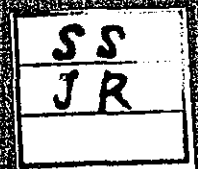


アフリカの水

平成3年6月

国際協力事業団



JICA LIBRARY



1111427191

国際協力事業団

25973

アフリカの水

平成3年6月

国際協力事業団

序

アフリカで最大の課題は水問題である。もともと降雨の少ないサヘル地帯は云うに及ばず、熱帯降雨林地帯においても特定の短い雨期に降雨が集中するが、あとの時期は日照り続きの乾燥期であり、この期間には地下水などの補給が必要となる。

産業の主体である農業牧畜を振興するには水が必要である。それ以前に、まず生活用水を補給しなければ、人間そのものの生存にもかゝわる重大事となろう。

遠く離れた井戸や泉から毎日水を運ぶことがアフリカの女性の仕事といわれる。水道を整備してこの重労働から解放することも今世界的に云われているWID（開発と女性）問題の最たるものであり、水の開発によって産業を起し、生活環境を改善することが貧困の解消にもなることである。

アフリカはわが国から地理的に遠くに位置しているにもかかわらず、わが国からの経済協力は近年着実に増大している。真に効果のある協力を目ざすとすれば、この水問題に関する協力がまず第一に重要であると云わねばならない。サヘル地帯の砂漠化を防止し、多少でも生活環境を改善することに貢献することが望まれる。

サヘル地帯のように水のひつ迫した地域では、経済開発計画を先に立てて、それに対して必要な水を開発するという手法を取るべきはなく、その地域に復元可能な水はどの程度あるかを物理的に調査したうえで土地利用、水利用計画、および人口配置計画を立てるべきである。

本書では、従来JICAが実施した水に関する調査報告書を中心に、アフリカの水の現状を整理したものであるが、なかなか十分なデータが揃っておらず、現象の分析など思うように行かなかったが、これからの調査で、不十分な所を補足して行くようにしていただければ幸いである。本書が、アフリカへの協力の何らかの役にたつことを念願するものである。

国際協力事業団理事 玉 光 弘 明

平成3年5月31日

目 次

1. アフリカの社会と経済の概要	1
2. アフリカの気候区分	4
3. アフリカの気象	8
4. アフリカの地形, 河川の流域	29
5. アフリカの地質	38
6. 河川の流出量	43
7. 水資源の使用状況	46
8. 地下水の開発可能な地層	49
9. 生活用水の使用量	51
10. 揚水施後の計画	57
11. 地下水開発可能量	59
(参 考 文 献)	61
国 別 情 報	63

1. アフリカの社会と経済の概要

アフリカ大陸の面積は約 3000 万 km² で、全世界の 22% を占め、独立国が 51 ケ国あり、約 6 億人の人口がある。いわゆるアフリカ地域といわれるサヘル以南には 5 億人が居る。アフリカを気象状況ならびに地勢的に地域区分すると次のようである。（世銀などで区分されている）

(1) 地中海沿岸地域	人口、約…… 1 億人
(2) サヘル地域	1.1
(3) 西アフリカ沿岸地域	1.7
(4) 中央アフリカ森林地域	0.8
(5) 東アフリカ高地地域	1.0
(6) 南アフリカ、その他地域	0.4

- 地中海沿岸地域はヨーロッパや、アラブ諸国の系統で、所得も比較的高い、特にリビア・チュニジア、アルジェリアは石油を産出しており、所得水準が高い。
- サヘル地帯は雨量の少ない内陸地にあり、産業は鉱業や、牧畜、農業、綿花が主体で 貧国が多い。
- 西アフリカ沿岸地帯は、雨量も多く、農業に適しているほか、水産業も盛んであり、コーヒー、ゴム、パーム、木材などの輸出用農産物がある。ナイジェリア、カメルーン、ガボンなどは石油も産出するので、所得も比較的高い。
- 中央アフリカ森林地域は、降雨量も多く、気温も高い地域であり、産業はコーヒー、茶、農業等である。コンゴやアンゴラには石油を産する。
- 東アフリカ高地地域は、標高の高いところに位置し、年中気温は同じで、降雨量もかなりあり、人間の生活と農業に適している。コーヒー、紅茶、タバコ、など輸出作物のほか、鉱物資源も豊富である。植民地時代の輸出作物を中心とした農業から食料自給への農業政策の転換がはかられている。
- 南アフリカでも鉱物資源は豊富で農業、牧畜とあわせ、経済は豊かな所が多い。

モーリシャスやセイシェル等の島しょ国では砂糖、コブラ、水産、観光等で比較的豊かである。表 1-1 を参照

表 1 - 1 アフリカ各国の社会経済

No	国 名	面積	人口	1人当り G N P	主 な 産 業	備 考
	地中海沿岸マグレブ					
1	エジプト	千km 1,001	千人 51,000	ドル 710	鉱製15%, 農水17%, 95%砂漠	
2	リビア	1,760	4,000	5,550	石油, 石油製品	
3	チュニジア	164	7,500	1,210	同 上	
4	アルジェリア	2,382	23,000	2,760	石油, 天然ガス	
5	モロッコ	447	23,000	620	燐鉱石, 水産	
6	(西サハラ)				ソルガム, 米, 牧畜	
	サヘル地帯					
7	ソマリア	638	5,700	290	メンス, ソルガム, 牧畜	370万人(全国の65%)が遊牧民, ラクダと牛800万, 羊とヤキ2500万頭
8	ジブティ	22	340	500	商業	
9	エチオピア	1,222	44,800	120	コーヒー, 豆, 皮革	
10	スーダン	2,506	23,200	330	綿花, ゴム, 農業, 牧畜	
11	チャド	1,284	5,300	150	綿花, 牧畜	2/3砂漠
12	ニジェール	1,267	6,800	280	ウラン鉱, 農業, 牧畜	
13	マリ	1,240	7,800	200	綿花, 落花生, メイズ, 牧畜	年間6~8ヶ月水不足, 全国人口 の80%が地方人に
14	ブリキナファソ	274	8,300	170	メイズ, タロイモ	
15	モーリタニア	1,031	1,900	440	ソルガム, 米, 牧畜	
16	セネガル	196	7,000	510	燐鉱石, 落花生, 水産	
17	ガンビア	11	800	220	落花生, 農業	
	西アフリカ沿岸地帯					
18	カーボベルデ	4	340	500	農業, 漁業, 出稼	サヘル気候
19	ギニヤビサオ	36	920	170	農業	
20	ギニヤ	246	6,500		ボーキサイト, コーヒー, バイ ン, アルミナ, メイズ	
21	シラレオーネ	72	3,800	300	ダイヤ, カカオ, コーヒー	
22	リベリヤ	111	2,300	440	鉄鉱, カカオ, ゴム, 木材	
23	象牙海岸	322	11,100	750	コーヒー, カカオ, ゴム, バ ーム, 木 材	
24	ガーナ	239	13,600	390	カカオ, 水産	
25	トゴ	57	3,300	300	コーヒー, カカオ, 綿花	
26	ベニン	113	4,300	300	コーヒー, カカオ, 綿花, 漁業	農村人口85%
27	ナイジェリア	924	108,000	370	石油, 農業, 牧畜	
28	サントメ・プリンジベ	1	110	280	カカオ	

No	国名	面積	人口	1人当り G N P	主 な 産 業	備 考
29	カメルーン	475	10,900	960	石油, コーヒー, カカオ	牛340万頭, 山羊・羊470万頭
30	赤道ギニア	28	390		農林漁業, カカオ, コーヒー, 木材	
31	ガボン	268	1,000	2,750	石油, マンガン, ウラン, 木材	
	中央アフリカ森林地帯					
32	コンゴ	342	2,000	880	石油, 農業, 畜産	
33	中央アフリカ	623	2,700	330	コーヒー, 綿花	
34	ザイール	2,345	32,700	160	コバルト, 銅, 農業	
35	アンゴラ	1,247	9,200	n. a	石油, ダイヤ, コーヒー, 農業	
36	ブルンジ	28	5,000	240	コーヒー, 農業	
37	ルワンダ	26	6,500	310	コーヒー, 茶, 牧畜	
38	ウガンダ	236	15,700	260	コーヒー, 農業	
	東アフリカ高地地域					
39	ケニヤ	583	22,100	340	コーヒー, 紅茶, 麻, 綿花	
40	タンザニア	945	23,900	220	コーヒー, タバコ, 綿花	
41	マラウイ	118	7,600	160	タバコ, 砂糖, 落花生, メイズ	
42	ザンビア	753	7,200	240	銅, コバルト	
43	モザンビーク	802	14,600	150	石油, 石炭, 砂糖, 綿花, サイザル	
44	ジンバブエ	391	9,000	590	クローム, 銅, タバコ, ニッケル 金, 砂糖, 綿花	
45	マダガスカル	587	10,900	200	コーヒー, クロム, 水産	
	南アフリカその他					
46	スワジランド	17	710	700	石炭, 石綿, 砂糖, 木材	
47	レソト	30	1,600	360	鉱業, 南ア依存経済	
48	ボツワナ	582	1,150	1,030	ダイヤ, 銅, ニッケル, 牧畜	
49	南アフリカ	1,221	30,000	2,650		
50	ナミビア					
51	モーリシアス	2	1,000	1,470	砂糖, 観光	
52	セイシエル	0.4	66	3,180	ユブラ, バニラ, 茶, 観光	
53	ユモロ	2	420	380	バニラ, クローブ, 農業, 水産	火山地質

2. アフリカの気候区分

広い大陸には場所によって気候が著しく異り、雨のない砂漠地帯から、雨量の多い熱帯雨林地帯まで種々の気候があり、下記のように区分されている。（外務省、アフリカ便覧）（図2-1, 2-2 参照）

1. 砂 漠
2. ステップ砂漠 半砂漠
3. ステップ 乾燥サバンナ
4. サバンナ 湿潤サバンナ
5. 赤道雨林 熱帯降雨林
6. 地中海気候
7. 高山植物帯 高地森林草原帯
8. オアシス地帯

(1) 砂漠地帯は、アフリカ北部のサハラ砂漠、リビヤ砂漠が東西に拡がり紅海からアデン海沿岸に連り、インド洋側をソマリヤの海岸沿いではケニヤまで連っている。

一方、南部には、カラハリ砂漠が大西洋側に存在する。このカラハリ砂漠は南極からのベンゲラ（Benguela）海流（寒流）によるもので、冷たい海流からの蒸発量が少いことによるものである。

また、アフリカ北西部のモロッコ南部からモーリタニアにかけての砂漠も、北方から流れるカナリヤ海流（寒流）に影響されたものである。（南米ペルー沖のペルー寒流による影響と同じである。）

(2) 砂漠の中には所々にオアシス地帯がある。ナイル河沿川もオアシスと考えられる。

サハラ、リビヤ砂漠の中にも高山地帯、Tibesti 及び Ahaggar があり、高地では多少の雨量もあるので、サバンナとなっている。

(3) アフリカ中央部、ナイジェリア南部から、ガボン、コンゴ、ザイールにかけて熱帯雨林地帯がある。

また、アフリカ西部、南端のシエラレオーネから、リベリア、ガーナ南端にかけてのギニア湾岸沿いにも同様の熱帯雨林地帯がある。

(4) アフリカ中央部から南部にかけての高原地帯では、適度の降雨量があり、高山植物帯（高地森林草原地帯）が存在する。すなわち、エチオピア高地、ケニヤ・ウガンダ・タンザニヤ・ザンビアにかけての高地、南アフリカ北東部及びマダガスカルの中央山脈地帯である。

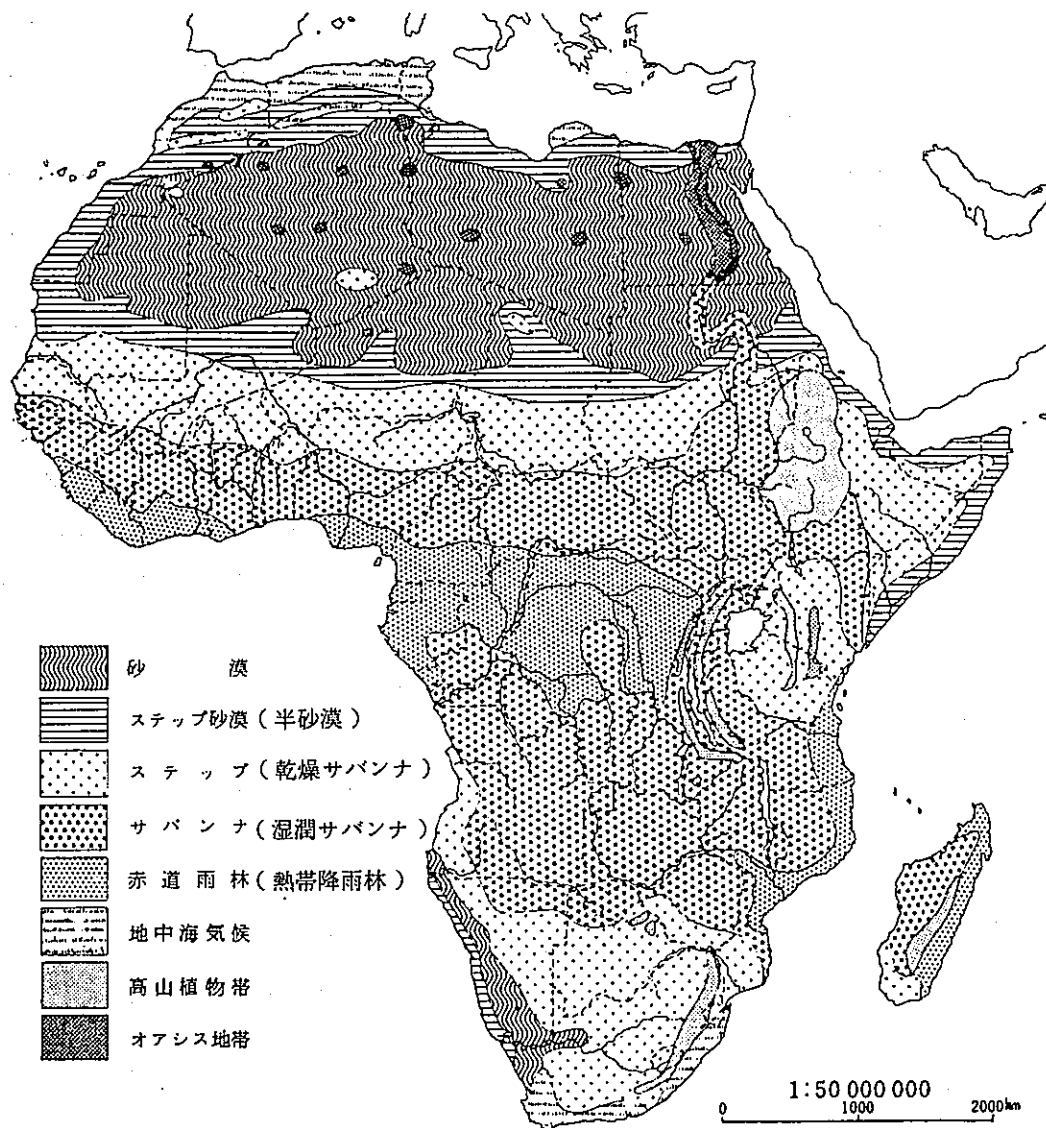
(5) 地中海沿岸に沿っては、チュニジアから西の方へアルジェリア、モロッコにかけて、モロッコのアトラス山脈に連なる高地があり、この山脈の地中海側は気候も適度で降雨量も適量がある。地中海性気候と云っている。

これと同じような気候が、アフリカ南部の海岸沿いにある。

(6) 以上のほかはサバンナと呼ばれる、降雨は十分多くはないが、季節によっては適度な降雨もあり、まばらな立木のある草原地帯である。乾燥した砂漠地帯と、熱帯雨林帯、高地森林草原地帯の間にはさまれているとみれば良い。



図2-1 アフリカ独立国及び非独立地域
 (外務省、「アフリカ便覧」による)



外務省、「アフリカ便覧」による。

図 2 - 2 アフリカの気候区分
(外務省、「アフリカ便覧」による)

3. アフリカの気象

アフリカ大陸の中央部、ガボン、コンゴ、ザイール北部から、ウガンダ、ケニアにかけて赤道が走っている。

4月から9月にかけて、太陽は北半球にあり、サハラ砂漠は熱せられて低気圧となり、南からのギニアモンスーンがギニア湾から湿った空気を吹き込み、赤道より北側に降雨をもたらしている。インド洋側でも同様に湿った空気を赤道の北側にある赤道収れん帯に吹き込んで来る。(図3-1)

一方、10月から3月には太陽は南半球にあり、赤道収れん帯も南下しており、南半球に大西洋からギニアモンスーン、インド洋側にはアジアモンスーンが吹き込んで、降雨をもたらしている。北半球では砂漠が冷えて高気圧となり南西に風が吹いて、ハルマタンとよばれる砂嵐をもたらす、降雨は少ない。

海流の流れは、モロッコ及び、カナリヤ諸島の間の海岸をカナリヤ海流(寒流)が南下し、また南アフリカの大西洋側をベンゲラ海流(寒流)が北上しているので、これの接する海岸地帯は砂漠化している。また南アフリカ大陸のインド洋側は、マダガスカルからモザンビーク海峡へ向けてアグラス海流(モザンビーク海流)(暖流)が南下し、またこの海流の一部はタンザニア、ケニア海岸に沿って北上している。(図3-2)

以上のような気象状況によってアフリカ大陸の気候は作り出されており、これを地域別にみると以下ようになる。

年間雨量及び、半年の雨量(11月～4月まで、5月から10月まで)等雨量線を図3-3、3-4、3-5に示す。

また1月と7月の気温(平均気温)を図3-6、3-7に示す。

1月では、南部アフリカの気温が高く、7月ではサハラ砂漠を中心に北部が高くなっている。

以下、地域別に気象状況を述べる。(表3-1、図3-8、3-9、3-10を参照)

(1) 地中海沿岸地域

チュニジアから西へ、アルジェリア・モロッコにかけて、1000 mを越える山脈があり、これより地中海側及び、大西洋側には雨量に恵まれ、400～800 mmの年雨量がある。

特にモロッコのアトラス山脈(標高1000～3000 m)にかけては年間1000 mm以上に達するところもある。

雨量は11月～4月にかけてで、北からの貿易風によるものであり、7月～8月には降雨量が最も少なくなる。

気温も7～8月が高く、1～2月が冷しいが、夏と冬のある比較的温和な地域である。

チュニジアからエジプトのナイル河口にかけては地中海沿いの山岳高地は無く、雨量も少く、海に面したアレキサンドリアでは年雨量200 mm程度あるが、少し内陸部に入ったカイロでは年間を

通じて降雨は殆ど無い。内陸部に入ると、夏は高温で冬は涼しくなる。

地中海沿岸地域には4月～9月にかけての乾期にサハラ砂漠からの風が吹くことがあり、この北方向の砂嵐をシロッコ風とも呼んでいる。サハラ砂漠から南へ吹く砂嵐のハルマタンと対象的である。

(2) サヘル地帯とエチオピア高地

アデン海から紅海沿岸地帯では年雨量が50～200mm/年と少く、10月～1月にかけて少し降る程度で気温もかなり高い。

エチオピアの高地ではケニヤ、タンザニア方向の東アフリカ高地地域につながり、500～1000mm/年の降雨がある。高地域で年間の気温差が少い（一年中涼しい）が、1日中の高低差はかなりのある。

エチオピア高地の北側（スーダン）から西の方向、チャド、ニジェール、マリイにかけて、いわゆるサヘル地帯となり、雨量は200～300mm/年程度と少くなる。降雨は地中海沿岸とは違って7～9月に降っている。

これら内陸部の気温は高く5～6月に40℃以上になる。

1日中の気温差も大きく、1月には日中は30℃を超えるが夜は15℃以下に下る。

参考事例

A. ニジェール国は北緯12度から23度にわたり、北部から南部に行くに従って降雨量が増えていて、気候の形を次のように区分している。

- ① 砂漠型気候（降雨量0）
- ② 北サヘル性気候（年降雨量350mm以下）
- ③ 南サヘル性気候（年降雨量350～750mm）
- ④ 南スーダン性（湿潤性）気候（年降雨量750mm以上）

また、1～2月には北方向からの風が吹き、ハルマタンと呼び砂嵐となる。7～8月雨期には南から湿った風が入る。

B. マリイ国は北緯10度から24°にわたり、同様の気候群がある。北部は年降雨量100～500mmで、牧畜が行われ、南部は500～1500mmのサバンナで農業が営まれている。

マリイ国土面積124万km²のうち年降雨が200mm以上ある利用可能地は50万km²で、このうち耕作地が4.2%、休耕地19%、牧畜用地60%となっている。

C. エチオピアでは土地の標高と雨量が関係しており、次のように略分類される。

標 高	2500 m以上	年降雨量	1400～1800 mm
"	600～2500 m	"	1000～1400 mm
低 地		"	200 mm

(3) アフリカ東部高原地帯（アフリカ中央熱帯林地帯を含む）

- 。高地になると降雨量も多く、ビクトリア湖（湖面高 1000 m）周辺で 1500 mm / 年にも達する。6～8月に降雨量が少く乾期があり、4～5月が大雨期、10～12月に小雨期がある。高地では気温も1日中の高低差が少く、年間の気温差も少い。
- 。高地等の内陸側では標高が低く 500 m くらいになっても、降雨量は大きい。
標高の低い内陸部では気温は高くなる。年間の気温差は少ないが1日中の気温差は大きい。
- 。高地帯の南東側平地部では、ケニアの海岸から南方では雨量も多くなり、1～2月が乾期となる。高地で雨量の少ない6～8月でも海岸地帯では多少中だるみになるが、かなりの降雨量がある。高地でも海岸地帯でも大雨期は3～5月である。
年間を通じて気温差は少なく、1日中の気温差も少い。

参考事例

中央アフリカは北緯 2～11 度にまたがっている内陸国であるが、全国的に比較的降雨量の多い国でアフリカ中央森林地帯に分類されているが、次のような気候区分がされる。

- ① 北部準サヘル地域 （年降雨量 1000 mm 以下）
- ② 中央部熱帯林地帯 （年降雨量 1000～1500 mm）
- ③ 南部、ギニア熱林地帯（年降雨量 1500 mm 以上ピグミー族が住む）

(4) アフリカ西部・大西洋沿岸地帯

- 。ギニア湾の入口、シエラレオーネ、リベリアの先端、及びナイジェリアからガボンの海岸沿いにかけて雨量は多く、2000 mm / 年を越える。シエラレオーネでは 3000 mm / 年に達する。5～6月頃に大雨期、10月頃に小雨期があり、12月と8月に降雨は中だるみとなる。
- 。気温は3～4月が高く最高 30° を越える、8月がやや低い年間を通じてあまり気温差はなく、1日中の気温差も海岸地帯ではあまり大きくない。しかし、内陸部に入ると最高気温も高く、1日中の気温差も大きくなる。
- 。アンゴラの方角に南下するに従って南極方面からの寒流の影響を受けて降雨量は少くなり、気温も南へ行くほど下ってくる。

参考事例

A. ガーナ国は北緯 4.5 度から 11 度にまたがり南部がギニア湾に面している。1～2月に北東貿易風（ハルマタン）が吹き雨量は少いが6～10月に南西モンスーンが吹き降雨をもたらす。
全国的に年降雨量の比較的多い地域であるが、気候区分を細分して次のように分けられている。

- ① 南西赤道気候区 （年雨量 2000 mm 程度）
- ② 乾燥 “ （年雨量 750～900 mm、南東部沿岸）

- ③ 湿潤亜赤道気候区（年雨量 1250～1650mm や、内陸の熱帯雨林帯）
 - ④ 熱帯性大陸気候区（年雨量 1000～1150mm、全国の北半分）
- B. ナイジェリア国は北緯 5～14 度に位置しており、ガーナと同様南部海岸地帯～降雨量が多く内陸地に行くに従って少くなり、次のように気候区分される。
- ① 亜赤道気候区（年雨量 2000mm 以上海岸より 150 km 内部まで）
 - ② 熱帯性背後地（年雨量 1000～2000mm）
 - ③ 熱帯大陸性気候（年雨量 500～1000mm、北部地方）
 - ④ 高原性気候（年雨量 1000～1500 mm、ジョス高原、アダコワ、オブドウ高原）
- C. カメルーン国も北緯 2～12 度に位置し、ナイジェリと同様南部はギニア湾に接して多雨であるが、北部は乾燥地帯である。

(5) 南部アフリカ

- インド洋側の海岸地帯では、比較的雨量が多く、1000mm/年に達する。
- 内陸部の高原地帯では、ジンバブエから南アフリカにかけて、800mm/年程度の雨量があり、12月～1月にかけて気温も高くなるが、6～7月の冬にかけては気温が下る。1月と7月の気温差も大きく、1日中の気温差も大きくなり、夜は冷え込む。
- 大西洋岸はベンゲラ寒流の影響をうけて雨量が少く、砂漠状態となる。気温も冬期は低く、年間の差は大きい。内陸地に入ると雨量もやゝ多くなり、年間の気温差も1日中の気温差も大きくなる。
- マダガスカルでは、インド洋側は中央高地にかけて多雨地帯で2000mm/年を越える。アフリカ大陸寄りには季節風の風しみに当り、雨量は少くなる。

(6) 気象のまとめ

(a) 緯度と気象

緯度によって、アフリカの気象観測所を図示してみた。

緯度と年雨量の関係はさほどない。（図 3-11）ただし、標高に関係がある。

地中海グループでは海岸に近いほど降雨が多く、モロッコ西岸南部の寒流に影響された所は少く、また内陸部の砂漠性になるほど西は少い。

サヘル地帯は一般に雨量は少いのが当然である。

赤道グループはまちまちであるが、高地では雨量は1000mm/年前後はある。西海岸で特に3000mmに達するところである。

南アフリカグループでは一般に東部海岸と高地に適当な降雨がある。西部海岸は寒流に影響されて少い。また、マダガスカルは東側海岸と多く、西側は少い。

(b) 緯度と気温

一年の最高気温を緯度との関係において図3-12に示した。

サヘルグループが特に高いが、他の地域はあまり緯度によって差はない。標高の高い地域では、比較的すずしい気温である。

内陸地に行くほど最高気温は高くなっている。

寒流に影響される地域の海岸では気温は低い。

赤道グループの西海岸では最高気温も高い。

(c) 年間の気温差

年間の気温差を見るため、1月と7月の気温差を図-13に示した。北緯、南緯とも緯度が高くなると気温差は大きくなっている。これは、夏はどの地域も同じように暑い、緯度の高い所では冬が寒くなるということである。サヘル地帯は緯度が比較的低い割に気温差は大きい。赤道地帯では年中の変化は少い。

他の地域でも海岸に近い所では年中の気温差も少い。

(d) 日中の気温差

緯度と日中の気温差を示したのが図3-14である。

サヘルグループは他に比して日中の気温差は大きいようである。他の地域でも高度が高いほど、また内陸地に入るほどに日中の気温差は大きい。海岸地帯では日中の気温差は少い。

(e) 降雨の月別変化

年間の雨量を月別にその比率を求めたのが図3-15及び図3-16である。多くの場合は雨期が年に一回であるが、ソマリヤからケニヤにかけてのアフリカ東海岸と東側の高地（ケニヤのナイロビ等）及び、西アフリカのギニア沿岸地域（ナイジェリアのラゴス等）には雨量が2回ある。大雨期が4～7月にかけて、小雨期が10～11月にある。一般にサヘル地帯の内陸部では少い雨量が3ヶ月間くらいに集中して降る場合が多い。

アフリカの北端部（モロッコ）と南端（南アフリカ）では降雨のピークが同じように12～1月になっている。北端部では冬の寒い時期に降雨があり、南端部では夏の暑い時期に降雨があるという対象的なものである。

(f) 降雨の経年的変化

1980年代の前半、特に1982～84年にアフリカ全土を襲った渇水は多くの被害者を出したことも有名である。図3-17～3-19にその状況が示されている。1980年代前半の渇水も後半になって徐々に回復しているようである。

(g) 蒸発量

北部、地中海沿岸地域では気温も、それほど高くないので、蒸発量も1300～1500mm/年程度であるが、熱帯のアフリカ（サヘル地帯以南）の内陸部では2000mm/年を越え、最高4000mm/年に達すると云うが、少しこれはオーバーではないか、2500～3000mm/年に達するようである。

海岸地帯では湿度が高いため、内陸よりやや多く、1500mm/年程度である。蒸発量の月別変化を図3-20に示す。内陸部では年間の変化がはげしく、乾期に蒸発量が多い。海岸部では年間の変化は比較的に少ないようである。

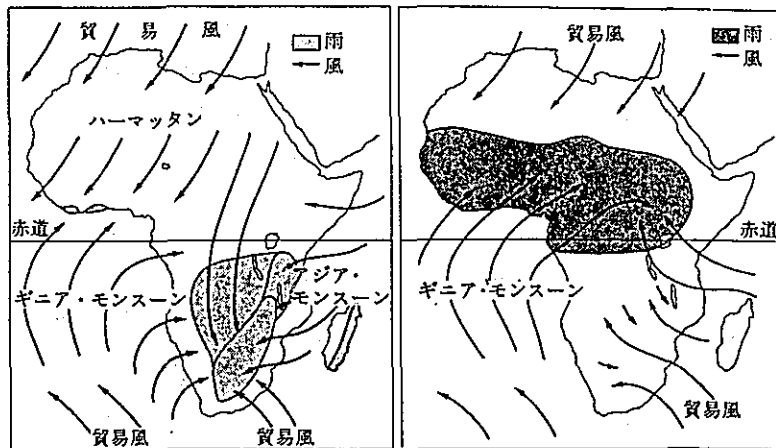
表 3 - 1 アフリカ各地の気象

地 域 地 名	標 高 E.L.W	緯 度 N.S.度	年 雨 量 m.m/y 雨 期	最高気温 ℃ 時 期	最低気温 ℃ 時 期	1 月 と 7 月 の 気温差℃	1 日 の 気温差℃ (月最大)
(1)地中海沿岸 ①Helopolis (カイロ付近, 内陸)	41	N. 30	10	35 7~8月	5 1月	15.3	13
②Alexandria (地中海に面す)	32	N. 31	178 11~3月	30 8~9月	10 1月	12.5	7
③Algiers アルジェリア, 地中海沿岸	59	N. 36	762 10~3月	28 7~8月	7° 1月	13.3	8
④El Bayadhi (アルジェリア, 山地部)	1310	N. 35	328	33	-3	21.1	17
⑤In Salah アルジェリア, アル ジェ南1000 km 砂漠	280	N. 27	15	45 7~8月	5 1月	23.3	20
⑥Rabat (モロッコ, 大西洋岸)	30	N. 34	570 11~4月	27 8月	0 1月	19	
⑦Cape Juby モロッコの最南端 大西洋岸	6	N. 28	48 11~1月	23 8月	12 12月	4.4	6
(2)サハラ砂漠 ⑧Suakin とエチオピア スーダン北東部 ア, ソマリア 紅海沿岸	5	N. 19	180 10~1月	42 7~8月	20 2月	12.2	12
⑨Berbera ソマリア, アデン海 沿岸	14	N. 11	51	42 7月	20 1月	11.9	10
⑩Harar (エチオピア, 東部高地)	1850	N. 9	897 5~9月	25 5~6月	12 8月	2.2	13
⑪Khartoum スーダン首都 白, 青ナイル分流点	390	N. 16	158 7~8月	42 4~6月	15 1月	10	18
⑫Timbuktu (Tombouctou) マリ-中部, ニジェ ール河沼沢地	301	N. 17	231 7~9月	43 5~6月	15 1月	13.1	17
(3)アフリカ ⑬Mongalla 東部高原 地帯 中央 熱帯雨林 帯を含む ⑭Entebbe ウガンダ, ビクトリ ア湖岸	448	N. 5	945 4~10月	37 2~3月	18° 1月	3.9	18
⑮Nairobi (ケニア首都, 高地帯)	1182	N. 0	1500 4~5月 11月(小雨期)	25 年間差少い	15	1.7	10
⑯Monbassa (ケニア, インド洋岸)	1820	S. 2	960 3~5月 10~12月(小雨)	25 年間差少い	12 7月	3.9	12
⑰Luluabourg (Kananga) (ザイールの南部丘陵地)	16	S. 4	1200 4~5月 10~11月(小雨期)	32 年間の差少い	22	3.6	6
	670	S. 6	1600 3~4月 10~12月	32 年間の差少い	18 7月	1.9	12

地 域 地 名	標 高 E.L.W	緯 度 N.S.度	年 雨 量 m.m/y 雨 期	最高気温 °C 時 期	最低気温 °C 時 期	1 月 と 7 月 の 気温差°C	1 日 の 気温差°C (月最大)
(4)アフリカ西 部 太西洋沿岸 地帯							
⑱ Free town シェラレオーネ, 南西部沿岸	11	N. 8	3400 8~9月最高 1~3月少い	28 年間の差少い	22	2.5	6
⑲ Accra (ガーナ南部沿岸)	27	N. 6	720 5~6月最高 8月, 1月少い	32 年間の差少い	23	3.6	7
⑳ Lagos ナイジェリア南西部 沿岸	3	N. 7	1800 6月最高 8月, 12月少い	32 年間の差少い	23	3.3	7
㉑ Zungeru ナイジェリア中央西 部 400 km 内陸部	130	N. 9	1200 8~9月最高 12~2月少い	35 12~1月	16	5.0	18
㉒ Livreville (ガボン北部沿岸)	35	N. 1	2500 4月, 11月最高 6~8月少い	30 年間の差少い	20	3.1	8
㉓ Luanda (アンゴラ北部沿岸)	59	S. 9	320 4月最高 6~10月乾期	27 3月	16 8月	6.4	6
(5)南部アフリ カ							
㉔ Tamatave マダガスカル中央部 インド洋沿岸	6	S. 18	3300 3月最大 10月に少い	30 1~2月	17 7~8	5.6	8
㉕ Beira モザンビークインド 洋沿岸	9	S. 20	1500 12~4月多雨 6~9月少い	32 12~2月	17 6~7	7.2	10
㉖ Salisbury (ジンバブエ中央高原)	1472	S. 17	830 12~2月多雨 6~9月乾期	28 10月	6 6~7月	7.5	15
㉗ Johannesburg 南アフリカ北東中央 高原	1665	S. 26	700 10~3月多雨 6~8月乾期	26 12~1月	3 6~7月	9.7	14
㉘ Durban (南アフリカ東部沿岸)	5	S. 30	1000 10~3月多雨 6~8月少い	27 1~2月	12 6~7月	7.2	10
㉙ Kimberley (南アフリカ中央部高原)	1197	S. 29	400 1~3月多雨 6~8月少い	33 12~1月	2 6~7月	15.0	15
㉚ Graaff Reinet 南アフリカ中南部 200 km 内陸	750	S. 32	350 年間で平均 6~8月やや少い	32 12~2月	2 6~7	11.1	16
㉛ Windhoek (ナミビア中央部高原)	1728	S. 23	360 12~3月雨期	30 12~1月	5 6~7月	10.3	16
㉜ Port Nolloth (南アフリカ西部大西 洋岸)	7	S. 29	60 年間を通じ少雨	20 年間で平均	7 7~8月	3.9	10
㉝ Cape Town 南アフリカ南部大西 洋岸	17	S. 34	500 5~8月多雨 12~2月少い	25 12~1月	6° 7月	8.6	10

表 3 - 2 アフリカ各地の蒸発量

国 名	地 点	年間蒸発量	備 考
アルジェリア	沿 海 部	1300mm/年	平均 5.5mm/日, 最高(3月) 6.2mm/日 最低(7月) 4.6
ソ マ リ ア	全 国 平 均	2000	
エチオピア	タ ナ 湖 沿 岸	2000	平均 6.9mm/日, 最高(3月)10.5mm/日 最低(8月) 3.3mm/日
エジエール	全 国 平 均	2500	
セ ネ ガ ル	全 国 平 均	2000	
	最 高 地 点	4000	
	海 岸 部	1500	
ガ ン ビ ア	サ プ (内 陸 部)	2000	平均 5.5mm/日, 最高(5月) 7.0 最低(1月) 4.5
	バンジュール(海岸部)	1600	平均 4.4mm/日, 最高(3月) 5.2 最低(6月) 3.8
モーリシャス	全 国	1700	
ザ ン ビ ア	高 地	1600	
	低 地	2000	



10月から3月の雨と風(左)と4月から9月の雨と風(右)
(『あふりかアフリカ』より)

図3-1

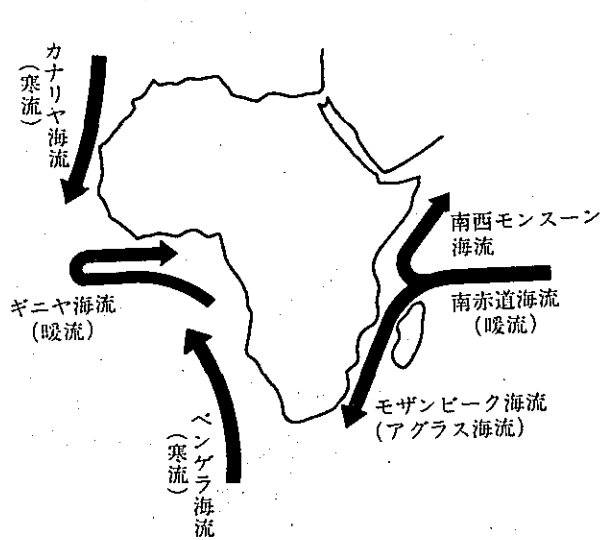


図3-2 アフリカ周辺の海流

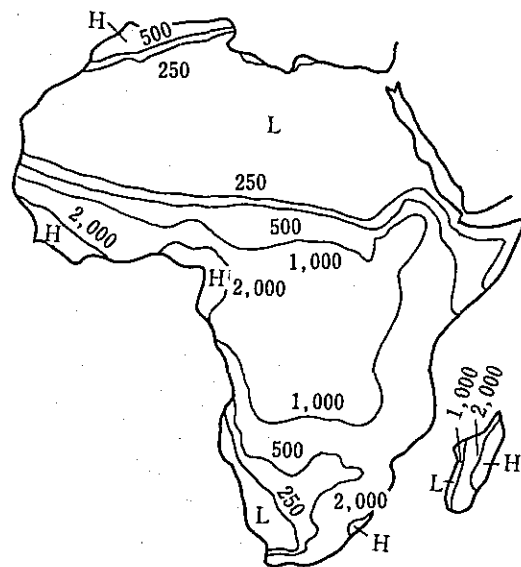


図3-3 年間雨量分布(mm/年)

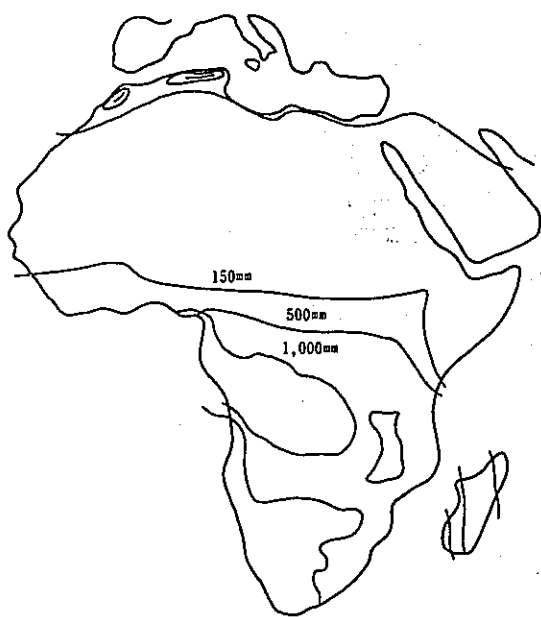


図 3 - 4 11月から4月までの雨量

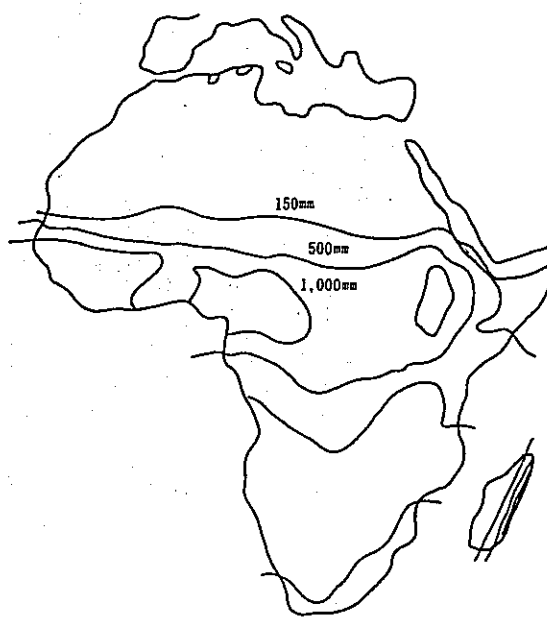


図 3 - 5 5月から10月までの雨量

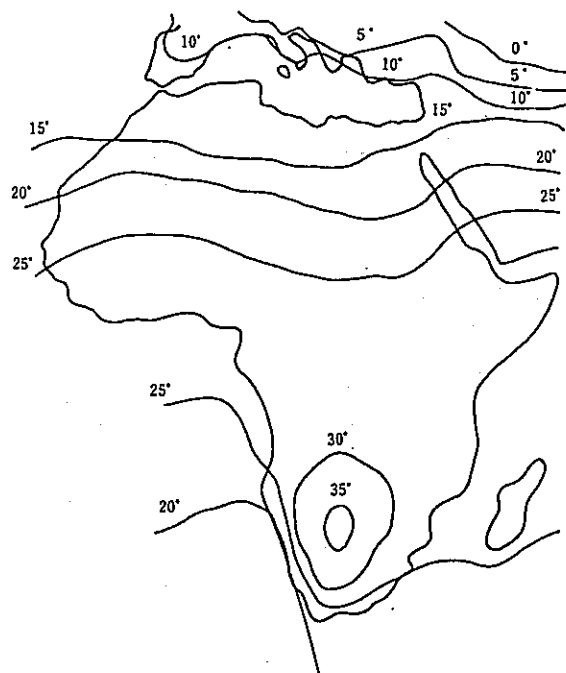


図 3 - 6 1月の気温

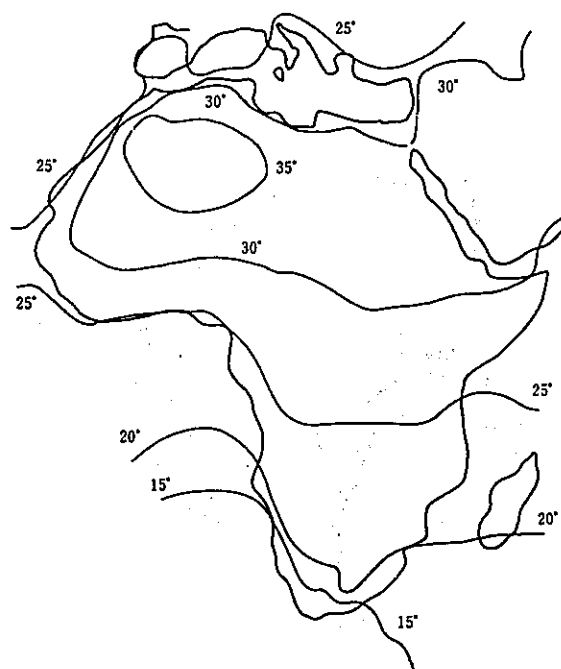


図 3 - 7 7月の気温

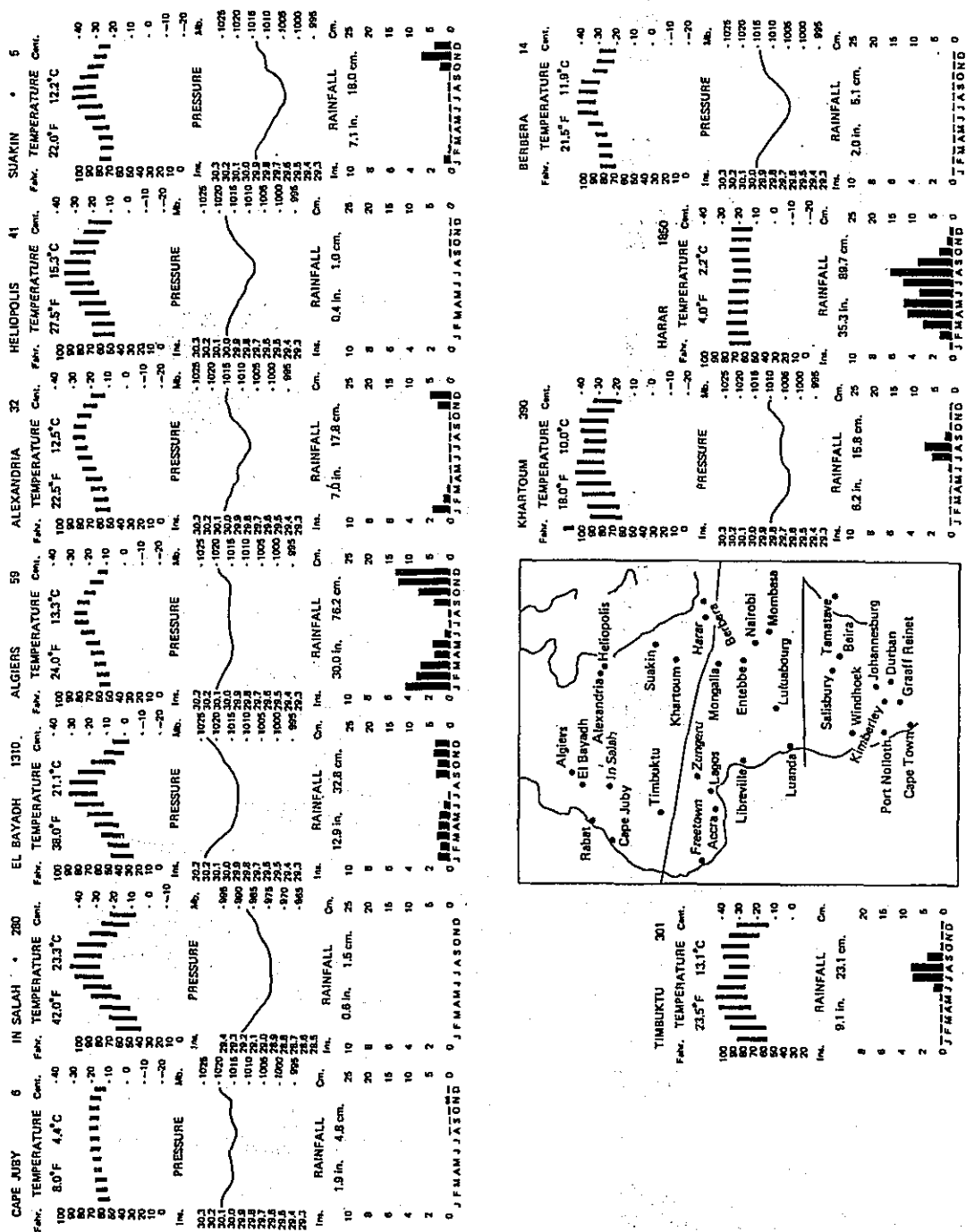


図3-8 アフリカ北部の気象 地名右側の数値は、標高 (E.L.m) 上部の温度は、1月と7月の気温差 雨量は年間雨量



図 3-9 アフリカ中部の気象

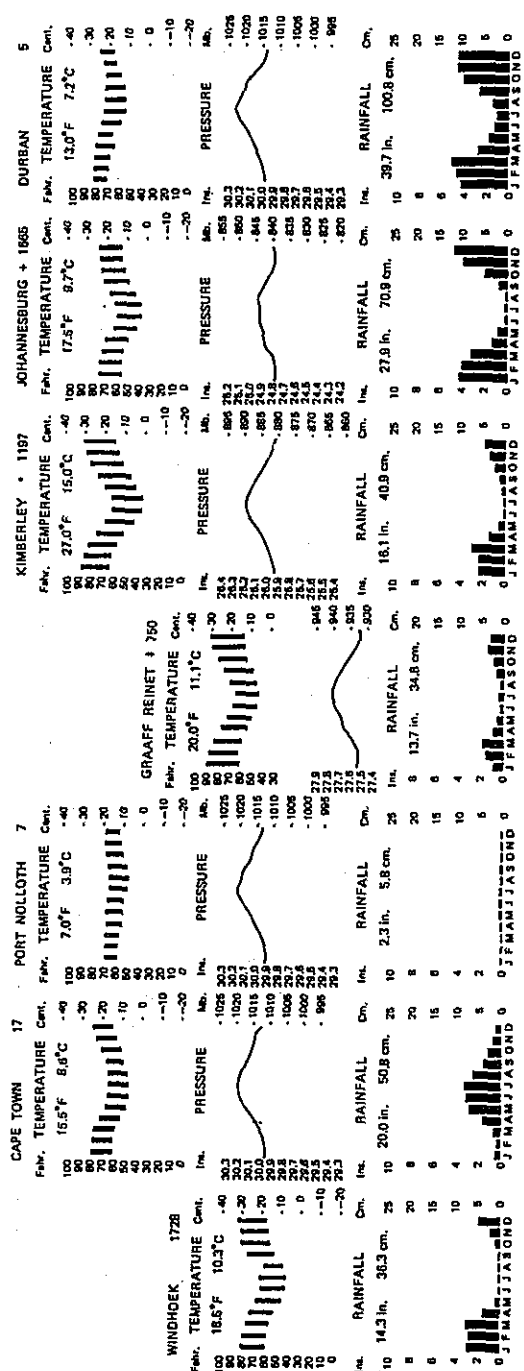


図 3-10 アフリカ南部の気象

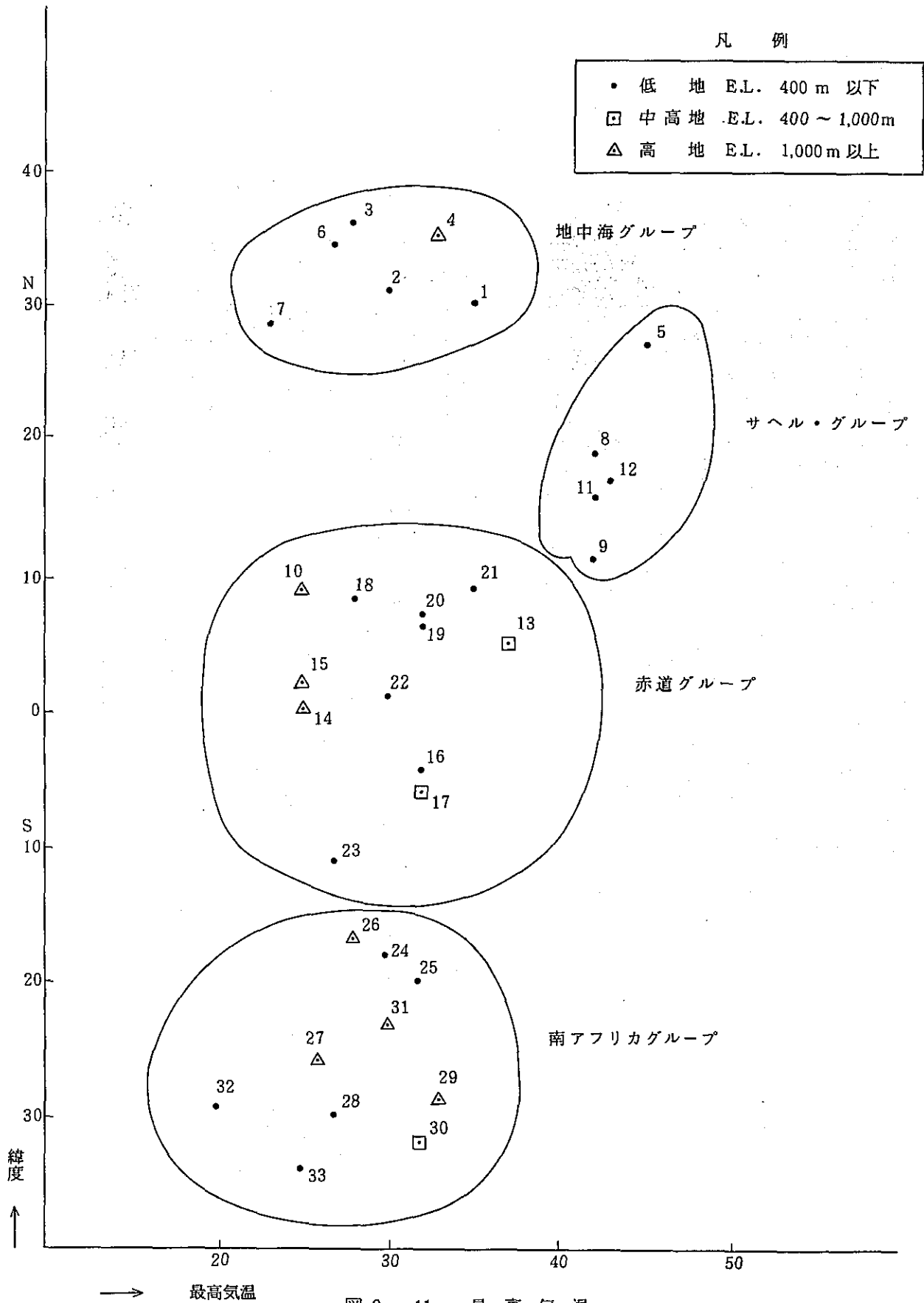


図 3 - 11 最 高 気 温

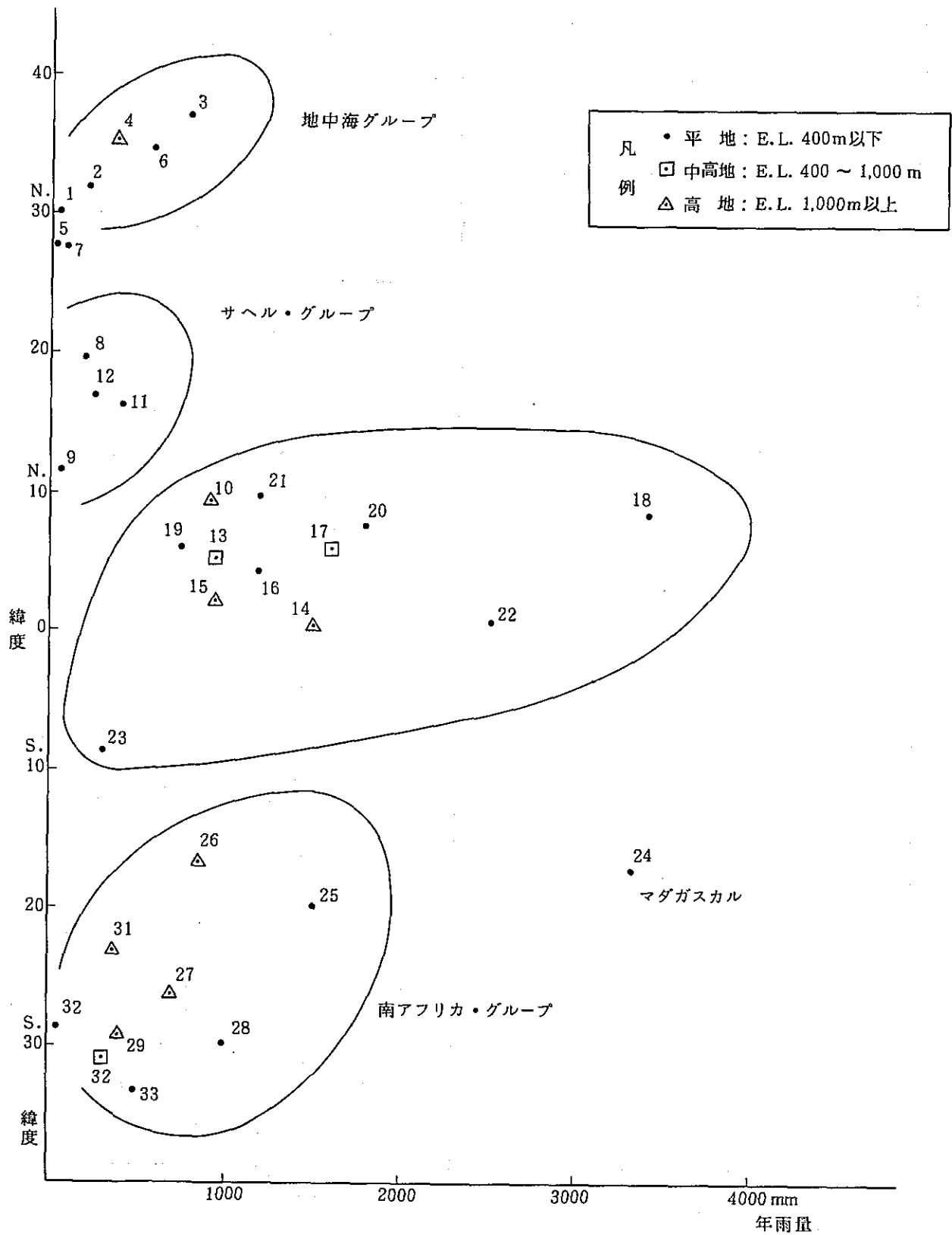


図 3-12 | 緯度と年雨量

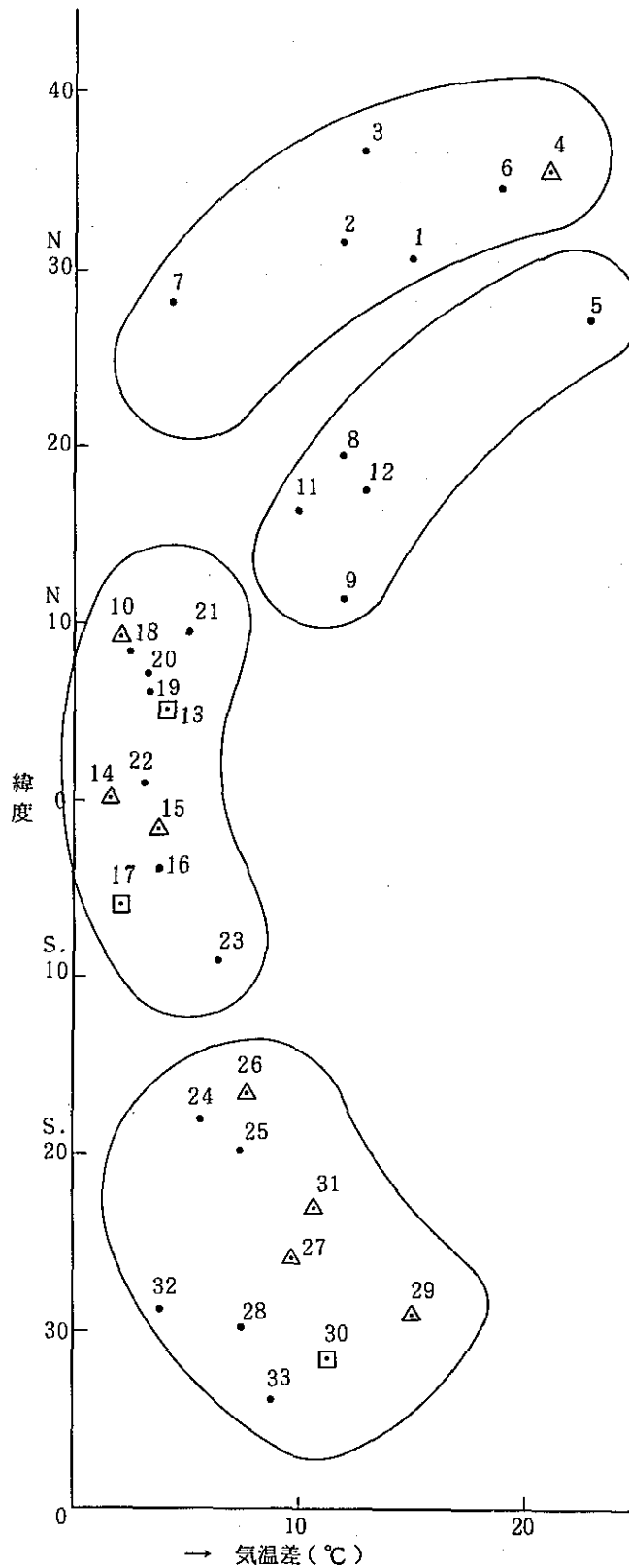


図 3-13 1月と7月の気温差

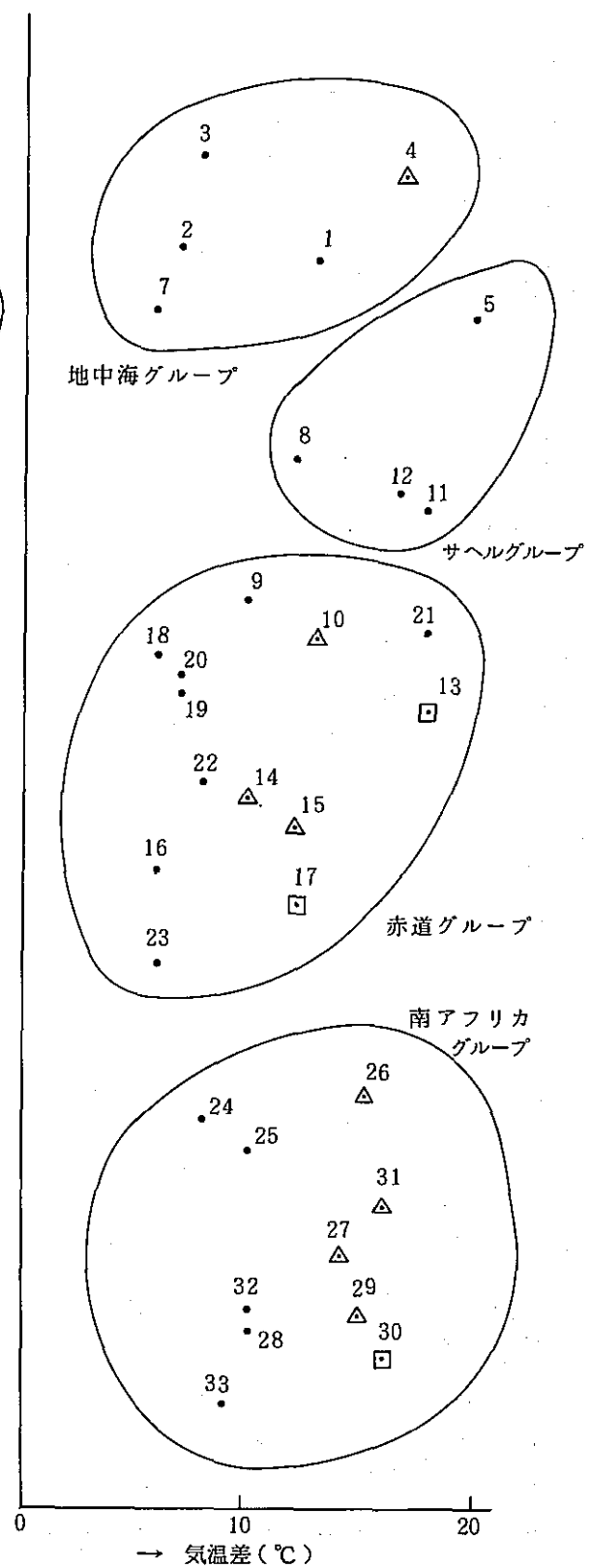


図 3-14 1日中の気温差の最大値

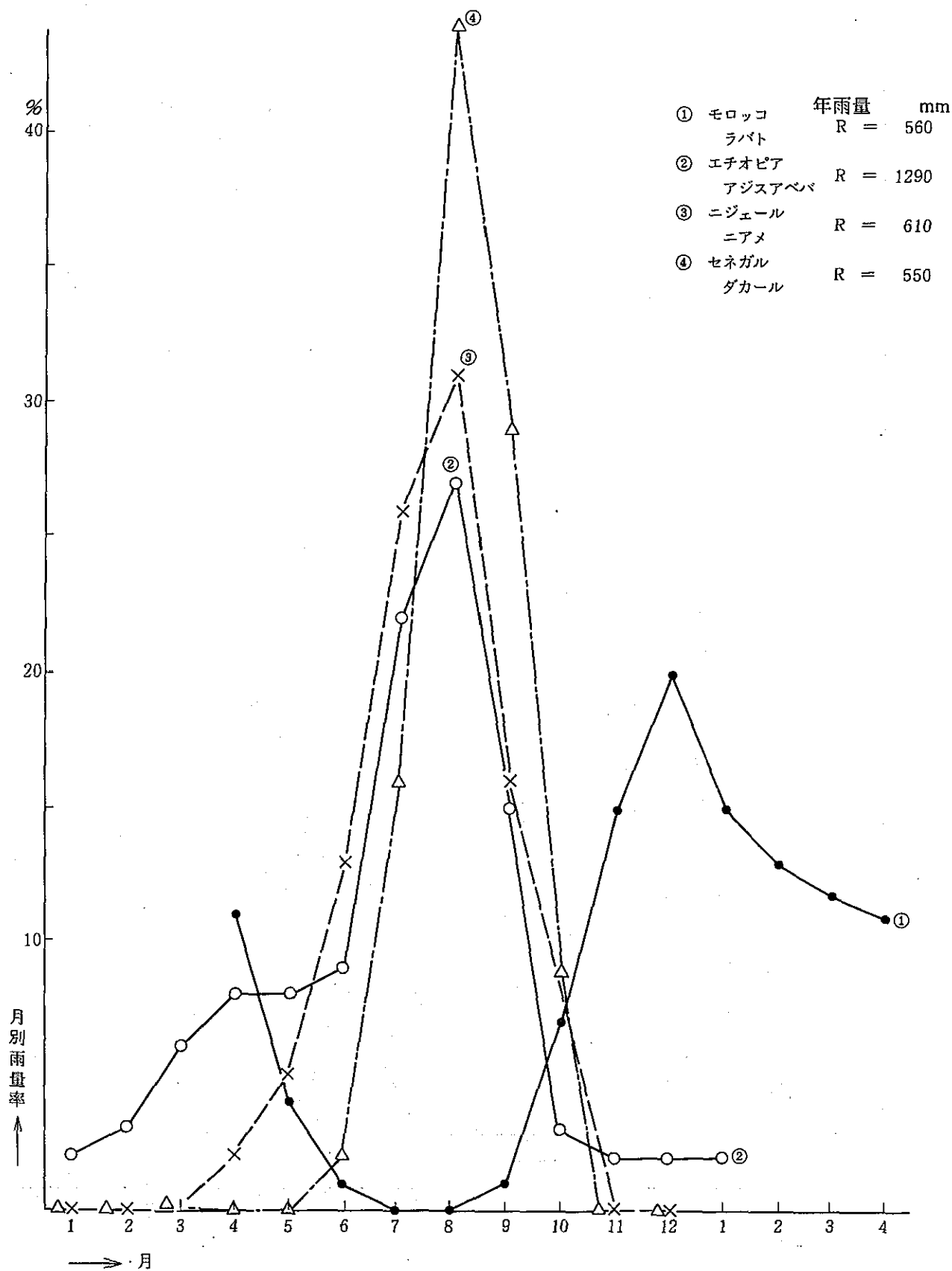


図 3 - 15 月 別 雨 量

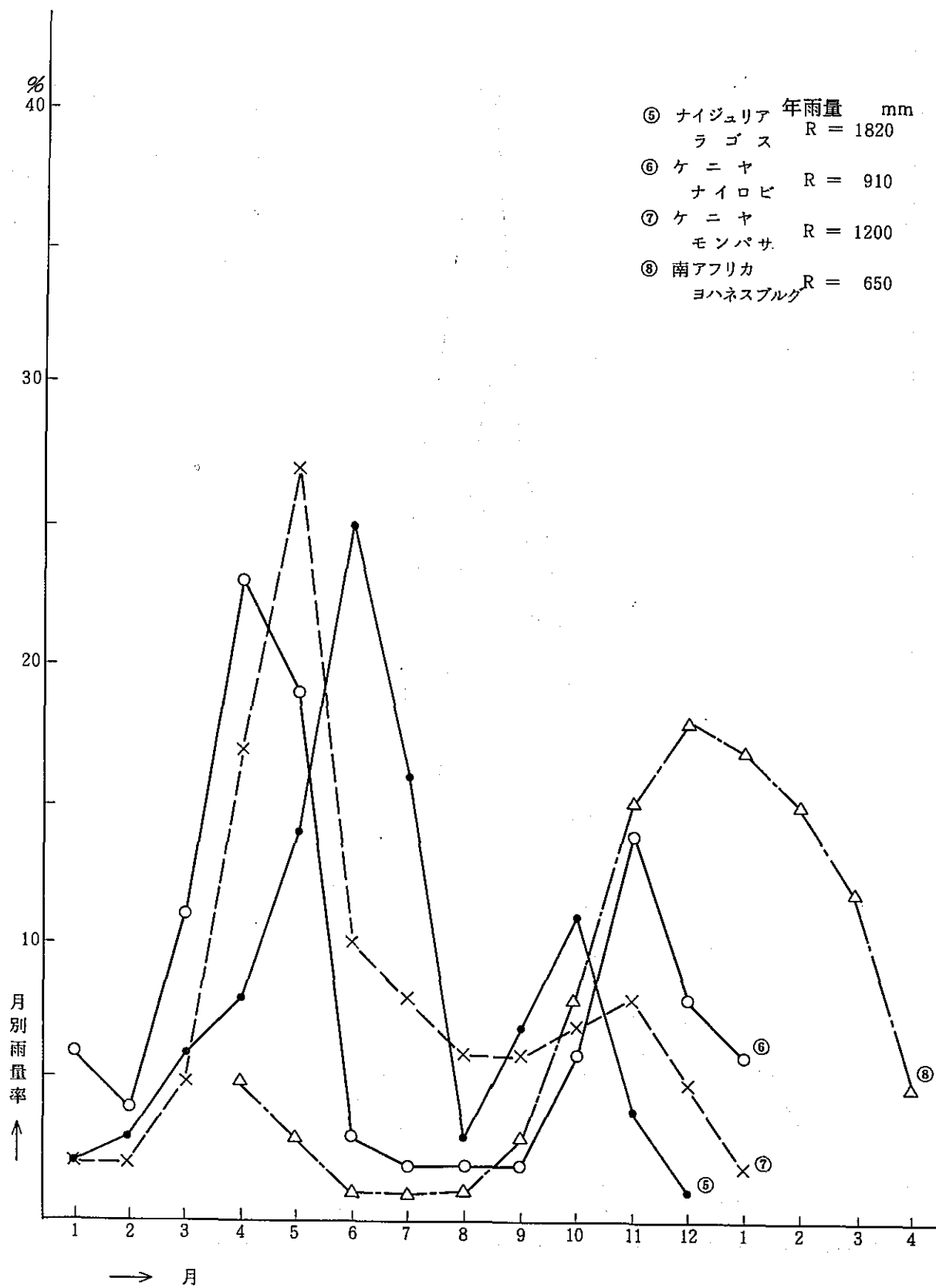


図 3 - 16 月 別 雨 量

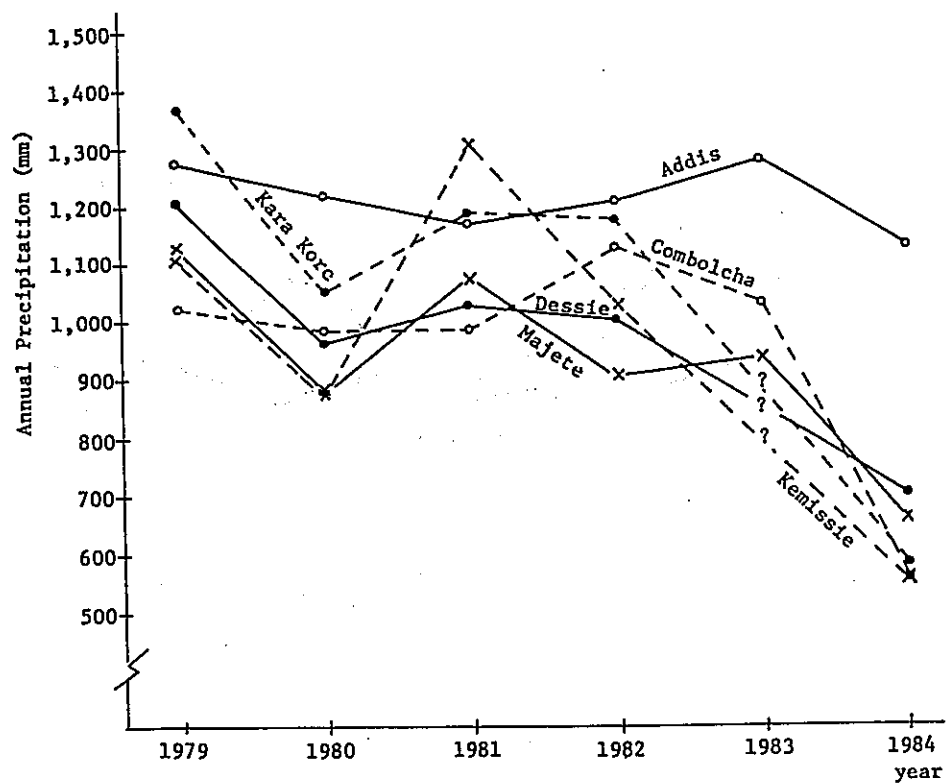


図 3-17 エチオピアにおける年間降水量の変動

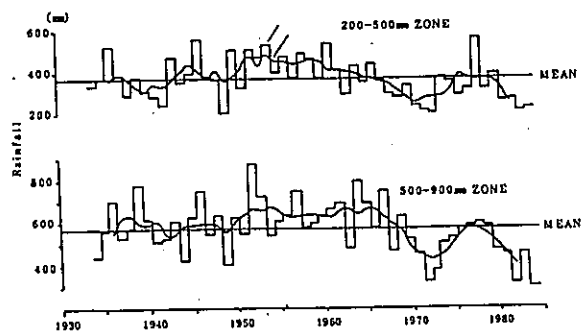


図 3-18 ニジェールにおける50年間の降水量の推移

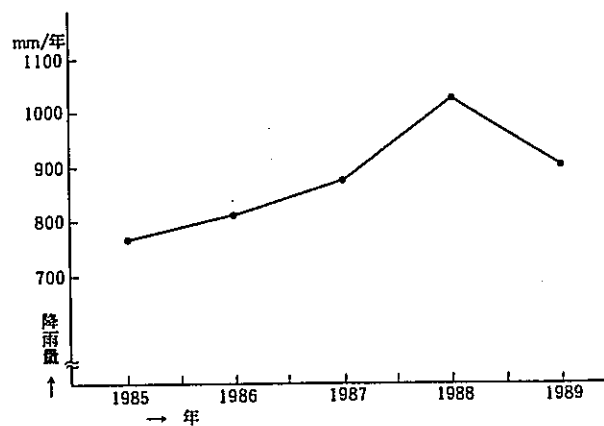


図 3-19 ガンビアにおける年間降水量

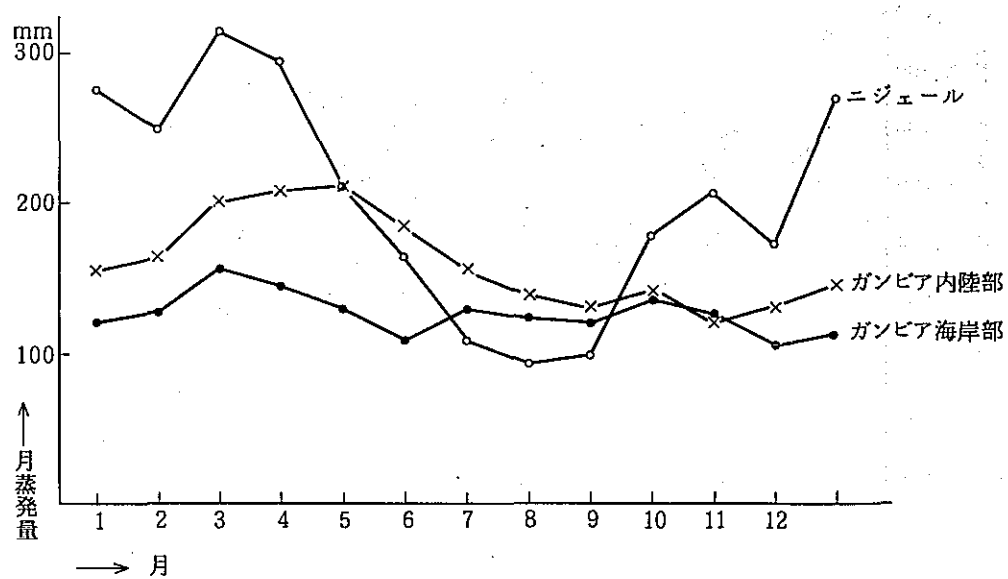


図 3 - 20 蒸発量の月別変化

4. アフリカの地形、河川の流域

(1) 地中海沿岸

チュニジアからアルジェリア、モロッコの地中海沿岸沿いにアトラス山脈に連る一連の山脈があり、高度は1000 mを越す。モロッコでは最高3000 m以上に達する。

リビアからエジプトにかけては割合に低い土地となっている。

(2) 北部アフリカ

サハラ砂漠、リビア砂漠は割合平坦な地域で標高も高くないが、砂漠の真中にAhaggar高地(アルジェリア南部、最高2700m)及び、Tibesti高地(チャド北部、最高3400m)がある。

これらの高地ならびにスーダン西部の高地とナイジェリア北西部の高地に囲まれるようにチャド盆地があり、集水はチャド湖に集るような地形になっている。北部は乾燥地帯であるが、盆地全体で200万km²くらいであるが南部に流れる河川のみで、チャリー川の集水面積は88万km²延長1400 kmで世界第23位である。

(3) アフリカ西部

ギニア北部から象牙海岸北部にかけて標高500m～800m(最高1000 m)の山脈がある。これがギニア湖に流れ出す小河川群の水源でもあり、セネガル川、ナイジャー川の水源地ともなっている。南西からの湿潤な季節風を受けて降雨をもたらす山脈でもある。

◦ ニジェール川。流域面積 200万km² 延長4180 km(世界第9位)

ギニアから流れ出しマリ国を北上し、マリ国中央部で南東に向きをかえ、ニジェール国の西端部を流れてナイジェリアに入り、支川ベヌエ川を合流してナイジェリアのポートハーコート付近でギニア湾に注ぐ大河である。

◦ セネガル河

ギニア国の山岳地に発し、マリ国西部を北上し、モーリタニアとセネガル国の境界を西流して、大西洋に注ぐ流域面積44万km²、1630 km(世界35位)の大河である。河口より900 kmは航行可能である。

ギニア湖の面積は380 km²で首都カタールの水源となっている。

(4) アフリカ北東部

ナイル河はエチオピア高地、タナ湖に発する青ナイル河と、ケニヤ、ウガンダ高地、ビクトリア湖に発する白ナイル河とが、スーダンの首都ハルツームにおいて合流し、スーダン、エジプトを北

流してカイロ付近で地中海に入る，流域面積 300 万 km^2 ，流路延長 6690 km で，延長では世界最大，面積では世界第 5 位の大河川である。

上流地域の高地では年間 1000 mm 以上に達する降雨量がある。

ハルツームより下流は砂漠地帯であるが，この河川水の伏流又はかんがい水で沿線は線のオアシス地帯となっている。

(5) アフリカ中央部

ザイール川の流域が中央部にあり，熱帯降雨林地帯を形成している。ザイール川（コンゴ河）の流域面積は 369 万 km^2 ，流域延長 4370 km，面積ではアマゾン河に次ぐ世界第 2 位。扇状の地形を持つ河川であるが，水源はアフリカ中央部のリフトバレーに沿った高地に発して多量の降雨量による豊富な水量を持つ河川である。

(6) アフリカ東部

エチオピアから南方のリフトバレーに連なる高原地帯はアフリカの東側海岸寄りであり，降雨の多い高地からサバンナ地帯に流れ出す小河川が東海岸沿いにある。ソマリアのシャバレ・フバ川，ケニヤのタナ川，タンザニヤのルフジ川等々である。

(7) 南部アフリカ

ザンベジ河は，アンゴラから流れ出しザンビアを東流し，モザンビークを貫流してインド洋（モザンビーク海峡）に出る，南アフリカを横断する大河で，流域面積 133 万 km^2 延長 2740 km の世界第 15 位の河川である。支川カフエ川は流域面積 15 万 km^2 延長 1200 km でザンビア国の重要な河川である。

・南部中央部には，北側はザンビア及びアンゴラ，西側はナミビア，東側はジンバブエ，南側は南アフリカの高地に囲まれたボツワナ盆地があり，ここにドウ湖に集水するクバンゴ川がある。南アフリカ西部海岸のナミブ砂漠まで含めてカラハリ砂漠となっている。

クバンゴ河川は流域面積 78 万 km^2 ，延長 1800 km 第 26 番目の河川である。

・ザンベン河のすぐ南にやはりインド洋に注ぐ，リンボポ川がある。

リンボポ川は流域面積 44 万 km^2 ，流域延長 1770 km でジンバブエ及び南アフリカ国北部の山地に水源を持ち，モザンビーク南部でインド洋に注いでいる。

・南アフリカの最南部にオレンジ河がある。南アフリカ国北部山地に源を発し西流して海岸砂漠地帯を流下し大西洋に注いでいる。流域面積 102 万 km^2 ，延長 2090 km の世界第 19 位の大河である。

- アフリカ中央地溝帯の周辺の高地がマラウイ湖まで南下し、ザイール河とザンベジ河の分水山地が東西に横切っている。

ザベシ河の南側にカボツクナ（カラハリ）盆地があり、オレンジ河下流域の低地につながっている。





図 4 - 1 アフリカの地形と主な河川

表4-1 世界の大河川（理科年表より）

No	河 川 名	流域面積(km ²)	延長(km)	そ の 他
1	アマゾン	7,050,000	6300	ブラジル
2	ザイール	3,690,000	4370	ザイール
3	ミシシッピ	3,248,000	3780	米 国
4	ラプラタ（パラナ）	3,104,000	4500	アルゼンチン
5	ナイル	3,007,000	6690	エジプト
6	オビ	2,947,900	3680	ソ 連
7	エニセイ	2,591,500	4130	ソ 連
8	レナ	2,383,700	4270	ソ 連
9	ニジェール	2,092,000	4180	ナイジェリア
10	アムール	2,051,500	4350	ソ 連
11	長江	1,808,500	6300	中 国
12	ガンジス（ブラマプトラ）	1,730,000	2900	バングラデッシュ
13	マッケンジー	1,668,000	4240	カナダ
14	ボルガ	1,420,000	3690	ソ 連
15	ザンベジ	1,330,000	2740	ザンビア, モザンビーク
16	セントローレンス	1,248,000	3060	カナダ
17	マレー	1,080,600	2590	オーストラリア
18	サスカチエワ	1,080,000	1940	カナダ
19	オレンジ	1,020,000	2090	南アフリカ
20	インダス	960,000	2900	インド
21	オリノコ	944,000	2060	ベネズエラ
22	ユーコン	900,000	3700	米 国
23	チヤリ	880,000	1400	チャド
24	ドナウ	817,000	2860	ルーマニア
25	メコン	800,000	4020	ベトナム
26	クバン	785,000	1800	ボツワナ
27	ユーフラテ	765,000	2800	イラク
28	黄河	750,000	5460	中 国
29	ロンビ	655,000	1850	米 国
30	ルシグリア	649,000	2210	ソ 連
31	コロラド	590,000	2320	メキシコ
32	リオグランデ	570,000	3030	米 国
33	ドニプル	510,500	2290	ソ 連
34	アムダリ	465,000	2540	ソ 連
35	セネガル	440,500	1630	セネガル
36	リボン	440,000	1770	モザンビーク
37	イラワ	430,000	2090	ミャンマー
38	ドナ	430,000	1970	ソ 連
39	ドビ	362,000	1750	ソ 連
40	ペチヨ	320,000	1810	ソ 連
41	ライル	224,000	1320	オランダ
42	ウラル	220,000	2530	ソ 連

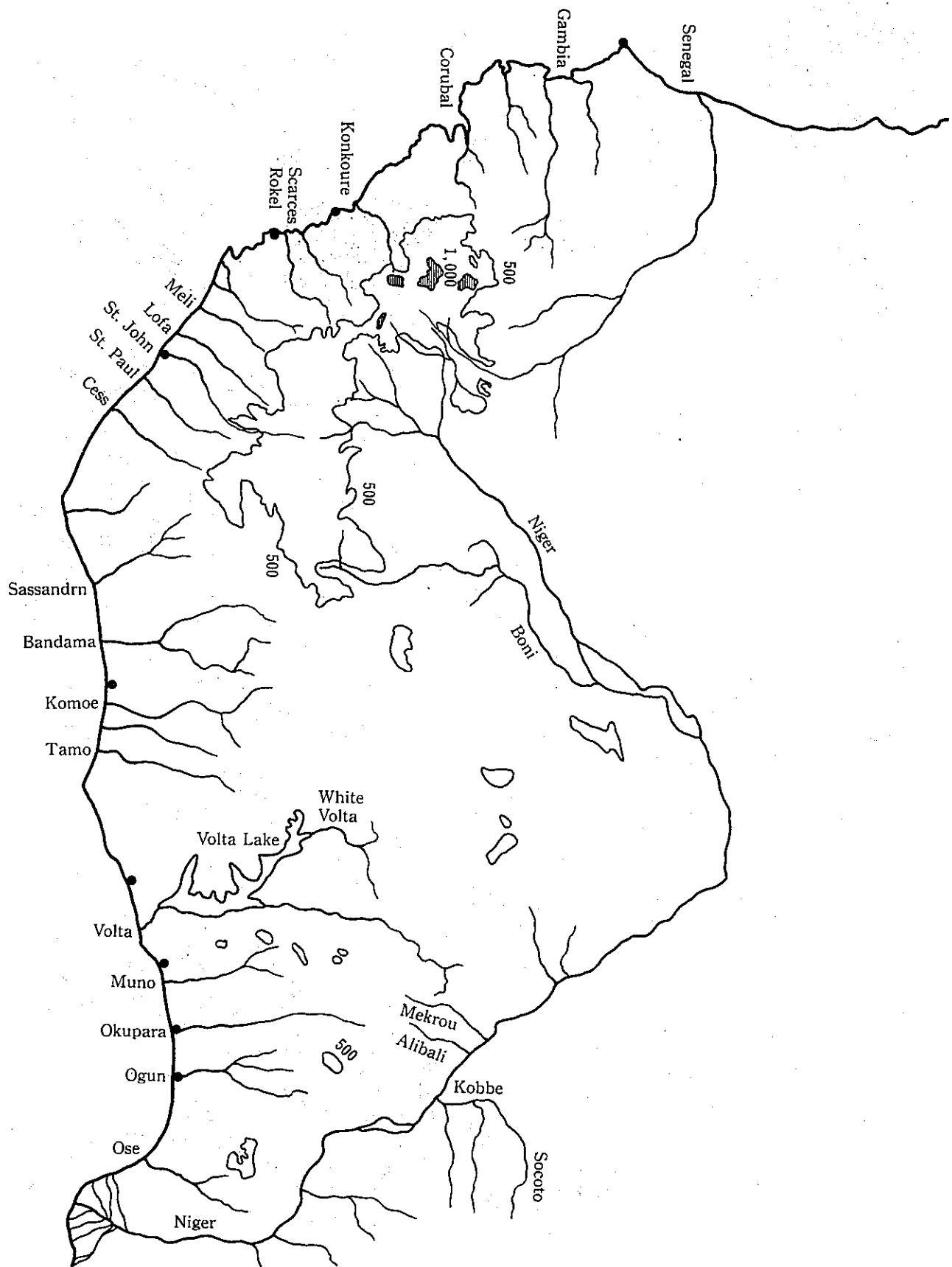


図4-3 アフリカ西部沿岸地域



図 4-5 アフリカ東部高地地域

5. アフリカの地質

(1) 大陸の移動

地球が誕生したのが、今から46億年前と云われている。地球内部のマントルの対流によって、地殻が稼動しはじめたのが約2億年前からであるとも云われている。

2億年前までは2つの大きな大陸塊があり、一つは、北東ヨーロッパ、アジア、北極が集つ大陸と、もう一つは、南米、アフリカ、インド、オセアニア、南極が合わさった大陸と云われる。後者が分離して、南極とオーストラリアが独立し、南米がアフリカから離れ、インドがアフリカから離れて、アジア大陸にくっつき、地殻を押しあげてヒマラヤ山脈を作った。また、マダガスカルもアフリカ大陸から離れ、更にアラビア半島が離れ、中央部のリフトバレーが、割れつゝあるのが現状である。アラビア半島が離れたのは、わずか3000万年前のことである。

(2) アフリカの地質の概要

アフリカ大陸の大部分は先カンブリア時代（6億年以前）の古い地層でカバーされている。

新しい地層では急に新しくなって、山地部として次のものがある。

- ① 最北部のアトラス山脈（モロッコ，9000～5000万年前）
- ② 最南部の南端 （南アフリカ，2億年前）
- ③ アラビア半島南端 （オマーンの海岸部，2億年前）

これらは、いずれもマントル移動による褶曲（マントル境界の突入による押し上げ）によって出来たものである。

以上の山地の他に先カンブリア層が破れているのは次の地域である。

- ① 若い玄武岩のあふれたリフトバレー地域
 - ② 構造線地域に堆積物がたまつた下記の河川流域
 - (a) 西サハラ地域（マリ国，ニジェール川流域）
 - (b) 中央サハラ地域（チャド国，チャド湖流域）
 - (c) コンゴ河の流域（ザイール国，コンゴ河の下流域）
 - (d) オカヤンゴ河流域（アンゴラ南部，クネーネ河，クバンゴ河流域）
 - (e) カラハリ河流域（オレンジ河流域，カラハリ砂漠地帯）
 - (f) カルロー河流域（南アフリカ国南端部ケープタウンの東方）
- ・ 大古代（Arelean，46～26億年前）と先カンブリア紀後期（26～6億年前）の境界はアフリカ地域では他の地域よりやゝ早く、30億年前とみられ、多数の噴火山と殻の島がぶつかり合い、結合しており、大古代の岩石を中心にして先カンブリア紀後期の岩石がそれを取りまいてゐる。（ジンバブエ噴火口，南アフリカ国，カープバール噴火山など）
 - ・ 古代の当初の塊が再び加熱されて新しい地質となっているのが見られる。ヌビアーアラビア噴

火山はアラビアーエジプトースーダンに至る一つの塊とみなされる。(紅海がごく若い時代(3000万年前)に海溝になって2分割されているが)これは10億年前と6～4億年前の2回にわたって起った造山運動によるものである。

(3) 年代的な地質史

① 33.5～26億年前

- 南アフリカのKaapvaal 鋼塊のような gneiss (片麻岩)と花崗岩に分離したベルト地帯は31億年前に出来た。
- Zimbabwe 鋼塊は27億年前に造山運動が終っている。
- Limpopo と Zambesi 褶曲地帯は30億年前
- 北アフリカ、中央アフリカの鋼塊も同様の影響を受け、その後の造山運動で明らかでないが、西サハラ、西アフリカでは30億年前と見られている。

② 28.5～18億年前

- ヨハネスブルグ(南ア)のWitwatersrandの皿状の地帯は27.5億年前(金鉱を有する)その時ジンバブエ鋼塊はまだ活動中。
- Ventersdorp は26～23.5億年, Transvaal は23.5～21億年前に出来た。(マンガン, 鉄を産出する)
- ジンバブエを横断して500 kmにわたる大断層侵入地域は25億年前に出来て、クロームを産する。
- ヨハネスブルグ北東400 km地点のパイプ状のPalabra地帯は23億年前に出来て、銅を主体として、鉄、ウランウムを副産。
- ヨハネスブルグの北部にある古い時代のプレカンブリア期の片麻岩に侵入したBushveld 複合岩体は花崗岩質で、19.5億年前のものでクローム、白金、錫を産す。
- 18億年前までにアフリカ地域のほとんどの鋼塊は影響を受けている。Maltahohc や Angola などの鋼塊はこの時代の花崗岩の侵入によって、その前の造山運動の形跡が消されてしまっている。

この地域には銅ー金、鉛ー銅ー亜鉛の鉱物を産する。

③ 18～5.5億年前

- 18億年前の造山運動地帯が侵しよくされ、堆積と火山活動が交互に続いた。中央アフリカにその様子が見られる。ジンバブエ、ザイールに於いての銅とコバルトの堆積があった。またウランウムと鉛ー亜銅が顕著である。
- 10億年前に、アフリカ北東部(アラビヤを含め)と南西アフリカに褶曲(地殻の重合),

変動、侵入があって、従来の鋼塊と周辺の熔岩に影響を与えている。この地域で金が産出。

- これにつづき、先カンブリア紀末期の堆積と熔岩を排出し、古生代にわたり 6 から 4 億年前の期間にわたって続いた。これが Pan-African Event (PAE) として知られ、この型せきが、サウジアラビア、エジプト、スーダンにわたってみられる。
- この同じ時代に西アフリカ地域に 5.5 億年前に起った Damaran といわれる造山運動があったが、これも PAE に含まれている。
- 経度 0° の地点のガーナで起った北へ向うするどい裂け目は 5.5 億年前に起っており、ナイジェリアからカメルーンわたる 20 億年前の花崗岩地帯を引きさいている。
- この時代の現象はナミビアにも起り、Rossing のウラニウム堆積をもたらした。

④ 5.5 ～ 3.5 億年前

- 中央及び最南部アフリカでは海の侵入があり、海進、海退をくりかえし、堆積物が現在のサハラ砂漠地域に堆積した。450 百万年前に大規模な氷河時代があった。先に述べた 6 流域に堆積が起った。

⑤ 3.5 ～ 1 億年前

- 北部アフリカではサハラ地方に海進、海退が続いた。
- 南部大陸ではいわゆる “Karoo シリーズ” と呼ばれる海進ではなく陸水の火山噴火による堆積が続いたあとがあり、これと同じ地層が (280 ～ 190 百万年) インド、南アメリカ、オーストラリア、南極でも見られ、大陸の移動とプレートテクトニックスの証明にもなっている。
- この種の堆積物は Karroo 流域、Botswana (又は Kalahari) 及び Congo 流域に 50 万 km² にわたって存在する。
- Karroo 時代は次のような 3 つの出来事がある。
 - i) 280 百万年前の氷河期がアフリカに起り、時期を同じくしてアメリカ、オーストラリア及びインド (これらはアフリカ大陸とくっついていた) に Karroo 時代の基礎の上に氷河の堆積物が見られる。
 - ii) その次に深い所では 1 万 m に達する厚さの内陸水による堆積があったことが、化石や恐竜の足跡から見られる。

この時代には比較的小さな地域的な火山噴火があり、湿地帯も多く、植物が多く茂えて、現在南アフリカ、ジンバブエに見られる石炭の層が形成されている。
 - iii) Karroo 期の終りにかけて莫大な玄武岩質熔岩の流出があり、大陸分離 (ゴンドワナからアフリカ 분리) のきざしとなった。
- 巨大大陸パンゲアのゴンドワナ部分を構成していた大陸の分裂が、この時代の後期に行われた。はじめは、アフリカの Great Rift Valley に見られるように裂け目が出来て、熔岩が上昇

して玄武岩台地が出来、これが大陸が離れるにつれて、海洋底を作って行った。2億年前と考えられている。

- はじめにアフリカと南アメリカ、オーストラリアが分離し、そのあとでインドが、さらにあとにマダガスカルがソマリアの南から分離した。

⑥ 1億年前～現代

- この時代はアフリカの大部分の地域に堆積物が沈殿した。北部の方は海の侵入により、他の地域では淡水による。この時代では褶曲の影響は、次の2ヶ所を除いては、あまりなかったようである。

i) アラビア半島の先端オマーンでは、パキスタン、イラン、トルコに連る褶曲に、約9000万年前に影響されている。

ユーラシアからアラビアが分れるGulfの反対側に見られるような海洋底がオマーンという大陸の先端に突き上げ(thrust)していることが見られる。

ii) アフリカの北海岸、モロッコとチュニジアの間に長さ2500km、巾350kmにわたる堆積層の褶曲構造はアトラス造山運動によるものである。

オマーンにおけると同様、これはアフリカ及びユーラシアプレートの集合体である。(9000～5000万年前)

- これらの地域の特産物は鱗鉱石と石油、ガスである。モロッコアルジェリアの鱗鉱石は6500万年前のものである。

石油や、天然ガスは地中海沿いの海岸地帯からアルジェリア、リビアのサハラ砂漠に産出し、これらは4500万年前のものである。

ナイジャー河のデルタ及び海中にある石油はもっとずっと新しい時代のものである。

- サウジアラビアとイランを分けているGulfの沿岸の石油埋蔵量は世界の55%に達する。

その他の石油産出地は南部オマーンである。これらの石油は3700～2000万年前の堆積層にある。

- ペンジャ湾は海水が入ったり、入らなかったりをくりかえししているので、海水の入ったあと干上って岩塩及び石膏、酸化カリウム層を作っている所がある。

- この海水が出たり入ったりすることが、海洋性生物の収容と堆積に好い条件となって、これが石油のもとになった。

また、塩分のある堆積物は圧力のもとでプラスチック状となり、石油がもれないようになるので、絶好の石油貯留層となった。

- 北アフリカでの最後の出来事はアラビア半島のアフリカからの分裂である。3000万年前に起り、紅海(Red Sea)を作り出した。

一時この分裂運動は止まっていたが、1000 年前に再開して現在もなお進行中である。

- アフリカの Great Rift Valley (紅海の南部からはじまり南緯 10° くらいまで南方向に続く) は、既に述べたように 2 億年前に出来たものであるが、3000 万年前までは活動していなかった。そのあと活動をはじめ現在活動している火山もある。紅海が非常に新しい海とするならば、アフリカの Great Rift Valley は、はらんだばかりの海というべきか。

いずれ将来何百万年がたてば、Rift Valley 以東のアフリカ大陸は分裂して別の土地となるであろう。

- 全く偶然なことであるが、アフリカの Rift Valley 地域はアフリカで最も若い地質の地域であり、人類発生の地でもあった。

タンザニアの Olduvai 峡谷とエチオピアの Omo の間で *Anstralo pithecns Africana-*ns の骨が発見されている。火山灰の層に発見され、ケニアの北東部のものは 300 万年前、さらに南では 500 万年前の化石が発見されている。

6. 河川の流量

アフリカにおける河川の流出量の記録は非常に乏しい。

最近になって、ケニヤや、ザンビア国の全国の水文資料を集積する技術協力事業がはじまったばかりである。

乏しい資料をもとに大胆に作ってみたのが表6-1及び図6-1である。象の体の一部分をなでるようであるが以下のようなことがいえる。

- (1) 年間の単位流域面積当り流出量は当然、年雨量に関係するので、アフリカの河川では、200mm/年の河川で $14,000\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ ，600～700mm/年で $200,000\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ ，1000mm/年で $400,000\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ ，2000mm/年で $1,000,000\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ 程度である。

わが国の利根川では流域平均雨量1200mm/年で約 $1,000,000\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ の流出量があり、また筑後川では2000mm/年の雨量に対し $1,800,000\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ 程度あるので、アフリカの河川は、わが国の河川に比して、だいたい半分くらいの流出量しかない。

- (2) アフリカの河川では、乾期と雨期がはっきり分れていて、年に2回の雨期のある所も一部あるが、だいたいには年に一回雨期があり、しかも3～4ヶ月に集中して、他は乾期が長期間継続するので、地下への浸透及び蒸発量が多くなるので流出率は小さくなる。

- (3) 流域平均年間雨量と流出率を示した図6-1からわかるように、比較的年間平均気温の低い地域、すなわち、地中海沿岸部、東アフリカの高地、南部のアフリカ地域では、図中のA線のような割に高い流出率を示すが、年間平均気温の高いサヘル地域やアフリカ西海岸では図中のB線のように低い流出率を示すものと考えられる。

- (4) 流域面積が大きくなると、流出時間が長時間となるので、その分、地下浸透や、特に蒸発量が多くなるので流出率は小さくなると考えられるが、この程度のラフな資料では分析不可である。

- (5) 河川の流出についてのトピックスといえば以下のようなものである。

- ① ナイル河の流量はスーダンの首都ハルツームで白ナイルと青ナイルが合流した地点（流域面積を300万 km^2 とみなす）で、年間流出量1190億 m^3 と云われる。このうち、450億 m^3 が下流のアスワンハイダムその他の湖沼で蒸発し、残りの740億 m^3 が流下する。185億 m^3 がーダンの使用分で他がエジプトの用水となる。（アスワンハイダムは湖面積が5600 km^2 といわれ、周辺の砂漠より気温が数度低く、湿度もダム周辺2～3kmの範囲にわたり、かなり高いと云われている。

表 6 - 1 アフリカの河川の流量

地域名	No	国 名	河 川 名	流域面積 km ²	流域平均雨量 mm/年	年流出量 m ³ /年	単位面積当り 年 流 出 量 m ³ /年/km ²	流出率 %
地中海沿岸	1	アルジェリア	フ エ ツ ラ 湖	515	600 ~ 700	1.4	260,000	33 ~ 44
	2	モ ロ ッ コ	ウム・エル・ルビア河	34,000	500	43	126,000	25
	3	"	セ ブ ー 河	39,000	600	66	170,000	28
	4	"	レ リ ス 河	2,210	200	0.32	14,000	8
サヘル地域	5	ソ マ リ ア	シ ヤ ベ リ 河	82,000	350	21	25,700	7
	6	"	ジ ュ バ 河	116,000	350	61	53,000	15
	7	ス ー ダ ン	ナ イ ル 河	3,000,000	400	1,200	40,000	10
	8	ニジェール	ナ イ ジ ャ 河	1,000,000	300	300	30,000	10
	9	マ リ ー	ガ ン ガ ニ 河 (ナイジャー支川)	117,000	1000	369	315,000	30
東部高原地帯	10	エチオピア	タナ湖(蒸発後)	15,000	1300	36	240,000	19
	11		タナ湖流入河 川 (ギルベラベイ河)	1,600	1400	17	1,050,000	75
	12		(リブ河)	1,500	1000	5	325,000	33
西アフリカ 沿岸地帯	13	リベリア	マ ノ 河	8,250	2700	95	1,140,000	43
	14		ロ ハ 河	10,620	2700	116	1,090,000	40
	15		セントポール河	21,910	2250	173	790,000	35
	16		セントジョージ河	17,220	2250	163	950,000	42
	17		セ ト ス 河	12,560	1900	61	480,000	25
南東アフリカ	18	マダガスカル	オニラヒー河	12,000	650	20	170,000	26
	19		マ ン ゴ キ 河	54,000	750	148	275,000	37

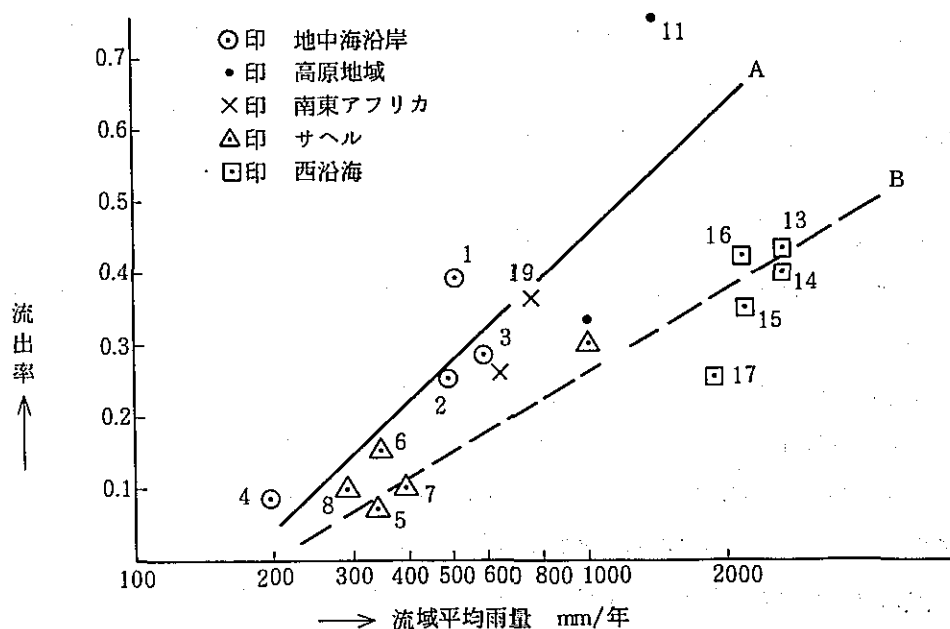


図 6 - 1 河川の流出率

② ニジェール河の流量はマリ国内で最高 $2000 \text{ m}^3 / \text{sec}$, 最小 $200 \text{ m}^3 / \text{s}$ となる。図 6-2 のように上流の降雨のピークは 7~8 月にあるので、 2500 km (河口までは 4180 km) の流路を流下するのに 4 ヶ月かかるようである。

流速 0.25 m/s で流れることになり、きわめて緩流な河川である。

③ ナイル河の支川である青ナイルの水源がタナ湖である。

タナ湖は表面積 3035 km^2 である。蒸発量が 2000 mm/年 であるから、年間 60 億 m^3 が蒸発することになる。蒸発後の流出量は 36 億 m^3 (流出率 19%) が観測されており、これをもどすと流出率 50% となり、表 6-1 の Na11 及び Na12 の流入河川の流出率とほぼ一致する。

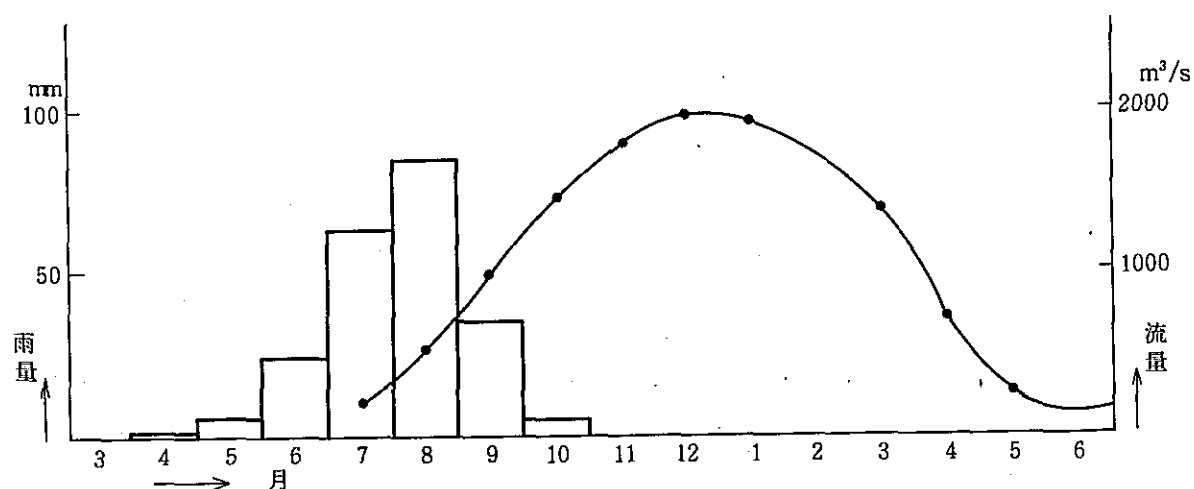


図 6-2 ニジェール河の降雨と流量 (ガオ地点)

7. 水資源の使用状況

(1) 全国的な水資源の活用状況

○モロッコでは全国の流量が 300 億 m^3 / 年 (国土面積 48 万 km^2 , 平均流出高 63 mm) あり, うち, 表流水 200 億 m^3 / 年 (66%) 地下水 100 億 m^3 / 年 (33%) である。

利用可能量は 210 億 m^3 / 年 (平均流出高 45 mm) が利用可能で, 表流水 160 億 m^3 / 年, 地下水 50 億 m^3 / 年である。現在までそのほぼ半分の量が開発されているといわれている。

(2) 土地利用と耕地面積

アフリカの土地利用状況は表 7-1 に示す。

農耕地の面積を表 7-1 でみると, 国によってまちまちであるが, だいたいサヘル地帯, 熱帯雨林地帯で 1~3% くらいであるが, 東部高地ではかなり多く数% のオーダーになっている。一般にかんがい面積は少なく, 農耕地の 1~2% くらいで, 200~400 km^2 (2~4 万 ha) 程度である。

表 7-1 土地利用状況

国 名	ニジェール	マ リ	象牙海岸	カメルーン	ケニア	ザンビア
A 国土面積 km^2	127 万	124 万	32 万	47.5 万	58 万	75 万
B 利用可能地 km^2	15,276 (12%)	50 ※ (40%)				
C 農 耕 地 km^2	3,8000 (3%)	2.1 (1.7%)	4000 (1.3%)	1 7000 (3.6%)		5 1500 (7%)
内 主 水	3,7710					
かんがい	350 (Cの 1%)		400 (Cの 10%)		360	200 (0.4%)
D 休 閑 地	9,2500 (Bの 61%)	9.5 (Bの 19%)				
E 牧 草 地		30 万 (Bの 60%)				35 万
F 森 林	6000					
G そ の 他	1,620					

注 ※ 200mm/年以上の降雨のある地域

(3) かんがいに必要な水量

ニジェールでは, かんがい面積 24,000 ha に対し,

かんがい水量 7.2 億 m^3 / 年を利用している。

この量は 3,000 mm / 年であり, ほぼ年間の蒸発量に相当する。二期作が出来る水量である。

一方, かん水地域では かん水面積 50,000 ha に対して,

かん水量 7.5 億 m^3 / 年を使用している。

この量は 1,500 mm / 年に達し, 半年分の蒸発量に相当する。約半年間かん水し, 他の半年は乾燥しているとみられる。

象牙海岸では2期作の場合、

1期目は 1～3月種まき、7～8月収穫

2期目は 8～9月種まき、11～12月収穫する。

稲作の必要水量は10a(1反)につき2期作で2000～1500m³の補給水が必要で2000～1500mmに相当する。シラソ地区5000haに貯水量6000万m³のダム計画をしている。これは1200mmの補給ということになる。

象牙海岸では雨量が多いので、この程度の補給水ですむようである。(わが国では一期作で必要補給水量は約1000mmである。)

(4) 生活用水の水源

ジンバブエでは、全国の生活用水の水源は、

深井戸：30.6%、主要河川：11.9%、小川、沼浅井戸：57.5%である。

ベナンでは、1987年までに1630本の井戸を掘り、そのうち15%が深井戸である。

ソマリアの飲料水の年間必要量は、

人間 374万人→17.3百万m³

合計68.5百万m³/年

家畜 らくだ800万頭

→51.3百万m³

羊と山羊2470万頭

平常時はシャベリ河、シュバ河の表流水と地下水で十分であるが、

渇水年では井戸の容量は 深井戸650本→40.5百万m³/年

合計47.1百万m³/年であり、

浅井戸192本→6.6百万m³/年の

渇水年では31%水が不足すると云われている。

(5) 地下水の年間揚水量

ケニアでの地下水揚水の井戸数と揚水量は下記の通りである。

	井戸数	平均揚水量	年間揚水量	稼動時間
ビクトリア湖流域	403本	106ℓ/分/井	3.4×10 ⁶ m ³ /年	3.9 ha
リフトバレー流域	671	139	7.4	3.7
アティ川流域	2,015	124	19.7	3.6
タナ川流域	296	88	2.1	3.7
エロソ、ギロ川流域	512	75	3.0	3.5
	3,898		35.6	

井戸1本当たり平均100ℓ/分(6m³/時)で3～4時間稼動し、1日当たり1本の井戸で約25m³を揚水している。

これを8時間給水とすると20m³ くらいのタンクが必要である。

(6) 水道の現況

タンザニアのダレスサラーム市（人口 1,360 千人）

生活用水	128,000 m ³ /日	
工業用水	4,600	（うちメーター付, 2,000, メーターなし, 2,600）
商業用水	12,600	（ " 900, " 5,400 ）
企業用水	5,300	（ " 900, 登録なし, 6,300 メーターなし, 5,400 ）
合 計	150,500 m ³ /日	（漏水率 35 %）
		（将来の改善 漏水率 22 %）

ダレスサラーム生活用水の内容

		水使用量	人 口
家庭水栓	高度 400 ℓ/人/日	22 %	5 %
	中位 250	5	2
	低位 160	42	25
共同水栓	85	21	24
公共水栓	22	10	44
		12.8 万 m ³ /日	134 万人

(7) 水力発電

。 タンザニア	（'86）	水力 253 Mw	火力 82	Total 335 Mw
	（将来 '96）			↓ 450

。 リベリヤ

発電可能量

マノ川	4.9 万 kW
ロハ川	2.9
サンパウロ川	2.5
サンジタンス川	6.7
セストス川	4.1
計	21.1 万 kW

。 ケニアの水力	現有設備能力 60 万 kW	包蔵水力 140 万 kW
----------	----------------	---------------

。 ザンビアの水力	カリバダム 63.3 万 kW
	ビクトリアの滝 10.8 万 kW

8. 地下水の可能開発地層

(1) 地下水層

表 8-1 はアフリカ各地で地下水開発の可能な地層を示す。これによると下記のようなものである。

<u>滞 水 層</u>	<u>被不圧の別</u>	<u>揚 水 量</u>
先カンブリア及び 古生代の基盤岩	被 圧	裂か水で量はあまり多くない 10~50 ℓ/分/井
中生代堆積層 (砂岩, 石灰岩等)	被 圧	量も期待出来る 50~300 ℓ/分/井
第 3 期堆積層 (砂岩, 粘板岩, 結晶片岩)	被圧, 不圧	最も期待出来る地下水層 100~500 ℓ/分 (シルト岩, 泥岩は水量少い)
第 4 期堆積層 (砂礫, 砂岩層)		雨期に多量涵養される 1000~5000 ℓ/分

(2) 井戸の深さと動力

深井戸の深さ 基盤岩, 第 3 紀以前の堆積岩では,
100~200 m の深さ,
動力ポンプが主体,
手押ポンプでは深さ 60 m まで,
第 4 紀堆積層……層厚 0~70 m で
浅井戸は数 m~20 m くらいで ……手汲み

表 8 - 1 各地域の滞水層の例

国 名	地 質 年 代	岩 石 層	層 厚 m	種 類	揚 水 量 m ³ /日/井	そ の 他
ス ー ダ ン	中世代, 白亜紀 第 3 紀 第 4 紀	ヌビア砂岩類 玄武岩 (塩基性熔岩) 堆積物 (河川堆積物)	100~300 30~ 70	被圧地下水 不圧 " 不圧 "	170~850 110 m ³ /時/井 500~1000	
ニ ジ ュ ー ル	先カンブリア紀 古生代 第 3 紀 第 4 紀	砂岩層 砂岩, 粘板岩 (コンチネンタル, ター ミナル) 堆積層		被圧 被圧 不圧被圧	3.0	裂か水 浅井戸
マ リ	白亜紀 (基盤上部) 第 3 紀 第 4 紀	花崗岩, 砂岩, 石灰岩結晶 片岩 堆積物 (ニジール河沿岸)		被圧 不圧 (自由水面)	10~20 m ³ /時	深さ 100 m
セ ネ ガ ル	白亜紀 第 3 紀 中新 ~ 鮮新 第 4 紀	砂岩, 石炭岩 大陸線刃層 沖積層 (堆積層)		被圧 (良質水) 被圧 不圧 不圧		セネガル中央部 有力な滞水層 雨期に涵養
ガ ー ナ	先カンブリア層 古生代 第 3 紀	中位ホルタ層 (砂岩, 頁岩) 堆積岩			硅質砂岩 900 l/分 泥質岩 140 l/分 頁岩シルト岩 14 l/分	裂か水 有力な滞水層 有力な滞水層
ナイジェリア (ソコト州)	先カンブリア紀 中世代 第 3 紀 第 4 紀	(基盤岩) 堆積層 (石灰質岩 泥質岩等) 堆積層 堆積層		被圧 被圧 被圧 不圧	10~40 l/分 10~100 l/分 100 l/分 30 l/分	裂か水
カ メ ル ー ン	先カンブリア紀 古生代 中生代, 第 3 紀 第 4 紀	(基盤岩) 礫岩, 砂岩 砂岩, 石灰岩層	地下数 m ~ 十数 m	被圧 不圧, 被圧		深さ 200 m 以内 水量多い 表流水, 伏流水
マダガスカル	中生代ジュラ紀 下層 " 上部 第 3 紀 鮮新世下層	粗粒砂岩 石灰岩 石灰岩		被圧	12 m ³ /時 750 m ³ /時 800 m ³ /時 400 m ³ /時	深さ 48 m " 160 m 深さ 428 m " 126 m

9. 生活用水の使用量

(1) 水道の普及率と使用現況

使用量は人口の集中する都市部と人口の分散と家畜用水を使用する農村部に区分して考えられる。

都市部では雨量の多い地域と少い地域で差はあるが、概ね、30～40ℓ/日/人を使用している。

都市部の給水人口普及率は、国によって、まちまちであるが、概ね、40～60%くらいで、中には80%以上普及している国もある。

地方部すなわち農村部の人口は、全国人口の70～85%を占める国がほとんどである。一般に農村部の水道普及率は低く、国によっても普及率は大きく異っているが、良く普及している国で20%程度で、一般にはこれ以下である。

地方部の使用水量も、まちまちであるが、10～20ℓ/日/人であり、少い所ではサヘル地帯で2～3ℓ/日/人で過している。

(2) 水使用将来計画

各国とも概ね10年先の将来計画を描いており都市部では一般に50～100ℓ/日/人の計画で、多い所では120～150ℓ/日/人を見込んでいる町もあるが、これらは表流水も利用出来る所である。

地下水のみでは40～50ℓ/日/人がせいぜいの所であろう。

普及率も都市部では80%くらいを目標としている国が多い。

地方部においては計画使用水量も、水理地質条件によってまちまちであるが、一般に15～25ℓ/日/人を目標としており、普及率はとりあえず20%くらいを目標としておるが、中には50%を目ざす国もある。

生活用水施設の計画において、国際赤十字社から、下記のような家庭用水標準値が示されている。

		給水量	範 囲
井 戸	1000 m<運搬距離 L	7ℓ/日/人	5～10ℓ/日/人
	500 m< L < 1000 m	12	10～15
	L < 250 m	20	15～25
公共水道	L < 250 m	30	20～30
共同水道		40	20～50
各戸給水 単 栓		50	30～60
複 栓		150	70～250

(3) 家畜の水使用量

家畜の用水については、一般に次のような水量を使用するとされている。

ラクダ 200 ℓ/日/頭

牛，馬 60 ”

ヤギ，羊 6 ”

上記の国際赤十字社の標準では平均して，20～40 ℓ/日/頭としている。

表 9 - 1 単位給水量（使用量）の現況と将来計画

ソマリア	単位給水量（使用量）			
		現 況		将来計画
	都市部（各戸給水）	40 ℓ/日/人		130 ℓ/日/人
	（共同水栓）	15		30
	農村部	10		25
	家 畜 ラクダ	200 ℓ/日/頭		
スーダン	牛	60		
	ヤギ, ヒツジ	6		
	単位給水量	現 況		将来計画
		水源のみ		10 ℓ/日/人
	最 高	35~40 ℓ/日/人		15~30 ℓ/日/人
	最 低	2~ 3		50~100
マ リ	難民キャンプ	5~14		23
		大型家畜		7
ト ゴ	小型 "			
	1人当り使用量（計画）	30~45 ℓ/日/人		
ルワンダ	単位給水量	現 状		将来計画
	都市部	26~46 ℓ/日/人		32~56 ℓ/日/人
	地方部	38 ℓ/日/人		25 ℓ/日/人
	全国平均	（最低は3~5 ℓ/日/人）		
	簡易水道			30~40m³/日/人
	人力ポンプ	10 ℓ/日/人		15 ℓ/日/人 ~25
中央アフリカ	給水区の計画			
		小給水区	中給水区	雨水貯留施設
	給水人口	460人/区	2,150人/区	24人/区
	給水量	10m³/日/区	80m³/日/区	1m³/日/区
	施設	人力ポンプ	電動ポンプ	貯留タンク
	1人当り	22 ℓ/日/人	37 ℓ/日/人	
中央アフリカ	単位給水量（計画量）			
	都市部	125 ℓ/日/人		
	農村部	20~25 ℓ/日/人		

マラウイ	単位給水量（計画量） 大都市 140ℓ/日/人 } 表流水が主体 他の都市 55 地方（重力水道） 36 } 表流水，深井戸，浅井戸 "（井戸） 27																																												
ジンバブエ	地方における使用量（現況） 平均 7.8ℓ/人/日 一家族当り 5.8人で 45ℓ/日/家であり，16ℓのバケツ3杯である。 この水くみが大きな労働となる。																																												
タンザニア	単位給水量（ダレスサラム市の現状） <table><tr><td></td><td>1人当り給水量</td><td>人口の割合</td></tr><tr><td>各戸給水 高度使用</td><td>400ℓ/日/人</td><td>5%</td></tr><tr><td>中位い</td><td>250</td><td>2</td></tr><tr><td>低位い</td><td>160</td><td>25</td></tr><tr><td>共同水道</td><td>85</td><td>24</td></tr><tr><td>公共水道</td><td>22</td><td>44</td></tr></table> 全人口134万人，全使用量12.8m ³ /日→平均96ℓ/日/人					1人当り給水量	人口の割合	各戸給水 高度使用	400ℓ/日/人	5%	中位い	250	2	低位い	160	25	共同水道	85	24	公共水道	22	44																							
	1人当り給水量	人口の割合																																											
各戸給水 高度使用	400ℓ/日/人	5%																																											
中位い	250	2																																											
低位い	160	25																																											
共同水道	85	24																																											
公共水道	22	44																																											
エジプト	シアルキア州の水道 水需要量 人口 300万人（'83）→490万人（2005年） 現況（1983） 227 4m ³ /日 → 75m ³ /日/人 将来（2005） 687 " 140m ³ /日/人 新期開発 表流水（ナイル河） 309 地下水 151																																												
モーリシャス	ポートルイスの水道 <table><tr><td>1人当り 給水実績</td><td>将来計画</td></tr><tr><td>1985年 216ℓ/日/人</td><td>1990 180ℓ/日/人</td></tr><tr><td>86 226</td><td>2000 190</td></tr><tr><td>87 178</td><td>2010 200</td></tr><tr><td>88 180</td><td></td></tr></table>				1人当り 給水実績	将来計画	1985年 216ℓ/日/人	1990 180ℓ/日/人	86 226	2000 190	87 178	2010 200	88 180																																
1人当り 給水実績	将来計画																																												
1985年 216ℓ/日/人	1990 180ℓ/日/人																																												
86 226	2000 190																																												
87 178	2010 200																																												
88 180																																													
ザイール	<table><tr><td>全国</td><td>水道公社</td><td>東部4地区（地方部）</td></tr><tr><td>実績（1987）</td><td></td><td>実績</td></tr><tr><td>都市部給水対象人口</td><td>12,894千人</td><td>人口 800千人</td></tr><tr><td>給水人口</td><td>8,116</td><td>給水量</td></tr><tr><td>普及率</td><td>63%</td><td>給水率 7%</td></tr><tr><td>供給量</td><td>198百万m³</td><td>単位給水量 16ℓ/日/人</td></tr><tr><td>1人当り</td><td>67ℓ/日/人</td><td></td></tr></table> <table><tr><td>キンシャサ市</td><td>給水現況</td><td>将来計画</td><td>構成比</td></tr><tr><td>人口</td><td>3,000千人</td><td>各戸給水栓</td><td>65ℓ/日/人 65%</td></tr><tr><td>給水量</td><td>321千m³/日</td><td>共同水栓</td><td>35 30</td></tr><tr><td>給水率</td><td>36%</td><td>公共水栓</td><td>20 5</td></tr><tr><td>単位給水量</td><td>107ℓ/人/日</td><td>平均</td><td>54</td></tr></table>				全国	水道公社	東部4地区（地方部）	実績（1987）		実績	都市部給水対象人口	12,894千人	人口 800千人	給水人口	8,116	給水量	普及率	63%	給水率 7%	供給量	198百万m ³	単位給水量 16ℓ/日/人	1人当り	67ℓ/日/人		キンシャサ市	給水現況	将来計画	構成比	人口	3,000千人	各戸給水栓	65ℓ/日/人 65%	給水量	321千m ³ /日	共同水栓	35 30	給水率	36%	公共水栓	20 5	単位給水量	107ℓ/人/日	平均	54
全国	水道公社	東部4地区（地方部）																																											
実績（1987）		実績																																											
都市部給水対象人口	12,894千人	人口 800千人																																											
給水人口	8,116	給水量																																											
普及率	63%	給水率 7%																																											
供給量	198百万m ³	単位給水量 16ℓ/日/人																																											
1人当り	67ℓ/日/人																																												
キンシャサ市	給水現況	将来計画	構成比																																										
人口	3,000千人	各戸給水栓	65ℓ/日/人 65%																																										
給水量	321千m ³ /日	共同水栓	35 30																																										
給水率	36%	公共水栓	20 5																																										
単位給水量	107ℓ/人/日	平均	54																																										

シェラレオーネ	給水基準 1000 人以下の地方集落 : 井戸ハンドパイプ, 井戸元給水 1000 人以上 " : 井戸水又は河川水, 管路給水, 共同水栓 2000 人以上都 市 : 河川水の管路給水, 共同水栓 単位使用量 <table border="0"> <tr> <td></td><td>現 状</td><td>将来計画</td></tr> <tr> <td>都市部</td><td>27ℓ/日/人</td><td>45~135ℓ/日/人(50標準) …管路</td></tr> <tr> <td>地方部</td><td>10 "</td><td>20~ 30 " 井戸の場合</td></tr> </table>		現 状	将来計画	都市部	27ℓ/日/人	45~135ℓ/日/人(50標準) …管路	地方部	10 "	20~ 30 " 井戸の場合
	現 状	将来計画								
都市部	27ℓ/日/人	45~135ℓ/日/人(50標準) …管路								
地方部	10 "	20~ 30 " 井戸の場合								
ガ ン ビ ア	給水原単位 WHO, NDDPの基準 : 30~40ℓ/人/日 35ℓ/頭/日(牛に換算) 現 況 : 生活用水 7~10ℓ/人/日 水理地質 ① 沖積層の不圧地下水 …… 塩分が多い ② コンチネンタルターミナルの半被圧地下水 : 20~30m深土の手掘り井戸 ③ 第3紀中新世の被圧地下水 : 80~120 mボアホール ④ 白亜紀の被圧地下水 : 350~400m井戸…… 将来計画 比湧水量 中新世の砂層 : 80~100 m深さ, 水位 20~30 m 比湧水量 40~80 m³/日/m									

表9-2 給水率（水道普及率）の現状と将来計画

ソマリア	給水率		都市部	現 状	将来（概ね10年後）	
			農村部	60%	80%	全国の65%が遊牧民
				20%	50	
ベナン	給水率		農村部	現 状		
				20%以下		農村部人口85%
中央アフリカ	給水率		全 国	現 状		
			都市部	7.6%		農村部人口は全国の69%
				24		
	都市の給水状況（水源は表流水が多い）					
	都市名	全体人口	給水人口	給水率	給水量	1人当り給水量
	Bangi	302千人	167千人	55%	24,000 m ³ /日	144ℓ/日/人
	Berberati	40	12	30	240	20
	Bambei	32	6	18	2,100	350
トーゴ	給水率			1982年	1990年	都市人口
	給水人口	： 上水道（都市部）		200千人	600千人	100万人と仮定
		井戸（農村部）		400 "	460	
	給水率	： 都市部		20%	60%	
		： 農村部		18%	20%	
		： 全 国		18%	32%	全国人口
						330万人
マラウイ	給水状況（1985年）					
		全体人口	給水人口	給水率	給水量	1日当り給水量
	都市部	960千人	800	84%	93,000 m ³ /日	120ℓ/日/人
	地方部	6,100	2,870	47	45,000	17
	計	7,060	3,670	52	139,000	39
	（農村部人口 85%）					

10. 揚水施設の計画

(1) 浅井戸と深井戸

① 浅井戸

- 浅井戸の深さは10～30 mが大部分である。
- 浅井戸の構造は直径1～1.5 mくらい（古いものは3 mくらいまで）が普通で、コンクリート壁により仕上げられている。
- 水汲みの方法は手汲みで、つるべによっており、滑車をつけたものもある。

② 深井戸

- 深井戸は30 mくらいより深いものを云う。（ルワンダでは30 m以上、中央アフリカでは20 m以上）通常、数十mから100 mくらいのものが多い。深くても200 mくらいまでである。
- 構造は直径10～15 cmのケーシングをボーリング孔に挿入したものである。
- 水汲みの方法は手押しポンプ又は電動ポンプによる。手押しポンプは深さ60 mまでが限度である。

(2) 深井戸による給水計画

① 小村落で手押しポンプ給水の場合

深井戸1本当りの給水人口は250人～600人程度である。揚水可能量によって1部落に必要な井戸数がきまる。手押しポンプの能力は1日300人分程度である。

◦ マリーの例

全国に9000村（農村）で地方人口は600万人

1村当たり700人/村，手押しポンプ井戸2～3本/村

手押しポンプ1本当たり1 m³/時の揚水能力→10時間稼動で10 m³/日/本

1人当たり30～45 ℓ/日/人の使用水量とすれば250～350人分/井/日

◦ ジンバブエの例

深井戸1本当たり250人，使用水量15 ℓ/人/日，1日必要量3.75 m³/日

手押しポンプ能力 15 ℓ/分→1.0 m³/時

1日6時間運転，効率70%→4.0 m³/日

◦ トーゴの例

小型井戸1本当たり 625人分，25 ℓ/日/人→16 m³/日 必要

手押しポンプ2台で8～10時間稼動

② 電動ポンプ使用の場合

- 電動ポンプは通常ディーゼルエンジンで発電し、モーターを動かす。
- 1日3時間運転が標準
- 井戸の揚水可能量は、ジンバブエの例で基盤岩地帯 $4 \sim 6 \text{ m}^3/\text{時}$ (最大 $20 \text{ m}^3/\text{時}$)
- 500人給水区で $20 \text{ l}/\text{日}/\text{人}$ とすると、 $10 \text{ m}^3/\text{日}$ 、ポンプ1台で十分、ケニアの例で $7 \text{ m}^3/\text{時}$
- 2000人給水区で $40 \text{ l}/\text{日}/\text{人}$ とすると必要量 $80 \text{ m}^3/\text{日}$ 、電動ポンプ3～4台必要
- タンクの容量

1日3時間揚水で8時間給水を行う場合

1日必要量の約60～70%のタンクが必要

500人給水区で $6 \sim 7 \text{ m}^3$, 2000人給水区で 50 m^3 程度のタンクを必要とする。

11. 地下水開発の可能量

ナイジェリア 北部のソコト州で実施した地下水調査の結果は以下の通りである。

(1) 揚水試験

	比湧出量	透水係数 (Theis法)	一定揚水試験 揚水量
基盤岩地域(被圧地下水)	2.6~3.25 m ³ /日/m (一般的に 10 以下)	1.1×10 ⁻³ ~2.7×10 ⁻² m ² /分	60~120 ℓ/分
堆積岩地域(不圧地下水)	4.6~10.8	3.1×10 ⁻² ~9.8×10 ⁻²	300~316

(2) 地下水の収支計算結果

(1943~1981平均)

$$S \frac{dh}{dt} = (Q_1 - Q_2) / F + W$$

$S \frac{dh}{dt}$: 地下水貯留量の変化

Q_1 : 地下水流入量 Q_2 : 流出量

$$W = P(1 - C) - E \pm M_d$$

F : 収支計算区域の面積

W : 地下水涵養量

P : 降雨量

C : 表面流出係数

E : 蒸発量

M_d : 土 湿

	基盤岩地域(被圧)	堆積岩地域(不圧)
降 雨 量	857 mm	674 mm
表 面 流 出	146 (17%)	34 (5%)
蒸発と土湿	576	523
涵 養 量	135 (15.8%)	117 (17.5%)

(3) 開発可能量

上記の結果から安全を見て、以下のように開発可能量を推定している。

① 基盤岩地域

50mm/年 → 140m³/日 / km² の開発量

井戸深度 90~130 m, φ 100mm使用, 70~140 ℓ/分揚水量, スクリーン長 10~15 m

② 堆積岩地域(不圧)

開発量は、基盤岩地域と同様とし、

井戸深度 100~150 m, φ 150mm, 揚水量 300 ℓ/分, スクリーン長 10~15 m

(4) 上記のソコト州(ナイジェリア)では、 $50\text{mm}/\text{年} \rightarrow 140\text{m}^3/\text{日}/\text{km}^2$ が開発可能とされている。

この地域の平均雨量は約 $700\text{mm}/\text{年}$ とみて良い、したがって約7%が地下水として開発が可能である。

この開発可能量の比率は年降雨量のほか、地域の地質、気温その他の気象条件にも影響されるであろう。

○ マリーの例では年雨量の0.6%が被圧地下水として補給されているといわれる。この場合年雨量は 200mm 程度の砂漠地帯である。 $4.5\text{m}^3/\text{日}/\text{km}^3$ が利用可能である。

年雨量が少い砂漠性の地域では年雨量の低下にともない、開発可能量は急激に減少するであろう。

ここではデータ不足で、これらの関係はつかめない。今後の資料の集積を待たねばならない。

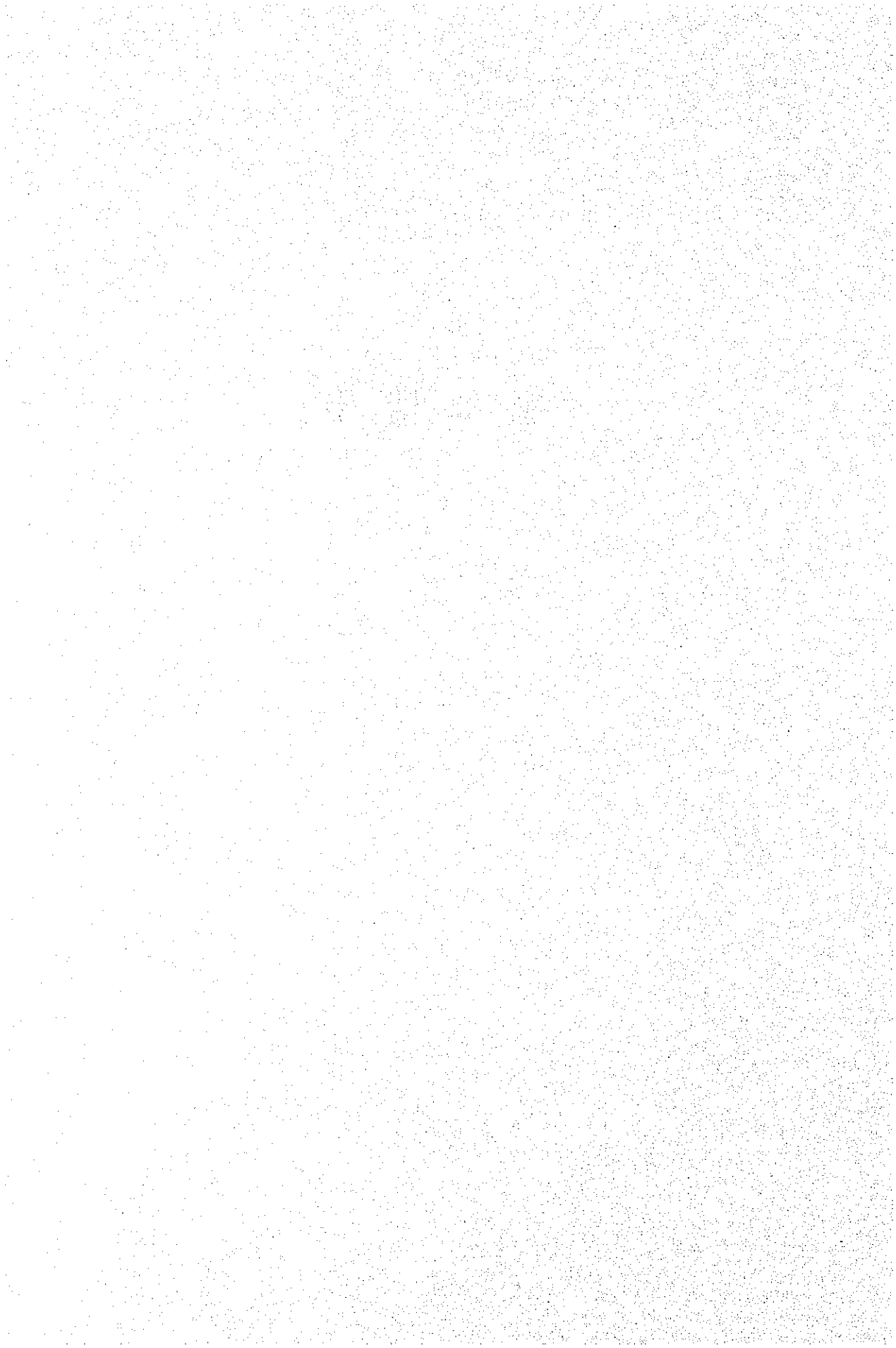
参 考 文 献

1. アフリカ便覧 S. 61. 7 外務省中近東アフリカ局
2. わが国の政府開発援助 1990 年版 外務省経済協力局
3. University Atlas 1972, George philip & Sun Ltd
4. A Concise World Atlas of Geology and Mineral Deposits 1980, Mining Journal Book Ltd ; Dr Duncan R. Derry
5. JICA 報告書

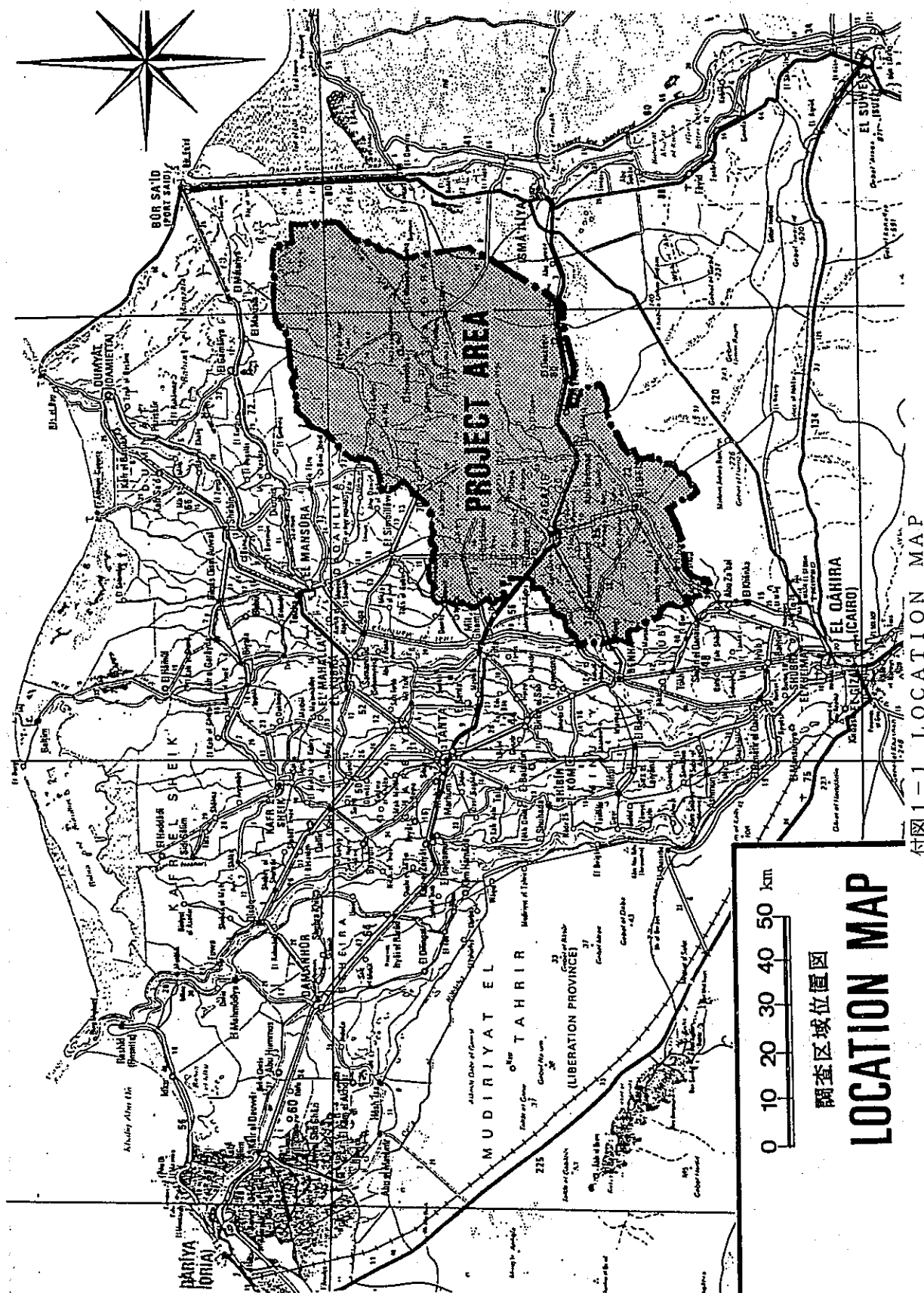
(1)	エジプト	シアルキア上水道整備計画	1982~84	開	調
(2)	アルジェリア	フエツラ湖周辺地域農業開発計画	1983	開	調
(3)	モロッコ	レクス盆地ダム建設	1988~89	開	調
(4)	ソマリア	地下水開発計画	1984	開	調
(5)	エチオピア	生活用水確保のための地下水開発調査	84~85	開	調
(6)	"	長期電力開発計画	73	開	調
(7)	スーダン	地方給水改善計画	88	基	設
(8)	"	新白ナイル橋建設計画	88~89	開	調
(9)	"	ガサバ地区農業開発計画	76~79	開	調
(10)	ニジェール	地下水開発計画	86	基	設
(11)	"	ウナ・クロンザ農業水利かんがい計画	86~88	開	調
(12)	マリ	地下水開発計画	77~81	開	調
(13)	"	バギンダ農業開発計画	85	開	調
(14)	セネガル	地方水道整備計画	87	基	設
(15)	ガンビア	農村部営農飲料水総合開発計画	89	基	設
(16)	シエラレオーネ	地方給水計画	85	基	設
(17)	リベリア	セントジョーンズ川 水力開発	77~82	開	計
(18)	象牙海岸	ブ川流域農村開発計画	89	開	調
(19)	ガーナ	地方給水計画	86	基	設
(20)	トーゴ	地下水開発計画	85	基	設
(21)	ベナン	地下水開発計画	87	基	設
(22)	ナイジェリア	北部地下水開発計画	87~89	開	設
(23)	カメルーン	地下水開発計画	83	基	設
(24)	中央アフリカ	北西部地下水資源開発計画	88	基	設
(25)	ザイール	キンシャサ市飲料水供給計画	89	基	設
(26)	ルワンダ	東部生活用水開発計画	82~85	開	調
(27)	ケニヤ	全国水資源開発計画調査	89~	開	調
(28)	タンザニア	キハンシ水が発電計画	88~	開	計
(29)	マラウイ	北カウング地区地下水開発計画	87	基	設
(30)	ザンビア	南部州地下水開発計画	87	基	設
(31)	"	主要河川水資源開発計画	88~90	開	調
(32)	ジンバブエ	村落給水計画	82~83	開	調
(33)	"	地方給水施設整備計画	87	基	設
(34)	マダガスカル	南西部地下水開発計画	88~	開	調
(35)	モーリシャス	ポートルイス水供給計画	87~89	開	調

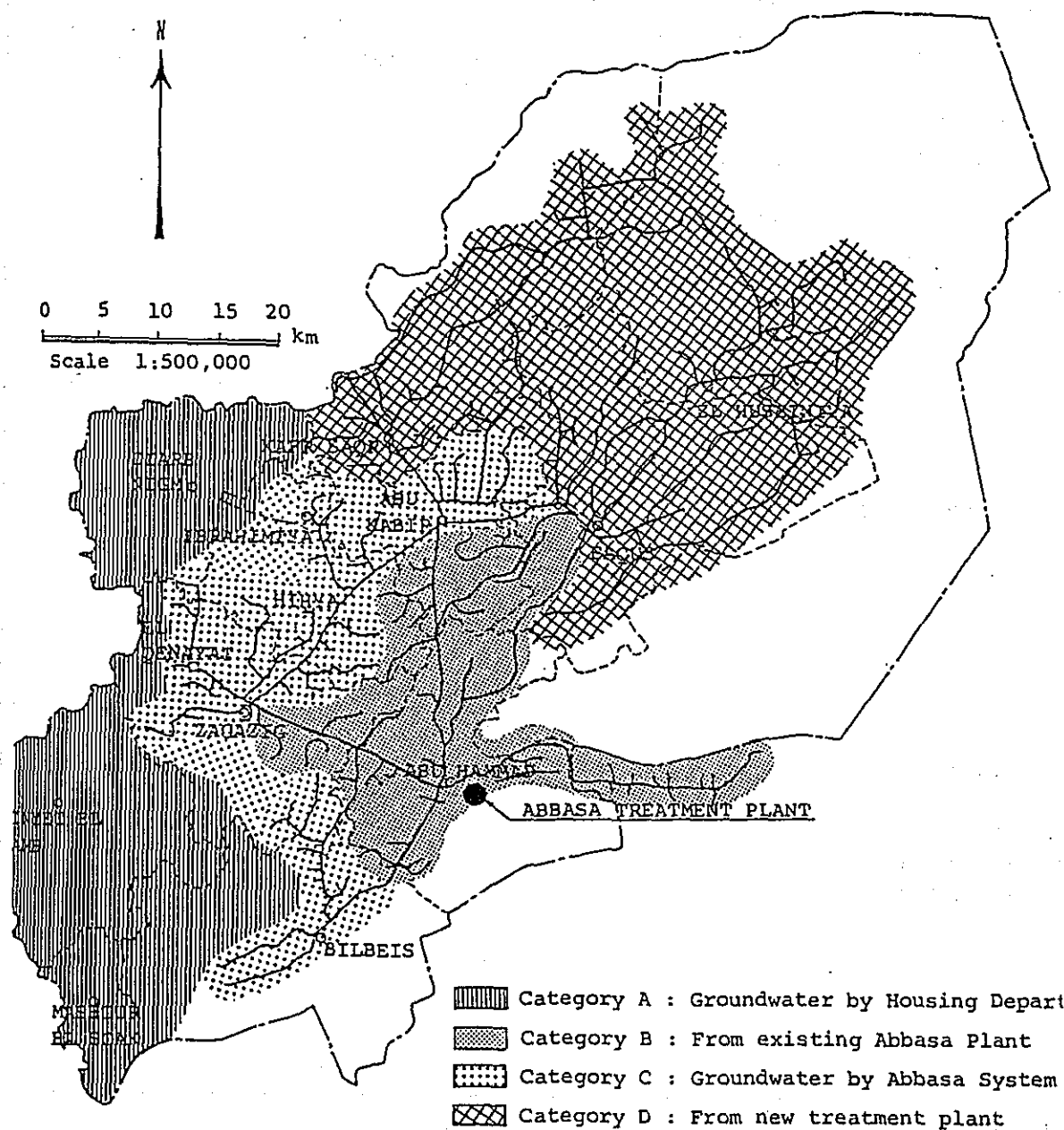
(注) 開調：開発調査 基設：基本設計調査 開計：海外開発計画調査（通産省委託員）

国 別 情 報



国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業
エジプト	(km ²) 1,001,000	51,500 (千人) 増加率 2.7 (%)	北緯 22～32° 東経 25～35°	(^{\$}) 650	石油, 綿花, 羊毛, 農産物
気象・気候				地下水の賦存	
地形				水利用の現況と将来計画	シアルキア州の水道 ○人口 現況(1983) → 将来(2005年) 300万人 490万人 ○水需要量 現況 → 将来 227 千m ³ /日 687 1人当り 75 m ³ /日/人 140 ○新規開発 460 千m ³ /日 表流水 309 (ナイル河) 地下水 151
地質					
河川と流量				その他	シアルキア州の水道整備計画調査





付図 1-2 村落部水道将来計画概念図

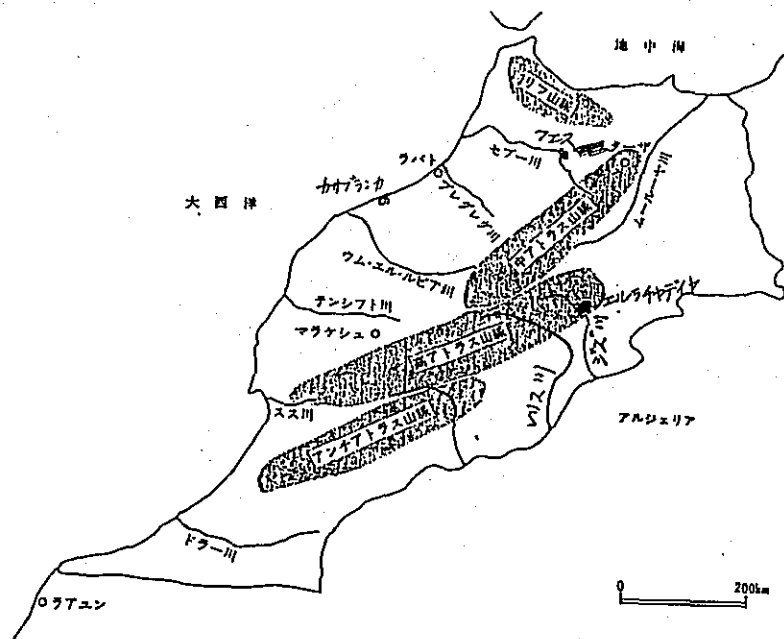
FUTURE WATER SUPPLY DEVELOPMENT PLAN OF RURAL AREA

国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業
アルジェリア	(km ²) 2,380,000	23,060 (千人) 増加率 3.1 (%)	北緯 20～37° 東経10～西経10°	(^{\$}) 2,760	石油, 天然ガス
気象・気候				地下水の賦存	
地中海沿岸部 (地中海性気候, 平均気温 冬 11℃, 夏 25℃) 年間雨量 600～700 mm, 年間蒸発量 1,300 mm 雨期 10～3月 確率日雨量 1/10 → 77 mm/日, 1/50 → 100 mm/日 1/100 → 112 mm/日 シロココ風: サハラ沙漠から北へ向って吹く → 乾期					
地形		水利利用の現況と将来計画			
フェッエラ湖 (洪積世に湖となる) 南方は E.L. 1,000 mを越す山岳地あり					
地質					
フェッエラ湖周辺 北方山地: 三畳の噴出岩と変成岩 南方山地: 第3紀始新世					
河川と流量		その他			
フェッエラ湖の流出率 集水面積 515 km ² 流出率 0.33～0.44		フェッエラ湖周辺の農地改良計画調査			

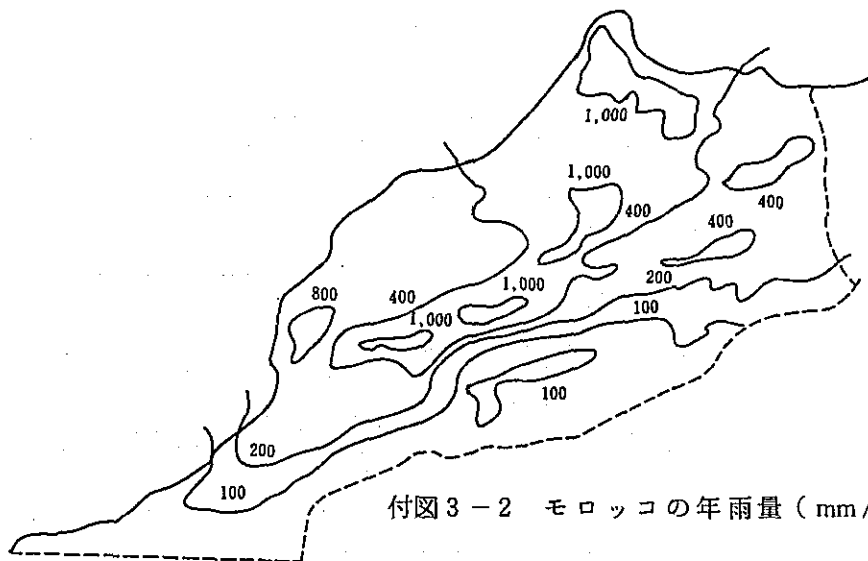
[illegible]

付図2 PLAN DE PROJET

国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業
モロッコ王国	(km ²) 478,740 (サハラを含まず)	25,000 (千人) 増加率 3.0 (%)	北緯 28~36° 西経 2~13°	(\$) 750	鉱業(燐鉱石), 水産物 食品加工物
気象・気候				地下水の賦存	
沿海部 300~600mm/年(首都ラバト570) 夏季は高温乾燥, 冬季は温暖湿润 山地部 1,000mm/年以上, 最大 2,000mm/年 内陸砂漠 100~200mm/年, アトラス山脈を越え砂漠へ移行 <u>雨期</u> 11~4月 <u>気温</u> (年平均) ラバト 22°(最高は8月の27°……地中海気候) マラケシ 27°(最高は7月の37.5°……内陸性)					
地形				水利利用の現況と将来計画	
国土の中央部にアトラス山脈……高アトラス(3,000m級) 中アトラス, アンチアトラス(2,000m級) 北部, 地中海側にリフ山脈(2,000m級) 中央山脈の海岸寄り, 多数の河川あり平場が広がる 中央山脈の南東側はゆるやかな平原でサハラ砂漠へ移行				<u>全国の水利用量</u> 全国の流量 300億m ³ /年 < 表流水 200億m ³ < 地下水 100 利用可能量 210 < 表流水 160 < 地下水 50 現在開発量 105(60%) < 表流水 75 < 地下水 30 ○沿海部の河川にはダム建設により都市へ導水, 流域をかんがい。 ○砂漠地帯は山地部にダム建設, オアシスで井戸開発。	
地質				<u>2000年までの開発目標</u> かんがい 100万ha 大ダム 50ヶ所 丘ダム 500ヶ所(中, 小ダム) ○1967年以降, 大ダム33ヶ所(総貯水量100億m ³) 開発済み。 ○近年間15ヶ所の丘ダム開発中である。	
河川と流量				その他	
<u>レリス河(中央山脈の内陸砂漠へ流れる)地域</u> 白亜系, ジュラ系の安山岩, 花崗岩, 支川Toudra河及び山脈南東の平地帯に古成層あり, アトラス山脈の南側に南アトラス断層がある。 南東部平地帯の自噴地下水(地下100m)は塩分を含む, 石灰岩も多く分布。				<u>レリス川流量</u> タディーフースト(A=2,210km ²)の平均流量=1.02m ³ /s 総流出量 32百万m ³ /年 平均流出量 15mm → 10% <u>都市の人口</u> ラバト(首都) 70万人 カザブランカ 250 マラケシ(古都) 40 フェス() 40	



付図3-1 モロッコの地形図

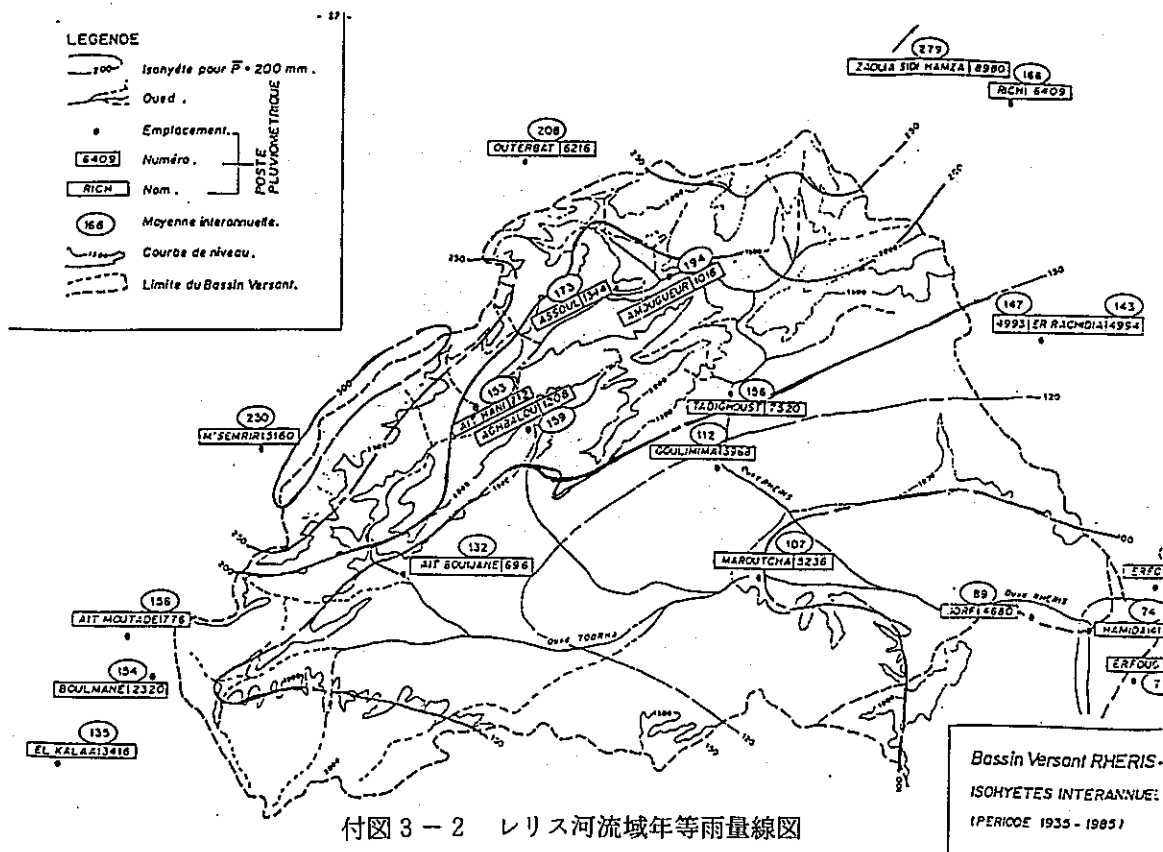


付図3-2 モロッコの年雨量 (mm/年)

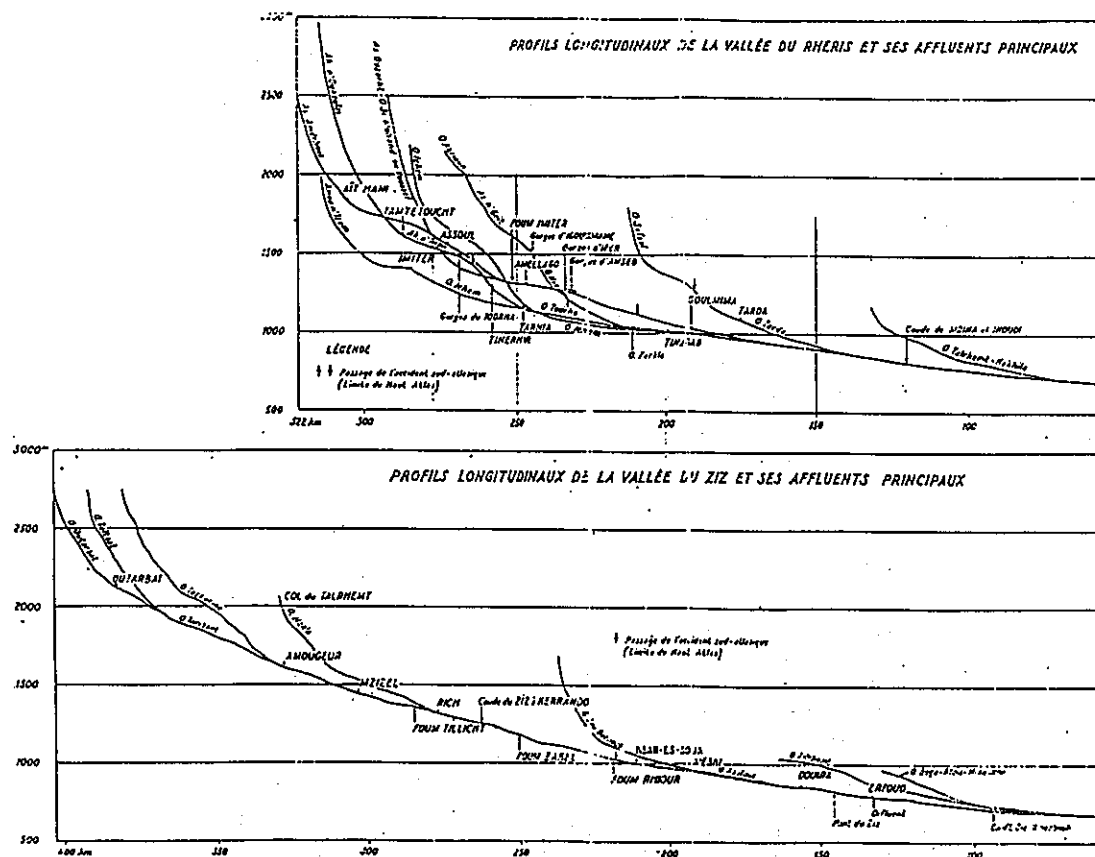
付表3-1 平均気温と平均降水量

		(単位: °C, mm)												
都 市		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
ラバト	気 温	17.1	17.9	19.4	20.3	22.5	24.5	26.7	27.2	26.0	24.0	20.6	17.5	22.0
(地中海性気候)	降 水 量	86.3	71.6	66.1	64.0	20.4	7.6	0.5	1.2	7.4	41.1	84.2	113.4	563.8
マラケシュ	気 温	11.2	20.0	22.8	24.9	28.7	32.5	37.5	37.2	32.7	27.9	22.5	11.3	26.9
(内陸性気候)	降 水 量	27.5	33.3	28.7	35.2	18.0	6.9	1.8	2.3	8.4	17.0	34.9	35.3	249.3
ラアユン	気 温	22.4	22.8	24.0	24.1	25.6	26.6	29.5	30.5	29.7	28.4	25.3	22.0	25.9
(砂漠気候)	降 水 量	2.2	5.2	0.8	1.1	0.5	0.8	0.0	0.3	0.5	3.2	6.6	7.7	28.9
タラハ	気 温	14.5	15.8	17.3	19.5	24.8	29.0	35.1	34.8	30.1	24.1	18.2	14.0	23.1
(高地気候)	降 水 量	107.2	122.6	130.3	83.8	42.8	20.8	8.9	2.2	11.5	40.9	95.9	123.0	790.0

出所: Secrétariat d'Etat au Plan et au Développement Régional

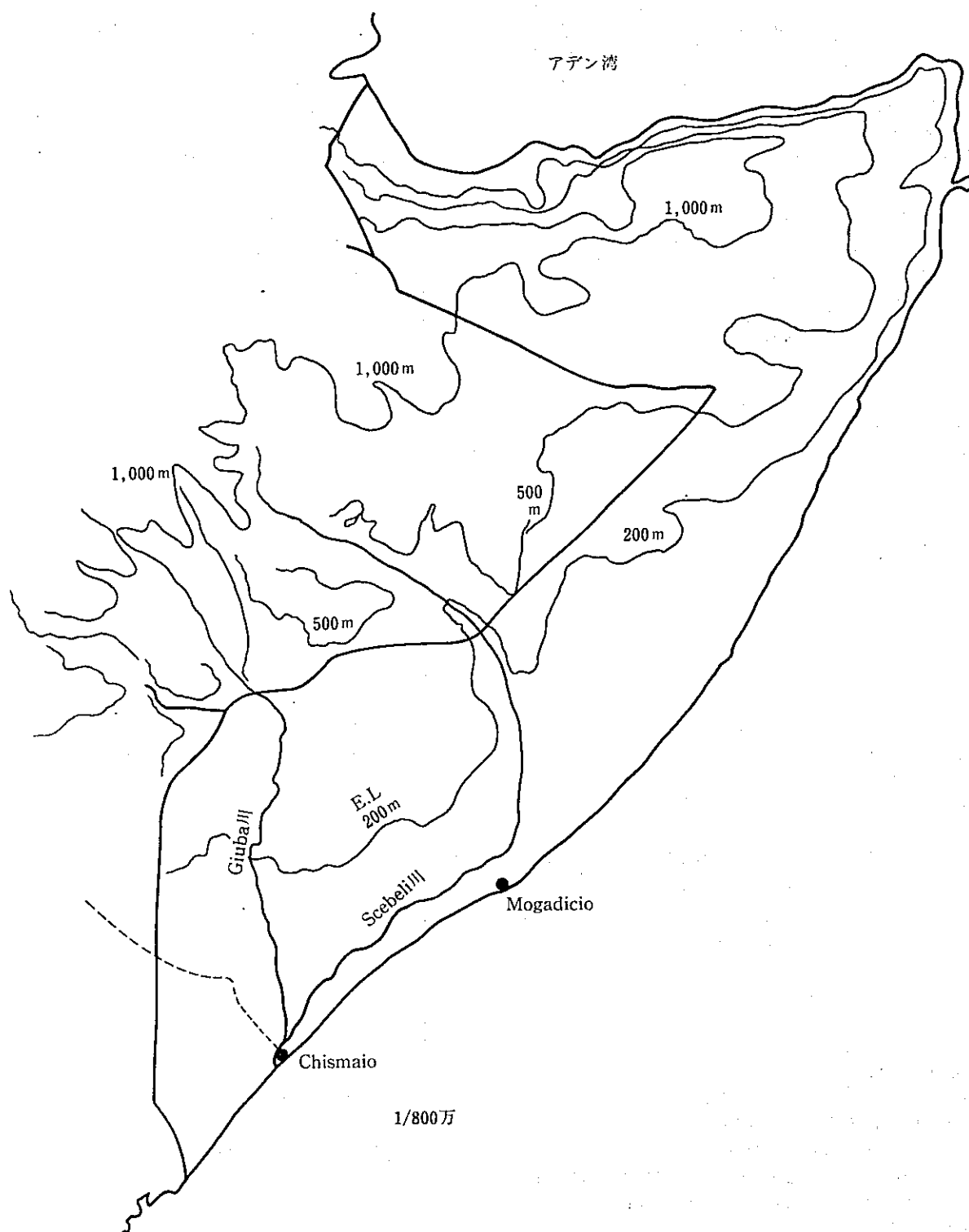


付図 3-2 レリス河流域年等雨量線図

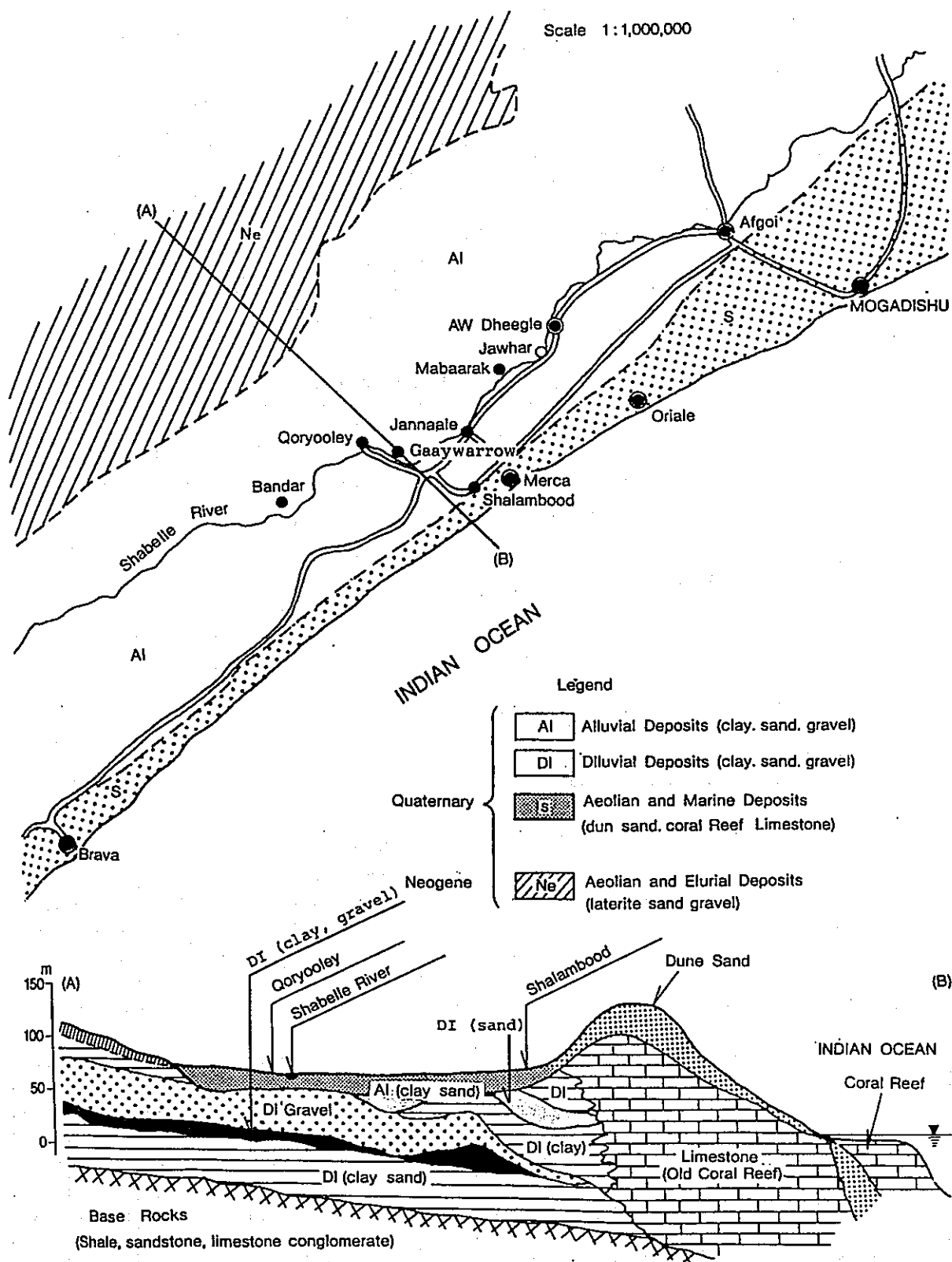


付図 3-3 レリス川・ジズ川河川縦断面図

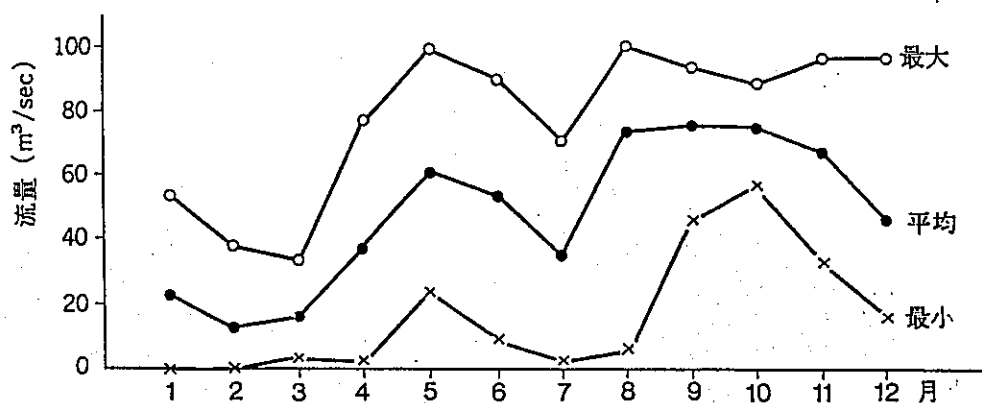
国 名	国土面積	人 口	位 置	1人当りGNP	主たる産業
ソマリア	(km ²) 638,000	5,700 (千人) 増加率 2.9 (%)	北緯 0～10° 東経 40～50°	($\text{\$}$) 290	牧畜、メイズ、ソルガン
気象・気候				地下水の賦存	
雨期 4～6月及び10～11月 北部……乾燥地帯：50～300mm/年 南部……サバンナ地帯：300～600mm/年 <u>Janaaleの気温</u> <u>蒸発量</u> 年平均 26.8℃ 最高(3月)… 6.22mm/年 月平均最高(4月) 28.4℃ 最低(7月)… 4.63mm/年 日最高 39.0℃ 日最低 13.0℃				○降雨による平原での地下水涵養は望めないが、シャベリ河上流山地部に降った降雨が河川を流下するうちに洪積、沖積地帯で地下へ渗透する。 ○地表下10～80m間に連続した厚い砂礫層があり、これより地下水開発。 ○浅井戸が主体、乾期は干れる。	
地 形				水利用の現況と将来計画	
Lower Shabelle県 海岸部の砂丘地帯：E.L. 120～150m その内陸部の平原地帯： 60～70m				・牛、ラクダ：800万頭、羊とヤギ：2,500万頭 <u>水使用量</u> ラクダ 200ℓ/日/頭 牛 60 ヤギ、羊 6 <u>全国給水人口</u> (1990年) 680万人のうち57% (388万人) <u>給水量</u> 都市部 (5,000人から4万人の68都市) 給水率 60% (現在) → 80% (将来) 給水量 40ℓ → 130ℓ/人/日 (各戸給水) 15 → 30 (共同水栓) 農村部 (5,000人以上、3,260村) 給水率 20% (現在) → 50% 給水量 10ℓ → 25ℓ/人/日	
地 質					
海岸砂丘地帯：古期サンゴ礁 (洪積世の離水サンゴ礁) の石灰岩を覆って砂丘がある。 内陸部：洪積世 (粘土、砂、礫)、地表下10～30m、厚さ30mくらい 沖積世 (粘土、砂、礫)、厚さ10～30m 基盤：中生代、ジュラ紀の砂岩、石灰岩、礫岩、頁岩 先カンブリア紀の片麻岩、角閃岩					
河川と流量				そ の 他	
シャベリ河：流域面積 年流量 日平均 28万km² 14億m³/年 48m³/sec 渇水年流量 8億m³/年……その31.5%で542km²をかんがい (1977年) (8～10月) (2.77億m³) 全国平均降水量 283mm/年 ” 必要給水量 68.5百万m³ 年平均表流水 8,156百万m³ 年総給水量 817百万m³ (通常時) 47.5 ” (干ばつ時)				人口の50%が遊牧民 都市及び村落の給水施設現況 25,000m³/日 キスマヨ市のみが表流水源、他は地下水を利用	



付図 4-1 ソマリアの地形



付図4-2 地質模式断面



付図4-3 シャベリ川流量 (月毎)

付表4-1 年平均地下水取水量

	取水量 (l/s)	井戸数	年間揚水時間	取水量 (Mm^3)
手掘り井戸	0.025	51	1,460	0.007
バナナ包装所	10.0	10	1,560	0.562
その他の井戸	10.0	10	730	0.263
灌漑用井戸	35.0	123	1,008	16.760
見積り年平均取水量				17.592

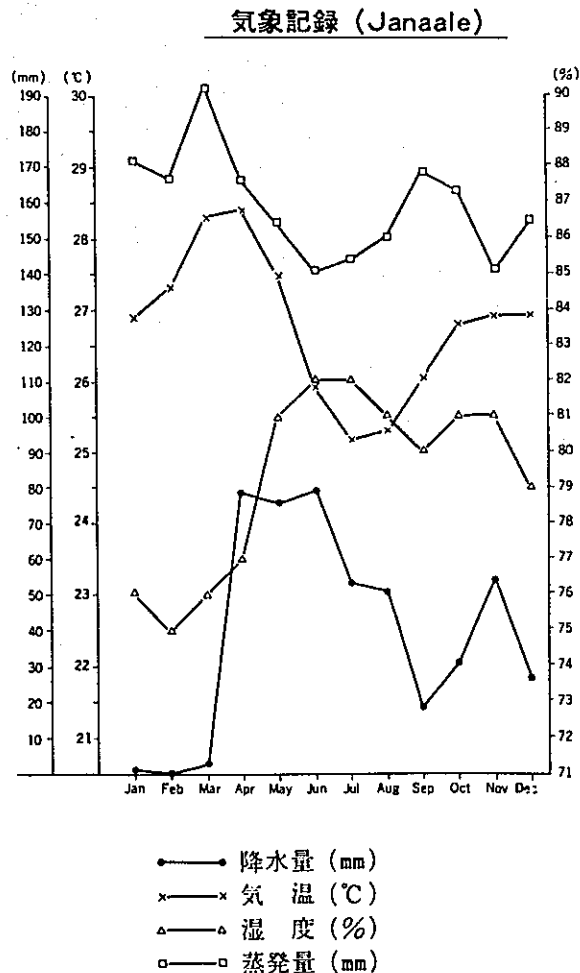
付表4-2 ソマリアにおける年間の必要給水量と可能量 (1980)

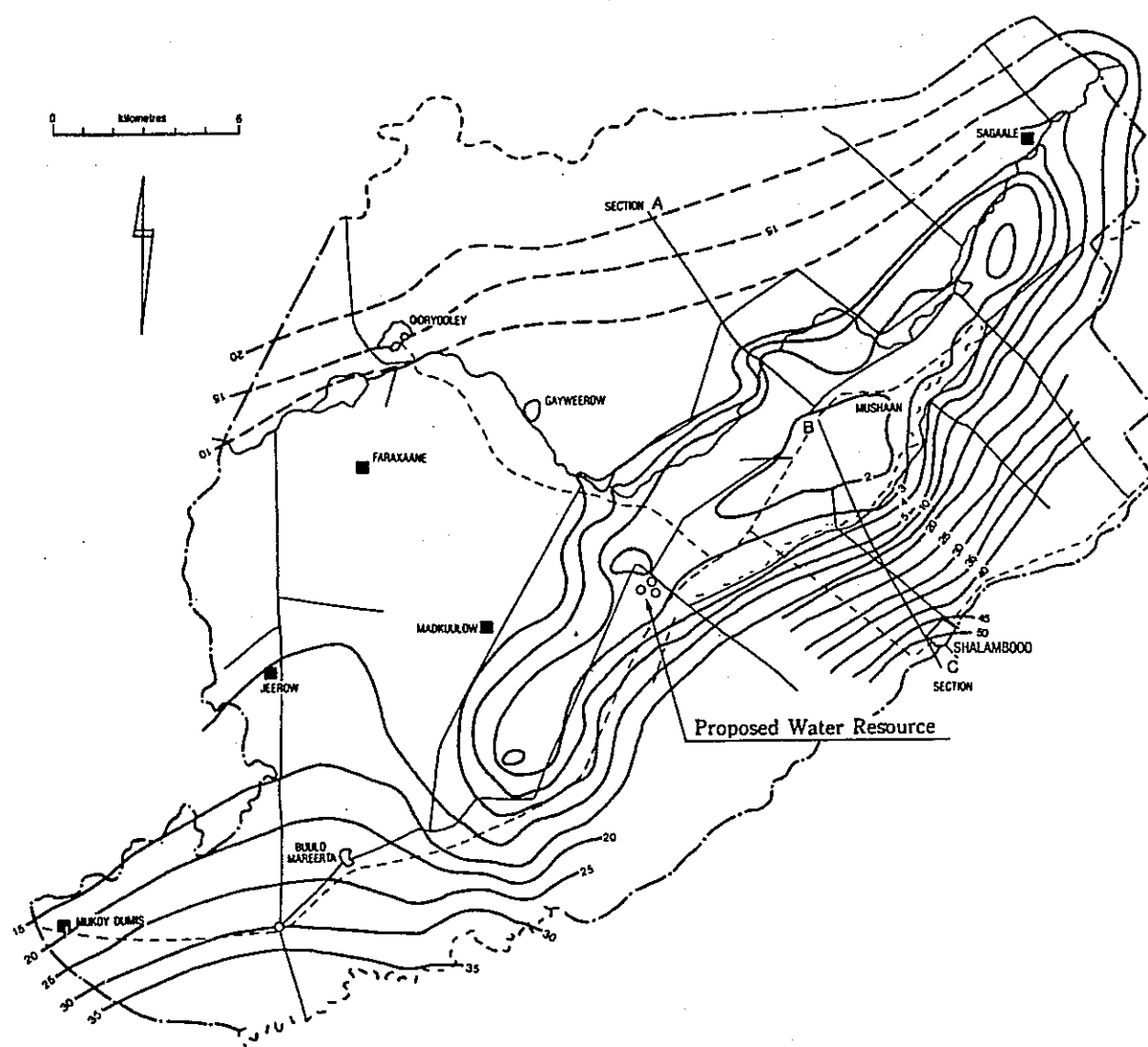
地区	面積 (km ²)	平均 降水量 (mm)	人口 (単位千)			年間必要給水量(百万m ³)			年平均 表流水 (百万m ³)	年間総取水水量(百万 m ³)				総給水量(百万 m ³)		地下水 不足率 年々 期間
			人間	らくだ と牛	羊と やぎ	人間	家畜	計		深井戸		浅井戸		通常降雨時	旱ばつ時	
										数	容量	数	容量			
北西	86,000	300	690	1,115	7,130	2.55	7.83	10.38	—	59	3.22	21	0.66	129.00	4.38	58
北東	174,000	150	380	201	6,502	1.21	6.04	7.25	—	32	2.02	28	0.88	130.50	2.90	60
中央	113,000	150	391	1,204	6,202	1.32	7.81	9.13	—	165	10.41	22	0.67	84.75	11.10	—
シャベリ	82,000	350	1,233	1,968	2,806	8.04	9.05	17.09	2,090	134	8.45	52	1.64	143.50	10.09	41
ジュバ	116,000	350	641	2,645	1,483	2.14	15.30	17.44	6,066	153	9.65	37	1.67	203.00	11.32	35
インタ リベリン	66,000	400	403	909	600	1.99	5.25	7.24	—	107	6.76	32	1.01	127.00	7.76	—
計	637,000	283	3,738	8,042	24,723	17.25	51.28	68.53	8,156	650	40.51	192	6.55	817.75	47.55	31

付表4-3 気象記録

Shalambood市の北方10kmにあるJanaale気象観測所で観測された1929年～1984年の内の30年分の資料で、年別の降雨変動が大きい。

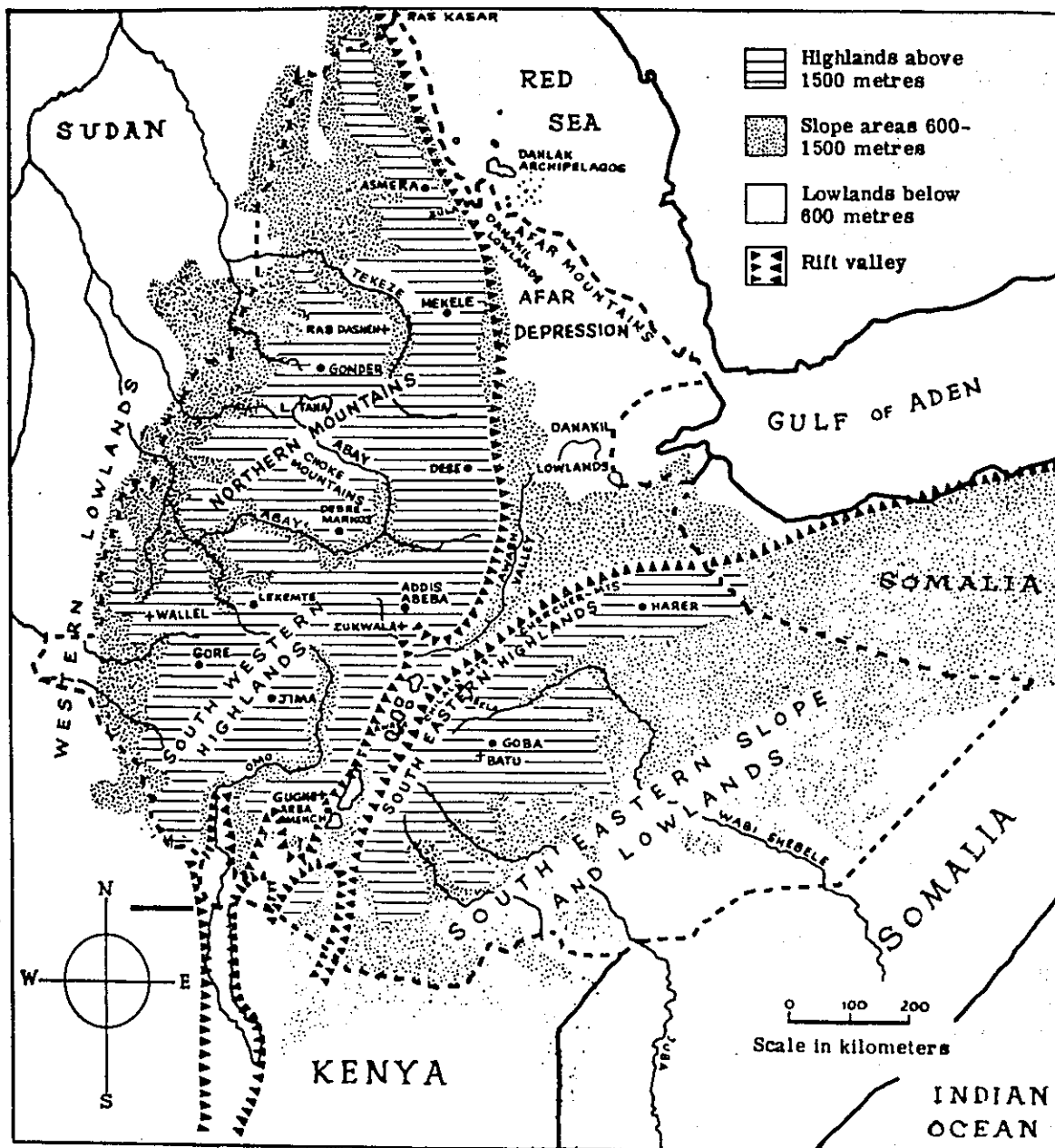
年平均降水量(1929年～1984年)	465.0	mm/年
年最大降水量(1951年)	1,045.4	mm/年
年最小降水量(1955年)	148.9	mm/年
月最大降水量(1951年6月)	238.4	mm/月
月平均最大降水量(6月)	80.4	mm/月
月平均最小降水量(2月)	0.1	mm/月



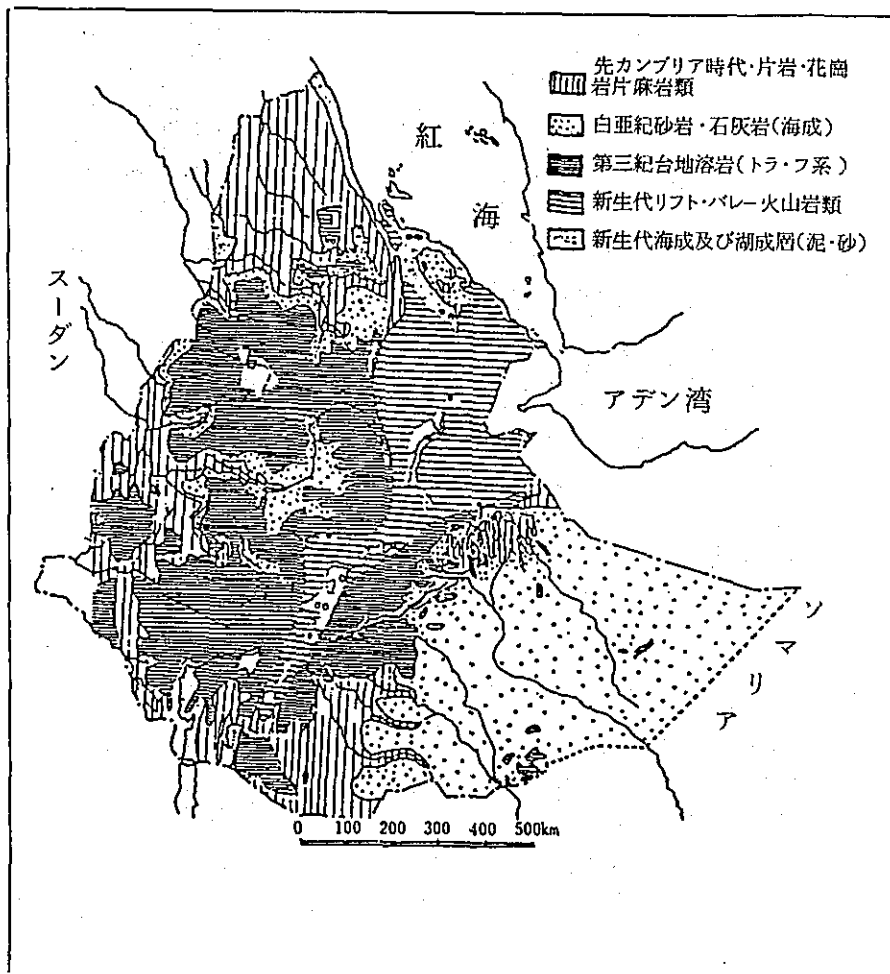


付図4-4 地下水頭図

国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業
エチオピア	(km ²) 1,222,000	42,000(千人) 増加率 2.5 (%)	北緯 4~17° 東経 35~48°	($\text{\$}$) 110	コーヒー, 皮革, 油種子
気象・気候				地下水の賦存	
雨期: 小雨期(2~5月) 多雨期(6~9月) 年雨量: E. L. 2,500 m以上の高地 … 1,400~1,800 mm/年, アジスで 1,200 600~2,500 mで … 1,000~1,400 mm/年 オガデン地方(紅海沿低地) … 200 mm以下					
地形				水利用の現況と将来計画	
国土の2/3が標高1,000~4,600 mの高地帯 北部山岳地帯…西側はスーダンの低地, 東側はリフトバレー, 青ナイル 水源タナ湖あり。 南西高地帯……東側はリフトバレー, 2,500 m以上の高地。 南東高地帯……リフトバレー東の高地帯, 西側が高く, 東へゆるやかな 傾斜, リフトバレーに沿って低地, 湖沼群, 海面下100 mのところもある。					
地質					
○基盤は先カンブリア時代の変成岩類, 片岩, 花崗岩, 片麻岩 ○基盤上に, 中生代の海進, 海退による堆積岩(砂, 石膏, 石灰岩) ○第3紀漸新世に火山活動→アルカリ玄武岩噴出 厚さ2,000~3,000 mの溶岩台地 ○地殻の分離→火山活動→リフトバレー地溝帯が出来る。 ○リフトバレーには第4紀の堆積物がある。 タナ湖周辺: 基盤は先カンブリア期の堆積岩, 噴出岩(玄武岩, 凝灰岩, 集塊岩), 中世代沈降作用, 新世代の破断作用で玄武岩噴出, 第4紀の沈降ないし陥没作用で湖が出来た。					
河川と流量				その他	
ナイル河……水源地タナ湖, 青ナイル上流支川群, 北部山岳地からスーダ ンへ流下 リフトバレー流入河川……アワシュ河他 ワビ, シエビレ河……南東高地を東流してソマリアへ流下, 大陸内で消滅 する。				タナ湖 湖水面積 3,035 km ² 湖水面 E. L. 1,786 m 流域面積 15,000 km ² 流出量(青ナイル, A = 15,000 km ² …湖の蒸発の後) 年平均 0.6 m ³ /sec/100 km ² 最高(9月) 2.3 最低(4月) 0.12 降雨量: 南部 1,300~1,700 mm/年 北部 850~1,450 蒸発量(湖岸) 2,000 mm/年	



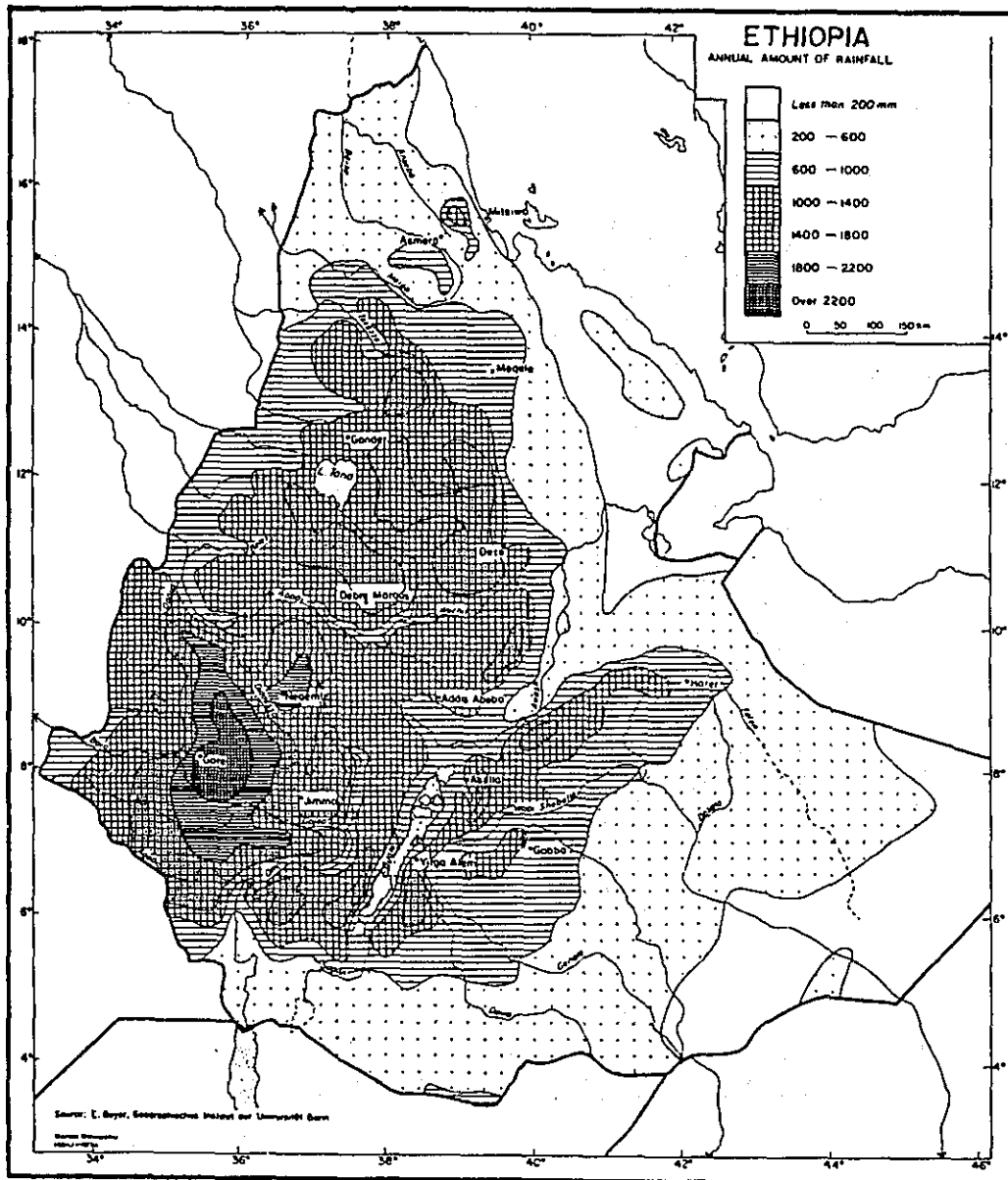
付图5-1 地形区分图



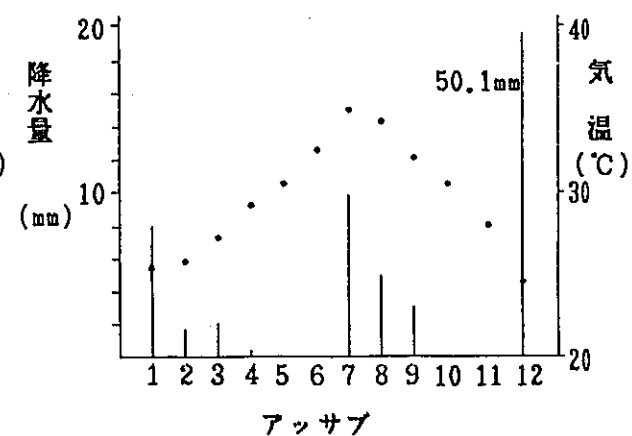
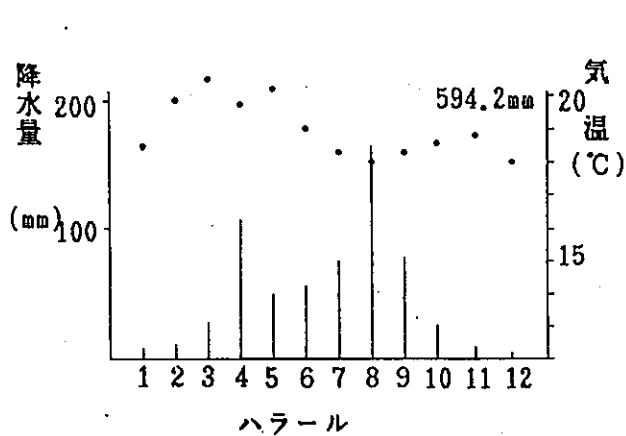
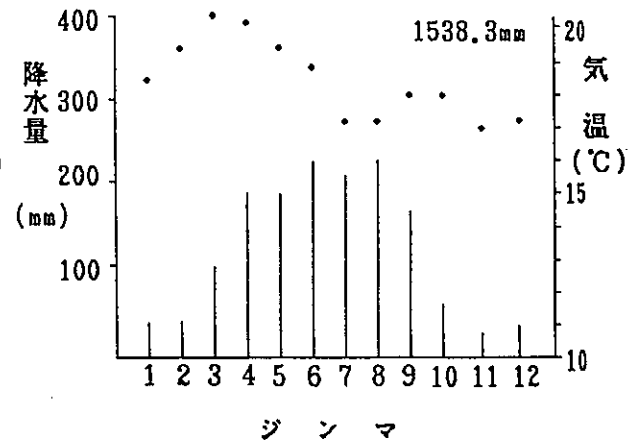
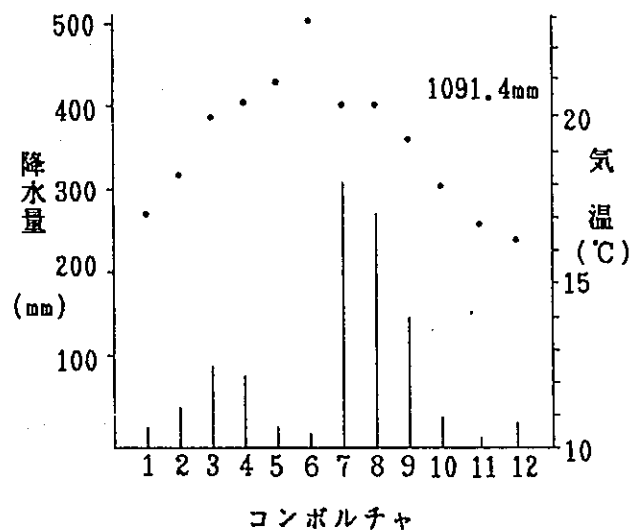
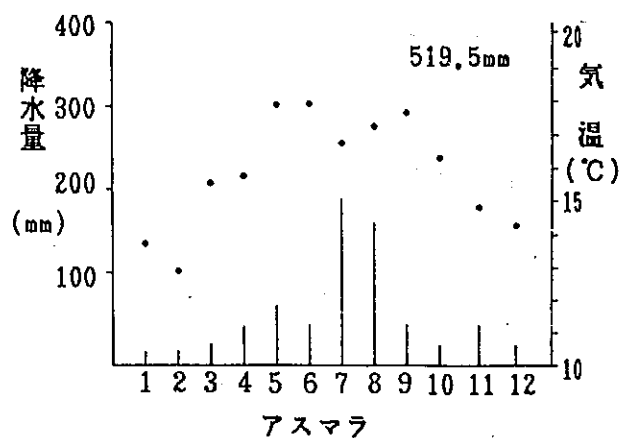
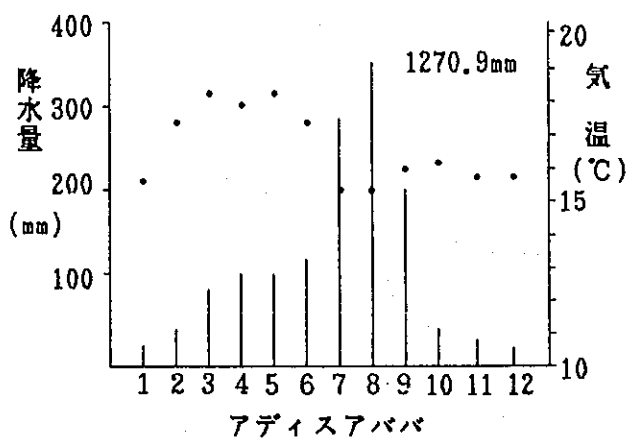
エチオピアの地質図(Kazmin, 1975を簡略化)

<地質ニュース375号>

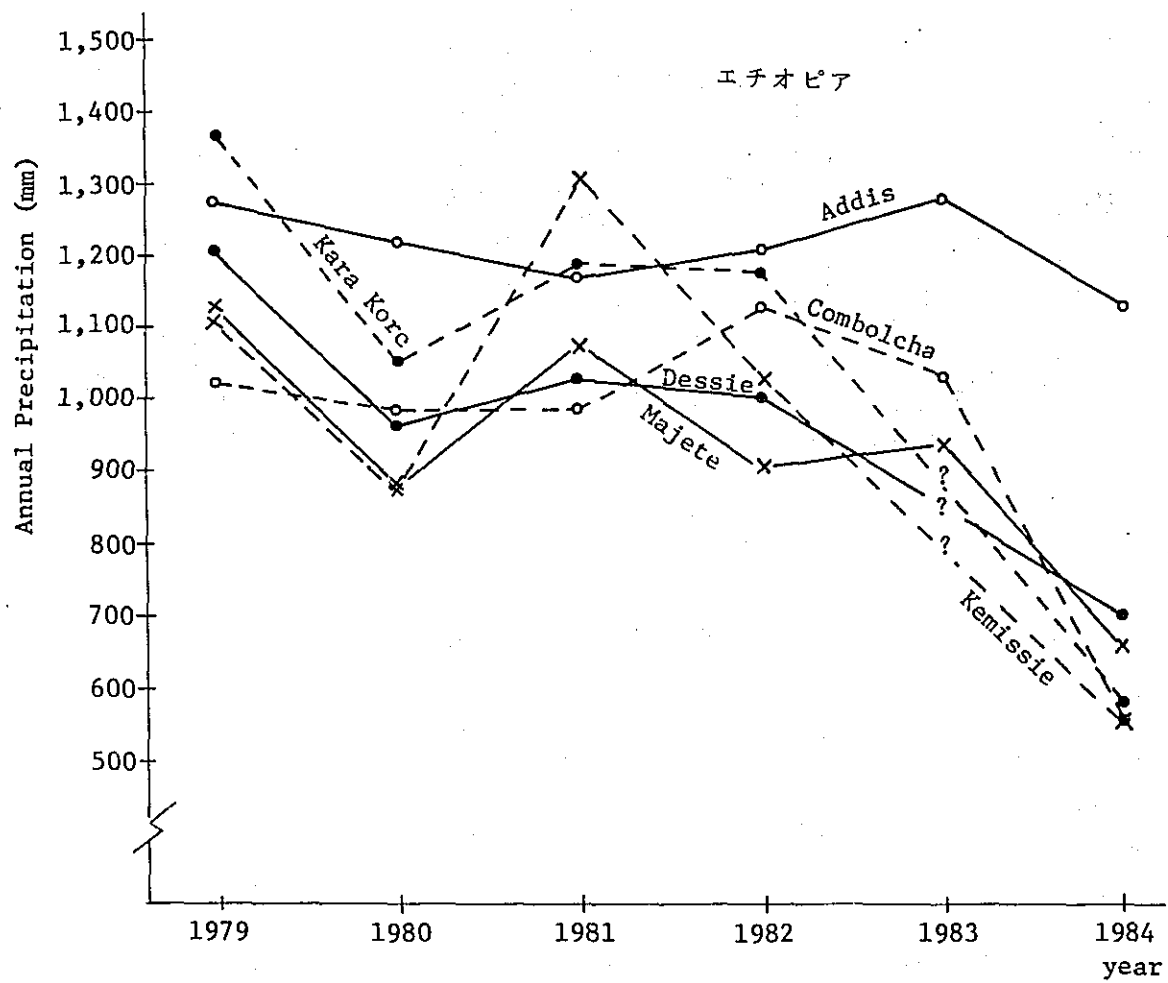
付図5-2 エチオピアの地質図



付図5-3 降水量の分布



付図5-4 各地区の降水量、気温の変化



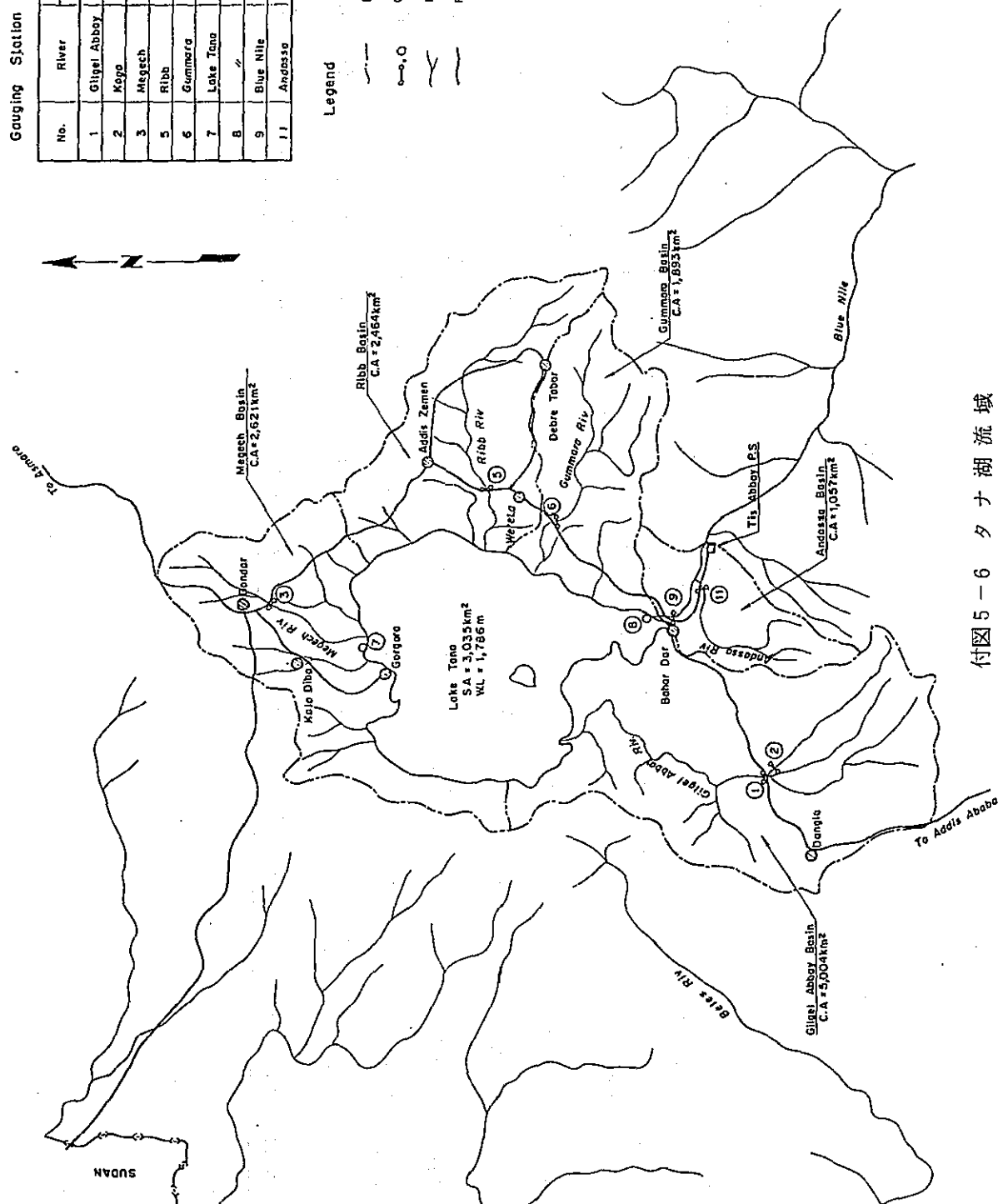
付図5-5 年間降水量の変動

Gauging Station

No.	River	Coordinates		Drainage Area (km ²)
		Lat.	Long.	
1	Gilgel Abbay	11°-20'N	37°-04'E	1,600
2	Koga			220
3	Megesh	12°-30'N	37°-26'E	519
5	Ribb	11°-58'N	37°-41'E	1,497
6	Gumma	11°-48'N	37°-37'E	1,239
7	Lake Tana			15,017
8	"			
9	Blue Nile	11°-35'N	37°-15'E	15,243
11	Andassa	10°-31'N	37°-28'E	660

Legend

- Drainage Area
- , □ Gauging Station
- ~ River
- == Road

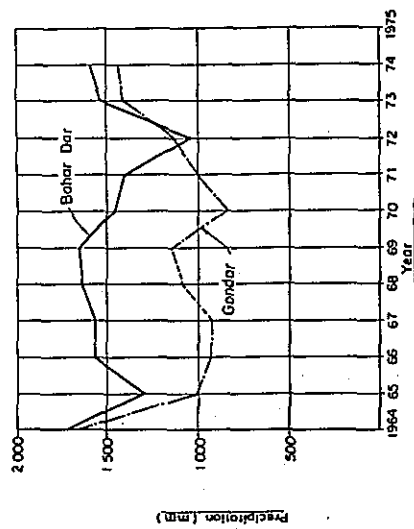


付図 5-6 タナ湖流域

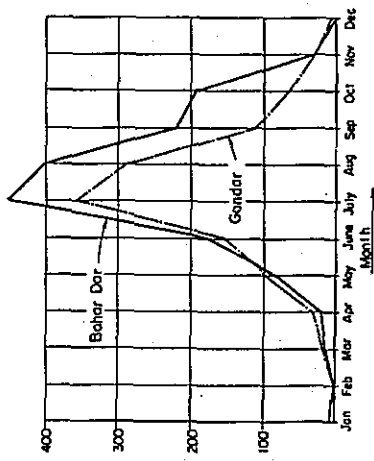
Scale : Approx. 1:1,000,000

付表 5 主要河川の平均流出量

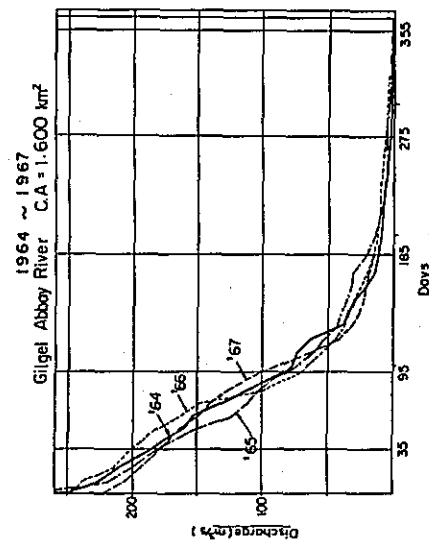
Station	River	Catchment Area (km ²)	(Unit: m ³ /s per 100 Km ²)											
			Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec. Average
No. 1	Gilgel Abbay	1,600	0.44	0.30	0.24	0.17	0.34	1.93	9.04	12.68	9.02	3.52	1.45	0.73 3.32
No. 2	Koga	220	0.60	0.50	0.42	0.36	0.39	0.68	4.85	8.58	5.65	2.54	1.30	0.90 2.23
No. 3	Megech	519	0.04	0.05	0.03	0.08	0.05	0.33	2.25	6.88	1.67	0.50	0.21	0.09 1.02
No. 5	Ribb	1,497	0.05	0.03	0.03	0.02	0.04	0.27	2.93	5.67	2.51	0.58	0.20	0.10 1.04
No. 6	Gummara	1,239	0.14	0.09	0.06	0.05	0.10	0.33	4.77	10.04	6.37	2.02	0.65	0.29 2.08
No. 9	Blue Nile	15,243	0.53	0.38	0.21	0.12	0.07	0.06	0.21	1.12	2.30	1.98	1.33	0.86 0.76
No. 11	Andassa	660	0.32	0.26	0.21	0.17	0.19	0.34	2.82	4.85	2.74	1.40	0.81	0.51 1.22



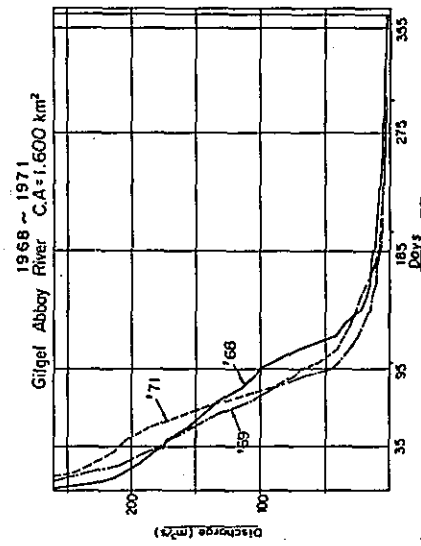
付図 5-7 年 降 雨 量



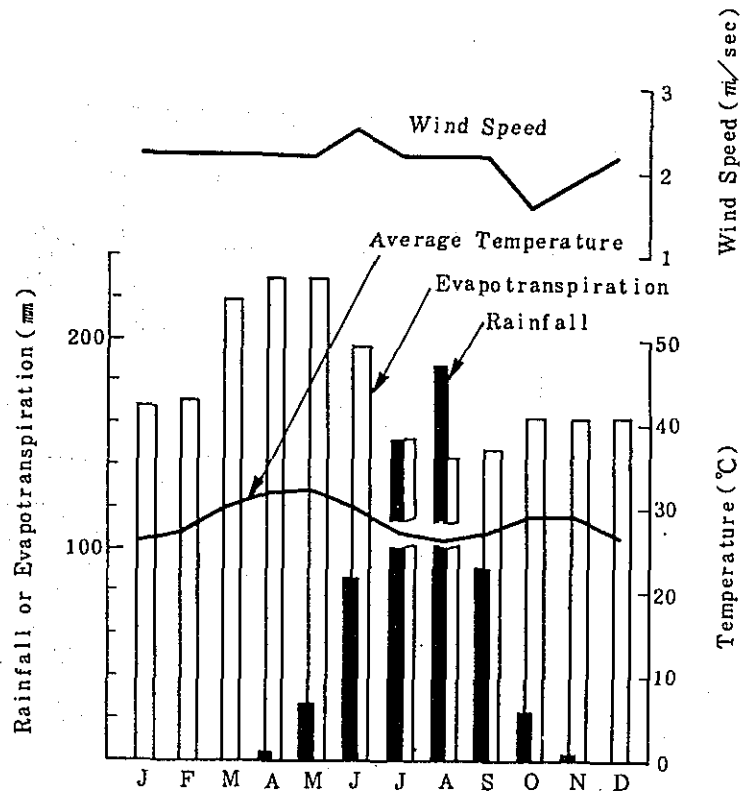
付図 5-8 月 平 均 降 雨 量



付図 5-9 流出期間曲線 (1964 ~ 1971)



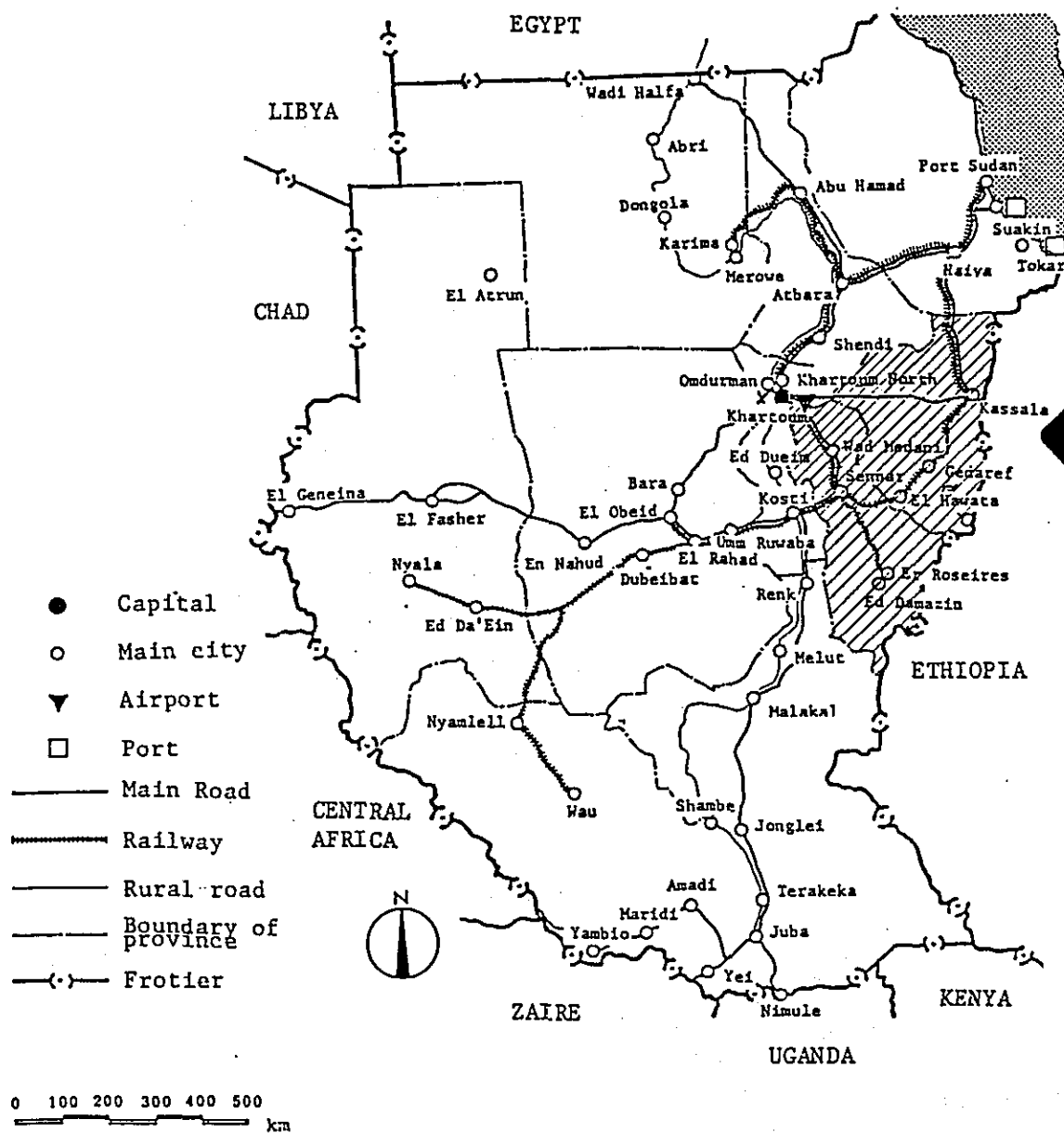
国 名	国土面積	人 口	位 置	1人当りGNP	主たる産業
スーダン	(km ²) 2,505,000	21,900 (千人) 増加率 3.1 (%)	北緯 3～23° 東経 21～39°	(^{\$}) 300	綿花、ゴマ・落花生、石油 (少し)
気象・気候				地下水の賦存	東部州 300本の井戸の資料
雨期：5～9月 (熱帯前線：3～6月北へ、8～12月南へ) 年雨量：南方に多く 1,500mm/年もある。 北へ行くと少なくなり、ほとんどの地域は乾燥となる。 ○北部乾燥又は半乾燥地帯 (北方の 1/3) 0～400mm/年 ○中央サバンナ地帯 (農耕地、かたい粘土質) 400～750 " ○南部多雨地帯 750～1,500mm/年 北部の気候 夏季 40℃を越え、冬季は氷点下となる。 砂嵐は夏に吹く。				○Gash河堆積岩 65本、深さ 100m以内 1～45 ^{m³} /時、良質の水 ○ヌビア砂岩層 92本、深さ 100～300m 2～20 ^{m³} /時 ○玄武岩層 58本、300mをこえるものあり 2～20 ^{m³} /時 ○Gash河の沖積層 深さ 30～70m、巾 15km→6億 ^{m³} の地下水賦存、 この 13%が揚水可能	
地 形				水利利用の現況と将来計画	
○ナイル河水系に広がる平原地帯が国土の大部分 ○東部南部は最高 3,089mの山を有する山地部 ○白ナイル河の水源はビクトリア湖、すぐ下流に大湿原あり ○エチオピアに発する青ナイルとハルツームで合流 東部州 (10,000 km ²) 大半は 400～500m 中位平坦部 東縁部は山岳地帯 南東部は 3,000m をこえるアビシニア高原				東部州 ○人口 150万人中 110万人は農村人口 カサラ市 (16万人) は地下水利用 他の都市 (ゲダレフ 15万人他) は表流水 10～60 ^ℓ /日/人 ○給水量 (現況) 最 高 35～40 ^ℓ /日/人 最 低 2～3 " 難民キャンプ 5～15 " ○計画給水量 (無償協力の設計条件) 水源のみ 10 ^ℓ /日/人 配水管を有するもの 50～100 " 共同水栓によるもの 15～30 " 大型家畜 27 " 小型家畜 7 "	
地 質					
東部州の地質 (○印は地下水豊富) 1. 先カンブリア基盤岩類：変成作用をうけた火成岩類 (ゲダレフ地域) 不透水性で地下水は期待出来ない。 ② 中世代ヌビア砂岩類：白亜期、アフリカ各地にあり、滞水層となり、 良質の地下水、100～300mの層厚、170～850 ^{m³} /日/井揚水 3. 熱帯性含鉄土壌 ④ 第3紀玄武岩：塩基性熔岩。黒色粘質土におおわれる。 きれつ多く、不圧地下水あり、110 ^{m³} /時/井、地下水豊富 5. 第4紀黒色粘土質：Black cotton soil…乾燥ひびわれ ⑥ 新生堆積物：Gash河、Atbara河の堆積物 層厚 30～70m、500～1,000 ^{m³} /日/井					
河川と流量				そ の 他	
ナイル河 年平均流出量 1,190億 ^{m³} 内、蒸発 (アスワンダム湖沼等) 450億 ^{m³} 流出量 740億 ^{m³} → 内/85億 ^{m³} がスーダン配分量 半分が農業用水に使用 白ナイル上流マラカル地点 (エド・ドウエイムの南 450km) 1/10 渇水年：220～267億 ^{m³} 1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月 計 15 12 12 11 12 17 22 25 26 29 27 12 220				エジプトとの協定 ↓ ↓ ↓	



付図 6-1 ゲダレフにおける気象統計図

付表 6-1 月間平均降雨量 (mm)

Station	Approximate Location		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Year
	Longi-tude	Lati-tude													
1. Wadi Halfa	31°E	22°N							2			1			3
2. Merowa	32°E	18°N						2	7	15	4	2			30
3. Khartoum	33°E	16°N				1	5	7	48	72	27	4			164
4. Kassala	37°E	16°N			2	5	14	27	100	124	60	7	2		341
5. Al Fasher	25°E	13°N				1	10	13	89	133	36	5			287
6. Kosti	32°E	13°N				4	18	47	111	143	60	22	2		407
7. Al Rosieres	35°E	12°N				15	60	125	183	218	153	30	5		789
8. Raga	26°E	8°N	1	1	15	56	150	165	223	254	192	78	10	1	1146
9. Yubo	28°E	6°N	5	23	63	102	187	220	169	212	234	170	51	15	1451



付図 6-2 東部州カサラ地区の井戸掘削

[illegible]

Scale 1 : 1,000,000

DRAWN & PRINTED BY SUOAN SURVEY DEPT KHARJIANH

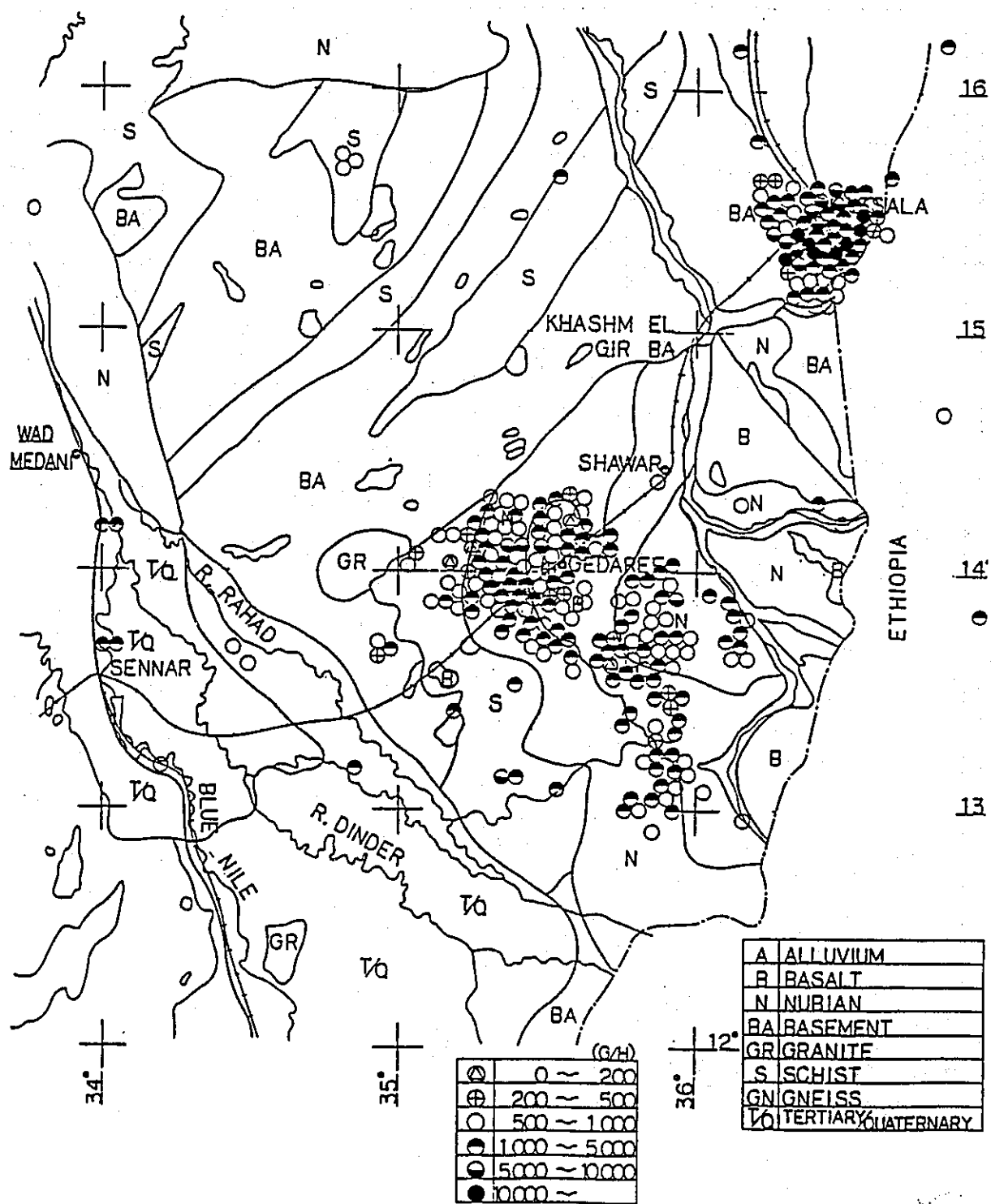
NEW EDITION 1965

Page No 5 710

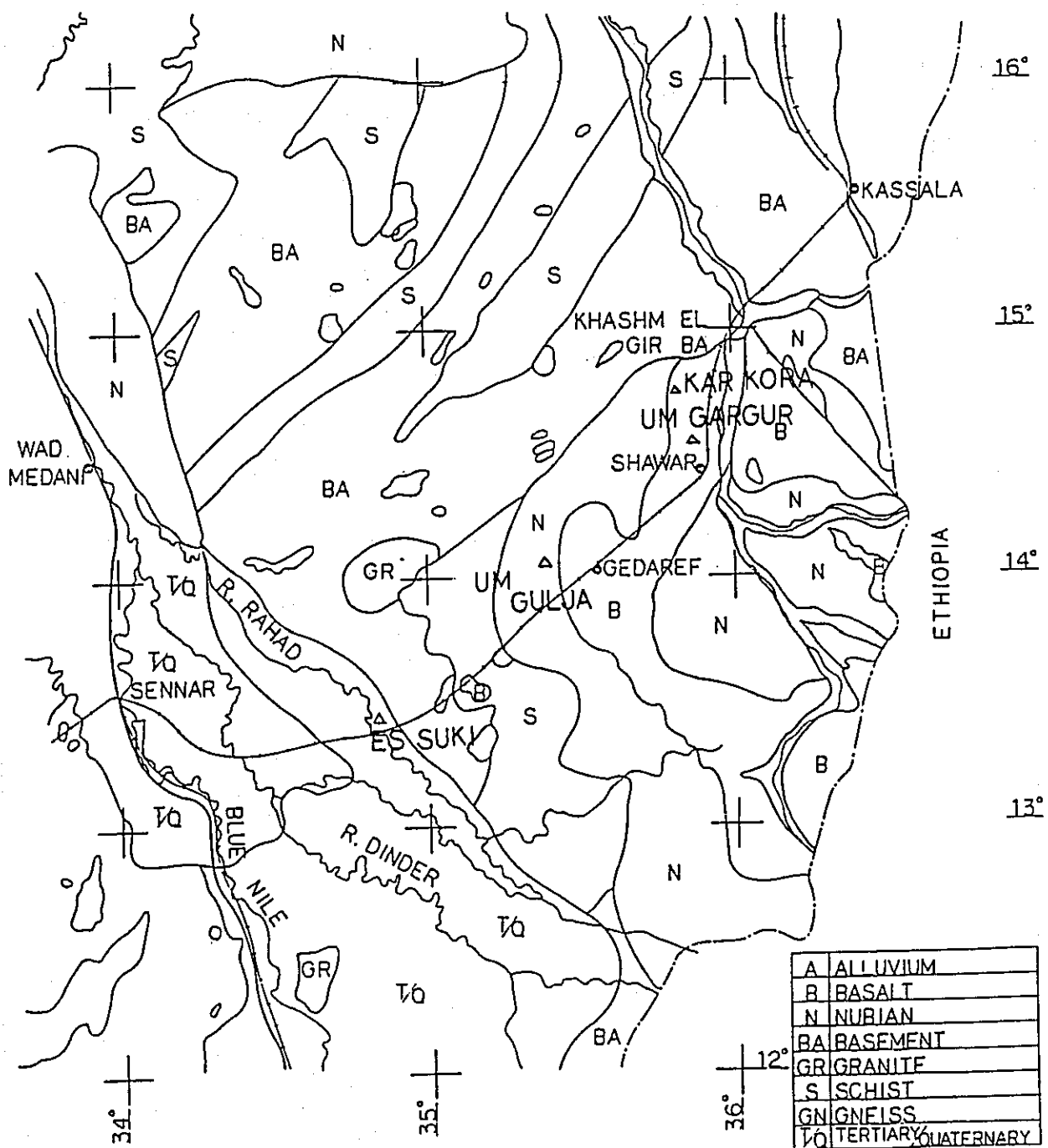
REFERENCE

International Boundary
 Political Boundary
 Railroad
 Topography
 Other named natural land

- 91 -

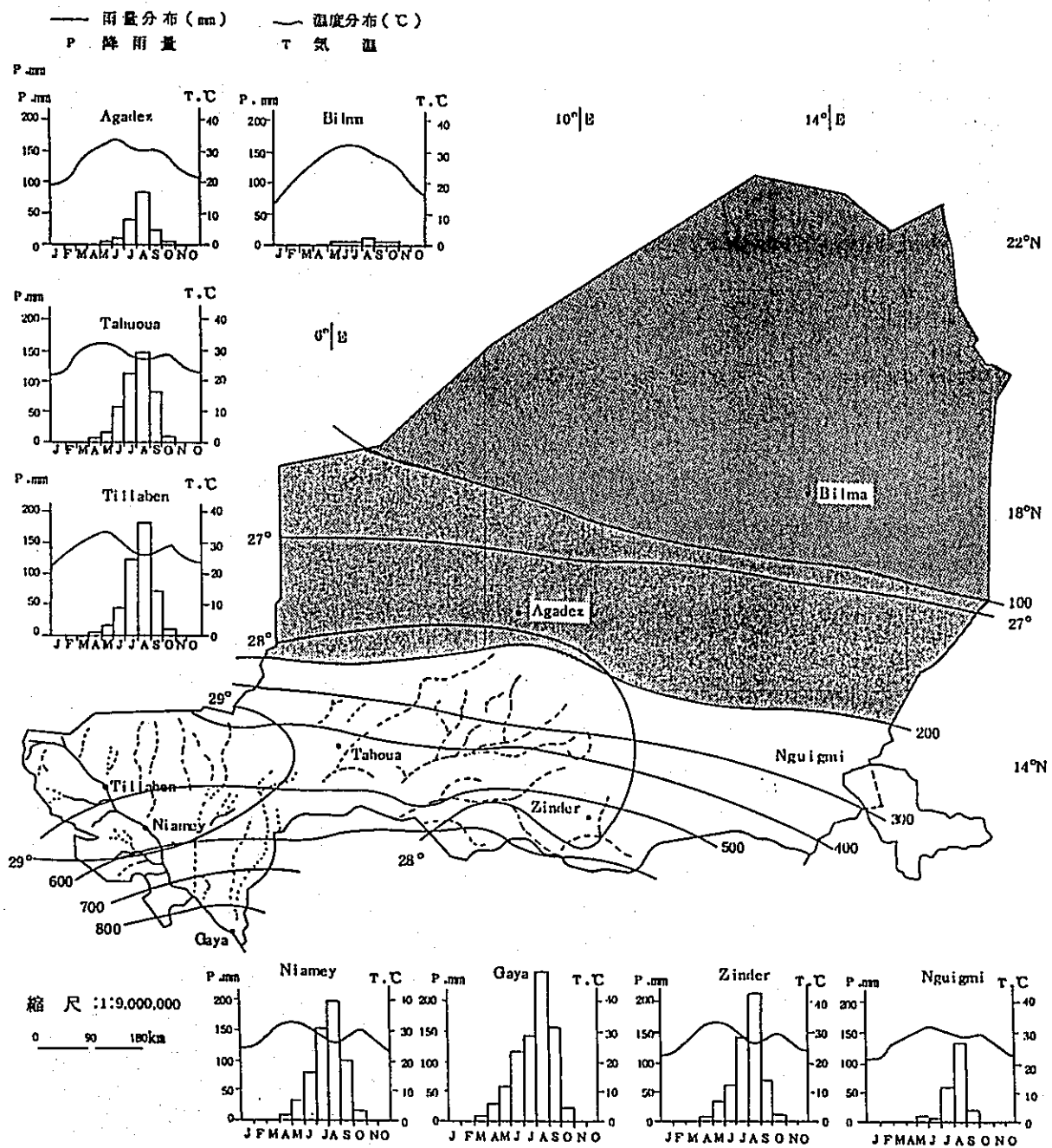


付図 6-4 井戸位置図



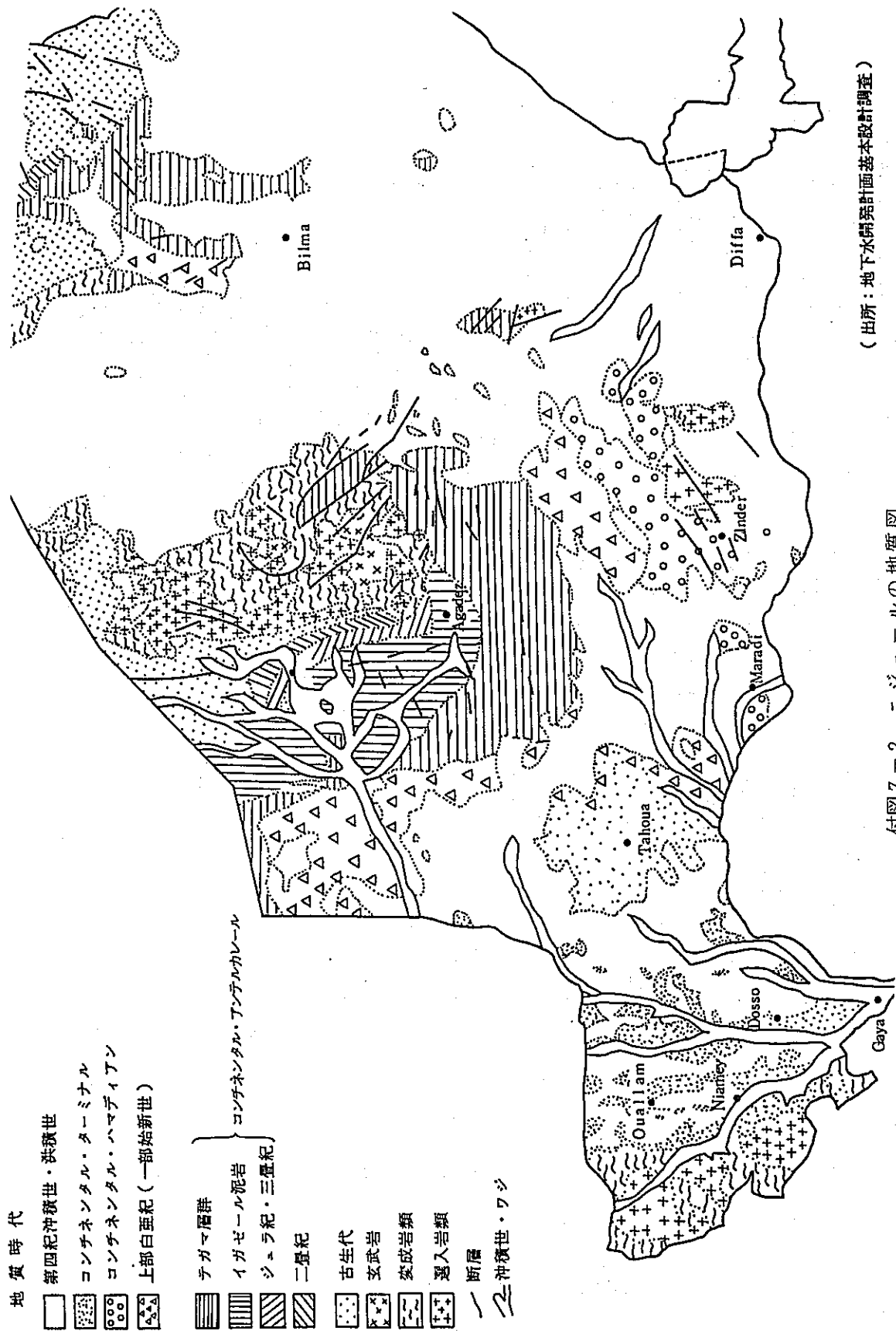
付図6-5 スーダン東部の地質図

国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業
ニジェール	(km ²) 1,267,000	5,900 (千人) 増加率 2.7 (%)	北緯 12~23° 東経 0~15°	($\text{\$}$) 300	ピーナッツ, ウラン鉱
気象・気候			地下水の賦存		
<u>気候の分類</u> <u>雨期</u> 6月~9月 <u>年雨量</u> (降水量は近年減少している) 南部, ニジェール河付近 700 mm/年 北部 200 mm以下 最北部 0 <u>気候</u> 1~2月の気団(乾期) 北東の季節風がサハラ方面より, ハルマタンをもたらす。 7~8月の気団(雨期) 南西の風が象牙海岸より雨をもたらす。			① 砂漠型気候 ② 北サヘル性 350mm以下 ③ 南サヘル性 350~700 mm ④ 南スーダン性(最南部) 750 mm以上 ①基盤の滞水層……一般に3 m ³ /日/井 少量の地下水(裂か水)の可能性あり ②堆積盆地の滞水層 古生層, アイール地方の西部……深い地下水(5層) コンチネンタル, アンテルカレール層……盆地の中央部で自噴(アガデス及びテガマ砂岩層) ③コンチネンタル, ターミナル層……自由地下水, 被圧水 20~600 PPMの塩分 ④第四紀滞水層……浅井戸として全地域にあり		
地形			水利利用の現況と将来計画		
①アイール山塊(E.L. 700~800 m), 高地と北東部高原台地(1,000 mウラン鉱産地) ②サハラ低地帯 ③南部の低い台地 ○降雨量の少ない北部では砂地で, 谷や砂丘を形成, 時にはラテライトの広い台地または谷底平野 ○国土の大半は E.L. 300 m程度の台地 <u>水圏地形</u> ①河水のない化石化した河川痕跡の地域 ②内陸水系, 雨期のみ流水あるも消滅水路 ③ニジェール河川周辺地			<u>ニジェール河のかんがい</u> かんがい面積 24,000 ha かんがい水量 7.2 億m ³ /年 海水地域(Flood Recession Area) 50,000 ha 同地域の水利用 7.5 億m ³ /年 <u>ニジェールの土地利用</u> 農耕地 3,806 千ha 天水耕地 3,771 かんがい 35 休閑・牧草地 9,250 森林 600 その他 1,620 計 15,276 千ha		
地質					
<u>ニアメ県の地質</u> 白亜紀の砂岩を基盤とし, その上に, 古第三紀層の砂岩と粘板岩の互層(コンチネンタルターミナル)……自由地下水と被圧地下水 地表部に, 第四紀層や化石砂丘が分布……浅所に自由地下水					
河川と流量			その他		
<u>蒸発量</u> 2,500 mm/年 1月 278 7月 118 2月 253 8月 102 3月 315 9月 107 4月 295 10月 185 5月 217 11月 214 6月 175 12月 189			都市人口 17% → 降雨量 350 mm/年以上のところに集中 地方村落定住 70% 遊牧民 13%		



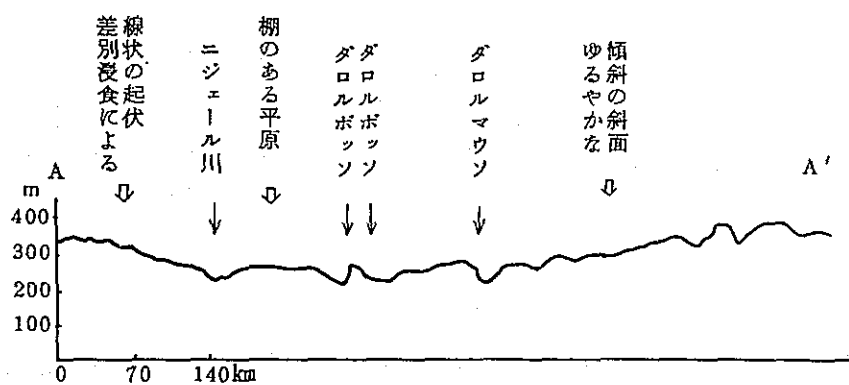
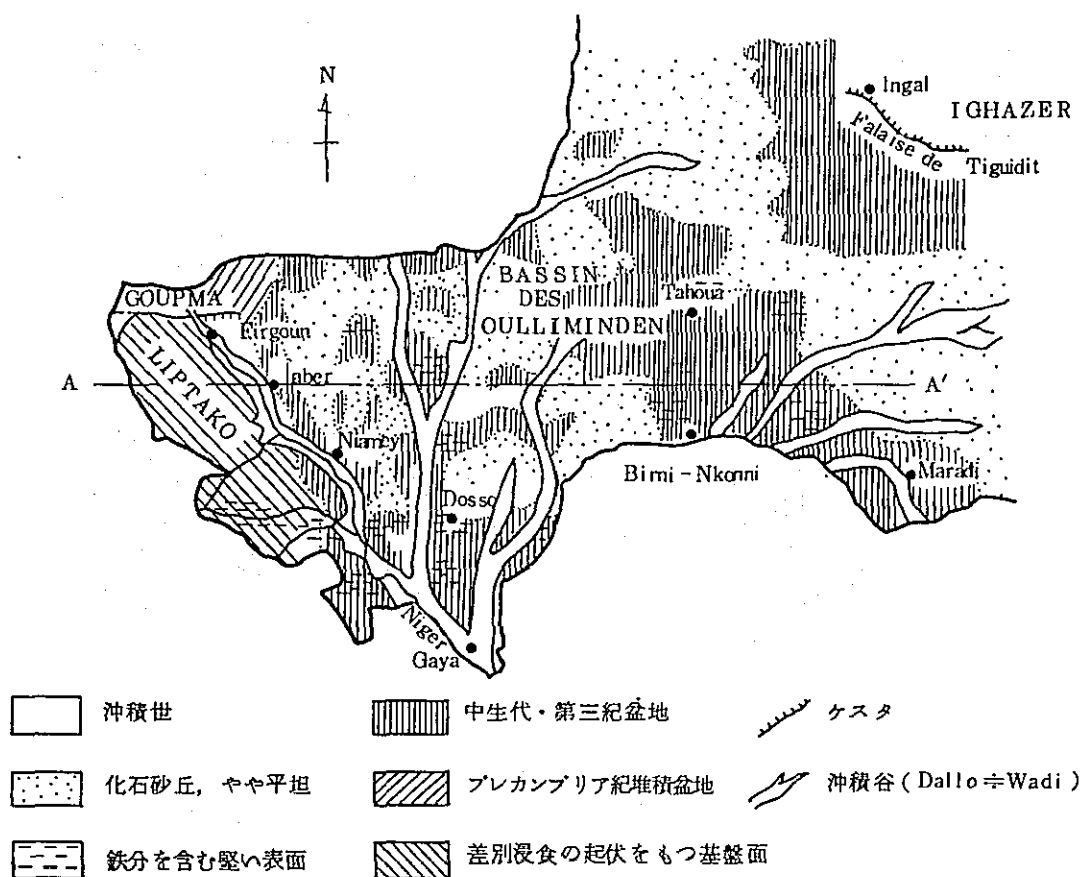
(出所: Jeune les Atlas Afrique-Atlas du Niger)

付図 7 - 1 年間の月平均降雨と温度



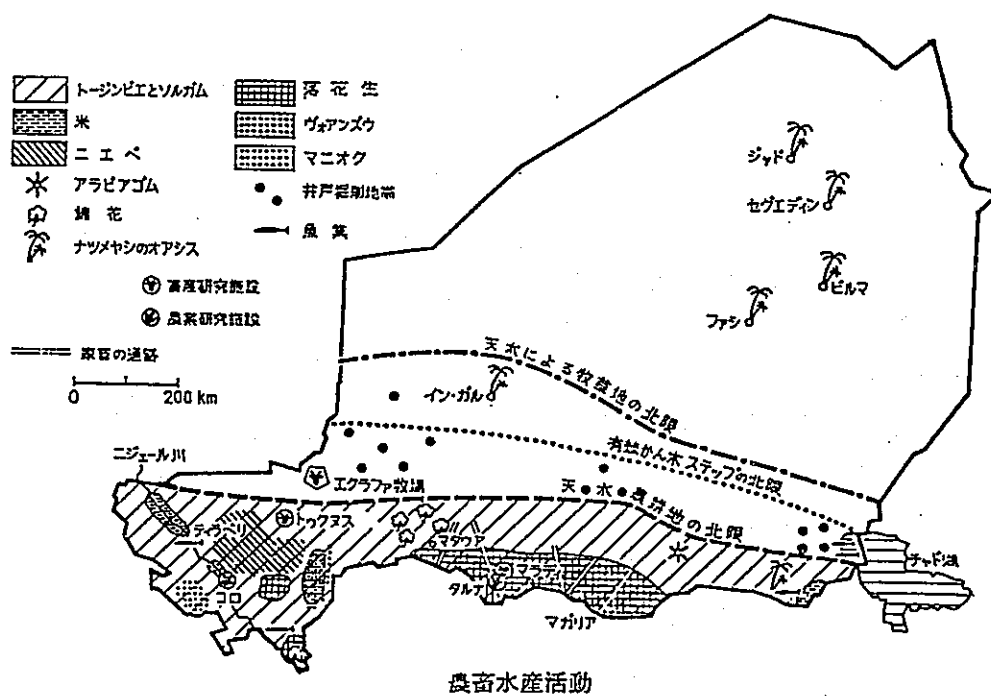
(出所：地下水開発計画基本設計調査)

付図7-2 ニジェールの地質図

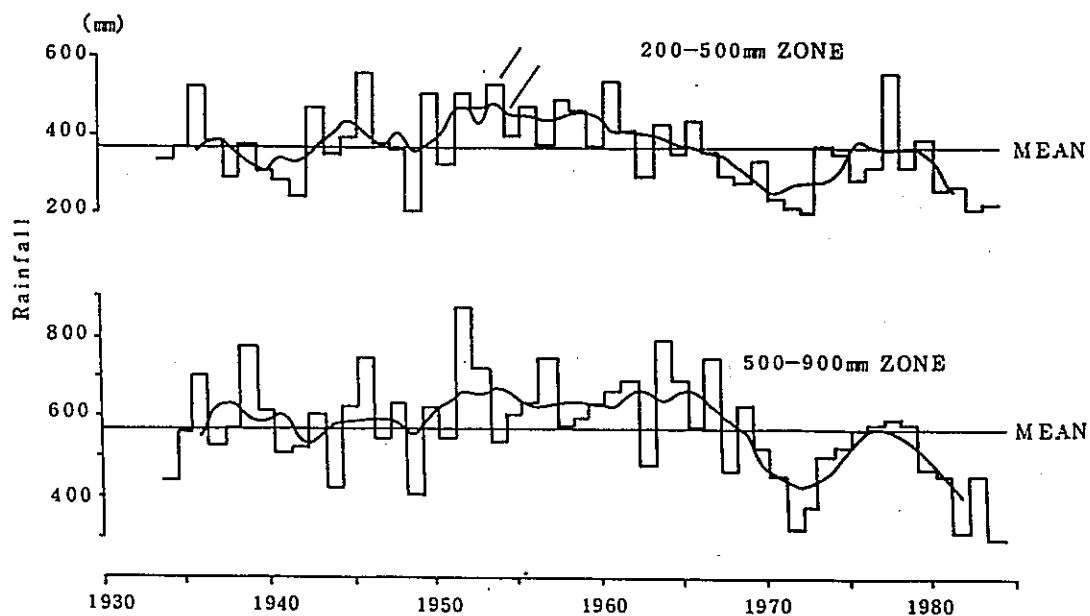


(出所：地下水開発計画基本設計調査)

付図7-3 地形分類図



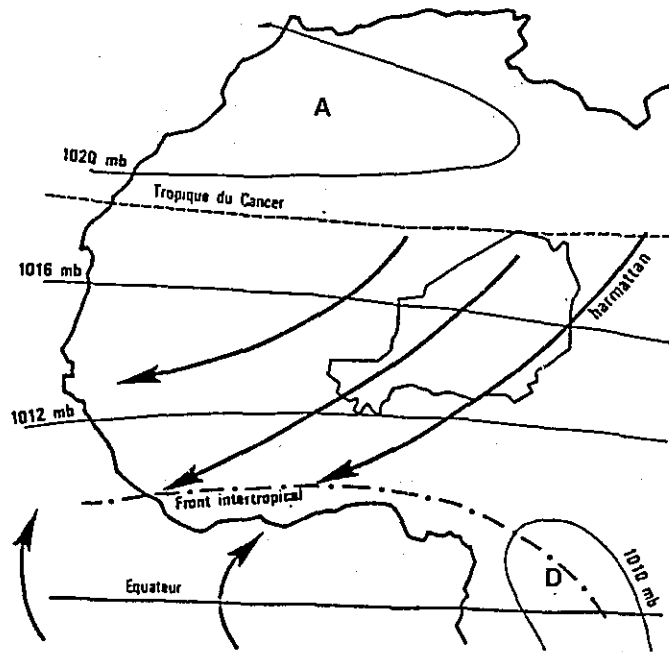
付図 7-4 ニジェールにおける農畜水産活動分布図
(出所: クセジュ "ニジェール")



付図 7-5 ニジェールにおける 50 年間の降水量の推移

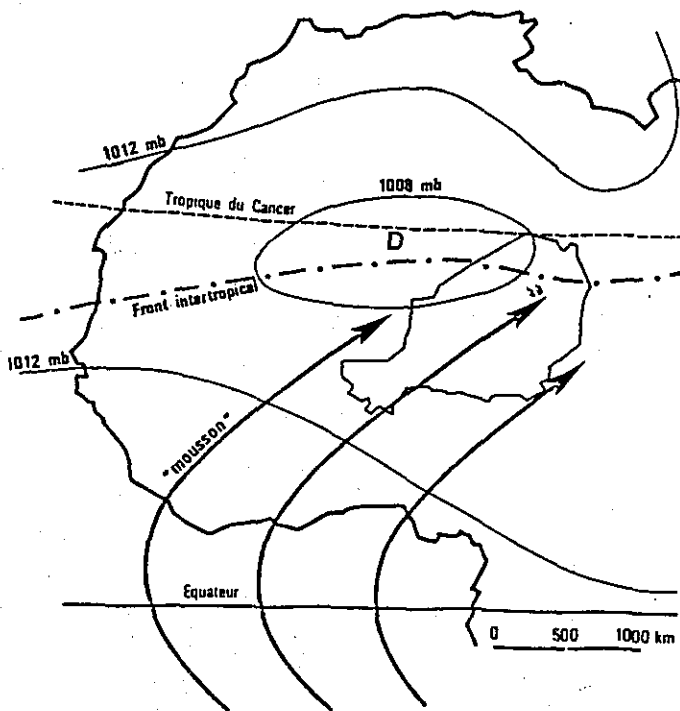
1) 1～2月の気団（乾季）

北東の季節風がサハラ方面から吹き、この風がサハラの砂を運びハルマッタと呼ばれる砂嵐をもたらす。



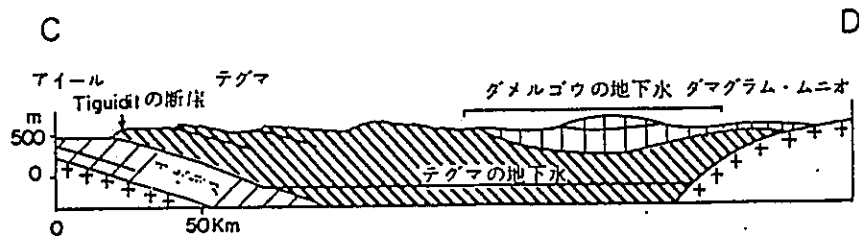
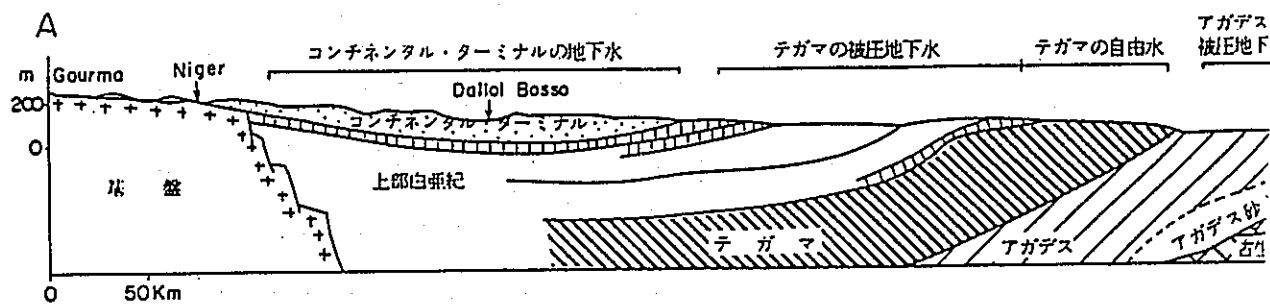
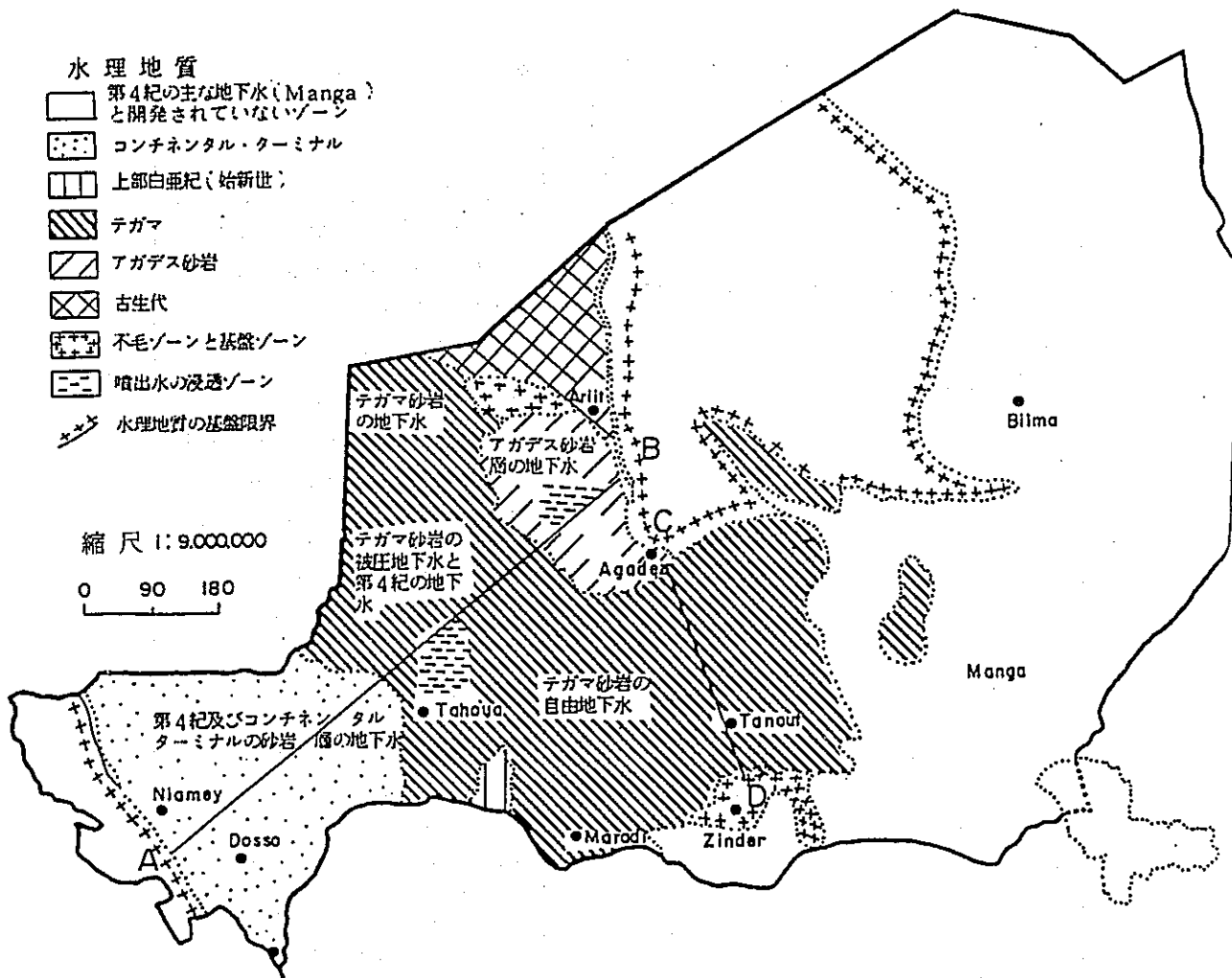
2) 7～8月の気団（雨季）

南西の季節風が象牙海岸からふく。この風が雨をもたらす。雨期を運ぶ大事な気圧配置である。



（出所：Atlas Jeune Afrique
— Atlas du Niger）

付図7-6 西アフリカにおける気団の季節的变化

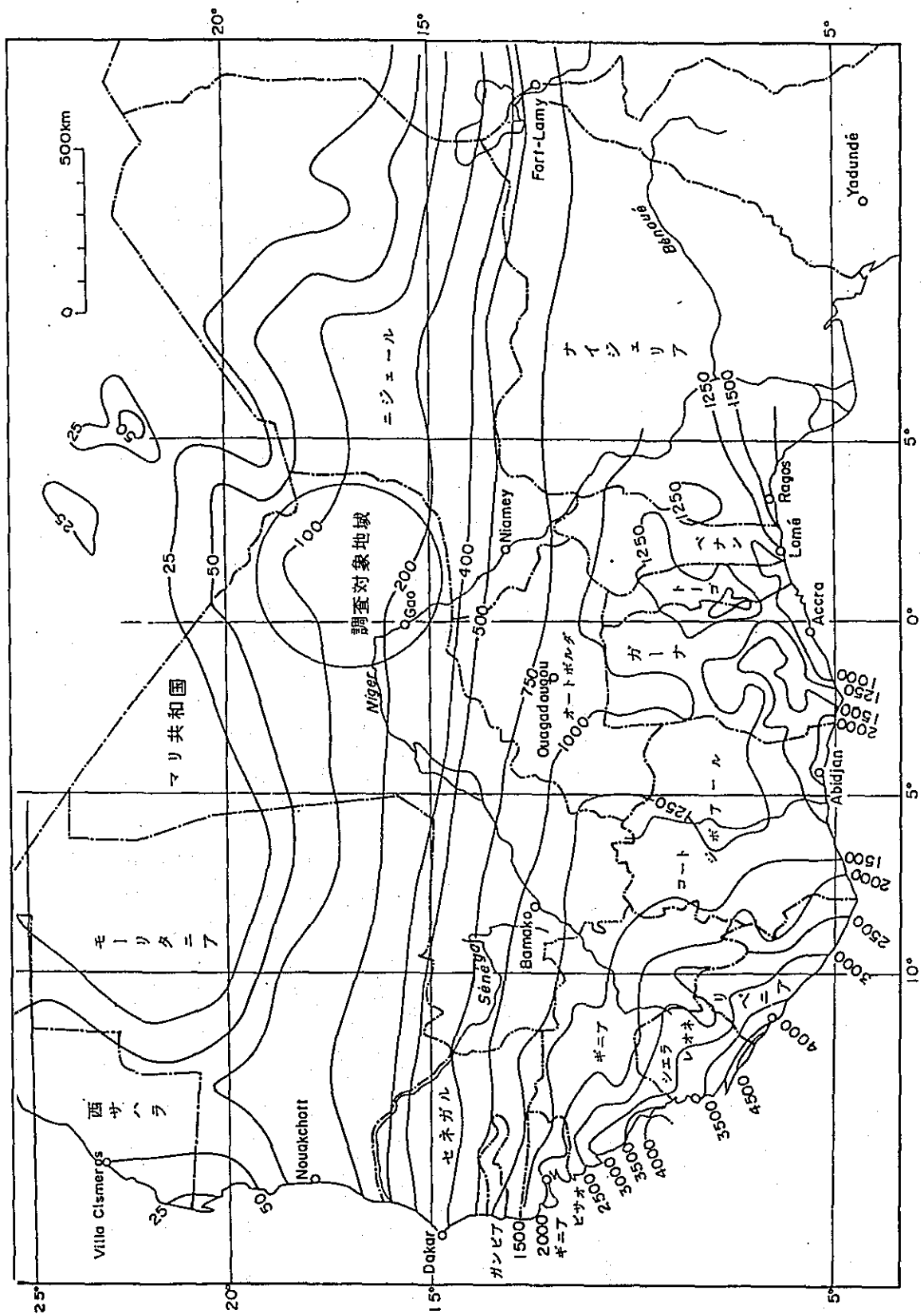


付図7-8 水 理 地 質

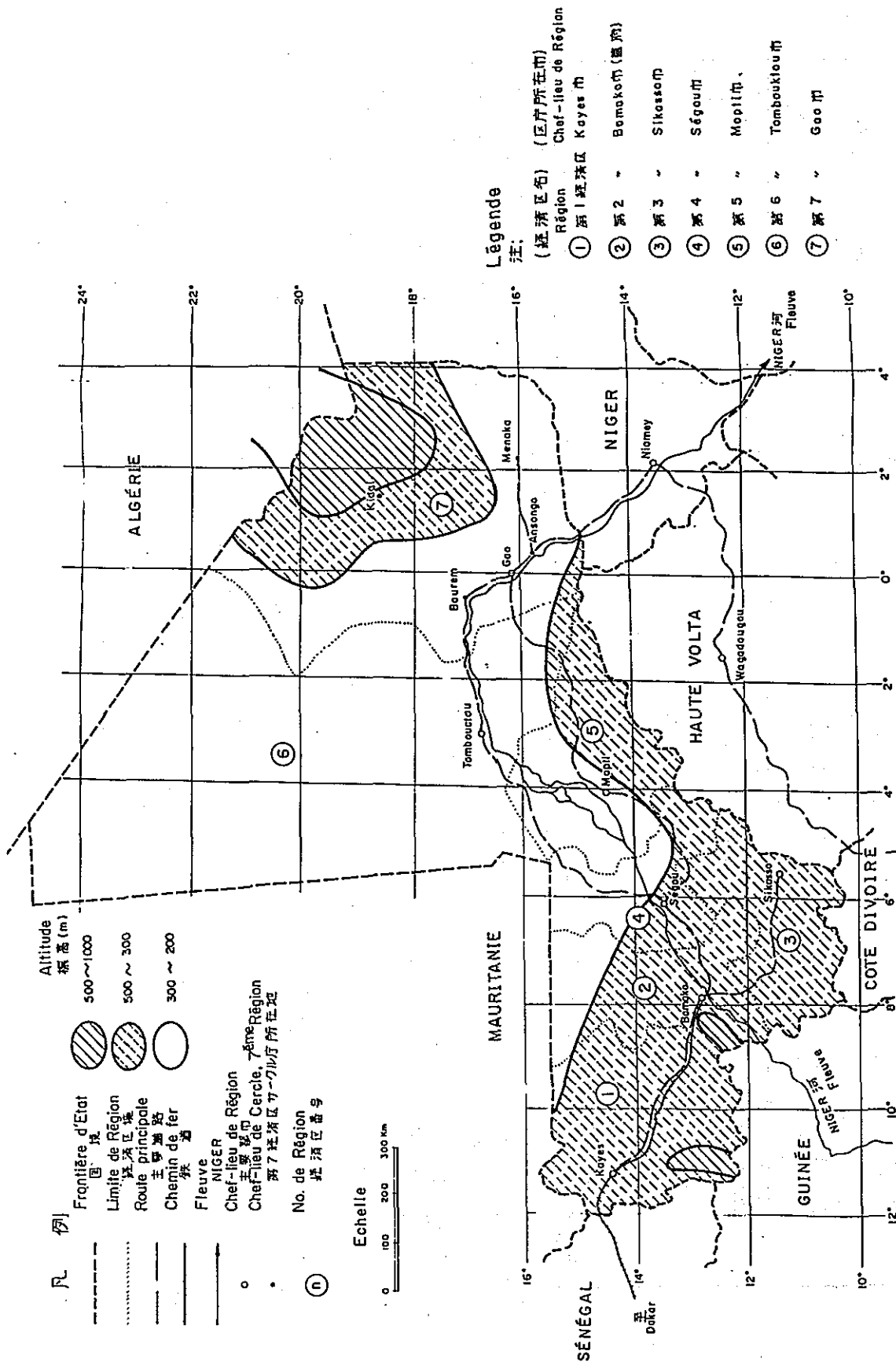
付表7 井戸概要

区 分	小 区 分	採水層	分布地	備 考
浅井戸 (Puits) 人力掘削	伝統井戸	自由水主体	全国各地	径φ0.8~2.0m, 掘削深度4~57m 茶掘りのため、上部砂層が崩壊するので補修管理を必要とする。 掘削深度不足のため、水枯れがある。
	OFEDES型の井戸	"	"	径φ1.8m, 最大掘削深度102.4m, 鉄筋コンクリート枠製であるので、耐久性は高く、井戸の主流となっている。 硬岩の場合はビック掘りを併用している。
深井戸 (Forage) ボーリング 機械掘削	自噴井戸	被圧水	ドゴンドッチからギャにかけたのダロルマウリ	水理地質上から局部的に分布しており、水量は豊富であり、余剰水は農業用水として利用している。 掘削深度200m以内
	足踏みポンプ	自由水	蒸盆地帯 チラベリ郡 テラ郡 サイ郡	水頭位の高い井戸で、水量的には期待できない。 労力低減、衛生的な井戸である。 故障した場合は修理が大変である。
	汲み出し井戸 Puits + Forage	被圧水	アガデス県 ディファ県	湧水のない浅井戸で、下層の被圧地下水を深井戸により導水する井戸。 実施例は少ないが1980 12 ドッソ、マウア県 26カ所施工中(スイス計画)
	ポンプアップ	被圧水	クリマンデン盆地全体	径φ9 $\frac{3}{8}$ " , 深度50~730m 北部、東部地域に深いものが多い。 ポンプステーション 水量は多く、都市及び遊牧民が主体となっている。

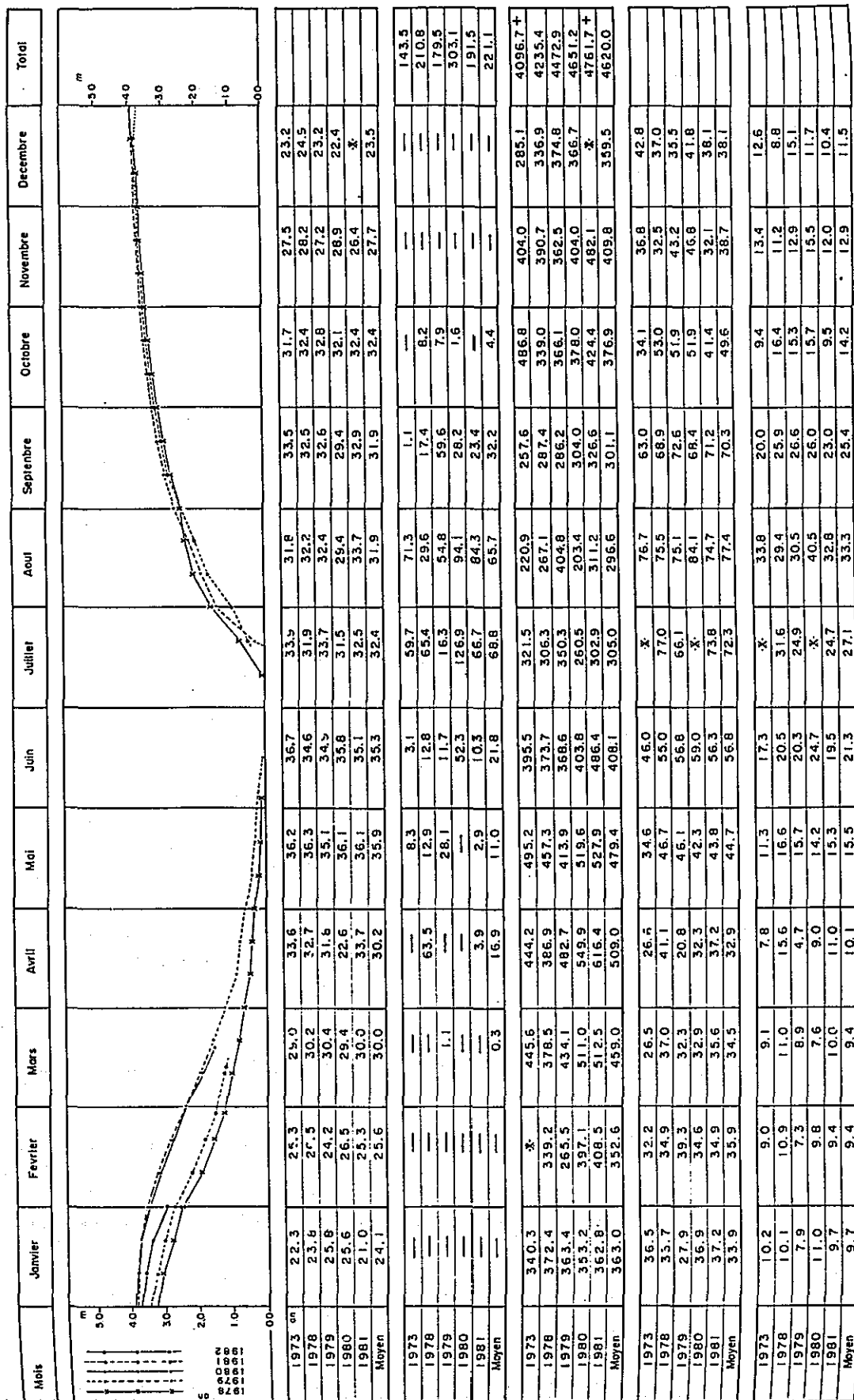
国 名	国土面積	人 口	位 置	1人当りGNP	主たる産業
マ リ	(km ²) 1,240,000	7,800 (千人) 増加率 (%)	北緯 10~24° 西 12° 経 度 ~東40°	($\text{\$}$) 200	綿花, 落花生, トーモロコシ, 牧畜
気象・気候				地下水の賦存	
雨期 6~10月 降雨量 南部 500~1,500 mm/年 サバンナ → 農業 北部 100~500 " サヘル → 牧畜 最北部 20~100 " 半砂漠 (中央デルタ地帯) 蒸発量 2,040 mm/年 (バギンダ地点)				自由面地下水: 第四紀層...ニジェール河沿岸 被圧地下水: 第二紀及び基盤上部の白亜紀層 深さ 100 m, 10~20 m ³ /hr の揚水 (ギダル高地の水が砂の下にもぐりガオオに出ている) 第三紀の花崗岩, 砂岩, 結晶片岩, 石灰岩 ○ガオ地溝帯の中位滞水層 (下位とともに2層の滞水層) は地表下 40~60 mにある (下位はその下 10~30 m) ○年間雨量の0.6%くらいが被圧地下水に補給されている。 深さ 50 m, 4~5 m ³ /hr の揚水	
地 形				水利用の現況と将来計画	
国土の中央を西から東へニジェール河が流れる。 北西には, 北西の方向へセネガル河が流れる。				土地利用状況 雨量 200 mm以上の利用可能地 50万 km ² うち, 耕作地 4.2% 休閑地 19 牧畜用地 60 水利用現況 地方人口 80% → 9,000 村に散在 年間に 6~8 ヶ月水不足 各村に 1 m ³ /hr の手押しポンプ用水施設 2~3 本必要 現在までの井戸の数: 1,100 本 (10%は電動, 20 台が太陽光発電) 5 ヶ年計画 (1981~85) 全国で 5,000 本 (第7経済区で 300 本)	
地 質					
第7経済区の地質 ①ガオ地溝及びその延長 ②ガオ地溝の北側の堆積岩地帯 (サミット, アネフィス) 白亜紀 ③プレーム以北の白亜紀層 ④アドラウ, ディフォラスの基盤岩地帯 ○ナイジャー河の沖積平野: 厚さ 30 m程度 基盤岩の風化帯厚さ 50 m					
河川と流量				そ の 他	
ニジェール河: (マリを通ったあと, ニジェール, ナイジェリアへ) ○延長 4,160 km, 流域面積 2,092千 km ² ○洪水量 (ソトバ北地点) 10 年確率, 5,900 m ³ /sec 支川サンガニ河 A = 117千 km ² (ダム完成前 6,700) ○流量 (2~3 月が最低, 9 月が最大) (支川サンガニ河) ダム完成後 1 月 341 m ³ /sec 5 月 339 9 月 3,750 2 月 198 6 月 794 10 月 2,790 3 月 208 7 月 1,414 11 月 1,359 4 月 249 8 月 2,171 12 月 635				地下水位は, 本来等高線図で描かれるが, 等深度線図も, 井戸の深さをきめるのには都合の良いものである。	



付図 8-1 西アフリカ年間降雨量分布図 等量線単位: mm/年



付図8-2 Carte, République du Mali
マリ共和国経済区域位置図



* : Il n'y a pas de la inscription des documents
<Moyen> est calculé sans <X> et les valeurs des 1973 antérieures

付図 8-3 Niveau du fleuve Niger et la climature de Gao

付表 8-1 計画地区の土壌及び土地分級

土 壌 名	土 性	開 発 適 度	面 積 (ha)	面 積 比 (%)
① 洪積世沖積土 (低平地)	塩質-砂質塩土	最適-適	2200	49
② 新生崩積土 (扇状地)	塩質-塩質砂土	適 ^{L₁}	1390	31
小 計			3590 ^{ha}	80 [%]
③ 新生崩積土 (扇状地)	礫土(浅層土)	不適	480	11
④ 新生沖積土 (支川の自然堤防)	塩質-塩質砂土	やや適 ^{L₂}	280	6
⑤ 新生沖積土 (ニジェール河の 自然堤防)	微砂質塩土	適 ^{L₃}	150	3
小 計			910 ^{ha}	20 [%]
合 計			4500 ^{ha}	100 [%]

L₁ : 一部の約500 ha は、塩質砂土で水田には不適だが、草地には適する。

L₂ : 水田に不適。

L₃ : 水田に適するが、地形的に逆勾配のため、かんがい困難。

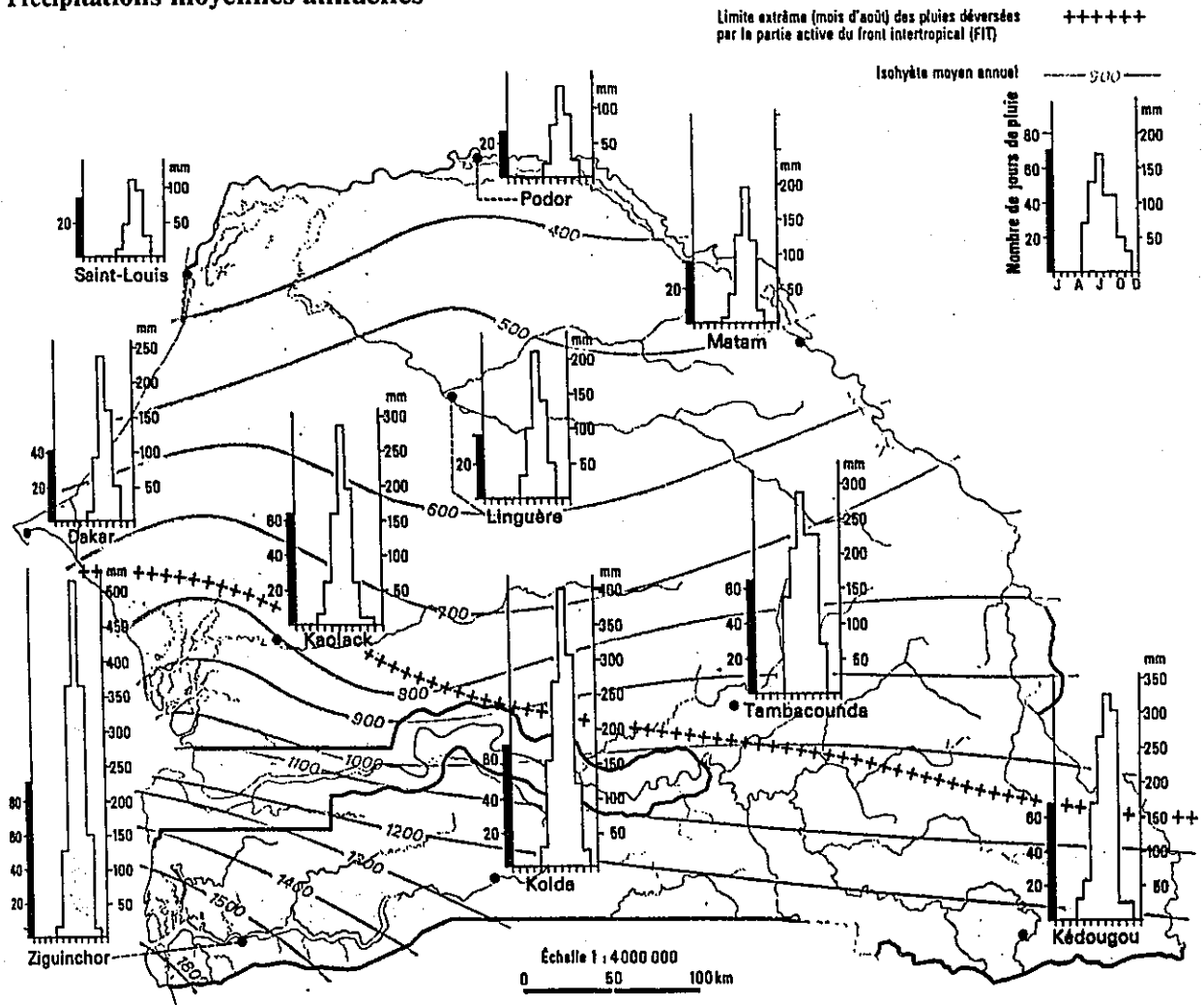
付表 8-2 バマコの気象

(観測記録)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年平均
気 温 (1955~1980)													
月 平 均 (℃)	25.1	27.7	30.1	31.9	31.6	29.2	26.9	26.3	26.7	27.7	26.4	25.1	27.9
月 最 高 (℃)	33.7	36.2	38.2	38.9	37.9	35.0	31.8	30.9	31.8	34.3	34.7	33.8	34.8
月 最 低 (℃)	16.5	19.2	22.3	24.8	25.2	23.3	22.1	21.7	21.5	21.2	18.0	16.4	21.0
雨 量 (1919~1979)													
月 平 均 (mm)	0.6	0.3	3.4	18.9	63.8	140.9	244.4	315.9	218.1	65.6	9.3	0.6	1081.8 (年合計)
蒸 発 量 (1915~1980)													
月 平 均 (mm)	235.6	254.8	297.6	264.0	201.5	123.0	74.4	52.7	57.0	102.3	165.0	204.6	2032.5 (年合計)
相 対 湿 度 (1955~1980)													
月 平 均 (%)	33.3	28.4	30.9	39.5	53.7	67.0	76.8	80.5	78.1	67.6	50.6	39.7	53.8
日 照 時 間 (1955~1980)													
日 平 均 (時間)	3.9	9.2	8.9	8.4	8.0	8.1	7.0	6.2	7.2	8.0	8.9	8.5	8.1
風 速 (1955~1976)													
日 平 均 (m/sec)	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	2.7	2.4	2.2	1.8	1.8	2.0	2.3	2.4

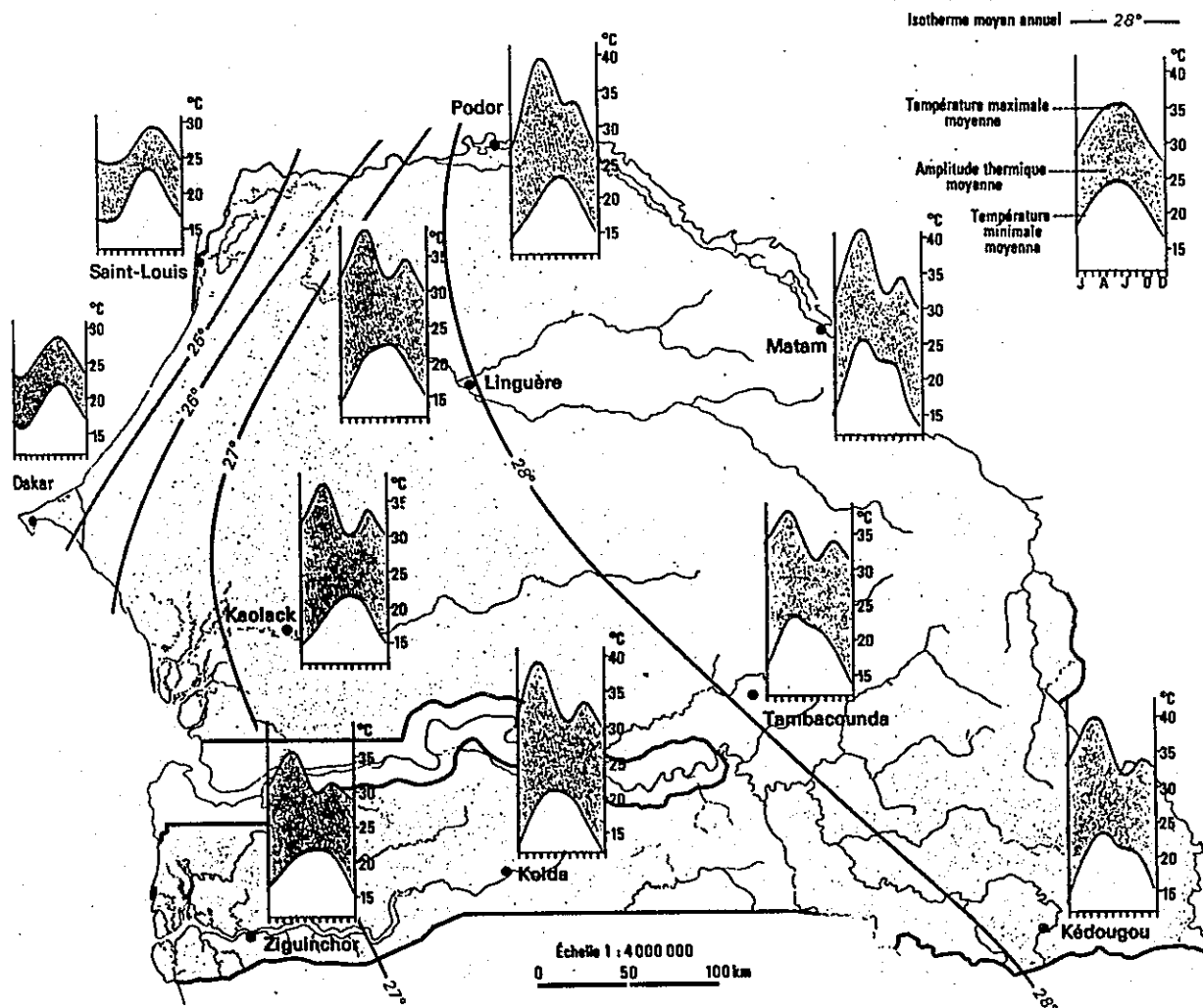
国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業																				
セネガル	(km ²) 196,000	6,800 (千人) 増加率 2.9 (%)	北緯 13~16° 西経 11~16°	($\text{\$}$) 420	磷鉱石, 落花生 (全耕地の半分以上) 漁業																				
気象・気候				地下水の賦存																					
<u>雨 期</u> 6月~10月 <u>降雨量</u> 南西部 1,000~1,700 mm/年 熱帯雨林 北西部 (Theis州) 600~800 サバンナ 北部 (Louga州) 400 程度 半砂漠 <u>気 候</u> 雨期 南東の湿った風, 湿度高く, 気温 30℃ 乾期 北西から, カナリヤ寒流の冷たい風, 気温 13℃ <u>蒸発量</u> 2,000 mm/年 (最高 4,000 m, 海岸線で 1,500 mm/年)				○第四紀沖積統: 河谷内, 河床部を占める沖積層 不圧地下水が雨期にかん養される ○第三紀始新世インプレシアン統: シルト岩ないし泥灰岩で構成され, 地下水開発困難 ○中生代白亜紀メストリチエン統: 砂岩, 地下水開発は容易で質も良い ○大陸縁辺統 (第三紀中新世~鮮新世): 有力な帯水層あり																					
地 形				水利用の現況と将来計画																					
○南東部: 砂岩質の高原 (581 m 最高), 礫質の土壤 周辺は先カンブリア系の低地 ○北西部: 中世代から第三紀にかけての堆積盆地 ○セネガル河谷: 5,500 年前の最後の海侵で出来た巾 20 km に及ぶ堆積土地域 ○海岸地帯: 平坦で砂丘からなる。カップヴェール半島のみ岩壁がある。				<u>水使用量</u> <table><tr><td></td><td>現 況</td><td>計 画</td></tr><tr><td>住民</td><td>15~30 ℓ/日/人</td><td>40 ℓ/日/人</td></tr><tr><td>家畜</td><td>20~25 ℓ/日/頭</td><td>30 ℓ/日/頭</td></tr></table> <u>水開発の展望</u> 河川域, 湖沼に雨期の水を涵養 地下水は深井戸で化石地下水を上げているが, これには限度がある。			現 況	計 画	住民	15~30 ℓ/日/人	40 ℓ/日/人	家畜	20~25 ℓ/日/頭	30 ℓ/日/頭											
	現 況	計 画																							
住民	15~30 ℓ/日/人	40 ℓ/日/人																							
家畜	20~25 ℓ/日/頭	30 ℓ/日/頭																							
地 質																									
東 縁 部: 先カンブリア, 古生層 中 央 部: 第三紀系, 下に白亜紀 北部海岸: 第四紀系砂丘 半島先端: 新成代火山 河川流域: 沖積層 <u>チャゴ地域 (ギエール湖の東岸)</u> ①東方に第三紀始新世, インプレシアン統が分布 ②西側に, 第四紀沖積統 (河成) が分布 ③北東寄りに, 大陸縁辺統が楔状に入る, 地下深部に白亜紀 ④中央部に白亜紀の砂岩, 石灰岩に良質の地下水																									
河川と流量				そ の 他																					
<table><tr><td></td><td>延長</td><td>うち航行可能</td><td>流域面積</td></tr><tr><td>セネガル河</td><td>1,700 km</td><td>900 km</td><td>44 万 km²</td></tr><tr><td>サルム河</td><td colspan="3">..... 水量少ない</td></tr><tr><td>ガンビア河</td><td>860 km</td><td>240 km</td><td></td></tr><tr><td>カザマンス河</td><td colspan="3">..... 水量少ない</td></tr></table> <u>ギエール湖</u> A = 380 km ² ダカル市の水源となっている。					延長	うち航行可能	流域面積	セネガル河	1,700 km	900 km	44 万 km ²	サルム河	 水量少ない			ガンビア河	860 km	240 km		カザマンス河	 水量少ない				
	延長	うち航行可能	流域面積																						
セネガル河	1,700 km	900 km	44 万 km ²																						
サルム河	 水量少ない																								
ガンビア河	860 km	240 km																							
カザマンス河	 水量少ない																								

Précipitations moyennes annuelles



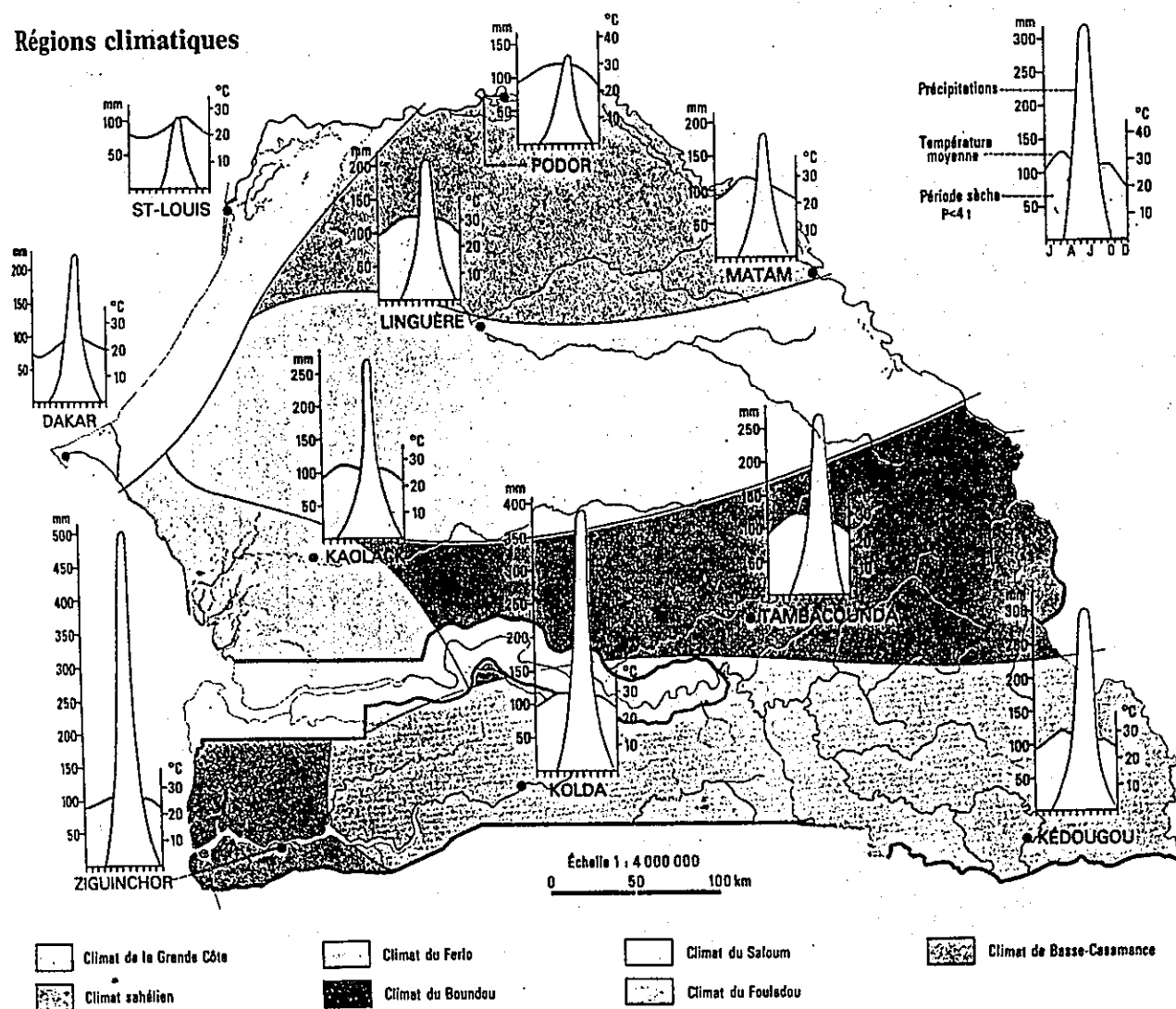
付図9-1 年間降雨量

Températures moyennes annuelles



付図9-2 年平均気温

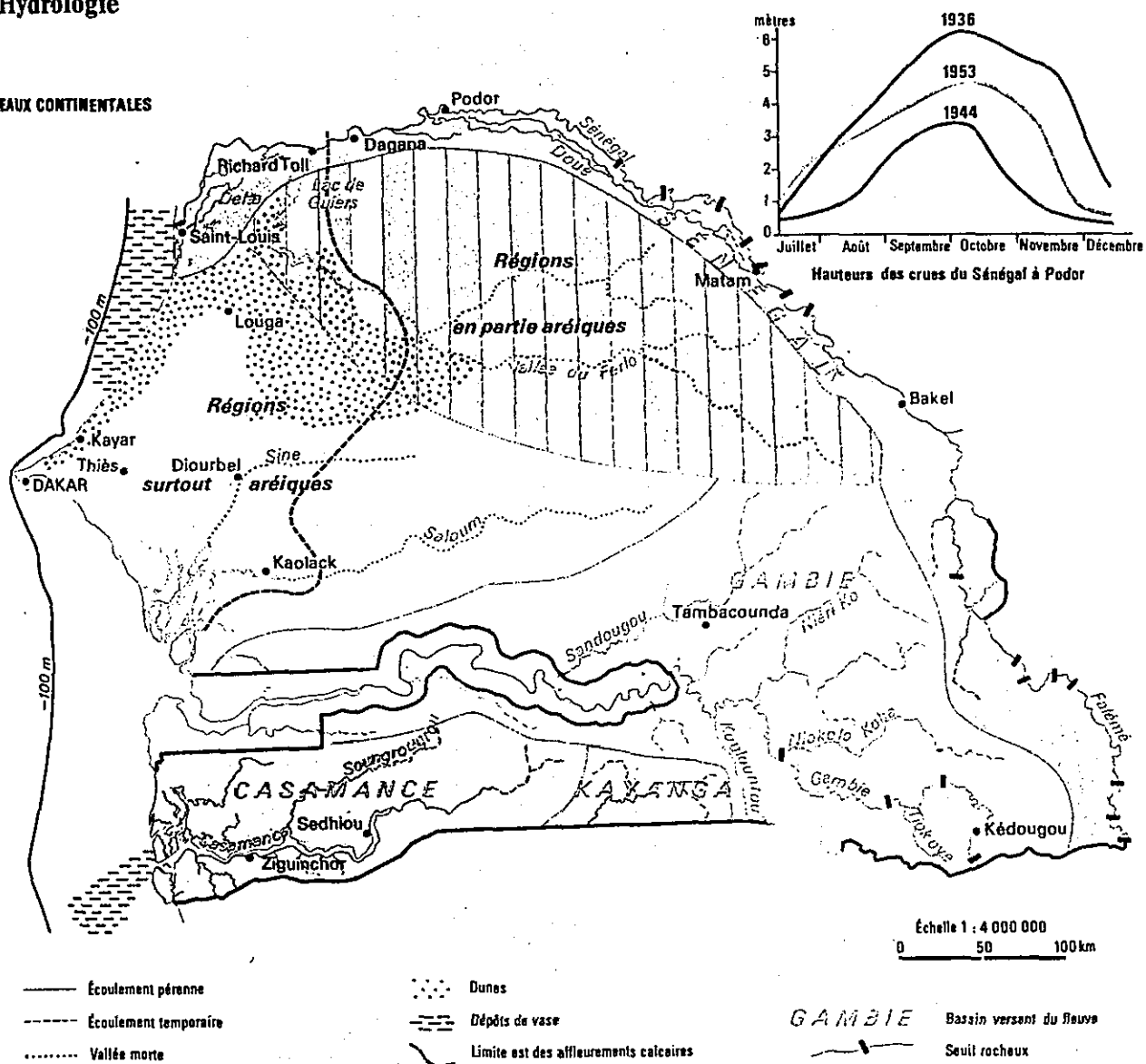
Régions climatiques



付図9-3 気候区分

Hydrologie

Eaux Continentales

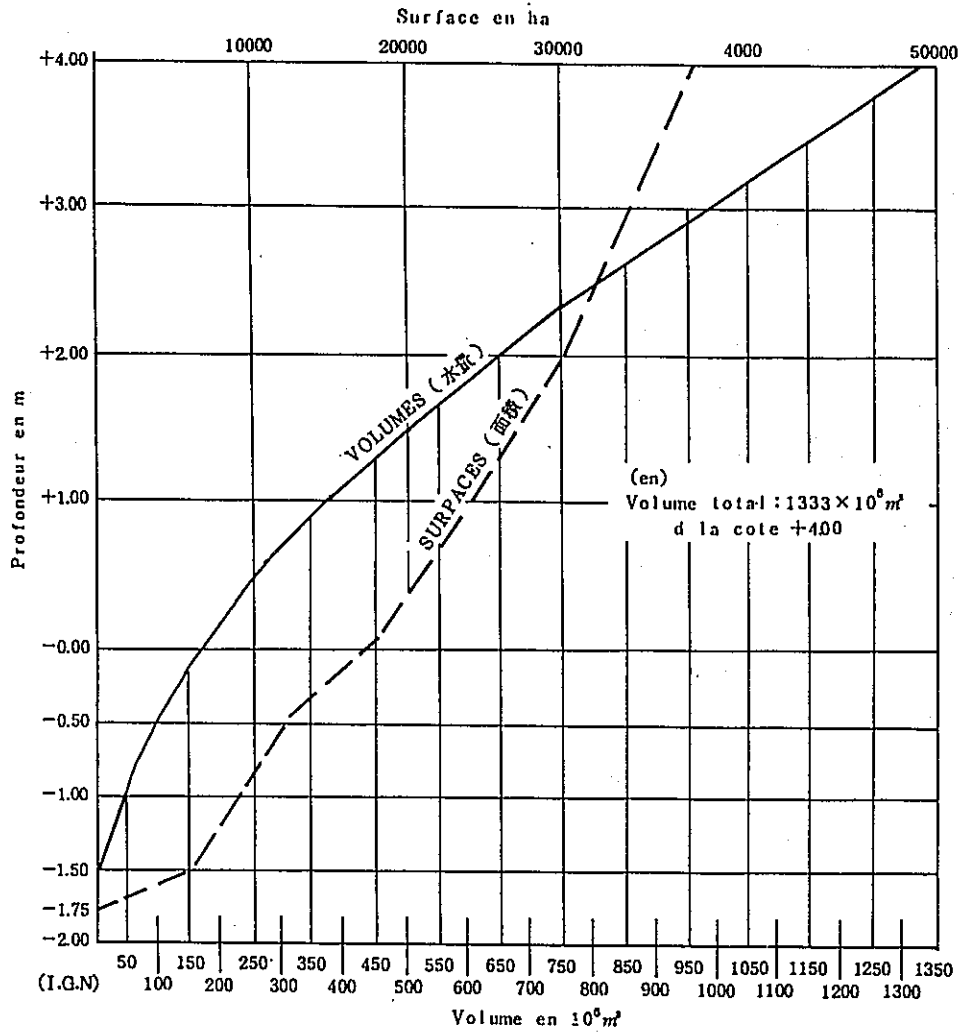


付図 9 - 4 水 文

付表 9-1 セネガルの地質層序

地質時代	地質系統	地 層	本地域
第四紀	完 新 世	完 新 統	沖 積 層
			新 期 砂 丘 砂 層
	更 新 世	更 新 統	古 期 砂 丘 砂 層
	更新世～鮮新世?	更新統～鮮新統	玄 部 岩 類
第三紀	鮮 新 世	鮮 新 統 (Continental terminal)	砂および泥質砂岩層
	中 新 世	中 新 統	砂・粘土及び泥灰岩層
	始 新 世	始新統	中 期
			上 部 石 灰 岩 層
		初 期	下部石灰岩層 (泥灰岩質)
	暁 新 統	暁 新 統	石灰岩及び泥灰岩層
白 垩 紀	白 垩 系	砂 岩 層	○
オルドビス～カンブリア紀	オルドビス～カンブリア系	砂岩・頁岩・石灰岩層	
先カンブリア紀	先カンブリア系	花コウ岩及び片岩類	

○：ケベメル地域に分布する地層



付図 9-5 ギェール湖の面積、水量

国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業
ガンビア	(km ²) 11,000	882 (千人) 増加率 3.3 (%)	北緯 13~14° 西経 13~17°	($\text{\$}$) 220	落花生, 農業
気象・気候			地下水の賦存		
<u>雨期</u> 6~10月 <u>乾期</u> 11~5月…12~2月にハルマタン <u>雨量</u> 北部 600mm/年 比較的涼しい 南部 800~850mm/年 <u>蒸発量</u> 1,600~2,200mm/年 <u>雨量の経年変化</u> 最近5ヶ年('85~'89)の平均(895mm/年)に対し, やや回復して来 ている。 1985年 '85 '87 '88 '89 (アフリカの濁水 1983~'85) 85% 90 97 114 99			<u>比湧出量</u> 中新世の砂層: 80~100m深さ 静水位 20~30m 比湧出量 40~80m ³ /日/m <u>水理地質</u> ①沖積層の不圧地下水…塩分が多い ②コンチネンタルターミナルの半被圧地下水… 20~30m深さの手掘り井戸 ③第3紀中新世の被圧地下水…80~120mのボアホール ④白亜紀層の被圧地下水…350~400mの井戸将来に期待		
地 形			水利用の現況と将来計画		
ガンビア河兩岸の低平地, 最高標高 53.4m マングローブ帯, スワンブ ラテライト層の丘陵地……森林			<u>給水原単位</u> WHO, UNDPの基準: 30~40ℓ/人/日 35ℓ/頭/日 (牛に換算) 現況 : 7~10ℓ/人/日		
地 質					
○セネガル堆積盆の中央にある。堆積盆の厚さ10kmくらい。 <u>基盤</u> : 先カンブリア紀の花崗岩, 片麻岩, 片岩及び古成層 <u>上部</u> : 中生層, 古第三紀, 新第三紀の厚く <u>最上部</u> : 新第三紀末の鮮新世~第四紀更新世の層 (コンチネンタルターミナル)					
河川と流量			そ の 他		
ガンビア河: 塩水そ上→乾期 250km 雨期 100km					

付表 10-1 ガンビア共和国主要都市の平均月間降水量 (単位: mm)

(1971~1985年)

Station Month	Banjul	Yundum	Kerewan	Sapu	Georgetown	Jenoi	Basse
January	0.8	0.8	1.2	1.0	0.3	0.3	0.2
February	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	1.0
March	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
April	0.0	0.0	0.0	0.3	1.1	0.0	2.1
May	2.0	1.3	4.4	8.7	10.7	6.5	31.6
June	42.9	62.1	74.9	75.2	78.6	61.5	92.1
July	198.3	213.9	182.5	194.1	186.0	193.7	203.3
August	296.6	292.5	222.5	177.1	181.9	207.9	277.3
September	183.4	215.6	182.1	187.5	179.9	185.6	209.0
October	56.4	60.1	48.3	36.4	51.5	46.4	59.5
November	6.2	3.7	3.6	7.0	3.9	5.8	2.2
December	1.0	1.5	2.2	1.7	1.1	1.5	0.5
Annual Total	787.6	851.5	721.7	689	695.5	709.4	828.8

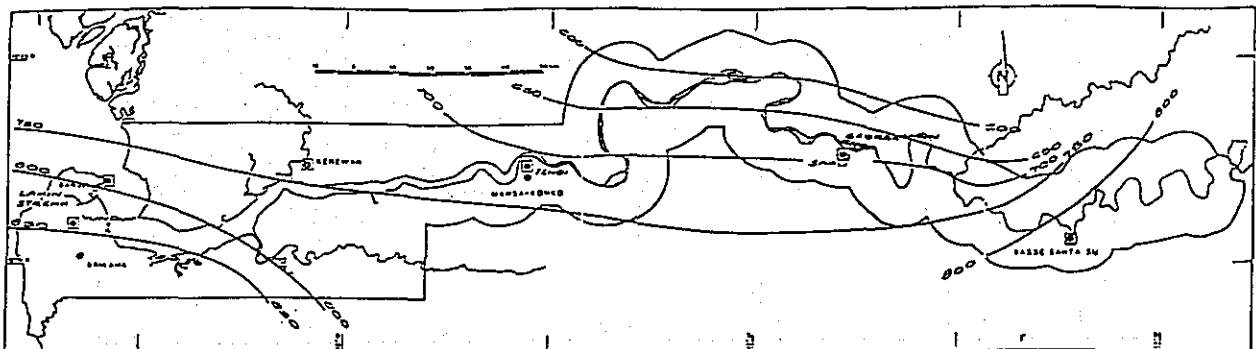
(MWRFF統計資料による)

付表 10-2 ガンビア共和国主要都市の平均月間蒸発散量 (単位: mm)

(1977~1986年)

Station Month	Banjul	Yundum	Kerewan	Sapu	Georgetown	Jenoi	Basse
January	125	157	180	157	132	163	139
February	132	158	190	166	138	169	150
March	160	193	244	203	171	211	192
April	150	187	242	209	176	219	207
May	134	178	232	217	181	215	224
June	114	154	193	189	156	180	179
July	137	145	168	163	140	161	151
August	130	135	150	148	133	150	141
September	129	120	141	137	128	140	133
October	142	139	159	146	138	151	143
November	136	131	158	133	127	143	130
December	116	138	162	139	121	145	123
Annual Total	1606	1839	2221	2010	1741	2046	1912

(MWRFF統計資料による)



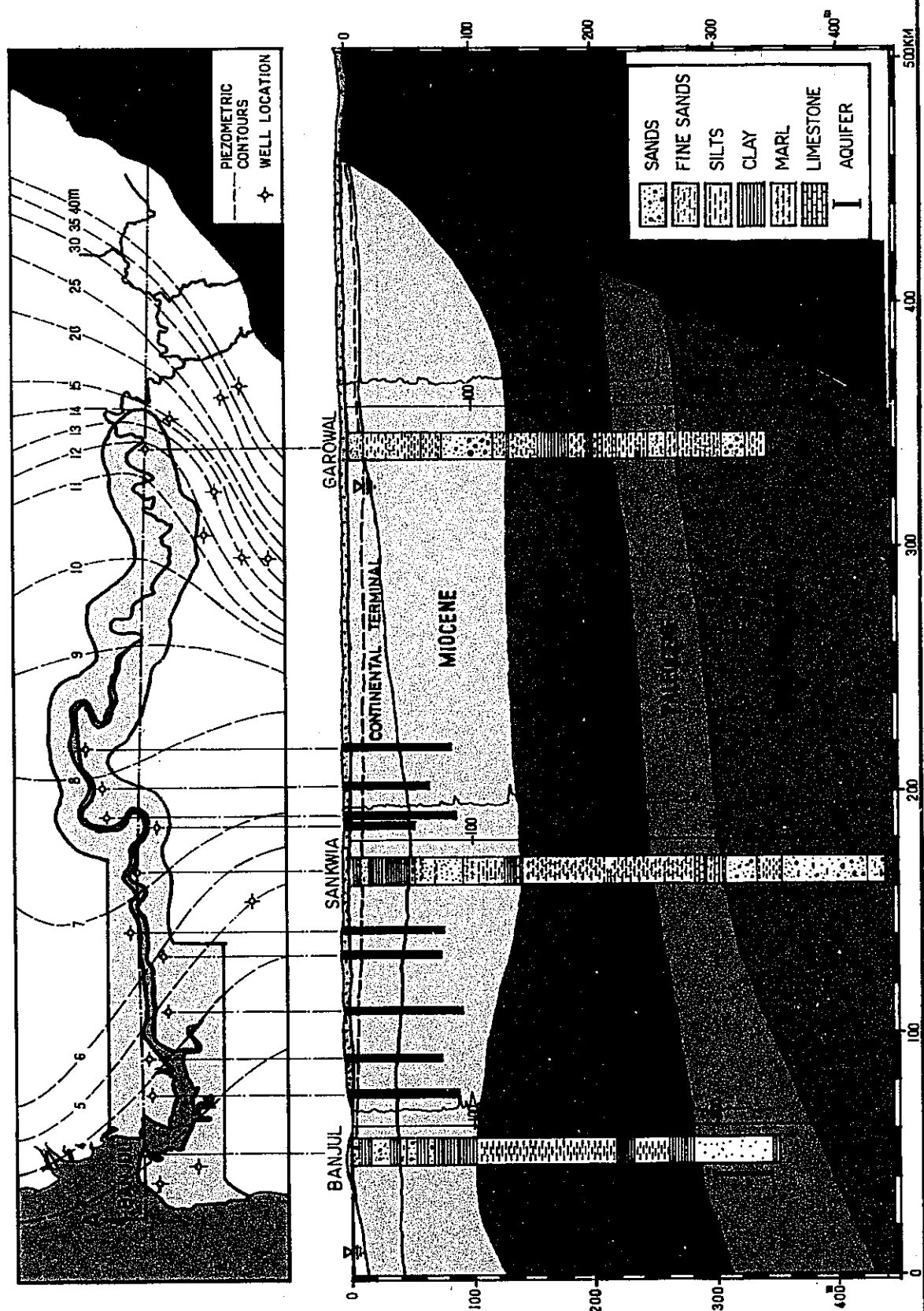
付図 10-1 ガンビア共和国年間平均降水量 (1971~85)

(MWRFF資料による)

付表 10-3 計画施設概要

DIVISION	No.	サ イ ト 名	給水人口 (人)	家 庭 頭 数 (頭)	計画給水量 (m ³ /日)	水 源 井 (m)	揚 水 機	管 路 (m)	貯 水 池 (m ³ ×基)	公共水栓 (基)	家庭水栓 (基)
N O R T H B A N K	N-1	Njaba Kunda	3,560	220	132.3	新設井	在 来 型	2,450	80×1	11	1
	2	Fass Omar Sahor	2,220	990	112.4	既存井	在 来 型	1,076	50 "	7	1
	3	Katchang	3,630	910	158.9	新設井	在 来 型	2,483	80 "	11	1
	4	Mdungu Kebbeh	3,140	1,370	157.9	新設井	在 来 型	2,198	80 "	10	2
	5	Saba	3,050	1,130	146.3	新設井	在 来 型	1,953	80 "	9	1
	6	Fass Njaga Choi	3,040	2,150	181.7	新設井	在 来 型	1,933	80 "	9	2
	7	Illiasa	2,270	620	101.2	新設井	在 来 型	1,312	50 "	7	1
	8	Munjagen	1,800	3,860	198.1	新設井	在 来 型	1,284	80 "	6	4
	9	Tuba Xolong	1,600	200	63.0	新設井	ソーラー型	708	30 "	5	1
	10	Madina Sering Mass	2,800	1,300	143.5	新設井	在 来 型	1,632	80 "	9	2
小 計			27,110	12,750	1,395.3	10井	10台	17,030	10	84	16
L O W E R R i V E R	L-1	Nema	1,870	360	78.0	新設井	ソーラー型	896	50×1	6	1
	2	Jappine Harko	1,850	800	92.8	既存井	ソーラー型	1,453	50 "	6	1
	3	Dumbutu	950	820	62.0	新設井	ソーラー型	989	30 "	3	1
	4	Pakalinding	3,390	960	152.3	新設井	在 来 型	2,278	80 "	10	1
	5	Baro Kunda	3,060	540	126.0	新設井	在 来 型	1,473	80 "	9	1
	6	Toniataba	2,740	2,710	190.8	新設井	在 来 型	1,715	80 "	8	2
	7	Bureng	2,500	2,570	177.5	既存井	在 来 型	1,346	80 "	8	2
	8	Jali	1,680	1,950	127.1	既存井	在 来 型	1,033	50 "	5	2
	9	Pakali Ba	2,120	780	101.5	新設井	在 来 型	1,272	50 "	7	1
	10	Masseabe	1,720	870	90.7	新設井	在 来 型	850	50 "	5	1
小 計			21,880	12,360	1,198.7	10井	10台	13,304	10	67	15
MACCARTHY I S L A N D	M-1	Mamut Fana	2,150	2,900	176.8	新設井	在 来 型	1,038	80×1	7	2
	2	Piniai	850	220	37.5	既存井	ソーラー型	415	30 "	3	1
	3	Brikama Ba	3,510	510	140.7	新設井	在 来 型	1,874	80 "	11	1
	4	Madina Uesally	2,780	590	118.0	新設井	在 来 型	1,151	65 "	9	1
	5	Saruja	2,690	960	127.8	新設井	在 来 型	1,061	65 "	8	1
	6	Dankunku	2,610	1,490	143.5	新設井	在 来 型	1,665	65 "	8	2
	7	Touray Kunda	5,140	260	224.0	新設井	在 来 型	6,263	100 "	18	1
	8	Sami Pachonki	2,120	1,890	140.4	新設井	在 来 型	1,227	65 "	7	2
	9	Sukuta	1,810	2,240	141.8	新設井	在 来 型	855	65 "	6	2
	10	Galleh Manda	1,560	500	72.1	新設井	ソーラー型	914	30 "	5	1
小 計			26,220	11,560	1,322.6	10井	10台	16,462	10	82	15
合 計			75,210	36,670	3,916.6	30井	30台	46,796	30	233	46

付図10-2 ガンビア共和国水理地質断面図



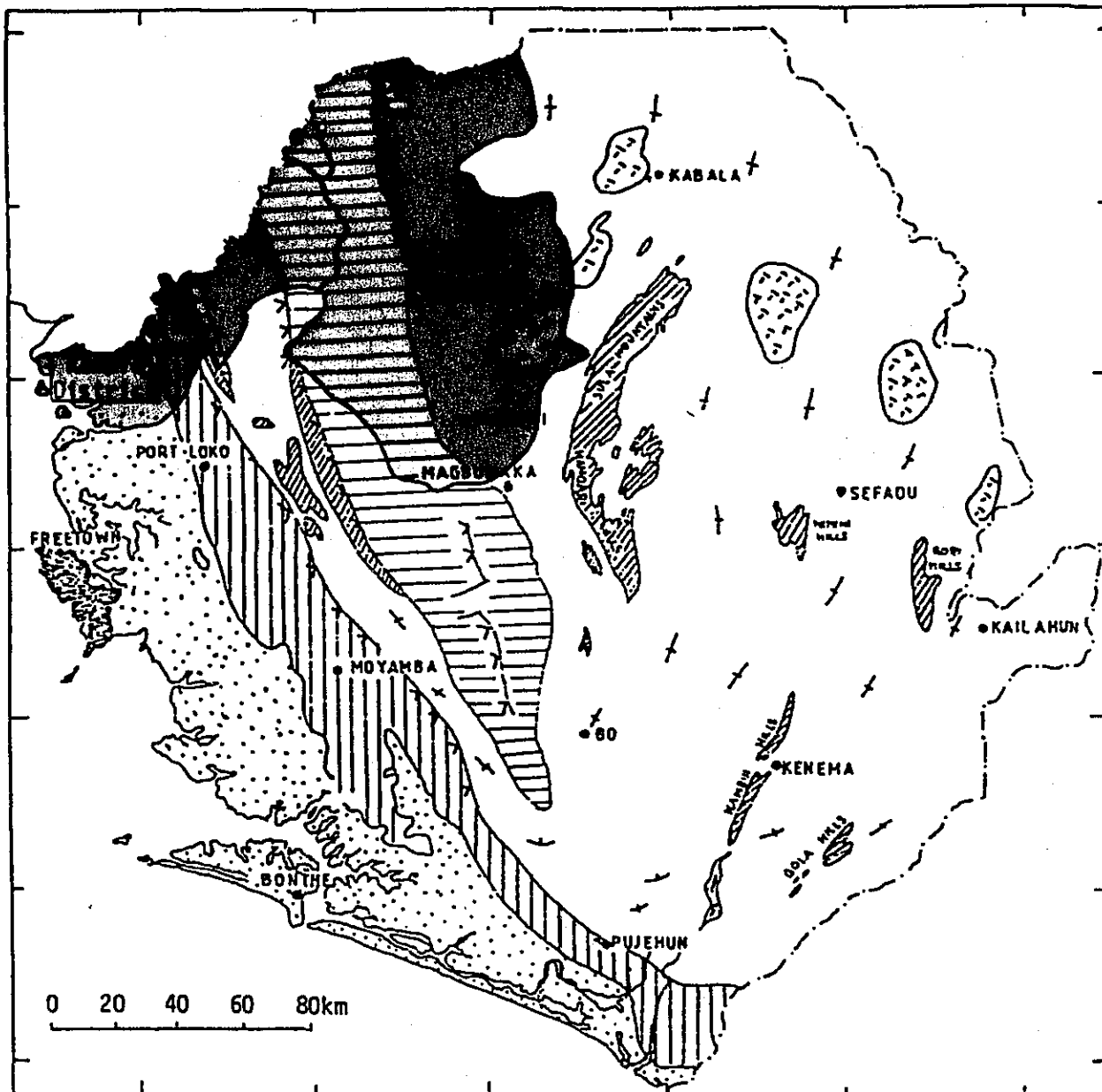
国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業
シェラレオーネ	(km ²) 72,000	3,930 (千人) 増加率 2.4 (%)	北緯 8～10° 東経 10～30°	(^{\$}) 240	ダイヤモンド他鉱物 カカオ、コーヒー
気象・気候				地下水の賦存	
雨期 5～10月 乾期 11～4月 雨量 北部 2,000mm/年 沿海地域 5,000 "					
地形				水利用の現況と将来計画	
				単位水使用量 現状 計画 都市部 27ℓ/日/人 45～135ℓ/日/人(管路) (50が標準) 地方部 10 " 20～30 " 給水の方法 1,000人以下の地方集落：井戸水、ハンドポンプ、井戸元 1,000人以上 "：井戸水又は河川水、管路給水、共同水栓 2,000人以上 "：河川水の管路給水、共同水栓	
地質	国土の 3/4 は先カンブリア紀の硬い変成岩類、1/4 は海岸沿いの低地で第四紀更新世～第三紀の堆積物				
地下水開発可能性の高い地質 Saionia Scarp Series：古世代オルドビス紀の礫岩等の堆積岩 180m厚さ Bullom Series：第三紀～第四紀更新世ラテライト層 150m厚 Kambui-Sula Schists：先カンブリア紀、断層破碎帯 Rokel River Group：後期先カンブリア紀、粘土、シルト、砂岩を挟在した頁岩等					
河川と流量				その他	

付表 11-1 ボンバリ県, Makeni の気象

項 目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年	集計年間	最終年
平均雨量 (mm)	7	9	31	89	228	388	488	658	531	419	195	31	2,282	45	1981
平均温度 (°C)	30	32	34	33	32	30	29	28	29	30	31	31	31	—	—
平均湿度 (%) 9:00 15:00	90 47	87 43	84 44	85 51	91 63	91 69	93 75	94 81	92 74	91 70	90 67	88 57	90 61	25	1969

付表 11-2 ガンビア県, Rokupr の気象

項 目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年	集計年間	最終年
平均雨量 (mm)	5	2	13	61	185	356	587	729	501	368	144	19	2,970	47	1982
平均温度 (°C)	26	27	28	28	28	27	26	25	26	27	27	26	27	25	1964
平均湿度 (%) 9:00 15:00	88 53	88 49	84 53	82 56	84 66	89 73	92 80	92 83	91 79	88 71	88 68	86 56	88 66	15	1964

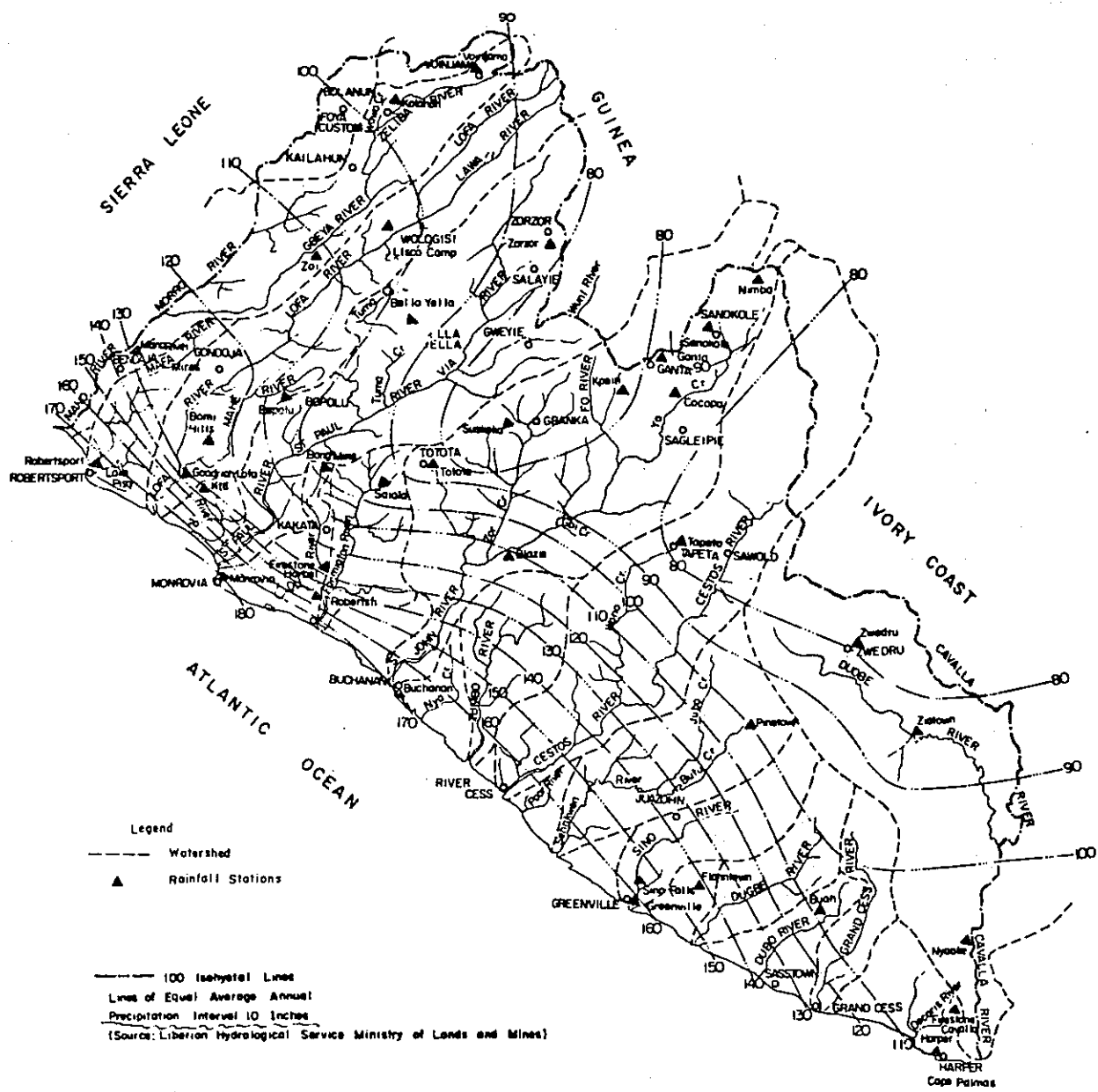


先カンブリア紀

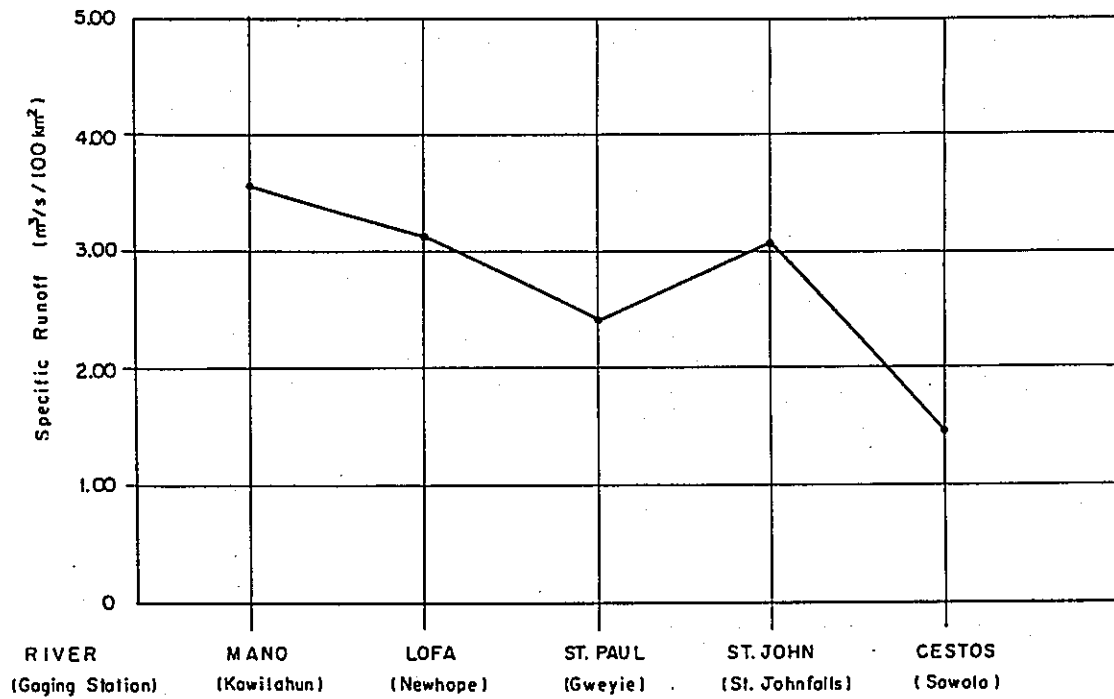
- | | | | |
|---|--|--|---------------------|
|  | Bullom Group
(第三紀—第四紀更新世) |  | 花崗岩 |
|  | 塩基性貫入岩体 Freetown Complex
(三疊紀—ジュラ紀) |  | Kambui-Sula Schists |
|  | Saionia Scarp Series
(オルドビス紀) |  | Kasila Group |
|  | Rokel River Group
(先カンブリア紀) |  | 花崗岩—ミグマタイト
複合岩体 |
| | |  | Thrust |

付図11 シエラ・レオーネの地質図

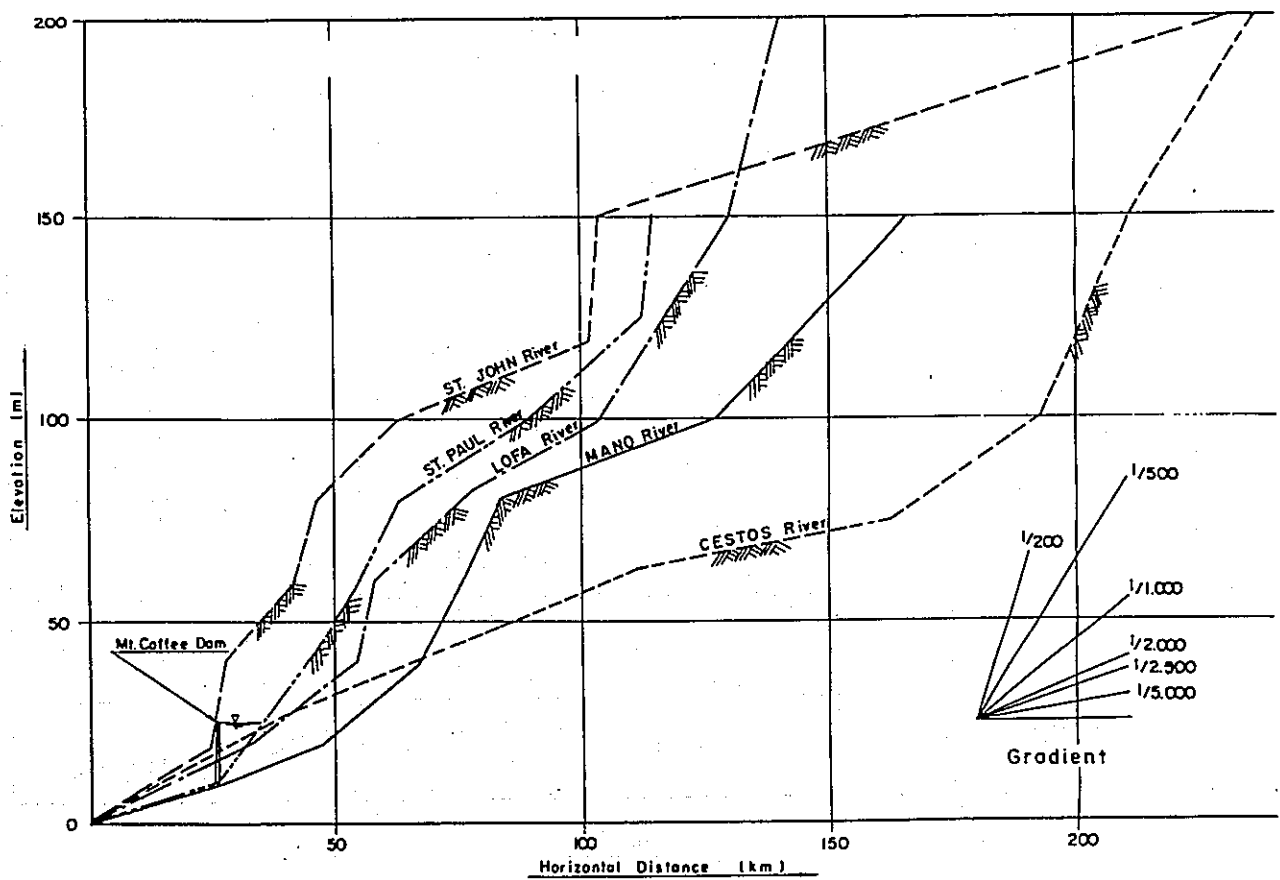
国 名	国土面積	人 口	位 置	1人当りGNP	主たる産業
リベリア	(km ²) 111,000	2,400 (千人) 増加率 3.3 (%)	北緯 5～ 8° 西経 7～11°	(^{\$}) 450	ゴム, 鉄鉱石, カカオ, 木材
気象・気候				地下水の賦存	
雨期 7～11月 乾期 1～4月 雨量 海岸線に多く, 4,000mm/年に達する 内陸の山地部 2,000					
地 形				水利用の現況と将来計画	
沿岸平野: 海岸沿いの巾 20～40 km, 河川は蛇行 低い丘陵地帯: 沿岸に続いて内陸部へ, 標高 60～150 m 丘陵及び高原地帯: 内陸地の半分くらいを占める。E.L. 180～300m 北部高地: E.L. 1,300～1,800mの山脈あり				水力発電可能量 Mano 河 4.9 万 kW Lofa 河 2.9 St. Paul 河 2.5 St. John 河 6.7 Cestos 河 4.1 計 21.1	
地 質					
基盤岩: 先カンブリア紀の花崗岩, 片麻岩, 珪岩 上 部: 古成代, 中生代, 新生代の地層 基盤岩を貫入する岩石 (輝緑岩質, かんらん岩質) 新世代の地層 (Coastal 砂岩, ラテライト土)					
河川と流量				そ の 他	
流域面積 (国外も含む全流域) Mano 河 8,250 km ² 比流量 3.6 m ³ /s / 100 km ² Lofa 河 10,620 3.1 St. Paul 河 21,910 2.5 St. John 河 17,220 3.0 Cestos 河 12,560 1.5 Cavalla 河 30,220 — ○比流量は東へ行くほど小さくなる。 ○比流量の月別変化 4月→1.0 m ³ /s / 100 km ² 7, 11月→5.0 (Mano 河) 9月→9.0					



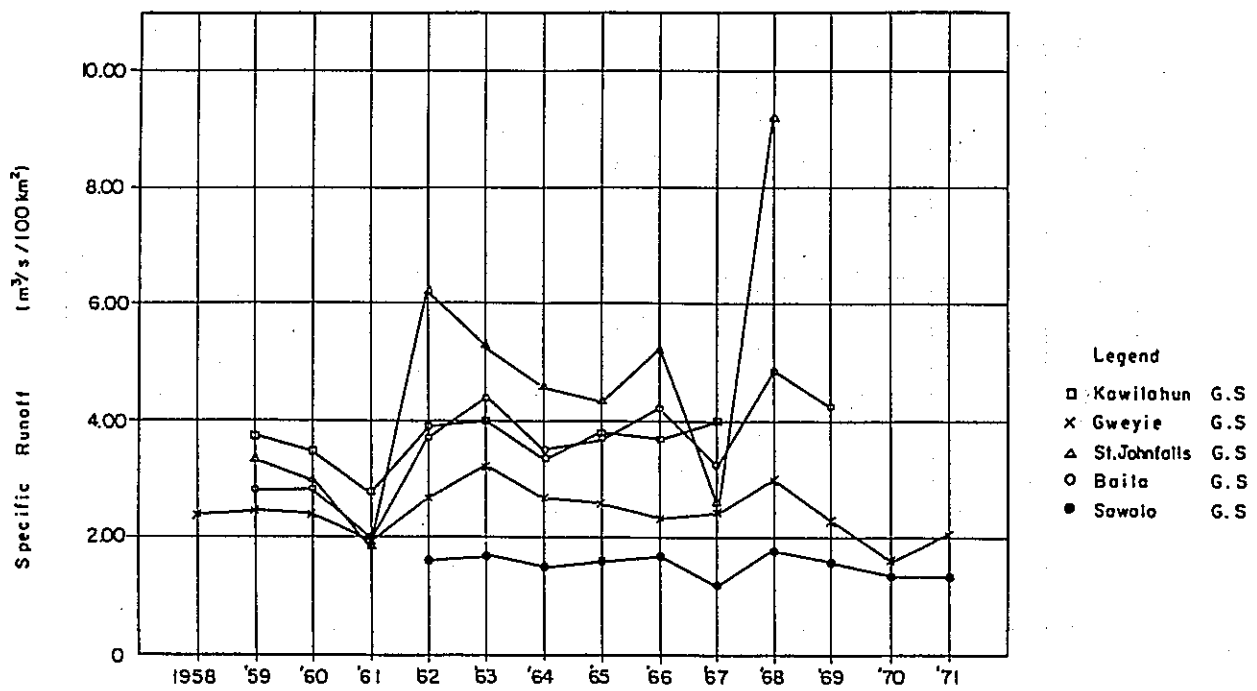
付図 12 - 1 降 雨 (10 inch / 年)



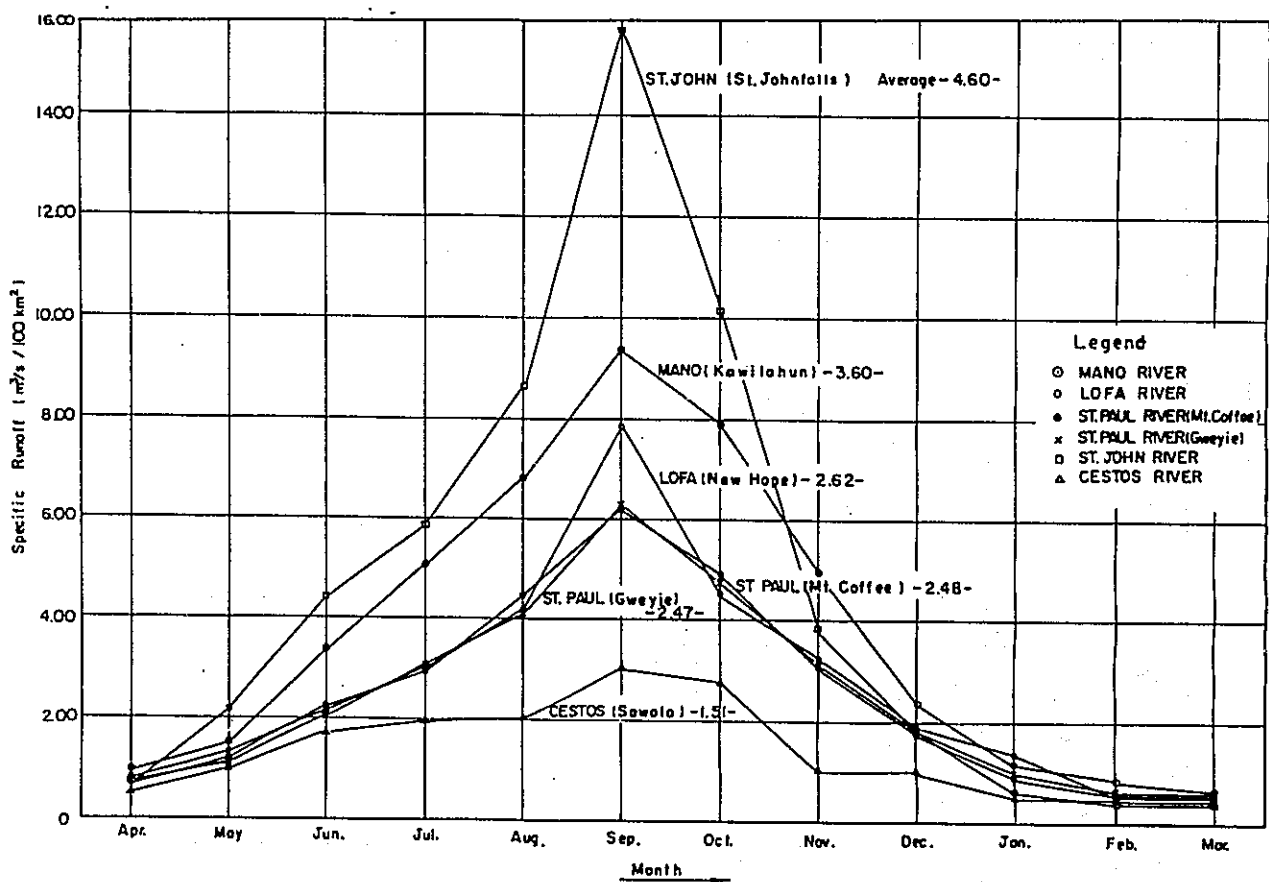
付図 12 - 2 主要河川の流量の比較 (1960)



付図 12 - 3 リベリアにおける主要河川の縦横断

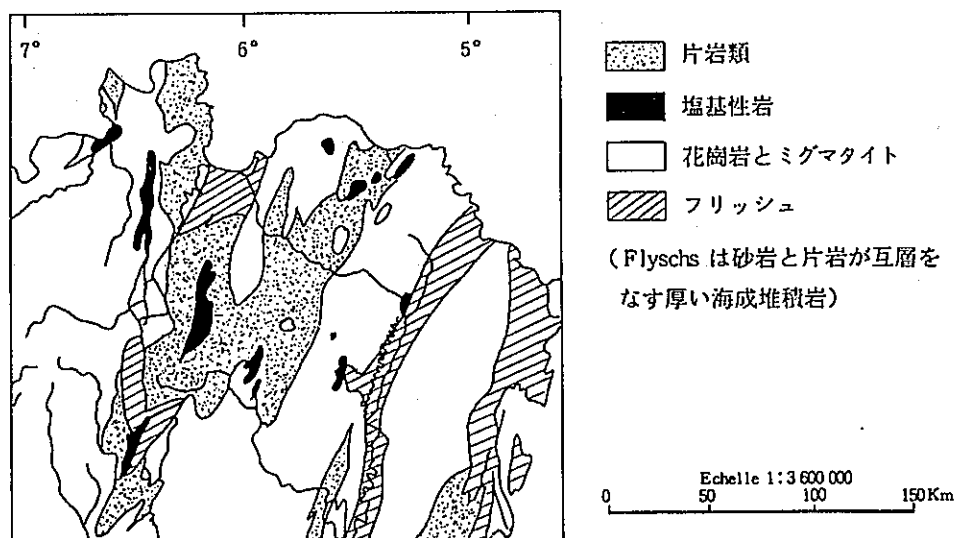


付図 12 - 3 年 間 流 量



付図 12 - 4 月 間 流 量

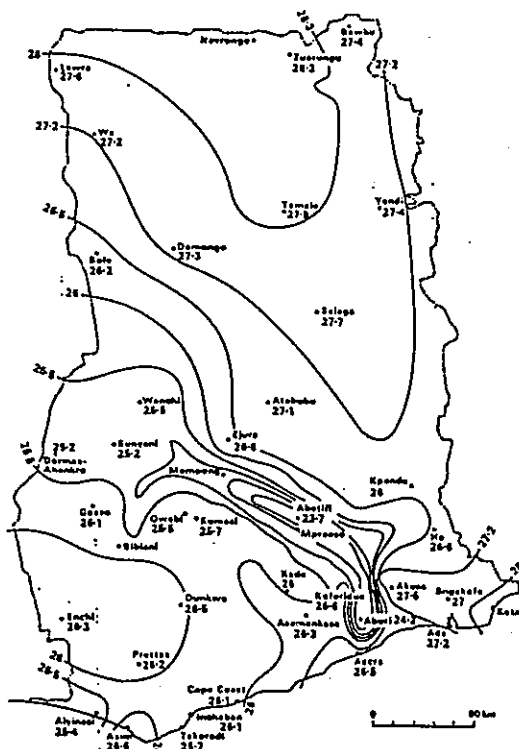
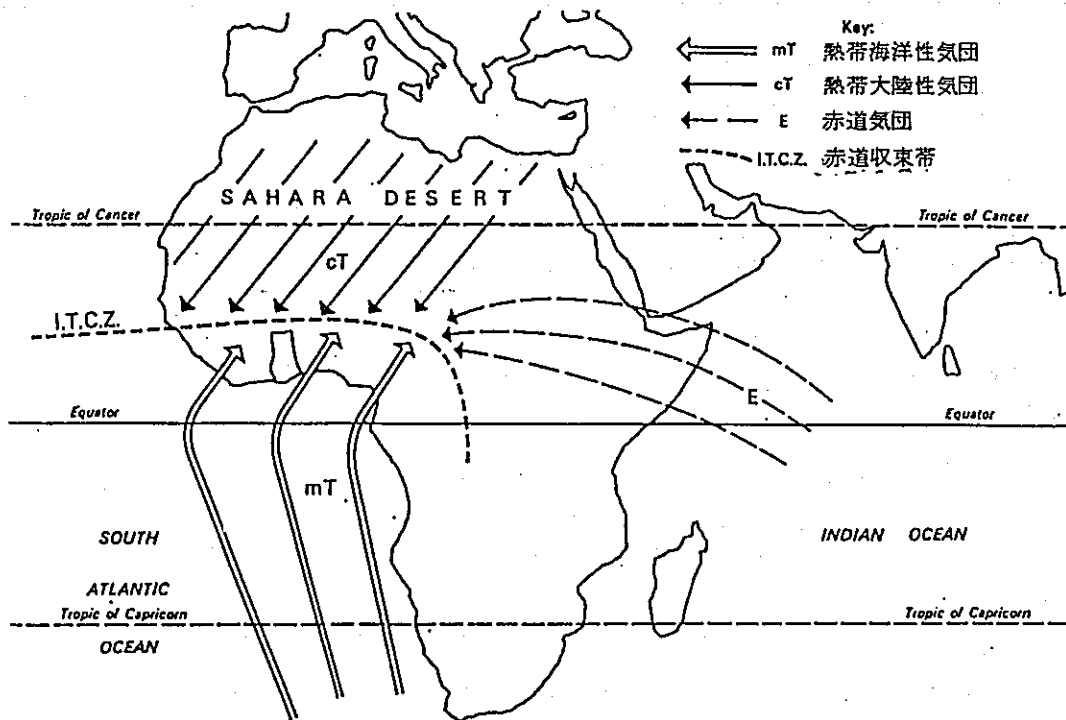
国 名	国土面積	人 口	位 置	1人当りGNP	主たる産業
象牙海岸	(km ²) 322,000	11,600(千人) 増加率 4.2(%)	北緯 5～10° 西経 3～8°	(\$) 740	コーヒー、カカオ、木材、ゴム
気象・気候	<u>雨期</u> 8～9月 <u>乾期</u> 11～3月 <u>雨量</u> シラソ地区 1,300mm/年			地下水の賦存	
地形				水利用の現況と将来計画 <u>稲作</u> 全国で40万ha …ほとんどが天水 人工、かんがいは10%程度 <u>2期作</u> 1期目 1～3月 種まき 7～8月 収穫 2期目 8～9月 " 11～12月 " <u>水利用量</u> 水田、10aにつき 2,000～1,500 m ³ (わが国では1期作で1,000 m ³) <u>ブ川流域農業開発</u> シラソ地区、5,000 ha に貯水量 6,000万 m ³ のダム 建設	
地 質	<u>基盤</u> ：先カンブリア系、西部の山地が最も古く、紫蘇輝石花崗岩、片麻岩 <u>korhogo</u> 地方：先カンブリア中期の片麻岩類。一部に塩基性岩 南部：花崗岩と混成岩 (migmatite)				
河川と流量				そ の 他	

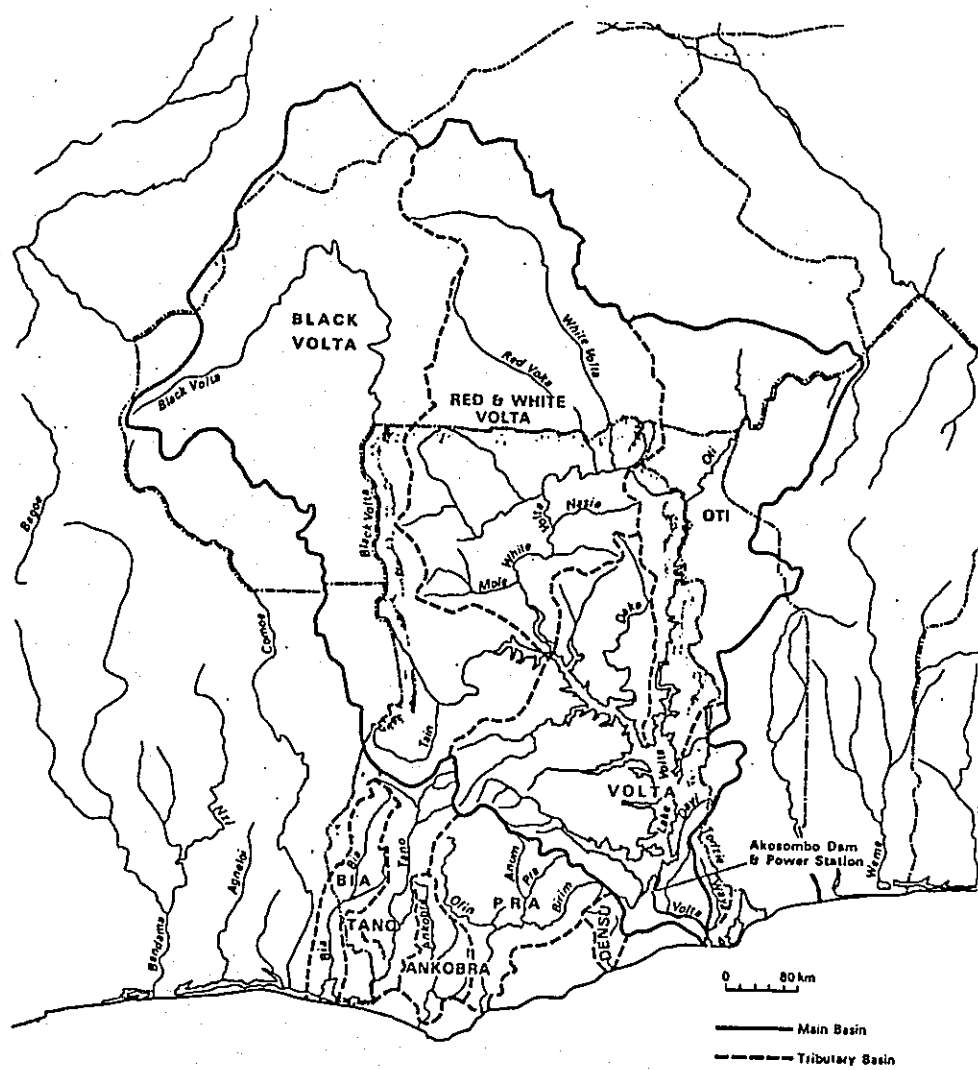


(出所 : Les Atlas Afrique-1983)

付図 13 コートジボアール・Korhogo 地方の地質

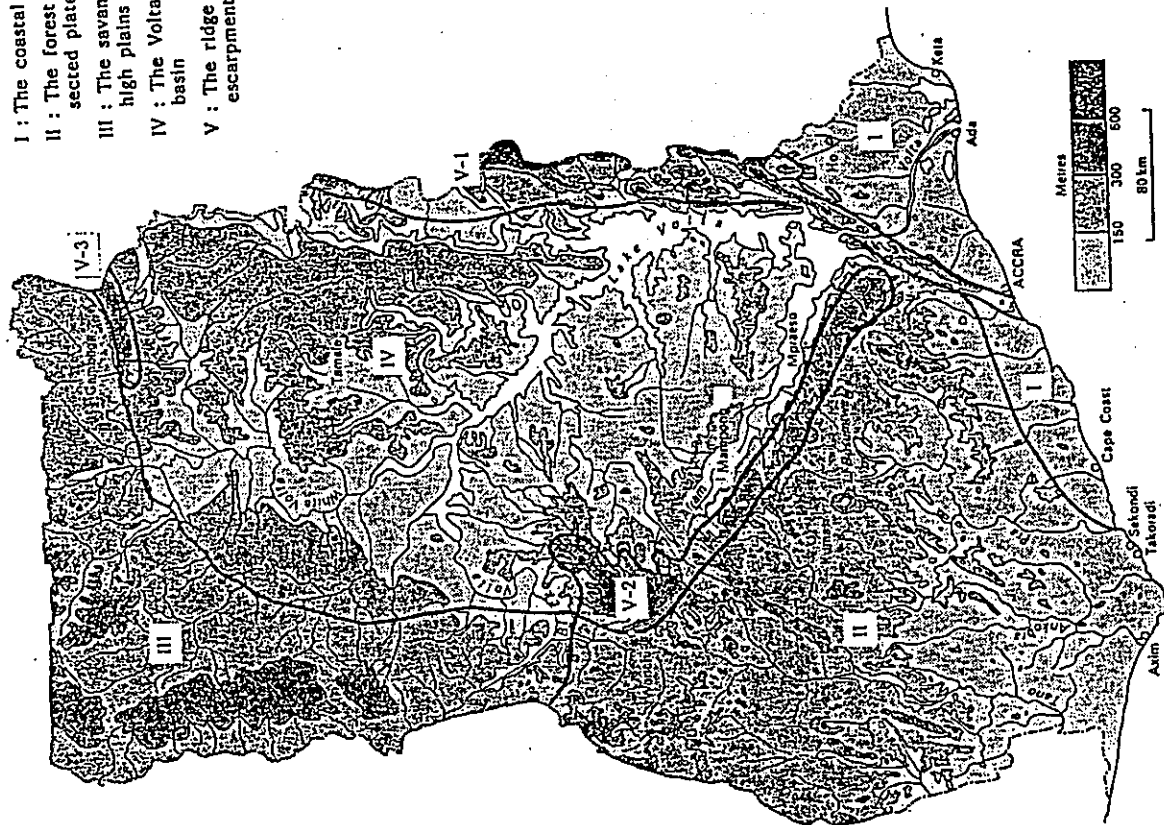
国 名	国土面積	人 口	位 置	1人当りGNP	主たる産業
ガ ー ナ	(km ²) 239,000	13,600 (千人) 増加率 3.4 (%)	北緯 4.5~11° 東経 1~3°	($\text{\$}$) 390	カカオ、水産物(エビ、イカ)
気象・気候	○北東貿易風→ハルマタン、南西モンスーンで降雨 両者で赤道収束帯を形成(東からの赤道風もあわせ)			地下水の賦存	○ボルタ水文地質区: 地表水、地下水ともに極めて貧弱 ○先カンブリア層: 地表水、地下水かなり豊富 ナヌンバ群の地下水 中位ボルタ層: 頁岩とシルト岩、砂岩の互層 裂力水の形 硅質砂岩では 900ℓ/分 泥質岩 140 " シルト岩、頁岩 14 " 上位ボルタ層: 中位ボルタ層より固く 裂力水が少ない 10~200ℓ/分
①東西赤道気候区: 雨量 2,000mm/年、6月と10月にピーク、湿気・気温高い ②乾燥赤道気候区: 750~900、南東部沿岸、湿度・気温や低い ③湿潤亜赤道: 1,250~1,650、熱帯降雨林帯、ダブルピークの降雨 ④熱帯性大陸: 1,000~1,150、全国の北半分の地域 8~9月の単ピーク型 気温、湿度共に月変化が大きい					
地 形	沿岸平野: ボルタ河口を中心とした東部平野と起伏のある西部平野 降雨林台地: 標高 240~300m の熱帯降雨林の台地 サバンナ高原: E.L. 180~300m の北西部の一角 ボルタ盆地: 全国土の半分、南東部にボルタ湖(人工)、東部のオチ河沿岸、150~300m 山岳地帯: ボルタ盆地を取り囲むアクワビン、ドーゴ山脈南部ボルタ高地 ガンバガエスカップ(ボルタ盆地北端で北に向って急崖)			水利利用の現況と将来計画	計画給水量 15ℓ/日/人 ボアホール当り 6,000ℓ/日 (井戸掘りは 300ℓ/日 以上を成功という)
地 質	基盤: 先カンブリア層 上部: 古生層、中生層、若干の新生層でカバー 岩質: 先カンブリア紀ダホメ層: (東部海岸平野内陸側にあり) 片麻岩、片岩等 ビルリミア層: (降雨林地帯) 片岩、千枚岩、堆積変成岩 ドーゴ層: ドーゴ山脈東側、褶曲した堆積変成岩 古生層: ボルタ層: (ボルタ盆地) 水平に堆積した砂岩、頁岩、泥岩、石灰石 貫入岩類: 花崗岩(降雨林地帯及びサバンナ高原に分布)				
河川と流量	ボルタ河: 国土面積の 3/4 がこの流域内 (全流域面積はガーナ国土の 2 倍) オチ河、黒ボルタ河、白ボルタ河 → ボルタ河の支流			そ の 他	水文地質 ビルミヤ層: 15~75ℓ/分くらい可能 ボルタ層(下位、上位): 一般に水は出にくい (中位): 砂岩、頁岩を主体として、深帯水層は優位 トーゴ、ベウム層 } 強いて褶曲をうけて地下水も概して豊富、第三紀層は堆積岩よりなり、深層地下水豊富 ビルリミヤ層南部 } 花崗岩類: 降雨量も多いので地表、浅帯水層が良く、400ℓ/分は随所にある ダホメ層: 地表水は枯渇、地下水も不適



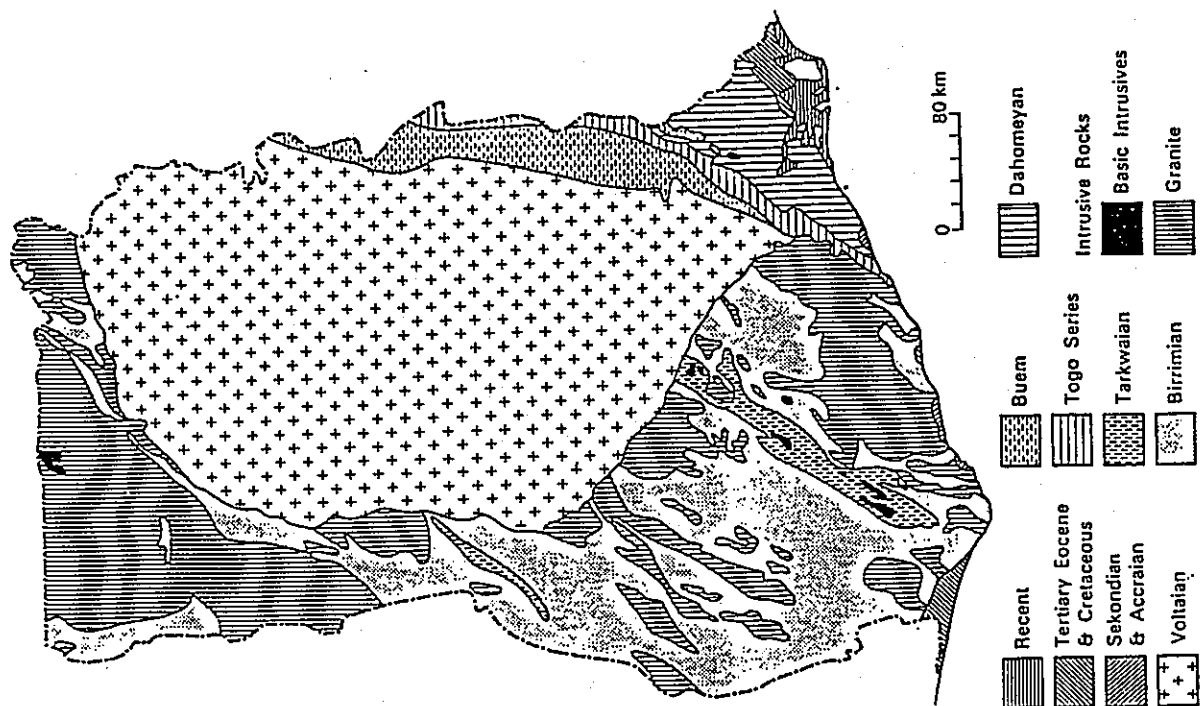


付図 14 - 2 水 系

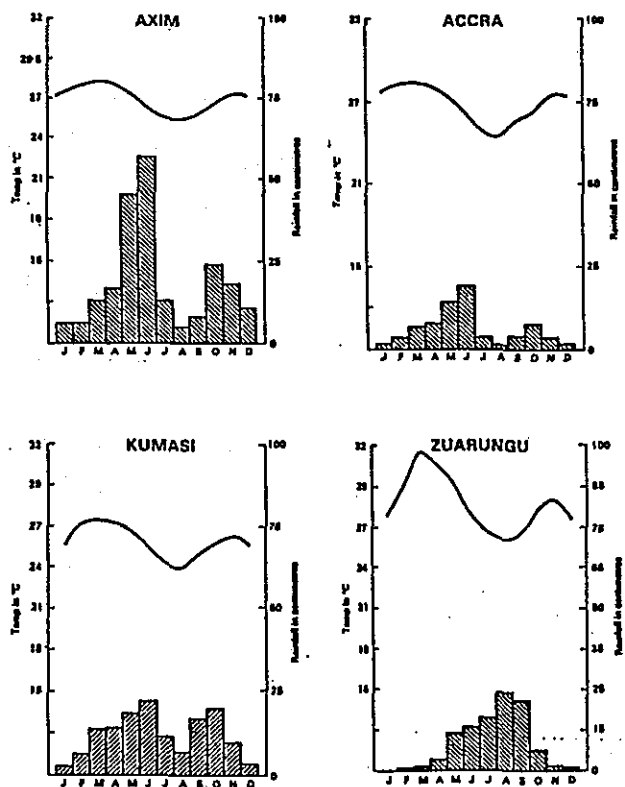
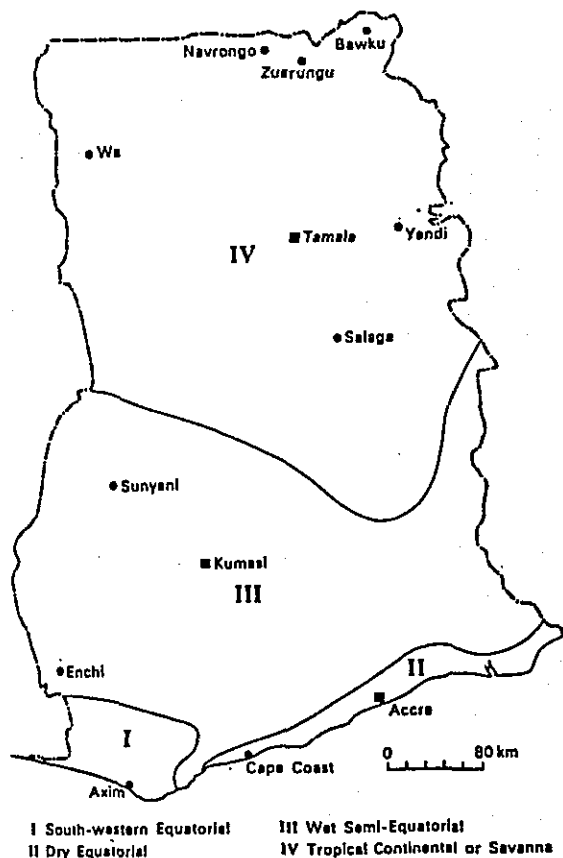
- I : The coastal plain
- II : The forest dissected plateau
- III : The savanna high plains
- IV : The Voltaian basin
- V : The ridge and escarpments



付図14-3 地形区分

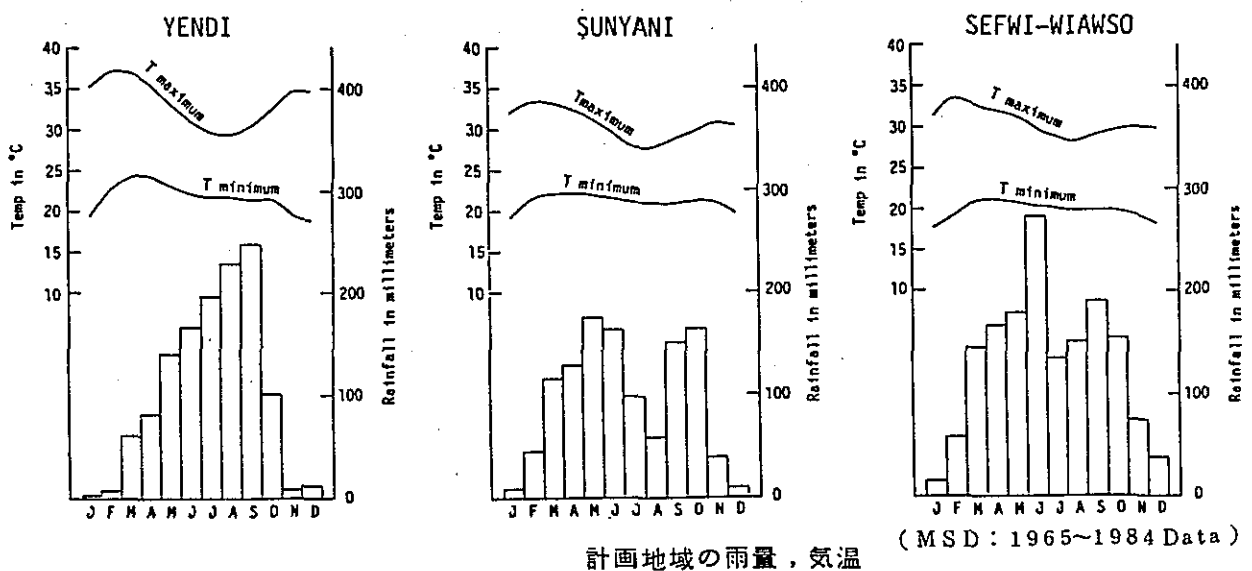


付図14-4 「ガ」国地質図



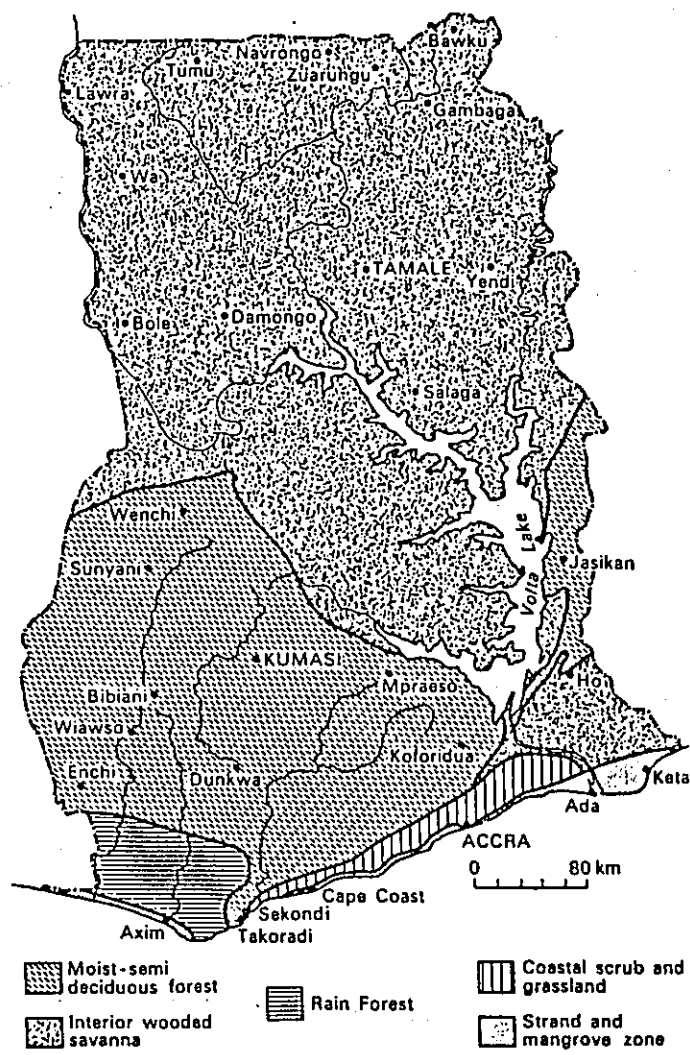
気 候 区

代表地点の月別の雨量と気温



計画地域の雨量，気温

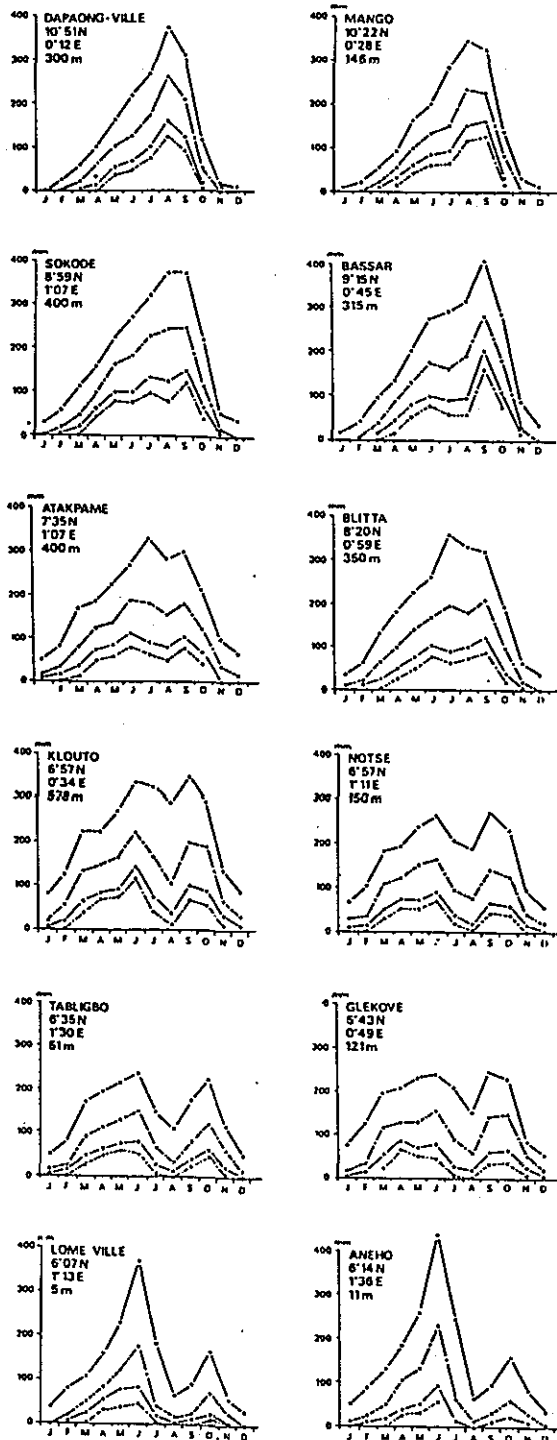
付図 14 - 5



付图 14 - 6 植 生 图

国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業
トーゴ	(km ²) 57,000	3,140 (千人) 増加率 2.9 (%)	北緯 6～11° 東経 1～2°	(＄) 250	カカオ, コーヒー, 綿花 燐鉱石, 大理石
気象・気候				地下水の賦存	
雨期 北部：4～10月, 乾期 11～3月 サバンナ気候 南部：大雨期 4～7月, 大乾期 11～3月 熱帯モンスーン気候 小雨期 10月, 小乾期 8～9月					
雨量 中央部 1,400～1,600 mm/年 海岸部 900～1,100 ……海岸線に少ない 北部 100～1,300 蒸発量 1,500～2,000 mm/年					
地形				水利用の現況と将来計画	
中央部は南南西から北北東方向に E. L. 1,000～2,000 m の山脈がある。 南部は, 海岸へ向って平地続き。 海岸州…南部海岸に面した 沖積低平地：河川沿い, 巾 1 km の海岸砂丘あり 海岸平野：標高 100 m 以下の海岸平野 準平野：海岸平野の北側に 100～150 m の準平原あり				水道普及率 都市部 45% 水源は 39 ケの深井戸とダム 地方部 40% 主として浅井戸, 手押しポンプ 2,600 ケ所 (1976 年以降は, 深井戸多し) 水使用量 都市部 26～46 ℓ/日/人 最低 3～5 ℓ/日/人 全国平均 38 ℓ/日/人 海岸の給水計画 1982 年 1990 年 給水人口 上水道 20 万人 60 万人 井戸 40 46 給水基準 都市部 32～57 ℓ/日/人 地方 25 “ (300 人に 1 基→7.5 m ³ /日/300 人, 7 時間稼働で Q = 15 ℓ/分)	
地質					
先カンブリア系の基盤岩(変成岩) その上部に古生代～中世代～新世代の各堆積岩が分布する。 先カンブリア紀：ダホーメ系：ミグマイト, 花崗岩, 片麻岩→準平原 中生代(白亜紀)：中生界：泥岩, 砂岩, 石灰岩)→海岸平野 新世代 第 3 紀：泥岩, 砂礫岩, 石灰岩 第 4 紀：礫, 砂, 粘土→沖積低平地					
河川と流量				その他	
中央山脈南部：Mono 河……南下して海に注ぐ 他の小河川, Zio 河, Haho, Toge 湖あり 中央山脈北部：ボルタ河の支川 Oti 河流域, 南下してボルタ河川注ぐ, 更に海に入る				井戸の設計 ○小型井戸 1 本→625 人分, 25 ℓ/日/人で 16 m ³ /日→ 8～10 時間運転で 1,600～2,000 ℓ/時 ○近代井戸：浅井戸で φ=1.00～1.5 m, 深度 10～30 m (1976 年以降は作られない) 円形コンクリート作り ○手動ポンプ→1,600～2,000 ℓ/時が限界 最大深度 60 m まで可 ○電動ポンプ：運転時間を少なくし(3 時間), 水使用時間 を 8～10 時間とするとタンクが必要	

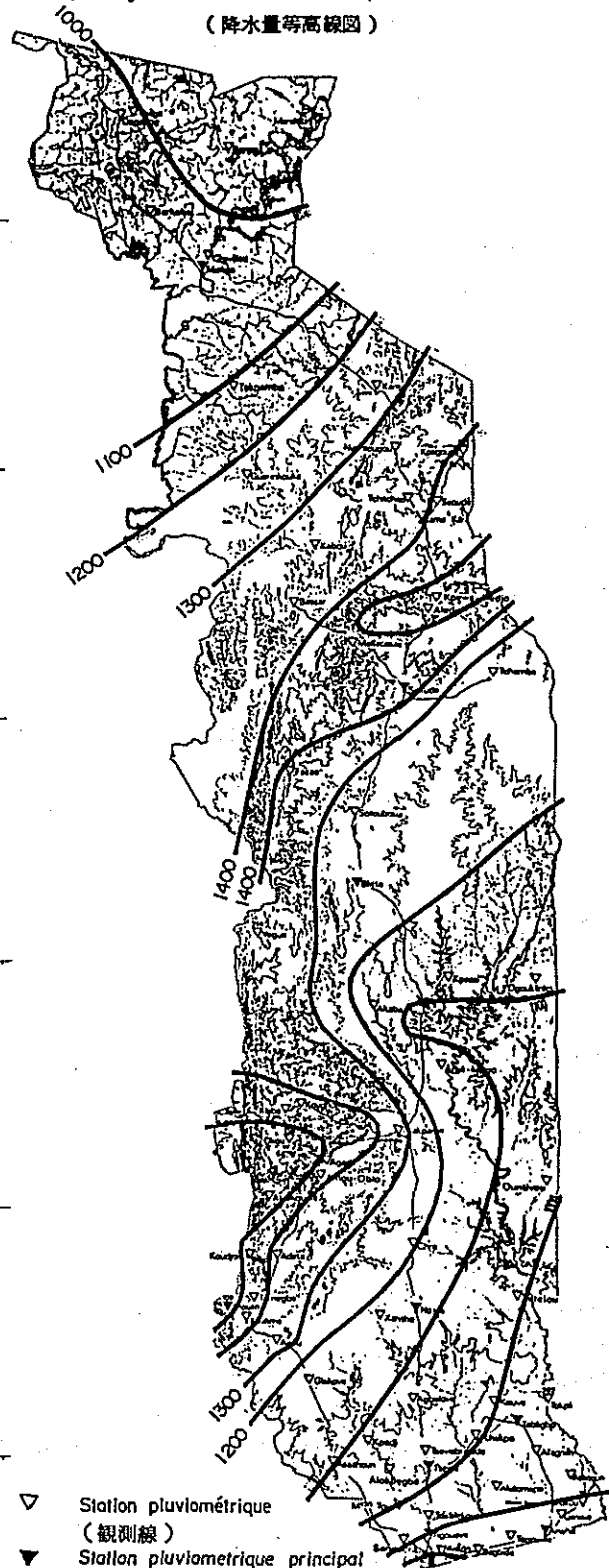
PLUIES MOYENNES MENSUELLES
(主な地区における月平均雨量図)



— Pluie décennale humide
(10年間最多雨量)
— Pluie médiane
(10年平均)
— Pluie décennale sèche
(10年間最少雨量)
— Pluie vicennale sèche
(20年間最小雨量)

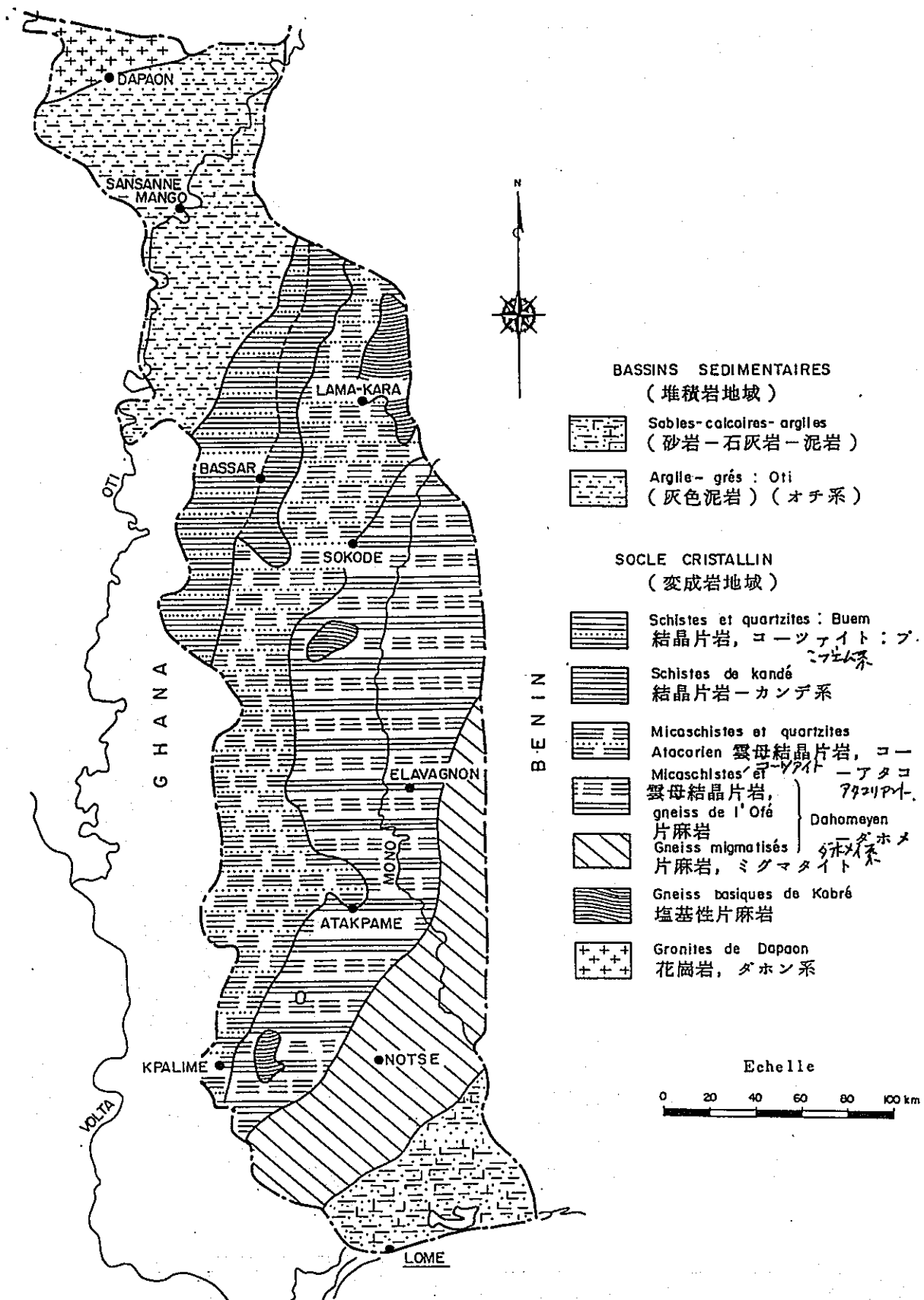
ISOHYETES ANNUELLES NORMALES

(homogénéisation sur une chronique de 49 ans)
(降水量等高線図)



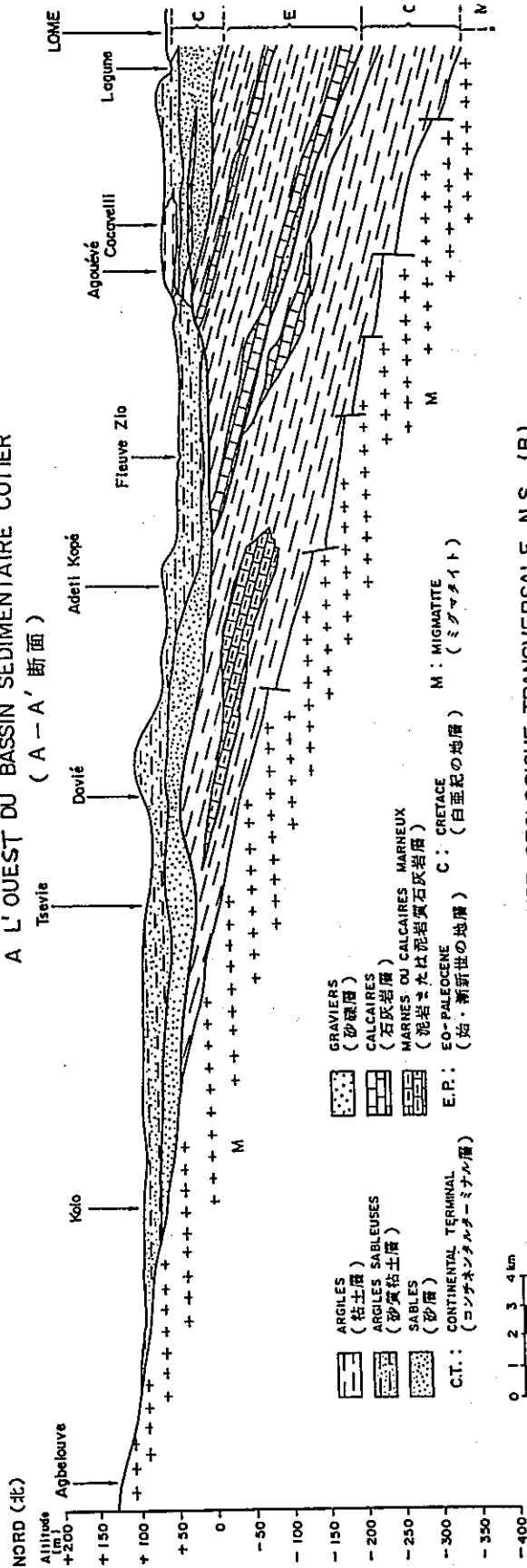
▽ Station pluviométrique
(観測線)
▼ Station pluviométrique principal
(主観測所)
— Isohyète interannuelle
(降水量等高線)

付図 15 - 1

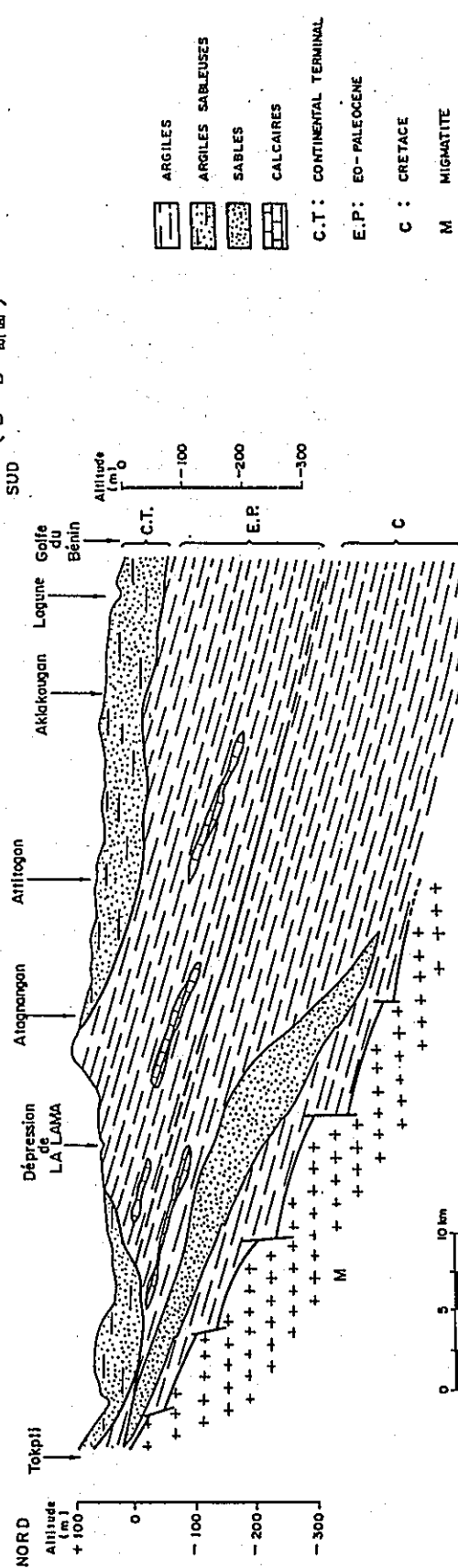


付図 15 - 2 トーゴ共和国地質平面図

COUPE GÉOLOGIQUE TRANSVERSALE N.S. (A)
A L' OUEST DU BASSIN SEDIMENTAIRE COTIER
(A - A' 断面)

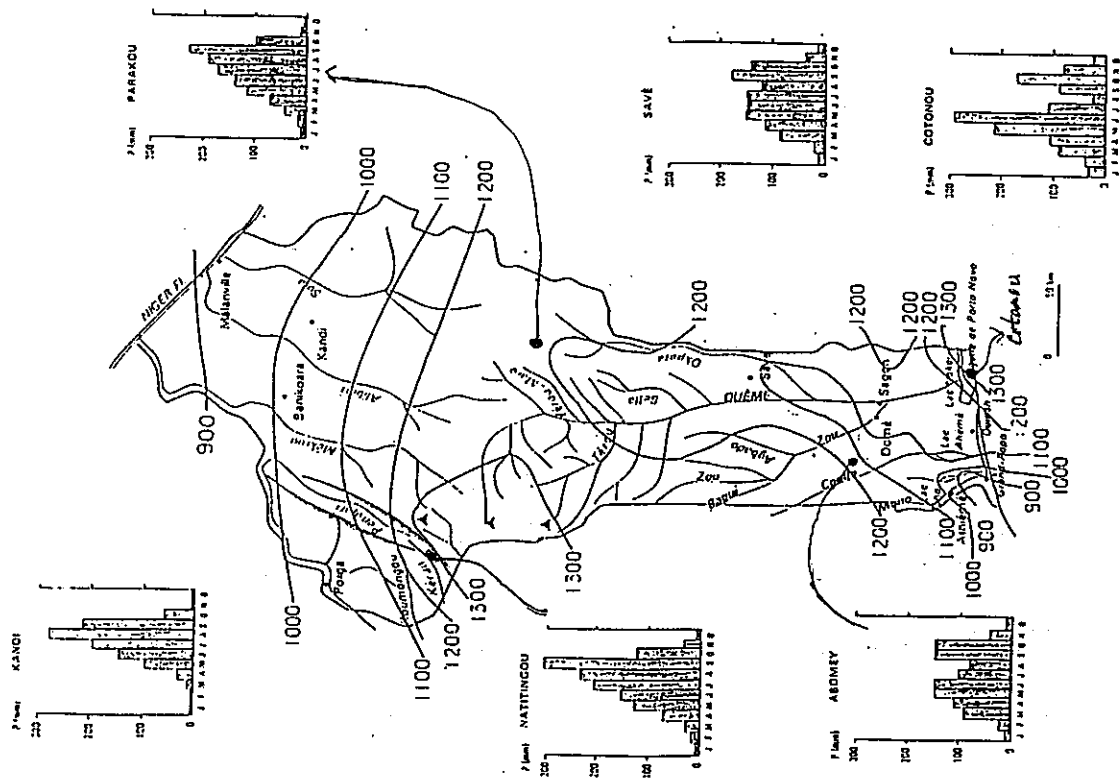


COUPE GÉOLOGIQUE TRANSVERSALE N.S. (B)
A L' EST DU BASSIN SEDIMENTAIRE COTIER
(B - B' 断面)

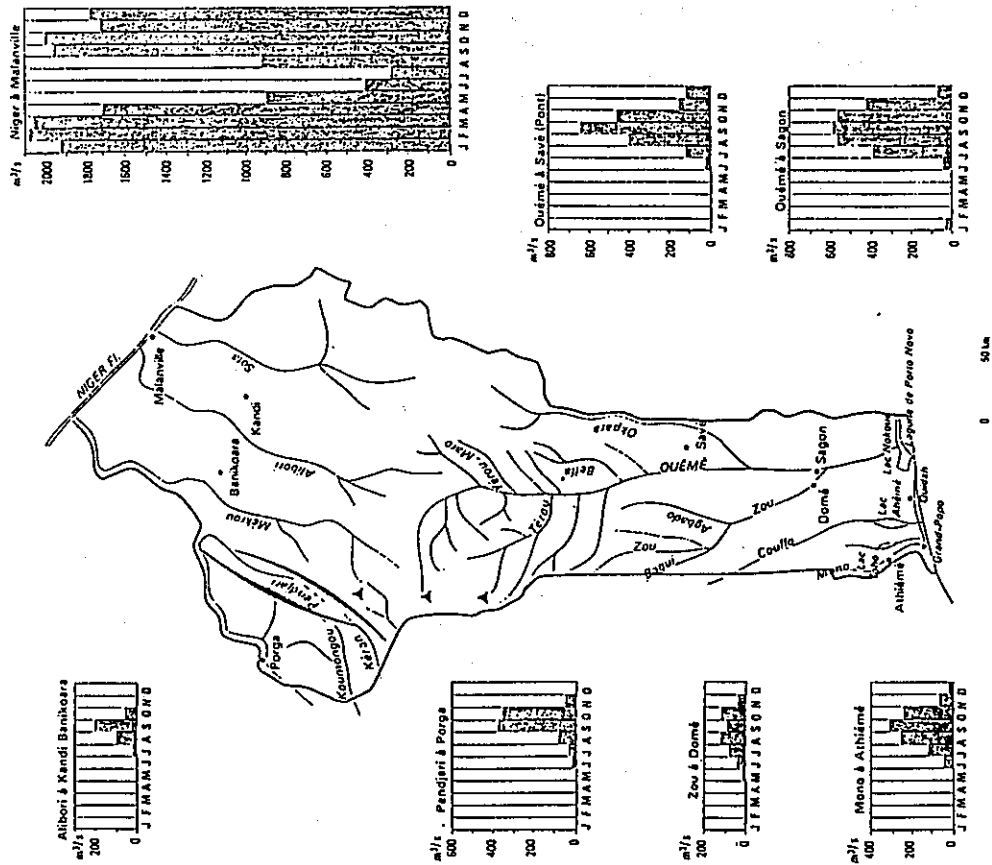


付図 15-3 地質断面図

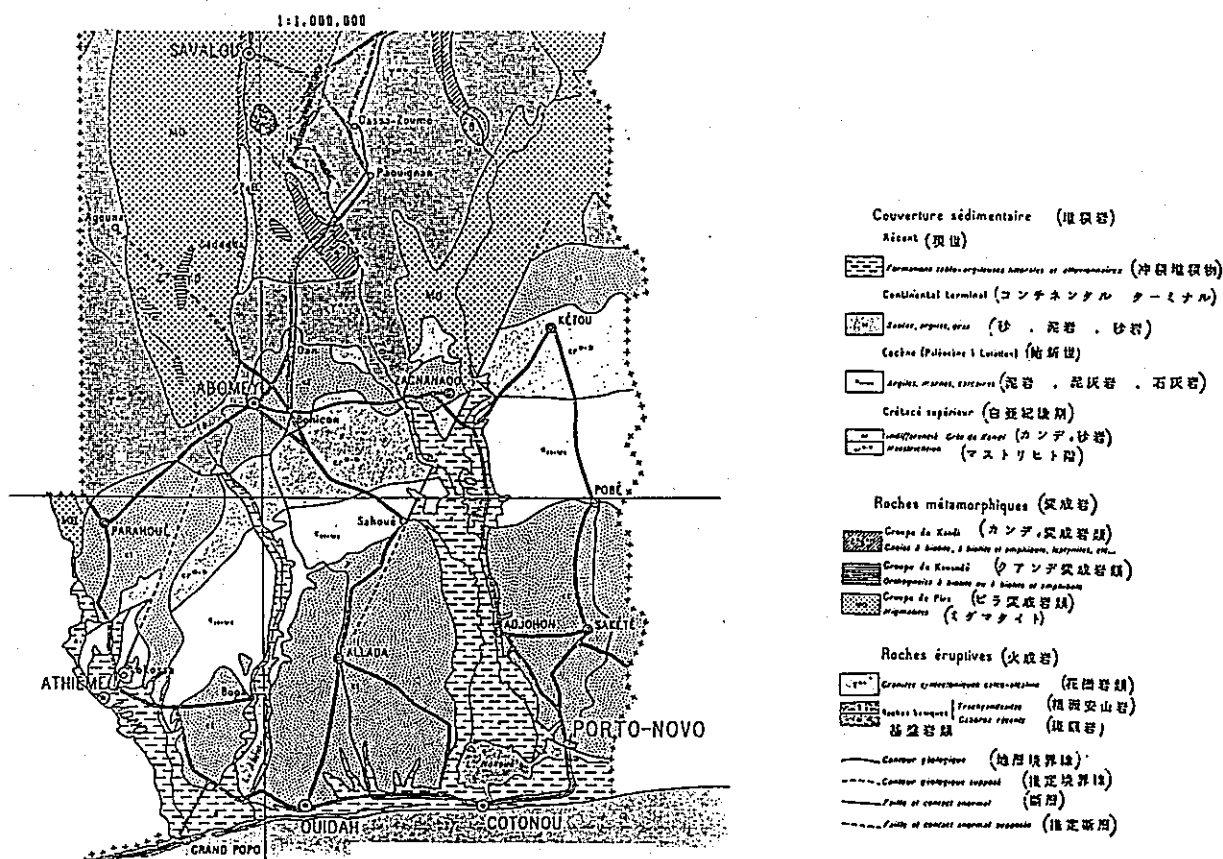
国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業
ベナン	(km ²) 113,000	4,300 (千人) 増加率 3.2 (%)	北緯 7～12° 東経 2～3°	($\text{\$}$) 300	綿花, パーム油, カカオ, コーヒー
気象・気候				地下水の賦存	
地形	<u>南部3州</u> 東部は E.L. 50～200m の丘陵, 南から北へ高くなる。 北西部は, 200～300m の丘陵地 南部中央は, 200m 以下の丘陵と沖積平野			<u>都市水道施設</u> 6州, 16都市へ延長 747 km の管路あり 将来, 28都市へ拡張計画, 水源はほとんど地下水 農村部の人口→全体の 85 % 水道普及率→20 %以下 <u>1987年までの井戸数</u> 1,630本→うち, 深井戸は 15 % <u>1985～90年の計画</u> 約 1 万本の井戸掘削計画	
地質	<u>南部3州</u> 主として堆積岩類よりなる 沖積堆積物: 砂, 泥岩, 砂岸…コンチネンタルターミナル層 第3紀: 泥岩, 石灰岩, 等				
河川と流量	<u>北部</u> はニジェール河の支川の流域 <u>南部</u> はOueme河の流域, 南下して海へ入る <u>Malanville 地点のニジェール河の流量</u> 9月～9月: 1,700 m ³ /sec～2,100 m ³ /sec 7月が最低で 300 m ³ /sec			その他	<u>水利権等の法規</u> 水利権はすべて国家が所有 水源利用は国の認可 有害物の廃棄, 工場用水の直接排水禁止 取水施設設置は国の認可



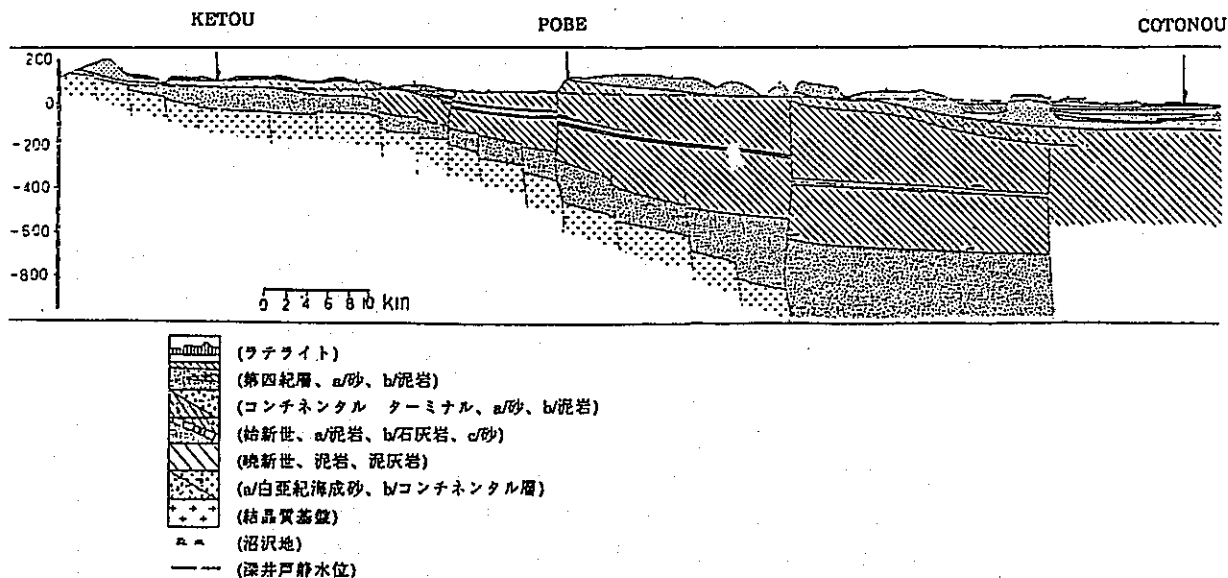
付図 16-1 年平均降雨量等値線図



付図 16-2



付図 16 - 3 地 質 図



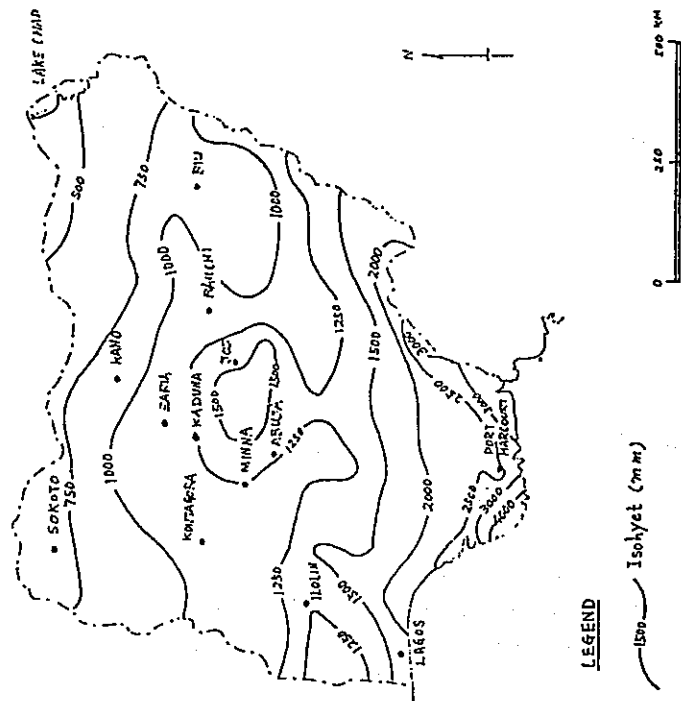
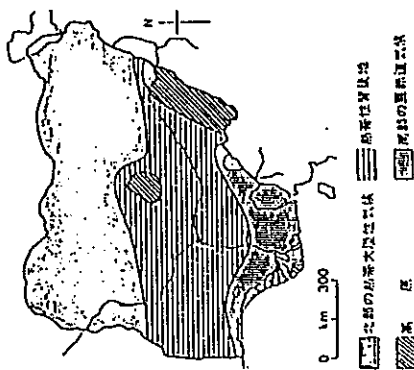
付図 16 - 4 水文地質断面図 (ウェメ州)

付表 16-1 水道計画表 (SBEE) (1)

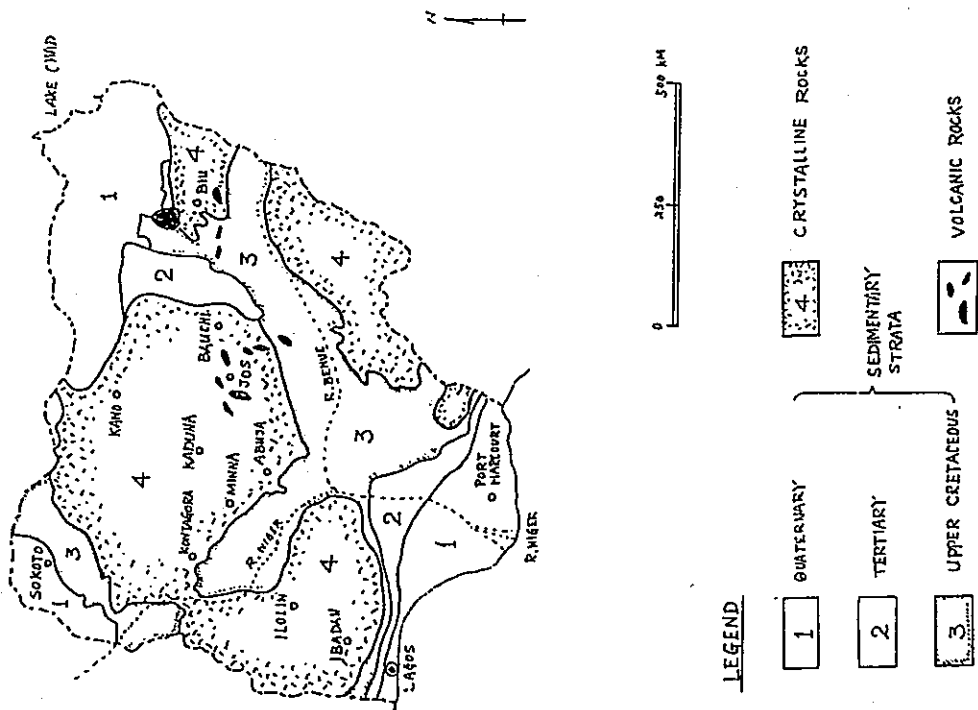
都 市 名	水 源		取水 量 (m³/h)	貯水方法	貯水 量 (m³)	水道延長 (m)	加入者戸数	消費 量 (m³/d)	給水人口(予想)		生産 量 (m³/d)
	種類	数							1990	2000	
BASSILA	井戸	2	7.2	1給水塔	50	5,300	21	76	4,480	5,460	90
COME	〃	2	60	〃	300	7,630	135	319	15,950	21,430	375
DOGBO	〃	1	30	〃	250	8,930	124	247	12,350	22,070	292
GRAND-POPO	堰	1	-	〃 (現在)	84	6,170	28	133	6,300	8,070	156
IFANGNI	井戸	2	54	〃	150	7,040	128	256	12,800	17,210	301
KLOUEKANME	〃	1	30	〃	100	6,290	52	142	7,270	10,070	167
POBE	〃	1	39	〃	300	8,080	276	498	20,760	27,900	586
SABALOU	ダム	1	454,000	2貯水池	250	8,310	247	519	21,600	27,680	610
SAVE	井戸	3	17	1貯水池	250	5,630	133	519	17,290	22,130	407
SAKETE	〃	2	48	1給水塔	250	8,400	170	340	17,010	22,860	400
TOFFO-SEDJI	〃	1	30	〃	100	4,850	35	254	12,280	13,760	299
TORI-BOSSITO	〃	1	18	〃	75	4,690	39	106	5,900	7,550	125
ZOGBODOME	〃	1	30	〃	50	1,800	10	37	7,200	2,810	44
SO-AWA	〃	1	11	〃	90	2,300	20	151	3,520	4,670	167
AVRANKOU	〃	1	23	〃	168	9,670	100	321	7,900	10,800	353
ADJOHOUN	泉	4	20.5	〃	150	8,000	130	359	9,270	12,640	397
SEME-PODJI	井戸	1	16	〃	120	8,300	70	233	6,020	8,530	255
AKPRO-MISSERETE	〃	1	16	〃	120	2,800	40	230	5,200	7,150	255
BOPA	〃	1	24	2貯水池	210	8,040	100	334	8,600	12,350	367
DJAKOTOME	〃	1	22	1給水塔	168	11,400	30	293	7,670	10,400	323
LARO	〃	1	9	1給水塔	90	8,900	12	123	1,550	2,100	137
TOVIKLIN	〃	1	11	〃	90	7,200	15	159	3,350	4,500	175
BANIKOARA	〃	5	-	〃	75	10,660	65	208	11,310	13,790	245
BEMBEREKE	〃	3	3.6 × 3	〃	50	2,770	21	76	4,460	5,440	89
KOUANDE	泉	1	7.5	〃	120	5,410	41	112	6,210	7,570	132
MALANVILLE	井口 (既存)	1	17.4	〃	150	6,390	118	236	11,800	15,110	278
NIKKI	井口 (既存)	1	-	〃	150	6,555	109	218	10,880	13,920	256
TANGUIETA	井口	2	-	1貯水池	90	7,120	52	142	7,870	10,070	167

付表 16-2 井戸の諸元 (フェーズ I の実績)

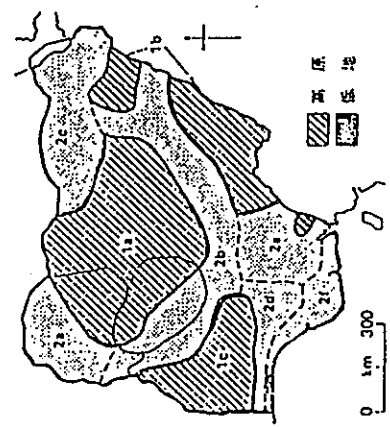
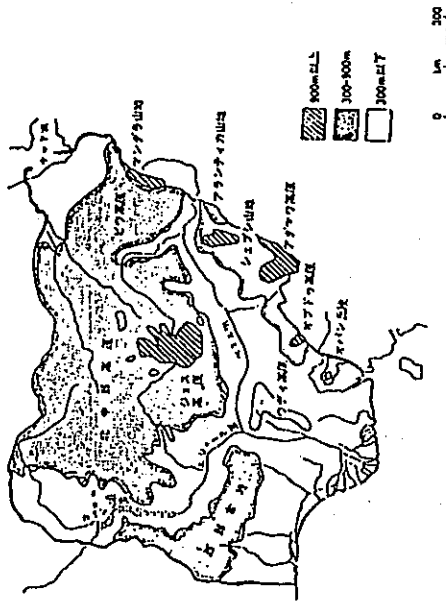
井戸番号	村名	井戸深 度(m)	揚水量 (m³/h)	静水位 (m)	ケーシング長 (m)	スクリー ン長(m)	記事
OU 1/JA	ITCHEBE (B)	48.55	2.8	9.82	34.20	12	空井と 判断
〃 2 〃	KETTY	150.40	30.0	19.05	136.71	12	
〃 3 〃	CHAFFOU	132.64	20.0	46.40	116.90	12	
〃 4 〃	TEFFI	84.62	33.0	19.73	69.50	12	
〃 5 〃	IGA	145.03	30.0	9.50	136.50	8	
〃 6 〃	LAFEWA	134.56	17.0	23.30	126.35	8	
〃 7 〃	AKPATE	120.46	空井戸	-	-	-	
〃 8 〃	AKPATE	30.63	0.8	8.45	26.50	4	
〃 9 〃	OTEKOTAN	132.41	1.1	38.0	128.00	4	
〃 10 〃	ODO-META	115.45	10.0	63.0	111.50	4	
〃 11 〃	ISSELOU	43.64	空井戸	-	37.50	6	
〃 12 〃	OWODE	60.63	10.0	33.26	54.30	6	
〃 13 〃	ZOUKOU	54.64	空井戸	-	48.50	6	
〃 14 〃	EWE	88.63	〃	-	82.00	6	
〃 15 〃	ADAKPLAME	85.61	3.60	62.50	79.81	6	
〃 16 〃	ODOKOTO	64.44	17.0	8.55	54.15	6	
〃 17 〃	ILLARA-KANGA	70.52	空井戸	-	64.50	6	
〃 18 〃	ALAKOUTA	60.73	〃	-	54.40	6	
合計		-	-	-	1,361.32	124	-



付図 17-1 気候区分及び年平均降雨量分布図

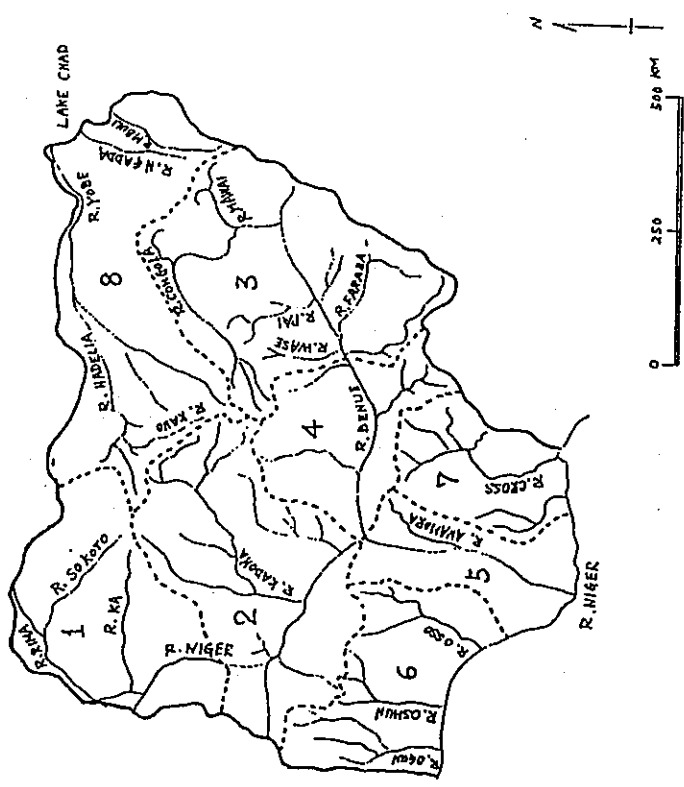


付図 17-2 主要地質区分



- 1—高原 a—北中部高原 b—東部高原 c—西中部高原
 2—低地 a—ソコト平原 b—ニジェール川—ベニエ川の谷
 c—サハラ砂漠 d—西部ナイジェリアの内陸低地
 e—東部ナイジェリアの低地 f—ニジェール川—ベニエ川の谷
 g—湖沼地

付図 17-3 ナイジェリアの地形区分



LEGEND

Boundary of Hydrological Areas

1. NIGER NORTH
 2. NIGER CENTRAL
 3. UPPER BENUE
 4. LOWER BENUE
 5. NIGER SOUTH
 6. WESTERN LITTORAL
 7. EASTERN LITTORAL
 8. LAKE CHAD

付図 17-4 ナイジェリアの水文界

ソコト州の水文地質

地質分布と帯水層

ソコト州の地質は白亜紀～第四紀の地層からなる堆積岩地域と先カンブリア紀の深成岩・変成岩類よりなる基盤岩地域に大別される。堆積岩地域（ソコト堆積盆）は、ソコト州の北東から南西地域を占めて分布している。また、基盤岩地域は、南東地域を占め、その面積はソコト州全体の約42%である（図-4）。

(1) 基盤岩類

花崗岩、片麻岩、結晶片岩、珪岩など深成岩・変成岩類により構成され、新鮮部は極めて硬い岩石である。風化により砂質化した部分、粗粒岩の変質部、緩く変質した岩石の亀裂部及び貫入岩と深成岩の接触破碎部などに地下水を賦存する。既存ボアホールの比湧出量は一般に低く $10 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$ 以下である。

(2) グンドウミ層

湖沼堆積物起源の砂、礫、粘土からなり、ソコト堆積盆の最下部層として基盤岩を覆っている。ソコト州全体面積の約14%を占めて、北東から南西方向に帯状に分布する。北東部では不圧地下水となっており降雨と河川からのかん養を受ける。一方、南西部では上位の地層に覆われ被圧地下水となっている。既存ボアホールの比湧出量は平均 $57 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$ を示し、良好な帯水層をなす。

(3) イロ層

グンドウミ層と指交関係にあり、ソコト州南西部に分布し、上位のリマ層に覆われる。帯水層の性状はグンドウミ層と同様である。

(4) リマ層群

白亜紀の海進に伴い堆積した海成層で、下位よりタロカ層、デユカマジェ層、ウルノ層の3層に区分される。タロカ層及びウルノ層の砂質部はそれぞれ帯水層をなす。デユカマジェ層は主に頁岩からなり難透水層である。

リマ層群の帯水層はソコト市の北側で、比湧出量は $3 \sim 20 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$ と低い値を示すが南方では $23 \sim 63 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$ を示し良好である。しかし地下水位は両地域とも深く、水質も悪い。

(5) ソコト層群

下位よりダンゲ層、カランバイナ層よりなる。分布面積はソコト州の3%を占める。ダンゲ層は主に海成粘土層からなり難透水層である。カランバイナ層は粘土質石灰岩、マールからなり、この地域では不圧地下水帯水層を構成している。カランバイナ層からなる丘陵ぞいには多数の湧泉や湖沼が分布する。

(6) グワンドウ層

グワンドウ層はソコト州面積の22%を占める第三紀堆積物で、州の北東から南西にかけ広く分布している。グワンドウ層は上、中、下3層に区分され、上部砂層及び下部砂層がそれぞれ不圧地下

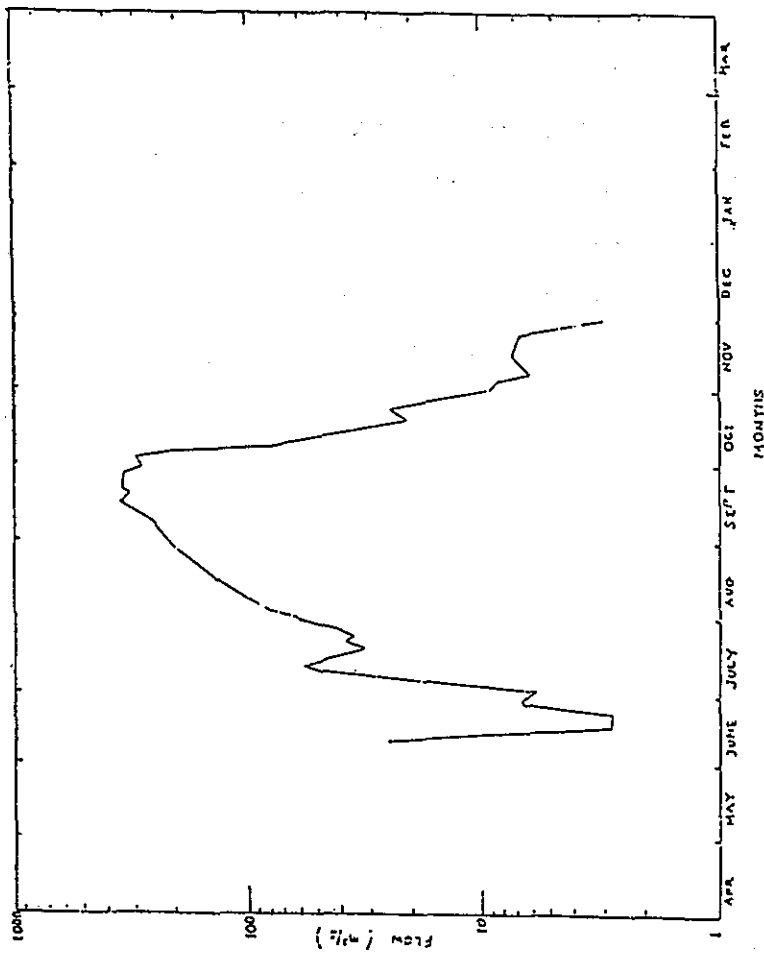
水帯水層，被圧地下水帯水層をなす。中部粘土層は難透水層である。グアンドウ層の比湧出量は50～100 m³/day/mを示すが150 m³/day/mを越す地域もあり，良好な帯水層である。

(7) 第四紀層

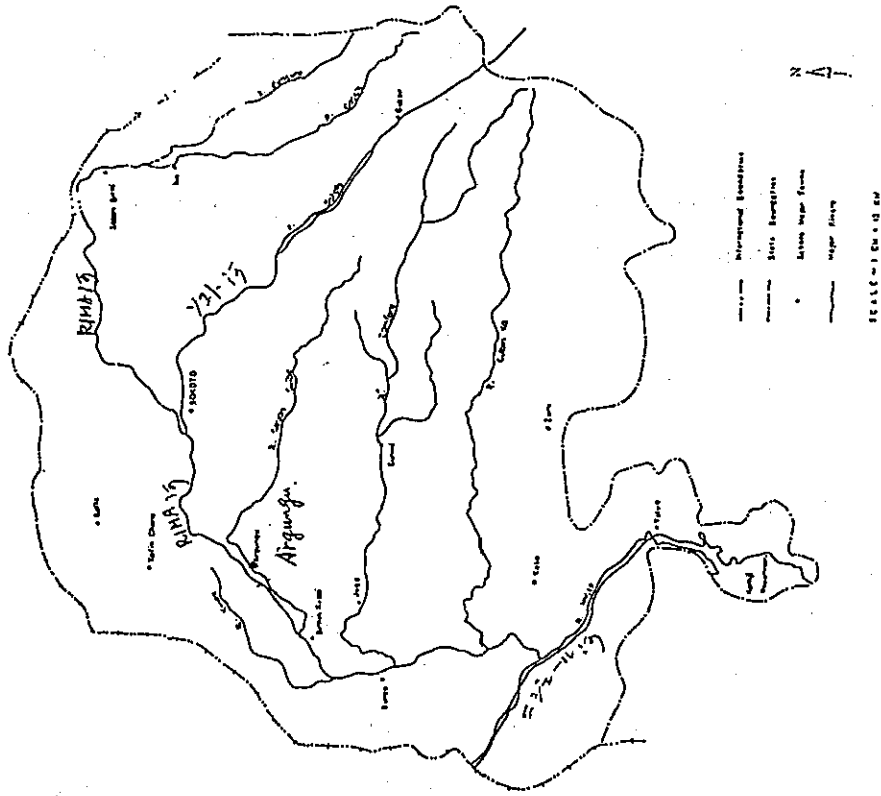
ソコト・リマ川の沖積低地（ファダマ）には，未固結の砂，礫，粘土が堆積し不圧地下水帯水層をなし，浅井戸により利用されている。

付表 17 - 1

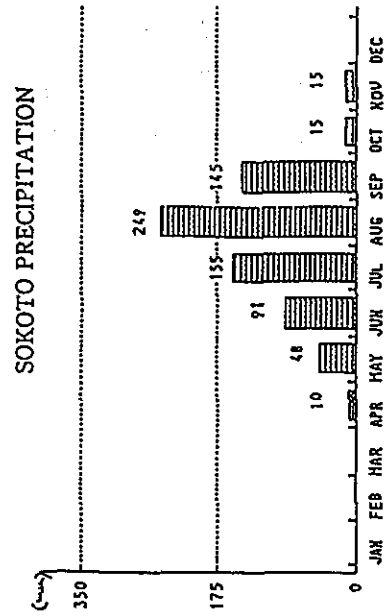
時 代		地 層 名	岩 相
新 世 代	第 四 紀	第四紀層	
	第 三 紀	グワンドゥ累層 ソコト層群 カランバイナ累層 ダンジ累層	粘土と石英粗砂との互層 粘土質石灰岩～石灰質粘土 石灰岩の薄層をはさむ泥土，泥岩の互層
中 生 代	白 亜 紀	リマ層群 イロ累層 グンドゥシ累層	細粒砂岩，泥岩，頁岩等 粗砂～礫，泥土の薄層 在 砂および礫のレンズをはさむ粘土層
	先 カン ブ リア 紀	基 盤 岩 類 区分不可能な基盤岩類 石英岩 区分不可能な変堆積岩 古期花崗岩類	花崗岩質岩，火山岩類，変堆積岩類 石英岩 変成岩，頁岩，砂岩，礫岩等 ペグマタイト，花崗岩，アプライト，変成岩



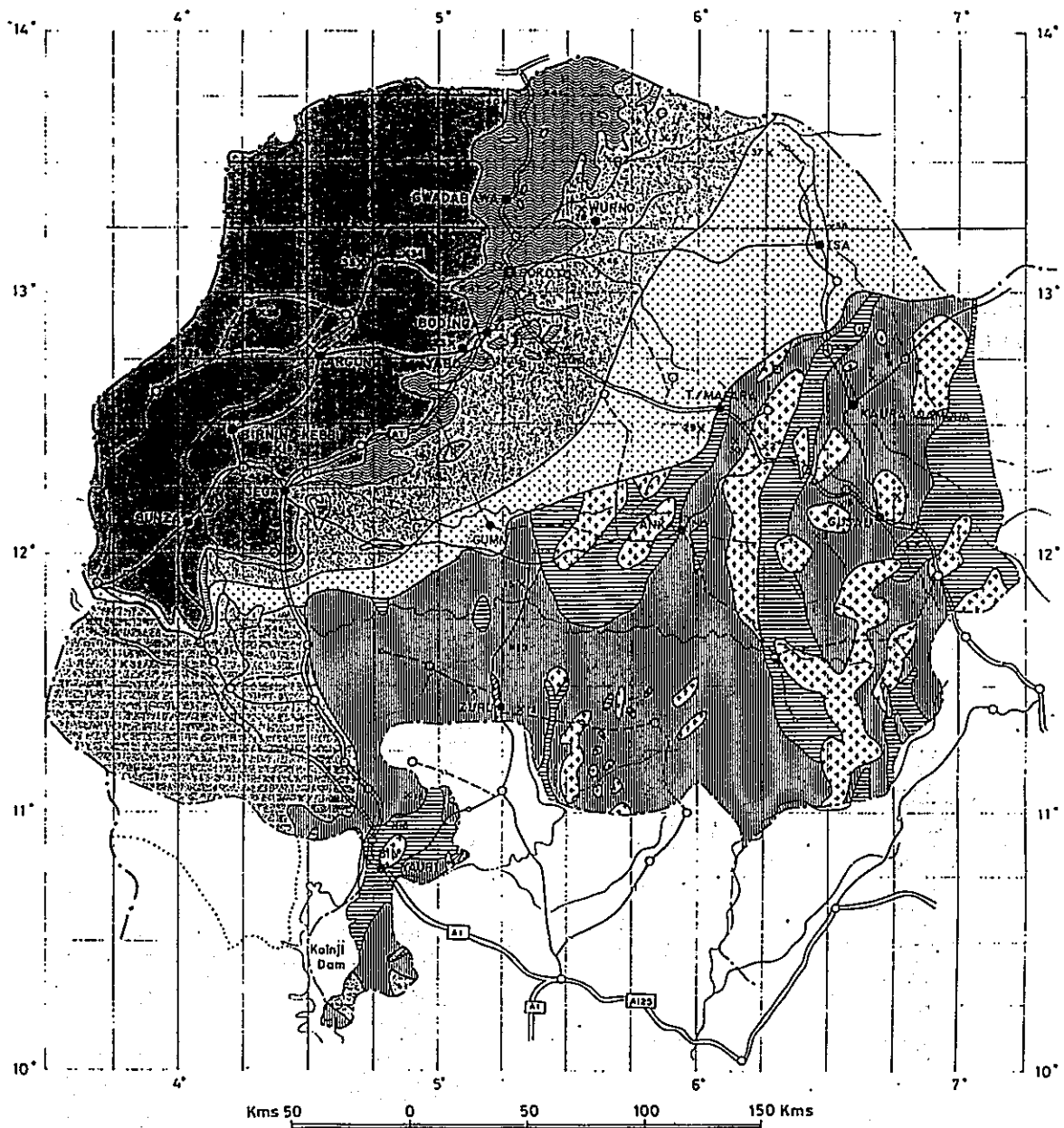
MAJOR RIVERS IN SOKOTO STATE



付図 17-5 ソコト州の主要河川

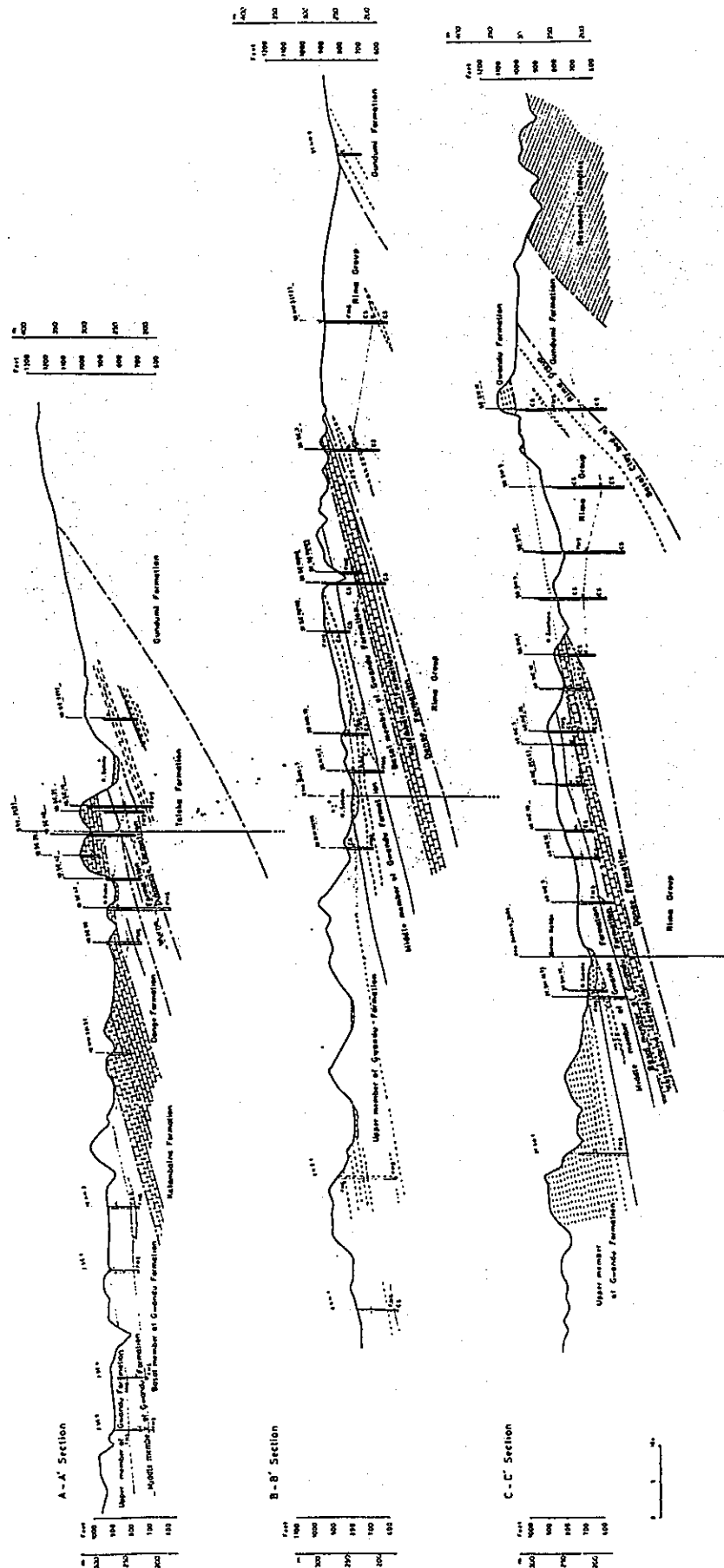


付図 17-6 ソコト州の降雨量及びマリマ川の流量



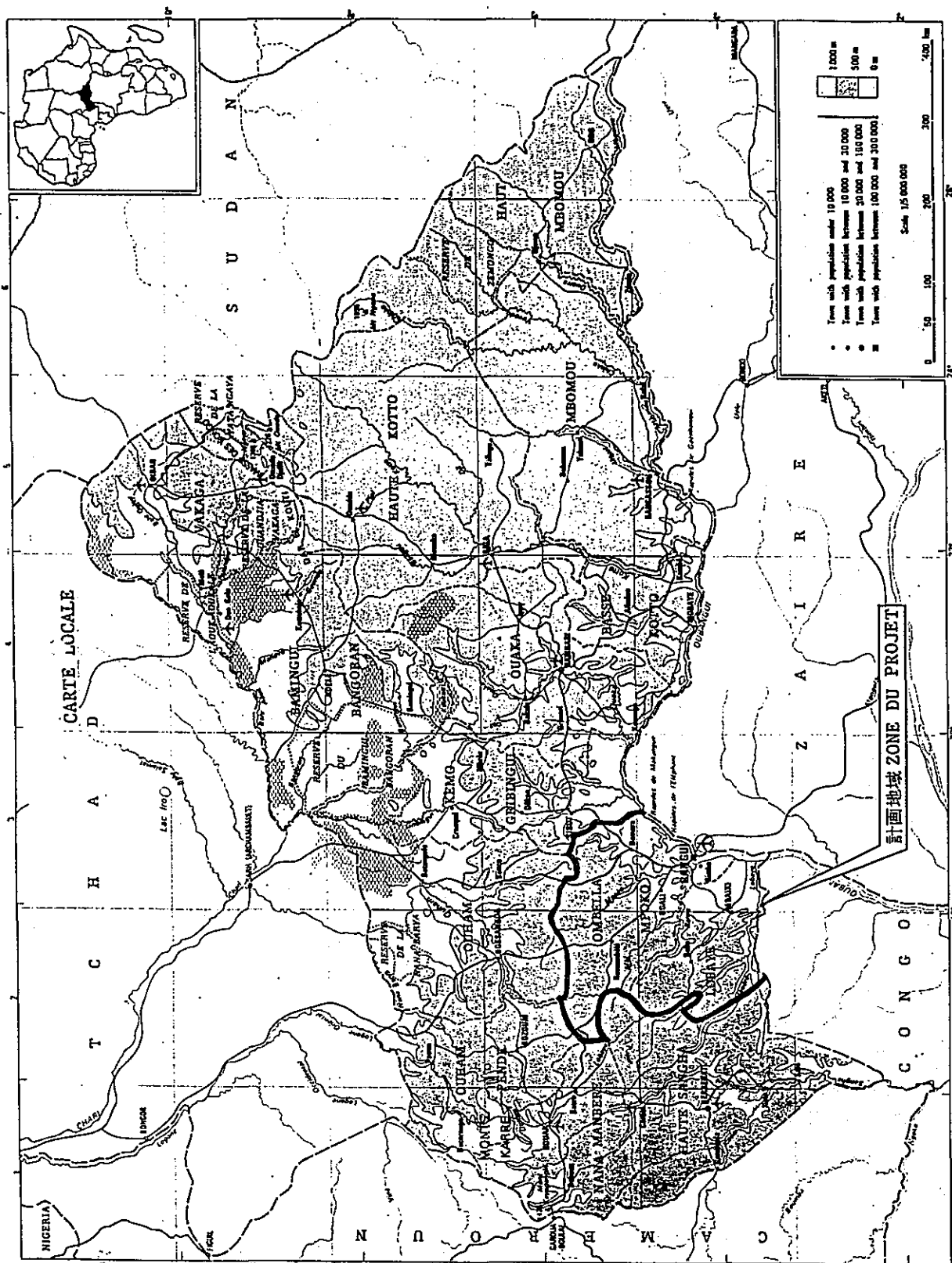
- | | | |
|--|----------|------|
| | グワンドゥ累層 | 第三系 |
| | ソコト層群 | |
| | リマ層群 | 白亜系 |
| | グワンドゥミ累層 | |
| | イロ累層 | |
| | 古期花崗岩 | 先白亜系 |
| | 珪岩 | |
| | 未区分変堆積岩 | |
| | 未区分基盤岩類 | |

付図 17-7 ソコト州地質図

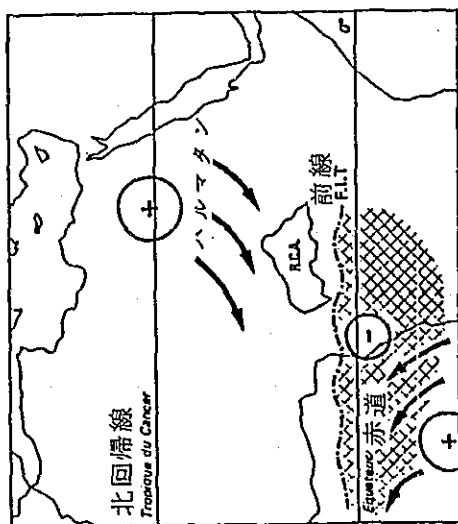
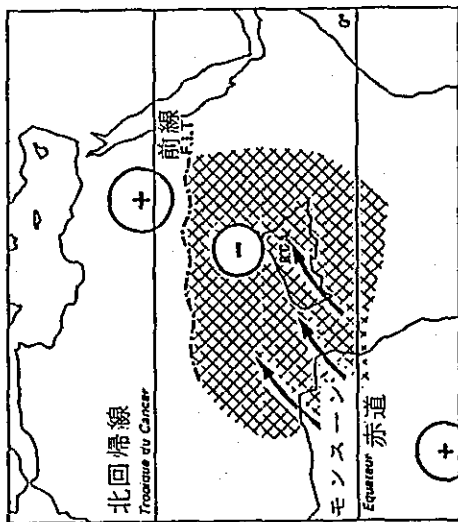


付図 17-8 水文地質構造

ソコト堆積盆の主帯水層は、上位よりグワンドウ層上部（第一帯水層）、グワンドウ層下部及びカランバイナ層（第二帯水層）、ウルノ層及びタロカ層（第三帯水層）、グンドウミ層・イロ層（第四帯水層）の4グループに区分できる。これらの帯水層系を総称しソコト地下水盆と呼ぶ。



付図18-1 計画地域位置図



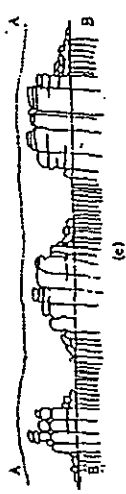
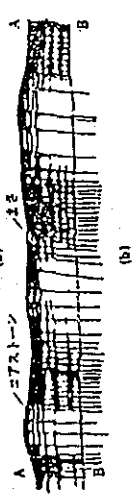
乾期
高気圧 低気圧 降雨地区

乾期

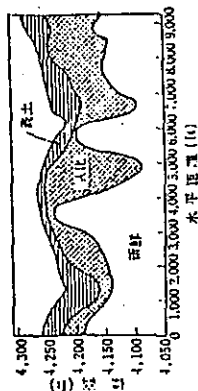
雨期

Bangui 地方の年間気候

項目	月											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
気温 (°C)	最高	35.5	36.9	37.5	36.4	35.5	34.1	33.1	33.2	33.8	34.0	34.6
	最低	15.5	16.1	18.2	18.5	18.7	18.8	18.3	18.0	18.4	18.4	16.2
	平均	25.9	27.3	27.4	26.7	26.6	25.8	25.1	25.2	25.4	25.5	25.5
平均降雨量 (mm)	21	47	124	128	173	135	185	225	185	202	101	34
平均湿度 (%)	69	66	72	76	78	81	81	83	82	82	81	71
気候	乾期						雨期					
	乾期						乾期					



Dartmoor 花崗岩の風化進行と侵食による地形変化 (Linton による)



北ナイツェリア、Jos 近傍における花崗岩地域の風化断面図 (Thomas による)

国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業																								
カメルーン	(km ²) 475,000	10,500 (千人) 増加率 3.2 (%)	北緯 2～12° 東経 8～16°	([＄]) 910	コーヒー、カカオ、石油、牧畜																								
気象・気候				地下水の賦存																									
<u>気候</u> 北部は乾燥地帯 南部は高温多湿 <u>雨期</u> 6～10月、南西の湿潤モンスーン <u>乾期</u> 11～5月、東北のモンスーン→ハルマタン <u>雨量</u> (Mago Louti県) 900～1,500 mm/年 海岸部は多雨、西部高地は涼しい				○基盤内の裂力水を対象とする深井戸 基盤内の節理や亀裂が発達したヶ所、風化が しく進行しているヶ所に滞水する ○堆積盆地の滞水層 古生層…レキ岩、砂岩…被圧地下水 中世、第3紀層…砂岩層…水量も多い 第4紀層…表流水、伏流水（地表から数m～10数mの位置）…乾期には水は乾れる																									
地 形				水利用の現況と将来計画																									
Benoné河及びMago河の沿線は沖積低地 棚状の台地：風化砂丘の平原地帯 E. L. 500m以下 北側 Mandara山地及びAltantika山：E. L. 500m以上				<u>水利用量</u> <table><tr><th>州名</th><th>人口</th><th>面積</th><th>浅井戸</th><th>深井戸</th></tr><tr><td>Mago Loti</td><td>17万人</td><td>4,750 km²</td><td>245本</td><td></td></tr><tr><td>Benoué</td><td>28</td><td>61,556</td><td>683</td><td>97本 (深さ 200m以上)</td></tr></table> <table><tr><th></th><th>2,000人以上 の村落数</th><th>無井戸村落</th></tr><tr><td>Mago Loti</td><td>330</td><td>85</td></tr><tr><td>Benoué</td><td>1,008</td><td>228</td></tr></table> ○乾期には1人当り1～2ℓ/日まで困窮する村落もある。		州名	人口	面積	浅井戸	深井戸	Mago Loti	17万人	4,750 km ²	245本		Benoué	28	61,556	683	97本 (深さ 200m以上)		2,000人以上 の村落数	無井戸村落	Mago Loti	330	85	Benoué	1,008	228
州名	人口	面積	浅井戸	深井戸																									
Mago Loti	17万人	4,750 km ²	245本																										
Benoué	28	61,556	683	97本 (深さ 200m以上)																									
	2,000人以上 の村落数	無井戸村落																											
Mago Loti	330	85																											
Benoué	1,008	228																											
地 質																													
<u>基盤</u> ：先カンブリア紀の変成岩、オルドビス紀の花崗岩 <u>上部</u> に古先層、中生層、第3紀層の堆積岩及び白亜紀以降の噴出岩 第4紀層は海岸部と北部内陸の低地に分布する																													
河川と流量				そ の 他																									
北部は：ニジェール河左支川、ベヌエ河の上流部 南部は：サナガ河流域、ギニア湾に注ぐ				<u>家畜</u> 牛：343万頭、山羊、羊468万頭 <u>土地利用</u> 全国の4.25%が農地→170万ha																									

par Jean-Félix Loung

对象地域

12°

10°

३८

■

•

•

Б



付图 19 行政区分图

国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業
ザイール	(km ²) 2,345,000	33,600 (千人) 増加率 3.1 (%)	北緯 6°~南13° 東経 12~30°	(^{\$}) 170	コバルト, 銅, その他鉱物
気象・気候				地下水の賦存	
○高温多雨の熱帯林気候 ザイール盆地周辺のサバンナ気候 雨期 10~5月 乾期 6~9月 降雨量 1,000~2,000 mm /年 キンシャサ 1,370 mm /年 マタデイ 910					
地形				水利利用の現況と将来計画	
				水道公社の実績('87) 都市部給水対象人口 12,894千人 給水人口 8,116 普及率 63% 供給量 198百万m ³ 1人当り 67ℓ/日/人 ○1人当り給水量は最近低下している 1972年 188ℓ/人/日→1987年 67ℓ/人/日	
地質				将来給水計画(東部4地区) 構成比 各戸給水栓 65ℓ/日/人 65% 共同水栓 35 30 公共水栓 20 5 平均 54	
河川と流量				その他	
ザイール河:流域面積 3,690千km ² 延長 4,370 km				首都キンシャサの人口約300万人('88) WHOの標準(ザイール) 範囲 各戸給水栓(単栓) 50ℓ/人/日 30~60 (複栓) 150 70~250 共同水栓 40 20~80 公共水栓 30 20~50	

付表 20-1 キンシャサ、マタディの平均気温(℃)と降水量(mm)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
キンシャサ 平均気温	25.4	25.5	25.8	25.5	25.1	22.8	21.6	23.0	24.7	25.2	25.1	25.0	
キンシャサ 降水量	126	141	169	212	137	5	1	3	33	139	235	170	1,371
マタディ 平均気温	26.2	26.4	27.0	26.4	25.6	23.1	21.2	21.3	23.1	24.9	25.3	25.3	
マタディ 降水量	49	83	164	197	65	1	0	1	7	72	154	118	911

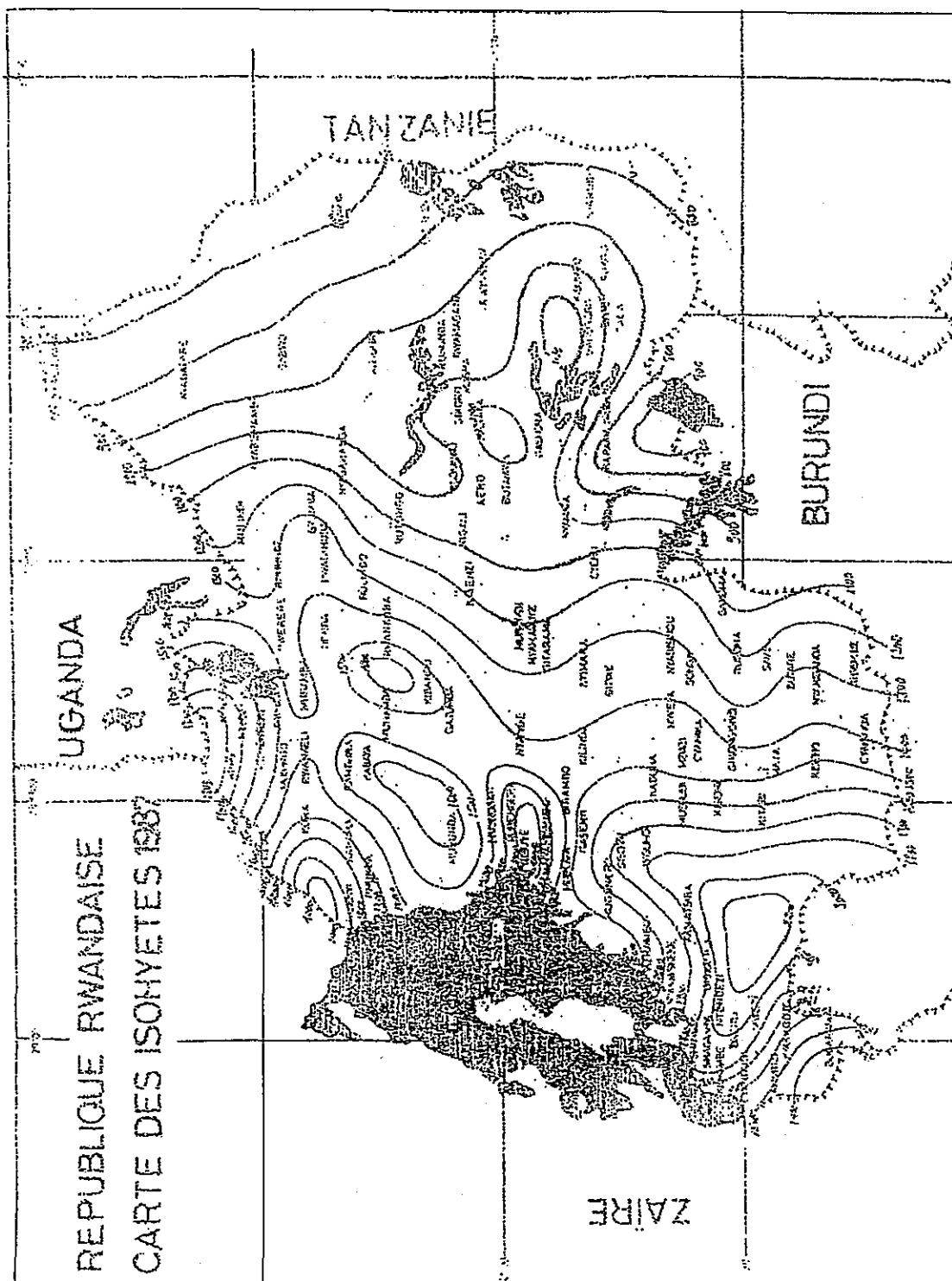
(出典：マタディ橋工事誌)

付表 20-2 水道公社施設整備実績

項 目	単 位	1972	1978	1980	1982	1984	1986	1987
* 都市部給水対象人口	千人	5,820	6,200	7,125	8,048	9,000	11,596	12,894
給水人口	千人	1,455	3,400	3,845	4,091	6,500	7,527	8,116
普及率	%	25	55	54	51	72	65	63
生産水量	百万 m^3	146	153	191	192	242	251	251
供給水量	百万 m^3	100	135	152	162	175	190	198
販売水量	百万 m^3	78	101	103	114	128	130	144
有収率	%	78	75	68	70	73	68	73
1人1日平均給水量	ℓ/人/日	188	109	108	108	74	69	67

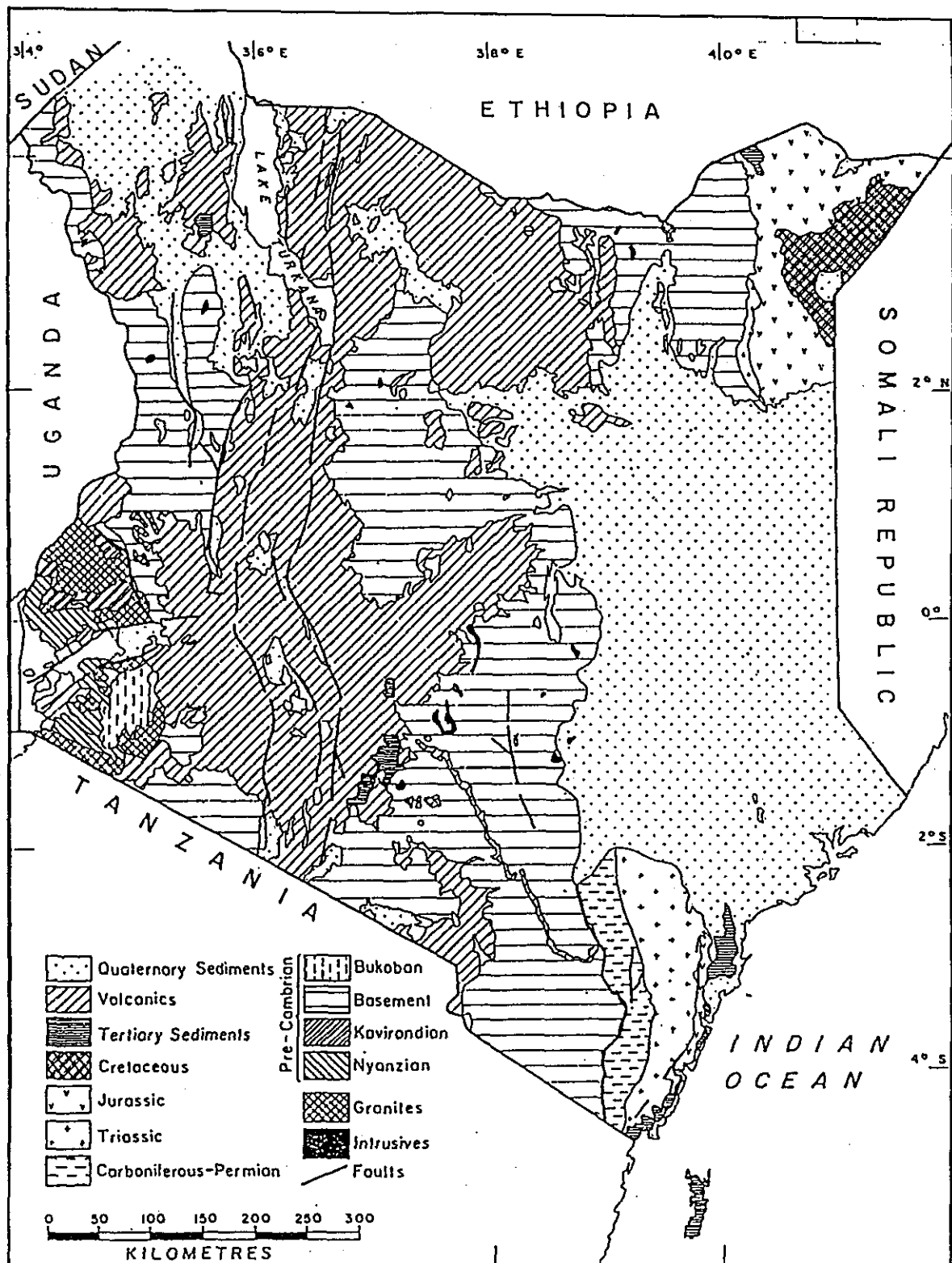
(出典：水道公社 年報)

国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業																
ルワンダ	(km ²) 26,338	6,200 (千人) 増加率 3.3 (%)	南緯 1 ~ 3° 東経 29 ~ 31°	($\text{\$}$) 290	コーヒー, 錫																
気象・気候				地下水の賦存																	
雨期 大雨期 3 ~ 5月 小雨期 10 ~ 12月 大乾期 6 ~ 8月 小乾期 1 ~ 2月 降雨量 山地で 2,000 mm / 年 中部で 1,100 ~ 1,400 東部で 800 ~ 1,000 気温 月平均 20℃ 夜間最低 14 日中最高 26 湿度 大雨期 85 % 大乾期 60																					
地形				水利用の現況と将来計画																	
○全般に高地で、大小の丘陵より成る E. L. ○西部にアフリカ大地溝帯に属するザイール～ナイル尾根 (3,000 m級) ○西側は陥没帯でギブ湖 (E. L. 1,460 m) ○北部は 4,000 m級の火山、その西側斜面はザイール水系、東斜面はナイル河水系に属するアカゲラ河の流域で E. L. 1,300 ~ 1,800 mの高原地帯 ○南東部には湖沼、湿地が発達				水使用量 現状 10ℓ/日/人 計画 15ℓ/日/人 …… 人力ポンプ 22.5 …… 簡易水道 給水計画区分 <table><tr><td></td><td>小給水区</td><td>中給水区</td><td>雨水貯留</td></tr><tr><td>給水人口</td><td>460人/区</td><td>2,150人/区</td><td>24人/区</td></tr><tr><td>給水量</td><td>10m³/日/区</td><td>80m³/日/区</td><td>1m³/日</td></tr><tr><td>施設</td><td>人力ポンプ 深井戸</td><td>電動ポンプ 深井戸, 簡易水道</td><td>貯留タンク</td></tr></table> ○ 1976年以降 5,556ヶ所の泉を開発		小給水区	中給水区	雨水貯留	給水人口	460人/区	2,150人/区	24人/区	給水量	10m ³ /日/区	80m ³ /日/区	1m ³ /日	施設	人力ポンプ 深井戸	電動ポンプ 深井戸, 簡易水道	貯留タンク	
	小給水区	中給水区	雨水貯留																		
給水人口	460人/区	2,150人/区	24人/区																		
給水量	10m ³ /日/区	80m ³ /日/区	1m ³ /日																		
施設	人力ポンプ 深井戸	電動ポンプ 深井戸, 簡易水道	貯留タンク																		
地質																					
先カンブリア紀の変成岩 (結晶片岩, 珪岩) と花崗岩 新世代火山活動地帯が地溝帯の西方地域にある。 東部地方: ブルンディエン紀 (10億年前) の砂岩, スレート質頁岩, 部分的に変成している。浅海性堆積作用による生成で、堆積岩が珪岩と互層になっている。 南東部: 10億年以上前の造構運動で 100 kmもある長い背向斜構造の小丘を形成。 ブルンディエン紀の貫入岩体はアルカリ質, 優白色花崗岩類で絹雲母にとみ, 時に電気石を含む, 貫入は直径 50 kmに達する規模が多い。																					
河川と流量				その他																	



付図21-2 ルワンダ共和国等雨量線図 1987年

国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業																												
ケニヤ	(km ²) 583,000	22,000(千人) 増加率 4.2 (%)	北緯 5°~南 4° 東経 34~42°	(^{\$}) 340	コーヒー、紅茶、サイザル麻、綿花																												
気象・気候				地下水の賦存																													
雨期 一年中、高地では3月が最大、8月が最少 雨量 海岸地帯は5月が最大、1月が最少 ① 海岸ベルト地域 500~1,000 mm/年 ② Plateau Foreland 250~500 ③ Aridov Semi Arid Plain 250以下 ④ Highland 2,000 mm/年以上になる ⑤ Rift Valley 500~1,000 ⑥ Lake Region 1,000~1,500																																	
地形				水利用の現況と将来計画																													
上記欄の地域と対応 ① 海岸より内陸へ10kmの巾、E.L. 150 m以下 ② ①と④の中間地、E.L. 300~1,000 mの地帯 ③ 北部と東北部に広く分布、E.L. 1,000 m(北部)~200 m(東部) ④ Rift Valleyによって東部と西部に分けられる。 E.L. 2,500~1,500 m ⑤ 巾50~100 km、E.L. 1,000~3,000 m ⑥ ビクトリア湖周辺 1,200~1,400 mの高原地域、湖面はE.L. 1,160 m				地下水の年間揚水量 <table><tr><td></td><td>井戸数</td><td>平均揚水量</td><td>年間揚水量</td></tr><tr><td>ビクトリア湖流域</td><td>403</td><td>106ℓ/分</td><td>3.4×10⁶ m³/年</td></tr><tr><td>リフトバレー "</td><td>672</td><td>139</td><td>7.4</td></tr><tr><td>アティ河</td><td>2,015</td><td>124</td><td>19.7</td></tr><tr><td>タナ河</td><td>296</td><td>88</td><td>2.1</td></tr><tr><td>エワソ・ギロ河</td><td>512</td><td>75</td><td>3.0</td></tr><tr><td>計</td><td>3,898</td><td></td><td>35.6</td></tr></table> かんがい面積('86) 3万6,000 ha、可能面積50万 ha 包蔵水力 現状設備 60万 kW 包蔵 140万 kW			井戸数	平均揚水量	年間揚水量	ビクトリア湖流域	403	106ℓ/分	3.4×10 ⁶ m ³ /年	リフトバレー "	672	139	7.4	アティ河	2,015	124	19.7	タナ河	296	88	2.1	エワソ・ギロ河	512	75	3.0	計	3,898		35.6
	井戸数	平均揚水量	年間揚水量																														
ビクトリア湖流域	403	106ℓ/分	3.4×10 ⁶ m ³ /年																														
リフトバレー "	672	139	7.4																														
アティ河	2,015	124	19.7																														
タナ河	296	88	2.1																														
エワソ・ギロ河	512	75	3.0																														
計	3,898		35.6																														
地質																																	
先カンブリア紀：全土の基盤岩を構成 二疊紀～三疊紀：堆積岩が海岸地方に分布 ジュラ紀～白亜紀：海侵による堆積岩が東北部に分布 第3紀：リフトバレー形成、火山岩 第4紀：中央部の熔岩、海岸のさんご礁 河川の土砂堆積等																																	
河川と流量				その他																													
アティ河：キリマンジャロから流出、インド洋へ タナ河：ケニヤ山、高地から流出、インド洋へ エワソ・ニギロ河：ソマリヤの方向へ、砂漠に消える。 ビクトリア湖流域 リフトバレー流域 マレワダムの洪水量(流域面積 776 km²) <table><tr><td>確率</td><td>1/5</td><td>1/20</td><td>1/100</td><td>1/1,000</td></tr><tr><td>ピーク流量</td><td>120</td><td>270</td><td>520</td><td>1,100 m³/sec</td></tr><tr><td>比流量</td><td></td><td></td><td>0.7</td><td>1.4</td></tr></table>						確率	1/5	1/20	1/100	1/1,000	ピーク流量	120	270	520	1,100 m ³ /sec	比流量			0.7	1.4													
確率	1/5	1/20	1/100	1/1,000																													
ピーク流量	120	270	520	1,100 m ³ /sec																													
比流量			0.7	1.4																													



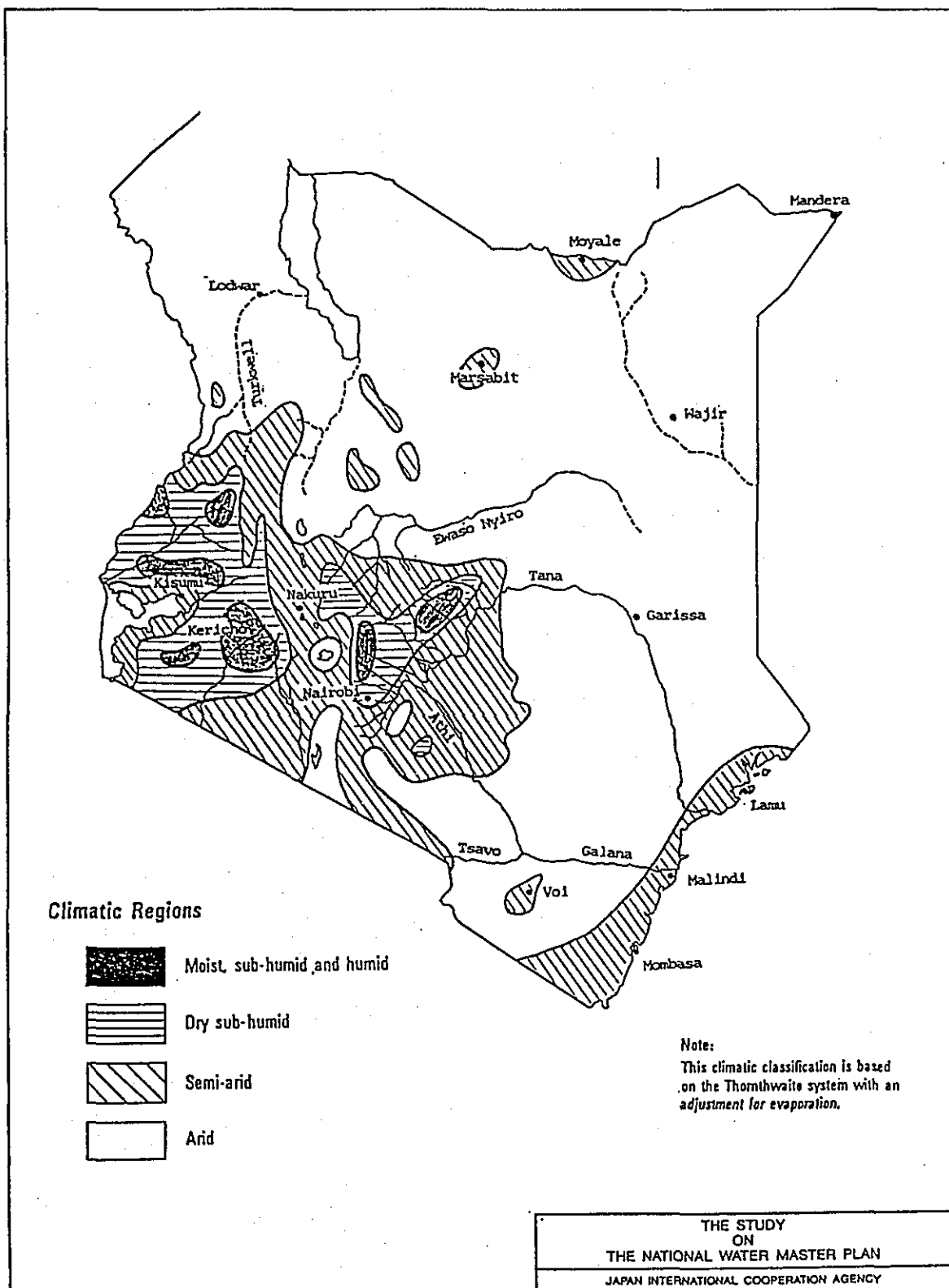
付図22-1 ケニアの地質図

THE STUDY
ON
THE NATIONAL WATER MASTER PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

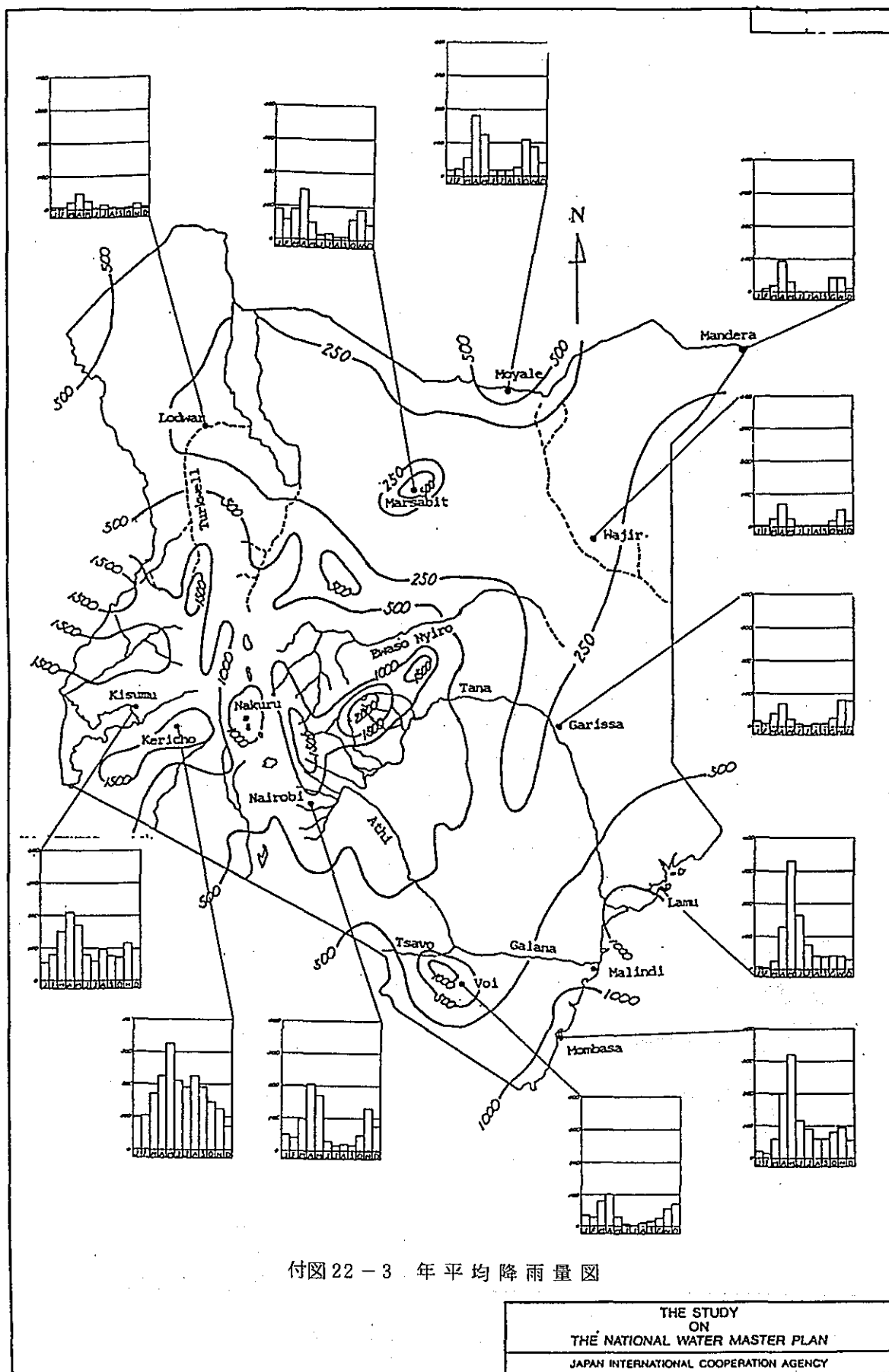
付表 22 - 1 マレワダム付近の雨量

(Unit :mm)

Location	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
(1) Nakuru : 1967 - 1987													
(EL.1,872")	184	181	191	133	130	121	120	128	136	130	116	155	1,725
(2) Naivasha : 1966 - 1988													
	191	183	199	148	139	130	130	146	160	180	132	155	1,892
(3) Ol Joro Orok : 1963 - 1988													
	167	160	190	149	120	107	100	100	123	131	115	144	1,605



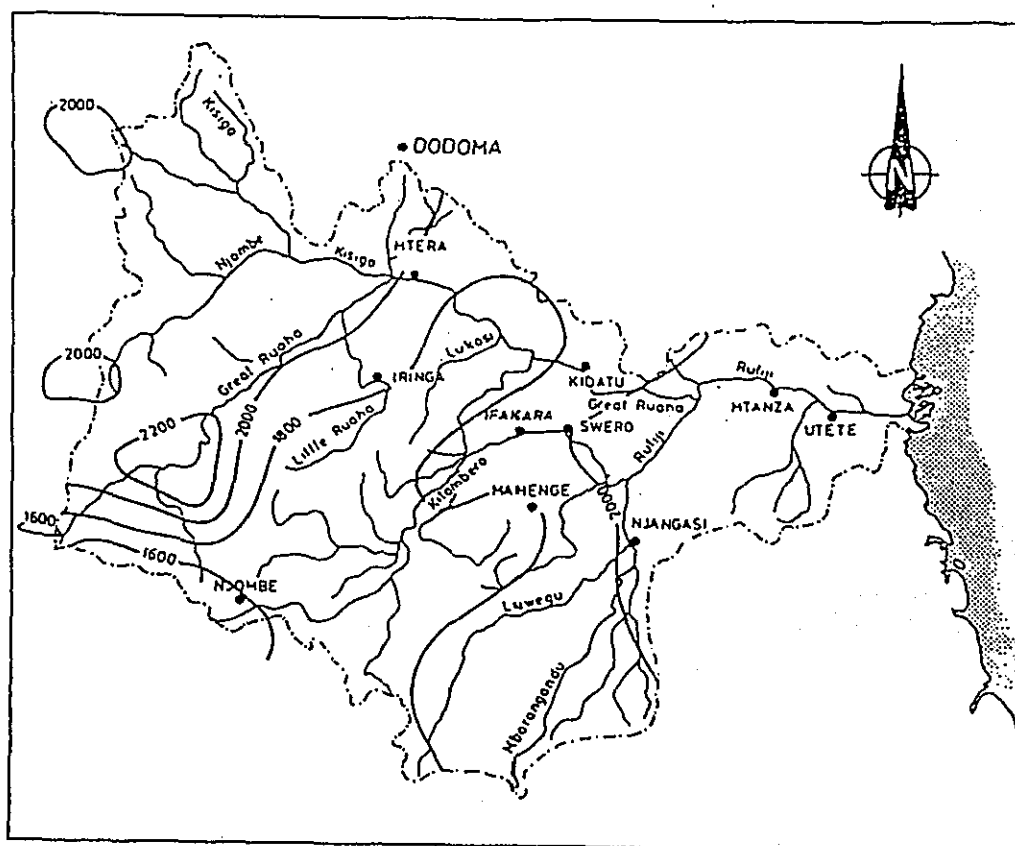
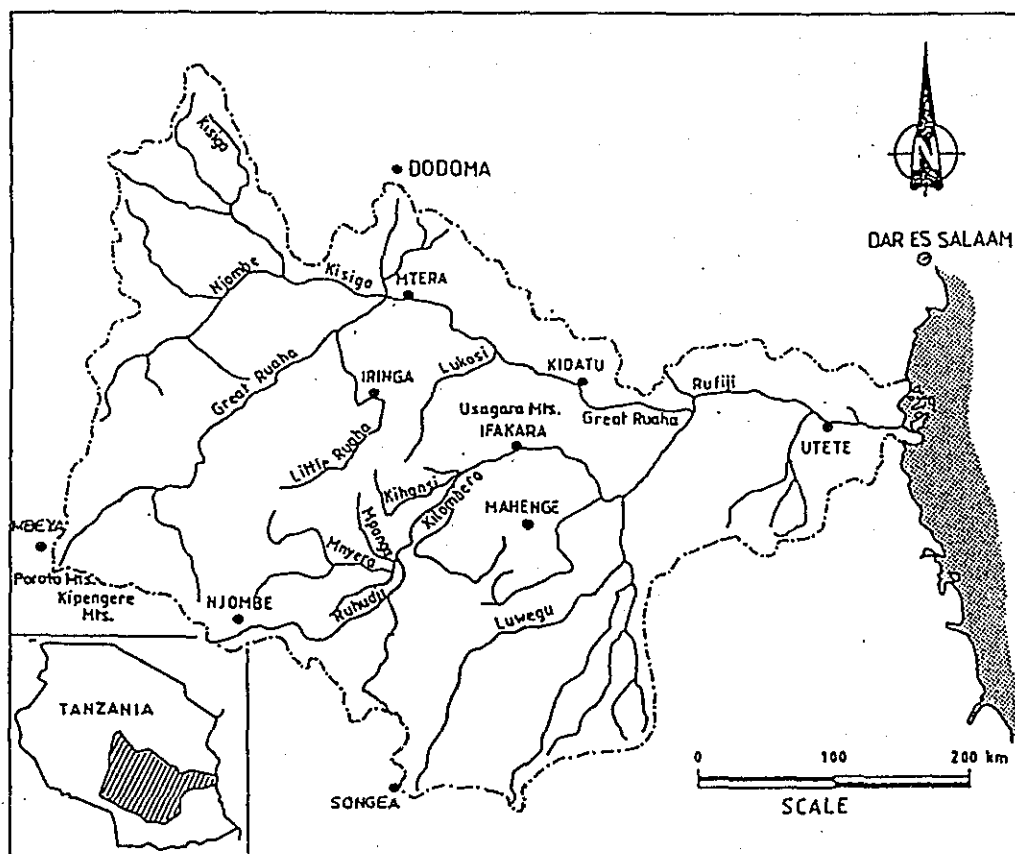
付図22-2 ケニアの気候区

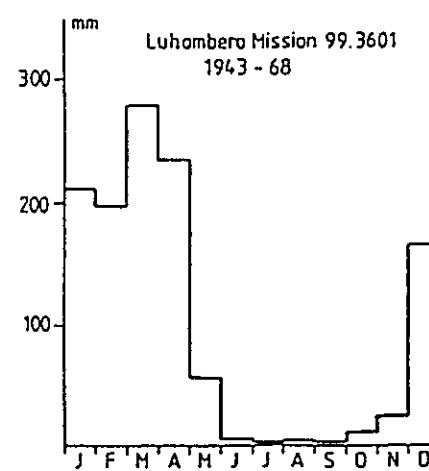
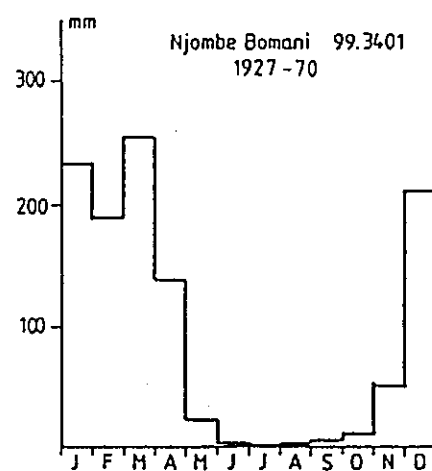
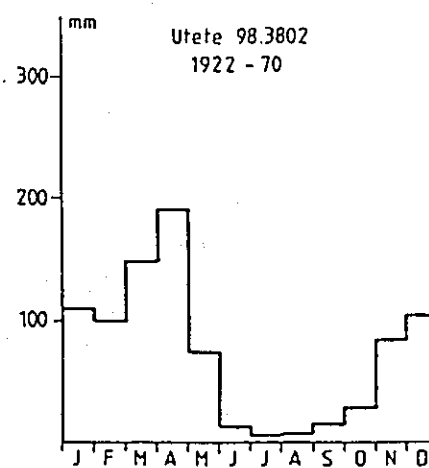
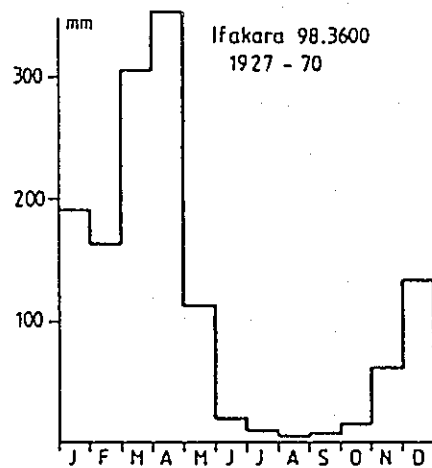
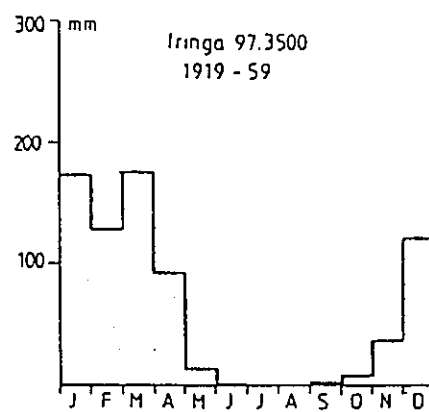
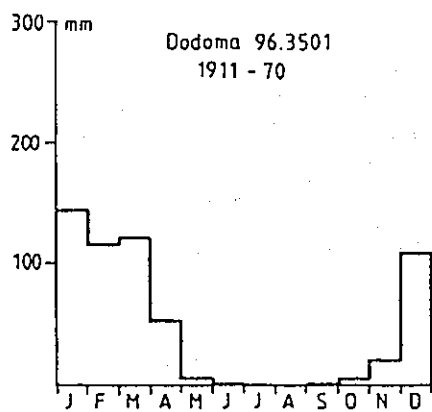


付図22-3 年平均降雨量図

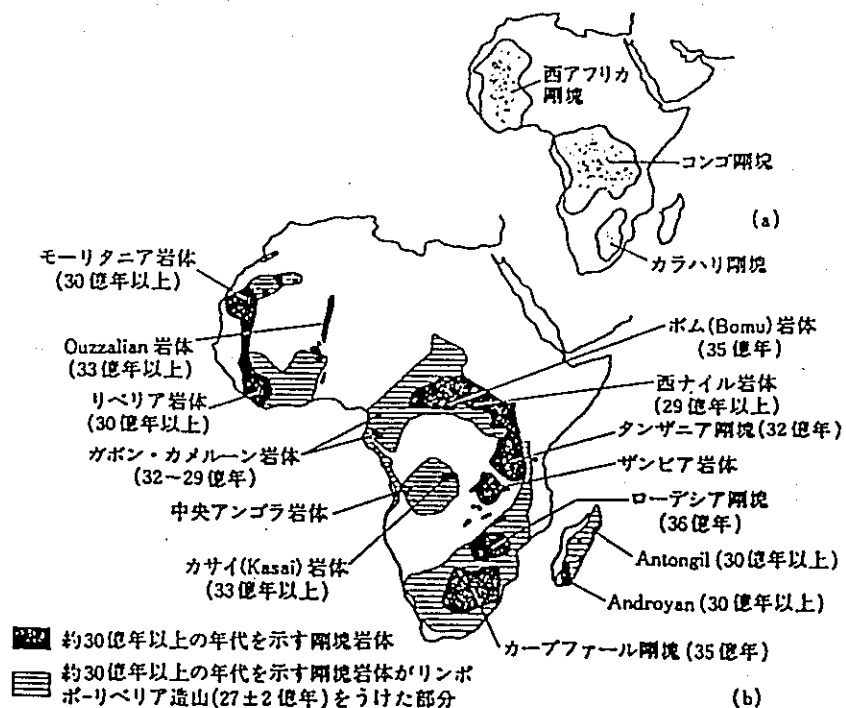
THE STUDY
ON
THE NATIONAL WATER MASTER PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業	
タンザニヤ	(km ²) 945,000	24,000(千人) 増加率 3.5 (%)	南緯 1～11° 東経 30～40°	(^{\$}) 160	コーヒー, 紅茶, 綿花 カシューナッツ	
気象・気候				地下水の賦存		
ダレス・サラム 雨量 1,100 mm/年 雨期 11～12月及び3～5月, 乾期 6～10月 キハンシ川流域 雨量 1,400～1,800 mm/年 雨期 12～5月, 乾期 6～11月						
地形	キハンシ河: 標高 1,000 m 程度の高原サバンナ			水利利用の現況と将来計画		
地質				水力発電 設備現況('86) 将来需要('96) 水力 253 MW → Pangani 42.5 MW 火力 82 増分 Lower キハンシ 60 Total 335 450 ダレスサラーム市の上水使用量(現況) House Connection 水使用量 人口 高度 400ℓ/人/日 22% 5% 中位 250 5 2 低位 160 42 25 yard Connection 85 21 24 no " (公共水栓) 22 10 44 100 100 (12.8万m ³ /日) (134万人) 平均1人当り 96ℓ/日/人 ダレスサラーム市の他の用水使用量 メーター付 メーターなし 登録なし Total 工業用水 2,000 m ³ /日 2,600 m ³ /日 4,600 m ³ /日 商業用水 900 5,400 6,300 12,600 企業用水 900 4,400 5,300 合計 22,500 漏水 現況 35% → 将来 22%('95)		
河川と流量	ルフジ河: 支川 Kilombero 河 小支川, キハンシ河 (A = 600 km ²)			その他		
				ダレスサラーム 人口 1,360 千人('88) 人口増加率 7.8% (67～'78) 4.8 (78～'88)		





付図 23 - 3



(a) Kennedy (1964*) によるアフリカ大陸の3つの先カンブリア剛塊 (広義). Clifford (1974*) から. (b) アフリカにおける先カンブリア剛塊の分布 (狭義). Clifford (1970) および Kröner (1977 a*) を一部改訂

出典：岩波講座地球科学 16 世界の地質 p 66 より引用

付図 23 - 4 アフリカにおける先カンブリア剛塊

附表 23 - 1

METEOROLOGICAL DATA IN DAR ES SALAAM

	Rainfall Mean(mm) 1982-1987	Temperature Mean Max. 1985	Mean Min. 1985	Relative Humidity 1982-1986 AM9 PM3	Potential Evapo- ration (mm)
Jan.	72.9	31.7 C	23.3 C	79% 64%	200mm
Feb.	61.6	31.0	22.9	79 62	184
Mar.	133.5	31.8	21.9	83 67	183
Apr.	266.5	30.7	21.8	88 74	142
May	178.3	29.8	20.2	86 66	155
Jun.	37.0	29.8	18.3	84 58	142
Jul.	30.0	28.5	18.2	85 56	146
Aug.	25.8	29.8	17.6	84 54	169
Sep.	26.5	30.7	17.7	78 53	179
Oct.	62.2	31.1	19.3	74 56	204
Nov.	122.5	31.4	20.4	76 62	195
Dec.	107.6	32.0	22.8	78 65	205
Annual	1124.4	30.8	20.4	81 61	2104

(source: Meteorological Department)

DOMESTIC WATER CONSUMPTION IN DAR-ES-SALAAM (1990)
(Unit:m³/day)

Type of Connection	Domestic Water Consumption	Population
House Connection		
High	27,865 (22%)	69,663 (5%)
Middle	6,117 (5%)	24,467 (2%)
Low	53,555 (42%)	334,721 (25%)
Yard Connection	27,648 (21%)	315,482 (24%)
Kiosk/Standpipe (no connection)	12,995 (10%)	590,695 (44%)
Total	128,180 (100%)	1,335,028 (100%)

INDUSTRIAL CONSUMPTION IN DAR ES SALAAM (1990)

	Consumption	Number
Metered consumers	2,003 m3/day	54
large	(1,705 m3/day)	(6)
small	(298 m3/day)	(48)
Unmetered consumers	2,610 m3/day [#]	421
Total	4,612 m3/day	475

Note: (#) 2,610 m3/day = 298 * (421/48)

INSTITUTIONAL CONSUMPTION IN DAR ES SALAAM (1990)

	Consumption	Number
Metered consumers	928 m3/day	61
large	(685 m3/day)	(2)
small	(243 m3/day)	(59)
Unmetered consumers	4,427 m3/day [#]	1,080
Total	5,355 m3/day	1,141

Note: (#) 4,427 m3/day = 243 * (1,080/59)

COMMERCIAL CONSUMPTION IN DAR ES SALAAM (1990)

	Consumption	Number	Note
Registered consumers		2,724	
Metered large consumers	411 m3/day	5	
Metered small consumers	490 m3/day	415	
Unmetered consumers			
Unregistered consumers	5,379 m3/day	4,482	
Total	6,282 m3/day	4,902	= 2,724 x 1.8

WATER CONSUMPTION IN DAR-ES-SALAAM, 1990
(UNSUPPRESSED)
(Unit: m³/day)

DOMESTIC	INDUSTRIAL	COMMERCIAL	INSTITUTIONAL	TOTAL
128,180	4,612	6,282	5,355	144,429

付表 23 - 2

SUPPRESSED (AND ACTUAL) WATER CONSUMPTION
IN DAR-ES-SALAAM, 1990

(Unit: m³/day)

CATEGORY	Unsuppressed consumption	Suppressed (large + small)
DOMESTIC	128,180	111,056
INDUSTRIAL	4,612	1,904 + 2,216
COMMERCIAL	6,282	520 + 5,177
INSTITUTIONAL	5,355	825 + 4,029
TOTAL	144,429	125,727

Note : suppression factor = 87%

WATER SUPPLY AND DEMAND BALANCE IN DAR-ES-SALAAM
(1990, DAILY AVERAGE BASE)

(A) Gross Supply:		296,300 m ³ /day
(Lower Ruvu Treatment Plant)	207,500	
(Upper Ruvu Treatment Plant)	82,000	
(Mtoni Treatment Plant)	6,800	
(B) Net Supply:		193,425 m ³ /day
(Lower Ruvu Treatment Plant)	176,375	
(Upper Ruvu Treatment Plant)	10,250	
(Mtoni Treatment Plant)	6,800	
(C) Leakage Ratio:		35 %
(D) Unsuppressed Consumption		144,429 m ³ /day
(E) Unsuppressed Demand: (D)/(1-(C))		222,200 m ³ /day
(F) Overall Suppression Factor: (B)/(E)		87 %

(source: JICA Study Team)

Note: Difference between gross supply and net supply is consumed a leaked out along the transmission lines.

Year	Population	Intercensus growth Rate	Decrease in growth rate
1967	325,628		
1978	843,090	8.15 %	
1988	1,360,850	4.90 %	3.25 %
1998	1,877,500	3.27 %	1.63 %
2008	2,392,800	2.45 %	0.81 %
2018	2,929,800	2.05 %	0.41 %

WATER SUPPLY FOR DAR ES SALAAM IN 1995

	Lower Ruvu m ³ /day (mgd)	Upper Ruvu m ³ /day (mgd)	Mtoni m ³ /day (mgd)	Total m ³ /day (mgd)	Percentage
Output at the Plant	181,800(40)	82,000(18)	6,800(1.5)	270,600(59)	100 %
Consumption or Leakage along Transmission Line	32,700(7)	32,000(7)		64,700(14)	24 %
At the Reservoir (for Dar es Salaam)	149,100(33)	50,000(11)	6,800(1.5)	205,900(45)	76 %

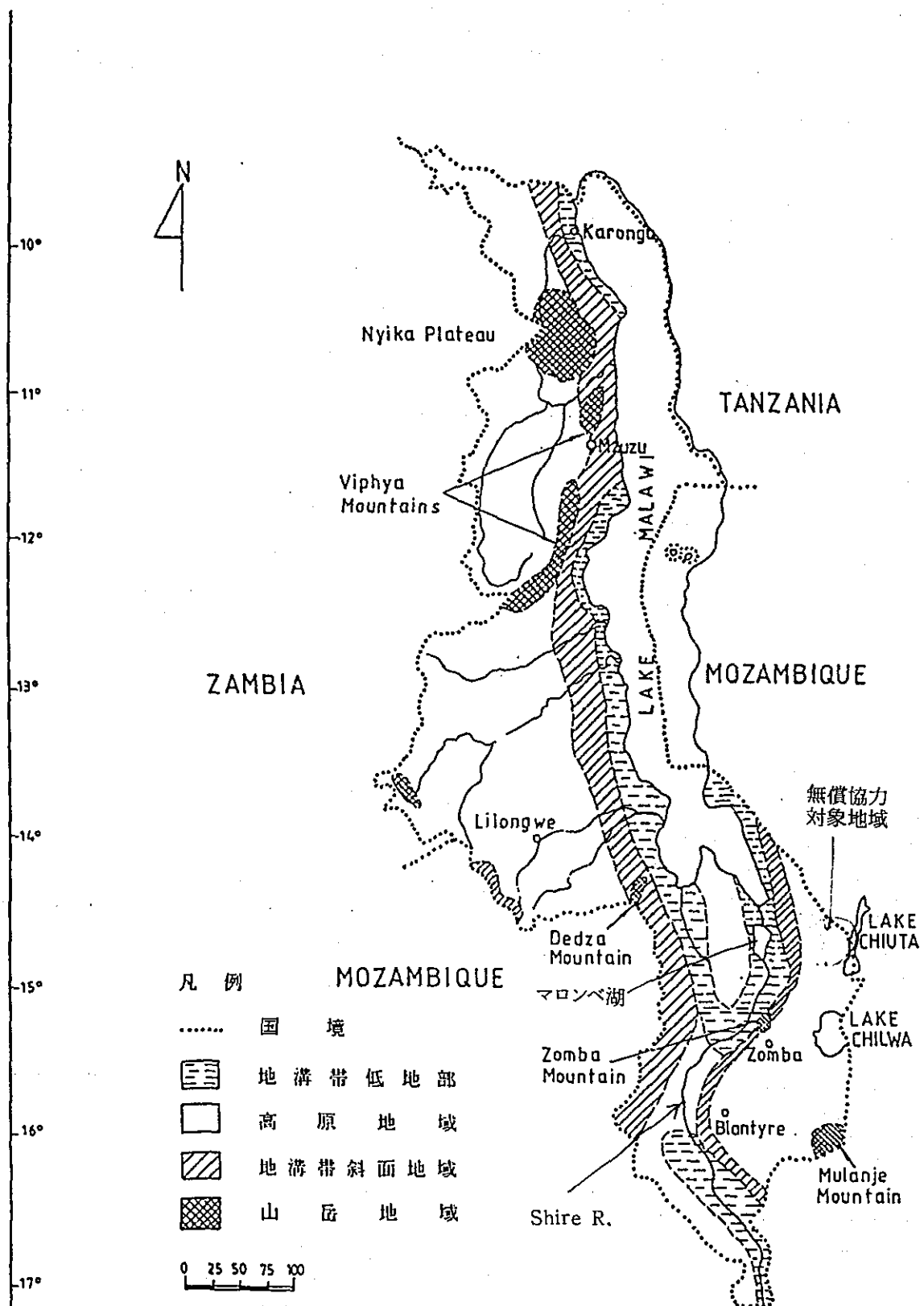
POPULATION ACCORDING TO SERVICE LEVEL IN 1995
(Person and percentage in parenthesis)

Sub Branch	Popu- lation	Total	Population Distribution by Service Level					Kiosk/ Standpipe
			High	House Middle	Connection Low	Yard Connection		
ILALA	426,424	393,448	25,491(6)	25,975(7)	90,983(23)	71,710(18)	179,289(46)	
TEMKE	556,547	474,576	(-)	(-)	108,626(23)	102,749(22)	263,201(55)	
KINONDONI	196,512	196,512	53,424(27)	(-)	54,723(28)	50,202(26)	38,163(19)	
KAVE	118,605	46,463		(-)	20,908(45)	9,293(20)	16,262(35)	
MAGOMENI	433,293	408,340		(-)	107,593(26)	113,977(28)	186,770(46)	
TOTAL	1,731,381	1,519,339	78,915(5)	25,975(2)	382,833(25)	347,931(23)	683,685(45)	

WATER CONSUMPTION IN 1995
(Unit: m³/day)

Sub Branch	Domestic	Industrial	Commercial	Institutional	Total
ILALA	42,388	1,268	3,106	2,684	49,446
TEMKE	31,905	2,641	1,301	1,497	37,344
KINONDONI	35,233	40	1,610	657	37,540
KAVE	4,493	303	228	1,292	6,316
MAGOMENI	31,015	1,227	1,217	233	33,692
TOTAL	145,034	5,479	7,462	6,363	164,338

国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業
マラウイ	(km ²) 118,484	7,300 (千人) 増加率 3.1 (%)	南緯 9～17° 東経 33～36°	(^{\$}) 160	タバコ、紅茶、砂糖、トウモロコシ
気象・気候				地下水の賦存	
○熱帯 サバンナ気候 雨期 12～3月 乾期 4～11月 雨量 北半部パラウイ湖沿岸 1,500～2,000 mm/年 南部低地域 800～900 高原地域 900～1,300 山岳地 2,000以上				給水源 都市…表流水が主体 30～50%故障 ↓ 地方…重力式水道と、深井戸(5,100本)(ハンドポンプ) 浅井戸(3,200本) あり 滞水層 岩盤の風化帯及び沖積層 (風化した片麻岩の裂かの発達する風化帯) 及び表層の未固結堆積物	
地形				水利用の現況と将来計画	
地溝帯低地部 E.L. 400～600 m 地溝斜面地域 900～1,500 m…全国の3/4を占める 高原、山岳地域 2,000～3,000 mで、北部、中部、南部に孤立した山岳あり				給水量の現状('85) 全人口 給水人口 給水量 都市 96万人 80万人 ブランタイヤ 36万 9.3万m ³ /日 リロンゲ 14 (120ℓ/日/人) その他 30 地方 610 287 ハンドポンプ 129万 4.5万m ³ /日 付深井戸 (17ℓ/日/人) 水中ポンプ 17 付深井戸 40 浅井戸 101 動式 101 合計 706万人 367万人 13.8万m ³ /日 地方給水計画 現在 2000年計画 動式水道 101万人 216万人 井戸 176 686 (深井戸 5,100本 10,600本) 浅井戸 3,200 8,200 給水量計画原単位 大都市 140ℓ/人/日 他の都市 55 地方(動式水道) 36 (井戸) 27	
地質				その他	
地溝帯：中生代後期～新生代にかけて形成 基盤岩類：生カンブリア紀の黒雲母片麻岩…硬質で空隙が少ない 貫入岩類：先カンブリア～古生代の貫入岩で、花崗岩及び閃長石類で風化が強い。 堆積層：第4紀洪積世、沖積世の砂と粘土の未固結層				リロンゲエ市(首都)…新しい街 14万人 ブランタイア市 36万人 無償協力 南東部 マチンガ県(人口 5万人) 機材 トラック搭載型掘削機 2台 手押しポンプ 300台 新規井戸建設 236本	
河川と流量					
マラウイ湖 マロムベ湖 Shire湖：上記2湖から流出し、モザンビークでザンベジ河に合流 Chilwa湖					



付図 24-1 地形分類図

付表 24 - 1 気象観測所

Meteo. Station	標高 (m)	観測期間
NTAJA	731	1975年1月～1986年6月
CHIKWEO	717	1982年1月～1986年6月
NYAMBI	853	1975年1月～1986年6月
NKHOKWE	655	1975年1月～1986年6月

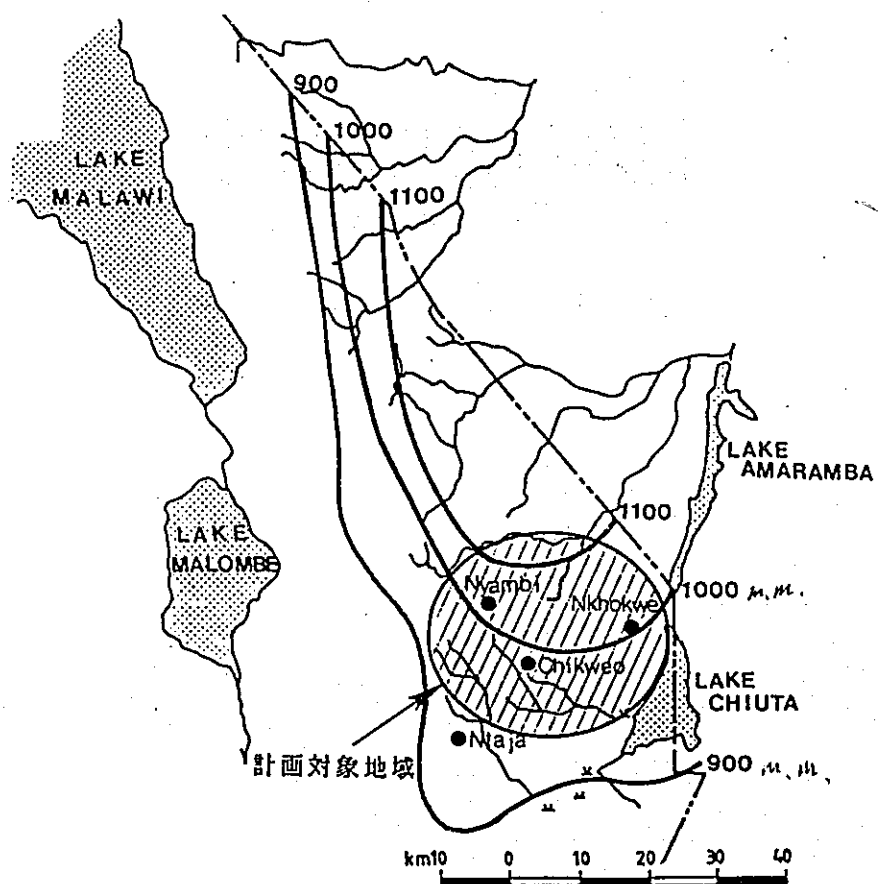
※ 1980年7月～1981年10月及び1982年4月が記録なし

出所： Meteorological Department

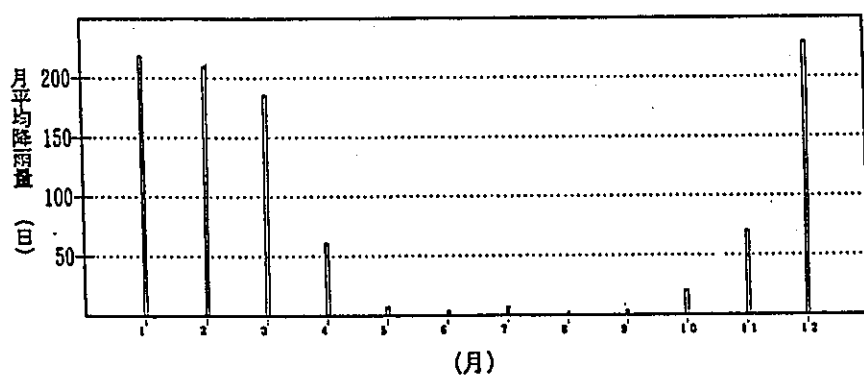
付表 24 - 2 月及び年平均降雨量

Meteo. Station	月平均降雨量 (mm)												年平均降雨量 (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ntaja	205.9	200.5	161.7	47.8	4.3	2.8	5.7	2.4	0.6	22.8	65.4	192.0	927.2
Chikweo	186.8	228.6	153.3	41.3	5.0	1.9	8.0	4.6	5.7	10.4	80.7	228.4	960.7
Nyambi	230.3	210.8	213.0	72.8	10.9	4.8	13.3	2.0	0.9	23.1	52.4	249.5	1086.3
Nkhokwe	218.3	168.2	186.2	72.3	2.4	2.9	5.3	0.6	3.0	27.7	75.2	205.0	1000.2
平均	210.3	202.0	178.6	58.6	5.7	3.1	8.1	2.4	2.6	21.0	68.4	218.7	993.6

出所： Meteorological Department

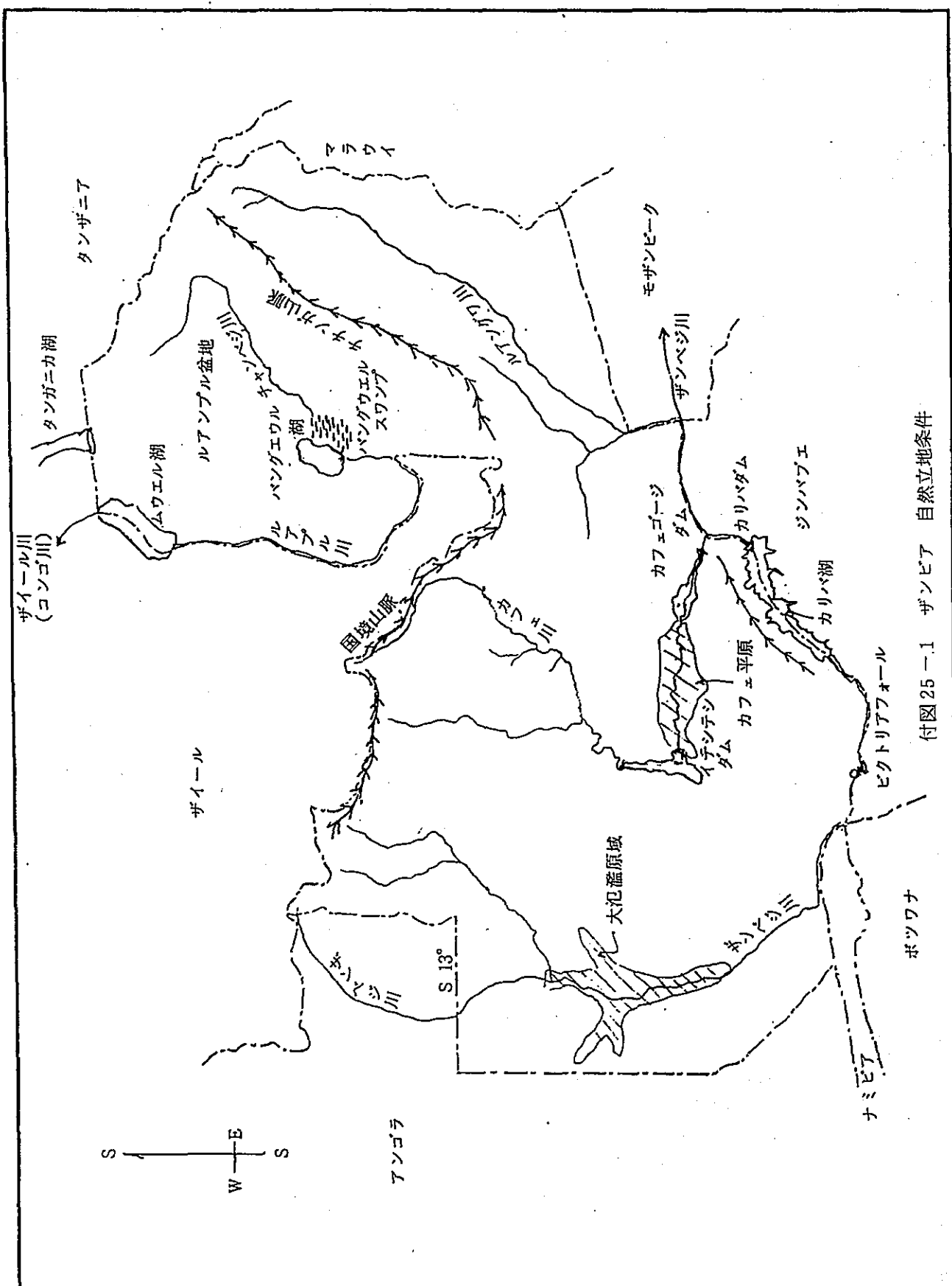


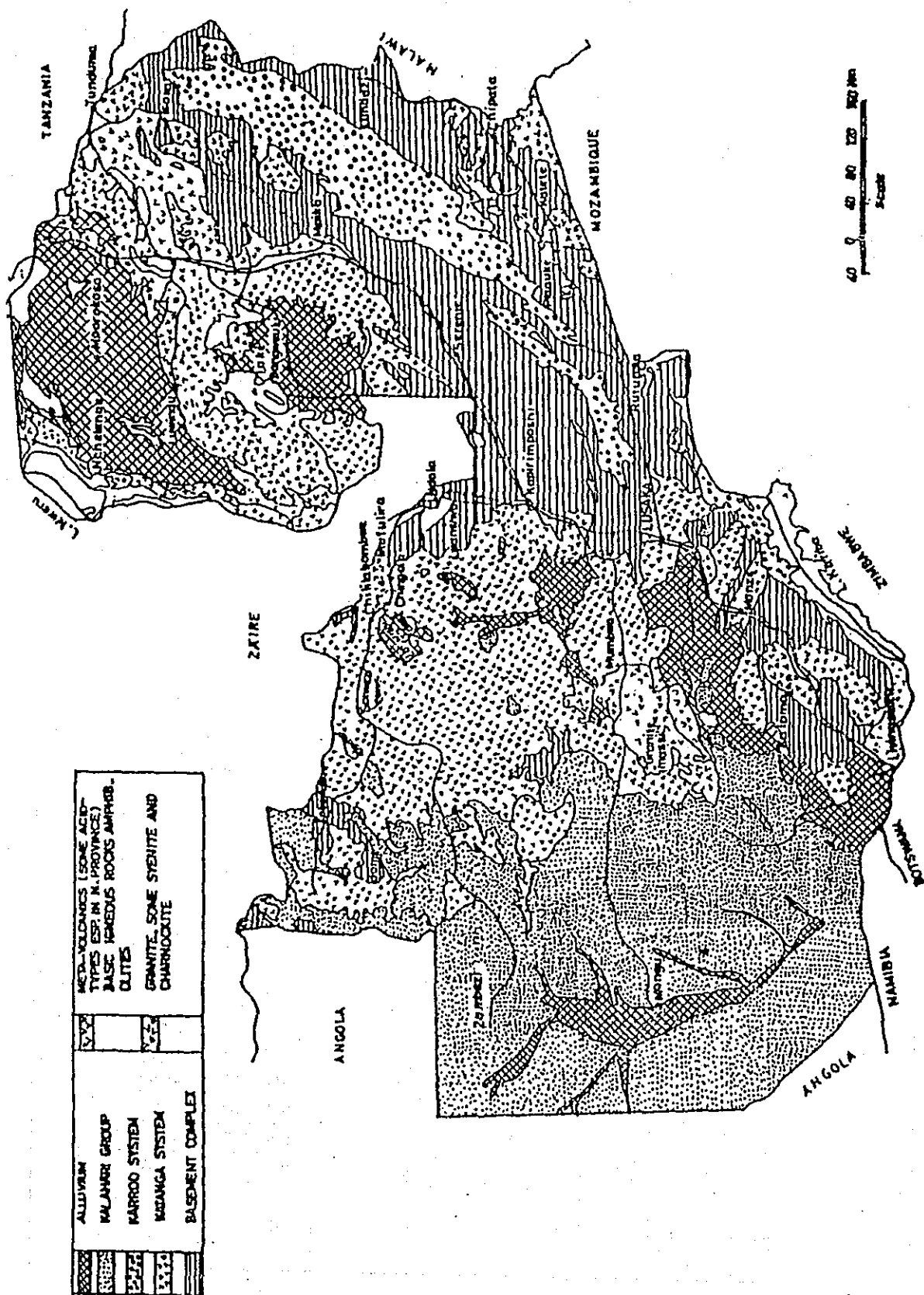
付図 24 - 2 マチンガ県気象観測点及び降雨量分布位置図



付図 24 - 3 月別平均降雨量

国 名	国土面積	人 口	位 置	1人当りGNP	主たる産業
ザンビア	(km ²) 753,000	7,200 (千人) 増加率 3.5 (%)	南緯 8 ~ 18° 東経 22 ~ 34°	($\text{\$}$) 240	銅, コバルト
気象・気候				地下水の賦存	
温暖な雨期 12 ~ 4月 涼しい乾期 5 ~ 8月 暑い乾期 9 ~ 11月 <u>雨量</u> 北部 1,000 ~ 1,600 mm /年 南部 500 ~ 800 (南部は降雨量少なく、気温が高く、地表水は本流以外は) (乾期に渇涸)					
地 形				水利用の現況と将来計画	
○国土の大部分は E.L. 1,000 ~ 1,500 m の平坦な高原 東北部：東アフリカ地溝帯あり、 ザンベジ河とザイル河の分水界… E.L. 1,500 m 程度 ルワンガワ河（ザ河の支川）とチンベジ河（コンゴ河の支川）の間に ムチンガ山脈 タンザニア国境：チャンベジ河の水源→バングエウル湖 ルアブル河→ムウエル湖 国土の 3/4 がザンベジ河流域の中にある ビクトリア湖の上流に大氾らん原あり (L = 190 km, W = 40 km)				<u>カリバダム</u> V = 1,500 億 m ³ 水力：633 MW <u>ビクトリア滝</u> 水力：108 MW <u>かんがい面積</u> 20,000 ha 耕作地 515 万 ha 牧草地 3,500 “	
地 質					
河川と流量				そ の 他	
ザンベジ河：流域面積 120 万 km ² の 20% がザンビア国内である 支川カフエ河：A = 15 万 km ² , 延長 1,200 km 全国民の 1/3 が住む					





付図 25-2 ザンビアの地層図

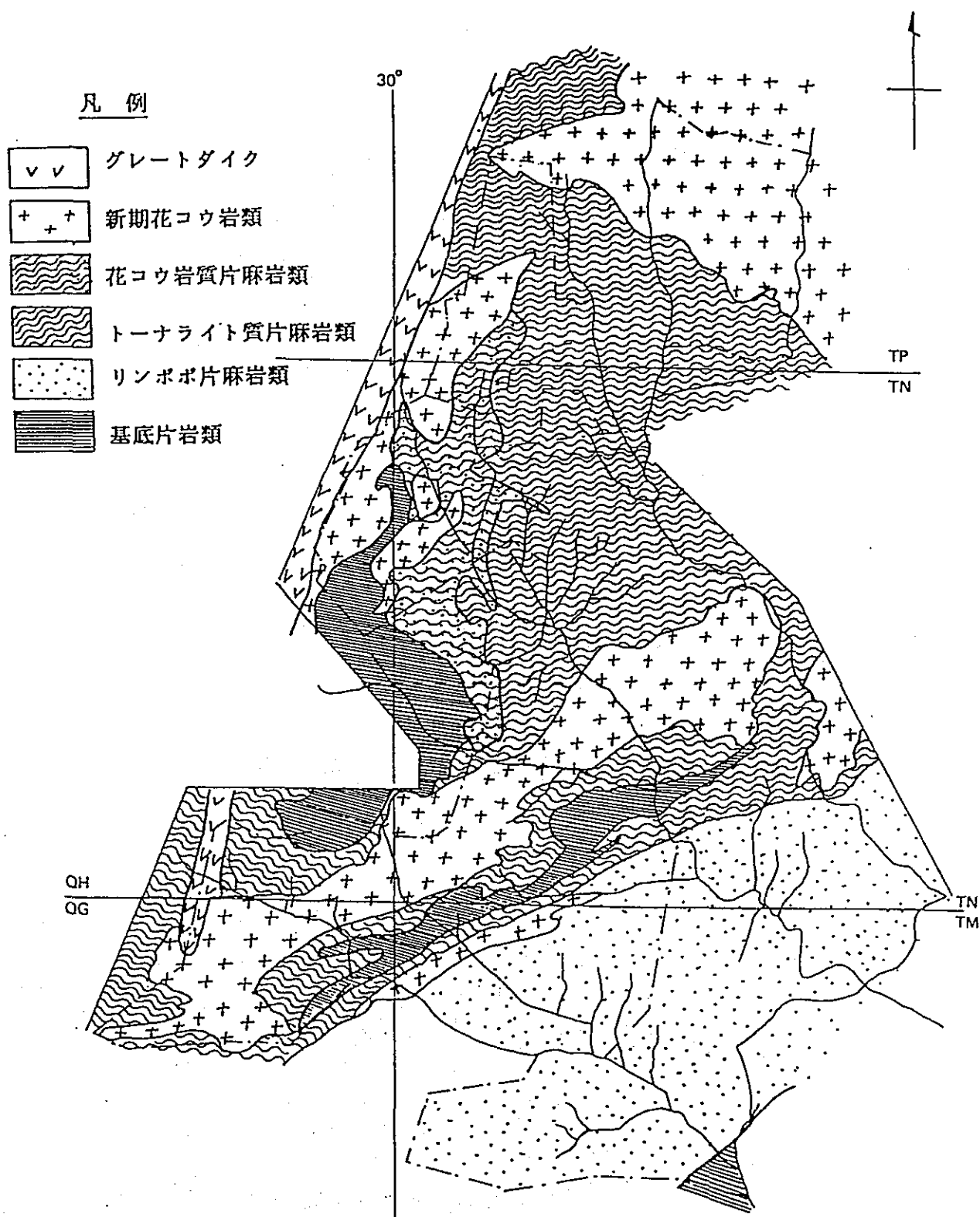
付表 25 - 1 主要河川の諸元

流域名	州 名	都 市 名	年平均 気 温	年 最 大 月平均気温	年 最 小 月平均気温	年平均 日射時間	年 間 降 水 量	年 最 大 月平均降水量	年平均 蒸 発 量
ザンベジ	北西部	MWINILUNGA	19.2℃	21.4℃	15.7℃	7.0h	1377mm	255mm	—mm
		ZAMBEZI	21.1	24.5	17.1	7.4	1008	221	1917
		KABOMPO	29.4	33.3	27.1	—	1066	249	1676
	西 部	KAOMA	20.4	24.5	15.5	—	938	220	—
		MONGU	21.3	25.2	16.5	8.0	1001	223	2232
		SESHEKE	20.9	26.0	14.5	—	726	172	1976
	南 部	LIVINGSTONE	21.6	26.6	15.9	8.4	727	305	2295
		CHOMA	18.3	22.1	12.6	8.0	831	209	1342
カフエ	北西部	SOLWEZI	18.7	21.8	14.8	—	1368	294	1524
		KASEMPA	19.8	23.3	15.3	7.6	1156	278	1563
	ミバト	NDOLA	19.7	23.6	15.6	7.1	1212	307	2083
	中 部	KABWE	20.1	24.5	15.9	8.3	952	257	2156
		LUSAKA I.A.	20.2	24.3	15.6	8.1	806	245	—

付表 25 - 2

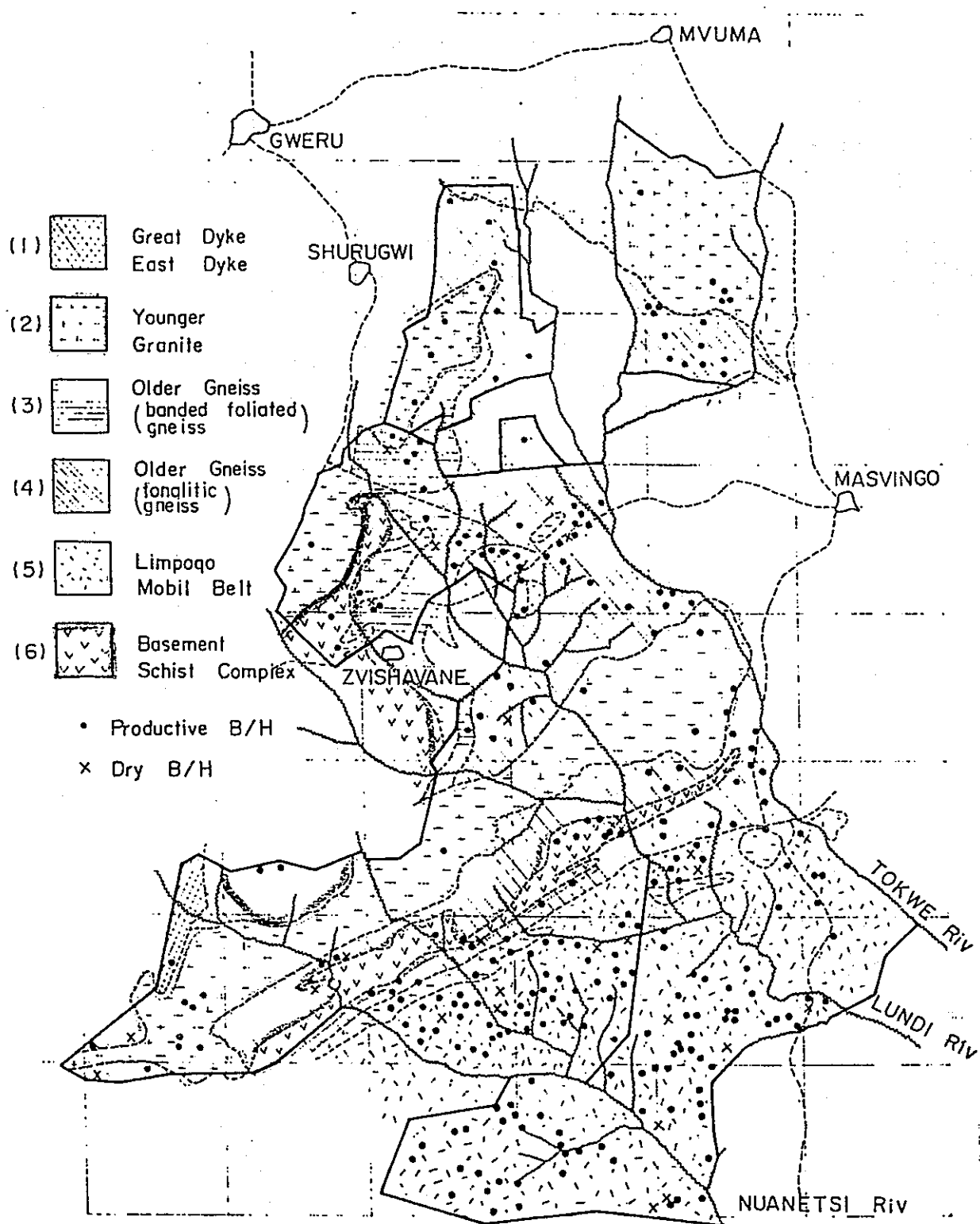
流 域 名	観測所番号	流域面積 MILES ²	位 置		75年～77年平均流量 F ³ /s	統 計 期 間 年	最 大 日平均流量	最 小 日平均流量
			南緯	東経			F ³ /s	F ³ /s
ZAMBIA	1-950	25,656	14°01'	23°36'	9,119	(1958~1977) 1977	22,440	2,674
KAFUE	4-090	2,760	12°38'	28°09'	2,485	1958~1977	14,560	100
	4-130	3,320	12°45'	28°14'	3,086	1959~1977	17,760	136
	4-150	3,550	12°53'	28°15'	3,175	1958~1977	14,274	170
	4-460	4,500	13°15'	28°08'	3,177	1950~1977	22,850	150
	4-260	7,230	13°24'	27°49'	4,698	1962~1977	25,126	500
	4-280	8,850	13°39'	27°37'	5,220	1962~1977	29,900	211
LUANGWA	4-350	13,190	14°06'	27°25'	6,375	1962~1977	53,570	375
	4-669	36,700	14°56½'	25°55'	8,926	1968~1977	79,325	325
	5-670	384	13°13'	31°02'	441	1965~1977	3,318	0.5

国 名	国土面積	人 口	位 置	1人当りGNP	主たる産業
ジンバブエ	(km ²) 391,000	9,000 (千人) 増加率 3.7 (%)	南緯 16~22° 東経 25~33°	($\text{\$}$) 590	タバコ, 砂糖, 綿花, トウモロコシ クロム, ニッケル, 金
気象・気候				地下水の賦存	
マシング州付近					
降雨量 650mm/年					
気候					
Cool Season 5月中旬~8月, 南東の貿易風, 降雨少					
Hot " 9月~11月中旬, 高温, 低湿, 強風					
Main Rain " 11月中旬~3月中旬, 天候不順					
Post Rain " 3~5月					
地 形				水利用の現況と将来計画	
マシング州				水利用の形態 農業は天水農業	
E.L. 500~1,400m: 北から南へ低くなっている。				深井戸: 30.6%... 420人/本... 平均深さ 43m	$\phi=150\text{ cm}$
				主要河川: 11.9%	
				小川, 沼, 浅井戸: 57.5%	
				水使用量 現状	
				7.8 ℓ /人/日→15 ℓ バケツで1家族1日3杯	
				(5.8人/家)	
				○手押しポンプの能力	
				15 ℓ /分... 1日6時間運転で(効率70%)	
				4.0 m^3 /日	
地 質				給水計画量	
先カンブリア系を主体とした片岩, 片麻岩, 花崗岩等				深井戸1本当り 250人, 使用量 15 ℓ /人/日	(深さ平均 45m)
				10年間に対象地域(人口100万人, 将来)	
				で2,500本の削井	
				揚水量...基盤岩地帯 4~6 m^3 /時(最大20)	
				家畜	
				20~40 ℓ /頭/日	
河川と流量				そ の 他	
Tokwe河 E.L. 1,500~600mの低地 勾配 1/200				マシング州, ミッドランド州の一部で地下水開発の無償協力	
Lundi河 1,000~540m " 1/300				1981年国際赤十字社の家庭用標準値	
Nuanetsi河					
				ℓ /人/日 範囲	
				井戸 1,000m < L	7 5~10
				500 < L < 1,000m	12 10~15
				L < 250	20 15~25
				公共水道 L < 250	30 20~30
				共同水道	40 20~50
				各戸給水 単栓	50 30~60
				複栓	150 70~250



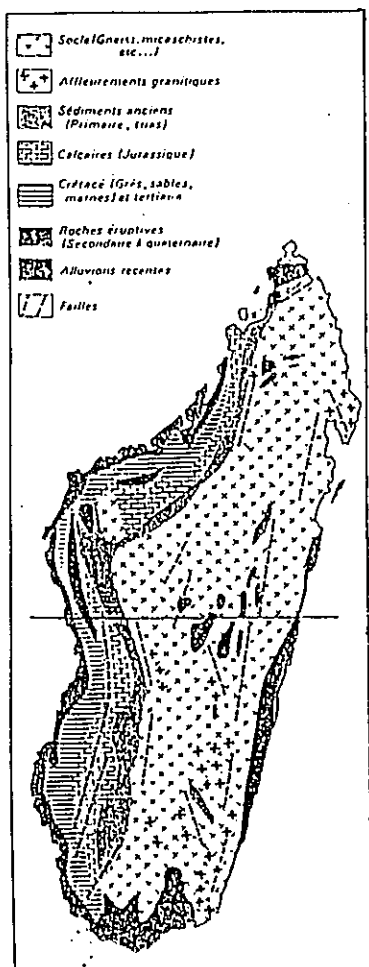
付図 26 - 2 計画地区地質概要図

B/H Location Drilled .. by MWR&D



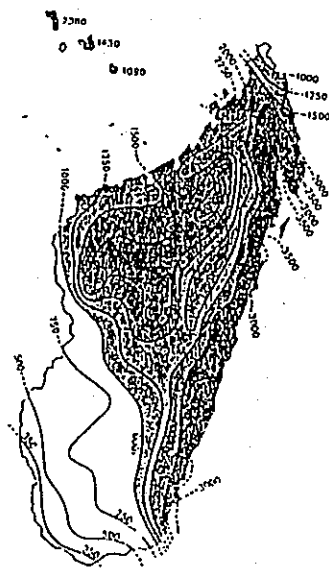
付図 26 - 3 既設深井戸位置図

国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業
マダガスカル	(km ²) 592,000	(千人) 増加率 (%)	南緯 12~26° 東経 44~50°	(\$) 180	コーヒー、バニラ、クローム鉱
気象・気候				地下水の賦存	
<u>雨期</u> 11~4月(夏季) モンスーンによる。 乾期: 5~10月 東南貿易風で涼しい。 <u>雨量</u> 中央高原東側で2,000~3,000mm/年 中央高原及び西部海岸北部で1,000~2,000mm/年 西部海南部 400mm/年以下 半乾燥地帯				ベザハ層: 中生代ジュラ紀下層, 深さ48mで160m (粗, 粒砂岩) 12m ³ /hの湧出量 750 マネラ層: ジュラ紀上部, 深さ428mで800m ³ /h (石灰岩) ベファンドリアナ: 第3紀鮮新世下部層 (石灰岩) 深さ126mで 400m ³ /h	
地 形				水利用の現況と将来計画	
中央部南北に山脈がある, 最高峰 E.L. 2,880m (ツァタナナ山) 山地部は全国の2/3あり 東部海岸地帯: E.L. 0~500m, 巾平均50kmの細長い平坦地 西部平坦地: 海岸まで続く平原				<u>地下水開発ポテンシャル</u> 比湧出量 (m ³ /day/m) ベファンドリアナ 438 シハナカ 232 アナラテロ 7,224 マンガトロカ 281 ソアハゾ 173 マノンボ 609 トリアラ 3,057	
地 質					
中央高原地帯: 先カンブリアの岩石 東部海岸: 白亜紀の堆積岩及び火山岩 西部平地: 堆積層の平原					
河川と流量				そ の 他	
オニラヒー河 面積 平均雨量 年流出量 12,000 km ² 500~800mm/年 20億m ³ 流出率 平均流量 10% 65 m ³ /s マンガギ河 面積 平均雨量 流出率 64,000 km ² 500~1,000mm/年 24%					

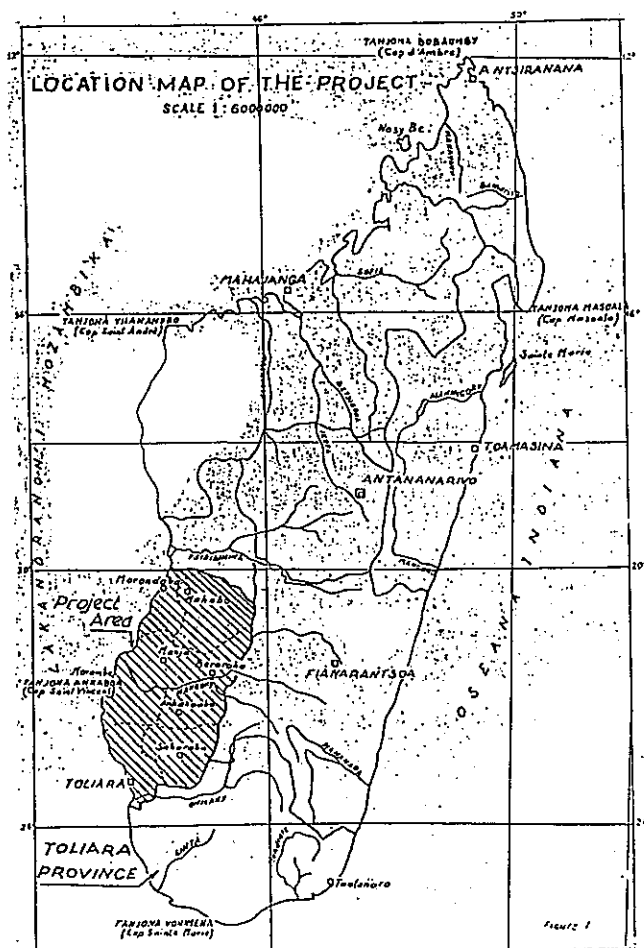


A 2. Carte géologique.

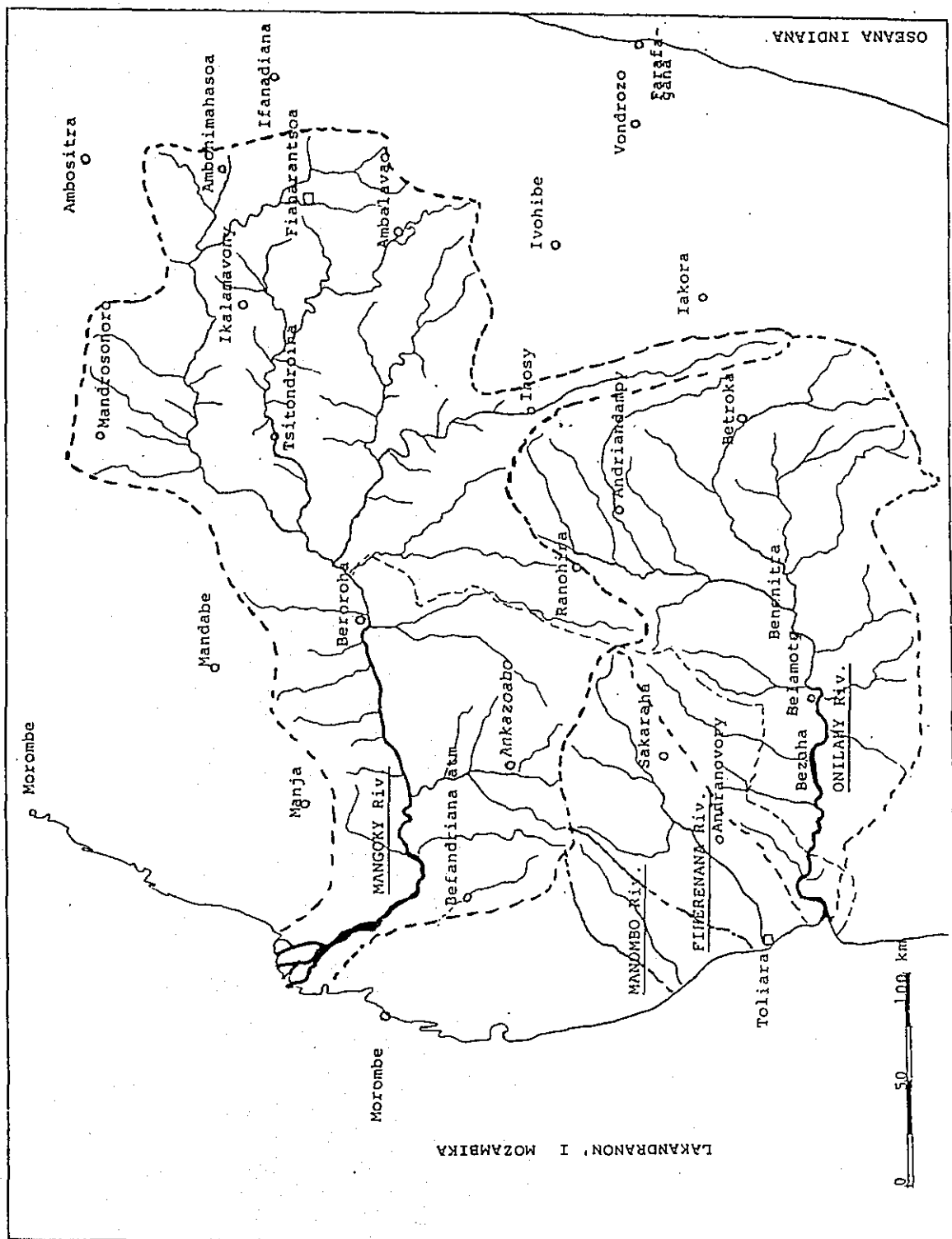
付図 27-2 マダガスカルの地質概略図
(G. Bastian/1967, MADAGASCAR)



付図 27-1 マダガスカルの等量雨線 (mm/年)
(G. Bastian/1967, MADAGASCAR)



付図 27-3 トリアアラ州の調査対象地域



付図 27 - 4 調査地域の水系図

付表 27-1 主要地区別「地下水ポテンシャル」

地区名	地質 (帯水層)	地下水	ポテンシャル			備考
			水位 (GL-m)	湧出量 (t/min)	比湧出量 ($\text{t}/\text{min}/\text{m}$)	
マンガキ デルタ	沖積層中の砂層	現在、広く利用されている	1.5~3.0	タナシダバ(D=29m) 200	26.45	10m以上の井戸は、乾期の水位低下が著しい。
	中・上部始新統	有力な被圧帯水層が存在する可能性は低い。				主として、泥炭層、泥炭質粘土から成る。
	後期白亜紀の石灰岩層	被圧地下水を得ることが可能。				マンガキ川がマンガカ山地を横断するノシーアムボストラ付近。
イボトリ ベーズン	沖積層中の砂層	現在、灌漑に利用されている。	1.5~3.0			"salty" イボトリ湖周辺。
	中・後期始新世の砂層	利用価値が高い。	3.57~14.49	試験孔7本 200~340	23~304	帯水層はGL-15~20mに分布。上下に泥炭層を伴う場合には、比湧出量が小さく、水質も"salty"。
	前期始新世の石灰岩		自噴	7771144 1108/sec 7777114 6204/sec	2,621 3,061	ペラアンドリアナとマンデビを結ぶNE-SW方向の幅約3mのゾーンに自噴地下水が存在。水圧は北西方向に低下。
マノボ ベーズン	砂丘砂層	レンズ上の地下水であるため、蓋的に阻まれ、安定利用も難しい。				
	中・後期始新世の砂岩又は石灰岩	全般的に有力な帯水層である。	3.40~36.17	試験孔12本 130~360	14~423	比較的良好。
	前期始新世の石灰岩	生産性は極めて高い。		7777114 3,1004/sec	32.4~139.2	問題はない。
フィレナ デルタ	沖積層中の砂層	有力な帯水層である。				
	中期・後期始新世の石灰岩	極めて生産性の高い帯水層である。	5.10~20.75		177-(D=41-42m)634 217.5 874.0 4,083	良好。但し、海岸部では"salty"。
	後期始新世の泥炭層	有力な帯水層を見いだすことは難しい。				トリアラ市の主要な上水道水源になっている。
ペロモトラ ベネタ台地	玄武岩 (GL-15m以下、厚さ115m)	深度・湧出量から見て利用価値の高い帯水層である。	16.57	本調査における試験結果 110	11.65	上位に泥炭層が分布する所では水質が悪くなる可能性がある。
	後期白亜紀の砂岩層	帯水層となりうるが分布域は限定される。	116.0	7777114 150		良好。
	後期始新世の石灰岩層	有力な帯水層であるが、被圧されていない。	178.56 207.0	試験孔(4771) 110 7777114 166		良好。
	中期始新世の石灰岩層(砂岩層を伴う)	有力な帯水層である。	5.23	マノロカ 158 (試験孔)		良好。
フィレナ ベーズン	中部イサロ層群中の陸性粗粒砂岩	極めて生産性の高い帯水層である。	16.29 11.0	試験孔「マニンダイ」 360~480 サカラ(D=32m) 400	43.93 150	良好。
	後期白亜紀の陸性砂岩層	有力な帯水層に成っている可能性もあるが、分布域下部でこれを覆う構成ジュラ系が利用を阻む。				
	中期ジュラ紀の構成層					中部ジュラ系より下位のものは水質が悪い可能性がある。
サコンドリ ベーズン	産産堆積物	不圧水が期待できるが蓋的に阻られている。				サコンドリ川西側平野西縁。施設が狭い。
	中部又は上部イサロ層群の中・粗粒砂岩	帯水層に成りうる。				サコンドリ川東側山地。山腹下部では、堅いジュラ系構成層に覆われるため、帯水層に達するためにはこれを貫く必要がある。
ダヘザ ベーズン	陸性砂岩層を主体とした中部イサロ層群	帯水能は高いが、施設が狭いため有力な帯水層は期待できない。				ダヘザ川西側。本地区は地質構造が複雑なため、地下水調査にあたっては十分な地質構造調査が必要である。
	中部イサロ層群中の砂岩層	有力な帯水層である。	35.00	試験孔「アナラマリ」 360~100	41.76	良好。
	粗粒～細粒砂岩から成る下部イサロ層群	砂粒間が珪質物質により充填されているために透水性は必ずしも高くない。				ダヘザ川東縁。
サカナバカ ベーズン	上部イサロ層群中の陸成砂岩層 (GL-50m以深)	利用価値の高い帯水層である。	32.72	試験孔「タンドラノ」 360~100	41.76	良好。但し、上位に構成層が分布する場合、所によっては水質が悪くなる。
イサヘナ ベーズン	中部イサロ層群	いろいろな層準に挟まれる砂岩層が帯水層になりうるが、蓋的・質的にも地下水開掘ポテンシャルは低い。				上部イサロ層群の上位に構成層が卓越する場合、帯水能が低下することもある。タンドラノとアンカソボを結ぶ線より西側では浅い部分に帯水層が存在する可能性は低い。
			15.54	試験孔(4771-4771) 60~80	1.53	"salty" イサヘナ川東側。イサロ山地で露出される地下水を賦与するが、構成層のため透水性が低く、泥炭層等の不透水層を伴う。

(1) MONTHLY DISCHARGE

付表 27-2

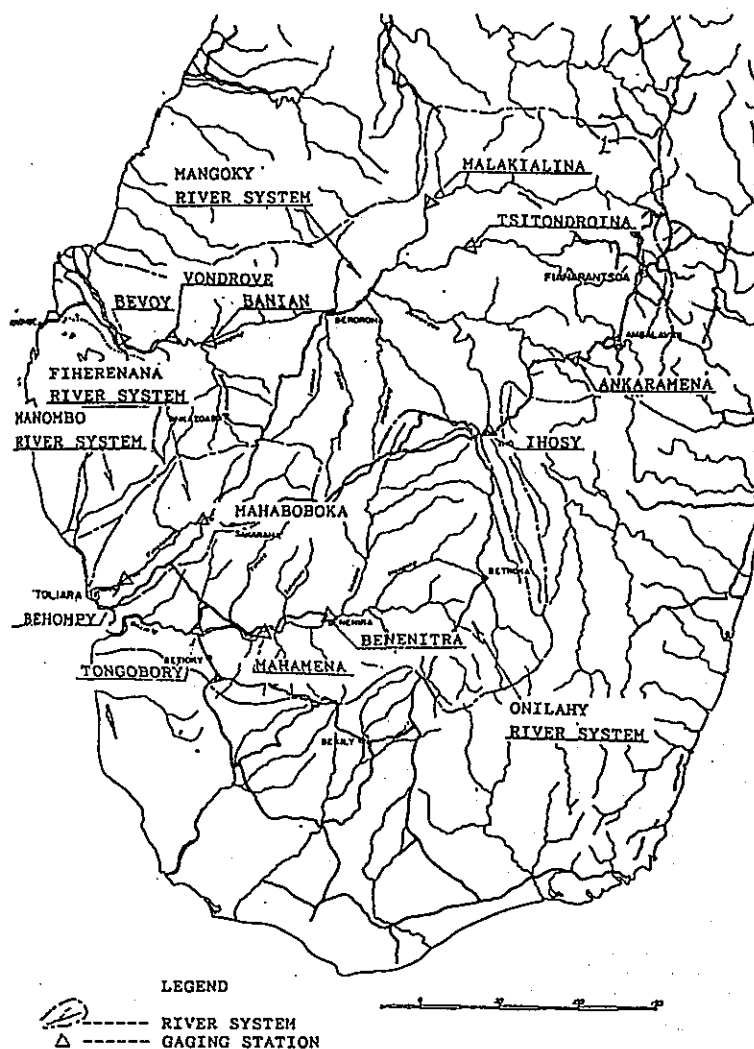
Unit: m3/sec

Station	C.A.(km2)	period	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
MALAKIALINA	11715	'53-'63	644.5	399.0	367.0	154.8	85.1	77.8	59.7	56.9	45.9	38.8	83.6	376.7
TSITONDROINA	6510	'53-'68	258.1	193.2	185.3	69.0	29.6	27.2	20.5	19.6	15.5	14.1	42.3	214.0
BEVOAY	53810	'60-'83	1430	1394	887.1	365.4	176.1	139.2	139.3	122.9	104.0	106.2	186.1	522.7
IHOSY	1500	'54-'68	50.1	36.6	22.2	12.8	7.0	5.1	4.6	5.0	4.5	4.0	6.8	33.9
Ankaramena	610	'62-'69	28.4	27.0	16.0	8.3	3.6	2.7	2.8	2.9	2.2	2.4	5.5	21.6
Vandrove	52764	'66-'67	1700	681.0	1833	618.0	215.0	155.0	135.0	111.0	119.0	145.0	91.3	467.0
Behompy	6755	'81-'82	113.0	125.0	107.0	52.2	32.6	21.8	14.0	14.7	8.4	11.5	24.9	52.4
Mahamena	25625	'81-'82	-	-	-	39.1	38.9	39.3	35.8	31.9	36.9	39.1	-	-
Betroka	2345	'87-'89	45.5	49.0	29.3	15.1	9.1	7.1	5.0	3.8	2.5	2.4	10.5	17.5

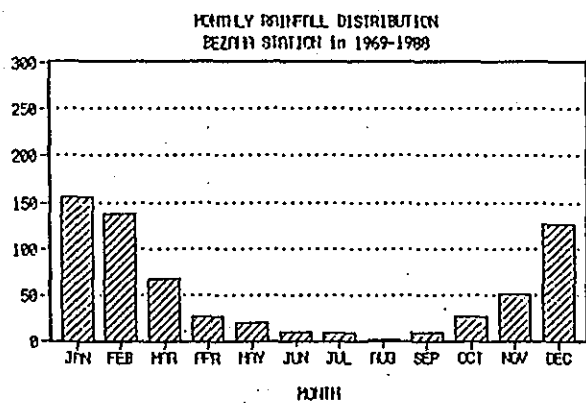
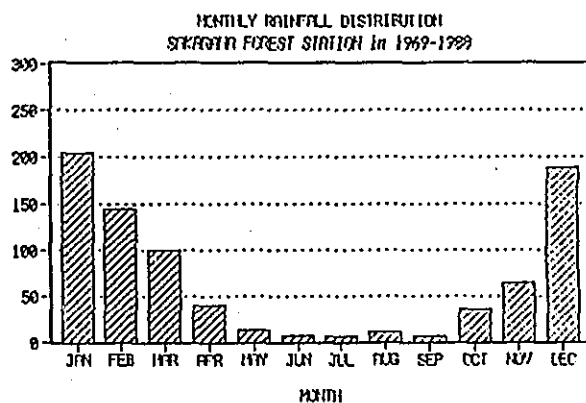
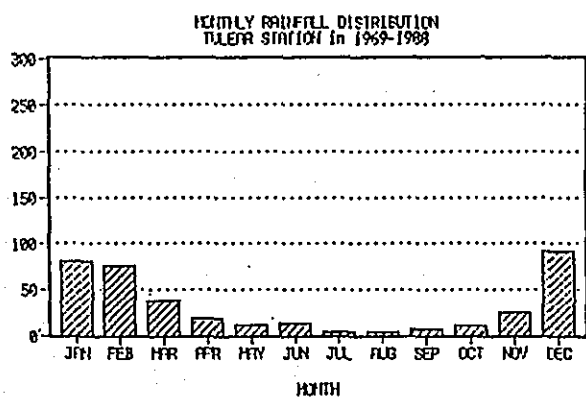
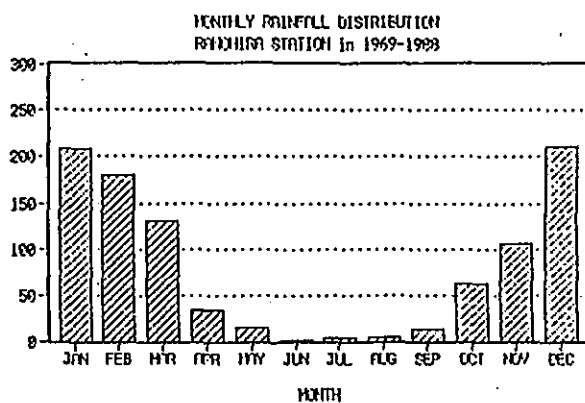
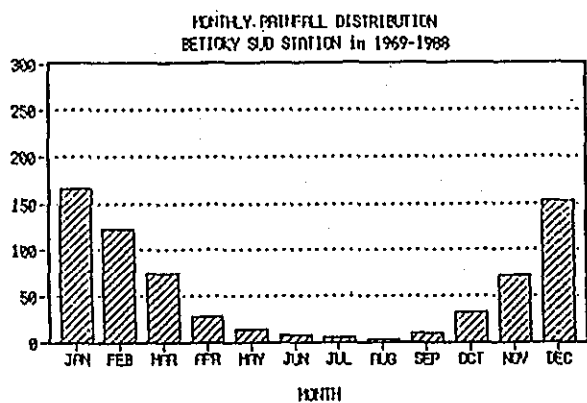
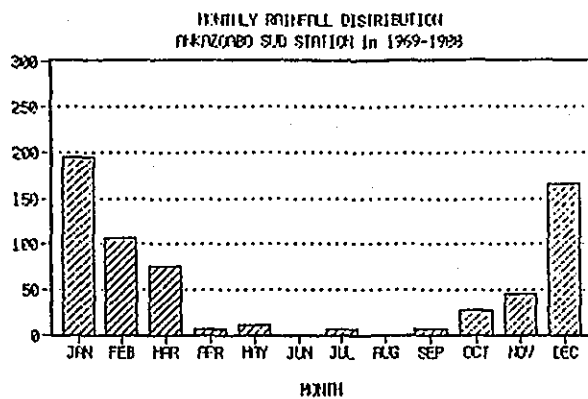
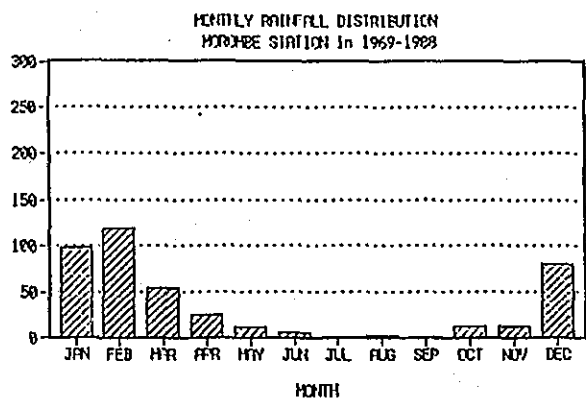
(2) SPECIFIC DISCHARGE

Unit: l/sec/km2

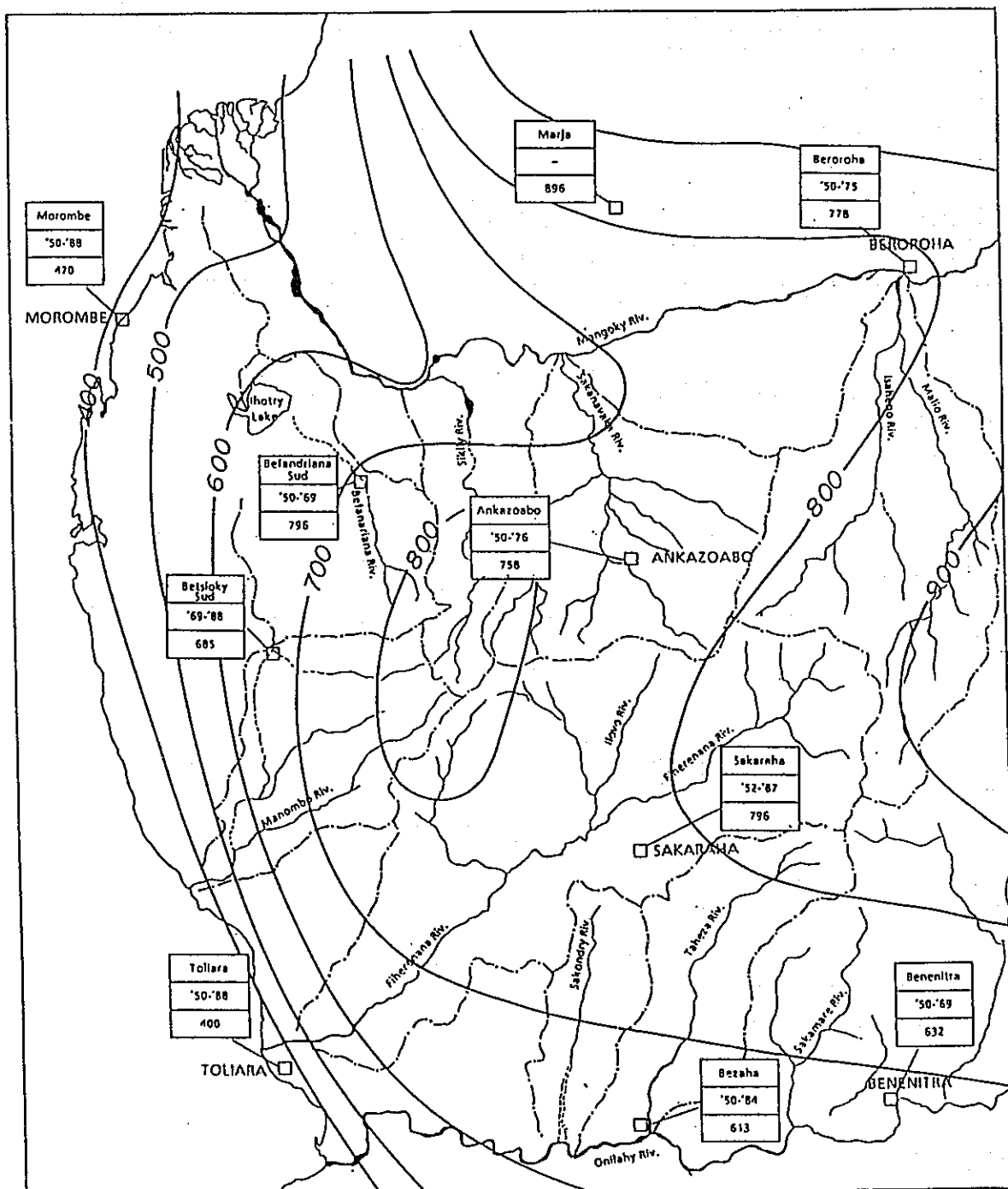
Station	C.A.(km2)	period	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
MALAKIALINA	11715	'53-'63	55.0	34.1	31.3	13.2	7.3	6.6	5.1	4.9	3.9	3.3	7.1	32.2
TSITONDROINA	6510	'53-'68	39.3	29.7	28.5	10.6	4.6	4.2	3.1	3.0	2.4	2.2	6.5	32.9
BEVOAY	53810	'60-'83	26.6	25.9	16.5	6.8	3.3	2.8	2.6	2.3	1.9	2.0	3.5	9.7
IHOSY	1500	'54-'68	33.4	24.4	14.8	8.5	4.6	3.4	3.1	3.3	3.0	2.7	4.5	22.6
Ankaramena	610	'62-'69	46.6	44.3	26.2	10.3	5.9	4.4	4.6	4.8	3.6	3.9	9.0	35.4
Vandrove	52764	'66-'67	32.2	12.9	34.7	11.7	4.1	2.9	2.6	2.1	2.3	2.7	1.7	8.9
Behompy	6755	'81-'82	16.7	18.5	15.8	7.7	4.8	3.2	2.1	2.2	1.2	1.7	3.7	7.8
Mahamena	25625	'81-'82	-	-	-	1.5	1.5	1.5	1.4	1.2	1.4	1.5	-	-
Betroka	2345	'87-'89	19.4	20.9	12.5	6.4	3.9	3.0	2.1	1.6	1.0	1.0	4.5	7.5



付図 27-6 河川系と観測所



付図 27-7 月平均降雨量



LEGEND

- Station
- Collected record
- Average of annual rainfall
- Rainfall contour line (mm/year)
- Catchment area
- River

10 0 10 20 30 40 50km

付図 27 - 8 測候所と年平均降雨量

国名	国土面積	人口	位置	1人当りGNP	主たる産業
モーリシャス	(km ²) 2,000	1,050 (千人) 増加率 1.0 (%)	南緯 20° 東経 57°	($\text{\$}$) 1,810	砂糖, 観光, 衣料
気象・気候				地下水の賦存	
<u>雨量</u> 2,300~2,600 mm/年 <u>雨期</u> (夏期) 11月~3月, 最盛期 1~2月, サイクロン (冬期) 4~10月 熱帯性前線 <u>確率雨量</u> 1/100 1日雨量 2日雨量 3日雨量 700 mm 1,000 mm 1,140 mm <u>蒸発量</u> 1,700 mm/年					
地形				水利用の現況と将来計画	
				<u>給水実績</u> 1985年 216ℓ/日/人 1986 226 1987 178 1988 180 <u>給水計画</u> 1990年 180ℓ/日/人 2000 190 2010 200	
地質					
上流域 旧期火山岩類 下流域 新期火山岩類					
河川と流量				その他	
グランドリバー, ノースウエスト河, A = 113 km ² (島内で最大) 年間の流出率 0.35~0.50				<u>ポートルイスの人口</u> 14万人 (1988年) 16万人 (2010年予想)	

付表 28 - 1

(after abstraction)

Hydrological Year	W03	W04	W05	W08
1967		0.30	0.35	0.45
1968		0.42	0.48	0.39
1969		0.27	0.33	0.53
1970		0.55	0.54	0.70
1971			0.29	0.60
1972		0.28	0.35	0.39
1973	0.23	0.35	0.43	0.47
1974	0.18	0.21	0.35	0.24
1975		0.28	0.39	0.36
1976		0.33	0.42	0.43
1977	0.11	0.18	0.36	0.41
1978	0.12	0.31	0.43	0.42
1979	0.12	0.27	0.40	0.41
1980	0.47	0.64	0.61	0.77
1981	0.12	0.21	0.33	0.37
1982	0.28	0.44	0.55	0.58
1983	0.17	0.29	0.48	0.43
1984	0.21	0.34	0.51	0.53
1985	0.30	0.42	0.61	0.58
1986	0.17	0.33	0.43	0.54
Average	0.21	0.34	0.43	0.48
Maximum	0.47	0.64	0.61	0.77
Minimum	0.11	0.18	0.29	0.24
Var.	0.10	0.11	0.09	0.12

Var. : Standard Deviation

付表 28 - 2 確率降雨量 (mm)

再起期間 (年)	1 日	2 日	3 日
10.000	1.168	1.799	1.999
1.000	935	1.381	1.551
200	771	1.114	1.260
100	701	1.003	1.140
50	630	901	1.021
20	536	765	864
10	463	661	751
5	387	551	632
2	272	398	470

JICA