社会開発調査部報告書

No. 2

タンザニア国アルーシャ州モンドリ地区
水資源開発計画調査
事前調査報告書

平成6年7月

国際協力事業団

社調二
JR
94-081

タンザニア国アルーシャ州モンドリ地区水資源開発計画調査事前調査報告書

28275
JICA LIBRARY
1121861 [7]

国際協力事業団
18275

序　　文

日本国政府は、タンザニア国政府の要請に基づき、同国のアルーシャ州モンドリ地区水資源開発計画にかかる調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成6年3月11日より3月30日までの20日間にわたり、国際協力事業団国際協力総合研修所国際協力専門員・丸尾祐治氏を団長とする事前調査団（S／W協議）を現地に派遣しました。

調査団は、本件の背景を確認するとともにタンザニア国政府の意向を聴取し、かつ、現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するS／Wに署名しました。

本報告書は、今回の調査をとりまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

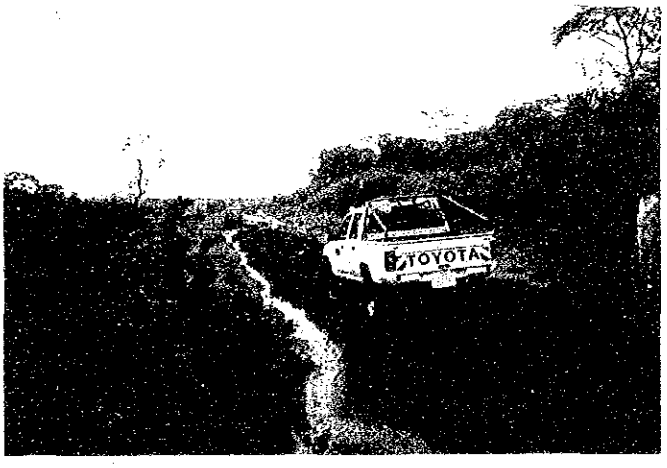
平成6年7月

国際協力事業団
理事　佐藤　清

▲ 調査対象地域遠景（南よりモンドリ市を望む）

▲ モンドリ市内

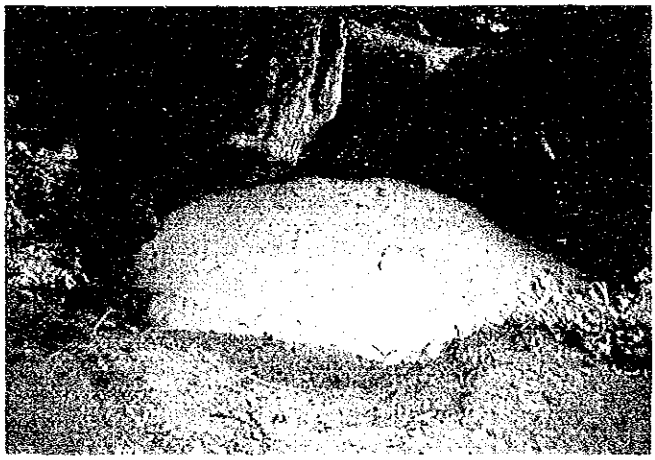
▲ モンドリ市唯一の水道水源（受水口）



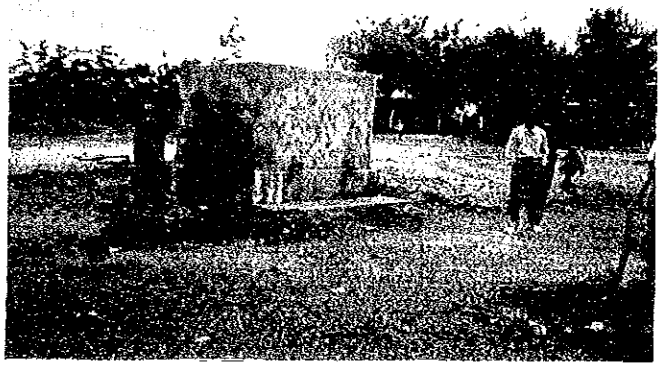
▲ モンドリ市からモンドリ・ジューまでの道

▲ モンドリ・ジューカルデラ内の浅井戸
（ポンプ故障中）

▲ モンドリ・ジュー唯一の湧水池と（白濁している）
マサイの人々

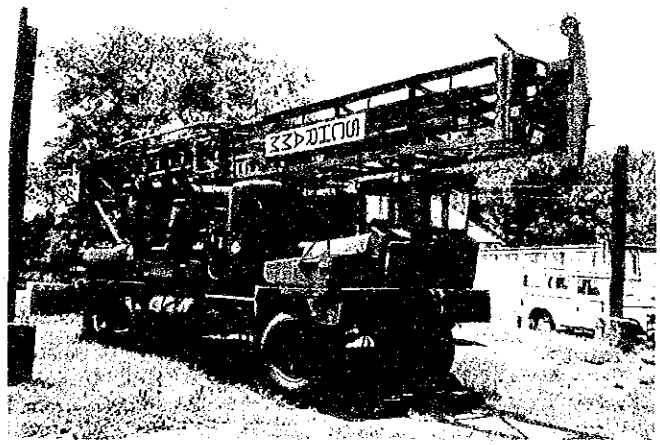


▲ 湧 水 池

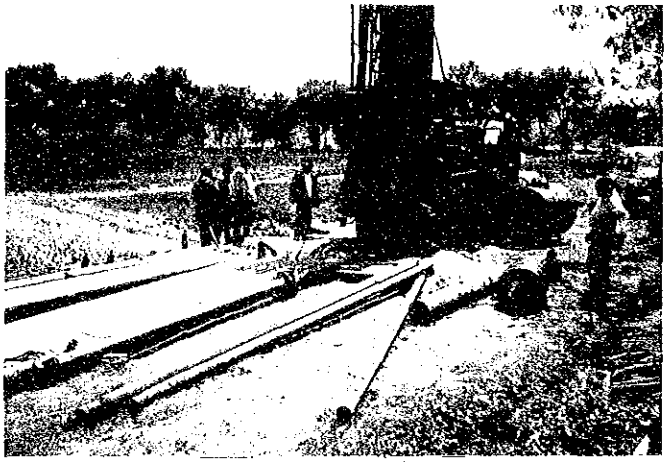


▲ マクユニの水道給水タンク（水栓に錠をかけて
時間給水する）

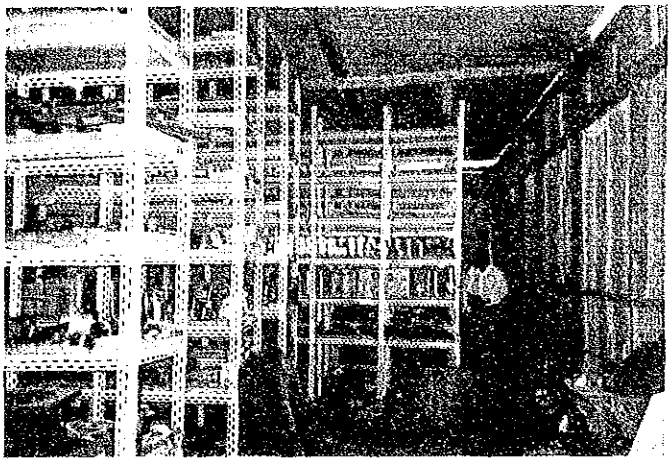
▲ 国道沿いに点在するマサイ族の村落



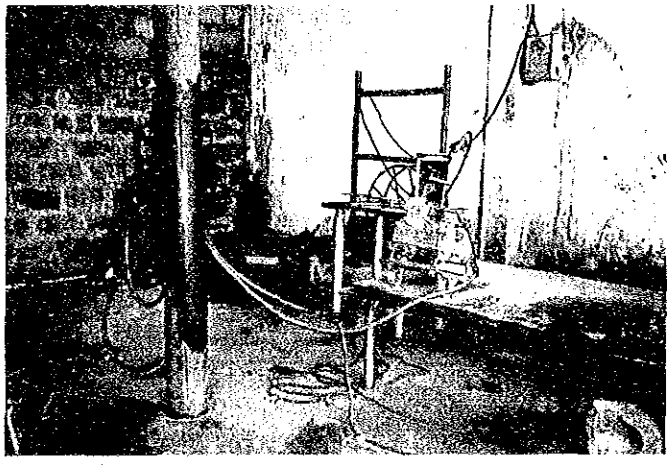
▲ シュラム大型リグ T－985機（後輪タイヤがない）

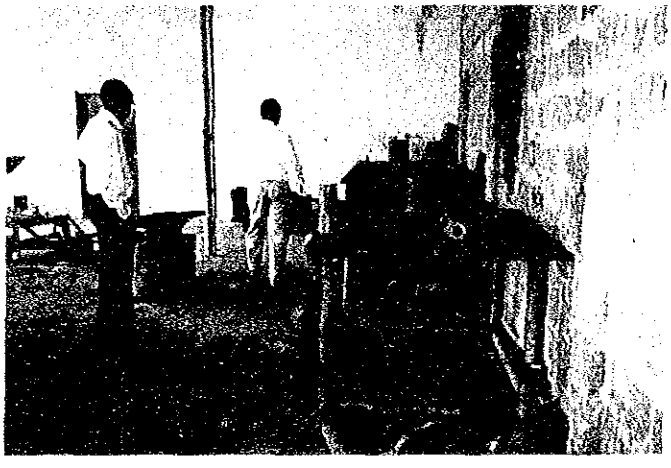


▲ シュラム中型リグ T－64HB・675機
(100m堀止め拡掘中)



▲ トドマにある水・エネルギー・鉱物省水利部
スペアパーツ倉庫





同水利部　ワークショップ

▲ S/W 署 名

目　　次

序　　文
写　　真

第１章　事前調査の概要 …… 1
　１－１　調 査 目 的 …… 1
　１－２　調査団員構成 …… 1
　１－３　相手国受入機関 …… 1
　１－４　調 査 日 程 …… 1
　１－５　調査の背景及び経緯 …… 2
　１－６　要請の内容 …… 2
　１－７　S／W 協議対処方針 …… 3
　１－８　S／W 協議内容及び結果 …… 5

第２章　水資源開発、給水に関する組織、体制、計画 …… 7
　２－１　行政、組織、運営 …… 7
　２－２　関連機関の概要 …… 12
　　２－２－１　水・エネルギー・鉱物資源省水利局 …… 12
　　２－２－２　アルーシャ州開発庁水開発局 …… 13
　　２－２－３　モンドリ郡庁及びモンドリタウン …… 15
　２－３　関連計画の概要 …… 15
　　２－３－１　国家開発計画での地下水開発・給水計画 …… 15
　　２－３－２　水資源開発・給水における援助動向 …… 17
　　２－３－３　給水事情とアクションプラン …… 21

第３章　調査対象地域の概要 …… 25
　３－１　調査対象地域の位置及び人口 …… 25
　３－２　地形・地質状況 …… 30
　　３－２－１　地形概要 …… 30
　　３－２－２　地質概要 …… 34
　３－３　気象、水文状況 …… 43

3－3－1　気　　象 …… 43
3－3－2　水文概要 …… 46
3－3－3　水理地質概要 …… 49
3－4　既存給水システムの現況と問題点 …… 50
3－4－1　モンドリタウンの給水現状と問題点 …… 50
3－4－2　モンドリ郡村落地域の給水現況 …… 51
3－5　既往の地下水開発調査 …… 54
3－5－1　既往の電気探査 …… 54
3－5－2　モンドリ地区の井戸記録と資料 …… 54
3－6　地下水開発の現状と問題点 …… 64
3－6－1　地下水の開発状況 …… 64
3－6－2　さく井事情 …… 64

第4章　環境配慮に関する調査 …… 67
4－1　対象地域の自然環境及び社会環境 …… 67
4－2　環境関連法令 …… 67
4－3　スクリーニング、スコーピングの結果 …… 69

第5章　本格調査の基本方針 …… 74
5－1　調査目的 …… 74
5－2　対象地域及び範囲 …… 74
5－3　調査の基本方針及び留意点 …… 78
5－3－1　地下水開発、給水計画 …… 78
5－3－2　衛生改善計画 …… 79
5－3－3　UNDPとの情報交換 …… 80
5－4　調査項目 …… 80
5－5　調査内容 …… 84
5－6　調査工程 …… 100
5－7　報告書 …… 100
5－8　調査団構成に関する留意点 …… 101
5－9　本格調査資機材リスト …… 101

添 付 資 料

1. 要 請 書 …… 103
2. S／W …… 115
3. M／M …… 123
4. 本格調査で必要とされる資機材 …… 131
5. 質問書（水・エネルギー・鉱物省水利局の回答） …… 137
6. 質問書（アルーシャ州開発庁の回答） …… 149
7. 面会者リスト …… 161
8. 価格調査表 …… 165
9. 収集資料リスト …… 167
10. 踏 査 日 誌 …… 171

第１章　事前調査の概要

１－１　調査目的

本調査はタンザニア国政府の要請に基づき、同国アルーシャ州モンドリ市及びその周辺地域を対象に生活用水等の確保のための地下水を中心とする水資源開発計画を策定するものである。今回は本格調査に先立ち、先方政府関係者との協議・現地調査・既存資料の分析を通じ、本プロジェクトにかかる先方政府の意向・要請の背景及び要請内容・調査の範囲等の確認を行うとともに、これを踏まえ、タンザニア側とＳ／Ｗ協議を行い、署名することを目的として事前調査を実施した。

１－２　調査団員構成

総括・地下水開発：丸尾祐治　　国際協力事業団国際協力専門員
調査企画　　：菊地和彦　　国際協力事業団社会開発調査部社会開発調査第二課
水文地質・環境　：徳田啓司　　株式会社　日さく
ボーリング計画　：吉川信市　　株式会社　日さく

１－３　相手国受入機関

アルーシャ州開発庁（ＲＤＤ）

１－４　調査日程

事前調査は平成６年３月11日から３月30日までの20日間の日程で実施された。調査行程は下記のとおり。

月日	曜日	調査行程	調査内容
3/11	金	東京→アムステルダム	
12	土	アムステルダム	
13	日	→ダルエスサラーム	JICA事務所打合せ・日本大使館表敬
14	月	ダルエスサラーム→アルーシャ	移動
15	火	アルーシャ・モンドリ	アルーシャ州開発庁(RDD)表敬・REGIONAL ENGINEER'S OFFICE訪問・モンドリ地区DEISTRICT COUNCIL訪問
16	水	アルーシャ・モンドリ	モンドリ市既存井戸施設・水源調査
17	木	アルーシャ・モンドリ	モンドリ市周辺村落状況調査

18	金	アルーシャ	S／W・M／M　協議
19	土	アルーシャ	資料収集・団内打合せ
20	日	アルーシャ	資料収集・団内打合せ
21	月	アルーシャ	S／W・M／M　協議・署名
22	火	アルーシャ→ダルエスサラーム	移動
23	水	ダルエスサラーム	水・エネルギー・鉱物資源省訪問、大蔵省訪問、大統領府
			PLANNING COMMISSION訪問、JICA事務所・日本大使館報告
24	木	ダルエスサラーム→ドドマ	（丸尾・菊地）ナイロビへ移動
			（徳田・吉川）ドドマへ移動
25	金	ドドマ	地質調査所訪問・資料収集
26	土	ドドマ→ダルエスサラーム	移動
27	日	ダルエスサラーム	資料整理
28	月	ダルエスサラーム	水・エネルギー・鉱物資源省にて資料収集
29	火	→ロンドン	
30	水	→東京	

1－5　調査の背景及び経緯

(1)　タンザニア国は、1971年に「村落給水20年計画」を策定したが、対象が村落のみという計画になっていた。このため「タ」国政府は、都市部における給水の重要性に鑑み、1983年から都市部を対象に水道普及率の向上を図っているところである。

(2)　アルーシャ州はタンザニア国中、面積最大（24,201km²）、人口第２位（101,242人）の州であり、地域開発計画の重点地域とされているが、水供給率は36％以下にとどまっている。また、モンドリ市にいたっては、過去３か年の降水量が34.1mmから73.9mmの間と、雨季でも雨量が少なく、乾季には湧泉やため池に依存しているという劣悪な水供給事情である。

(3)　モントリ市周辺の村落の状況は更にひどく、年間４か月間しか降雨に恵まれない干ばつ被災地域も見受けられる。

(4)　このような背景から、「タ」国政府は、モンドリ市を中心とする地域における地下水開発計画の策定に関する協力を我が国に要請した。

1－6　要請の内容

タンザニア側Ｔ／Ｒの主な内容は次のとおりである。

調査目的：(1)　モンドリ地区において水理地質、地質面から地下水賦存量を調査する。

(2) 表流水の活用を目的として水文学的調査を行う。

(3) 全ての水源を評価する。

(4) 新規の給水方法を検討する。

調査内容：(1) 既存のデータの収集と解析

社会／経済

既存の調査結果

自然条件（井戸情報、地形・地質、土地利用、河川水、湧水）

水供給と需要

給水施設

(2) 現地調査

物理探査

水質検査

井戸情報収集

試掘調査（電気検層、揚水検査、水質検査）

環境影響調査

ダム地点の調査

(3) 分　　析

水文、水理学的分析

表流水及び地下水の評価

水需要予測

(4) 計画と評価

水資源開発計画（代替案を付すこと）

水供給計画と給水施設概略設計

維持管理計画

建設費算定

事業評価（費用と便益について）

社会／環境影響評価

1－7　S／W協議対処方針

タンザニア側の要請に対し、次のとおりの対処方針とした。特に今次事前調査では調査対象範囲が調査団出発直前まで確定しなかったため、モンドリ市以外の地域においては現状を把握したうえで現地で検討することとなった。

(1) 調査名称

「タ」側の案は、“Monduli District and the Surrounding Areas Water Supply”であったが、District全域に対する給水計画ではなく、モンドリ市とその周辺都市に対するものであるので“Monduli Town and the Surrounding Area Water Supply in Arusha Region in Tanzania”とする。

(2) S／W署名相手方及び実施機関

実施機関はアルーシャ州開発庁（RDD）とし、S／W署名相手方は同庁長官もしくは同等レベルとする。

(3) 調査対象地域

「タ」側要請では、アルーシャ市から西約70km、モンドリ市をほぼ中心として南北に約30kmの範囲を調査対象範囲としている。これは「タ」側が水源として、(a)モンドリ市内地下水、(b)アルーシャ空港周辺の地下水、(c)ムトワムブ湧水の3か所を候補地としているためである。調査団としては次の理由により、(a)、(b)の順位で水源調査を実施する方針とし、(c)については調査対象から除外することも提案する。また、その場合、調査対象地域についても縮小することも検討する。

(a)：過去の掘削実績により100m程度の掘削では水を得られていない。ただし、水理地質的観点からは200m程度の掘削を行うことにより水源を求められる可能性がある。ここから取水する場合は2～3km程度の送水を必要とする。

(b)：モンドリ市より25km離れているが、現在100m程度の掘削で既に10,000ℓ／日の揚水量が得られている。ただし、モンドリ市の方が250m程度標高が高く、ポンプで汲み上げて送水する必要がある。

(c)：湧水量が約200,000ℓ／日と多いが、モンドリ市まで約80kmにわたり送水する必要があり、標高差も300～400m程度（モンドリ市の方が標高が高い）あるため、この建設費、維持管理の問題を考慮すると実現性に乏しい。さらには、川の下流には塩湖のManyara湖があり、そこを含む地域が自然公園となっている。このため、湧水から取水することにより生態系への影響が懸念される。

(4) 給水対象地域

「タ」側は給水計画対象都市を「モンドリ市及びその周辺都市」としてあるのみで具体的な表記がない。調査団としては、主たる給水対象をモンドリ市とし、モンドリ市以外の地域については、先方の要請があった場合は人口、需要、緊急性、全体調査期間等を考慮し調査対象都市を決定することとする。

(5) 調査内容

試掘調査はモンドリ市内で2本程度行い、適当な水源が確認されない場合は、アルーシャ空港付近で同様の調査を実施する方針である。モンドリ市以外の村落では、人口が2,000

人～6,000人程度であることに鑑み、給水量、維持管理などの観点から、モンドリ市への供給とは別に村落ごとに50m程度の井戸掘削を行い、地下水開発計画を策定することとする。

また、村落では住民による維持管理体制の確立を目的とした調査を併せて行う。

(6) 調査期間

現地調査期間については基本的にT／R記載のとおりとするが、レポートの説明期間、日本での調査結果とりまとめの期間などに鑑み、12か月とする。ただし、現地の関連資料の賦存状況、調査用資機材の調達可能性等により再検討を要する場合は、調査団内で検討し、結果を報告する。

(7) カウンターパート機関の協力

技術移転促進のため、先方カウンターパート機関で実施できる調査については、積極的に先方での実施を要請する。特に試掘については、カウンターパート機関に200m程度の掘削能力のある機材があり、かつ、民間業者にはないことが確認されているため、200mの掘削が必要と予測される前述(3)(a)、(b)地域についてはカウンターパート機関に依頼して掘削することとする。ただし、先方の予算的事情により実施が困難な場合は、スペアパーツ、消耗品等実費については日本側が負担することも検討する。

1－8 S／W協議内容及び結果

S／Wについては日本側提案どおり了承された。ただし、調査対象及び調査内容につき下記のとおり「タ」側と打ち合せ、確認した

(1) モンドリアーバン（注「タ」側呼称によるモンドリ市の名称、以下同じ）に対する給水計画

ア．モンドリアーバンはアルーシャ市から西に25kmほどに位置する農業・牧畜業を主たる産業とする人口25,000人の郡庁所在地である。現地調査の結果、現在の水源はモンドリアーバンから北に4kmほどのモンドリ山中の湧水のみであり、ここからの取水は雨季の現在であっても60m³／日程度であることが判明した。乾季には給水車による給水に依存し、20m³当たり100シリング（「タ」国の最低賃金法による最低賃金は6,000シリング／月であり、公務員の給与は8,000～10,000シリング）で購入する場合もある。

イ．モンドリ山からの他の湧水は既に別の地域の住民、公社等が水利権を有している。

ウ．地形図、地質図の判読及びカウンターパートからの情報により、モンドリアーバンから西に9km程度の地点（MONDULI JUU）でカルデラ状の地形を呈している地域がある。既存資料から、この地点で深度100m付近で地下水が得られている。また、この地点はモンドリアーバンより200m程度標高が高い。

エ．「タ」側は財政上の理由からモンドリアーバン付近での水源調査を望んでいる。

オ．ア～エを総合し、モンドリアーバンに対する水源調査を次の方針にて実施することで「タ」側と合意に達した。

(ア) モンドリアーバン付近では基盤岩の状態を確認しつつ、場合によっては基盤岩の中まで試掘することとする。試掘の深度は200m程度。

(イ) モンドリアーバン付近で適当な水源がない場合は、MONDULI JUUで試掘することとする。試掘の深度は150m程度。

(ウ) アルーシャ空港付近からの取水は検討対象とするが、プライオリティーを低くする。

(エ) ムトワムブ湧水からの取水については対処方針どおり調査対象外とする。

(2) モンドリアーバン以外の周辺地域への給水

「タ」側からの強い要請により、対処方針策定時には明確になっていなかった地域につきモンドリアーバン付近の村落（SUB-URBAN)、及び干ばつが特に著しい村落（SEVERELY DROUGHT STRIKEN VILLAGE）について調査対象とすることで合意した（S／W別添調査対象地域図参照)。ただし、これらの村落では地下水源の有望な地域のうち12か月の調査期間内に試掘可能な地域のみ試掘調査を行うこととする。なお、事前調査団による試算ではモンドリアーバン以外の18村落中、5～6村落が試掘調査対象となると思われる。これら村落では調査団が見た限りでは雨季の現在でも泥水を取っていた。

(3) 家畜への給水

モンドリ地区は、ほとんどの家庭が生計を家畜に頼っている。したがって、住民が生活していくためには家畜への給水が必要不可欠である旨、先方が強く示唆した。このため、本調査の主たる目的は住民の生活用水の確保であるが、家畜への給水についても考慮に入れることとし、M／Mに記載した。

(4) 技術移転

本調査において先方には掘削技術はあるが、物理探査、揚水試験、及びそれにかかわる解析能力が不足していることが判明した。先方もその点につき十分承知しており、本格調査における技術移転を強く要請した。調査終了後の地下水探査をより有効に実施するためにも、これらに関する技術移転を行うべきである。

(5) 調査用資機材

「タ」側が200m掘削可能なホーリング用機材を数台有していることを確認したため、このうちの3台を本調査に使用することで合意した。ただし、「タ」側の財政上の理由から、これにかかるスペアパーツ等は日本側が負担することとなった。また、4WD車両についても日本側が負担して購入することとした。先方は当方の調査に非常に協力的で友好的であったため、本格調査でも十分な協力が期待できる。

第２章　水資源開発、給水に関する組織、体制、計画

２－１　行政、組織、運営

タンザニア国における水行政については、国レベルによる政策決定、調査や許認可、予算の決定、技術者の派遣と地方レベルの計画立案、実施、運営の維持、管理に区分される。また、一部省庁の下部機関として公社があるが、計画実施にあたっては地方レベルの事務所がこれを担当する。

国レベル

(1)　企画庁（Planning Commission）

・国全体の水資源政策の策定

・水関連の各省庁間調整

(2)　水・エネルギー・鉱物資源省（Ministry of Water, Energy and Minerals）水利局（Water Affairs Division）

・ダルエスサラーム市を除く都市給水及び村落給水

・給水施設の建設及び維持管理

・表流水及び地下水の調査研究、資源評価、水利権の許認可

・表流水及び地下水の生活用水、工業用水としての開発

・地下水開発事業

－水利局試錐部はドドマ市に本部及びベースキャンプを置き、65台の掘削リグを全国８ブロックに分けて所有している。地方事務所の要請により技術者派遣、スペアパーツの供給を行っている。試錐部については後述する。

なお、ＭＷＥＭの組織図を図２－１に示す。

・全国都市水道公社（National Urban Authority〔ＮＵＷＡ〕）

－都市部の水道普及率の向上

－水道事業体の指導、監督、財政援助

－ダルエスサラーム市の水道事業経営

(3)　農業省（Ministry of Agriculture）

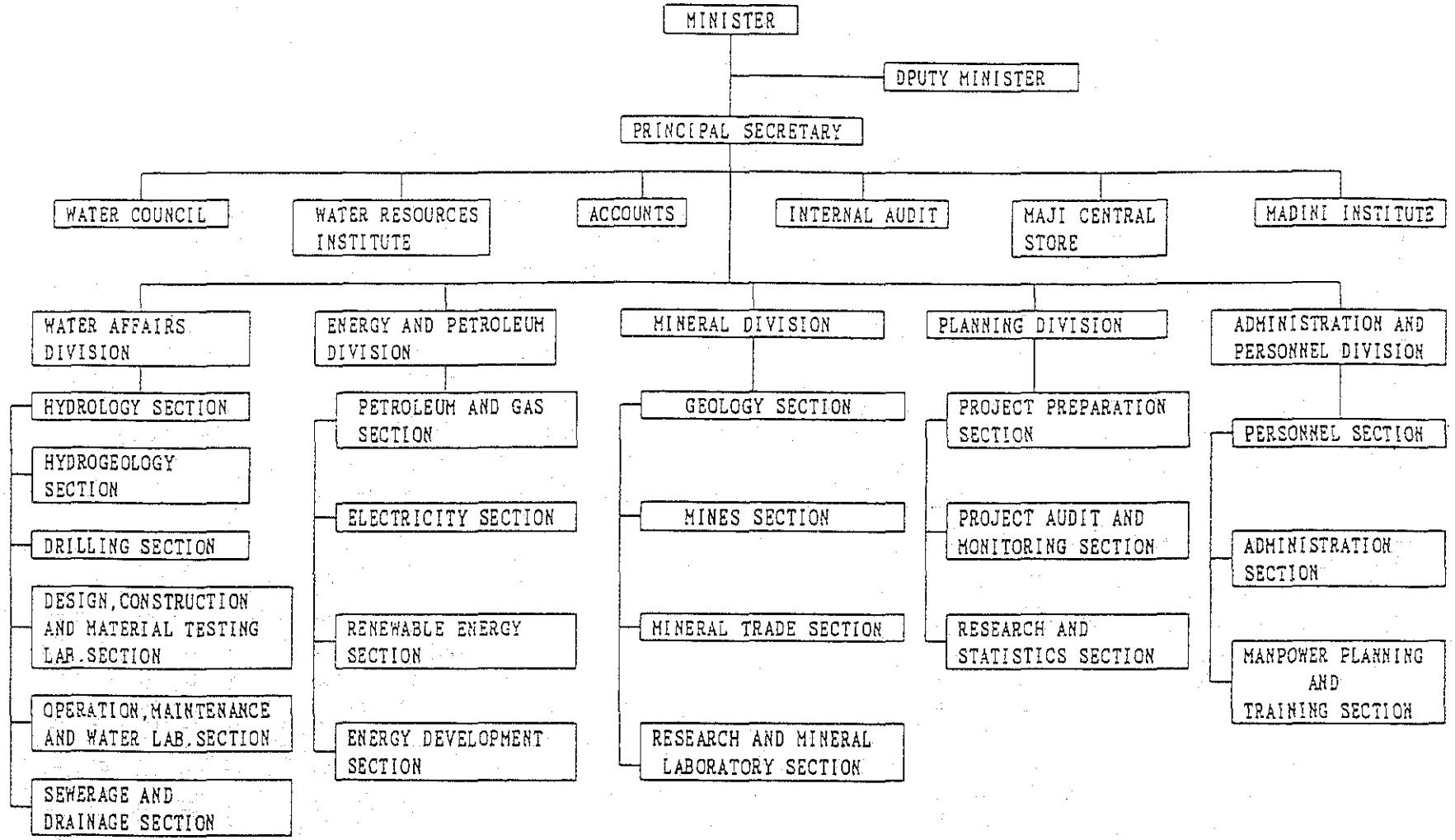
・灌漑用水資源の調査・開発

(4)　保健省（Ministry of Health）

・保健衛生教育

・水因性疾病の統計・研究

図２－１　水・エネルギー・鉱物省組織図



地方レベル

(1) 州開発庁（Regional Development Division）

各州開発庁には水開発局かあり、リージョナルウォーターエンジニアが責任者となって計画立案、調査、実施にあたっている。

また、受益者における委員会が組織されている。

（Regional Water Steering Committees）

なお、アルーシャ州開発庁水開発局の組織図を図２－２に示す。

(2) 地方事務所（District Office）

各県庁に相当する事務所で水道施設の企画立案、建設要請、建設後の運営指導を行っている。

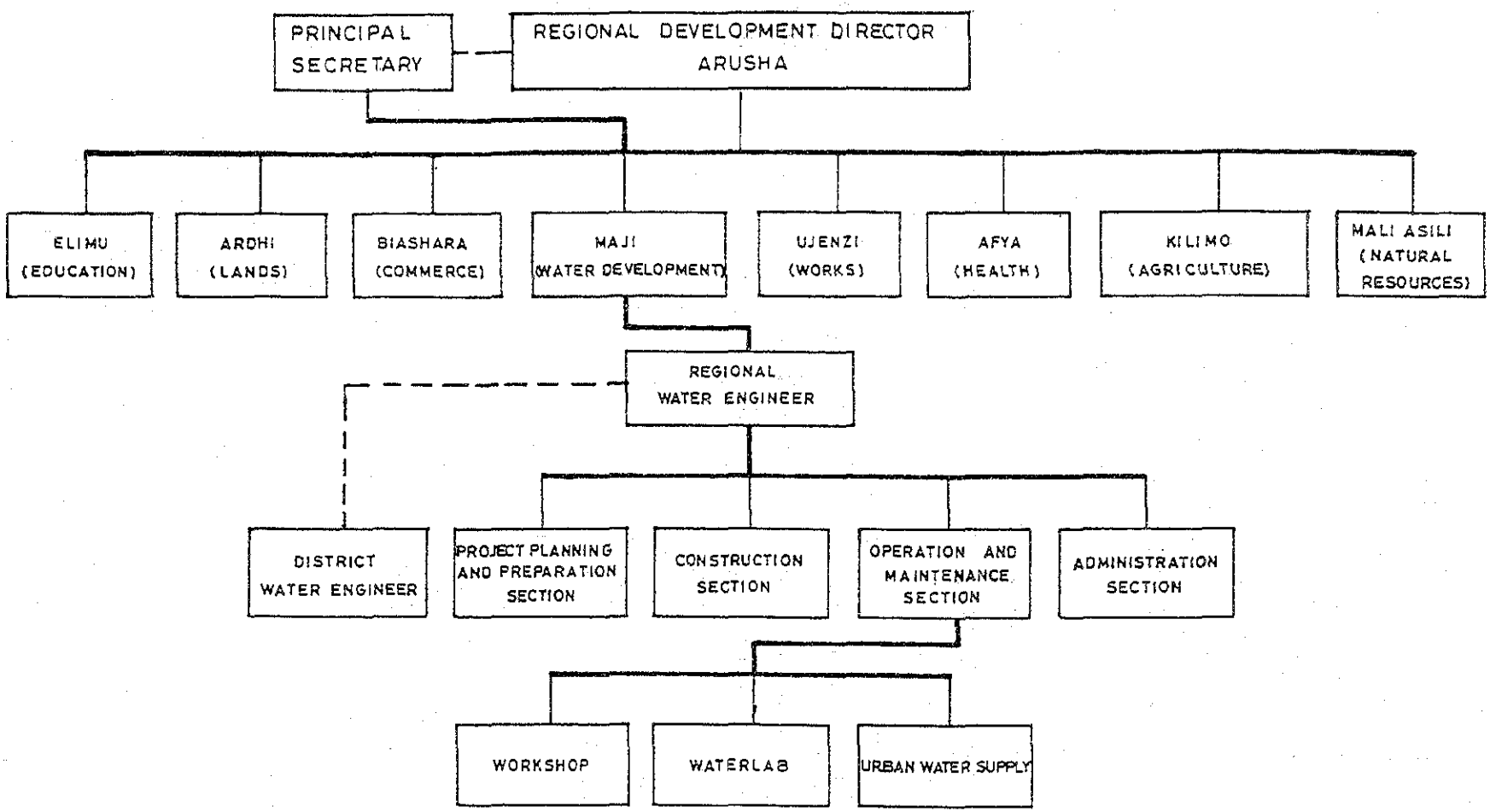
地区民による委員会（District Water Steering Committees）が組織されている。

また、州開発庁水開発局より地区事務所に水道管理の技術者が派遣されており、維持管理を行っている。

(3) 村落水委員会（Village Water Committees）

共同体の最小ユニットとして各村落に組織されている。政府の方針としてWomen Involvementが義務付けられており、約６名の委員のうち半数が婦人により構成されている。1993年現在、全国に約1,400の委員会が存在し、施設の小規模な修理は、積立金により経費を負担するなどの活動を行っている。

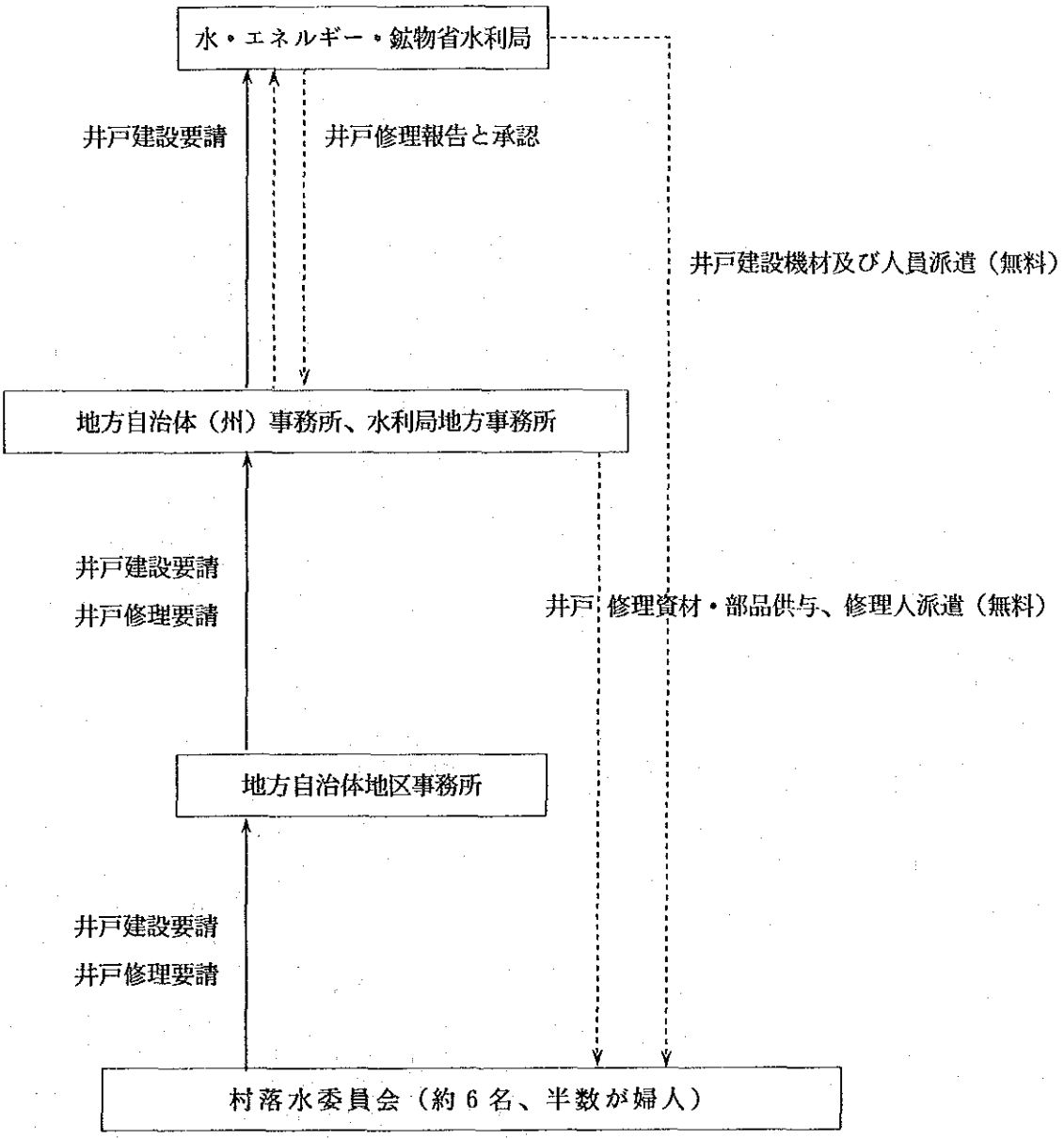
図2－2 REGIONAL WATER DEPARTMENT ORGANISATION CHART



給水計画の要請と実施

地方給水の計画は次のような順序で実施される。

地下水開発・村落給水機関と受益者組織との関係
（アフリカ地域地下水開発利用調査研究
国別情報ファイルより抜粋）



- 小規模修理は委員会で経費負担
- 1993年現在、約1,400の委員会

2－2　関連機関の概要

2－2－1　水・エネルギー・鉱物資源省水利局

水利局は次の6部署より構成されている。

- 陸水部（Hydrology section）
- 水理地質部（Hydrogeology section）
- 試錐部（Drilling section）
- 設計、建設部（Design construction section）
- 運転、維持管理部（Operation, maintenance section）
- 下水、排水部（Sewerage and drainage section）

今回の調査に関連するのは、これらの部署である。

水理地質部は地下水開発の調査、研究を実施している。

現実的には同部職員（水理地質の専門家）が各州開発庁の水開発局に出向して、計画、調査を行っており、この調査結果が同部に集計され、マクロ的な解析がなされ、これを水理地質図の予備的作業としてまとめている。アルーシャ州についても試掘データはここに集められ、水理地質図の予備的資料としてまとめられている。

試錐部は、前述したとおり65台の掘削リグを所有し、全国に配備している。最も古いケーブルパーカッションタイプは1930年に調達されたものであり、全体の83%、54台については既に20年以上経過し、老朽化が顕著である。現在46台が運転可能な状況であるが、ドドマにあるストックヤードのスペアはそのほとんどが底をついてしまっている。同部による全国での地下水開発を目的とした、さく井の実績は次に示すとおりである。

	年	井戸掘削総数		年	井戸掘削総数
1	1975	252 boreholes	9	1983	46 boreholes
2	1976	258 〃	10	1984	43 〃
3	1977	234 〃	11	1985	65 〃
4	1978	179 〃	12	1986	71 〃
5	1979	144 〃	13	1987	96 〃
6	1980	134 〃	14	1988	109 〃
7	1981	132 〃	15	1989	72 〃
8	1982	74 〃	16	1990	19 〃

ここで特徴的なことは総数1,928本のさく井実績があるが、うち最初の7年間で完工数が約70%を占めており、1982年以降、極端な減少がみられることである。これは、1978年の対ウガンダ戦争、1979年のオイルショック、1980年代前半の一次産品の国際市場価格の低迷により、タンザニア経済が壊滅的状況に陥ったのと時を同じくする。つまり、1982年

以降は予算の減少が発生して、材料及びスペアパーツの調達に困難を極めたため、その実績は低下していった。試錐部の出先として、キリマンジャロ州メルー市に統括ワークショップがあり、ここからキリマンジャロ、アルーシャ、タンガの3州を管轄している。ただし、各州の開発庁水開発局にはワークショップがあり、ドドマより配置された掘削リグは、ここを基点に活動する。つまり、掘削リグの所属は各州のワークショップであるが、3州統括の地域ドリリング監督官（Zonal Drilling Inspecter）が、各州間の活動を調整する。また、重大な故障が発生した場合は、ドドマのベースキャンプにスペアパーツの供給依頼を行って、統括ワークショップにおいて修理を行う。この修理にあたっては、ベースキャンプからエンジニアが派遣される。なお、試錐部の組織図を図2－3に示す。

2－2－2　アルーシャ州開発庁水開発局

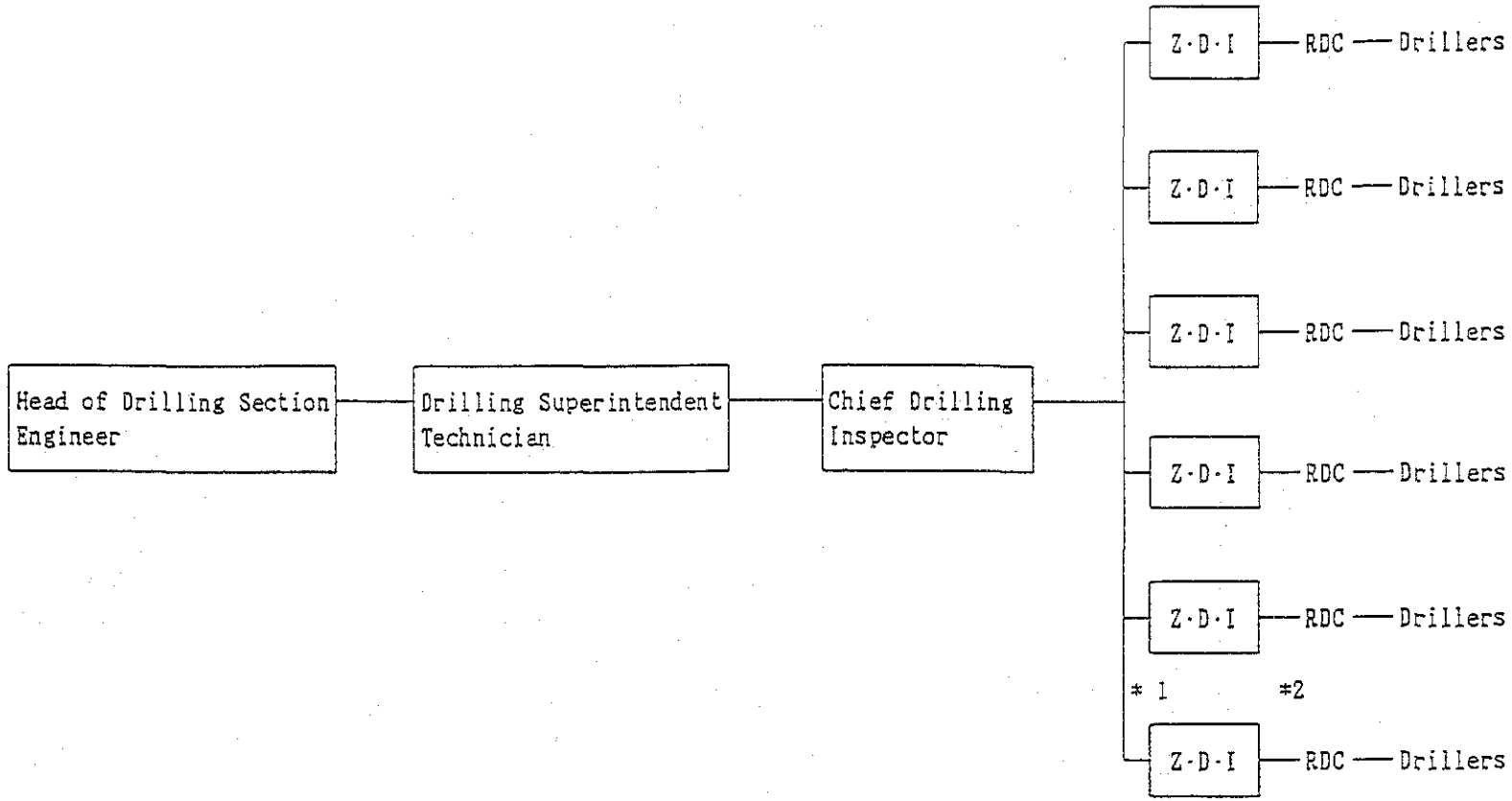
州開発庁は、政府より任命された長官（Regional Development Director）の下の8つの局により構成されている。本調査のS／Wは同長官による署名のもとで、水開発局がカウンターパート機関となっている。責任者は局長（Regional Water Engineer）で、この下に4つのセクションと水利局より出向している主任エンジニアや専門家（Hydrogeologist etc.）及び各県の責任者（District Water Engineer）が組織を構成する。

本調査の実質的カウンターパートは計画・企画部（図2－2参照）であり、特に調査にあたっては、水利局水理地質部より出向して来ているMr.Tembaが中心となる。

また、同部では、アルーシャ州の気象条件をコンピューターにより管理している。今後は井戸の資料なども関連資料としてデータベース化する必要があると思われる。

アルーシャ州の予算等の資料は入手できなかったが、相当厳しい実態であることが感じられた。例えばコピーの用紙不足なども深刻な様子であった。

図２－３　水・エネルギー・鉱物資源省水利局試錐部組織図



＊1　Zonal Drilling Inspector
＊2　Regional Drilling Coordinator

2－2－3　モンドリ郡庁及びモンドリタウン

調査地のモンドリ郡は郡長（District Commissioner）の下に郡カウンセラーとしてMr. Fissoo（District Executive Director）がプロジェクトの実施責任者を務める。郡庁におけるプロジェクトへの協力体制の意欲は大いに感じられたが、人手不足や事務所の規模など充実しているとは言えず、この点注意を要する。モンドリタウンや各村落の水委員会への連絡は郡庁の給水部が行っている。また、人口、社会、経済に関する資料については郡庁の各部署が統計を取っており、各村落の人口、家畜の数等のデータもここから入手したものである。

なお、モンドリ郡コミッショナー事務所及び郡役所の主なスタッフは下記のようであるが、詳細な組織体制を把握するには至らなかった。

モンドリ・District Commissioner Office：

Mr.Perseko V.Kone／District Commissioner, Monduli

Mr.S.T.Mlay／Economic Planning Officer

Mr.A.W.Mlay／District Officer

モンドリ・District Office：

Mr.Faustine Q.M.Fissoo／District Executive Director,Mouduli District Conucil

Mr.Blass G.Matemu／モンドリ市の水源管理人

2－3　関連計画の概要

2－3－1　国家開発計画での地下水開発・給水計画

（アフリカ地域地下水開発利用調査研究国別情報ファイルより抜粋）

① 中長期計画

タンザニア連合共和国は、1971年に「村落給水20年計画（1971～91）」を策定するとともに外国の援助による「ウォーターマスタープラン」作りに着手、また1988年には「国家開発5か年計画（88／89～92／93）」を策定、1991年には「国家水政策」を発表した。この間の1980～90年に水資源開発・給水関連で約256百万USドルを支出、うち70％は援助であった。

また，1993年7月には、上記5か年計画に引き続く「3年ローリングプラン（93／94～95／96）」が決定する予定である。

これらについての概要は下記のとおりである。

1）村落給水20年計画（1971－91）

・目標は諸外国の援助を受け、1991年までに清浄で安全な水を村落住民400m以内に確

保し、村落住民の定着を図るというものであった。

- 1991年末での村落給水普及率44%で目標達成できず、20年計画を30年計画に延長し、目標は100%達成、目標年は2002年とした。
- 2002年に目標を達成するには、政府投資、外国援助のみならず村落住民のコスト負担及び維持管理への参画が不可欠ということである。
- 本計画は「国際水道と衛生の10年（1981－90)」計画の内容にほぼ一致しているが、対象が村落のみであった。よって1983年に都市部を対象に水道普及率の向上を図り、水道事業の指導、監督、財政援助等を目的とした全国都市水道公社が発足した。

2）ウォーターマスタープラン

- 上記20年計画に併行して、諸外国の援助により、マスタープラン作りが開始され、1982年までに17の地域において策定された。

（17地域は、Dodoma、Mwanza、Kagera、Mara、Tabora、Kilimanjaro、Kigoma、Mtwara、Mtwara、Lindi、Mbeya、Iringa、Ruvuma、Tanga、Dar es Salaam、Pwani、Shinyanga）

Arusha地域については、UNDPにより、1994年に完成予定である。しかしながら、SingidaとMorogoro地域については未だマスタープランを持たない。

現在は、プランの見直しと実行の種々の段階にある。

（Kigoma、Rukwa、Mtwara、Lindiについては部分的に実行、Mbeya、Iringa、Ruvuma、Tangaにおいては実行予定）

3）国家開発5か年計画（88／89～92／93）

- 農村のインフラ整備拡充の必要性を強調するとともに、給水と衛生にも力を入れるとしている。665の開発計画で総額2,452百万USドル。
- 水資源開発・給水関係の開発予算は、1980年代は全開発予算の6～7%（うち援助60%）であったが、1990年代に入り1.5～4%に落ち込んでいる。（表2－1参照)。

4）国家水政策（1991）

以下のような政策があげられている。

- 水資源の有効活用、特にビクトリア湖の有効利用
- 水関連のプロジェクトの策定と実施
- 給水施設の修復
- 給水、排水、衛生の別個プロジェクトの統合と実施
- 環境問題のコントロール
- 水資源の保護
- 給水施設の維持管理

・洪水のコントロール

・水資源開発・給水関係に援助の導入

・人的資源の開発

・全国都市水道公社の活性化

・水資源開発・給水関係への婦人の参画支援

表２－１　開発予算（1988年）

（"000" TSHS）

Year	Water Sector	All Sectors	Percentage Allocated Water Sector
1984／85	489,507	6,560,400	6.70
1985／86	317,856	6,828,000	4.66
1986／87	515,596	15,859,273	3.89
1987／88	1,300,881	17,254,950	7.54
1988／89	2,033,820	28,400,000	7.16
1989／90	1,340,354	22,696,000	5.91
1990／91	1,325,008	33,350,000	3.97
1991／92	727,957	19,887,268	3.66
1992／93	650,703	46,246,843	1.41
Total	8,331,682	197,082,730	

②　２年計画

1993年７月に「３年ローリングプラン（93／94～95／96）」が策定される予定であり、この中に年間計画が盛り込まれる。

これまでの水資源開発・給水関連開発予算の推移から、年間２～４百万USドル程度で、ウォーターマスタープランの見直しと実行、都市及び村落給水の修復等が見込まれる。

２－３－２　水資源開発・給水における援助動向

1991年の完成目標を2002年まで延長された村落給水20年（30年）計画に対してＳＩＤＡ（スウェーデン）を筆頭にフィンランド、ノルウェー、デンマーク、オランダ、ドイツの欧州各国と、カナダ、日本、オーストラリアなどがドナーとなって援助を行った。実績については表２－２、図２－４に示すとおりである。

ＳＩＤＡ（スウェーデン）の援助は1970～1990年において、水資源分野における援助の8

0%を占めていた。この内容は次のとおりである。

・Mwanza等20地域での給水施設建設

・水源開発、給水技術者（324名）の海外研修

・400名の技能工の育成

・水資源研究所（Water Resources Institute）の建設及び経営に対する資金援助

ＳＩＤＡ以外の援助で1983年以前は給水施設の建設工事が主体であったが、それ以降はマスタープランの作成が主な内容であった。

最近、援助機関（特にUNICEF／UNDP）はコミュニティーへの参加、組織づくりを行って給水施設の完成後の維持管理及び保健衛生教育などソフト分野の援助に力を注いでいる。

次に日本のこれまでの給水関連援助実績の概要を記す。

(1) ダルエスサラーム上水道整備計画（1983～84年　開発調査）

ダルエスサラーム市市街地は高度により高区と低区に２分されるが、高区給水区域における給水不良の解消を目的とした上水道整備計画策定。高区の給水面積は8,250haで給水人口は90,000人。1983年最終報告書提出。

(2) ダルエスサラーム上水道整備計画（1984年　無償資金協力8.99億円）

ダルエスサラーム上水道整備計画（1983～84年　開発調査）結果に基づく、緊急性の高い一部施設の整備。

日本側による、配水幹線4.1km布設、取水・送水ポンプ据替え、消毒設備設置等の工事及びポンプ場設備、鉄管、建設資材と建設機械の供与。

タンザニア側による一部ポンプ場建設及び労務提供。

(3) ダルエスサラーム市給水施設整備計画調査（1989年　開発調査）

ダルエスサラーム市全域を対象とした既存水道システムのリハビリに関するフィージビリティ・スタディ（Ｆ／Ｓ）。

同市では水道給水システムの老朽化や交換部品不足により既存水道システム機能が著しく低下したため、日本の援助により既存上水道のリハビリ計画を策定した。1991年に最終報告書は提出済みであるが、目標年次は1995年と設定されている。

表２－２　水資源開発についての各ドナーの援助動向

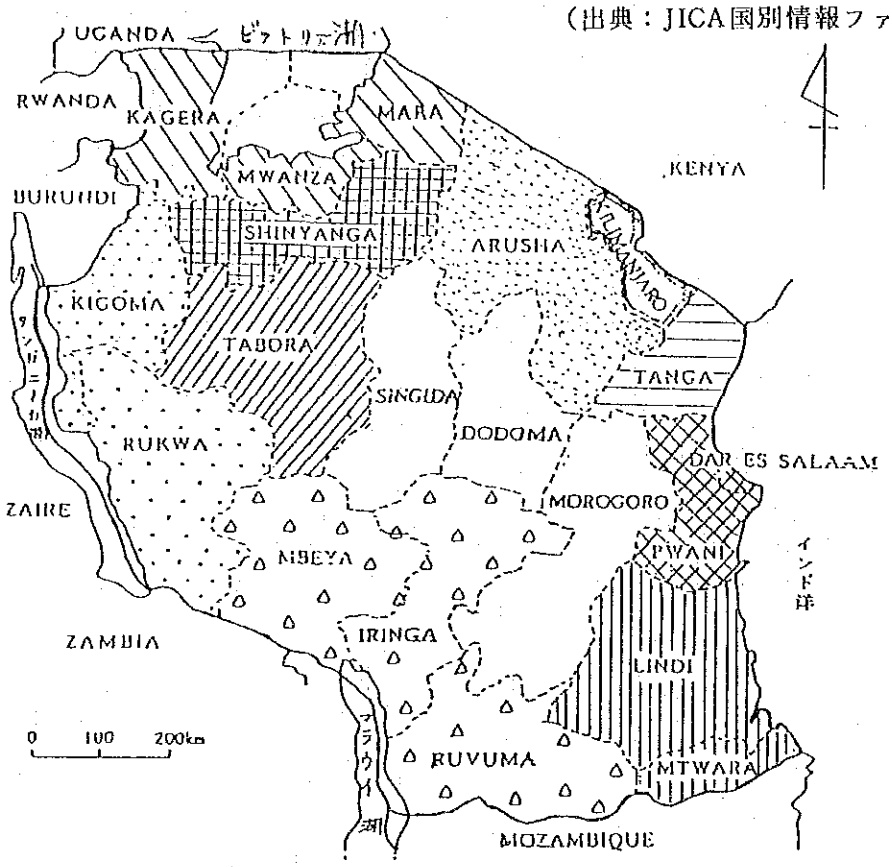
（出典：JICA国別情報ファイル）

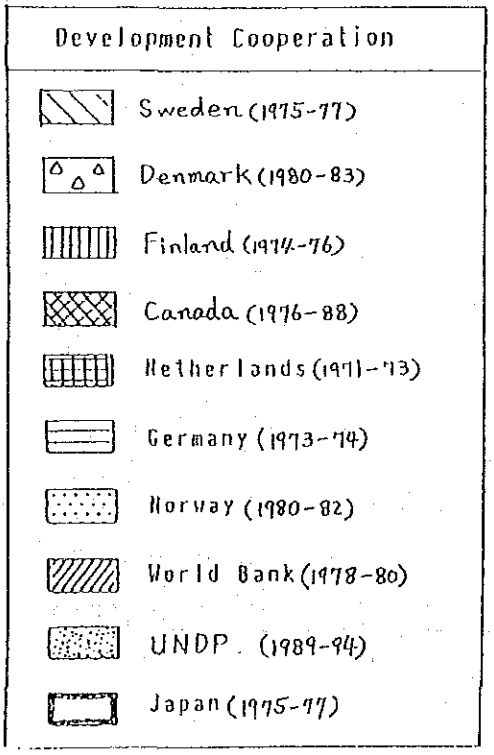
援助国，援助機関	援助地域	援助内容	期間
SIDA	Mwanza,Mara,Kagera	Construction of Water Schemes	1975-77
FINNIDA	Lindi,Mtwara	*PWMP-Construction of Schemes	1974-76
DANIDA	Iringa,Mbeya,Ruvuma	Construction of Water Schemes	1980-83
NORAD	Kigoma,Rukwa	Construction of Water Schemes	1980-82
AUSTRALIA	Singida	Construction of Water Schemes	
CANADA	Dar es Salaam/ Coast Region	PWMP only	1976-88
UNITED KINGDOM	Mtwara/Lindi	Construction of Water Schemes	
JAPAN	Kilimanjaro	PWMP only	1975-77
WORLD BANK	Tabora	PWMP only	1978-80
FRG(Germany)	Tanga,Arusha,Tabora	PWMP & Construction of Water Schemes	1973-74
NETHERLANDS	Shinyanga,Morogoro	Construction of Water Schemes	1971-73
UNDP	Arusha	PWMP only(Mbulu地区でDutchが村落給水)	1989-94
UNICEF	Iringa,Mtwara,Kagera	Construction of Water Schemes	
EEC	Mwanza,Mbeya & Mtwara	Construction of Urban Water Schemes	
ADB	Lindi,Shinyanga	Construction of Urban Water Schemes	
NGOS	Various	Water Schemes	

*PWMP - Preparation of Water Master Plan.

図２－４　開発援助動向

（出典：JICA国別情報ファイル）





2－3－3　給水事情とアクションプラン

(1)　給水事情

1991年11月にTobora市で開催されたAnnual Water Engineers会議で発表された1990年における給水普及率は表2－3、2－4に示すとおりであり、平均的には次のとおりであった。

主要都市の給水普及率　　53.6%

村落　　〃　　42.9%

また、1992年の給水普及率は水利局の資料より次のとおりであった。

（単位：千人）

	人　口	給水人口	給水普及率
都　市	4,753	3,201	67.3%
村　落	20,559	9,475	46.1%
全　国	25,312	12,676	50.1%

目標年次を2002年にする給水計画では1人1日当たりの目標給水量を次のように定めている。

都市部の目標給水量　　250リットル／人・日

村落部　　〃　　25リットル／人・日

都市部における目標への達成率は1992年で46%と推定されており、村落部については不明であった。

タンザニアにおける給水水源は地表水及び地下水共に利用されている。首都ダルエスサラームをはじめとする海岸低地への都市や湖を有する都市では表流水や湖沼水を水源としているが、水処理については不備な所が多数ある。

新首都とされるドドマ市をはじめとする高原地帯やアルーシャやキリマンジャロ地区の火山地帯では地下水を水源として利用している。地下水は都市では深井戸を設置して発電機による水中モータポンプで揚水し、タンクに貯水、共同水栓で配水している。地方部では中～浅井戸に手押しポンプを設置して、共同で使用しているのが現状である。

なお、多くの地方村落では雨季（2月～5月）の降水や流水をダムアップしたり、ため池に貯水して利用している。

(2)　2002年目標への実施アクションプラン

本調査団が在タンザニアの3月16日から22日は“MAJI WEEK”と呼ばれる水週間であった。日刊新聞DAILY NEWSは特集で目標年次2002年への計画実施のためのアクションプランを掲載している。

表２－３

WATER DEMAND AND SUPPLY IN URBAN AREAS (m3/DAY)

REGION	WATER DEMAND	WATER SUPPLIED	PERCENTAGE
Arusha	40,834	28,874	70.1
Dar es Salaam	407,143	192,150	46.7
Dodoma	55,070	33,973	61.7
Iringa	29,694	13,600	45.8
Kagera	11,000	6,650	60.5
Kilimanjaro	26,443	14,322	54.2
Kigoma	9,390	6,691	11.3
Lindi	11,000	3,170	28.8
Mara	18,068	9,180	50.8
Mbeya	39,550	29,774	75.3
Morogoro	46,715	28,630	61.3
Mtwara	13,000	1,500	51.7
Mwanza	51,577	41,246	80.0
Pwani	5,983	5,556	92.9
Rukwa	6,770	4,660	68.8
Ruvuma	9,591	4,766	49.2
Shinyanga	15,072	6,378	39.7
Singida	17,328	3,789	21.9
Tabora	26,021	1,032	53.9
Tanga	56,812	25,057	45.9
Total	895,360	480,169	53.6

表２－４

RURAL WATER SUPPLY COVERAGE AS AT NOVEMBER 1991

REGION	TOTAL RURAL POPULATION	POPULATION SERVED	PERCENTAGE
Arusha	1,514,827	586,508	38.7
Dar es Salaam	203,354	146,871	72.2
Dodoma	1,110,540	583,520	52.5
Iringa	1,153,600	528,950	45.8
Kagera	1,127,000	432,000	38.3
Kigoma	739,440	227,185	30.7
Kilimanjaro	1,014,120	639,796	63.1
Lindi	450,531	206,142	45.8
Mara	920,961	402,570	43.7
Mbeya	1,262,117	555,979	44.1
Morogoro	1,175,174	566,600	48.2
Mtwara	756,494	356,978	47.2
Mwanza	1,639,208	548,600	33.5
Coast	702,668	403,939	57.5
Ruvuma	665,611	279,013	41.9
Shinyanga	1,480,778	387,657	26.2
Singida	688,314	298,040	43.3
Tabora	871,325	222,165	25.5
Tanga	1,155,315	558,239	48.3
Rukwa	507,200	288,100	56.8
Total	19,138,577	8,218,855	42.9

National Water Policyとして2002年には全ての国民が安全な給水を受けられることが目標として掲げられている。そして明確なプログラムの目標を次のように掲げている。

－求められる水資源の明確化（定量化）

－水不足に悩む国民の把握と給水に対する人々の責任及び連帯

－プログラム実現のための鍵となる指針の定義化

実際の実施のためのアプローチは1993年７月の「３年ローリングプラン」により、２本の柱：実施能力の確立、サービスの現実的供与をあげている。1993年から2002年までには次のような予算を計上して計画を実施していく。

（単位：10億タンザニアシリング）

実施能力の確立（Capacity building）	196
新規投資としてWater supply	195
Sanitation	54
	445

予算措置については，水・エネルギー・鉱物資源省が責任を持って講ずるとしており、実施能力の確立のため、次のような人材育成を計画している。

（技術スタッフ）	（1989年実績）	（2002年）
Civil Engineers	149名	200名
Mechanical Engineers	26	176
Electrical Engineers	19	119
Drilling Engineers	1	10
Public Health Engineers	12	32
Hydrologists	43	50
Hydrogeologists	50	100
Surveyors	2	5
（管理、経済、経営）	（1989年実績）	（2002年）
Research Officers／Chemists	13名	60名
Planners／Economists	5	20
Sociologists	1	10
Accountants／Account clerks	13	100
Manpower Officers	10	20
Technicians	2,840	3,840
Craftsmen／Operators	6,000	24,000
Supporting Staff	3,000	2,500

プログラムの実現にあたっては、ＵＮＤＰと同省が2002年目標のウォーターマスタープランの見直しを行っている。この見直し作業ではプロジェクト実現の成り行きとして悲観的な予想がされており、同省としては次のような方針変更を余儀なくされている。

－目標年の延期

－実施プログラムへの優先度の基準確立

－基本的サービスレベルの再確認

－公的資金以外の投資増加

つまり、同省としては、水道事業という政策を打ち出し、計画の実施にあたっては、村落ユニットのコミュニティー組織の強化を制度化して、建設に伴う保証金積立てや施設完工後の運営、維持に料金制を適用して、事業を推進することとしている。

また、各セクションについても次のような点を喚起している。

水資源管理：貧弱な水資源の管理は経済活動を低下させるだけではなく、洪水や干ばつの発生率を高めてしまうことを理解し、早急な管理体制や対応を検討する。

保健衛生：衛生観念の欠如や上下水道の不備は水因性疾患、住血吸虫、マラリヤなどの発生原因となっている。このため、保健衛生教育や上下水道の整備の拡充を行うこととする。

第３章　調査対象地域の概要

３－１　調査対象地域の位置及び人口

タンザニアはアフリカ大陸東部の南半球低緯度地域（南緯１～12°、東経30～40°）に位置する。タンガニーカと呼ばれていたアフリカ本土と、インド洋上の沖合50kmに浮かぶザンジバル、ペンバ、マフィアなどの島からなる面積945,100km²（日本の約2.5倍）の国土を有する。

タンザニアの地理的特徴は先カンブリア代の基盤を切る標高1,000～1,500ｍの緩やかに起伏する高原が主体となっていることである。高原の北東部にはアフリカ最高峰であるキリマンジャロ山（5,895ｍ）、メルー山（4,565ｍ）がそびえ、パーレ山地、ウサンバラ山地がケニアとの国境を形づくっている。

調査地域はメルー山の麓にあるアルーシャ市の西部より東部リフトバレーにより形成されたマニヤラ湖東岸の間、およそ70km、及び、モンドリ山及び南麓部（北－南）約60kmに囲まれたエリアで図３－１に示すとおりである。

調査地へのアプローチは陸路及び空路がある。首都ダルエスサラームより調査地へ向かう場合、主要幹線道路を使用すると次のような旅程となる。

	（距離）	（時間）
Dar Es Salaam	0	0
		（時間　分）
Morogoro	118km	1′ 20″
Mombo	365km	4′
Moshi	494km	6′ 20″
Arusha	577km	7′ 40″
Monduli	602km	8′

また、ドドマ市より北上してKondoa経由でMonduliに入るルートがあるが、そのほとんどが未舗装であり、雨季には時々通行不能となる場合がある。

一方、アルーシャ市とモシ市の中間にはキリマンジャロ空港があり、ダルエスサラームから毎日定期便がある。ここはヨーロッパからのチャーター便が観光客を運ぶなど国際空港となっている。

また、ナイロビから陸路、ナマンガで国境を越えてアルーシャに入国できる。道路は良好なコンディションで、４時間の道程である。

タンザニアの人口は1991年東経で25,270,000人、人口増加率は3.1％（1980～91年平均）で

あった。このうちの約80%は地方に居住する村落民である。今次調査のモンドリタウン及び村落の位置を図３－２に示し、各々人口、家畜数、公共施設のリストを表３－１に示す。なお、家畜は牛が主体で山羊やラクダが含まれている。

図３－１　MONDULI DISTRICT ARUSHA REGION

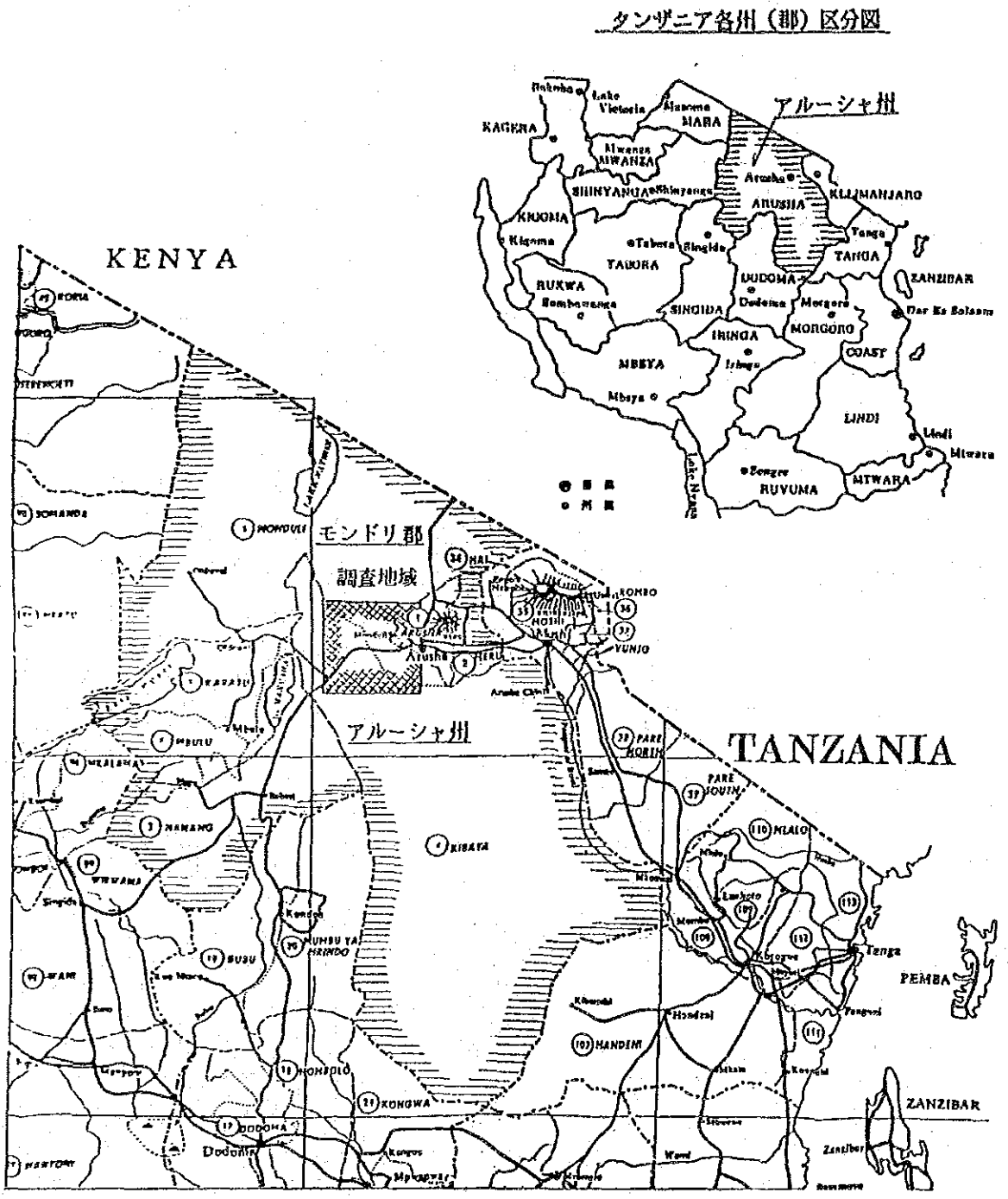
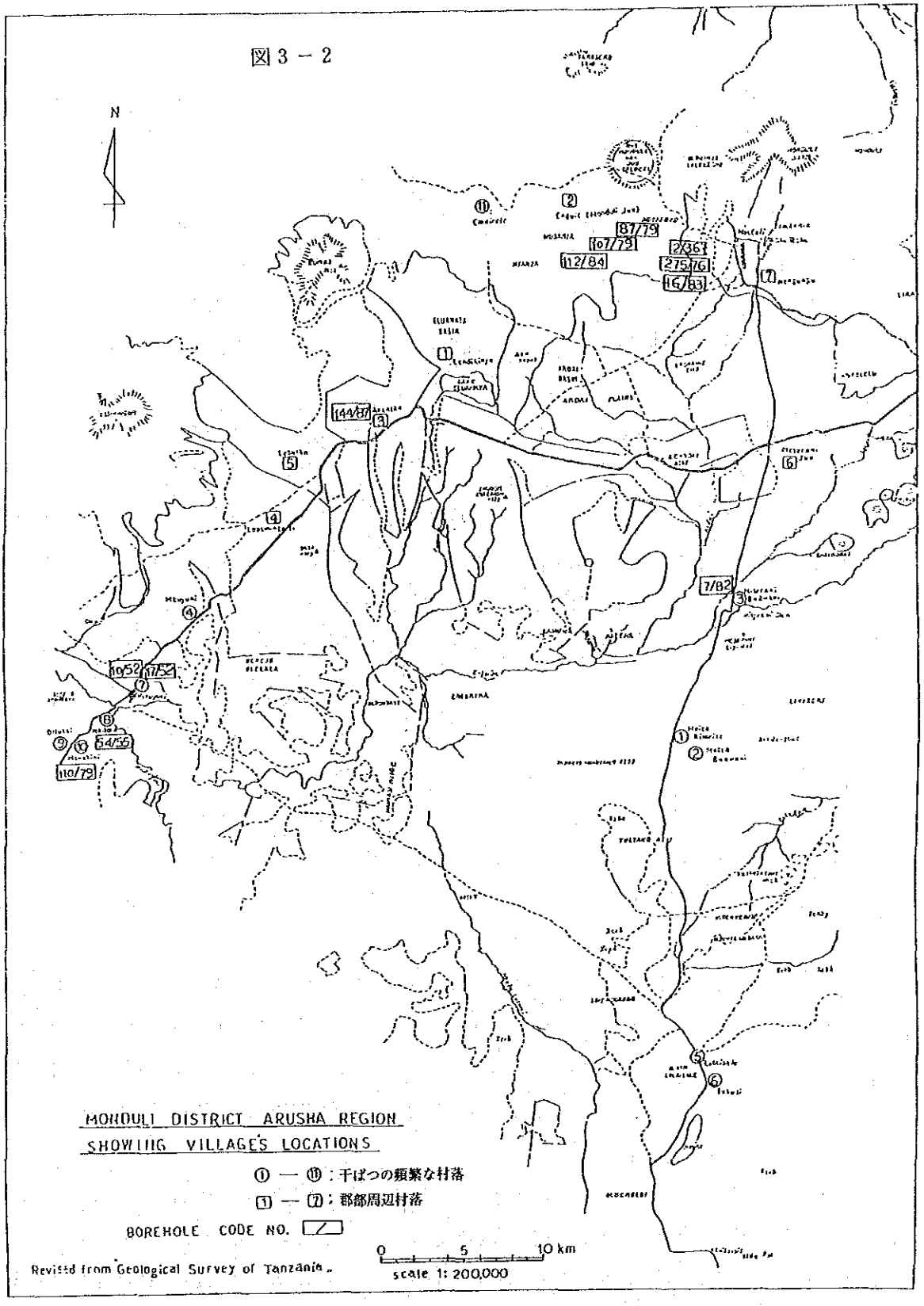


表３－１　要請による調査対象地域の人口

調査対象地域の人口及び家畜数は1993年末現在で次のとおりである。

地区／地名	人　口	家畜数	公共組織／建物
I. モンドリ郡都	計 25,347	－	
Monduli Urban	25,347		郡立病院(1).施薬院(3) 小学校(3) 師範学校(1) 地方職業訓練所(1) 中学校(2) 陸軍士官学校(1) 共同農場(1) 郡役所 小規模工場(若干)
II. 郡都周辺村落	計 18,300	40,500	
1. Lendikinya	3,204	4,000	小学校(1)
2. Monduli Juu(Enguik)	2,003	6,300	小学校(1)
3. Arkatan	2,843	5,200	小学校(1).施薬院(1)
4. Loosimingeri	3,071	3,600	小学校(1)
5. Lepurko	3,471	12,700	小学校(1).施薬院(1)
6. Meserani Juu	1,202	4,000	小学校(1)
7. Nengungu	2,506	4,700	小学校(1)
III. 干ばつの頻繁な村落	計 29,762	78,514	
1. Moita Kiloriti	3,072	9,000	小学校(1).施薬院(1)
2. Moita Bwawani	3,204	10,010	－
3. Miserani Bwawani	1,189	6,204	小学校(1)
4. Mbuyuni	4,005	3,000	小学校(1).施薬院(1)
5. Lolkisale	2,937	3,500	小学校(1).施薬院(1)
6. Tukusi	3,072	4,260	小学校(1)
7. Makuyuni	3,204	8,930	小学校(1).施薬院(1).警察(1)
8. Naitolia	2,938	7,800	小学校(1)
9. Oltukai	1,335	8,400	－
10. Mswakini	2,670	9,830	小学校(1).施薬院(1)
11. Emairete	2,136	7,580	小学校(1).施薬院(1).警察(1)
合計	73,409人	119,014頭	

図 3 － 2


N
MONDULI DISTRICT ARUSHA REGION
SHOWING VILLAGE'S LOCATIONS
① — ⑲ : 干ばつの頻繁な村落
1 — 7 : 郡部周辺村落
BOREHOLE CODE NO.
0 5 10 km
scale 1: 200,000
Revised from Geological Survey of Tanzania.
87/79
107/79
12/84
2/361
275/76
16/83
144/87
7/82
10/52
17/52
54/56
110/79

3－2　地形・地質状況

3－2－1　地形概要

アフリカの地形的特徴は大陸の中央から西部にかけて、大きな内陸盆地を含んで低く、東部の北から南へかかる一帯が盛り上がって高く、高原台地をなし、全体的に海岸線の出入りが少ない。かつ、海岸平野は狭く、大陸全体が東高西低の傾向にある。

そして、最も大きな面積を占める東部の台地は1,500～3,000m以上の高原であって、さらに、キリマンジャロ火山やケニア火山など標高5,000m以上の高山がそびえている。これは、高原地帯を南北延長4,000kmにわたって走る大地溝帯に沿うものである。

この東部高原地帯に位置するタンザニアは地形的に次の４つに区分されている。(図３－３)

１）内陸高原地帯：標高1,000～1,500m，タンガニーカ湖、ルクワ湖を有する西部地溝帯とこれと大きく食い違いを生じて存在する東部地溝帯に挟まれたエリアは先カンブリア紀の基盤岩類からなり、その東方にエプロン状に広がる1,000m前後の台地は古生代～中生代の基盤岩類から形成されている。地表面は波状になだらかな起伏を呈するが、所々に丘陵のなごりであるインゼルベルグが見られる。調査地のモンドリエリアはこの地帯に属する。

２）山　岳　地　帯：ケニア国境付近の北東部及びマラウィ湖北部（タンザニア南西部）の２大山系がある。北東部の成層火山であるキリマンジャロ、メルー及びモンドリ山は火山山系で2,500～5,895mの高さを有する。これよりインド洋に向かってパーレ山地やウサンバラ山地がケニアとの国境を形づくっている。マラウィ湖北部にはルングウェ山（2,959m）を有するキペンゲレ山地がある。

３）丘　陵　地　帯：内陸高原地帯東縁部には標高500～1,000mの丘陵、標高200～500mの台地及び台地状平原が分布している。緩やかに起伏しながら海岸地帯に向かって徐々に高度を減じる。雨季に内陸高原に源を発する河川が台地形を形成している。特にルフィジ川やルブマ川流域には広大な谷底平地が出現している。

４）海岸低地帯：インド洋沿岸には幅30km程度で帯状の海岸平野が分布する。また、河川による沖積平野が存在し、都市の発達が見られる。

調査対象地域は内陸高原地帯でメルー山と同様に火山活動によって形成されたモンドリ山（2,660m）やタロセロ山（2,200m）を後背山地とする火山山麓扇状地及び溶岩原面、土石流堆で構成されている。さらに、調査地南部Tulyangatu地域では先カンブリア紀の基盤岩

類が標高600m（Oldonyo Lolkisale山　2,133m）程度の山系を形成している。調査対象地域の地形概要を次に示す。

1）火山性山岳地帯　：調査対象地域の北西部にメルー火山帯とは異なるモンドリ火山帯が存在する。最も古いモンドリ火山帯を貫いてタロセロ山、ブルコ山（2,136m）、エシミンゴロ山（2,300m）が連なる。各火山はモンドリ山が壮年期の放射状谷を示し、他の新規火山は円頂丘を示す幼年期の山容を呈す。モンドリ山北方にタロセロ山が生ずる時、この間に2.5kmの規模を持つカルデラが形成されている。このカルデラは既に侵食谷壁の後退により沖積堆積物による平原化が進行している。

2）火山麓扇状地　：火山体の斜面には放射線状谷の進行により、谷口を扇頂とする複合性の扇状地が発達している。モンドリ山の南麓には、明瞭で広大な発達が見られるほか、ブルコ山東南麓、エシミンゴロ山周辺部にも顕著な扇状地の発達が見られる。モンドリタウンはこの扇状地に立地した郡都である。

3）土石流堆（沖積盆地）：火山山系起源の粘土、砂、岩片が表流水や風により盆地を埋めて平原を形成した。モンドリ山の南縁にはArdai Basin、ブルコ山の東南縁にはEluanata Basinが出現した。盆地の最も深い部分には雨季した流水のない河川により湖沼を生じせしめており、エルアナタ湖はダムアップにより、乾季でも貯水がある。

　なお、Aradai盆地中央－東部にかけて最も新しい火山活動により、スコリア丘が形成されたものが見られる。

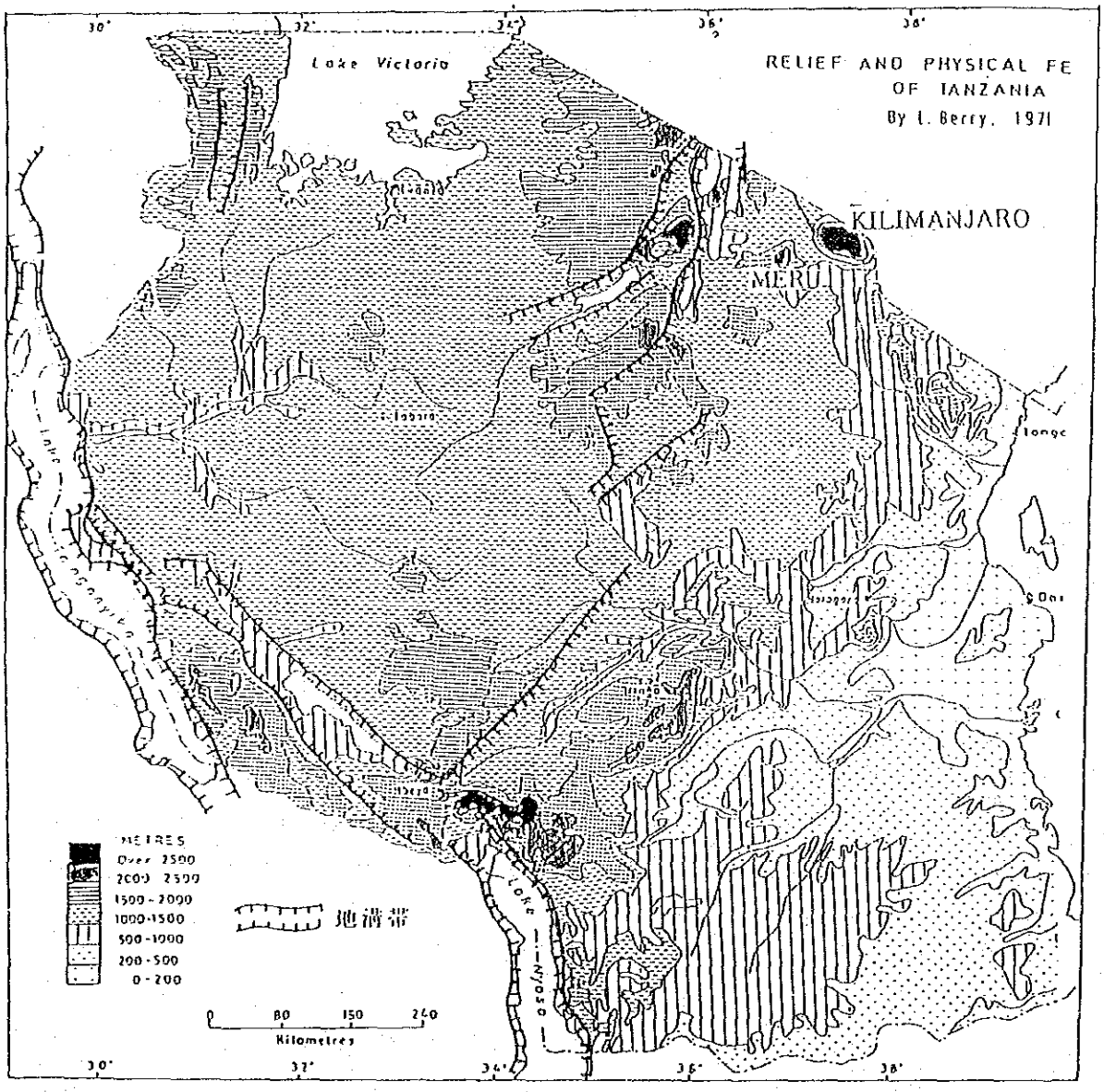
4）溶岩原面　：グレートノースハイウェイ沿いには断層で盆地面に接するなだらかな起伏の火山岩台地がマクユニの近くまで続いている。この面にはマサイ族の集落が多く見られる。

5）溶岩風化地帯　：調査対象地の南部（Engorika、Liviseki）には溶岩原面の風化作用が著しく生じて玄武岩起源の岩片や砂、粘土の平原が見られる。

6）高原台地　：調査地西端のマクユニ地域及び南端のツルヤンガツ地域には新第三紀～先カンブリア紀の基盤岩類からなる波状のなだらかな起伏を呈する高原台地（1,000～1,500m）がある。ツルヤンガツ地域には侵食されずに残ったと見られる標高1,900m程度の山地も見られる。この地域は比較的疎林の植生景観が広がる半

湿潤地域で、マサイ族の生活エリアとなっている。

7）沖　積　平　野　：基盤岩類の高原台地から、雨季には表流水が河川となって流出し、低地に沖積堆積物による平野を形成している。調査地南部には台地の間にこれらの平野が発達している。



（出典：アフリカ国別ファイル）

図３－３　地 形 区 分

3－2－2　地質概要

タンザニアの地質は、全土の75%を占める先カンブリア紀の基盤岩類、古生代以降の堆積岩及び火山岩からなる。タンザニアの地質を図3－4に示す。

先カンブリア紀の基盤岩類は次の7つのグループに分けられている。

地層名	推定年代	分布地域	岩相
Bukoban System	0.75 (10億年)	ビクトリア湖タンガニーカ湖の西部 ルクワ湖の南西部	砂岩、頁岩、玄武岩質溶岩、珪質大理石等
Karagwa Ankolean System	0.75－1.60	北西端部	千枚岩、珪岩、花崗岩
Ubendian System	1.6－2.0	西部及びタンガニーカ湖に平行	片麻岩、結晶片岩、珪岩、大理石
Usabaram System	1.6－2.0	東部及びケニアからモザンビークの帯状分布	片麻岩、結晶片岩、珪岩、大理石
Kavirondian System	2.0－2.7	北西部	変堆積岩、火山岩
Nyanzian System	2.0－2.7	北西部	珪岩、火山岩、縞状鉄鉱層
Dodoman System	2.7	中央部から西部に広く分布	粗粒の変成を受けた堆積岩、火山岩、花崗岩

この基盤岩類はタンガニーカ剛塊と呼ばれる堅固な大地塊であり、さらに、東部海岸側に接して、この剛塊形成後、モザンビーク造構輪廻により変成帯を構成している。この変成帯の岩石は通常高変成度の片状変成岩からなり、全般に南北性の顕著な構造パターンを呈している。これらは地殻の深部で形成された岩体で、長い年月の間に凝結するとともに地表部が侵食削剥された地表に隆起してなだらかな地形の堅固な楯状地を形づくった。古生代のアフリカ中・南部は大陸南端のケープ山脈のわずかな地帯を除いて、ほとんどが緩慢な隆起（造陸運動）が生じたため、ほとんど古生層は見られない。

古生代上部石灰紀から中生代下部ジュラ紀にかけて南アフリカの大カルー盆地からアフリカ中部にわたって内陸部に陸成堆積層を形成させた。

タンザニアでも先カンブリア紀の基盤岩類に東接して南北に帯状にこのカルー系の堆積岩が分布している。岩相は砂岩、礫岩、頁岩、石灰岩及び石灰薄層などからなる。

ジュラ・白亜系ないし第三系の海成堆積物が大陸の周りを縁どるように分布している。岩

相は泥灰岩、石灰岩、砂岩、頁岩等からなる。

タンザニアの地質構造を考える場合、アフリカ東部の高原地帯を南北に縦貫する大地溝帯は重要なファクターである。この大地溝帯はアルプス造構輪廻の新生代第三紀中ごろに形成され、モザンビーク変成帯の片状変成岩の構造方向に沿う裂け目と密接な関連をもっている。このアフリカ大地溝帯の2本が南北に走っている。

白亜紀末から現在までの火山活動エリアは汎アフリカ造構輪廻を受けた地域、すなわち大地溝帯に多く見られる。

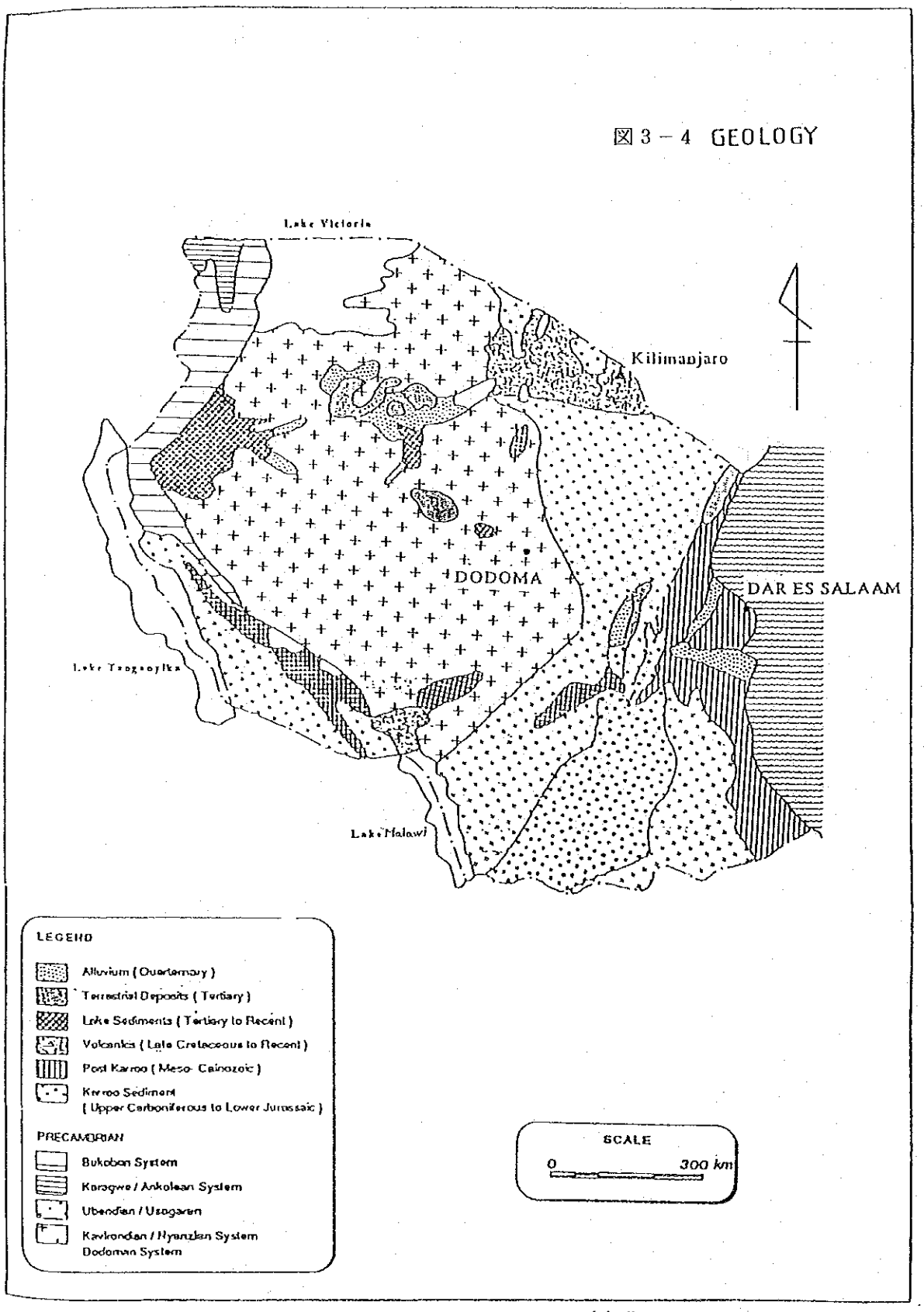
白亜紀末の火山活動ではカーボナタイトを伴うアルカリ火成岩体に伴って噴出している。活火山であるOldoinyo Lengaiでは、1960年10月の爆発で炭酸塩鉱物からなるカーボナタイトの熔岩流が観察されている。

新生代以降の火山岩はアルカリ・カンラン石玄武岩－粗面岩系列に属する。調査地を含むタンザニア北東部及びケニアに至る火山地帯では、新第三紀中新世以降に玄武岩の活動が始まり、ネフェリナイト（霞石）の噴火活動またカーボナタイト噴出の活動ののち、中新世後期にアルカリ岩ドームの隆起上昇に伴って大規模な裂け目噴火が起こり、フォノライト（響岩）の広大な熔岩台地が形成された。時を同じくして粗面岩質の熔岩凝灰岩が噴出し堆積した。このようにして、鮮新世末期には、地溝帯の原形が概ね出来上がった。現世において地溝帯の内部に断層の裂け目群が形成され、それに伴う一連のカルデラ火山も生じ、爆発的な火山に伴って、カンラン岩団塊が産出された。地溝帯に沿う地震や火山活動は現在に及んで続いている。（松澤勲・諏訪兼位－日本アフリカ協会）

調査対象地における地質の概観は次のとおりである。

なお、図3－5、3－6にスケール1／125,000を50％縮小した地質図を示す。

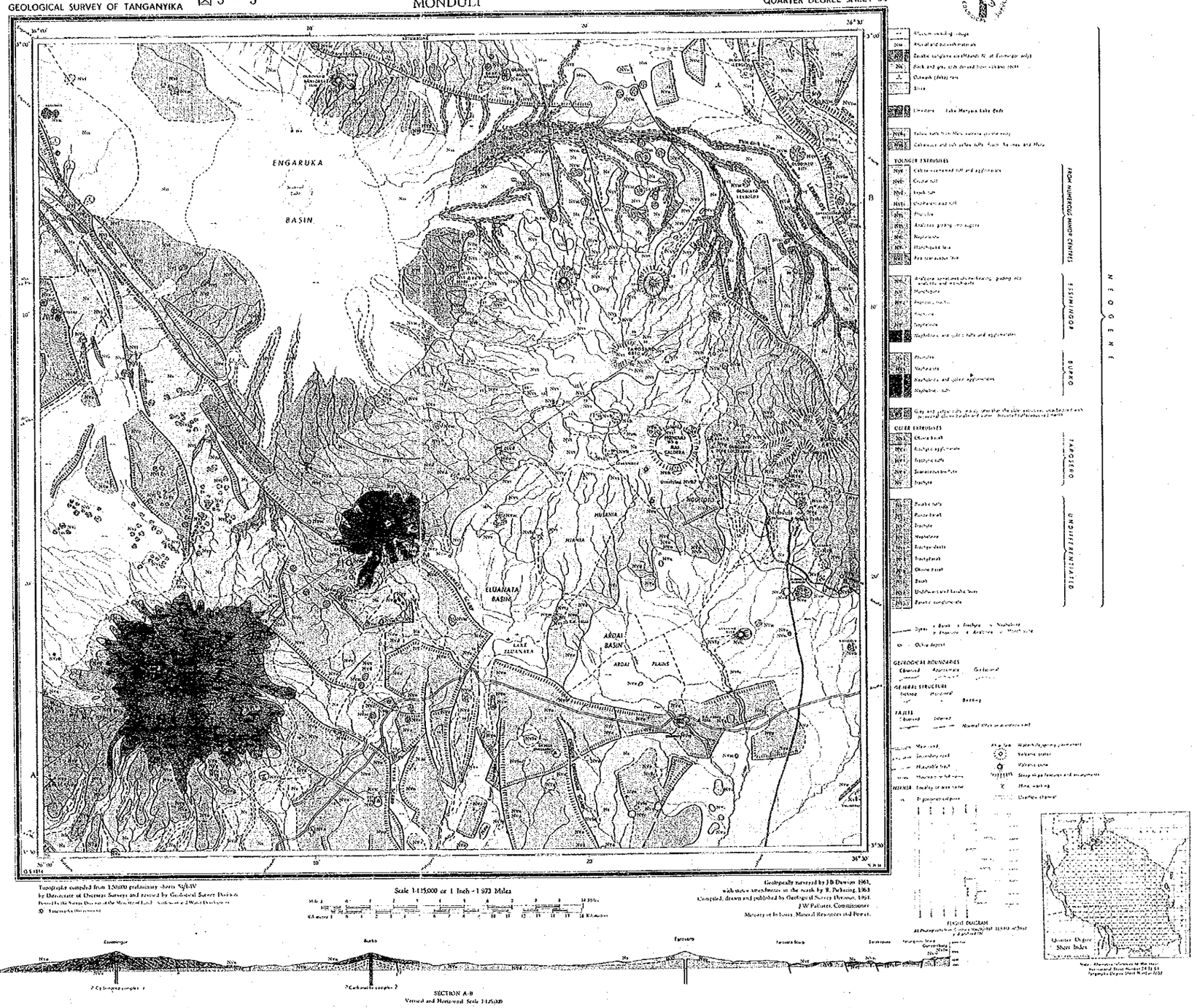
図３－４ GEOLOGY



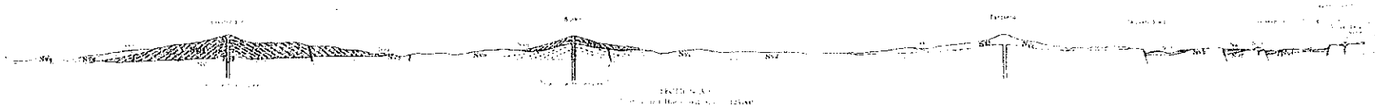
（出典：アフリカ国別ファイル）

GEOLOGICAL SURVEY OF TANGANYIKA 図 3 − 5 MONDULI FIRST EDITION QUARTER DEGREE SHEET 54

BRIEF EXPLANATION OF THE GEOLOGY



BRIEF EXPLANATION OF THE GEOLOGY

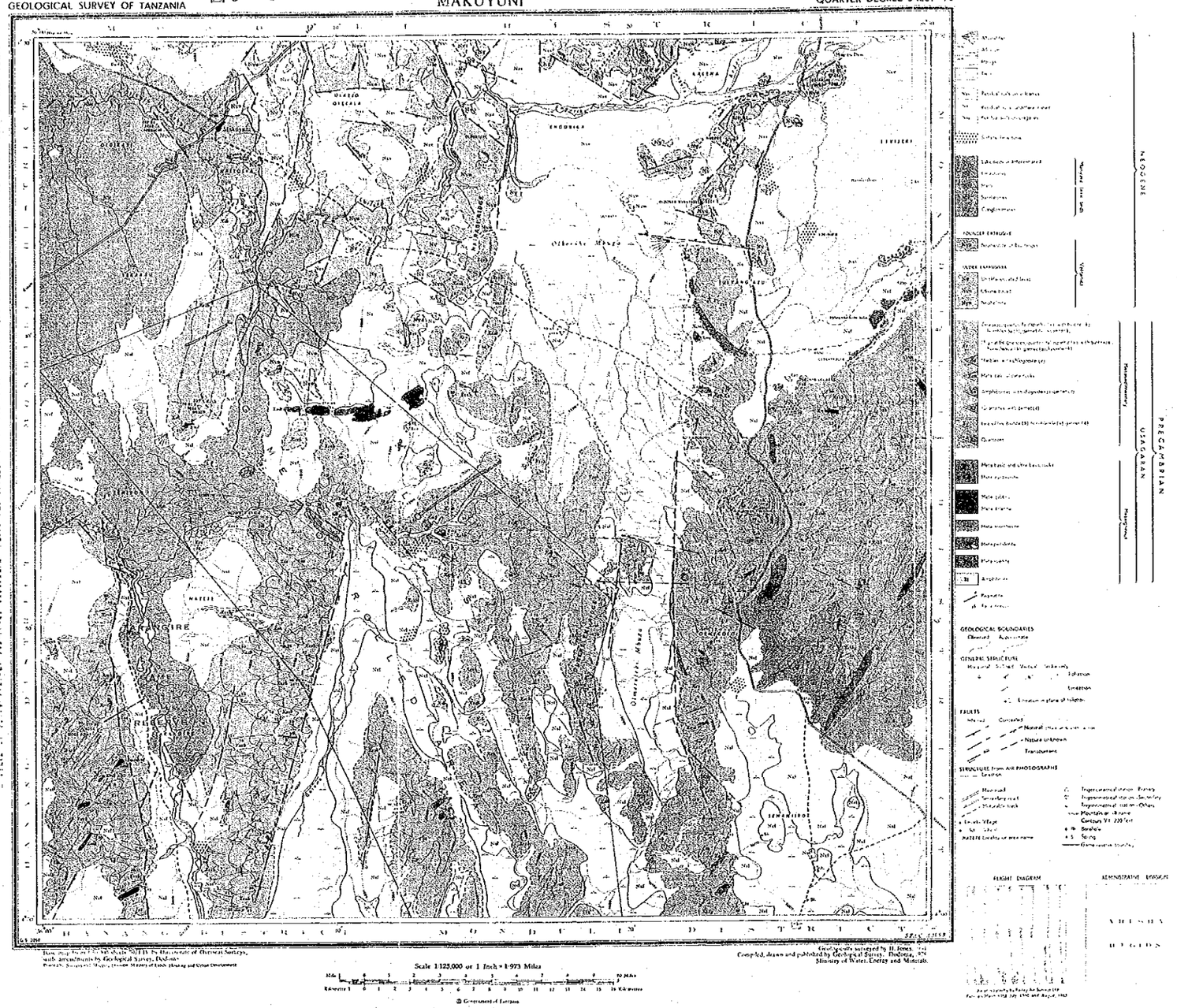


GEOLOGICAL SURVEY OF TANZANIA

図 3 － 6

MAKUYUNI

GEOLOGICAL MAP (1st EDITION)
QUARTER DEGREE SHEET 70



地質時代	地層へ火山	分布地及び岩相
第　四　紀	沖積堆積層	水成、風成－粘土、砂、礫、岩片
	火山噴出物	溶岩、凝灰岩、火山弾、火山灰、軽石
	扇状地	火山山麓部－粘土、砂、礫、玉石
	崖錐	崩落性斜面－砂、岩片、玉石
	風化帯	玄武岩・堆積岩地帯－風化岩、ラテライト
新　第　三　紀	Manyara湖成層	マクユニ～マニヤラ湖、石灰岩
	Essimingoro火山	フォノライト、ネフェリナイト、凝灰岩
	Burko火山	ネフェリナイト、凝灰岩、集塊岩
	Tarosero火山	カンラン石玄武岩、粗面岩、凝灰岩、スコリア
	モンドリ火山	玄武岩、粗面岩玄武岩、カンラン石玄武岩
先カンブリア紀	基盤岩台地	片麻岩、ミグマタイト化片麻岩

調査地のモンドリ火山より西方40kmにはマニヤラ湖西岸の延長として、東部地溝帯の西端をなす断層崖が比高差200～400mをもって北東－南西方向に存在する。一方、マクユニの南東35km付近にはプレカンブリアの基盤岩類が台地を形成し、所によっては600mの比高を有する。両岸の幅は概ね70～80kmで、この間に存在する地溝帯の標高は1,000～1,200mである。このマニヤラ湖西岸に平行するようにタロセロ山、ブルコ山、エシミンゴロ山の火山が並んでいる。鮮新世末に地溝帯の原形ができたころにモンドリ火山を形づくっている。粗面岩系の玄武岩がこの原形を沈積して、さらに、熔岩台地が形成された。この分布範囲は広大でマクユニの南西15kmまで及んでいる。地史的にはモンドリ火山岩群（地質学的に未分化）の台地を貫いてタロセロ火山が噴出し、これにより両火山の間に陥没カルデラを生じさせた。また、この活動に続いてブルコ火山、エシミンゴロ火山の生成があった。

この火山岩を起源とする扇状地及び沖積盆地（土石流堆）が出現した。この堆積の過程には、火山噴出物である軽石が層をなしている。地表土壌はロームで、植生は良好である。

次にモンドリ山より南へ切る推定地質断面図を示す。

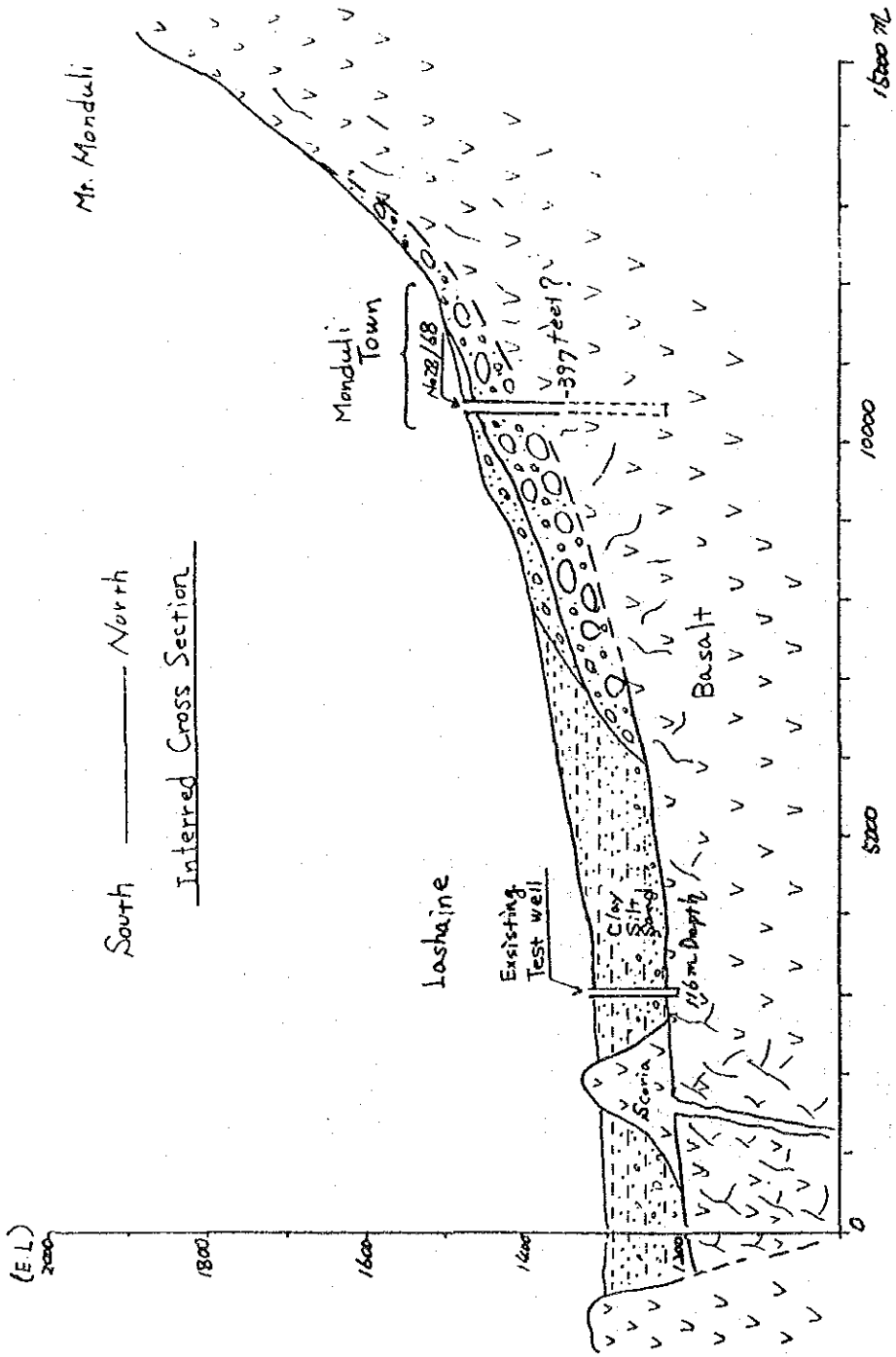


図３－６

3－3　気象、水文状況

3－3－1　気　　象

熱帯サバンナ気候に属するタンザニアであるが、地形に応じて次の3パターンの気候区分に分類される。

① 高温多湿な海岸地帯

南半球で熱帯性の気候であり、年平均気温24℃であるが、10月～5月にかけて27℃を下回ることはない。年間平均降雨量は1,000mm程度であり、12月から5月にかけてある長短2回の雨季で、その全てが降る。この時の湿度は著しく上昇する。6月～9月の乾季には気温が下がり乾燥した快適な気候となる。

② 中央高原地帯

標高1,000～1,500mの高温で乾燥する地域であり、場所により気候は若干変化するが、全体的に湿度は低く降雨も少ない（400～1,000mm／年）。平均気温は21℃で、日較差や年較差が大きく、空気は乾燥し夜間は涼しい。

③ 高地、山岳地帯

キリマンジャロ山（5,895m）は赤道に近い位置にありながら万年雪を頂いている。メルー山や西部Crater高原、北東部Usambara高原、南東のＬｉｆｉｐａ高原、マラウィ湖周辺の山岳地帯からIringa一帯は標高が高く、冷涼な高山気候である。

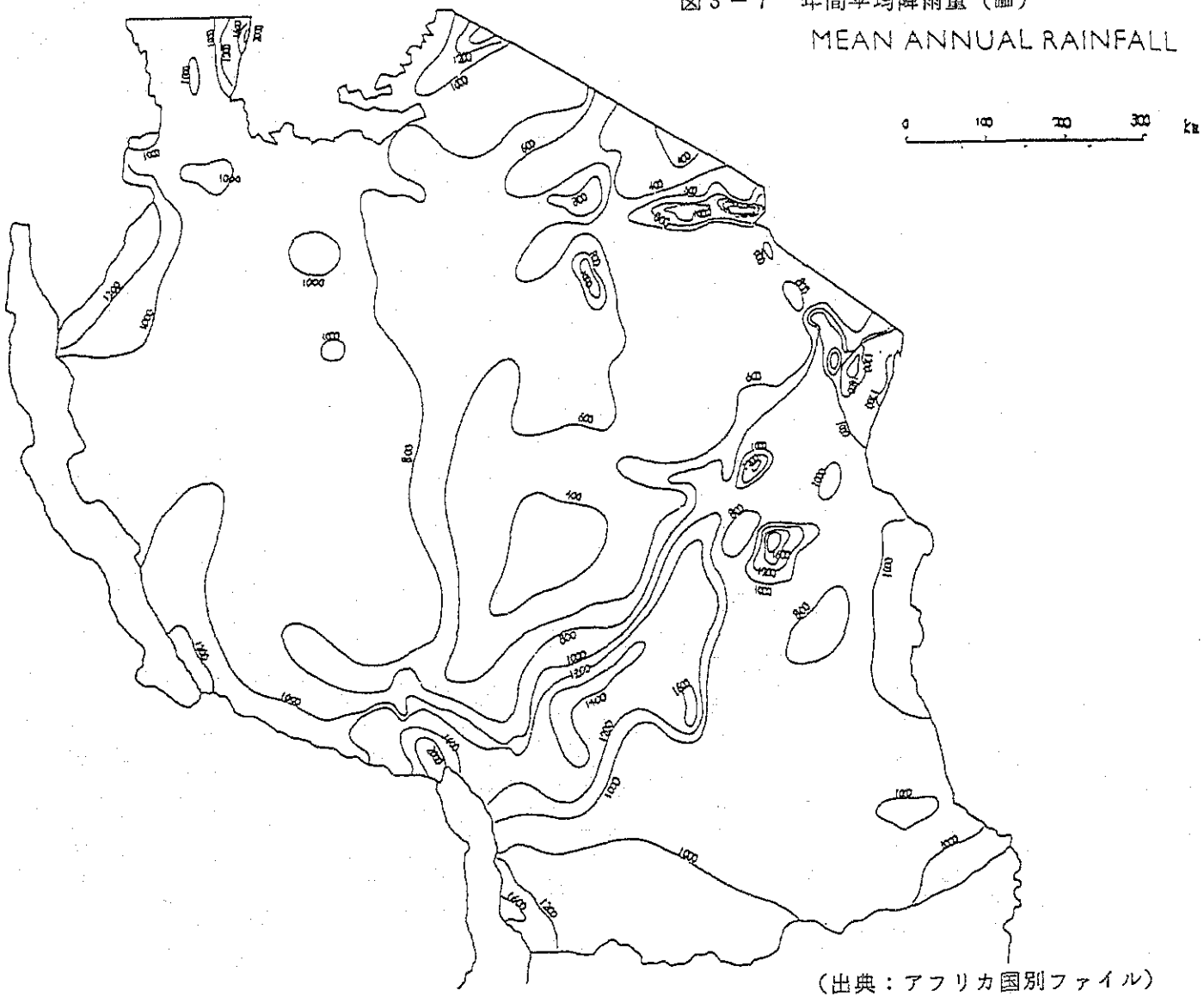
タンザニアの年降水マップを図3-7に示す。

調査対象地域は、中央高原地帯に属する。アルーシャのエアーフィルド（ローカル空港）には気象観測所があり、資料が入手できた。1989年の資料よりまとめた気温－降水量特性図を図3－8に示し、過去20年分のデータを参考資料として添付した。

また、モンドリにおいても過去59年間の降水量データがあり、まとめたものを次に示し、その全資料を参考として添付する。

図３－７　年間平均降雨量（mm）

MEAN ANNUAL RAINFALL



（出典：アフリカ国別ファイル）

図３－８　気温―降水量特性図

Mondul:District Office(1934年～1992年：58年間)

(Station No.:9336014) (1965年～1973年の9年間は欠測)　(mm)

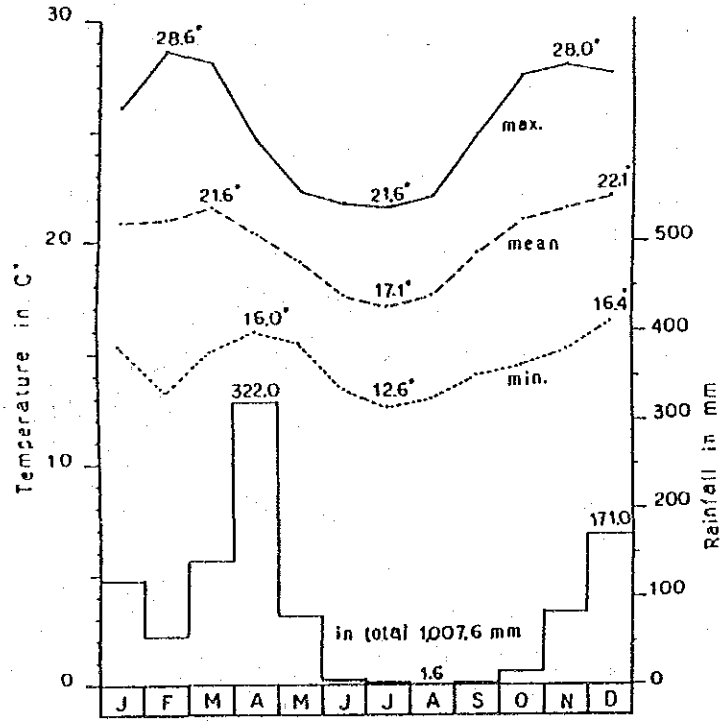
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
平　均	67	84	152	221	86	14	4	5	6	22	94	108	862
最　大	247	226	409	522	253	118	31	45	79	98	499	504	—
最　小	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—

Arusha Air Field　(1955年～1992年：37年間)

(Station No.：9333639) (1987年のみ欠測)　(mm)

平　均	72	72	160	314	139	29	13	11	12	32	121	107	1077
最　大	243	231	504	748	329	127	61	76	70	219	589	326	—
最　小	1	0	8	92	15	0	0	0	0	0	3	6	—

CLIMATOLOGICAL STATISTICS



YEAR : 1989

Station/No. 933633 ARUSHA AIRPORT

Lat.3°20'S Long.36°38' Alt.1387m.a.s.l.

3－3－2　水文概要

タンザニアにおける河川のタイプは次の3つに区分される。

① 山地・山岳地帯及び中部高原に源を発して東下し、インド洋に注ぐ河川－パンガニ川、ルフィジ川、ルブマ川等

② 湧水などに源を発して湖に流入する河川－ムトワムブ川（マニヤラ湖）、ウェンベレ川（エヤ湖）、モヨウォシ川（タンガニーカ湖）

③ 雨季だけ流水が見られる河川－涸れ川（ワジ）

調査対象地域には顕著な常流河川は見られない。モンドリタウンの水源となっている後背のモンドリ山山腹にわずかな湧水が見られるだけである。アルダイ盆地には雨季のみ流れが見られる。涸れ川が幾本も集まってアルダイ川となるが、盆地の出口付近に設置された堰堤で表流水が貯水されているのが見られる。しかし、この涸れ川も南へ流下したのち消滅してしまう。

調査対象地域内には、湖沼は存在しないが、タロセロ山の北半分を集水域とするエムグル川－エンガルカ沼（Engaruka Magadi）を起源としてムトワムブ（Wto－Wa－Mbu）川が北東－南西に流れて、塩湖であるマニヤラ湖に注ぐ。モンドリ－タロセロ山系の水系図を図3－9に示す。これによると生成時の古いモンドリ山では放射谷の発達が著しく、この起因による扇状地の発達が山麓に見られる。また、モンドリカルデラの生成過程で多量の玄武岩の噴出があったと見られるタロセロ山南側斜面は比較的緩やかな傾斜で、植生も豊富な湿潤サバンナ様を呈している。モンドリカルデラはクレーターとしての残象では直径2.5km程度と見られるが、カルデラ崖が不明瞭な北部を含めるとその窪地面積は15km^{2}にも達する。このカルデラ付近の標高は1,800mあり、アルダイ盆地とはおよそ500mの比高がある。この一帯はモンドリゲームコントロールエリアに指定され野生植物の保護が行われているために、植生は豊かであり、雨季でも平地よりかなり多くの降水がある。モンドリタウン及びアルーシャエアーフィールド（空港）の気象観測所では蒸発散量を観測していない。ドドマで観測された資料では、1年の中で可能蒸発量が降水量を上回る月が10か月以上あるとのことである。

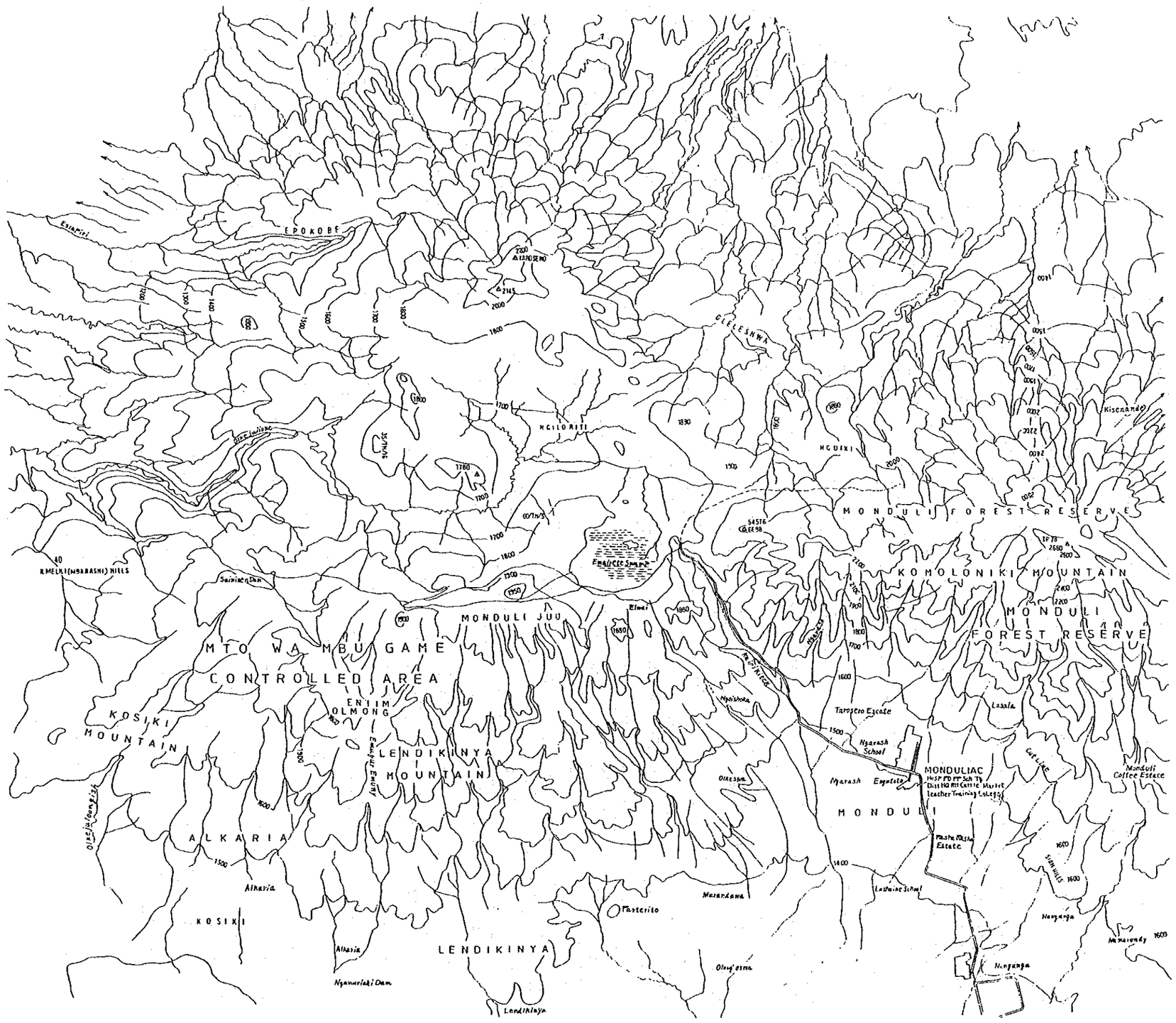


図３－９　モンドリ山系等高線―水系マップ（１：50,000）

3－3－3　水理地質概要

タンザニアにおける各地層の水理地質状況は次のとおりである。

なお、井戸の平均的産出量は水利局より得られた一般的な情報による。

地層名	岩　相	水理地質状況	平均的産出量
沖　積　層	粘土、砂、礫	沖積平野・三角州－豊富な地層水がある（良帯水層）、山麓扇状地－帯水層になり得るが、涵養源に影響受ける	0.2～2ℓ／秒
火山砕屑物	溶岩、火山放出物 玄　武　岩　類	多孔質な火山岩、沖積堆積物－涵養源あれば良帯水層、地下水賦存量大きい。緻密堅固な火山岩－不透水層、クラック、破砕帯に裂カ水の可能性あり	11ℓ／秒
第三系海成堆積層	泥灰岩、石灰石、砂岩、頁岩	石灰岩、砂岩－帯水層 泥灰岩、頁岩－不透水層	1～6ℓ／秒
カルー系堆積物	砂岩、礫岩、頁岩、石　灰　岩	砂岩、礫岩、石灰岩－帯水層（裂カ水） 頁岩－不透水層 亀裂、破砕帯、風化帯には裂カ水が賦存する	1～5ℓ／秒 断層破砕帯は15ℓ／秒以上の時もある
先アンブリア系基盤岩	片麻岩、珪岩、花崗岩	新鮮な基盤岩－不透水層、風化帯、亀裂、断層破砕帯には裂カ水が賦存している	14ℓ／秒 マクタポラ水源地（ドドマ）は 63ℓ／秒

調査対象地域では、次のような水理地質的考察が推定される。

① モンドリタウンの水源として地下水賦存の可能性がある地域

＜モンドリタウン～Ardai盆地～モンドリカルデラ＞

- 沖積層に覆われた不透水性基盤（玄武岩、プレカンブリア系？）の埋没谷地形で、ここに堆積した砂礫層によって帯水層を構成している地域。
- 火山放出物のうち、多孔質な地層（例えば、凝灰岩、スコリア等）で帯水層をなし得る地域。
- 火山体や基盤をなす玄武岩の風化帯や断層などに伴う破砕帯、亀裂密集地域。

② 旱魃の頻繁な村落で調査対象地の南端地域

＜Lolklisale、Tukusi＞

・先カンブリア系の基盤岩地帯に位置する。岩相としては長石、石英質片麻岩で構成されているため、水理地質的には不透水層である。

・この基盤岩には断層の発達が少ないことが知られているが、全くないわけではない。地質図では推定断層が東西方向に記述されている。この東から断層や亀裂密集帯、風化帯の調査が望まれる。

③ 旱魃の頻繁な村落で調査対象地の西端地域

＜Makuyuni、Naitolia、Oltukai、Mswakini＞

・マニヤラ湖、湖成堆積層（石灰岩）の地帯で、岩そのものは不透水層である。

・調査地域内には堆積岩体の間に谷底沖積低地が発達しており、砂礫に富んだ場所では帯水層となっている。

・石灰岩には亀裂の発達した地区があり、地下水の賦存は有望である。

④ 上記以外の村落（12か所）

・沖積堆積層の砂礫層で地下水の涵養源を持つ地帯（Essimingoro火山、Burko火山山系はなり得る）では地下水の賦存の可能性がある。

・溶岩原面での風化帯、断層破砕帯、亀裂発達帯では裂カ水の存在が推定される。

3－4　既存給水システムの現況と問題点

3－4－1　モンドリタウンの給水現況と問題点

アルーシャ州における給水普及率は、水利局の資料によれば、次のとおりである。

	人　口	給水人口	給水普及率
都　市	40,834	28,874	70.1%
村　落	1,514,827	586,508	38.7%
全　国	1,555,661	615,382	39.6%

モンドリタウン及び各村落ごとの給水普及率については資料が入手できなかった。

モンドリタウンの給水については後背のモンドリ山の湧水に水源を求める独自の給水体制と、メルー山の湧水（2,600m³／日）を38kmものパイプラインで、Tanzania Military Academyに導水した中から、わずかのもらい水をしている（現在ポンプ場故障）給水網の2系列がある。

＜モンドリタウン独自の給水ラインの現況＞

〔a〕　水源・取水量：60ℓ／分（ＥＬ　1,860m）

モンドリ山の湧水－地表水を水源としているが、同水系の上流部（ＥＬ　2,300ｍ）は隣村から占有水利権を持っている。また、同じ取水点にも、個人農場の水利権が存在するため、水源の拡張はできない。取水口はコンクリート製で幅約２ｍ、高さ1.5ｍ程度の堰に、数mmの穴があいた円筒形フィルターが設置され、ここからP.V.Cパイプ（2″）で山麓（ＥＬ　1,600ｍ）に導水されている。

現在のタウン人口は25,347人（1993年）であるが、日量86,400ℓの給水量から単純に計算しても１人１日当たり3.4ℓとなる。タンザニアにおいて基準とされる１人１日当たりの計画給水量25ℓ（村落部）のわずか14%でしかない。

〔ｂ〕　貯水槽及び塩素滅菌器

導水された表流水は山麓に設置されたコンクリート製の90m³円柱形タンク２基に貯水される。貯水の現状は、朝方４時間の給水で空になったタンクに貯水が始まり、20時間で約60m³の貯留がなされる。

このことから取水口から貯水槽まで約４km間の途中での漏水及び取水が約30%とみられる。

貯水槽に流水する手前に塩素を投入する施設があるが、現在は雨季だけサラシ粉を投入している。

〔ｃ〕　給水施設

モンドリ市内への給水は次のとおりである。

公共水栓　　6か所

各戸水栓　　320か所

なお、給水は朝方４時間の時間給水となっており、深刻な水量不足が発生している。

〔ｄ〕　維持管理

モンドリ市水道システムの維持管理は、モンドリ市水道課が行っている。技術を担当するDistrict Engineerはアルーシャ州開発庁から派遣されている。

水道事業は市の水道課が行っており、水道料金の徴収も行われている。

１か月、１家族：200シリング

※メルー山Emaoi湧水からの導水については、水利権の問題やパイプラインの口径や老朽化の問題で開発の余地はない。

３－４－２　モンドリ郡村落地域の給水現況

給水システムの現況は次表に掲げてあるが、これによれば、

ａ．自然流下式による水道　　23か所

ｂ．深井戸による水道　　11か所

c．浅井戸による給水　　1か所

d．表流水による給水　　3か所

e．ため池（季節的）、貯水、買水（タンクローリー）　18か所

今回の要請リストにある18村落の給水システム現況による分類は（S／W　Appendix 2 参照）、

a．深井戸があるが拡張を必要とする村落　　1か所

b．浅井戸による給水施設があるが季節的に問題　　1か所

c．表流水では季節的に不足する村落　　3か所

d．ため池、買水による問題の深刻な村落　　13か所

HUDUMA ZA MAJI WILAYANT-MONDULI

(a) GRAVITY WATER SCHEMES : 23

1.	Kamwanga	W／S	13.	Elang'atadapash	W／S
2.	Kitendeni	〃	14.	Mfereji	〃
3.	Lerangawa	〃	15.	Engaruka Juu	〃
4.	Olmolog	〃	16.	Engaruka Chini	〃
5.	Leray	〃	17.	Selela	〃
6.	Tingatinga	〃	18.	Ilorienito	〃
7.	Namanga	〃	19.	Mto wa Mbu	〃
8.	Longido	〃	20.	Emairete／Enguiki	〃
9.	Engikaret	〃	21.	Monduli Mjini	〃
10.	Kitumbeine	〃	22.	Esimingori	〃
11.	Gelai Lumbwa	〃	23.	Lolkisale	〃
12.	Gelai Bomba	〃			

(b) BOREHOLES WATER SCHEMES : －11

1.	Sinya　i	BH
2.	Sinya　ii	BH
3.	Matian	BH
4.	Tanganyiet	BH
5.	Mamra	BH
6.	Lesingita	BH
7.	Mundarara	BH

8. Namanga BH

9. Makuyuni BH

10. Mswakini BH

11. Sinonick BH

(c) SUPFACE WATER SCHEMES :

1. Kimokouwa

2. Engarenaibor

3. Monduli T.T.C.

(d) SHALLOW WELLS SCHEME : – 1

1. Emairete

(e) MABWAWA/MALAMBO WATER SCHEMES-18 :

1. Enguiki

2. Arkatan

3. Lendikinya

4. Moita Bwawani

5. Meserani

6. Nanja

7. Makuyuni

8. Naitolia

9. J.K.T. Makuyuni

10. Essimingor

11. Leken

12. Olkaria

13. Lesingita

14. Binonick

15. Sinya

16. Mbaashi

17. Mswakini

18. Lashaine