

社会開発調査部報告書  
国際協力事業団

No. 2

ラオス国チャンパック及びサラワン県  
地下水開発計画調査

最終報告書  
要約

平成7年12月

JICA LIBRARY



J 1125139(4)

国際航業株式会社  
建設企画コンサルタント株式会社

社調  
J R  
95-139

LIBRARY







国際協力事業団

ラオス国チャンパック及びサラワン県  
地下水開発計画調査

最終報告書  
要約

平成7年12月

国際航業株式会社  
建設企画コンサルタント株式会社



1125139(4)

## 序文

日本国政府は、ラオス人民民主共和国の要請に基づき、同国のチャンパサック及びサラワン県地下水開発計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成6年3月から平成7年12月までの間、4回にわたり国際航業株式会社の鎌田 烈氏を団長とし、同社及び株式会社建設企画コンサルタントから構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団はラオス政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に、心より感謝申し上げます。

平成7年12月

国際協力事業団  
総裁 藤田 公郎





ラオス国チャンパサック及びサラワン県地下水開発計画調査

伝達状

平成7年12月

国際協力事業団  
総裁 藤田公郎 殿

ラオス国チャンパサック及びサラワン県地下水開発計画調査の最終報告書を提出いたします。本報告書は平成6年3月から平成7年12月の間に実施された現地調査及び国内作業により作成されました。

本報告書は水文地質、水文、水質、地下水ポテンシャルの検討結果とそれらに基づく地下水給水計画及び事業評価・環境影響評価について詳しく述べています。

この報告書に述べられた地下水開発計画が施行され、チャンパサック及びサラワン県の給水状況の改善に貢献することを希望する次第であります。

本報告書を提出するに当たり、全調査期間にわたり多大なご支援を賜った貴事業団、在ビエンチャン日本国大使館の諸賢ならびに保健省及びチャンパサック県、サラワン県保健部をはじめとするラオス国政府の関係各位に対し心から感謝の意を表する次第です。

調査団長 鎌田 烈



## ラオス国チャンパサック及びサラワン県地下水開発計画調査

調査期間： 平成6年3月—平成7年12月  
カウンターパート機関： 保健省浄水研究所

### 要旨

#### 1. 背景

ラオス人民民主共和国は、インドシナ半島を南北に貫流するメコン川の左岸に広がる丘陵と山地からなる内陸国である。総人口はおよそ464万人で、その8割以上が農村部に住んでいる。農村部にはほとんど給水施設はなく、農民は伝統的に、河川水、湧水などの自然水源のほか、素掘りの浅井戸や溜め池を利用してきた。これらの水源は乾期には枯渇することが多く、生活雑排水や家畜し尿などの侵入による汚染が常態となっている。このため、農村部では、水に起因する伝染性疾患が多く発生し、住民の健康の維持、ひいては活力ある農村社会基盤形成への重大な障害となっており、地下水開発による給水計画の策定が急務となっている。

#### 2. 調査目的

本調査の目的は以下のとおりである。

- (1) チャンパサック及びサラワンの両県を対象とし、村落給水を目的とした地下水開発計画の策定。
- (2) 調査を通じてのカウンターパートへの技術移転

#### 3. 調査対象地域

本調査はチャンパサック県の5郡に含まれる100村及びサラワン県の5郡に含まれる100村を対象とした。

チャンパサック県：Bachiangchaleusook, Khong, Pathoomphone, Sukhuma  
及び Sanasomboon  
サラワン県：Saravan, Khongxeton, Lao ngam, Lakhonepheng 及び Vapy

#### 4. 調査結果

##### (1) 自然環境

調査地域は平野・丘陵・台地・山地からなり、メコン川とその支流のセドン川とセコン川が流れている。平野・丘陵には主にジュラ紀の砂岩・頁岩が分布する。また台地には玄武岩、山地には古生層の砂岩・スレートなどが分布する。気候は乾季と雨季に二分され年間降雨量は1,600-2,200 mmである。

##### (2) 給水の現状

既存水源の約80%は量的に不安定で汚染の危険性がある河川、湧水、池、浅井戸、などである。地下水は浅井戸、管井により利用されているがハンドポンプの設置された井戸は少なく、乾期に枯渇する井戸が多い。

##### (3) 水文地質

地形と地質分布から調査地域の水文地質は、Qf,Qt,Ep,Eh,Ba1,Ba2,Ba3,Et,P及びMの10個の水文地質単元に区分でき、Mを除く全ての単元に地下水を賦存している。

#### (4) 揚水可能量

20村落における試掘り揚水試験の結果、各水文地質単位ごとの揚水可能量は以下のように推定される。

沖積層分布地域 (Qf,Qt) : 90-260 l/min, ジュラ紀層分布地域 (Ep,Eh) : 6-115 l/min, 玄武岩斜面地域 (Ba1) : 14-88 l/min, (Ba2) : 1,200-1,800 l/min, (Ba3) : 185 l/min, 三疊紀層分布地域 (Et) : 22-90 l/min

#### (5) 地下水の水質

既存水源の水質は鉄、マンガン、硝酸性イオン濃度が高く WHO 基準を越えるものが多く見られる。また、大腸菌はほとんどの水源で検出される。試験井の水質は鉄、マンガン濃度がやや高く WHO 基準を越えるものが見られる。硝酸イオンと大腸菌は検出されない。

#### (6) 実証給水施設

試験井 20 箇所にハンドポンプ等を設置し、住民に対し水利用管理組合の結成指導、井戸の運転・維持管理及び衛生教育を行った。試験井建設後の運転維持管理は良好で、水料金の徴収は順調に行われている。

#### (7) 地下水開発計画

地下水開発は口径 5 インチ (ハンドポンプ井) 及び 6 インチ (水中モーターポンプ井)、平均深度 50m、スクリーン開口率 12% (ハンドポンプ井) 及び 20% (水中モーターポンプ井) の管井により行う。

#### (8) 給水計画

計画目標年次:	西暦 2005 年
計画対象村落数及び人口:	200 村落 131,789 人
給水施設:	ハンドポンプ深井戸 485 箇所 水中モーターポンプ深井戸 1 箇所 維持管理センター建設 2 箇所
事業費:	1,726 百万円

#### (9) 事業評価

本事業はチャンパサック県・サラワン県 200 村落住民の Basic Human Needs を満たすのみならず、水汲み時間の節約や、保健衛生の改善などの点で経済的な便益をもたらす。また質的にも、村落住民の生活を改善し、住民の村落共同体への開発参加が増加することが期待できる。

#### (10) 環境影響評価

本事業の実施が環境に及ぼす影響は地下水盆全体では極めて軽微である。しかし地下水開発に当たっては、既存井戸の位置に配慮するとともに、局所的に分布する高塩分濃度地下水や鉄・

マンガンに富む地下水からの汚染を防止する必要がある。

## 5. 勧告

### (1) 事業の早期実施

清潔な飲料水の供給は、Basic Human Needs の一つとして、社会・経済発展の基盤となる村落住民の健康・衛生環境を整備するものであり、長期的に見て裨益するところが大きいので、出来るだけ早期に実施することが望ましい。

### (2) 水文地質図の活用と調査の実施

地下水開発に当たっては、本調査により作成された水文地質図を積極的に活用することが望ましい。

### (3) 水質の管理

調査地域の地下水には鉄・マンガン濃度が WHO 基準をやや上回る例もあるので定期的な監視が必要である。また、給水施設には、場合によりサンドフィルターなど処理施設を設置すべきである。

### (4) 維持管理センター設立と運営

村落住民が自分自身で給水施設の維持管理を行うことを手助けし、住民が恒久的に給水施設を利用出来るように、深井戸ポンプの保守点検修理やスペアパーツの供給サービスを行うための維持管理センターを設立する必要がある。



## 目次

第1章 序論	
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の目的及び対象地域	1
1.3 調査の範囲	2
第2章 自然環境	
2.1 気候	5
2.2 地形	5
2.3 地質	5
2.4 水文	6
第3章 社会経済及び水供給	
3.1 ラオス国の社会経済	12
3.2 水供給の現状	13
3.3 調査地域の社会経済	13
3.4 村落における水供給の現状	14
第4章 水文地質	
4.1 地形区分	26
4.2 水系	26
4.3 地質及び水文地質的性状	26
4.4 水文地質単元	27
4.5 試掘及び揚水試験	27
第5章 河川及び地下水水文	
5.1 降雨量	40
5.2 河川流出量	40
5.3 地下水位分布と変動	41
5.4 水収支	42
第6章 地下水の水質	
6.1 採水及び水質分析	52
6.2 分析結果	52
6.3 水質組成	53
第7章 実証給水施設	
7.1 実証給水施設の建設	58
7.2 施設の運転と維持管理	58
7.3 水使用実態	59
7.4 水質の問題	60
7.5 衛生・井戸管理教育及びWID配慮	61
第8章 地下水開発計画	
8.1 地下水資源の評価	69
8.2 開発対象の帯水層	69
8.3 標準井戸設計	70
第9章 水供給計画	
9.1 計画規模と設計基準	78

9.2 給水施設	80
9.3 事業費	80
9.4 実施組織	81
9.5 実施スケジュール	81
9.6 維持管理計画	81
第10章 事業評価	
10.1 事業の効果	89
10.2 財務評価	89
10.3 経済評価	90
10.4 事業評価のまとめ	90
第11章 環境影響評価	
11.1 環境影響評価項目	92
11.2 定性的評価	92
11.3 定量的評価	93
第12章 結論及び勧告	
12.1 結論	95
12.2 勧告	95



## 通貨換算率

(1995年7月現在)

US\$1.00 = Kip 820 = Yen 88.45

Kip 1 = Yen 0.11 = US\$0.001

Yen 1 = Kip 9.27 = US\$0.11

## 略号

ADB	Asian Development Bank
BGS	British Geological Survey
CWI	Clean Water Institute
FAO	Food and Agriculture Organization
GDP	Gross Domestic Product
IEE	Initial Environmental Examination
JICA	Japan International Cooperation Agency
MCTPC	Ministry of Communications, Transport, Post and Construction
MAF	Ministry of Agriculture and Forestry
MPH	Ministry of Public Health
NIHE	National Institute of Hygiene and Epidemiology
OSTE	Organization for Science, Technology and Environment
PHD	Provincial Health Department
PHDC	Provincial Health Department, Champasak
PHDS	Provincial Health Department, Saravan
PMO	Prime Minister's Office
UNDP	United Nations Development Programme
UNICEF	United Nations Children's Fund
WHO	World Health Organization
lpcd	liter per capita per day



## 第1章 序論

### 1.1 調査の背景

ラオス人民共和国は、インドシナ半島を南北に貫流するメコン川の左岸に広がる丘陵と山地からなる内陸国である。その総人口はおよそ464万人で、およそ8割以上が農村部に住んでいる。しかし、上水道施設があるのは、首都のヴィエンチャンや本調査の対象地域であるチャンパサック県のパクセなど都市部のみであり、しかもその普及率は50%にも達していない。ラオス国の大部分を占める農村部にはほとんど上水道施設はなく、飲料水の給水率は14%と極めて低い。農民は伝統的に、河川水、湧水などの自然水源のほか、素掘りの浅井戸や溜め池を利用してきた。これらの水源は乾期には枯渇することが多く、生活雑排水や家畜し尿などの侵入による汚染が常態となっている。このため、水に起因する伝染性疾患が多く発生し、住民の健康の維持、ひいては活力ある農村社会基盤形成への重大な障害となっている。

こうした状況を抜本的に改め、農村部に安全な飲料水を安定的に供給することを目的として、1981年に保健省 (Ministry of Health) 内に国家衛生疫病研究所 (National Institute of Hygiene and Epidemiology) が設立され、その下部機関の浄水研究所 (Clean Water Institute) が、国連開発計画 (UNDP)、世界保健機関 (WHO)、国連児童基金 (UNICEF) などの援助をもとに、地方給水事業を実施してきた。1982年から1986年までは、UNDP-WHOによりハンドポンプ等の資機材の供与と技術トレーニングが行われた。また、それ以降、給水事業は UNICEF が中心となって資機材を購入し、浄水研究所と各県の公衆衛生局が、建設と維持管理を行っている。これらの事業は、国連の水開発10年計画の一環として、多大な努力を傾注しつつ現在まで実施されてきた。

しかし、こうした努力にも拘らず、地下水、表流水の水源開発に関する知識、経験や情報の欠如、さらには実際に施設を設計、建設、維持管理するための技術スタッフの決定的不足のため、建設目標の達成はおろか、すでに建設あるいは改善された給水施設の維持管理すらままならぬ状況にあり、農村部住民の生活は依然として劣悪な環境レベルにおかれている。

このような背景から、ラオス国政府は日本国政府に対し、同国南部で比較的人口の多いチャンパサック及びサラワンの両県を対象とし、ハンドポンプ等の簡易な施設による村落給水を目的とした、地下水開発計画調査協力を1993年1月、要請してきた。この要請にもとづき、国際協力事業団は1993年12月に事前調査団を派遣し、本格調査実施にかかる Scope of Work (S/W) を締結した。

### 1.2 調査の目的及び対象地域

#### 1.2.1 調査目的

本調査の目的は以下のとおりである。

- (1) チャンパサック及びサラワンの両県を対象とし、村落給水を目的とした地下水開発計画の策定。
- (2) 調査を通じてのカウンターパートへの技術移転

### 1.2.2 調査対象地域

本調査はチャンパサック県の5郡に含まれる100村及びサラワン県の5郡に含まれる100村を対象とする。調査対象地域は、次のとおりである(図1.1)。

チャンパサック県 : Bachiangchaleusook, Khong, Pathoomphone, Sukhuma  
及び Sanasomboon

サラワン県 : Saravan, Khongxedon, Lao ngam, Lakhonepheng 及び Vapy

### 1.3 調査の範囲

#### 1.3.1 調査フレーム

本調査は平成6年3月から平成7年12月までの22ヶ月間をフェーズⅠ、フェーズⅡ及びフェーズⅢの3段階に分けて実施した。

フェーズⅠ :

既存資料の収集・分析及び現地踏査・調査等を通じ、調査対象地域の地下水開発ポテンシャルの概略把握、概略水需要予測を行い地下水開発方針を策定する。また、フェーズⅡ、Ⅲで詳細調査の対象とする優先調査対象地域を選定する。

フェーズⅡ

優先調査対象地域に対し、試掘調査を実施するとともに試掘井に対し給水施設(ハンドポンプ等)を設置し、給水施設の実証調査を行う。また、優先調査対象地域または村落に対し詳細調査を実施し、基礎資料を収集する。調査対象地域全域に対しては、物理探査・水文観測等を実施の上、これらのデータを分析し、地下水資源の賦存量を評価する。

フェーズⅢ :

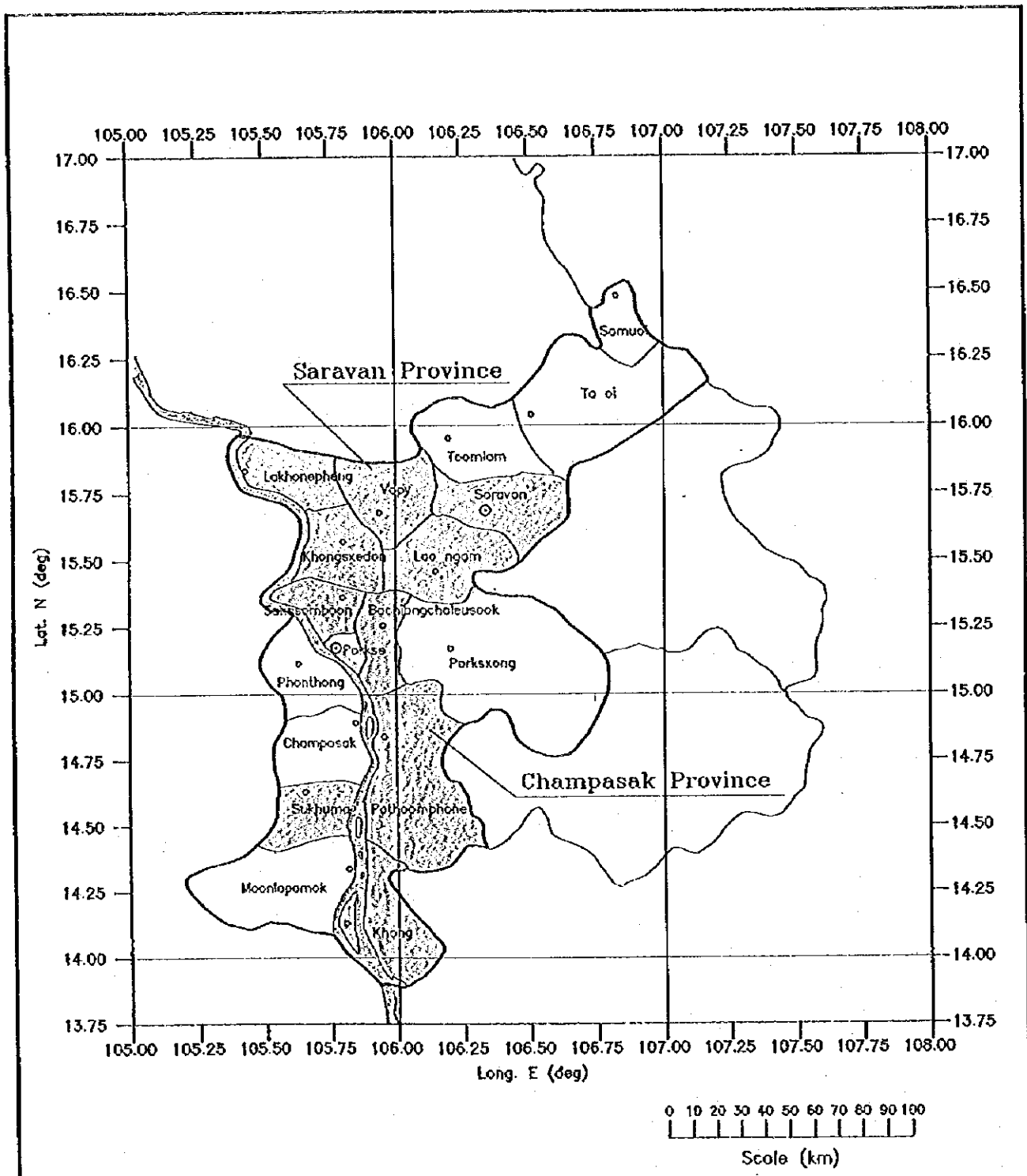
優先調査対象地域(村落)に対して詳細調査を実施し、対象地域全体の地下水開発基本計画を策定する。また、チャンパサック及びサラワン両県全体に対しても地下水開発にかかる提言を行う。

### 1.3.2 給水レベル

計画の対象とする給水レベルは、浅層地下水開発を主としたレベルⅠ（点水源型）とする。ただし、ハンドポンプによる揚水が不可能であり、かつ配電されている地域についてはレベルⅡ（共同水栓型）も検討の対象に含める。

### 1.3.3 計画目標年次

計画の目標年次は2005年とする。



<p>図 1-1</p>	<p>調査範囲図</p>
<p>THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT FOR CHAMPASAK AND SARAVAN PROVINCES, LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC</p>	
<p>JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)</p>	<p>ICENSAI KOGYO CO., LTD. CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS, INC.</p>

## 第2章 自然環境

### 2.1 気候

ラオスは東南アジアの熱帯モンスーン気候地域に属し、月平均気温は首都ビエンチャン（海拔 160 m）で最高 28.3 度（4 月）、最低 21.1 度（1 月）で、年平均気温は 25.5 度である。また調査地域のパクセ（海拔 93 m）では最高、最低はそれぞれ 29.9 度（4 月）及び 24.4 度（12 月）で年平均気温は 27.0 度である。

季節風のため季節は 11 月から 4 月までの乾期と 5 月から 10 月までの雨期に分けられる。年間降雨量は山地では 3,000 mm を越す地域があるが、メコン川沿いの低地や丘陵地ではおよそ 1,200-1,500 mm である（図 2.1）。

### 2.2 地形

ラオス国の地形は山地、丘陵・平野、高原及びメコン川沿いの低地に大別できる（図 2.2）。安南山脈は標高 2,000 m 以上に達する山地でベトナム国境に沿って北西から南東方向に伸びている。ビエンチャン、サバナケット、チャンパサック地方は比較的平坦な丘陵・平野からなり標高は 500 m 以下である。また北部のジャール高原と南部のボラベン高原は標高 1,000-1,300 m の平坦な高原である。メコン川沿いには沖積低地が発達するが分布範囲は狭い。

### 2.3 地質

ラオスはインドシナ半島の内陸部に位置し、地質的にはベトナム、タイ、カンボジア、ミャンマーなどの周辺国と連続している（図 2.3）。半島の地質は先カンブリア紀の基盤岩類、古生代後期のヘルシニアン山地、三畳紀の印支地塊、中・古生代層、玄武岩類、第三紀及び第四紀の堆積岩類からなり、ラオスにはこれらすべての地質が分布する（図 2.4）。

先カンブリア紀層はミグマタイトと片麻岩からなりベトナム・ミャンマー国境沿いの山地に小規模に露出している。古生層は砂岩、石灰岩、頁岩からなりラオス北西部及びベトナム国境沿いの山地を主に構成する。また、二畳紀から三畳紀の火山活動に伴う流紋岩、石英安山岩はパクレイ・ルアンブラバン地域やラオス南部のカンボジア国境付近に分布する。

海成の中生層は三畳紀の砂岩、スレート、凝灰岩から成り上記の火山岩周辺を囲むように分布している。また陸成の中生層は印支運動時代の堆積盆地に堆積した砂岩及び赤色頁岩からなりビエンチャン、サバナケット、チャンパサック地方の丘陵・平野を構成している。

新第三紀層は砂岩、泥岩、マール、褐炭から成りラオス北部の山間盆地に露出する。ボラベン高原は新生代の隆起運動に伴い形成され玄武岩から成る。また第四紀層は礫、

砂、粘土、火山灰から成り、ラオス北部の山間盆地やメコン川沿いに発達している。

## 2.4 水文

メコン川はラオスとタイの国境を画し、北西から東南方向へ流れている。メコン川の流域面積は約78万平方キロメートル、流路延長は4,300 kmに達する。メコン川はビエンチャンからチャンパサック県パクセの間に安南山脈に源を発するナム・ツン、セ・バンファイや、ポロベン高原からセ・ドン、セ・コンなど左岸側の支流がそそぎ込む。また、右岸側ではタイ東北部からメナム・ムンをはじめとする大小の支流が注ぎ込み、北部国境のチエンセーン地点で2,693 m<sup>3</sup>/secの平均流量が調査地域のパクセ地点で9,805 m<sup>3</sup>/secへと増加する。メコン川はこの後カンボジア、ベトナム国内を流下し、メコンデルタ河口での流量は約15,000 m<sup>3</sup>/secに達する。



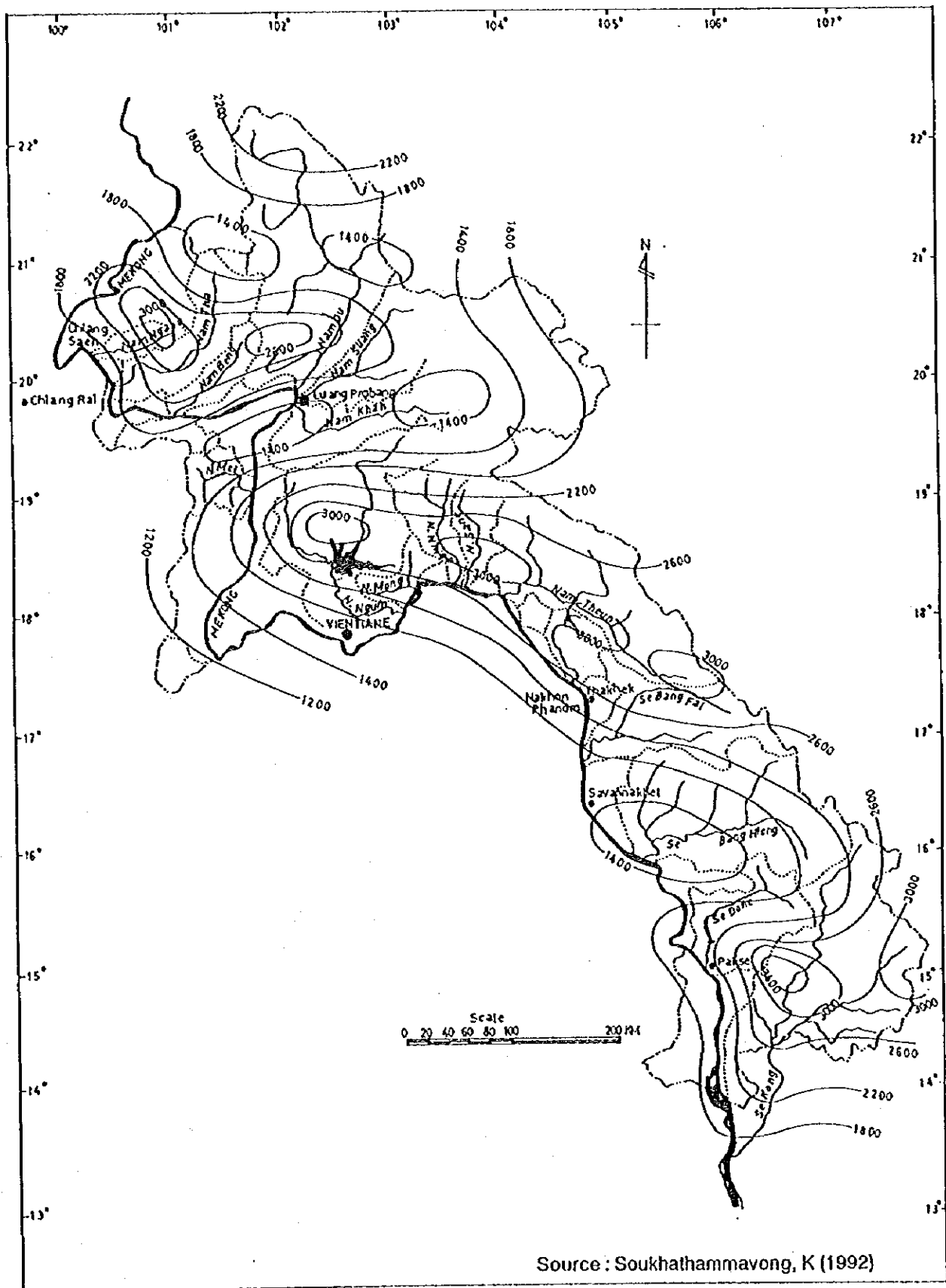


図 2.1 ラオス国年間降雨量分布

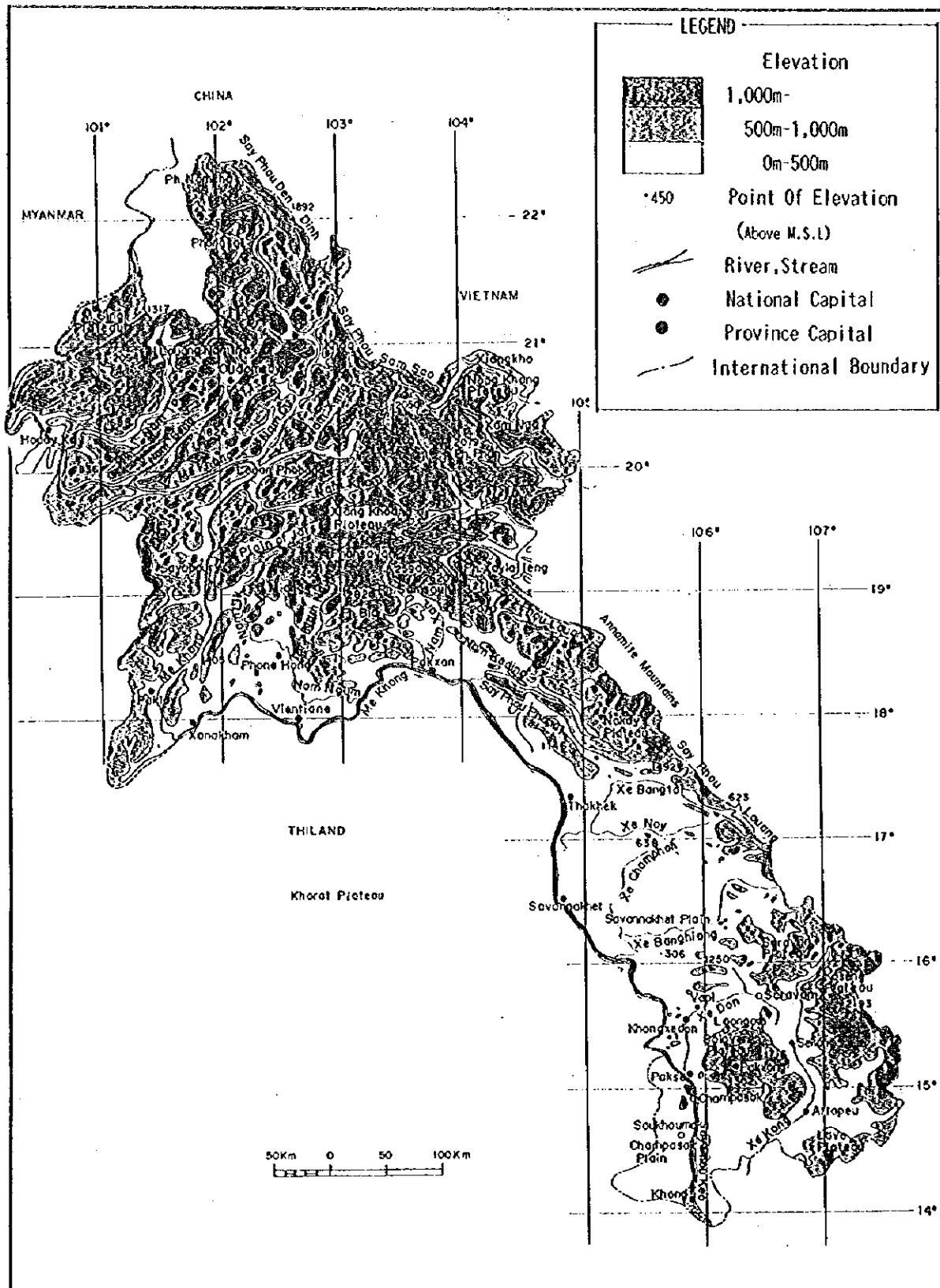


図 2.2

ラオス国の地形

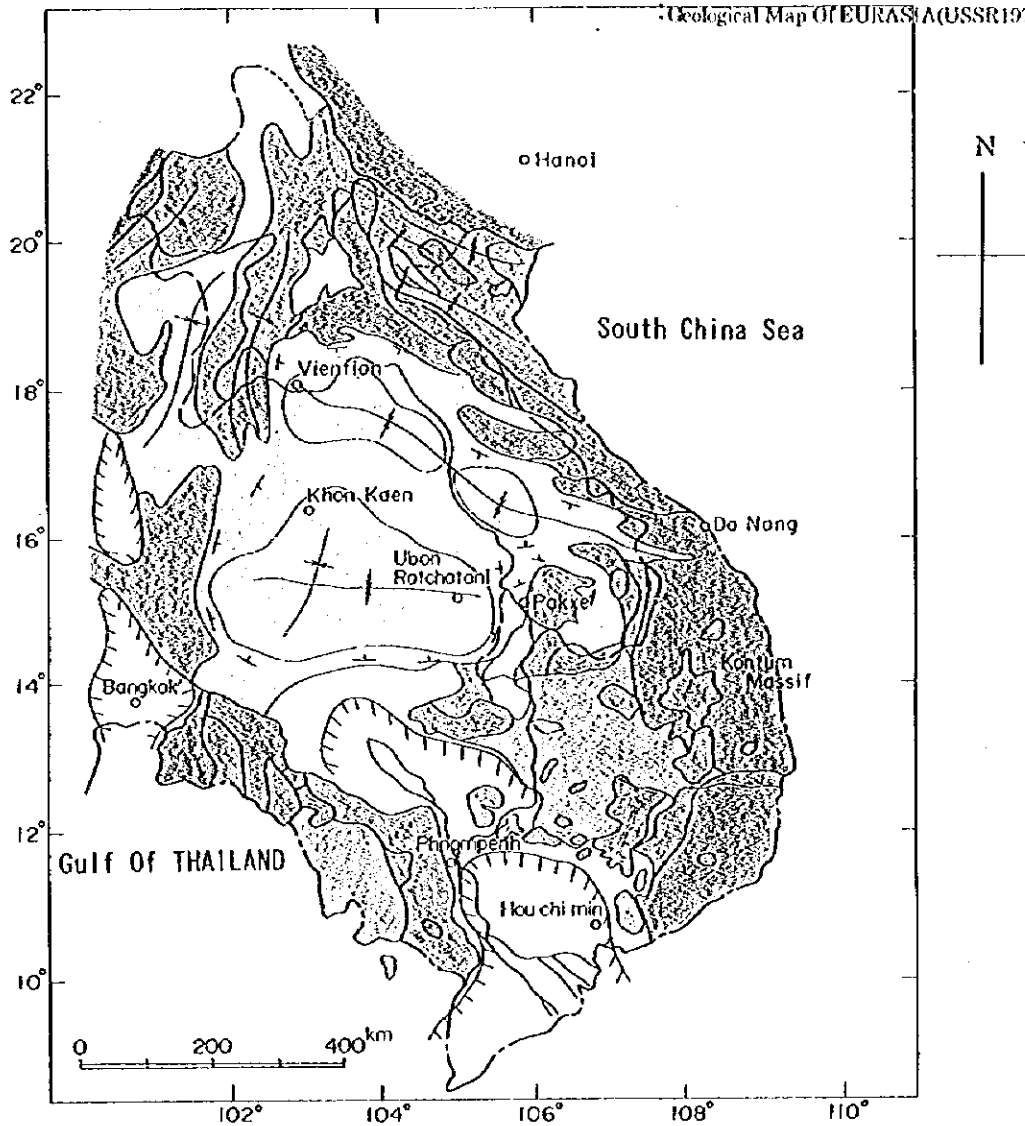
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT FOR CHAMPASAK AND SARAVAN PROVINCES, LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY(JICA)

KOKUSAI KOGYO CO.LTD. CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS INC.

Modified: Workman D.R. (1976)

Geological Map OF EURASIA (USSR 1972)

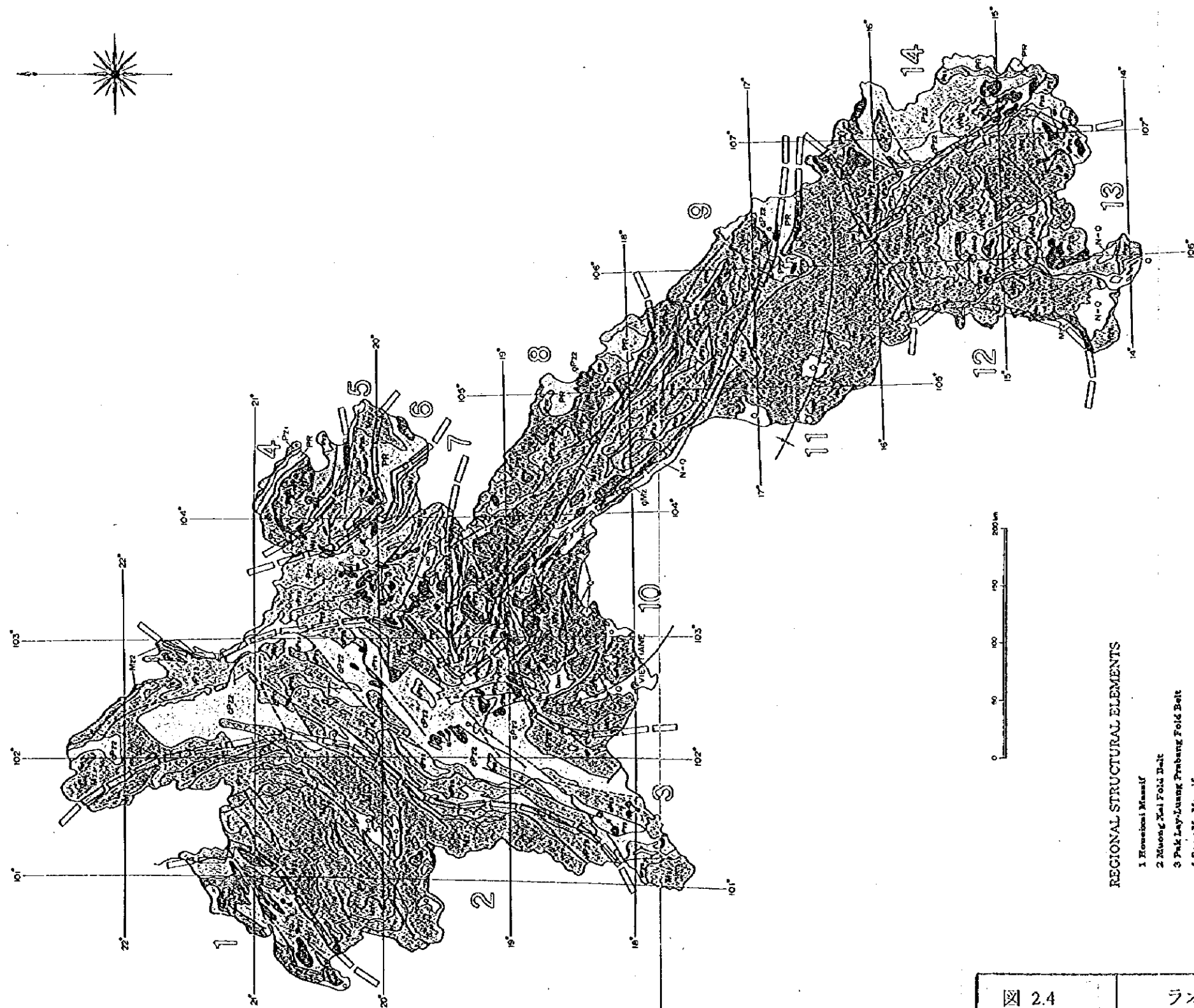


<b>LEGEND</b>	
<p><b>Plain</b></p> <p> Neogene-Quaternary Sedimentary Basin</p> <p><b>Plateau</b></p> <p> Alkali Basalt (Paleogene-Quaternary)</p> <p><b>Paraplatform</b></p> <p> Sandstone, Shales (Jurassic-Cretaceous)</p> <p> Tuff, Slate, Sandstone, limestone (Upper Paleozoic-Triassic)</p>	<p><b>Orogen</b></p> <p> Indosinian Massif (Upper Paleozoic-Triassic Formation)</p> <p> Late Triassic Fold Belt</p> <p> Hercynian Massif (Mainly Paleozoic Formation)</p> <p> Middle-Late Paleozoic Fold Belt</p> <p> Kontum Massif (Pre-Cambrian Crystalline Rocks)</p>
Attitude	
Axis of Downwarping	
Axis of Upwarping	

図 2.3 インドシナ半島地質概略図

THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT FOR CHAMPASAK AND SARAVAN PROVINCES, LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) FUKUSAI KOGYO CO. LTD. CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS INC.

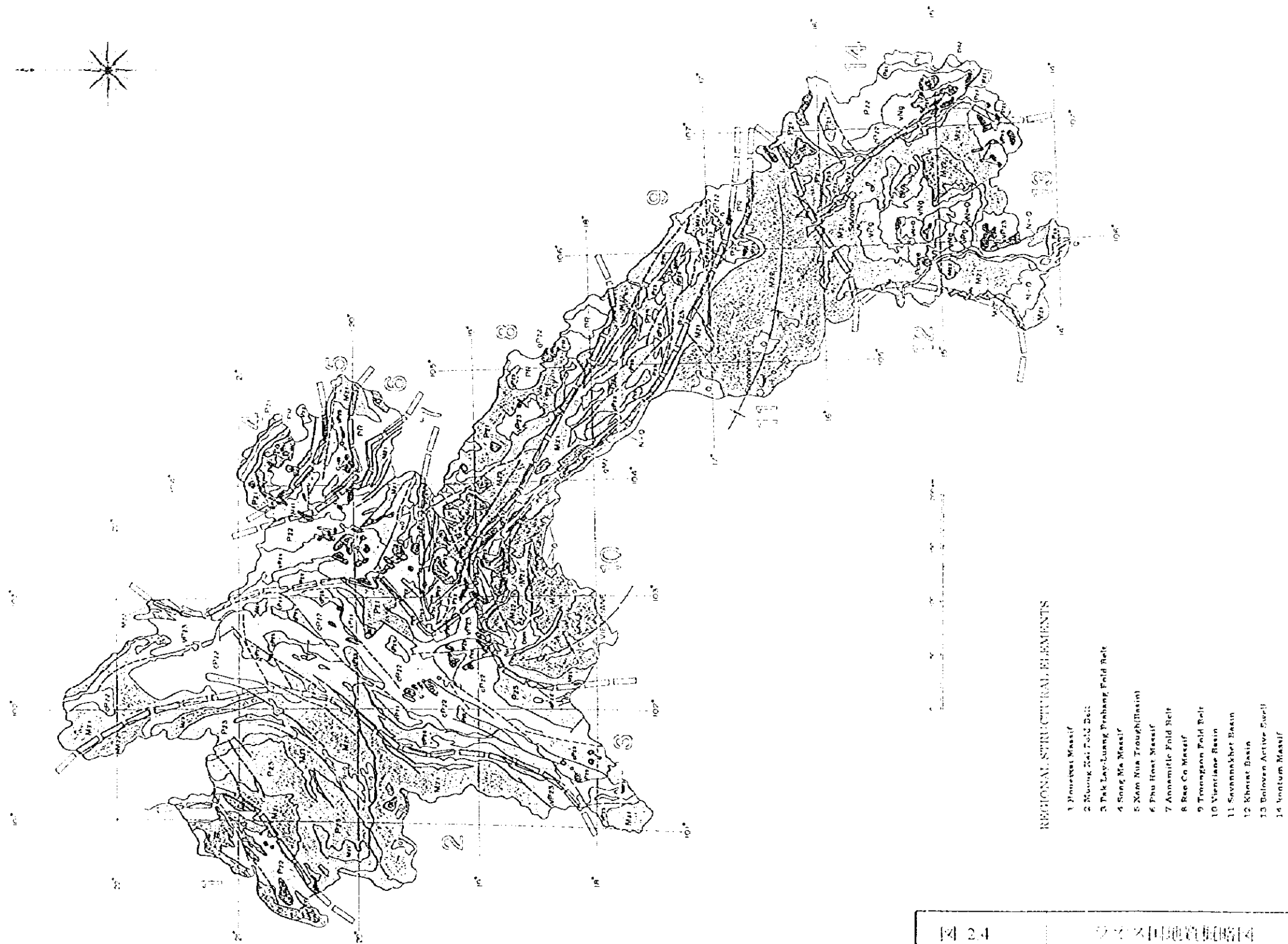


REGIONAL STRUCTURAL ELEMENTS

- 1 Hanoi-Massif
- 2 Muong Khai Fold Belt
- 3 Pak Lay-Luang Prabang Fold Belt
- 4 Song Ma Massif
- 5 Xam Nua Trough(Basin)
- 6 Phu Hout Massif
- 7 Annamite Fold Belt
- 8 Rao Co Massif
- 9 Truongson Fold Belt
- 10 Vientiane Basin
- 11 Savannakhet Basin
- 12 Xhorat Basin
- 13 Boloven Active Swell
- 14 Konrum Massif

Modified Geological And Mineral Occurrence Map  
B.G.S.(190-91).

図 2.4	ラオス国地質概略図
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT FOR CHAMPASAK AND SARAVAN PROVINCES, LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY(JICA)	KOKUSAI KOGYO CO.,LTD. CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS,INC.



Modified Geological And Mineral Occurrence Map  
R.G.S (1990-91)

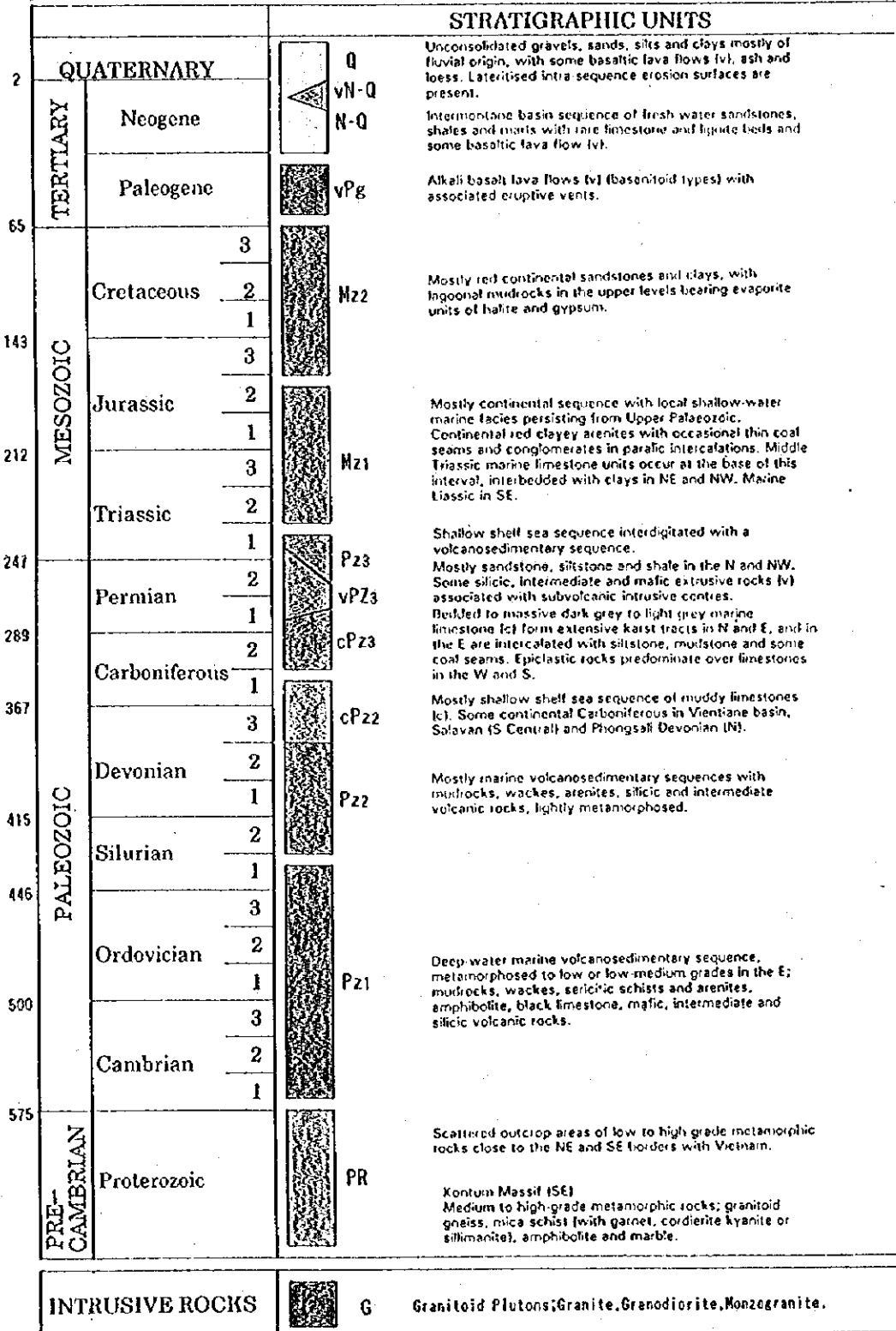
图 2.4 寮老地质构造图

THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT FOR CHAMPASAK  
AND SARAVAN PROVINCES, LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

建設省国際協力センター  
建設省国際協力センター

\*10<sup>6</sup> y. B.P.



Modified GEOLOGICAL AND MINERAL OCCURRENCE MAP B.G.S(1991).

図 2.5

ラオス国の地質層序

THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT FOR CHAMPASAK AND SARAVAN PROVINCES, LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

KOKUSAI KOGYO CO., LTD.  
CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS, INC.

## 第3章 社会経済及び水供給

### 3.1 ラオス国の社会経済

#### 3.1.1 面積及び人口

ラオスは南北 1,700km 東西 500 km の北西から南東に伸びる細長い国でその総面積は 235,800km<sup>2</sup> である。ラオスの人口は 1985 年センサスによれば約 358 万人で、1990 年の集計ではその人口は約 414 万人となっている。この間の人口増加率 2.9%を用いるとラオスの 1994 年人口は約 464 万人と推定される(表 3.1)。

#### 3.1.2 行政組織

ラオス国は行政的に 16 の県とビエンチャン市に区分される。これら 16 県は 126 の郡 (ムアン) からなり、126 の郡はさらに全部で 11,833 の村 (バン) から構成されている。県は中央政府から高度の自治権限を与えられており、県知事は大臣と同格である。また、各県は中央政府の各省庁に対応した行政組織を持つが、予算の制約や人材不足、連絡体制の不備などが施策を実施する上で大きな障害となっている。

#### 3.1.3 経済の状況

ラオスは基本的に農業国であるが、近年の工業及びサービス産業の成長により経済成長率は 6-7%に達している。一方、消費物価指数(CPI)は低い農産物価格のため 1989 年以降低下している。

ラオスの輸入の大半は機械及び原材料が占め、これに米及びその他の食料が次いでいる。主な輸出品目は木材、織物・衣類、電力などであるが、毎年、貿易赤字が続いている。

国家財政は 1993 年では 144,526 百万キップ (1 キップ約 0.1 円) の歳入に対し、歳出は 170,514 百万キップで 25,989 百万キップの赤字となっている。また歳入のうち約 22%は贈与が占めている。

#### 3.1.4 経済開発計画

ラオスは市場経済への円滑な移行のための経済構造改革、公共部門の活性化、インフラの拡張整備、資源の適正配分と開発及び保全を骨子とした中期経済開発計画 (1991-1995 年) を推進している。本計画により水供給セクターに投ぜられる公共投資は総額 745 百万ドルの 4.0%に過ぎず、大部分は通信セクターと電力、農業の各セクターである (表 3.2)。

#### 3.1.5 保健セクター

ラオス国の保健及び公衆衛生は保健省により管轄されている。保健省の下には各県及び郡の保健部があり、行政的に中央政府から独立しているが、各レベルの予算と人材は不足している。ラオスは近隣諸国の中でも死亡率が高く平均寿命も最低で49才である。保健・衛生の問題点は、高い乳児・幼児及び妊婦死亡率、清潔な水の欠乏と劣悪な衛生環境にあり、保健省は農村部の保健サービスの質と量の改善を重点とした施策を行っている。

### 3.2 水供給の状況

#### 3.2.1 水供給組織

ラオス国の水供給に関係する組織は通信・運輸・建設省 (MCTPC)、保健省 (MOH) 及び農業省 (MAF) である。MCTPC のもとでラオス水供給公社 (Nam Papa Lao) はビエンチャン、ルアンプラバン、サバナケット、パクセなど都市の水道事業を実施している。保健省は農村の水供給に関して責任と権限を有し、傘下の国家衛生疫病研究所 (NIHE) に設置された浄水研究所 (CWI) が農村給水事業を実施している。また、農業省は灌漑用水の供給を目的とした地表水及び地下水の開発を行っている。

CWI は技術管理部、水供給部、環境衛生部の3部からなる。水供給部は水源の調査、設計、開発、管理を各県の保健局 (Provincial Health Department: PHD) を指導して実施する。水供給部には地表水課と地下水課がある。PHD は農村部への公衆衛生サービスを行うが、その一環として傘下の水供給・環境衛生部 (Water Supply & Sanitation Section) が CWI の指導と援助のもと、農村部での水供給施設の建設を実施している。

#### 3.2.2 農村給水の現状

ラオス総人口の約85%は農村部に住んでいる。UNICEF(1991)によると改善された浅井戸、管井、水道管等による給水率は10-15%程度である。このため農村部の大部分では河川水、ため池または手掘りの浅井戸の水を使用している。

調査対象地域のチャンパサック県は浅井戸、重力配水、管井 (Tara, India その他のハンドポンプ) による給水事業を行っているが1994年までの給水率は約11%である。またサラワン県の給水率は約14%である。これらの給水事業はUNICEFによる資機材援助により進められている。

### 3.3 調査地域の社会経済

#### 3.3.1 チャンパサック及びサラワン県

チャンパサック県は、面積15,825 km<sup>2</sup>、人口497,301人(1994年)のラオス国の最も南に位置する県である。県は10郡789村から成り県庁所在地はメコン川左岸のパクセである(表3.3)。土地利用は13%を農地が占め、87%は森林その他が占めている。水田は約121,500 haあるが、主たる農産物は米、穀類、コーヒー、バナナなどである。



サラワン県は、面積 10,285 km<sup>2</sup>、人口 252,945 人(1994 年)でチャンパサック県の北側に位置している。県は 8 郡 682 村から成り、土地利用は僅かに 7%が農地でその他は森林である。農地の内水田は 54,200 ha を占めている。

### 3.3.2 調査対象 200 村落

本調査の対象とした 200 村落の人口はチャンパサック県 100 村、サラワン県 100 村、それぞれ 53,297 人及び 45,588 人合計 98,885 人で、村落平均人口は 490 人である(図 3.1 表 3.4)。村落は丘陵・平野に位置する村と台地及びその斜面に位置する村に大別できる。前者の農産物は主に米であるが、後者はコーヒーや果実が主である。生活習慣や様式を異にするラオ族のうち、最も人口の多い低地ラオ(ラオ・ルム)は丘陵・平野の村落に住むが、台地・斜面の村落には高地ラオ(ラオ・ツン)が多く住んでいる。

### 3.3.3 農家の収入

主農産物の米は大部分が自家で消費される。二次的な収入は穀類、豆類、タバコ、コーヒーなどの栽培、豚、牛、家禽などからもたらされる。チャンパサック県村落の平均所帯は 5.5 人で正味の所帯年収は 199,048 キップである。また、サラワン県の所帯は平均 7.8 人、正味の平均年収は 176,819 キップである。

### 3.3.4 公衆衛生及び保健サービス

各県の保健局(PHD)は医療サービスの他、村落水供給、衛生環境改善事業を行っている。チャンパサック県には地域病院がバクセに、また 10 郡の郡庁所在地にそれぞれ郡病院がある。また、サラワン県にはサラワンに地域病院と 8 郡に郡病院が設置されている。しかし、これら医療施設は医師の質・量ともに不足し設備も極めて貧弱である。両県における主な疾病はマラリアで、下痢症、インフルエンザ、肺炎、結核などがこれに次いでいる(表 3.5-3.6)。

保健局の水供給・環境衛生課(WES)は UNICEF などの外国援助をもとに農村給水と衛生改善プログラム(主にトイレの普及)を実施している。チャンパサック県 WES スタッフは 16 人、またサラワン県は 14 人である。

チャンパサック県 PHD の 1995 年予算は 1994 年の約 2 倍で 1,025 百万キップに増加した。この約 60%は人件費である。水供給と衛生改善プログラムの管理費(輸送費、日当、その他手当など)として約 2.5 百万キップが含まれている。サラワン県 PHD の 1995 年度予算は 473 百万キップで、水供給・衛生改善プログラムの管理費 1.5 百万キップが含まれる。

## 3.4 村落における水供給の現状

### 3.4.1 水源

チャンパサック及びサラワン県 200 村落の約 80%の水源は量的に不安定で汚染の危険

性がある河川、湧水、池、浅井戸などである。水道管が設置されているのはサラワン県のラオンガムだけで、237 所帯に給水している。ハンドポンプを設置した管井の普及率はチャンパサック県で 17%サラワン県で 19%である(図 3. 2)。

地下水は浅井戸と管井により利用されている。浅井戸は手掘りで、口径 0. 5-1. 0m 深度 10m 未満で、木材、コンクリート、煉瓦などでライニングされたものもあるが大半は素堀のままである。また乾期に干上がった川底に穴を掘り、しみ出た水を取水しているものも多い。

管井は 1960 年代に USAID により建設されたものがまだ一部で稼働している。この井戸にはデンプスターハンドポンプが設置されている。このほかタイ製のラッキーハンドポンプも多い。各県の WES は UNICEF 援助の小型ボーリング機械を使用して井戸を掘削し、タラ、インディア MKIII などのハンドポンプを設置しているが、資機材等の不足により建設は進んでいない。

#### 3. 4. 2 水源までの距離

各村落での主水源までの距離はチャンパサック県では平均 350 m サラワン県では 450 m である。しかし、1000 m 以上離れた水源に水汲みに通う村はチャンパサック県で 10 村、サラワン県で 17 村あり、最も遠い村は 2. 5 km 離れたメコン川まで通っている(図 3. 3-3. 4)。

#### 3. 4. 3 水質

既存水源の野外水質検査によると幾つかの水源で水の濁りがあり、大腸菌が検出された水源がある。総合的な水質分析結果については第 6 章で述べる。

#### 3. 4. 4 水使用量

各村落の水利用実態調査によれば村落毎、水源毎に水使用量は変化している。各村落農民からの聞き取りによると、水使用量は一家族当たり 36-270 l/日の範囲にある。実証給水施設を使用しているベン村が最も大きな値を示すが、タラハンドポンプを使用しているホアクア村では一家族当たり 154 l/日 (23. 7 lpcd) である。一方河川が水源となっているセバンノイ村は一家族当たり 55. 5 l/日という小さな値を示している。ホアクア村では 60%が洗濯、水浴び等に使われているが、セバンノイ村では 36%である。このような村では、洗濯や水浴びは川で行われ、水はあまり家に運んでいない。

表 3.1 ラオス国人口

	1985 Census	Growth Rate	Population Count '90	Growth Rate	1994 Estimate
Laos	3,584,803	0.029	4,140,000	0.029	4,641,537
Vientiane Mun.	377,409	0.042	464,000	0.029	520,211
Phongsaly	122,984	0.028	141,000	0.029	158,081
Luangnamtha	97,028	0.042	119,000	0.029	133,416
Oudomxay	187,115	0.086	283,000	0.029	317,284
Bokeo	54,925	0.031	64,000	0.029	71,753
Luangprabang	295,475	0.027	337,000	0.029	377,826
Huaphan	209,921	0.009	220,000	0.029	246,652
Xayaboury	223,611	-0.037	185,000	0.029	207,412
Niengkhuang	161,589	0.023	181,000	0.029	202,927
Vientiane	264,277	0.029	305,000	0.029	341,949
Borikhanxay	122,300	0.032	143,000	0.029	160,324
Khammuane	213,452	0.028	245,000	0.029	274,680
Savannakhet	543,611	0.033	639,000	0.029	716,411
Saravan	187,515	0.037	225,000	0.029	252,257
Sekong	50,909	0.023	57,000	0.029	63,905
Champasack	403,041	0.024	453,000	0.029	507,878
Attapeu	69,631	0.026	79,000	0.029	88,570

Source: State Statistical Centre, Ministry of Economy, Planning and Finance

Note: Vientiane Mun. = Vientiane Municipality

表 3.2 公共投資計画 (1991-1995)

Unit: US\$ Million

Sector	Total	Ratio	1991	1992	1993	1994	1995	Total
Agriculture and Forestry	96.97	13.0%	22.10	25.97	21.12	16.37	11.40	96.97
Manufacturing	22.57	3.0%	8.40	7.53	2.44	1.14	3.06	22.57
Mines	9.78	1.3%	0.00	2.32	2.46	2.50	2.50	9.78
Electricity	153.77	20.6%	17.45	14.48	25.19	39.69	56.96	153.77
Communications	280.19	37.6%	30.38	67.13	55.17	65.18	62.33	280.19
Telecommunications	33.39	4.5%	4.77	6.28	6.78	5.78	9.78	33.39
Water Supply	26.39	3.5%	0.00	2.08	4.03	8.75	11.53	26.39
Education	64.57	8.7%	4.93	11.93	15.90	17.91	13.90	64.57
Public Health	41.90	5.6%	5.18	4.62	8.39	10.57	13.14	41.90
Others	15.47	2.1%	2.97	3.37	2.21	3.32	3.60	15.47
Total	745.00	100.0%	96.18	145.71	143.69	171.21	188.20	745.00

Source: Committee for Planning and Cooperation

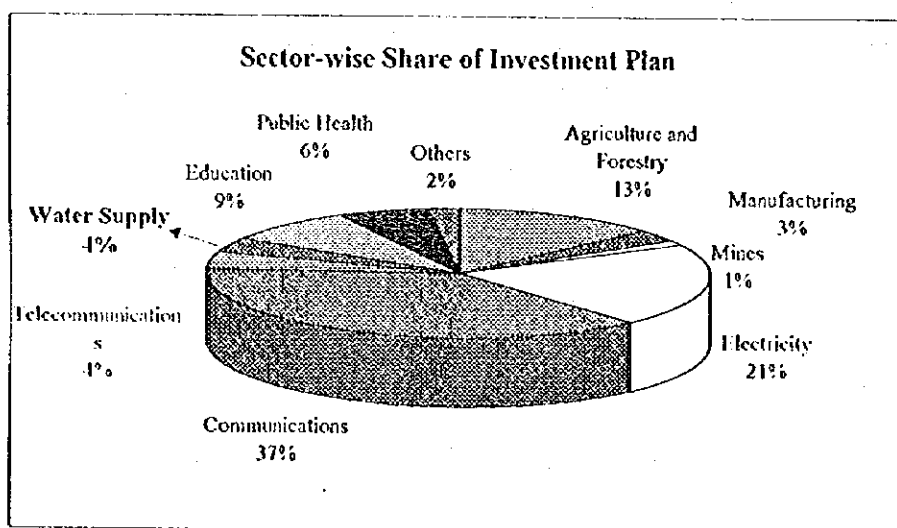


表 3.3 チャンパスック県人口統計, 1985-1995

District Name	District Population 1985 Census	Annual Growth Rate 1985-1990	District Population 1990 Count	Estimated Annual Growth Rate 90-95	District Population 1994 estimate
<b>A. Champasak Province</b>					
Sanasomboun	43,660	1.91%	48,000	2.36%	52,694
Bachiang	24,112	6.48%	33,000	2.36%	36,227
Pathoumpone	34,226	2.11%	38,000	2.36%	41,716
Sukhuma	30,489	1.60%	33,000	2.36%	36,227
Khong	60,404	-0.13%	60,000	2.36%	65,868
Phontong	58,682	3.29%	69,000	2.36%	75,748
Champasak	42,265	0.35%	43,000	2.36%	47,205
Mounlaoamok	23,554	3.52%	28,000	2.36%	30,738
Pakhsong	37,130	4.38%	46,000	2.36%	50,499
Pakse	48,519	2.54%	55,000	2.36%	60,379
Sub- Total:	403,041	2.36%	453,000	2.36%	497,301
<b>B. Saravan Province</b>					
Lakonephong	23,167	2.33%	26,000	2.97%	29,229
Khongxedong	38,042	2.00%	42,000	2.97%	47,216
Vapy	21,266	2.45%	24,000	2.97%	26,981
Saravan	47,692	3.26%	56,000	2.97%	62,955
Laongam	28,060	5.69%	37,000	2.97%	41,595
Toumlam	12,528	2.25%	14,000	2.97%	15,739
Ta Oi	16,760	1.44%	18,000	2.97%	20,236
Sanuoi	6,811	3.27%	8,000	2.97%	8,994
Sub-Total	194,326	2.97%	225,000	2.97%	252,945
<b>Total</b>	<b>597,367</b>	<b>2.56%</b>	<b>678,000</b>	<b>2.56%</b>	<b>750,246</b>

Source: Population of the Lao P.D.R, 1992, Ministry of Economy, Planning and Finance

表 3.4(1) 既存水源の内訳 (チャンパスック県)

Village Code	Village Name	District Name	Household 1974	Population 1974	Existing Water Source							Served Population								
					River	Well	Pump	Pond	Spring	Other	River	Well	Pump	Pond	Spring	Other	Total			
C-1	B Nakham	Satanosombon	153	603	100%															603
C-2	B Phoukhat	Satanosombon	28	135			100%													135
C-3	B Nonavan	Satanosombon	127	615				100%												615
C-4	B Nongphai	Satanosombon	98	553	20%		80%													553
C-5	B Santanokkhal	Satanosombon	170	809	100%															809
C-6	B Nantai	Satanosombon	118	629	100%															629
C-7	B Nongku	Satanosombon	74	378			100%													378
C-8	B Houave	Satanosombon	109	628	8%		5%	10%												628
C-9	B Progan	Satanosombon	70	337			100%													337
C-10	B Dong	Satanosombon	63	311	90%		10%													311
C-11	B Haigan	Satanosombon	62	354			100%													354
C-12	B Nongtham	Satanosombon	63	419			100%	80%												419
C-13	B Khampong	Satanosombon	153	987				85%	10%			5%								987
C-14	B Khamyong	Satanosombon	39	256	9%		5%													256
C-15	B Nongthen	Satanosombon	55	256			100%													256
C-16	B Loay	Satanosombon	32	150	100%															150
C-17	B Sa-Guai	Satanosombon	235	1025	90%		10%													1025
C-18	B Sak-Noy	Satanosombon	116	635	100%															635
C-19	B Kaphak	Satanosombon	236	1230	75%		25%													1230
C-20	B Khandimang	Satanosombon	52	266	70%		30%													266
C-21	B Silewan	Satanosombon	82	422	60%		40%													422
C-22	B Mousang	Satanosombon	210	1285	100%															1285
C-23	B Khamuang	Satanosombon	180	1137	80%		15%	5%												1137
C-24	B Boungkha	Satanosombon	150	1010	99%		5%													1010
C-25	B Latras (Nongmel)	Satanosombon	58	317	9%		5%													317
C-26	B Nakh	Satanosombon	250	1376			30%	70%												1376
C-27	B Dongkhang	Satanosombon	39	374			80%	20%												374
C-28	B Klong	Satanosombon	287	1686	35%		65%													1686
C-29	B Naxon	Satanosombon	210	1308			45%	55%												1308
C-30	B Thangpenvithi	Satanosombon	85	310				15%												310
C-31	B Moan	Satanosombon	54	293	20%		70%													293
C-32	B Daiphak	Satanosombon	68	401			100%													401
C-33	B Da-Mia	Satanosombon	155	856	90%		2%													856
C-34	B Keigien	Satanosombon	76	498	100%															498
C-35	B Nongdang	Satanosombon	183	1053	100%															1053
C-36	B Paksan	Satanosombon	255	1497	50%		10%													1497
Satanosombon District			4,436	24,780																24,780
C-37	B Nongak	Bachang	70	308	100%															308
C-38	B Paching	Bachang	52	278	40%		50%	1%												278
C-39	B Pakgya	Bachang	57	299	100%															299
C-40	B Nongbhe-Noy	Bachang	105	578	100%															578
C-41	B Nongbek-Gnai	Bachang	117	646	100%															646
C-42	B Thongkhan	Bachang	70	510	100%															510
C-43	B Kengmas	Bachang	51	300				100%												300
C-44	B Thongkha	Bachang	72	308	50%			50%												308
C-45	B Mousangkhai	Bachang	63	374	40%		20%													374
C-46	B Pakany	Bachang	42	270	70%		50%													270
C-47	B Oudomouk	Bachang	65	356	40%		40%	10%												356
C-48	B Phasomou	Bachang	37	157	50%			50%												157
C-49	B Lak 21	Bachang	127	567	40%		40%	10%												567
C-50	B Phai	Bachang	99	467	100%															467
C-51	B Lak 23	Bachang	71	391	50%		50%													391
C-52	B Lak 25	Bachang	81	379	50%		50%													379
C-53	B Nongkhamkhan	Bachang	23	117	50%		50%													117
C-54	B Seuden	Bachang	24	126	50%		50%													126
C-55	B Houyten	Bachang	65	329	50%		50%													329
C-56	B Falon (Lak 17)	Bachang	22	193	50%		50%													193
C-57	B Nonsat	Bachang	26	218	50%		50%													218
C-58	B Nongnak Fuk	Bachang	35	181	50%		50%													181
C-59	B Lak 13	Bachang	23	120	50%		50%													120
C-60	B Nongkaydu	Bachang	58	334	100%															334
C-61	B Kagan	Bachang	58	283				100%												283
Bachang District			1,536	8,165																8,165
C-62	B Lak 19	Pathomphou	60	451	70%		30%													451
C-63	B Lak 20	Pathomphou	26	178	40%		10%	50%												178
C-64	B Muekhu	Pathomphou	179	891	60%		1%													891
C-65	B Lak 24	Pathomphou	99	448	100%															448
C-66	B Santasaysook (L-25)	Pathomphou	59	389	60%		10%	30%												389
C-67	B Houaboua (L-29)	Pathomphou	33	270	50%		50%													270
C-68	B Lak 31	Pathomphou	61	289	40%		20%													289
C-69	B Lak 34	Pathomphou	41	256	40%		60%													256
C-70	B Khamouy (L-36)	Pathomphou	118	739	100%															739
C-71	B Tono-Nak	Pathomphou	117	620	30%		70%													620
C-72	B Tai-Tai	Pathomphou	156	829	15%		80%	5%												829
C-73	B Nakhon-Noy	Pathomphou	43	250	60%		40%													250
C-74	B Thungpheng	Pathomphou	110	633				97%	1%											633
C-75	B Nongkhe	Pathomphou	85	308			8%	92%	2%											308
C-76	B Napha	Pathomphou	112	667	100%															667
Pathomphou District			1,382	7,188																7,188
C-77	B Chikhangro	Sukhumia	61	397			5%	95%												397
C-78	B Pak	Sukhumia	43	210			2%	98%												210
C-79	B Santhasabou	Sukhumia	123	682			70%	10%												682
C-80	B Phonthong	Sukhumia	111	726			40%	60%												726
C-81	B Paks	Sukhumia	108	596			60%	40%												596
C-82	B Phaphan	Sukhumia	146	793			100%													793
C-83	B Kongsakou	Sukhumia	109	526																

表 3.4 (2) 既存水源の内訳 (サラワン県)

Village Code	Village Name	District Name	Household Population 1994	Existing Source						Served Population						
				1994	River	Well	Pump	Pond	Spring	Other	River	Well	Pump	Pond	Spring	Other
S-1	B NongSung	Lakhongbeng	105	522	64%	35%		5%	313	0	183	0	0	0	26	522
S-2	B NaAvo	Lakhongbeng	113	692	10%	90%			60	0	542	0	0	0	0	602
S-4	B NongKant	Lakhongbeng	109	579	5%	6%			232	0	347	0	0	0	0	579
S-4	B HoiyKasbo	Lakhongbeng	160	543	20%	60%		2%	109	0	326	109	0	0	0	543
S-5	B Lalhesi-Tai	Lakhongbeng	50	289	60%	10%	30%		173	29	87	0	0	0	0	289
S-6	B Lalhesi-Nua	Lakhongbeng	29	130	100%				130	0	0	0	0	0	0	130
S-7	B Khosay	Lakhongbeng	24	134	5%	5%			127	0	7	0	0	0	0	134
S-8	B Kongsak	Lakhongbeng	68	366	45%	40%	15%		165	146	55	0	0	0	0	366
S-9	B Nondusay	Lakhongbeng	83	456	10%	80%	10%		46	0	365	46	0	0	0	456
S-10	B Nakhandai	Lakhongbeng	53	322	85%	15%			274	0	48	0	0	0	0	322
S-11	B Phouacheng-Noy	Lakhongbeng	85	426	10%	40%	50%		43	170	213	0	0	0	0	426
S-12	B Nongemo	Lakhongbeng	42	231	65%	35%			0	150	81	0	0	0	0	231
S-13	B Phouacheng-Chai	Lakhongbeng	73	356		100%			0	0	356	0	0	0	0	356
S-14	B Thuangeng	Lakhongbeng	73	316		100%			0	316	0	0	0	0	0	316
S-15	B Baotaphan	Lakhongbeng	62	310	50%	50%			155	0	155	0	0	0	0	310
S-16	B HoiyKam	Lakhongbeng	38	186	35%	65%			65	0	121	0	0	0	0	186
	Lakhongbeng District		1,169	5,768					1,891	812	2,885	154	0	0	26	5,768
S-17	B Nopong	Khongvedon	158	1,182	5%	95%			59	0	1,123	0	0	0	0	1,182
S-18	B Yang-Kan-Hong	Khongvedon	51	315	75%	25%			236	0	79	0	0	0	0	315
S-19	B Napheng-Chai	Khongvedon	103	515	45%	50%	5%		232	0	258	26	0	0	0	515
S-20	B Khong-Noy	Khongvedon	158	833	100%				833	0	0	0	0	0	0	833
S-21	B Nongaphang	Khongvedon	90	439		90%	5%		0	0	417	22	0	0	0	439
S-22	B NongLocong	Khongvedon	63	316	100%				316	0	0	0	0	0	0	316
S-23	B NongLoa	Khongvedon	31	178	100%				178	0	0	0	0	0	0	178
S-24	B Dornung	Khongvedon	80	398	100%				398	0	0	0	0	0	0	398
S-25	B Hanbou	Khongvedon	100	505	80%	20%			404	0	101	0	0	0	0	505
S-26	B Thakha	Khongvedon	28	121	100%				121	0	0	0	0	0	0	121
S-27	B Khok-Houyang	Khongvedon	53	288	5%	90%	5%		14	0	259	14	0	0	0	288
S-28	B Namuang	Khongvedon	121	625		90%	2%		0	0	613	13	0	0	0	625
S-29	B Khanhong-Chai	Khongvedon	102	573	100%				573	0	0	0	0	0	0	573
S-30	B Nuanulan	Khongvedon	26	131	100%				131	0	0	0	0	0	0	131
S-31	B Nonghalou	Khongvedon	24	152	100%				152	0	0	0	0	0	0	152
S-32	B Tholeung	Khongvedon	47	264	100%				264	0	0	0	0	0	0	264
S-33	B Nongtoe	Khongvedon	43	327	100%				327	0	0	0	0	0	0	327
S-34	B HoiyNua	Khongvedon	85	495	100%				495	0	0	0	0	0	0	495
S-35	B Haloua	Khongvedon	77	400	100%				400	0	0	0	0	0	0	400
S-36	B Nakabo	Khongvedon	162	856		90%	10%		0	0	725	81	0	0	0	806
S-37	B Keouhphong	Khongvedon	70	418	100%				418	0	0	0	0	0	0	418
S-38	B Keoukhong	Khongvedon	89	572	95%		5%		497	0	0	26	0	0	0	523
	Khongvedon District		1,798	9,882					6,176	0	3,574	181	0	0	0	9,882
S-39	B Nonggung	Vayp	74	466	90%	10%			419	0	0	47	0	0	0	466
S-40	B Vorkha	Vayp	128	817		80%	20%		0	0	651	183	0	0	0	837
	B Nant	Vayp	78	501		90%	10%		0	0	451	50	0	0	0	501
S-42	B HoiyKhou	Vayp	116	603	100%				603	0	0	0	0	0	0	603
S-43	B Vayp-Nua	Vayp	121	586	100%				586	0	0	0	0	0	0	586
S-44	B Vayp-Tai	Vayp	116	571	100%				571	0	0	0	0	0	0	571
S-45	B Nidang	Vayp	19	118	90%		10%		106	0	0	12	0	0	0	118
S-46	B Dangha	Vayp	69	383	100%				383	0	0	0	0	0	0	383
S-47	B Saylat	Vayp	139	753	100%				753	0	0	0	0	0	0	753
S-48	B Houang	Vayp	159	885	100%				885	0	0	0	0	0	0	885
S-49	B Ta	Vayp	85	469	100%				469	0	0	0	0	0	0	469
S-50	B Santa	Vayp	156	893	100%				893	0	0	0	0	0	0	893
S-51	B Khavanta-Lat	Vayp	49	723		60%		40%	0	0	134	0	0	0	89	723
S-52	B Nongho	Vayp	49	257		30%		70%	0	0	77	0	0	0	18	257
	Vayp District		1,358	7,525					5,669	0	1,315	272	0	269	0	7,525
S-53	B Dangkhai	Savan	235	1,571	100%				1,571	0	0	0	0	0	0	1,571
S-54	B Songrai	Savan	130	1,250	95%	3%	2%		1,188	38	25	0	0	0	0	1,250
S-55	B Pangai	Savan	300	1,691	100%				1,691	0	0	0	0	0	0	1,691
S-56	B Chong	Savan	31	183	20%	80%			37	145	0	0	0	0	0	183
S-57	B Phoukham	Savan	13	72	100%				72	0	0	0	0	0	0	72
S-58	B Koutseing	Savan	21	117	100%				117	0	0	0	0	0	0	117
S-59	B Nongbo-Noy	Savan	13	90	100%				90	0	0	0	0	0	0	90
S-60	B Dong-Nong	Savan	64	315	100%				315	0	0	0	0	0	0	315
S-61	B Lay-Sritai	Savan	23	131	100%				131	0	0	0	0	0	0	131
S-62	B Nalakhon	Savan	92	556	100%				556	0	0	0	0	0	0	556
S-63	B Nakhon	Savan	109	624	100%				624	0	0	0	0	0	0	624
S-64	B Phomphai	Savan	147	1,034	100%				1,034	0	0	0	0	0	0	1,034
S-65	B Nakou	Savan	27	115	100%				115	0	0	0	0	0	0	115
S-66	B Nakhong	Savan	39	224		100%			0	0	224	0	0	0	0	224
S-67	B Thammung-Kao	Savan	75	452	10%	90%			45	0	407	0	0	0	0	452
S-68	B Napheng-Chai	Savan	70	510	100%				510	0	0	0	0	0	0	510
S-69	B Napheng-Noy	Savan	18	117	100%				117	0	0	0	0	0	0	117
S-70	B Sakade-Tai	Savan	66	450	100%				450	0	0	0	0	0	0	450
S-71	B Dan-Chai	Savan	113	739	100%				739	0	0	0	0	0	0	739
S-72	B Kongsai-Tai	Savan	56	365	100%				365	0	0	0	0	0	0	365
S-73	B Nolon-Tai	Savan	42	212	100%				212	0	0	0	0	0	0	212
S-74	B Thut-Noy	Savan	46	250	100%				250	0	0	0	0	0	0	250
S-75	B Nalao	Savan	99	717	50%	5%	45%		359	0	36	323	0	0	0	717
S-76	B Ko	Savan	63	326	100%				326	0	0	0	0	0	0	326
S-77	B Phou-Chai	Savan	161	884	60%	40%			530	354	0	0	0	0	0	884
S-78	B Saung	Savan	120	789	5%	95%			39	741	0	0	0	0	0	789
S-79	B Thongapok	Savan	14	112	100%				112	0	0	0	0	0	0	112
S-80	B Nua-Chai	Savan	60	396	85%	15%			337	0	59	0	0	0	0	396
S-81	B Nava-Noy	Savan	88	471		2%		98%	0	9	0	0	462	0	0	471
S-82	B Malao	Savan	30	178	100%				178	0	0	0	0	0	0	178
S-83	B Dongko-Nua	Savan	62	318	100%				318	0	0	0	0	0	0	318
S-84	B Bong	Savan	107	589	100%				589	0	0	0	0	0	0	589
S-85	B Khuangthoukeng	Savan	76	385	100%				385	0	0	0	0	0	0	385
S-86	B Kalap	Savan	120													

表 3.5 主な疾病率 (チャンパサック県) 1994 年

	Malaria	Diarrhea	Influenza	Dysentery	Pneumonia	Tuberculosis
Prov. Hospital	1,575	132	11	31	154	37
Sanasomboon	398	85	26	134	36	60
Bachiang	236	40	13	41	26	4
Pathompone	402	28	38	19	41	4
Sukhuma	447	26	5	4	29	1
Khong	543	676	422	504	52	26
Phontong	212	350	115	34	77	1
Champasak	203	33	29	11	16	0
Moonlaoamok	988	121	142	198	154	3
Pakhsong	192	6	0	0	2	0
Pakse	268	313	406	195	137	0
Total	5,464	1,810	1,207	1,171	724	136
Ranking	1	2	3	4	5	6

Source: Public Health Service of Champasak Province, 1994

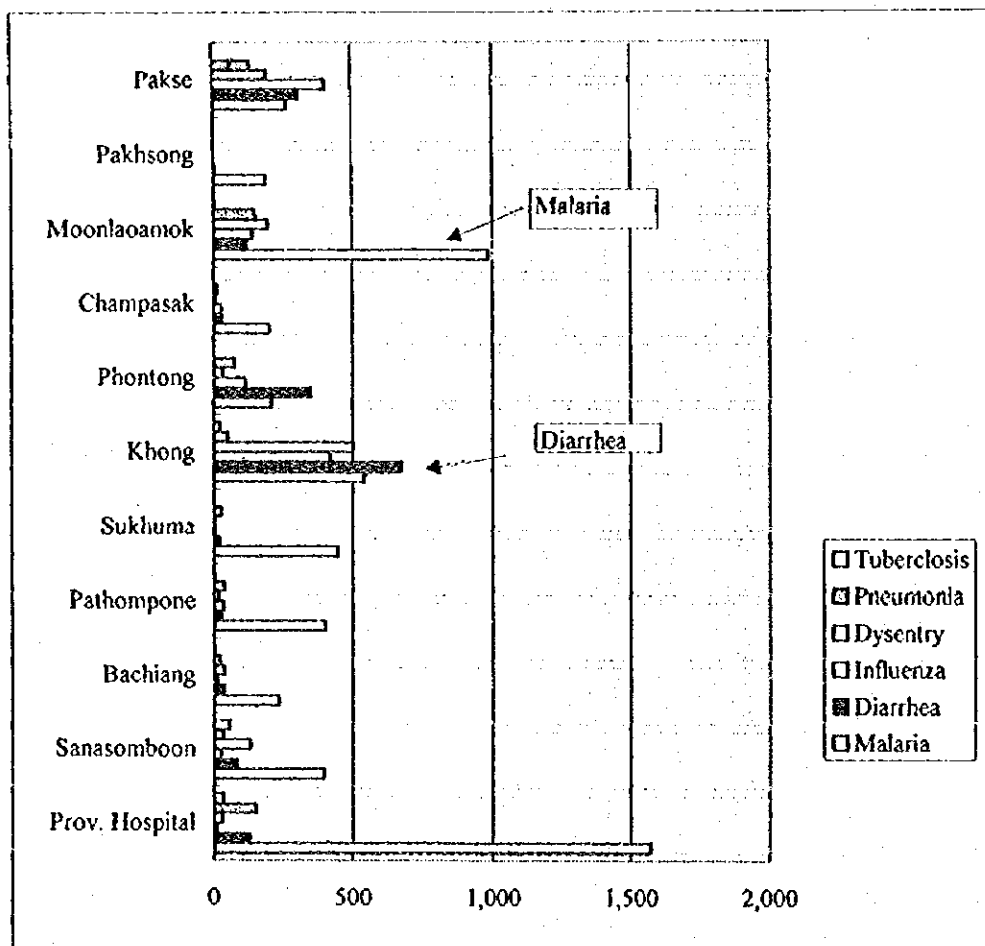




表 3.6 主な疾病率 (サラワン県) 1994 年

	Malaria	Diarrhea	Influenza	Dysentery	Pneumonia	Tuberculosis
Prov. Hospital	2,191	281	n.a.	75	523	59
Saravan	1,821	1,071	1,518	605	353	9
Laongam	364	62	n.a.	n.a.	114	n.a.
Vapy	925	634	n.a.	74	125	n.a.
Khongxedon	210	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Lakhongpheng	71	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Toumlam	267	344	n.a.	15	106	n.a.
Ta Oi	121	76	n.a.	22	34	n.a.
Samuoi	50	63	n.a.	30	72	n.a.
Total	6,020	2,531	1,518	821	1,327	68
Ranking	1	2	3	4	5	6

Source: Public Health Service of Saravan Province, 1994

Note: The above figures indicate the number of out-patients during Oct. 1993 to Sep. 1994

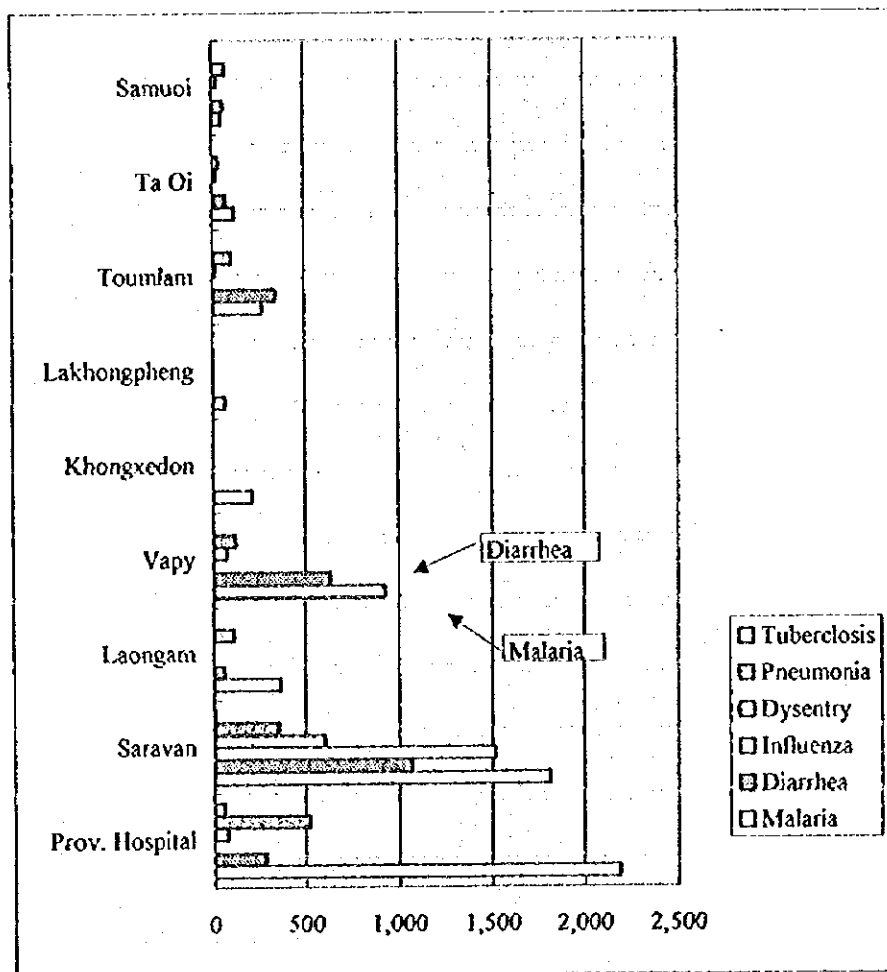


図 3.1 調査地域内の対象村落位置図

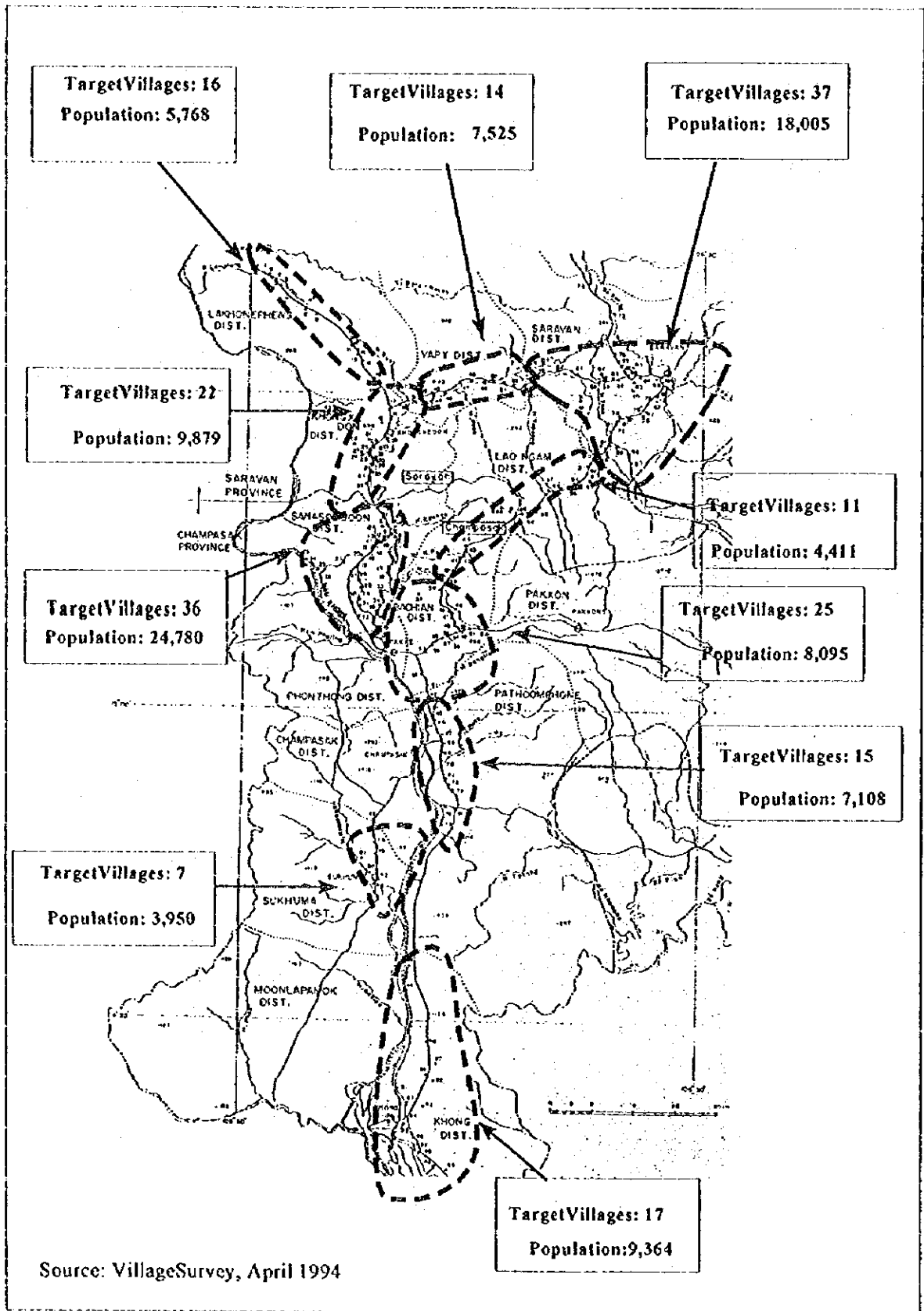


図 3.2a チャンパスラック県 100 村落の水源

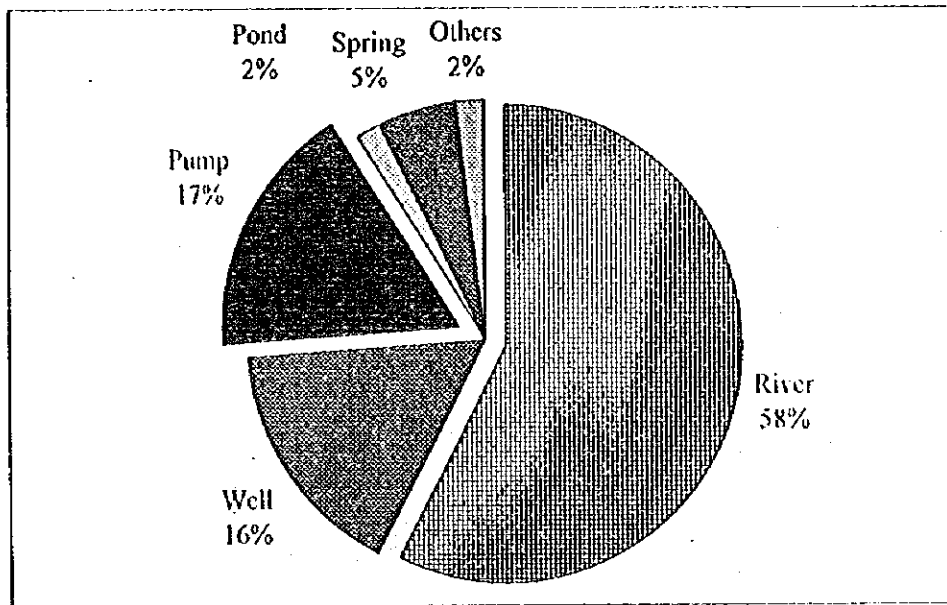


図 3.2b サラワン県 100 村落の水源

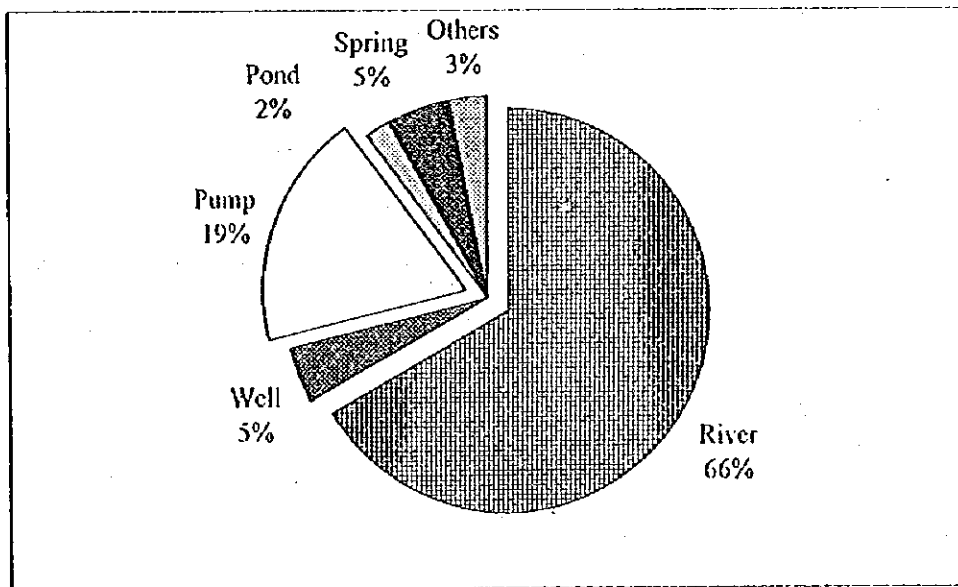


図 3.3 主な水源までの距離

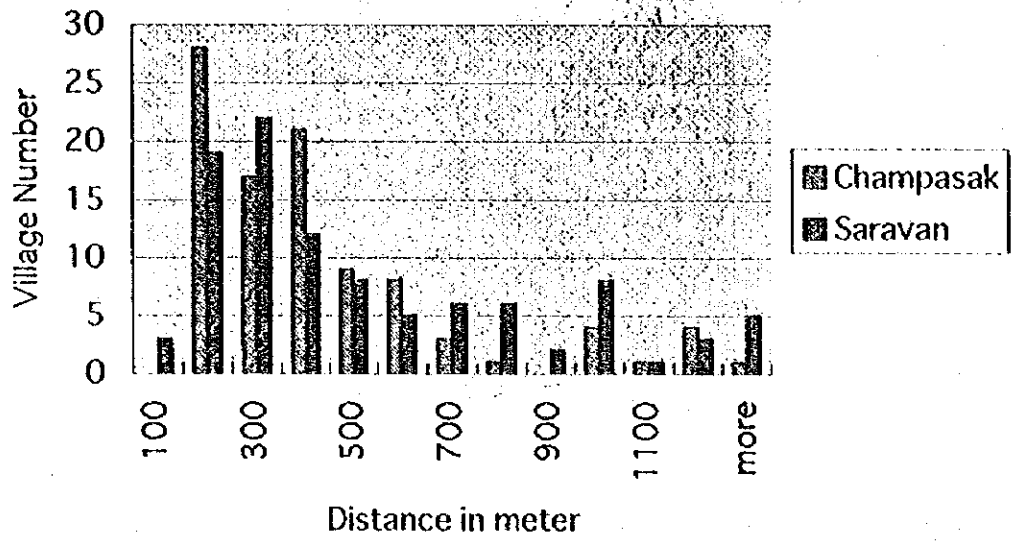
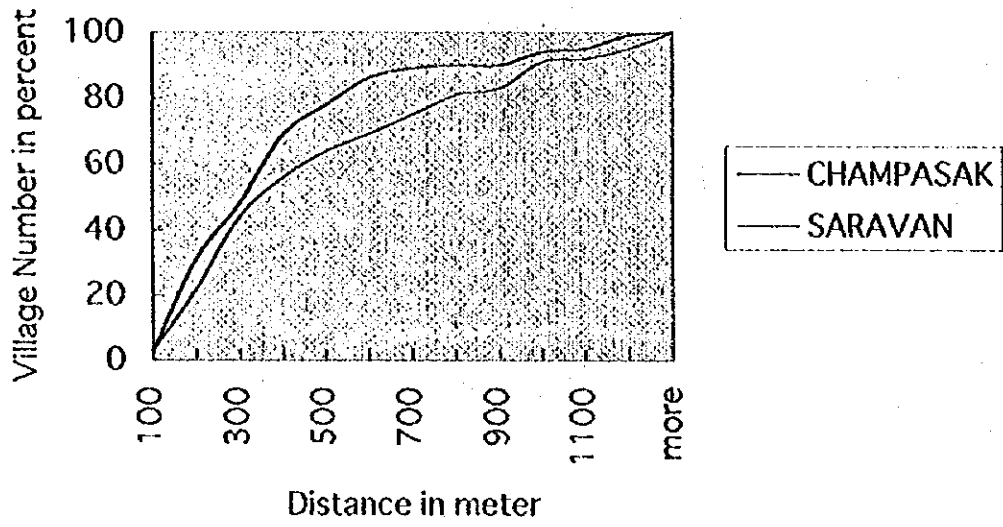


図 3.4 水源までの距離の分布



## 第4章 水文地質

### 4.1 地形区分

調査地域の地形は山地、低地、高地、玄武岩斜面、崖及び台地に区分される(図4.1)。

山地の標高は1000-2000mで調査地域の東部と南部に広がる。低地はメコン川、セドン及びセコン川沿いに広がる標高80-180mの低い丘陵・平野で、主にジュラ紀の砂岩・頁岩が分布する。高地はボラベン台地の頂部とメサ地形(頂面が平らで周りに急崖をもつ地形)を含む。また、玄武岩斜面はボラベン台地の緩斜面で標高は120-500mである。斜面は玄武岩と火山灰起源のロームにより覆われている。台地は標高約1,300mのボラベン台地で、台地表面の起伏は緩やかで深い谷はない。崖は台地及び高地の周囲に発達する。

### 4.2 水系

調査地域の主な河川はメコン川とその支流すなわちセドン川とセコン川である。セドン川はボラベン台地を源とし東部山地からの小河川を合わせ調査地域内を西流し、コンセドンで南に流れを変えパクセでメコン川に合流する。セコン川は東部山地に源を發しボラベン台地の小河川を合わせカンボジア領内に流れ出ている。

### 4.3 地質及び水文地質的性状

図4.2-4.3に調査地域の水文地質図を示す。

#### 古生層 (PZ, C-P)

凝灰質砂岩、スレートからなる下部古生層(PZ)はサラワン県北西からアタポー県の東部山地に分布し、水文地質的な基盤を構成する。上部古生層(C-P)は砂岩・スレートからなり南部のコーン島付近に分布し裂カ水を賦存する。

#### 中生層 (T, J, J-K)

マンギアン層(T)は硬い流紋岩質凝灰岩、石英斑岩、溶結凝灰岩から成りメコン川左岸のパトムホンやアタポー南部と東部に露出する。裂カ水が賦存するが帯水能は低い。

ジュラ紀頁岩(J)は調査地域に広く分布し、その風化部や亀裂部に地下水を賦存する。また、本層は砂岩を挟み、その間隙に地下水を賦存している。

チャンパ層(J-K)はタイ国境や、セドン川右岸の台地、ボラベン台地など平らな頂部とその周りに急崖をもつ山地を構成している。本層は塊状のよく固結した石英砂岩とシルト岩からなる。地下水は亀裂と風化部に賦存する。

#### 第三紀層 (vPg, vNg, vN-Q)

ボラベン台地に分布する玄武岩から成り、溶岩の噴出時期によりvPg, vNg及びvN-Q

の3層に区分できる。これらは暗灰色のアルカリ玄武岩で柱状節理と玉葱状の構造が発達し、間隙が多い。間隙及び亀裂に豊富な地下水を賦存する。また、玄武岩斜面の谷には多くの湧泉が分布する。

#### 第四紀層 (Qt, Qa1)

崖錘堆積物と扇状地堆積物 (Qt) 及び河川沿いの沖積層 (Qa1) は、未固結の砂、礫、粘土から成り、地下水を賦存する。しかし、地下水位は河川水位の影響を受けて変動する。

#### 4.4 水文地質単元

地形と地質をもとに調査地域の水文地質を10個の単元に区分した(図4.4)。

Qf: 4-30mの層厚の沖積帯水層で砂、礫、粘土から成る。本層の下位にはジュラ紀頁岩層が分布し、この層からも地下水が取水できる。

Qt: 崖錘または扇状地堆積物から成り、帯水層の層厚は薄い。

Ep: 表層に堆積物がない侵食平野。ジュラ紀頁岩層が露出し、風化部が帯水層となる。また、深部の間隙と亀裂に地下水が賦存する。

Eh: Epより起伏に富む侵食平野。ジュラ紀頁岩層の風化部と間隙・亀裂に地下水が賦存する。

Ba1: vN-Q 玄武岩から成る斜面。厚い火山灰と泥流に覆われている。地下水は玄武岩の亀裂と間隙に賦存する。

Ba2: vNg 玄武岩から成る斜面。表層の火山堆積物は薄い。地下水は玄武岩の亀裂と間隙に分布する。

Ba3: vPg 玄武岩から成る斜面。表層堆積物はない。地下水は間隙及び亀裂に賦存する。また、下位のジュラ紀頁岩層にも賦存する。

Et: 三疊紀の酸性凝灰岩からなる侵食平野。表層堆積物は薄く地下水は亀裂に賦存する。

P: チャンパ層 (J-K) から成る丘陵。地下水は亀裂に賦存する。

M: 堅硬で緻密な岩石から成る山地。水文地質基盤を構成する。

#### 4.5 試掘及び揚水試験

調査対象200村落から各水文地質単元を代表する20ヶ村を選定し、試掘及び揚水試験を行った。掘削井戸本数は50m井18箇所(平均深度49.8m)、100m井2箇所(平均深度124m)合計20箇所、掘削総延長は1,146mである。井戸の仕上げ口径は

150 mm とした。

#### 4.5.1 試掘結果

##### C-4 ノンパイ村

地層は主にジュラ紀砂岩と砂質頁岩の互層から成り砂岩が帯水層となっている。地下水位は9 m である。

##### C-8 ホアセ村

地層はジュラ紀砂岩、砂質頁岩、泥岩の互層から成る。深度 109 m 付近まで良好な帯水層がなく、水量を得るため深度 182 m まで掘進した。深度 100 m 以深に分布する硬質砂岩層が帯水層となっているが、地下水は塩水化しており、試験時の電気伝導度は 10,000  $\mu\text{S}$  を示した。地下水位は 18 m である。

##### C-16 ルーイ村

地層はジュラ紀砂岩、礫岩、砂質頁岩及び泥岩の互層から成り、地下水は礫岩と砂岩に賦存する。地下水位は 7m である。

##### C-44 トンサラ村

堅い玄武岩とその下にジュラ紀頁岩・砂岩互層が分布する。自破砕質玄武岩（溶岩）の亀裂が良好な帯水層になっている。地下水位は 9 m である。

##### C-49 ラク 21 村

表層は厚い火山灰と泥流堆積物（赤褐色粘土層）が分布し、その下に風化の進んだ玄武岩が分布する。地下水は風化部と亀裂に賦存するが、風化のため帯水能は低い。地下水位は 14 m である。

##### C-65 ラク 24 村

地層はジュラ紀の砂岩と赤紫色の泥岩・頁岩の互層から成り表層は約 8m の粘土及びラテライト層に覆われている。砂岩が帯水層をなす。地下水位は 7 m である。

##### C-75 ノンケ村

地層は主に赤紫色のジュラ紀泥岩・頁岩から成り砂岩を挟む。砂岩は帯水層となっている。地下水位は 4 m である。

##### C-79 サンカナブア村

表層の 7 m は粘土層から成りそれ以深は赤紫色のジュラ紀頁岩層が分布する。頁岩層は砂岩を挟み、砂岩の亀裂部が帯水層となっている。地下水位は 7.5 m である。

#### C-88 マイシビライ村

地層は上部古生層の黒色頁岩・スレート、砂岩の互層から成る。黒色スレート中には小断層と亀裂が発達しており地下水が賦存する。地下水位は9.5 mである。

#### C-89 ナセンファン村

地層は三疊紀の砂質泥岩と凝灰岩から成る。凝灰岩には小断層と亀裂が発達しており地下水を賦存している。地下水位は5.8 mである。

#### S-4 ファイカホ村

表層は層厚7 mの風化砂岩、その下は固結したジュラ紀の砂岩、砂質頁岩、泥岩の互層から成り、砂岩が帯水層になっている。地下水位は9 mである。

#### S-12 ノンサノ村

表層は風化泥岩が分布する。その下の地層はジュラ紀の堅硬な砂岩、泥岩、砂質頁岩の互層から成り、砂岩が帯水層になっている。地下水位は6.5 mである。

#### S-24 ドンムアン村

地層はジュラ紀の堅硬な泥岩、砂岩、砂質頁岩の互層から成る。表層は層厚10 mの粘土層（沖積層）が分布する。砂岩は帯水層となっている。地下水位は10 mである。

#### S-38 ノンゴン村

表層は層厚6 mの風化砂岩が分布し、その下はジュラ紀の堅硬な赤紫色の砂岩・泥岩、砂質頁岩の互層である。砂岩は帯水層となっている。地下水位は8 mである。

#### S-50 サミア

表層4 mは砂・粘土互層（沖積層）が分布し、その下にジュラ紀の堅硬な泥岩、砂岩、砂質頁岩互層が連続する。地下水は表層の砂・粘土互層とジュラ紀砂岩層に賦存する。地下水位は7 mである。

#### S-56 チョン村

表層は風化玄武岩が6 mまで、その下に亀裂の多い玄武岩が層厚9 mで分布する。玄武岩の下位にはジュラ紀の泥岩、砂岩、砂質頁岩互層が連続する。地下水は玄武岩の亀裂と砂岩の間隙に賦存する。地下水位は5 mである。

#### S-64 ポンパイ村

表層は風化砂岩から成り、その下はジュラ紀の赤紫色の泥岩、砂岩、砂質頁岩互層が分布する。砂岩は帯水層をなす。地下水位は10 mである。



#### S-75 ナカサオ村

表層は風化砂岩から成る。地層はジュラ紀の泥岩、砂岩、砂質頁岩互層から成り砂岩は帯水層となっている。地下水位は5 m である。

#### S-84 ベン村

表層6 m は風化玄武岩で、深度7 m から58 m まで堅硬な暗灰色玄武岩が連続する。深度58 m からは灰色砂岩（ジュラ紀-白亜紀）が分布する。地下水は玄武岩の亀裂に賦存している。地下水位は19 m である。

#### S-100 ホンタイ村

表層10 m はローム、泥流堆積物から成りその下に風化玄武岩が連続する。玄武岩は深度38 m 付近から新鮮で堅くなる。地下水は風化部と亀裂に賦存するが帯水能は低い。地下水位は20 m である。

### 4.5.2 揚水試験結果

帯水層の水理定数を求めるため、試験井の揚水試験（定量、段階及び回復）を行った。解析結果は表4.5に示す。また図4.6に20箇所の井戸地質柱状図を示す。

#### (1) 透水量係数

透水量係数の範囲は $0.8 \text{ m}^2/\text{day}$ - $1,500 \text{ m}^2/\text{day}$  である。玄武岩斜面のベン村は $1,500 \text{ m}^2/\text{day}$ 、トンサラ村は $800 \text{ m}^2/\text{day}$  の高い値を示すが、同じ玄武岩斜面上のホンタイ村では $0.8 \text{ m}^2/\text{day}$  の低い値を示している。ジュラ紀層の透水量係数はおおむね $1.5$ - $40 \text{ m}^2/\text{day}$  の範囲にあるが、ノンケ村とポンパイ村では $200 \text{ m}^2/\text{day}$  と良好な値を示している。

#### (2) 比湧出量

比湧出量はおおむね透水量係数と比例関係にあり、トンサラ村やベン村など玄武岩斜面上の井戸は $1,700$ - $1,900 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$  の高い値を示している。比湧出量が最も低いのはポンパイ村で僅か $1 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$  である。ジュラ紀層の比湧出量はおおむね $2.6$ - $45 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$  の範囲にあるがノンケ村とポンパイ村はそれぞれ $128$  及び $165 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$  を示している。

#### (3) 適正揚水量

玄武岩斜面上のベン村では $3,800 \text{ m}^3/\text{day}$ 、トンサラ村では $1,700 \text{ m}^3/\text{day}$  の揚水が可能である。また、ジュラ紀層のノンケ村、チョン村、ポンパイ村の適正揚水量は $150 \text{ m}^3/\text{day}$  と計算される。その他の15村の適正揚水量は $9$ - $140 \text{ m}^3/\text{day}$  の範囲にある。最小の揚水量はポンパイ村で $9 \text{ m}^3/\text{day}$  である。この井戸の揚水量は乾期にはさらに減少すると予想される。

Table 4.5 Pumping Test wells

No.	Location	Elevation (m)	Well Depth (m)	Casing (m)	Screen (G.L-m)	S.W. L. (G.L-m)	Aquifer	Pump	Generator	Date Completed
	CHAMPASAK									
C-4	B. NONPHAI	115	49.0	150	11-31	9.00	Jura Sandstone	GRUNDFOS 1.5HP	3KW	07/Jan/95
C-8	B. HOUAY	120	180.0	150	66-72, 90-96, 108-132, 156-180	17.75	Jura-Creta Sandstone	GRUNDFOS 2.2HP	3KW	11/Jan/95
C-16	B. LOUY	150	48.0	150	6-10, 14-22, 38-46	6.52	Jura Sandst. Conglo.	GRUNDFOS 2.2HP	3KW	06/Jan/95
C-44	B. THONGSALA	220	25.0	150	11-23	8.80	N-Q Basalt.	GRUNDFOS 1.5HP	3KW	26/Dec/94
C-49	B. LAK-21	442	45.0	150	23-35	13.45	N-Q Basalt.	GRUNDFOS 2.2HP	3KW	30/Dec/94
C-65	B. LAK-24	100	49.0	150	11-15, 19-23, 39-47	7.12	Jura Sandstone	GRUNDFOS 2.2HP	3KW	19/Jan/95
C-75	B. NONGHIE	95	50.0	150	16-20, 28-36, 40-48	3.06	Q Jura. Sandy shale.	GRUNDFOS 2.2HP	3KW	17/Jan/95
C-79	B. SAMPHAYABOUA	96	43.0	150	9-13, 17-29, 37-41	7.50	Jura. Sandy shale.	GRUNDFOS 1.5HP	3.5KW	19/Jan/95
C-88	B. MAISIVILAI	86	50.0	150	20.0-48.0	10.00	Paleozoic Slate.	GRUNDFOS 1.5HP	3.5KW	22/Jan/95
C-89	B. MASEPHAN	88	50.0	150	16-20, 28-48	5.78	Triassic Acidic Tuff	GRUNDFOS 2.2HP	3KW	25/Jan/95
	SARAVAN									
S-4	B. HOUAYPHO	160	42.0	150	12-28, 36-40	8.67	Jura-Creta Sandstone	GRUNDFOS 2.2HP	3KW	13/Jan/95
S-12	B. NONGSANO	160	50.0	150	12-20, 24-28, 32-48	6.50	Jura Sandstone	GRUNDFOS 1.5HP	3KW	14/Jan/95
S-24	B. DONHUANG	130	50.0	150	28-44	10.18	Jura Sandstone	GRUNDFOS 2.2HP	3KW	04/Jan/95
S-38	B. NONGKONG	140	49.0	150	23-35, 39-43	7.55	Jura Sandstone	GRUNDFOS 1.5HP	3KW	04/Jan/95
S-50	B. SAKTA	145	49.5	150	22.5-43.5	7.05	Q Jura Sandstone	GRUNDFOS 1.5HP	3KW	02/Jan/95
S-56	B. CHONG	170	49.0	150	15-23, 31-43	4.29	N-Q Bn. Jura Sandst.	GRUNDFOS 2.2HP	3KW	02/Jan/95
S-64	B. PHOMPHEI	190	50.0	150	20-24, 32-44	9.85	Jura Sandstone	GRUNDFOS 1.5HP	3KW	31/Dec/94
S-75	B. MAKASAO	194	50.0	150	12-16, 28-48	5.70	Jura Sandstone	GRUNDFOS 1.5HP	3KW	30/Dec/94
S-84	B. BENG	308	60.0	150	18-48	17.26	N-Q Basalt.	GRUNDFOS 2.2HP	3KW	31/Dec/94
S-100	B. HOUN-PAI	520	52.0	150	9-21, 34-46	19.40	N-Q Basalt.	GRUNDFOS 1.5HP	3KW	27/Dec/94

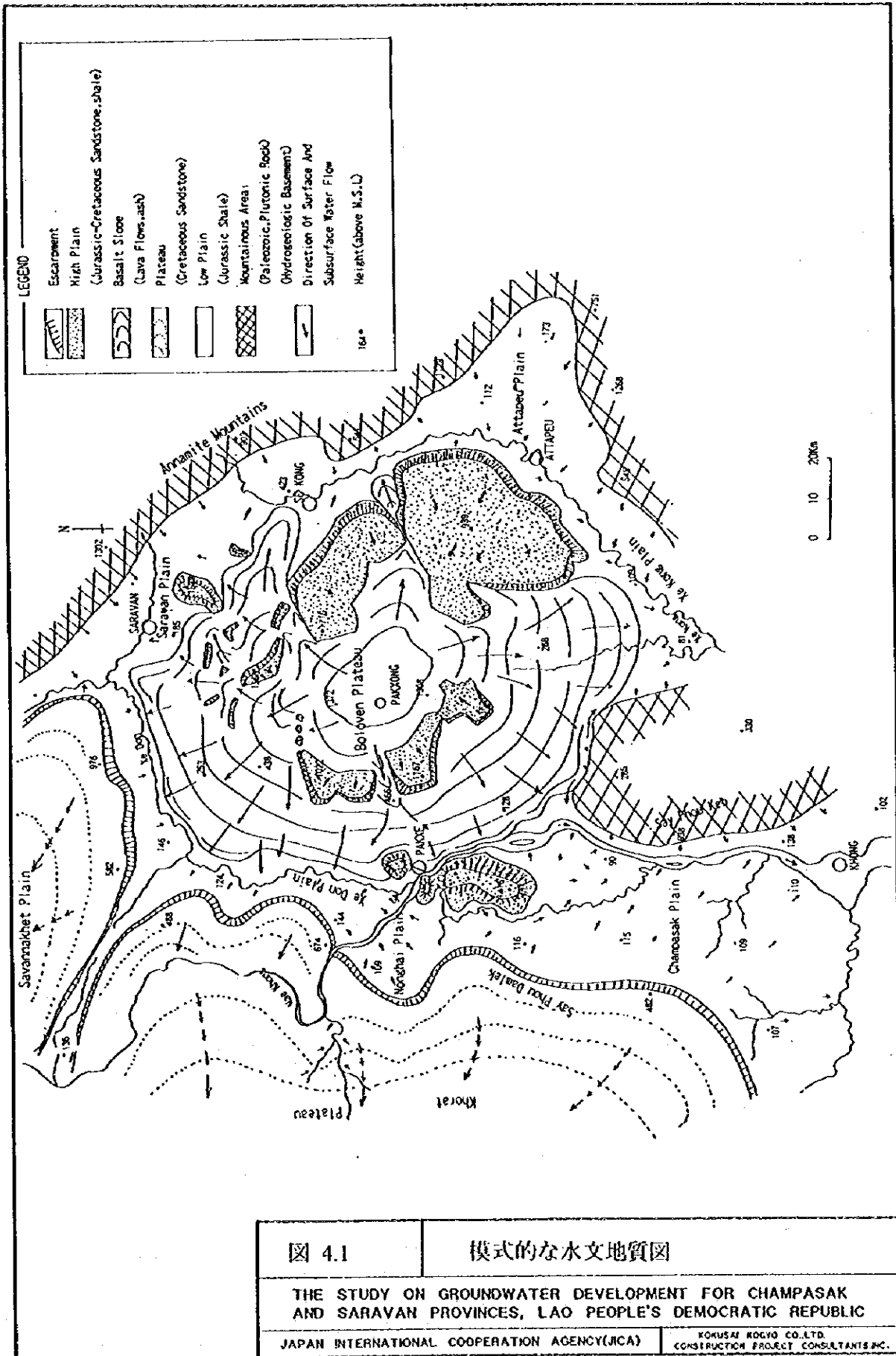


图 4.1

模式的な水文地質図

THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT FOR CHAMPASAK AND SARAVAN PROVINCES, LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

KOKUSAI KOGYO CO., LTD. CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS, INC.

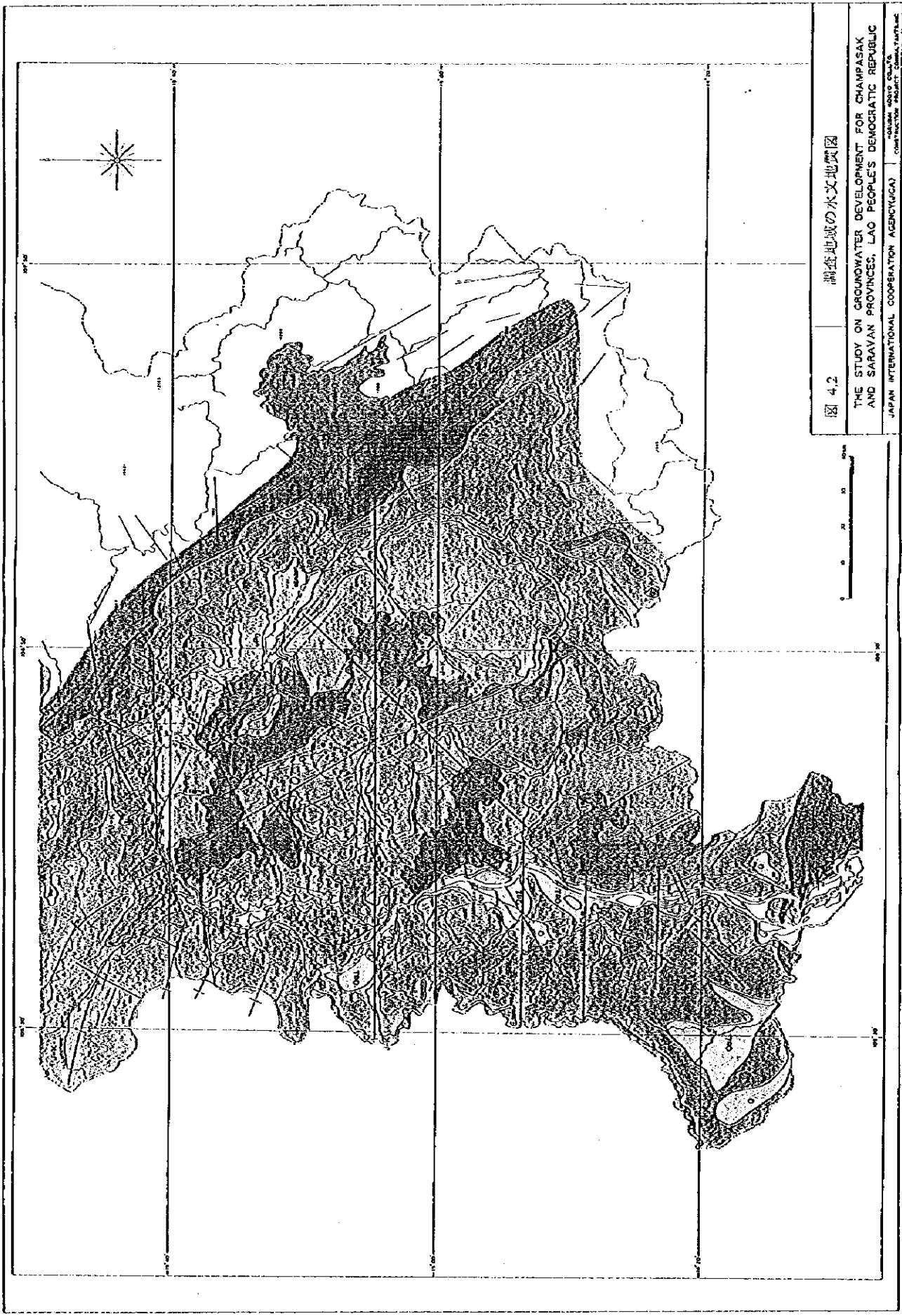
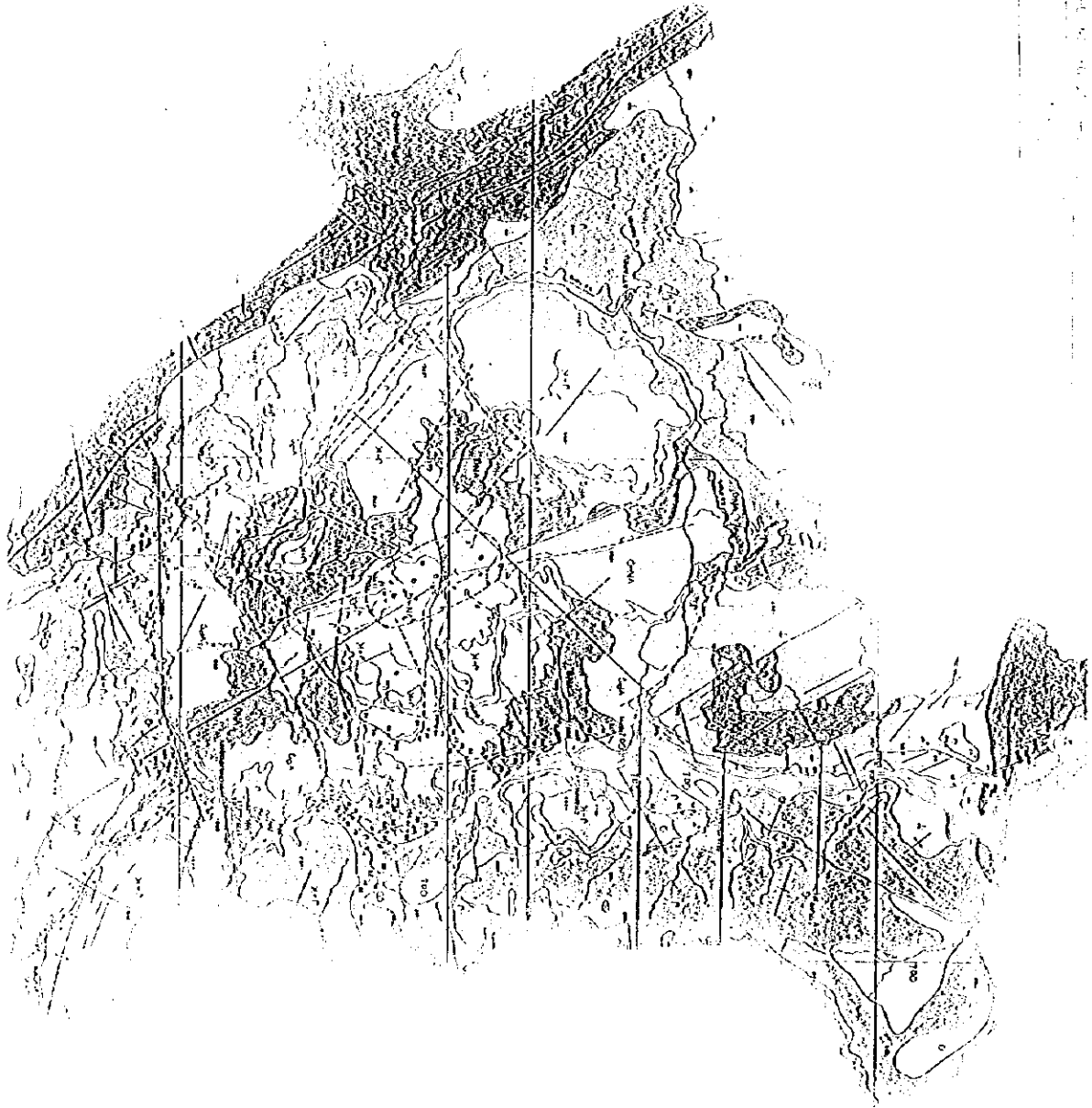


図 4.2 湖盆地域の水文地図

THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT FOR CHAMPASAK AND SARAVAN PROVINCES, LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)  
LAOSIAN AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES DEPARTMENT





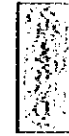










Geological map of the area around the town of ...  
Scale: 1:50,000  
Date: 1950

水文地質図の凡例

図 4.3

Geologic Time		Symbol	Formation	Lithofacies	Classification Of Aquifer	Geological Structure	
CENOZOIC	QUATERNARY	 Qcl  Qt		Alluvium. Unconsolidated sand, silt and clay. Fan, talus and terrace deposits. Unconsolidated sand, silt.	Intergranular Aquifer	Strike and dip Fault	
	FERTIARY	 VN-Q  vNg  vPg	Boloven Basalt (Basalt Flows)	Basaltic lava flows, Ash and mudflow deposits with boulder. Basaltic lava flows and thick mud flow deposits.	Intergranular and Fissured Aquifer Fissured Aquifer	Fault (approximate) Photolineament Axis of downwarping	
MESOZOIC	Cretaceous	 J-K	Champa Formation	Mostly continental sandstone, fine to medium. Evaporite.	Intergranular Aquifer Fissured Aquifer	Axis of upwarping	
	Jurassic	 J	(Jurassic Shales)	Mostly red continental shale Interbedded sandstone and shale.			
PALEOZOIC	Triassic.	 T	Manggiang Formation	Acidic volcanics ; Rhyolite, tuff, Quartz porphyry etc.	Fissured Aquifer	Volcanic cone	
	Permian	 C-P		Marine flysh sediments. Interbedded slate and sandstone.			
	Carboniferous						
	Devonian	 Pz		Basement complex ; metasediments.			
	Silurian						
Ordovician							
Cambrian							
PALEOZOIC	Permian Carboniferous	 G		Mostly granodiorite and monzogranite.			



Symbol	Geomorphology and Geology	Aquifer Types
Qf	Flood Plain, Accumulation Terrace Unconsolidated sand, silt and clay.	Intergranular Aquifer
Qt	Alluvial Fan, Talus slope. Unconsolidated sand, silt.	Intergranular Aquifer
Ba1	Basalt Slope. Mudflow Deposits with Boulder, Ash, Basaltic Lava Flows.	Intergranular Aquifer Locally Fissured Aquifer
Ba2	Basalt Slope. Basaltic Lava Flows, Mudflow Deposits.	Intergranular Aquifer Locally Fissured Aquifer
Ba3	Basalt Slope. Basaltic Lava Flows	Fissured Aquifer
Ep	Erosional Plain. Redshale, Fine to Medium Sandstone	Fissured Aquifer Locally Intergranular Aquifer
Eh	Erosional Hill Red Shale, Fine to Medium Sandstone	
Et	Erosional Terrace. Dacitic Tuff, Rhyolite, Slate, Sandstone.	Fissured Aquifer
P	Plateau, High Plain. Sandstone, Shale	Fissured Aquifer
M	Mountains. Metasediments, Plutonic rocks; Hydrogeologic Basement	Fissured Aquifer Locally Intergranular Aquifer in valleys

図 4.4

地形と地質による水文地質区分

THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT FOR CHAMPASAK  
AND SARAVAN PROVINCES, LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

KOKUSAI KOGYO CO., LTD.  
CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS INC.



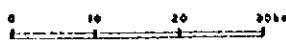
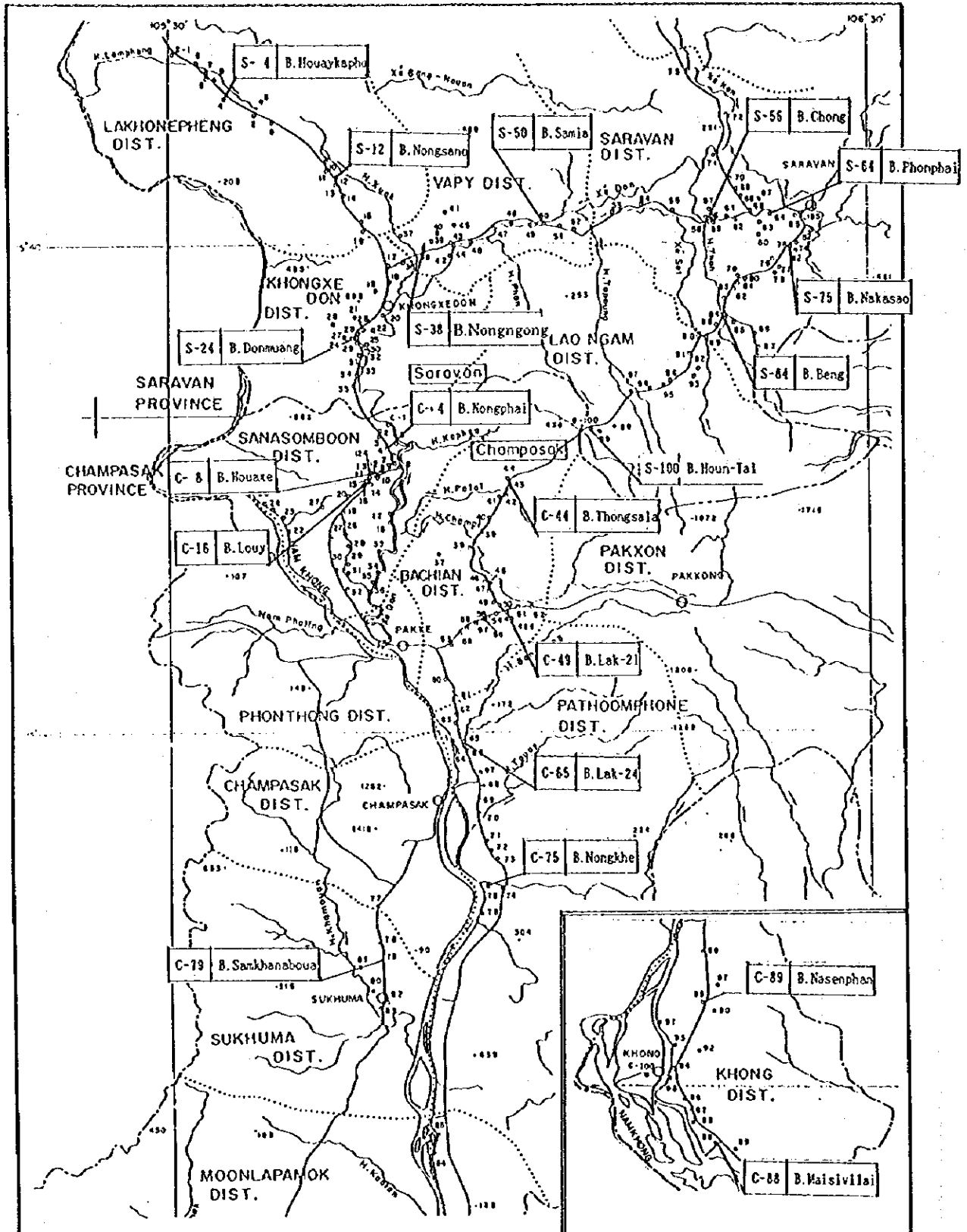


図 4.5 試験井の位置

THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT FOR CHAMPASAK AND SARAVAN PROVINCES, LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY(JICA) KOKUSAI KOGYO CO.LTD. CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS,INC.

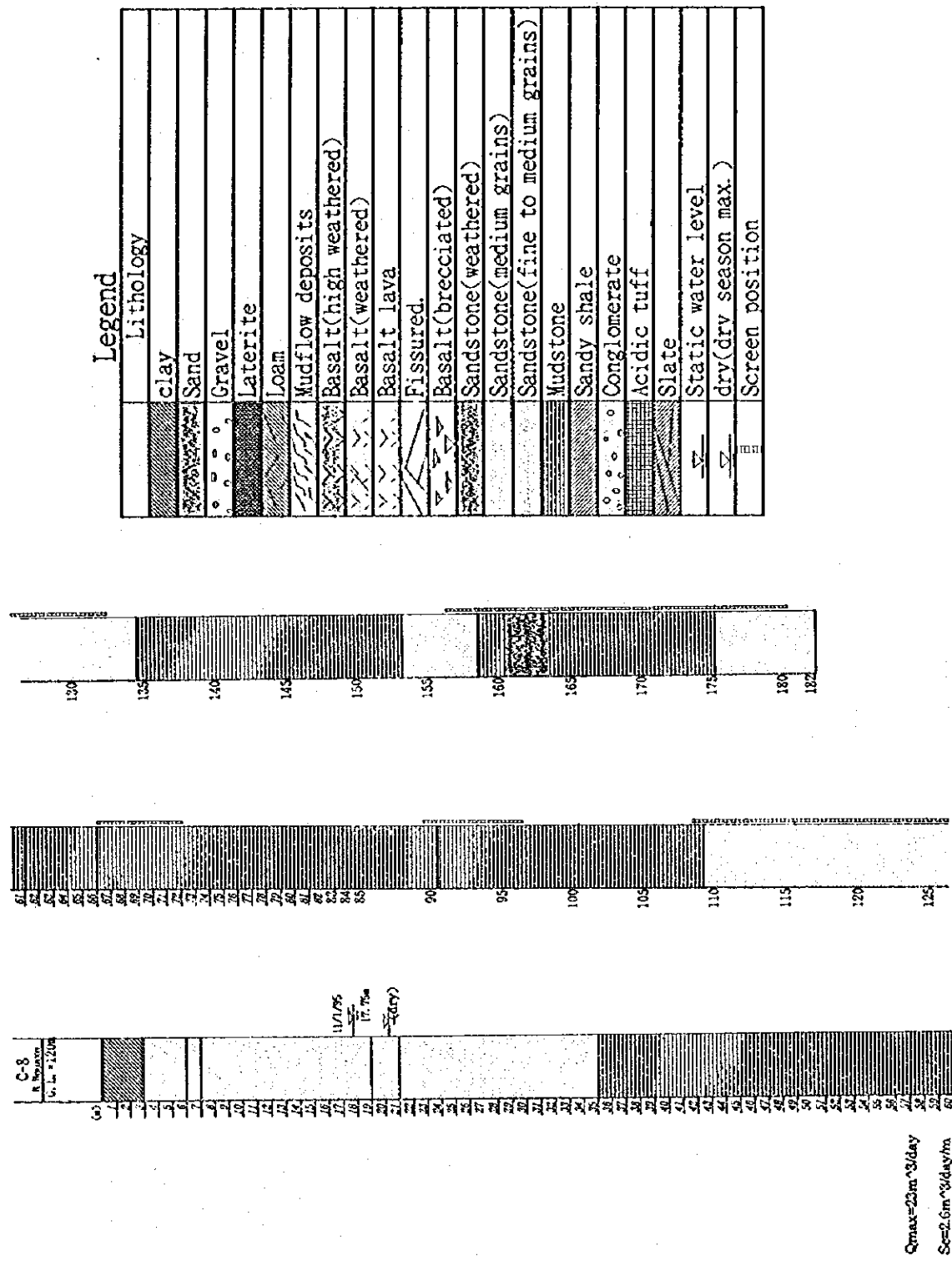


図 4.6 (I) 試験井の地質柱状図と比湧出量

THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT FOR CHAMPASAK AND SARAVAN PROVINCES, LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) KOKUSAI KOGYO CO., LTD. CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS, INC.

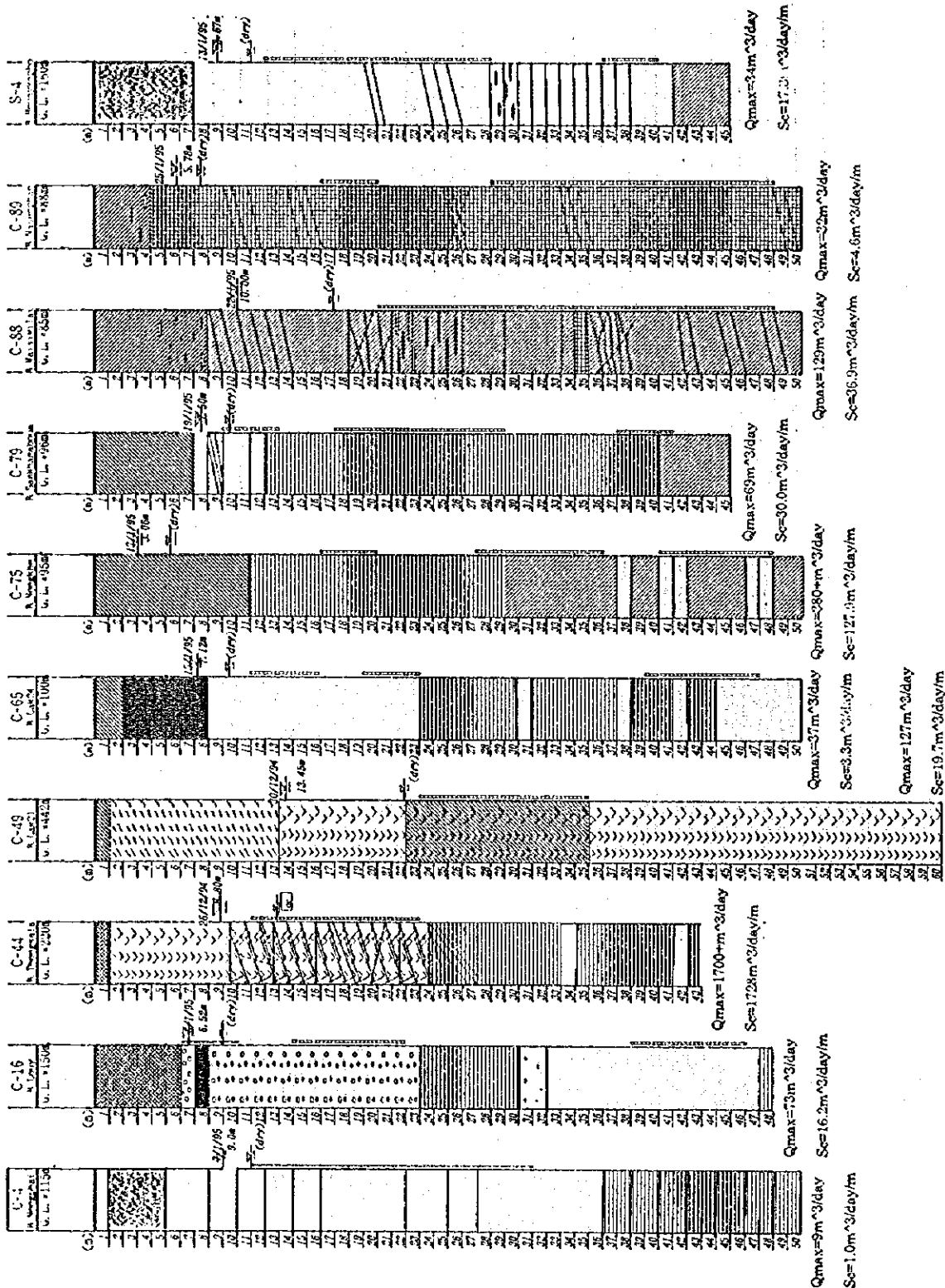


図 4.6 (2)

試験井の地質柱状図と比湧出量

THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT FOR CHAMPASAK AND SARAVAN PROVINCES, LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

KOKUSAI KOGYO CO. LTD. CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS INC.

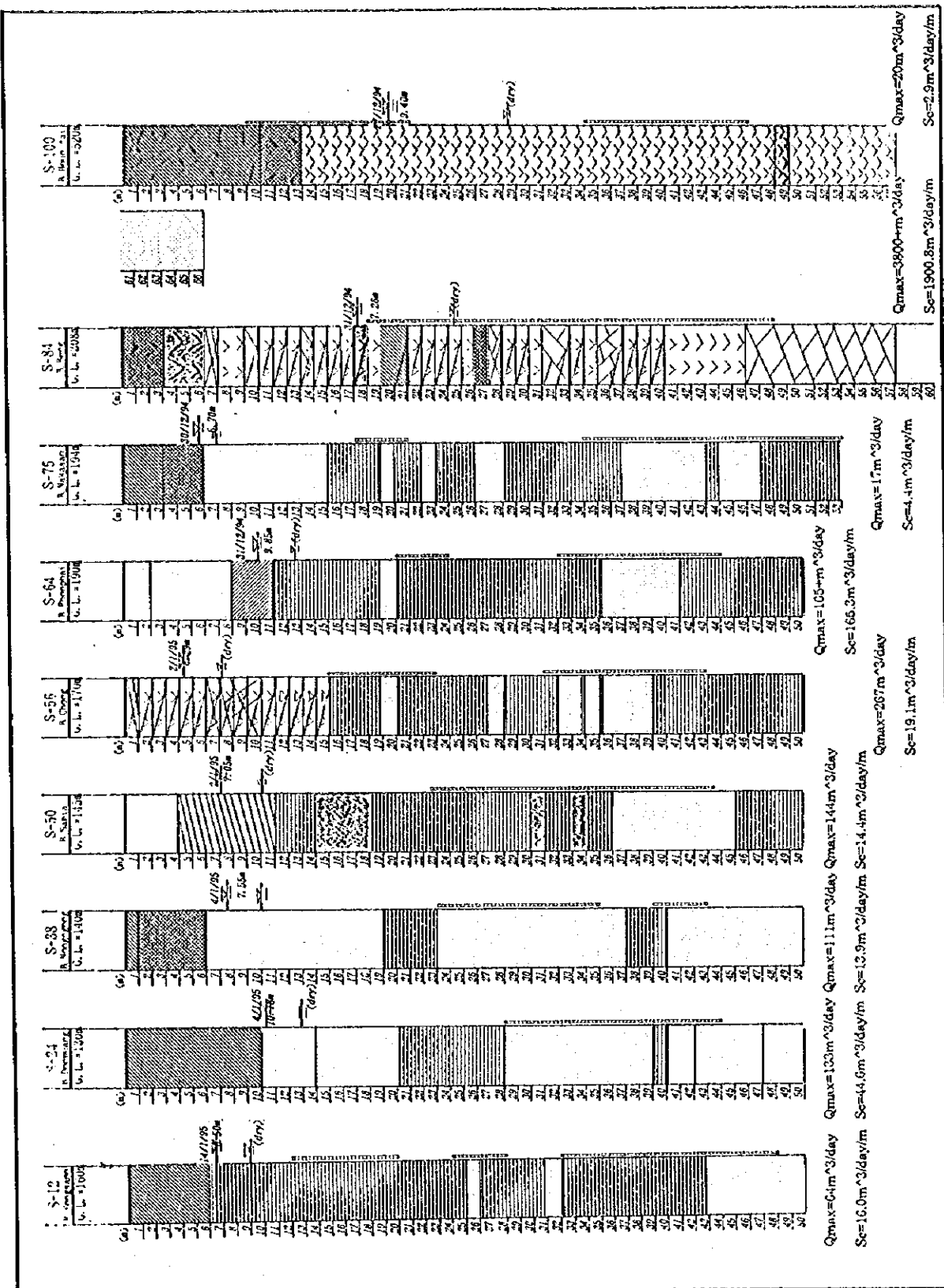


図 4.6 (3)

試験井の地質柱状図と比湧出力

THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT FOR CHAMPASAK AND SARAVAN PROVINCES, LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

KOKUSAI KOGYO CO. LTD. CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS INC.



## 第5章 河川及び地下水水文

### 5.1 降雨量

調査地域は熱帯モンスーンの影響を受け、毎年5月に始まる南西モンスーンは9月まで続きこの地域に激しく頻繁な降雨をもたらす。年間降雨量の約80%はこの期間(雨期)に集中する。

また、降雨量分布を見ると、ボロベン台地のパクソン付近のKM42で最大の3,500mmを記録し、これを中心として同心円状に等雨量線が広がっている。調査地域の大半は1,600-2,200mmの範囲にあり、北部、南部、西部に向かって減少する(図5.1)。

### 5.2 河川流出量

調査地域内を流れるメコン川と兩岸のセドン川を含む支流には4箇所の河川流量観測所と16箇所の水位観測所がある。メコン川パクセ地点、セドン川サラワン地点及びサバンナキリ地点の流量を表5.1に示す。

表5.1 既存流量観測所の流量特性

河川及び観測地点	年	95日	185日	275日	355日	最大	最小	平均
メコン川パクセ	1989	14,100	5,030	1,780	1,410	28,700	1,380	8,430
同上	1990	17,500	5,660	2,410	2,040	34,100	1,930	10,300
セドン川サラワン地点	1989	32.80	7.60	1.50	0.70	1,290	0.60	40.60
同上	1990	33.50	5.50	1.30	0.80	1,280	0.70	38.20
セドン川サワナキリ地点	1989	134.00	42.00	14.60	4.60	3,150	4.09	159.00
同上	1990	138.00	33.30	15.90	6.80	2,890	4.09	144.00

単位:m<sup>3</sup>/sec

調査地域の水収支を検討するため、既存観測所の他に5地点で流量観測を実施した(図5.2)。観測結果は表5.2に示す。

表5.2 流量観測結果

観測所	流量(m <sup>3</sup> /sec)	備考
ファイチャンピ:ナケオ	9.20	GH=0.18m
ファイチャンピ:KM35	3.00	GH=0.47m
ファイナン ホアセ	0.02	四角ノッチ
ファイパリン チック	0.58	GH=0.14m
ファイカモアン スクマ	8.60	GH=0.44m

### 5.3 地下水位分布と変動

#### (1) 地下水位観測

調査地域の地下水の流動と変動の実態を明らかにするため、既存浅井戸、管井の一斉水位観測を1994年の雨期(5-6月)、乾期(11-12月)及び1995年の乾期(1-2月)の3回実施して地下水面図を作成した。また、7箇所の既存井を選定し自記地下水位計を設置して地下水位の長期連続観測(1994年4月-1995年7月)を実施した(図5.3)。

表5.3 地下水位観測所の位置

村落	郡	地質	水文地質	最低水位m
トンノイ	サラワン	vPg	Ba3	5.18
ナボン	コンセドン	J	Eh	10.21
ノンシム	バチアン	vN-Q	Ba1	20.18
KM 21	バチアン	vN-Q	Ba1	23.41
ノンハイ	ポントン	J	Ep	7.20
ノンパンボン	スクマ	Q	Qf	11.84
ムアンコーン	コーン	T	Et	6.55

#### (2) 地下水の流動

地下水面図によればサラワンでは地下水は玄武岩斜面に沿って北に向かう流動とセドン川に沿い西に向かう地下水流動が認められる。また、チャンパサックのバチアンでは玄武岩斜面に沿った西向き地下水流動、サナソンプンではメコン川に向かう地下水流動が認められる。またメコン川右岸のフォントンでは地下水は南に向かって流れている。これらの流動パターンは雨期でも乾期でもほとんど同じである(図5.4)。

#### (3) 地下水位変動 (図5.5)

自記地下水位計設置の際に行ったスラグテストによると、トンノイ、ノンシム及びラク21の既存井は被圧地下水の性状を示している。残りの4井は不圧地下水と思われる。

ラク21は玄武岩斜面(Ba1)の上であり、地下水位は7月下旬から上昇を始め10月末にピークに達する。11月から翌年6月まで地下水位は緩やかに低下している。乾季と雨季の水位差は約11mである。地下水位は降雨の始まりより2ヶ月遅れで上昇を始める。これは地下水かん養域の水位上昇が伝播したものと考えられる。

ノンシムも玄武岩斜面(Ba1)上にあり地下水位変動のパターンはラク21と同じで、乾季と雨季の水位差は約8mである。

ノンハイはジュラ紀頁岩の侵食平野(Ep)上にある。地下水位変動は不圧地下水の特徴をもち、降雨とよく対応した変動を示す。乾期と雨期の水位差は約2mである。ス

クマのノンファンボンは沖積層 (Qf) の上にあり地下水の変動パターンはノンハイと同じである。しかし、水位差はやや大きく約 4 m である。

コーンは三畳紀凝灰岩 (T) の上にある井戸で、地下水位の変動は降雨とともに急激に上昇する。ピーク時に欠測がありさだかではないが、乾季と雨季の水位差は 4 m 程度と推定される。これとよく似た変動パターンはナボンでも見られる。ナボンはジュラ紀頁岩の侵食平野 (Eh) 上にある。水位差は約 4 m である。

サラワンのトンノイは玄武岩斜面 (Ba3) 上にあるが水位変動パターンはノンハイやノンファンボンに似ている。乾季と雨季の水位差は約 3.5 m である。

#### 5.4 水収支

調査地域をセドン川、ファイチャンピ川 (ラク 35)、ファイチャンピ (ナケオ)、ファイパリン川 (チク) 及びファイカモアン川 (スクマ) の 5 流域に分割し、各流域毎のタンクモデルを作成した (図 5.6)。

1994-1995 年の降雨量と河川流量資料によりタンクモデルの検証計算を行い、各流域の水収支を算定した (表 5.4)。計算結果によると、かん養量はボラベン台地の玄武岩斜面では降雨量の 30% を越しており、1994-1995 年では約 499 mm/年 と推定される。一方ジュラ紀頁岩層の分布する丘陵・平野部のかん養量は降雨量の約 10% が見込まれ、1994-1995 年では約 209 mm/年 と推定される。

表 5.4 水収支算定

単位：ミリ/年間

Drainage basin	Main Hydro-geology	Precipitation	Evaporation	Discharge	Recharge (%)	Year
Xe Don	Ba1, Ba2, Ba3, Ep, Eh	2,095	1,095	1,047	499(23.8)	1987, 1989, 1990
Champi	Ba1					
Ban Lak 35	Ba1	3,411	774	2,438	1,219 (35.7)	1989-1994
Ban Nake	Ep, Eh	3,295	988	1,996	1,296 (39.9)	1994/95
Phaling	Ep, Eh	2,642	1,232	1,420	209 (7)	1994/95
Khamouan		2,598	1,232	1,358	320 (12.3)	1994/95



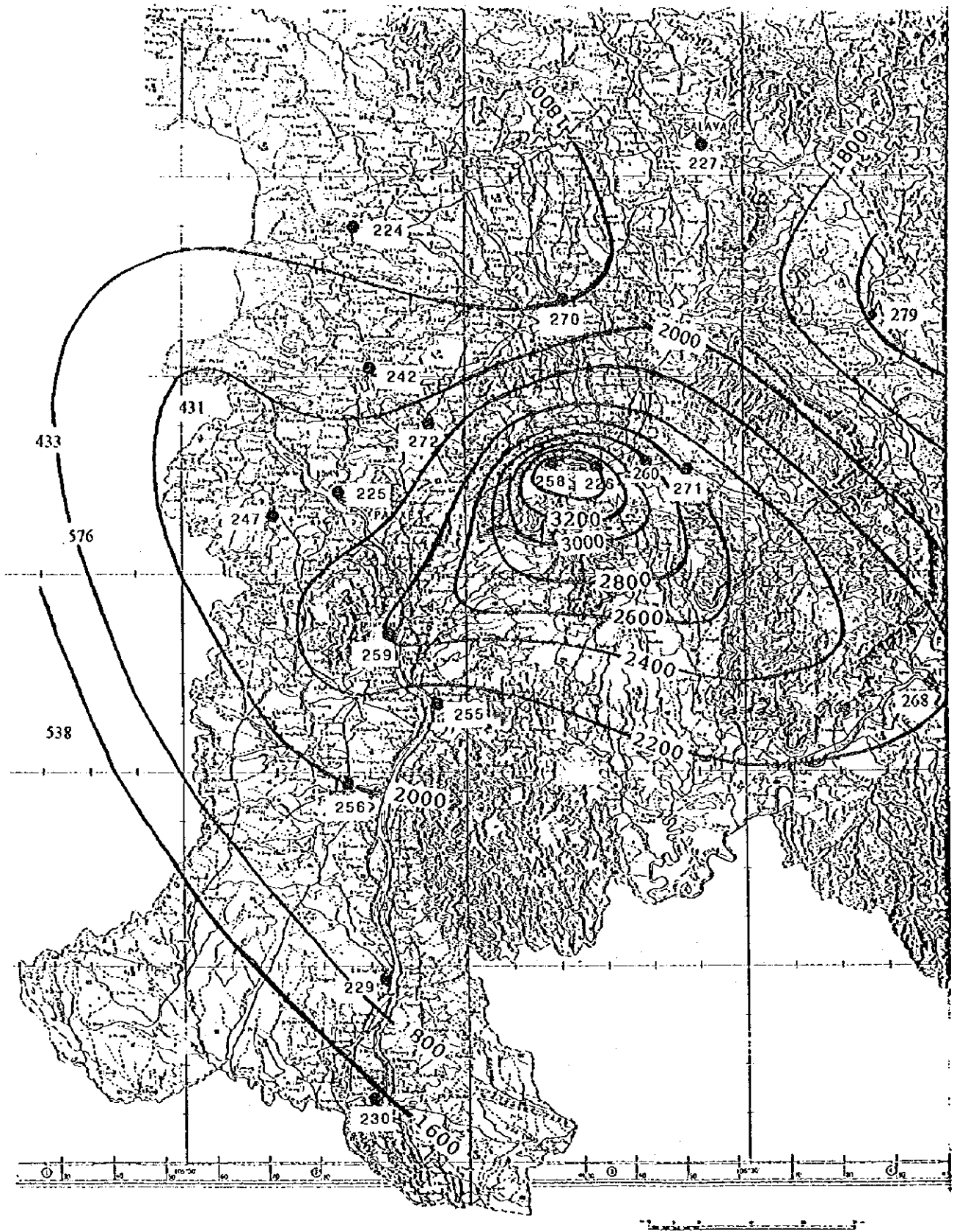


図 5.1 調査地域の年間降雨量分布

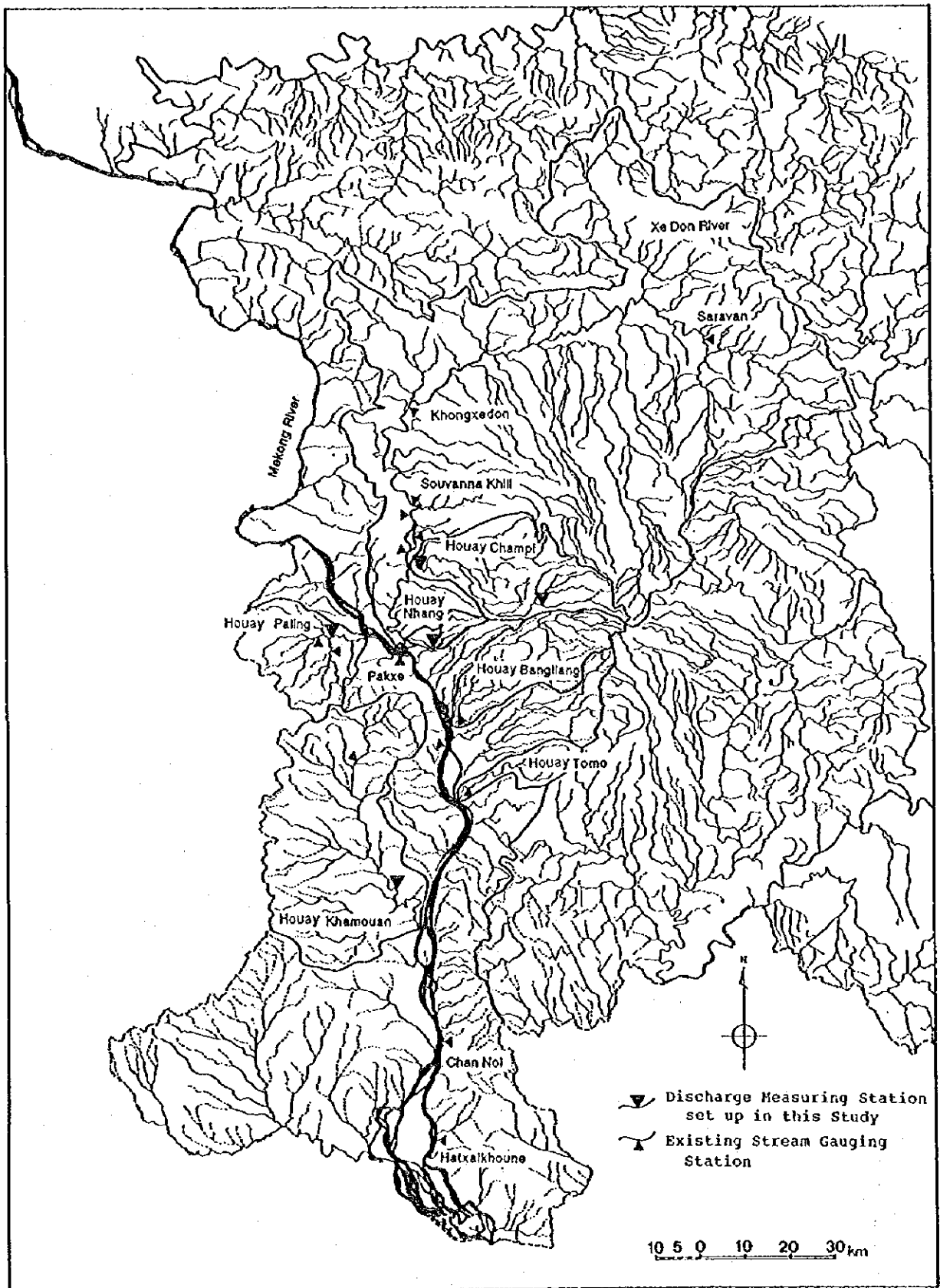


図 5.2 既存の流量—水位観測所と本調査で設置した流量観測所の位置

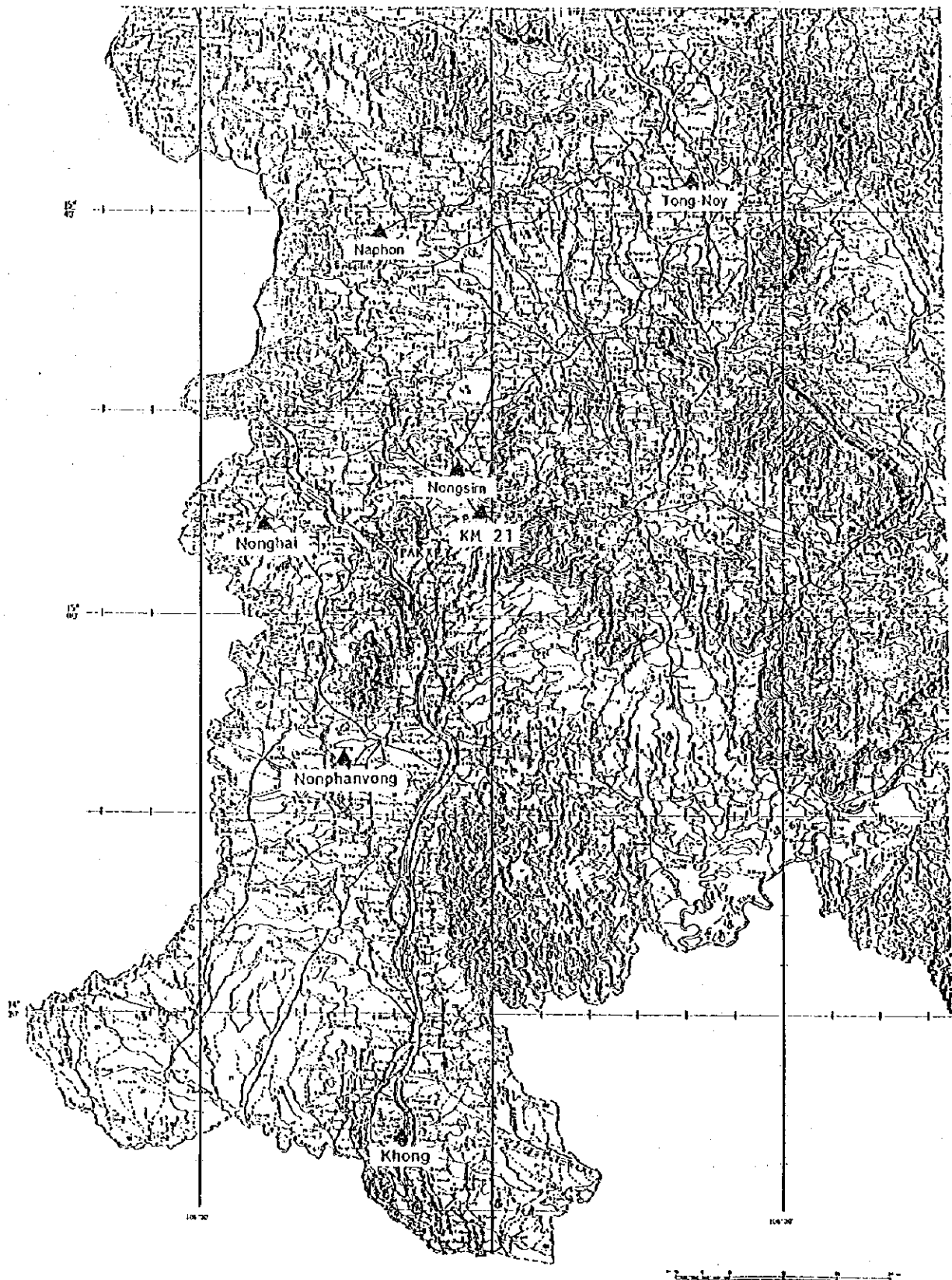


図 5.3 自記水位計の設置地点

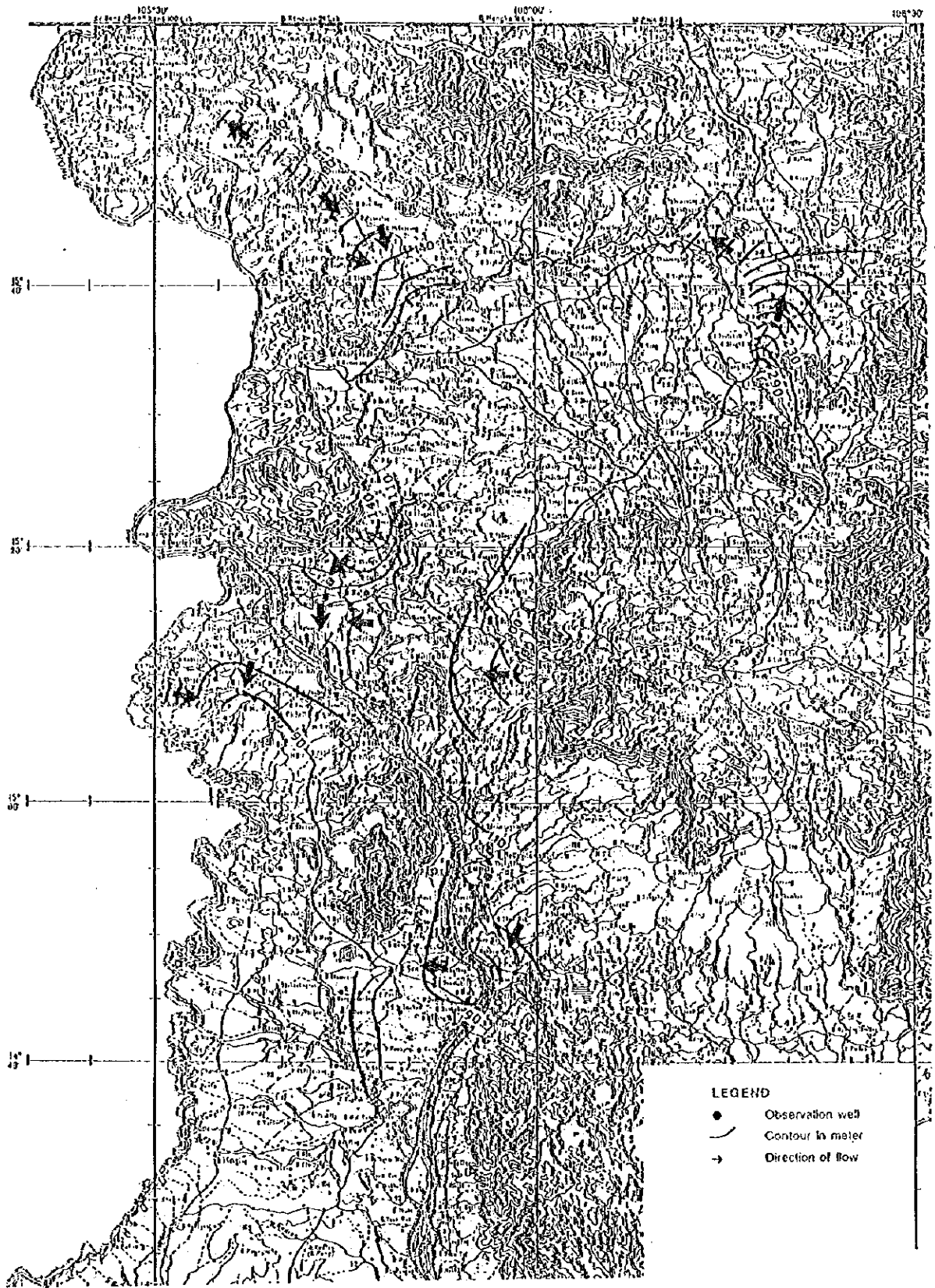


Figure 5.4.3 Groundwater Contour Map, Jan. to Feb. in 1995

図 5.4 乾期の地下水位コンター Jan. to Feb. In 1995

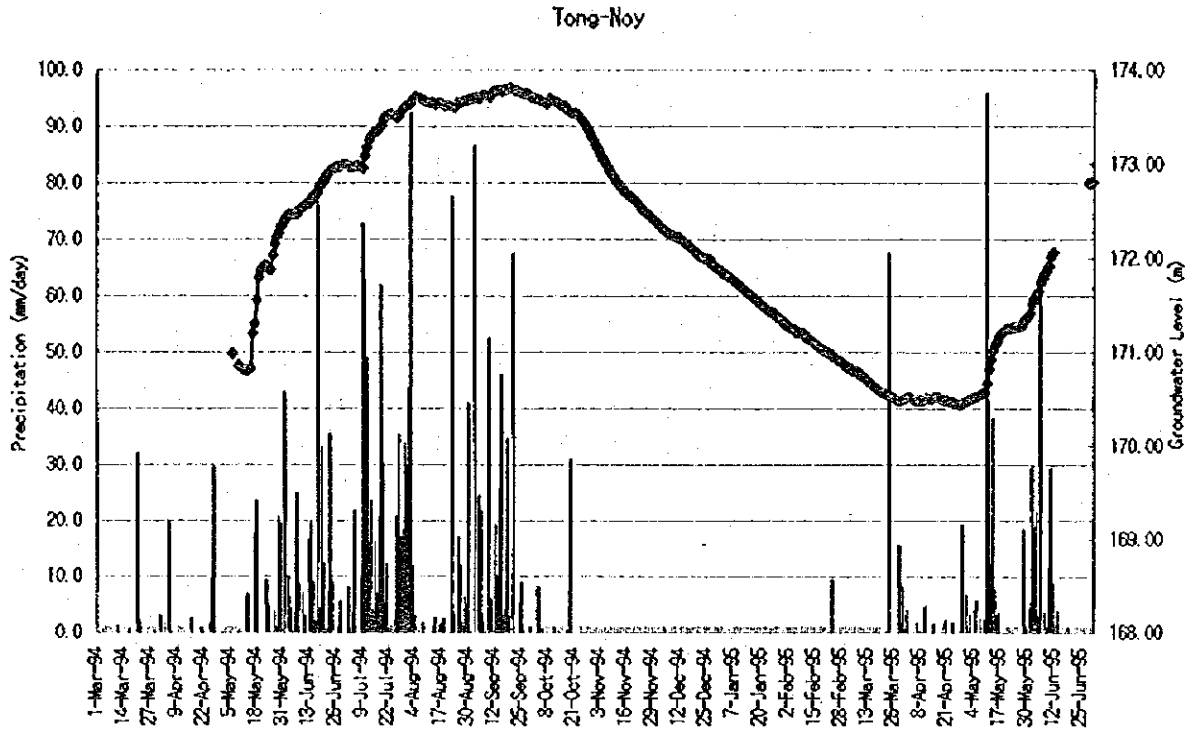


図 5.5 (1) 自記水位計の観測記録 (Tong-Noy)

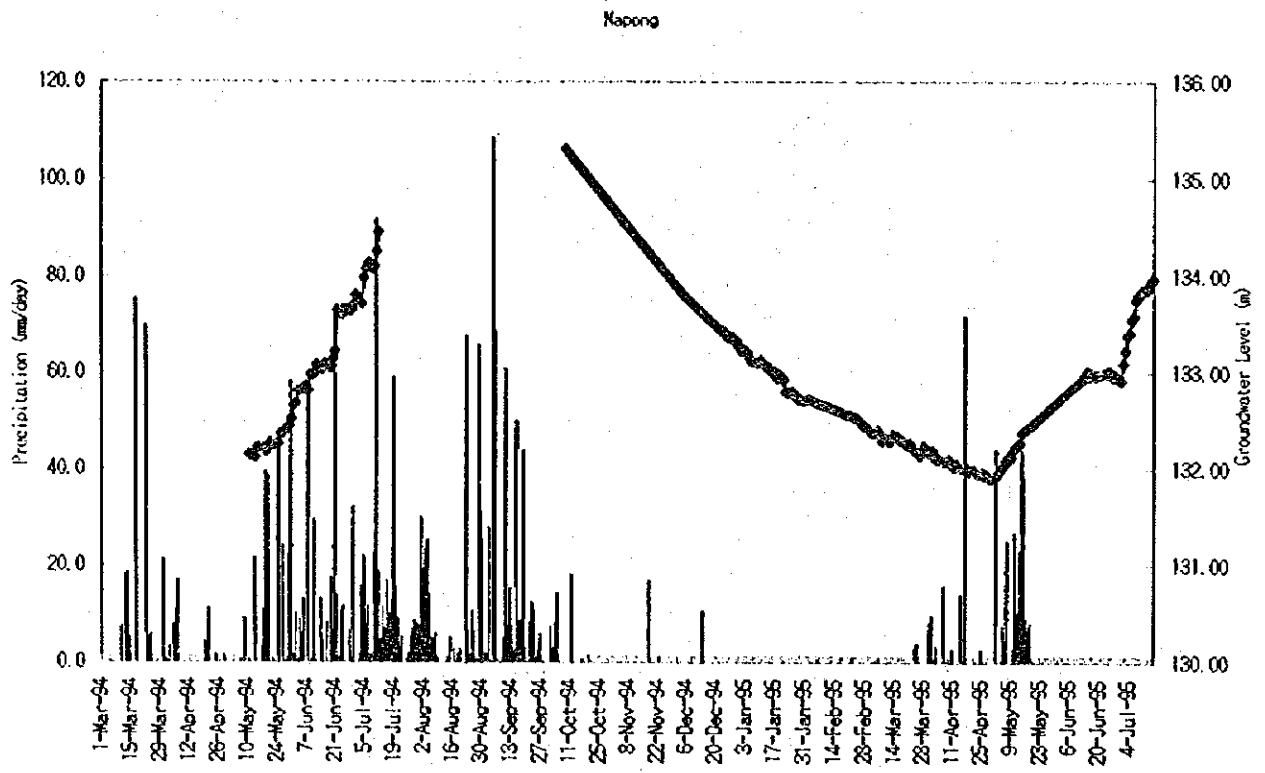


図 5.5 (2) 自記水位計の観測記録 (Napong)

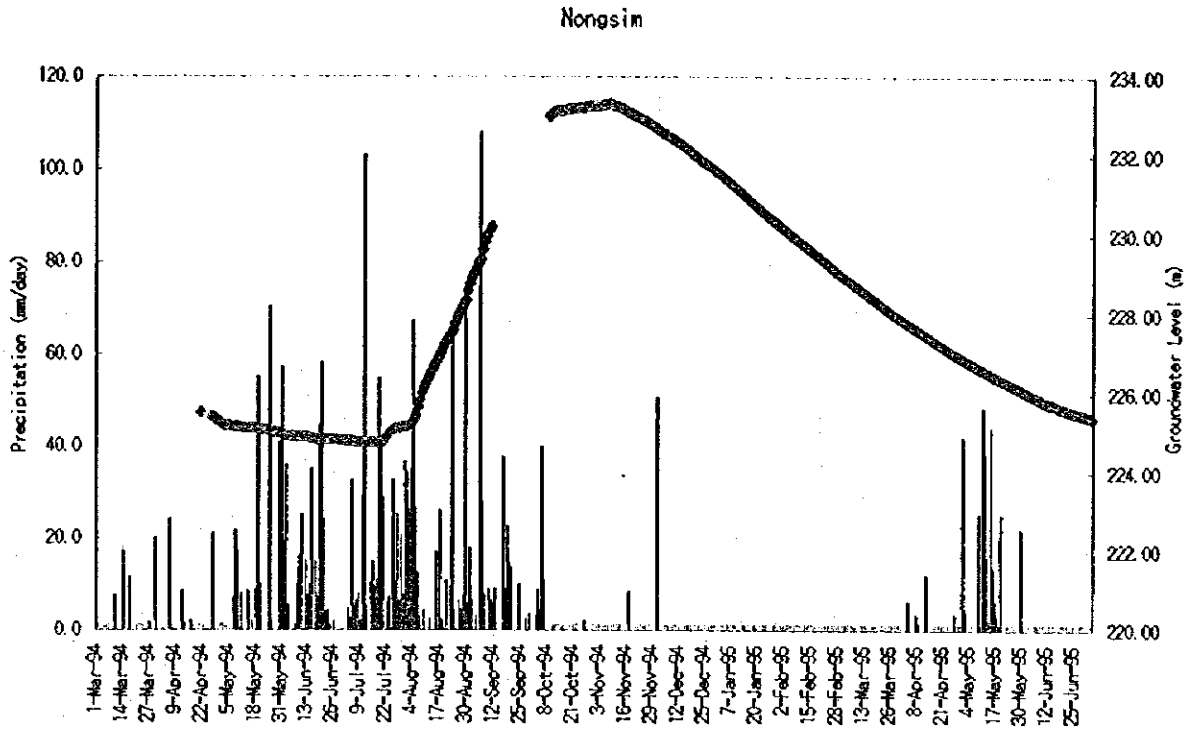


図 5.5 (3) 自記水位計の観測記録 (Nongsim)

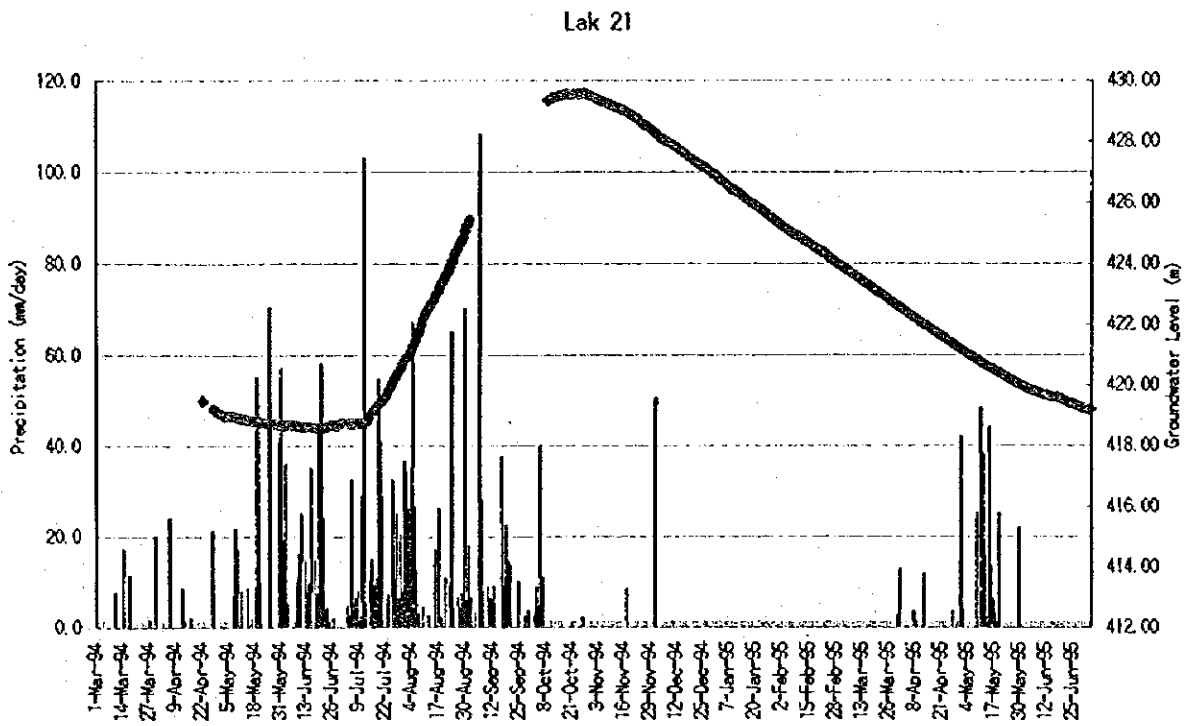


図 5.5 (4) 自記水位計の観測記録 (Lak 21)

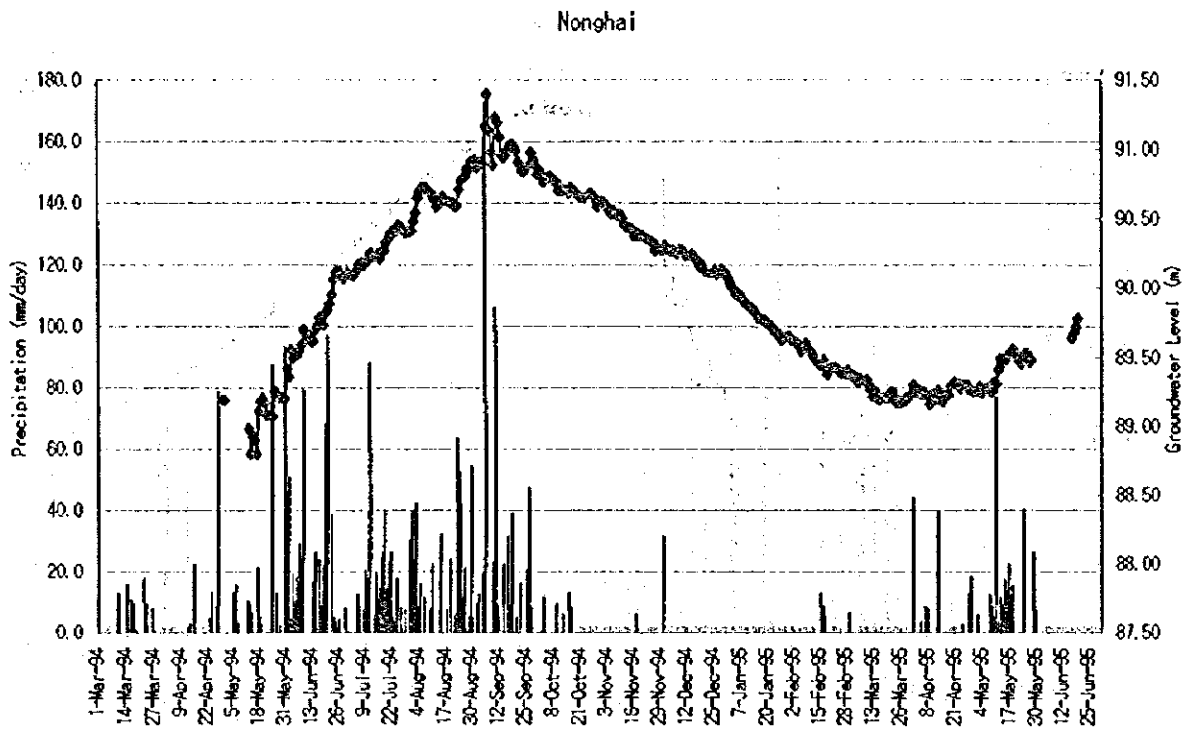


図 5.5 (5) 自記水位計の観測記録 (Nonghai)

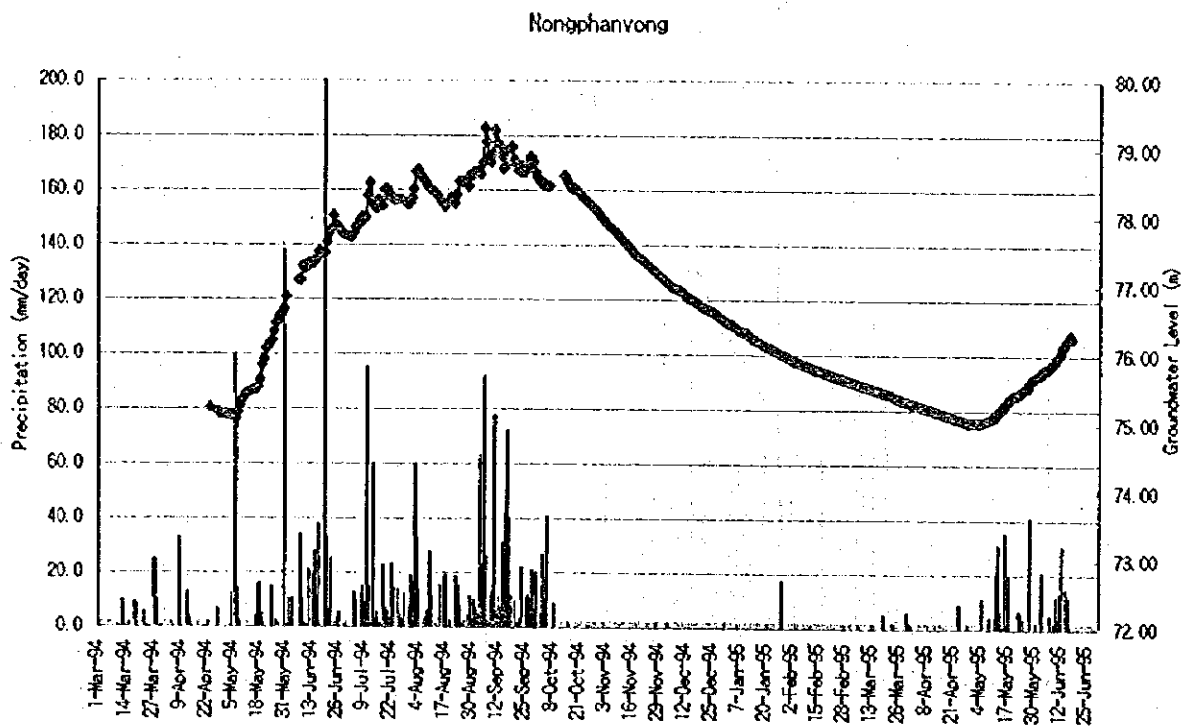


図 5.5 (6) 自記水位計の観測記録 (Nongphanvong)

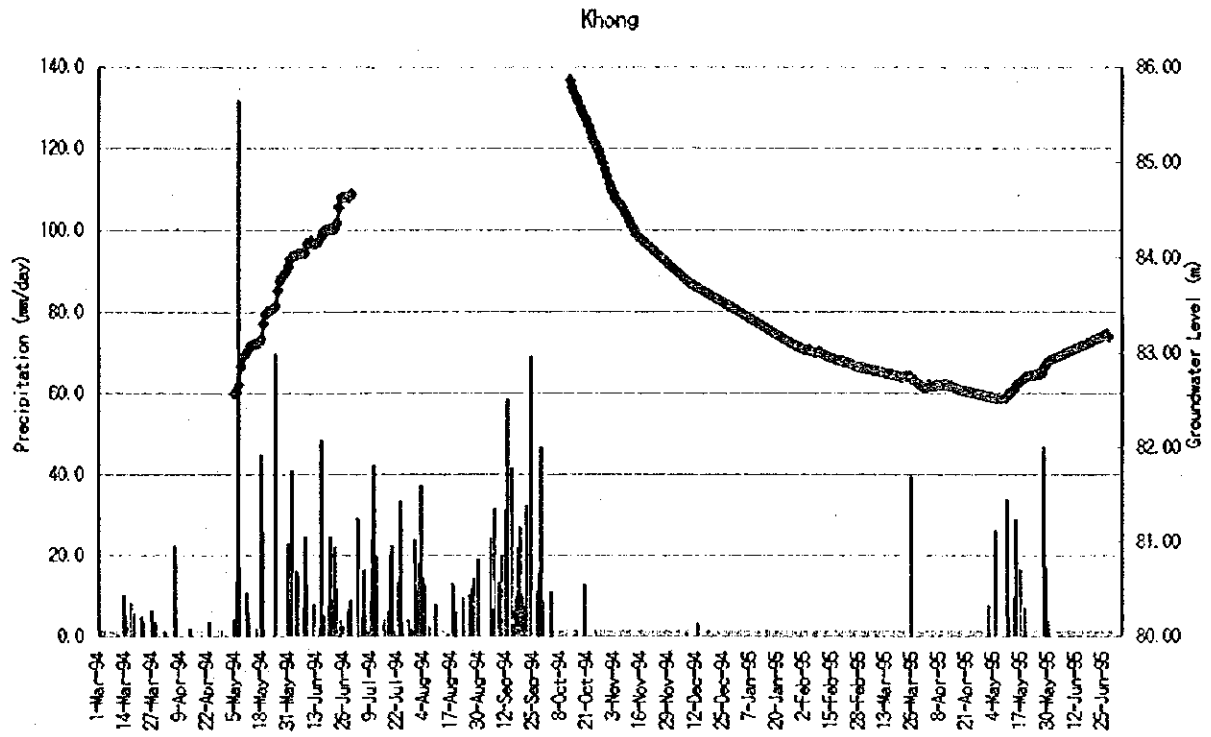


図 5.5 (7) 自記水位計の観測記録 (Khong)



Xe Don  
(Souvanna Killi, 5760 km<sup>2</sup>)

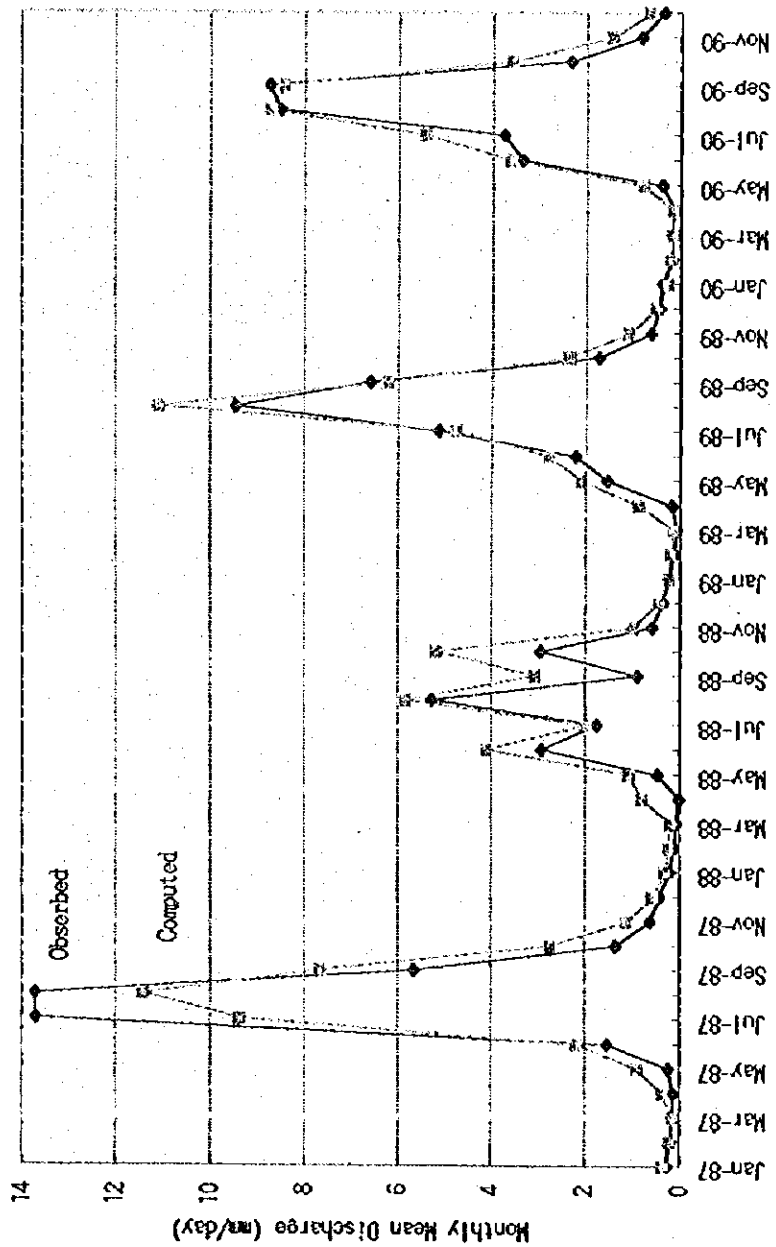


図 5.6 セドン川サバンナキリ地点の実測流量と計算流量の対比

## 第6章 地下水の水質

### 6.1 採水及び分析

調査地域の既存水源（地下水、河川、池）の水質分析を行い、WHO の飲料水水質基準からの検討を行った。また、地下水の起源や流動について考察するため、トリリニアダイアグラムとステップダイアグラムを作成した。

採水及び分析は3回行った。水源別サンプル数は次のとおりである。

表 6.1 水質分析サンプルの採水時期及び水源別内訳

採水時期		浅井戸	管井	湧水	川	池	合計
1994. 4-5	雨期	15 (10)	14 (11)	3 (2)	17 (8)	1 (1)	50 (32)
1994. 11-12	乾期	21	7	1	1	-	30
1995. 1-2	乾期	19 (16)	9 (9)	1 (1)	1 (1)	-	30 (27)
	同上 (試験井)	-	20 (20)	-	-	-	20 (20)

( ) : 一般細菌及び大腸菌検査を行ったサンプル数

### 6.2 分析結果

#### 6.2.1 雨期の分析結果

既存水源の水質は、鉄、マンガン、硝酸イオン濃度がWHO基準を越えているものが多い。鉄は50サンプルの内32サンプルで、マンガンは、浅井戸・管井の10サンプルでそれぞれの基準0.3 mg/l及び0.1 mg/lを越えている。また、硝酸は、12サンプルで基準の10 mg/lを越えている。大腸菌は全ての水源で検出される。

#### 6.2.2 乾期の分析結果

既存水源の水質は乾期の分析結果と同様に鉄、マンガン、硝酸イオンがWHO基準を越えるものが多い。鉄では既存井の約40%、またマンガンでは17%が基準を越えている。硝酸では、既存井の10%が基準を越えている。大腸菌もほとんど全ての水源で検出される。鉄、マンガンは地層の性質に由来するものであるが、硝酸イオンは人または家畜による汚染によるものと思われる(表 6.2)。

#### 6.2.3 試験井の水質

試験井20井のうち2井で鉄がWHO基準値を越えている。また、マンガンは半数の10井で基準値を越えている。硝酸は検出されない。また、大腸菌もほとんど検出さ

れない。鉄、マンガンは、現状では基準値を大きく上回るわけではないが、場合により簡易フィルターなどを設置することも必要であろう(表 6.3)。

### 6.3 水質組成

雨期のサンプルのうち浅井戸及び河川水の陰イオン相は重炭酸型を示すが陽イオン相ではばらついている。また管井の地下水の陽イオン相はカルシウム型、陰イオン相は重炭酸型である。浅井戸のステップダイヤグラムは溶存成分が少ないため棒状を呈している。しかし、管井の地下水は溶存成分が多く、ステップダイヤグラムはブロック状を呈している。乾期のサンプルの水質組成も基本的には雨期のそれとほとんど同じである(図 6.1)。

新しい 20 カ所の試験井の水質は重炭酸・カルシウム型を示し、溶存成分に富むためステップダイヤグラムはブロック状を呈する。しかし、既存井に比べてカルシウムイオンの量は少ない(図 6.2)。

浅井戸や河川水の水質は互いによく似ており溶存成分が少ないが、地下へ浸透し流動する過程で地層成分と反応して、既存井や試験井の地下水のような水質に変化すると考えられる。

表 6.2 (1) 乾期の水質分析結果 (既存水源), Nov. -Dec. 1994 年

No.	Village	Sampled	pH	Temp C	uS/cm	E.C.	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cl	SO4	HCO3	NO3	NO2	F	PO4	NH4	I	Total Hard	5-CO2	TDS	Ion Balance	Date Sampled
1	Nongdu	Dug well	6.3	26.5	98	11.0	0.4	8.5	0.4	0.28	0.00	0.01	0.04	0.00	2.0	4.0	37	0.0	0.09	0.1	0.0	0.02	0.00	29	12.0	66	1.303	94/11/28	
2	Gongkang	Dug well	4.7	27.7	37	1.9	0.0	4.6	1.6	0.30	0.00	0.03	0.12	0.00	3.2	3.0	3	10.0	0.17	0.1	0.8	0.10	0.00	5	9.9	25	0.937	94/11/28	
3	Thangbengmas	Dug well	7.2	27.2	129	16.0	2.0	4.4	0.0	0.28	0.01	0.03	0.02	0.00	1.6	3.0	76	0.3	0.02	0.1	0.2	0.05	0.00	53	14.0	88	0.932	94/11/28	
4	Bachung	Dug well	6.9	29.2	72	8.8	2.0	2.3	0.4	0.21	0.01	0.04	0.11	0.00	0.0	2.0	35	0.0	0.02	0.1	0.0	0.02	0.00	30	32.0	50	1.175	94/11/29	
5	Bachung	H.Champi	6.9	27.5	45	4.5	1.4	2.3	0.4	0.51	0.00	0.03	0.01	0.00	0.0	4.0	27	0.0	0.00	0.0	0.1	0.00	0.00	17	14.0	31	0.892	94/11/29	
6	Quonmauk	Dug well	5.8	26.7	38	3.8	0.6	2.3	2.0	0.24	0.06	0.02	0.24	0.00	1.2	4.0	16	0.1	0.03	0.1	0.0	0.00	0.00	12	9.1	24	0.585	94/11/29	
7	Nongai	Dug well	5.5	29.9	64	3.4	1.6	8.0	1.2	0.19	0.01	0.03	0.07	0.00	8.8	3.0	18	3.8	0.00	0.0	0.2	0.00	0.00	15	13.0	38	1.032	94/11/29	
8	Nadonchong	Borehole	7.5	27.8	533	63.0	6.8	41.0	0.4	0.84	0.00	0.03	0.04	0.00	17.0	7.0	328	0.4	0.00	0.1	0.1	0.00	0.01	185	36.0	325	0.920	94/11/30	
9	Naxu-Noy	Dug well	6.8	25.6	195	8.0	11.0	11.0	0.8	0.10	0.00	0.02	0.03	0.00	6.0	5.0	98	3.0	0.01	0.1	0.4	0.05	0.00	66	26.0	115	0.908	94/11/30	
10	Lak-25	Spring	5.8	26.5	41	2.1	2.6	2.3	0.8	0.05	0.00	0.03	0.03	0.00	0.0	2.0	20	1.2	0.05	0.1	0.0	0.00	0.00	16	15.0	28	1.137	94/12/01	
11	Hovase	Dug well	5.7	27.2	37	2.1	1.9	2.3	0.4	0.07	0.01	0.03	0.03	0.00	1.2	5.0	19	0.0	0.02	0.0	0.2	0.02	0.00	13	16.0	26	1.069	94/12/01	
12	Phengna	Dug well	6.4	29.2	322	24.0	0.5	48.0	3.9	0.50	0.00	0.03	0.03	0.00	46.0	5.0	62	40.0	0.03	0.0	0.0	0.05	0.01	82	14.0	203	1.125	94/12/03	
13	Lakda	Dug well	5.4	26.5	198	7.2	2.4	18.0	0.8	0.36	0.19	0.04	0.01	0.01	31.0	5.0	12	4.0	0.00	0.1	0.1	0.02	0.01	28	15.4	81	1.114	94/12/03	
14	Thangbeng	Dug well	6.2	28.2	98	13.0	0.1	7.4	0.4	0.06	0.00	0.06	0.00	0.00	6.0	3.0	43	0.0	0.00	0.1	0.2	0.01	0.00	33	11.5	55	1.173	94/12/03	
15	Namouang	Dug well	7.4	27.7	770	99.0	10.0	70.0	0.0	0.53	0.37	0.05	0.13	0.13	22.0	12.0	475	4.0	0.01	0.5	0.0	0.00	0.03	267	27.0	478	0.962	94/12/03	
16	Nakadao	Borehole	7.2	27.7	629	93.0	3.0	28.0	0.0	0.14	0.00	0.05	0.00	0.00	6.0	4.0	428	0.3	0.05	0.2	0.0	0.05	0.01	285	32.0	403	0.950	94/12/03	
17	Phanphatham	Dug well	6.2	26.5	96	6.1	0.2	12.0	0.0	0.70	0.02	0.05	0.19	0.19	13.0	4.0	19	1.2	0.02	0.1	0.0	0.00	0.00	16	11.1	64	1.115	94/12/05	
18	Men	Dug well	5.3	28.2	42	1.4	0.6	5.9	0.0	0.70	0.02	0.05	0.01	0.01	5.2	3.0	5.8	1.2	0.03	0.1	0.5	0.01	0.00	5	8.2	29	1.166	94/12/05	
19	Sukhuma	Dug well	4.6	29.1	290	9.3	3.1	39.0	10.0	0.15	0.20	0.06	0.06	0.06	62.0	3.0	5.8	42.0	0.02	0.1	1.5	0.16	0.01	36	10.4	172	1.039	94/12/05	
20	Nonghai	Borehole	7.5	25.6	722	95.0	8.0	58.0	0.0	1.40	0.00	0.06	0.19	0.19	27.0	114.0	304	0.2	0.01	0.1	0.0	0.05	0.03	270	28.0	462	0.982	94/12/06	
21	Dongphang	Dug well	8.0	28.7	40	1.9	1.0	4.2	0.0	0.90	0.00	0.08	0.02	0.02	5.2	2.0	9.8	0.1	0.00	0.2	0.1	0.00	0.00	8.8	10.0	28	1.125	94/12/06	
22	Nachuan	Borehole	7.4	28.9	636	68.0	2.3	47.0	0.8	0.53	0.00	0.06	0.15	0.15	32.0	4.0	288	0.0	0.01	0.1	0.3	0.10	0.01	179	28.0	354	0.993	94/12/06	
23	Phoumphone	Dug well	6.0	29.0	300	9.9	3.7	53.0	0.4	0.04	0.00	0.07	0.01	0.01	52.0	42.0	46	0.1	0.00	0.1	0.0	0.05	0.00	40	15.3	191	1.007	94/12/09	
24	Nekam-Noy	Dug well	5.8	28.0	39	3.2	11.0	2.8	0.0	0.29	0.00	0.07	0.01	0.01	0.8	3.0	16	0.0	0.01	0.1	0.2	0.00	0.00	12	14.1	27	3.463	94/12/09	
25	Thangbeng	Dug well	6.3	30.2	176	15.0	4.5	16.0	0.4	0.45	0.00	0.08	0.04	0.00	12.0	4.0	363	30.0	0.02	0.0	3.0	0.14	0.01	56	29.0	109	0.269	94/12/09	
26	Nasaphan	Dug well	6.8	29.1	197	22.0	6.3	9.9	0.8	1.20	0.00	0.09	0.36	0.00	7.2	2.0	173	0.0	0.00	0.0	1.0	0.10	0.01	81	21.0	130	0.666	94/12/08	
27	Hetayithoun	Borehole	7.4	28.2	728	108.0	4.0	86.0	0.8	0.69	0.00	0.09	0.14	0.00	12.0	6.0	72	3.9	0.03	0.4	0.2	0.06	0.02	288	42.0	414	5.991	94/12/08	
28	Tapsay	Dug well	7.4	27.6	535	68.0	7.4	45.0	0.4	0.30	0.00	0.09	0.01	0.00	14.0	12.0	40	0.5	0.03	0.3	0.0	0.00	0.01	200	35.0	300	4.573	94/12/08	
29	Nangnam	Dug well	5.4	29.2	57	4.2	0.1	7.4	0.0	0.19	0.00	0.09	0.18	0.00	9.0	2.0	33	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	11	7.5	37	0.657	94/12/07	
30	Dongphang	Dug well	7.2	28.5	779	100.0	6.4	46.0	0.4	0.09	0.00	0.08	0.02	0.00	38.0	3.0	10	0.0	0.00	0.1	0.1	0.00	0.00	276	37.0	415	5.676	94/12/07	

\*: more than WHO's guideline value for drinking water.

表 6.2 (2) 乾期の水質分析結果 (既存水源) , Jan.-Feb.1995 年

No.	Village	Sampled	pH	Temp		C, µS/cm										Total Hard	SO <sub>2</sub>	TDS	Balance	Ion Date	Sampled							
				°C	°F	E.C.	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb							Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	F	PO <sub>4</sub>
31	Hinhou	Borehole	7.2	27.8	500	64.0	0.3	48.0	0.0	0.18	0.06	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.2	0.1	0.00	0.00	161	40	345	4.627	95/01/25
32	Boungpha	Borehole	7.0	27.5	271	16.0	3.2	40.0	0.4	1.50	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.0	0.05	0.01	0.00	53	29	192	1.419	95/01/25	
33	Thangbengviasi	Dug well	7.0	29.2	139	16.0	3.2	8.1	0.0	0.21	0.02	0.00	0.03	0.00	1.2	3.0	499	0.1	0.00	0.1	0.3	0.06	0.00	53	16	90	0.172	95/01/25
34	Bachiang	Borehole	6.2	27.6	76	5.9	2.5	6.4	0.4	0.09	0.01	0.00	0.02	0.00	0.8	2.0	34.1	0.2	0.00	0.1	0.0	0.02	0.01	25	27	51	0.140	95/01/27
35	Nake	K, Champ	7.0	28.3	55	2.7	3.9	1.6	0.4	0.12	0.01	0.00	0.01	0.00	0	4.0	6.6	0	0.00	0	0.6	0.06	0.00	23	14	37	2.409	95/01/27
36	Cudomsouk	Dug well	5.4	26.1	30	0.6	1.1	3.5	0.8	0.19	0.05	0.00	0.13	0.00	0	3	4.1	0	0.02	0.1	0.0	0.00	0.00	6	8.4	22	0.045	95/01/27
37	Nongsen	Dug well	5.4	26.5	58	1.1	1.8	8.1	0.8	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	4	4.0	6	3.2	0.07	0	0.2	0.01	0.00	10	11	37	1.668	95/01/23
38	Nadomsoung	Borehole	7.3	26.8	528	61.0	6.1	45.0	0.4	0.32	0.05	0.03	0.03	0.00	15	6.0	319	0.2	0.13	0.1	0.1	0.02	0.01	177	40	320	0.956	95/01/23
39	Naxai-Noy	Dug well	6.6	27.8	173	12.0	6.0	13.0	0.8	0.17	0.09	0.00	0.00	0.00	6	5.0	85	2.8	0.00	0.1	0.4	0.04	0.01	56	28	116	0.986	95/01/23
40	Lak25	Spring	5.7	26.8	47	1.5	1.9	4.3	0.8	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0	2.0	2.0	1.2	0.02	0.1	0.1	0.01	0.00	12	14	30	1.200	95/01/27
41	Houaxai	Dug well	5.4	26.7	44	0.8	1.6	6.5	0.4	0.07	0.01	0.00	0.06	0.01	0.8	5.0	14	0.1	0.01	0	0.3	0.00	0.00	9	14	25	1.307	95/01/31
42	Phengnai	Dug well	6.7	28.5	240	12.0	2.3	40.0	1.6	3.20	0.25	0.00	0.05	0.00	32	7.0	58	18	0.03	0.1	0.1	0.02	0.01	39	15	208	1.176	95/01/23
43	Lak6A	Dug well	4.7	28.2	101	1.9	1.3	20.0	0.4	1.20	0.09	0.00	0.01	0.00	17	4.0	10	4.8	0.00	0.1	0.2	0.00	0.01	10	12	64	1.403	95/01/23
44	Thangbeng	Dug well	5.7	28.1	68	5.8	0.4	7.6	0.4	0.70	0.09	0.00	0.00	0.00	6	3.0	23	0	0.00	0.2	0.3	0.02	0.00	17	8.9	46	1.136	95/01/23
45	Namroung	Borehole	7.1	29.3	72	89.0	12.0	62.0	0.8	0.00	0.33	0.00	0.23	0.01	12	3.0	449	0.1	0.02	0.1	0.1	0.08	0.00	256	48	403	1.012	95/01/25
46	Kaunkiao	Dug well	7.0	27.4	214	16.0	1.7	13.0	1.2	2.50	0.77	0.00	0.35	0.01	12	4.0	111	0.3	0.01	0	0.0	0.02	0.01	47	32	139	0.736	95/01/24
47	Bak	Dug well	6.1	28.5	147	5.6	4.4	20.0	0.8	1.40	0.22	0.00	0.02	0.00	6	2.0	27	0.1	0.01	0.1	0.0	0.00	0.00	32	28	94	2.428	95/01/24
48	Dontalait	Borehole	6.0	27.9	170	7.5	4.4	24.0	0.4	0.86	0.09	0.00	0.50	0.01	20	3.0	40	0	0.00	0.1	0.1	0.00	0.00	37	12	105	1.426	95/01/24
49	Souleoume	Dug well	4.4	27.5	313	5.3	4.3	52.0	9.6	0.05	0.17	0.00	0.04	0.01	48	3.0	2	35	0.01	0.1	1.8	0.12	0.01	31	9.4	203	1.556	95/01/24
50	Nonghai	Borehole	7.3	27.8	514	61.0	8.7	31.0	0.0	0.10	0.01	0.00	0.05	0.00	2	84.0	283	0.3	0.00	0.2	0.3	0.03	0.00	188	33	293	0.793	95/02/03
51	Nontoun	Borehole	7.2	28.2	585	76.0	9.0	33.0	0.0	0.31	0.15	0.02	0.02	0.00	6	3.0	333	0.1	0.02	0.1	0.1	0.00	0.01	228	29	345	1.041	95/01/28
52	Nachan	Borehole	7.3	29.1	522	53.0	6.7	42.0	0.8	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	28	4.0	291	0	0.00	0.1	0.2	0.08	0.00	168	34	313	0.951	95/02/03
53	Lak 20	Dug well	5.8	26.8	42	1.6	2.2	3.7	0.4	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.8	2.0	17	0	0.01	0.1	0.0	0.00	0.00	13	11	26	1.201	95/01/31
54	Tombo-Nok	Dug well	5.2	28.2	28	0.0	0.8	5.0	0.8	0.08	0.03	0.00	0.07	0.00	0	3.0	9	0	0.02	0	0.0	0.00	0.00	3	6.2	18	1.466	95/01/31
55	Thangbeng	Dug well	6.1	28.5	176	11.0	7.4	15.0	0.0	0.40	0.02	0.00	0.02	0.00	9.2	3.0	72	32	0.01	0	3.1	0.12	0.01	58	27	116	0.904	95/01/31
56	Khvak	Dug well	7.3	30.1	470	60.0	4.0	28.0	0.4	0.10	0.04	0.00	0.05	0.00	10	3.0	284	0.1	0.03	0.1	1.4	0.58	0.01	166	26	306	0.820	95/01/30
57	Don	Dug well	4.2	29.4	89	0.9	11.0	0.0	0.4	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	6.8	2.0	0	0.1	0.00	0.1	0.2	0.05	0.02	47	10	51	4.072	95/01/31
58	Tapoy	Dug well	7.3	25.6	459	48.0	15.0	22.0	0.4	0.40	0.20	0.00	0.04	0.00	4.4	10.0	304	0.4	0.03	0.3	0.0	0.01	0.01	181	26	279	0.868	95/01/30
59	Nangiam	Dug well	4.5	26.5	59	0.8	0.7	10.0	0.0	0.10	0.01	0.00	0.13	0.00	4	3.0	3	0.1	0.01	0.1	0.0	0.00	0.00	5	6.7	37	2.373	95/01/25
60	Pongtong	Dug well	7.2	27.7	796	79.0	17.0	52.0	2.0	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	48	3.0	389	0.1	0.01	0.1	0.2	0.00	0.00	267	32	426	0.995	95/01/25

\*: more than WHO's Guideline value for drinking water

表 6.3 試験井の水質分析結果, Feb. 1995 年

No.	Well No.	Sampled	pH	Temp	C. (µg/l)										Total Hard	TDS	Ion Balance	Date										
					Ca	Mg	NH <sub>4</sub>	K	Pb	Mn	Cu	Zn	Pb	Cl					SO <sub>4</sub>									
1	Nomachi	Borehole	6.6	23.2	795	94.0	22.0	53.0	1.2	0.06	+1.56	0.00	4.40	0.00	17.0	4.0	497	0.0	0.00	0.2	0.2	0.10	0.01	300	32.0	452	0.960	95/02/01
2	Loay	Borehole	5.6	27.5	98	4.3	3.0	3.0	0.4	0.00	0.07	0.00	4.90	0.01	0.0	3.0	20	0.3	0.01	0.1	0.0	0.00	0.00	23	8.7	56	0.974	95/02/01
3	Thomalia	Borehole	6.4	27.3	230	16.0	12.0	12.0	0.8	0.03	0.03	0.00	4.60	0.00	0.0	4.0	140	0.2	0.02	0.1	0.3	0.00	0.01	69	16.0	133	0.979	95/02/01
4	Lak 21	Borehole	5.0	27.5	55	1.6	4.1	2.5	0.0	0.02	0.03	0.06	+0.00	0.00	0.4	3.0	26	0.1	0.00	0.0	0.0	0.05	0.00	21	13.0	35	0.991	95/01/28
5	Doyang	Borehole	7.1	23.8	580	55.0	10.0	63.0	1.2	0.02	+0.32	0.00	0.81	0.02	0.5	7.0	391	1.6	0.01	0.2	0.6	0.30	0.02	179	44.0	336	0.962	95/02/01
6	Nongnong	Borehole	7.0	23.8	827	74.0	15.0	44.0	2.4	0.02	0.07	0.00	0.62	0.03	0.2	5.0	360	2.4	0.04	0.1	0.2	0.22	0.01	245	45.0	350	0.965	95/02/01
7	Saia	Borehole	7.0	23.1	787	76.0	10.0	94.0	1.5	0.01	0.07	0.00	0.24	0.00	31.0	3.0	436	0.3	0.00	0.3	0.0	0.02	0.01	236	32.0	422	0.962	95/02/01
8	Chon	Borehole	7.0	23.2	566	55.0	26.0	27.0	1.2	0.10	+0.25	0.00	3.20	0.00	3.2	2.0	373	0.1	0.01	0.1	0.0	0.00	0.00	256	36.0	324	1.016	95/02/01
9	Phoshoi	Borehole	7.0	25.8	593	76.0	13.0	39.0	0.8	0.04	0.01	0.00	0.47	0.01	6.6	2.0	365	0.0	0.00	0.1	0.4	0.02	0.00	240	40.0	343	0.968	95/02/01
10	Nakano	Borehole	6.8	23.1	651	71.0	13.0	51.0	0.8	0.07	+0.41	0.00	1.40	0.00	19.0	4.0	391	0.2	0.00	0.3	0.1	0.00	0.01	229	38.0	355	0.977	95/02/01
11	Huan-Tai	Borehole	5.9	23.2	115	5.6	7.6	6.4	0.4	0.07	0.09	0.00	+7.40	0.02	0.5	2.0	60	0.3	0.02	0.0	0.0	0.05	0.01	46	32.0	76	1.153	95/02/01
12	Houan	Borehole	7.1	23.6	1000	440.0	25.0	1660.0	14.0	+0.09	-0.31	0.02	1.20	0.00	+9460	18.0	36	0.4	0.01	0.2	0.1	0.05	0.04	+1290	16.0	203	1.062	95/02/17
13	Lak 24	Borehole	7.1	23.8	466	23.0	6.9	75.0	0.6	0.05	-0.4	0.00	1.00	0.00	0.6	4.0	335	0.0	0.02	0.1	0.0	0.10	0.01	66	32.0	286	0.964	95/02/16
14	Nouka	Borehole	7.3	27.2	447	46.0	11.0	29.0	0.8	0.00	+0.26	0.00	1.30	0.00	4.0	4.0	262	0.1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	166	41.0	268	1.034	95/02/20
15	Saiphannabou	Borehole	7.4	23.1	376	33.0	13.0	25.0	1.2	0.18	0.05	0.00	0.49	0.00	2.0	3.0	447	0.1	0.00	0.1	0.2	0.00	0.00	136	28.0	213	0.936	95/02/16
16	Nelivilai	Borehole	6.6	23.2	793	100.0	32.0	19.0	2.0	0.24	+0.60	0.00	2.50	0.00	0.6	5.0	547	0.0	0.00	0.1	0.3	0.00	0.01	364	42.0	420	0.947	95/02/20
17	Nuanchan	Borehole	7.3	23.2	430	43.0	13.0	23.0	0.6	+0.54	0.00	0.29	0.00	0.00	3.2	3.0	295	0.1	0.00	0.2	0.0	0.05	0.00	160	27.0	245	0.927	95/02/20
18	Houay Kapho	Borehole	6.7	23.5	790	137.0	9.3	9.2	0.4	0.11	+0.29	0.00	1.20	0.00	43.0	4.0	456	0.0	0.00	0.2	0.5	0.05	0.00	390	42.0	434	0.917	95/02/21
19	Nongnong	Borehole	6.6	27.5	433	61.0	9.9	15.0	0.9	0.06	+0.06	0.00	2.40	0.00	7.2	3.0	269	0.0	0.00	0.1	0.1	0.00	0.00	193	27.0	264	0.971	95/02/21
20	Boay	Borehole	6.4	23.2	145	19.9	10.9	4.1	0.0	0.06	0.00	1.20	0.00	0.4	3.0	96	0.1	0.00	0.1	0.0	0.00	0.00	7	14.0	100	0.966	95/02/20	

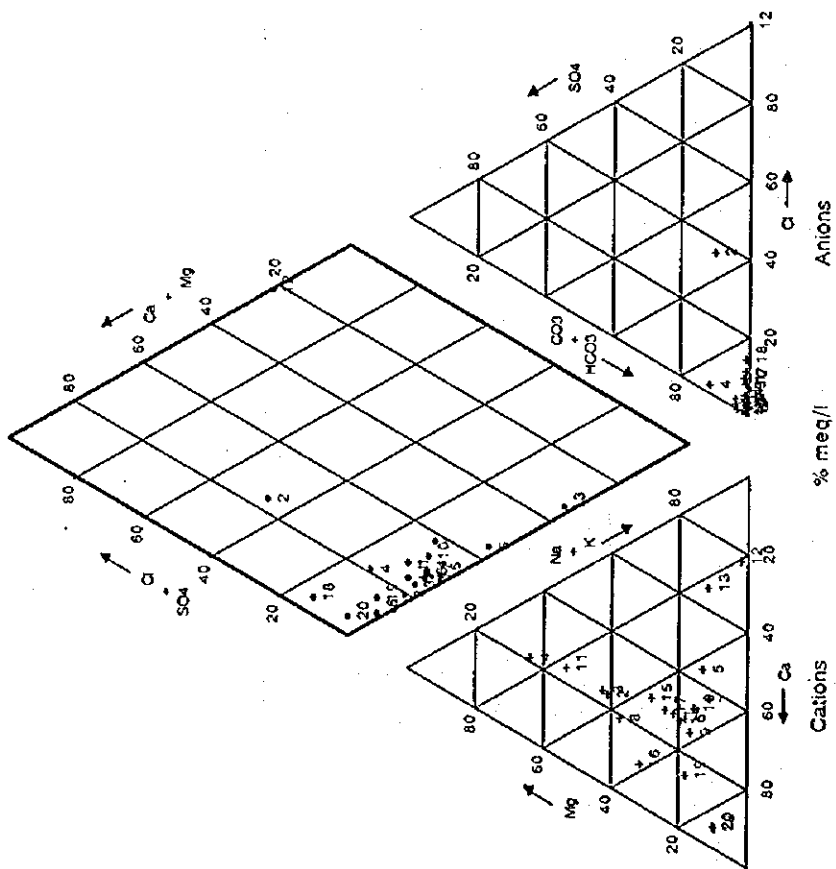


図 6.1 試験井のトリリニアードイヤグラム (1995年2月)

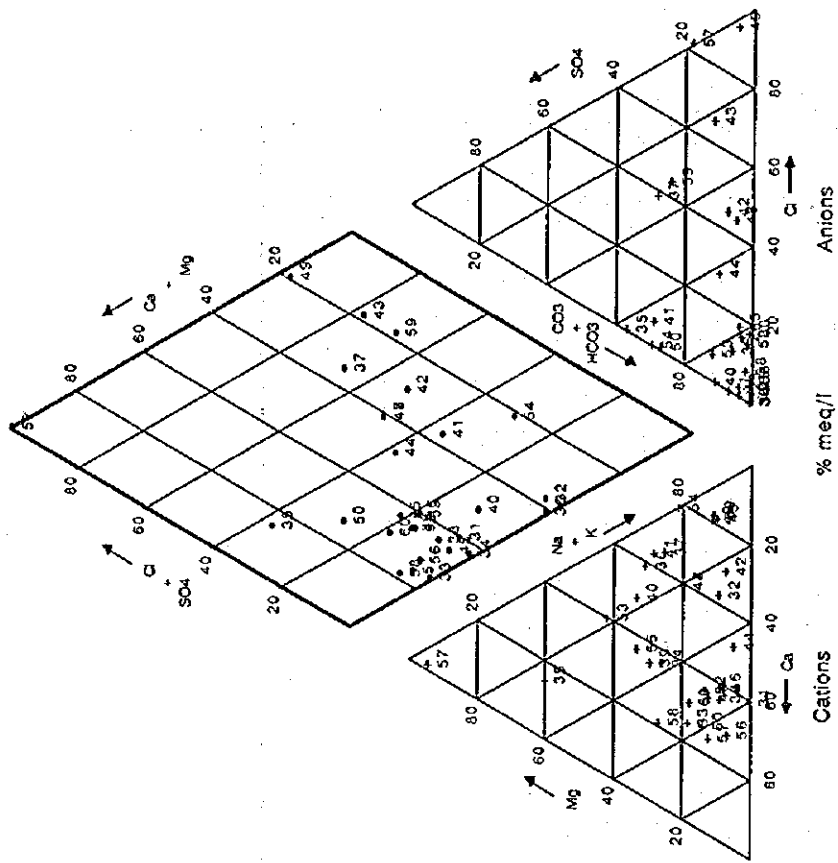


図 6.2 既存水源のトリリニアードイヤグラム (1995年2月)