチョウジ生産の意欲を失い、土壌侵食は減少した。現在、チョウジのプランテーションは残されているものの、その多くは手入れされず放置・放棄されたり、中には他の作物へ転換したものもある。

地元住民によると、トンダノ湖東岸のエリスでは、1980年以前の湖岸は現在の湖岸より数m内陸にあり、現在は幅1mほどのコンクリート排水路となっているエリス川は、当時はボートで入ってくることが出来たと言われている。15年ほど前には、エリス川上流に、旧公共事業省によって小規模な盛土チェックダムが作られ、以来貯水池には土砂が堆積し、現在は貯水池面積の2/3は土砂に埋まっている。チョウジ栽培が盛んであった1989年以前には土壌侵食の激しかったことが示されている。

(2) スタディエリアにおいて発生が予想される侵食

スタディエリアにおいて発生が予想される侵食は、農地や農園における表層土壌の流亡ばかりでなく、河川、道路、山腹斜面における斜面崩落や、河川における河床侵食などもある。発生の可能性のある侵食のタイプを右表に示す。

発生が予想される侵食の形態	
侵食の範囲	予想される侵食形態
狭い範囲の侵食	河床侵食(河床低下) 河岸侵食(斜面侵食) 道路法面侵食(斜面侵食) 自然斜面侵食
広範囲の侵食	農地、農園からの表層土壌侵食

(3) 侵食形態による許容斜面勾配

1) 河床侵食および土石流

河床侵食は通常の流水によっても進行するが、土石流による河床侵食は一時に大きな河床侵食を引き起こす。スタディエリアの上流域では、不安定土砂が河床に堆積しており、ゆっくりとした河床侵食が発生している。一方、スタディエリアでは、土石流発生に影響する河床堆積物の粒径、地形、降雨量に大きな差はなく、河床勾配が土石流発生の決定的要因となる。土石流の発生の可能性は河床勾配が15°（約25%）を越えると大きくなる傾向にある。

2) 斜面崩落

スタディエリアでは、小規模な斜面の崩落が湖東岸とマハウ山周辺に見られるものの、地すべりは発生していない。スタディエリアは湖東岸を除き、新規火山岩層の地質であり、強雨による小規模な斜面崩落の可能性はあるが、地すべりの発生の

可能性はない。

河岸斜面：上流域においては、基盤岩に達するまで侵食され、河岸には不安定土砂が残留していないため、河岸斜面の侵食可能性は低い。他方、砂質火山性土が堆積しているトンダノ湖南のノオガン支流河川の下流域、クラバット山麓の低地の河川では、小規模な河岸斜面の崩落がある。

道路切土斜面：道路切土斜面は、大部分が高さ 6 m 以下で、急斜面にあるものの、マハウ山周辺以外では斜面崩落は見られない。切土斜面の崩落は、斜面勾配 25% 以上で、斜面の上方が農地として利用されている個所に発生している。

自然斜面崩落：自然斜面の崩落は、スタディエリアが急傾斜で火山起源の土質から構成され、雨量も非常に多いにもかかわらず、湖東岸の勾配 40～45% の斜面で 3 ヶ所に見られるに過ぎない。

農地および農園における侵食：地表勾配が大きくなるにしたがって土壤侵食の可能性が高くなる。現地調査の結果によると、農地における土壤侵食は、勾配が 8% を越えるとわずかに見られ、15% を越えると発生の可能性が増加し、25% を越えると侵食被害の可能性がさらに高くなる。農園においては、雨滴の打撃エネルギーを弱めるココヤシ、チョウジなどの樹木による被覆があり、侵食の危険性は低くなる。このため、農園においては、侵食に対する許容地表勾配は高くなる。ここでは、農地に対しては、8% を越える地表勾配で侵食対策が必要となり、農園では、15% を越える地表勾配で侵食対策が必要となるものとした。

侵食形態別限界斜面勾配

侵食形態	発生可能個所	侵食対策を必要とする勾配
広がりのある侵食	農地	8%以上
	農園	15%以上
線状侵食	ノオガン、クラバット流域の河岸侵食	適用外（個所が特定される）
	道路切土斜面	25%以上（個所特定）
狭い個所の侵食	自然斜面侵食	45%以上

(4) 許容侵食量

許容侵食量は、農地において、作物生産が経済的、かつ永続的に保持できるような状態を維持する上で許容できる土壤侵食の最大量である。農地からの土壤侵食が許容侵食量を越えるときは、侵食量を極力許容侵食量以下にするような対策を必要とする。

インドネシアの土壤に対して提案されたガイドライン (Arsy, 1989) を適用すると、この地域では侵食許容量が 20.8～32.5 t/ha/year となる。一方、森林保全センターは侵食許容量として 13.5 t/ha/year を呈示している。

(5) 侵食被害発生可能地域

侵食被害の発生が予想される地域を、以上に述べた河床侵食、土石流の発生、河岸、

道路山腹斜面、農地および農園の土壤侵食などの検討をもとに抽出し、侵食被害発生可能地域として図 II-1.8.1 に示した。さらに現地調査により、この図の結果と実際の現地の状況が一致するかどうか確認した。

II-1.8.3 土壤侵食量の推定

(1) 方法

土壤侵食量は下に示す *USLE* によって推定した。

$$A = R K L S C P$$

ここに、 A : 単位面積当り年間土壤侵食量 (t/ha/year)

R : 雨量係数 K : 土壤係数

L : 斜面長係数 S : 傾斜度係数

C : 作物係数 P : 保全係数

(2) 各係数の決定

雨量係数 (R) は下記の *Lenvain* 式により雨量データから決定した。

$$Rm = 2.2I \times (Rain)^{1.36}$$

ここに、 Rm : 月間の降雨侵食係数

Rain : 月降水量 (cm)

土壤係数 (K) は土壤の侵食度を示すもので既存土壤図により決定した。傾斜度係数 (S) は地形図によって地表傾斜を測定した。

斜面長係数 (L) は地形図上で測定し、現地調査により修正した。作物係数 (C) および保全係数 (P) は、現地調査により標準値を修正し使用した。



斜面長の測定

(3) 土壤侵食量推定値

土壤侵食量の推定値は支流域ごとに計算された。その分布を図 II-1.8.2 に示す。トンダノ流域全体の土壤侵食量は平均で 24.2 t/ha/year と推定された。支流域単位の最大値は 87.6 t/ha/year、最小値は 5.2 t/ha/year と推定された。

(4) 他の土壤侵食量推定値との比較

今回の調査では年間土壤侵食量は 24.2 t/ha/year と推定された。一方、森林保全センターは 1986 年に土壤侵食量を 145.5 t/ha/year と推定したが、これは当時のチョウジ景気の

最中の激しい侵食の状況を示しているものと思われる。旧公共事業省による調査は 1996 年に行われたが、チェックダムの建設を意識したものであり、この計算に使用された係数は推奨値がそのまま適用され、土壌侵食量は 235 t/ha/year と推定された。*Hikmatullah* は 1996 年に土壌侵食量を推定し、トンダノ湖流域面積の 94% で土壌侵食量が 12 t/ha/year 以下であるとした。

これらの土壌侵食量推定値の差は、計算された当時の流域の状況を示すが、各係数の精度、とくに斜面長係数、作物係数、保全係数の正確さに起因するものであり、係数値の決定に当っては現地条件を反映すべく現地調査が不可欠である。

II-1.8.4 土砂流送と堆積

土砂の堆積は侵食の結果である。しかし、侵食土砂は直接川や湖に運搬されるものではない。侵食土砂の大部分は地表を運搬される過程で植生や地表の窪み等に捕獲される。

(1) 生産土砂量と土砂堆積

森林保全センターは年堆砂量を計算により検討した結果、トンダノ湖への流送土砂量を 107,441 t/year とした。旧公共事業省は湖周辺の 16 主要河川からの流送土砂量を 6,400 t/year と推定した。*Hikmatullah* は主要 11 河川からの浮遊土砂量を 7,538 t/year とした。*Molenaar* により 1999 年に観測された 7 河川における流量および土砂濃度による生産土砂量は 7,441 t/year であった。

以上の 4 ケースを比較すると、森林保全センターの計算値が、他の 3 ケースの結果に比べて跳びぬけて大きい。この森林保全センターの計画値は 1980 年代の状況に合わせた USLE による土壌侵食量を流送土砂率によって補正し、流送土砂量を推定したものであるが、他の 3 ケースは 1995 年以降に、現地において流量と土砂濃度を実測した結果に基づいて計算したものである。

上記の土砂濃度の観測値は浮流砂量が測定されたものであるため、推定堆積土砂量は粘土・シルトを主体とする細粒分のみが対象となっている。これらの細粒子は湖に広く拡散し湖底に平均的に堆積すると思われる。一方、トンダノ湖南岸のパナセン川河口付近には堆積したデルタが見られ、掃流土砂 (*bed load*)、流送土砂 (*sediment load*) による大きな土粒子が河口付近に堆積している。

(2) トンダノ湖の深浅測量

湖の深度および貯水量を調べるための深浅測量は、本調査のみならず国営電力公社が 1994 年に旧公共事業省が 1996 年に実施している。ただ、旧公共事業省による調査結果は水深表示のため、他の調査結果と比較できない。したがって、本調査の結果と 1994 年実施の国営電力公社の結果を比較したが、その差は殆どなくこの比較結果から少なくとも 1994 年から 2000 年の 6 年間には顕著な堆砂が起きていないと言える。比較図を図 II-1.8.3 に示す。

(3) 堆積土砂の性質

Hikmatullah はトンダノ湖湖底の堆積土砂を採取し分析している。湖の浅部では砂分が 27%を超え、粘土分は 42%より少ないが、深部では砂は 7%以下で、粘土は 61%以上であった。土砂の有機物含有量は 3~7%、pH は 3.1~6.4 であった。

II-1.8.5 洪水

(1) トンダノ川下流域

トンダノ川の下流域では、流路は蛇行し、狭窄部もある。雨季の増加した流水は、この狭窄部で流れが阻まれ、上流の低地は冠水する。近年のマナドへの人口集中は都市部の拡大を引き起こし、この結果、都市部に集まった人々は洪水に見舞われやすい河川に沿った低地に居住したため、洪水を被ることとなった。旧公共事業省の報告によると 1996 年にマナドは大洪水に見舞われ、2 m を超える湛水深となったところもあった。洪水は 3 日後に退いたが、この洪水によって人命が失われ大きな損害が発生したとのことである。

(2) トンダノ湖周辺

湖周辺の洪水では、湖北側の水田や、トンダノ町の一部が冠水する。湖北側は湖成堆積層であり地表勾配が 1/900 より緩いため、2 m 以上も変動する湖水位によって、広い範囲が湖水面下になる。これによって、湖北部の住民は生活用水の入手や通行が困難となり、衛生状態が悪化する。なお、湖水位は国営電力公社の発電所の取水と関連がある。

湖南部を流れているノオガン支流沿いの水田の一部は、取水堰の湛水池の土砂堆積や、橋地点の河道の狭窄によって、強雨時には湛水する。

II-1.8.6 水質

トンダノ湖の水質は、湖周辺の開発の進展および人口の増加によって劣化していることが多くの調査によって明らかにされている。

Whitten 他 (1987) はトンダノ湖の湖水の分析を行い、全浮遊物 (TSS) 1.5-2.1 mg/lit、pH 6.3~7.5、*BOD* 0.7~1.9 mg/lit.などの結果を得た。*Hikmatullah* (1996) の結果では、pH は 7.1~7.7、電気伝導度が低く、リンおよび硫黄含有量は少ないが、富栄養状態にあり水草の繁茂を促進していると結論が出された。森林保全センターの年次報告 (1998~99) は、水温 25~27°C (深度 1.5~2.5 m)、pH 7.3、溶存酸素 5.7 mg/lit、*COD* 26.7 mg/lit.を示し、湖は貧栄養状態から富栄養状態への移行過程にあるとしている。

本調査において実施した水質調査でも *COD* は 20.1 mg/lit、*BOD* は 12 mg/lit、濁度 2.9、全浮遊物 3.9 mg/lit.という結果を得た。この数値は湖への流入水量によって変化するが、全体として湖の水質は悪化していることを示している。この原因は湖周辺からの生活排水の流入、湖底に堆積した有機物を含む侵食土砂、養魚への過剰給餌、肥料農薬の過大

な使用等が複合したものと推測される。

II-1.8.7 水力発電への影響

トンダノ川にはトンセアラマ、タンガリ-1 およびタンガリ-2 の 3 ヶ所の水力発電所がある。これらの発電所はトンダノ湖の大量の堆砂の影響を受けて出力が落ちていると言われている。そこで、これらの水力発電所が本当に湖の堆砂の影響を受けているか否かの調査が行われた。その結果、湖水の流出口は、湖底よりはるかに高い位置にあり、発電は降雨の影響を直接受ける湖の水位の変動範囲内で行われていることから判断して、これらの発電所は湖の堆砂の影響をほとんど受けていないことが判明した。

上記の調査結果を検証するために、湖水の流出口と湖底との地形的な位置関係、および流域への平均年降雨量と湖面の水位との関係、ならびにトンセアラマ発電所への流入量との間の関係について以下に述べる。

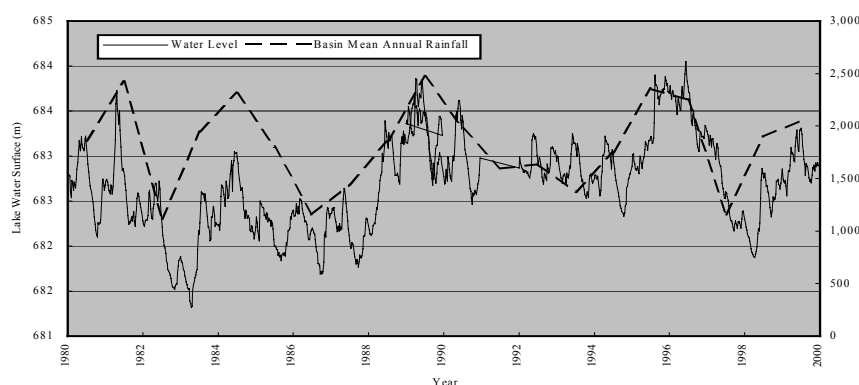
(1) トンダノ湖の湖水流出口

地形調査および深浅測量調査によると、湖沼の流出口の標高は EL681.1 m であり、湖底より約 23 m 高い。言い換えると、水力発電に関係する湖沼の有効水深は EL680 m 以上であり、堆砂のほとんどは湖岸の急峻な地形のため、この標高以下の非有効利用域内へ堆積すると考えられる。このことは湖沼への堆砂がトンセアラマ、タンガリ-1 およびタンガリ-2 の各発電所への流入量にほとんど影響を与えないことを意味している。

(2) 流域の平均年降雨量と湖沼の湖面水位との関係

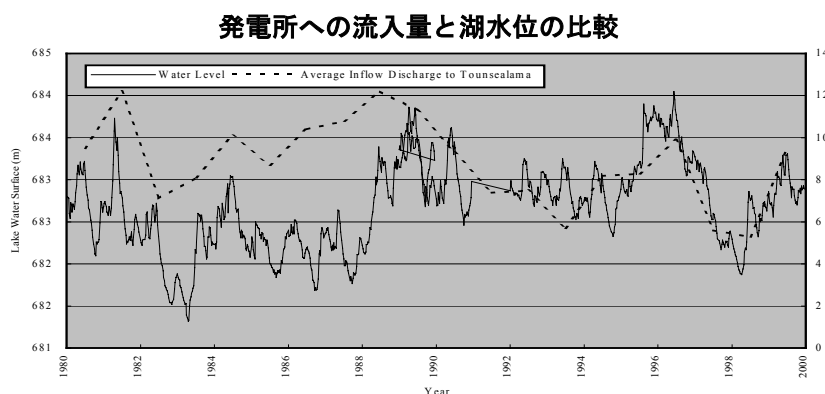
トンダノ湖の流域内には、国営電力公社および気象地理局によって 6 ヶ所（カカス、ランゴワン、ノオンガン、パパケラン、テラップおよびトンダノ）の雨量観測所が設置されている。これらの観測所の分布は適切であり、また湖沼の流域は比較的狭いので、流域の平均年降雨量は、これらの観測データの単純平均によって算定することができる。両者の変動パターンに大きな差異は見られない。一方、国営電力公社は、1980 年以来、週ごとに湖面の水位を測定している。流域の平均年降雨量と湖面水位を重ねて図示すると、両者の変動パターンに大きな差異は見られない。

流域年降雨量と湖水位の比較



(3) 湖面水位とトンセアラマ発電所への平均流入量との関係

国営電力公社は1971年以来のトンセアラマ水力発電所への流入量の記録を保有している。1980年から1999年間の流入量データと先の湖面水位データとを比較すると次のようになる。



この図は、両データがきわめて類似の変動パターンを示すことを表している。湖面の水位が上昇するにつれて流入量もおおむね増大している。

1980年代には平均流入量が1990年代より若干多かった。この理由は、1980年代にはトンセアラマ発電所のみが稼動していたが、1990年代にはトンセアラマ、タンガリ-1（1988年建設）およびタンガリ-2（1997年建設）の3発電所が稼動するようになったため、トンセアラマ発電所への流入量が若干減少したためと考えられる。

II-1.8.8 スタディエリアにおける侵食対策

(1) 土壌保全農法

スタディエリアにおいては、農地や農園において土壌侵食を低減する侵食防止農法が、広範に実施されているが、侵食を完全に防止するにはいたらず、今後の改良が待たれる。農園の60～70%程度では、ココヤシの下でのトウモロコシ、コーヒー、ココア、薪用樹などを栽培して地表被覆を多くしたアグロフォリストリーが導入されている。

農園の30%から40%はココヤシやチョウジの単作である。ココヤシの場合は、手入れされ地表は下草に覆われている。チョウジの農園は放置されており、雑木や密生した草が地表を覆っている。いずれの場合も地表を被覆した植生によって、良好な土壌侵食対策となっている。

農地では、ルルカンの野菜産地において典型的な土壌保全農業が営まれている。ここでは幅広い高床に作物を植え、それぞれの高床からの流出水と侵食された土壌を貯える深い溝を配置した等高線栽培が行われている。

(2) 侵食防止工

この地域では侵食防止工はあまり採用されていない。湖周辺の中小河川には、灌漑用水確保および土砂貯留の二つの目的を有するチェックダムが、数カ所に設置されている。これらのうち、最大のものはトゥリアン・オキ川に 1997 年に建設された練り石積み型チェックダムである。このほかにエリス川、マワレロン川などに 1980 年代から小規模のアースフィルダムがある。これらのアースフィルダムは土砂流出防止のほか灌漑用水貯留の機能を果たしている。

湖南部のパナセン川下流では道路橋付近の河岸と河床の侵食を防ぐため、鉄線蛇籠工による護岸工と床固工が設けられている。

II-1.9 流域管理

II-1.9.1 流域における資源

流域管理とは、土壌、水へ負の影響を与えず、物やサービスを供給することを目的とした、流域内の資源の利用も含めた一連の行為を計画および実行することである。特に、流域管理で考慮すべきことは、流域内外の社会、経済、実施組織がもたらす影響である。

どの流域においても、土壌、水、森林、野生生物、鉱物などの自然資源がある。流域を開発し運営するとき、自然資源の利用に際しては、利用分野が異なれば、補完的になることもあるが競合することもある。重要なことはこれらの自然資源を、全体として流域の攪乱が最小となるように、可能な限り効果的、かつ永続的に利用することである。

(1) 土壌と土地

スタディエリアは火山活動に起因する未固結の土壌が 1~3 m ほど堆積しているため、概して土壌の浸透能が高く、地下水涵養がなされている。このため、数時間の降雨では地表流出は起こらず、土壌自体の性質は侵食の可能性の低い。さらに火山質土壌で肥沃なため、肥料要求量も少ない。

トンダノ湖流域の 3/4 は現在農地として利用されている。農民は土壌侵食を考慮することなく土地利用していたが、現在では簡易な侵食防止農法が普及している。

(2) 水

トンダノ湖およびトンダノ川は、レクリエーションの場の提供のみならずスタディエリア内外の灌漑、上水道、発電、漁業などの貴重な水源である。トンダノ流域の水需要の将来予測によると、量的には問題がないことが明らかになっている。しかし、水質に関して、多くの調査結果がトンダノ湖の湖水は有機物含量が高く、湖水が富栄養化しつつあることを指摘している。

(3) 森林と農園

森林は、流出を調節、緩和し、生態系を良好に保ち、土地の肥沃度を維持する機能を有する。商品作物を生産する樹木が占める農園は、樹木が生育しているという点で森林に類した機能を有することから、準森林地域とみなせる。

商品作物を生産する農園の発達したトンダノ流域においては、森林地域は 9%弱を占めるに過ぎない。自然状態の森林は、クラバット、ソプタン、マハウ、ピナンデラン、タン山などの標高が高い地域にのみ残されている。

他方、ココヤシ、チョウジを主とする農園は流域面積の 56%を占め、主に流域北部とトンダノ湖東岸に広がっている。

(4) 鉱物資源、地熱、他

ランゴワンではカオリンの採掘が行われるほか、砂礫、石材、石灰岩の採掘も行われている。タンプス山麓では火山の高圧蒸気を利用する地熱発電所が建設されている。さらにトンパソの近郊にも地熱発電所の計画がある。

トンダノ湖とその周辺の火山を含む景観と温泉は観光資源としての価値がある。涼しい気候とマハウ山などの火山はハイキングに好適なところとされ、温泉は地元住民に利用されている。

II-1.9.2 流域管理上の問題点

森林区域の減少と荒廃地の増加は、利用可能な水が減少し、生態系が貧弱となり、土地の肥沃度が低下するなど流域管理上好ましくない現象を引き起こすことになる。

現状では、侵食と堆砂の問題は危機的な状況にはないが、現地調査により、以下に述べるような将来の問題の芽が見出された。

(1) 土地利用

ココヤシやチョウジの農園の一部では、アグロフォレストリーと土壌侵食対策がある程度採られているものの、不適切な土地利用の復活の兆しがある。1990 年頃からチョウジの市場価格が低いため、チョウジ園では手入れがされず、雑木や草が密生しているところが相当あり、結果的に土壌侵食が防止されている。チョウジの低価格により、このように農園を放置している農民の一部において、チョウジの価格が回復したときには、土壌侵食防止に配慮しない集約的栽培方法が適用される可能性がある。

(2) 水資源

流域の荒廃により、利用可能水量の減少、洪水流量の増加、洪水到達時間の短縮、流出水の濁度の上昇など好ましくない結果が生まれる。スタディエリアでは、密生した植生、土壌の高い浸透能、侵食防止対策の採用などによって、現在このような問題は顕著

ではない。しかし、表層土が侵食されるような事態に至れば、状況は一変し、水資源は不安定なものになる。

(3) 水質

トンダノ湖はトンダノ郡およびマナドの上水道の水源となっている。しかし、湖周辺の比較的多い人口や、発達した農業の土地利用に起因する栄養塩類の集積、植物性プランクトン数、有機物生産からみて湖は富栄養湖で、CODは基準値に比べて高い。このため、湖水は将来飲料水として不適当と判断される可能性を有している。

II-1.10 環 境

II-1.10.1 AMDAL

インドネシア政府は1996年に開発事業に対して環境影響評価（EIA）の実施を義務付けた政令（AMDAL）を發布した。このAMDALによりEIAが必要な森林再生事業、流域管理事業を次表に示す。

EIAを必要とする森林再生および流域管理事業

事業内容		事業規模・面積
I. 林業分野		
1	野外動物公園の設置	>= 250 Ha
2	動物園の設置	>= 100 Ha
3	植林の実施	All size
4	サゴ椰子林造成	All size
5	商品作物林業造成	>= 10.000 Ha
6	竹林造成	All size
7	エコツアーリズム	
	- 国立公園造成	>= 100 Ha
	- 自然公園造成	>= 100 Ha
	- 狩猟地域造成	>= 100 Ha
	- 植物園	>= 100 Ha
林業省令 no.167/Kpts-II/1994 に該当するすべての事業		
II. 公共事業		
1	河川改修	
	中規模都市	>= 5 km
	村落	>= 10 km
2	水道	>= 500 l/second
III. 移住および森林開発による居住地開発		
1	居住地域開発および移住事業	>= 1500 Ha

II-1.10.2 スタディエリアにおける既存の環境評価

旧公共事業省の報告によると北スラウェシの沖積低地および中流域では、自然生息地の多くは既に農地化、あるいは都市化したり、伐採されたりしている。これは湖周囲、大河川、肥沃な平地など、重要な資源や、容易に接近できる資源周辺における人口増加が原因である。上流域における環境の悪化は堆積土砂の増加、河川や湖の水質悪化にあらわれている。多くの河川には取水堰が設置され、魚類の往来を阻害している。このようにスタディエリアでは既に環境状況が転換されていることから、構造物による水資源

管理計画が自然環境に与える負の影響は、未だに地域の本来の自然環境を保っているところと比べるとかなり低い。

一方、マナドのサム・ラトゥラギ大学ではトンダノ湖およびその周辺を対象として、水文、地質などの自然、生物、社会に関する環境調査を実施中である。

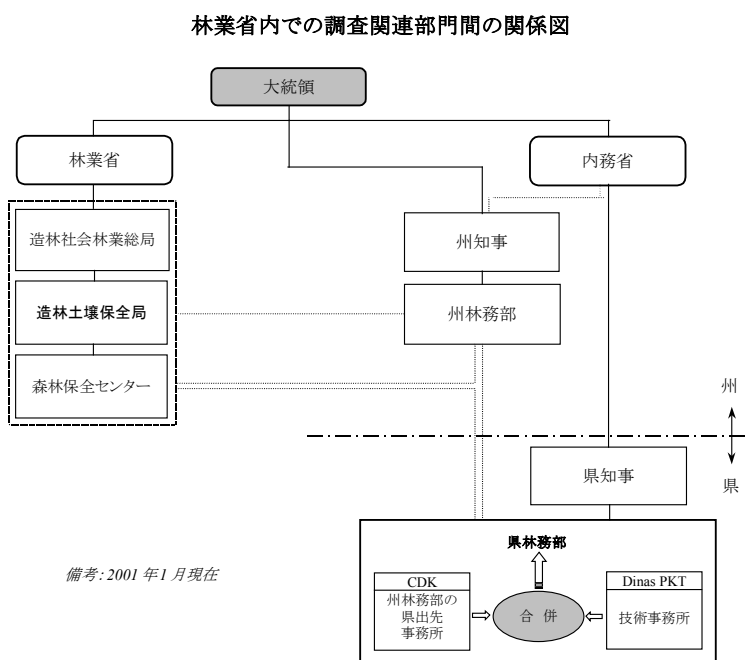
II-1.11 政府関連機関とコミュニティ団体

II-1.11.1 林業省関連部門

本調査のインドネシア側の受入れ機関は、林業省社会社会林業総局で、調査の円滑な実施のため、他政府機関や非政府機関との調整および連絡の任に当たっている。本計画が事業化された場合においては、地方自治政策に伴い、県林務部がその任に当たることとなると思われるが、その運営能力を危ぶむ声もあり、代わって事業の実施機関として新たなユニット設立の動きもある。地方自治政策が軌道に乗っていない現時点では流動的である。本調査における、主たる関連政府機関を以下に述べるとともに、それらの責務を表 II-1.11.1 に記す。

(1) 本調査に係る林業省内の関連部門間の関係図

内閣改造および地方自治政策の公布後の、林業省内関連部門の関係図を以下に示す。この関係図に示したように、地方自治政策に基づき、州林務部の県出先機関と技術事務所が県林務部に吸収された。この結果、県林務部は、名実ともに県レベルでの林業に関する、全ての運営業務に対して責務を負うこととなった。この改革に伴い、地方林政局に属していた森林保全センターは、中央政府の造林土壌保全局の直属機関となった。



(2) 林業省 (MOF)

1998 年 11 月に、インドネシア政府の中央政府機構改革政策にもとづき、林業省は農業省の農園総局を吸収して林業農園省となった。しかしながら、2000 年 11 月に再び林業省となった。図 II-1.11.1 に林業省の組織図を示す。2001 年 1 月 31 日現在の林業省の組織体

制は、大臣官房、監察総局、3 総局、2 支援部門および 3 強化センターから構成されている。大臣官房は運営面の責務を負い、監察総局は監理面を担当する。各総局は、傘下の局に対しての運営政策および計画を策定する。支援部門である林業企画庁と林業開発庁は、研究、開発、教育、訓練、普及などに関する支援を各局に対して行う。大臣官房は、計画局、人事局、経理局、管理局、海外協力局、広報局、総務局からなる。監察総局は、総務局と 4 つの地域担当監察局に分かれている。4 総局は、総務局および複数の実施局からなる。各実施局の組織体制は、総務部と複数の実施部からなり、各部は複数の課から構成される。林業企画庁と林業開発庁は、その目的と機能から他部門と異なった組織となっている。林業省は、この他に 5 人の大臣顧問を傘下に置いている。

(3) 造林社会林業総局 (DGLRSF)

造林社会林業総局は、林業省の 5 総局の一つで、5 局、14 部、15 課および 39 係の組織体制を取っている。図 II-1.11.2 にこの組織を示す。森林保全センターは、5 局の一つである造林土壌保全局に属している。

(4) 地方林政局 (KANWIL)

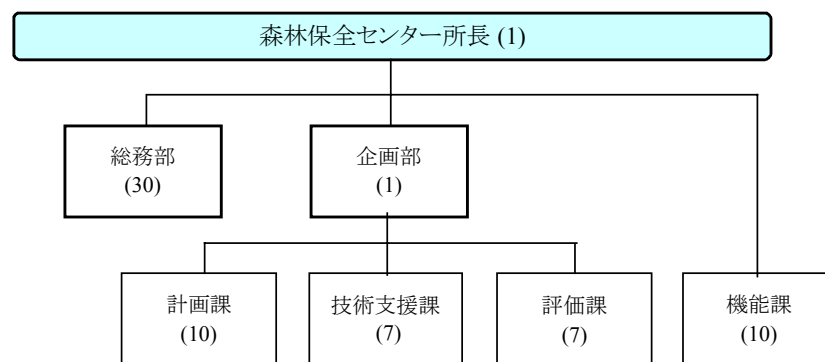
地方林政局は、林業省の直属の機関であったが地方分権化政策に伴い、2001 年 1 月に州林務部に吸収された

(5) 森林保全センター (BRLKT)

森林保全センターは、林業省の技術面での出先機関であり、造林土壌保全局に属している。インドネシア全国で 26 ヶ所の流域にそれぞれ設立され、荒廃地修復および土壌保全業務を担っている。森林保全センターは県林務部に対して技術支援も実施している。

森林保全センターの組織は、下図に示すとおり、所長のもと 2 部、4 課、10 支所からなり、所員数は 2001 年 1 月 31 日現在で 66 名である。

森林保全センター組織図



括弧内は職員数

備考: 2001 年 1 月 31 日現在

(6) 北スラウェシ州林務部

北スラウェシ州林務部は州政府に属す。2001 年 1 月 31 日現在の州林務部の組織体制は、図 II-1.11.3 に示すように 1 局、5 部、5 課、19 係および 4 支所からなる。

(7) ミナハサ県林務部

ミナハサ県林務部はミナハサ県政府に属する。地方自治政策にともない、強化対象機関であるが、具体的な動きは未だない。2001 年 1 月 31 日現在の県林務部の組織は、1 部、6 課、8 係と複数の営林職員から構成されている。図 II-1.11.3 に現在の組織図を示す。

(8) 現時点での問題点

地方分権化政策により、中央政府が今まで保持して権利が地方政府へ徐々に移譲されている。しかしながら、実体がこれに伴っていない。事実、県林務部では、新規の運営細則が送付されておらず、未だ旧態の細則を使用しているのが現状である。また、県林務部そのものも運営能力が低く、事業の受入れ機関としては、未だ弱体である。権限委譲に先行して県林務部の組織強化を実施することが早急に求められる。

II-1.11.2 コミュニティ団体

(1) ミナハサのコミュニティ団体

インドネシアのコミュニティ団体は、その設立起源に基づき 2 種に分類される。第 1 種には、政府主導で設立された団体で、第 2 種は、コミュニティの自助努力によって設立されたものである。政府主導によって設立されたコミュニティ団体の一般的特徴は、上意下達方式の管理である。組織の年度予算は、村落開発費の一部として中央政府によって拠出されている。

コミュニティの自助努力から生まれた団体は、しばしば宗教団体の先導により設立されている。地元の人々は、児童グループ、少年グループ、青年グループ、女性グループ、男性グループのように、性別や年齢によって組織化され、その活動は礼拝などの宗教的催し物を中心に、様々な社会福祉活動を含む。

(2) ミナハサにおける有志団体

農業コミュニティには、マパルスと呼ばれる有志共同作業がある。有志共同作業は、非公式ながら随時招集される制度化された活動で、住民指導者が存在するコミュニティにおいて、共同農作業、無尽講のための定例会、家族・親族会、礼拝式や他の社会活動などへ住民が参加する習慣のことを指す。有志共同作業は、コミュニティの中で財政援助を必要とする家庭を支援するための資金を集めるために召集されることもある。歴史家の Wahongan の研究報告によると、有志共同作業は北部ミナハサでは次第に影を潜めつつ

あるが、中央および南部ではまだ存在している。

他の有志活動として、有志による役務提供がある。これは、村道、教会、公民館、学校施設の修復といった公共事業のために招集され、通常その村や宗教団体の責任者が有志活動のためにコミュニティの人々を動員する。役務提供への参加は、有志とはいえ公益のための義務であるとみなされている。

(3) ミナハサの協同組合と水利組合

インドネシア政府の主導により、農業資材の流通と農産物の売買を目的として、村落協同組合（*KUD*）が設立され、組合員から農産物を買取り、それらを政府に売却する活動を行っている。組合員・非組合員に関わらず、農民は村落協同組合から肥料、殺虫剤、種子といった農業資材を購入できる。1997年の時点では、ミナハサの11郡で56の村落協同組合が存在した。

近年、村落協同組合の設立は停止され、代わりに特定機能協同組合が組織されるようになった。これらは非*KUD*と呼ばれ、生産者協同組合、販売協同組合、多角事業協同組合、信用組合などを含む。1997年にはミナハサ11郡で170の非*KUD*が登録されている。

1985年、国家の「灌漑技術開発計画」を受けて、政府は全国に水利組合（*P3A*）を設立した。この組合の目的は、灌漑施設を建設し、その施設の維持を適切に管理することにある。ミナハサには、16の水利組合が存在しているが、これらの多くは活発に活動しておらず、組織的なプログラムや計画を実施していない。

II-1.12 NGO 活動

地方社会事務所社会政治局と環境影響管理庁地方事務所の発行した非政府団体（NGO）のリストによると、北スラウェシ州には数多くの非政府団体が存在する。

一般に、北スラウェシ州の非政府団体の常勤職員は少数あるいは不在であり、数名の非常勤職員を抱えている。常勤・非常勤の職員数は、組織の資金量や活動量にしたがい異なるが、電話による調査では、多くの非政府団体は休止状態にあり、その存在は名義のみである場合が多い。非政府団体と政府の関係は、NGOの活動が政府の政策や利害に反しない限り概ね良好である。