

第 3 章 調査対象地域の現況と問題点

3.1 社会・経済現況

3.1.1 行政区分と地域区分と人口

調査対象地域は、アロチャ・マングル県のアンパラファラブラ郡 Ampasikely、Andrebakely Sud、Ambatomainty、Morarano Chrome、Ranomainty の 5 コミューン・52 か村およびアンバトンドラザカ郡の Bejofo、Soalazaina、Tanambao Besakay、Andilاناتoby の 4 コミューン・19 か村に行政区分されている。一方、地理的観点から調査対象地域は、PC23 地区ならびにその灌漑水源河川の流域である Sahamilahy 川流域、Sahabe 川流域および中小 4 河川流域に地域区分され、両区分の関係は表 3.1.1 および付図 3.1 にそれぞれ示すとおりである。

表 3.1.1 調査対象地域の行政単位と地域区分

県 (Region)	郡 (District)	コミュニティ (Commune)	域内 村数	地域区分
アロチャ・マ ングル <Alaotra-Mang oro>	アンパラファラブラ <Amparafaravola>	Ampasikely	4	中小 4 河川流域
		Andrebakely Sud	6	中小 4 河川流域
		Ambatomainty	9	中小 4 河川流域・PC23 地区
		Morarano Chrome	27	Sahamilahy 川流域・Sahabe 川流 域・中小 4 河川流域・PC23 地区
		Ranomainty	6	Sahabe 川流域
	アンバトンドラザカ <Ambatondrazaka>	Bejofo	2	Sahabe 川流域
		Soalazaina	5	Sahabe 川流域
		Tanambao Besakay	6	Sahabe 川流域
		Andilاناتoby	6	Sahabe 川流域

出典：アロチャ・マングル県庁

2006 年に実施した補足聞き取り調査によれば、付表 3.1 に示すように、調査対象地域に存在する全村の人口は 118,194 人、世帯数は 20,631 戸、平均世帯人口は 5.7 人となっている。調査対象地域における主な部族はシハナカ、メリナ、ベツィミサラカ、ベツィレオなどである。教育水準は、小学校卒業以上が住民の約半数を占め、識字率は 60%前後である。

3.1.2 詳細社会村落調査

調査対象地域の社会村落の状況を把握するために、詳細村落調査を、2003 年 12 月にローカル NGO へ再委託して実施した。本詳細村落調査は、調査票によるアンケート調査ならびにキーインフォーマント（村落長、fokonolona 長など）へのインタビュー調査の 2 本立てとなっている。アンケート調査は NGO によって研修を受けた調査要員によって行われた。調査実施期間中、JICA 調査団が NGO を監督した。調査対象村落は表 3.1.2 に示す 10 か村であり、調査サンプル総数は 500 世帯である。

表 3.1.2 調査対象村落

地区	コミュニオン	村落	調査家族数 (戸)
Sahamilahy 川流域	Morarano Chrome	1. Antanimafy	40
		2. Maheriara	40
		3. Morarano Chrome	60
中小4河川流域	Morarano Chrome	4. Manakambahinikely	40
Sababe 川流域	Ranomainty	5. Ranofotsy	50
	Soalazaina	6. Soalazaina	60
	Tanambao Besakay	7. Besakay	60
	Andilantoby	8. Sahanidingana	50
PC23 地区	Ambatomainty	9. Mahakary	50
	Morarano Chrome	10. Ambohidrony	50

出典：詳細村落調査、JICA 調査団、2004 年

3.1.3 土地所有

(1) 概況

全ての土地は原則として国に帰属するが、慣例的に国民に対して土地の所有を認めている。土地所有には、「伝統的土地所有」・「近代的土地所有」の2形態がある。伝統的土地所有とは、伝統的に所有されてきた土地、両親から受け継いだ土地の所有を認める形態であり、近代的土地所有とは、法的手続きを完了して初めて認められる形態である。すなわち、DRDR 土地登記支所において登記手続きを行うことにより、伝統的土地所有が近代的土地所有として法的に認知される。土地登記の種類には、村落など地方行政当局に属する土地の公式な範囲確定ならびに登記を行う「大規模登記(Cadastre)」、慣習的にある個人に所属してきた土地を登記する「個人登記 (Immatriculation)」がある。

(2) 調査対象地域における平均所有土地面積

詳細村落調査の結果によると、世帯が所有する土地の平均面積は表 3.1.3 に示すとおりである。

表 3.1.3 平均所有土地面積

地区	村落	平均所有土地面積(ha)
Sahamilahy 川流域	Antanimafy	9.9
	Morarano Chrome	2.4
	Manakambahinikely	6.2
中小河4川流域	Manakambahinikely	3.2
Sahabe 川流域	Ranofotsy	1.5
	Sahanidingana	3.8
	Soalazaina	2.3
	T. Besakay	2.4
PC23 地区	Ambohidrony	2.3
	Mahakary	7.6

出典：詳細村落調査、JICA 調査団、2004

(3) 土地登記の現状

調査対象地区における土地登記率は、表 3.1.4 に示すように大きくばらついているが、傾向としては、PC23 地区および各河川流域の下流で登記率が高く、上流に行くほど低い。土地登記をしない理由は、「行政側の業務処理能力」に加え、「税金がかかる」、「手続きが複雑で不明瞭である」、「登記に必要な書類を揃えるのに費用がかさむ」「登記の概念が

ない」などの理由で、これまでのところ十分な成果はあがっていない。政府は国民に対して土地の速やかな登記を奨励しているが、行政側の業務処理能力に加え、「税金がかかる」、「手続きが複雑で不明瞭である」、「登記に必要な書類を揃えるのに費用がかさむ」などの理由も重なり、これまでのところ十分な成果はあがっていない。

表 3.1.4 土地登記の現状

地区	村	登記済み(%)	未登記(%)
Sahamilahy 川流域	Antanimafy	10.8	89.2
	Maheriara	3.3	96.7
	Manakambahinikely	63.1	36.9
中小4河川流域	Manakambahinikely	47.5	52.5
Sahabe 川流域	Ranofotsy	17.9	82.1
	Sahanidingana	75.0	25.0
	Soalazaina	13.5	86.5
	T. Besakay	72.5	27.5
PC23 地区	Aambohidrony	51.5	48.5
	Mahakary	99.9	0.1

出典：詳細村落調査、JICA 調査団、2004

(4) 不在地主と土地の細分化

Sahabe 川流域、Sahamilahy 川および中小4河川流域の上中流部に居住する大部分の農家は、村落の周辺で土地を所有している。すべての村落で相続による土地細分化が見られる。一方 PC23 地区では、PC 23 地区の水利用者組合のひとつの「Vonona P1」の登記簿によると、約 40%の土地所有者が PC23 地区外に住居を構えており、その大部分は、Sahamilahy 流域、アンパラファラブラ市、アンバトンドラザカ市などに居住している。アンタナナリボやアンチラベなどその他の都市の居住者もいるが、その数は少ない。このことから、不在地主が PC23 地区のかなりの部分の土地を所有していると推測される。PC23 地区についても、他地区と同様、相続による土地細分化、所有する土地の分散化が進行している。

3.1.4 就業形態、収入構造、農家収入と貧困

(1) 就業形態と収入構造

詳細村落調査の結果に基づいて取りまとめた家長の主要就業形態と収入構造は、表 3.1.5 に示すとおりである。

表 3.1.5 調査対象村の家長の主要就業形態・収入構造

単位：%

構造	職業	地区 村*	PC23 地区		Sahamilahy/ 4-中小河川流域				Sahabe 川流域			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
就業構造	1) 農業		82.0	80.0	87.2	50.0	95.0	71.7	91.8	88.0	57.6	76.7
	2) 政府職員		0.0	0.0	0.0	2.5	2.5	10.0	2.0	2.0	6.8	1.7
	3) 民間部門		2.0	2.0	12.8	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	23.7	1.7
	4) 商人		0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	6.7	0.0	2.0	1.7	6.7
	5) 農業+継続的な仕事		0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6) 農業+季節的な仕事		4.0	4.0	0.0	25.0	2.5	1.7	4.1	4.0	6.8	6.7
	7) 無職		4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	2.0	4.0	0.0	0.0
	8) その他		8.0	14.0	0.0	7.5	0.0	1.7	0.0	0.0	3.4	6.7
収入構造	1) 農業		41.4	28.2	55.6	39.5	68.9	38.1	59.1	64.9	19.1	42.8
	2) 畜産		6.4	11.8	8.2	3.8	1.9	5.6	3.8	2.8	8.3	6.1
	3) 漁業		11.3	21.3	6.7	11.3	11.1	16.2	9.2	10.6	9.0	12.6
	4) 薪販売		9.8	14.8	11.0	14.7	8.2	10.3	7.4	9.7	11.2	6.6
	5) 農業労働提供		12.5	9.9	4.3	14.2	3.9	6.5	8.6	4.2	8.5	7.8
	6) 送金		5.6	5.0	3.3	3.5	1.0	1.3	2.9	1.7	8.9	7.0
	7) その他		13.0	9.0	10.9	13.0	5.0	22.0	9.0	6.1	35.0	17.1

*: 1.Mahakary, 2. Ambohidrony, 3. Antanimafy, 4. Maheriara, 5.Morarano Chrome, 6.Manakambahinikely, 7.Ranofotsy, 8. Soalazaina, 9.Besakay, 10.Sahanidingana

出典：詳細農村調査、JICA 調査団

家長の職業は全般的に農業であるが、コミュニン役所・学校・商店が存在する Morarano Chrome、林業公社雇用職員が居住する Soalazaina、PC23 地区への出稼ぎと薪炭運搬従事者の多い Maheriara では家長の 25%以上が非専業農家となっている。各村落とも、家長は稲作を主な収入源としているが、アロチャ湖に近い Mahakary では漁業、耕作面積が狭い各河川流域の Manakambahinikely や Besakay では現金収入源を求めて村内外でいろいろな臨時雇いに従事している。

(2) 農家経済

詳細村落調査の結果に基づいて推計した各村平均の農家収支の概要は表 3.1.6、詳細は付表 3.2 にそれぞれ示すとおりである。

表 3.1.6 調査対象村の年間農家収支概要

単位：1,000 FMG/戸/年

地区	村	収入	支出	収支残高
PC23 地区	1. Mahakary	8,187	3,571	4,616
	2. Ambohidrony	11,046	5,616	5,430
Sahamilahy 川流域	3. Antanimafy	8,545	5,058	3,487
	4. Maheriara	4,450	2,191	2,258
	5. Morarano Chrome	9,588	6,726	2,862
中小河川流域	6. Manakambahinikely	5,900	3,257	2,643
Sahabe 川流域	7. Ranofotsy	3,691	2,065	1,626
	8. Soalazaina	5,375	2,492	2,884
	9. Besakay	5,918	3,067	2,851
	10. Sahanidingana	5,230	2,380	2,850

出典：詳細村落調査、JICA 調査団

(3) 貧困現状

調査対象地域における貧困現況世界銀行は、1993年の人口センサスデータに基づいて、マダガスカル全国の貧困分布図を作成している。この調査によれば、全国レベルで見た場合、マジュンガおよびアンツィラナナを除く全ての州の農村地域において約75%の人々が貧困水準以下の生活をしているとの結果が出ている。調査対象地域における県レベルの貧困現況は、アンバトンドラザカおよびアンパラファラブラにおいて貧困率が表3.1.7に示すとおり推定されている。

表 3.1.7 貧困率

州/県*	全体(%)	都市部(%)	農村部(%)
トアマシナ州	74.6	59.9	78.5
アンバトンドラザカ県	70.5	43.7	75.0
アンパラファラヴラ県	79.3	75.3	80.3

出典：世界銀行、2002年、*:行政区分改定前の組織

また、マダガスカル政府も2003年に作成したPRSPにおいて貧困状況の分析を行っている。PRSPによれば、貧困状況にある者を「日常生活を営むにあたって最低限必要とされる1日あたり2,133カロリーの食糧摂取を確保できない者」と定義している。この定義に基づいて、貧困率の測定をするための基準所得をFMG 197,720/年/人（2001年時点の価格水準）と設定し、その結果マダガスカルの総人口の69.6%が貧困状況にあると推定している。

PRSPの貧困定義と基準を用い、詳細村落調査で得られたデータに基づいて調査対象地域の貧困率の概算を行った。その結果は表3.1.8に示すとおりである。

表 3.1.8 調査対象地域での貧困率

地区	村落	平均家族 構成員数 (人/戸)	貧困基準 所得*1 (FMG/戸/年)	貧困率*2 (%)
Sahamilahy 川流域	Antanimafy	6.95	1,765,200	35.1
	Maheriara	5.38	1,366,400	72.5
	Morarano Chrome	5.37	1,363,800	26.7
中小4河川流域	Manakambahinikely	5.53	1,404,600	45.0
Sahabe 川流域	Ranofotsy	4.95	1,257,300	63.3
	Sahanidingana	6.14	1,559,560	70.0
	Soalazaina	5.55	1,409,700	71.7
	Besakay	5.87	1,490,980	60.0
PC23 地区	Ambohidrony	6.62	1,681,400	30.0
	Mahakary	6.80	1,727,200	50.0
	平均			52.4

注：*1:PRSPにおける貧困基準所得（FMG197,720/年/人）をインフレ率（8.9%/年：2001～2003年）で補正し2004年の価格水準(FMG254,000/年/人)とした。さらに、平均家族構成員数を乗じて農家1戸あたりの貧困基準所得を算出している。

*2: 各農家の収入は農作物の自家消費分を考慮した数値に補正している。詳細村落調査結果に基づき、農作物の40.4%が販売され、47.2%が自家消費に供されているものとして補正を行った。自家消費分を考慮に入れた推定所得レベルは以下の式によって算定した。
補正所得＝農業収入×1/0.404×(0.404+0.472)＋その他収入

出典：詳細村落調査、JICA 調査団

計算の結果、PRSP や世銀の貧困分布図で計算された貧困率と同様な数値が得られたことから、表 3.1.8 における数値は現実から著しくかけ離れた値ではないと考える。これによれば、Ambohidrony、Antanimafy、Manakambahinikely および Morarano Chrome の 4 村を除く他の村においては、50%以上が貧困状況にあるといえる。

1 戸あたりの平均所得と 1 戸あたりの平均稲作面積を比較すると、表 3.1.9 に示すように作付面積が小さい村ほど所得水準が低くなり、貧困率が高くなる傾向が見られる。

表 3.1.9 貧困率と稲作栽培面積

地区	村落	貧困 (%)	平均稲作面積* (ha/戸)	平均年間所得 (FMG /戸/年)
Sahamilahy 川流域	Antanimafy	35.1	1.91	1,709,000
	Maheriara	72.5	1.62	890,000
	Morarano Chrome	26.7	1.78	1,917,600
中小 4 河川流域	Manakambahinikely	45.0	1.47	1,180,000
Sahabe 川流域	Ranofotsy	63.3	0.96	738,200
	Sahanidingana	70.0	1.95	1,046,000
	Soalazaina	71.7	1.10	1,075,000
	Besakay	60.0	1.73	1,183,600
PC23 地区	Ambohidrony	30.0	2.86	2,209,200
	Mahakary	50.0	4.50	1,637,400

*: 平均稲作面積は、詳細村落調査の結果に基づいて算定した。算定にあたっては、平均値に著しく影響を及ぼすと考えられる極端な数値を除いている。

出典：詳細農村調査、JICA 調査団

貧困の原因は、現実には多様な要因が非常に複雑に関連しあっていると考えられるため、稲作の面積が貧困の唯一の要因であると結論付けることはできない。しかしながら、稲作面積が所得水準に影響を及ぼす重要な要因の一つとして考えられる。

一方、Ambohidrony や Morarano Chrome では、稲作面積がそれほど大きくないにも拘らず、貧困率は低くなっている。この理由の一つとして、これら村落が国道および商業活動の要所である Ambaiboa 近辺に位置していることが挙げられる。このため、農業以外の就業機会が、他地域に比して多いことが想定され、稲作地の面積に拘らず高い所得レベルとなったと考えられる。また、もう一つの理由として水田の位置が挙げられる。Morarano Chrome や Ambohidrony の住民は PC23 地区の幹線水路付近に水田を所有しているケースが多く、このため灌漑水が得られやすく他の地域に比べ高い農業生産性が確保されていると考えられる。加えて、他の村落よりも、国道から水田へのアクセスが良いということが、同村落の農産物販売において有利な状況となっていることもその要因といえる。

Mahakary は最も広い平均稲作面積を有しながらも、所得は想定されるほど高い数値となっていない。Mahakary 近辺の水田は、灌漑施設が機能していなかったり、冠水の影響を受けたりしているとともに、かなりの面積が灌漑施設を持たず天水に依存している。このため、農業生産性は低く、稲作面積の広さが所得の増加にそれほど貢献していないものと考えられる。

Sahabe 川流域の貧困率は他の地域よりも高い値となっている。特に Sahanidingana では、稲作面積が Sahamilahy 川流域の Antanimafy より広いにも拘らず、所得水準はその半分近くと少なくなっている。その主な理由としては、同地域の劣悪な道路状況と不十分な公

共輸送システムに起因するマーケティングに不利な状況と就業機会の少なさによるものと考えられる。

以上の点から、所得面から見た貧困の主要原因は、低い農業生産性および不十分な流通条件、小規模な稲作地などに起因する不十分な農業収入および非農業セクターにおける就業機会の少なさが原因と考えられる。

3.1.5 ジェンダー・イシューと社会慣習

(1) ジェンダー・イシュー

住民の日々の生活は、農作業がベースに営まれており、男女別の基本的日常生活スケジュールは、図 3.1.1 に示すとおりである。専業農家が主に田畑の手入れを行っている時間に、PC23 地区でアロチャ湖近辺へ漁に出ている農家では漁および魚の処理などを行っている。

農繁期	04:00		08:00		12:00	14:00		16:00		17:00	19:00	
	Maraina		Antoandro			Tolakandro		Hariva			Alina	
男性	起床		水田作業		休憩 昼食	水田		作業		夕食	就寝	
女性	起床	朝食 作り	昼食 休憩		休憩 昼食	家事		夕食 作り		夕食	就寝	

農閑期	04:00		08:00		12:00	14:00		16:00		17:00	19:00	
	Maraina		Antoandro			Tolakandro		Hariva			Alina	
男性	起床		田畑の手入れ / 漁		休憩 昼食	田畑の手入れ / 漁		休憩 / 魚の処理		夕食	就寝	
女性	起床	朝食 作り	昼食準備 家事		昼食 休憩	家事		夕食 作り		夕食	就寝	

出典：JICA 調査団

図 3.1.1 基本的日常生活暦

このように、男性の日常生活は農作業を中心に、女性は食事作りが軸となって営まれている。また、富裕層・中間層はここで示した日常生活の基本パターンが普遍的であるが、経済条件の異なる貧困層では何もしないという時間が含まれてくる。また、全ての階層に共通して、図 3.1.2 に示す農業暦、特に稲作作業が年間の生活暦の基本となっている。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
男性	灌漑水管理		除草作業		米の 収穫	脱穀	脱穀	水田 耕起			灌漑 育苗	田植
女性	野菜栽培				稲作作業の手伝い及び食事作り 手工芸品作り（貧困層）							田植

出典：JICA 調査団

図 3.1.2 基本的な通年農事暦

中山間地帯の住民は、1月から4月にかけて丘陵地斜面で畑作も行っている。稲作作業における男女別の作業区分は、耕起など力仕事を男性、田植えなどの力をそれ程必要と

しない仕事を女性がそれぞれ担っている。また、豆類・根菜・野菜類などの栽培は、女性が行っている。食事作りは女性、食事作りに必要な薪と井戸・泉・川・水道栓などからの水汲み・運搬作業は女性や子供が担い、男性は販売用の薪炭つくりを分担している。葦や水草を使ったゴザ・カゴ・帽子などの手工芸品作りは、貧困層の女性に限られている。経済条件に関係なく、家計管理は女性が担当している。夫は得た収入のほぼ全額を妻に渡しており、その使途について両者は同じ立場で話し合い、合意に基づいて消費している。世帯が有する主な家財の中で最も一般的なものは、その利便性からラジカセならびに自転車である。

(2) 社会的慣習

村段階での住民の総意は、18歳以上の全ての男女が参加可能な Fivoriam-Pokonolona と呼ばれる集会において検討され、決議方法は挙手による多数決が採られている。多くの村では、欠席者には罰金を課しているが、形骸化している村もある。

調査対象地域内の社会的な慣習・慣習としては、“Dina”と呼ばれる村の伝統的集団規範、割礼、結婚式・二次葬への招待、予め明言しておいた約束事が成就した場合に食事を振舞う Manala-Voady、“Fady”と呼ばれる週の特定日に水田で働かないタブーがある。

3.2 自然条件

3.2.1 地形・地質および土壌

(1) 地形・地質

アロチャ湖周辺は断層によって形成された陥没地形である。湖の東側では、標高 1000m 前後の比較的急峻な山地が迫るが、断層が山地と平野部を比較的明確に区分している。一方、湖の南側から西側にかけては、Sahabe 川や Sahamilahy 川、Ambolotaramadinika 川を始めとする大小河川の流入によって形成された平野が広がる。特に南西部には Sahabe 川によって運搬された土砂が堆積して形成された広大な湿原が広がっている。湖の西側の山地地形は東側と比較して比較的緩やかで、平野に流れ出る河川も当初は東に向かって流下するが、標高 900m 付近を境界としてそれより高い場所では南北方向の褶曲構造が卓越するため、河川の走向が南北方向に変化する。この走向の変化から標高 900m 付近で南北に伸びる断層の存在が示唆される。この断層が陥没地形を作り、アロチャ湖を形成したものと推測される。アロチャ湖に流れ込んだ水は、北東部から流れ出る Maningory 川によってインド洋へと注いでいる。

アロチャ湖の周辺の地質も片麻岩や雲母片岩に花崗岩が貫入する地質構造である。また周囲に分布するミグマタイト(Migmatite)は、片麻岩が花崗岩の貫入によって広域変成作用を受けて生成されたものである。花崗岩や花崗閃緑岩の造岩鉱物であるアルカリ長石はカオリン粘土を生成し、このカオリン粘土がこの地域でラバカ（斜面の崩落現象）を多発させる原因の一つであると考えられる。

(2) 土壌

花崗岩や片麻岩を母岩として生成されたラテライト化土壌がこの地域の代表的土壌として広く分布している。植被に覆われていないラテライト化土壌は塩基溶脱が進んでいる。

調査対象地域の土壌を地形および地質分布に対応して区分すると、山地では花崗岩上のラテライト土壌、丘陵地ではミグマタイトあるいは片麻岩上のラテライト土壌、段丘地では古沖積土壌、低平地および谷底平野では新沖積土壌となる。

この土壌区分に基づいて調査対象地域の水田・畑地から採取した土壌試料の理化学分析を、国立応用農業研究開発センター (FOFIFA : *Foibem Momba ny Fiompiana ny Fambolena*) 土壌研究所に依頼して行った。付表 3.3 に示す分析成績から、以下のような特性が読み取れる。

- ① 丘陵地・段丘上の土壌は塩基置換容量・塩基飽和度がいずれも小さく、塩基溶脱が顕著な弱酸性から酸性の砂質土壌で、有機物含量が乏しく、肥沃度が低い。
- ② 丘陵地の中山間地水田土壌は、排水不良地形の影響を受けている場所では有機物含量が増えて肥沃度も高いが、近辺のラバカの影響を直接に受けている場所では瘦薄な砂質土となっている。
- ③ PC23 地区の沖積土壌は、流入堆積した母材の種類、水田利用期間の長短ならびに田面標高に起因する排水条件の差異により、肥沃度や物理性に明瞭な違いが見られる。

3.2.2 農業気象

調査対象地域は半湿潤熱帯性気候帯に属し、モンスーンの影響を受ける。調査対象地域周辺およびアロチャ湖周辺地域で唯一稼動している CALA 地区所在の FOFIFA 中東部地域農業研究センター (CRRME : *Centre Regional de Recherche du Moyen Est*) 構内の気象観測施設の直近 14 年間の降雨量記録は表 3.2.1 に示すとおりである。平均年間降雨量は 1,078mm である。年間降雨量の 90% が 12 月から 3 月 (雨季) の 4 ヶ月に集中し、残りの 8 ヶ月は厳しい乾期となっている。さらに、降雨量の経年変動が大きく、644mm から 1,452mm にわたっている。調査対象地域においては降雨パターンおよび降雨量が、作物生産を左右する重要な条件となっている。また、サイクロンは通常、アロチャ湖地域に 1 月末から 3 月にかけて豪雨を伴って来襲し、作物生産に被害をもたらしている。

表 3.2.1 CALA 地区 FOFIFA 中東部地域農業研究センターにおける月別降量記録

年/月	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	年降 雨量	降雨 日数
1993/94	66	33	132	433	266	190	5	21	8	23	7	4	1,188	145
1994/95	169	4	110	461	218	78	48	29	10	4	3	1	1,135	122
1995/96	4	3	510	486	129	227	19	4	3	5	2	1	1,393	133
1996/97	0	4	409	481	254	19	42	4	2	10	6	17	1,248	109
1997/98	24	85	149	294	452	17	3	12	5	3	8	36	1,088	116
1998/99	0	1	211	226	35	103	12	39	9	15	6	2	659	100
1999/00	1	7	99	110	185	188	13	3	11	16	7	4	644	112
2000/01	1	19	196	666	106	24	29	3	7	2	11	1	1,065	102
2001/02	16	0	209	103	482	59	14	120	6	6	2	9	1,026	101
2002/03	1	46	390	486	311	136	3	9	4	4	2	8	1,400	128
2003/04	31	76	162	221	130	128	16	5	8	3	3	5	788	125
2004/05	0	7	367	143	485	342	47	7	5	34	8	7	1,452	138
2005/06	0	57	222	139	86	107	13	5	9	7	15	1	661	120
2006/07	1	85	61	514	446	156	50	8	3	14			1,338	116
平均	22	30	231	340	256	127	22	19	8	10	6	7	1,078	119
分布	2.0	2.8	21.4	31.5	23.8	11.8	2.0	1.8	0.7	0.9	0.6	0.7		

注：分布単位表示は%

出典：CALA 地区 FOFIFA 中東部地域農業研究センター

現在、調査対象地域では生育日数 180-190 日の感光性水稻品種の MK34 が広く栽培されている。MK34 は 3 月末に幼穂形成期に入り、4 月中旬に出穂する長い栄養成長期を持った品種であるため、移植を 12 月初めに実施する必要がある。また、多収を得るために幼穂形成期に十分な灌漑用水の供給が必要である。調査対象地域の降水分布および降雨量は非常に不安定であり、1998 年から 2000 年に深刻な旱魃が連続して来襲し、著しい凶作となった。さらに 3 月末の降雨あるいは灌漑用水不足は稲作栽培に深刻な影響を及ぼす。

1 月から 2 月における 2 ヶ月間の降雨量は平均 600mm を超え、深刻な排水問題が発生し、水稻収量を左右する大きな要因の一つとなっている。また、年間平均蒸発量は 1,290mm である。

気温は標高によって変わり、標高が増すにつれて低下する。海拔 769m の Anosyboribory に位置する種子増殖センター (CMS : *Centre Multiplicateur de Semences*) の月別平均気温・降雨量・蒸発量は表 3.2.2 に示すとおりである。月別平均気温は 8 月の 17.1℃から 1 月の 23.6℃の範囲にあり、6 月から 9 月における同平均気温は 20℃を割っている。月別最低気温は 8 月の 10.8℃から 1 月の 19℃に及んでいる。

表 3.2.2 CMS における気温および蒸発量

年	温度	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
月間平均気温 (°C)													
1991	最小				18.6	19.4	19.3	17.8	15.9	12.6	10.8	11.2	11.7
	最大				27.7	27.7	27.8	26.4	25.6	23.5	22.5	23.5	26.8
	平均				23.2	23.6	23.6	22.1	20.8	18.1	16.7	17.4	19.3
1991/1992	最小	15.1	16.9	18.3	19.8	14.5	8.8	17.0	14.2	13.4	9.8	10.9	11.1
	最大	28.6	29.2	28.9	28.4	27.8	28.5	26.5	26.2	22.6	23.1	23.0	25.3
	平均	21.9	23.1	23.6	24.1	21.2	18.7	21.8	20.2	18.0	16.5	17.0	18.2
1992/1993	最小	12.9	16.6	20.7	18.6	19.1	18.1	17.2	15.6	11.6	19.3	10.4	12.3
	最大	26.9	28.1	29.1	28.2	27.9	26.9	26.8	25.3	24.0	22.7	23.7	25.2
	平均	19.9	22.4	24.9	23.4	23.5	22.5	22.0	20.5	17.8	21.0	17.1	18.8
1993/1994	最小	13.0	17.5	14.7									
	最大	27.0	28.6	29.5									
	平均	20.2	23.1	22.1									
平均	最小	13.7	17.0	17.9	19.0	17.7	15.4	17.3	15.2	12.5	13.3	10.8	11.7
	最大	27.6	28.6	29.2	28.1	27.8	27.7	26.6	25.7	23.4	22.8	23.4	25.8
	平均	20.7	22.8	23.5	23.6	22.7	21.6	22.0	20.5	18.0	18.0	17.1	18.7
月間雨量 (mm)													
平均 (%)		28.0	20.0	241.0	375.0	244.0	104.0	19.0	24.0	7.0	9.0	5.0	8.0
		3.0	2.0	22.0	34.0	22.0	10.0	2.0	2.0	1.0	1.0	0.0	1.0
月間蒸発量(mm)													
年		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
1991					133.7	100.6	106.3	87.0	71.0	66.7	59.5	81.4	133.3
1991/1992		120.5	146.5	160.0	140.8	90.3	121.5	68.0	65.2	61.3	74.3	116.9	116.7
1992/1993		147.3	98.7	-	160.3	116.0	106.6	100.5	118.3	72.7	64.3	82.9	112.4
1993/1994		153.0	107.4	150.2									
平均		140.3	117.5	155.1	144.9	102.3	111.5	85.2	84.8	66.9	66.0	93.7	120.8

出典：CMS

3.2.3 河川および水資源

(1) 降雨解析

(a) 調査対象地域周辺の降雨特性

アロチャ湖流域における年間降雨量は 1,000 ミリから 1,800 ミリ程度である。湖および湖岸地域が最も雨が少なく年間 1,000 ミリ程度の降雨量となっている。一方、流域を取り囲む東西の山岳地帯では雨が少なく年間 1,600 から 1,800 ミリ程度の降雨量となっている。アロチャ湖流域においては、年間降雨量はその標高に大きく左右される。また降雨解析の結果から相関係数 0.98 が得られ、アロチャ湖流域全体において年間降雨量と標高の間に高い相関があることが確認された。

(b) 年間降雨量の確率分布

CALA 地区 FOFIFA 中東部地域農業研究センター観測所の 43 年分の月別降雨データを利用して、アロチャ湖流域における年間降雨量の確率分布の分析を実施した。結果は表 3.2.3 に示すとおりである。

表 3.2.3 年間渇水および豊水確率分布解析結果

年間渇水確率分布			年間豊水確率分布		
確率年	非超過確率	確率年降雨量 (mm)	確率年	超過確率	確率年降雨量 (mm)
2-year	0.5	1,068	2-year	0.5	1,072
5-year	0.2	898	5-year	0.2	1,281
10-year	0.1	828	10-year	0.1	1,418
20-year	0.05	778	20-year	0.05	1,518
50-year	0.02	729	50-year	0.02	1,655

注：ログピアソン-III 型確率分布曲線を適用

出典：JICA 調査団

(2) 対象河川の状況

(a) 各河川の概要

調査対象地域には 1) Sahabe 川、2) Sahamilahy 川、と中小 4 河川である 3) Ampasimena 川、4) Asahamena 川、5) Behengitra 川及び 6) Bemarenina 川が流下し、このうち中小 4 河川は PC23 地区に流入している。各河川の流域面積、流路長、河川勾配は表 3.2.4 に示すとおりである。

表 3.2.4 調査対象地域内の各河川の特徴

番号	河川名	流域面積(km ²)	流路長 (km)	全体河川勾配
1	Sahabe	903	103.3 (*2)	0.0026 (1/384)
2	Sahamilahy	249 (*3)	37.8 (*1)	0.0136 (1/73)
3	Ampasimena	27	14.8 (*1)	0.0215 (1/46)
4	Asahamena	119	34.0 (*1)	0.0107 (1/93)
5	Behengitra	27	14.8 (*1)	0.0129 (1/77)
6	Bemarenina	45	15.8 (*1)	0.0121 (1/82)

注： (*1) 国道 3.a 号線の交差点での流域面積

(*2) アロチャ湖湖面上流の流域面積

(*3) Ampondra 川流域の南部地区での残流域を含む。

出典： JICA 調査団

Sahabe 川を除いた各河川の縦断勾配は 1/100 を上回る急流河川である。上流山岳流域から直接 PC23 地区に流入する。途中、標高 800m-900m 地点には勾配が急激に変わる地点（急勾配区間）が見られ、その上下流は同じような河川勾配となっている。この急勾配地点より下流は比較的緩勾配となっており、土砂が氾濫・堆積しやすい地形となっており、扇状地形を形成している。この勾配区間は滝となっており、落差 20-30m の滝が見られる。

Sahabe 川、Sahamilahy 川及び Asahamena 川の急勾配区間上には流勾配 1/300 程度の緩勾配区間が存在する。この区間には小規模な水田やところどころに湿地帯などもみられ、下流に対する洪水や土砂流出を緩和する機能を持っていると思われる。

(b) 河川流況

調査対象地域の各河川には流量観測施設が設置されていないため、本調査において対象 6 河川の合計 15 地点で流量観測を実施した。流量観測はそれぞれの地点で 1 回ずつ、2002/2003 水文年の乾季の終わりである 2003 年 10 月に実施した。この時期はまだ灌漑によるしろかきが始まる前であり、河川から水田への転流はまだ実施されていない。また、

観測地点は下流域灌漑地帯の上流に設けたため、観測流量の灌漑転流による影響はほとんどないといつてよい。流量観測結果の要約は表 3.2.5 に示すとおりである。詳細は付図 3.2 に示す。

表 3.2.5 流量観測結果の要約

番号	河川名	位置	流域面積 (km ²)	観測日	流量 (m ³ /s)	比流量 (m ³ /s/100km ²)
1	Sahabe	Ambohimitsotra	427	2003/10/8	2.25	0.52
2	Sahamilahy	Maheriara	152	2003/10/9	2.52	1.65
3	Ampasimena	Ambohidray	27	2003/10/9	0.59	2.18
4	Asahamena	Ambohimanjaka	119	2003/10/9	1.84	1.26
5	Behengitra	AP3a bridge	27	2003/10/10	0.39	1.44
6	Bemarenina	Bismangana	45	2003/10/15	0.47	1.04
	平均		823		8.06	0.98

出典：JICA 調査団

流量観測の結果、Sahabe 川を除く 5 河川は、乾季の終わりで比流量が平均 1.5 m³/s/100 km² と高く、流域の流出季節調整能力がかなり高いといった結果が得られた。Sahabe 川を含む 6 河川における平均比流量は 0.98 m³/s/100 km² であった。ただし、2003 年水文年は過去 10 年間で最も豊水年であったことに注意する必要がある。

上記表からも分かるとおり、Sahabe 川を除く 5 河川と Sahabe 川の流域で乾期末における比流量（単位面積あたりの流出高）にはかなりの違いが見られた。一方、両流域における降雨量には大きな違いはなく、この違いは流域における降雨浸透地下水層からの流出の違いであると考えられる。

PC23 地区における水不足は、本調査の大きな問題のひとつとしてあげられている。2003 年に実施した流量観測結果より、PC23 地区流入河川流域の水収支ネットワークを作成した。

2003 年水文年の乾季末において PC23 地区への総流入流量は 4.62 m³/s と推定された。一方、PC23 地区への流入河川ではあるが、灌漑取水施設を通らず直接アロチャ湖へ流出する流量は 3.74 m³/s であった。このように乾季の終わりであっても総流入流量の半分近くが取水されていない状況である。これは取水施設の機能不足（土砂の堆積や非効率的なゲート操作）によるところが大きい。

(c) 土砂流出と洪水

下流域における河道への土砂堆積状況は顕著である。特に Bemarenina 川及び Behengitra 川は、河道が完全に土砂に埋まっており、洪水の度に河川が網状に発達し、扇状地全体に洪水及び土砂が氾濫するといった状況である。一方、それ以外の 4 河川、Sahabe 川、Sahamilahy 川、Ampasimena 川及び Asahamena 川では、国道付近の下流域では特に顕著な土砂堆積は見られない。上流からの流送土砂量と河道の土砂掃流能力とのバランスが比較的良好であると思われる。

洪水氾濫域は下流域一帯、特に Sahabe 川と Sahamilahy 川の下流域に広がっている。氾濫域はほとんどが水田として利用されており、大規模なサイクロンが来襲する度に甚大な被害を受けていると思われる。

(3) 洪水解析

(a) 洪水氾濫域

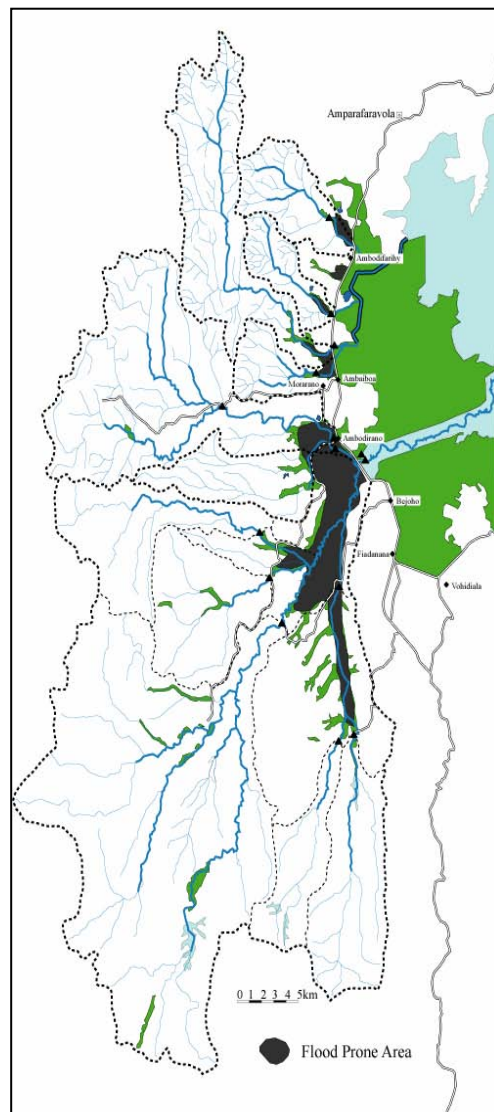
DRDR からの聞き込みおよび調査対象地域の地形の状況から判断すると、洪水氾濫域は特に Sahabe 川および Sahamilahy 川の下流域に存在する。その他の河川においても国道 3a 号線の直上流の扇状地が洪水氾濫域と考えられる。これらの地域においては、河道の流下能力がその洪水流量に比べ明らかに不十分である上、洪水防衛対策としての築堤が全く行われていないことから、洪水時には明らかに既存農地に洪水および土砂が氾濫するものと判断される。

一方、Sahabe 川沿いの低平地のうち、Sahabe 橋より下流の PC23 地区においては、兩岸に堤防が設けられており、堤内地における洪水氾濫は基本的にないと判断される。

また、Sahabe 川以外の 5 河川についても国道 3.a 号線より下流の平野部における洪水被害は大きくないと思われる。これは国道 3.a 号線が数 m の高さで盛土されており、そこを横断する橋梁部分の断面が小さく設計されているため、河道能力を超える洪水はその上流域で氾濫すると思われ、その下流には洪水流のボトルネックとなる橋梁地点で流量が調節されると考えられるためである。その結果として、橋梁より下流に位置する PC23 地区における洪水被害は、上流域灌漑地区に比べ、それほど深刻ではないと思われる。

(b) 集中豪雨の確率分布解析

CALA 地区 FOFIFA 中東部地域農業研究センター観測所における 1979 年から 2002 年までの 24 年間における各年の年最大日雨量記録をベースに、年最大日雨量の確率分布解析を実施した。その結果の要約は表 3.2.6 に示すとおりである。



出典：JICA 調査団

図 3.2.1 調査対象地域における洪水氾濫域

表 3.2.6 CALA 地区 FOFIFA 中東部地域農業研究センター観測所
における年最大日降雨量の確率分布解析結果

確率年	超過確率	確率降雨 (mm)
2 年	0.500	95.2
5 年	0.200	124.9
10 年	0.100	144.0
20 年	0.050	161.9
50 年	0.020	184.0
100 年	0.010	201.7

注：ログピアソン III 型確率分布曲線を適用
出典：JICA 調査団

(c) 確率ピーク洪水流量の算定

各流域における日単位確率降雨量は、CALA 地区 FOFIFA 中東部地域農業研究センター観測所における確率日雨量に標高補正係数を乗じて推定した。解析結果の要約は表 3.2.7 に示すとおりである。

表 3.2.7 調査対象地域における確率ピーク洪水量

河川名	Sahabe	Sahamilahy	Ampasimena	Asahamena	Behengitra	Bemarenina
流域面積 (km ²)	903	249	27	119	27	45
2 年洪水 (m ³ /s)	1,875	1,071	194	528	192	314
5 年洪水(m ³ /s)	2,460	1,460	254	692	252	311
10 年洪水 (m ³ /s)	2,837	1,621	293	798	290	474
20 年洪水 (m ³ /s)	3,100	1,771	320	872	317	518

出典：JICA 調査団

ただし、表 3.2.7 に示した確率洪水流量は参考値として示したものである。洪水防御対策計画、設計及び事業実施に際しては、洪水流量観測を実施し、実測流量に基づいた洪水流出モデルを構築し、上記の確率洪水流量を見直すことが必要である。

(4) 低水解析

(a) 方法論

一般的に、低水解析を実施するにあたっては最低でも 30 年程度の連続した日流量データが必要となる。しかしながら本調査対象地域において利用可能な流量データはなく 2003 年 10 月に実施した流量観測結果の 1 日分のみである。本調査対象地域のように灌漑開発が大規模に実施され、多くの水を利用している地域においては、流量観測および雨量観測は必ず実施しなければならない。観測体制を早急に整えることが必要である。

本対象地域のように流量データが整っていない場合、通常長期間の日単位降雨記録を利用する。長期間の降雨記録と短期間の流量記録を利用して降雨 - 流出モデルを構築し、そのモデルによるシミュレーションを実施して長期間の推定流量データを得るという手法である。降雨 - 流出解析に利用するモデルは数多くあるが、今回はタンクモデルを適用する。タンクモデルは日本の菅原博士が開発したモデルを今回の降雨 - 流出モデルとして使用した。詳細は「付属資料 3-1 低水流出解析」として巻末に取りまとめている。

(b) 確率渇水および豊水年における降雨及び流量パターン

年間降雨量の確率分布解析の結果は第 3.2.3 小節の(1)に降雨解析として記述し、5 年確率

渇水年、平水年および5年確率豊水年における10日単位の降雨および流量を上記のタンクモデルに基づいて分析した結果を「付属資料 3-1 低水流出解析」として取りまとめている。

3.3 土地利用

調査対象地域の現況土地利用現況は、(1)森林（天然林・人工林）、(2)草地・灌木地、(3)河畔植生、(4)耕作地（畑地・水田）、(5)湿地、(6)水域などに区分される。2001年4月時点のLANDSAT画像を解析し、流域別に取りまとめた土地利用区分面積は表(3.1.4) 3.3.1に示すとおりである。なお、MINENVEFはラムサール条約登録地保護に関するドナーの協力を得てLANDSAT画像解析を行い、アロチャ湖周辺地域土地利用図を作成しているが、これに基づく調査対象地域の土地利用状況は付図3.3に示すとおりである。

表 3.3.1 現況土地利用

土地利用区分	Sahamilahy 川流域		中小4 河川流域		Sahabe 川流域		PC23 地区		調査対象地域	
	面積 (ha)	割合 (%)	面積 (ha)	割合 (%)	面積 (ha)	割合 (%)	面積 (ha)	割合 (%)	面積 (ha)	割合 (%)
(1) 森林	1,674	8.1	1,204	5.3	18,128	18.5	0	0	21,006	13.3
- 天然林	1,076	5.2	118	0.5	4,140	4.2	0	0.0	5,334	3.4
- 人工林 (松)	157	0.8	0	0.0	9,117	9.3	0	0.0	9,274	5.9
- 人工林 (ユーカリ)	441	2.1	1,086	4.8	4,871	5.0	0	0.0	6,398	4.0
(2) 草地・灌木	15,925	77.3	16,649	74.0	53,787	55.1	1,020	5.8	87,381	55.2
(3) 河畔植生	1,609	7.8	2,556	11.4	11,552	11.8	172	1.0	15,889	10.0
(4) 耕作地	1,323	6.5	2,003	8.9	12,249	12.5	16,301	92.9	31,876	20.1
- 水田	942	4.6	1,401	6.2	7,459	7.6	15,591	88.8	25,393	16.0
- 畑地	381	1.9	602	2.7	4,790	4.9	710	4.1	6,483	4.1
(5) 湿地	0	0.0	0	0.0	784	0.8	0	0.0	784	0.5
(6) 水域	65	0.3	81	0.4	1,217	1.3	60	0.3	1,423	0.9
合計	20,596	100.0	22,493	100.0	97,717	100.0	17,553	100.0	158,359	100.0

出典：JICA 調査団

調査対象地域における土地利用の特徴は、以下のとおりである。

森林は、天然林と人工林に区分(松林とされ、ユーカリ林)され、面積は、合計約21,000ha、総流域面積の13.3%に過ぎない。特に、Sahamilahy流域の森林被覆率は低く8%、中小4河川流域は5%である。天然林に関しては、1957年撮影の航空写真に基づいて作成された地形図によれば、天然林は調査対象地域西側分水嶺付近一帯に分布していたが、この半世紀間に消失し、現在では域内西端分水嶺および南西部の急峻地に張り付くように5,300haが残っているだけで、総流域面積に占める割合は約3%である。この原因は、この50年の間に、天然林が森林不法伐採や森林火災により、消失したものと判断される。人工松林(松)は、おもにFanalamanga公社が1970年代に丘陵地の比較的平坦部に大規模植林したもので、流域の土壤保全機能の一部を果している。集落周辺の山地や丘陵地には、住民によりユーカリが植栽されている。

草地・灌木地面積は合計87,400haに達し、流域全体の55%を占めているが、その大部分は集落から遠く離れた地帯に広く分布している。草地・灌木地は、火を放ち、作物栽培

及び牛の放牧地として利用され、現在もその一部は放牧地として利用されているものの、繰り返される野火と乾季における強度の蒸発によって植生は退化し、貧弱な植被の荒廃地となっている。山腹斜面は土壤侵食あるいは放牧によって植被が消失し、裸地化している箇所も多く見られ、土壤侵食の深刻な原因となっている。また、ミグマタイト地質構造分布地域の草地・灌木地内には数多くのラバカの発生が見られる。PC23 地区内の草地・灌木地は、地面標高が灌漑用水路水位よりも相対的に高く、放牧地として利用されている。

河畔植生は、河川沿いの土壤水分が高いために草木類が繁茂している地区である。この中にも中木が混入している場合がある。これらの植生は、河川の堤を保全する役割を担っている。総面積は約 15,900ha 流域全体の 10%を占める。

耕作地は水田 (25,400ha) と畑地(6,500ha)から構成され、それぞれ、流域全体の 16%、4%である。山地や丘陵地間の各河川と溪流沿い谷底の大部分と下流域の沖積平野が水田に利用されている。畑地は、集落近辺の谷底に面した傾斜地下部の堆積地と下流域の段丘地に分布している。焼畑移動方式による傾斜地耕作は慣行農法としては定着していないが、谷底水田では乾期末に行われる耕起作業の一環として畦畔・田面の雑草除去に火入れを実施することが常習化している

3.4 農業

3.4.1 概況

調査対象地域の基幹作物はマダガスカル国民の主食の米であり、水稻栽培は農民にとって最大の現金収入源となっている。域内の水田面積は 25,400 ha に及び、アロチャ湖周辺地域の全水田面積 92,700 ha の約 27%を占め、マダガスカル国の主要な米の穀倉地になっている。畑地では陸稲・メイズ・キャッサバ・サツマイモ・豆類・サトウキビ・トマトなどが主に栽培され、集落周辺には、バナナ、コーヒー、マンゴー・柑橘類・ライチ・パイナップルなどが植栽されている。

PC23 地区は水稻単作が主流で、ごく一部の農民が米の収穫後に豆類を裏作している。また PC23 地区の東部約 2,400ha (純面積)は灌漑施設の劣化、堆砂等の問題と微地形による凹凸状態のため天水地あるいは、放牧地となっている。1 戸当たりの経営面積が 3 ha 前後あり、かつ地区周辺の台地上にある集落から通作するため、農繁期に生ずる不足労働力を PC23 地区外からの雇用や賃耕で補充している。財産として多頭飼育されているゼブ牛は、厩肥供給源のみならず、耕起作業や厩肥・苗・収穫籾・稲藁の運搬作業に大きな役割を担っている。

Sahabe 川中流域の中規模灌漑水田地帯を除き、Sahamilahy 川、中小 4 河川、および Sahabe 川流域の住民は稲作を基軸とし、立地条件に合わせて大小家畜飼育・畑作物栽培・果樹植栽・養魚などを組み合わせた混合的農業を営む傍ら、ユーカリ材で薪炭を作って現金収入の足しにしている。しかし脆弱で老朽化した取水施設と施設管理の欠如の理由等で、灌漑効率は低く、適時適量の灌漑水が配水されないため、米の収量は低い。さらに、市場へのアクセス経費の高騰、改良水稻種子の入手困難、普及サービスの欠如等が複合的農業の制約要因となっている。1 戸当たりの耕作面積が 2 ha 未満のため、米の収穫量が平年作を下回ると、乾期末期に自家用飯米が底をついた農民はキャッサバを代用食に用

いている。また、雨期中圃場へのアクセスがしばしば途絶し、運搬手段が不備のため市場へのアクセスが困難になっている。

畑地は全体として少なく、PC23 地区の上水源地区の水田に面した Tanaty とよばれる傾斜地に分布して、陸稲やキャッサバが土壌浸食に無関心のまま栽培されており、雨期の表土流亡を加速している。

3.4.2 作付け体系と耕種法

PC23 地区は、水稻は 12 月上旬から 2 月の 3 ヶ月間に播種、5-6 月に収穫、その他の PC23 地区上流地区での水稻は 11 月下旬 11 月下旬に播種され、5-6 月に収穫されている。PC23 地区および Sahabe 川中流域の灌漑水田地帯では生育期間 180 日の MK34、Sahamilahy 川および Sahabe 川流域の中山間地帯水田では生育期間 170 日の Tsemaka がそれぞれ卓越した水稻品種となっており、その他に生育期間 165 日の 2787 品種や 2798 品種を栽培している農家も見られる。いずれも感光性品種であり、作付け時期に関係なく MK34 品種は 4 月上旬から中旬、他の品種は 3 月下旬にそれぞれ出穂期となる特性を持つ。これらの水稻品種の栽培が農民の間に長期間にわたり定着している背景には、食味が農民の嗜好に適っていること、牛の飼料となる藁の収量が十分に確保できること、販売価格が比較的高いことなどがあげられる。また、最近 2 年間に陸稲の新品種として導入された SEBOTA 系品種の一部を湛水栽培する農家も散見される。

水田の耕起作業は、上流域谷底水田地帯の農民が畜力もしくは人力に依存して行っているのに比べ、下流域沖積地水田地帯では乗用トラクターあるいは耕運機を利用して実施することが近年普及しつつあり、牛耕依存農家の比率が減少してきている。しかし小節 3.5.1 畜産現況に述べたとおり、牛の全頭数が少ないため、耕起・碎土等の農業作業が適切な時期に実施できないことが大きな問題の一つになっている。の耕種法を分類すると、ランダム移植法が約 70%、直播法が約 20%、改良稲作法 (SRA : *System of Improved Riziculture*) が約 10% となり、ランダム移植法と直播法の慣行水田では除草作業がほとんど実施されていない。また、耕起時に厩肥を 1 ha 当たり 2 ton 程度投入することが慣習化しているが、化学肥料は高価なため、大部分の農民が施用していない。直播栽培水田では、出芽後に競合雑草処理のため除草剤 2, 4-D(2,4-ジクロロフェノキシ酢酸、2,4-Ddichlorophenoxyacetic acid, 略称 2,4-D) を 1 lit/ha 散布しているが、移植栽培水田で除草を行う場合は人力によるか、あるいは手押し除草機が使用されている。病虫害防除の農薬散布は調査対象地域では余り見られない。イモチやメイガ類、ケースワーム (case-worm) などが頻発しているが除草剤 2, 4-D を除く農薬散布は高価なためとその利用に関する知識不足やアクセスが限られるために普及していない。鎌による株元刈取りが主流で普及しているが、最近になり少数の農家がエンジン駆動型手押し簡易刈り取り機を使い始めた。刈り取り後の稲束は通常、圃場に広げられて数日間天日乾燥された後、脱穀作業までの約 1 ヶ月間圃場に野積される。稲藁は、牛の粗飼料として自家消費利用あるいは有畜農家に売却されている。

畑作物も雨期に作付けられるが、トマトは病虫害が発生しない乾期栽培が主流となっている。

3.4.3 収量と生産量

調査対象地域を含むアンパラファラブラ郡とアンバトンドラザカ郡全体の過去 5 年間の主要作物栽培面積・収量・生産高は、表 3.4.1 に示すとおりである。

表 3.4.1 調査対象地域内外の主要作物栽培面積・収量・生産量

作物	項目	2001/02 年	2002/03 年	2003/04 年	2004/05 年	2005/06 年
水 稲	面積 (ha)	66,832	66,320	80,169	84,272	78,510
	収 量 (ton/ha)	2.95	2.69	3.18	3.37	3.90
	生産高 (ton)	196,842	178,460	255,023	283,659	306,115
陸 稲	面積 (ha)	2,158	2,533	2,800	4,427	4,995
	収 量 (ton/ha)	1.63	1.81	2.02	2.56	2.60
	生産高 (ton)	3,512	4,577	5,656	11,344	12,988
メイズ	面積 (ha)	2,524	3,360	4,453	4,801	4,602
	収 量 (ton/ha)	1.59	1.71	1.83	1.86	1.91
	生産高 (ton)	4,010	5,746	8,128	8,922	8,785
キャッサバ	面積 (ha)	4,985	4,918	4,884	3,931	3,944
	収 量 (ton/ha)	10.42	11.84	10.90	12.22	12.28
	生産高 (ton)	51,944	58,226	53,230	48,054	48,456
豆 類	面積 (ha)	2,122	2,811	2,198	1,226	3,809
	収 量 (ton/ha)	1.11	0.98	1.12	3.85	1.40
	生産高 (ton)	2,351	2,749	2,458	4,757	5,323

出典：アロチャ・マングル DRDR

水稲単収は 2001/02 年からの経年変動が 2.95ton/ha から 3.9ton/ha に微増しているが低収量水準である。上記で述べたとおり調査対象地域では MK34 が普及しているが、同品種のポテンシャル収量能力は 9ton/ha といわれているが現況の収量水準は低い。その低収の要因は以下の要因が考えられる。

その中で、最大の要因は苗代播種時期の遅れである。主に代かき・均平作業が水不足に起因する水稲苗移植の遅れが頻繁に見られ、望ましい苗代播種時期が 12 月初旬であるにも拘らずが、実際には 12 月初旬から 2 月下旬の 3 ヶ月間で行われるため、適切な栄養生長期を確保できないことの原因となっている。この期間の主な水不足原因は主に a) 1990 年代に入り顕著になった調査対象地域の気候変化の影響を受け、雨季の開始時期が半月から 1 ヶ月遅れることが恒常化していること b) PC23 地区の上流域水田地区による河川水の灌漑利用することによって生じる灌漑水の不足、c) 灌漑システムの老朽化によって灌漑水の取水が困難になっていること、それに加えて d) 畜力および機械力の不足による耕起・代かき・均平作業の遅れなどから発生している。そのほかに、低収量の原因になっている要因は、水稲種子の劣化、圃場均平化問題、病虫害防除問題、内部排水不良問題、農家の営農資金不足による粗放栽培管理、雑草害、労力不足、農民支援活動（保証種子増産、適正稲作技術の開発、普及など）の脆弱性等が考えられる。

3.4.4 農業支援サービス

(1) 農業行政支援サービス

アロチャ・マングル DRDR の機構は、付図 3.4 に示すとおりである。アロチャ・マングル DRDR は、農業・畜産・養殖および淡水域資源・農業土木・家畜保健および獣医・土地登記・技術支援・企画およびモニタリング・総務の 9 課、アンデイラメナ・アンパラ

ファラブラ・モラマンガの3農村開発支所、測量支所ならびにアンバトンドラザカ・モラマンガの2土地登記支所で構成されている。アロチャ・マングル DRDR 全体の職員定数は210名、その内訳は技術職員27名、技能職員108名、事務職員85名で、2007年現在技術職員13名と技能職員40名が欠員となっている。MAEPは、地方分権政策に対応して既存の地方機関を整理統合してDRDRに再編した際に、それまでの普及制度を大幅に改め、オンデマンド方式による技術支援制度を導入した。

(2) 農業研究サービス

アロチャ湖南東側の Ambohitsilazozana 郡の CALA に位置する FOFIFA 中東部地域農業研究センターは、仏領時代に全国の農業生態ゾーンに基づいて設けられた7か所の地域農業研究センターの一つである。この研究センターは食用作物、低地稲作生産および丘陵地 (Tanety) における家畜との混合農業体系に的を絞って研究を推進している。配属職員は社会科学・ファーミングシステム・昆虫・作物育種を専門とする6名の研究員と、25名の研究補助員・事務員である。構内総面積は342ha、試験圃場には灌漑システムが整備されている。研究活動上の制約因子は、下記のとおり。(i) 流域管理および畜産分野に必要な研究員の不足、(ii) 普及制度の大幅な変更後の研究・普及リンケージがなくなることによる生産者への適正技術普及の弊害、(iii) 試験圃場の灌漑システムの老朽化、(iv) 農業機械の老朽化、(v) 外部との通信システムがないことなどである。

(3) 種子増殖サービス

1982年7月 Anosyboribory に設立された種子増殖センター (CMS) は国内最大の水稻種子増殖施設であり、MAEP 農業局の直接監督下に置かれている。CMS は PC23 灌漑地区の第2および第3圃区を種子増殖圃として使用するとともに、構内には果樹・花卉の苗圃と淡水魚の孵化池を設けており、総圃場面積は544haである。CMSは、調査対象地区を含む中部高原および海岸地域への水稻、果樹、淡水魚の改良品種及び生産資材を配布して農業生産性を改善する重要な役割を担っている。1987年より独立採算制で運営されているが、その主業務である水稻の保証種子販売収入がCMSの運営経費を下回り、赤字経営が続いている。このため、2005年には民間企業への長期リースも検討されたが、2007年現在は従来と同様に、MAEPの監督下で運営が継続されている。赤字になっている大きな原因は、肥料・燃料費の生産費の高騰が上げられる。その他に所有農業機械の老朽化、灌漑用水の不足、圃場均平の問題などを抱えている。

(4) 農業訓練サービス

1930年代に設立された農民訓練支援センター (CAF : *Centre d'Appui et Formation*) は、MAEPの監督下で農業および畜産の研修を担当する独立組織として運営されている。研修プログラムは養豚・採卵養鶏・養蜂・野菜栽培・作物全般からなり、受講希望農民の要請内容に対応したプログラムに基づく研修を実施している。研修費用は食費以外無料で、受講生用の宿泊棟が付設されている。

(5) 農村金融サービス

アロチャ・マングル地域では、中央農業信用銀行 (BNI-CA : *Banque Nationale pour l'Institute - Credit Agricole*) ・アフリカ銀行 (BOA : *Bank of Africa*) の2行と相互信用金庫 (OTIV : *Ombona Tahiry Ifampisamborana Vola*) ・CECAMの2組織が、それぞれ農民向けの小口貸

付業務を実施しており、商業銀行は農村金融専門機関向け融資用原資の貸し出しもしている。

OTIV は、アロチャ・マンダラ地域で 1994 年より事業を開始し、地域独立採算制の下で、域内にアンバトンドラザカ本店と 11 の支店・出張所網を築いている。調査対象地域には Bejofo、Morarano Chrome、Ambohimandroso の 3 か所に店舗が開設されており、地域住民にとっては最もアクセスし易い金融機関である。OTIV は、営農・農業機械・共同穀物倉庫・商業・施設補修維持管理・女性手工芸品の 6 種類の小口貸付業務を行っている。2004 年の財務報告によれば、顧客数は 14,000 人で、2000 年から 5 年間に 50% 増加した。資本金 9.0 億 MGA、預金残高 29.4 億 MGA、年間貸付件数 4,641 口、年間貸付額 32.6 億 MGA、年間返済件数 2,654 口、年間返済額 26.6 億 MGA、返済延滞件数 186 口、延滞額 1.4 億 MGA、延滞率 5% であり、不良債権はピーク時における 1,600 口、総額 47.7 億 MGA がこの 5 年間でほぼ一掃されている。その後の貸付件数・貸付額はいずれも拡大し、2006 年には貸付件数 6,327 口、貸付額 60.8 億 MGA となっている。顧客に対する預金金利は年利 5%、50 万 MGA 以上の大口預金には 1%、100 万 MGA 以上の大口預金には 2% の優遇金利を上乘せし、貸付金利は月利 3%、預金口座保有顧客には月利 2% へ引き下げている。2006 年には、日本政府からの援助見返り資金を原資とする利子補給によって貸付金利を月利 0.5% に引き下げたことから、小口貸付利用者数が 35% 近く増加した。

CECAM は、2003 年 5 月以来アロチャ湖周辺地域のアンバトンドラザカ、PC15、Morarano Chrome、アンパラファラブラ、Tanabe、Ambohitororibo に支店を開設、貸付対象を農業分野に特化した農業機械・共同糶銀行・稲作の 3 種類の小口貸付業務を行っている。貸付条件は、短期の稲作クレジットが生産費の 60% を上限として月利 3%、長期の農業機械クレジットが購入額の 80% を上限として月利 2.5%、共同糶銀行クレジットが市場糶価格の 75% 相当額を上限として月利 3.3% にそれぞれ設定している。2006 年末時点の預金口座数 3,729 口、預金残高 9,198 万 MGA、この 3 年間に口座数が 10 倍、預金残高が 2.3 倍それぞれ増加している。また、2006 年には、見返り資金を原資とする利子補給によって貸付金利を月利 0.5% に引き下げたことから、貸付件数は 2,836 口、貸付額は 25.5 億 MGA、前年比で貸付件数が 2.0 倍、貸付額が 1.7 倍拡大している。特に、農業機械クレジットの伸びが著しく、貸付件数の 53%、貸付額の 41% を占めている。

BOA は、政府の民営化政策に沿って 2 つの国営銀行が合併・発足し、アロチャ湖周辺地域においてはアンバトンドラザカ、アンパラファラブラ、Tanabe の 3 支店で営業中である。農業分野では営農・農業機械・共同穀物倉の 3 種類の小口貸付業務を行っているが、融資は取引実績のある顧客もしくは審査可能な新規申し込み者に限定している。営農クレジットの貸付条件は、個別および 7 戸以上のグループ農家の資材・雇用労力調達資金を対象に与信査定結果に基づいて 1 件ごとに貸付額・金利を決定している。農業機械クレジットの貸付条件は、担保物件評価額以内の申請額の 80% を上限とし、返済期限を 5 年以内、年利を 20~22% に設定し、共同穀物倉クレジットの場合は、貯蔵倉庫を保有する農民グループを対象とし、貯蔵量をキロ当たり 200 MGA で評価して貸付額を決めている。直近の実績は、貸付件数が 99 口、貸付額が 2.8 億 MGA となっている。

BNI は、フランス民間資本の現地法人にマダガスカル政府が共同出資した経営方式の商業銀行であり、2006 年から農業分野の小口融資サービスにも進出した。アロチャ湖周辺

地域では、アンバトンドラザカ支店が営業中であるが、まだ見るべき貸付実績は上がっていない。

これらの農民向けの小口貸付以外に、マダガスカル国全土を対象とする開発基金が調査対象地域にも投入されている。このうち 2001 年 6 月に設立された PSDR は、世銀の融資 8,900 万 USD を原資とする開発基金で、以下の 3 つの目的を持っている。

- ① 小農の生産性向上による収入の増加
- ② コミュニケーションレベルの農村共同体グループなど、生産者の受益者組織育成
- ③ 天然資源の保全および農村貧困の削減

PSDR は、上記の目的に適う農村開発セクターの活動に無償ベースで融資される。

- ① 農業生産強化活動
- ② 技術移転を目的とする農業普及および研修サービス支援活動
- ③ 競争力のある応用研究プログラムへの支援、FOFIFA およびノルウェー・マダガスカル共同地域開発・応用研究センター (FIFAMANOR : Centre de developpement rural et de recherché appliqué issu d'un projet de cooperation bilaterale entre la Norvège et Madagascar) の修士論文研究プログラムへの奨学金支給、農村共同体・農民グループの強化支援活動

PSDR からの融資申請には次の条件を満たすことが前提となっており、プロジェクト管理事務所の農村開発グループ事務所 (GTDR : *Groupes de travail de developpements regionaux*) が融資申請書作成支援・案件審査・融資諾否決定業務を担当し、アロチャ・マングル DRDR が監督を行っている。

- ① 申請者は収入の 10%相当額を過去 5 年に渡って預金していること
- ② 農民グループは最低 10 世帯以上で構成され、法人格を有すること
- ③ PSDR 基金への申請額の 15%相当額は受益者が負担すること

開発援助基金 (FID : *Fonds d'Intervention pour Développement*) も世銀の融資により運営されており、当初は融資対象を診療所や学校建設などの社会インフラ事業に限定していたが、その後維持管理費を含む灌漑貯水池建設や農村道路建設なども融資対象に加えている。FID 基金は、アロチャ・マングル地域開発庁が所管しており、融資申請条件は法人格を有する最低 12 人以上のグループである。

3.4.5 農業の問題点と問題点発生の原因

農業の問題点と問題点発生の原因は、表 3.4.2 に示すとおりである。

表 3.4.2 農業の問題点と問題点発生の原因

地区	問題点	問題点発生の原因
PC23 地区 (灌漑地区)	耕起・砕土作業の遅延	農機具の不足、蓄力の不足
	田植時期の遅れ	降雨開始時期の変動と水田耕起・代掻き時期の灌漑用水不足
	水稲種子の品質劣化	種子入手源へのアクセスの困難による及び自家採取種子更新時期の遅延
	灌漑・排水・圃場条件による水稲栽培管理作業の不均一	圃場均平度の不均一とそれに伴う田面排水不良箇所の発生
	病虫害防除・除草作業の困難	雨期中の圃場へのアクセス困難と栽植密度の高さ
	営農支援活動の脆弱性	公的普及サービスの欠如
	営農資金の不足	農民の低い信用と農村金融サービスへの困難なアクセス
PC23 地区 (非灌漑地区)	灌漑用水源の欠如	灌漑施設の不備
	天水作物栽培の過重なリスク	適正な品種が選定されていない
Sahamilahy 川 Sahabe 川、 中小 4 河川 流域	耕起・砕土作業の遅延	農機具の不足、蓄力の不足
	圃場へのアクセス困難	道路システムの不備 (雨期中のアクセス途絶)
	水稲種子の品質劣化	種子入手源へのアクセスの困難による及び自家採取種子更新時期の遅延
	低水準の畑作・野菜栽培・果樹栽培技術と土壤保全農法への無関心	公的普及サービスの欠如
	運営資金の不足	農民の低い信用力と農村金融サービスへの困難なアクセス
	市場へアクセス困難	運搬手段の欠如と交通費の高騰
全域	早生・中生系の水稲品種および耐かん、湿性陸稲品種の実用性の遅延	公的普及・研究サービスの欠如

出典：JICA 調査団

3.5 畜産

3.5.1 家畜現況

調査対象地域の主な家畜は牛で、その他に豚、羊、馬、鶏、アヒル、ガチョウ、七面鳥、ウサギが小規模で飼育されている。調査対象地域の総牛頭数は、37,000 頭数強であるが、近年はほとんど増加していない。

詳細村落調査の結果によれば、農家平均牛所有頭数は 4.4 頭。一農家当たりの牛所有規模は、最小 0 頭、最大 60 頭の幅にある。しかし牛を所有していない農家が全抽出農家の 42%にも達し、2 頭以下の所有の農家は全体の 55%を占めている状況である。このように牛の所有状態と全頭数が少ないため、第 3.4.2 小節で述べたように水田の耕起作業などが遅れ、その結果として移植作業の遅延ならびに米の低収量を招く大きな問題の一つになっている。また、本調査対象地域の牛飼育が、第一に農耕用機動力・運搬として、第二に社会的ステータスとして考えられ、畜主は、乳生産にはほとんど関心がないのが現状である。その一方で、畜主は地域住民への牛肉の役割も果たしてきている。また、調査

対象地域の人口は年々3%前後の割合で増加しているものと推定され、牛肉の需要が増加しているものと推測される。

一方、牛の頭数が増加しない原因は、飼育されているゼブ牛は、低栄養価の草を食べているため、結果的には分娩間隔が遅れ、繁殖性が低いことがその原因の一つと思われる。さらに高い子牛の死亡率があげられる。また頻発する牛泥棒による盗難、主に葬式や結婚式で生贄として屠られる牛の頭数が屠殺統計よりも多いと推定される。

調査対象地域を含む関連するアンバトンドラザカ郡とアンパラファラブラ郡における牛以外の主な家畜の頭数は豚と羊がそれぞれ 6,000 頭前後、家禽類が 90 万羽である。

養豚は、1999 年に発生したアフリカ豚コレラにより頭数が急減しその後の飼育頭数は頭打ちになっている。羊は、調査対象地区においては豚に変わる死亡率の低い家畜として飼育され始めた。調査対象地域には大きな養鶏場がなく、ほとんどの農家が地鶏、ガチョウ、アヒルなどを飼育しているが、詳細村落調査の結果によると、村落の平均として、最小 8 羽 (Maheriana 村落) ~ 最大 24 羽 (Morarano Chrome/Soalazaina) であり、鶏は舎外で粗放的に飼育されているため、鶏肉・卵ともその生産性は低いものと推定される。

現在現金に結びつく畜産がほとんどないため、水田面積が小さな地区や適正な土地利用ができない地区に生活している農家は所得が低く、所得を向上するためには収入の多様化が必要である。

3.5.2 放牧のシステム

通常、放牧で移動する場所はほとんどが居住地の近くの一日の移動距離内にあり、集約的飼育は非常に少ない。私有地敷地や耕作中の田畑には放牧しない。収穫後から田植え前の田圃、畦、道路の傍、河川敷などの草のある場所などに放牧している。牛は草を食べながら移動するので放牧する距離は往復で大体 10 km 程度、半径 5 km が目安である。キザナに移動して放牧するのは 2 月～5 月末迄であり季節が限定されている。キザナは個人や集団（多くは血縁関係集団）の所属地であり他人が入り込むことはない。

3.5.3 放牧地および水田の放牧地の牧養力

アフリカでは家畜を表す単位として TAU (Tropical Animal Unit) を使用し、家畜の体重 250 kg を 1 TAU とする。1 TAU あたり 8 kg の乾物量を必要とするので、マダガスカルの子牛、去勢牛、牝牛、若牛、子牛を全て合わせたゼブ牛の平均体重を 300 kg とすれば、

$$\begin{aligned} (300 \div 250 &= 1.2 \text{ TAU}) && \text{ゼブ牛の単位} \\ (1.2 \text{ TAU} \times 8 \text{ kg} &= 9.6 \text{ kg}) && \text{1 日要求量} \\ (9.6 \text{ kg} \times 365 \text{ 日} &= 4,088 \text{ kg}) && \text{年間要求量} \end{aligned}$$

となる。牛 1 頭あたり、年間約 4 トンの乾物量を必要とするので、調査対象地域を含むアンバトンドラザカ、アンパラファラブラ両郡の飼育頭数が 16 万頭なので、64 万 ton の乾物量が必要となる。一方両郡で生産される米 28 万 ton から生産される稲藁は 34 万 ton と計算される。したがって、乾物必要量の約 50% (34 万 ton ÷ 64 万 ton) が稲藁から供給される計算となる。ついで、緑草や作物残渣部分からの供給が約 40% と想定され、特に不足する補填はキザナ部分からは 10% 程度になると推定される。

3.5.4 家畜飼料の消費量と飼料の収支

現在の家畜栄養バランスは乾物量としては足りているが、特に生産活動に必要な蛋白質量が不足しているため、蛋白質の含有量の多い飼料作物給与が必要である。

稲藁の栄養価は、1 kg あたり乾物量(DM:Dry Matter)が 873 g、粗蛋白質(CP:Crude Protein)が 32 g、TDN (Total Digestive Nutrients) が 395 g となっている。体重 300 kg の牛の 1 日必要量は DM で 8.0 kg、TDN で 4.2 kg、CP/TDN 比 0.175 が必要となっている。稲藁を与えた場合、重量で約 9 kg であれば、DM が約 8 kg、CP が 299 g、TDN が 3.6 kg、CP/TDN =0.08 となる。

表 3.5.1 家畜飼料の消費量と飼料の収支

体重 300 kg	DM	CP	TDN	CP/TDN 比
必要量	8.0 kg	735 g	4.2 kg	0.175
給与量	7.9 kg	288 g	3.5 kg	0.08
差し引き	-0.1 kg	-447 g	-0.7 kg	-0.095

出典：JICA 調査団

現在この地域で入手可能な高蛋白質飼料としては乾草ピーナツ茎があるが、季節的なものであり恒常的に給与するのは不可能である。この点を考慮するに飼料用牧草や飼料木のような通年性で多年生飼料が必要となる。

また、上記計算方法は生体維持のみの要求量であり、生産活動、労働、妊娠などがあればその必要要求量を追加しなければならない。

3.5.5 畜産分野の問題点と問題点発生の原因

畜産分野の問題点と問題点発生の原因は、下記表のように列記したとおりである。

表 3.5.2 畜産分野の問題点と問題点発生の原因

地区	問題点	問題点発生の原因
全域	家畜特に牛の頭数が増えない	栄養価の高い草や飼料木が少ないこと、草の不足、子牛の高死亡率、牛泥棒による盗難、自家屠殺
全域	農家の低所得	政府技術支援、金融資金支援が少ないため、家畜を含めた現金収入の多様化が考えられていない

出展：JICA 調査団

3.6 内水面漁業

国内最大の淡水魚産地であるアロチャ湖周辺地域では、漁獲専業・半農半漁・養殖・仲買・小売・加工の分野で水産業に関係する 1 万人強の住民が集落単位を基本に設立された水産組合に加入し、アロチャ・マングル DRDR 養殖および淡水域資源課が発給する漁業従事者登録証をそれぞれの水産組合に交付料 2,400 MGA を納めて取得している。2007 年現在の水産組合総数は 289、加盟組合員総数は 10,263 名、その内訳は漁獲を行う組合員が 7,726 名、養殖を行う組合員が 61 名、仲買・小売・加工を行う組合員が 2,476 名となっている。水産組合の上部団体として 4 地域水産組合連合会が組織され、これらを統括するアロチャ湖水産組合総連合会が設立されている。各水産組合の活動資金には、組合員の出荷量 1 kg ごとに徴収する搬出料 100 MGA が充当される。各連合会の活動資金には、水産組合から毎年納付される 4,000 MGA と漁業従事者登録証交付料からの還付金

1 件につき 1,000 MGA が繰り入れられる。

アロチャ湖の湖面面積が毎年の降雨量により変動し、これにともなって漁獲量も増減するものの、永年の乱獲によって漁獲量は減少傾向にあるため、毎年 11 月前後に 1 か月間の全面禁漁期間を設け、水産資源の回復を試みている。さらに、ラムサール条約に基づく登録湿地の保全を目的とし、アロチャ湖と湖岸湿地区域での漁獲行為の規制が今後さらに強化されることが見込まれており、PC23 地区の灌漑排水路で行われている違法漁獲行為も灌漑排水施設の修復が実現されれば、規制強化の対象となる。このような背景から、テラピアとロイヤルカープの養殖が導入されたが、養殖技術や養殖池管理技術の指導普及体制が不備なため、この 5 年間に養殖従事者数が約 7 割減少しており、行政を含めた技術支援サービスの確立が急務となっている。

3.7 収穫後処理および流通

3.7.1 収穫後処理の現況

(1) 米収穫後の処理の現況

収穫は 5 月中旬から始まり、7 月下旬まで継続する。通常刈り取った稲を田面で数日間乾燥後、水田に野積みし、労働力を確保できしだい、脱穀作業に着手する。この時期の天候は曇天が多いものの、脱穀作業には差し支えない。圃場での脱穀作業の 75%は、圃場での牛の踏みつけ、15%はトラクターによる踏みつけ、10%は手によるたたきつけによってなされる。たたきつけ脱穀のすべて、さらにトラクター・家畜踏みつけでの脱穀作業の 30%で、ロスを防ぐために大判のプラスチックシートを使用している。精選は風選で行われている。FAO と MAEP の農村開発政策室が 1999 年にアロチャ地域で実施した米の流通状態に関する調査によれば、収穫後の損失は、刈り取り・運搬・脱穀過程で合計 2.1%、輸送・貯蔵過程で 2.4%と低い。収穫後処理と加工については、著しく重大な問題は特になくと思われる。

(2) 精米施設現況

自家消費用精米作業は、臼が汎用されている。調査対象地域には合計 56 の精米所がありその 88%が Morarano Chrome と Ambatomainty の両コミューンに集中している。精米機の動力源を自家発電に依存しているため、個々の精米所の容量は小さいが、年間の全体処理容量は、およそ 92,600 ton と推定される。しかし、幹線道路から遠い村の多くは電気がなく、精米所もない。遠隔地の村では、精米作業を多くの場合、女性が臼を用いて行っているか、または牛車や自転車で長い距離を町の精米所へ運んでおり、長時間精米作業に費やし、子供に対するケアが短縮され、さらに重労働となっている。また農家は籾で集荷業者に売り渡すため、白米と比較して農家にとって不利となっている。

一方、調査対象地域南方 10 km 地点の Vohidiala において、マダガスカル国内民間資本の食品総合会社 TIKO の投資によって大型精米工場が新設され 2006 年 7 月から稼働を開始した。このプラントは、2,000 ton 規模 10 基と 1,500 ton 規模 5 基のサイロを備え、籾の最大貯蔵容量は 27,500 ton である。精米ラインは毎時 4 ton の処理能力を持っている。TIKO は、公的法人から買収したプラント隣接水田 5,000 ha で生産した籾に加え、アロチャ湖周辺地域の稲作農家から籾を買い付けているが、2006 年時点では既存の中小精米所との

間で籾の集荷競合は生じていない。

3.7.2 農産物流通の現況

(1) 米の販路

米の流通は調査対象地域を含む全アロチャ湖周辺地域全域で行われている。この地域は一種の閉鎖された地域で、山岳の存在と悪い道路事情のため孤立している。一部の舗装道路を除き、PC23 地区にある道路は雨季には通行不能となる。国道 44 号線のような幹線道路さえ 全天候に対応できる道路ではない。そのため米生産地であるアロチャ湖流域から消費者への中継点となっている Moramanga への輸送費は高価となっている。

FAO と MAEP の農村開発政策室は、1999 年にアロチャ地域で米流通状態を調査した。その調査結果によれば、地域での籾・米の流通機構と取扱量は、図 3.7.1 に示すとおりである。

この調査によれば、籾の総生産量の 20%にあたる 71,300 ton が農家で自家用として消費され、残り 80%の 265,700 ton が精米業者に売り渡されている。これから精米 124,800 ton (籾 192,500 ton、総生産量の 57%に相当) が首都のアンタナナリボとトアマシナを主体とする域外に移出され、残りがアロチャ湖周辺地域の非農家に消費されている。

2006 年から Vohidiala で稼働を開始した TIKO の大型精米プラントは、2006 年産米を 40,000 ton 処理しており、従来の米の流通チャンネルが今後複線化していくことが予想される。農民にとっては、精米業者の間で籾集荷に競争原理が働くことにより、籾売り渡し価格や搬入経費軽減などのメリットが期待できる状況になるものと想定されるが、その一方で籾の品質による選別も厳しくなり、農民も籾を高く売るには自助努力が求められることになるものと考えられる。

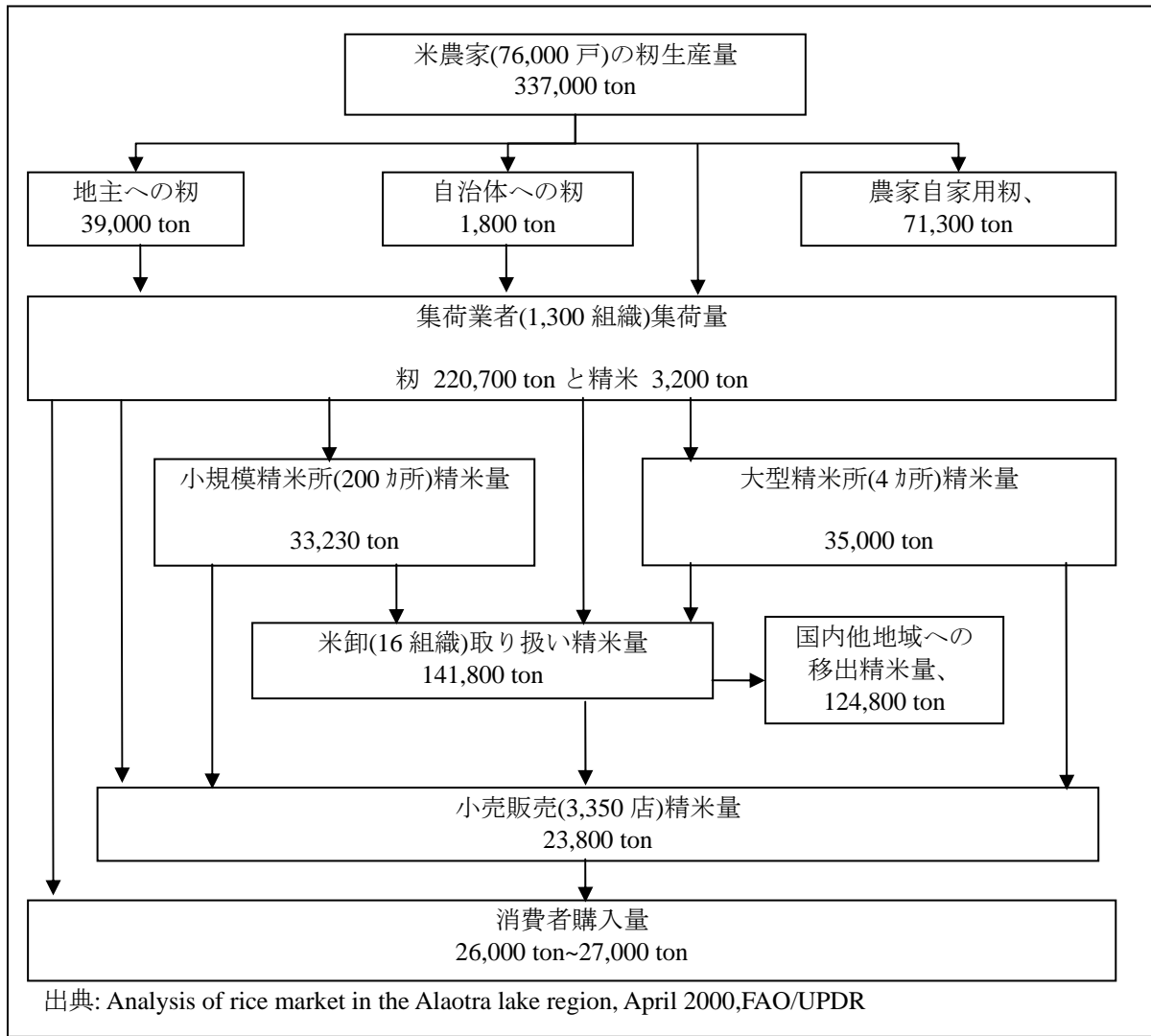


図 3.7.1 1999 年アロチャ地域の籾・白米の流通状況

(2) 米価

アンバトンドラザカの集荷業者から得たデータに基づき、2002 年 5 月から 2003 年 10 月までの籾/精米価格の月変化を取りまとめた結果は、図 3.7.2 に示すとおりである。価格は品種が混ざった米に対するものである。米の品質は、地場市場における取引価格にそれほど価格差を引き起こしていない。MK34 の完全粒と砕米との価格の相違は 1 kg 当たり 25 MGA に過ぎない。籾、精米ともその価格は 5 月から 7 月まで、つまり水稲を収穫する季節に低く、12 月から 4 月までの端境期に高くなる。籾 1kg あたりの価格は、2002 年 5 月の 160 MGA から 2003 年 1 月には 280 MGA まで上昇し、端境期の籾価格は、収穫期より 75% 増加し、精米価格も 36% 上昇した。その後、端境期の 1 月の精米 1 kg あたりの価格は、2004 年 1,000 MGA、2005 年 600 MGA、2006 年 420 MGA 前後で推移しており、変動幅が大きい。

しかし、農民は、農業資材のローンを収穫後に短期間のうちに返済しなければならず、また貯蓄がなく、生活維持に当座必要となる現金を得るために、収穫中の価格が安い時期に籾あるいは米を売らなければならない状況にある。

2006年収穫期の初買い付けにあたり、地場精米業者は、生産者持ち込み・現金引換え条件で品種・粳の品質の如何にかかわらず 380 MGA /kg (0.19 USD 相当) の統一価格を適用した。一方 TIKO は、農家圃場に出張集荷して 4 日後に精米プラント事務所で小切手支払いを行う条件で 420 MGA /kg (0.21 USD 相当) もしくは TIKO 設置の集荷場に生産者持ち込み・現金引換え条件で 400 MGA /kg (0.20 USD 相当) を上限価格として提示し、粳の水分含量・夾雑物混入状況により支払い金額の調整を行った。今後端境期と収穫期との米価の差はあるものの、上述したとおり米価は、粳の品質に依存していく傾向が高くなるものと想定される。

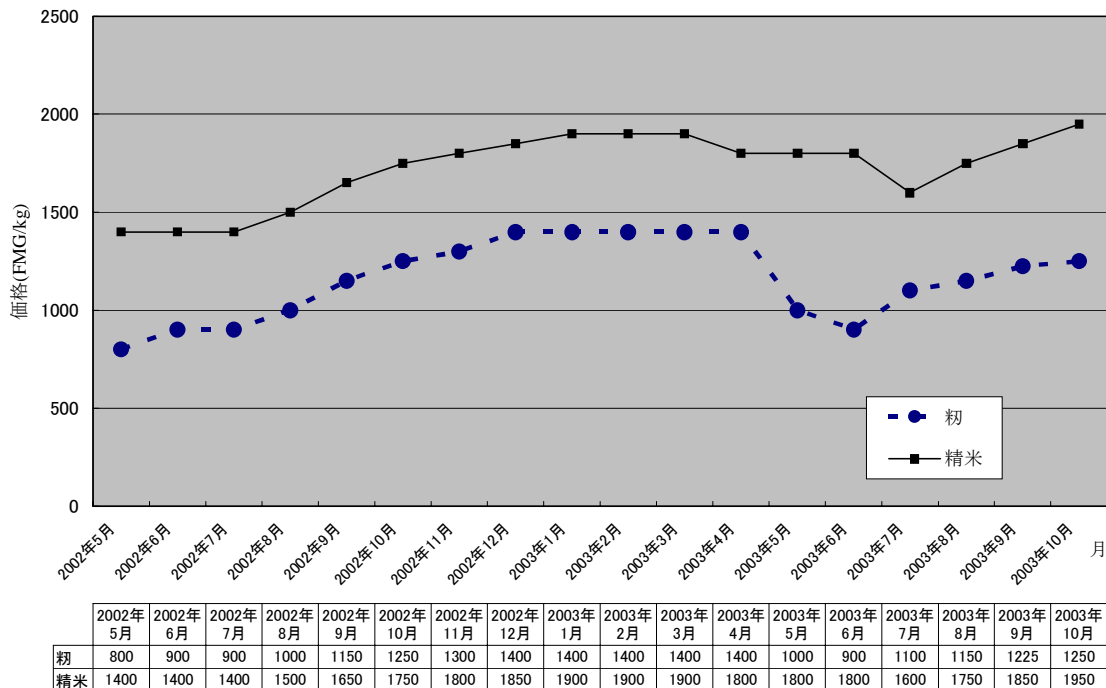


図 3.7.2 アンバトンドラザカにおける粳および精米価格

出典：JICA 調査団

3.7.3 市場流通システム

2007年現在、調査対象地域には、農家のための組織的な農業市場情報サービスはない。ラジオとテレビ局がニュースとして時々散発的に農業についての市場情報を流し、農家は地方市場で若干の農業の市場情報を得るにすぎない。T&Vシステムを通して農業普及員によって農家に隔週行われていた市場情報サービスは、1999年に中止になった。アロチャ・マングル DRDR 企画・モニタリング課は各主要地区で毎週農産物、農業資機材の市場価格をモニターして、その結果を MAEP の情報システム局に報告している。さらに、保健省の地域事務所はコミュニケーション毎、隔週に同じく農産物の価格をモニターし、その結果を本省に報告している。しかし調査対象地域の農家は通信手段がないため、これらの情報を入手するのは極めて困難で、仲買業者の言い値に左右されている。

3.7.4 収穫処理および流通の問題点の発生の原因

収穫処理および流通の問題点の発生の原因は、表 3.7.1 に示すとおりである。

表 3.7.1 収穫処理及び流通の問題点の発生の原因

地区	問題点	問題点の発生の原因
全域	農業市場情報の不足	ロコミ以外の農産物価格、農業資機材の情報欠如と仲買人・精米所の言い値に依存する理由による、生産者の適正利益取得の困難
全域	端境期における米販売困難による生産者の適正利益取得の困難	収穫直後の農業資材クレジット返済、生活資金返済理由による端境期（収穫期の約 40%米価格上昇）における販売困難
Sahabe 川流域	精米所の不足	遠隔地の村における白精米作業に起因する女性への重労働の付加および既存精米所への籾運搬作業の重労働と運搬時間の損失、籾販売による不利益

出典：JICA 調査団

3.8 灌漑現況

3.8.1 PC23 地区周辺の灌漑地区概要

アロチャ湖周辺地域には PC23 地区も含め、表 3.8.1 に示すように 14 カ所の灌漑地区が存在し、その粗灌漑総面積は約 40,400 ha と推定される。このうち、8 地区には灌漑用水源としてダム・貯水池が付設されている。2007 年現在、アロチャ・マングル DRDR の農業土木課がこれらの灌漑地区を統括し、個々の灌漑地区の維持管理業務については、アロチャ・マングル DRDR の下に設置されたアンバトンドラザカおよび PC15 の 2 灌漑事務所、アンパラファラブラ支局の下に設けられた PC23、Sahamaloto、Anony および Anaiafo の 4 灌漑事務所がそれぞれ担当している。

表 3.8.1 PC23 地区周辺の灌漑地区概要

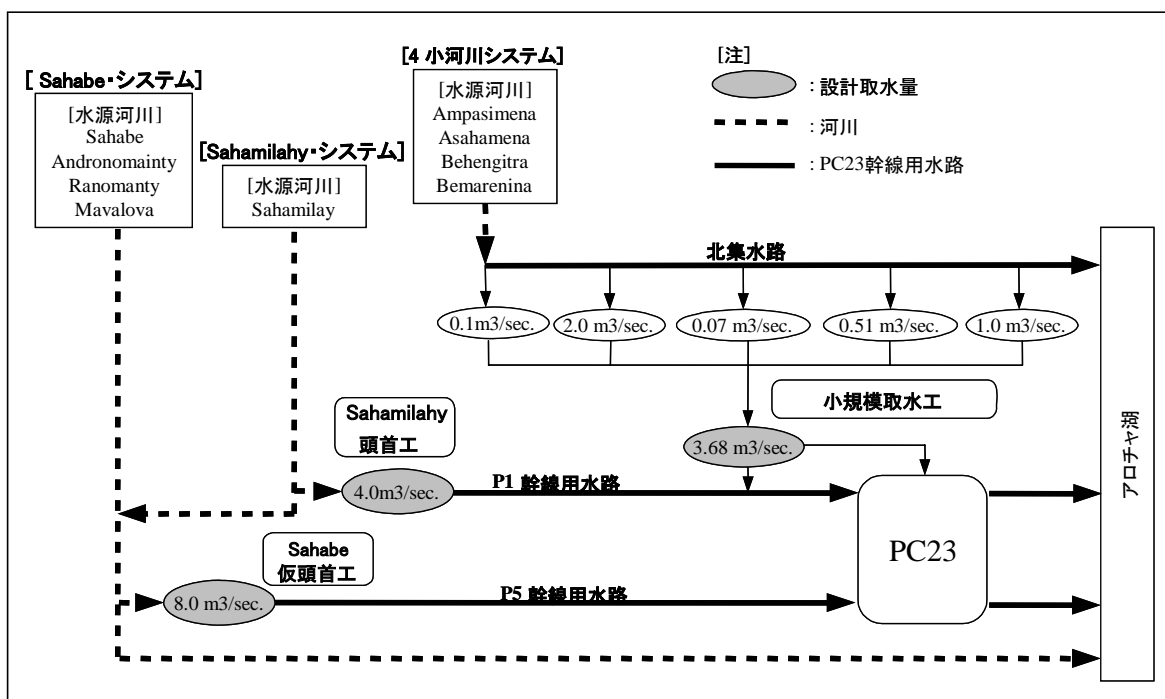
灌漑地区	灌漑面積 (粗面積) (ha)	水源 タイプ	取水量 (m ³ /sec.)	水源河川	備考 (V=貯水容量)
Andranobe	(750)	R + G	1.15	Andranobe	V=10.0Mm ³
Morafeno	(450)	R + G	0.7	Morafeno	V=6.4 Mm ³
Anony	7,700	R + G	11.7	Anoy	V=40.0 Mm ³
Sahamaloto	6,403	2 R + G	2.0	Sahame	V(2R)=62.0 Mm ³
Sahamamy	(500)	R + G	0.8	Sahamamy	V=2.3 Mm ³
Ivakaka	2,669	R + G	3.0	Ivakaka	V=39.0 Mm ³
Imamba		G	1.33	Imamba	-
Ranofotsy	(650)	R + G	1.0	Maningoro Ranofotsy Ansahamaroloha	V=54.0 Mm ³
PC15	2,800	R + G	4.0	Sasamangaha	V=22.3 Mm ³
Ambohimasina	(350)	G	0.5	Harabe	-
Andingadingana	(200)	G	0.3	Andranobe	-
Mangalaza	(50)	G	0.1	Analaboahangy	-
Manamontana	(900)	G	1.4	Manamontana	-
合計(13 地区)	23,422	R+G; 8 G; 5	27.98		V 合計=236.0 Mm ³

出典：Lemak' Alaotra, May 1994, CIRGR Ambantondrazaka、注：() 内の灌漑面積は推定、R: 貯水池、G: 河川流下水

3.8.2 PC23 地区の灌漑排水システム

(1) 水源および取水システム

PC23 地区の水源は、(a) Sahabe 川およびその 3 支流 (Andronomainty, Ranomanty, Mavalova) (b) Sahamilahy 川、および(c) 西部丘陵地帯からアロチャ湖に流下する 4 小河 (Ampasimena, Asahamena, Behengitra, Bemarenina) の 3 水源である。PC23 地区は、ダム・貯水池による用水調節機能を持たないことから、灌漑用水の供給可能量は水源河川の水文特性から季節により大きく変動する。PC23 地区の取水システムは、Sahabe 仮頭首工、Sahamilahy 頭首工、北集水路 (North Collector Canal) および P1 幹線用水路に設置されている小規模取水施設から構成されている。



出典：JICA 調査団

図 3.8.1 PC23 地区の取水システム模式図

Sahabe 仮頭首工は、Sahabe 川を渡る国道 3.a 号線の橋梁の下流約 100 m の地点に位置している。仮頭首工は、単純な矩形断面を持つコンクリート堰、2 門の土砂吐ゲートおよびシート・パイルによる左右護岸工から成っており、取水施設はない。したがって、灌漑用水の取入れは「自然取水」の形となっている。Sahamilahy 頭首工は、Sahabe 仮頭首工の北西約 2.5 km の Sahamilahy 川に設置された近代的な頭首工で、潜り橋兼用のコンクリート堰、土砂吐水門、取水工からなり、取水工は洪水時の水路内への流入流量の調節ゲートを備えている。4 小河川からの取水は、一時的に北集水路に集められた河川流下水を、直接あるいは P1 幹線用水路に取り込んだ後に、所定の分水工から 2 次・3 次用水路に分水する。北集水路からの直接取水は、小規模な水管橋により P1 幹線用水路上を越えて灌漑地区に配水される。上記 3 取水施設を基幹とした PC23 地区の取水システムおよび設計取水量は、図 3.8.1 に示すとおりである。

(2) PC23 地区および周辺地域の灌漑可能地区

過去の報告書に基いて灌漑可能地区の検討を行った。PC23 地区の灌漑可能面積は 9,870ha（純灌漑面積）で、PC23 地区の水源河川上流域に約 3,500ha の灌漑可能地区があると推定した。9,870ha の PC23 地区の内、約 5,300ha の耕地は Sahamilahy 頭首工および 4 小河川の支配地区であり主に P1 幹線用水路により配水されている。残る 4,570ha の地区は Sahabe 川仮頭首工の支配地区で、P5 幹線用水路によって配水されている。

(3) PC23 地区の灌漑・排水路システム

PC23 地区の灌漑・排水路システムは、(a)2 幹線用水路（P1 幹線用水路および P5 幹線用水路）、(b)10 二次用水路および三次用水路、(c)末端用水路、(d)5 幹線排水路および三次排水路、(e)末端排水路、(f)地区最下流部に設置された 2 本の集水排水路（南集水排水路および北集水排水路）、および(g)P5 幹線用水路の外側（高位部）に設置された北集水路からなる。PC23 地区の水路システムの水路配置は、用排分離を前提として、兼用水路を持たない点に特徴がある。幹線用水路、北集水路および三次用水路は、等高線と平行に配置され、二次用水路は基本的に耕地の傾斜に沿って配置されている。幹線排水路は、耕地の傾斜方向に配置され、三次排水路は対応する用水路と対をなす形で配置されている。末端用・排水路は、用・排分離の原則のもとで、地形条件に沿って配置されている。PC23 地区の水路網概要は、付図 3.5 に示す。

PC23 地区の全ての水路は、原設計として台形断面を持つ土水路で、コンクリートあるいは練石積工によるライニング水路は見られない。

PC23 地区の全ての水路は、当初の計画から台形断面を持つ土水路として設計されており、コンクリートあるいは練石積工によるライニング水路は見られない。2006 年現在設置されている水路の推定延長は下記の表 3.8.2 に示すとおりである。（詳細は付表 3.4 参照）

表 3.8.2 PC23 地区の推定水路延長

灌漑用水路		排水路	
水路	延長 (km)	水路	延長 (km)
P1 幹線用水路	23.2	5 幹線排水路	49.8
P5 幹線用水路	6.4	三次排水路	127.3
10 二次用水路	30.1		
三次用水路	90.5		
小計	150.2	小計	177.1
北集水路	10.5	2 集水排水路	6.6
		3 三次排水路	14.3
小計	10.5	小計	20.9
合計	160.7	合計	198.0

出典：JICA 調査団

三次用水路以上の水路の設置密度が低いため、田越し灌漑が一般的であり、圃区内の微地形に合わせて農民は末端用・排水路を複雑に配置している。

(4) PC23 地区の道路網

PC23 地区の道路網は、幹線(29.6km)・二次用水路(34.9km)・幹線排水路(56.4km)の管理用道路によって形成されており、地区中央を東西・南北に貫通する 3 路線が幹線道路として利用されている。東西幹線道路 2 路線は、国道 3a 線から地区の西外辺で分岐し、幹線

排水路 D1 および D2 の管理道路を経由して地区東端まで通じている。南北幹線道路は国道 3a 線から地区の北外辺で分岐し、Ambatomainty 村で地区内に入り、地区中央の Mahakary 村で幹線排水路 D2 の管理道路に合流している。原設計によれば、その他の水路管理道路は 1 圃区ごとに循環可能な形で配置され、上記の幹線道路のいずれかと直接・間接に接続している。地区内の全道路は無舗装であり、かつ十分な有効幅員・路肩幅が確保されてない。そのため車両・トラックた一の交差は困難である。また無舗装の路面は荒れた状態になっており、雨期中の車両通行が困難な路線が多い。

(5) 洪水防御堤

PC23 地区は、南端の Sahabe 川左岸に 1970 年代初めに建設された高さ 2.5～3.0 m・総延長約 13.5 km の堤防と総延長約 13.0 km の北集水路の左岸盛土によって洪水から防御されている。しかし、2005 年の 2 月下旬から 3 月上旬にかけて総雨量 600 mm 近くの集中豪雨で発生した洪水により、地区南東端の Sahabe 川筋屈曲点と接する部分で破堤し、その部分から河川水が堤防沿いの D0 幹線排水路に流入したため、地区全域の排水路水位が約 2 ヶ月間低下しなかった。2007 年現在、この地点の堤防は仮復旧されている。PC23 地区の西側丘陵地帯からアロチャ湖に流入している 4 小河川 (Ampasimena、Asahamena、Behengitra、Bemarenina) の洪水に対しては、北集水路の左岸盛土が洪水防御堤の機能を果たしている。北集水路の左岸盛土は、総延長約 13.0 km であるが、堤頂幅が不十分であること、北集水路左岸の取水構造物による遮断などにより、堤頂の車両通行は困難である。

3.8.3 調査対象地域の水利用状態

(1) 流域内水利用状況

PC23 地区の水源地河川の上流域には、純灌漑面積約 3,500 ha の水田地帯が広がっている。約 10,000 ha の PC23 地区は、その下流に位置しているため、流域内の水資源利用は、上流地区 3,500 ha の灌漑が優先される結果となる。

一方、調査対象地域の灌漑期間における Sahabe 川およびその 3 支流の合計流量 (10 日平均流量 : 5 年渇水流量) は図 3.8.2 に示すとおりであり、灌漑活動の開始される 10 月～11 月の流量は $5.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以下であり、12 月後半に約 $10.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ まで増加している。

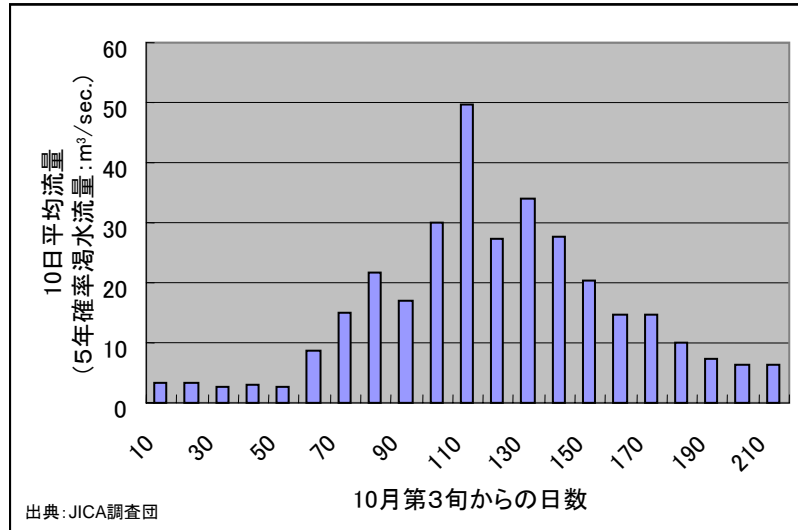


図 3.8.2 作付け期間における Sahabe 川水系の流量変化

一方、利用可能な水源水量から、水源河川上流の水田地帯においては、10月から12月上旬の灌漑開始が可能である。その結果として、下流部に位置するPC23地区は12月下旬の流量増加時期まで灌漑開始を待つこととなる。このように、調査対象地域の水資源利用は、地理的な位置関係と水源河川の水文特性によってその利用開始時期が決まる。図 3.8.3 は、灌漑開始時期による調査対象地域の地域区分を模式的に示したものである。

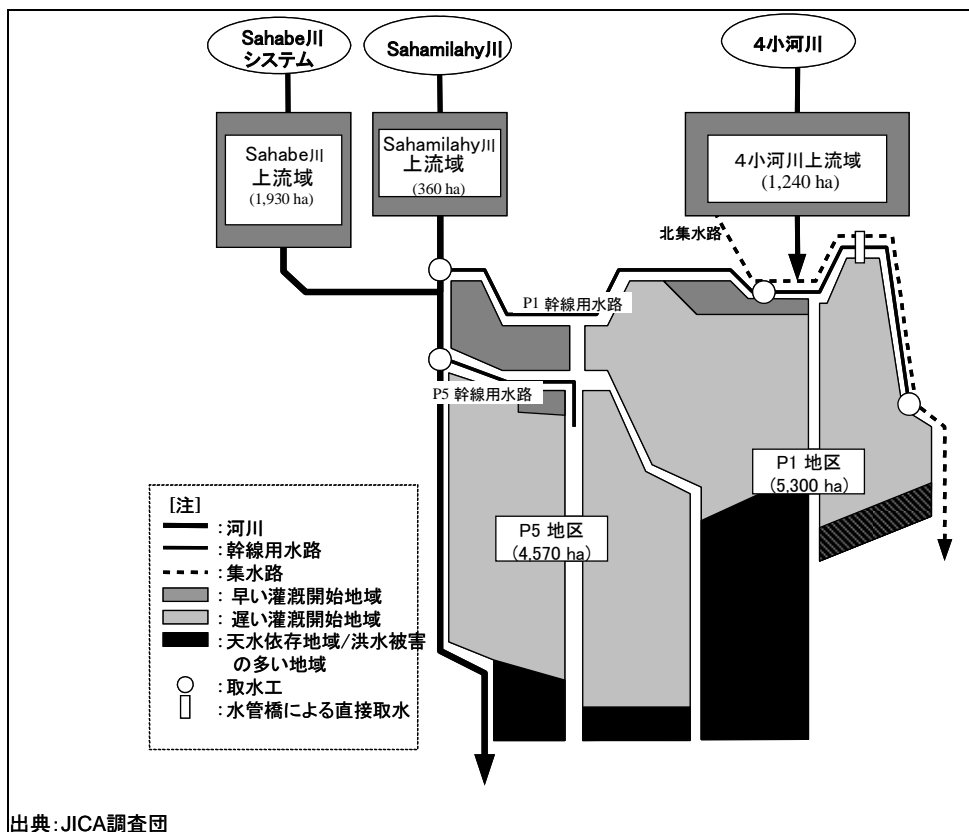


図 3.8.3 灌漑開始時期による調査対象地域の地域区分

(2) PC23 地区内の水利用状況

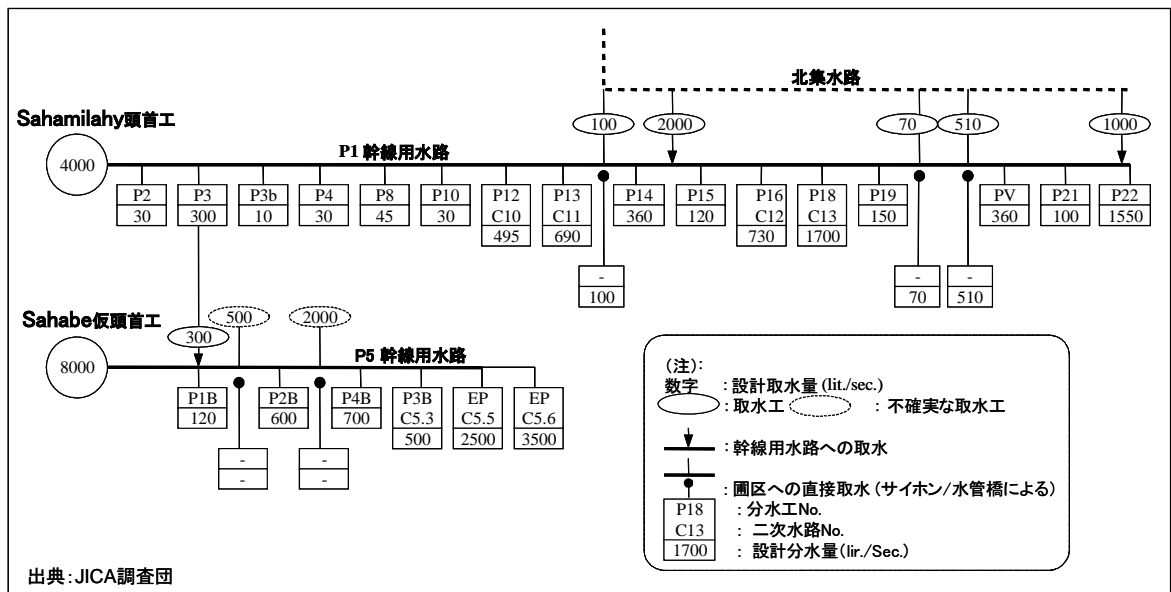
PC23 地区の灌漑用水利用に関わる灌漑システムの特徴を下記の表に示す。

表 3.8.3 PC23 地区における水配分の特徴

項目	幹線用水路	二次用水路	三次用水路
配水	量水と分水ゲートの開閉	量水とモジュールゲートの開閉	定量（一部調節可）分水
量水	オリフィス（簡単な操作・荒い量水精度）	モジュールタイプゲート（複雑な操作と高い量水精度）	量水装置なし
ローテーション灌漑	分水ゲートの開閉のみ（低水位時のローテーションは非常に困難）	三次水路を単位としたローテーションは可能	非常に困難
旱魃に対する対処	灌漑用水の公平分水（全滅の危険もある）	ローテーション灌漑による救援可能	非常に困難

出典：JICA 調査団

図 3.8.4 は、PC23 地区の幹線用水路内の分水状況を灌漑ダイアグラムとして示したものである。



出典：JICA調査団

図 3.8.4 PC23 地区内の灌漑用水配分（灌漑ダイアグラム）

PC23 地区の末端圃場への配水は、基本的に圃区（三次用水路支配地区）内の傾斜方向に配置されている末端用水路によって行われる。地区農民は、圃区の形状、傾斜、および所有圃場の位置にあわせて圃区内に追加の小水路を独自に配置している。三次用水路の支配地区は、最大 280 ha と広大であり、かつ均平程度が悪いため、圃場は畦によって細分化されている。そのため、末端水路の追加配置だけでは十分な配水ができないことから、田越し灌漑による圃場への配水が行われている。

3.8.4 水路内堆砂、地盤沈下および排水の問題

(1) PC23 水路の堆砂源

セクション 3.9.4 で示すように、年間土砂流出量は約 1,422,000 ton と推定され、Sahabe 川から、732,000 ton、Sahamilahy 川から 256,000 ton、Asahamena 川から 153,000 ton、残りの川から 281,000 ton になっている。

2003 年、アロチャ・マンゴロ DRDR 事務所は契約ベースで幹線水路の主要な部分の浚渫を実施した。結果は下記の表のとおりである。

表 3.8.4 PC23 地区における浚渫作業

水路名	位置	総延長 (m)	浚渫量 (m ³)
P1	北集水路からの取水施設から P1 下流部	2,570	20,478
P5	Sahabe 仮頭首工から P5 上流部	3,641	28,942
合計		6,211	49,420

出典: DRDR office in Ambatondrazaka

上記 2 水路部は、流域で土砂供給が 1 番と 3 番に位置する Sahabe 川 (P5) 及び Asahamena 川 (Asahamena 川-北集水路) からの土砂供給で、P5 の取水口は暫定的なもので取水ゲートもなくまた、P1 は土砂の浸入を防御する施設が整備されていないため、水路内堆砂が顕著である。浚渫後 P5 幹線水路への取水量は 2.0~3.0m³/sec から 5 m³/sec に増加したものの、設計取水量の 8.0m³/sec には達していない。

(2) 水路内堆砂の原因

PC23 地区の水路内堆砂の第一要因は、Sahabe 川、Sahamilahy 川、Asahamena 川といった水源河川流域からの大量の運搬土砂である。第二の要因は、水源河川の運ぶ浮遊土砂の水路内流入を制御する構造物の不備である。PC23 の主な取水工には、取水ゲート、土砂吐工、沈砂池、AVIO ゲートなどの土砂流入を制御する施設・装置が設置されていない。Sahabe 仮取水工は、取水ゲートの無い自然取り入れタイプの取水工であり、Sahabe 川の浮遊土砂は何の制約もなく P5 幹線用水路に流入する。第三の要因は、既存施設の老朽化による機能不全である。Andranotsimihotra 部落付近に位置する北集水路からの取水工には、自動取水流量制御施設として AVIO ゲートが設置されているが、北集水路を流下する Asahamena 川の洪水と洪水による運搬土砂の流入制御の機能を果たしていない。Sahamilahy 川を水源とする P1 幹線用水路の場合、Sahamilahy 川岸の取水工には AVIO ゲートが設置されており、自動制御により浮遊土砂の P1 内流入を防ぐシステムとなっている。しかし、AVIO ゲートの故障により、併設の手動スライド・ゲートにより洪水時の土砂流入を防いでいるのが現状である。

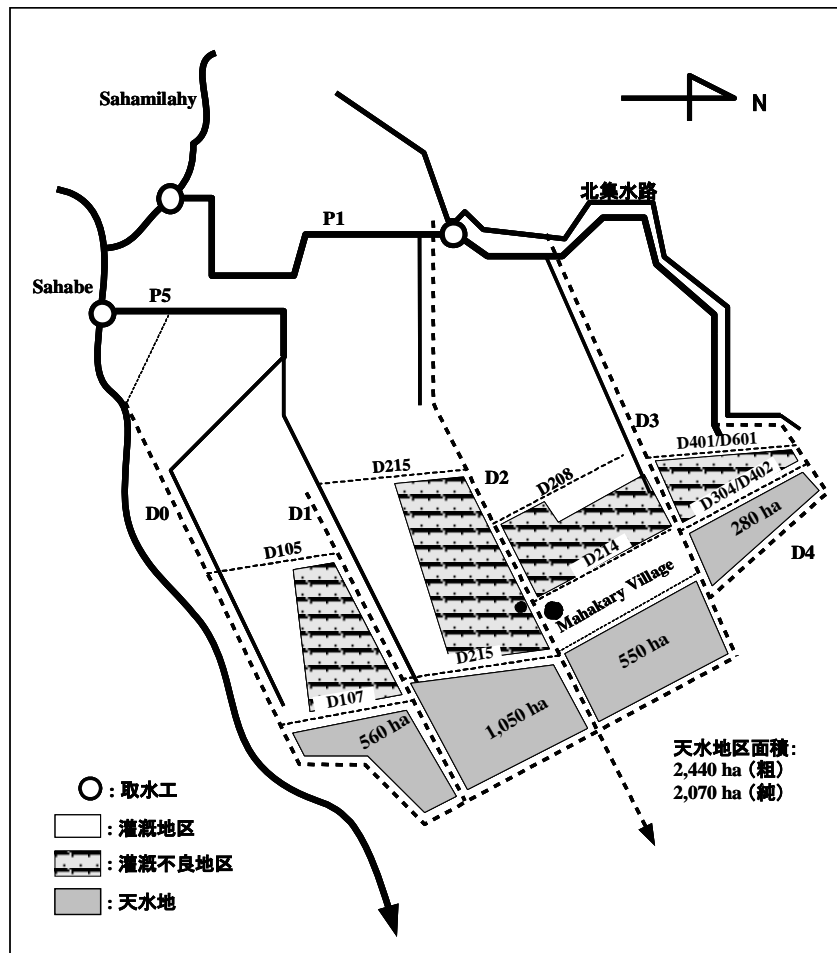
上記の要因に加え、下記の事象が幹線用水路内の堆砂の原因になっている。

- ① 同一の設計流量に対して、たとえ浚渫後でも、水路底幅/水路断面が変化している。このため、流速の変化に伴って流水の土砂搬送力が変化し、流速変化点において堆砂が発生する。
- ② 水路内流水は、不等流が随所でみられる。上記流速変化点に加え、下流側の背水

による流水の土砂搬送力の変化が堆砂の原因となっている。

- ③ 水路法面の植生、水路内の水草の繁茂、崩壊法面などに起因する流速の低下が堆砂の原因となっている。水路内に繁茂するパピルスの群生が水路内流水の円滑な流下を妨げている。
- ④ AVIO ゲートなどの破損/機能不全に陥っている水路内構造物が、灌漑用水の円滑な流下を妨げており、流水の土砂搬送能力の変化の原因となっている。

このような状況で、図 3.8.5 に示すように、各圃区において所定量の灌漑用水が三次用水路の末端から下流側の水田へ供給されていないため、慢性的な用水不足状態におかれている。さらに、水源河川からの取水量不足により灌漑用水が到達しない地区下流部 1,610 ha では、低位部が天水田、中位部が乾田直播地、高位部が放牧地として利用されている。また、浚渫工事対象外となった P1 幹線用水路地区では、中流部が灌漑用水不足区域、下流部が天水田となっている。いずれの天水田区域では、当初の構造物が使われなまま、原形をとどめぬ程度まで破損、放置されている。

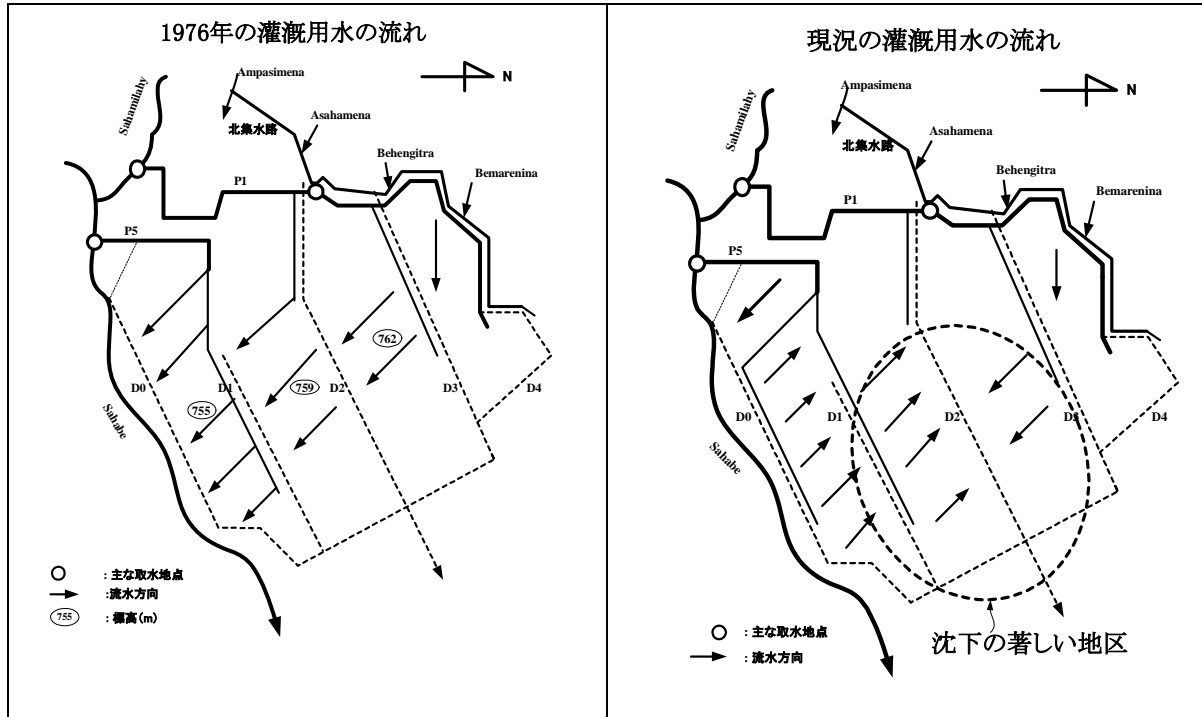


出典: JICA調査団

図 3.8.5 PC23 地区の灌漑状況図

(2) PC23 地区の地盤沈下

PC23 地区は、1960 年代から 1980 年代前半の期間に地区全体が沈下した。地区によって沈下程度は異なるが、最大 1.2 m 程度といわれている。アロチャ湖周辺の灌漑事業の実施機関であった SOMALAC は、1983 年より 1985 年までに、沈下した PC23 地区の現地調査および地区の改修計画・設計を実施し、引き続き施設改修事業を実施した。図 3.8.6 は、1980 年代中盤の施設改修前後の灌漑用水の流下方向の変化を示すものである。



出典：左: CARTE DE MADAGASIKARA, 縮尺 15,000, 右: 水路配置図、縮尺 1/20,000, DIRDR アンバトンドラザカ作成

図 3.8.6 1980 年代中盤の施設改修前後と現在の灌漑用水流下方向の変化

上図の比較から、D2 幹線排水路の下流域が 1980 年代中盤までに大きく沈下したことが分かる。その後、2003 年に DIRDR が実施した測量結果と JICA 調査団の調査結果から、高標高部から低位部によってゆく東西方向には、D2 幹線排水路の流下に影響する大きな沈下はなく、PC23 地区内における局所的な沈下および南北方向については、D4 幹線排水路の東部における既存構造物の状況から、1980 年代中盤以降に沈下があったことを示す現象が随所に見られ、幹線排水路 D2・D3・D4 がカバーする地区の北東部地域においては、施設改修事業実施以降も沈下の進行があったものと推定される。現在、PC23 地区東部・北東部の地域では、天水田あるいは放牧地としての土地利用が多く見られる。一方、PC23 地区の南部および南東部においては灌漑システムに重大な影響を与える沈下はみられない。PC23 地区南部の C5.5 (二次用水路) のカバー地区では、末端に至るまで円滑な三次用水路への分水が確認されている。

(3) PC23 地区内外の排水不良

(a) アロチャ湖の高水が原因する PC23 地区の排水不良

旧 DIRDR が 2003 年 12 月に実施した PC23 地区の縦断測量の結果によれば、D2 幹線排水路および Mahakary 水路用管理道路面の概略標高は、表 3.8.5 に示すように推定される。

表 3.8.5 概略標高 (D2 幹線排水路および Mahakary 水路用管理道路)

測量地点	測量延長 (km)	概略標高 (m)
国道 3A (Antetampotsy)	0	772.0
P5 幹線水路 (第 2 AVIS ゲート)	2.3	764.9
Ambohidrony	3.3	763.7
Mahakary	10.6	756.9
D2 終点/Mahakary 水路始点	12.6	756.5
Antsampananefatra	14.8	756.4
Antsampananefatra 村東端	15.6	755.3
縦断測量終点	20.0	753.7

出典：DIRDR

D2 幹線排水路沿いおよび Mahakary 水路周辺の住民から、アロチャ湖の高水時の背水による排水不良とその結果発生する周辺地域の冠水状況について詳細な聞き取り調査を行った。その結果によれば、国道 3.a から東に約 15.6 km の Antsampananefatra 村におけるアロチャ湖の高水による最高背水位は、毎年 2 月にみられ、標高 755 m 付近まで上昇する。同村の住民は、Mahakary 水路堤上に住居を持つが、これまで、堤頂の住居が冠水したことはない。しかし、堤頂から約 1.5 m 低い堤外の畑地および草地は毎年のように冠水する。PC23 地区東端の D2 幹線排水路堤頂の標高は約 756.5 m であることから、PC23 地区東端の水田および住居地区の冠水は発生していないものと推定される。しかし、D2 幹線排水路の水路底標高は、地表標高より約 3.0 m 低い (約 753 m) ことから、アロチャ湖の高水時背水は、D2 幹線排水路、南北排水路 (D2 の最末端支線) および Mahakary 水路の流下に影響を与えていることが予想される。

(b) 排水不良による PC23 地区の局所的な冠水

PC23 地区内の排水不良による局所的な冠水起きている。水田、管理用道路、水路周辺の冠水は、主に三次排水路下流部 (二次排水路に近い部分) に見られ、この冠水の主な原因は次の通りと考えられる。

- (a) 三次排水路の水位を人工的に堰上げ、排水路沿いの水田の灌漑を行う。この堰上げによって、雨期の降雨等により上流部の冠水が発生する。
- (b) 排水路内の水草繁茂、水路法面崩壊、堆砂、排水路内耕作によって排水の流下が妨げられ、上流部分が冠水する。
- (c) 排水路が人為的に切られ、排水による隣接耕区の灌漑を行う。この際、排水路と共に管理用道路が切られることが多く、開削部周辺が冠水状態となる。
- (d) 法面の完全崩壊により排水路自体の形状がなくなっている部分に、雨期降水が停滞する。

3.8.5 PC23 地区灌漑施設の維持管理

(1) 維持管理体制と役割分担

PC23 地区における灌漑排水施設の維持・管理業務は、1990 年まで政府の灌漑事業実施機関であったアロチャ湖開発公社 (SOMALAC : Société malgache d'aménagement du lac Alaotra) が実施してきた。SOMALAC は、1985 年に受益農民から管理費の徴収を目的と

して水利用者組合（AUE：Association des Usagers de l'Eau）を組織し、さらに SOMALAC と AUE による施設維持管理作業共同実施体制を推進していた。しかし、マダガスカル政府の公営諸機関の縮小と民営化政策に沿って 1990 年に SOMALAC が解体された後、PC23 地区の維持管理業務は行政側の PC23 地区灌漑事務所と裨益農民が共同で実施することになった。その際に政府と水利組合とで合意された役割分担は、表 3.8.6 に示すとおりである。

表 3.8.6 灌漑施設の維持管理に関わる DIRDR と AUE の役割分担

維持管理活動	PC23 灌漑事務所	AUE/受益農民
水管理計画の策定	- AUE に対する灌漑計画策定指導 - AUE 作成の灌漑計画に対する了承	- 各 AUE の管轄灌漑耕区に対する水配分計画の策定
水配分	- 頭首工における取水ゲートの開閉 - 幹線水路内の分水ゲートの開閉 - 二次・三次用水路の分水ゲート開閉に係る許可	- 二次・三次用水路の分水ゲート開閉 - 末端水路への分水調整 - 圃場の湛水調整 - 末端用・排水路建設
灌漑施設の維持、補修	- 主要構造物の修理・維持に関わる予算作成・申請 - 主要構造物の修理・維持に関わる作業監理（業者発注による作業） - AUE が実施する小規模施設の修理に対する許可	- 三次水路以下の用・排水路および構造物の維持・補修
その他	- 年間の水配分計画および維持管理計画に関わる農民会議の運営 - AUE 間の水紛争等の仲裁 - 灌漑活動のモニタリングおよび農民の指導 - AUE および農民に対する技術的なアドバイス	

出典：JICA 調査団

(2) 水利用者組合

PC23 灌漑事務所が取りまとめた PC23 地区に存在する 6 水利用者組合の概要は、表 3.8.7 に示すとおりである。水利用者組合員数は実際の組合長から聞き取りした結果をもとに修正した。Zato P1 を除く残りの 5 水利用者組合は SOMALAC 時代に設立されたものである。

表 3.8.7 水利用者組合のプロファイル

水利用者組合	灌漑計画面積 (ha)	水利用者組合員	灌漑ブロック数	灌漑水源（河川名）
1 Amparamanina	1,790	701	8	Sahamena, Behengitra
2 Mahakary	3,460	509	18	Sahamilahy
3 Vohihola	2,790	684	12	Sahabe
4 Vonana P1	780	320	5	Asahamena, Ampasimena
5 Tsaratahimbary	1565	425	12	Sahabe, Sahamilahy
6 Zato P1	250	80	1	Sahamilahy
合計	10,635	2,719	56	

出典: Morarano Chrome 灌漑事務所および JICA 調査団/2003 年 10 月

これらの AUE の機能状態を評価するにあたって、組織基盤、活動レベル、参加レベル、運営能力、そして 2004 年現在の財務状況、の 5 項目について分析を行った。詳細は付属

資料 3-2 AUE の機能分析に示す。

PC23 地区では、Amparamanina と Vonona P1 の 2 つの AUE のみが比較的活動しており、他の AUE はほとんど機能していない状態にあるといえる。特に Mahakary、Vohibola-Mandroso 及び Zoto P1 については活動がまったく見られなかった。Tsaratanibary では、灌漑施設の小規模な維持管理を行っているが、定期的な活動は見られなかった。

各水利組織の機能状態に差異はあるものの、要因はそれぞれ類似しており、その中で最も深刻かつ切実な問題点として、灌漑用水の欠如、水利組織への懐疑心、組織基盤の脆弱及び居住地と耕作地の距離の 4 点が挙げられる。これらの問題点の背景は以下のとおりである。

- ① 灌漑用水の欠如は：水利組合が管轄する範囲のかんりの面積が、灌漑施設の未整備のため天水の状態である。そのため大部分の農民は、水利組合に参加する意義を感じていない。一部の農民だけが自分たちの水田に最低限必要な修繕維持作業を小規模に行っているのが現況である。
- ② 水利組織への懐疑心：水利組合は基も SOMALAC 時代に灌漑システムの管理を担当するために設立されたしかし、水利組合の運営は不透明で、特に財務管理及び資産管理が問題となっていた。また農民は、SOMALAC 解体後に灌漑排水施設の運用維持管理を委ねられた水管理組合の不透明な運営に対する不信感をいだくことになった。
- ③ 組織基盤の脆弱：PC23 地区では Amparamanina と Vonona P1 を除く、残りの 4 つの AUE は法人登録を行っていない。法人登録は、行政や他のドナーからの支援を受けられることを可能にするとともに、規則違反者に対して法的制裁手段を取ることが出来るようになる。また、ほとんどの AUE 幹部及び水利費徴収担当者は、無報酬で仕事をしている。AUE 運営にあたっての彼らの仕事量は多く、一方、これに対するインセンティブは何も支払われないため、参加意欲が低くなっている。その結果、AUE の活動に影響を与えている。
- ④ 農民の居住地：農民の居住地は PC23 地区内外に散らばっている。多くの農民が PC23 地区外に住んでおり、作付け時期のみ PC23 地区に移動し農作業を行っている。また、地主がアンタナナリブやアンチラベといった遠く離れた都市に居住し、土地を PC23 地区近隣に住む農民に貸し出しているケースも見られる。このような背景により、AUE が水田の実際の使用者を把握することは極めて困難な状況にある。このような背景のため、組合員間のコミュニケーションは非常に限られており、会議の実施や意思決定が難しくなっていると同時に、水利費の徴収も非常に困難となっている。

3.8.6 PC23 の水源河川上流部の灌漑現況

PC23 地区の灌漑用水は 6 河川から取水している。それらの 6 河川は各々の上流域には、灌漑水田が広がっており、各河川流水を灌漑水源としている。水源河川上流域の合計灌漑地区（純灌漑面積）は、表 3.8.8 に示すように約 3,500 ha と推定される。水源河川の支流にはさらに灌漑地区が広がっている。

表 3.8.8 PC23 地区の水源河川上流域に広がる灌漑地区面積

水源河川名	主要支川名	灌漑地区面積 (ha)	
		粗面積	純面積
Sahabe	Sahabe 本流	1,750	880
	Mavolava	1,570	780
	Andranomainty	210	100
	Ranomainty	370	180
Sahamilahy		720	360
Ampasimena		600	300
Asahamena		240	120
Behengitra		590	290
Bemarenina		1,050	520
合計		7,100	3,530

出典：JICA 調査団

PC23 水源河川上流の灌漑地区は、小規模な水田から構成され、幹線用水路は丘陵地の裾を走り、排水は田越しによりそれぞれの水源となる河川に戻る灌漑システムが一般的である。二次以下水路は地形に合わせて蛇行し、多くは用排兼用水路である。田越し灌漑が一般的である。大部分の灌漑地区の取水は、丸太、シダ、土塊、岩など現地で調達可能な材料でできた一時的な簡易取水施設により灌漑用水を取り入れている。1 取水工により、数十 ha から 100 ha 程度の灌漑地区が灌漑されている。灌漑作業は、10 月初旬の一時的な簡易取水堰の建設から始まり、堰建設の完了後、順次作付けの準備を進める。雨期の洪水期にはしばしば簡易取水工が洪水のために流失し、農民は作付け期間中に長期間をかけて簡易堰の再建設を強いられている。

3.8.7 灌漑・水利組織の問題点とその発生の原因

PC23 地区および上流地域の灌漑地区の灌漑・水利組織に関する問題点とその発生原因は、表 3.8.9 のように要約される。

表 3.8.9 灌漑・水利組織の問題点とその発生の原因

地区	問題点	問題点発生の原因
PC23 地区 (灌漑水田)	灌漑用水取水量の減少	主要 3 取水工地点および幹線用水路内の堆砂による幹線用水路通水能力の設計用水量確保不能、
	灌漑用水路の通水能力低下	水路内水生植物の繁茂・水路法面の崩壊・水路構造物の破損および機能不全
	二次/三次用水路への灌漑用配水量不足	分水ゲート、チェック・ゲートおよび量水施設の機能不全による適正配水不能
	圃場への灌漑用水配水量不足および圃場レベルの円滑な配水障害	三次用水路の延長が長いこと、水路の通水能力の低下、不均衡な圃場用水路の配置
	限られた灌漑用水の非効率的利用	行政側灌漑管理者不足による水管理計画不在、かけ流し灌漑など圃場レベルの稚拙な水管理
	水田および管理用道路の局所的な冠水	排水路内流水再利用のための排水路堰上げによる排水路流水の遮断、排水路内の水生植物繁茂・排水路堤防崩壊・排水路内の耕作による排水路通水能力低下
	二次/三次用・排水路用管理道路の寸断および物資運搬の支障	用水路から排水路へ不当な取水に伴う管理用道路開削による交通遮断、雨期中のトラクターあるいは牛車通行による管理用道路表面の攪乱による管理道路の破損
	末端灌漑施設の老朽化	灌漑施設の維持管理組織・制度の未整備による維持管理計画の不在、行政の維持管理に係わる予算の欠如
	農民組合/農民自身による圃場レベルの維持管理・修復作業不十分	末端水利組織機能不全、農民の自己水田に係る狭い範囲の施設維持実施
PC23 地区 (天水田)	灌漑用水未配水による天水田利用	既存基幹灌漑施設の通水能力低下による PC23 地区末端への灌漑用水未到達、過去の地盤不等沈下時に破損した二次/三次灌漑水路施設の未修復、
	雨期中の局所的冠水	アロチャ湖高水期間中の幹線排水路流下能力低下、排水路内の水生植物繁茂、排水路堤防崩壊、過去の地盤不等沈下による地表凹部への湛水、排水施設の老朽化/破損および排水路の通水断面の縮小
	天水田の均平不十分	しろかき・畦の建設などの未整備
	水路管理道路の機能低下	用水路機能不全による水路管理道路維持作業中断
	耕地の放牧利用	過去の地盤不等沈下により湛水不能な地表凸部における農民の灌漑耕作放棄
Sahabe 川、 Sahamilahy 川、 中小 4 河川 流域	灌漑用水供給の不安定	灌漑用水必要時期中の河川流下水量変動あるいは水不足発生時の補助水源不在
	灌漑効率の低下	コンクリート/練り石積み工による取水施設の老朽化/破損、しろかき・畦の建設などの人力実施、農民による圃場レベルの維持管理作業未実施
	田面冠水の局所的発生	排水施設の老朽化/破損および排水路の未整備
	取水構造物・水路・圃場の洪水被害発生	洪水防御施設の未整備、農民自身が建設した簡易取水堰の構造上の脆弱性
	早魃年の田植え実施時期遅延による稲の生育不足と収量低下	早魃時の補助用水源不足もしくは不備
	施設計画・建設に関わる技術的普及活動の不備	地区農民に対する行政による施設設計・建設に関わる技術的支援、普及活動の欠如
	流域単位の灌漑施設維持に対する組織的対応の不備	流域単位の灌漑施設維持に対する組織の未整備

出典：JICA 調査団

3.9 流域管理・土壌保全現況

3.9.1 森林概況

調査対象地域内の森林は天然林と人工林からなるが、流域保全上重要な PC23 地区灌漑水源河川上中流域の森林被覆率は、Sahabe 川流域が 19%、Sahamilahy 川流域が 8%、中小河川群流域が 5%であり、森林が Sahabe 川流域に偏在している。上中流域面積の僅か 3%を占めるに過ぎない天然林も、住民の無秩序な利用あるいは商業目的の違法伐採による劣化が著しく、加えて繰り返される森林火災が森林の荒廃化に拍車かけている。しかし、林内には幼木および稚樹が比較的多く成育し、その立木密度が 10,000 本程度あることから、人為的あるいは森林火災などの外的障害が無ければ、自然復旧の可能性を有する林分である。林内の土壌は膨軟性に富み、面積が少ないものの、水源涵養の面で重要な機能を有しているものと判断される。人工林は、主にユーカリ (*Eucalyptus robustus*) とマツ(*Pinus caribaena*、*P.eriotti* など)からなり、一部にグレベリアも植林されている。マツ林は主として林業公社が植栽した造林地であるが、他の人工林は地域住民と DREEF が植栽した樹種からなる。ユーカリは耐火性があり、また伐採後の萌芽力が強いいため、住民はその萌芽林を薪炭林として利用しているが、特別な手入れをすることもなく、伐採後はそのまま放置して萌芽再生を待っている。ユーカリは成長が速く薪炭材としては極めて秀れており、現在これに代替する燃料資源はない。一方成長が速いぶん土壌水分を多量に摂取し、地下水涵養に負の影響があるといわれているが、現地の森林省職員、住民の意見では、その様な現象は見受けられないという。現在グレベリアがユーカリと混植されている。マダガスカル政府は薪炭材適正樹種の選定を行っている。

Sahamilahy 川流域では、天然林が約 1,100 ha と人工林が 600 ha を占めている。天然林は地区西端部の傾斜 30°以上の急峻地谷部に残存するが、中径木が主体の 2 次林である。集落周辺の丘陵地帯にはユーカリを主体とする人工林が分布し、特にユーカリ林は薪炭林として住民に利用されている。Sahamilahy 川流域の森林被覆率が 8%と極めて低く、かつ草地・灌木地が 77%を占めるため、下流域への土壌流出ならびに環境保全などを惹き起こしている流域である。

Sahabe 川流域では、天然林が約 4,100 ha と人工林が 14,000 ha を占めている。天然林は、上流域南西部境界および南端分水嶺の急峻谷部に比較的まとまって残存しているが、すべて中径木の 2 次林である。しかし、南西部境界付近の天然林は 2006 年乾期に調査対象地域外から延焼してきた大規模火災の被害を蒙り、一部の天然林地は荒廃化の危機に瀕している。人工林の大部分は、林業公社が 1973 年以降に植栽したマツ林で占められているが、不十分な施業による生育不良の林分や 2006 年乾期の森林火災で被害を受けた林分が数多く見受けられる。その他、住民あるいは DREEF によるユーカリ造林地が集落周辺に広く展開しているが、空閑地を多く含む粗放な方法により植林されている。域内住民にとり、ユーカリ林は重要な薪炭源となっている。Sahabe 川流域全体の森林被覆率は 18%であり、大規模なマツ人工林が Sahabe 川下流域への土壌流出の削減や水源保全に大きな役割を果たしている。

3.9.2 流域管理

調査対象地域における流域管理業務は森林管理活動が中心であり、2007 年 4 月の

MINENVEF 組織改革後はアロチャ・マングル DREEF が専管事項として担当している。職員定数は、アロチャ・マングル DREEF とその支所を合わせて 31 名、その内訳は技術職員 3 名、技能職員 21 名、事務職員 7 名で、現在技能職員 13 名が欠員となっている。アロチャ・マングル DREEF の機構は、付図 3.6 に示すとおりである。具体的な森林管理活動のうち、森林火災防止活動のように、地方行政機関（県・郡・コミューン・村）が一体となって協力する活動や、調査対象地域内にマツ林を有する林業公社と一緒に取り組む活動もある。しかし、広大な管理対象地区を限られた人員、予算、機動力など厳しい制約条件のもとでは、アロチャ・マングル DREEF 単独での流域管理はほとんど不可能な状態になっている。そのような状況で、住民による森林管理のための活動組織が未整備であり、インセンティブの提供などを含む管理活動への支援も欠如している。

3.9.3 森林火災

Sahabe、Sahamilahy および中小 4 河川の流域においては、毎年のように繰り返される森林・原野火災の被害が、残存天然林の林相を劣化させるだけでなく、草地や灌木林の植被の自然回復力を著しく妨げている。DREEF の記録によれば、旧アンパラファラブラ・アンバトンドラザカ両営林署管内における 1998 年から 2005 年までの 8 年間の森林火災被害合計面積は、表 3.9.1 に示すとおりである。

表 3.9.1 旧アンパラファラブラ・アンバトンドラザカ両営林署管内森林火災被害

営林署	被害天然林 (ha)	被害人工林 (ha)	被害林合計 (ha)	現存林面積 (ha)	延べ被災面積 比率 (%)
アンバトンドラザカ	389	640	1,029	18,128	5.7
アンパラファラブラ	376	447	923	2,877	32.1

出典：DREEF

草地・灌木林地の火災による焼失面積は上表の数値を大幅に上回り、旧アンバトンドラザカ営林署管内では 2004 年に 2,516 ha、2005 年に 3,462 ha、旧アンパラファラブラ営林署管内では 2005 年に 2,335 ha のである。また、2006 年に調査対象地域内で発生した森林・原野火災は、Morarano Chrome コミューンを中心とする Sahamilahy 川流域内の件数が減少し、Soalazaina および Tanambao Besakay コミューンを中心とする Sahabe 川流域内での件数が増加した。この流域の大半は、居住地から遠く離れており、火災防止普及活動が行き届き難い地利的条件にある。また、火災に弱いマツ林が広く分布しているため、ひとたび火災が発生すると容易に延焼し易い環境にある。隣接流域からの延焼も多く、これらの要因が重なって火災発生の危険性が高くなっているものと判断される。

原野火災・森林火災の原因の多くは火の不始末によるものであり、原野や林内で料理や暖をとるために火を使用した後の不手際、製炭後の消火の不徹底、タバコの火等々である。一方、火災の原因には故意によるものもあり、これらは政治的な反発意識や自己の権利・主張のアピール、あるいは宗教的理由によって火が放たれることがあるといわれている。この問題に取り組むために、環境治水森林省では啓発活動にも努めてきた。アンバトンドラザカの DREEF では 2003 年に林業公社とともに、公社造林地周辺の農村に対して森林火災に対する啓発活動を実施した経緯がある。また、NGO も環境保全関連の活動の中で農民に対して農民の意識の向上に取り組んでいる。

また、一方で、政府は 2003 年、野火および森林火災を厳しく取り締まるために罰金刑や

懲役刑を明記した「法令 60-127」が発令している。

緊急時が発生した場合には村人全員が消火活動に参加する伝統的な慣習が存在しているようだが、村落民が野火・森林火災に対して、問題意識が低いこと、各村落で野火・森林火災対策を目的とする組織が未整備なこと、火災に対する消火資機材が未整備なことが、野火・森林火災発生の原因になっている。

3.9.4 土壌流亡

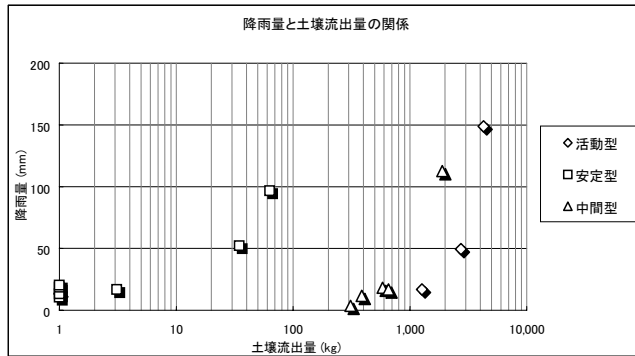
PC23 灌漑地区には、毎年の洪水期に Sahabe、Sahamilahy および中小 4 河川を経て大量の土砂が運ばれてくる。これらの水源河川に流入する土砂の発生源は、上流域の荒廃草地・灌木地とラバカである。前者は、原野火災で裸地化した荒廃草地・灌木地の傾斜面の土壌が、雨期期間中の降雨によって侵食され、雨水とともに川筋に流入するメカニズムとなっている。一方、後者については 2001 年 4 月時点の LANDSAT 画像を解析した結果から、表 3.9.2 に示すように調査対象地域の各河川流域に発生している。ラバカは山地面の崩落現象であるが、その 80%はミグマタイト地質構造分布地域で発生している。ラバカの発年代は非常に古く、長時間をかけて形成されたものと判断される。ラバカ内の植生状況から、下記の 3 型態に分類される。(i)活動型：崩壊部が安定せず現在なお崩壊が進行し土砂を下流部へ流出中のもの、(ii)安定型：崩壊部が土砂の堆積と植生の回復によって完全に安定形態に復元したものおよび (iii)中間型：崩壊部が崩落土砂の堆積と植生の回復が進行し、ラバカが安定方向へ向かっているもの。このうち中間型と活動型ラバカ内に堆積している崩落土が強度の降雨によって溪流に流出するメカニズムとなっている。

表 3.9.2 調査対象地域のラバカ発生状況

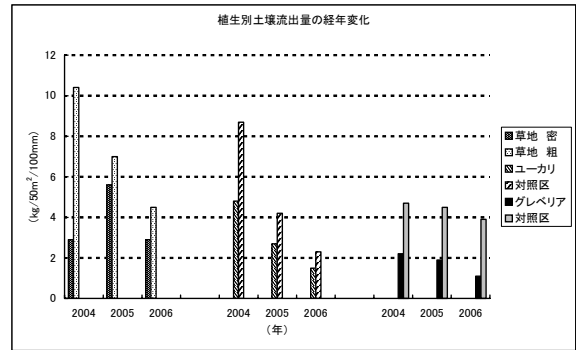
河川名	支流名	流域面積 (ha)	発生箇所 の概数	100 ha 当り 発生箇所
Behengitra		2,648	68	2.6
Asahamena		12,433	197	1.6
Ampasimena		2,912	56	1.9
Sahamilahy		20,596	209	1.0
Sahabe	Sahabe (本流)	49,066	276	0.6
	Ampondra	5,834	71	1.2
	Ranomainty	9,739	37	0.4
	Andranomainty	8,664	106	1.2
	Mavolava	24,414	310	1.3
合 計		136,306	1,330	1.0

出典：JICA 調査団

上流域からの土壌流出の現状を把握するため、山地面では 3 年生のユーカリと 4 年生のグレバリア植林地および被覆度の密と疎な草地を選び、計 4 試験地を設定した。ラバカでは活動型、中間型および安定型に 3 試験地を設定した。これらの試験地において、降雨ごとの土壌流出量を測定した結果は図 3.9.1 および図 3.9.2 に示すとおりである。ラバカについては、2004/05 年の 1 雨期、山地面では 2004/05～2006/07 年の 3 雨期にわたって測定を継続し、測定された降雨量・土壌流出量記録に基づいて試験地ごとの降雨量と土壌流出量の関係式を求め、この式を用いて流域別の降雨資料を変動因子として調査対象地全体の土壌流出量を推定した。



出典：JICA調査団



出典：JICA 調査団

図 3.9.1 ラバカからの土壌流出量

図 3.9.2 植性別土壌流出量

調査対象地全体の上流域からの土壌流出推定量は、表 3.9.3 に示すとおりである。

表 3.9.3 流域別土砂流出推定量

流域名	流域面積 (ha) ①	土砂流出量 (ton/年)			単位流出量 (ton/ha) ②/①	荒廃度区分
		ラバカ	山地面	計③		
Sahamilahy	20,596	4,974	250,557	255,531	12.4	激
Asahamena	12,433	4,526	148,779	153,305	12.3	
Ranomainty	9,739	805	101,935	102,740	10.5	中庸
Sahabe	49,066	6,150	489,291	495,441	10.1	
Behengitra	2,648	1,339	24,874	26,231	9.9	
Andranomainty	8,664	2,134	82,058	84,192	9.7	
Ampasimena	2,912	1,068	26,260	27,328	9.4	軽微
Mavolava	24,414	6,312	221,125	227,437	9.3	
Ampondra	5,834	1,446	47,926	49,372	8.5	
流域全体	136,306	28,754	1,392,805	1,421,559	10.4	

出展：JICA 調査団

ラバカからの土砂流出量は年間約 29,000 ton であり、流出量全体の僅か 2%に過ぎない。ラバカ内の堆積土がサイクロンによって急激に流下する潜在的危険性は有しているものの、全体的には大きな問題とはなっていない。一方、土壌流出量の 98%は、山地面から発生している。山地面からの土壌流出の大部分は草地・灌木地からで、全体土壌流出量の約 80%を占めている。

草地からの土壌流出は、草地の植生構造によって相違がある。測定の結果によれば、植生が密の場合、降雨量 100mm あたり 1.5kg/ha で、疎の 5.5kg/ha に比べて約 1/4 となり、植生の改善による土壌保全効果が高い。

調査対象地内の土壌流出量（荒廃度）は、流域によって異なる。流域内の土地利用・植生（植被）の種類とその状態によって差が生じている。流域保全事業の開始にあたっては、当然のことながら荒廃度の激しい流域から優先的に進めることが効果的である。

3.9.5 流域管理の問題点とその発生の原因

調査対象地域の流域管理の問題点とその発生の原因は、表 3.9.4 に示すとおりである。

表 3.9.4 流域管理の問題点とその発生の原因

地区	問題点	問題発生の原因
全流域	適切な流域管理活動の欠如	行政の人員、予算、機動力不足に起因する森林の管理の不在
		森林管理の住民組織の未整備と管理に対するインセンティブの欠如
	森林原野火災の多発	農民の野火・森林火災に対する問題意識の未成熟
		農村における野火・森林火災対策を目的とする組織の未整備
		農村における野火・森林火災に対する消火資機材の未整備
	流域からの土砂流出	天然林の不法伐採、不法入植による耕地化(耕作地と草地)と天然林の面積減少
		火災による天然林、人工林の面積の減少
		火災による天然植生の繁殖と育成の阻害
		野火による草地・灌木地植被の劣化と裸地化
		放漫な放牧による草地・灌木地の植被劣化と裸地化
		ラバカ対策放棄と治山技術への取り組み不足

出典：JICA 調査団

3.10 生活環境現況

3.10.1 貧困

第 3.1.3 小節ですでに述べたように、調査対象地域の農家の純収入は、年間 1 戸あたり 163 万 MGA から 543 万 MGA の幅にある。一日あたりにすると、1 戸あたり 4,500 MGA (当時の換算率 1 USD = 6,900 MGA を使用すると 0.7 USD) から 14,900 MGA (2.2 USD) となり、非常に少ない。政府が 2003 年に作成した PRSP の貧困定義に基づいて調査対象地区の貧困率を概算した結果によれば、貧困率は 72.5% から 26.7% の範囲にあり、平均 52.3% と推定されている。所得面から見た貧困の主要原因は、低い生産性および不十分な流通条件、小規模な稲作などに起因する不十分は農業収入、非農業セクターにおける就業機会の少なさなどが原因と考えられる。

3.10.2 基本的な生活基盤

(1) 生活用水

水道は、JIRAMA 社がアンバトンドラザカとアンパラファラブラに上水道管網と公共水栓を敷設し、給水サービスを行っている。調査対象地域においては、Tanambao Besakay コミューンを中心部の住民が水源施設から上水道管を通じて給水されているが、その他の 8 コミューンにおいては、中心部の居住地区に公共井戸が掘削されているにすぎない。調査対象地域の生活用水の状況は表 3.10.1 に示すとおりである。

表 3.10.1 調査対象地区の生活用水

		(%)			
地区	村落	灌漑水路	湧水	河川	井戸
Sahamilahy 川流域	Antanimafy	2.6	23.1	35.9	38.5
	Maheriara	0.0	40.0	42.5	17.5
	Morarano Chrome	6.7	0.0	0.0	93.3
中小4河川流域	Manakambahinikely	5.0	0.0	35.0	60.0
Sababe 川流域	Ranofotsy	0.0	61.2	10.2	28.6
	Sahanidingana	4.0	6.0	68.0	22.0
	Soalazaina	0.0	25.0	25.0	50.0
	Besakay	0.0	9.1	68.2	22.7
PC23 地区	Ambohidrony	16.0	0.0	0.0	84.0
	Mahakary	0.0	0.0	0.0	100.0

出典：詳細村落調査、JICA 調査団、2004 年

Sahamilahy 川流域および中小4河川流域の下流地大部分の住民は井戸を利用している。それとは対照的に、上流域の Maheriara や Antanimafy では、住民の多くは湧水または河川を水源としている。Sababe 川流域と PC23 地区では、地形条件、水路条件で違うが、河川水と井戸水が主流である。また、水源の水質は悪く、特に雨期に悪化する。一方、乾期には水位がしばしば下がり、水量が不十分になる。これらを水源とする飲料水は子供の下痢を引き起こす原因の大きな一つとなっている

(2) トイレ

調査対象地域のトイレ使用の状況は表 3.10.2 に示すとおりである。調査対象村落の大部分の住民は、地面に穴を掘り小屋で囲っただけの簡素なトイレを使用している

表 3.10.2 トイレの使用状態

地区	村落	竪穴式 (%)	無し (%)
Sahamilahy 川流域	Antanimafy	89.7	10.3
	Maheriara	52.5	47.5
	Morarano Chrom	96.7	3.3
中小4河川流域	Manakambahinikely	77.5	22.5
Sababe 川流域	Ranofotsy	67.4	22.5
	Sahanidingana	76.0	24.0
	Soalazaina	95.0	5.0
	Besakay	95.0	5.1
PC23 地区	Ambohidrony	88.0	12.0
	Mahakary	90.0	10.0

出典：詳細村落調査、JICA 調査団、2004 年

(3) 燃料

調査対象地区で使用されている調理用燃料の状態は表 3.10.3 に示すとおりである。下流の Morarano Chrome 村落で、少数の住民によって木炭も使用されているが、薪が、調査対象村落において住民に広く使用されている唯一の燃料である。これらの、薪あるいは木炭は大部分、村落の周辺にある灌木あるいは植林されたユーカリの伐採で収集したものであるが、PC23 地区や各河川の下流域は、森林資源そのものが少ないため、薪・木炭は各河川の上流部から下流部の国道 44 号線沿いに運ばれ、PC23 地区や下流部に住む

住民に提供されている。ほとんどの家庭では、調理に伝統的三つ石カマドが使用されているが、熱効率が悪いため、大量の薪・木炭を消費しなければならず、その結果として、流域の森林資源に過大負荷をかけている実情がある。また、薪の収集は女性と子供が担当しているが、収集にかかる労働時間の長い重労働が負担になり、婦人は、子供のケアなどに当てる時間が少なくなっている。

表 3.10.3 使用される燃料

(%)				
地区	村落	薪	木炭	無回答
Sahamilahy 川流域	Antanimafy	100.0	0.0	0.0
	Maheriarra	100.0	0.0	0.0
	Morarano Chrome	66.7	31.7	1.6
中小4河川流域	Manakambahinikely	85.0	12.5	2.5
Sahabe 川流域	Ranofotsy	100.0	0.0	0.0
	Sahanidingana	96.0	2.0	2.0
	Soalazaina	95.0	5.0	0.0
	Besakay	96.7	3.3	0.0
PC23 地区	Ambohidrony	86.0	12.0	2.0
	Mahakary	84.0	16.0	0.0

出典：詳細村落調査、JICA 調査団、2004 年

(4) 照明用・経済活動のためのエネルギー

調査対象地域の照明用エネルギーの現況は、表 3.10.4 に示すとおりである。電気は水道電気供給公社である JIRAMA(*JIRO Sy Rano Malagasy*)が調査対象地域内の Morarano Chrome、アロチャ湖周辺地域のアンバトンドラザカ、アンパラファラブラおよび住民の多いコミューン所在地に設けた小規模火力発電所から供給されている。しかし、Morarano Chrome では新設された宗教団体の職業訓練学校向け電気の供給が主体で、JIRAMA では余力を行政機関事務所・OTIV 出張所などに提供しているが、一般業務・民生向け供給は除外している。2007 年現在 JIRAMA 社は燃料源の原油価格高騰による運転経費削減のため、計画停電や電力供給時間短縮を実施している。調査対象地域では、ランプ用灯油がほぼ住民全体に広く使用されている。蝋燭もそれに次ぐ位置にあるが、灯油と併用している場合がほとんどである。そのほかに、Sahamilahy 川流域の Ambaiboia・Morarano Chrome、PC23 地区の Ambohidrony・Amparamanina、Sahabe 川流域の Bejofo・Tsarahonenana などの比較的大きな村落では、個人事業主が小型ディーゼル発電機を用いて電気を供給しているが、原油価格が高騰しているため発電機の運転時間を制限し、ランプを利用しているのが実態である。

一方 Morarano Chrome のようなコミューンの経済的中心地として発展している村落では、業務用・民生向けの電気への要求が高まっている。家庭用電気の他、軽油価格の高騰に伴う精米コストの高騰、新鮮水産・畜産の冷凍施設がないため適時に市場へ出荷できないなどの理由により、業務用・民生向けの電気への要求が高まっている。

表 3.10.4 使用される照明用エネルギー

地区	村落 (Fokontany)	灯油(%)	その他(%)
Sahamilahy 川流域	Antanimafy	100.0	0.0
	Maheriara	100.0	0.0
	Morarano Chrome	50.0	50.0
中小 4 河川流域	Manakambahinikely	82.5	17.5
Sahabe 川流域	Ranofotsy	98.0	2.0
	Sahanidingana	100.0	0.0
	Soalazaina	93.2	6.8
	Besakay	88.1	11.9
PC23 地区	Ambohidrony	94.0	6.0
	Mahakary	62.0	38.0

出典：詳細村落調査、JICA 調査団、2004 年

(5) 道路現況

調査対象地域の道路システムは、調査対象地域位置図に示す。アロチャ湖周辺地域は、首都アンタナナリボと 2 路線の道路および 1 路線の鉄道で結ばれている。このうち、アンタナナリボから外港トアマシナに至る国道 2 号線の途中 Moramanga を起点とする国道 44 号線が、年間を通じて物流と人の往来の主要な経路となっており、首都からアロチャ・マングル県庁所在地のアンバトンドラザカまでの距離は 273 km である。アンタナナリボから国道 3 号線の終点 Anjozorobe に達し、そこから地方道を経てアロチャ湖周辺地域に入り、国道 44 号線に合流してアンバトンドラザカに至る経路は、距離が約 40 km 短いものの、途中の Sahabe 川最上流域境界を横断する急峻区間が雨期に通行不能となるため、乾期の補助輸送経路としてのみ利用されている。域内においては、アロチャ湖東岸を経由する国道 44 号線と西岸を経由する国道 3a 号線が湖岸周回道路を形成し、国道 3a 号線はアロチャ・マングル地域北端の Andilamena まで達している。また、鉱山専用道路を一般開放した国道 33 号線が、国道 3a 号線の途中の Ambaiboa から西方に分岐、Morarano Chrome コミューンの中心地を通過して域外の Brieville 鉱山まで通じている。道路の整備状況は、国道 3a 号線、国道 33 号線および国道 44 号線の基点 20 km 区間とアロチャ湖周回道路の一部 24 km 区間がアスファルト舗装されている。国道 44 号線の残区間については、世界銀行の融資で着手された改修工事が中断しており、内陸部に位置するアロチャ湖周辺地域への交通のボトルネックとなっている。また、域内で各国道から枝分かれする地方道は、政府の道路整備 10 年計画に基づいて改良工事が順次実施されている。なお、調査対象地域内においては、国道 3a 号線、国道 33 号線ならびに首都への短路線となる上述の地方道が幹線道路として機能している。

しかし、調査対象地域の全域について共通の問題点は、国道 3a 号線、国道 33 号線から村落に通じる道路がきわめて悪い状態にある。PC23 地区の Mahakary、Ambohidrony、Sahabe 川流域の Ranofotsy、Soalazaina、Sahanidingana、Besakay は、雨期には完全に孤立してしまうこともある。Sahamilahy 川流域の状況は、村落の中心から村落外へのアクセスに関していえば、比較的よいといえが、例外的に Manakambahinikely は、距離は短いものの舗装幹線へのアクセス道路の状況は悪い。このような道路事情により、これらの村落では年を通じて経済的に孤立しており、道路状況は相当に劣悪なため、比較的通行が楽な乾季でさえ、アクセスは容易とはいえず、生産された農産物や畜産物の運搬に大きな障害となっている。

(6) 保健・衛生

村で多く見られる病気は、マラリアと下痢である。アロチャ湖周辺地域の医療・保健サービス拠点となる病院がアンバトンドラザカと Ampasikely に開設されている。調査対象地域内の 9 コミューンには合計 5 か所の診療所と 9 か所の薬剤保管施設が置かれ、無医村には保健家族計画省の妊婦・乳児診療チームが定期的に巡回サービスを実施している。調査対象地域の保健衛生上の問題となっているのは、病院・医者への道路事情でアクセスが悪いこと、遠隔の村落では 20km 程度の距離にあることなどである。また、医療関係施設が不足していると同時に、医師・看護師などの医療関係者や薬の不足も地域住民の大きな問題の一つである。

3.10.3 生活環境分野の問題点とその発生原因

調査対象地域における生活環境分野の問題点とその発生原因は表 3.10.5 に取りまとめた。

表 3.10.5 生活環境分野の問題点とその発生原因

地区	問題点	問題点の発生原因
全地域	低収入と経済の不活性化	村落・地域の幹線道路（国道 3a 号線）間地方道路が不整備のため、雨期、乾期における、農産物・畜産物の適時、市場への運搬困難
		電気がないため、Morarano Chrome をはじめとする流通の中心となる地区での精米コストの高騰、冷凍施設がないため新鮮水産・畜産物を適時に市場へ出荷できない
	基本生活環境ニーズ充足度の不足	給水施設の不備による、水質の悪い井戸水、河川水、湧水、灌漑水路水取水に依存、下痢をはじめとする水因性病気の罹病多数発生
		病院・保健センターへのアクセス不良 医療機関の不足、医療関係者(医師、看護師等)の不足、薬の不足
森林資源への過大負荷	人口圧力による上流域居住地近辺の薪炭林の過剰伐採と下流地域への薪炭輸送費の高騰、家計費の増加	
	薪炭林収集における婦人・子供の長時間労働負担と婦人の子供に対するケアの不足	
	熱効率の低い伝統的 3 石カマドの使用による過大薪炭の消費	

出典：JICA 調査団

3.11 自然環境現況

アロチャ湖周辺のゼチャ湿原は稲作地への農地転換により減少していると同時に、土砂流入によりアロチャ湖も縮小化している。また、湖、湿原および稲作地よりなるアロチャ湖周辺地域は後背地一帯で進行している荒廃化の影響を恒常的に受けており、湿原の保全が必要となっている。

調査対象地域およびアロチャ湖周辺域における特筆すべき事項は以下のとおりである。

(1) 保全地域および貴重種

政令の定める国定の保全地域は、国立公園、統合自然保護地域、特別保護地域の 3 種類に分けられている。調査対象地域内には保全地域は存在しない。調査対象地域周辺においては、アラオトゥラジェントルキツネザル（キツネザル科）、ブラウンネズミキツネザル（コビトキツネザル科）、マダガスカルメジロガモ（カモ科）、ワキアカカイツブリ（カイツブリ科）などの貴重種が生息しているようである。

調査対象地域内には、自然状態のまま保存されている地区は極わずかに残っているの

みであるが、DREEF へのヒアリングによると、アロチャ湖周辺地域にはワシントン条約附属書 I 掲載種 1 種、附属書 II 掲載種 10 種が生息する可能性がある。

(2) 生態系

調査対象地域周辺のアロチャ湖の湿地区域内には、以下 4 種類の生態系が存在する。

- ① アロチャ湖とつながる沼、池、水路、河川
- ② アラオトゥラジェントルキツネザルの生息地を創出する湿地
- ③ 鳥類の生息地を創出する草本類や矮性植物に占有される湿地性草地
- ④ 主に *Aristida Rufescens* 及び *Heteropogon* が被覆する丘陵地、河畔植生、牧草地及び植林地

(3) 植物

調査対象地域に隣接するアロチャ湖湿地には、2 種類の植物相が存在する。上層植生は *Cyperus Madagacariensis* “Zozoro”、*Phragmites communis* “Bararata”および *Aeropyrum vahibora* “Vahankelana”が占める。一方下層植生は *Cyperus Latifolius* “Vendrana”、*Polygonum Glabrum* “Tamboloana”、*Echinochloa Crusgalli* “Vilona”が卓越している。

(4) 動物

調査対象地域周辺のアロチャ湿原は、絶滅に瀕するアラオトゥラジェントルキツネザルの生息地を創出している。これは、マダガスカル固有の亜種である一方、アロチャ地域の固有種である。現在、個体数は減少しており、1990 年及び 1994 年において 10,000 匹以上だったが、1999 年においては 5,000～7,000 匹、2002 年現在では 3,000 匹と推定されている。

(5) ラムサール条約

アロチャ湖およびその湖岸湿地を合わせた地域が、2003 年 9 月 9 日付けで国内 3 番目のラムサール条約登録湿地として指定を受けた。登録湿地面積は 48,916 ha、その内訳はアロチャ湖 19,971 ha、その他の周辺湖沼 5,445 ha、アロチャ湿原区域 23,500 ha となっている。調査対象地域は、登録されたアロチャ湖およびアロチャ湿原区域とは重複していないが、その他の周辺湖沼に含まれる小沼が 1 か所存在しており、その面積は周囲の自生林を合わせて 232 ha である。

アロチャ・マングル DREEF は、世界銀行融資の環境プログラムと世界野生生物基金 (WWF: *World Wildlife Fund*) の支援の下に、登録湿地管理計画原案策定作業を 2005 年に終えている。その作業の一環として、登録湿地の後背地域についてもゾーニングを行い、調査対象地域の全域を包含する後背地域 673,584 ha を稲作区域 117,000 ha、畑作区域 54,088 ha およびアロチャ湖流入河川流域 502,496 ha に分類している。また、後背地に含まれる天然林の一部をラムサール登録湿地関連保全区域として設定しているが、農用地についての法的規制は定められていない。このゾーニングに基づいて作成した登録湿地保全・後背地利用区分図の調査対象地域部分については、付図 3.7 に示すとおりである。

3.12 住民の要望と参加意識

3.12.1 住民の要望

詳細村落調査結果に基づいた住民の要望は、付表 3.5 に示すとおりである。全般的な要望として道路改善、医療サービス改善、飲料水施設整備などのインフラに関する要望が大きく、環境面での要望が相対的に低くなった。これは、必ずしも環境に対する意識が低いということではなく、質問が複数の選択肢から限られた個数を選択する質問形式であったことから、上記のような結果となったことに留意する必要がある。このような質問形式をとるとき、農民は近視眼的な思考に陥りやすく、一般的に短期的かつ物理的に利益を得やすい事業に目が行き、道路、医療、給水といったインフラ・ベースの要望が高くなる傾向にある。一方、本計画においては、貧困改善は、「所得向上」、「生活環境の改善」、「自然環境の保全」によって達成されることを基本的な考えとしている。したがって、本要望調査の結果を、短期的なインフラのみに要望があると捉えるのではなく、環境面についても、相対的に低いものの、PC23 地区を除けば、植林については 3~20%、土壌保全については 8~30%の農民が意識していると考えなければならない。さらに、「環境面における改善もインフラ整備と同様に重要である」との考え方を住民が持てるよう啓発していく必要があると捉えるべきであろう。

3.12.2 住民の開発参加意識

詳細村落調査の結果から得られた住民の開発参加意識は、下記のとおりである。

(1) 森林問題改善に対する住民の参加意識

表 3.12.1 森林増加策に対する住民の参加意識

地区	村落	参加する (%)	参加しない (%)	無回答 (%)
Sahamilahy 川流域	Antanimafy	89.7	2.6	7.7
	Maheriana	97.5	2.5	0.0
	Morarano Chrome	93.3	5.0	1.7
中小 4 河川流域	Manakambahinikely	92.5	7.5	0.0
Sahabe 川流域	Ranofotsy	87.8	10.2	2.0
	Sahanidingana	96.0	0.0	4.0
	Soalazaina	83.3	16.7	0.0
	Besakay	93.3	5.0	1.7

出典：詳細村落調査、JICA 調査団、2004 年

(2) 灌漑問題改善に対する住民の参加意識

表 3.12.2 灌漑に関する諸問題解決への住民の参加意識

地区	村落	参加する (%)	参加しない (%)
Sahamilahy 川流域	Antanimafy	76.9	2.6
	Maheriara	-	-
	Morarano Chrome	81.7	0.0
中小 4 河川流域	Manakambahinikely	87.5	5.0
Sahabe 川流域	Ranofotsy	79.6	4.1
	Sahanidingana	4.0	0.0
	Soalazaina	53.3	1.7
	Besakay	76.7	0.0
PC23 地区	Ambohidrony	86.0	4.0
	Mahakary	100.0	0.0

出典：詳細村落調査、JICA 調査団、2004 年

調査対象地域における住民の日々の生活は、貧富・上下流域の如何に拘わらず農作業を基本に営まれている。森林問題の改善に対する住民の参加意識は総じて高く、森林の現況を目の当たりにして森林保護のために何らかの対策を講じるべき時が来ていると認識している。しかし、その認識をさらに発展させて具体的に何をなすべきかという発想が生まれる段階までは至っていない。一方、灌漑問題改善に対する住民の参加意識は、上流域においては稲作に使用している伝統的灌漑施設 Hesika の機能低下から生じる諸問題に何らかの手を打ちたいという形で現れ、下流域 PC23 地区においてはほぼ全ての住民が状態改善策の実施に参加する意志があると表明する形で現れ、その度合いは下流域住民の方が高い。

附表

付表3.1 調査対象地域内コミュニティ・村別人口および世帯数

コミュニティ/村	人口	世帯数	地区	コミュニティ/村	人口	世帯数	地区	コミュニティ/村	人口	世帯数	地区
1 Ampasikely	3,690	541	4中小河川	4 Morarano Chrome (continue)	3,924	654	Sahamilahy	6 Bejofo	1,536	260	
Ampasikely	1,060	157	4中小河川	Mahatsinjo	1,894	350	PC23	Betambako	1,017	174	Sahabe
Ambodifano	849	133	4中小河川	Ambohidrony	1,998	333	PC23	Ambohitrandrahana	519	86	Sahabe
Ambodivoandelaka	873	117	4中小河川	Ambatomanga	1,673	277	4中小河川				
Antanimbarisara	908	134	4中小河川	Antanimena	1,385	325	4中小河川	7 Soalazaina	8,712	1,431	
				Maharidaza	1,200	341	Sahamilahy	Soalazaina	3,637	534	Sahabe
2 Andrebakely Sud	7,237	1,016	4中小河川	Antanandava	550	187	PC23	Ambatobe	1,758	317	Sahabe
Andrebakely	1,560	160	4中小河川	Anosiboribory	350	91	Sahamilahy	Vohitsoa	1,979	278	Sahabe
Ambodifarihy	1,688	250	4中小河川	Antsahamanga	2,000	350	Sahamilahy	Mahatsara	1,338	302	Sahabe
Antanimalalaka	1,877	326	4中小河川	Ankorrika	1,125	213	Sahamilahy	Andranobe			Sahabe
Annongabe	987	125	4中小河川	Antsarahonenana	1,800	320	Sahamilahy				
Andranomnanga	707	110	4中小河川	Ambohimanarivo	690	115	Sahamilahy	8 Tanambao-Besakay	13,033	2,183	
Andilambarika	418	45	4中小河川	Tsaralaza	860	215	4中小河川	Tanambao-Besakay	5,080	1,000	Sahabe
				Ambohidelahy	1,090	400	Sahabe	Anjiro	2,061	300	Sahabe
3 Ambatormainy	13,849	2,165		Morateo	1,671	354	Sahabe	Nandanivatsy	2,427	350	Sahabe
Ambatormainy	1,430	211	PC23	Ambodiatafana	890	148	Sahabe	Andriambe	2,122	300	Sahabe
Analakiminina	2,088	303	PC23	Andranofasika	1,600	270	Sahamilahy	Ambohimanarina	691	145	Sahabe
Antsevabe	900	125	PC23	Maheriara	535	190	Sahamilahy	Andilamenakely	652	88	Sahabe
Antanambao III - IV	3,100	516	PC23	Antetezantany	4,500	1,000	Sahamilahy				
Antanambao I - II	3,250	518	PC23	Antanimafy	261	87	Sahamilahy	9 Andilananatoby	7,137	1,016	
Mahakary	876	119	PC23	Andoharano	1,701	230	Sahamilahy	Ambodifiakarana	570	101	Sahabe
Vohibola	900	103	PC23	Ambodirano	550	187	Sahamilahy	Ambohimiarina	1,607	221	Sahabe
Antspananefatra	1,055	205	PC23	Ambohitromby	10,062	1,535		Sahanidingana	2,375	333	Sahabe
Andrombaza	250	65	PC23		2,472	380	Sahabe	Ankasina	850	111	Sahabe
				5 Ranomainy	1,799	300	Sahabe	Ambohimasina	1,128	150	Sahabe
4 Morarano Chrome	52,938	10,484	4中小河川	Ranomainy	2,130	290	Sahabe	Andasibe	607	100	Sahabe
Morarano Chrome	10,278	1,713	4中小河川	Mahatsara	1,839	285	Sahabe				
Morarano Quest	1,407	396	4中小河川	Ranofotsy	1,822	280	Sahabe	調査対象地域合計	118,194	20,631	
Ambahibo	7,110	1,422	PC23	Fidanana							
Manakambahimikely	1,494	249	4中小河川	Ambohimanatrika							
Analamongy	402	67	4中小河川	Amparivola							

注:4中小河川はPC23地区水源河川流域
出典:当該コミュニティおよび村

付表 3.2 村落別農家収支

地区 村落	PC23			Sahamitahy川流域			中小4河川流域			Sahabe川流域			(FMG/戸/年)
	Ambohidrony	Mahakary	Antanimafy	Maheriera	Morarano Chrome	Manakam- bahimikely	Ranofotsy	Sahaandingana	Soalazaina	Besakay			
A. 収入													
1) 農業	4,572,000	2,284,000	4,763,000	1,746,000	3,660,000	4,046,000	2,186,000	3,397,000	1,023,000	2,532,000			
2) 畜産	711,000	970,000	704,000	167,000	537,000	114,000	141,000	148,000	446,000	361,000			
3) 漁業	1,253,000	1,737,000	569,000	502,000	1,550,000	650,000	343,000	550,000	485,000	737,000			
4) 薪炭販売	1,088,000	1,214,000	949,000	656,000	991,000	478,000	278,000	501,000	602,000	393,000			
5) 農業労働提供	1,377,000	812,000	371,000	628,000	620,000	232,000	318,000	222,000	456,000	453,000			
6) その他の職業	799,000	626,000	670,000	548,000	1,707,000	243,000	254,000	302,000	1,360,000	763,000			
7) 送金	615,000	411,000	279,000	155,000	128,000	60,000	108,000	87,000	481,000	413,000			
8) その他	633,000	132,000	241,000	47,000	395,000	78,000	64,000	24,000	522,000	265,000			
小計	11,046,000	8,187,000	8,545,000	4,450,000	9,588,000	5,900,000	3,691,000	5,230,000	5,375,000	5,918,000			
標準偏差	7,780,000	8,032,000	5,450,000	2,676,000	7,925,000	6,092,000	2,506,000	6,105,000	3,371,000	4,753,000			
最大値	40,600,000	50,625,000	23,925,000	24,174,000	43,340,000	38,080,000	9,726,000	41,200,000	19,150,000	29,020,000			
最小値	2,780,000	1,788,000	1,126,000	873,000	790,000	1,425,000	468,000	770,000	500,000	496,000			
B. 支出													
1) 食糧	2,298,000	1,937,000	2,540,000	1,627,000	3,836,000	1,602,000	1,094,000	1,150,000	1,596,000	1,419,000			
2) 衣服	356,000	412,000	348,000	179,000	441,000	353,000	193,000	381,000	193,000	462,000			
3) 住居	176,000	370,000	406,000	45,000	377,000	191,000	49,000	223,000	198,000	219,000			
4) 教育	366,000	225,000	347,000	83,000	296,000	198,000	91,000	130,000	94,000	207,000			
5) 医療	539,000	290,000	264,000	53,000	466,000	172,000	73,000	100,000	93,000	163,000			
6) エネルギー	434,000	114,000	172,000	65,000	513,000	150,000	105,000	83,000	111,000	148,000			
7) ローン返済	468,000	55,000	375,000	2,000	288,000	205,000	196,000	66,000	64,000	108,000			
8) その他	980,000	169,000	607,000	138,000	510,000	386,000	265,000	246,000	142,000	342,000			
小計	5,616,000	3,571,000	5,058,000	2,191,000	6,726,000	3,257,000	2,065,000	2,380,000	2,492,000	3,067,000			
標準偏差	4,156,000	1,914,000	5,138,000	1,282,000	9,691,000	2,759,000	1,469,000	2,249,000	1,692,000	2,685,000			
最大値	24,765,000	10,300,000	28,660,000	6,163,000	70,060,000	16,580,000	7,103,000	15,000,000	10,791,000	15,240,000			
最小値	1,230,000	1,215,000	876,000	561,000	720,000	1,005,000	343,000	693,000	466,000	326,000			
C. 残高	5,430,000	4,616,000	3,487,000	2,258,000	2,862,000	2,643,000	1,626,000	2,850,000	2,884,000	2,851,000			

出典：詳細村落調査、JICA調査団、2004年2月

付表3.3 調査対象地区土壌理化学分析成績

採取地点	地形	地目	層位	土性	pH		EC µmho/cm	全炭素 %	全窒素 %	C/N比	有効態N ppm	CEC meq/100g	BS %
					水溶液	KCl液							
Antanimafy	丘陵地	畑地	表層土	SL	5.85	5.15	250	2.66	0.049	54.3	6.1	2.2	11.8
Maheriana/Antanetilehibe-1	谷底	水田	下層土	Silty C	5.95	4.90	170	1.62	0.035	48.3	1.4	0.9	19.1
Maheriana/Antanetilehibe-2	谷底	水田	耕土	SL	5.70	5.40	450	11.96	0.336	35.6	1.0	8.0	24.9
Maheriana/Anosivilona	谷底	水田	耕土	SL	5.90	5.60	182	12.83	0.378	33.9	0.7	9.9	68.2
Maheriana/Amabaniatsimo	谷底	水田	耕土	L	6.20	5.90	158	2.04	0.070	29.1	0.2	3.2	184.2
Ambatomainy	台地	畑地	表層土	CL	5.65	5.80	300	2.27	0.063	36.0	2.4	4.8	116.2
Antsenandrabary	沖積平野	水田	下層土	SL	5.60	4.85	650	3.21	0.084	38.2	76.3	2.6	12.3
Anosiboriry	台地	植林地	表層土	SL	5.95	4.85	400	1.56	0.049	31.8	11.8	1.1	19.2
PC23/Antanandava	沖積平野	水田	耕土	CL	5.90	5.75	150	1.11	0.028	39.6	0.9	2.3	127.7
PC23/Lot 4	沖積平野	水田	表層土	LS	5.75	5.45	280	2.34	0.070	33.4	18.6	1.9	52.3
PC23/Lot 5	沖積平野	水田	下層土	SL	6.00	3.25	80	1.43	0.028	51.1	7.7	1.0	20.9
PC23/Lot 5	沖積平野	水田	耕土	SL	5.70	5.20	230	9.31	0.161	57.8	7.0	3.8	37.7
PC23/Lot 6-1	沖積平野	水田	表層土	SL	5.65	5.05	136	9.08	0.168	54.0	4.3	5.6	58.0
PC23/Lot 6-2	沖積平野	水田	下層土	SL	6.20	5.70	100	8.23	0.126	65.3	4.2	5.8	60.9
Mahakary/PC23 Lot 20-1	沖積平野	水田	耕土	C	5.55	5.00	156	1.89	0.098	19.3	9.0	4.1	126.0
Mahakary/PC23 Lot 20-2	沖積平野	水田	耕土	L	5.55	5.20	166	11.30	0.196	57.7	3.1	6.5	39.6
Mahakary/PC23 Lot 28	沖積平野	水田	耕土	CL	5.65	5.25	176	3.68	0.119	30.9	34.3	3.9	117.3
Mahakary/PC23 Lot 29	沖積平野	水田	耕土	SL	5.70	4.95	160	10.05	0.210	47.9	5.3	7.1	33.7
Bejofa	沖積平野	畑地	表層土	CL	6.10	5.70	344	3.67	0.119	30.8	9.2	3.5	148.1
Ranofotsy	沖積平野	畑地	耕土	SL	6.05	5.70	400	8.41	0.301	27.9	3.6	7.3	73.0
	沖積平野	畑地	表層土	L	6.60	6.25	166	5.62	0.119	47.2	1.1	4.5	119.2
	沖積平野	畑地	下層土	SL	5.85	5.60	210	5.84	0.168	34.8	3.1	8.2	56.8
	台地	畑地	耕土	SL	6.25	5.90	234	8.35	0.182	45.9	2.4	5.1	89.5
	台地	畑地	表層土	SL	5.70	4.55	260	3.41	0.098	34.8	3.1	2.1	15.4
	ラバカ	放牧地	下層土	SL	6.05	5.25	140	2.71	0.084	32.3	1.8	1.5	15.1
	扇状地		表層土	SCL	5.45	5.30	114	1.20	0.028	42.9	3.6	1.9	156.2
			下層土	SCL	5.50	5.20	64	0.50	0.014	35.7	1.1	2.0	101.7

出典: 試料採取はJICA調査団、理化学分析はFOFIFA土壌研究センターがそれぞれ実施 EC: 電気伝導度 CEC: 塩基置換容量 BS: 塩基飽和度

付表3.4 PC23地区の水路延長詳細

(Unit: m)

灌漑水路						排水路			
幹線水路		2次水路		3次水路		幹線排水路		3次排水路	
名称	延長	名称	延長	名称	延長	名称	延長	名称	延長
P1	23,200			C001	2,600	D0	14,700	D001	1,800
				C002	1,000			D002	2,000
				C003	2,300			D003	3,300
				C101	1,700			D004	4,000
				C102	2,200			D005	3,200
		C1.1	2,000	C111	1,400	D1	8,200	D101	2,000
				C112	2,000			D102	2,400
		C1.2	-	C121	1,500			D103	3,000
				C122	2,800			D104	3,000
		C1.3	5,000	C131	1,000	D2	12,400	D105	3,000
				C132	3,000			D106	3,000
				C133	3,000			D107	3,000
				C134	3,000			D108	3,000
				C135	3,000			D200	4,800
		C136	2,500	D201	4,800				
C1.4	3,200	C141	2,000	D202	3,200				
		C142	1,200	D203	1,000				
		C143	1,600	D204	1,600				
P5	6,400	C5.1	250					D205	4,600
		C5.2	2,200					D206	4,600
		C5.3	650	C531	2,000			D207	3,600
				C532	2,000			D208	4,000
				C533	1,000	D209	3,600		
		C5.4	-	C541	3,400	D210	4,000		
				C542	4,500	D211	3,600		
		C5.5	7,900	C551	1,000	D212	4,000		
				C552	1,600	D213	3,600		
				C553	2,000	D214	4,000		
				C554	2,000	D215	3,600		
				C555	2,000	D216	4,000		
				C556	2,000	D217	3,600		
				C557	2,000	D218	4,000		
		C558	4,900	D219	3,600				
C5.6	8,900	C561	2,600	D220	4,000				
		C562	2,600	D221	3,600				
		C563	2,600	D3	8,700	D301	1,500		
		C564	2,600			D302	1,100		
		C565	2,600			D303	-		
		C566	2,600			D304	1,200		
				C567	2,600	D4	5,800	D401	3,400
		C568	2,600	D402	2,000				
		C569	1,500	小計	49,800			127,300	
小計	29,600		30,100		90,500	南部水路	3,000		
北部集積水路	10,500		-		-	北部水路	3,600	ND1	5,000
総延長	40,100		30,100		90,500			ND2	4,800
								ND3	4,500
						小計	6,600		14,300
						総延長	56,400		141,600

(Note) 1988年の改修報告書では、幹線灌漑水路、

2次灌漑水路延長は下記のとおり

幹線灌漑総水路延長 28,930 m

2次灌漑水路総延長は 36,880 m

出典: 旧DEIRDR

付表3.5 住民の要望

ゾーン	Sahamitahy/川流域			中小4河川 Manakambahinikely	Sahabe流域				PC23地区		村落数*
	Antanimafy	Mahetara	Morarano Chrome		Ranofotsy	Sahanidingana	Soralazaina	Besakay	Ambohidrony	Mahakary	
1- 道路	25.6	57.5	41.7	92.5	59.2	94.0	86.7	73.3	58.0	100.0	9
2- 橋	35.9	17.5	5.0	12.5	16.3	12.0	11.7	20.0	0.0	2.0	1
3- 排水	0.0	2.5	23.3	12.5	10.2	14.0	20.0	6.7	18.0	6.0	0
4- 医療施設	51.3	70.0	25.0	60.0	44.9	16.0	10.0	66.7	84.0	10.0	6
5- 給水施設	28.2	90.0	53.3	15.0	38.8	22.0	41.7	31.7	26.0	84.0	5
6- 灌漑インフラ	12.8	2.5	11.7	17.5	24.5	48.0	16.7	35.0	26.0	84.0	3
7- 農作物のマーケティング	38.5	2.5	28.3	22.5	20.4	10.0	40.0	25.0	14.0	6.0	2
8- 農業技術の援助	33.3	12.5	43.3	10.0	26.5	38.0	15.0	8.3	32.0	0.0	3
9- トイレ	2.6	5.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0
10- 植林	10.3	17.5	23.3	17.5	16.3	12.0	16.7	3.3	2.0	2.0	0
11- 土壌保全	23.1	22.5	10.0	30.0	8.2	32.0	28.3	20.0	4.0	0.0	1
12- その他	30.8	0.0	21.7	10.0	16.3	0.0	1.7	5.0	26.0	2.0	0

※質問「あなたはどのような援助が最も必要だと思いますか。」に対する回答（最大複数回答数：3つまで）

それぞれの村落において上位3位を占めるコンポーネントのパーセンテージ

*： それぞれのコンポーネントを（上位3位までの範囲で）重要とする村落数

出典：村落詳細調査 JICA調査団 2004年2月