

第2章 調査地域の現況

第2章 調査地域の現況

2.1 調査地域の概況

地域内の人口、行政区分等は次表にまとめられる。

表 2.1 TA 別概況

県名	TA名	地域内 面積 (km ²)	地域内 人口 (人)	地域内 世帯数 (世帯)	同人口密度 (人/km ²)	地域内 村落数
Blantyre	Chigaru	90.10	14,044	3,393	156	22
	Kuntaja	149.70	24,378	6,065	163	66
	Kunthembwe	9.00	2,892	749	321	8
	Kapeni	186.60	72,365	16,055	388	100
	Lundu	8.95	3,774	991	422	8
	Makata	55.75	12,902	3,222	231	28
	Machinjiri	91.50	45,104	10,863	493	47
Chiradzulu	Chitera	54.45	12,965	3,279	238	36
	Mpama	23.70	7,925	2,014	334	24
合計 2 県	合計 9TA	669.75	196,349	46,631	293	339

上表のうち、TA Kunthembwe は東端のみ、また TA Lundu は南端のみが調査地域内にあり、その他の TA も全域が地域内に含まれてはいない。地域内には 339 村があり、196 千人、46.6 千世帯（1998 年センサスによる）が生活している。地域の人口増加率は 2%を示し、方キロ当たり人口密度は 293 人、また 1 村当たりの世帯数は平均 138 戸であった。大多数の住民世帯（推定 85%）は約 3 万 3 千 ha の耕地でトウモロコシなどの作物栽培に従事し、戸当たり平均耕地は 0.85 ha、その一部を休閑地としている¹。このほか、戸当たり 0.48 ha が中庭菜園、薪炭樹林地として利用されている。

したがって、実作付け面積は戸当たり年間約 0.7 ha と推定され、ここから平均して年間 0.7~0.8 トンの穀物が収穫されるが、この量では成人 3~4 名の年間消費を賄うに過ぎず、平均世帯員 4 名を賄い切れない。このことから、非農家への供給をも含めて考えれば農外所得がなければ慢性的な食糧不足が調査地域全般に発生することを物語る。Blantyre~Limbe 市の都市周辺市街化区域で本調査地域内に含まれる部分、Lunzu 町、Lirangwe 町の都市区域は例外として、地域内の人口密度は南東ほど高く、北西、北東ほど低くなっている。これとは逆に、戸当たり可耕地面積及び薪炭の利用可能性は北西、北東では高いが南東で少なくなっている。

樹冠被覆面積率（航空写真判読による推定）は市街化区域を除き雨量の恩恵を受け、またエステートの分布が多いために地域内では東部ほど高率を示すが、中部~西部では裸地は広がっている。避け得られない人口圧上昇のため、住民は急傾斜地、石礫の多い土地を開墾せざるを得ず、

¹ 土地利用を参照。

村落林、竹藪叢林地あるいは中庭の庇陰樹まで犠牲にして農地を増やす必要に迫られている。他方、保護林や BCFP 事業の植林地をはじめ造林地はほとんどすべて調査地域の外縁に位置する。調査地域は炭材が伐り尽され今や完全に枯渇したエアポケット状の裸地と化している。十数年前ここには住民に利用できる豊富な林野があったが、立木は伐り尽くされ、跡地はそこを開墾した新世帯に配分された。その結果、現在、住民に戸別配分できる薪炭用地はほとんど残存せず、大多数の住民は戸別に保有するユーカリ樹から成る薪材林（平均 26 本／戸、102 本／ha）に依存している。こうした天然植生の荒廃は調査地域内で広範囲に見られるが、とくに市街化地域に隣接する調査地域南部では裸地化が進み日常消費する薪も Mwanza, Chikwawa あるいは Thyolo などの地域外産地から搬入されたものを住民が購入せざるを得ない状況にある。

調査地域内に残存する村落林は墓地であり、その立木の伐採は慣習的に禁止されているが、枝の採取は行われている。また、私有されるエステートには一般に天然植生が果樹園地の防風林や牛群の庇陰樹、葉タバコ乾燥用燃料採取林、専用溜池の水源涵養林などとして保全されている。薪の需要は年々累増しているが、その供給は先細り状態であり、不足分は購入に依存するか、作物残滓（mapesi）で補っている。薪不足に対処するために地域住民が措く方策は家屋の周囲、畑排水溝沿いあるいは作物を播種できない岩盤露出地の間、周囲にユーカリ樹を植えることである。薪の消費を節約する工夫は未だ対策として実行に移されず、また、いかなる代替エネルギーも住民により試行されていない。アグロフォレストリーは木材不足を軽減する有力な対策と考えられるが、住民の大部分は基礎知識として理解しているものの、実際にどのように営農に採り入れればよいか判らない。

生活必需品の不足は薪に限らず、人口の増加に伴って水供給も深刻化している。多数の住民が日常、川や湧泉の水を使っている。ところが、こうした水源も公害で汚染され、たとえば TA Machinjiri の市街化区域を水源地とする Lunzu 川には市街地から汚水が流入し、病院の医療廃棄物まで流れ込んでいる。以前に流域内の緩衝地帯として河川の水流を維持してきた水源涵養林（Ndirande 北側山麓の保護林など）は薪の過度な収奪と都市化によって消滅している。年平均降雨量は調査地域の南東部から西北部へと減少する分布型を示すことから、植林による水保全は近年森林破壊が加速して枯渇に瀕している西北部の半乾燥地帯で頼りとする地下水を保全する必要からその重要性が富に高まっている。

調査地域内で現に利用される主要な公共施設としては地域内及び外縁を通る 3 本の舗装道路、これらの道路沿いでのみ利用できるが未だ TA 長の住居には配電されるに至っていない電気及び電話、上記舗装道路に架っているが未舗装道路にはほとんど建設されず、あっても壊れていて車輛が渡れない永久橋、地域内をとおり Lunzu 町に駅があるが、乗客利用はほとんどない鉄道、貯水池 22 ヲ所、ポンプ付き井戸 670 ヲ所（1 ヲ所当たりの利用人口 465 人）、公衆電報電話所 4 ヲ所、中小学校 164 校（2 村に 1 校）、診療所 8 ヲ所（別に 5 台の移動診療車）、市場 15 ヲ所がある。

公共施設の整備に関しては後述の NGO 活動でも行われるが、国の機関としては世銀が出資している MASAF がとくに重要であり、橋、道路、ポンプ付き井戸などの公共施設を地域住民に提供しているが、最近その環境保全に係る支援事業の一環として前述のごとく全国規模で社会林業

事業を始めた。その動機は燃材、建材の供給とともに造林地が住民に表流水及び地下水を提供、保全できるからである。本調査地域内で MASAF は 6 ヶ所で社会林業事業を実施し、南地域林業局が技術計画に関する助言を行っている。

地域住民が直面しているおもな地域問題としては、治安維持対応の欠如、とくに武装盗賊団による多くの車輛（エステート保有）、牛、豚及び山羊などの盗難被害発生に対処できる派出所が農村部に 1 ヶ所もないこと、医療施設、飲料水源、とくに雨期の輸送交通手段、収入確保手段、薪及び家屋修理用材の欠如が挙げられる。可耕地の不足は調査地域東南部の住民が痛切に訴える問題であり、また北西部すなわち僻地住民には雨期も通行できる道路網の欠如が大きな問題である。

有力な指導者、適切な支援体制や技術力が無いため地域住民は地域社会に根差した、底辺の住民も参加できる、住民主導型の活動を行うための活力ある集団を十分結成するに至っていない。こうした状況ではたとえ収入創出のために商品製造の職業技能訓練が行われても、遠隔地であるため販路に乗せることができなかつたり、有効需要地域へも出荷できないことになる。

2.2 自然条件

(a) 地形及び地質

調査地域の地形は大別して中部～西部の準平原とその他の部分の丘陵地に分かれる。シレ高地の中軸は Blantyre 市南部に位置する Tyolo から同市の北 100 km にある Zomba 市まで北東に伸びる高度に変成（花崗岩化）した幅の広い岩脈であり、その北西端はアフリカ大地溝帯の底部（Blantyre 県側）となり、地溝帯の突部が Chiradzulu 県（Chitera、Mpama 両 TA）に所属する。この地溝帯の断層崖に沿って Dimbi、Nkande、Maloa、Ndunde*、Chiripa、Chindenga、Mbatl、Chiraweni、Namilango 及び Ndirande 西丘などの小丘頂部が連なっている。これらの小丘群はおもに紫蘇輝石花崗岩（チャーノッカイト）質白粒岩（グラニュライト）から成り、一部の丘はカリ長石（パーサイト）質片麻岩～閃長岩から成る。小丘群はシレ高地の西側に下り落差を持つ断層に沿って並び、Blantyre 市北端の Ndirande 山から Zomba 山地までのほぼ直線上に連なる。

この断層に沿ってほぼ南北方向に先カンブリア紀の基岩が直線状の露頭を形成し、これに並行して断層から西側に 2～3 km の距離間隔を置いて向斜軸が走っている。地域内の Lirangwe 川、Mlombozi 川、Likulu 川 及び Lunzu 川はこの断層を横断して南東～北西方向に流れる。この主断層と平行に東側に 6 km 間隔で小断層が走り断層頂部に Nanjelo 丘が位置する。

シレ高地の他の部分にある孤立丘の頂部はモンゾニ岩様粗粒アルカリ深成岩（パーサイト）類及び含ナトリウムカリ長石片麻岩類で構成され丘の形状は鞍状をなす。調査地域外辺縁に見られるおもな孤立丘には Chiradzulu (1,746 m)、Lisau (1,537 m)、Mzedi、Mpingwe (1,411 m)、Soche (1,511 m)、Bangwe (1,518 m)、Malavbi (1,427 m)があり、これらを構成する基岩の多くはパーサイト、パーサイト質片麻岩であるが、Ntonya 及び Zomba 市南部では花崗岩となっている。調査地域全体を通して山地、丘群以外はマ国全域に見られる片麻岩～白粒岩類（先カンブリア紀 13.5 億年前に生成）に覆われている。

調査地域内辺縁部にはシレ川マトペ橋付近に小 Michiru 山地があり、その基岩は塩基質花崗岩源片麻岩と縞状構造をなすパーソサイト、パーサイト質片麻岩であり、同一岩類が地域内北部の Chingale 丘群、Mzeze 丘群及び Mwinje 丘群にも分布している。地域外南西に位置する大 Michiru 山地及び地域外東部に位置する Chiradzulu 峰の基岩もまた同一岩類から成る。シレ川はマ国全域に見られる片麻岩～白粒岩類の地層上を流れ調査地域外周辺部に位置する Nkula、Tezani などの断層、節理のある地点において小落差の瀑布を形成し、これらの地形要素が水力発電に利用されている。

大地溝帯の底部に形成された Chileka 準平原は地溝帯断層崖において 750m、Lirangwe 町付近で 570 m と大きな標高差を持ち、なだらかな傾斜地形を形成している。この比較的平坦な地形は場所によって Lunzu (929 m) 山及び Mindale 丘(790 m)などで乱され、また Lirangwe 町付近では地域外から地域内北部辺縁まで南に延びる丘陵部で消される。Nguluwe 丘と断層崖との間の谷を流下する Mlombozi 川や節理の方向にまっすぐに沿って流れる Lirangwe 本川の一部を除き、この地域の河川は総じて地質構造とは無関係に Lirangwe 町の方向である北西に向かって流れる。上記以外の主要河川には Lunzu、Chisenjele、Likulu、Chirimba の各河川があり Lirangwe 本川に合流する。

地質的にはシレ高地は白亜紀後期の地形が残存する準平原であるのに対し、地域外東部の Palombe 平原（低地）及び地区内西南端に位置する Chileka 丘陵は大地溝帯が形成された第3期中新統に発達したものとされる。ただし、大地溝帯の基盤をなす基岩類は先カンブリア紀及び古生代起源とされる。

地質構造的にはシレ高地の断層は地域内において東壁突出部を形成し、北東方向に走っているのに対し、Lirangwe 破碎帯は北西方向に伸びる。地溝の主軸となる主断層は Ndirande 山を起点とし、Limbe 市～Zomba 市を結ぶ国道と 8~10 km の間隔を保って平行に北北東方向に走ってマラウイ湖南端にまで達する。Lirangwe 川床には 40~60 度で西方に傾斜する明瞭に認められる破碎帯が数本走っているが、Lunzu 川を横切る 2~3 本の破碎帯は一層急角度で川床に浸り傾斜している。この他、Ntawira 丘陵を形成し、東方に走っているパーサイト質片麻岩脈を貫く Njiri 断層（露頭部に採石場がある）もこの国道と 1~2 km の間隔を置いて平行に走っている。シレ高地断層の近傍（及び Lunzu 山）には石灰・珪酸質白粒岩が多く見られる。また、Ndirande 山北麓、Chileka 準平原には良質の煉瓦原料、道路の簡易舗装の材料となるラテライト土が豊富に産出し、地域内にはわずかながら石灰岩も産する。地下水の賦存状況については、各河川及び遊水低湿地に伏流水が得られるほかはいわゆる先カンブリア紀基盤に長期にわたり浸透した裂隙水（多くは化石水）であり、これを井戸により利用する場合は伐採、開墾、火災などがもたらす植生変化による枯渇が懸念される。

(b) 気象

降 雨

調査地域内とその近傍には 7 ヶ所の雨量観測所がある。各観測所の過去 10 ヶ年の年平均降雨

量は下表に示すとおりで、各年の降雨量は著しい変動を示している。降雨期間は 10 月から翌年の 4 月までで、最も雨の多い月は 1 月で総雨量の約 30%がこの月に集中する。雨は短時間に集中して降るのが特徴である。調査地域の年平均降雨量は最北西部で 700mm、最南東部で 1,000mm 程度を示している。(詳細は ANNEX E1 参照)

表 2.2 雨量観測地点

番号	測候所名	同番号	標高(m)	観測期間
1	Chancellor	15351017	886	1960/61～1998/99
2	Chingele	15351007		1989/90～1998/99
3	Makoka	15353035	1029	1964/65～1995/96
4	Zarewa Bridge	15342002		1960/61～1989/90
5	Chichiri	15353036	1132	1966/67～1996/97
6	Chileka	15344002	767	1940/41～1997/98
7	Chiladzulu	15353013		1993/94～1998/99

表 2.3 平均月別年平均雨量

単位：mm/年

測候所名	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	平均
C.C.	1163.7	1182.3	1146.2	1312.3	755.1	875.8	1585.4	1560.1	737.2	1299.0	1161.7
Chingele	649.1	730.7	561.8	552.9	511.4	432.5	992.9	1275.8	1448.8	442.8	795.1
Makoka	1008.1	1030.5	579.3	977.7	538.5	595.2	965.7	1602.1	813.5	1018.7	912.9
Zarewa Brid.	602.5	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na
Chichiri	933.4	873.8	787.9	1604.0	1040.8	695.5	1262.3	1501.9	1034.2	1415.7	1115.0
Chileka	778.1	833.5	652.5	743.5	695.5	546.0	969.2	1431.2	986.3	954.8	859.1
Chiladzulu	Na	Na	Na	Na	797.9	821.6	1339.3	1298.0	1090.2	1487.2	1139.0

表 2.4 過去 10 年間の平均月別雨量

単位：mm/月

測候所名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
C.C.	325.8	222.4	188.7	60.9	18.4	5.4	4.4	6.5	4.0	20.4	72.2	238.1	1167.2
Chingele	217.5	188.6	100.1	53.2	0	0	0.7	0	0.7	10.6	57.1	166.4	794.9
Makoka	234.3	169.0	110.6	41.3	6.3	4.2	0.9	2.0	0.5	6.8	46.9	190.7	813.6
Zarewa Brid.	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na
Chichiri	295.6	214.3	114.6	104.0	10.9	14.3	6.4	7.5	11.3	17	92.1	200.3	1088.3
Chileka	236.1	180.8	98.2	44.7	7.8	2.6	0.8	1.0	3.7	26.9	84.3	164.1	851.0
Chiladzulu	380.1	250.0	129.6	26.1	0	0	0	0	0	25.9	79.5	247.9	1139.1

気象

調査地域には下表に示す 3 ヶ所の気象観測所がある。(図 2.2 参照)

表 2.5 測候所名

番号	測候所名	同番号	標高(m)	緯度	経度
1	Makoka	67692	1,029	15° 30'	35° 13'
2	Chileka	67693	767	15° 40'	34° 58'
3	Chichiri	67687	1,132	15° 48'	35° 03'

一般気象状況

調査地域内の月最低、最高気温はそれぞれ、6～7月及び10～11月に生起する。気温は西に行くにつれて夏期は高く、冬期は低い傾向にある。月平均相対湿度の最高は1月～2月の約80%、最低は9月の約55%を示している。日照時間の最も長い月は9月の9.2時間、最も短いのは1月の約6時間となっている。また、風速はChilekaとChichiriでは2倍の差があり最大風速は10月に、最小風速は1月に生起する。月最大蒸発量は表2.11に示すように10月に生起し最小値は観測所で異なり、3月～5月に生じる。年蒸発量は年降雨量の1.4倍～2.6倍と観測所の位置によって大きく異なっている。(ANNEX E1 参照)

表 2.6 平均月別最低気温

単位：℃

測候所名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
Makoka	18.5	18.1	17.8	16.0	13.8	11.4	11.6	12.5	14.9	17.0	18.3	18.3	15.7
Chileka	20.2	19.8	19.4	18.0	15.7	13.7	13.4	14.6	17.2	19.5	20.5	20.3	17.7
Chichiri	17.9	17.6	17.2	15.8	13.8	11.7	11.5	12.6	14.9	16.5	17.8	17.9	15.5

表 2.7 平均月別最高気温

単位：℃

測候所名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
Makoka	26.7	26.7	26.5	25.7	24.4	21.8	22.2	24.4	27.4	28.8	29.0	27.1	25.7
Chileka	28.5	28.3	28.1	27.5	26.0	24.2	24.0	26.3	29.4	31.3	31.1	29.3	27.8
Chichiri	25.9	25.7	25.4	24.8	23.5	21.1	20.9	22.2	26.3	27.8	27.7	26.3	24.9

表 2.8 平均月別相対湿度 (%)

単位：%

測候所名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
Makoka	84	84	82	80	74	66	68	60	53	57	64	76	71
Chileka	79	78	74	74	66	66	60	54	51	54	61	71	66
Chichiri	84	85	85	82	77	73	72	63	57	59	68	81	74

表 2.9 平均月別日照時間 (時)

単位：時間

測候所名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10 日	11 日	12 日	平均
Makoka	5.8	5.6	5.7	6.5	7.4	6.9	7.2	8.2	9.2	8.4	7.6	5.5	7.0
Chileka	6.6	6.8	7.1	8.1	8.2	8.0	7.4	8.6	9.2	8.9	7.9	6.7	7.7
Chichiri	6.0	5.9	6.3	6.8	7.8	7.1	7.2	8.4	9.2	8.2	7.7	5.9	7.2

表 2.10 平均月別風速

単位：秒速 m/sec

測候所名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10 日	11 日	12 日	平均
Makoka	na	Na	na	Na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
Chileka	3.8	4.0	4.9	5.2	5.2	5.5	4.9	5.7	6.1	6.4	5.5	5.0	6.1
Chichiri	1.6	1.6	1.8	2.1	2.1	2.4	2.7	3.0	3.1	3.2	2.7	2.1	2.4

表 2.11 平均月別蒸発量

単位：mm / 年

測候所名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10 日	11月	12 日	合計	観測期間
Makoka	126.4	121.1	128.3	116.7	103.7	93.6	111.7	136.1	182.8	204.8	196.7	138.1	1660.1	1987-1997
Chileka	163.1	142.0	140.5	146.3	151.3	146.2	156.9	187.2	179.3	295.3	284.4	220.4	2212.9	1987-1992
Chichiri	79.7	106.0	135.6	105.3	88.1	78.2	112.1	160.1	182.7	219.7	171.4	132.0	1570.9	1987-1993

(c) 水文

流域

調査地域内は大きく分けて Lirangwe 川と Lunzu 川の 2 つの流域に分割される。Lirangwe 川の流域面積は 343km²、河川長約 57km で Ndeka 及び Mlombodzi の 2 支川を有す。一方、Lunzu 川流域は 327km²の面積を有し、河川長は約 49km でありおもな支川として Nkokodzi 川と Likulu 川がある。5 万分の 1 の地形図より求められた主要河川の流域面積、河川長、河川勾配は以下に示すとおりである。Ndeka 及び Nkokodzi 川を除く他の河川勾配は 100 分の 1 以下と非常に急峻である。流域内は人口圧力による農地の開拓が進み、森林が消滅し土地の劣化が顕著になっており、土壌流出が激しくそれに伴い、河川や溜池、ダンボ等での土砂堆積やシレ川本流への土砂流出が問題となってきている。流域図は図 2.1 に示す。

表 2.12 主要河川とその支川の概要

主要河川	支川	流域面積(km ²)	河川長(km)	河川勾配(1/xx)
Lirangwe	Ndeka	22.10	8.60	1/180
	Mlombozi	26.70	9.10	1/85
	Lirangwe	342.58	57.20	1/85
Lunzu	Nkokozdi	72.70	17.60	1/125
	Likulu	19.60	19.60	1/72
	Lunzu	327.17	49.30	1/75
合計		810.85		

河川流量

調査地域内の河川流量観測所は Lirangwe 川、Lunzu 川にそれぞれ 1 ヶ所ずつある。流量はゲーピングスタッフの読みとりを農家に委託して測定されている。最近 3 ヶ年の観測結果は表 2.14 に示すとおりで、最大流量は Lirangwe 川で 7.4m³/sec、Lunzu 川で 6.4m³/sec を記録している。乾期の終わりにはいずれの河川もわずかな流量が認められるのみである。(ANNEX E2 参照)

表 2.13 地域内河川の流量観測地点

観測地点名	TA 名	地点座標	河川名	C.A.(km ²)	観測期間
Lirangwe RGS IC	Kapeni	YT 164823	Lirangwe	198	1989/1～ 1999/7
Lunzu RGS 109	Kapeni	YT 121759	Lunzu	163	1989/3～ 1999/7

注 ; C.A.:流域面積

表 2.14 最大及び最小流量

(単位 : m³/sec)

測定地点	第 1 位流量	第 2 位流量	第 3 位流量	最小流量
Lirangwe RGS IC	7.360	5.201	5.048	0.003
Lunzu RGS 109	6.358	4.036	2.769	0.002

图2.1 流域图

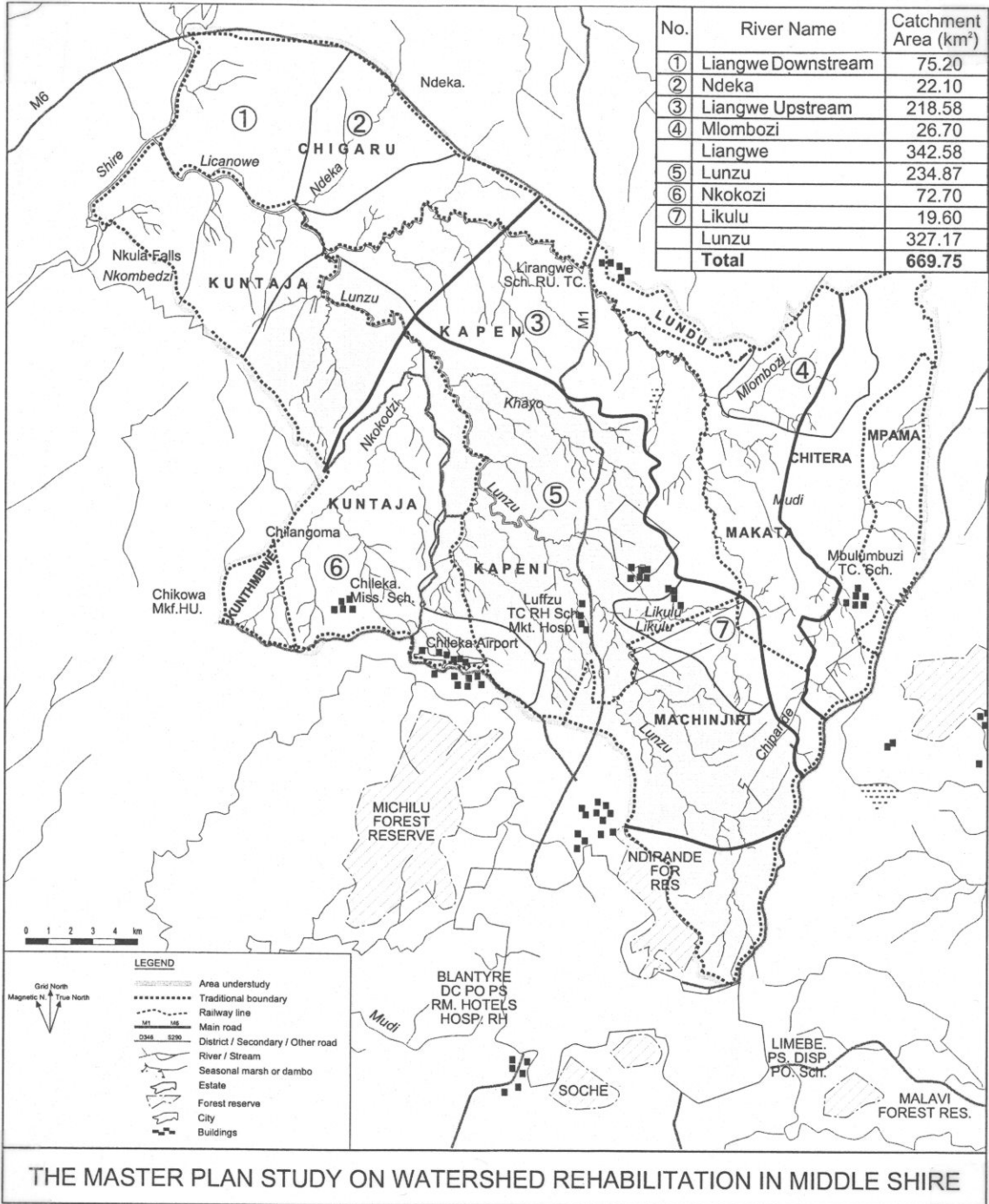
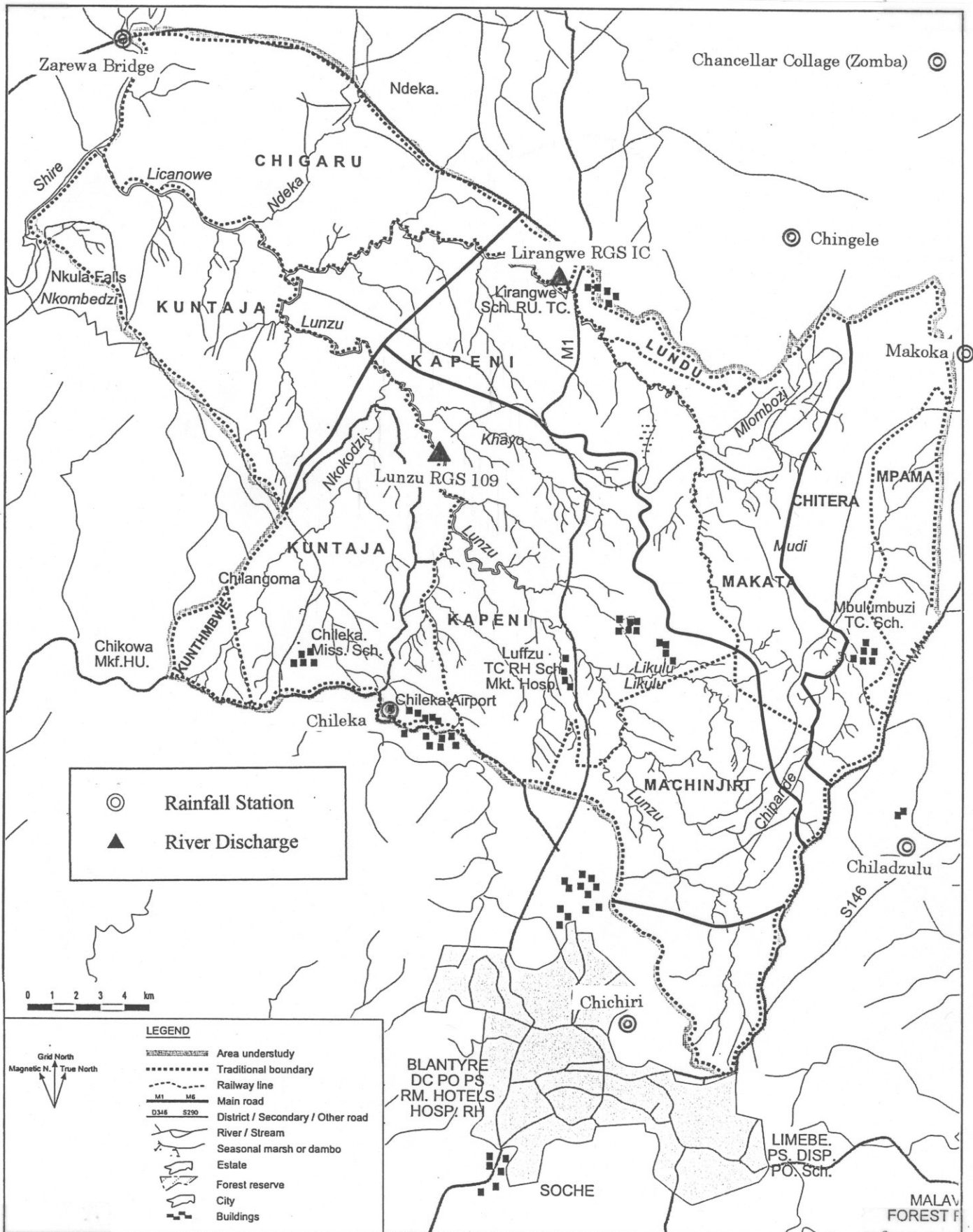


図 2.2 気象観測所及び流量観測所位置図



(d) 土壌

調査地域内に分布する土壌は大別して7グループから構成され、1980年代前半に農業局によって行われた土壌調査によると地域内に7土壌統が確認されている。これらは下表及びANNEX A-5図に要約される。この調査は1万 ha に1点程度の密度で行われているため、今回の現地調査では約900 ha に1点の密度で地域内85地点における試穿(ANNEX F2参照)を行って土壌分布状況を把握し、加えて土壌侵食に関連する表層の厚さ及び土性を調べ、これらの結果を下表に示した。地域内に分布する土壌は Dambo (沼沢地) に流入堆積したグライ土及び河岸段丘上のわずかな堆積土を除き、すべて地層を構成する片麻岩、白粒岩、閃長岩などの母岩が風化して生成したものである。主要な土壌生成作用としては1次鉱物の半高温、半湿潤気候下における2:1型粘土、雲母の弱い風化による2次鉱物の生成、すなわち鉄・珪酸化作用が認められ、1:1型鉱物が高温多湿条件下で完全に風化されるラテライト化作用(鉄・アルミ化作用)は一部のみに観察された。いずれの風化作用によってもこれらの母岩中に含まれる石英粒は風化されずに土壌中に残り、しかも層状侵食を受ける過程でも流去せず土壌表面に残る。土壌生成作用と並行して侵食作用が進行する傾斜地などでは表層の薄い土壌が生成する。

表 2.15 地域内の土壌分布

土壌グループ (目)	PARA-LITHIC	PARA-LITHIC	EUTRIC-FERSIALIC	EUTRIC-FERSIALIC	EUTRIC-FERSIALIC	PARA-LITHIC	GLEYPIC
土壌の種類 (亜目)	Chromic Cambisols	Eutric Cambisols	Cambisols/ Ferralsols	Chromic Luvisols	Haplic Lixisols	Skeletal Cambisols	Eutric Gleysols
主要な既存 土壌統名	Lulwe Mbulumbuzi	Malamulo/ W.Ferry	Mikolongwe Mbulumbuzi	Mbulumbuzi	Bvumbwe	Walkers-Ferry	Upper Lirangwe
USDA 分類名	Xerochrepts	Tropaquents	Ustox, XC*	Haploxeralfs	Haplustolls, U.	Dystrochrepts	Tropaquepts
分布面積(ha)	7,900	4,600	14,120	15,330	5,250	16,750	1,550
以下は試穿調査による代表地点の測定結果を示す							
表土厚 (cm)	74	82	70	74	87	68	77
表土の土性	L	SL	SCL	SL	SCL	SL	SL
主要な母材	gneiss neiss	Complex	syenite, gn.	gneiss neiss	gn.,granulite	gn., syenite	complex
主要分布域	地溝帯突部	中北部山麓	中東低平地	中部準平原	チレカ低地	西部低平地	東部低湿地
侵食受食性	年間5トン	5~27トン	年間5トン	2~35トン	年間3トン	年間5トン	無、堆積原
土地条件	丘陵蔵部	丘陵山麓部	地溝帯溝部	有起伏平地	平原低湿地	準平原辺縁	低湿遊水地

注：分布面積としてはこのほか岩盤路頭部の1,475 ha が加わる。*XC; Xerochrepts, U.; Ustox の略号
gn.; gneiss の略、complex; basement complex の各種基岩類。L; 壤土、SL; 砂壤土、SCL; 砂質壤土

上記のようにほとんどの土壌は岩石の風化により生成しているが、わずかに現河川の河岸段丘に幅数十 m 程度のシルト質水積土壌が分布し、また Lirangwe、Chileka の2大 Dambo (低湿地) には塩類の集積した湖成土壌も見出された。

土壌断面の記載は ANNEXF-2 に収録したが、化学分析は行われていない。

地域内に分布している土壌断面の観察結果では土壌の深さは浅土層（30~50cm）が 10%、深土層（1m 以上）が 35%、その中間（50~100cm）が 55%を占め、一般に低平地の土層が厚く、山丘麓や残丘付近で浅く石礫含量が多い傾向にある。また、地表に数百平方 m 以上の岩盤露出部分は地域全体の 2%（1,500 ha）を占める。表層の土性は調査地点の半数が花崗岩源片麻岩などが風化した土壌であるため（石英含量が高い）砂質であり、残る半数が 2:1 型粘土を含む粘質土壌である（Dambo 地形部の土壌をはじめ残積土壌が乾期の終り頃に保持していた水分を失って亀裂を形成することからパーミキュライト、モンモリロナイトなどの 2:1 型粘土含量が高いと推定され、また、この亀裂がガリー侵食発生のきっかけとなる）。砂質土壌が多いことは地域内の河床に堆積している厚い砂質堆積物からも窺われる。

傾斜面上で風化生成した砂質土壌は侵食によって流亡しやすく、多くの場合土層の分化が微弱な、いわゆる Entisols を生成する。上記のように地域内に分布する土壌におけるラテライト化作用は弱く、典型的な赤鉄鉱を含むいわゆる Oxisols は調査地域外（南部の Tyolo、北部の Mwanza）では頻繁に見られるが、地域内では西南部の Chileka 低地に分布する Mikolongwe 統、地溝帯周辺低地に分布する Bvunbwe 統の一部分（いずれも細粒質土壌）に介在するに過ぎない。

現地調査結果から表土の有機物含量が低く、石英礫など未風化 1 次鉱物含量が高い瘦薄土壌が多く分布していることが判明した。この原因は開墾後落葉、畜糞などの施用をほとんど行わず、作物残滓は家畜飼料や燃料として収奪しつつ休閑期間を短縮し、他方で土壌侵食を通じて表層に含まれていた粘土が流亡したためと考えられる。土壌養分保持に役立つ腐植や粘土鉱物の減少は土壌肥沃度や土壌侵食に対する抵抗性を著しく低下させ、営農上で不利を招く。農業生産力維持の観点からこうした傾向を是正する土壌保全対策が必要となっている。

既存の化学分析記録が無く、本調査でも分析を行わないため、作物と土壌との相互関係の把握が困難である。植生調査結果から間接的に言えることは、酸性土壌に好んで自生する *Bauhinia sp.* や *Colophospermum sp.* などの反応指標樹木が広範囲に卓越分布することから表土がかなり酸性を呈すると考えられる。また、基盤岩類の化学組成から燐酸の供給源である apatite が 1.2%含まれるが鉄分も 5~17%、石灰も 5~10%含まれるので可給態燐酸が少なくなり、無肥料栽培ではこうした天然供給が少ないため穀物の単収が低位に留まると想定される。

(e) 現況土地利用及び植生

現地調査、1995 年撮影の航空写真の判読による調査地域内の現況土地利用はつぎのとおりである。大部分の土地は伝統的 TA が保有し（地籍台帳がない）区長から新たに、あるいは伝統的に配分を受けた住民世帯が利用・耕作権を持つ。これらの土地の中にわずかな私有地（エステートすなわち登記され、納税義務のある農場用地）及び国有地（飛行場、森林保護区）が介在する。地目ごとの面積は下表のように算定される。

表 2.16 調査地域の現況土地利用

現況土地利用形態	推定面積 (ha)	比率
耕作下の土地*(年間変動が大きい)	21,504~29,500	32.1%~44.0%
現況休閑地*(年間変動が大きい)	3,277~11,273	4.9%~16.8%
道路・鉄道敷、河川敷など	8,500	12.7%
住居建物敷地、中庭*	6,698	10.0%
私有地 (エステート)	5,612	8.4%
各戸利用の林地、採草地*	4,500	6.7%
岩盤露出地	1,544	2.3%
既存公共植林地	746	1.1%
墓地及び集落共同利用地	656	1.0%
合計 (*印は各戸配分地)	66,975	100.0%

調査地域内の土地の約半分が農地であり、その 66~90%に毎年作物が栽培され、残る 10~34%は休閑地として放置されている（その理由はおもに主作物である白色トウモロコシの作付け時期の天候不純、連作障害、養分不足による）。土地全体の3分の2はすでに配分済みの伝統的 TA 保有地であり、私有地は 12 分の 1 相当に過ぎず、残余の 4 分の 1 は住居、公共施設の敷地あるいは利用の困難な条件下にある土地である。従前は TA チーフの管理する入会地の比率が高かったが、人口の爆発的増加に伴って新世帯へ配分され、共同利用可能な土地が 5 %以下に減少している。

調査地域内で土地の利用権を持つ世帯は全体 46.6 千戸の 78%に相当する 3 万 6 千戸と推定され、戸当たり平均保有面積は 1.3 ha 弱、そのうち可耕地面積は 1 ha 弱、可耕地のうち毎年の作付け面積は 0.7~0.9 ha 程度である。世帯員 1 人当たり耕地面積は 0.17 ha、トウモロコシの平均収穫量は 1 人当たり 262 kg であり、年間消費量に匹敵するので、不作年には明らかに自給できなくなる。このことから調査地域の土地利用はすでに人口の扶養限界に達していると考えられる。なお、休閑地の比率については気候による年間変動が大きく、また調査団が行った社会経済条件概況調査の作付けに関するデータ（保有地の 90%以上に作付けが行われているように集計される）と調査団の現地確認結果との間に大きな食い違いがあるが、この理由として農民のメートル単位に関する無知、測尺用具の欠如及び自己保有地の面積測定経験がないことや、標本抽出の偏りなどが考えられる。

植生調査、戸別薪炭林調査及び 1995 年撮影の航空写真の判読による調査地域内の現況植生分布は下表及び添付の土地利用・植生図のとおりである。地域内住民が日常利用する薪炭の供給源は各戸別に配分された家屋周辺、農地に戸別に行われた植林が大部分を占め、わずかに残存する村落共有林、林業局が村落に譲渡した官営造林、調査地域周辺森林保護区内の許可伐採及び地域外から搬入された薪炭材などが補完的給源となっている。

植生分布は第 1 に雨量分布及び地形の影響を受け、地域全体の傾向として西北に行く程粗く、東南に行く程密になっている。また、人口圧の影響もあり、南部の都市化途上の地帯で急速な裸地化が進行している。植生の疎な地域の中部~西北部では河床や湿地 (Dambo) に散在樹が多くみられ、植生の比較的密な北東~東南部ではエステート内で保護されている、あるいは植栽され

ている樹林、及び戸別薪炭林が大きく貢献しているが、人口圧の影響で丘頂部、急傾斜地に裸地化した部分が多い。第 8 章で調査地域を区分した各ゾーン別(第 7 章ゾーニング参照)及び年雨量区分別の樹冠被覆面積比率は下表のとおりであり、調査地域全体としては地表の 2.6%のみが樹冠下にある。

表 2.17 調査地域内の樹冠被覆率

ゾーン別	面積比率	樹冠被覆	年雨量区分別	樹冠被覆
Zone A	3%	1.3 %	700 mm 以下	0.8 %
Zone B	38%	2.5 %	700 ~ 800 mm	1.5 %
Zone C	12%	3.9 %	800 ~ 850 mm	1.7 %
Zone D	22%	2.0 %	850 ~ 900 mm	2.3 %
Zone E	25%	1.2 %	900 ~ 950 mm	3.0 %
			950 ~ 1,000 mm	4.3 %
合計	100%	2.4 %	1,000 mm 以上	2.6 %*

注：* 市街化の影響により低下している。ゾーンと雨量区分とは対応していない。

樹種の分布については *Eucalyptus camadulensis* が圧倒的に多く半数以上を占め、ついで果樹のマンゴー、グアバが散在樹の大部分を構成する。ミオンボ 2 次林など自然林は各村落の墓地（伐採は伝統的に禁止されている）及びエステート内に限定的に残存する（卓越樹種は袴葛の 1 種 *Bauhinia thonningii*、マメ科喬木 *Brachystegia sp.*、アカシアの一種 *Acacia polyacantha*、モモタマナの 1 種 *Terminalia sericea* など）ほか、薪炭材として不適切な樹種、たとえば中部～西北部ではバオバブ樹 (*Adansonia digitata*)、俗名サルスベリ (*Steculia quinquerobera*)、菩提樹の一種 (*Ficus natalensis*) などが独立樹として残存している。また、繁殖力、再生力の強靱な仙檀の一種 (*Toona ciliata*)、センナ (河原決明) の一種 (*Cassia siamea*) は地域全体に散在樹、独立樹として分布する。極端な過伐の結果、樹種の多様性は著しく損なわれ、(とくに薪炭材として) 利用価値の低い樹種、あるいは再生力の強い樹種のみが残されている。林業局が植樹を奨励している在来樹種 (たとえばマメ科の *Azollia quanzensis*, *Faidherbia albida* など) は一般に苗や種子が普及していない、生育が緩慢であるなどの理由から未だ戸別薪炭林の樹種として一般に利用されていない。

各戸別薪炭林に植えられた薪用樹の平均樹齢は 14 年生 (すでに 2 回以上伐採萌芽を経験している) であり、1 樹当たりの材積は 0.1 m³、平均樹高は 7.8 m、胸高直径は 15 cm である。各戸別薪炭林 1 ヶ所当たりに残存する薪用樹は約 26 本である。これらの測定値から仮に改良型かまどの利用により年間の薪消費を 1 世帯 1 m³ に抑制できるとしても現存規模の戸別薪炭林では自給し難いことが理解される。現況の緩慢な生育状況から見て年間の戸別薪需要を満たすには現況の 6.5 倍に相当する戸当たり 170 本の薪用樹を確保する必要がある。

(f) 流域の荒廃状況

前述の流域図をもとにした各流域の荒廃状況は以下のとおりである。

流域 3 及び 4 は調査地域の東側に位置しており、域内では最も降雨量 (1,000mm 前後) に恵まれており、エステートが集中している。エステートではコーヒーやタバコの栽培が盛んであり、

竹林や落葉樹である *Bauhinia thoningii* 等の在来種の森林が依然として残っており防風林としての植林も計画的に行われ植生も 5~8%と域内でも最も多く地下水の涵養林としての機能が働いている唯一の流域と言える。しかしながら、エステート以外の地域、特に流域の北部 1 及び 2 では炭の製造のため、また、その他の流域では焼きレンガの燃料のための伐採や人口圧力による開墾により森林破壊が急速に進行している。この現象は 1995 年の航測写真による森林植生状況がここ約 4 年間で皆無の状況になっていることから窺える。このことは薪炭材用の伐採が法律で禁じられ、林業局による持続的な盗伐警備を行っているにもかかわらず、調査地域はもちろん、隣接の TA Kunthembwe や Mwanza 県でも同様に、いたるところで森林が裸地になっている。また、山火事も森林破壊の大きな要因となっている。

伐採や野焼き後の森林の自然回復率は木の種類や土壌水分量に大きく依存する。自然植生の回復はしばしば地下水位が比較的浅い小河川の川底、斜面や湿地で認められる。特に域内の北西部の半乾燥地域の流域 1、2 及び 3 と 5 の西北部(*Cassia siamea*, *Toona ciliata*)や外来種の木々の再生が観測される。これらの地域及び流域 6 では薪炭材として不適当な木々である *Steculia quinqueloba*, *Acacia polyacantha* 等が伐採された地区内で独立して散在林として残っている。したがって薪炭材として利用される木々は完全に伐採され裸地となっている。一方、*Colophospermum mopane*, *Brachystegia boehmii*, *Brachystegia floribunda* 等の薪炭材に適する樹種は完全に伐採されている。

調査地域内の土壌侵食発生状況は第 6 章に記述するエロージョン・ハザードマップに見られるように流域 5 及び 7 の TA Machinjiri を中心とする南部、TA Chigaru 東南部から TA Kapeni 北部 ~ Kuntaja 中部にかけての区域及び東北部の地溝帯沿いに侵食度の高い部分が分布している。この分布状況は試算の根拠である SLEMSA の侵食量推定式中の因子に採択されている起伏、土壌要因(砂質表土の分布)の分布実態とかなり一致しているが、樹冠被覆率との関係は薄い。これは侵食量推定式の要因として作物被覆の雨滴遮断を採用しているためである。いずれにせよ、調査地域内の樹冠被覆が 2%程度である以上、雨水の流出抑制、貯留効果は多くを期待できない状況にある。とくに流域 3、4、5 及び 7 に分布する平均傾斜が 8° 以上、表層の土性が砂土、砂壤土、かつ雨水を貯留できる土層の厚さが 60 cm 未満の耕地では大量の年間土壌流亡が懸念される。本地域内の主要な土壌侵食形態は耕地及び裸地傾斜面における層状侵食であり、作土層内の孔隙が雨水で飽和する 1 月中旬 ~ 2 月下旬にかけて年間の流出が集中することが地元農民からの情報により確認された。傾斜畑からの流亡土壌量及びそれが河川に流入した時点での浮遊懸濁質の濃度については下記の方法で現在委託測定中である。水系侵食における地表の限界流速は地域内の平均地形傾斜度 3 度、100mm/ 時の雨では 50 cm / 秒程度であり、地域内の流出率 10%、平均雨量 800 mm/ 年とすれば ha 当たり年間 5 トン未満の流出が発生し、エロージョン・ハザード試算によって得た地域内からの年間流亡土量約 46 万トンから流去水に含まれる浮遊懸濁質の濃度は 7,000 ppm) 強と概算され、上記流速で沈降せず搬送され得る浮遊懸濁質の限界濃度と合致する。なお、河川水中の濃度は下記の既存測定結果によれば 3,000 ppm 以下であり、その濃度差分が河床または水系への堆積を生ずる。

航空写真の判定や現地踏査結果によると調査地域内の耕地のほとんどは表層侵食や細流侵食で

あり、発達したガリー侵食は耕地と耕地の境界や河川の下流、河川の斜面、丘陵地等の流域5、7を中心とする17地区で認められた。膨潤性のモンモリナイトやギブサイトを含んだ粘土が乾燥と湿潤を繰り返し、クラックが生じ短時間の激しい雨により、そのクラックが発達しガリーとなっている。調査結果では約100条のガリーが認められており、1.5条/10 km²程度のガリーが調査地域内で発生しているものと推定される。

表 2.18 ガリー侵食発生ヶ所の概要

番号	TA 名	発生場所	ガリーの条数	ガリーの規模 B x L x H (m)	発生場所地目
1	Machinjiri	Namilango Hill , Western slope	3~4	1.5 x 50 x 1.0	In undulated Field
2	Machinjiri	Nanjero	5~6	25 x 200 x 2.0	
3	Machinjiri	Chididi~Mpati Hill side	5~6	1.2 x 100 x 1.5	Border of Fields
4	Machinjiri	Daniel Village	2~3	1.5 x 180 x 1.0	Road Surface
5	Kapeni	Maleule Town North	5~6	1.2 x 200 x 2.0	
6	Kapeni	Along the M6 fight side fields	2~3	2 x 20 x 0.8	
7	Kapeni	Willian Village Lunzu side	2~3	2.5 x 150 x 1.5	
8	Kapeni	Nozomba Village	3~4	2 x 150 x 1.2	Hill foot
9	Kunthembwe	Nkokodzi river downstream	2~3	2 x 150 x 1.5	River slope
10	Makata	Mlomdozi upstream	5~6	1 x 50 x 0.7	
11	Kapeni	Wayao Village	1	6 x 20 x 1.2	Rural road aside
12	Chigaru	Far North West of SA*	1	2 x 40 x 0.6	
13	Kuntaja	Chilangoma Hill side	3~4	1 x 200 x 1.1	Boder of Fields
14	Kuntaja	Salem Village Lunzu rever	4~5	1 x 200 x 0.5	
15	Kuntaja	Nkula- Chileka Road	4~5	20 x 100 x 1.5	Gabion are used
16	Chitela	Below escarpment	2~3	1 x 100 x 0.7	Road side
17	Chitela	Mlombodi river terrace	5~6	1.5 x 200 x 0.8	Boder of field

ガリー侵食発生の頻度は本地域内では未だ低いが、その理由として以下の要因が上げられる。発生箇所の多くはエロージョンハザード試算で高い侵食値を示す区域と一致し、またガリーの発達規模も現在は比較的小さいが将来さらに発達する可能性が懸念される。

- ◇ 裸地化の期間、すなわち開墾後の経過年数が未だ短い。
- ◇ 大規模な耕地区画はエステート以外に少なく、流去水径が集中しない。
- ◇ 発生場所の土層が浅く、裂け目が発達しないうちに岩盤に達する。
- ◇ 等高線畝立て栽培がかなり普及していて圃場からの流出を制限している。

地域の荒廃を進行させる他の要因はいわゆる“野火”あるいは森林火災である。TA 所属地、私有地とも発生の届け出義務が無いため、発生件数や被害の統計もない。その原因は稀に落雷や休閑地の再耕作前の整地時の付け火による発生、監視人の失火もあるが、多くは野鼠、兎、野鳥などの狩猟を目的とした放火である。ユーカリ樹は乾期の火災で延焼し易く、調査地域内の幹線道路沿いで数 ha 規模の火災による枯死部分が十数ヵ所観察された。地域周辺でも Michiru 山の営林局造林地内、ICRAF 造林試験圃場で被害を受けており、後述のように年間の生産林内被害件数 11 ヵ所、被害面積延べ 1,119 ha に及ぶ。エステート内に残存する 2 次天然林は立ち入り禁止

かつ火災後も再生力の強い樹種が残っているため被害が少ない。最近では人口圧急増の結果、野生動物の棲息範囲が高標高部に移行しているため、火災箇所も平地から山丘の中腹部に移る傾向にある。

地域内を流れる2大支流の河岸段丘に堆積している洪水堆積物の粒度組成はその90%以上が微砂～粘土であり、またNkuraダム湖底からの浚渫堆砂の観察からも粘土含量が高いことから、浮遊懸濁質の粒径は500 μ 以下が大部分を占めると見られる。この推定結果は地域内の傾斜畑の畝間に細かい石英礫が表面を覆っている事実とも合致する。本地域の地形は前述のようにシレ川に向かって下っているが、Ndirande山、Lunzu山近辺の標高1,610 mからシレ川河床付近の標高380 mの間の平均勾配は約100分の1であり、支流河川の平均河床勾配は80分の1程度であってシルト以上の粒径の浮遊懸濁質中相当な部分が河床を埋めると推定される。調査地域全体の年間流出土量はha当たり平均6トン未満であるため50万トン以下と見積もられ、そのうちシレ川本川に流出するのは洪水のパターンにもよるが約2万トン/年と考えられる。

河川水の懸濁土粒子測定

調査地点は林業局との協議の結果、流量観測ゲージが設置されている、Lirangwe川及びLunzu川の2地点で実施する。観測頻度は月2回とし1月～2月の2ヶ月間に実施した。激しい雨が降った数時間後に河川水を採取し、1リッターのメスシリンダーを用いて沈殿した土砂の重量を測定した。観測は林業局職員に依頼し、降雨直後に測定を行った。

崩壊地での土壌流出測定

崩壊地の土壌流出量を算定するために、航空写真や現地踏査でこれらの場所を調査したが、調査地域内には表層侵食や細流侵食がほとんどで、その他100条のガリー侵食が認められたのみである。調査地域は先カンブリア紀の硬質な変成岩で占められており、そのため、崩壊地は認められない。

流出土砂量調査

農地や植生の乏しい荒廃地における流出土砂量を把握するために、侵食が発生している箇所の最下流に土砂溜用の木枠(1.2m x 1.2m x 0.3m)を設け、流出土砂量の定時観測を実施した。調査地点は地形、土壌、植生、土壌侵食の規模により選定した。調査地点数は各支流域2ヶ所を目安とし、合計10ヶ所とした。観測頻度は月2回とし、12月と1月の2ヶ月実施した。土砂溜の管理は林業局を通じて農家に依頼し、林業局職員が採取した。採取された流出土砂は林業局に依頼して粒度分析を行った。調査地点の概要は下表に示すとおりである。調査結果の整理、解析は第2次現地調査時に行い、その結果は当地域の土砂流出量の算定に反映させた。

表 2.19 流出土砂量調査位置の概要

番号	TA 名	村落名	流域名	流域面積 (m ²)	勾配 (%)	土壌タイプ
1	Chigaru	Muyangevi	Lirangwe right	250	3	Sandy Lithosol
2	Kuntaja	Kabango	Lunzu left	5,000	3	Sandy Lithosol
3	Kuntaja	Goweza	Nkokodzi right	225	4	Chileka Ferralsol
4	Kapeni	Manyombe	Lirangwe right	810	6	Sandy Lithosol
5	Kapeni	Nazombe	Lunzu left	400	1.5	Ferralsol
6	Makata	Fred	Lirangwe right	320	4	Sandy Clay Loam
7	Machinjiri	Daniel	Lunzu left	700	8	Sandy Loam Lathosol
8	Machinjiri	Likhoswe	Lunzu right	1,050	5	Sandy Loam
9	Chitera	Nanvenya	Molonbozi left	380	5	Sandy Clay Loam
10	Mpama	Nakhwala	Lirangwe	5,000	8.5	Entisol

世界銀行が 1992 年に策定した 'National Environmental Action Plan' によると河川水の懸濁土粒子測定結果は以下のとおりである。

Kamuzu Barrage (シレ川)	100~200 mg /リッター (1,500 ppm)
Whayo (Lunzu 川)	200~300 mg /リッター (2,500 ppm)

又、当地域からシレ川への土壌流出量は 1996 年に British High Commission が実施した 'The Study to Identify Sources of Siltation in the Middle Shire River Catchment Area' では Lunzu-Lirangwe 川からシレ川への土壌流出量は以下のように 76 万トン/年と算定している。今、地表流出率を 10%、調査地域内の年平均降雨量を 800mm、土の単位体積重量を 1.6 トン/m³ とした場合は、河川水の懸濁土粒子濃度は 89,000ppm と推定され、水系を流下する流去水の流速では搬送し難い高濃度となる。

エロージョン 度合い	面積 (km ²)	割合 (%)	土壌流出量 (トン/年)	シレ川への流出量 (トン/年) (ratio - 0.2)
軽度	2	-	2,000	
中程度	112	16	336,000	
重度	408	60	2,244,000	
極めて重度	161	24	1,207,500	
合計	683	100	3,789,500	757,900

图 2.3 土壤流出量调查位置图

