

III-1.4 森 林

III-1.4.1 保安林管理

(1) 分布と維持・保全

1) 保安林境界

トンダノ流域には9ヶ所の保安林指定地があり、その内6ヶ所がインテンシブエリア内に位置している。保安林の位置と名称は図 II-1.5.1 に示した。現在、森林調査図化センター（BIPHUT）が保安林境界の管理を担っている。表 III-1.4.1 には、トンダノ流域にある9ヶ所の保安林の設置に関する情報を示した。これによると、第2次世界大戦前に5ヶ所の保安林が設置され、そのうち3ヶ所は以来境界の変更が行なわれていない。保安林境界図は保安林ごとに作成されているが、縮尺は1/2,500 から 1/50,000 と異なる。さらに、これらの地図には境界線だけが書き込まれ、地形等の情報が乏しく、等高線も記入されていない。そのため、現地での境界確認や関係者による情報の共有化にも困難が伴う。

そこで、インテンシブエリア内の保安林について、今回の調査で新たに作製した縮尺 1/10,000 の地形図を用いて境界図を作成した。

作業にあたっては、上述の既存の境界図、現地調査、林務部職員や地域住民への聞き取りをもとに行なった。各保安林の面積と境界延長を右の表に示す。インテンシブエリアの 8.5% (1,014 ha) が保安林に指定され、境界の延長は 29.8 km である。

保安林面積

No.	保安林名	面積(ha)	境界延長(km)
1	タンプス	28	1.8
2	レンコアン	19	1.2
3	レンビエン	101	5.3
4	カワタク	91	6.1
5	ソブタン	701	10.8
6	カウエン	74	4.6
合 計		1,014	29.8

2) 管理

保安林管理の責任は、現在県林務部に移管されている。同林務部は、森林警備員を配置して森林および林産物の管理を行っている。この他に、州林務部には森林警備員機動隊が組織されているが、人的資源の不足から、インテンシブエリアの保安林は、あまり適切に管理されていない（詳細は第 III-1 章 9 節参照）。

同林務部は、2000 年度に造林事業のモニタリングを行なった。インテンシブエリアからは4ヶ所が選定されており、その結果を下表に示した。4ヶ所ともに90年代に造林されているが、植林木の生存率は極めて低い。

造林事業の植栽成績調査結果

No.	位置	植栽種	調査区面積 (ha)	生育本数 (本)	生存率 (%)
1	ソブタン山 (A)	メライナ、ナガバガッタ他	3.0	687	13.9
2	ソブタン山 (B)	メライナ、ナガバガッタ他	2.0	464	6.0
3	レンビエン山(A)	メライナ、ナガバガッタ他	6.0	1,044	11.4
4	レンビエン山(B)	メライナ、ナガバガッタ他	2.0	427	12.8

出典: Final report of Identifikasi Tanaman Reboisasi di Minahasa, Dinas Kehutanan Propinsi, Sulawesi Utara. 2000

(2) 保安林における活動

1) 開墾

ソブタン保安林で不法耕作が確認された。図 III-1.4.1 にその範囲を示す。不法耕作地の面積はおよそ 30 ha とみられる。アンプレン村、ツマラタス村、ラリングス村の約 40 人がこの耕作に従事している、その大半はアンプレン村の住民であり、また、かれらの多くが貧困層に属する。しかし、耕作の歴史は多様であり、侵入地のうち標高の低い地区は 20 年近く耕作が続けられており、一方で、高標高の地区はわずか数年前から耕作が開始されたという。

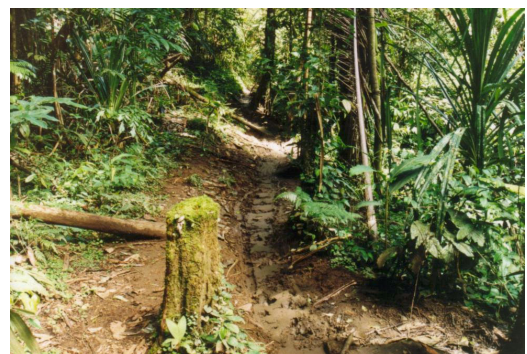


ソブタン保安林内の伐採木

2000 年 6 月、不法耕作問題を解決するため、県林務部は 3 ヶ村のリーダーと不法耕作者 40 人を集め会合を開いた。この会合の中で、40 人の耕作者のうち 21 人が、2000 年 12 月までに耕作をやめるという合意書に署名したが、彼らの多くはいまだに保安林内での耕作を続けている。

2) 伐採

良好な林分が分布しているソブタン保安林の東部とレンビエン保安林の稜線部周辺では不法伐採が確認された。他の保安林では伐採行為があまりみられないが、その理由としては、急斜面が多く良好な木材資源が少ない、或いは、森林の規模が小さいため既に伐採されて



木材搬出作業道

しまったためと考えられる。現地での観察では、直径 40cm 以上の樹木が伐採対象となっており、丸太は伐採現場で電動のこぎりを用いて製材され、山出しは牛を使って行なわれている（右の写真）。形質の良好な幹だけが利用され、残りの部分は現場に放置されたままである。

3) その他の活動

薪炭林は地域住民にとって重要な燃料である。薪炭の供給源としては、農園のチョウジやココヤシの枯死木、薪炭林、保安林からの採取などがある。南部地域の住民は、民有地から生産される薪炭材の他に、保安林から採取した樹木を薪炭林としてかなり使用しているようである。

非木質系林産物も地域住民に利用されている。天然のハチミツは、最も好まれる生産物であるが（写真）、採集者によると、収穫量が非常に少ないため、ほとんどが地元で消費され都市部の市場に出回することは少ない。キノコ類も、インテンシブエリア内のいくつかの村で採取されている。また、ネズミ、コウモリなどの小動物は住民に何がしかの収入をもたらしている。



(3) コミュニティ林設立の可能性

ソブタン保安林直下で出会ったハチミツ採集者

コミュニティ林は林業農園省令 677/Kpts-II/1998 により定められている。政府担当官によれば、保安林内にコミュニティ林を設立することは法的に可能であるということである。しかし、コミュニティ林の設立に関しては、政府の林業部署内でも意見の相違がみられる。コミュニティ林設立によって不法耕作を追認すれば、新たな開墾が促進されるというおそれから、県林務部と地方林政局が設立に消極的であった。

一方、不法耕作者は、ただちに占有地から退去するよう求められるのではないかと心配している。彼らは、耕作を続けられる権利が認められるのであれば、積極的にコミュニティ林プログラムに参加する意思があるように思われる。2001 年 1 月 11 日に、不法耕作者との非公式会議がアンプレン村役場で持たれた。耕作者は JICA 調査団の提案する参加型森林回復プログラムに好意的な反応を示した。また、彼らは、このプログラムが実施される際には参加することを強く希望した。

III-1.4.2 民有地の森林

(1) 森林資源の分布

土地利用現況図（図 III-1.3.1、III-1.3.2 および III-1.3.3）には民有地内（保安林外）の森林分布が示されている。

民有地の森林の大半は薪炭林であり、主にカリアンドラとガマールが植栽されている。これらの樹木は通常 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ の間隔で植栽されている。カリアンドラの成長量は年間 ha あたり $5\text{--}20\text{ m}^3$ といわれている。



カリアンドラが植栽された薪炭林

東部地域のカカス村の南方には、マツの用材林が点在している。植栽林分の多くは伐期を迎えており、数ヶ所で伐採作業が行われている。この他にはインテンシブエリア内の民有地には大規模な用材林はみられない。その一方で、小規模な植栽地もしくは畑地・農園に単木として植栽されることが多い。チェンパカは最も好んで植栽される用材樹である。

民有地に分布する森林の主な利用目的は薪炭林と用材林の生産である。薪炭林は、2～3年に一度地域住民の必要に応じて伐採され、切り株から萌芽により更新する。薪炭林から供給される薪炭材の大半は自家消費にまわっている。



耕作地に植栽されたチェンパカ

次に、用材の販売価格を表 III-1.4.2 に示す。チェンパカの場合、木材商店で 1 m^3 あたり 80 万～1 百万ルピアで販売されている。チェンパカが伐期（直径 $40\sim 50\text{ cm}$ ）に至るまでには通常 20～50 年を要する。

(2) 緑化事業と個人有林事業

個人有林事業は県林務部が行なう緑化事業の 1 つである。事業の実施状況を把握するため、インテンシブエリア内とその周辺 14 ヶ村で村長をはじめとする地域の指導者に聞き取りを行なった。その結果、各植栽地では、当初計画数のおよそ 25～50% の苗木が植栽されたということである。いくつかの植栽計画地では、肥沃な農地を樹木植栽に使用されることに農民が賛同しなかった。また、普及の欠如に対する指摘もなされた。農民は、個人有林事業の便益を理解していない。

(3) 普及作業

ミナハサ県には 64 人の森林関係の普及員がおり、そのうち約 15 人がインテンシブエリアとその周辺を担当している。普及員の業務は、主に個人有林や村落苗圃 (KBD, *Kebun Bibit Desa*) などの緑化事業を通じて行なわれるが、その活動はあまり活発ではない。聞

き取り調査を受けた村民の多くが、林業普及員はほとんど村に訪れないと語っている（詳細は第 III-1 章 9 節参照）。

III-1.4.3 苗 圃

インテンシブエリア周辺には政府運営の苗圃、コミュニティまたは農民グループによる苗圃、民営の苗圃の、三タイプの苗圃システムが存在する。

政府運営の苗圃は主に政府の造林プログラムにおける苗木の供給を目的としてプログラムごとに臨時に設置され、初期の数量の苗木が供給された後は廃止される。2000 年には、州林務部がタケの苗圃（約 20,000 本）をカノナン村（カワンコアン郡）に設置した（右上の写真）。



タケの苗圃（カノナン村）

コミュニティまたは農民グループ苗圃は緑化事業の一環である村落苗圃プログラムを通して政府から補助金を受けてコミュニティや農民グループによって運営される。右下の写真は苗圃での作業を撮影したものである。育苗用のビニール袋に土を詰めているところである。



苗圃での作業風景

トンダノ流域内および周辺で、民間の苗圃経営者を 3 人確認した。民営苗圃の所有者の 1 人である Wolter Tudju 氏に聞き取り調査をしたところ、彼はチェンパカの種子をキロ当たり 250,000 ルピアで購入している。別の経営者の Franky Runtuwarouw 氏は地元の農家から 1lit.あたり 50,000 ルピアで購入している。苗圃で育成された苗木は一本あたり 500 ～600 ルピアで販売される。これらの経営者は、年間 30,000～80,000 本の苗木を育成している。苗木は通常、3 ヶ月から 1 年間、苗圃で育成される。

これら 3 つの苗圃システムを比較すると、政府および民間の苗圃が、コミュニティまたは農民グループのものよりも上手く運営されている。コミュニティまたは農民グループ苗圃は緑化事業の一環として位置付けられているが、前節までに述べてきたように、その効率性に問題がある。一方で、個人苗圃の経営は、自己責任により雇人費や材料費などの事業資金を調達しなければならない。したがって、もし普及啓蒙活動を充実させることができるのであれば、経営の安定性、住民参加、技術移転といった観点からみて、

コミュニティまたは農民グループ苗圃がもっとも効果的な苗圃運営方法であると考えられる。

III-1.4.4 有用樹種

トンダノ流域内外の有用樹種のを表 III-1.4.3 に示す。この表は県林務部作成の有用樹リストをもとに作成した。表からは、この地域ではすでに多様な樹種が用材、果物、食用など、様々な用途に利用されていることがわかる。従って、新たな樹種の導入の必要性は低いと思われる。乾季の短いこの地域では、チークなどの種は生育が思わしくないことも留意すべきである。ちなみに、チークは4〜7 ヶ月の乾燥期間がある地域で良好な生育を示す。なお、侵食防止に効果のあがる樹種が有ると言われているが、詳細な調査が行われていない。この樹種に関する調査を行うことが推奨される

III-1.4.5 防火

インテンシブエリア内外では、森林火災の記録がある。森林火災は、乾季が異常に長い年にのみ発生するが、その頻度は定かではない。インテンシブエリア内外においては、最近では、1997 年にソプタン山で火災が発生している。

防火は全ての森林関連部署の役割ではあるが、防火対策を担当する特別な部署は設置されていない。県林務部では、2 名の職員が、かつて防火に関する訓練を受けている。2000 年度に、州林務部は、下記の防火機材の配備を受けることになっており、これらの機材は県林務部に配備される予定である。配備予定の防火機材は、排水ポンプ 5 基、携帯ポンプ 4 基、GPS 5 基、双眼鏡 5 台、防火服 40 着、および電動のこぎり 5 台である。

III-1.4.6 インテンシブエリアにおける森林の問題点

(1) 保安林境界の整備・維持

前節で述べたように、保安林境界の管理は行き届いておらず、又、関連資料（測量結果と図面）の管理状況も良くない。保安林管理のためには、境界の再調査と境界標の再設置が必要である。

(2) 開墾

保安林には不法耕作地が見られる。保安林としての機能を回復するために、関係者の同意のもとで、開墾された地区を、可能な限り多くの樹木により被覆することが求められる。

(3) 不法伐採

不法伐採がいくつかの保安林で行なわれているが、森林警備の強化によって取り締ま

りを行なうべきである。また、伐採跡地は植栽により資源の回復が図られるべきである。

(4) 森林警備員

現行の森林警備員制度はあまり効果的に機能していない。森林警備員の訓練などを含め、制度の再構築が求められる。

(5) 薪炭林供給

東部地域では、かなりの量の薪炭材が農園の枯死木により供給されているが、長期的に農園から薪炭材が供給されうるかは不確実である。将来の供給不足に備えて、東部地域に薪炭林を確保する必要がある。南部地域では薪炭林供給が不足していると思われる。民有地における薪炭林造成が必要である。西部地域は薪炭林が豊富であり、家庭消費の点からは問題が少ない。しかし、窯業での薪炭材需要が近年高まっており、近い将来、需給バランスに問題が発生するおそれがある。

(6) 用材供給

インテンシブエリア内外の木材関連産業からの用材需要に比べて、域内の用材資源は乏しい。用材への高い需要と供給不足とが不法伐採の主な要因の一つになっており、用材樹の造林を推進することが必要である。

(7) 個人有林業プログラムと普及

個人有林業プログラムは県林務部によって毎年実施されているが、目標量が達成されない事例も見られる。運営システムの改善が必要である。さらに、森林普及員の人員および知識不足のため、植樹・育樹に関する知識と技術が農民に十分行き渡っていない。

(8) 苗圃

苗木の供給システムはよく確立されている。苗圃は目的によって、政府セクターと民間セクター双方によって運営されている。一方、農地に植樹を希望するが十分な苗木の供給が得られないと訴える農民も一部存在する。個人有林業プログラムとの連携をとりながら苗圃を設立することはたとえ仮設のものでも農民の需要を満たすのに役立つであろう。また、既存の苗圃からの苗木の入手法を宣伝することも必要である。

(9) 非木質系林産物

県林務部によると、この地域における養蚕および養蜂の開発可能性についての調査は実施されたことがない。養蜂はインテンシブエリアにおける開発の可能性が高く、調査およびパイロット事業の実施は検討に値する。

(10) 防火

一度火災が広がると、人間の力で消し止めることは大変困難である。重要な対策としては、普及啓発の教育プログラムがあげられる。森林警備員との協力のもと、火災の初期段階での警報システムが有用である。手動の消火器具も火災の初期段階では役立つ。

III-1.5 農 業

III-1.5.1 経営規模

郡別統計資料に基づき、インテンシブエリア内の農家の経営規模は、東部地域で 1.62 ha、南部地域で 1.09 ha、西部地域で 1.20 ha、平均 1.30 ha と算定される。

III-1.5.2 農業土地利用

インテンシブエリアはトンダノ湖を中心として農業土地利用および営農の違いから東部地域、南部地域および西部地域の 3 地域に区分できる。各地域ごとの農業土地利用状況は次表のとおりである。

地域ごとの農業土地利用状況

土地利用	単位:ha			
	東部地域	南部地域	西部地域	合計
チョウジ園	731	19	200	950
その他の農園	584	269	1,491	2,444
農園・畑地混在地区	461	742	618	1,821
畑地	368	859	1,895	3,122
牧草地	0	0	36	36
水田	388	125	125	638
農業用地合計	2,632	2,014	4,365	9,011

農業用地はインテンシブエリア全地域の 85%を占めている。これらの農用地は傾斜別に平坦地（0-8%）、緩傾斜地（8-15%）、傾斜地（15-25%）、および急傾斜地（25%以上）の 4 段階に区分される。

現況の農業土地利用は、営農形態、栽培作物および樹木を考慮すると 5 タイプに区分することができる。これらは、樹木または樹木作物優先型アグロフォレストリー（AGF-I）、草本作物優先型アグロフォレストリー（AGF-II）、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）、畑作営農（樹木および樹木作物の割合が 5%以下）型（UF）、および水田営農型（LF）の 5 タイプである。傾斜区分ごとの各タイプの面積は次表のとおりである（詳細は表 III-1.5.1 参照）

傾斜区分ごとの農業形態別面積

					単位:ha
営農型区分	急傾斜地	傾斜地	緩傾斜地	平坦地	合計
AGF-I	1,721	1,168	0	0	2,889
AGF-II	13	691	642	410	1,756
AGF-III	167	1,701	100	0	1,968
UF	0	74	766	920	1,760
LF	0	0	0	638	638
合計	1,901	3,634	1,508	1,968	9,011

注: 急傾斜地; 傾斜度 25%以上、傾斜地; 傾斜度 15～25%、緩傾斜地; 傾斜度 8～15%、平坦地; 傾斜度 0～8%。

急傾斜地では、AGF-I が主に行われており、全農業地域の 90%を占めている。傾斜地では AGF-III が優勢で、次いで AGF-I が見られる。緩傾斜地および平坦地では AGF-II および UF が主に行われている。LF は平坦部低地でのみ行われている。これらアグロフォレストリーはインテンシブエリアの農業土地利用の 79%を占めている。

農家は土壌侵食の危険性の高い急傾斜地では主に AGF-I 型の営農を、また土壌侵食の恐れが少ない緩傾斜地や平坦地では UF 型の営農と、概して合理的な営農形態を適用している。しかしながら、急傾斜地で土壌侵食を増大する危険の有る UF 型のような適切な営農も散在的に見られる。

なお、各地域ごとのアグロフォレストリーシステム別分布は右表のとおりである。

地域別アグロフォレストリータイプ面積

				単位:ha
システム	東部地域	南部地域	西部地域	合計
AGF-I	1,682	229	977	2,888
AGF-II	190	658	909	1,757
AGF-III	273	464	1,231	1,968
UF	99	538	1,123	1,760
LF	388	125	125	638
合 計	2,631	2,014	4,365	9,011

東部地域では、アグロフォレストリーが農業用地の 95%に及んでいる。大部分が急傾斜地にあるため、AGF 型が優勢で 78%

を占めている。AGF-II および AGF-III 型はそれぞれ 8%および 13%である。UF 地域は非常に少なく急傾斜地に分布している。

南部地域では、アグロフォレストリーは 71%を占め、各アグロフォレストリーシステムの分布位置には若干の違いがある。平坦地でもアグロフォレストリーは 39%を占めている。

西部地域では、アグロフォレストリーは 74%を占めている。AGF-III システムがもっとも多く、次いで AGF-II となっている。しかしながら、各システムの分布にはあまり差異がない。UF 型は 25%を占め、大部分が平坦地および緩傾斜地に、若干が傾斜地に分布している。

地域ごとの農業土地利用には大きな違いがある。東部地域ではアグロフォレストリーが支配的で、畑作営農はきわめて少ない。これに対し西部地域では、畑作営農が 25%を占めており、これは平坦地ばかりでなく、緩傾斜地にも分布している。南部地域では、

AGF-II 型が緩傾斜地ばかりでなく平坦地にも分布し、畑作営農は平坦地のみに分布している。

III-1.5.3 作物生産

(1) 栽培面積

各種の営農形式のもとの樹木作物の栽培面積は地域ごとに下表のように要約される。

主要な樹木作物の地域別栽培面積

単位:ha

地域	ココヤシ	チョウジ	コーヒ	他の樹木作物	果樹	生垣樹	他の樹木*
東部地域	83	846	55	47	64	48	616
南部地域	49	196	19	10	19	46	334
西部地域	54	424	69	53	146	101	972
合計	186	1,466	143	110	228	195	1,922

*ココア、シナモン、バニラを含む。 **建材樹、薪炭樹、被蔭樹を含む。

インテンシブエリアの主要な樹木作物はチョウジである。チョウジは東部地域の傾斜地または急傾斜地に比較的密に栽培されており、南部や西部の傾斜地—緩傾斜地に小規模なチョウジ園が散在している。コーヒー、ココアおよびバニラの農園は小規模で、丘陵地の樹木優勢型アグロフォレストリー地域の周辺に散在している。ココヤシもまた丘陵地および住居地域に栽培されているが、面積は非常に限られている。果樹は主として庭園や住宅地近傍に植えられている。これらの樹木作物および果樹の大半はアグロフォレストリーの形態で栽培されている。それゆえ、農用地内に建材用や薪炭用および多目的用途の樹木が見られ、それらの面積は 1,922 ha に達している。主な樹木はサトウヤシ、竹、アルビジアおよびイチジク属の樹木 (*Ficus spp.*) である。

地域別の主要な畑作物の栽培面積は下表のとおりで、詳細を表 III-1.5.2 に示す。

地域別主要畑作物栽培面積

単位:ha

地域	水田	トウモロコシ	落花生	ササゲ	キャッサバ*	野菜
東部	620	623	3	9	3	1
南部	200	1785	19	83	1	155
西部	200	2,935	301	37	29	185
合計	1,020	5,343	323	129	33	341

*: サツマイモを含む

トウモロコシは平坦地、傾斜地のいずれの畑地でも支配的で、また傾斜地や急傾斜地の農園の間の小平坦地や農園の間作として栽培されている。落花生やササゲなどの豆科作物が輪作作物として導入されている。落花生は西部地域に比較的多く、ササゲは南部地域に多い。トマト、葉タマネギおよびトウガラシが平坦部や緩傾斜地の畑地で見られるが、他の野菜作は非常に少ない。キャッサバは一般に農地の境界に沿って植えられて

いる。

(2) 作物単位収量

インテンシブエリアでは、営農条件は地域によってかなり異なるので、作物の単位収量も地域によって大きく変わる。統計資料をもとに現況の平均的な営農状況下における作物単位収量を推定すると右表のとおりである。

インテンシブエリアの 作物単位収量

単位:kg/ha	
作物	単位収量
トモロコシ	2,900
落花生	1,080
ササゲ	900
トマト	7,000
葉タマネギ	14,000
水稻	4,800
チョウジ	200
ココヤシ	1,200
コーヒー	950
ココア	900
バニラ	100

(3) 作物生産量

作物生産量は下表のとおり算定される。東部地域では樹木作物の生産量が他地域より高く、畑作物はより低い。一方南部地域では樹木作物の生産量が低く、畑作物の生産量が高い。

作物生産量

単位:t				
作物	東部	南部	西部	合計
ココヤシ	100	59	64	247
チョウジ	169	40	83	292
コーヒー	52	18	64	134
ココア	3	0	17	20
バニラ	2	1	2	5
トウモロコシ	1,807	5177	8,512	15,496
落花生	3	21	325	349
ササゲ	8	75	33	116
キャッサバ	15	12	348	375
野菜*	7	1,085	1,295	2,387
水稻	2,976	960	960	4,896

*トマトで生産量を算定した。

(4) 営農の現況

平坦地または緩傾斜地では、営農状況はかなり良好にみえる。トウモロコシが全地域において支配的な作物で、豆類が輪作作物として導入されており、これらは土壌に空中窒素を供給している。しかしこれらの導入割合はまだ低い。作付け率は1.3から1.5程度である。地形が起伏に富んでいるため、農業機械化は非常に遅れており、平坦部でも農作業は人力または畜力によって行われている。水稻栽培では、耕起整地や脱穀が部分的に機械化されている。土壌侵食の観点からは、これらの地域では全体としてよく保全されている。

傾斜地または急傾斜地では、大部分の農家はアグロフォレストリーシステムを採用しており、等高線栽培、マルチ栽培、テラス工および草本作物の不耕起栽培などの土壌保全対策を講じている。畦立ては草本作物だけでなく、樹木作物に対しても行われている。かなりの農家は土壌侵食を防止するために、乾草や収穫後の畑から集めた残滓で簡単なテラスを作っている。傾斜地における営農は一般に平坦地に比べてやや粗放的にみえ、農家は生産費と農産物価格の動向に応じて生産手段の投入量を判断しているようである。

土壌保全の観点からは、一部の例外を除いてこれらの農地も良好に管理されている。

非常な急傾斜地でも、特に東部と西部において、時に小規模な畑作営農がみられる。これらの傾斜地は土壌侵食の可能性が非常に高いので、不適切な営農が行われると、深刻な土壌侵食が発生する恐れがある。しかし、現在は深刻な土壌侵食はごく局部的に見られるにすぎない。農家が集約的農法の導入によって生産性を上げようとするならば、将来までも持続的な農業を進めるために土壌保全に十分な注意を払う必要がある。

III-1.5.4 家畜飼養

インテンシブエリアの関係郡における家畜頭数の合計は次のとおりである。

インテンシブエリアの主な家畜は牛、豚およびニワトリである。牛の主要品種はBACANおよびPOである。牛の約90%が役畜として利用され、10%が肉用に利用されている。

一般に牛は濃厚飼料（トウモロコシ、コメヌカ、アブラカス等）および一時休閑地や道端の雑草で飼育されている。

豚やニワトリは村の住居地域で飼育されている。なお本地域はミナハサ県のアヒル生産の中心地となっている。

農家の牛飼養についての知識水準はまだ低く、もっぱら役畜として利用しているが、生産向上のためには施設や資金が不足している。家畜の量および質の向上、関係公務員や飼育農家の質の向上が必要である。

関係郡の家畜頭数
(1999年)

家畜種類	頭数
牛	12,418
馬	4,914
豚	14,250
山羊	1,622
鶏	300,419
アヒル	23,130

出典:Laporan Dinas
Pernakan 1999 Kab.Minahasa

III-1.5.5 内水面漁業

(1) 内水面漁業の概要

トンダノ湖は長い間多くの魚種を育んできた。しかしながら、近年過剰漁獲や湖の水質の悪化により、水産資源が減少しつつある。1984～85年に県当局はトンダノ湖に浮動式の網籠（ネットケージ）による養魚手法を導入し、それ以来漁民達は在来採取漁業から養殖漁業に転換し始め、これは年ごとに急速に増加した。現在トンダノ湖では482戸の漁家が合計5000～6000ケージを使用して養殖漁業を行っている。

(2) 養殖漁業の現況

一戸当りの平均養殖用ネットケージ数は10～12である。ネットケージの大きさは一般に30m角である。魚種は約70%がテラピアで、30%がコイ類である。1ケージ当りの稚魚数は1000～1500尾で約30kgである。これらの稚魚は一般に3～4ヶ月の養殖により250kgに成長し、その間に約400kgの餌料が消費される。一般に年3回の養殖が行われ

る。養殖漁業のための協同組合はなく、養殖はすべて個人ベースで行われている。

(3) 政府の見解と養殖漁業の規制

州の水産当部は、トンダノ湖の水質悪化を認識しているが、まだ現在ではそれほど深刻ではないと見ている。県水産部は漁業生産量増大のためのネットケージ数の増加、漁民の養殖技術の向上、生産物の市場拡大等を目指している。

トンダノ湖で養殖漁業を行うにあたり、法的な規制は何もなされていない。養殖を始めようとする者は、村長や隣人に相談し、彼等の同意が得られれば、養殖を開始することができる。しかし、県水産部は2001年より養殖漁業のために許可証を発行することを計画している。おそらく既存の養殖漁家は許可証を獲得できると思われるが、新規開業者は審査されることとなろう。

(4) 水質悪化の機構に関する資料収集の必要性

トンダノ湖の養殖漁業の現状が湖の水質保全上憂慮されるものであるか否かは判定することが困難である。それは、その他の汚濁源、家庭廃水、農業排水、流域全体からの自然負荷に由来する負荷量についての資料がまだ非常に少なく、全体の負荷における養殖漁業の割合が明確でないからである。このため、養殖漁業を規制する前に、これらの資料の蓄積が必要であり、さらに湖沼の水の流出入機構について水分解析が必要である。

III-1.5.6 作物生産収支および農家経済

(1) 作物生産収支

インテンシブエリアでの主要作物の生産収支はスタディエリアとのそれらとほぼ同じである（第II-1章6節6項参照）。

(2) 農家経済

農家調査結果、普及事務所および食料園芸事務所からの情報に基づいて、各地域の平均的な農家の農家経済が算定された。その結果は右表のとおりである。

農業からの粗収益は全粗収益の72～75%となっ

ている。家計支出に占める生活費の割合には地域差があまりなく、生活費は経営規模のもっとも大きい東部で高くなっている。一戸あたりの収支は37～45万ルピアで平均41万ルピアとなっている。

平均的農家の農家経済

単位:千 Rp.

項 目	東部	南部	西部	全地域
粗収入				
農業	8,114	6,932	7,079	7,375
非農業	3,290	2,450	2,700	2,813
合計	11,40	9,382	9,779	10,188
家計支出				
生活費	6,700	5,560	5,830	6,030
農業生産費	4,257	3,398	3,579	3,745
合計	10,95	8,958	9,409	9,775
収支	447	424	370	414
経営規模 (ha)	1.62	1.09	1.20	1.30

III-1.5.7 農業普及

農業普及は農業普及情報センター（BIPP）により実施されている。BIPPは、食用および園芸作物部門では17人の専門技術員と234人の普及員（PPL）を、農園作物部門では2人の専門技術員と114人の普及員を、畜産部門では5人の専門技術員と63人の普及員を、そして水産部門では4人の専門技術員と68人の普及員をそれぞれ有している。これらの普及職員はミナハサ県全域を受け持っている。しかし、農民は普及員となかなか接触できないことに常に不満を抱いている。これは、活動予算特に交通手段が十分でないため、普及員の農家訪問は月に1回とか、場合によっては年に1回程度になってしまうからである。

III-1.6 アグロフォレストリー

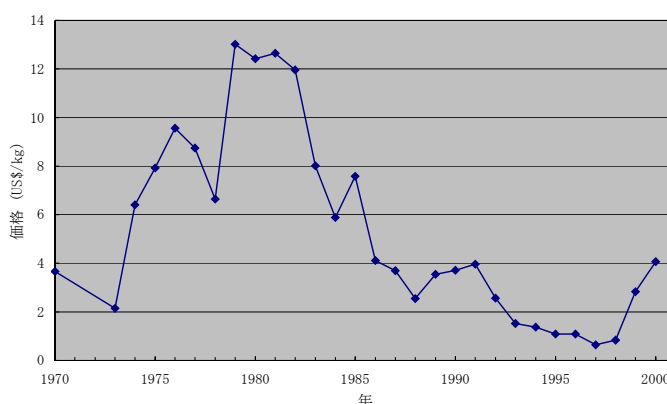
III-1.6.1 主要な樹木および作物

インテンシブエリアでアグロフォレストリーシステムに導入されている主な樹木および樹木作物は右表のとおりであり、導入可能性のある樹木および樹木作物は表 III-1.6.1 に示す通りである。

主要な樹木および作物

農園作物	果樹	樹木
チョウジ	ドリアン	チェンパカ
ココヤシ	マンゴ	アルビジア
コーヒー	アボガド	トゥレマ
バニラ	ランサット	マホガニー
シナモン	ジャックフルーツ	ニャトウ
ココア	カンキツ類	グリリシディア
サトウヤシ	バナナ・パパイヤ	カリアンドラ

チョウジ、ココヤシ、コーヒー、バニラ、ココア、およびシナモンはインテンシブエリアで一般的に見られる農園作物である。チョウジがもっとも優勢な農園作物で、次いでコーヒーおよびココヤシである。他の農園作物の栽培面積はこれら3種にくらべるとわずかなものである。インテンシブエリアの標高は700 m以上であるので、ココヤシのコブラの含油率が低く、このためココヤシは果実として栽培されている。ミナハサ県全体におけるココヤシはチョウジよりはるかに多いが、本地域ではココヤシの栽培面積はチョウジに比し非常に小さい。チョウジはインテンシブエリアの主要な農園作物で、その栽培面積は1970年代から1986年頃までに次第に増加していった。1986年以降その栽培面積の増大は表 III-1.6.2 に見られるように鈍化した。これはチョウジの価格が1983年頃から低下傾向となり、1992年から1997年の間は右の図に示すように政府の統制下で非常に低水準に抑えられたためである。



チョウジの価格変動

チョウジが低価格となったため、農家はチョウジ園の管理への熱意が欠け、古くなった生産性の低いチョウジ園の再植も進まなくなった。そしてかなり多くのチョウジの木が病気に犯され、また栄養障害を蒙った。その後チョウジの価格は政府の統制から解放され、市場において決定されるようになった。1998年からチョウジの価格は上昇し始め、2000年には1980年代初期の水準にまで回復した。1999年以降農家はチョウジ園の古い木を更新し始め、きめ細かい園の管理を実施するようになった。現在チョウジの生産は年間需要10万tに対し6万tとなっている。このチョウジ市場の状況を考えると、チョウジを基本とするアグロフォレストリー営農は今後有望であると言えることができよう。サトウヤシは粗放的に栽培されており、インテンシブエリア全域に分布している。

インドネシアでは、もっとも広範に行われているアグロフォレストリーはゴムのアグロフォレストリーで、250万ha以上に達している。この形態は、しばしば自然林や2次林に匹敵する生物多様性を示し、非常に高い土壌保全能力を持っている。しかしながら、この形態を取り入れるには大面積を必要とし、インテンシブエリアへの導入は難しい。

主要な果樹はバナナ、ドリアン、マンゴー、ランサット、アボガド、ジャックフルーツ、ランブタン、カンキツ類およびパパイヤである。これらの果樹は庭園や住宅地に近い農地に植えられれている。バナナやパパイヤはしばしば生垣樹として植えられている。この地域では正規の果樹園はほとんど見られない。

インテンシブエリアにおけるアグロフォレストリーの主要な樹種は、チェンパカ、アルビジア、トゥレマ、マホガニー、ニャトゥ、カリアンドラおよびグリリシディアである。コルディアおよびエリスリナは南部地域にのみ見られる。ピーパーおよびフィカスは自生種で、全域のアグロフォレストリーに見られる。これらの樹木は、土壌保全に寄与するとともに建材や薪炭に利用されている。近年チェンパカとマホガニーは林業省の奨励によりインテンシブエリアにおいて全域的に植栽されている。カリアンドラおよびグリリシディアはまた生垣樹として利用されている。竹類はアグロフォレストリーでごく一般的に見られ、インテンシブエリア全体に分布している。

III-1.6.2 インテンシブエリアにおけるアグロフォレストリーシステム

スタディエリアにおいては、10タイプのアグロフォレストリーシステムが見出されたが、これらのうち下記のように6タイプがインテンシブエリアにおいて見られる。

インテンシブエリアのアグロフォレストリータイプ

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)				該当なし		
AGF-I (I-2)	△	△	◎	X	△	△
AGF-I (I-3)				該当なし		
AGF-I (I-4)	○	○	◎	X	X	△
AGF-I (I-5)	○	○	○	◎	X	○
AGF-I (I-6)	○	○	○	○	○	○
AGF-II (II-1)				該当なし		
AGF-II (II-2)	△	△	○	X	△	◎
AGF-III (III-1)				該当なし		
AGF-III (III-2)	△	X	◎	X	△	◎

備考：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

インテンシブエリアは高標高地域（標高 700～1000 m）に位置しているので、アグロフォレストリーの基盤となるココヤシは存在しない。

(1) 樹木および樹木優先型アグロフォレストリーシステム（AGF-I）

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

このタイプは主として東部地域の急傾斜地および傾斜地に分布し、また南部および西部地域にも部分的に分布している。チョウジが主要な作物で、密度は低いが多目的樹種や果樹が共に植栽されている。近年、チェンパカやマホガニーのような樹種が ha 当たり 20～100 本程度の密度でチョウジとともに植栽されている。樹木の間に草本作物が植栽されているが、その面積は非常に限定されている（5～20%）。



AGF-I (Type I-2)

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

このタイプは多層樹種複合型と、樹木作物または果樹の間の狭い区域に1年生作物が栽培されている型とに区分される。多層樹種複合型には2種類ある。一つは、ランゴワン、リンボケン、およびトンダノの住居地域近傍の緩傾斜地の非常に限られた区域に分布するタイプであり（Type I-5 と 6）、いま一つは、全域の急傾斜地に分布する植栽形態の好ましくないタイプ（Type I-4）である。

(2) 草本作物優先型アグロフォレストリーシステム（AGF-II Type II-2）

このシステムは主に緩傾斜地および平坦地に分布している。インテンシブエリアの大部分の地域では、チョウジ基盤型の AGF-II (Type II-2) が一般で、ココヤシ基盤型の AGF-II (Type II-1) は非常に限られているかほとんど見られない。

これらのタイプはさらに下記 4 タイプに分類される：

- 樹木園や二次林から畑地への移行型（若干の樹木が耕地内に残存している。）
- 畑地（トウモロコシ、豆類、野菜類など）の中へのチョウジ植栽型
- 畑地（トウモロコシ、豆類、野菜類など）の中への建材樹や果樹植栽型
- コーヒー、バナナ、キャッサバ、グリリシディア、およびカリアンドラを利用した生垣樹型



AGF-II (Type II-2)

このシステムにおいては、樹木の植栽密度は非常に低い（チョウジ：ha 当たり約 50 本、果樹および建材樹：ha 当たり 10～30 本）。バナナ、コーヒー、パパイヤ、ならびにアボガド、ランサットのような果樹はまた農地の境界にも植栽されており、また、チェンパカ、ドリアン、マンゴーなどは農地の内部に植栽されている。樹木園からの移行段階または樹木園から畑地へ移行した一部の農地では、農地内に生産性の低い樹木が残存しているのが見られる。

(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-2)

このシステムは主として傾斜地に分布している。

インテンシブエリアの大部分では、チョウジ基盤型の AGF-III (Type III-2) が一般で、ココヤシ基盤型の AGF-III (Type III-1) はほとんどない。このタイプは 2 つの型に分けられる。一つは植栽形態の整った型で、いま一つは初歩的なアグロフォレストリー型である。後者は AGF-I からの移行型や農園や樹木複合型から畑作営農への移行型である。植栽形態の



AGF-III (Type III)

整った型では、チョウジは草本作物の栽培を考慮して十分な間隔をもって植えられている。チョウジの植栽密度はチョウジ単作の場合（ha 当たり 200～300 本）に比し若干低い（ha 当たり 150～200 本）。トウモロコシまたは豆類がチョウジとチョウジの間に、トウモロコシでは畦間 70～100cm、豆類では畦間 50～150cm の畦立てにより栽培されている。このシステムの面積は非常に限定されており AGF-III システムの全面積の 10% 以下であるが、その面積はトウモロコシや豆類の畑へのチョウジの植栽や、チョウジの再植にあたっての粗放なやり方の改良などによって次第に増加しつつある。一方、初歩的なアグロフォレストリーシステムのもとでは、樹木は必ずしも正常に植栽されないため、樹木作物の生産性は正常に植栽された場合に比し減少する。樹木の不正常植栽は間作の草本作物の栽培に支障をきたす。したがって、初歩的なアグロフォレストリーの生産性は低く、また草本作物の栽培のためにより多くの労働が必要となる。

(4) 焼畑栽培および他のアグロフォレストリーシステム

焼畑栽培地域は非常に少なく、現在インテンシブエリア内で殆ど実施されていない。

関係郡には多くの牛が飼育されているが、その大部分は役畜である。放牧地域が限られているので、農家は飼育牛のために AGF-II および AGF-III の中で、草本作物の作付け体系における休閑地を利用している。この休閑期間は 2～4 ヶ月である。このシステムはアグロシルボパストラル (Agrosilvopastoral) システムと見なすこともできる。このシステムはランゴワン郡、リンボケン郡およびカカス郡に見られる。

県林務部はアグロシルボパストフィッシャリー (Agrosilvopastofishery) システムの導入を望んでいるように見えるが、現在このシステムはインテンシブエリアでは見出せない。

(5) 不適切な農業土地利用による土壌侵食

トンダノ湖を巡る道路沿いには急傾斜地があり、ここに不適切な農業土地利用が見られる。この地域は、以前は二次林または樹木優先アグロフォレストリーシステムの土地であった。農家は土壌保全について深く考えずにトウモロコシを栽培するために切り開いた。また、ランゴワン郡のカワタク村、カアユランアタス村、ならびにエリス郡のタンデガン村の急傾斜地でも不適切な農業土地利用が見られる。これらの地域は以前二次林かチョウジ園であったものが、近年農家がチョウジの再植または一年生作物の栽培のために切り開いたものである。詳細については、表 III-1.6.3 に示す。

不適切な農業土地利用面積

項目	カカス	リンボケン	トンダノ	ランゴワン	エリス
箇所数	6	3	7	1	1
傾斜 (%)	36-58	27-36	36	72	31
面積 (ha)	2.2	0.9	2.2	14.0	1.5

(6) アランアラン (インペラタ) 草地

インテンシブエリア内のアランアランの面積は現地調査によると 10 ha 以下である。この草地はトンダノ、リンボケンおよびエリス各郡に分布しており、もっとも大きなものでも 1 ha 以下である。これらの地域は樹木を密植することにより容易に改善しうる。

III-1.6.3 アグロフォレストリーの普及

県の林務部は 2 名の専門技術員 (土壌保全および森林) と林業普及のための 64 名の林業普及員を有しているが、アグロフォレストリー振興のために活動しているのはほんの僅かである。アグロフォレストリーは 1980 年代にようやく重要な研究分野として認識されるようになったので、アグロフォレストリーに関する教育、研修や法規は他の農業部門に比し著しく遅れており、経験豊富な質の高い指導者も決定的に不足している。県林

務部にもアグロフォレストリーの部課はなく、専門技術員も配置されていない。県林務部の限られた職員のみが、片手間にアグロフォレストリーについて農民に技術的な指導を行っている。森林保全センターがリンボケン郡にアグロフォレストリーの展示圃場を設置している。

III-1.6.4 インテンシブエリアにおけるアグロフォレストリーの問題点

インテンシブエリアの農家は、アグロフォレストリーシステムの営農の生産性があまり高くはないにもかかわらず、誰も現状のアグロフォレストリーシステムに対してあまり不満を抱いていない。これはこの地域におけるアグロフォレストリーの歴史が浅く、農民達がこの営農システムについて十分に理解していないためであると考えられる。農民がアグロフォレストリーについて知識を得れば、問題が顕在化されるであろう。現地調査によると、以下の問題点が指摘できる。

- 1) 土壌保全に対する情報の欠如による不適切な農業土地利用
- 2) 未だ初歩的なアグロフォレストリーシステムの使用
- 3) 樹木作物および草本作物に対する不十分な栽培管理
- 4) 不十分な普及活動

III-1.7 流域の侵食状況とその影響

III-1.7.1 地表勾配分布

インテンシブエリア内の地表勾配は縮尺 1/10,000 の地形図を用いて調査した。その分布を図 III-1.7.1 に示す。平均勾配は、第 III-1 章 1 節で述べたように、東部地域で 29%、南部地域 25%、西部地域 19%である。

III-1.7.2 侵 食

(1) 土壌侵食

インテンシブエリアではガリ侵食は発生していない。しかし、18 ヲ所の農地において面状侵食と細流侵食が発生している（表 III-1.6.3 参照）。それらの農地では、作物は発芽直後で小さいうに、侵食防止対策は行われていない。トンダノ湖流域では多くの農民が伝統的テラス（この地域ではリティールあるいはグルダンと呼ばれる）を農地に適用している。これは除去した雑草とその根、および土壌を一緒にして等高線上に畝のように置いたものであるが、勾配 30%以下程度の斜面であれば面状侵食や細流侵食を防止できることが現地で確かめられた。

(2) 道路侵食

下表に示す場所で道路沿いの切土法面に小規模な崩落が見られた。

道路沿い斜面の崩落

場所	侵食形態	原因	備考	侵食状況
エリス・ワツラネイ 道路（峠付近）	斜面崩落	風化部にもかかわらず 切土法面勾配が急	2級道路、3ヶ所崩落、規 模は最大高さ3m、幅2m、 深さ0.5m程度	3ヶ所中、1ヶ 所において大
パレロアン	斜面崩壊	不適切な採石	崩落が拡大している	大

また、農道の表面侵食も4ヶ所で確認されたが被害の程度は軽微で補修は必要ない。

(3) 地滑りおよび自然斜面崩落

下表に地域内で見られる自然斜面崩落と地滑りを示す。自然斜面崩落と地滑りは主に東部地域において発生している。この理由は東部地域が非常に風化した古火山岩類から構成されており潜在的に地滑りや斜面崩落に対して脆弱であることによる。トゥリアン・オキでは道路沿いに地滑りが見られた。

地滑りおよび自然斜面崩落

場所	侵食タイプ	原因	侵食状況
マカロンソウ	自然斜面崩落	急斜面、強風化凝灰角礫岩層	小
トゥリアン・オキ	地滑り	急斜面、強風化凝灰角礫岩層	小
	自然斜面崩落	急斜面、強風化凝灰角礫岩層	小
カミントン山	自然斜面崩落	急斜面、強風化凝灰角礫岩層	小
カアユラン・アタス	自然斜面崩落	急斜面、強風化凝灰角礫岩層	小
マインベン山	自然斜面崩落	急斜面、強風化凝灰角礫岩層	大
トウニプス	地滑り	急斜面、強風化凝灰角礫岩層	小

(4) 河道侵食

河岸侵食、あるいは激しい河床侵食跡などの、河道侵食が4河川において観察された。それらを下表に示す。

河床および河岸侵食と土石流

場所	侵食形態	原因	侵食状況
タタアラン	土石流による河床侵食	上流域における集中的な土地利用	大
トンセワル	河岸侵食	砂質火山灰からなる河岸の土地利用不適切	小
エリス	河岸侵食	上流域の集中的土地	小
パナセン川	河岸侵食および河床侵食	砂質火山灰が土層を構成している	大

III-1.7.3 土壌侵食量の推定

土壌侵食量は、4ha（200m×200m）を1区画として計算された。計算結果を図III-1.7.2に示す。下表に示すように、インテンシブエリアの平均土壌侵食量は、年間1ha当り19.1tと計算された。このうち、南部地域では年間1ha当り27.6tと計算され、インテンシブエリア内では最大となっている。これは南部地域内に非常に急勾配の土地が多く、年間1ha当り100t以上の侵食量が生じる面積が6.3%に達したことによる。

一方、侵食量が年間1ha当り5t以下となる面積が、西部地域と南部地域では約50%

を占めるが、東部地域では28%と少ない。東部地域では年間1 ha 当り 10 t から 25 t の侵食量となる面積が36%を占めている。

推定土壌侵食量および侵食量別面積割合

地域	推定土壌侵食量 (t/ha/year)	侵食量別面積割合 (t/ha/year)					
		<5	5-10	10-25	25-50	50-100	>=100
全面積	19.1	43.7	11.6	22.8	12.6	6.7	2.7
西部地域	12.5	48.8	13.1	23.1	11.6	3.0	0.5
東部地域	20.4	27.6	10.4	36.4	18.4	4.7	2.5
エリス	23.3	23.6	9.6	36.2	21.5	6.0	3.2
カカス	9.6	42.7	13.5	37.1	6.7	0.0	0.0
南部地域	27.6	51.4	10.4	9.4	8.5	14.2	6.3
ソプタン	25.7	51.9	10.4	9.5	8.0	14.4	5.9
カワタク	37.4	49.0	10.2	8.8	10.9	12.9	8.2

III-1.7.4 堆 砂

4カ所の既存チェックダムにおいて堆砂量測定を実施し、堆砂量が流域面積の関数となることを確かめた。これについては第III-1章8節1項に詳細に述べる。

III-1.7.5 洪 水

2000年12月初めに、ミナハサ地域は深刻な洪水被害を受けた。この地域では通常、日雨量は20 mm以下であるが、2000年11月29日から12月1日までの3日間の雨量は200 mmを越えた。このため、マナドではトンダノ川下流の川沿いの住宅地域では、数日間にわたり0.5 mから2 m湛水し、数千戸の住居が水没した。この洪水はこれまでの最悪のものの一つと言われている。インテンシブエリアではリンボケン郡レレコの住居地域と水田に2日間1 mから2 m湛水した。また、この期間にトンダノ湖の水位は40cm上昇した。

マナドにおける洪水の原因は、非常に大きな降雨量に加えて、トンダノ川下流の蛇行、河道に設置された養魚ネットや住居による河道断面の縮小、トンダノ川下流の氾濫原の宅地化などによるものである。

III-1.7.6 水 質

トンダノ湖は富栄養化状態にあるとされ、水生植物、とくにホテイアオイの個体数の急速な増加が見られる。その原因はトンダノ湖流域の比較的高い人口密度、湖周囲に集中した農地などにあると考えられ、これに関する資料はない。

III-1.8 既存の侵食防止施設

インテンシブエリアには多くの侵食防止施設が設置されている。これらの現状を確認するために、現地踏査および聞き取り調査を行った。

III-1.8.1 チェックダム

(1) 位置

インテンシブエリア内で 17 ヶ所のチェックダムが確認された。これらの位置を図 III-1.8.1 に示す。

(2) ダム形式

既存のチェックダムは 3 つのタイプに分類される。すなわち、a) 練り石積み型チェックダム、b) アースフィル型チェックダム c) 蛇籠型チェックダムの 3 タイプである。

これらのうち練り石積み型ダムは 1 基のみで、1997/1998 年にトウリアン・オキに旧公共事業省によって築造された。その他の 2 つのタイプのチェックダムは林業省（森林保全センターと県林務部）によって築造されている。



トウリアン・オキの練り石積み型チェックダム

(3) 施設の現状

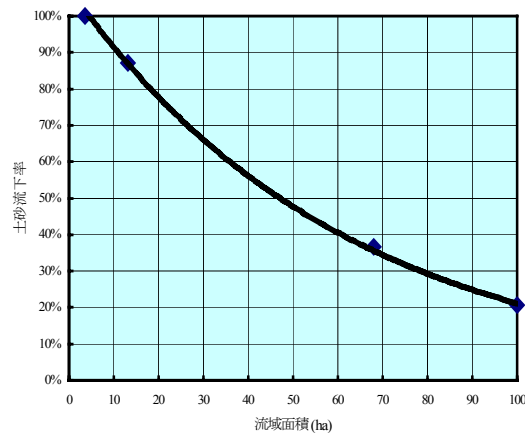
現地踏査によると、既存の 4 チェックダムにはいくつかの問題点が見られる。最も大きな問題は、トウレにあるダムの堤体の破損で、その他レレコ、カスラタンおよびトンチモルのダムにも下記のような問題がある（詳細は表 III-1.8.1 参照）。

インテンシブエリアの既存チェックダムの問題点

ダム名	ダムタイプ	問題点
レレコ	アースフィル型	堤体の下流側斜面の一部が滑落している。
カスラタン	アースフィル型	余水吐の下流部分が破損している。
トウレ	アースフィル型	堤体が破壊されている。
トンチモル	蛇籠型	堤体の蛇籠が損傷を受けている。

(4) 堆砂量と土砂流下率

インテンシブエリア内外で、斜面崩落や地滑りが発生していない流域をもつ 4 ヶ所のチェックダムの堆砂量を用いて、土砂流下率と土壌侵食との関係が検討された。下図は土砂流下率と流域面積との関係を示したものである。



土砂流下率と流域面積との関係

III-1.8.2 土壌侵食防止工

(1) 位置

インテンシブエリアには、林業省（森林保全センターおよび県林務部）が、「自然資源保全計画のモデル地区（UPSA）」の一環として土壌侵食防止工を設置している。UPSAでの政府助成は、テラスの造成、排水施設の整備、苗木の供給、および肥料の供給である。

UPSA 事業以外では、等高線栽培（または高畦式等高線栽培）や伝統的なテラス工（作物残滓で作られたテラス）などの簡易な土壌保全的営農が広く適用されている。

(2) 施設の現状

既存の侵食防止工は概して良好な状態で維持されている。

III-1.8.3 河川護岸工

(1) 位置およびタイプ

西部地域および東部地域では、若干の河川護岸工が見られる。それらの多くは石積みで、河岸の侵食から家屋を守るために居住地域に築造されたものである。

南部地域は砂質であるため、河岸は侵食されやすい状態にある。実際、パナセン川ではかなりの河岸侵食が見られる。このような侵食を防止するため、旧公共事業省は、右記の写真に見られるような蛇籠による護岸工を設置した。



パナセン川に建設された河川護岸工
(高さ=2.5m)

(2) 施設の現状

既存の河川護岸工は良好に維持され、その部分での侵食防止の機能は十分に発揮している。しかし、他の箇所にて土壌侵食が生じているため、さらに河川護岸工の設置が必要である。

III-1.8.4 山腹工

(1) 位置およびタイプ

エリスの2ヶ所の農園においてそだ柵工が確認されている。

(2) 施設の現状

既存の山腹に問題は見出されなかった。

III-1.8.5 道路法面保護工

(1) 位置およびタイプ

インテンシブエリア内の主要道路に沿って、いくつかの練り石積み擁壁が建設されている。

(2) 施設の現状

これらの既存の道路法面保護工には、特に問題が見られなかった。

III-1.9 組織制度の現状

III-1.9.1 関連政府機関

(1) 北スラウェシ州林務部

北スラウェシ州林務部の組織管理能力は、部局間で異なるが全体的に良好で、指導力、計画を作成する技術能力およびその管理運営も一般的に良い。これは、流域問題の認識能力、組織の活動レベルに見出される。職員、機器に関する情報は、すぐに入手可能であり、職員の熱意は注目に値する。職員の中には GPS やコンピュータ操作技術を有する者もいる。

地方分権化が完全に実施された後の州林務部の存続は疑わしいが、少なくとも2001年初めまでにこの地方分権化による組織体制は定まらないと考える。

(2) マナド森林保全センター

マナド森林保全センターは、中央政府の技術実施組織で、造林社会林業総局に属する。本センターの組織と管理は良好で、各職員の職務は明確である。

(3) ミナハサ県林務部

ミナハサ県林務部は、トモホンにある本部と約 25 の下部組織からなる。現在のミナハサ県林務部の組織能力は低く、山林管理においても信頼のおける水準まで改善するためには相当の投資が必要である。県林務部は、現地調査で明らかになったように基礎的データの不足のみならず、全体的な知識にも欠けている。県林務部には、職員録や備品台帳すら整備されておらず、職員の仕事に対する熱意も低い。

III-1. 9.2 地方分権化

インドネシア政府は、近年地方分権化を推し進めており、県は政府に関わる問題を処理する中心的役割を担うようになってきている。現在、過渡期のため、多くの未解決の問題を抱えると同時に、組織は依然として弱体である。

現在の地方政府の規定の多くは、地方分権化前の法律、法令を基本としている。地方分権化が政策に基づき、新しい法律や規定が中央レベルにおいて策定された現在、地方においても従来の法律、規定を改訂する必要がある。

地方分権化は、コミュニティエンパワメントを優先した考えであり、この結果、地域社会は政府所管事項の管理により大きな役割を担うと期待される。

インドネシアでは、最近まで全ての予算と開発事業は中央政府が実権を握り、中央政府を通して執行されてきたため、開発はジャカルタを中心としたものであった。この結果、国の中心部は急速に開発が発展したにもかかわらず、地方は全体的に発展が遅れた。州内で最も開発されたのは、中央政府に関連する施設であり、州都に集中していた。このため、県は全体的に発展が遅れた。

現在、予算と開発事業を巡り、中央政府と地方政府の間に競争が起こっている。2001 年の初頭、州における中央政府組織は廃止され、その職員及び施設は地方政府に配置および移管換えとなった。中央政府の州における組織は縮小されつつある。

中央政府は、保安、防衛、税関、出入国等などの事項については、今後も完全な権限を有し、県はそれぞれの地域の管理権限を有する。立法権限の県への移行も地方分権化により認められている。これは、中央政府によりある程度の制限が行われるものの、県が地域の必要に応じて自らの制度を作る自由を与えられていることを意味する。（地方組織の構造についての法律 84 号、2000 年）

県は、州レベルで必要な様々のサービスに関して、最小限の権限を州政府に移管し実施させる方向にある。州レベルで必要な主たるサービスには、複数の県にまたがる管理の問題が含まれる。県は全ての事項について実行する責任を持ち、州は調整、管理、大型の州単位の計画、モニタリング、評価の権限を持つことになるだろう。

III-1. 9.3 制度的観点よりみた流域管理

(1) 関連機関

トンダノ流域管理に関する制度、組織間の調整、責任分担は、地方分権化の途上にあること、現在の流動的な政治状況のため、未だ不明確である。現在、既存の法律と規制をもとに、中央政府より州を通じ、県、郡へと指示、計画が提示されている。

インドネシア全土について流域管理に関して全権を有する大臣はいない。トンダノ流域の管理は、現在、旧公共事業省－水資源総局と林業省によって分担されている。旧公共事業省－水資源総局は、主に水の配分及び、特に水の供給が不足する時期（乾期）の流量配分に主眼を置いている。林業省は、主に土地修復、土壌保全を担当し、森林保全センターにある計画部がそれを監督している。この流域には他にも多くの機関（政府、社会、民間）が存在するが、ほとんどが流域の保全に直接的な役割は果たしていない。

(2) 州水利調整委員会および流域水利調整委員会

流域管理は1993年の公共事業省規則67号に基づいて州水利調整委員会により統合的に行われる。この規則はインドネシア全土に適用され、北スラウェシ州においては州知事通達 No.260 of 1995 に基づき施行してきた。州水利調整委員会は州知事に対する責任を持ち、北スラウェシ州における流域資源の管理に責任を持つ。委員会には、地方、中央政府機関を含む全ての州レベル政府代表者、国営電力公社、公共給水公社の幹部、地域社会からは NGO、農協の代表が参加する。委員会の構成は、政府職員が多くを占めるため、地域社会の意見が取り上げられることが少なく、水配分を平等にすること以外の議論は殆どなされない。新しい長期的管理戦略も取られず、その場的な対応が旧公共事業省－水資源総局の主導のもと行われている。

州水利調整委員会の下に、主な流域ごとの流域水利調整委員会（*PPTPA*）がある。湖を含む河川流域は流域開発委員会（*PWS*）により、河川流域は河川管理委員会（*SWS*）により管理されている。北スラウェシ州は、5つの水資源管理地域に分けられ、2つの流域開発委員会、3つの河川管理委員会がある。湖を含む河川流域は、トンダノ流域とリンボト-バランゴ-ボネ流域である。この2地域は、既発展地域もしくは発展する可能性のある地域という理由で流域開発委員会の傘下に置かれている。

州水利調整委員会には、開発に関する基本的規定があるが、これは州レベルのみに適応される。水利調整委員会をこのような州という高いレベルで運営すれば、現場の実態からかけ離れる可能性が大きい。このため実際の現場レベルの事業については流域水利調整委員会が担当する。

流域水利調整委員会は、実施面では問題ないが管理の面では弱い。流域の管理部門としての役割は、主に水配分、短期的な現時点の経済上のメリットに焦点が当てられた対症療法的対策の管理、災害対策（洪水）に制限されている。主要所掌事項は、

短期的な一時的水不足を対象としており、長期的見通しに立った、総合的な水資源や環境管理を対象としていない。

(3) クリティカルランドの特定と修復

森林保全センターは流域の森林、土地、土壌の管理に責任を持つ計画機関で、10年間の流域保全（森林）のマスタープランを策定する。

森林保全センターは、このマスタープラン、および関連する地方開発計画局、郡長、村長、その他の第三者機関の要望に基づき年間計画書を作成する。この年間計画で、修復優先地域の選定、および修復プログラムの作成が行われる。この計画は、県林務部に提示される。県林務部は森林保全センターの指導のもと年間事業実施計画を作成する。

クリティカルランドの特定は、森林破壊、侵食、土砂堆積の程度を調査している県林務部支所が行う。県林務部の計画は、森林保全センターによる審査を受け、その後森林保全センターの監督のもと実施される。県林務部支所職員は、実務担当者としてこの計画策定に参加している。

事業資金は内務省より県に直接支給され、県知事によって管理される。

(4) 流域管理の現状

組織構成、事業実施過程について前述したが、計画を支援するモニタリングを含む情報システムの実態は極めて弱体である。森林保全センターが関与した業務は、1988年に策定されたトンダノ流域修復5ヵ年計画である。この計画は確固たる資料に基づいて策定されたものでなく、信頼性に欠けている。また、森林保全センターと州林務部は、この計画の実施に参画したが、これとて管轄外のことである。正式に定められた組織上での義務や作業範囲が遵守されていない。このようなことは県林務部にも当てはまる。県林務部は、森林保全センター作成のマスタープランに基づく年間事業の計画と実施を担当する義務を負っているが、これを遵守せずあたかも独立機関のごとく振る舞っている。このため、県林務部が最近実施した緑化事業でさえ、他関連機関はその痕跡さえ見出すことが難しい状況にある。ミナハサ県林務部所掌事項に関するミナハサ県通達1996年161号は、再緑化計画と森林保全センターとの調整の必要性について言及していないため、この状況を悪化させている。

県林務部支所は森林を調査し、正確な情報を収集し、保安林の境界線を維持し報告を行うための施設や機材を持っていない。事務所は建物のみのところさえある。電話はまれで、ラジオなどのコミュニケーション設備もない。

林務部支所は巻尺さえも所有していないため、その支所がクリティカルランドと報告した地区は、概定の域を脱しない。今回の航空写真判読および現場調査を通じて、支所の評価が正確でないことが判明された。その原因は直接的な人為的ミスよりも機材とインフラの不足に起因するところが多い。

III-1. 9.4 一般的な政府機関の問題

(1) 経常費

政府機関に割り当てられる経常費は、作業を行うために不十分である。州林務部の経常経費は年間 2 億 3700 万ルピア、職員数は 600 名であることから、職員一人当たり年間 40 万ルピアとなる。この予算規模では不十分で、一部の職員の活動を削減するか、あるいは全員が活動範囲を限定しなければ、他の職員が十分に義務を果たせないという状況である。森林保全センターの経理部は、この予算では、年間 20 日間分の現地作業しかできないと言っている。地域住民と良好な関係を持ち、当事者間の対話を持つことは困難である。なお、森林保全センター全体の年間予算 6 千万ルピアである。

(2) 経常経費と事業費の比率

さらに大きな問題は、予算の大部分が経常経費で無く、事業費に割り当てられていることである。例えば、州林務部における年間の総支出額は約 75 億ルピアで、このうち事業費は約 65 億ルピアであるが、経常経費は 2 億 3,700 万ルピアしかない。運営管理費は支出総額の約 3%と小額である。

(3) 職員の機動性

インドネシア、特に北スラウェシでは、a) 政府事務所は、円滑な事業実施のために必要な車両を保有していない、b) 公共交通機関は機敏性に欠け、また時間的に信頼できない、c) 無舗装の道路や狭小な小道などインフラの整備状況が悪くアクセスが難しい、などの問題のため、作業の機動性に問題が生じている。

(4) 情報システムの立ち遅れ

政府機関は、流域管理にかかわる、a) 実施中の事業の流域管理事業情報と数値の把握、b) 情報のモニタリングと評価の実施、c) 地域住民の意識の啓蒙、の 3 課題実施に必要な情報システムを保有していない。これはトンダノ湖の堆積物について、住民が不安を述べたことから明らかになった。地域住民の多くは、トンダノ湖は土砂が湖底に年間約 1 m 堆積していると述べたが、今回の調査で行った水深測定の結果では、数年前の調査結果と比較して、堆積の状態は殆ど変化がなかった。

(5) 普及活動

普及活動は特定の農地における生産性の増加のみが重要視されており、農業従事者にとって単なる研修サービスと見なされる傾向がある。普及活動としては、また農業従事者に新しい方法を提供する必要がある、農民が新しい方法を自信を持って使える状態にしなければならない。BIPP は、現在良いシステムを持っているが、アグロフォレストリーに関連する活動を行っていないうえに、その内容は保全に関連がない。県林務部は林業普及活動を行っているが、職員の質、量ともに不足している。

(6) 流域保全プログラムのための持続的な資金確保

社会経済調査の結果によれば、トンダノ流域の一部で見られるような不適切な土地利用や保安林への侵入は、どちらかと言うと経済的理由により止むを得ず行われた行為である。これらの行為は、短期間に収穫せざるを得ないため、あるいは日常生活に必要な資材を手っ取り早く得る方法としての結果である。このような不適切な農法を改めたり、あるいは保安林への侵入を防止する一案として、関連住民が他に収入を得る方法を見出す方策（インセンティブ）を講じる事が考えられる。しかしながら、この方策がないのが現状である。課税とか報酬などの導入も一つの方策と考える。例えば：

- 流域内に住む全ての住民に流域保全税を課し、これを村役場が徴収する方法（健全な流域は全ての住民に重要なことという観点から）
- 水使用税の徴収し、水管理費用とする方法（徴収した金額の一部を流域保全事業に回す）
- 水質の悪化する業種から徴収する方法（内水面漁業税など）
- 肥料や除草剤の売上税に含める方法（湖悪化の一因として肥料の流入が一因と考えられる）

などが考えられる。しかしながら、このような方策は、更なる検討が必要で、今後の制度開発計画の中で実施していくことが提言される（マナド大学の流域保全能力強化計画）。

III-1.9.5 一般非政府団体の問題

(1) 地域住民の意識

流域管理という高い視野からみた問題点に対して、地域社会の認識は異なる。緑化計画後に農民が全ての林木を伐採したという例があった。この行為は農民が地域社会の利益ではなく、地元の村のみの利益を考えていることを示唆している。また、多くの農民が農村以外の社会をよく理解していないことに関係していると判断される。

(2) 無関心

農民自身は彼らを取り巻く環境に無関心である。この地域では、人々は極貧というわけではなく、日常の要求はほぼ達せられている。環境に関して固有の問題を持つ村もあるが、農民は、食物が充足されているなど自然が彼らの必要を全て満たしてくれていることから生活に満足している。例えば、木が自然に熟成させる自然発酵の酒などがあるが、農民達は定期的にこれを飲めることに満足している。村民が持つ大きな関心は宗教であり、重要な儀式であるが、彼らが受けるメッセージは環境に対する感謝の気持ちを増幅させるものではないらしい。その考え方の中心は神が

必要なものを与えてくれるというものである。

(3) 流域管理調整

現在、広範囲の流域管理の取り組みは成功しているとはいえない。主たる理由は、様々の政府関連組織から職員が集まり、流域の保全に関して技術的取り組みを発展させ、重複をなくすために議論、調整する場がないこと、および技術的取り組みを調整する組織が存在しないことである。

III-1.10 環 境

III-1.10.1 土地利用

インテンシブエリアの東部地域では山地の大部分にチョウジが植えられているが、管理が悪く、灌木が繁茂している。最近、トゥリアン・オキやカウエンのチョウジ園では、その市場価格が上がりつつあることに起因して、灌木や雑草が除去され始めている。南部地域では湖成堆積および火山噴出物の堆積した平野を水田として、火山山麓の緩斜面を畑地として利用している。

西部地域の火山斜面は畑地、とくにトウモロコシ畑として利用されている。近年、パレロアン、ウロンゴからパソに到る湖岸の急斜面はトウモロコシ畑や住宅地として開発されている。例えば、レレコでは 40%の斜面の上端まで開発されトウモロコシが栽培されている。これにより、湖岸道路上方の斜面が侵食され、侵食土の一部が湖に流入する状況になっている。

III-1.10.2 気象および水文

スタディエリアおよびインテンシブエリア内の気象および水文は、第 II-1 章 2 節および第 III-1 章 1 節にそれぞれ記載されている。

III-1.10.3 森林生態系

(1) 陸生生態系

トンダノ湖流域では森林、プランテーション、農地、居住地、湖岸地域において、それぞれが相互依存する生態系を形成している。このため、1つの生態系に攪乱が起きると他の生態系にも攪乱が生じる。インテンシブエリアではカルタ、タンプス、カスラタン、マニンポロックの 4 ヲ所の森林が拠点となって、トンダノ湖流域の生態系を保っている。

しかし、遺伝子資源の保護という視点からは、理想的森林面積に比べ、本流域での森林面積はあまりにも狭く、かつ断片化しており、まるで農地や居住地の中の小島のような状況となっている。このため、どの森林区域にも保護種が見出されるが、絶滅の危機に瀕していると言える。したがって、森林区域、特にインテンシブエリアの森林区域は

生物多様性を維持するため、その維持は必要不可欠と言える。

(2) 植物相および動物相

若木から成長樹木までを含む主要な植物群落は、カルタにおいて 21 種、カスラタンにおいて 25 種、タンプスにおいて 21 種、マニンポロックにおいて 22 種である。主要な鳥類の群集は、インテンシブエリアで 16 種である。このうち絶滅の恐れのある種が 1 種含まれるが、小さな森林にもかかわらず、その存在が今回確認された。

4 ヲ所の森林における鳥類の種は 41 種であり、リス類が 2 種である。これらには、8 種の保護種、18 種の希少種、2 種の絶滅の恐れのある種が含まれる。4 ヲ所の森林に保護種であり、絶滅の恐れのある *Macropigya amboinensis* が生息している。

(3) 植物相および動物相社会

植物相の多様性に関しては、カルタ、タンプス森林に比べると、マニンポロックおよびカスラタン森林において、より豊富な種が見られる。しかし、これらの森林はどこでも種の均衡度に大きな差はなく、種の多様性は高いとは言えない。シャノン多様性指数から判断すれば、植生の質は良好な状態にあると言える。

動物相の多様性に関しては、多様性指数、種の数ともにタンプス森林が最も高く、カスラタン、カルタ、マニンポロックが続く。動物相の多様性は 4 ヲ所ともにシャノン指数が高く良好な状態にあると言える。

(4) 生物多様性の消滅の危機

自然植生への最大の圧力、脅威は農業活動のための植生除去、樹木の伐採、無目的な森林における採取活動、森林と居住地域の距離、土地の傾斜などである。森林への侵入が容易であればあるだけ、森林への脅威は大きい。逆に、土地の傾斜がきつければきつだけ、森林への脅威は少ない。このような例は、タンプスに見られ、農地、居住地、道路に近くても森林への脅威が少ない。事実、インテンシブエリアにおける現在の森林は、急斜面や、山頂などに残されている。

(5) 有用種

インテンシブエリアにおける有用種は、表 III-1.10.1 に示すように、77 種である。このうち、危機にさらされている植物種は 25 種、動物種は 24 種で表 III-1.10.2 および III-1.10.3 にそれぞれ示す。

(6) 侵入種

導入種が所々で優勢となり、問題となっている。ホテアオイ (*Eichhornia crassipes*) がトンダノ湖に、農地には有害雑草 (*Imperata cylindrica*) がはびこっている。かつて、ココヤシ・プランテーションで灌木を撲滅するため導入された *Leucaena glauca* はココヤシ・プランテーションで繁茂している。*Piper aduncum* は放棄された農地に、*Spathodea campanulata* はツンパ山に、*S. campanulata* は粗放なプランテーションに島のように群生

している。

III-1. 10.4 農業地域生態系

(1) 植物相

東部地域の植物群落の形態はチョウジ、バニラなどのプランテーション、水田、畑地などにある農作物である。さらにそこには自然植生としての灌木や雑草が生い茂っている。南部地域における優勢植物群落は水田地帯の水稻であり、これに続いて畑地帯のトウモロコシおよび野菜がある。プランテーションは小規模で果樹が主な植生である。西部地域の植生は、プランテーション作物、トウモロコシ、野菜、水稻であり、自然植生は野生種の植物、樹木である。

(2) 植 生

インテンシブエリアの代表的な植生断面を図 III-1.10.1、III-1.10.2、III-1.10.3 に示す。図 III-1.10.1 は東部地域の高地から湖に到る植生断面である。植生は自然植生－バニラ・チョウジ－トウモロコシ－水稻－ホテアオイの順である。

図 III-1.10.2 は南部地域の西から南に向かう植生分布を示す。西ではマホガニー、クチナシ、フィカス、ヤシ、メルクシマツ、ミナハサフィカスなどがあり、自然植生が優勢である。平地は水稻があり、南にはチョウジ、および2次林がある。

図 III-1.10.3 は西部地域のタンプス山から湖に到る植生断面を示す。植生は山頂付近では草原であり、各種植物の混合帯－トウモロコシ－水田（タンプス）－住居地（レレコ）－各種作物の混合畑地－トウモロコシ－自然植生－水田（レレコ）－ホテアオイの順となっている。

(3) 動物相

1) 野生動物および家畜

野生動物種は保安林に近いマカロンソウで種が多く、哺乳類が5種、爬虫類が4種、両生類が2種、鳥類が15種である。一方、エリスではネズミ、サギ、スズメの3種が見られるにすぎない。インテンシブエリアにおける家畜は、牛、馬、豚、犬、山羊、猫、鶏、アヒル、ガチョウである。

2) 植物の有害動物、天敵、病気

東部地域では有害動物と天敵がチョウジ、ココヤシ、コーヒー、バニラ、バナナ、水稻、トウモロコシ、アボカド、トウガラシに見られる。ココヤシの *O. rhinoceras*、および水稻の *C. meinnalis* は食害率が30%であるが、他は食害率が低い。南部地域では *Brassica rugossa* に対する *Crocitolomia binotalis* の食害率が30%であるが、他については食害率が低い。西部地域でもココヤシへの *O. rhinoceras* を除く、有害動物の被害は少ない。

東部地域における植物の病気は、チョウジの葉枯病が罹病率の 80%以上である。バニラ、トウモロコシ、豆類にも病気は見られるが罹病率は低い。南部地域では豆類、トマト、*Brassica rugosa* に病気が見られるが罹病率は低い。西部地域でもチョウジ、トウモロコシ、ネギ、トウガラシに病気が見られるが罹病率は低く、他の作物には病気は見られない。

III-1. 10.5 水生生態系

(1) プランクトン

トンダノ湖では、植物プランクトン 4 綱 18 属、動物プランクトン 3 綱が見出された。その密度は 16~221 個体/lit. である。

(2) 底棲生物

底棲生物の生物指標の個体数は異なるが、インテンシブエリアにおいては優勢種は存在せず、多様性が保たれている。これはトウリマンボットとエリスを除く地区の均衡度指数の大きさからもうかがえる。

トウリマンボットにおいては、それぞれの種の個体数は生物群集を維持するには充分とは言えない

エリスは、調査で 1 個体のみしか確認されず、底棲生物の生息状態が最も貧弱な場所である。これは養魚ネットが多すぎることによる。養魚の人工飼料は湖底に落ちて分解する。その結果、湖底の水質は有害となり、底棲生物を絶滅させたものと推測される。

(3) 遊泳動物

トンダノ湖の魚類は、養魚種と非養魚種とに分けられる。過去 5 年間、湖の非養魚種の漁獲量は著しく減少してきた。しかしながら、全生産量は養魚により増加している。

非養魚種の自然魚類は、餌が豊富で休憩場所の多い湖岸近くを生息地としている。しかし、養魚ネットが湖岸近くに多く設置されたため、自然魚類の生息地が狭くなってきている。また、水生植物がはびこり、漁業の邪魔となるため、非養魚種の漁獲量は減少している。

(4) 水生植物

水生植物として浮遊植物と付着植物がある。ホテイアオイは養魚地域に集中しているが、風によって移動する。養魚の盛んなパレロアン、エリス、トウリマンボット、カウエンや、湖の観光の中心であるリンボケンにおいては、ホテイアオイを除去している為その生息密度が低い。しかしながら、ホテイアオイの減少は、一方で付着植物フロリダ・カナダモが繁茂する機会を多くしており、リンボケン、エリスではこれが非常に多い。