No

国際協力事業団

カンボディア国地方開発省

カンボディア国南部地下水開発計画調査

ファイナル・レポート

要約

2002 年 1 月

国際航業株式会社

社調二
JR
02-01

序　　文

日本国政府は、カンボディア王国政府の要請に基づき、南部地下水開発計画に係る調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することと致しました。

当事業団は、平成 8 年 12 月から平成 14 年 1 月まで国際航業株式会社海外事業部コンサルタント部技師長の鎌田烈氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、カンボディア王国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。

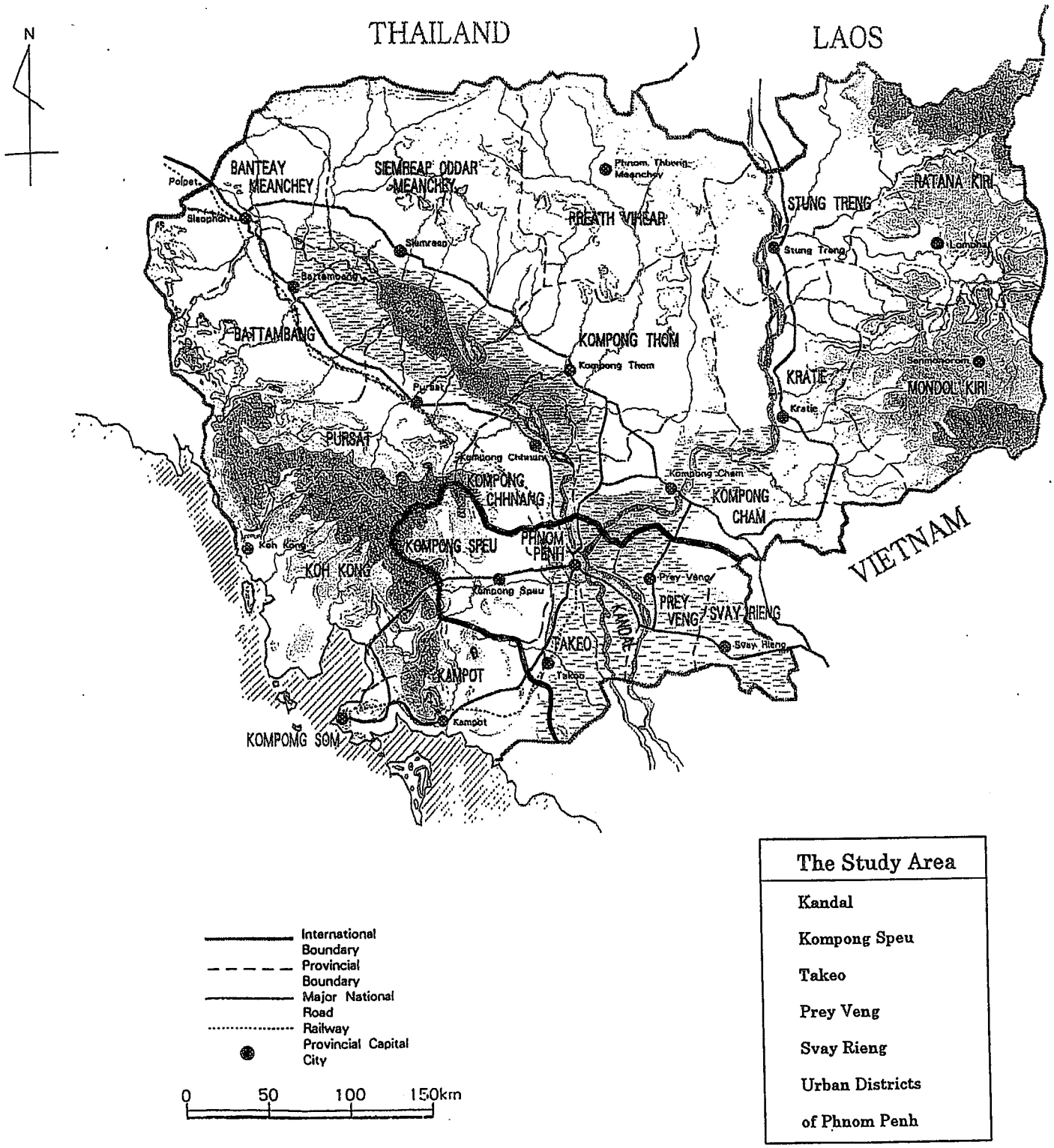
この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を戴いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 14 年 1 月

国際協力事業団
総裁　川上　隆朗

調査対象地域位置図


CAMBODIA
N
THAILAND
LAOS
VIETNAM
BANTEAY MEANCHEY
SIEMREAP ODDAR MEANCHEY
PREATH VIHEAR
STUNG TRENG
RATANA KIRI
BATTAMBANG
KOMPONG THOM
KRATIE
MONDOL KIRI
PURSAT
KOMPONG CHHNANG
KOMPONG CHAM
KOMPONG SPEU
PHNOM PENH
KOH KONG
PREY VENG
SVAY RIENG
TAKEO
KAMPOT
KOMPOMG SOM
Poipet
Sisophon
Siemreap
Battambang
Phnom Thbeng Meanchey
Stung Treng
Lomphat
Kompong Thom
Seminorom
Kratie
Pursat
Kompong Chhnang
Kompong Cham
Koh Kong
Kompong Speu
Prey Veng
Svay Rieng
Takeo
Kampot
International Boundary
Provincial Boundary
Major National Road
Railway
Provincial Capital
City
0 50 100 150km
The Study Area
Kandal
Kompong Speu
Takeo
Prey Veng
Svay Rieng
Urban Districts
of Phnom Penh

カンボディア国南部地下水開発計画調査

調査期間：　平成 8 年 12 月～平成 14 年 1 月
カウンターパート機関：　地方開発省地方給水局

要　旨

１．背景

カンボディア国は、インドシナ半島の南西部に位置し、地勢は北・東・南西部の山地とメコン川・トンレサップ湖が位置する広大な中央平野からなる。総人口はおよそ 1,142 万人で、その 8 割以上が農村部に住んでいる。農村部には殆ど給水施設はなく、農民は伝統的に、河川水、池・湖等の自然水源の他、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、人為的な汚染も起きている。このため、農村部では水不足が深刻で、住民の健康の維持や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通りである。

(1)　調査対象地域における地下水資源のポテンシャル評価
(2)　開発対象村落の選定、開発優先順位決定
(3)　選定された計画対象村落の地下水開発計画及び給水計画の策定
(4)　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

本調査はカンボディア国南部 5 州及びプノンペン郊外 3 郡（ペリアーバン地区）に含まれる 472 村を対象とした。

南部 5 州：　スバイリエン州、プレーベン州、カンダール州、タケオ州、コンポンスプー州
プノンペン郊外：　Dangkor 郡、Mean Chey 郡、Russey Keo 郡

４． 調査結果

(1) 自然環境

調査地域はメコン川流域の平野に位置する。中央部と東側は低平な沖積地であり、砂・礫・粘土等からなる第四紀層が厚く分布している。また、西側は平坦な洪積台地であるが、所々に基盤岩（砂岩・スレート等）の孤立丘が発達し、第四紀層の層厚は薄い。気候は乾季と雨季に二分され年間降雨量は 1,400～1,700 mm である。

(2) 既存水源

既存水源は河川、池、浅井戸、複合井戸、管井（ハンドポンプ付き）である。地下水は浅井戸、複合井戸、管井により利用されているが 5 州の普及率は平均 34 %と推定される。調査対象村落のハンドポンプ台数は 269 台で稼動台数は 222 台である。既存水源の池・浅井戸・複合井戸は大腸菌に汚染されており、池・浅井戸は乾期に枯渇することが多い。

(3) 水文地質

調査地域の水文地質は、メコン川の東側地域は第四紀層が多層帯水層系を構成しており、地下水の開発ポテンシャルは高い。また、西側地域は基盤岩の風化・亀裂部が帯水層をなし、地下水の開発ポテンシャルは東側に比べると低い。

(4) 適正揚水量

24 村落における試掘及び揚水試験の結果、各水文地質単元ごとの深井戸 1 井当たりの地下水適正揚水量は以下の通りである。

水文地質区分	地　区	適正揚水量（井戸 1 本当り）
第四紀帯水層	**スバイリエン州、プレーベン州、カンダール州南部**	500～800 m^3/day
基盤岩帯水層	**ペリアーバン地区、カンダール州北部、コンポンスプー州、タケオ州**	1.5～150 m^3/day

(5) 地下水の水質

既存水源の水質は鉄分濃度が高く WHO 基準を越えるものが多く見られる。また、大腸菌は殆どの水源で検出される。試験井の水質も全般的に鉄濃度が高く WHO 基準を越えるものが多い。また、基盤岩帯水層は一部に塩分濃度が高い地域がある。

(6) パイロット調査

パイロット調査候補村落 30 村において PRA 手法による社会調査を行い、村落の社会・経済・水利用・ジェンダーを把握した。また、30 村のうち試掘井を掘削した 24 村にハンドポンプ及び付帯施設からなるパイロット給水施設を建設した。

給水施設の持続的な運営維持管理を可能にするため、地方給水局スタッフと各州開発部スタッフのトレーナーズトレーニング（TRT）を行い、住民参加により水委員会（VWC）と水源委員会（WPC）を結成した。また、結成された WPC メンバーに対しハンドポンプの維持管理訓練と衛生教育を行った。24 村落のうち 20 村落では 2001 年 12 月まで運営維持管理のモニタリングを行った。

(7)　地下水開発計画

地下水開発は口径 4 インチ、平均深度 60 m、スクリーン開口率 3 %以上のハンドポンプ深井戸を 1,049 箇所建設し、合計で 7,800 m^3/day を揚水する。涵養量に比べるとこの揚水量は無視できるほど小さく、地下水盆全体に影響を与えることなく開発することが可能である。

(8)　給水計画

調査対象 472 村落のうち新規水源の必要性と緊急性のある 241 村落を選定した。これらの優先村落を対象にハンドポンプ深井戸による給水計画を策定した。

計画目標年次：	西暦 2005 年
計画対象村落数及び人口：	241 村落　194,964 人
給水施設：	ハンドポンプ深井戸　1,049 箇所
資機材：	掘削機及び O&M 支援機材一式

給水事業を建設業者のみが実施した場合と、代替案として深井戸建設の一部を MRD が分担した場合につき、カンボディア国内ベース及び無償資金協力ベースでそれぞれ事業費を積算すると下表の通りである。

事業費

（単位：百万円）

積算条件\実施体制	建設業者のみ	代替案（建設業者及び MRD）
カンボディア国内ベース	2,222	2,298
無償資金協力ベース	3,009	3,087

(9)　事業評価

本事業はカンボディア南部 5 州 241 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、保健衛生の改善等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、塩分濃度が高い地下水の侵入を防止する必要がある。

(11) モニタリング

20 ヶ所のパイロット給水施設のモニタリングを行った結果、給水施設は概ね住民自身により良好に運営・維持管理されていることが分かった。またこれらの給水施設は年間を通して各種の用途によく利用され、水利用の増加による利便性の著しい向上と女性労働の軽減効果が認められる。しかし、水利用は既存水源と併用しつつ行われているので、今後はさらに衛生的な水の使用についての啓蒙活動や、ハンドポンプや鉄除去装置の維持管理指導・訓練等について政府機関のさらなる支援活動が必要である。

(12) 既存井戸の砒素調査

計画対象村落を含む 260 村落において既存水源の水質調査を行った結果、計画対象の 9 村落において WHO ガイドライン 0.01mg/l 以上の砒素が検出された。砒素はメコン川、トンレーバサック川沿いの沖積低地で高い値を示している。これらの地域の計画対象外村落については今後さらに詳しい実態を把握すると共に、住民に対し汚染井戸の飲用停止や鉄分除去装置による水処理を指導することが必要である。

５． 提言

(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。特にメコン川右岸のプノンペン郊外、カンダール、タケオ、コンポンスプー各州は基盤岩地域にあり水の困窮度が高いことから優先的な実施を勧告する。

(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塩分や鉄分濃度が 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、サンドフィルター等の処理施設を設置するよう住民を指導すべきである。

(4)　衛生教育手法及び機材の標準化と共有化

関係機関、国際機関と連携し、情報交換、手法及び機材の標準化と共有化を行い、給水計画の実施と同時に衛生キャンペーンを実施することが望ましい。

(5)　村落開発の推進

各州地方開発部は VDC（村落開発委員会）設立にさらに積極的に取り組み、給水を核とした村落環境の改善と農業生産活動の活性化を行うべきである。

(6)　モニタリング結果からの提言

以下の 4 項目について提言した。

１）水利用料金の徴収

２）付帯施設の配慮

３）VWC/WPC メンバー

４）支援体制の強化

通貨換算率

（1999 年 4 月現在）

US$ 1.00 = 3,780 Riel = 123 Yen
l Riel = 0.033 Yen = US$ 0.0003
1 Yen = US$ 0.0081 = 30.73 Riel

略号

ADB:	Asian Development Bank
AICF:	Action Internationals Contre la Faim
B/C:	Benefit Cost Ratio
CARD:	Committee for Agricultural and Rural Development
CASD:	Community Action for Social Development
CCC:	Cooperation Committee for Cambodia
CWB:	Central Water Base
DCD:	Department of Community Development
DOH:	Department of Hydrology
DPB:	Department of Road and Bridges
DPWS:	Department of Provincial Water Supply
DRWS:	Department of Rural Water Supply
EIRR:	Economic Internal Rate of Return
EC:	Electric Conductivity
FHH:	Female-Headed Household
FSEDP:	First Socio-Economic Development Plan 1996~2000
GDP:	Gross Domestic Product
GRET:	Group de Recherche et d'Enchanges Technologiques
JICA:	Japan International Cooperation Agency
LWS:	Lutheran World Service
MAFF:	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
MIME:	Ministry of Industries, Mines and Energy
MOH:	Ministry of Health
MPWT:	Ministry of Public Works and Transport
MRD:	Ministry of Rural Development
NCHE:	National Center for Hygiene and Epidemiology
NIS:	National Institute of Statistics
NPRD:	National Program to Rehabilitate and Development Cambodia
NPV:	Net Present Value

PADEK:	Partnership for Development in Kampuchea
PDRD:	Provincial Department of Rural Development
PDRC:	Provincial Rural Development Committee
RGC:	Royal Government of Cambodia
PMU:	Project Management Unit
PRA:	Participatory Rapid Appraisal
PRASAC:	Program de Rehabilitation et Aqqui au Secteur Agricole du Cambodge
PRK:	People's Republic of Kampuchea
PWSA:	Phnon Penh Water Supply Authority
RGC:	Royal Government of Cambodia
S/W:	Scope of Work
TRT:	Trainer's Training
UNHCR:	United Nations High Commissions for Refugees
UNICEF:	United Nations Children's Education Fund
UNPA:	United Nations Population Fund
UNTAC:	United Nation's Transitional Authority in Cambodia
VDC:	Village Development Committee
VLOM:	Village Level Operation & Maintenance
VSC:	VLOM Steering Committee
VWC:	Village Water Committee
WATSAN:	Water and Sanitation
WES:	Water and Sanitation Program
WHO:	World Health Organization
WPC:	Water Point Committee
WUHE:	Water Use and Hygiene Education

カンボディア国南部地下水開発計画調査
ファイナル・レポート

要約

要旨
調査対象地域位置図
通貨換算率・略号

目次

第 1 章　序論 1-1
1.1　調査の背景 1-1
1.2　調査の目的及び対象地域 1-2
1.2.1　調査の目的 1-2
1.2.2　調査対象地域 1-2
1.3　調査の範囲 1-3
1.3.1　調査フレーム 1-3
1.3.2　給水レベル 1-3
1.3.3　計画目標年次 1-4
第 2 章　自然環境 2-1
2.1　位置と面積 2-1
2.2　気候 2-1
2.3　地形・地質 2-1
2.4　水文 2-2
第 3 章　社会経済及び給水 3-1
3.1　カンボディア国の社会経済 3-1
3.1.1　人口及び面積 3-1
3.1.2　行政組織 3-1
3.1.3　経済の状況 3-1
3.1.4　経済開発 5 ヶ年計画 3-2
3.2　地方開発 3-2
3.2.1　地方開発戦略 3-2
3.2.2　地方開発省（MRD） 3-3

3.2.3 地方開発の調整機構 3-3
3.2.4 村落開発委員会（Village Development Committee：VDC） 3-3
3.3 地方給水の現状 3-4
3.3.1 地方給水組織 3-4
3.3.2 地方給水予算 3-5
3.3.3 地方給水の達成度 3-5
3.3.4 地方給水 5 ヶ年計画 3-6
3.4 衛生・保健状況 3-6
第 4 章 地下水調査 4-1
4.1 水文地質 4-1
4.1.1 水文地質状況 4-1
4.1.2 水文地質単元と構造 4-1
4.1.3 帯水層の能力 4-2
4.2 地下水位の分布 4-3
4.3 地下水の水質 4-3
4.3.1 水質の現場測定 4-3
4.3.2 水質の室内分析 4-4
4.4 水収支解析 4-5
4.5 地下水資源評価 4-5
4.5.1 水理地質図 4-5
4.5.2 定量的評価 4-5
4.5.3 定性的評価 4-5
第 5 章 調査対象村落の既存水源 5-1
5.1 村落の位置と人口 5-1
5.2 村落の環境 5-1
5.3 既存の水源 5-2
5.3.1 水源の実態 5-2
5.3.2 給水率 5-2
5.3.3 民間業者による管井の普及 5-3
5.3.4 ペリアーバン地区の私営給水 5-4
5.4 計画対象村落の選定 5-4
5.4.1 アクセスの容易性 5-4
5.4.2 ハンドポンプの状態 5-4

5.4.3　水質 5-4
5.4.4　水量 5-5

第 6 章　パイロット調査 6-1

6.1　パイロット村の社会調査 6-1
6.1.1　人口 6-1
6.1.2　経済活動 6-1
6.1.3　水利用 6-1
6.1.4　ジェンダー 6-5
6.1.5　保健・衛生の状況 6-6

6.2　パイロット給水施設 6-9
6.2.1　給水施設の設計と建設 6-9
6.2.2　パイロット施設の状況 6-9
6.2.3　施設の修理 6-10
6.2.4　パイロット給水施設に対する評価 6-11
6.2.5　村落水委員会（VWC） 6-13

6.3　維持管理組織 6-14
6.3.1　維持管理の方針 6-14
6.3.2　維持管理組織の役割 6-14

6.4　住民参加と衛生教育 6-16
6.4.1　住民参加プログラム 6-16
6.4.2　実際の活動 6-16
6.4.3　主な議題 6-17
6.4.4　住民参加の成果 6-18

6.5　ベースライン調査 6-19

第 7 章　地下水開発計画 7-1

7.1　地下水資源の評価 7-1
7.1.1　地下水盆と水収支 7-1
7.1.2　適正揚水量 7-1

7.2　目標帯水層 7-2
7.2.1　帯水層と掘削深度 7-2
7.2.2　開発規模 7-2

7.3　標準井戸設計 7-3
7.3.1　井戸深度 7-3
7.3.2　掘削工法 7-3

7.3.3 井戸仕上げ 7-3

第 8 章 給水計画 8-1

8.1 給水計画の策定方針 8-1

8.2 計画規模と設計基準 8-2
8.2.1 標準水消費量 8-2
8.2.2 水需要予測 8-2
8.2.3 ハンドポンプの選定 8-3
8.2.4 ハンドポンプ必要台数 8-3

8.3 給水施設（ハードコンポーネント） 8-4

8.4 運営維持管理指導及び衛生改善キャンペーン（ソフトコンポーネント） 8-6

8.5 事業費 8-6
8.5.1 積算基準 8-6
8.5.2 事業費 8-7

8.6 代替案の検討 8-8
8.6.1 代替案の考え方と MRD の実施能力 8-8
8.6.2 代替案事業費 8-9

8.7 日本国政府無償資金協力を想定した場合の事業費 8-10

8.8 実施組織 8-13

8.9 実施スケジュール 8-13

8.10 維持管理計画 8-13
8.10.1 維持管理の方針 8-13
8.10.2 維持管理組織 8-14
8.10.3 維持管理費 8-14

第 9 章 事業評価 9-1

9.1 評価の観点 9-1
9.1.1 対象村落における受益者の増加 9-1
9.1.2 健康状態の改善 9-1
9.1.3 水汲み時間の節約 9-2

9.2 財務分析 9-2
9.2.1 事業費 9-2
9.2.2 代替案事業費 9-3
9.2.3 維持管理費 9-3

9.3　経済評価 9-3
9.3.1　前提条件 9-3
9.3.2　経済的事業費 9-4
9.3.3　経済便益 9-4
9.3.4　費用便益分析 9-4
9.4　WID 9-5
9.5　組織・制度評価 9-5
9.6　総合評価 9-6
第 10 章　モニタリング 10-1
10.1　モニタリングプログラム 10-1
10.1.1　モニタリングの目的 10-1
10.1.2　モニタリングの方法 10-1
10.1.3　モニタリングの項目 10-2
10.2　施設の状態 10-5
10.2.1　ハンドポンプ 10-5
10.2.2　プラットフォームと排水溝 10-6
10.2.3　鉄分除去装置 10-6
10.3　地下水の水質と水位 10-8
10.3.1　水質の野外分析結果 10-8
10.3.2　水質の室内分析結果 10-9
10.3.3　水の味と臭い 10-10
10.3.4　地下水位 10-10
10.4　既存井戸の砒素濃度 10-10
10.4.1　水質調査の方法 10-10
10.4.2　砒素分布 10-10
10.4.3　砒素と他の水質パラメータ 10-11
10.4.4　応急の砒素対策 10-11
10.5　井戸の利用状況 10-11
10.6　住民組織と衛生状況 10-12
10.6.1　住民組織の活動と料金徴収 10-12
10.6.2　給水施設周辺の衛生状況 10-14
10.6.3　ごみや排泄物の処理方法 10-14
10.6.4　安全な水の使用方法 10-15
10.7　社会調査・WID 10-15

10.7.1 個人用井戸の増加 10-15
10.7.2 出稼ぎの増加 10-15
10.7.3 水質と水量 10-16
10.7.4 女性と水利用状況 10-17
10.7.5 ジェンダー視点からのまとめ 10-18

10.8 モニタリング結果のまとめ 10-22

第 11 章 結論と提言 11-1

11.1 結論 11-1
11.1.1 地下水開発 11-1
11.1.2 給水計画 11-1
11.1.3 事業評価 11-2
11.1.4 環境影響評価 11-2
11.1.5 モニタリング 11-2
11.1.6 既存井戸の砒素調査 11-3

11.2 提言 11-3
11.2.1 事業の早期実施 11-3
11.2.2 水文地質図の活用と調査の実施 11-3
11.2.3 水質の管理 11-3
11.2.4 衛生教育手法及び機材の標準化と共有化 11-4
11.2.5 水を中心とした村落開発の推進 11-4
11.2.6 モニタリング結果からの提言 11-4
11.2.7 地下水開発の役割分担 11-5

第 1 章　序論

第1章　序論

1.1　調査の背景

カンボディア国はインドシナ半島の南西部に位置し、総面積は 180,000 km^2 を占め、1,142 万人の人口を擁している。同国は東南アジアでは最貧国のひとつで 1996 年の国民一人当り GDP は 300 米ドルに過ぎない農業国である。

カンボディア国は 1953 年のフランスからの独立以後、長年にわたる国内紛争のため、国民は疲弊し国土は荒廃の極に達していた。しかし、ようやく 1991 年に至ってパリ和平協定が調印され、同国の平和は国連カンボディア暫定行政機構（UNTAC）の支援のもと確保された。1993 年 5 月には総選挙が行われ、新政府のもとカンボディアは国家再建への道のりを歩み始めた。

同国は紛争終結に伴い、「国家復興及び開発計画」（NPRD：National Program to Rehabilitate and Develop Cambodia 1994）を策定し、国際機関や各国援助のもと、荒廃した国土と社会基盤の復興計画を推進している。また、1995 年には第一次社会経済開発計画（The First Socio-economic Development Plan, 1996～2000）を策定し、2000 年を目標とした中期的国家再建への展望を切り開いている。

同計画では、国の根底に横たわる貧困の克服のために、全人口の 85 %が住み、GDP の 45 %（1994 年）を生み出している農村部の開発を、都市部の貧困層の撲滅とバランスをとりながら推進し、人的資源の開発と平行して、米・家畜等の農業生産を増大させることに重点をおいている。

しかしながら、農村部は、長年の国内紛争による地方組織の弱体化、農業施設の老朽化と荒廃、女性の所帯主増加による労働力低下と田畑の疲弊等に加え、劣悪な給水・衛生環境があいまって水因性疾病が蔓延し、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、地方開発省（Ministry of Rural Development, MRD）には、地方給水局（Department of Rural Water Supply, DRWS）が設置され、UNICEF 等の国際機関の援助をもとに地方給水事業を実施している。

地方給水局は UNICEF や NGO の支援を受けつつ地方給水事業を行っているが、同国全体での給水率（改良または新設された給水施設へアクセス可能な人口の農村人口に占める割合）

は、25％（推定）にすぎず、大多数の農民は依然として劣悪な生活環境におかれている。

調査対象の南部 5 州は、首都プノンペンからベトナム国境までの同国南部約 2.2 万 km^2 を占め、人口 350 万人を擁する同国内でも人口密度の高い農村地域である。この地域にこれまで掘削された管井の数は 5,131 本で、給水率は 34 %と推定されている。また、プノンペン市郊外 3 郡は都市部と農村部の狭間に位置し、これまで本格的な給水事業は実施されなかった。

このような背景から、カンボディア国政府は日本国政府に対し、同国南部 5 州とプノンペン市郊外 3 郡を対象とし、地方給水を目的とした地下水開発計画調査協力を 1995 年 9 月要請してきた。この要請に基づき、国際協力事業団は 1996 年 9 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。

本格調査は 1996 年 12 月に開始された。しかし、第一次現地調査実施中の 1997 年 7 月、同国において再び武力紛争が起きたため、調査は中断された。その後 1998 年 7 月の総選挙を経て国内状況は沈静化したため、1999 年 3 月、調査は再開され、同年 5 月に第二次現地調査を完了した。本調査は 2001 年 12 月までパイロット村落のモニタリングを実施し、最終報告書として取りまとめたものである。

1.2 調査の目的及び対象地域

1.2.1 調査の目的

本調査の目的は以下の 4 項目である。

(1) 調査対象地域における地下水資源のポテンシャル評価
(2) 計画対象村落の選定、開発優先順位決定
(3) 選定された計画対象村落の地下水開発計画及び給水計画の策定
(4) 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、カンボディア国南部 5 州及びプノンペン市郊外（ペリアーバン地区）の 3 郡を対象とする（図 1.1）。

南部 5 州： スバイリエン州、プレーベン州、カンダール州、タケオ州、コンポンスプー州
プノンペン郊外： Dangkor 郡、Mean Chey 郡、Russey Keo 郡

1.3　調査の範囲

1.3.1　調査フレーム

本調査はフェーズⅠからⅣまでの4段階に分けて実施している。

フェーズⅠ：基礎調査・現地踏査（1996年12月から1997年3月）

既存資料の収集と解析、過去の給水プロジェクトの評価を行い、これらの結果に基づき要請500 村落の給水実態調査を実施するとともに、地質構造を把握するための物理探査を行う。また、地下水賦存量を把握するための試掘地点を決定する。同時にパイロット調査を実施する村落を選定して社会・衛生調査を行い、村落水委員会の結成及び維持管理指導と衛生教育を行う。地質調査と既存井戸の水位・水質調査に基づき水文地質予察図を作成する。

フェーズⅡ：地下水賦存量の解析と評価（1997年4月から1997年9月）

要請 500 村落の詳細調査を行う。また、選定された 25 村落において試掘・揚水試験を行い試掘井を生産井に仕上げた後、ハンドポンプを設置する。調査結果に基づき地下水開発・給水計画の対象となる約300村落を選定する。

フェーズⅢ：地下水開発計画策定（1999年3月から1999年7月）

ハンドポンプを設置した村落についてはパイロット調査を行い、村落水管理委員会の結成及び運営指導と衛生教育を行う。また、水文地質調査を総合して地下水の水収支と地下水資源ポテンシャルを評価する。地下水資源の評価に基づき約 300 村落を対象とした地下水開発計画と給水計画を策定する。事業費を積算するとともにその及ぼす効果について評価する。さらに開発優先順位を決定するとともに、環境への影響についても評価を行う。

フェーズⅣ：パイロットスタディモニタリング（2000年5月から2001年12月）

ハンドポンプを設置した村落のうち 20 村落を選定して給水施設の維持管理状況をモニタリングする。この結果は最終報告書に含まれる地下水開発計画・給水計画に反映させる。

1.3.2　給水レベル

計画の対象とする給水レベルは、深度 30～100 m の深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、プノンペン郊外 3 郡のうち市街化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。

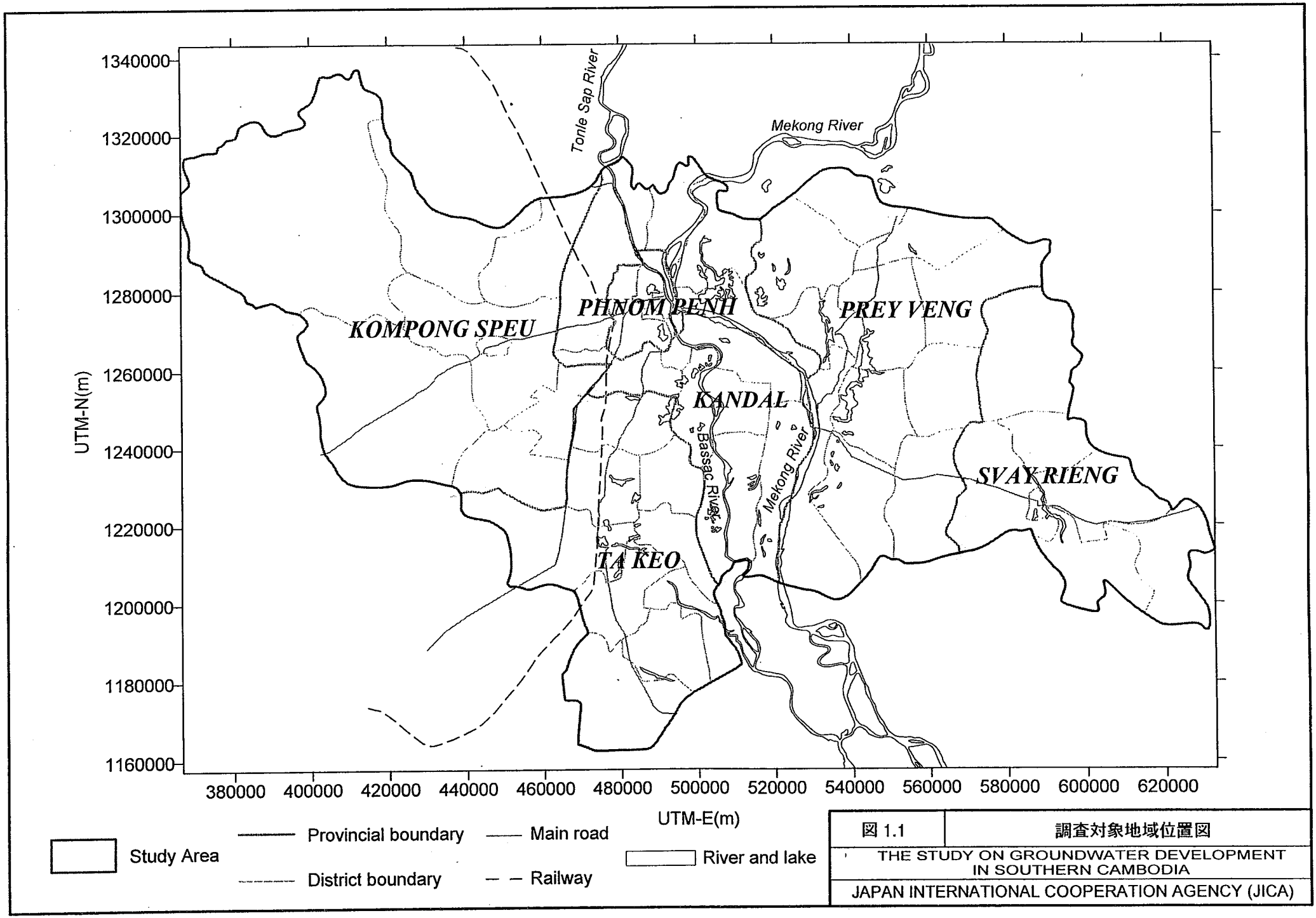


図 1.1	調査対象地域位置図
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

第 2 章　自然環境

第2章　自然環境

2.1　位置と面積

カンボディア国は、インドシナ半島南西部の北緯 10°30'から 14°30'、東経 102°30'から 107°30'の間に位置し、西と北をタイ及びラオス国境に、東と南をヴィエトナム国境に、西南をタイ湾に接している。

調査対象地域はカンボディア国 21 州（プノンペン特別市を含む）のうち南部 5 州で、首都プノンペン南部からヴィエトナム国境までのメコン川沿いの沖積平野に位置しており、総面積は 22,496 km^2、総人口は 349.8 万人である（プノンペン市郊外のペリアーバン 3 郡を加えるとそれぞれ 22,739 km^2 及び 377.3 万人）。

表 2.1　調査対象 5 州の人口と面積

州名	面積（km^2）	郡	ｺﾐｭｰﾝ	村	人口	人口密度
ペリアーバン地区	243	3	33	230	275,930	1,135
スバイリエン州	2,966	7	81	690	406,626	137
タケオ州	3,818	10	98	1,107	739,033	194
カンダール州	3,813	11	147	1,092	942,064	247
プレーベン州	4,883	12	116	1,132	936,388	192
コンポンスプー州	7,016	8	86	1,260	473,649	68
合計	22,739	51	561	5,511	3,773,640	167

2.2　気候

カンボディア国の気候は熱帯モンスーン型で、1 年は概ね 12 月から翌年 4 月までの乾期と 5 月から 11 月までの雨期に分かれる。調査対象地域の年間降雨量は西部及び東部の山地に近づくと 1,800 mm を越えるが、平野内は 1,400～1,700 mm である。プノンペンでは 5 月から降雨が多くなり月間 150 mm 程度の雨が 8 月まで続くが、最も降雨の多い月は 9 月と 10 月で月間 300 mm ほどになる。気温は 4 月が最も高く、最高気温は 35℃にもなるが乾期の 11 月から 1 月は 30℃程度に下がる（図 2.1）。

2.3　地形・地質

カンボディア国の地形・地質は大別すると、北部山地、東部台地、南西部山地及び中央平野からなる。北部山地はタイ国のコラート台地に連なり、地質は上部インドシニアン系の鉄分に富む固結砂岩である。東部台地は主に中生代の砂岩からなり、ところにより玄武岩に覆われている。南西部山地は標高 500～1,700 m のエレファント山脈とカルダモン山脈があり、砂岩、片岩、石灰岩など主に中生代の堆積岩類からなる。中央平野はこれらの山地・台地に囲まれ、カンボディア国の低地部を形成している。低地部はメコン川流域とそれにプノンペン南部で合流するトンレサップ川流域に分かれる。この低地部は陥没性の構造運動により形成されたもので、更新世から完新世の砂、粘土、礫などが厚く堆積し、調査対象地域とそれに連続するヴィエトナム側では広大なメコンデルタを形成している（図 2.2）。

調査対象地域の南部 5 州は、コンポンスプー州の西部を除くと、大部分がこの中央平野のメコンデルタ側に位置し、標高が 10 m 以下の低地である。また、平野には、基盤岩の残丘が所々に見られるほか、一部には新しい火山円錐丘も見られる（図 2.3）。

2.4 水文

中央平野は、プノンペンより北のトンレサップ川流域と、プノンペンより南のメコン川流域に分かれ、調査対象地域はメコン川流域に位置している。メコン川はプノンペン近郊で、トンレサップ川と合流した後、さらに下流で、東寄りにプレーベン州とスバイリエン州境に沿って流れるメコン本川と、西寄りにタケオ州境に沿って流れるバサック川に分かれる。メコン本川の洪水期には水位が上昇するため、河川はトンレサップ川を逆流して自然の遊水池であるトンレサップ湖に流れ込む。メコン川のコンポンチャム地点における月間最大流量は、9 月に最も大きく 38,710 m^3/sec を示すが、下流のニアクルオンでは逆流のため 24,780 m^3/sec に低下する（図 2.4）。

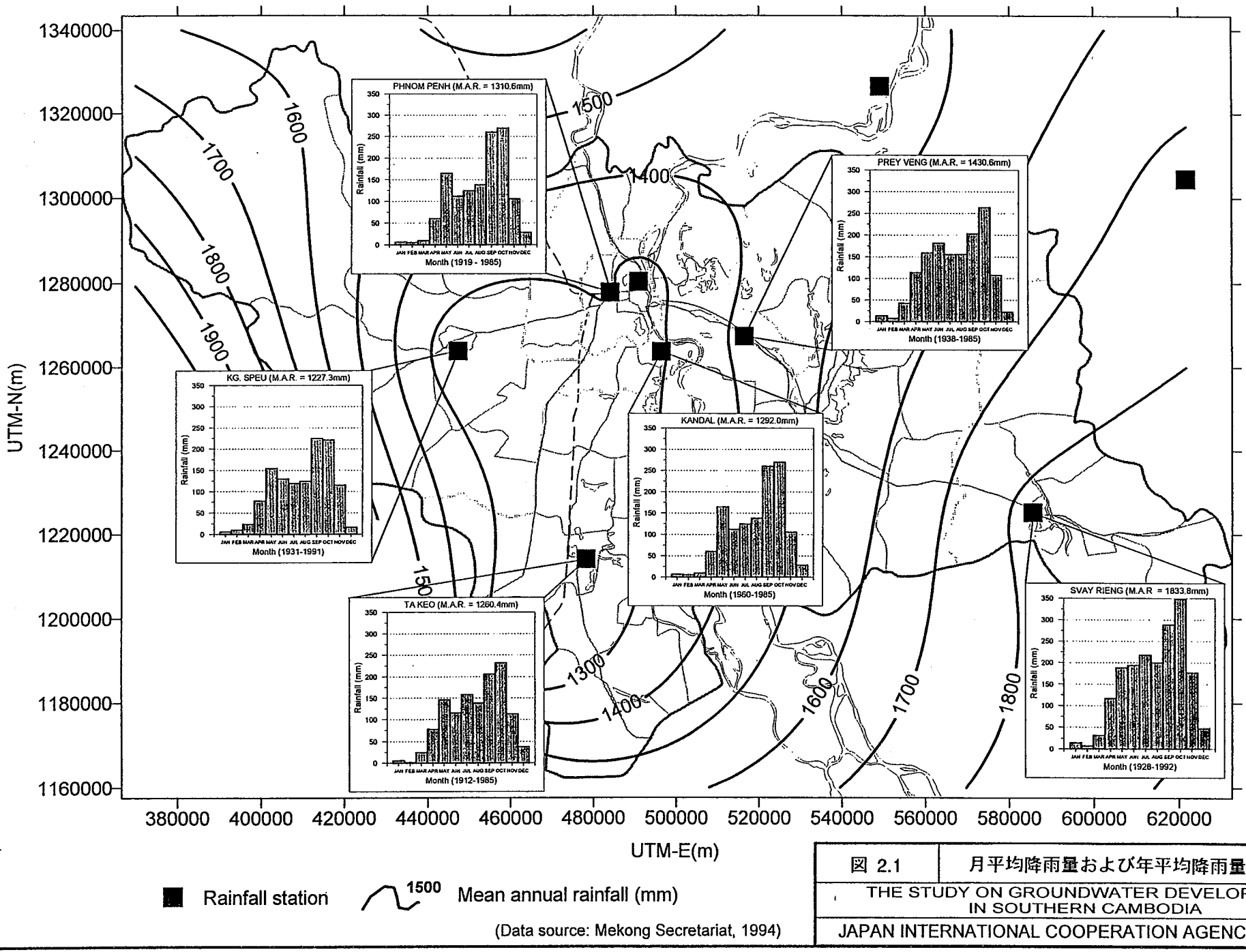
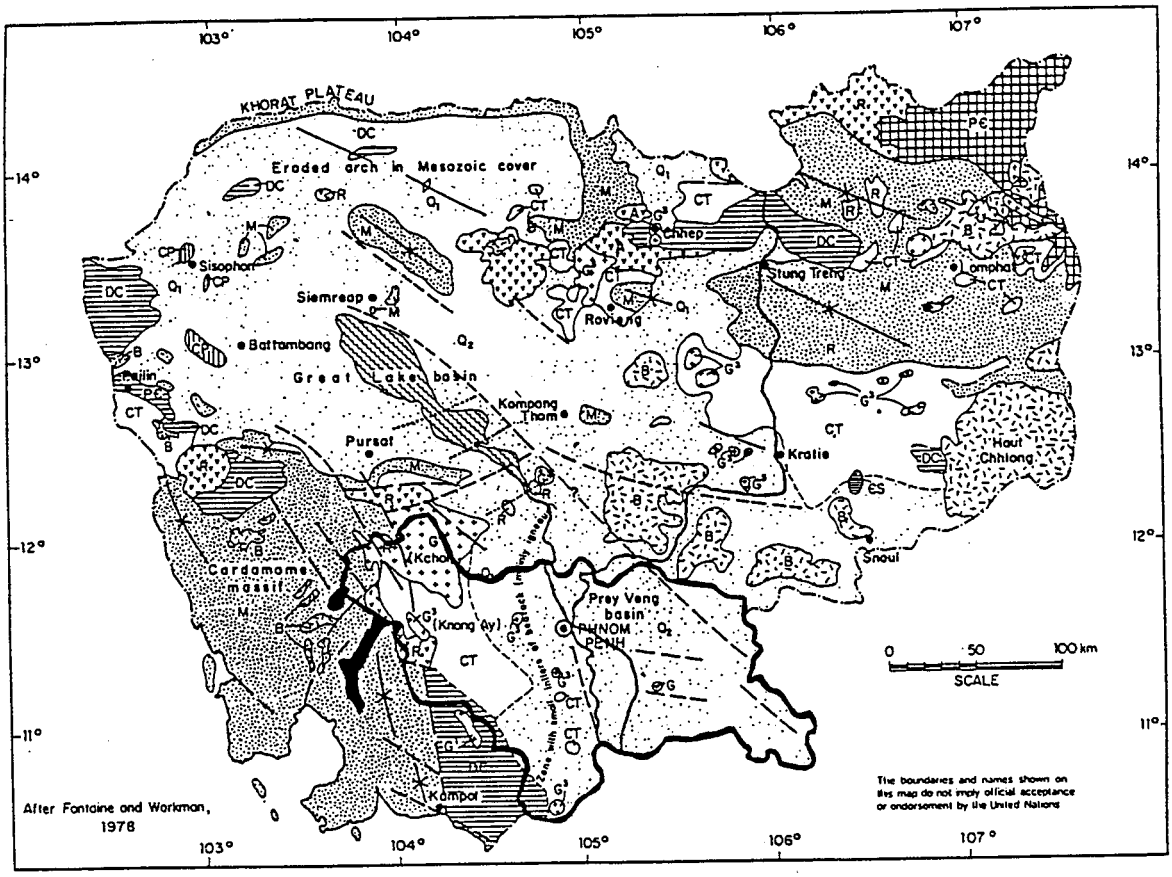


図 2.1	月平均降雨量および年平均降雨量の分布
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	



LEGEND

TERRANES

UNDEFORMED OR GENTLY FOLDED COVER STRATA

- Q — Quaternary sedimentary rocks and unconsolidated sediments. 1: Pleistocene; 2: Holocene. Includes some small Neogene basins
- B — Neogene – Quaternary platform basaltic rocks
- M — Mesozoic sedimentary units (upper Triassic-Cretaceous)
- Volcano-sedimentary units (mainly Triassic, some Paleozoic). A: andesitic; R: rhyolitic.
- C-P — Paleozoic sedimentary units (mainly Carboniferous-Permian).

ZONES OF INDOSINIAN FOLDING

- CT — Synclinorial zones in Indosinian fold-belts (mainly Carboniferous-Triassic).
- DC — Anticlinorial zones in Indosinian fold-belts (Precambrian-Silurian medium to high-grade metamorphics; Devonian-Carboniferous rocks, deformed and slightly metamorphosed).

EXPOSED BASEMENT ROCKS OF THE KONTUM MASSIF

- PC — Precambrian-Early Paleozoic granites and high-grade metamorphics.

INTRUSIVE ROCK GROUPS

- G — Acid – Intermediate intrusive suites
  - G_1 – Pre-Carboniferous
  - G_2 – Carboniferous
  - G_3 – Triassic-Jurassic
  - G_4 – Cretaceous

STRUCTURE SYMBOLS

- Regional faults, known and inferred
- Geographical lineament
- Axes of Cenozoic epeirogenic folding
- Limits of terranes, known and inferred
- Axis of swell in buried pre-Tertiary basement
- Intramontane grabens (Neogene)

(Source: "Atlas of Mineral Resources of the ESCAP Region, volume 10, Cambodia", 1993)

図 2.2	カンボディア国地質図と調査範囲
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

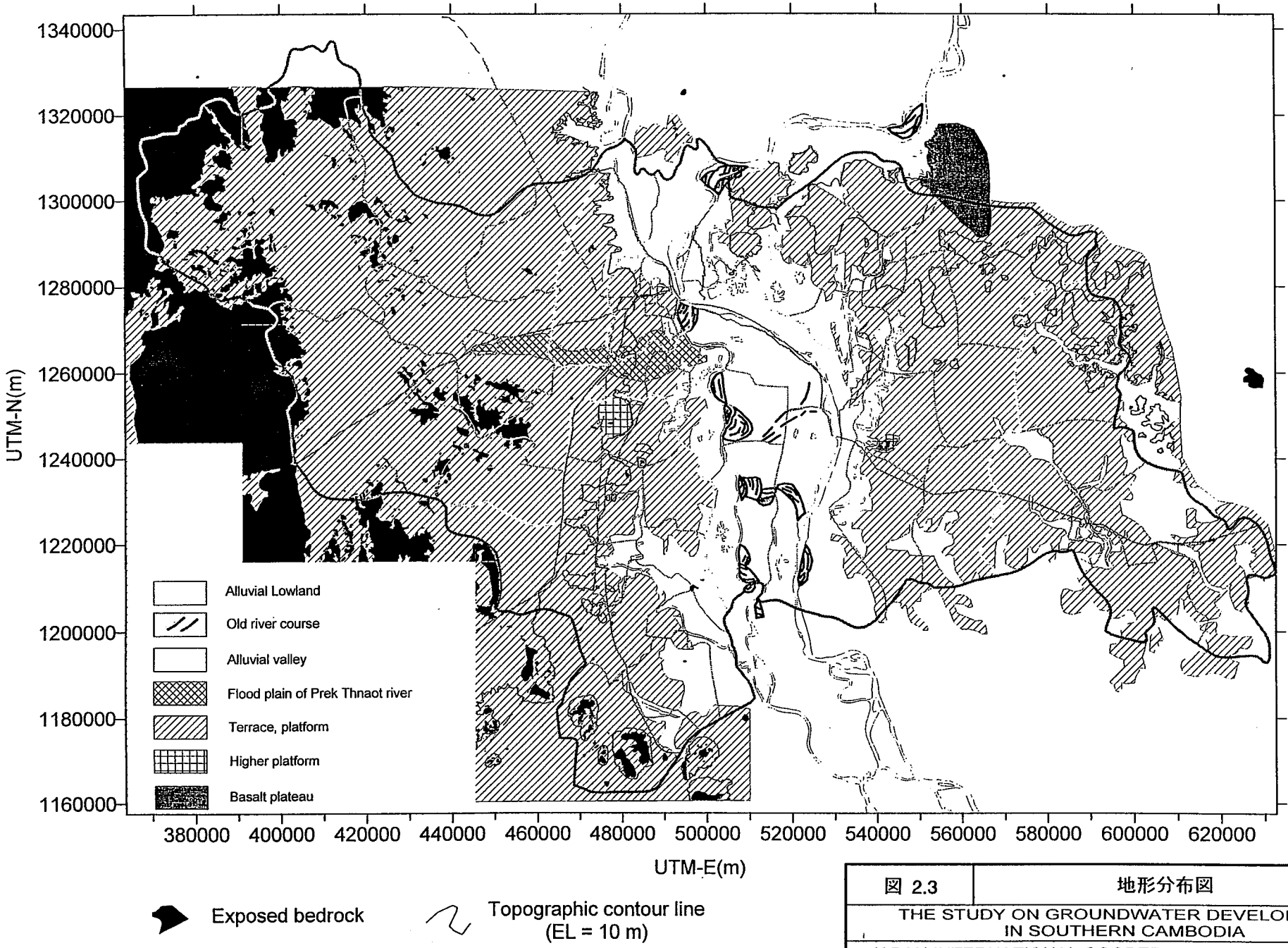


図 2.3	地形分布図
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

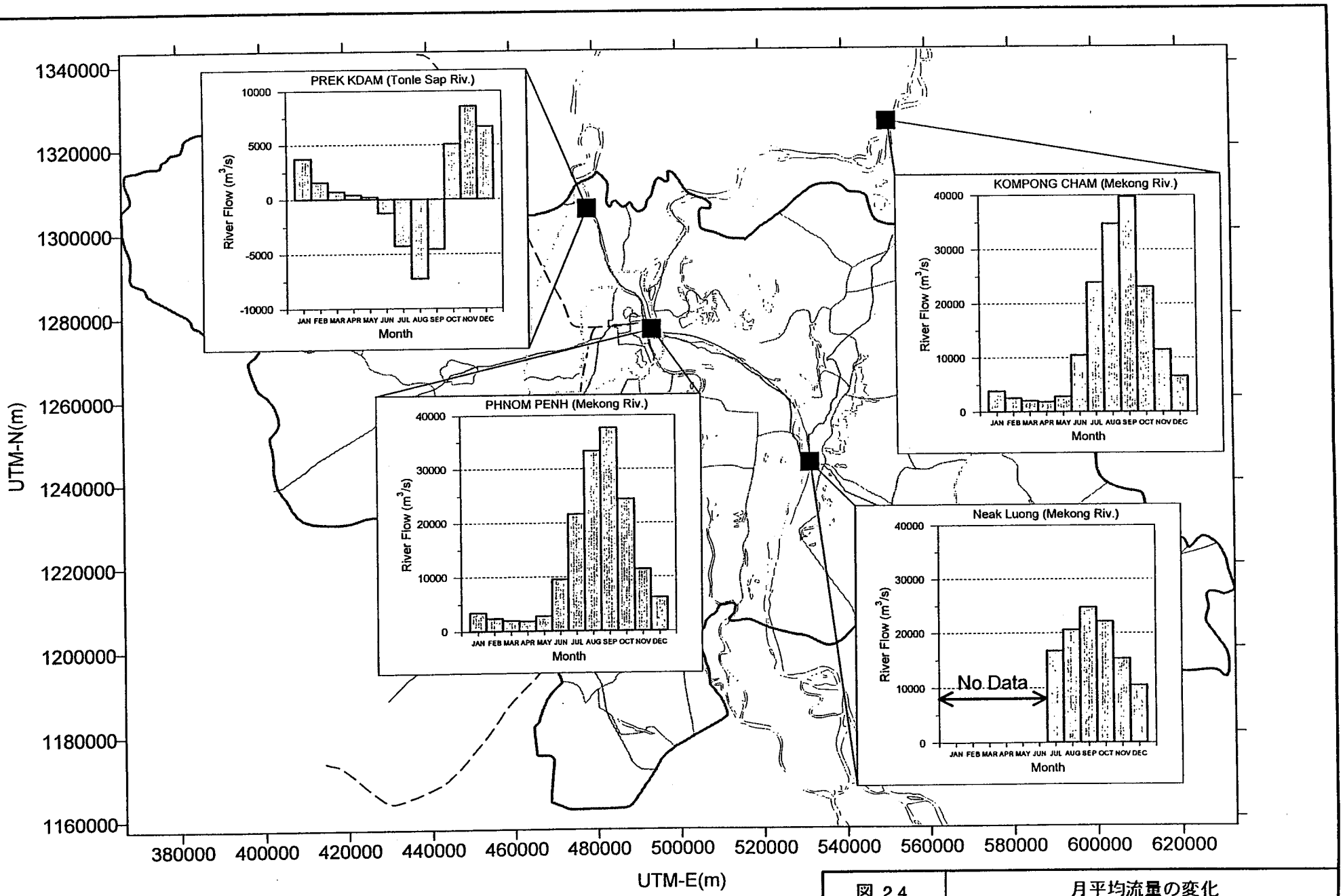


図 2.4	月平均流量の変化
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

第３章　社会経済及び給水

第3章　社会経済及び給水

3.1　カンボディア国の社会経済

3.1.1　人口及び面積

カンボディアの人口は 1998 年の統計によれば約 1,143 万人で人口密度は 63 人/km^2である。また長期間の内戦の結果、女性 100 人に対する男性の比率は全体で約 93 %であるが、世代別に見ると 24 歳以上の男性の比率は 70～80 %に低下しており、女性所帯の割合は全所帯数の約 1/4 に達している（表 3.1）。

3.1.2　行政組織

カンボディアは行政的に 21 州とプノンペン市に分けられる。州は 172 郡から構成され、さらにその下には 1,566 のコミューンがある。各コミューンは約 8 村落からなる。地方行政は、人材及び財政不足や、郡とコミューン間の貧弱な通信事情のため、十分機能していない。

3.1.3　経済の状況

カンボディアは過去 20 年間の内戦のため経済は低迷し、国民一人当たり所得は 260 米ドルに過ぎない世界最貧国の一つである。このため、経済改革は 1980 年代末から徐々に行われ、1993 年の新政府発足以後は経済及び公共セクターの改革が急速に進められている。

1995 年における GDP は 3,268 億リエルで 7.6 %の成長を記録した。また、同年のインフレ率は 3.5 %で、1992 年の 200 %にも達するハイパーインフレの抑制に成功している。これらの経済成長は都市部の工業及びサービスセクターによりもたらされたが、1997 年からはアジア経済危機の影響を受け、経済は極めて深刻な不況に陥っている。

一方、都市の工業、サービスセクターの成長に比べると地方の農業セクターの成長は極めて緩慢であり都市と地方の経済的・社会的格差は増大している。

国家財政は 1996 年で 797.5 百万米ドルの歳入に対し、歳出は 1,395.1 百万米ドルで 597.6 百万米ドルの赤字となっており、大幅な歳入不足を外国援助に頼らざるを得ないのが現状である。カンボディア政府は所得税など税収の増大を計るための抜本的な税徴収システムの改革を行い、当面の経済復興から持続的な経済発展へ向けて経済開発計画を推進している。

3.1.4 経済開発 5 ヶ年計画

カンボディアは 1993 年以降短期的な「復興開発計画」を実施したが 1995 年には中期的な第 1 次経済開発計画（FSEDP：1996～2000 年）を策定した。本計画は貧困の軽減と地方開発に重点をおき、以下の 10 項目を開発戦略として掲げている。

(1) 地方開発への参加型アプローチによる貧困の軽減
(2) 公共サービスへのアクセス拡大（とくに女性及び弱者）
(3) マクロ経済の安定と経済管理
(4) 行政及び司法制度の改革
(5) インフラの整備と開発
(6) 市場経済対応へのスキル向上
(7) 米と家畜生産の増大及び農業商品の多角化による経済生産基盤の開発
(8) 雇用促進
(9) 資源の持続的利用
(10) カンボディア経済のグローバル経済への組み入れ

本計画では 1996～2000 年の GDP 成長率の達成目標は 7.5 %としている。

3.2 地方開発

3.2.1 地方開発戦略

人口の 85 %は地方農村部であり、地方の生活水準の向上は将来のカンボディア経済発展の鍵となることから、地方開発戦略は経済開発 5 ヵ年計画の主要な目的となっている。このためカンボディア政府は地方農村部の社会経済と生産・市場システムの改良、インフラの復興と再建設、プライマリーヘルスケアと清潔な水の供給等を実施する官庁として、1993 年に地方開発省を設立した。FSEDP における地方開発の重点は以下の 6 項目に置いている。

(1) 道路建設
(2) プライマリーヘルスケア、衛生及び給水
(3) 農村開発
(4) 所帯農業システム
(5) 農村金融
(6) 情報の改良

3.2.2　地方開発省（MRD）

MRD は独自に地方開発計画を主導するほか、各種の地方開発計画・プロジェクトの調整、協力、モニタリング、評価を行う。この目的を達成するため、MRD は総務人事局、調達・財務局、計画・広報局、研究・訓練局、地方給水局、地方保健局、農村開発局、地方経済開発局の 8 局から構成されている（図 3.1）。

3.2.3　地方開発の調整機構

地方開発政策に関する省庁間の調整のため政府は農業・地方開発委員会（Committee for Agricultural and Rural Development：CARD）を 1994 年に設立した。委員長は副総理大臣が勤め、委員は各省代表者から構成されている。地方の各州では中央と同様に州地方開発委員会（Provincial Rural Development Committee：PRDC）があり、州知事が委員長を勤め、州の各部局代表者が委員となる。同様に、郡及びコミューンレベルでの委員会設立も計画されている。

3.2.4　村落開発委員会（Village Development Committee：VDC）

かつてはプロジェクト毎に村落委員会があり、重複による混乱があったので、MRD は、村落開発の諸問題に幅広く対応できる村落開発委員会（VDC）の設立を推進している。VDC は上部のコミューン、郡、州の委員会と異なり、住民の発議により設立し、委員長は選挙により選ばれる。また、村落給水を管理する水委員会（Village Water Committee：VWC）は VDC の下に位置付けられている。

MRD によれば VDC の役割・任務は以下の通りである。

- 村落の問題とニーズの特定及び分析
- 重要性と緊急性に基づく問題の優先順位付け
- 問題解決方法及び可能性の検討
- ニーズ及び問題について政府機関へ提案
- 業務についての責任分担
- 村落開発のモニタリングと評価
- 近隣村落への情報と経験の移転
- 村落開発資金の運営・管理

調査地域 5 州及びプノンペンにおける VDC の現在の組織率は、下表に示すように平均 24.1 %である。このうちスバイリエン州とコンポンスプー州の組織率が高く、それぞれ 50 %

と 30 %である。しかしカンダール州では殆ど組織されていない。

表 3.2　対象州における VDC 設立状況

州名	村落数	VDC 設立村落数	組織率
ペリアーバン地区	496	28	5.6 %
スバイリエン州	690	350	50.7 %
タケオ州	1,114	292	26.2 %
カンダール州	1,090	9	0.1 %
プレーベン州	1,138	333	29.3 %
コンポンスプー州	1,275	386	30.3 %
合計	5,803	1,398	24.1 %

3.3　地方給水の現状

3.3.1　地方給水組織

カンボディア国で水供給に関係する組織は鉱工業・エネルギー省（MIME）、農林水産省（MAFF）及び地方開発省（MRD）である。MIME は州都などにおける都市給水の責任を有するがプノンペンについてはプノンペン水道公社（PWSA）が行っている。MAFF は、かんがいを目的とした地表水及び地下水の開発を実施している。

地方農村の給水は MRD の主要な事業であり地方給水局（DRWS）が担当している。1993 年以前は保健省（MOH）傘下の中央給水基地（Central Water Base：CWB）が UNICEF の支援のもとで地方給水を実施していたが、MRD の設立に伴いスタッフと資機材は DRWS に移管された。

DRWS は総務部、供給・財務部、設計・計画部、飲料水部、小規模かんがい部の 5 部からなり、スタッフの総数は 120 名である（図 3.2）。DRWS の職務は次の通りである。

- 地方給水の全体計画、設計及び調整（資機材の輸送、保管、各州への分配を含む）
- 村落の要請に基づく管井掘削
- 給水施設の設計及び建設に関する技術訓練

職員の大部分は技術部門に所属し井戸掘削、ハンドポンプの設置及び修理を行っている。DRWS の保有する掘削機は 18 台あるが、それらの大半は各州地方開発部の地方給水課に貸与している。

各州地方開発部（PDRD）は、総務・財務・計画課、地方給水課、プライマリーヘルスケア課、村落開発課、地方経済課の 5 課からなり、120～160 人のスタッフをかかえる（図 3.3）。このうち地方給水課は 15～30 人である。上述のように DRWS からリースした掘削機材を使用して井戸掘削を行うが、ハンドポンプのスペアパーツは常時保管されていない。

3.3.2　地方給水予算

MRD の 1996 年総支出は 4,744 百万リエルで、そのうち 3,165 百万リエルは外国援助による資本支出で、1,579 百万リエルが経常支出である。その約 23 %の 353 百万リエルは職員の給与に充てられ、80 %弱の 1,169 百万リエルは機材及び管理運営費である（表 3.3）。

一方、DRWS の 1996 年 12 月における人件費予算は一人平均 40,833 リエル/月（約 16 米ドル）に過ぎず、UNICEF から文房具や機材修理費の補給を受けてはいるが、外国援助なしで独自のプロジェクトを実施することは不可能な状態である（表 3.4）。

DRWS は村落からの要請により管井を掘削する際には村民から 1 所帯当たり 3,000 リエル程度、50 所帯で 150,000 リエルを徴収する。井戸ケーシングとハンドポンプは UNICEF に供与されているので、徴収した費用の大半は掘削機の運転費用とスタッフの日当に充当している。

3.3.3　地方給水の達成度

カンボディアの地方給水事業は、1983 年から、UNICEF が Clean Water Supply Program を開始し本格化した。井戸工事は UNICEF からインストラクターを派遣し保健省の職員と各州の保健衛生局の職員が実施した。この組織は 1987 年に前述の中央給水基地（Central Water Base：CWB)となり、15 州を対象に 1993 年までに 7,172 本のボーリングを実施した。

1994 年に CWB は MRD へ移管され、DRWS が UNICEF より供与された機材をもとに、事業を実施している。DRWS によると 1995 年末までに全国で掘削された井戸の総数は 12,267 本である（プノンペンとシハヌークビルを除く）。このうち 10,185 本は MRD／UNICEF により、残りの 2,082 本は NGO その他の機関により掘削された（表 3.5）。

MRD は井戸 1 本当たりの給水人口を 180 人に設定しているため、全国給水人口は約 220 万人、給水率は 25 %に達していると推定される。しかしながら、これらの井戸の約 30 %はすでに故障のため使用されていないとも云われる。

3.3.4 地方給水 5 ヶ年計画

MRD は 2000 年の推定地方人口 6.8 百万の 65 %に対して清浄な水を供給することを目標とした地方給水 5 ヶ年計画（1996～2000 年）を策定している。この計画は、手掘り浅井戸、手掘り－機械掘りの複合井戸、ハンドポンプ付き浅井戸、ハンドポンプ付き深井戸及び重力式パイプ配水施設など 5 種類の水源を、5 ヶ年間で 39,000 箇所において建設することを計画している。この計画に必要な資金は 36 百万米ドル（毎年約 7.2 百万米ドル）と見積もられているが、社会経済開発 5 ヶ年計画（FSEDP）によれば、この建設資金は、カンボディア政府や国際機関、NGO などマルチプルな資金ソースに拠るべきとしている。また、対象となる農村は労働力と材料を提供することとしている。しかしながら、1999 年現在、上記の目標達成は困難とみられ、MRD は計画達成年次を 2003 年まで延期している。

3.4 衛生・保健状況

国民の衛生・保健状況は 1980 年代に入ってから、UNICEF をはじめとした各国 NGO による人的・技術的援助が進み、医薬品、機材の供給や病院・保健所の改修が行われたため、平均寿命や死亡率の点で改善が見られ、栄養状態も改良されつつある。しかし、まだ全国的に見て、安全で清潔な水の供給が進んでいないため、国民の衛生・保健状況は劣悪な環境にある。

給水施設のない村落では、飲料水は、雨期の間は、瓶に溜めた雨水に依存している。また、乾期には保護工のない浅井戸や川、溜め池等を利用している。家屋には便所がなく、適切な排水設備もないので、これらの水源は人や家畜により汚染されている。このような環境は、特に児童の健康に影響し多くの疾病の原因になっている。特に児童の疾病原因の第一は下痢である。この他、多様な水因性疾患や、デング熱、皮膚病、眼病、寄生虫感染症等が発生している。

表 3.1　　１９９８年における州別人口

No.	Name of the Province	House-holds	Family Size	Male	Female	Total	Area (km2)	Density
1	Banteay Meanchey	111,866	5.2	283,242	294,058	577,300	6,679	86
2	Battambang	148,315	5.3	388,338	403,620	791,958	11,702	68
3	Kompong Cham	313,019	5.1	775,329	832,584	1,607,913	9,799	164
4	Kompong Chhaing	82,452	5.1	197,299	219,700	416,999	5,521	76
5	Kompong Speu	115,576	5.2	287,299	310,802	598,101	7,017	85
6	Kompong Thom	106,835	5.3	272,676	295,778	568,454	13,814	41
7	Kompot	104,920	5.0	252,818	275,086	527,904	4,873	108
8	Kandal	205,992	5.2	515,809	557,777	1,073,586	3,568	301
9	Koh Kong	24,962	5.3	67,629	64,283	131,912	11,160	12
10	Kratie	49,297	5.3	130,021	132,924	262,945	11,094	24
11	Mondol Kiri	5,673	5.7	16,367	16,025	32,392	14,288	2
12	Phnom Penh	173,232	5.8	481,385	516,601	997,986	290	3,441
13	Preath Vichear	21,481	5.5	59,232	59,928	119,160	13,788	9
14	Prey Veng	194,019	4.9	445,139	499,990	945,129	4,883	194
15	Pursat	68,206	5.3	172,945	187,346	360,291	12,692	28
16	Ratana Kiri	16,754	5.6	46,399	47,789	94,188	10,782	9
17	Siem Reap	127,086	5.5	336,740	358,745	695,485	10,299	68
18	Kompong Som	28,013	5.5	76,858	78,518	155,376	868	179
19	Stung Treng	14,304	5.7	40,115	40,863	80,978	11,092	7
20	Svay Rieng	98,219	4.9	225,094	253,005	478,099	2,966	161
21	Ta Keo	154,971	5.1	377,037	412,673	789,710	3,563	222
22	Oodar Meanchey	12,563	5.5	35,027	33,809	68,836	6,158	11
23	Kep City	5,367	5.3	14,046	14,631	28,677	336	85
24	Pailin City	4,116	5.6	12,360	10,484	22,844	803	28
	Tonle Sap Lake						3,000	
Total		2,187,238	5.2	5,509,204	5,917,019	11,426,223	181,035	63

Source: Genral Population Census of Cambodia 1998

表 3.3　　地方開発省予算 (1/2)

	1996	1997	1998
Budget (Million Riel)			
Current Expenditure	2,198	1,579	1,310
Capital Expenditure (Foreign aid)	29	3,165	n.a.
Total	2,227	4,744	n.a.

Note: 1998 figure is tentative. Budget for capital expenditure is not yet determined.

表 3.4　　地方開発省予算 (2/2)

Expenses	In million Riels	Percentage	In US$
Salary and compensation			
Salary, compensation, and benefit of officials and staff	353	22%	141,200
Salary for temporary worker	7	0%	2,800
Payment for Cntractor	0	0%	0
Sub-Total	360	23%	144,000
Administrative expenses			
Expense on equipment and administrative management	931,9	59%	372,760
Travel expense	237.2	15%	94,880
	1169.1	74%	467,640
Public work			
Intervention in socio-culture sector			
Direct intervention	40	3%	16,000
Indirect intervention (assist village and community)	10	1%	4,000
Sub-Total	50	3%	20,000
Grand Total	1579.1	100%	631,640

Source : Ministry of Rural Development

表 3.5　　地方給水局の予算

	1996	1998
Number of personnel at DRWS	120	130
Total budget for personnel payroll (per month)	4,900,000	5,301,331
Average Salary per month	40,833	40,779
Exchange Rate	2,500	3,800
Average Salary per month	16	11

Note:
(1) UNICEF is providing some office expense for stationary and repair of office equipment.
(2) Due to low level of monthly salary, most of personnel are actively seeking secondary jobs.

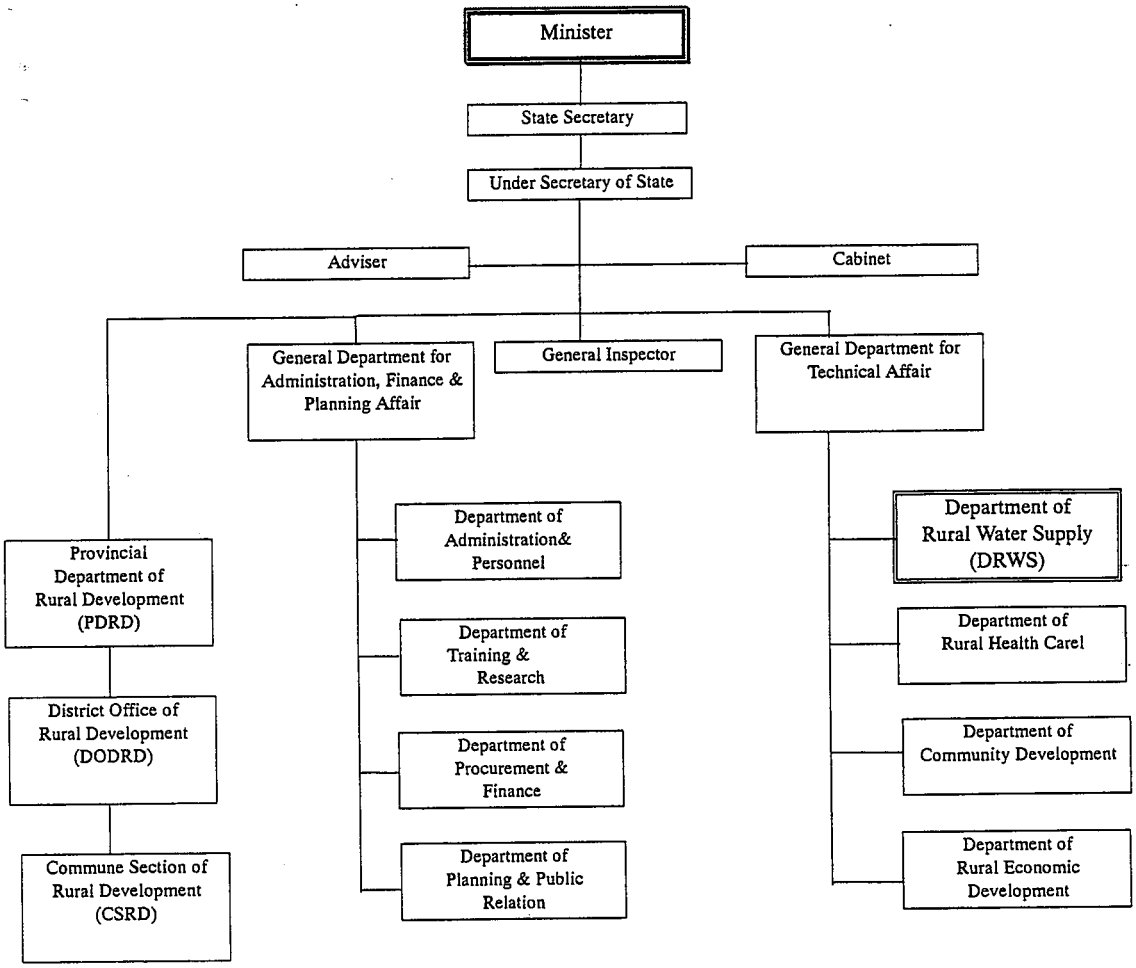
表 3.6　　各州の管井掘削状況（1995年）

	Province	UNICEF / MRD	Others	Total	Assumed number of User/ well	Population served	Rural Population (Estimate)	Coverage Rate %
1	Banteay Meanchey	83	348	431	180	77,580	389,095	20%
2	Battambang	488	315	803	180	144,540	448,650	32%
3	Kampot	551	86	637	180	114,660	468,717	24%
4	Kandal	1,896	171	2,067	180	372,060	904,103	41%
5	Koh Kong	4	0	4	180	720	27,445	3%
6	Kg. Cham	927	0	927	180	166,860	1,455,617	11%
7	Kg. Chhnang	923	0	923	180	166,140	280,115	59%
8	Kg. Speu	1,090	30	1,120	180	201,600	445,759	45%
9	Kg. Thom	4	0	4	180	720	467,760	0%
10	Kratie	35	281	316	180	56,880	151,108	38%
11	Mondulkiri	0	0	0	180	0	15,401	0%
12	Phnom Penh	1,043	0	1,043	180	187,740	0	NA
13	Preah Vichear	20	0	20	180	3,600	80,681	4%
14	Prey Veng	903	199	1,102	180	198,360	890,586	22%
15	Pursat	140	350	490	180	88,200	202,961	43%
16	Ratanakiri	4	0	4	180	720	55,547	1%
17	Siem Reap	253	50	303	180	54,450	565,018	10%
18	Sihanuuk Ville	79	0	79	180	14,220	0	NA
19	Stueng Traeng	0	52	52	180	9,360	38,894	24%
20	Svay Rieng	382	170	552	180	99,360	391,127	25%
21	Takeo	1,360	30	1,390	180	250,200	710,961	35%
	Total	10,185	2,082	12,267	180	2,208,060	7,989,545	25%

Note: Total % excluding Phnom Penh and Sihanouk Ville

Source: DRWS, MRD

Structure of Ministry of Rural Development



Source: MRD/DRWS

図 3.1 地方開発省組織図

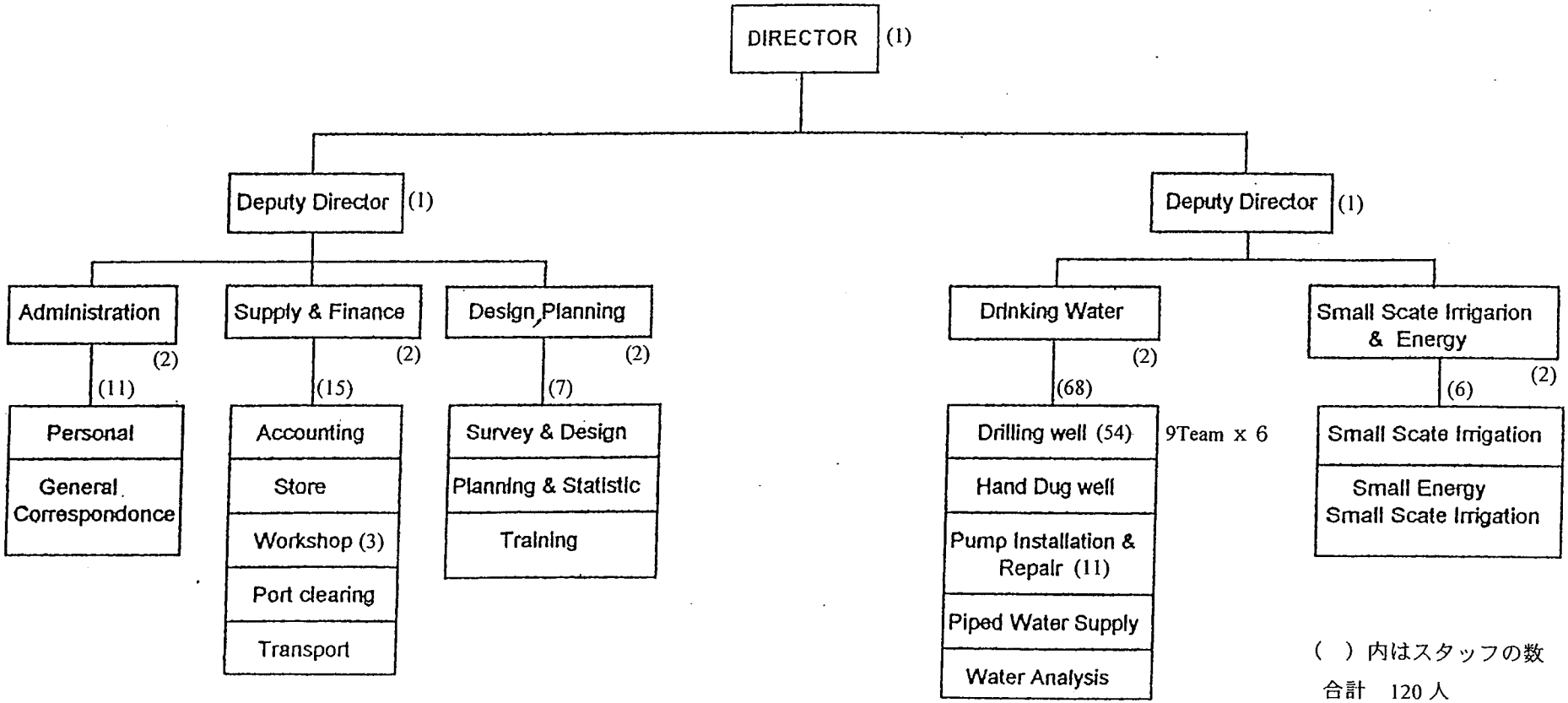


図 3.2　　地方給水局の組織

Structure of
Provincial Department of Rural Development
(PDRD)

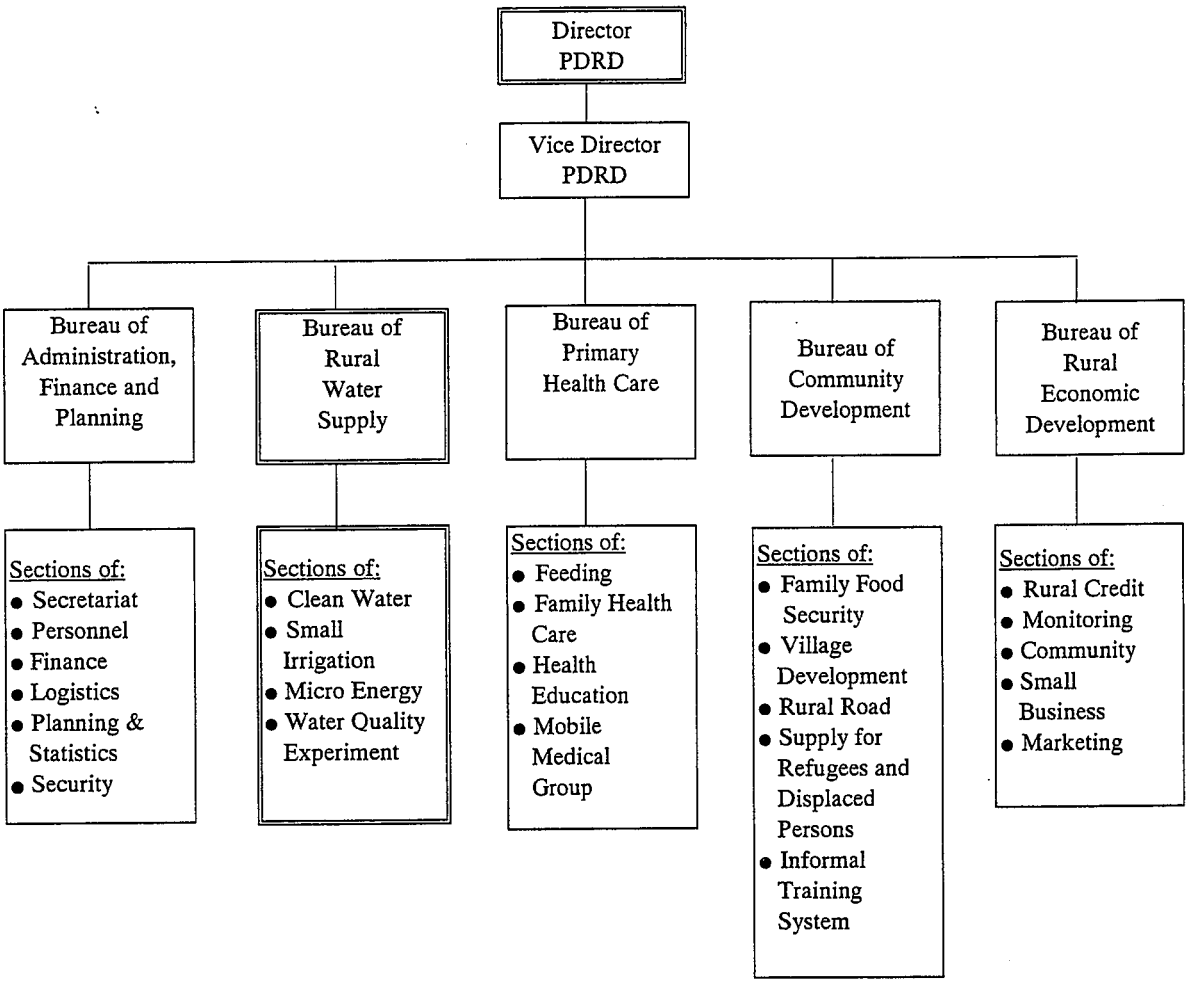


図 3.3　　地方開発部組織図

第 4 章　地下水調査

第4章　地下水調査

4.1 水文地質

4.1.1 水文地質状況

調査対象地域の水文地質は基盤岩と第四紀堆積物により特徴付けられる。第四紀層は沖積層と洪積層からなる。沖積層はメコン川、バサック川沿いの低地に分布する。また、洪積層は両岸の段丘・台地に分布している。メコン川－バサック川の東側ではこれら第四紀層が厚く分布するが西側では薄く、基盤岩が浅く分布している（図 4.1）。

(1) **調査地域西側**

コンポンスプー州の西部とタケオ州の一部には主に石炭紀から三畳紀の砂岩とスレートなどの基盤岩が分布する。また、コンポンスプー州の北西部には花崗岩が広く分布する。第四紀堆積物は粘土、砂、砂礫からなり層厚は場所により変化する。地下水はこれらの第四紀堆積物の砂、砂礫層と基盤岩の風化部、亀裂部に賦存する。

(2) **調査地域東側**

プレーベン州には花崗岩の孤立山地があるが、他の地域は平坦で基盤岩は分布していない。試掘結果では基盤岩に到達していないので、第四紀層の層厚は 160 m 以上に達すると推定される。第四紀層は、砂、粘土、シルト、砂礫層からなり、多層帯水層系を構成している。これらの帯水層は被圧または準被圧地下水を賦存する。

4.1.2 水文地質単元と構造

(1) **水文地質単元**

調査地域の水文地質単元を区分すると次表に示す通りである。

表 4.1　調査地域の水文地質単元

地質地代		地質	水文地質単元	備考
第四紀	完新世	沖積堆積物	主に難透水層	
		旧河川堆積物	主に難透水層	
		沖積谷底堆積物	主に難透水層	
		氾濫原堆積物	帯水層/難透水層	
	更新世	段丘・台地堆積物	帯水層/半透水層	“古沖積層”
		高位段丘堆積物	帯水層/半透水層	
		台地玄武岩	帯水層（？）	試掘井戸なし
第三紀	鮮新世			
中生代～先カンブリア紀		火山性堆積物 花崗岩 堆積岩 変成岩	帯水層	風化岩 亀裂岩
			不透水層	新鮮岩

(2) **水文地質構造**

試掘井の掘削は 26 箇所で行った。試掘位置は図 4.2 に、また各試掘井の内容は表 4.2 に示した。このうちコンポンスプー州で掘削した 2 本の試掘井戸は空井戸であった。図 4.3 及び 4.4 に調査地域東側と西側における井戸柱状図の代表例を示す。

これらの試掘結果及び電気探査結果に基づき基盤岩の推定深度分布図を描くと図 4.2 の通りである。試掘結果によると西側地域のプノンペンでは基盤岩深度は 9～76 m、タケオ州では 12～36 m であった。しかし、コンポンスプー州では 1～30 mで、山間盆地では 60～84 m の深い地域も見られる。一方、カンダール州南部のバサック川沿い及びメコン川東岸では 160 m 以上で、試掘井は基盤岩に到達していない。

4.1.3 帯水層の能力

試掘井戸 24 井についてそれぞれ、透水係数、貯留係数、比湧出量等の帯水層定数を求めるため揚水試験を行った。図 4.5 は各地層毎の透水量係数の分布を示している。基盤岩類の砂岩、頁岩の平均値は 10 m^2/day 以下であるのに対し、第四紀層は平均 605 m^2/day を示し、帯水層としては基盤岩類よりも数十倍から百倍以上も優秀であることが分かる。

また、地下水開発の直接の目安となる比湧出量（水位降下 1 m 当たりの揚水量）の分布は図 4.6 に示す。この図から分かるように比湧出量は西側の基盤岩帯水層では 0.5～10.0 m^3/day と小さいが、東側の第四紀帯水層では 25～150 m^3/day を示しており、帯水層の能力が高い。

4.2 地下水位の分布

調査地域の浅井戸 102 箇所、複合井戸 68 箇所、管井 11 箇所において地下水位を測定した。図 4.7 は浅井戸の 1997 年 2 月から 3 月の地下水位等高線を示したものである。調査地域の中央部の水位は 3.5 m 以上で局所的に 5 m 以下の深い地域がある。調査地域の西側及び東側の両端に向かい地下水位は浅くなり 2.0～3.0 m を示している。また、複合井戸と管井の地下水位も同様の傾向を示している。

1997 年 2 月から 1997 年 11 月まで 26 箇所の浅井戸及び複合井戸の地下水位を毎月測定した。地下水位の季節変化を見ると 6 月及び 7 月に最低水位を示し、最高水位は 10 月及び 11 月に現れる。図 4.8 にカンダール州、プレーベン州、コンポンスプー州の地下水位変化図を示した。

4.3 地下水の水質

4.3.1 水質の現場測定

既存浅井戸 86 箇所、複合井戸 66 箇所、管井 132 箇所において水温、電気伝導度（EC）、pH 及び酸化還元電位（ORP）を測定した。

(1) **電気伝導度（EC）**

浅井戸、複合井戸、管井ともに電気伝導度はペリアーバン地区、カンダール州、タケオ州の一部、プレーベン州等で 150 mS/m 以上の高い値を示す地域がある。しかし、タケオ州の北西部やスバイリエン州の中央部で値は低く水質は良好である（図 4.9）。

(2) pH

浅井戸と複合井戸の pH 分布は 5～8 まで幅広いが、6 以下の酸性地下水は主にプレーベン州の東北部とスバイリエン州の東北部に分布している。また、タケオ州の西部やコンポンスプー州の一部でも酸性地下水が分布している。

(3) **酸化還元電位（ORP）**

ORP は一般に深さ方向に減少する。浅井戸と複合井戸の ORP は調査地域の縁辺部で +200 mV 以上の高い値を示すが、カンダール州やタケオ州では+50 mV と小さい。複合井戸の ORP 分布は浅井戸と良く似ている。しかし、管井では全般的に負の値を示し地下水が還元環境にあることを示唆している。特にカンダール州では-150 mV 以下の地下水が分布する。また、他の各州でも ORP は負の値を示している。

4.3.2 水質の室内分析

1997 年 5 月から 6 月にかけて既存井戸 54 箇所及び試掘井 24 箇所から採水し室内水質分析を行った。分析結果は表 4.3 に WHO ガイドラインとともに示した。また、ガイドラインの許容基準を超えた項目はカラーで示した。また、試掘井については調査再開後の 1999 年 3 月に採水し室内分析を行った。

(1) **水質組成**

トリリニアーダイアグラムで見ると既存浅井戸、複合井戸、管井の地下水は Na 型（Sodium Type）-HCO_3型（Bicarbonate Type）が多い。しかし、電気伝導度が高い地域では Cl 型（Chloride Type）が見られる。試掘井の地下水も既存井戸のそれと同様の傾向を示すがタケオ州の Ta Vong 村、Prech 村では特に Cl イオン濃度が高い。また、プレーベン州の Prek Ta Sa 村、ペリアーバン地区の Somrong 村は HCO_3型と Cl 型の中間に位置し、他とは違った水質組成を示している（図 4.10）。

Stiff ダイアグラムで見ると浅井戸の地下水はスバイリエン州とプレーベン州では西側地域の地下水より良好であることが明らかである。この傾向は複合井戸や管井でも同様で、東側地域のダイアグラムは面積が小さくカチオン、アニオンともに少ないのに対し、西側のダイアグラムの面積は大きい（図 4.11）。

(2) WHO **ガイドラインとの比較**

既存井戸と試掘井では殆どの井戸の Fe 濃度が WHO ガイドラインの 0.3 mg/ℓを越えている。また Mn もガイドラインの 0.1 mg/ℓを越えるものが多い。また、Na と Cl はペリアーバン地区とタケオ州でガイドラインのそれぞれ 200 mg/ℓ及び 250 mg/ℓを越えるものが多い。同様に TDS（Total Dissolved Solid, 蒸発残留物）も 1,000 mg/ℓを越えるものが多い。このほか SO_4、NO_3、F 等の項目がガイドラインを越える井戸も幾つか見られる。

(3) **試掘井の水質変化の比較**

Fe 濃度は 1997 年分析では 13 箇所のサンプルが WHO ガイドライン値を越えているが、1999 年では 9 箇所に減少した。しかし、スバイリエン州やプレーベン州では Fe 濃度が増加しており、Dok Por 村では 10 mg/ℓを越える大きな値を示した（表 4.4）。

1999 年の分析では、タケオの Preach では Cl 濃度が 1,690～2,132 mg/ℓに増加したが、1997 年分析結果と同じ 4 箇所が WHO ガイドラインを越えている。ごく僅かであるが、ペリアーバン地区の Khvet 村とカンダール州の Angkor Chhey 村の F（フッ素）濃度がガイドラインを越えているが、この 2 箇所については変化が無かった（表 4.5）。

4.4 水収支解析

調査地域の降雨量、蒸発量のデータを基に 1986 年から 1995 年まで 10 年間の水収支を計算した。計算結果によれば地下水涵養量は 315.4 mm（1992 年）から 649.6 mm（1987 年）で、降雨量に占める割合は 28.2～41.9 %である。また年平均涵養量は 448.3 mm で降雨量（1,316 mm）に占める割合は 34.1 %である。

水収支のうち蒸発散量の占める割合も大きく、平均年蒸発散量は 510.9 mm で降雨量の 38.8 %を占めている。また、年平均流出は 102 mm と計算される。

4.5 地下水資源評価

4.5.1 水理地質図

調査地域の地下水賦存状況を表すために水理地質図を作成した（サポーティングレポート付図参照）。水理地質図には地形、地質、基盤岩深度、地下水位、帯水層定数の分布など、地下水の賦存状況を理解するための情報が表現されている。

4.5.2 定量的評価

地下水のポテンシアルは東側のスバイリエン州、プレーベン州で高い。地下水揚水量は電動水中ポンプを使用すれば、1 井当り 1,000 m^3/day 以上が可能である。これに対し、ペリアーバン地区、タケオ州、カンダール州北部、コンポンスプー州の地下水ポテンシャルは東側地域より低く、地下水の揚水量は 1 井当り 10～100 m^3/day 程度である。また、帯水層の地質は東側では砂、砂礫層であり、小規模な管井であればローカルの簡易な手掘り掘削工法でも可能である。しかし、西側では基盤岩の風化部や亀裂部が帯水層になっているので、大型機械による掘削が必要である。

4.5.3 定性的評価

調査地域の地下水の水質は良好とは言えない。WHO のガイドラインを厳密に適用すると多くの既存井戸や試掘井では水処理をしない限り飲料用水に使用できないことになる。既存の浅井戸や複合井戸では SO_4、NO_3 がガイドライン値を越える箇所があり、人為的に汚染されている。浅井戸や複合井戸周辺の衛生環境が悪く、地下水には例外なく大腸菌が検出された。

鉄分はどの井戸でも高いが、フィルターにより処理している井戸は本調査の試掘井以外には

なかった。鉄分濃度にも実用的な限界があり、たとえ WHO ガイドラインを越えるような水であっても飲料用に使用している例が多い。しかし、塩分濃度が高い水は飲料用には使用されていない。鉄分等の水質成分は多くの場合フィルターを通すと良質の水になるが、高塩分濃度の地下水については安価な処理方法はない。

プレーベン州、スバイリエン州では深度 150 m までの深層地下水の鉄分濃度も高く、50～60 m より浅い帯水層の水質と同様であることが分かった。

表 4.2　　試掘井一覧表

No.	Province	District Commune Village	V. No.	UTM-E(m)	UTM-N(m)	Drilling Depth (m)	Well Depth (m)	Screen Depth(s) (m)	Screen Length (m)	Aquifer
1	Phnom Penh	Dangkao Sak Sampov Khvet	56	484926	1266465	55.0	54.0	46.0 - 54.0	8.0	Sandstone
2	Phnom Penh	Mean Chey Stueng Mean Chey Mean Chey	67	488660	1275999	51.0	50.0	34.0 - 46.0	12.0	Weathered sandstone with shale
3	Phnom Penh	Ruessei Keo Khmuonh Somrong	71	484983	1283229	62.0	60.0	26.5 - 30.5 34.5 - 38.5 50.5 - 58.5	16.0	Quaternary and sandstone
4	Svay Rieng	Svay Reing Koy Tra Bek Koy Tra Bek	113	587748	1224037	124.0	120.0	80.0 - 88.0 108.0 - 116.0	16.0	Quaternary
5	Svay Rieng	Rom Doul Thnal Thnong Trapaing Thmor	122	595913	1245674	100.0	96.0	64.0 - 68.0 80.0 - 92.0	16.0	Quaternary
6	Svay Rieng	Ro Meas Hak Chrey Thom Dok Por	139	581674	1266154	130.0	108.0	88.0 - 104.0	16.0	Quaternary
7	Svay Rieng	Chan Trei Prey Koky Cham Kar Leiv	162	618359	1216428	150.0	144.0	104.0 - 108.0 124.0 - 140.0	20.0	Quaternary
8	Svay Rieng	Svay Chrom Cham Bok Toul Khpos	175	574586	1219825	157.0	153.5	136.0 - 148.0	12.0	Quaternary
9	Ta Keo	Doun Keo Roka Krau Preach	181	478603	1212775	59.0	59.0	41.5 - 57.5	16.0	Sandstone
10	Ta Keo	Tram Kak Srae Ro Naong Prey Maok	199	465890	1212780	40.0	40.0	26.5 - 38.5	12.0	Sandstone
11	Ta Keo	Tram Kak Kus Trapaing Thma	209	454635	1210199	52.0	51.5	34.0 - 50.0	16.0	Weathered shale
12	Ta Keo	Prey Kabbas Ban Kam Ta Vong	222	493749	1230039	93.0	93.0	75.0 - 91.0	16.0	Sandstone
13	Ta Keo	Bati Krang Leav Ta Pen	242	471254	1239367	48.0	47.5	22.0 - 34.0 42.0 - 46.0	16.0	Quaternary and sandstone
14	Kandal	Kaoh Thum Prek Thmei Svay Kraom	259	506870	1230577	72.0	60.0	40.0 - 56.0	16.0	Quaternary
15	Kandal	Mukh Kampul Svay Ampear Krang Svay	288	495710	1311424	49.0	49.0	33.0 - 49.0	16.0	Sandstone
16	Kandal	Angsnuol Snao Angkor Chhey	322	475025	1280114	38.0	34.0	14.0 - 30.0	16.0	Quaternary and sandstone
17	Prey Veng	Pea Reang Prey Pnou Ka Kou	367	540495	1284118	127.0	120.0	56.0 - 60.0 68.0 - 76.0 88.0 - 96.0	20.0	Quaternary
18	Prey Veng	Me Sang Prey Khnes Russei Tvear	388	553038	1260510	120.0	120.0	88.0 - 104.0	16.0	Quaternary
19	Prey Veng	Kampong Leav Ta Kao Kok Trom Kha	393	540512	1274163	127.0	126.5	41.0 - 45.0 81.0 - 89.0 121.0 - 125.0	16.0	Quaternary
20	Prey Veng	Ba Phnum Sdau Kaong Prek Phdau	401	552924	1241861	125.0	120.0	92.0 - 104.0	12.0	Quaternary
21	Prey Veng	Peam Ro Neak Loeung Prek Ta Sa	406	531212	1242164	150.0	144.0	72.0 - 80.0 108.0 - 120.0 132.0 - 140.0	28.0	Quaternary
22	Kg. Speu	Samrong Tong Sen Dey Samrong Cheung Phnom	426	454887	1259320	41.0		Abandon		Shale with sandstone
23	Kg. Speu	Samrong Tong Rolaing Chak Sre Kak	429	454500	1265612	34.0	34.0	16.5 - 28.5	12.0	Weathered shale
24	Kg. Speu	Phnom Srouch Taing Sia Kiri Raksmey	454	429542	1260960	24.0	24.0	4.0 - 8.0 12.0 - 24.0	16.0	Sandstone with shale
25	Kg. Speu	Phnom Srouch Treng Trayeung Treng Trayeung II	470	415052	1246371	72.0		Abandon		Quaternary clay with sand
26	Ta Keo	Thamkar Nang Sray		459556	1216675	28.5	28.5	15.0 - 27.0	12.0	Weathered shale

表 4.3 (1)

地下水の水質分布結果一覧表

												LABORATORY TEST																			
												WHO Guideline Values for Drinking Water (mg/L)																			
												200		1.5	0.3	0.1		0.01				250	250	50	1.5			1000			
No.	Well No.	LAB No.	Province	District	Village No	Village Name	UTM-E (m)	UTM-N (m)	Date YY/MM/DD	Well Type	pH	EC (mS/cm)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	NH4 (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	SiO2 (mg/L)	As (mg/L)	CO3 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	CO2 (mg/L)	Cl (mg/L)	SO4 (mg/L)	NO3 (mg/L)	F (mg/L)	T-Hard (mg/L)	N-hard (mg/L)	TDS (mg/L)	Remark
1	123	40258	Kandal	Saang		Kompong Pring	505360	1262924	97/ 05/ 24	combined well	6.93	883	98	33	41	3.2	1.1	1.6	0.00	23	0.000	0	425	80	55	26	33	0.26	381	33	523	
2	105	40252	Kandal	Saang		Toul Krasaing	497608	1263249	97/ 05/ 24	combined well	7.53	510	32	23	48	0.9	0.0	0.50	0.00	38	0.001	0	298	14	8.8	18	1.8	0.55	177	0	318	
3	115	40255	Kandal	Saang		Prek Thmei	504113	1252133	97/ 05/ 24	dug well	7.26	1,170	112	50	92	9.4	0.7	0.39	0.00	24	0.001	0	472	42	134	26	8.4	0.15	486	100	659	
4	130	40260	Kandal	Ang Snoul	313	Snao Keut	475970	1279177	97/ 05/ 24	tub well	8.34	903	2.4	2.1	194	4.0	0.6	0.09	0.00	20	0.002	0	364	3	384	68	0.1	6.63	15	0	841	
5	118	40257	Kandal	Koh Thom		Svay Kraom	506709	1230451	97/ 05/ 24	tub well	7.12	488	30	32	30	3.1	0.6	0.23	0.00	30	0.000	0	281	34	13	0.8	17	0.53	206	0	295	
6	116	40256	Kandal	Koh Thom		Prek Takei	506248	1237343	97/ 05/ 24	tub well	7.24	2,390	103	83	322	5.7	1.7	2.2	0.00	34	0.000	0	631	58	214	520	19	0.42	598	81	1,614	
7	113	40254	Kandal	Saang		Svay Tany	503166	1253664	97/ 05/ 24	tub well	7.72	1,820	123	70	205	3.2	0.0	15	0.50	25	0.000	0	863	26	172	73	10	0.52	596	0	1,122	
8	107	40253	Kandal	Saang		Toul Krasaing	497869	1262763	97/ 05/ 24	tub well	7.67	553	50	30	39	1.0	0.0	0.03	0.01	43	0.000	0	353	12	9.9	7.0	0.2	0.51	248	0	355	
9	98	40251	Kg. Speu	Phnom Srouch	453	Prum Rolok	430752	1260843	97/ 05/ 23	dug well	7.95	886	66	45	78	0.5	0.0	0.65	0.00	42	0.001	0	496	9	55	6.5	1.9	1.12	348	0	541	
10	94	40249	Kg. Speu	Phnom Srouch	470	Treng Trayeng II	414798	1246437	97/ 05/ 23	dug well	5.91	2,330	41	23	381	45	3.4	8.3	0.77	26	0.001	0	66	130	619	24	44	0.61	196	142	1,225	
11	92	40248	Kg. Speu	Samraong	429	Sre Kok	454608	1265572	97/ 05/ 23	dug well	7.01	561	37	18	44	14	0.0	0.06	0.00	34	0.001	0	166	26	62	21	45	0.18	166	30	357	
12	90	40247	Kg. Speu	Samraong	426	Samraong	454838	1259196	97/ 05/ 23	dug well	7.49	968	146	23	39	0.7	0.2	0.18	0.01	31	0.001	0	476	25	88	5.8	0.1	0.41	436	45	569	
13	97	40250	Kg. Speu	Phnom Srouch		Mort Say	431128	1259721	97/ 05/ 23	tub well	7.46	1,330	115	59	106	3.6	0.0	0.46	0.07	38	0.001	0	700	39	92	36	16	1.64	530	0	813	
14	87	40246	Kg. Speu	Samraong		Mohalam Paing I	454891	1259853	97/ 05/ 23	tub well	7.34	1,350	153	64	46	0.5	0.0	0.06	0.05	35	0.001	0	517	38	158	25	66	0.42	646	424	803	
15	128	40259	Kg.Cham	Ba Theay		Taing Kraing	494590	1314255	97/05/29	tub well	7.76	3,430	228	86	200	148	0.9	0.09	1.90	66	0.001	0	579	16	453	372	306	0.74	922	447	2,147	
16	171	40264	Phnom Penh	Dang Kao		Thmei	488246	1271696	97/ 05/ 26	combined well	7.37	693	11	4.3	133	13	2.5	7.4	0.00	34	0.001	0	267	18	53	42	1.5	1.54	44	0	432	
17	141	40261	Phnom Penh	Dang Kao	23	Thlok	480780	1280730	97/ 05/ 26	combined well	7.36	1,670	48	12	288	8.9	0.3	0.04	0.00	128	0.001	0	677	47	195	49	8.6	0.62	171	0	1,072	
18	144	40262	Phnom Penh	Dang Kao		Khmer Leu	480646	1281370	97/ 05/ 26	dug well	6.63	942	42	5.3	108	25	0.2	1.6	0.11	139	0.001	0	92	35	230	14	2.0	0.19	127	0	613	
19	174	40265	Phnom Penh	Dang Kao		Cheung Ek	489742	1269276	97/ 05/ 26	tub well	7.20	1,130	62	48	127	10	0.6	0.08	0.40	107	0.001	0	577	58	74	46	2.5	0.74	351	0	762	
20	169	40263	Phnom Penh	Dang Kao	54	Kom Reng	484005	1266061	97/ 05/ 26	tub well	7.34	1,510	73	17	216	66	0.5	1.6	0.20	68	0.001	0	651	48	164	46	0.5	0.63	250	0	974	
21	78	40245	Phnom Penh	Mean chey	64	Russei	488118	1274269	97/ 05/ 26	tub well	7.75	1,100	30	28	196	0.4	0.3	0.07	0.01	71	0.001	0	620	18	50	33	17	1.12	192	0	732	
22	279	40277	Prey Veng	Me Sang	388	Russei Tvear	552939	1260562	97/05/19	combined well	7.04	165	8.6	4.0	25	1.6	5.8	0.90	0.00	67	0.000	0	99	14	4.2	5.1	0.6	0.46	38	0	166	
23	261	40276	Prey Veng	Prey Veng		Prey Kla	545935	1284922	97/05/20	combined well	7.02	283	16	11	35	0.9	0.3	0.23	0.00	55	0.002	0	175	27	5.3	0.4	0.1	0.26	85	0	210	
24	227	40272	Prey Veng	Komchay Mear	380	Don Daok(east)	573483	1293128	97/ 05/ 20	combined well	5.97	329	4.2	1.2	53	2.2	0.7	0.41	0.07	11	0.001	0	14	24	94	0.6	0.2	0.00	15	3	174	
25	2	40230	Prey Veng	Ba Phnum	401	Prey Phdau	552861	1241760	97/ 05/ 19	combined well	6.90	215	9.9	4.3	41	2.0	0.8	0.22	0.00	72	0.000	0	132	27	5.7	0.7	1.0	0.38	42	0	202	
26	202	40267	Prey Veng	Peam Ro		Prey Kompenh	539455	1261241	97/ 05/ 19	combined well	5.79	179	6.7	1.8	25	5.3	0.5	0.03	0.00	50	0.000	0	23	60	31	1.2	13	0.09	24	5	145	
27	250	40274	Prey Veng	Kam chay Mear		Tra Bek	559602	1282725	97/05/20	dug well	7.39	522	39	28	44	1.8	0.4	0.25	0.00	41	0.000	0	353	23	8.4	0.5	0.5	0.46	213	0	338	
28	214	40270	Prey Veng	Ba Phnom		Kok Sandek	543258	1251563	97/ 05/ 19	dug well	6.53	622	24	14	74	2.0	0.3	0.67	1.4	57	0.000	0	86	41	134	24	0.4	0.20	121	50	374	
29	253	40275	Prey Veng	Kamchay Mear		Sang ke	553359	1287324	97/05/20	tub well	7.34	419	24	13	53	1.2	0.7	1.8	0.00	36	0.000	0	275	20	6.1	1.2	1.6	0.31	116	0	274	
30	241	40273	Prey Veng	Kamchay Mear		Thnal Keng	571800	1278519	97/05/20	tub well	7.33	478	56	18	25	2.9	0.5	0.3	0.00	42	0.000	0	324	24	5.3	0.8	0.1	0.21	214	0	310	
31	220	40271	Prey Veng	Preah Sdech	409	Kok Sampouv	549334	1230625	97/ 05/ 21	tub well	7.69	1,140	52	43	154	1.4	0.6	0.26	0.00	29	0.000	0	563	18	6.5	180	0.1	0.78	306	0	744	
32	207	40268	Prey Veng	Kampong leav		Hydrology office	536612	1269799	97/ 05/ 20	tub well	7.12	503	34	17	55	3.6	0.5	0.00	0.00	55	0.001	0	301	37	17	2.4	0.3	0.47	154	0	333	
33	189	40266	Prey Veng	Peam Ro	406	Prek Tasar	531272	1242386	97/ 05/ 21	tub well	7.35	293	20	19	21	0.9	0.0	1.1	0.00	46	0.000	0	178	13	9.2	1.6	0.4	0.36	127	0	207	
34	213	40269	Prey Veng	Ba Phnom		Chroul Thmei	543418	1253120	97/ 05/ 19	tub well	7.43	452	30	17	53	1.2	0.1	0.06	0.02	50	0.000	0	290	17	9.2	8.6	0.2	0.42	144	0	313	
35	27	40234	Svay Rieng	Svay Chrom	175	Toul Khpos	575350	1220253	97/05/30	combined well	6.39	188	12	1.0	30	1.9	1.2	1.1	0.04	43	0.001	0	63	41	27	1.8	2.0	0.19	35	0	151	
36	295	40278	Svay Rieng	Svay Teap		Veal	599438	1243464	97/05/21	dug well	4.98	435	5.8	2.3	69	4.0	0.7	0.59	0.17	13	0.000	0	9	144	108	7.0	11	0.22	24	0	225	
37	9	40232	Svay Rieng	Cham Trea	162	Chamkar Leiv	618501	1216837	97 /05 /21	dug well	6.00	143	11	0.8	16	1.5	1.5	2.1	0.01	18	0.000	0	48	77	22	2.2	0.3	0.00	31	0	98	
38	5	40231	Svay Rieng	Rom Duol	120	Trapaing Kret	590174	1242688	97/ 05/ 22	dug well	7.04	324	10	6.7	60	1.1	0.7	0.52	0.01	60	0.000	0	202	29	4.6	6.4	1.2	0.57	52	0	251	
39	314	40282	Svay Rieng	Romeas Hek		Chheu Phleung	583644	1260627	97/05/22	tub well	6.37	149	9.3	6.9	18	2.6	0.1	2.8	0.43	106	0.000	0	87	59	5.7	1.4	0.3	0.20	52	0	196	

表 4.3 (2)

地下水の水質分布結果一覧表

No.	Well No.	LAB No.	Province	District	Village No	Village Name	UTM-E (m)	UTM-N (m)	Date YY/MM/DD	Well Type	pH	EC (mS/cm)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	NH4 (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	SiO2 (mg/L)	As (mg/L)	CO3 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	CO2 (mg/L)	Cl (mg/L)	SO4 (mg/L)	NO3 (mg/L)	F (mg/L)	T-Hard (mg/L)	N-hard (mg/L)	TDS (mg/L)	Remark
WHO Guideline Values for Drinking Water (mg/L)															200		1.5	0.3	0.1		0.01				250	250	50	1.5			1000	
40	307	40281	Svay Rieng	Romeas Hek		Chan Trei	579422	1247514	97/05/22	tub well	7.05	334	16	12	46	2.2	0.1	1.6	0.00	45	0.000	0	209	30	5.7	1.5	0.6	0.34	91	0	234	
41	298	40280	Svay Rieng	Svay Rieng		Andong Tasei	586634	1227283	97/05/22	tub well	7.14	386	23	11	51	3.7	3.1	5.5	0.53	44	0.001	0	224	26	12	10	0.3	0.28	103	0	272	
42	296	40279	Svay Rieng	Svay Teap		Veal	599438	1243464	97/05/21	tub well	6.36	86	3.8	2.9	16	3.2	0.0	1.2	0.00	54	0.001	0	52	36	3.1	1.4	0.2	0.19	22	0	112	
43	31	40235	Svay Rieng	Svay Chrom	179	Toul Tres	575396	1222860	97/05/21	tub well	6.67	329	14	12	44	2.0	0.5	1.1	0.02	65	0.001	0	143	49	4.5	45	0.4	0.30	85	0	259	
44	16	40233	Svay Rieng	Cham Trea	159	Ta Deiv	623360	1212062	97/ 05 /21	tub well	6.17	892	14	17	129	4.8	0.9	0.13	0.90	67	0.001	0	77	83	217	33	0.0	0.18	105	42	534	
45	40	40237	Ta Keo	Prey Kabbas	219	Pech Changva	494064	1227952	97/ 05/ 27	combined well	6.87	4,280	163	160	435	9.9	1.3	1.2	0.97	67	0.001	0	353	76	1,210	40	0.6	0.45	1,070	777	2,260	
46	59	40239	Ta Keo	Treang	234	Trapaing Slar	484970	1206797	97/ 05/ 28	dug well	7.31	1,560	44	37	221	3.3	0.0	2.5	0.01	56	0.004	0	307	24	343	13	1.0	0.32	264	12	872	
47	76	40244	Ta Keo	Bati	255	Prey Moul	489181	1246368	97/ 05/ 27	dug well	7.70	730	49	20	97	0.5	0.2	0.13	0.01	45	0.001	0	476	15	9.9	5.3	2.9	1.13	206	0	465	
48	74	40243	Ta Keo	Samraong	191	Srei Chey	469680	1225837	97/ 05/ 27	dug well	5.87	172	3	0.7	28	2.5	0.8	0.54	0.03	47	0.000	0	24	52	39	1.3	2.0	0.08	10	0	136	
49	73	40242	Ta Keo	Samraong	193	Boeng Tranh	471978	1225745	97/ 05/ 27	tub well	6.13	198	9.4	2.2	28	4.4	1.9	17	0.44	25	0.000	0	57	68	32	1.8	0.2	0.12	32	0	140	
50	66	40241	Ta Keo	Treang	231	Samraong	474101	1201558	97/ 05/ 28	tub well	6.79	1,540	84	34	147	59	0.0	1.5	2.0	108	0.001	0	235	61	292	110	6.4	0.44	348	155	960	
51	63	40240	Ta Keo	Treang		Prey Tube	482545	1211150	97/ 05/ 28	tub well	6.78	3,080	48	64	478	9.9	0.0	1.9	0.32	52	0.000	0	238	63	850	21	0.3	0.27	384	189	1,643	
52	47	40238	Ta Keo	Prey Kabbas	223	Dang Het	490157	1230917	97/ 05/ 27	tub well	7.06	1,690	61	55	196	4.0	0.4	7.2	0.39	55	0.000	0	238	33	395	28	0.4	0.35	377	182	920	
53	45	40283	Ta Keo	Prey Kabbas		Kok Kanhchab	491414	1228984	97/ 05/ 27	tub well	6.63	2,930	162	123	221	83	7.1	13	0.65	7.4	0.000	0	181	68	1,265	0.0	2.4	1.90	908	760	1,989	
54	39	40236	Ta Keo	Doun Keo		PDRD Office	475035	1214127	97/ 05/ 28	tub well	7.48	1,040	28	7.1	198	2.6	0.6	1.2	0.01	53	0.003	0	453	24	68	110	0.1	0.59	99	0	692	
55	BH-056	40303	Phnom Penh	Dangkao	56	Khvet	484926	1266465	97/06/10	Test Well	7.88	1,200	23	11	288	2.1	0.5	0.28	0.00	32	0.000	0	631	13	48	76	0.2	2.33	104	0	794	
56	BH-067	40336	Phnom Penh	Mean Chey	67	Mean Chey	488660	1275999	97/06/15	Test Well	7.10	1,420	58	33	225	2.9	0.0	0.05	0.02	38	0.000	0	668	85	97	41	25	0.37	280	0	849	
57	BH-071	40284	Phnom Penh	Ruessei Keo	71	Somrong	484983	1283229	97/05/12	Test Well	7.15	3,700	74	67	625	4.2	0.7	0.09	0.00	27	0.000	0	892	101	455	383	287	1.05	468	0	2343	
58	BH-113	40302	Svay Rieng	Svay Reing	113	Koy Tra Bek	587748	1224037	97/06/09	Test Well	6.36	266	16	11	37	2.6	2.9	4.0	0.45	60	0.000	0	146	102	12	7.0	0.4	0.21	83	0	223	
59	BH-122	40337	Svay Rieng	Rom Doul	122	Trapaing Thmor	595913	1245674	97/06/16	Test Well	6.33	275	23	5.2	28	3.9	0.0	2.7	0.40	50	0.001	0	158	118	3.0	12	0.0	0.26	78	0	207	
60	BH-139	40332	Svay Rieng	Ro Meas Hak	139	Dok Por	581674	1266154		Test Well	6.42	195	16	7.1	16	5.3	1.3	2.5	0.42	40	0.000	0	120	73	3.8	0.2	0.2	0.22	68	0	151	
61	BH-162	40335	Svay Rieng	Chan Trei	162	Cham Kar Leiv	618359	1216428	97/06/12	Test Well	6.44	198	19	5.3	16	7.1	1.5	6.0	0.60	65	0.000	0	118	69	1.5	5.5	0.0	0.24	69	0	183	
62	BH-175	40301	Svay Rieng	Svay Chrom	175	Toul Khpos	574586	1219825	97/06/06	Test Well	6.13	265	15	19	18	2.2	2.3	3.1	0.74	55	0.001	0	129	153	3.1	30	0.2	0.22	120	13	210	
63	BH-181	40334	Ta Keo	Doun Keo	181	Preach	476603	1212775		Test Well	6.93	5,650	480	127	481	13	2.0	1.1	2.8	37	0.000	0	363	68	1,690	59	0.0	0.39	1,720	1,423	3070	
64	BH-199	40285	Ta Keo	Tram Kak	199	Prey Maok	465890	1212780	97/05/24	Test Well	7.25	731	88	25	46	0.0	2.3	0.02	0.02	46	0.000	0	468	42	21	0.6	0.3	0.27	324	0	458	
65	BH-209	40286	Ta Keo	Tram Kak	209	Trapaing Thma	454635	1210199	97/05/24	Test Well	7.22	2,130	74	39	405	2.5	1.4	0.04	0.13	29	0.001	0	987	95	166	193	0.0	0.36	344	0	1395	
66	BH-222	40339	Ta Keo	Prey Kabbas	222	Ta Vong	493749	1230039	97/06/19	Test Well	6.84	6,650	561	212	432	5.7	1.1	0.10	0.84	22	0.000	0	104	24	2,130	46	0.0	0.39	2,270	2,180	3462	
67	BH-242	40290	Ta Keo	Bati	242	Ta Pen	471254	1239367	97/05/21	Test Well	7.40	1,350	21	17	317	6.1	1.1	0.44	0.01	45	0.000	0	932	59	27	0.9	0.2	0.36	122	0	894	
68	BH-259	40287	Kandal	Kaoh Thum	259	Svay Kraom	506870	1230577	97/05/27	Test Well	7.08	713	58	40	46	1.7	1.1	0.07	0.33	43	0.001	0	399	53	39	6.2	0.1	0.64	308	0	432	
69	BH-288	40288	Kandal	Mukh Kampul	288	Krang Svay	495710	1311424	97/05/19	Test Well	7.09	2,550	50	40	612	2.4	1.4	0.02	0.00	52	0.000	0	1,710	222	136	94	0.1	0.54	288	0	1829	
70	BH-322	40289	Kandal	Angsnuol	322	Angkor Chhey	475025	1280114	97/05/26	Test Well	8.18	1,100	6.1	6.5	274	2.4	2.4	0.13	0.00	27	0.000	0	714	8	30	1.1	0.1	2.33	42	0	701	
71	BH-367	40291	Prey Veng	Pea Reang	367	Ka Kou	540495	1284118	97/05/30	Test Well	6.79	445	39	19	44	2.2	1.1	1.0	0.35	55	0.000	0	293	76	8.4	2.1	0.8	0.30	177	0	317	
72	BH-388	40292	Prey Veng	Me Sang	388	Russei Tvear	553038	1260510	97/06/03	Test Well	6.62	325	20	13	46	2.2	1.7	1.4	0.28	59	0.000	0	198	76	9.6	13	0.7	0.27	102	0	263	
73	BH-393	40293	Prey Veng	Kampong Leav	393	Kok Trom Kha	540512	1274163	97/05/30	Test Well	6.75	560	45	24	55	3.1	0.4	0.25	0.55	63	0.000	0	379	108	6.1	2.3	0.2	0.26	210	0	386	
74	BH-401	40333	Prey Veng	Ba Phnum	401	Prek Phdau	552924	1241861		Test Well	7.01	310	13	6.7	51	3.8	1.3	0.88	0.44	68	0.000	0	181	28	9.2	15	0.9	0.43	60	0	258	
75	BH-406	40340	Prey Veng	Peam Ro	406	Prek Ta Sa	531212	1242164	97/06/23	Test Well	6.43	1,280	59	34	150	4.2	0.0	5.2	0.84	65	0.000	0	204	121	272	45	0.0	0.34	289	122	736	
76	BH-429	40294	Kg. Speu	Samrong Tong	429	Sre Kak	454500	1265612	97/05/28	Test Well	6.97	675	90	26	25	2.3	0.8	0.12	0.05	45	0.001	0	373	64	35	7.7	7.2	0.32	330	24	422	
77	BH-454	40338	Kg. Speu	Phnom Srouch	454	Kiri Raksmey	429542	1260960	97/06/17	Test Well	6.81	1,450	150	6.6	106	2.1	0.3	0.49	0.03	43	0.001	0	729	181	135	12	0.5	1.18	644	47	816	
78	BH-25/1	40331	Ta Keo	Thamkar	25/1	Nang Sray	459556	1216675		Test Well	7.49	806	44	21	113	1.2	0.1	2.4	0.47	27	0.000	0	505	26	25	0.6	0.3	0.36	197	0	484	

表 4.4　試掘井における鉄分濃度の変化

Well No.	Province	Village Name	Fe in 1997 (A) (mg/L)*	Fe in 1999 (B) (mg/L)*	(B)-(A) (mg/L)
BH-056	Phnom Penh	Khvet	0.28	0.05	-0.23
BH-067	Phnom Penh	Mean Chey	0.05	0.26	0.21
BH-071	Phnom Penh	Somrong	0.09	0.18	0.09
BH-113	Svay Rieng	Koy Tra Bek	**4.00**	**9.60**	5.60
BH-122	Svay Rieng	Trapaing Thmor	**2.70**	**5.40**	2.70
BH-139	Svay Rieng	Dok Por	**2.50**	**10.00**	7.50
BH-162	Svay Rieng	Cham Kar Leiv	**5.00**	**7.80**	2.80
BH-175	Svay Rieng	Toul Khpos	**3.10**	**2.50**	-0.60
BH-181	Ta Keo	Preach	**1.10**	0.11	-0.99
BH-199	Ta Keo	Prey Maok	0.02	0.01	-0.01
BH-209	Ta Keo	Trapaing Thma	0.04	0.11	0.07
BH-222	Ta Keo	Ta Vong	0.10	**1.00**	0.90
BH-242	Ta Keo	Ta Pen	**0.44**	0.20	-0.24
BH-259	Kandal	Svay Kraom	0.07	0.05	-0.02
BH-288	Kandal	Krang Svay	0.02	0.02	0.00
BH-322	Kandal	Angkor Chhey	0.13	**2.50**	2.37
BH-367	Prey Veng	Ka Kou	**1.00**	0.09	-0.91
BH-388	Prey Veng	Russei Tvear	**1.40**	0.27	-1.13
BH-393	Prey Veng	Kok Trom Kha	0.25	0.07	-0.18
BH-401	Prey Veng	Prek Phdau	**0.88**	**7.60**	6.72
BH-406	Prey Veng	Prek Ta Sa	**5.20**	**4.50**	-0.70
BH-429	Kg. Speu	Sre Kak	0.12	0.02	-0.10
BH-454	Kg. Speu	Kiri Raksmey	**0.49**	0.03	-0.46
BH-25/1	Ta Keo	Nang Sray	**2.40**	0.03	-2.37

*Bold number: more than WHO Guideline value (=0.3 mg/L)

表 4.5　試掘井における塩分濃度の変化

Well No.	Province	Village Name	Cl in 1997 (A) (mg/L)*	Cl in 1999 (B) (mg/L)*	(B)-(A) (mg/L)
BH-056	Phnom Penh	Khvet	48.0	53.0	5.0
BH-067	Phnom Penh	Mean Chey	97.0	91.0	-6.0
BH-071	Phnom Penh	Somrong	**455.0**	**444.0**	-11.0
BH-113	Svay Rieng	Koy Tra Bek	12.0	8.0	-4.0
BH-122	Svay Rieng	Trapaing Thmor	3.0	4.2	1.2
BH-139	Svay Rieng	Dok Por	3.8	1.9	-1.9
BH-162	Svay Rieng	Cham Kar Leiv	1.5	3.1	1.6
BH-175	Svay Rieng	Toul Khpos	3.1	0.8	-2.3
BH-181	Ta Keo	Preach	**1690.0**	**2132.0**	442.0
BH-199	Ta Keo	Prey Maok	21.0	22.0	1.0
BH-209	Ta Keo	Trapaing Thma	166.0	116.0	-50.0
BH-222	Ta Keo	Ta Vong	**2130.0**	**2245.0**	115.0
BH-242	Ta Keo	Ta Pen	27.0	29.0	2.0
BH-259	Kandal	Svay Kraom	39.0	31.0	-8.0
BH-288	Kandal	Krang Svay	136.0	29.0	-107.0
BH-322	Kandal	Angkor Chhey	30.0	22.0	-8.0
BH-367	Prey Veng	Ka Kou	8.4	5.4	-3.0
BH-388	Prey Veng	Russei Tvear	9.6	2.7	-6.9
BH-393	Prey Veng	Kok Trom Kha	6.1	3.1	-3.0
BH-401	Prey Veng	Prek Phdau	9.2	3.1	-6.1
BH-406	Prey Veng	Prek Ta Sa	**272.0**	**261.0**	-11.0
BH-429	Kg. Speu	Sre Kak	35.0	65.0	30.0
BH-454	Kg. Speu	Kiri Raksmey	135.0	222.0	87.0
BH-25/1	Ta Keo	Nang Sray	25.0	22.0	-3.0

*Bold number: more than WHO Guideline value (=250 mg/L)

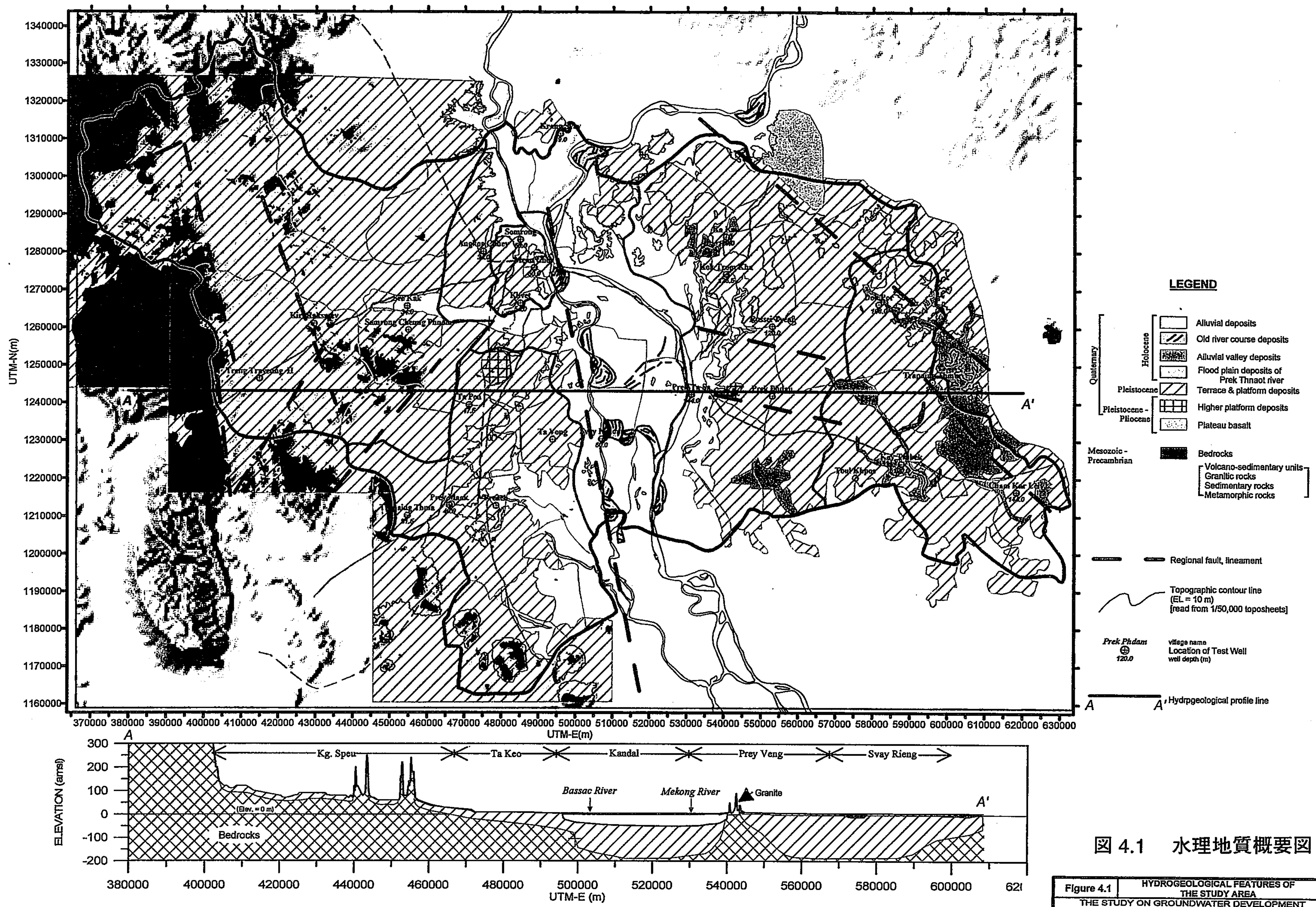


図 4.1　水理地質概要図

Figure 4.1	HYDROGEOLOGICAL FEATURES OF THE STUDY AREA
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	

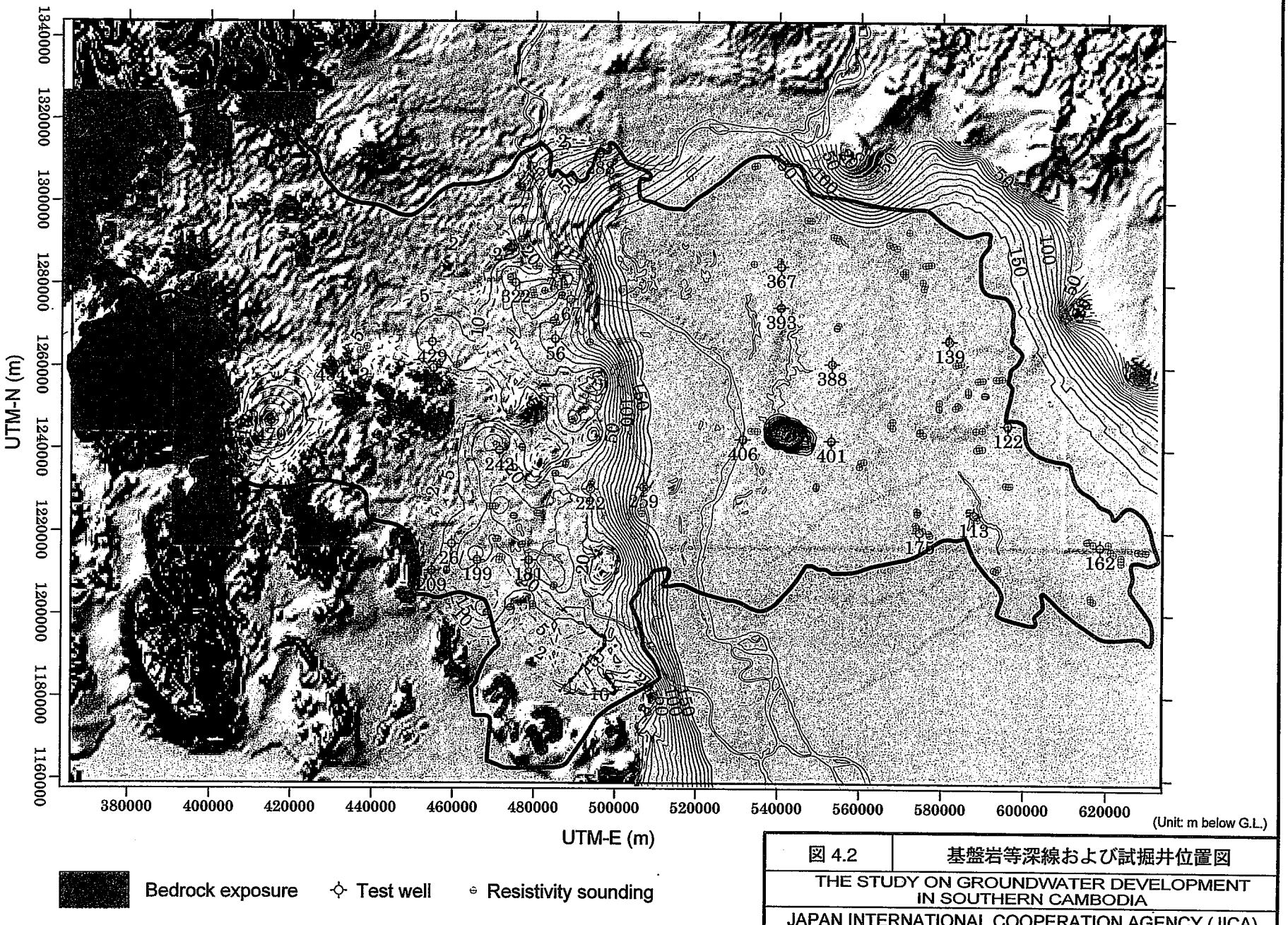


図 4.2	基盤岩等深線および試掘井位置図
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

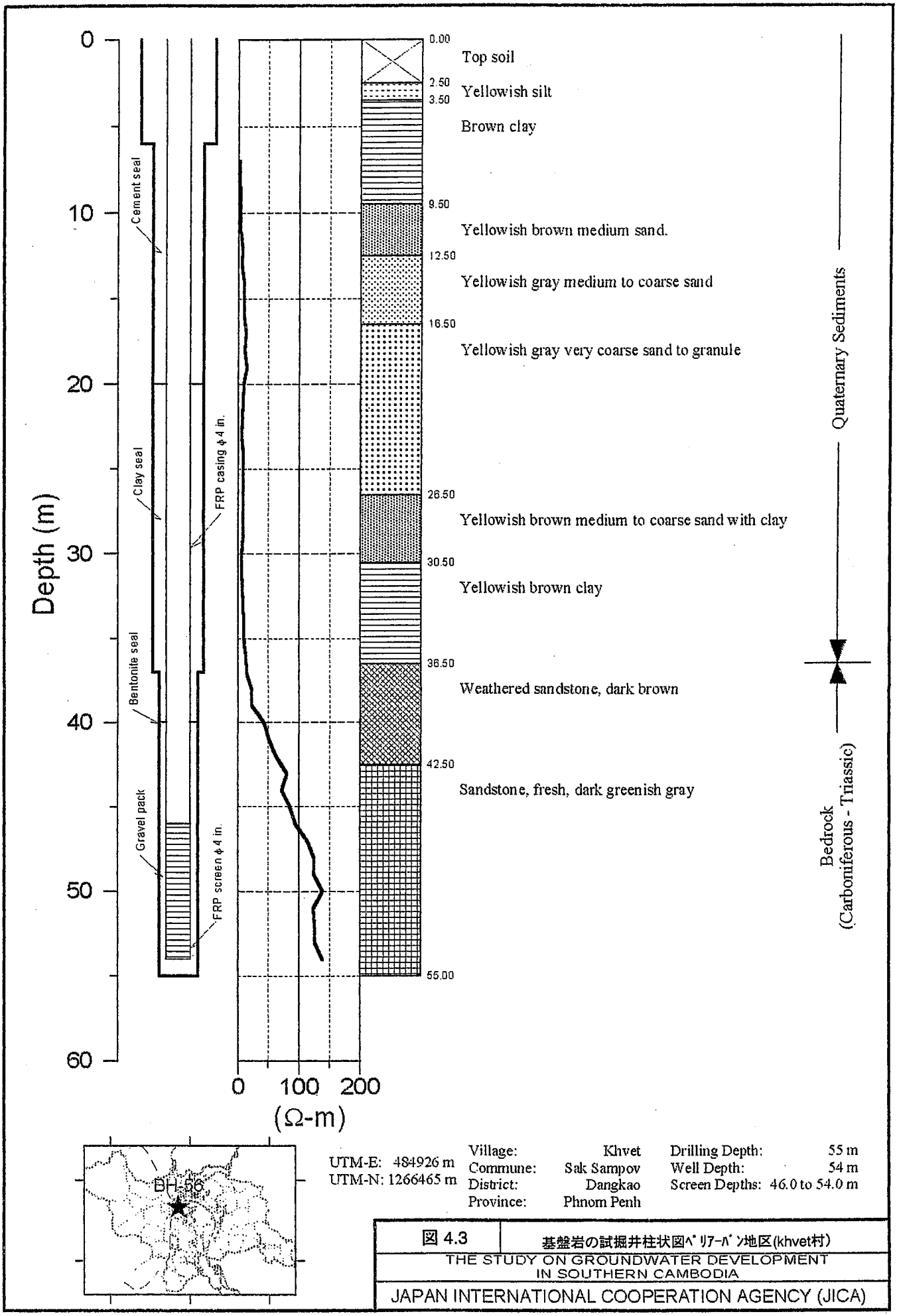
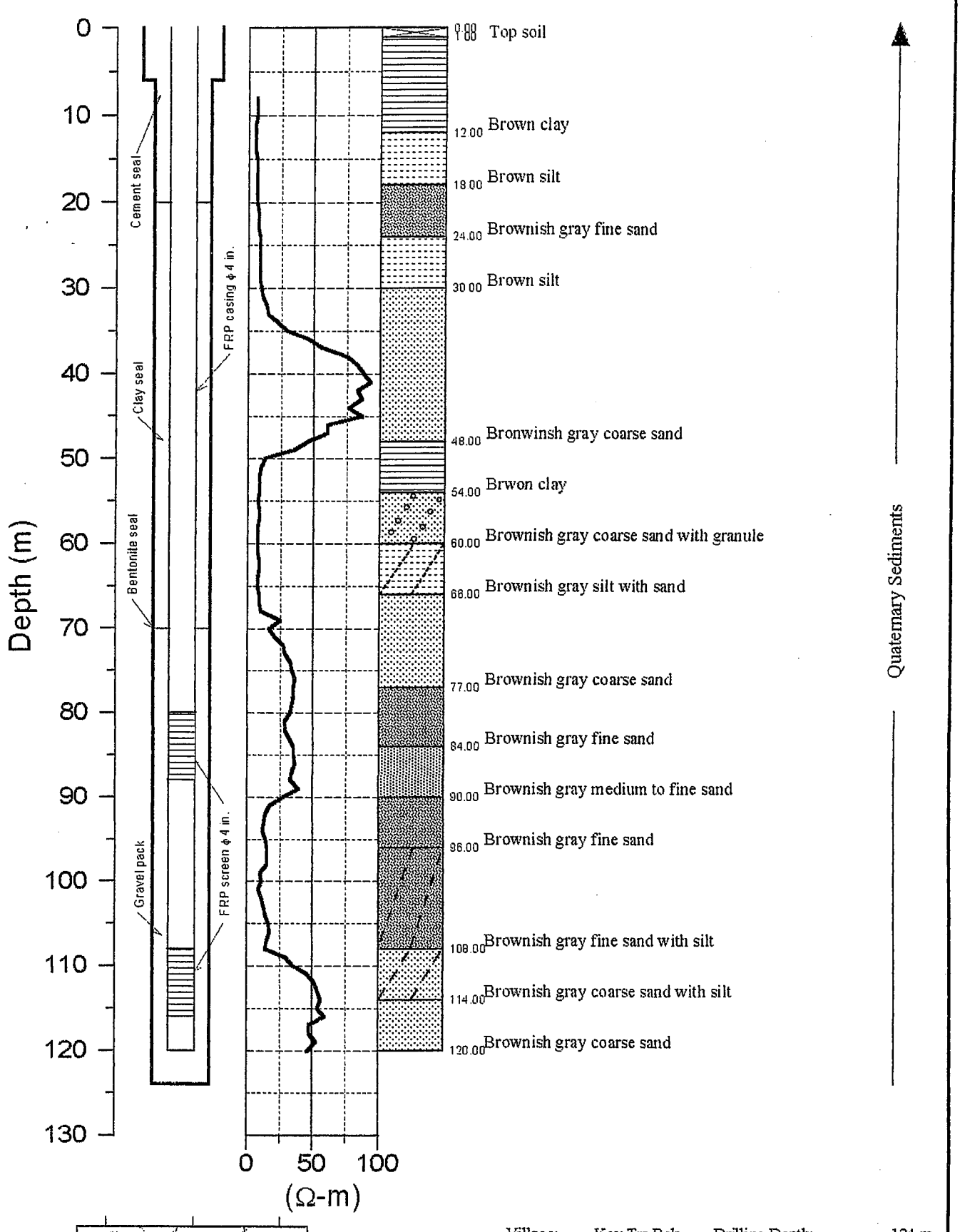
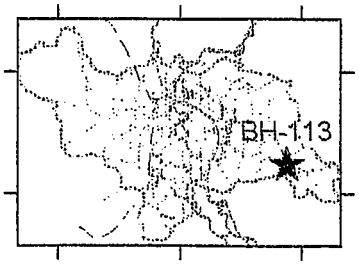


図 4.3 基盤岩の試掘井柱状図ﾍﾟﾘｱｰﾊﾞﾝ地区(khvet村)

THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)





UTM-E: 587748 m
UTM-N: 1224037 m

Village:	Koy Tra Bek	Drilling Depth:	124 m
Commune:	Koy Tra Bek	Well Depth:	120 m
District:	Svay Rieng	Screen Depth(s):	80 to 88 m
Province:	Svay Rieng		108 to 116 m

図 4.4 第四紀層の試掘井柱状図ｽﾜﾞｧｲﾘｴﾝ州(koy tra bek村)

THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

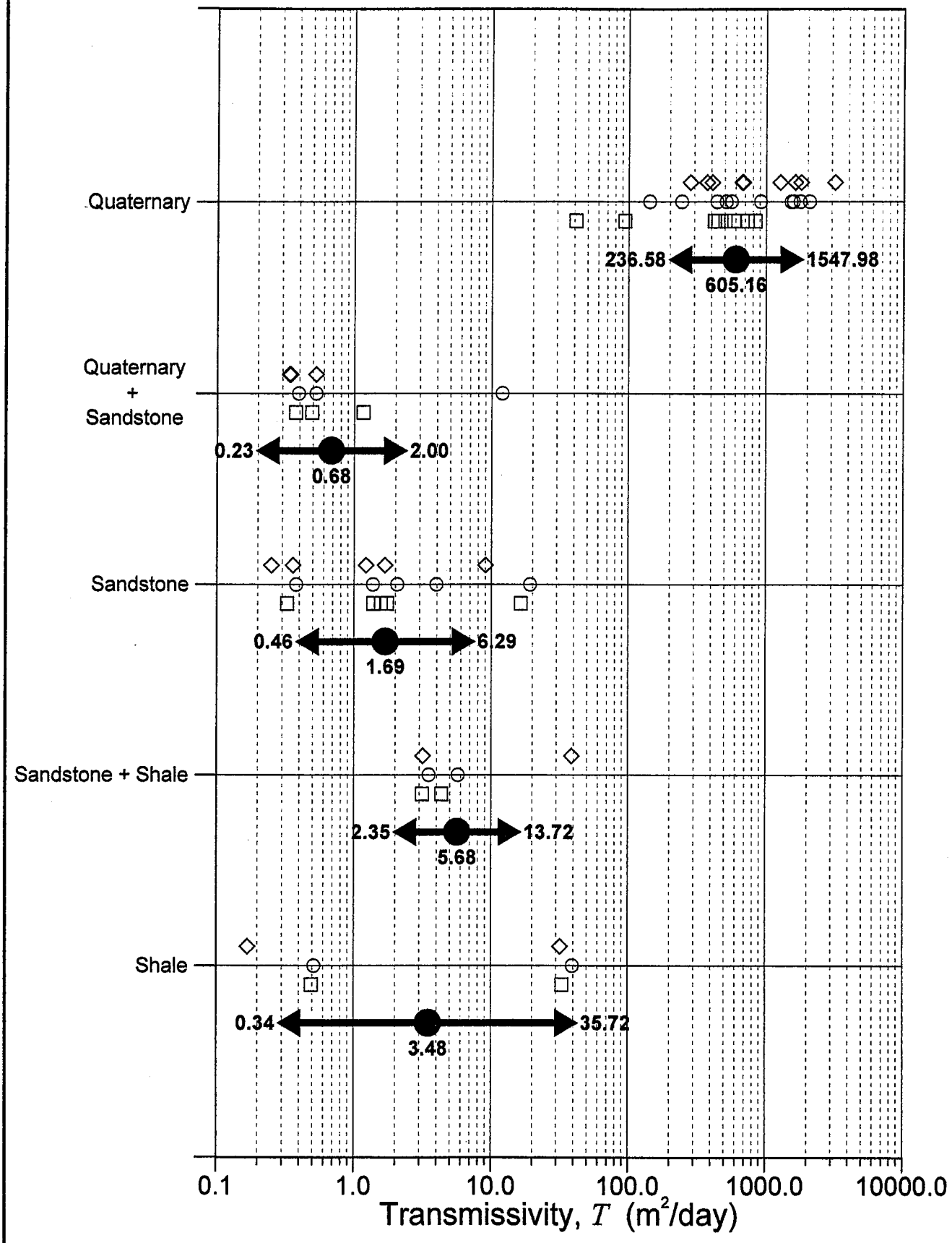


図 4.5	透水量係数の分布
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

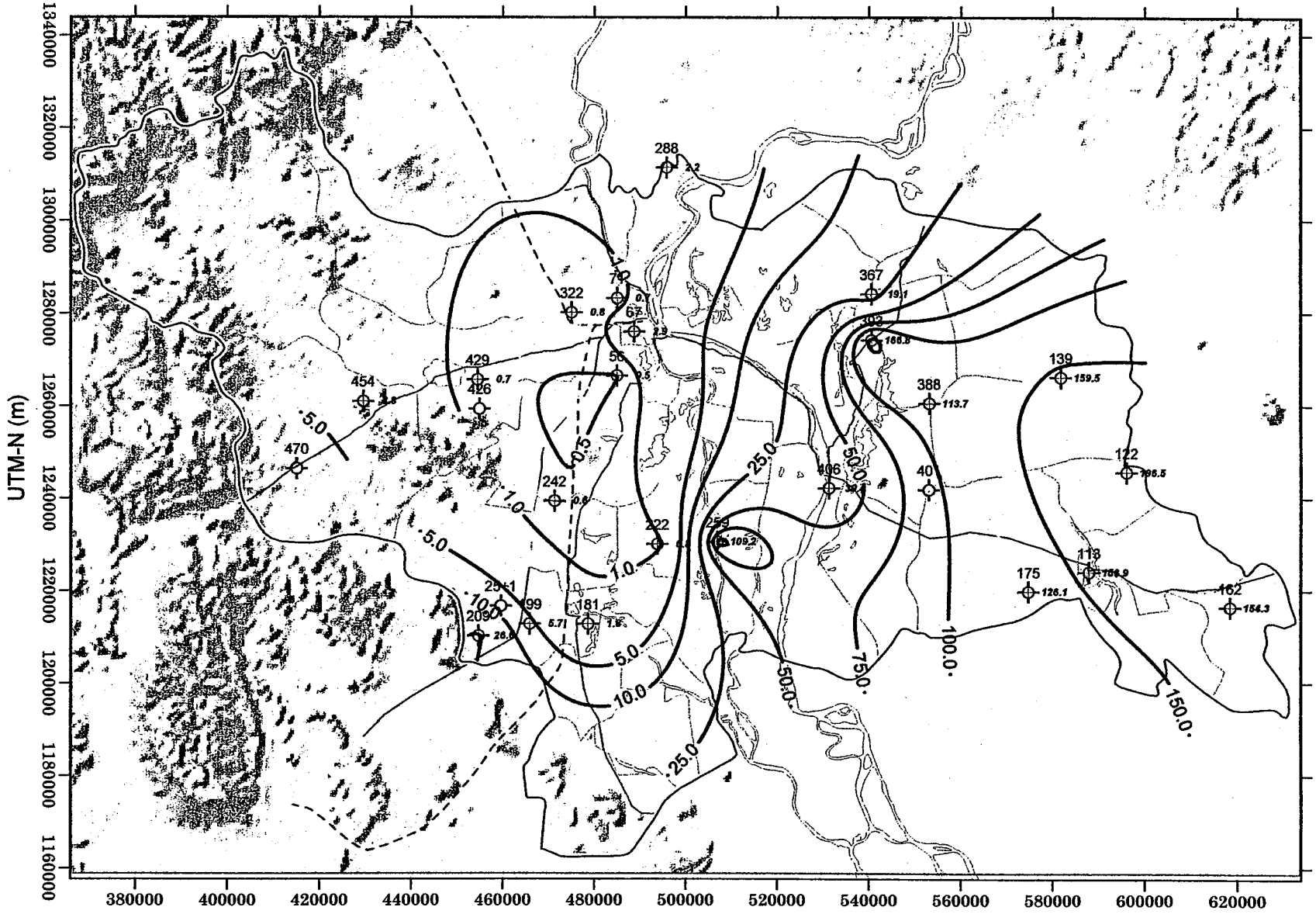


図 4.6	比湧出量分布図
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

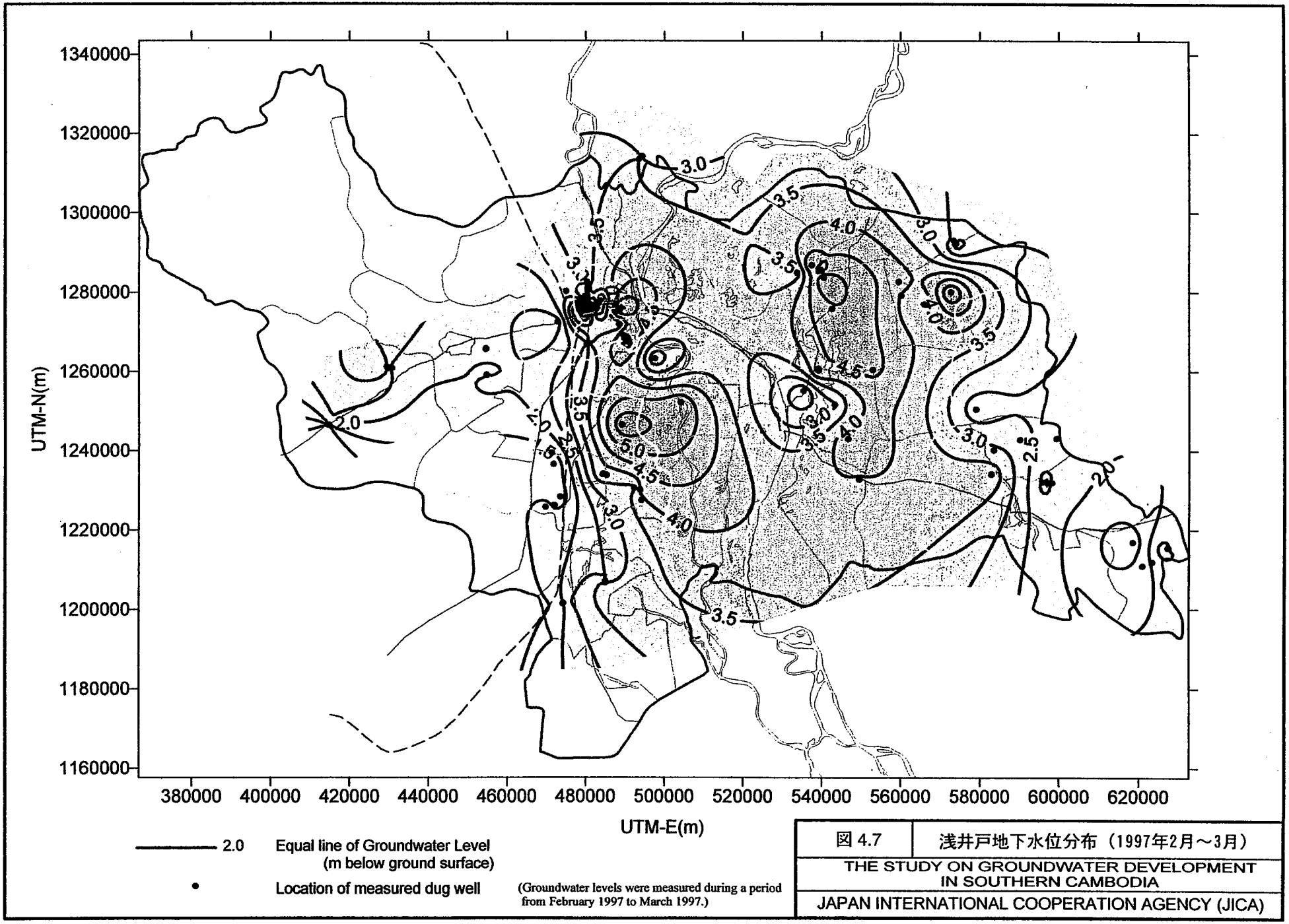
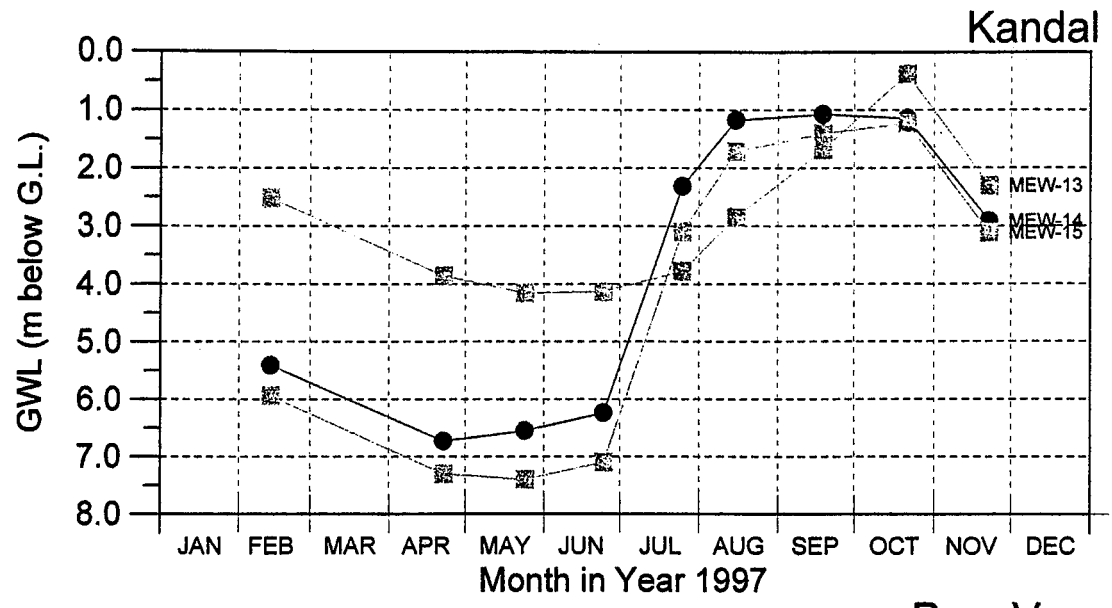
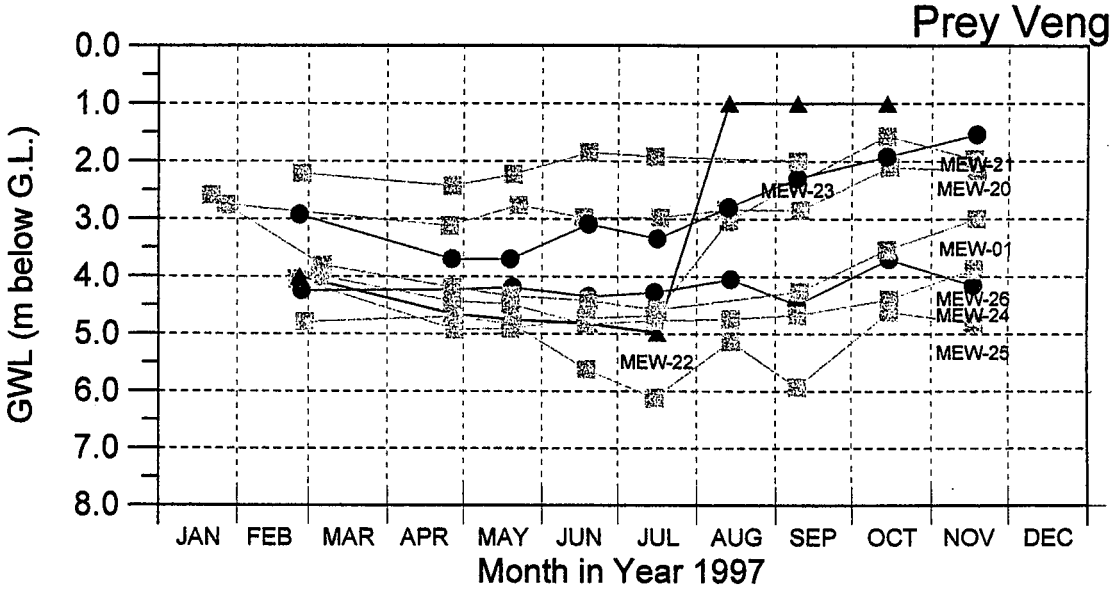
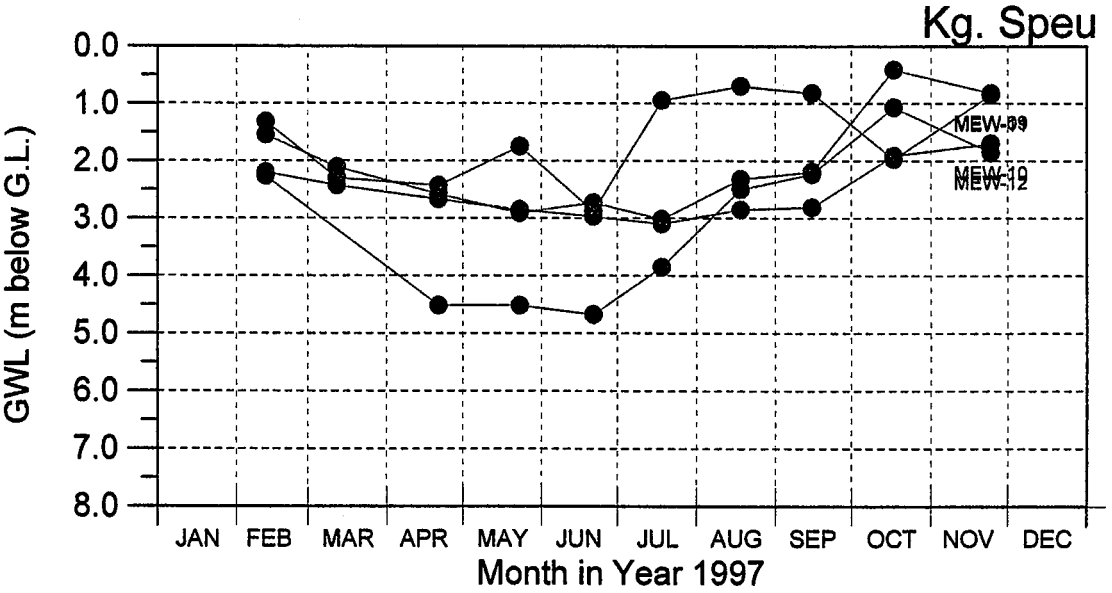


図 4.7	浅井戸地下水位分布（1997年2月～3月）
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	







Dug Well
Combined Well
Tube Well

図 4.8	地下水位の季節変化
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

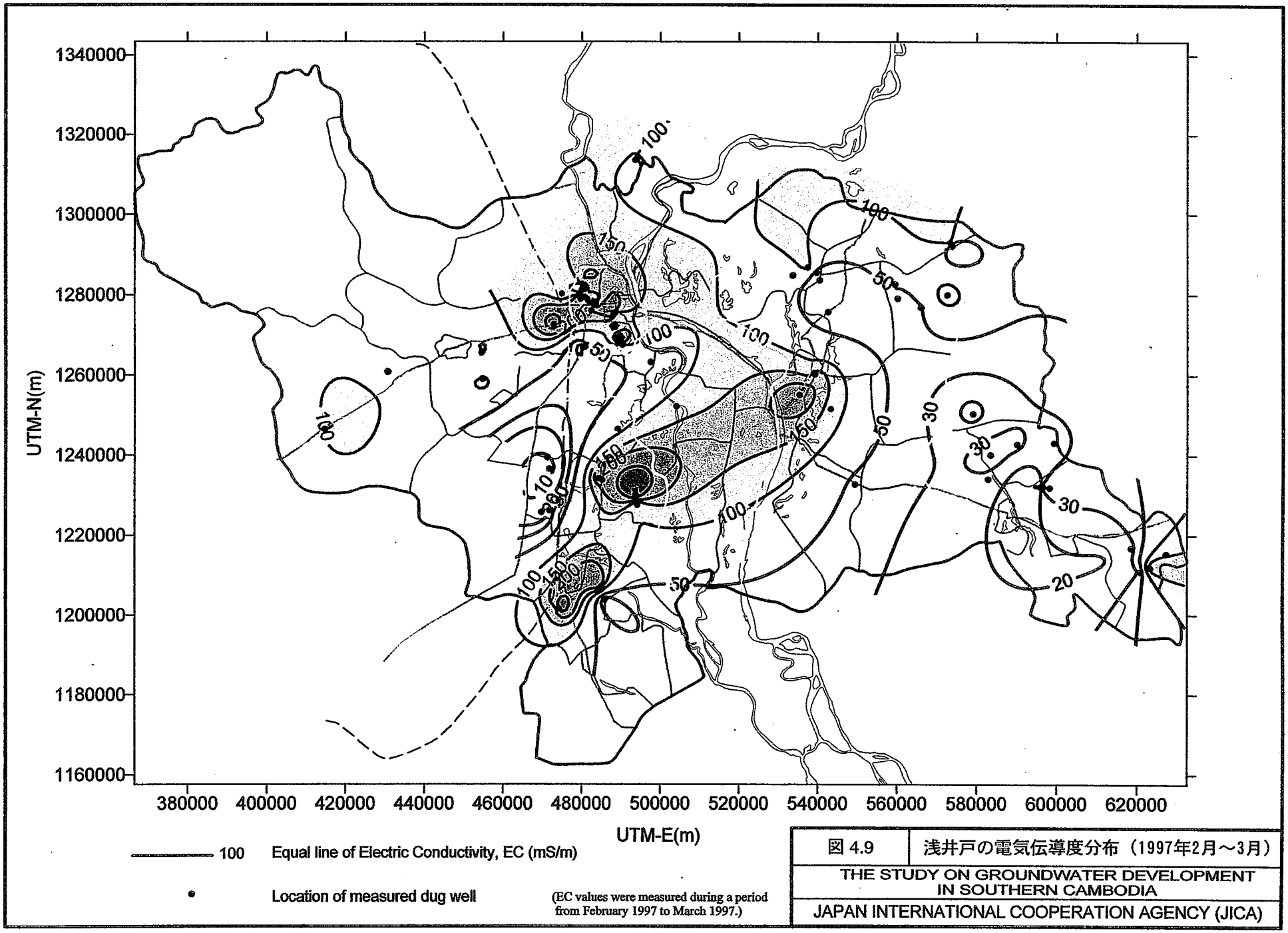
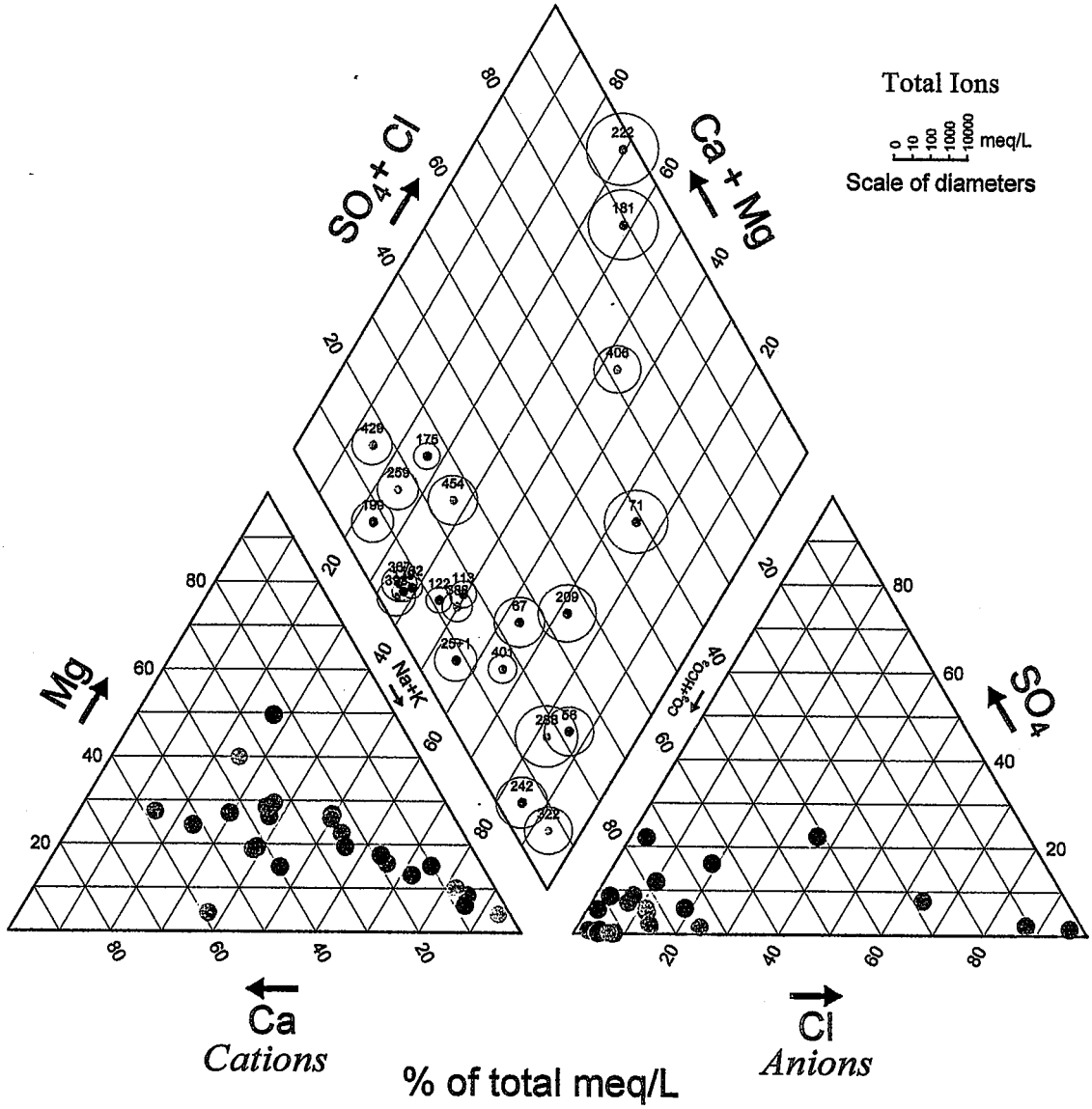
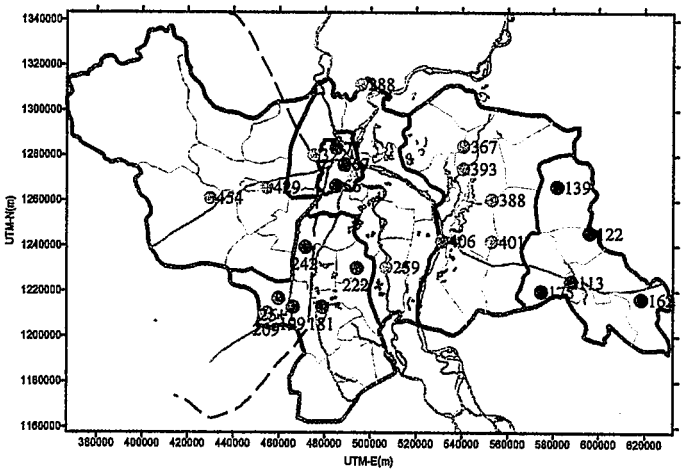


図 4.9	浅井戸の電気伝導度分布（1997年2月～3月）
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	





- Test Well in Phnom Penh
- Test Well in Svay Rieng
- Test Well in Ta Keo
- Test Well in Kandal
- Test Well in Prey Veng
- Test Well in Kg. Speu

図 4.10	試掘井の水質組成
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

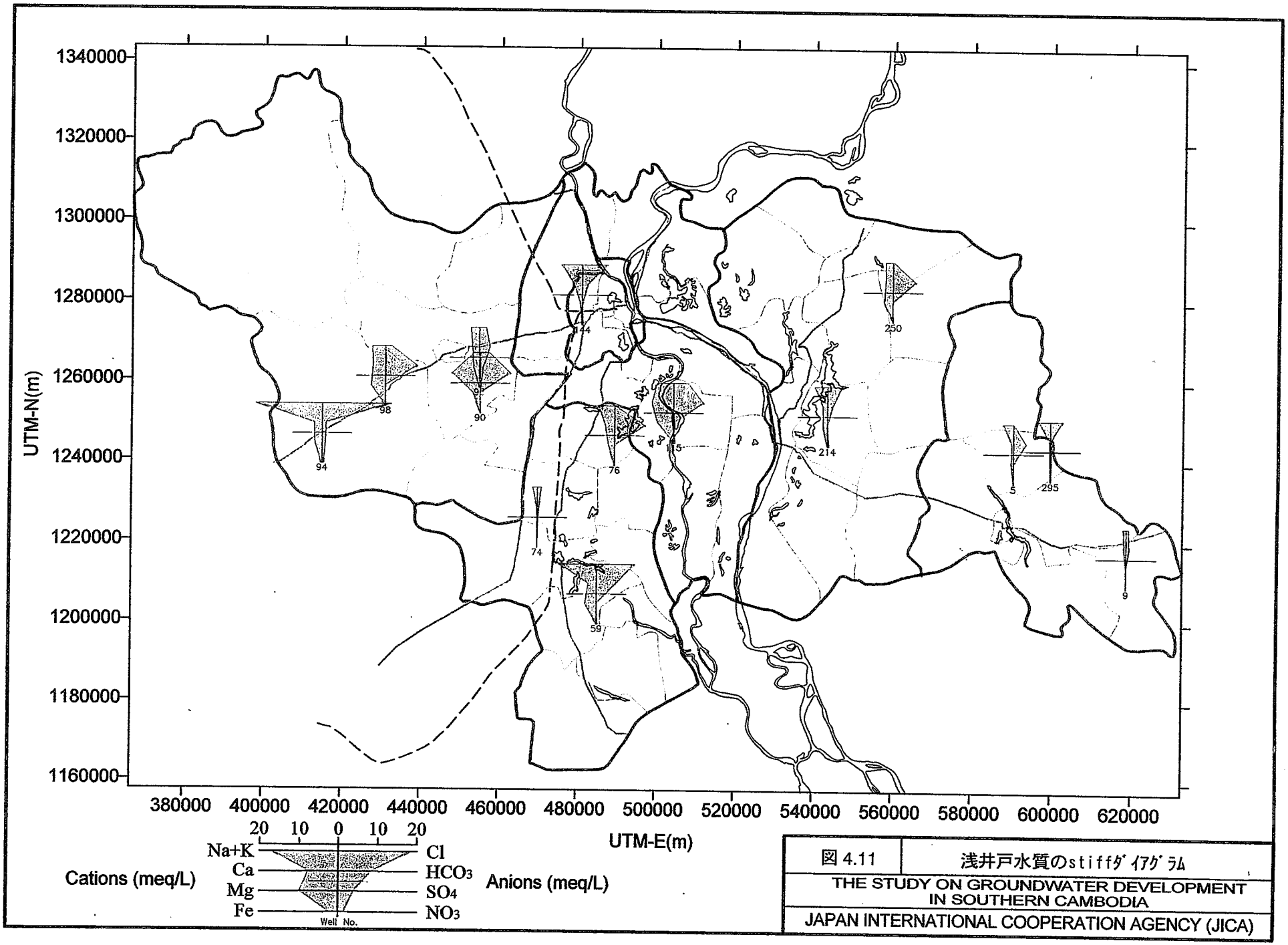


図 4.11	浅井戸水質のstiffﾀﾞｲｱｸﾞﾗﾑ
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

第５章　調査対象村落の既存水源

第5章　調査対象村落の既存水源

5.1　村落の位置と人口

カンボディア政府により要請された調査対象村落の総数は 474 村落である。このうちコンポンスプー州の 2 村落は踏査の結果存在しないことが判明したので、総数は 472 村落である。村落の位置は図 5.1 に、また州別村落数と人口を表 5.1 に示す。

表 5.1　州別対象村落数及び人口

州	村落数	人口（1997 年）	平均人口
ペリアーバン地区	99	128,775	1,300.8
スバイリエン州	80	53,667	670.8
タケオ州	77	47,941	622.6
カンダール州	85	82,476	970.3
プレーベン州	75	68,299	910.7
コンポンスプー州	56(58)	24,615	439.6
合計	472(474)	405,773	859.7

村落人口の最小と最大の差はペリアーバン地区で最も大きく、最小人口は 62 人（Prey Doun Sok 村）であるのに対し最大人口は 8,931 人（Toul Rola 村）である。また 2,000 人以上の人口の村は、ペリアーバン地区では 20 村である。

5.2　村落の環境

対象村落は稲作、畜産、漁業等を生業としている。集落の形態は、家の分布密度により次ぎの 3 タイプに分類できる。

Ⅰ　密集型：家と家の距離が 10～50 m の間に密集している。
Ⅱ　中間型：ⅠとⅢの中間
Ⅲ　分散型：家と家の距離が 100～500 m の間に散らばっている。

密集型の村落は州都の近辺に多く見られ一戸当たりの農地面積は小さい。中間型は幹線道路沿いや川沿いに多く見られ、一戸当たりの農地面積はやや大きい。分散型は州都から離れた地域に多く見られ、一戸当たりの農地面積は大きい。

ペリアーバン地区の対象村落はプノンペン市に隣接した市街化地域と周辺の純農村地域とに区分できる。市街化地域の村はトンレサップ川、バサック川沿いに位置し、人口規模は2,000～9,000 人である。

5.3 既存の水源

5.3.1 水源の実態

村落の住民は池、川、手掘り浅井戸などの水源を利用している。これらは乾季に枯渇することが多く、人為的な汚染が見られる。また、雨季には、一般に飲料用、炊事用に雨水を利用している。これらの伝統的な水源のほかに UNICEF、MRD、NGO 等により建設された管井と複合井戸がある。

管井は口径 100 mm の PVC パイプケーシングを挿入した深度 30～50 m の機械掘り井戸で、Afridev、India Mark III 等の深井戸用ハンドポンプや、水位が浅い場合は Tara やヴィエトナム製の No.6 等の浅井戸用ハンドポンプが付けられている。

複合井戸は管井を掘削後、管井の周りを口径約 1.0～1.5 m まで手掘りで拡幅し、深さ 10 m ほどに達すると、管井のケーシングを切断して、手掘り井戸内に地下水が流入するようにした、管井と浅井戸の組合せ井戸である。地下水の鉄分は、浅井戸内に流入する際にバッキされ、鉄分が酸化して井戸底に沈殿するため、地下水は鉄分や臭いが減少し飲料用にも利用できるようになる。複合井戸のハンドポンプは No.6 が設置されているものもあるが、井戸蓋もなくバケツで直接汲み上げるものが大半である。

管井や複合井戸は 472 村中 196 村に建設されている。しかし、管井はハンドポンプの故障や水質不良のため利用されないものが多い。また、複合井戸はプレーベン州に多いが、ハンドポンプがないためにあまり利用されていない。

住民は前述のように雨季には雨水を利用しているため、乾季においても飲料水や炊事用水は地下水よりは池や川の水を好む傾向がある。特に、ハンドポンプ付き井戸があっても水質が良くない場合は池水か売水に頼り、村の井戸が枯渇した時は数キロ離れた寺から水を運んでくる。

5.3.2 給水率

5 州における管井及び複合井戸等による給水率は、次表に示すように 34 %と推定される。

表 5.2　調査対象各州の管井の数と給水率（1995 年まで）

州	UNICEF/MRD 井戸	その他 井戸	合計	給水人口	人口	給水率
スバイリエン州	382	170	552	99,360	391,127	25 %
タケオ州	1,360	30	1,390	250,200	710,961	35 %
カンダール州	1,896	171	2,067	372,060	904,103	41 %
プレーベン州	903	199	1,102	198,360	890,586	22 %
コンポンスプー州	1,090	30	1,120	201,600	445,759	45 %
合計	5,131	600	6,231	1,121,580	3,342,536	34 %

*人口は 1993 年推計
** “ その他 ” には NGO による管井を含むが、数は過少推定

この給水率は 1 井当たりの給水人口を 180 人と仮定して推定したもので、ハンドポンプの故障や、水質不良のため使用されない井戸を考慮すると、実際の給水率は 34 %よりもさらに低いと考えられる。

調査対象地域 177 村には合計 269 台のハンドポンプが設置されている。これらのハンドポンプの稼動率は次表に示すように 5 州平均で約 82 %であった。

表 5.3　調査対象村落のハンドポンプ設置台数と稼働率

州	ﾊﾝﾄﾞﾎﾟﾝﾌﾟ 設置村落数	ﾊﾝﾄﾞﾎﾟﾝﾌﾟ 台数	稼動台数	故障台数	稼働率 (%)
ペリアーバン地区	19	30	27	3	90.0
スバイリエン州	20	38	28	10	73.7
タケオ州	21	50	40	10	80.0
カンダール州	58	50	45	5	90.0
プレーベン州	24	60	50	10	83.3
コンポンスプー州	35	41	31	10	75.6
合計	177	269	221	48	82.2

5.3.3 民間業者による管井の普及

プレーベン州とスバイリエン州はメコン川左岸に位置し、沖積砂層からなる帯水層が広く分布し、井戸掘削が容易に行える。このため、民家の中には個人用管井を所有するものも見られる。民間の井戸掘り業者は小型の掘削工具を自転車やバイクに積んで移動し、依頼を受けた民家に 50 米ドル程度で、深さ 40 m 程度の管井を掘削している。こうした管井には廉価な No.6 または手作りのハンドポンプが設置されている。今後、カンボディア経済の復興に伴

い、農作物や家畜等から収入が得られる農家では個人所有井戸がさらに普及することも予想される。

5.3.4 ペリアーバン地区の私営給水

ペリアーバンのダンカオ、ルッセイケオ地区はトンレサップ川、バサック川沿いに位置し、調査対象村落はプノンペン市街と連続し人口が多く市街化している。この地域では、トンレサップ川やバサック川から直接ポンプで揚水してタンクに貯め、ビニールホースで給水する業者が存在し、住民の多くはこの水を利用している。

5.4 計画対象村落の選定

カンボディア国 5 州 472 村の調査対象村落から、地下水開発による給水計画の対象となる村落を、必要性と緊急性の観点から以下のクライテリアのもとで A、B、C、D、E の 5 段階の優先順位（ランク）に分類した。また、各クライテリアは図 5.2 のフローチャートに従って適用した。

5.4.1 アクセスの容易性

道路状況から、村落へのアクセスの容易性を以下のクライテリアにより分類した。

(1) 最優： 道路はアスファルト舗装、掘削リグは容易にアクセス可能
(2) 優： 道路は砂利またはラテライト舗装、掘削リグは容易にアクセス可能
(3) 良： 道路は未舗装、掘削リグは乾季のみアクセス可能
(4) 不可： 掘削リグはアクセス不可能

5.4.2 ハンドポンプの状態

既存水源の状況をハンドポンプの有無及びその状態によって評価した。ハンドポンプの設置されていない村落は緊急性の観点から A ランクに、その他の村落は、以下の水量、水質クライテリアで分類した。

5.4.3 水質

既存ハンドポンプ付き井戸の水質を以下のクライテリアで評価した。

(1) 鉄分または塩分が多く飲用不可能

(2)　鉄分または塩分が多く飲用不可、ただし生活用水の利用可能
(3)　水質は良好で飲用可能
水質が不良で使用されていないか、または飲用以外に使用されている場合は必要性の観点から A ランクに分類した。水質が不良だが飲用されている、または水質良好で飲用されている場合は次ぎの水量クライテリアにより分類した。

5.4.4 水量

既存のハンドポンプを使用している住民の数と使用量（6.2 節参照）から見て、充分か不充分かを評価した。ここで、水質不良、水量不充分な場合は B ランクとし、A ランクに次いで新たな水源が必要な村落とした。しかし、水質不良だが水量が充分な場合は C ランクとした。さらに水質良好だが水量不充分の村落はランク D に、水質良好、水量充分な村落はランク E とした。

以上のクライテリアにより調査対象村落をランク分けした上、VWC 結成の意思がない村落を除外した。

ランク分けの結果は表 5.4 に示す。

表 5.4　調査対象村落の優先ランク区分

州	ランク						合計
	A	B	C	D	E	その他	
ペリアーバン地区	51	9	5	3	7	24	99
スバイリエン州	18	12	14	7	16	13	80
タケオ州	51	11	6	1	1	7	77
カンダール州	19	12	5	1	3	45	85
プレーベン州	16	10	5	5	15	24	75
コンポンスプー州	27	5	3	4	4	13	56
合計	182	59	38	21	46	126	472
累加合計	182	241	279	300	346	472	

その他：アクセス不可能な村落、用地の無い村落、VWC 結成意思の無い村落

上表で「その他」に区分された村落には、アクセスが不可能であるか、市街化しているため井戸掘削用地がなく、私営の水道により河川水が利用されているペリアーバン地区の千人から数千人の人口の村落が含まれている。以上のランク分けの結果はさらに、社会・経済要素及び地下水開発可能性の観点から評価して、計画実施対象村落としての優先度を評価する（第 8 章参照）。

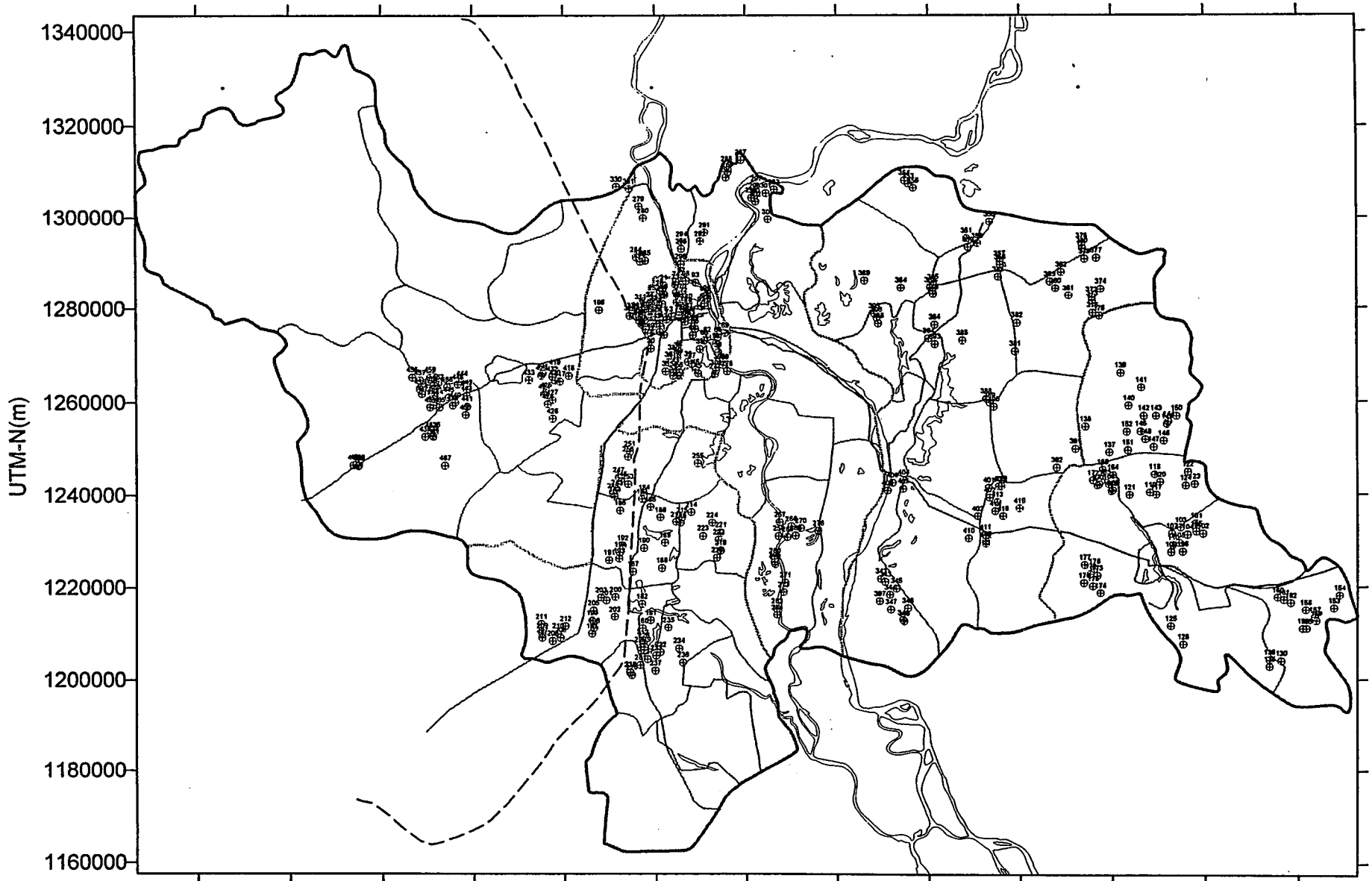
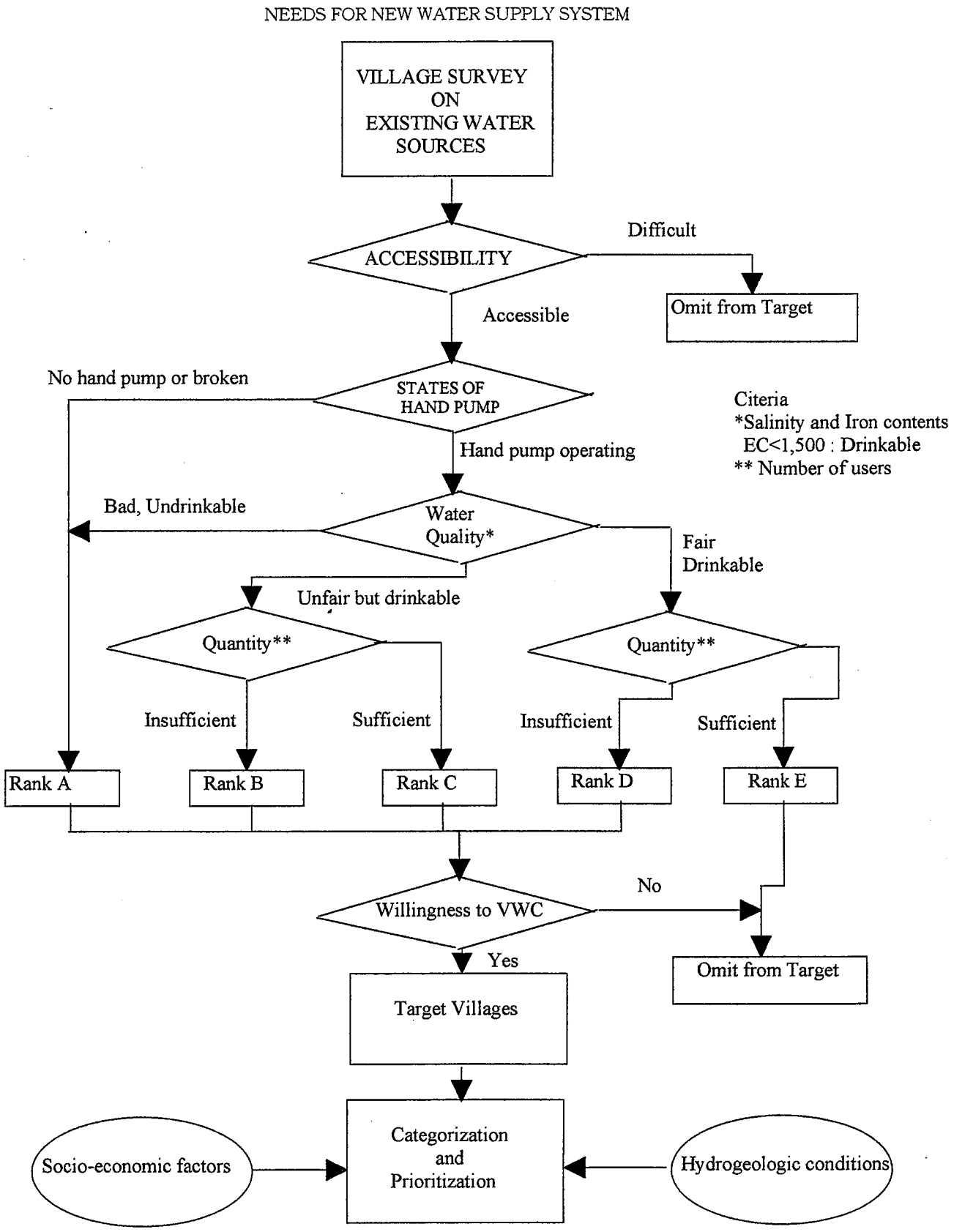


図 5.1	要請村落の位置図
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

図 5.2　　村落の評価分類のフローチャート



第 6 章　パイロット調査

第6章　パイロット調査

6.1 パイロット村の社会調査

本調査では、地下水開発による給水計画を策定するに当たって、給水施設の維持管理手法を確立するため、2002年2月までパイロット村において維持管理のモニタリング調査を行う予定である。そこで調査対象地域から 30 村をパイロット調査候補村落として選定し、社会調査を行った。なお、パイロット村のモニタリング調査は 30 村のうち試掘井を掘削した 24 村から、さらに 20 村を抽出して実施する。

パイロット調査候補村落の 30 村落について、Participatory Rapid Appraisal（PRA）の手法を適用し調査を行った。調査の内容は、村落の社会経済、教育、水利用、衛生保健状況、組織等である。調査方法は村長へのインタビュー、村落マッピング、グループインタビュー、女性と既存組織代表者とのインタビューを通してのジェンダー分析等である。

6.1.1 人口

パイロット村の総人口は 25,460 人で 所帯数は 4,782 である。所帯の平均人数は 5.4 人で女性所帯主は 1,258 所帯あり全体の 26 %を占めている。村落の住民は他所からの移住者は殆どなく少数民族もいない。宗教グループとしては仏教徒が大半であるが少数の回教徒も居住している（表 6.1.1）。

6.1.2 経済活動

30 村中 21 村は雨季のみ稲作を行い 5 村は雨季と乾季の両方で稲作を行っている。村落の主要な産業は稲作農業のほか、さとうきび、穀物の栽培、漁業等である。また、乾季にプノンペンへ働きに出る村が 7 村ある。プノンペン近郊の村落では水田を売り払い都市の商工業に従事する住民が多い。

6.1.3 水利用

(1) **水源**

水源は浅井戸、管井、川、池等であり池が最も良く利用されている。また、乾季に水売りから水を購入する村もある。池は最も良く利用されている水源で、全部で 191 箇所ある。スバイリエン州、タケオ州、カンダール州ではホームポンドを持ち養魚、かんがいに使用している住民が多い。

表 6.1.1　調査対象村落と人口

No.	Village (No.)	Population	Households	F.H.H.	Repatriated	Resettled	Foreigners
	Peri-Urban Area						
1	Prey Sala (6)	377	70	7	5	8	0
2	Kab Srov Thom (19)	722	130	38	0	1	0
3	Khvet (56)	562	119	38	0	0	0
4	Mean Chey (67)	3,259	569	89	0	15	0
5	Sam Raong (71)	652	105	40	0	0	0
	Svay Rieng						
6	Koy Trabek (113)	1,374	316	135	5	0	0
7	Trapaing Thmor (122)	604	122	40	0	0	0
8	Dok Por (139)	457	92	15	0	0	0
9	Trapaing Thom (146)	629	113	46	0	0	0
10	Cham Kar Leiv (162)	809	174	60	2	1	0
11	Toul Khhpos (175)	1,048	179	38	0	0	0
	Ta Keo						
12	Preach (181)	1,091	195	53	3	0	0
13	Chong Thnal (182)	1,031	195	25	0	2	0
14	Prey Maok (199)	689	128	35	2	0	0
15	Trapaing Tmor (209)	800	130	33	0	0	0
16	Ta Vong (222)	1,197	234	18	5	0	0
17	Ta Pen (242)	995	66	13	0	0	0
	Kandal						
18	Svey Krom (259)	1,634	310	114	0	0	0
19	Krang Svey (288)	1,588	296	130	0	0	1
20	Angkor Chey (322)	115	23	5	0	0	0
	Prey Veng						
21	Krous (365)	907	158	50	0	0	0
22	Don Daok (380)	537	97	28	0	0	0
23	Rusei Thvea (388)	718	117	33	0	0	0
24	Kok Trom Khor (393)	524	100	50	0	0	0
25	Prek Phdau (401)	622	166	32	1	0	0
26	Prek Ta Sor (406)	833	141	16	0	0	5
	Kompong Speu						
27	Samrong Cheung Phnom (426)	366	63	6	0	1	0
28	Srekok (429)	358	78	45	0	0	0
29	Kiri Raksmey (454)	480	101	6	0	4	0
30	Trenh Troyeng II (470)	482	195	20	0	10	0
	Total	25,460	4,782	1,258	23	42	6

F.H.H.:　Female-Headed Household

浅井戸は 2 番目に良く利用されている水源で 185 箇所ある。このうち 160 箇所は私有の浅井戸である。浅井戸のうち 120 箇所はスバイリエン州とプレーベン州にある。

ハンドポンプ付き管井は 105 台ある。そのうちの 90 台は個人所有である。90 台のうち 70 台がスバイリエン州とプレーベン州にある。

浅井戸とハンドポンプ付き管井以外では雨水が重要な水源であり、雨季にはペリアーバン地区やコンポンスプー州の一部を除いて、全ての村でジャーに水を溜めて飲料水に使用している。

ペリアーバン地区、タケオ州、カンダール州の 10 村（33 %）では水売りから飲料水を買っており、価格は 5〜10 リエルである。

表 6.1.2　30 村落の水源内訳

州名	村落数	浅井戸 (私有)	管井 (私有)	川	池・湖	雨	水売り (Riel/liter)
ペリアーバン地区	5	21(18)	13(10)	1	10	2	5〜10
スバイリエン州	6	55(49)	27(25)	2	53	6	
タケオ州	6	12(11)	7(3)	1	41	6	5
カンダール州	3	7(1)	10(7)	2	72	3	5〜10
プレーベン	6	72(67)	47(45)	2	8	5	10
コンポンスプー州	4	18(14)	1(0)	2	7	1	10
合計	30	185(16)	105(90)	10	191	23	5〜10

(2)　水使用量と水汲み

水使用量を見ると 1 家族で 200 ℓ 入りの水がめを一日で消費する。30 村の平均水使用量は一人当たり 54.4 ℓ である。スバイリエン州とプレーベン州ではこの値がやや大きくなり、それぞれ 58 ℓ と 62 ℓ である。

殆どの村では成人男性が水汲みをする割合が最も多い。次いで成人女性が多く、子供の水汲みは少ない。しかしながら、池や浅井戸からの女性の水汲みは重労働であるとの訴えが多く、家の近くにハンドポンプを要望する大きな理由となっている。

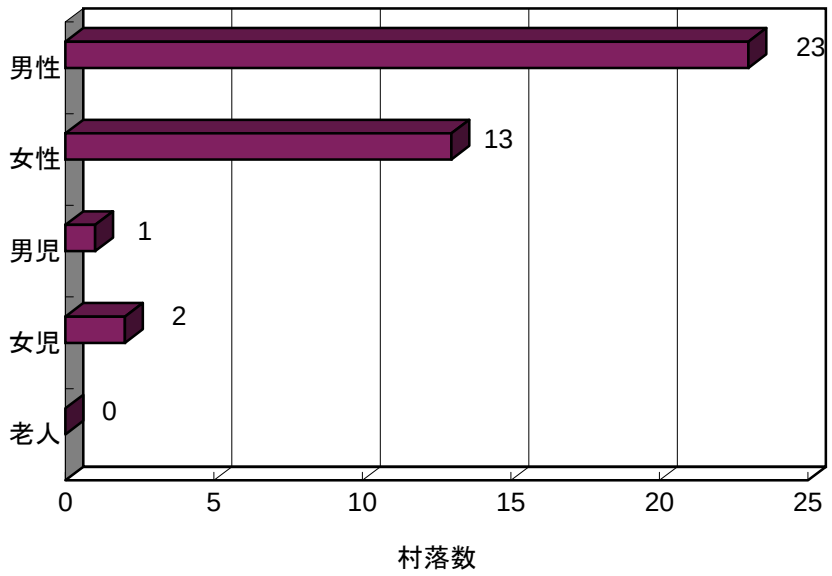


図 6.1.1　**村落別家族内水汲み主従事者（複数回答）**

(3) **ハンドポンプ**

30 村中 19 村にハンドポンプがあるが、村落水委員会（VWC）が設置されているのは 2 村だけである。どの村もハンドポンプのメンテナンスのために料金は集めていない。私有のハンドポンプでは所有者が修理をし、利用者は払う必要がない場合が多い。

(4) **水利用の問題点**

多くの水源は乾季に枯渇するため飲料水が不足している。特にペリアーバン地区とカンダール州では飲料水に使用できる水源が少なく乾季には水を買わなければならない。また、飲料水となる水源が枯渇するとタケオ州の Prey Maok Trapping 村や Tmor Ta Vong 村では 5～12 km も離れた池まで水を汲みに出かけている。

村人は味、臭い、透明度等に敏感で 19 村中 6 村は飲料用、炊事用にハンドポンプの水を使っていない。これらは鉄分濃度や塩分濃度が高いためである。乾季には池や川の水を使うがこれらも汚れており乾季には枯渇することが多い。

また、乾季の水汲みは重労働であり 30 村中 21 村では長距離の水汲みを余儀なくされている。個人所有の浅井戸、ハンドポンプ、池から取水する場合には金を払う村が 5 村ある。ハンドポンプのある 19 村のうち 2 村では個人所有の井戸に金を払っている。他の 17 村ではハンドポンプは個人所有だが、利用者は料金を払っていない。カンボディア国の農村部ではまだ助け合いの精神が生きているようであるが、個人所有井戸の

料金徴収は広がりつつある。

(5) **ハンドポンプの修理**

住民はハンドポンプの操作性についてあまり問題にしていないが、修理については殆ど無知である。また、修理方法を知っている場合でもスペアパーツの入手は一般に困難である。

(6) **給水施設への要望**

既存施設についての不満は、乾季に枯渇する、水質が悪い、水が濁る、水汲みの距離が遠い等であり、新しい給水施設がこれらの不満を解決してくれることを願っている。また、住民はハンドポンプの維持管理について積極的に実施する意思を持っており、維持管理のための道具やスペアパーツを自分で持ち、適切な訓練を受けたいとの要望も出された。

6.1.4 ジェンダー

カンボディア国では、女性は夫に従うとの考えが伝統的にあるが、必ずしも男性の完全な管理下に置かれることを好まない。クメール社会では女性と男性は同等で、互いに尊敬し協力し合うのがごく自然であると考えられている。

従って労働における性差は少ない。男性の仕事とされるのは、耕作、稲刈り、椰子の収穫、漁業、大工、車の運転等である。また、女性の仕事とされるのは炊事、椰子の葉の織物作り、昼食の世話、家族の病気の世話等である。

土地、家、果樹、家畜、金銭等の管理についても農機具等を除くと男女共同で管理し使用する。女性の収入は家畜、野菜、魚、日用品の販売等により得ている。女性は家計を預かり、必要に応じて食料、衣類、水、薬、教育費等に消費する。

村落レベルでは、井戸や池の位置決定、道路の修理や建設に関する意思決定は男女共同で行われる。儀式や祭りについては女性が取りしきる。その他の村落レベルの問題は男女が共同で解決に当たる。一方、家族レベルでは家計、教育、保健については女性の意思が支配的である。

水汲みは女性だけの仕事ではないが、ドラム缶、バケツ、ジャー等を肩に担ぐか頭に載せて運ぶ。自転車やリヤカーが使われることもある。大多数の村では水汲みの距離は 0.5 km 以内であるが、乾季には数キロ離れた池まで水汲みに行く村が多い。また、水汲みの回数は水源までの距離によるが 1 日 1〜2 回と 3〜5 回が多い。汲んできた水は炊事の際に煮沸して使用している。

水汲みに関する女性の不満の多くは水源から家までの距離である。多くの女性は距離が遠く時間が掛かるという。乾季には水量が不足し、水が汚くなり枯渇することがあり、水を買わなければならない。従って、水に関しての女性の要望の殆どは家の近くに浅井戸よりもハンドポンプ付きの管井が出来ることである。

6.1.5 保健・衛生の状況

カンボディア国では各種の熱病、下痢、急性気管支炎が病気の上位を占めている（表 6.1.3）。またパイロット村落でのインタビューによると、主な病気はマラリア、熱病、下痢、チフス等である（表 6.1.4）。下痢やチフスは汚染された水が原因である。また、脚気が多い村落も見られた。

30 村中医者のいる村は皆無で 8 村に看護婦や助産婦がいるのみである。診療所があるのは 3 村のみで、病気の際住民は 5～20 km 離れた隣村やコミューンの診療所に行かなければならない。従って、住民は村のヘルスワーカーや売薬に頼らざるを得ないのが現状である。

MRD は不充分な医療体制を補うため村落ヘルスボランティア（VHV：Village Health Volunteer）制度を推進しようとしているが、現在まで VHV は 30 村落中 6 村落にしか育っていない。VHV は衛生教育の役割を持っているわけではないが、将来、住民に対して日常的かつ継続的な衛生教育を行うようになれば効果があると考えられる。

表 6.1.3　カンボディア国　１０州の主な病気

	Coomune Clinic			District & Provincial Hospital	
	Inpatients	%		Inpatients	%
Suspected Malaria	17,519	3.47	Malaria	14,952	4.21
Other Fevers	162,811	32.22	Other Fevers	55,531	15.65
Diarrheea	92,221	18.25	Diarrheea	34,514	9.73
ARI	89,426	17.70	ARI	84,381	23.78
Cough	4,675	0.93	Cough	5,805	1.64
Polio	83	0.02	Measles	224	0.06
Measles	504	0.10	Malnutrition	1,433	0.40
Other	138,106	27.33	Skin Infection	11,412	3.22
			Gyneco Infection	16,314	4.60
			STD Males)	2,271	0.64
			Others	128,042	36.08
Total	505,345	100.00	Total	354,879	100.00

* = Svay Rieng, Kandal, Pnom Phem, Kg.Cham, Kg.Chhnang, Pursat, Battambang, B.Meanchey, SiemReap.
Source : Ministry of Health, National Health Statistics Report - 2nd Senpember 1994-, July1994.

表 6.1.4　パイロット候補村落の主な病気

	Main Health Problem								
	Malaria	Other fevers	Diarrhea	Mal-nutrition	Cough	Measles	Skin infection	Gyneco infection	Other
PERI URBAN average	0.6	2.2	2.6	0.2	1.2	0.6	0.4	0.6	
6 Prey Sala	0	3	3	0	3	1	0	0	
19 Kab Srov Thom	0	3	3	0	0	0	0	0	beriberi(3)
56 Khvet	1	2	3	1	1	1	2	2	typhoid(2)
67 Mean Chey	2	2	3	0	2	1	0	1	typhoid(2)
71 Samrong	0	1	1	0	0	0	0	0	tuberculosis(3) headach(2)
SVAY RIENG average	2.0	2.0	2.2	0.7	2.0	1.2	0.8	1.0	
113 Koy Trabek	2	3	2	0	3	0	0	0	typhoid(3)
122 Trapaing Thmor	2	3	1	0	3	3	0	0	beriberi(3)
139 Dok Por	1	3	3	0	3	0	0	1	typhoid(3)
146 Trapaing Thom	2	1	2	2	1	2	2	2	typhoid(1)
162 Cham Kar Leiv	2	1	2	1	1	1	2	2	typhoid(1)
175 Toul Khpos	3	1	3	1	1	1	1	1	typhoid(1)
TAKEO average	1.5	2.2	1.7	1.0	1.5	1.0	1.7	1.2	
181 Prech	0	2	2	0	1	1	1	1	typhoid(1)
182 Chong Thnal	2	1	2	1	1	2	2	2	typhoid(1)
199 Prey Maok	1	3	3	1	2	–	3	1	typhoid(3) beriberi(2)
209 Trapaing Thma	3	2	1	1	1	1	1	1	typhoid(2)
222 Ta Vong	1	3	1	0	2	1	1	1	typhoid(2)
242 Ta Pen	2	2	1	3	2	1	2	1	typhoid(1)
KANDAL average	1.0	2.3	2.3	1.0	1.3	1.7	1.0	1.0	
259 Svay Kraom	1	3	2	1	2	2	2	1	typhoid(2)
288 Kraing Svay	1	2	3	0	1	1	0	0	typhoid(2)
322 Angkor Chey	1	2	2	2	1	2	1	2	typhoid(2)
PREY VENG average	1.2	1.8	1.2	0.5	1.8	1.0	1.2	1.2	
365 Krous	1	2	2	1	1	2	2	1	typhoid(1)
380 Don Daok	3	1	2	1	2	1	1	1	typhoid(2)
388 Russei Tvear	0	2	1	0	3	2	1	2	typhoid(3)
393 Kok Trom Kha	0	3	0	0	1	0	0	0	typhoid(3)
401 Prek Phdau	1	2	0	0	2	0	1	2	typhoid(2)
406 Prek Ta Sa	2	1	2	1	2	1	2	1	typhoid(1)
KG. SPEU average	2.8	1.8	1.8	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	
426 Samrong C. Phnom	3	3	2	0	1	0	0	0	
429 Sre Kak	3	1	3	1	1	1	2	1	
454 Kiri Raksmey	3	1	1	1	2	1	2	1	typhoid(1)
470 Treng Trayeung II	2	2	1	2	–	2	1	2	typhoid(1)
Total Average	1.5	2.0	1.9	0.7	1.5	1.0	1.1	1.0	

Note : 3 = Serious
2 = Moderate
1 = Minor
0 = Nil

6.2 パイロット給水施設

24 箇所の試掘井は生産井に転換するためハンドポンプとプラットフォームを設置した。24 井のうち 20 井についてモニタリング調査を行った（第 10 章参照）。

6.2.1 給水施設の設計と建設

給水施設は、深井戸、ハンドポンプ及びプラットフォームからなる（図 6.2.1）。

(1) **深井戸とハンドポンプ**

試掘井の平均深度は 84 mで 4 インチの FRP ケーシングが挿入されている。スクリーン部の平均長は 15.5 m、スクリーン開口率は 5 %である。

(2) **ハンドポンプ**

India Mark III と Afridev ポンプが地方給水局で使用されておりスペアパーツも入手できるのでこの 2 種類のハンドポンプを設置した。India Mark III が 7 台、Afridev は 17 台である。

(3) **プラットフォーム**

プラットフォームはコンクリート製で厚さ 0.3 m、広さは 3 m×3 m で、排水溝がついている。

以上の施設が基本構成であるが、7 箇所に鉄分除去のためのフィルターを設置した（図 6.2.2）。

6.2.2 パイロット施設の状況

パイロット給水施設は 1997 年 7 月の武力紛争後、調査団不在の中でローカル業者により建設が継続され完成した。しかし、その後維持管理についての指導も行い得ないまま約 1 年 8 ヶ月使用されていた。調査再開に当たりこれらのハンドポンプの現状を現地で確認したところ、24 箇所のうち 23 箇所は良い状態で稼動していた。故障していた 1 箇所はプレーベン州の Prey Phdau 村で、1998 年 12 月までは順調に稼動していたようである。

各給水施設の水量と水質、水使用、ハンドポンプ、プラットフォーム及び排水溝の状況等について現地調査を行った結果は、以下の通りである。

(1) **水量と水質**

乾季においても水量は各井戸とも十分にあり地下水位は浅く安定している。水質は建

設時の分析結果に比べ一部に変化が見られるが大きな変化はない（第 4 章参照）。鉄分濃度が高く金気の味がする井戸はプレーベン州、スバイリエン州で多く、塩味の井戸はメコン川の西側のペリアーバン地区、タケオ州、コンポンスプー州で多い。EC や pH の分布傾向も建設時と変わらない。

(2) 水使用状況

24 村のうち Samraong 村、Prech 村、Ta Vong 村、Krang Svay 村の 4 村では塩味のため飲料水としては使用していない。また、Prek Ta Sa 村では鉄分のため飲料用に使用していない。しかし、他の 19 村では飲料水として使用している。特に Traipang Thmor 村等の 3 村は鉄分除去フィルターを使用して飲料水としている。飲料水として使用されない場合も含め、水は洗濯、水浴び等の生活用水や庭先のかんがい用水として良く利用されている。

(3) 施設の状態

前述の Prey Phdau 村のハンドポンプは、上部プランジャーバルブの落下により故障していたので修理した。また、全てのハンドポンプのシリンダーを引き上げて点検した。Afridev ポンプでは U-シールの損傷が 3 箇所で見られた。これは水中の砂との摩擦によるもので、井戸仕上げのデベロップメントが不充分だったことに起因する。

Afridev ポンプの上部プランジャーバルブの損傷は他の 3 箇所でも認められた。これは揚水管が長すぎるため起きるもので、設置時に適切な位置にシリンダーを設置しなかったことが原因と考えられる。

ハンドポンプには鉄水酸化物が付着しているものもあるが軽微であり、磨耗や腐食は殆ど見られない。維持管理の実際の作業をすると、Afridev は軽く操作が容易であるが、India Mark III は重く、Afridev に比べるとかなり操作性が悪いことが分かった。なお、7 箇所の鉄分除去フィルターのうち 3 箇所は壊れていた。

6.2.3 施設の修理

前述したハンドポンプの故障や損傷は修理した。また、長すぎる揚水管は短くして再設置した。プラットフォームと排水溝についてひび割れがあるものはモルタルを注入して修復した。

鉄分除去フィルターはスクリュータイプの蛇口を、耐久性のあるボールバルブに付け替えた。また、Toul Khops 村や Ta Pen 村ではフィルターサンドを再充填した。さらに、Angkor Chey 村、Sre Kak 村、Kiri Raksmay 村の井戸はデベロップメントを行い、井戸内に残っている砂を排出させた。

6.2.4 パイロット給水施設に対する評価

(1) **深井戸**

深井戸については、機能的な問題は特に見受けられなかった。しかしながら、3 箇所の井戸においては、井戸内部に砂分が集積しており、エアーコンプレッサーによる井戸洗浄を行なった。

井戸施工にあたっては、次の点に十分注意する必要がある。

- ケーシング建て込み後、十分に井戸洗浄を行なってから、ハンドポンプを設置する。
- 掘削孔壁とケーシングとの隙間に充填するフィルター材及びシール材は、空隙ができない様、密に充填する。

(2) **ハンドポンプ**

India Mark III ポンプと Afridev ポンプを比較した結果、次の通りであった。

- 維持管理のための最低限必要な特殊工具として、India Mark III は、ポンプロッド固定器具、ポンプロッド引上げ用ハンドルの 2 点であった。これに対して、Afridev はボトムバルブ吊上げ器具の 1 点だけであった。
- Afridev は India Mark III に比べて、バルブ及びロッドが軽く、女性が 3～4 人でもロッドを引抜くことができ、女性だけで維持管理することも可能であった。一方、India Mark III は、かなり重く感じられ、一旦、器具に固定する作業も含め、女性だけで維持管理作業を行なうのはかなり重労働であると思われる。
- India Mark III のロッドの継目はねじ込み式となっているため、継足し、取外しの際に一旦、器具により固定する必要がある。さらに、器具の固定が甘い場合には、ロッドが落下して、作業中の人間が指を詰める等の事故が起こることも考えられる。一方、Afridev は差込み式になっているため、殆ど時間がかからず、また、一旦固定する必要もないので、安全面でも問題がない。
- 24 箇所中、1 箇所故障していた Prey Phdau 村のハンドポンプは India Mark III で、故障の原因は、ジョイントのネジがゆるみ、シリンダー部が井戸内に落下したためであった。Afridev の場合には、落下防止用ロープがついているため、このような事故が起こることは考えにくい。

以上より、維持管理の点において、Afridev ポンプの方が India Mark III よりも優れていると判断される。

(3) プラットフォーム

プラットホーム構造物については、次の通りであった。

- 水撥ね防止用のプラットホーム周りの壁は、井戸の維持管理作業においての障害となりやすい。また、水撥ねが生じても、軽微なものであり、他への影響もないので、壁は不必要と考える。
- 構造物自重による沈下が見られ、排水溝との接合部に、不等沈下によるクラックが見受けられた。沈下を軽減するため、構造物の断面を最小寸法に押さえ、自重を軽減することが必要である。

(4) 排水溝

排水溝については、沈下によるクラックが多く見受けられた。また、排水溝流末における、排水の滞留及びゴミの集積も散見された。評価としては、次の通りである。

- 排水溝については、無筋コンクリート構造であったため、不等沈下によるクラックが生じ、特にプラットホームとの接続部においては、殆どの箇所でクラックが見られた。よって、排水溝は鉄筋コンクリート構造とする必要がある。また、沈下を軽減するために、構造物の断面寸法を最小寸法に押さえ、構造物重量を軽量化する必要がある。
- 排水溝流末には素掘りの浸透桝を設置したが、浸透量が少なく排水が滞留していた。また、排水が滞留した浸透桝周辺にゴミ等が集積し、蚊やバクテリア発生の温床となりそうな、不衛生な状況になっている箇所が多々見受けられた。この地域の土質では、浸透方式による排水には限界があり、不適と考えられるので、浸透桝は設置せずに、排水可能となる場所まで素掘り側溝を掘って、排水が滞留しないよう維持管理していく必要がある。また、住民に対して、排水の滞留、ゴミの集積が起こらない様に、素掘り側溝の維持管理や清掃を定期的に行なう様、維持管理教育、衛生教育を行なっていく必要がある。

(5) 鉄分除去装置

24 箇所のパイロット給水施設のうち、WHO 基準値（0.3 mg/ℓ）を上回る、鉄分の多い 7 箇所について、鉄分除去装置を設置した。この装置は鉄分除去効果を十分発揮しており、3 箇所については、住民に頻繁に利用されていた。しかし、残りの 4 箇所では、利用されていなかった。

4 箇所について、住民に利用されない理由としては、次のことが考えられる。

- 住民が受容する限界の鉄分濃度が、必ずしも WHO 基準の鉄分濃度と一致しない。UNICEF の経験では、住民は約 1.0 mg/ℓ の濃度まで鉄分を気にしないようで

ある。

- パイロット給水施設で設置した鉄分除去装置は、ポンプ本体と分離されている。使用するためには、ポンプで汲み上げた水をバケツ等に入れ、鉄分除去装置まで運搬し、装置上部から流し込まなければならないので、住民にとって、使い勝手が悪い。
- 鉄分除去装置の使用目的、使用効果、使用方法について、住民が十分理解していない。

上記の問題点については、今後のモニタリングにおいて、以下の事項を検討していく必要がある。

- 住民が受容する限界の鉄分濃度を、用途別に数値的に把握する。
- 鉄分除去前と除去後の鉄分濃度を測定し、数値的に除去効果を把握する。
- 鉄分除去前及び除去後の水の用途を調査する。
- 住民から使い勝手に関する意見を聴取し、鉄分除去装置を改良するための試行を行なう。また、住民にとって、効率的な維持管理方法を確立する。
- 住民に対して、鉄分除去装置の使用目的、使用効果、使用方法、維持管理方法についての啓蒙教育を行ない、鉄分除去装置の重要性を認識させる。

6.2.5 村落水委員会（VWC）

24 村中 5 村に VWC が設立されていたが実質的な維持管理活動が行われていないので、6.4 節で述べるように住民参加による維持管理教育と訓練を行った。

6.3 維持管理組織

本調査では、住民参加による持続的な給水施設維持管理を可能にするため、まず政府機関の地方開発部（PDRD）職員の訓練を行った。次いで、パイロット調査村落において水委員会（VWC：Village Water Committee）と水利用者からなる水源委員会（WPC：Water Point Committee）を設立し、これらの組織を通じて住民自身が積極的に維持管理活動を推進できるように体制を整備した。給水施設の維持管理については、今後約 2 年間モニタリングを行い実態と問題点を明らかにし、地方給水計画の推進に反映させる。

6.3.1 維持管理の方針

地方給水施設の維持管理について地方開発省（MRD）は地方分権化の政策をとっており、具体的な維持管理活動は地方開発部（PDRD）及び村落水委員会（VWC）が実施することになっている。しかしながら、村落住民は維持管理についての知識や技術はなく、政府機関との間で、維持管理について誰が何をするかが明確になっていない。

給水施設は住民がその必要性を感じ積極的に維持管理活動に参加しない限り持続性は保たれない。近年、Afridev や India Mark III 等のハンドポンプは VLOM（Village Level Operation and Maintenance）の考え方で設計されており、ハンドポンプの修理やスペアパーツの交換は、村落住民が簡単な訓練を受ければ実施できるレベルになっている。従って、維持管理は VLOM を基本方針とし、政府機関とコミュニティでそれぞれ持つべき役割を明確にすることが大事である。

6.3.2 維持管理組織の役割

(1) **地方開発部（PDRD）**

地方給水に関係する PDRD 組織は、地方給水課、プライマリーヘルスケア課、村落開発課の 3 課からなる。これらのセクションがハンドポンプの配布・設置・修理訓練、VWC の設立運営指導、維持管理のモニタリング、利用者の衛生教育の実行を担う。ハンドポンプについては村落住民では修理できないような重故障に対応する。また、定期的な巡回チームによる村落のモニタリング活動が望まれる。しかし現状では、人材、機材、活動資金ともに極めて貧弱である。

(2) **村落開発委員会（VDC）**

この組織は村落開発の核となる組織で村落のあらゆるセクターの開発計画を担当し、政府上部機関との窓口となる。VWC を含む全てのセクター組織は VDC の傘下に置かれるが運営のガイドラインは未だ明確ではない。カンボディア南部 5 州における VDC の組織率は約 24 %であるがカンダール州では殆ど組織されていない。本調査のパイロ

ット調査村落では3村において設立されている。

(3) VWC

VWC は村落レベルでの水問題を解決するために設置する。メンバーは利用者だけではなく非利用者も加えて委員会を構成する。VWC の活動は実際の O&M 活動ではなく VDC の支援を受けて、水源（ハンドポンプ）毎に構成される WPC（Water Point Committee：水源委員会）を支援する。

VWC は村落水問題の協議・調整、井戸掘削工事と給水計画の立案、VDC 及び WPC との連絡調整、ハンドポンプのモニタリング等を任務とする。メンバーは委員長、書記、会計及び数名の委員からなり、委員長、書記、会計、委員は住民投票により選ばれる。

(4) WPC

WPC は水源（ハンドポンプ）毎に組織される水利用者委員会であり、実際の O&M 活動を行う最小の組織単位である。WPC は VLOM の核となって水利用者である住民の積極的な参加により O&M 活動を行う。WPC は水利用者の動員、ハンドポンプの維持管理、運営資金の管理、水利用と衛生教育のフォローアップ、水源に関する様様な問題の解決を責務とする。

WPC はメンバーから二人のケアテーカー（男女各 1 名）及びプラットフォーム清掃係（男女各 1 名）を選任する。ケアテーカーの主な任務は、ハンドポンプの点検・修理、利用者の指導、運営資金の徴収及び管理である。また、プラットフォーム清掃係は、ハンドポンプ周辺の清掃、利用者への衛生指導が主な任務である。WPC の役員はいずれもメンバーからの互選で決定する。

6.4 住民参加と衛生教育

6.4.1 住民参加プログラム

(1) **目的**

給水施設維持管理への住民参加プログラムは、O&M の必要性の周知徹底、村落給水管理手法のガイダンス、ハンドポンプ修理技術の訓練、衛生教育等を行い、住民の維持管理能力を開発（エンパワーメント）することを目的としている。また、併せて PDRD 及び MRD スタッフのトレーナーズトレーニングを通じて、中央から地方へ、維持管理に関する責任と権限及び技術の移転を行うことも目的とした。

(2) **住民参加型アプローチ**

PRA 手法の一環として、住民主体の会合を開き、給水施設維持管理について住民自身が討議を行った。外部者はあくまでも必要な最小限の情報や方法を提示するに留め、住民自身が判断し、決定するのを手助けすることにした。

カンボディア国では地方開発省（MRD）が VLOM ガイドラインを作成している。住民の会合では、ガイドラインを参考に、組織の運営・管理手法や VWC／WPC 規約の見本を説明するとともに、視覚的な材料を使用して村落住民の問題意識の向上を図った。

6.4.2 実際の活動

(1) **中央レベル**

住民との会合に先立ち、地方給水局（DRWS）スタッフと VLOM ガイドラインや VWC／WPC の役割と管理運営手法に関して討議を行い、教材や地方開発部（PDRD）スタッフのトレーナーズトレーニングの方法を検討した。

(2) **州レベル**

地方開発部（PDRD）の組織の現状と改善方法についてインタビューを行い、DRWS で取るべき対策を検討した。また、維持管理用機材やスペアパーツの整備・保管状況、県・コミューン・村への連絡手段等についても事情を聴取した。次いで PDRD スタッフに対し、O&M 組織設立と運営、衛生保健教育、ハンドポンプ維持管理、利用者登録等について、1 箇所のパイロット村で OJT による実地訓練を行った。

(3) **村落レベル**

訓練を受けた PDRD スタッフがトレーナーとなって各村毎に 3 日間のプログラムで住民参加による維持管理組織の立ち上げを行った。

1) 第1日目
住民に VLOM の必要性を周知させ、組織を設立し利用者登録を行う。組織の設立が合意されると直ちに VWC／WPC メンバーを選出する。

2) 第2日目
WPC／VWC メンバーへの O&M 管理運営手法、ハンドポンプ修理技術の訓練

3) 第3日目
マニュアル、リーフレット、ポスター、黒板などを使用した保健衛生教育

6.4.3 主な議題

(1) 住民参加と組織設立

維持管理組織の設立はプログラムの中でも最も重要な部分であり、コミュニティの中で時間をかけ十分な議論を尽くす必要があった。最終的には村長のリーダーシップが鍵になった。

(2) VWC と WPC の管理運営

組織の規約や水基金の徴収と管理が議論の中心となった。特に WPC は利用者の組織であるので、メンバーの登録と利用者台帳作成、水基金の徴収が問題である。外部者からはスペアパーツの値段、ハンドポンプ新規購入の積立金、重故障修理の際の PDRD スタッフ手当て等について助言し、住民はこれらを目安に各利用者からの集金額について議論した。また、組織設立後の会計の透明性の確保や会計簿の保管等は論議の中心課題となった。

(3) ケアテーカーのトレーニング

各村で選ばれたケアテーカーに対し PDRD スタッフが Afridev と India Mark III ハンドポンプの軽微な故障修理のトレーニングを行った。訓練はポスターを使ったポンプ機構の説明、消耗する部品、ポンプの検査の仕方、工具の使い方、ポンプの解体・組み立て・再設置、スペアパーツの交換方法等の実技である。ハンドポンプ付属の工具はケアテーカーが、スペアパーツは PDRD が保管する。O&M マニュアル、ポスター類はケアテーカーに手渡された。

(4) 保健衛生教育

ポスター、リーフレットを使って安全な水についての説明を行い、池・川・浅井戸等の汚染された水源からハンドポンプの使用を奨励した。また、プラットフォームと周辺の清掃、手洗い、水浴び、清潔な食器の使用等衛生習慣についても啓蒙を行った。

6.4.4 住民参加の成果

住民参加プログラムを実施したパイロット 20 村落で VWC が設立された。また、そのうち 15 村では WPC が設立され利用者登録が完了した（1999 年 5 月現在）。村落名及び利用者数（所帯数）は下表に示す。

表 6.4.1 パイロット村における利用者登録

No	州	村	登録所帯数	No	州	村	登録所帯数
1	ﾍﾟﾘｱｰﾊﾞﾝ地区	Khvet	56	11	ﾀｹｵ州	Ta Pen	13
2	ﾍﾟﾘｱｰﾊﾞﾝ地区	Mean Chey	55	12	ｶﾝﾀﾞｰﾙ州	Svay Kraom	37
3	ｽﾊﾞｲﾘｴﾝ州	Koy Tra Bek	*	13	ｶﾝﾀﾞｰﾙ州	Krang Svay	41
4	ｽﾊﾞｲﾘｴﾝ州	Trapaing Thmor	*	14	ｶﾝﾀﾞｰﾙ州	Angkor Chey	27
5	ｽﾊﾞｲﾘｴﾝ州	Dok Por	19	15	ﾌﾟﾚｰﾍﾞﾝ州	Ka Kou	113
6	ｽﾊﾞｲﾘｴﾝ州	Cham Kar Leiv	*	16	ﾌﾟﾚｰﾍﾞﾝ州	Russei Tvear	127
7	ｽﾊﾞｲﾘｴﾝ州	Toul Khpos	*	17	ﾌﾟﾚｰﾍﾞﾝ州	Kok Trom Kha	*
8	ﾀｹｵ州	Preach	54	18	ﾌﾟﾚｰﾍﾞﾝ州	Prey Phdau	126
9	ﾀｹｵ州	Prey Maok	35	19	ｺﾝﾎﾟﾝｽﾌﾟｰ州	Sre Kak	72
10	ﾀｹｵ州	Trapaing Thmor	30	20	ｺﾝﾎﾟﾝｽﾌﾟｰ州	Kiri Raksmey	94

6.5 ベースライン調査

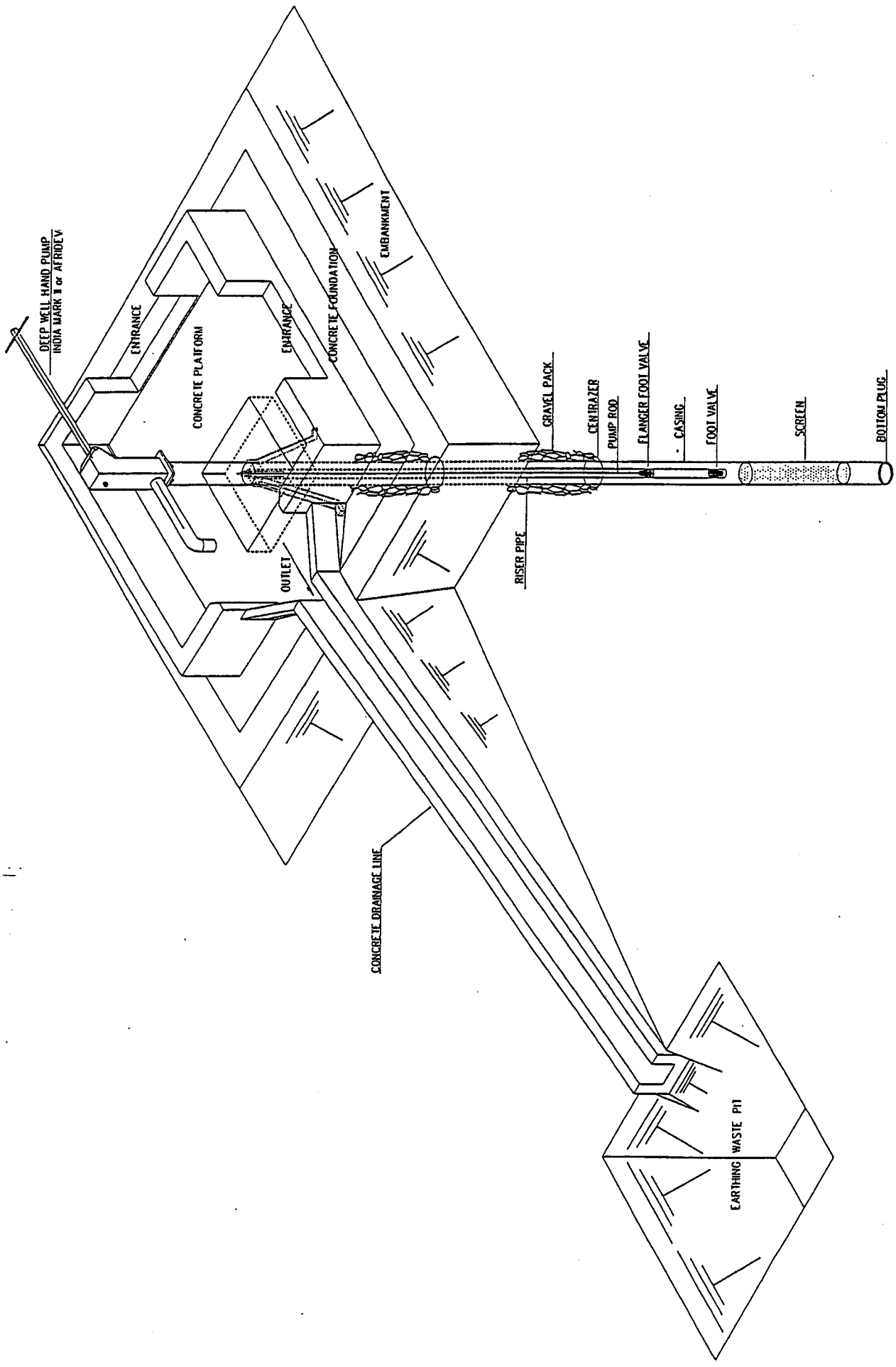
20 パイロット村の維持管理モニタリングの指標を得るため、ハンドポンプモニタリング調査、村長のインタビュー、サンプル所帯調査（100 所帯）、VWC／WPC メンバーのインタビューを行った。

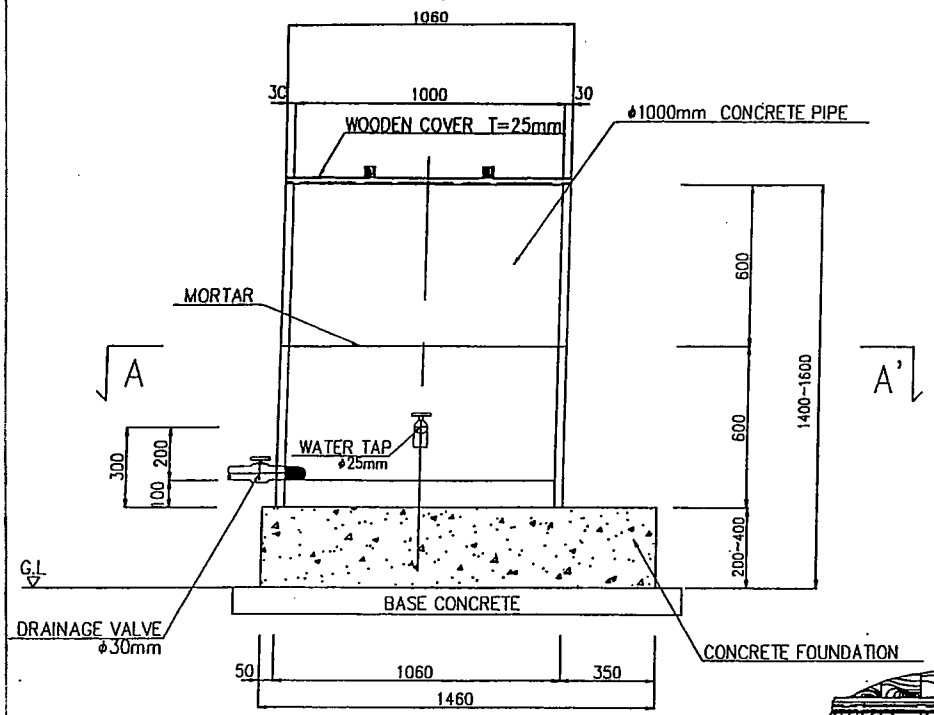
サンプル所帯調査結果は、以下の 18 項目に取りまとめられる。

表 6.5.1　サンプル所帯調査結果の概要

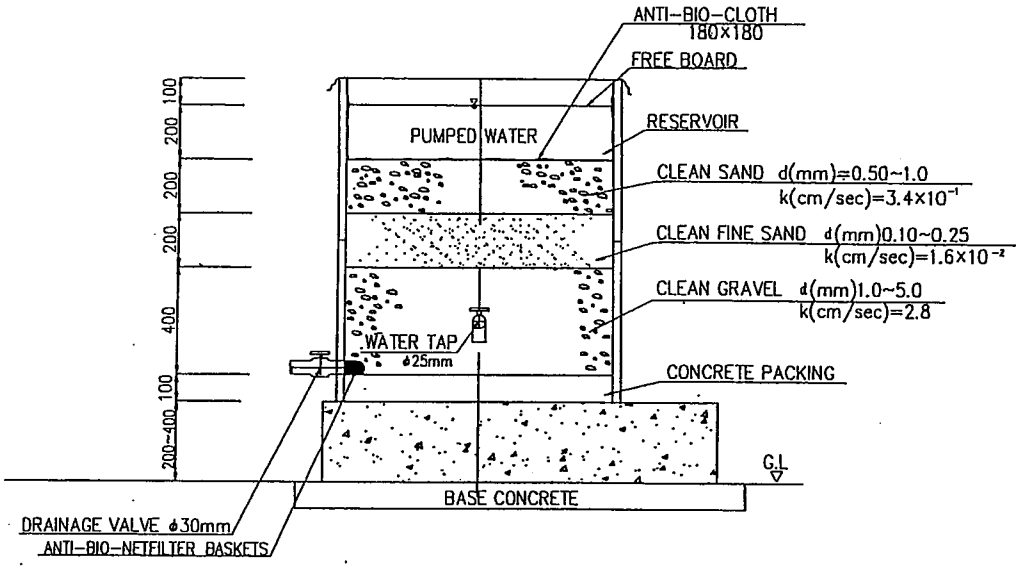
番号	内容	調査結果
1	所帯人数	3 人から 6 人が多く平均は 5.2 人
2	年間収入	ばらつきが大きいが 10〜20 万リエルと 100 万リエル以上の 2 極分布
3	O&M コスト	50 %以上の所帯が月額 100 リエルを希望
4	水使用量	雨季より、乾季の使用量が大きい。飲料水よりも農業や水浴びの使用量が大きい（平均 150 litter/day/person）
5	洗濯	44 %は家に水を運び洗濯。43 %は井戸端で洗濯
6	水浴び	50 %は井戸端で水浴び、1 日 3 回が多い
7	水の味	51 %はﾊﾝﾄﾞﾎﾟﾝﾌﾟよりも雨水を好む
8	手洗い	93 %は石鹸を使用
9	貯水	ジャーを使用。飲料水には別のジャーを使用。ジャーは 87 %がカバーあり、週に 1 回洗浄する
10	飲み水	79 %はボイル、20 %は直接ジャーから
11	下痢	成人の年間の下痢回数は 38 %が 1〜5 回
12	住民参加	92 %は参加意思がある、45 %は VDC、WPC、VWC のいずれかに参加
13	既存の水源	雨季は雨水（73 %）、乾季は浅井戸（52 %）と池（21 %）を使用
14	水汲み回数	既存水源は 2 回が多い、JICA 井戸は 3 回が多い
15	水を汲みに行く人	JICA 井戸建設後男性 53 %、女性 4 3%で女性 6 %増加
16	水買い	JICA 井戸建設前 15 %が購入、建設後 2 %
17	JICA 井戸の便益	水汲み労働減少 33 %、衛生改善 31 %、水質改善 18 %
18	要望	ハンドポンプを増やして欲しい、58 %

図 6.2.1　ハンドポンプ：深井戸給水施設

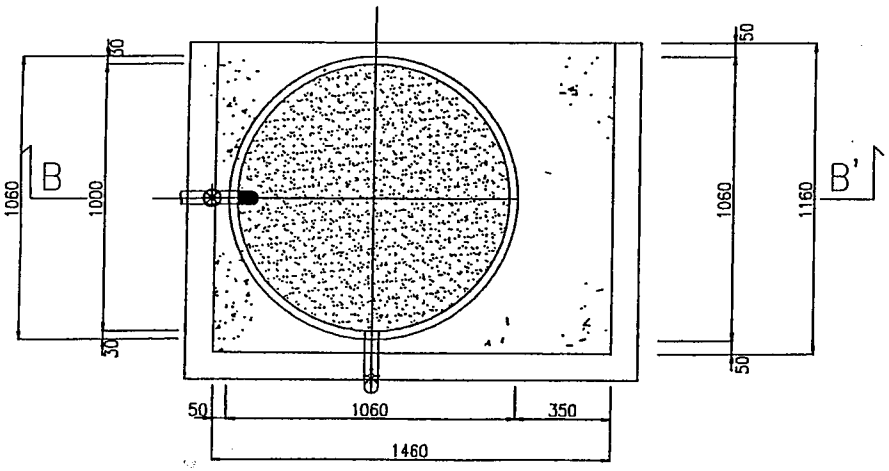




ELEVATION



B-B' SECTION



A-A'SECTION

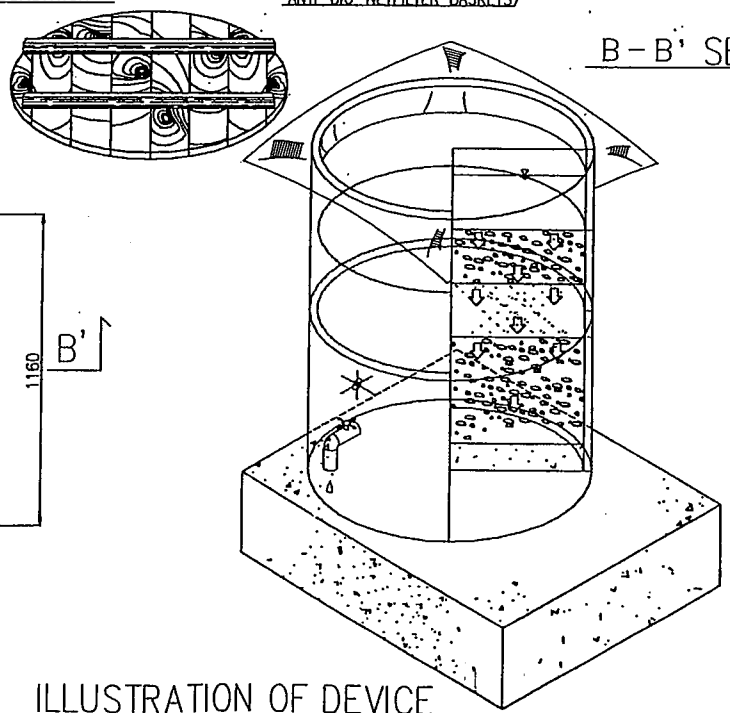


ILLUSTRATION OF DEVICE

LIST OF FILTER MATERIAL

MATERIAL	QUANTITY (m³)
CLEAN SAND	0.157
CLEAN FINE SAND	0.157
CLEAN GRAVEL	0.314

NOTE: d=DIAMETER OF MATERIAL
k=COEFFICIENT OF PERMEABILITY

0 5 10m

S=1:20

図 6.2.2

GROUNDWATER DEVEROPMENT STUDY
IN SOUTHERN CAMBODIA

DRAWING TITLE			SCALE: 1:20
鉄分除去フィルター			

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

第 7 章　地下水開発計画

第7章　地下水開発計画

7.1　地下水資源の評価

7.1.1　地下水盆と水収支

調査地域のスバイリエン州、プレーベン州及びカンダール州の南部はメコン川に沿った広域の「メコン川地下水盆」の一部を構成している。この地下水盆は粘土、シルト、砂、砂礫の厚い第四紀堆積物からなり、砂層、砂礫層が帯水層となっている。一方、プノンペン、タケオ州、カンダール州の北部、コンポンスプー州はこの地下水盆に属さず、基盤岩の風化部や亀裂部が帯水層をなし、幾つかの地域では基盤岩露出部に境された小さな地下水盆を構成している。地下水のポテンシャルはメコン川地下水盆で大きく、基盤岩地域では小さい（図 7.1）。

地下水の涵養源は雨水であるが、メコン川地下水盆では河川水も涵養源となっている。1986 年から 1995 年までの水収支計算によれば地下水涵養量は平均 448 mm で降雨量に対する比率は 34.1 %である。この涵養量を調査対象地域全域に当てはめると地下水の涵養量は 10,193 MCM/year であり、1986～1995 年での最小値では 7,172 MCM/year と計算される。

メコン川からの地下水涵養量は、河川水位が沿岸の地下水位よりも高い時期に起きると考えられる。河川沿岸の地下水位、河床の性質と水理係数、河川の面積等が不明なため涵養量は計算できないが、河川流量と比較すると川からの涵養量は小さいと推定される。

現在の地下水の揚水量は涵養量に比べると極めて少なく、第 8 章で述べる給水計画により地下水を開発したとしても地下水揚水量は 7,800 m^3/day であり平均涵養量の 0.04 %であり、殆ど無視できる。

7.1.2　適正揚水量

スバイリエン州及びプレーベン州のメコン川地下水盆では帯水層の透水係数は大きい。試掘井の揚水試験結果によると水位降下量は小さく比湧出量は大きい。一方、基盤岩地域では比湧出量は小さい。各地域の水文地質条件を考慮すると、井戸 1 本当たりの適正揚水量は以下のようにまとめられる。

表 7.1　適正揚水量

地区	水文地質単元	適正揚水量（m^3/day）
ペリアーバン地区	**基盤岩**	1.5~20
スバイリエン州	**第四紀帯水層**	500~800
タケオ州	**基盤岩**	1.5~150
カンダール州	**基盤岩** **第四紀帯水層**	4~8 500
プレーベン州	**第四紀帯水層**	80~800
コンポンスプー州	**基盤岩**	1.5

7.2 目標帯水層

7.2.1 帯水層と掘削深度

(1) **第四紀帯水層**

調査地域の東側のメコン川地下水盆では第四紀帯水層は数層に分かれて分布しており、それらの層厚や広がりは場所毎に異なっている。試掘結果により、この地下水盆では深度 50～60 m 以内に砂層、砂礫層からなる帯水層が数層あり、水質は深層部の地下水とほぼ同じであることが分かった。従って、井戸掘削の目標深度は 60 m とし、既存井戸の掘削記録を十分検討して、掘削位置と深度を決定する。

(2) **基盤岩帯水層**

調査地域の西側の基盤岩地域では、風化部、亀裂部が帯水層となるので、掘削深度は場所毎に基盤岩深度によって変化する。新鮮な基盤岩に比べると風化部及び亀裂部の比抵抗値が低いため、比抵抗法による電気探査が有効である。従って、井戸掘削の目標深度は 60 mとし、電気探査を実施して適切な掘削位置と深度を決定する。

7.2.2 開発規模

調査対象地域の地下水ポテンシャルと井戸の適正揚水量を評価すると、東側のプレーベン州、スバイリエン州及びカンダール州南部では、井戸 1 本当たり数百 m^3/day 規模の地下水開発が可能である。地下水は電動水中ポンプにより取水し、戸別給水することも可能である。しかし、水質は鉄分が多いので処理する必要がある。

一方、西側のペリアーバン地区、コンポンスプー州、タケオ州では井戸 1 本当たり数～数十 m^3/day の規模の地下水開発が可能であるが、空井戸になる確率も 20 %以上ある。地下水は

ハンドポンプによる取水が可能であるが、電動水中ポンプによる大量の取水は困難である。また、水質としては高い塩分濃度の地下水に遭遇する可能性がある。しかし、現在のところこれを予測する手段はない。

地下水開発に必要な井戸の本数は、以上に述べた地下水ポテンシャルと井戸の適正揚水量を考慮して検討する。

7.3 標準井戸設計

7.3.1 井戸深度

調査対象地域の東側では、第四紀帯水層が分布するので掘削深度は 60 m とする。また、西側も 60 m とする。

7.3.2 掘削工法

第四紀帯水層分布地域ではロータリー工法を採用する。基盤岩地域では、浅層部はロータリー掘削とし、硬岩部は DTH（ダウン・ザ・ホール）工法を採用する。スクリーン設置位置は比抵抗及び自然電位の検層結果を検討して決定する。

7.3.3 井戸仕上げ

井戸ケーシングは口径 4 インチの塩ビ管でスクリーン開口率は 3 %以上を確保する。また、スクリーン周りは径 4～5 mm の砂利を充填する。また、スクリーン上部から地表面までは地表水の侵入を遮断するためセメントグラウトする（図 7.2）。

井戸仕上げ後、デベロップメントを行い井戸揚水量の増大を図る。また、デベロップメント完了後、地下水位を測定し、適切なポンプ位置を決定するとともに、帯水層の能力を求めるため揚水試験を実施する。

第８章　給水計画

第8章　給水計画

8.1 給水計画の策定方針

(1) 既存水源の実態調査結果に基づき、新規水源の必要性及び緊急性があり、住民自身が WPC を結成して自主的に O&M を実施する意思があることが明らかな村落（優先ランク A：182 村、B：59 村、合計 241 村）を対象に 2005 年を目標とした生活用水給水計画を策定する。給水システムは管井とハンドポンプ及び付帯設備から成るレベルⅠシステムとする。これら給水施設は村落住民自身により運営・維持管理（VLOM）を行う。

(2) 調査対象地域のうちペリアーバン地区及びカンダール、コンポンスプー、タケオの 3 州はメコン川西岸に当り、基盤岩が浅く、表層部も風化性粘土の地盤で固いため大型の掘削機械を使用しなければ地下水開発が困難である。また、高塩分濃度の地下水も所々に分布するため、プレーベン、スバイリエン等のメコン川東岸 2 州に比べ開発利用が遅れている。従って、メコン川西岸地域は本件地下水開発調査の技術的成果を活用して優先的に開発を進める。

(3) 一方、メコン川東岸 2 州は柔らかく緩い沖積砂層が分布しているため、地下水開発は小型の掘削機でも容易に行える。この地域では、ローカルの井戸工事業者による家庭用の井戸が急増中であり、今後もカンボディア経済の復興に伴い、主に国道 1 号線等の幹線に近い対象村落では、さらに家庭用井戸が増加していくことが予想される。従って、この 2 州の優先順位は低くし、今後の家庭用井戸普及状況を見て、開発を実施すべき村落について再度検討を行う。

(4) 実施順序としては、首都プノンペン市に隣接しアクセスが容易なプノンペン郊外 3 郡を含むペリアーバン地区を最優先とする。次いでプノンペン市に近い順番に、カンダール、コンポンスプー、タケオ州の順に実施する。ただし、ペリアーバン地区は、プノンペン市から離れた人口数百～千人規模の純農村地域を対象とする。プノンペン市に隣接した市街化地域は基盤岩が浅く分布し、地下水賦存量が少なく、レベルⅡシステムによる大人口への給水は困難であることから、計画対象から除外する（なお、市街化地域はランク分けの際に「その他」に区分されている）。

(5) 新規水源の必要性や緊急性の観点から C 及び D にランクされた対象村落は既存水源の水質がやや不良な村及び水量がやや不足している村である。また、E にランクされた村落は、現状では道路状況が悪くアクセスが困難な村落が含まれている。これら計画対象外とした村落については、今後の生活水準の変化や周辺社会基盤の整備状況につ

いて再調査し、開発を実施すべき村落の再検討を行う。

(6) 計画対象地域は全般的に地下水の鉄分濃度が高い。従って、地下水開発の際に水質分析を行い、鉄分濃度に応じ水質処理のためのサンドフィルターを住民負担により設置するよう指導する。また、メコン川西岸では塩分濃度の高い帯水層に当たる可能性もあるので、許容塩分濃度を設定し、濃度に応じた利用方法を検討する。

(7) 村落給水施設が永続的に利用されるためには、住民自身が自らの意思で WPC を結成し、施設を運営・維持管理することが重要である。本開発調査では 20 パイロット村落を対象に、WPC の設立を手助けするとともに、給水施設の運営・管理のモニタリングを 2002 年 2 月まで行う予定である。従って、給水計画には、ソフトコンポーネントとして計画対象村落における WPC の設立及び運営指導を組み込み、施設建設と平行して住民自身の運営・維持管理を支援する。支援に当たっては、20 パイロット村でのモニタリング成果を反映させる。また、UNICEF 等が実施中の衛生改善計画と連携し、対象村落における衛生キャンペーンを行う。

8.2 計画規模と設計基準

8.2.1 標準水消費量

ベースライン調査によれば、対象村落における水消費量は 1 家族当たり数百リットルを超えることもあり、一人当たりで最小 30 リットル、最大では 100 リットルを超える村も見られる。MRD は地方給水の標準消費水量は定めておらず、下記の WHO 基準値を準用して 20 lpcd 程度としている。しかし、この値はベースライン調査の精度を考慮しても実態とはかなり差があるので、本計画では WHO の村落給水上限である 40 lpcd を採用する。

表 8.1 WHO の給水ガイドライン

	距離	消費水量
水源までの距離	1,000 m **以上** 500〜1,000 m	5〜10 lpcd 10〜15 lpcd
村落井戸まで	250 m **以上** 250 m **以下**	15〜25 lpcd 20〜40 lpcd
公共水栓	−	50 lpcd

8.2.2 水需要予測

調査地域の 2005 年の人口予測（増加率 2.8 %）によれば、対象 241 村落の人口は 194,964 人

に増加する。これに伴う水需要予測結果は表 8.2 の通りである。

表 8.2　人口及び水需要予測一覧表

州名	村落数	1997 年人口	2005 年人口	水需要 m^3/day (40 lpcd)
ペリアーバン地区	60	38,389	47,880	1,915
スバイリエン州	30	21,909	27,326	1,093
タケオ州	62	39,170	48,854	1,954
カンダール州	31	21,143	26,371	1,055
プレーベン州	26	20,715	25,837	1,033
コンポンスプー州	32	14,990	18,696	748
合計	241	156,316	194,964	7,798

8.2.3 ハンドポンプの選定

本計画で使用するハンドポンプに必要な能力は、以下の通りである。

- 揚水量：20～30 ℓ/min
- 揚　程：20～30 m
- 操作・運転：女性・子供が容易に扱えること
- 維持管理：村落または地域レベルの維持管理が可能なこと
- 材料：腐食及び磨耗が少ないこと

カンボディア国内で使われているハンドポンプを上記の観点から比較し、20 パイロット調査村に設置した India Mark III 及び Afridev の維持管理実績から判断すると、現状では Afridev が最善の選択である（表 8.3）。

表 8.3　ハンドポンプの比較評価

型名	揚程	価格（米ﾄﾞﾙ）	腐食耐久性	磨耗耐久性	維持管理	総合評価
India Mark III	15～45 m	300～400	不適	適	村落ﾚﾍﾞﾙ	可
Afridev	15～45 m	200～300	適	適	村落ﾚﾍﾞﾙ	良
Tara	8～12 m	100～150	適	適	村落ﾚﾍﾞﾙ	不可
No.6	2～6 m	50 以下	不適	不適	村落ﾚﾍﾞﾙ	不可

8.2.4 ハンドポンプ必要台数

Afridev の揚水能力は帯水層の透水量係数や地下水位によって変化するが、現地での測定によれば、実揚水量は概ね 15 ℓ/min から 20 ℓ/min の範囲にある。そこで、計画に当たっては、

平均揚水量を 17.5 ℓ/min とし、ポンプ稼働時間を 8 時間に設定した。従って、Afridev 一台当たりの計画揚水量は 8.4 m^3/day で、標準消費水量を 40 lpcd とすると、一台当たりの給水人口は 210 人となる。

表 8.4　ハンドポンプ必要台数

州	2005 年	
	人口	ポンプ必要台数
ペリアーバン地区	47,880	259
スバイリエン州	27,326	144
タケオ州	48,854	266
カンダール州	26,371	140
プレーベン州	25,837	136
コンポンスプー州	18,696	104
計	194,964	1,049

8.3 給水施設（ハードコンポーネント）

給水施設はハンドポンプシステムとし、6.2.4 章で述べたパイロット給水施設に対する評価を踏まえ、次の通りとする。

(1) **深井戸**

パイロット給水施設では、試掘井の深度が 100 mを越える場所があり、作用する水圧及び土圧を考慮して、ケーシングパイプの材質として FRP を使用した。7.2 章で述べた通り、実施計画にあたっての目標帯水層は、60 m 以内を想定しているので、水圧及び土圧に対し、PVC パイプで十分対応可能であると判断されるため、FRP に比べて経済的な PVC パイプをケーシングパイプとして、採用することとした。

また、ケーシング径及びスクリーンについては、パイロット給水施設と同様に次の通りとする。

- ケーシング径：　4 インチ
- スクリーン長：　16 m
- スクリーン開口率：　5 %

(2) **ハンドポンプ（図 8.1 参照）**

パイロットスタディにおけるポンプの比較結果より、維持管理の容易さ、経済性、

MRD 推奨の点から Afridev ポンプを採用することとした。また、防錆の観点から、揚水管及びポンプロッドの材質は、次の通りとした。

- 揚水管：　PVC パイプ
- ポンプロッド：　ステンレス鋼

(3) プラットホーム（図 8.2 参照）

パイロット給水施設の評価結果より、プラットホームのデザインを次の点について、変更した。

- 水撥ね防止用のプラットホーム周りの壁は、井戸の維持管理作業においての障害となりやすく、廃止した。
- 構造物自重による沈下を軽減するため、構造物の断面寸法を最小寸法に押さえた。

また、プラットホームの内法寸法については、MRD の標準仕様に合わせることとした。以上により設計仕様は次の通りとした。

- 構造：　鉄筋コンクリート
- 内法寸法：　幅 2.5 m×長さ 3.8 m
- 断面寸法：　床版厚 15 cm、壁厚 15 cm
- コンクリート圧縮強度：　21 N/mm^2（シリンダー供試体強度）
- 鉄筋：　丸鋼 9 mm－15 cm×15 cm

(4) 排水溝（図 8.2 参照）

パイロット給水施設の評価結果より、プラットホームのデザインを次の点について、変更した。

- パイロット給水施設の排水溝については、無筋コンクリート構造であったため、不等沈下によるクラックが生じ、特にプラットホームとの接続部において多く見られた。従って、排水溝は鉄筋コンクリート構造とし、鉄筋はプラットホームから連続して配筋するものとする。
- 構造物自重による沈下を軽減するため、構造物の断面寸法を最小寸法に押さえる。

以上により設計仕様は次の通りとした。

- 構造：　鉄筋コンクリート
- 内法寸法：　幅 35 cm×深 20 cm×長 5 m

- 断面寸法：　　床版厚 15 cm、壁厚 15 cm
- コンクリート圧縮強度と鉄筋は、プラットホームと同じとする

また、排水溝下流端においては、排水が滞留して、不衛生な状況を生じない様、住民自身により、排水流末まで素掘り側溝を掘る等の措置を施すよう維持管理教育していく必要がある。

(5) **鉄分除去装置（図 6.2.2 参照）**

6.2 章で述べた通り、鉄分除去装置については、今後のモニタリングの中で検討すべき事項が残されているが、実施計画にあたっては、以下の通りとする。

- 鉄分除去装置のデザインについては、鉄分除去効果のあったパイロット給水施設と同じとする。
- 鉄分除去装置の設置数については、パイロットスタディの実績から、全井戸数の 30 %とする。

8.4 運営維持管理指導及び衛生改善キャンペーン（ソフトコンポーネント）

本計画では、コンサルタントが計画段階から各村落の水源委員会の設立を指導し、建設段階では、ハンドポンプの設置、修理の教育訓練、鉄分除去装置等の付帯施設の建設指導、衛生改善教育を行なう計画であるので、ローカルコンサルタントを雇用し、これらの活動を推進していくものとする。

8.5 事業費

8.5.1 積算基準

本給水計画の事業費を以下の条件で算出した。

- 価格設定時期：　1999 年 4 月
- 外貨交換率：　1 米ドル＝3,780 リエル＝123 円
- 計画実施期間：　79 ヶ月
- 実施体制：　カンボディア国コンサルタント及び建設業者により実施する。
- 空井戸率：　10 %
- 鉄分除去装置：　全井戸給水施設の 30 %において、鉄分除去装置を設置する

8.5.2 事業費

事業の内訳は、下記の通りである。

(1) 給水施設建設：
　① 井戸施設建設　1,049ヵ所
　② 鉄分除去装置建設　316ヵ所
(2) 維持管理用資機材調達：
　① AFRIDEV ハンドポンプ用スペアパーツセット　120セット
　② AFRIDEV ハンドポンプ用ツールセット　60セット
　③ AFRIDEV ハンドポンプ1式　60セット
　④ ピックアップトラック（4WD）　6台
　⑤ エアコンプレッサー　1台
　⑥ クレーン付トラック　1台
(3) 設計監理費：
　① 詳細設計、入札業務　1式
　② 施工監理　1式
　③ 維持管理教育指導（ソフトコンポーネント）　1式

また、事業費は次の通りである。

表 8.5　事業費

（単位：千円）

費目	金額
事業費総計	2,222,490
1．土木建設費	2,075,426
1-1 **工事原価**	1,886,753
a.**直接工事費**	1,711,862
b.**共通仮設費**	56,169
c.**直接経費**	118,722
1-2 **一般管理費**	188,673
2．機材費	35,933
2-1 **機材本体費**	31,194
2-2 **輸送梱包費**	3,696
2-3 **一般管理費**	1,043
3．設計監理費	111,131
3-1 **実施設計**	22,728
a.**直接経費**	16,680
b.**直接人件費**	2,521

c.**間接費**	3,527
3-2 **施工監理費**	88,403
a.**直接経費**	53,531
b.**直接人件費**	7,133
c.**間接費**	7,445
d.ｿﾌﾄｺﾝﾎﾟｰﾈﾝﾄ費	20,294

また、各実施年度に応じて期分けした場合の事業費は下表の通りである。

表 8.6　**期別事業費**

（単位：千円）

期分け	**I**	**II**	**III**	**IV**	**計**
年度	2000～2003	2001～2004	2002～2005	2003～2006	
対象地域	ﾍﾟﾘｱｰﾊﾞﾝ地区	ｶﾝﾀﾞｰﾙ州 ｺﾝﾎﾟﾝｽﾌﾟｰ州	ﾀｹｵ州	ﾌﾟﾚｰﾍﾞﾝ州 ｽﾊﾞｲﾘｴﾝ州	
深井戸及びﾊﾝﾄﾞﾎﾟﾝﾌﾟ数	259	244	266	280	1,049
鉄分除去装置	78	74	80	84	316
土木建設費	511,790	483,370	525,499	554,767	2,075,426
機材費	22,970	5,186	2,591	5,186	35,933
設計監理費	32,164	27,973	25,204	25,790	111,131
計	566,924	516,529	553,294	585,743	2,222,490

8.6　代替案の検討

8.6.1　代替案の考え方と MRD の実施能力

代替案検討に当っての基本的な考え方は以下の通りである。

- カンボディア国建設業者が実施する工事の一部について、MRD が保有機材を使用して、実施するものとする。
- MRD の実施能力について検証を行なったところ、MRD は機材を保有して井戸掘削工事を行なっており、実績・経験ともに豊富であった。また、井戸掘削施工及び機材の維持管理を行なっていくための人員、体制は整っており、工事の一部を実施することは十分可能であると判断できる。
- 但し、MRD の保有している井戸掘削用機材は老朽化しているか、または UNICEF プロジェクト専用であるため、代替案では、井戸掘削用機材を新規に調達する必要がある。

8.6.2 代替案事業費

先方政府が井戸掘削機及び支援機材を 2 セット調達する費用を機材費に計上し、調達された 2 セットの機材により、掘削班を 2 チーム編成し、施工業者の下で、井戸掘削作業を行なうものとする。調達した機材にて井戸掘削を行なう I 期及びIII期工事においては、工事費算出に当って、2 セット分の機械損料を控除する。

事業費の内訳としては、前述の事業費内訳に、次の機材を加えたものである。

井戸掘削工事用資機材調達：

①	車載型掘削機（掘削深度 120 m）	2 台
②	同上スペアパーツ	2 セット
③	同上標準工具	2 セット
④	ウイングビット（10-5/8 インチ）	6 個
⑤	トリコンビット（10-5/8 インチ）	10 個
⑥	トリコンビット（8-1/2 インチ）	20 個
⑦	DTH ハンマービット（8-1/2 インチ）	20 個
⑧	クレーン付トラック（6 トンクレーン）	2 台
⑨	エアコンプレッサー	2 台
⑩	ステーションワゴン（4WD）	2 台
⑪	ピックアップトラック（4WD）	2 台
⑫	燃料タンク（4 m^3）	2 台
⑬	給水タンク（3 m^3）	2 台

事業費は、以下の通りである。

表 8.7　代替案事業費

（単位：千円）

費目	金額
事業費総計	2,298,910
1．土木建設費	1,868,426
1-1 **工事原価**	1,698,571
a.**直接工事費**	1,524,543
b.**共通仮設費**	56,169
c.**直接経費**	117,859
1-2 **一般管理費**	169,855
2．機材費	321,348
2-1 **機材本体費**	297,679

2-2 **輸送梱包費**	14,314
2-3 **一般管理費**	9,355
3．設計監理費	109,136
3-1 **実施設計**	23,585
a.**直接経費**	17,537
b.**直接人件費**	2,521
c.**間接費**	3,527
3-2 **施工監理費**	85,551
a.**直接経費**	53,354
b.**直接人件費**	7,133
c.**間接費**	7,445
d.ｿﾌﾄｺﾝﾎﾟｰﾈﾝﾄ**費**	17,619

また各実施年度に応じて期分けした場合の事業費は下表の通りである。

表 8.8　**代替案期別事業費**

（単位：千円）

期分け	**I**	**II**	**III**	**IV**	**計**
年度	2000～2003	2001～2004	2002～2005	2003～2006	
対象地域	ﾍﾟﾘｱｰﾊﾞﾝ地区	ｶﾝﾀﾞｰﾙ州 ｺﾝﾎﾟﾝｽﾌﾟｰ州	ﾀｹｵ州	ﾌﾟﾚｰﾍﾞﾝ州 ｽﾊﾞｲﾘｴﾝ州	
深井戸及び ﾊﾝﾄﾞﾎﾟﾝﾌﾟ数	259	244	266	280	1,049
鉄分除去装置	78	74	80	84	316
土木建設費	408,543	483,370	421,746	554,767	1,868,426
機材費	308,385	5,186	2,591	5,186	321,348
設計監理費	31,706	25,239	26,399	25,792	109,136
計	748,634	513,795	450,736	585,745	2,298,910

8.7　日本国政府無償資金協力を想定した場合の事業費

日本国政府無償資金協力を想定した場合の事業費については、国際協力事業団無償資金協力調査部発行の鑿井工事積算指針を適用し、本邦コンサルタント及び建設業者により、工事を実施するものとして積算した。

事業費は、以下の通りである。

表 8.9　事業費（無償資金協力ベース）

（単位：千円）

費目	金額
事業費総計	3,009,133
1．土木建設費	2,422,419
1-1 **工事原価**	2,202,202
a.**直接工事費**	1,711,862
b.**共通仮設費**	56,169
c.**直接経費**	434,171
1-2 **一般管理費**	220,217
2．機材費	35,933
2-1 **機材本体費**	31,194
2-2 **輸送梱包費**	3,696
2-3 **一般管理費**	1,043
3．設計監理費	550,781
3-1 **実施設計**	119,692
a.**直接経費**	30,101
b.**直接人件費**	37,044
c.**間接費**	52,547
3-2 **施工監理費**	431,089
a.**直接経費**	112,678
b.**直接人件費**	94,528
c.**間接費**	132,337
d.**ｿﾌﾄｺﾝﾎﾟｰﾈﾝﾄ費**	91,546

また、各実施年度に応じて期分けした場合の事業費は下表の通りである。

表 8.10　期別事業費（無償資金協力ベース）

（単位：千円）

期分け	**I**	**II**	**III**	**IV**	**計**
年度	2000～2003	2001～2004	2002～2005	2003～2006	
対象地域	**ﾍﾟﾘｱｰﾊﾞﾝ地区**	**ｶﾝﾀﾞｰﾙ州 ｺﾝﾎﾟﾝｽﾌﾟｰ州**	**ﾀｹｵ州**	**ﾌﾟﾚｰﾍﾞﾝ州 ｽﾊﾞｲﾘｴﾝ州**	
深井戸及び ﾊﾝﾄﾞﾎﾟﾝﾌﾟ数	259	244	266	280	1,049
鉄分除去装置	78	74	80	84	316
土木建設費	598,786	566,471	614,015	643,147	2,422,419
機材費	22,970	5,186	2,591	5,186	35,933
設計監理費	151,384	130,077	138,130	131,190	550,781
計	773,140	701,734	754,736	779,523	3,009,133

また、代替案事業費は以下の通りである。

表 8.11　**代替案事業費（無償資金協力ベース）**

（単位：千円）

費目	金額
事業費総計	3,087,261
1．土木建設費	2,215,132
1-1 **工事原価**	2,013,760
a.**直接工事費**	1,524,543
b.**共通仮設費**	56,169
c.**直接経費**	433,048
1-2 **一般管理費**	201,372
2．機材費	321,348
2-1 **機材本体費**	297,679
2-2 **輸送梱包費**	14,314
2-3 **一般管理費**	9,355
3．設計監理費	550,781
3-1 **実施設計**	119,692
a.**直接経費**	30,101
b.**直接人件費**	37,044
c.**間接費**	52,547
3-2 **施工監理費**	431,089
a.**直接経費**	112,678
b.**直接人件費**	94,528
c.**間接費**	132,337
d.ｿﾌﾄｺﾝﾎﾟｰﾈﾝﾄ費	91,546

また、各実施年度に応じて期分けした場合の代替案事業費は下表の通りである。

表 8.12　**代替案期別事業費（無償資金協力ベース）**

（単位：千円）

期分け	I	II	III	IV	計
年度	2000～2003	2001～2004	2002～2005	2003～2006	
対象地域	ﾍﾟﾘｱｰﾊﾞﾝ地区	ｶﾝﾀﾞｰﾙ州 ｺﾝﾎﾟﾝｽﾌﾟｰ州	ﾀｹｵ州	ﾌﾟﾚｰﾍﾞﾝ州 ｽﾊﾞｲﾘｴﾝ州	
深井戸及びﾊﾝﾄﾞﾎﾟﾝﾌﾟ数	259	244	266	280	1,049
鉄分除去装置	78	74	80	84	316
土木建設費	495,253	566,471	510,261	643,147	2,215,132
機材費	308,385	5,186	2,591	5,186	321,348
設計監理費	151,384	130,077	138,130	131,190	550,781
計	955,022	701,734	650,982	779,523	3,087,261

8.8 実施組織

本計画の実施主体は地方開発省地方給水局（DRWS）及び各州の地方開発部（PDRD）である。DRWS は本計画実施のためのプロジェクト運営管理組織（PMU）を設置し、専任者を置くものとする。PMU はコンサルタントの協力を得て、PDRD と連携をとりながら、本事業の実施を管理する。コンサルタントは本事業の詳細設計、入札図書の準備・入札及び施工管理を行う。また、詳細設計開始と同時にソフトコンポーネントとして計画対象村落の WPC 設立及び運営維持管理指導と衛生改善キャンペーンを実施する。コントラクターはコンサルタントの管理のもと給水施設・維持管理施設の建設と資機材の供給を行う。

8.9 実施スケジュール

基本方針に従い策定した水供給計画の実施スケジュールを図 8.3 に示す。

8.10 維持管理計画

8.10.1 維持管理の方針

本計画は VLOM（Village Level Operation & Maintenance）を基本方針とする。そのため、給水施設には村落レベルでの維持管理が可能な Afridev ハンドポンプを設置する。パイロット調査結果からも明らかなように、井戸の利用者が組織する WPC を通じてハンドポンプの日常点検管理が可能である。また、Afridev は揚水管の着脱が比較的簡単に出来るので、住民訓練により軽微な故障は住民自身で修理することが可能となっている。従って、本計画では軽微な故障は村落の WPC が修理する方針とし、このため WPC が工具を保管、VDC が各州の PDRD との連絡・調整を行う。また、PDRD がスペアパーツを購入し保管するとともに、ハンドポンプの重故障を有償で実施する。地方給水局は井戸の回復作業（洗浄作業）等の実施、給水計画、設計基準の策定や技術指導を行う。また、保有機材を使用して給水施設建設、スペアパーツの一括購入、保管、配布等を各州 PDRD の求めに応じて実施する（図 8.4）。

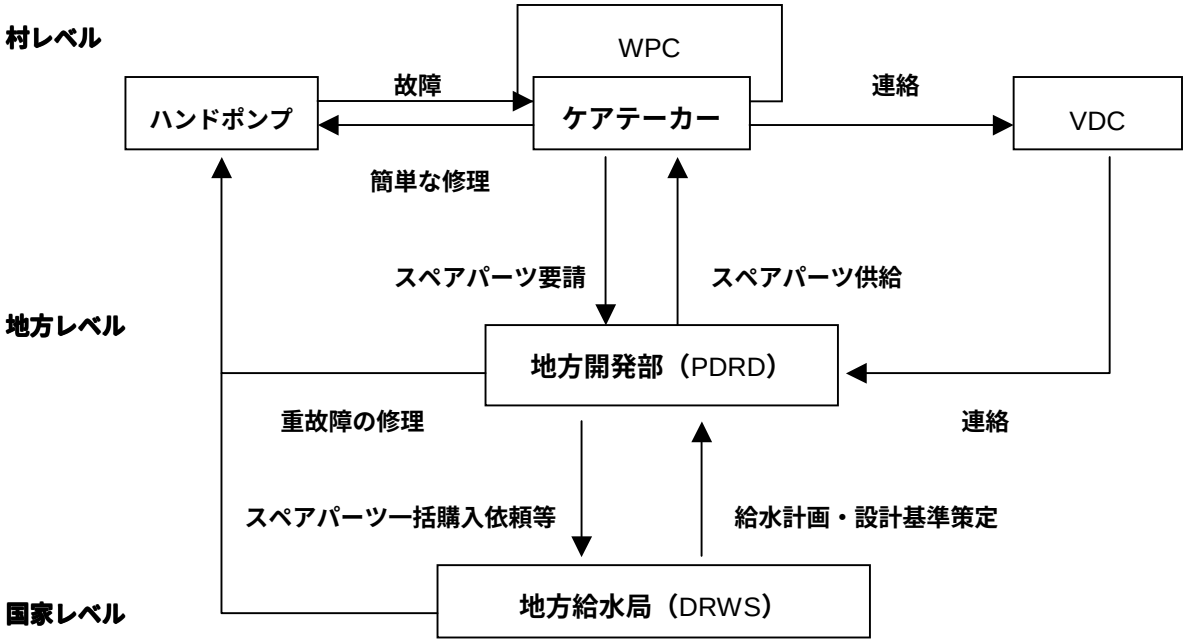


図 8.4　**維持管理体制**

8.10.2 維持管理組織

(1) **村落レベル**

各井戸毎の利用者を構成員とする水源委員会（WPC）に井戸世話係と会計をおく。委員長の指導のもと利用者は水料金を支払うとともに、井戸周りの清掃、日常点検等を行う。井戸世話係は日常点検の他、スペアパーツの交換や、可能な限り軽微な故障の修理を行う。会計は水料金を徴収し保管する。水料金は巡回メンテナンスの費用、故障修理費及びスペアパーツ代金等に充当する。

(2) **州レベル**

地方開発部の給水課には支援チームを置き、村落給水施設のモニターと村落レベルでは対応できないハンドポンプの故障に対応する。チームは常勤スタッフを置き、車両、工具、資機材を保有し、村落の要請によりハンドポンプの修理・交換を行う。

8.10.3 維持管理費

維持管理費の算定結果は表 8.7 の通りである。算定にはスペアパーツ購入費用、地方開発部給水課から年に一回修理支援を受ける費用として燃料費・日当を考慮している。また、3 年に一度井戸の洗浄を行なうものとし、井戸洗浄コスト 160 米ドルの 1/3 を年額として算入し

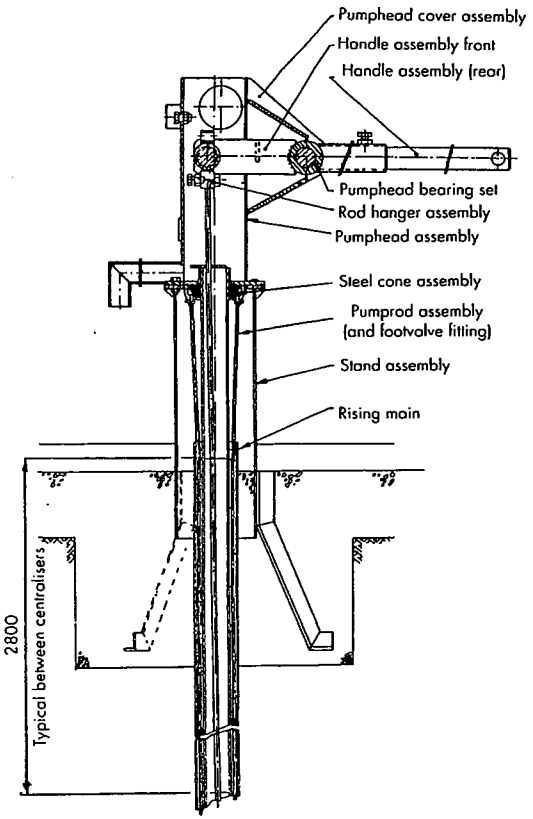
た。さらに、10 年ごとに新しいハンドポンプに取替える費用を修繕積立として算定項目に入れた。ハンドポンプ１台の金額は 160 米ドルで、年間の積立金額は 16 米ドルと算定した。ハンドポンプシステムを建設した村落では年間 132 米ドルとなり、ポンプ 1 台当たりの人数（210 人）で割ると一人当たり 0.6 米ドル/年である。従って、一家族（1 世帯平均 5 人）では年額 3 米ドルを水料金として徴収する必要がある。

表 8.7　維持管理費一覧表

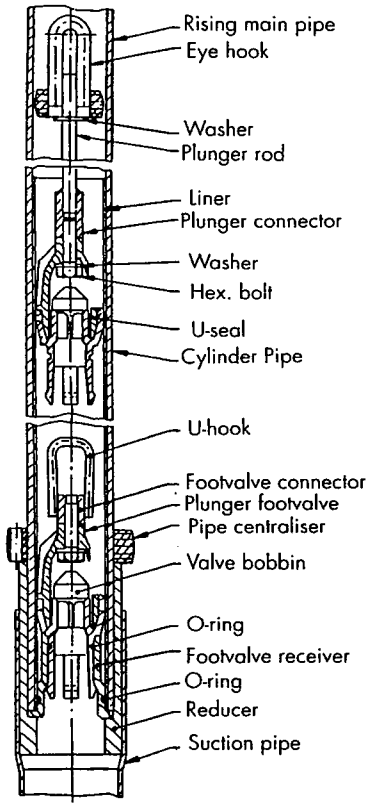
（1 台当たり年額　単位：米ドル）

システム	項目	単価	数量	金額	備考
ハンドポンプ	スペアパーツ	11.0	1 ｾｯﾄ	11.0	年 1 回交換
	PDRD 職員日当	5.0	2 人	10.0	年 1 回定期点検
	巡回車両費、燃料費	25	1 日	25.0	〃
	井戸洗浄費	160.0	0.3 回	48.0	3 年に１回、洗浄
	DRWS 職員日当	15.0	0.6 人	9.0	〃
	巡回車両費、燃料費	25.0	0.3 日	7.5	〃
	ﾊﾝﾄﾞﾎﾟﾝﾌﾟ新品購入	160.0	0.1 台	16.0	10 年に 1 回、新品と交換
	DRWS 職員日当	15.0	0.2 人	3.0	〃
	巡回車両費、燃料費	25	0.1 日	2.5	〃
	計			132.0	

（注）換算率：1 米ドル＝123 円

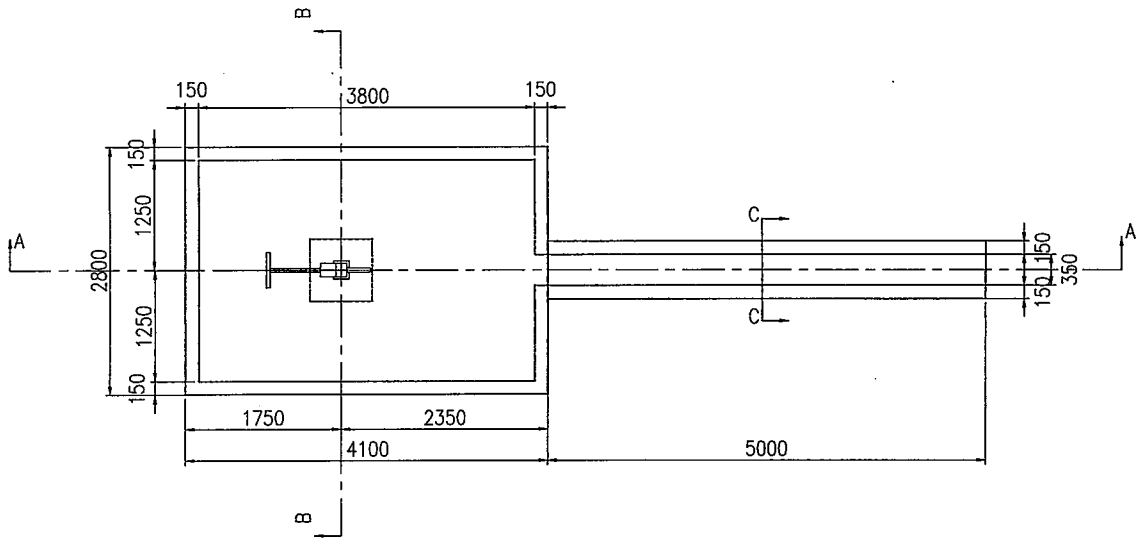


PUMP ASSEMBLY

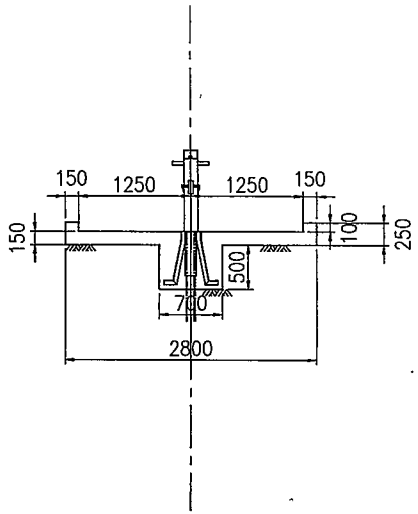


CYLINDER ASSEMBLY

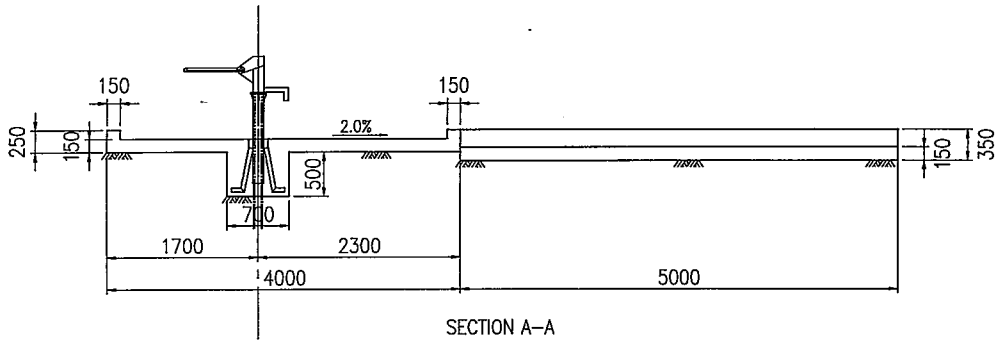
図 8.1　　AFRIDEV ハンドポンプ詳細図



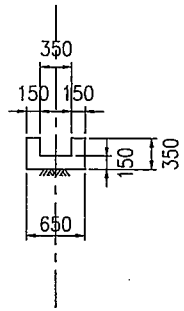
PLAN



SECTION B–B



SECTION A–A



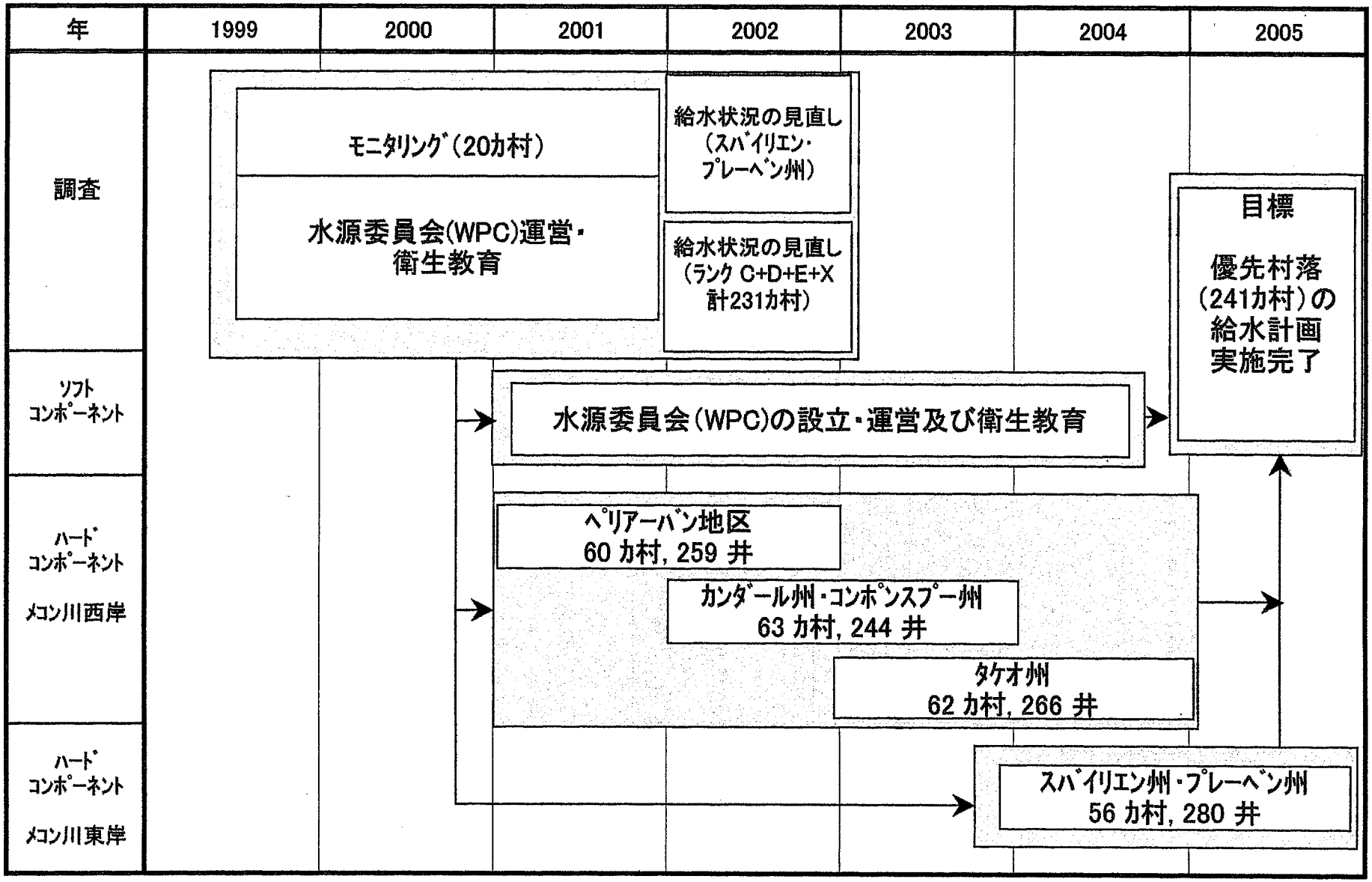
SECTION C–C

図 8.2　　改訂されたﾌﾟﾗｯﾄﾌｫｰﾑと排水溝

S=1/40

REMARK
Concrete Strength: 21 N/mm2
Reinforcing Steel Bar: ϕ9mm @ 150mmX150mm

図 8.3 給水計画実施スケジュール



第９章　事業評価

第9章　事業評価

9.1　評価の観点

本プロジェクトは BHN を充足するものであり直接的または間接的に多様な便益を生むと考えられる。しかし、これらは定量的に評価できるものばかりではなく、住民の満足度や生活の改善等の定性的にしか評価できないものも含まれる。

9.1.1　対象村落における受益者の増加

現在の給水率は 25～45 %（平均 34 %）と推定される。プロジェクト対象地域における受益者数は 2005 年においても現状と同じ給水率に留まろうとすると、約 66,000 人である。しかし、本プロジェクトが実施されると 2005 年の受益者は下表に示すように 195,000 人に増加する。

表 9.1　調査対象地域における受益者の増加数

州	対象村落数	給水人口（2005 年）		受益者の増加数
		ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄなし	ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ実施	
ペリアーバン地区	60	16,279	47,880	31,601
スバイリエン州	30	9,291	27,326	18,035
タケオ州	62	16,610	48,854	32,244
カンダール州	31	8,966	26,371	17,405
プレーベン州	26	8,785	25,837	17,052
コンポンスプー州	32	6,357	18,696	12,339
合計	241	66,288	194,964	128,676

9.1.2　健康状態の改善

良好な水質の水が供給されることから水因性疾患の減少が期待される。また、水の利用を通じて住民の衛生意識が改善されることも期待される。特に女性と子供は近くで水汲みができるので水汲み労働が軽減されるとともに衛生環境の改善とあいまって長期的には、幼児罹病率、死亡率が減少するであろう。

USAID＆WHO（World Development Report, 1992）によれば、下痢症発生率の 22 %は、清潔な水を供給し、衛生的な生活習慣を実行することにより減少させることができるとしている。全疾病のうち、最も発生率の高い下痢症が減少すれば、結果的に治療や売薬のために病

院や診療所に行く時間も減少する。

9.1.3 水汲み時間の節約

プロジェクト対象地域では乾季には数キロ離れた寺にある池まで水汲みをする例も多く見られる。住居に近い場所に給水施設が建設されると、特に女性と子供の水汲み労働時間の軽減が可能となる。節約された時間は社会参加、教育、農業及び商業活動に充てることが可能となろう。

現在、プロジェクト地域の村落では、住居の周りで穀物や野菜などを栽培し、かんがい用水は池や川等から時間をかけて運んでいる。しかし、近くに水源ができることでこれら農作業の時間節約ができる。節約された時間はさらに農業生産活動に振り向けることが可能となる。現地調査によれば、農家は自家で消費する他に野菜、果物、米を市場に出し、年間一所帯あたり約 35 万リエル（約 12,000 円）の増収が見込める。

9.2 財務分析

9.2.1 事業費

本プロジェクト事業費は、井戸掘削及びハンドポンプ建設費、機材費、設計監理費からなり、総額 2,222 百万円（18.1 百万米ドル）である。

表 9.2　事業費総額

単位：千円

費目	外貨	内貨	合計
1. 建設費	1,323,387	752,039	2,075,426
2. 機材費	31,088	4,845	35,933
3. 設計監理費	14,853	96,278	111,131
合計	1,369,328	853,162	2,222,490
（米ドル）	(11,132,748)	(6,936,276)	(18,069,024)

カンボディア政府は投資コストを自己資金または外国援助により調達し、O&M コストは受益者に負担させる政策である。しかし、政府の財政は逼迫していることから、外国援助により投資コストを賄うことが不可欠である。

9.2.2 代替案事業費

8.6 章で述べた代替案の事業費は、以下の通りである。

表 9.3　代替案事業費総額

単位：千円

費目	外貨	内貨	合計
1. **建設費**	1,140,909	727,517	1,868,426
2. **機材費**	306,280	15,068	321,348
3. **設計監理費**	16,537	92,599	109,136
合計 **（米ドル）**	1,463,726 (11,900,211)	835,184 (6,790,114)	2,298,910 (18,690,325)

9.2.3 維持管理費

維持管理費（O&M コスト）には以下の 3 項目が含まれる。

- 村落水委員会による給水施設維持管理費
- ハンドポンプの定期点検及び故障の修理に係る地方開発部給水課の人件費、機材費等
- ハンドポンプ重故障時の修理に係る地方給水局プロジェクト運営組織（PMU）の人件費、機材費等

9.3 経済評価

カンボディア国のように国家再建の途上にあり、公共投資の大部分を外国援助に頼らざるを得ない国において、それ自身が収益を生まないような性質を持つプロジェクトの経済評価は一般的には極めて困難である。しかし、ここでは 9.1 章で述べた観点から経済的便益として計量可能なものについて評価を試みた。

9.3.1 前提条件

前提条件は次の通りである。

1) 外貨交換率（1999 年 4 月）：1.00 米ドル＝3,780 リエル＝123.00 円
2) プロジェクトライフ：20 年。ハンドポンプの耐用年数は 10 年とする。
3) EIRR の算定は定量可能な実際の利益に基づき計算する。

4) 割引率：10 %
5) 利息、税金、物価上昇は考慮しない。

9.3.2 経済的事業費

経済的事業費は財務分析で用いた事業費と同じである。財務コストから経済コストへの変換係数は内貨の割合が小さいので考慮していない。また再発コストは、O&M コストと機材・施設の更新費用である。

9.3.3 経済便益

(1) **水汲みの時間節約便益**

現在の水汲み時間は 1 日約 1 時間であるが、プロジェクトの実施によりそれが半減すると考えられる。これを年間の労働賃金に換算すると 33 万リエル（約 10,378 円）である。

(2) **健康改善の便益**

対象村落には診療所が無い村が多くあり、住民は病気にかかった場合、診療所のある村まで往復 8 km、約 2 時間をかけて通わなくてはならない。罹患率が低下することにより診療のために費やす時間が節約される。これを労働賃金に換算すると一人あたり年間 14,252 リエルとなる。

9.3.4 費用便益分析

本案及び代替案についての経済分析の結果は以下の通りである。

■ 本案
- ・EIRR： 28.5 %
- ・NPV： 1,483.7 百万円
- ・B/C： 1.91

■ 代替案
- ・EIRR： 25.2 %
- ・NPV： 1,397.5 百万円
- ・B/C： 1.82

共に、EIRR は 10 %を越え、NPV は正であり B/C は 1 以上を示すことから、プロジェクトは経済的に実施可能と評価されるが、より詳しいデータに基づく詳細な分析が必要と考えられ

る。

9.4 WID

本プロジェクトの対象地域では、女性所帯主の割合は 26 %である。女性は家事だけでなく農業において果たす役割は大きい。一方、カンボディア国では、男性も家事を分担し、水汲みや薪集め、子供の世話等をしており、水汲みや家事は単に女性だけの仕事ではない。しかしながら、水汲み時間の短縮は、特に女性の労働を軽減させ、家事や育児に振り向ける時間が増加し、長期的には保健衛生環境の改善や女性の社会参加を促すものとなろう。

給水施設に設置されるハンドポンプは女性と子供も利用するものであり、設計に当たってはプラットホームの高さと広さや、操作が容易なハンドポンプの高さ等について配慮が必要である。また、女性が容易に理解できるハンドポンプマニュアルや衛生指導を行うことが重要である。

9.5 組織・制度評価

本プロジェクトの持続性を保つためには、計画段階から村落住民を積極的に参加させ（Community Mobilization）、建設及び維持管理の各段階において住民が役割と責務を自覚し、行動することが大事である。

この観点からすると、本プロジェクトで提案したプロジェクト運営管理組織（PMU）は、地方給水局（DRWS）の下にあって、コントラクターと各州開発部及び対象村落との間にたち、計画段階から村落の積極的な参加について、調整・運営にあたることから、円滑なプロジェクトの実施が可能になると考えられる。

また、地方開発部給水課（PDRD）スタッフについては給水施設維持管理手法一般、O&Mコスト算定方法、水料金の徴収、会計及び報告、給水施設のモニター、ハンドポンプ故障修理、スペアパーツの保管、記録及び保存等についてトレーナーズトレーニング（TRT）が行われる。

トレーニングを受けた地方開発部スタッフは対象村落の WPC メンバーに対し同様のトレーニングを行い、運営維持管理の持続性を高める上で必須となる WPC メンバーの能力開発（Capacity Building）に貢献することが期待できる。

9.6 総合評価

本プロジェクトは社会、経済、財務、WID 及び組織制度の観点から総合評価すると、以下のようにまとめられる。

評価項目	便益の特定と評価
社会的観点	1) **給水率は** 34 %**から** 100 %**へ** 2) **受益者数の増加** 128,676 **人** 3) **水汲み時間の節約（**1 **日当たり** 0.55 **時間）** 4) **農園用の水汲み時間減少** 5) **医療に費やす時間の減少（保健状況改善の結果として）** 6) **給水増加による農産物の増収** 7) BHN **の充足** 8) **全般的な生活水準向上**
財務分析	1) **政府財政は投資コストを賄うに十分でなく外部資金の導入が不可欠** 2) **受益者は** O&M **コストを部分的に負担できる** 3) **年間負担額は** 1 **所帯当たり** 11,340 **リエル（**3 **米ドル）**
経済分析 **（費用便益分析）**	**プロジェクトは実施可能である** 1) EIRR：28.5 %**（代替案** 25.2 %**）** 2) NPV：1,483.7 **百万円（代替案** 1,397.5 **百万円）** 3) B/C **比：**1.91**（代替案** 1.82**）**
WID **の観点**	1) **女性の水汲み時間短縮（**1 **日当たり** 0.55 **時間）** 2) **農業用水汲み時間の短縮** 3) **清潔な水利用に伴う保健衛生環境の向上** 4) **女性の社会参加促進**
組織制度（持続性）	1) **プロジェクト運営組織設立による円滑な実施** 2) **トレーナーズトレーニングによる** PDRD **スタッフの能力開発** 3) WPC **設立と住民訓練による持続性の発現**

第 10 章　モニタリング

第10章　モニタリング

10.1 モニタリングプログラム

10.1.1 モニタリングの目的

モニタリング調査の目的は、水利用状況、ハンドポンプ及び付帯施設の使用頻度と耐久性、住民参加による O&M の実行、保健衛生の改善状況等についてモニタリングを行い、給水施設（ハード）と O&M（ソフト）の有効性と改善点を明らかにすることである。

これらの結果の評価に基づき、問題点とその解決策を新たなモニタリング計画にフィードバック（モニタリング計画―実施―評価サイクルの実施）し、改善すべき点はモニタリング期間中に可能な限り修正する。また、モニタリング結果はカンボディア政府の地方給水プロジェクトに関わるガイドラインへの提言及び本調査の給水計画実施に反映させることを目的としている。

モニタリング作業は住民参加を最大限に考慮し、あらゆるレベルのプロジェクト関係者との情報・経験の共有を図り、住民の意見から学ぶことが重要である。住民・カウンターパートのエンパワーメント過程の一環として、調査団は住民参加型モニタリングを通じて、住民・カウンターパートの意識を向上させ、住民自身による維持管理活動を支援する。

また、モニタリング結果により必要と判断される場合は、カウンターパート・住民に対するトレーニング・集会を再度開催し、パイロット調査で導入した維持管理に関わる技術・住民組織運営、衛生教育を徹底する。

10.1.2 モニタリングの方法

2000 年 5 月から 2001 年 12 月までの 19 ヶ月間調査団は 4 回に渡り現地にてモニタリングを行った。調査団は DRWS 及び PDRD スタッフと各パイロット村落をモニタリングした（図 10.1 及び表 10.1 参照）。この際には VWC 及び WPC メンバーと協力して住民を動員し、プロジェクトに関わる様々な立場の住民、特にプロジェクトと接点の少なくなりがちな女性、非識字者等からの意見も聴取した。

モニタリングは具体的にはパイロット調査において作成した以下の 4 種の調査表を使用して実施した。

- 経済的効果に関するベースライン調査表

- ハンドポンプモニタリング調査表
- VWC 及び WPC に関するベースライン質問表
- 村落組織及び衛生教育質問表

また、鉄分除去装置については施設の維持管理・利用状況や使い勝手についても調査表を作成し、観察及び住民からの意見聴取を行った。この結果に基づき必要に応じ施設のデザイン変更と改善・改修を実施した。

パイロット調査で行ったサンプル所帯調査は同一家族 20 村各 5 所帯について、水使用状況、衛生、家計、住民参加等の社会的要素について聞き取りを継続し、ハンドポンプ利用の効果、施設の問題点、改善点を把握した。

また、政府機関の支援体制・支援実施状況・人材の育成等、長期間のプロジェクト実施に必要な要素の整備状況もモニタリングした。

モニタリング調査結果を比較・分析し、必要に応じモニタリング期間中に調査表の修正を行い、さらに継続してモニタリングを行った。

10.1.3 モニタリングの項目

パイロット調査のベースライン調査表等に基づきモニタリング主な項目を以下の 7 項目とする。モニタリング項目は定量的に分析できるよう指標を設定するが、維持管理に関わる住民の意識変化は定性的なものとなる。

(1) **水使用**

水使用に関わる効果と問題点を社会・文化、経済、地元組織、ジェンダーの側面も十分考慮し、以下の項目に関してモニタリングする。

- 給水施設建設前と建設後の水汲みの時間変化
- 水汲みの距離変化
- 一日当たりの水汲み回数
- 水使用の目的
- 水使用量
- 水汲みの役割

(2) **施設の状態**

ハンドポンプ施設の状態、施設使用方法、維持管理活動状況を調査表に基づきモニタリングする。特に鉄分除去装置に関しては、パイロット調査中住民に使用されていな

い村があったことを考慮し、モニタリング期間中に改良できる点は改良し、継続して使用状況をモニタリングする。

1) ハンドポンプ
   - ハンドポンプの状態
     - ・U シールの破損状況
     - ・砂や水酸化鉄の堆積状況
     - ・錆
     - ・ポンプロッドの長さの適正
   - プラットフォームと排水溝の状況
     - ・構造への亀裂や破損
     - ・排水の滞留
   - 施設の清掃状況
2) 鉄分除去装置
   - 清掃状況
   - 鉄分除去前及び除去後の水用途変化
   - 鉄分除去装置使用前後の鉄分濃度の変化
   - 利用方法

(3) 住民参加による維持管理活動

パイロット調査中行った住民との集会やトレーニングにおいて導入した給水施設の維持管理に関わる組織運営・住民参加促進等の有効性・問題点を以下の項目についてモニタリングする。

1) 組織の変化
   - 水資源委員会メンバーの役割分担
   - コミュニティー活動への参加を通じた住民の自立への意識変化
2) 組織の活動
   - 委員会協議と活動へのメンバーの参加
   - 委員会メンバー
3) 料金徴収
   - 料金徴収方法と管理状況
   - 徴収額
4) 維持管理活動
   - 給水施設の修理及び点検作業
   - 清掃作業
   - 連絡体制
   - 点検・修理・利用者登録・在庫・会計・集会等に関わる記録状況

5) 組織・活動指標
   - メンバーの数（登録者数）
   - 集会開催の頻度
   - 貯金額
   - 組織運営方法

(4) プロジェクト効果

誰が、どのように、どれだけプロジェクトの裨益を受けているか社会的側面をモニタリングする。

- 各給水施設利用者数
- 水汲み作業の軽減度
- 裨益者の内訳
- 裨益内容

(5) 衛生教育の効果

住民に対して行った衛生教育の効果を活動状況と意識の変化に分けて、モニタリングする。

- 給水施設周辺の衛生状況
- ごみや排泄物の処理法
- 安全な水の使用法
- 清掃作業状況

(6) 地下水の水質と水位

地下水資源の有効性をモニタリングする。

- 地下水位の変化（雨季と乾季の比較）
- 水質検査（雨季と乾季の比較）：鉄、塩分濃度を含む 21 項目及び大腸菌群
- 住民許容範囲の鉄分濃度と使途別の鉄分濃度

(7) 政府機関の支援能力

国、州、村レベルの政府機関の支援体制整備状況をソフト面とハード面に分けてモニタリングする。

- 維持管理道具とスペアパーツの調達と在庫管理状況
- 連絡体制
- 修理チームの技術的信頼性

■ 記録方法

10.2 施設の状態

10.2.1 ハンドポンプ

試掘井全 24 箇所のうち、No.67 は U シールの脱落により水汲み不能となっていた（2000 年 6 月）。また No.401 のハンドポンプは水量が少なくハンドポンプ内部のバルブに支障をきたしていた（2001 年 6 月）。

(1) **U シールの破損状況**

U シールの脱落により、水汲み不能となっていた井戸が 1 箇所（No.67）、水の出が悪い井戸が 1 箇所（No.367）あった。また、砂による磨耗のために U シールが損傷していた井戸が 1 箇所（No.322）あった。

(2) **砂や水酸化鉄の堆積状況**

砂の堆積は 1 箇所（No.322）あり、チェックバルブ付近まで堆積して水の出が悪くなっていた。この井戸は 1999 年調査時に洗浄を行ったが再び堆積していた。ロッドに水酸化鉄と見られる赤褐色のスケールまたは黒色のスケール（水酸化鉄）が付着しているのが一部に見られたが軽度のものであった。

(3) **錆**

電気伝導率の高い水質の井戸を中心に、ポンプヘッドのボルト・ナットが錆付き、ポンプの分解作業がしずらくなっていた。

(4) **ポンプロッドの長さの適正**

ロッド長が適正長より長い井戸が 2 箇所（No.181、No.388）あり、適正な長さに調整した。

No.401 のハンドポンプは INDIA MARK Ⅲで、ケア・テーカーが修理を行ったとのことであったが、修理が不完全であったと考えられる。また、このハンドポンプで汲み上げた水の中に錆片が混入しており、メッキ鋼管製の揚水管がすでに錆付いてきている。AFRIDEV は PVC 管を標準仕様としており、錆ないので耐久性があり維持管理も容易である。そこで、2001 年 6 月に INDIA MARK Ⅲを設置していた井戸は全て AFRIDEV に交換した。

10.2.2 プラットフォームと排水溝

(1) **構造への亀裂や破損**

プラットフォームには亀裂や破損箇所はなく、概ね良好であったが、プラットフォームと排水溝の接続部が不等沈下により多くの井戸で亀裂が生じていた。この亀裂は調査再開時の 1999 年 4 月に修復しており、多くが軽度のものであるが、1 箇所（No.288）は接続部に再び段差が生じていた。また、プラットフォーム周囲の土間に不等沈下による亀裂が生じている箇所が 1 箇所（No.288）あった。この原因は排水溝が無筋コンクリート構造であるためで、将来計画においては鉄筋コンクリート構造にする必要がある。

(2) **排水の滞留**

施設内に排水の滞留は見られなかったが、流末部は側溝または池となっており、排水性の悪い場所では滞留していた。

(3) **施設の清掃状況**

施設の清掃状況は概ね良好であったが、流末部にゴミがたまっている箇所が多く見られた。

10.2.3 鉄分除去装置

当初設置したコンクリート製円筒形の鉄分除去装置（従来型）は全 7 箇所中、よく利用されていた箇所はスバイリエン州の 3 箇所（No.139、No.162、No.175）でタケオ州とカンダール州などに設置した 4 箇所はほとんど利用されていなかった。

(1) **施設の状況**

1999 年に全て修復したにもかかわらず、ほとんどのバルブが壊れていた。壊れた原因は子供のいたずらによるものであった。壊れたバルブの代わりに、住民が独自に木栓を取付けている箇所（No.139）があった。

(2) **清掃状況**

住民による装置内のフィルター材の洗浄または交換が、1 箇所（No.139）のみ毎月行われていた。

(3) **鉄分除去前及び除去後の水用途変化**

よく利用されている 3 箇所（No.139、No.162、No.175）の住民は鉄分除去装置の効果を認めており、飲用及び調理用として鉄分除去装置によりろ過した水を、また洗濯用及び水浴び用としてハンドポンプで直接汲み上げた水を使用して使い分けている。

(4) 利用方法

従来型はハンドポンプから汲み出した水をバケツに入れ鉄分除去装置まで運び、装置上部から水を投入し装置下部吐出口からろ過された水を汲み取っている。装置上部から水を投入した際にフィルター材をかき乱してしまうため、緩衝板を設置するよう改良した。

(5) 改良型鉄分除去装置と除去効果

バケツで装置に水を入れるのは住民にとって重労働ではないかとの観点から、ハンドポンプから直接水を取り込むことができるステンレススチール製箱形鉄分除去装置（改良型）を 2000 年 12 月から併せて設置し比較を行った。また、従来の 6 箇所の他に鉄分濃度が高いスバイリエン州の No.113、プレーベン州の No.367、No.388、No.401 の４箇所にも改良型を設置した。モニタリングを行った 11 箇所の鉄除去効果と使用状況を表 10.2 に示す。

従来型と改良型両方は 7 箇所に設置した。そのうちの４箇所は改良型のみを使用している。また、1 箇所（タケオ州 No.242）は両方とも全く使用されていない。使い勝手の良さから利用者は改良型を選択しているが、No.162 は水量豊富との理由で従来型のみを使用していた。

現場簡易分析による鉄分除去効果の検証では、従来型、改良型共に原水の鉄分濃度に関わらず 0.05 mg/ℓ以内に除去できることが確認できた（WHO ガイドライン：0.3 mg/ℓ）。しかし、住民が用途に応じて鉄分濃度をどこまで許容するかについては明確にはならなかった。これは住民が水の味覚や色、臭いなどから用途を選別しているためで、選別の基準は村の既存水源の多様性やその水質によって変化しどの村でも同じではない。

従来型、改良型ともに原水にはバクテリア類が検出されなかったが、処理水には軽微な大腸菌と一般細菌が検出された。これは濾過の流速が早すぎるため除去装置に侵入したバクテリアを取りきれないことや、改良型に炭を使用しているため適切な維持管理が行われないとバクテリアが繁殖する可能性があること、などが原因と考えられる。このため住民には維持管理の徹底と飲用前の煮沸を指導した。また鉄分除去装置のデザインについてはさらなる改良が必要と考えられる。

なお、1 箇所（No.162）以外は利用者による定期的な維持管理がされておらず、沈殿した鉄酸化物によりフィルターが目詰まりを起こしていたので、全ての箇所でケア・テーカーに対し維持管理トレーニングを行ったが、その後も適切な維持管理は行われていない。今後も PDRD 職員による継続的な啓蒙活動や維持管理指導が必要である。

10.3 地下水の水質と水位

10.3.1 水質の野外分析結果

24 箇所の試験井において水温、EC（電気伝導度）、pH、ORP（酸化還元電位）、一般細菌、大腸菌の検査を行った。また、2001 年 6 月から鉄と砒素の検査を加えた。

(1) EC

EC はペリアーバン、タケオ、カンダール、コンポンスプーでは 1,000μS/cm 以上の高い値を示している。プレーベン、スバイリエンでは EC 値は低く、水質はこの点では良好である。

(2) pH

pH は 6.5～8.5 の間にバラついており弱酸性から弱アルカリ性を示している。ペリアーバン、カンダール、タケオ、コンポンスプーは中性ないし弱アルカリ性を示すのに対してプレーベンとスバイリエンは中性ないし弱酸性を示している。

(3) ORP

ORP はプレーベンとスバイリエンでは負の値をしめし地下水が還元的環境にあることを示している。一方、ペリアーバンやコンポンスプーでは ORP は正の値を示し地下水は酸化的環境にある。しかし、タケオやカンダールの一部では還元的環境を示すパイロット井も見られる。

(4) **一般細菌と大腸菌**

2001 年 6 月の検査では主にプレーベンとスバイリエンのパイロット井で軽微な汚染が認められた。両地域とも低地であり周辺の地下水位が高く、井戸のシール状態が良好でないため地表水の侵入を受けたものと考えられる。また、洪水によりポンプが冠水することもある。そこでこれらのパイロット井については塩素消毒を行った。また、維持管理マニュアルに塩素消毒の方法（さらし粉の投入）を付け加えて住民教育を行った。なお鉄分除去装置にも汚染が認められるので応急的に塩素消毒を行った。

(5) **鉄**

鉄はプレーベンとスバイリエンのパイロット井で WHO ガイドラインを遥かに越える高い値を示している。これに対し他の州ではタケオの No.222 が高い値を示した。鉄は人の健康に有害ではないが、濃度が高くなると水の味、色、臭いなどに影響し住民は飲料用や洗濯用に使用しなくなる。飲料用は鉄除去装置による濾過または汲み置きにより改善されるので住民教育指導を行った。

(6) **砒素**

フィールドキットで 0.01 mg/ℓ以上の砒素が検出されたのはスバイリエン４箇所、プレーベン 2 箇所、タケオとカンダールそれぞれ 1 箇所であるが、いずれも低地に位置しており ORP が低く鉄分が多いパイロット井である。最大値はプレーベンの No.401 で 0.03 mg/ℓであるが他は 0.01～0.02 mg/ℓであり WHO ガイドライン（0.01 mg/ℓ）程度の値である。しかし、この値はフィールドキットの検出限界でもある。砒素濃度は国によっては、0.05 mg/ℓを基準値としているところもあり、健康に影響を及ぼさない範囲と判断される。

10.3.2 水質の室内分析結果

パイロット井 24 箇所と鉄分除去装置（従来型及び改良型）において水質の室内分析を行った。表 10.3 に 2001 年度の分析結果を示す。

(1) WHO **ガイドラインとの比較**

パイロット井の半数以上では、地下水の鉄分濃度が WHO ガイドライン 0.3 mg/ℓを越えている。また大半のパイロット井のマンガン濃度も WHO ガイドラインを超えている[1]。両成分とも鉄分除去装置等による曝気と濾過により改善できる。

塩素イオン濃度は No.71、No.181、No.222 の 3 試験井で 600 から 2,300 mg/ℓの高い値を示す。これらの試験井では飲料用に使用していない。また No.406 では塩素イオンは微かにガイドラインの 250 mg/ℓを越える程度である。No.71 は塩分濃度も高いが硝酸もガイドラインの 8 倍以上の値を示しおり硫酸イオンも高い。

フッ素は微かにガイドラインを上回るパイロット井がいくつかみられるがそのレベルから見て直ちに人の健康に影響を及ぼすことはないと考えられる。また砒素は室内分析では検出されなかった。

(2) **水質の変化**

試験井に於ける鉄分濃度と塩分濃度の変化を図 10.2 に示す。鉄分濃度は長期的には増加傾向にあるように見えるが、分析誤差範囲での変動も考えられる。一方、塩分濃度は長期的にもほとんど変化は見られない（図 10.2）。

[1] WHO ガイドラインにおいて水利用者からの不満が増加する目安は 0.1 mg/ℓである。なお WHO ガイドラインの健康影響項目では暫定値として 0.5 mg/ℓを推奨している。

10.3.3 水の味と臭い

カンボディアでは地下水の味と臭いが悪いために使用されないハンドポンプ井戸が多数みられる。モニタリング対象村落の住民アンケートによると 60 %のパイロット井戸は味が良いと感じられている。また 30 %は鉄分により、また 10 %は塩分により味が悪いと答えている。また水の色に関しては 85 %の井戸が良好と答えている。ハンドポンプで汲んだ水は数時間（ときには一晩）ジャーに入れておくと臭いも味も改善される。これは曝気により鉄水酸化物が沈殿し臭いも消散するためと考えられる。

10.3.4 地下水位

地下水位は雨期に上昇し乾期に低下する。水位測定結果によれば、乾期と雨期の差は小さく1～2 m 内外である。このため乾期に水量が減少したり枯渇することはなかった。しかし、ペリアーバン地区の No.67 では経年的な水位低下が認められた。

10.4 既存井戸の砒素濃度

カンボディアでは WHO により全国で水質調査が行われた結果南部５州ではカンダール州やスバイリエン州で地下水の砒素汚染が発見された（WHO,2001）。砒素が検出された井戸はカンダール州キアンスバイ郡やタクマオ町の管井である。これらの地域には本調査の対象村落は含まれていない。しかし、今後の地下水開発計画実施に当たり砒素について十分考慮する必要があるので 2001 年 6 月～9 月に計画対象 241 村落を含む 260 村落の既存井戸について水質調査を行った。

10.4.1 水質調査の方法

水質調査では、各計画対象村落の管井、浅井戸など 3 ヶ所から採水し、野外で水温、電気伝導度、pH、ORP、鉄分及び砒素をフィールドキットにより測定した（合計 745 ヶ所）。各州毎の調査数とその水源別内訳は表 10.4.1 に示す。また、現地水質分析の結果砒素が検出された井戸については 36 箇所で採水を行い、砒素を含む主要イオンを室内で分析した。

10.4.2 砒素分布

フィールドキットにより調査した 260 村落のうち 240 村落では砒素は検出されなかったかまたは WHO ガイドライン（0.01 mg/ℓ）以下であった。ガイドライン値以上の砒素が検出された 20 村落の内訳はカンダール 8 村落、コンポンスプー1 村落、ペリアーバン 5 村落、プレーベン 4 村落、スバイリエン 2 村落であった。このうち 0.05 mg/ℓ以上の村落は 10 村落である

（表 10.4.2）。砒素濃度はメコン川及びバサック川沿いの沖積低地において高い値を示している。特にカンダール州のカオツム地区 No.258 及び 262、タクマウ 地区の 2 村落（計画対象外）では 0.5 mg/ℓ以上の高い砒素濃度が検出された（表 10.5 及び図 10.3）。またペリアーバン地区の計画対象村落ではトンレサップ川沿いの No.97 で 0.3 mg/ℓを、また内陸部の No.36、No.45 でも 0.05 mg/ℓを示した。

高い砒素濃度を示した水源について室内分析を行った結果、上記 20 村落から計画対象外 4 村落を除いた 16 村落のうち 9 村落でガイドライン値以上の砒素が検出された（表 10.5 及び図 10.4）。高濃度の砒素は上記カンダール州の 2 村落やプレーベンの No.407 で検出された。ペリアーバンでは No.22 と No.97 で 0.01～0.05 mg/ℓを示したが他の地点ではそれ以下かまたは検出されなかった[2]。

10.4.3 砒素と他の水質パラメータ

パイロット井 24 ヶ所を含む 60 サンプルの室内分析結果を水質組成図で表すと図 10.5 のようであり地下水の性格は重炭酸型を示し、比較的循環の早い地下水であると推察される。また砒素と酸化還元電位（ORP）との関係を見ると、ORP が 250 mv 以上の領域では高い砒素の値は分布していない。特に砒素濃度が 0.1 mg/ℓ以上の場合は ORP が 20 mv 以下である。すなわち、高い砒素濃度は還元条件に伴っている。鉄と砒素分布の関係をみるとメコン川に沿って砒素の高いゾーンと鉄の高いゾーンとが一致する傾向にあるが、鉄が高くても砒素は必ずしも高くない地域もある。

10.4.4 応急の砒素対策

メコン川とトンレーバサック川及びその支川沿いの沖積低地では高い砒素ゾーンがある。この地域については計画対象外の村落が多いが早急に砒素汚染の実態を明らかにする必要がある。また、今回調査により 0.05 mg/ℓ以上の砒素が検出された井戸については直ちに飲用目的での取水を停止させる必要がある。砒素濃度が高い場合は一般に鉄分濃度も高いので、飲料用に使用する際に一昼夜以上の汲み置きをするか鉄分除去装置を使用するように住民指導を行う必要がある。

10.5 井戸の利用状況

所帯アンケート調査の結果、住民の水利用は表 10.6 のようにまとめられる（回答数 95 所

[2] No.97 の分析地点はフィールドキットと室内分析では異なっている。これはフィールドキットで分析した井戸がその後壊されたためである。

帯）。

パイロット井戸の利用者数（世帯）は、村落によってまちまちである。スバイリエンやプレーベン州では近年個人用の井戸が増加しているが、パイロット井戸と両方を利用する家族も多い。どの所帯でもパイロット井戸は最も好まれる水源であり設置前に使われていた既存水源よりも多く使われている。特に乾期には飲料用、調理用、洗濯用などに多くの用途に使われている。しかし雨期には雨水の利用が増え、パイロット井戸の利用は減少する。

パイロット井戸の設置後も既存水源（池、浅井戸、川など）の水利用は続けられている。乾期の既存水源への水汲みは 6 割以上の所帯が 2 回以上行っている。水汲み回数は雨期には減少するが、パイロット井戸との併用が行われている。一方パイロット井戸への水汲みは、乾期には 1 日 3 回以上行う所帯が激増する。雨期にはパイロット井戸への水汲み回数は激減し多くの所帯は 1、2 回になる。雨水の利用や住居に近い既存水源を利用するからであろう。

水汲みは大人の仕事であり 95 所帯中 79 所帯は大人が行うと答えている。またこのうち女性は 32 所帯であり、水汲み労働は必ずしも女性ばかりではないことが分かる。パイロット井戸設置後は子供の水汲みが増加している。これはハンドポンプ操作が簡単なことや、水源が住居の近くになったことが原因と思われる。

女性の水汲み労働が重荷であると答えた所帯は 28 所帯である。一方 50 所帯は、ハンドポンプの操作が簡単であり重荷ではないと回答している。パイロット井戸に近い所帯は従来よりも水汲み労働が軽減されたことによるものであろう。また、井戸の便益として水汲み労働軽減、水質・水量改善、衛生改善、一般的な便利さなどを回答している。

調査対象地域には村落の置かれた地理的、地形・地質的環境によりいろいろな既存水源が存在する。これらの既存水源は非衛生的ではあるが継続的に利用されており、パイロット井戸が唯一無二の水源というわけではない。しかし、パイロット井戸は水質と水量の点で優れており、かつ年間を通して安定的に利用できるため全般的によく利用されていると云える。塩分濃度が高いため飲料用に利用できない井戸も他の用途にはよく使われている。また、改良型鉄分除去装置を設置した井戸の水質改善効果は良好でありタケオ州の No.242 を除いて飲料用に使用されている。

10.6 住民組織と衛生状況

10.6.1 住民組織の活動と料金徴収

VWC／WPC のメンバーはそれぞれの役割をより自覚するようになってきており、仕事が忙

しいメンバーの作業を手伝うなどお互いに助け合って維持管理を行っている。住民の VDC／VWC／WPC 等の組織への参加率も年々増加傾向にある。VWC／WPC メンバーも、ユーザーがハンドポンプの維持管理により協力的になったと評価している。

(1) 維持管理組織の活動状況

VWC／WPC メンバーはそれぞれの役割をより自覚すると共に、調査団によるハンドポンプの維持管理の訓練を受け、村レベルで対応可能な維持管理に慣れてきたこともあり、問題が生じた際、より臨機応変に対応することが可能になってきている。また、住民の手で給水施設周辺に柵を作ったり、鉄分除去装置の砂の洗浄等を行ったりと村による独自の工夫もみられる。

農村では VWC／WPC メンバーのスケジュールを比較的調整しやすいこともあり、ミーティング出席率は非常に高い。また維持管理活動に対するメンバーの自己評価も高い。

総体的に見て、組織が機能するようになってきているといえる。ユーザーへの聞き取り調査によると、VWC／WPC はうまく機能しているとの評価が 9 割を占めた。

ユーザー名、料金徴収記録、出納簿等の組織活動の記録の徹底が改善すべき点として挙げられる。記録の不十分な村が多く、調査団が配布したﾉｰﾄを紛失した村もあり、組織の基礎データ保管に関する組織メンバーの意識向上を図る必要がある。

(2) 料金徴収

水利用料金の徴収は、2000 年、2001 年の調査とも全体の 35 %にあたる 7 村のみで行われているにすぎなかった。水利用料金を集めない理由は、安全な保管場所がない為紛失や盗難を恐れることによる。現在徴収していない 13 村はハンドポンプの故障が発生したら徴収することにしている。

料金徴収回数は、2000 年調査時は年平均 4.9 回であったが、2001 年調査時には年平均 2 回に減っている。これは平均徴収回数の多かった村がユーザー数減少の為徴収を中止したことが主な原因である。

料金徴収の方法としては、会計担当者がユーザーの家を一軒一軒訪れて徴収するのが一般的である。徴収したお金は会計担当者が箱などに入れて管理している。徴収額は固定料金を定めていない村も多いが、2000 年、2001 年ともに 1 ユーザにつき一回平均 100～200 リエル徴収している。なお、支払意思額は月平均約 240R である。

(3) **組織・活動指標**

パイロット給水施設の利用者（ユーザー）数の平均は 2000 年調査時 34.7 所帯、2001 年調査時 34.5 所帯のそれぞれ約 170 人であり、ユーザー数平均にあまり変化は見られなかった。しかし、ユーザー数の詳細をみるとプレーベン州、スバイリエン州、コンポンスプー州では自家用井戸が増加した為 1999 年の設立時と比較してユーザー数が激減している村もある（表 10.7）。

VWC／WPC 間あるいはユーザーも交えてのミーティングは 3 村以外の村で年 1 回以上実施されている。2000 年調査時には必要な時にミーティングを実施する村が半数近かったが、2001 年調査時には定期的にミーティングを計画する村が増加していた。

水利用料金を徴収している 7 村の貯金総額は１村あたり 2000 年調査時 6,700～24,900 リエル、2001 年調査時 4,200～50,000 リエルであった。しかし、ハンドポンプ修理費や維持管理費としては十分な金額には達していない。2000 年調査時は徴収したお金は全く使用されていなかったが、2001 年調査時には維持管理費として有効利用されていた（表 10.8）。

(4) **政府機関の支援**

通常は PDRD またはディストリクト・オフィス等の政府機関による維持管理活動への支援の必要性はほとんどない。しかしハンドポンプの故障時の対応や、ハンドポンプや IRD の維持管理訓練・指導、衛生教育などは政府機関が実施する必要がある。政府機関は未だこれらを通常業務に組み入れておらず予算も機材もない。このため維持管理状況の点検や教育・訓練はモニタリング実施時に行われたれたのみであり、今後これらの維持管理支援体制を確立することが課題である。住民は給水施設の水量・水質や利便性に価値を見つけた場合、自己費用で維持管理していく意志は十分にある。従って今後は支援サービスを行う民間機関をも視野に入れた検討が必要である。

10.6.2 給水施設周辺の衛生状況

総体的に、給水施設周辺は清潔に管理されているが、プラットフォームや排水溝の周辺にはごみが散らかっているのが見受けられた。住民達独自に給水施設周辺にフェンスを設けたり、簡易の水浴び場を作ったりという積極的な動きもみられるようになってきた。

10.6.3 ごみや排泄物の処理方法

農村ではごみは燃やしたり畑や穴に埋めることが多い。排泄物は穴を掘って埋めるか肥料として畑で使用される。

10.6.4 安全な水の使用方法

飲料用とそれ以外の用途で水瓶を区別しているユーザーは、衛生教育を受けた後 29 %増加し 94 %であった。またジャーの洗浄回数も年々増加傾向にある。また、衛生教育を受けた後では 92 %の人がジャーに蓋をするようになり、衛生教育を受ける前と比較して 30 %増加している。
衛生教育を受けた後では、水を煮沸して飲む人が 11.6 %増加し 61.9 %である。雨水にしても JICA ハンドポンプの水にしても煮沸して飲まない理由は、安全だと過信していることによることが分かった。

調査団が実施した衛生教育を受けたことにより、安全な水確保についての理解が深まった、あるいは衛生状況が改善されたと答えた人は 95 %以上にのぼり、衛生教育の効果を確認することが出来た。聞き取り調査の結果、78 %の人が今後も衛生環境改善のため衛生教育を受けたいとしている。水を煮沸して飲まない人や、ハンドポンプの周りにごみを捨てる人々もいるので、衛生教育を継続的に行い、住民の衛生意識を高める必要があると思われる。

10.7 社会調査・WID

10.7.1 個人用井戸の増加

現金収入の増加や利便性の理由から個人用井戸を設置する世帯が増えている。設置料金は、材料・部品、掘削費用、設置費用を含めて約 20 万リエル前後である。特にスバイリエンとプレーベンでこの傾向が強く、ユーザー数が減少している村が見られた。

しかしながら、パイロット井戸はユーザー数が減少している村においても、子供達には頻繁に利用されている。また、個人用井戸は頻繁に壊れ、乾期には水量が大幅に減ることから、個人用井戸を使用する世帯でもパイロット井戸に一時的に依存する場合もある。このためパイロット井戸は一年を通じて水を得ることができる水源として住民に安心感を与えている。

10.7.2 出稼ぎの増加

出稼ぎ（特に農閑期）が増加する傾向の村が、各州で見受けられた。この理由は、2000 年秋の洪水により稲が不作だったこと（種や肥料を購入できない）、また 2001 年の雨期の始まりが例年より遅く田植えの時期が遅れたことが一つの要因と考えられるが、いずれも農業収入だけでは生活できずに出稼ぎに依存せざるを得ない世帯が増加していることにある。このような出稼ぎ世帯の増加は、ハンドポンプの使用状況や水利用状況等に以下のような影響を与えている。

- VWC／WPC メンバーが出稼ぎのため一時的に不在となる。
- 村には早朝と夜、または週末のみしかいないので、井戸の利用時間が早朝・夜・日曜日に集中する。
- 夫が不在のため、女性達が日中の農作業に従事しなくてはならず水汲みや洗濯が早朝と夜に集中する。特に洗濯は週末に行う世帯が増える。
- 女性が農作業と家事労働のすべてを負担しなければならいため、利便性を求め家の近くに個人用井戸を望む意向が高まる。
- 夫が不在のため、特に農繁期の水汲み労働が女性にとって辛く、安全性よりも利便性（近場の水源）を求めてしまう。また、水を沸かして飲んだ方が良いことを分かっていながら、疲労のため沸かさずに飲んでしまう。

10.7.3 水質と水量

パイロットの水質と水量に対する住民の評価は、雨期よりも乾期の方が高く、雨期にはハンドポンプの水を利用してない用途についても、乾期にはその許容範囲が広がる傾向にある。また、住民の水質と水量に対する考え方は、同村内でも異なり、衛生面から雨水を一切使用しない世帯とパイロット井戸の近くに住んでいても川の水を飲料水として利用している世帯が混在している。住民の衛生意識を高めていくには継続的かつ定期的な衛生教育とともに、理解力に乏しい住民にもわかるよう視聴覚に配慮した教材作りが必要である。

(1) パイロット井戸の水質

「水が飲料として利用できること」が水質の優劣を決定する大きな要因である。飲料水としての利用は味と匂いが一番重要な選択要因となる。味と匂いの評価基準は“雨水”で、塩分濃度が高いことからパイロット井戸の水を全く飲料として利用してない村は 20 村落中 3 村（タケオ 1 村、カンダール 2 村）あった。また、飲料として利用しても、調理水としては利用しない村がタケオ州において 2 カ村あった。これは、ハンドポンプの水で米を炊くと黄色に変色し、料理の味が悪くなることが原因である。この 2 カ村では雨水、浅井戸、および池の水を調理用水として利用している。

これまで鉄分が高く飲料水・調理水として利用されなかったハンドポンプに IRD を設置すると、住民達は飲料水・調理水として利用し始めることがモニタリング調査を通じて明らかになった。住民の水にかかる一番の問題は飲料水の確保であることから、IRD の効果は非常に高いと言える。

(2) パイロット井戸の水量

水量に対する不満は、IRD が設置された村落で多く聞かれた。これは、IRD を通した場合 1 ストロークで得る水量が減ることにある。特に洗濯時には大量の水を必要とするため、短時間で水を汲みたいとの要望であった。しかしながら、IRD 設置時に、飲料水・調理水

以外で大量の水が必要な場合は IRD をハンドポンプから外すことを住民に指導している。このため IRD の適切な使用方法を再度住民に指導した。

IRD が設置されていない村における水量に対する不満は主には井戸の利用時間がユーザー間で重なることに起因する。簡易型の水槽や利用時間ルールなどの対策がユーザーから提示された。

また、こうした不満があるものの、乾期において JICA ハンドポンプは洗濯用水として重要な水源として利用されている。水の確保が困難な乾期に、雨期同様に濁りのない水で洗濯や水浴びが行えることは女性達にとって大きな利点をなっている。

10.7.4 女性と水利用状況

農村女性が担う一日の家事労働のなかで水を扱う作業は非常に多く、“家事のすべては水に関連する作業”だと言っても過言ではない。男女がほぼ共同で行う水汲み労働についても、女性世帯や出稼ぎで男性不在の世帯は女性と子供がその役割を務めなければならない。このため女性達は、容易に安全な水を得ることができるパイロット井戸をできる限りすべての用途に使用できることを望んでいる。

パイロット村落の聞き取り調査によると、女性達にとってもっとも重労働なのが、稲作（田植えと収穫）であった。また家事の中では炊事（調理・食器洗い）と洗濯が手間のかかる仕事としてあげられ、農繁期には大きな負担となっている。水へのアクセスは女性達の日常生活に大きな影響を与えており、安全で容易に水が確保できることは、直接女性達の労働軽減に結びついている。

さらに、家族の健康を直接留意する立場にある女性達、特にあらゆる病気から子供達を守りたい母親達にとっては、安全な水が確保できることは非常に大切なことである。女性達の保健・衛生知識に対する関心度も非常に高い。またハンドホンプは子供達が安全かつ容易に利用できる唯一の水源でもある。衛生的な水で子供たちが頻繁に水浴びできることは母親にとって特に好ましいことである。

以下に、WID の視点から見たハンドポンプの維持管理状況および水利用状況を示す。

(1) VWC／WPC 活動

VWC／WPC のメンバーの約６割が男性であり、また VWC メンバーのみでは約 8 割が男性となっている。しかしながら WPC のケア・テーカーとして女性が積極的に活動しており、毎日の清掃はほぼ 100 %女性または女の子が行っている。また、新たにメンバーになることを希望する女性達もおり、主な理由はハンドポンプを長く利用したい、メンバーに

ならないと意見がいい難い等であった。

(2) **維持管理の問題点**

清掃用のブラシ、ゴミ箱、またフェンス（子供達が周囲で遊ぶこと、ゴミを捨てることを防止）等ハンドポンプの周囲の環境をよくするための具体的要望が多くきかれた。これらは、ユーザー間で協議し、積立金を集めて購入していくべきものであるが、この点に対する理解が未だに乏しいようである。またこうした女性達の有益なアイデアを実行に移し易い体制作りも必要である。

(3) **ハンドポンプの周辺施設（洗濯用スペース、水槽、女性用の水浴び施設）**

ハンドポンプのプラットフォームに洗濯用スペースを設けてほしいという要望が非常に多かった。これは衛生上の問題から難しいが、プラットフォームの外に洗濯用スペースを設けることは検討できる。また、水槽の設置の希望も多く、大量の水を汲み置きできれば洗濯だけでなく水浴びにも便利で家事の時間を削減できるとの意見であった。また、若い女性ユーザーからは井戸近くに水浴び用の簡易施設に対する要望が非常に多かった。住民は一日数回水浴びを行うが、女性、特に若い女性は周囲を気にして水浴びを行うため、道路沿いや目立つ場所に設置してあるパイロット井戸ではゆっくり水浴びができないためである。

(4) **衛生施設**

トイレとして利用していたブッシュが近年減っているためトイレの設置を望む村民が増えている。特に女性にとってのニーズは非常に高い。しかし公共トイレの設置は望んでおらず、最高でも 2～4 件程度の共同利用が望ましいとのことであった。セメントリングとラトソン（合わせて US$ 20）の供与があれば、その他の材料の確保と設置は村民自身で行いたいとの意見であった。

10.7.5 ジェンダー視点からのまとめ

モニタリング結果に基づき、給水施設計画プロジェクトへの女性の参加の度合い及びプロジェクトが女性に与えた影響という視点からとりまとめを行った。

(1) **カンボディア女性の概況**

カンボディア女性は伝統的に早婚であり、親族関係が緊密ななかにあって女性は男性と平等に扱われている。農村社会における労働に性差はなくほとんどの仕事は男女共同で行われる。しかし家庭では女性は家計を任され育児に従事するのに対し、子供の教育は夫が管理するのが一般的である。

女性の社会的地位は法の下に平等とされている。カンボディアは歴史的に見て他の国

よりも公正であり、相続法も男女平等を規定しており離婚も認められている。しかし、社会的に寡婦の地位は低く見られており、女性は結婚後家庭にとどまり育児に専念することを望む傾向がある。

カンボディア国憲法は女性に対して男性と同様に政治、経済、文化、社会への参加を促している。また、労働基準法は男女平等賃金や出産休暇などを認めている。しかし実際には女性を重要な労働力として認めていない産業が都市部には多い。また、政治や社会への関わりは少なく女性が重要な意志決定を行う地位に就くことは少ない。本調査に関係するところでは、モニタリング村落の No.454 Kiri Raksmey のみが VDC のチーフに女性を起用しているにすぎない。カンボディアでは女性が政治に関わることは適切でないと考えられる傾向がある。しかし、先年行われた国政選挙に於ける女性の投票率は高く、女性の政治的参加への意欲は高い。

カンボディア農村女性の健康状況は一般的に良好とは云えない。これは主に不衛生な生活環境に於ける出産や農作業などの重労働に伴うもので、出産時死亡率、乳幼児死亡率、婦人病の罹患率は高率である。

カンボディでは一般に教育機会そのものが少ないが、男性は労働力として受け入れられやすいため、女性よりも男性の教育期間の方が長い。このため、15 才以上の女性識字率は全国平均で 58%にすぎない。また、産業への女性就労率は農村部においては農業と林業とで 90% を占め製造業等とサービス業へはそれぞれ 2%と 8%にすぎない。

パイロット給水施設建設前に行ったジェンダー調査によれば労働に於ける男女の性差はほとんどなく大部分の労働種目は男性と女性が共同しておこなっている。水汲みの役割は男性が 58%を占めるが女性と子供は 42%を占め、男性の水汲みの方が多い。これはパイロット給水施設建設以前、乾期には住居から遠い池を水源としており水汲みが容易でないことに原因がある。一方、出稼ぎにより男性が不在の家族や女性所帯主の家族では水汲みは女性の役割になる。

(2) 給水計画施設計画への参加

a) PDRD 女性スタッフの参加と訓練

本調査では給水施設建設前の社会調査において、PDRD 女性スタッフを調査団に参加させ、住民集会で女性住民の給水計画へのニーズを調査した。ニーズのなかでは洗濯場所や水浴び場所など女性の視点からの要望が多かった。この調査結果の一部はパイロット施設の設計に反映された。また、モニタリングでは社会調査や所帯調査のための質問表をクメール語で用意して PDRD スタッフの研修を行い現地調査が容易に行えるように工夫した。PDRD 女性スタッフは過去に NGO の活動に従事した経験があるものもいて、彼女らによる現地調査は効果的であった。とくに、農村女性にとっては女

性調査員の方が男性に対してよりも質問に答えやすいという点があったようである。また、最近の傾向として乾期に出稼ぎに出る男性に替わり女性が給水施設の維持管理に携わる機会が増え、PDRD 女性スタッフが維持管理教育・衛生教育を行う必要性が高まっている。今後の課題として女性スタッフの訓練を継続し、彼女らの知識と経験を十分に活用していくことが必要であろう。

b) **維持管理組織**

パイロット施設の維持管理組織結成に当たっては、PDRD 女性スタッフを通じて女性住民の集会への参加を呼びかけると共に、住民に対し女性役員の選出を奨励した。また PDRD 女性スタッフは低所得者層や女性所帯主からの意見聴取にあたった。

MRD が作成している VLOM プログラムは VWC と WPC メンバーの半数を女性で構成するよう義務づけている。しかし、実際の選任に当たっては、農村女性の基本的な三つの役割、すなわち①生産者（米の生産、つまり主に農業への従事）の役割、②家事・出産・育児の役割、③文化、宗教関係の役割を考慮する必要がある。また女性所帯主がメンバーになることの物理的・心理的負担についても考慮する必要がある。

実際に選挙で選ばれた VWC メンバーの 80%は男性であった。女性メンバーは VWC で 20%を占めるにすぎないが WPC では 52%を占めた。これは女性が給水施設の清掃を行うケアテーカーとなっているためで、ハンドポンプ修理を担当するケアテーカーは男性である。

しかし、パイロット井戸の使用期間が長くなるにつれ給水施設の問題は自分たちで解決していこうとする意識が高まり、女性住民が VWC メンバーとなって意志決定に参画したいという要望が増えている。今後は、水問題にかぎらず多方面での農村開発に於ける女性参加について PDRD や NGO を通しての支援が必要であろう。

(3) **女性へのインパクト**

給水施設建設前のジェンダー調査によれば水利用に関して女性の不満は水源への距離が遠いことが一番であった。これについで水量不足、水の安全性、乾期における水源の枯渇、水汲み待ち等について多くの不満が聞かれた。しかし給水施設建設後のモニタリング結果によれば、給水施設プロジェクトは女性の水生活環境に大きなインパクトを与えたことが明らかである。

パイロット井戸が住居の近くに出来たため利便性が増大し、女性については乾期の水汲みにおける時間と距離が著しく軽減された。水量不足と水の安全性に関する心配や水源の枯渇も解消された。また女性にとって最大の関心事である子供たちに頻繁に水浴びをさせることができるようになり、日常的に清潔かつ衛生的な環境を保つことが

可能になった。調査団及び MRD・PDRD スタッフが行った衛生教育により日常的な衛生習慣が励行され、給水施設周辺の環境に配慮する意識も見られるようになり、積極的な動きも出てきた。ただ、今後も衛生教育や維持管理教育については継続的に実施して欲しいという要望は多い。長期的に見れば、こうした水利用の利便性と安全性の確保に伴う衛生環境の改善が女性の多方面の活動において正のインパクトを与えるものと思われる。

一方、乾期には出稼ぎ労働の増加により男性による水汲みが減少し、子供の水汲みが増える結果となった。これは給水施設が近くなり、ハンドポンプ操作が子供にも簡単にできるためである。また、家の近くで水浴びができ身体を清潔に出来るという効果があり、必ずしも子供に多大な労働負荷がかかるという問題にはならないが、今後検討を要する事項である。また、公共井戸は、水浴びや洗濯の時間が集中し水汲みの待ち時間が長くなるという不満は解消されておらず、この面では女性へのインパクトは建設前と比べて少ないと云える。

近年、水汲みにはさらに利便性が求められるようになり、女性は特に個人用井戸を望む傾向が高まっている。実際、スバイリエンやプレーベンなど井戸掘削が容易な地域では個人用井戸が増え、パイロット井戸の利用者が激減した村がある。今後はさらに個人用井戸の普及が進むであろうが、一方で低所得者や女性所帯主は公共井戸への依存が継続すると思われる。

究極的に女性にとっての水環境を改善するためには、レベル１の公共井戸ではなく、レベル２の配管・公共水栓設置あるいは戸別給水が理想の形であろうがレベル１のハンドポンプよりも遥かに複雑な維持管理技術が必要であり、維持管理費の支払い能力についての検討が不可欠となる。

長期間のモニタリング期間中に女性住民が給水施設の利便性と重要性に気づき、VWC への参加により自ら問題を解決する姿勢を見せ始めていることは、本プロジェクトが女性に与えた最大の社会的インパクトであろう。今後は、給水計画のみならず農村開発全般について、男性で占められていた分野への女性進出の配慮を行い、広く女性の意見を採り入れることが重要である。VDC や VWC メンバーへの自主的参加により社会性、社交性、協調性が醸成され、女性の新たな能力開発も可能になると考えられる。

10.8 モニタリング結果のまとめ

(1) 水使用

パイロット井戸は全般的によく利用されている。特に乾期には飲料用、調理用、洗濯用など多くの用途に使用されている。しかし、一方で既存水源も併用されており雨期には雨水の利用が多くなる。これは住民が雨水の方が味がよいと感じているからであり、季節に応じてまた用途に応じた水源の使い分けが行われている。また、一部の塩分濃度の高い井戸は飲料用に使用していない。塩分の高い井戸水は洗濯など雑用に使われ飲料水は他の浅井戸や池から取水している。水汲みは大人の仕事であり男性が従事する割合が高い。しかし、パイロット井戸が近くにできハンドポンプ操作が容易なため子供の水汲みも増加した。

(2) 施設の状態

施設の状態は全般的に良好であり稼働していないハンドポンプはなかった。しかし、U シールの脱落や摩耗による故障と水量減少が見られた。またポンプに砂が堆積し水の濁りが出た井戸もあった。故障の修理や維持管理については今後 PDRD の支援体制を強化し住民訓練を継続する必要がある。なおプラットホームと排水溝との接合部に亀裂が発生したものが多いので今後の設計ではこの点を考慮する必要がある。また排水溝流末では水が滞留している箇所が見られたので改善について住民指導を続ける必要がある。

(3) 鉄分除去装置

鉄分除去装置は従来型及び改良型ともに鉄分濃度を WHO ガイドライン以下に下げることに効果があった。しかし、従来型は全７箇所中使用されているのは２箇所であった。また新しく改良型を設置した全 11 箇所中使用しているのは 7 箇所である。多くの住民は改良型を好むが従来型を使い続ける村が１村見られた。タケオ州に設置した装置は両方とも使用されていない。また、改良型鉄分除去装置の維持管理は十分行われておらず、一般細菌等による汚染が一部で認められた。鉄分除去装置については今後さらに住民に対して鉄除去効果の啓蒙や維持管理方法の訓練を行う必要がある。また、装置についてもさらに改良が必要である。

(4) パイロット井戸の水質と水位

パイロット井戸の電気伝導度(EC)は調査対象地域の西側、メコン川右岸地域で高く、東側のメコン川左岸地域では低い。鉄、マンガンは全般的に WHO ガイドラインを上回る箇所が多いが、とくに調査対象地域の東側で高い。パイロット井戸では野外分析で軽微な砒素とフッ素が検出された箇所があるがいずれも WHO ガイドライン近辺の値を示しているため人の健康に影響を及ぼすことはないと判断される。なお砒素は室内分析では検出されなかった。また、地下水位の季節変動は 1～2m であり取水量の減

少は見られない。

(5) 既存井戸の砒素調査

計画対象村落を含む 260 村落において既存井戸の水質調査を行った結果 20 村落において砒素が検出され、このうち計画対象 9 村落は 0.05mg/l 以上の値を示した。砒素はメコン川、トンレーバサック川沿いの沖積低地で高い値を示している。これらの地域の計画対象外村落については今後さらに詳しい実態を把握すると共に、住民に対し汚染井戸の飲用停止や鉄分除去装置による水処理を指導することが必要である。

(6) 住民参加による維持管理活動

パイロット村に設立された VWC と WPC はよく機能するようになってきておりメンバーの維持管理意識も高まっている。パイロット井戸の利用者数の平均は約 170 人（約 34 所帯）であるが、プレーベンやスバイリエン州では自家用井戸が増加し利用者数が激減した村がある。しかし全般的にハンドポンプの維持管理は WPC を通じて自主的に行われ軽微な故障は住民自身で修理できるようになり住民の参加意識も高い。一方、水料金の徴収が行われているのは 20 村中７村にすぎない。他の村はハンドポンプが故障したときに資金を集めるとしている。徴収された維持管理費はプラットフォームや鉄分除去装置の補修費用に当てられている。

(7) プロジェクト効果

パイロット井戸は年間を通して安定的に安全な水を供給できることから農村住民の水利用の利便性を著しく高めることに効果があった。また、パイロット井戸は、水汲み時間を短縮できるため、とくに女性労働の軽減に大きく貢献している。ハンドポンプは子供でも容易に安全に操作できるため水使用量が増加し、水浴びや洗濯が以前よりも頻繁に行われ衛生環境の改善に効果があった。パイロット井戸はとくに乾期には近隣の村の住民にとっても重要な水源にもなっている。

(8) 衛生教育の効果

住民はパイロット井戸だけでなく既存水源も併用しているため衛生教育の役割が大きい。衛生教育により安全な水の使用についての知識が深まり、水容器の区別や水の煮沸が励行されるようになった。衛生教育については今後ビジュアルな教材を工夫して長期的に、組織的・継続的に行う必要がある。

(9) 政府機関の支援能力

モニタリング期間中、調査団がパイロット村を訪れた以外に PDRD スタッフが独自に施設の維持管理を支援したことはなかった。PDRD に給水スタッフはいるが、住民の維持管理を定期的に支援できる機材と資金が不足している。今後、MRD から PDRD に

対する財政的並びに人的支援を行い、支援体制を構築することが課題である。

表 10.1　パイロット村落の人口と位置

No.	Province	District	Village	Population*	Location		Remarks
					UTM-E(m)	UTM-N(m)	
56	Phnom Penh	Dangkao	Khvet	562	484926	1266465	
67	Phnom Penh	Dangkao	Mean Chey	3259	488660	1275999	
71	Phnom Penh	Russei Keo	Somrong	652	484983	1283229	not monitored
113	Svay Rieng	Svay Rieng	Koy Tra Bek	1374	587748	1224037	
122	Svay Rieng	Rom Doul	Trapaing Thmor	604	595913	1245674	
139	Svay Rieng	Ro Meas Hak	Dok Por	457	581674	1266154	
162	Svay Rieng	Chan Trei	Cham Kar Leiv	809	618359	1216428	
175	Svay Rieng	Svay Chrom	Toul Khops	1048	574586	1219825	
181	Ta Keo	Doun Keo	Preach	1091	478603	1212775	
199	Ta Keo	Tram Kak	Prey Maok	689	465890	1212780	
209	Ta Keo	Tram Kak	Trapaing Thma	800	454635	1210199	
222	Ta Keo	Prey Kabbas	Ta Vong	1197	493749	1230039	not monitored
242	Ta Keo	Bati	Ta Pen	384	471254	1239367	
259	Kandal	Kaoh Thum	Svay Kraom	1634	506870	1230577	
288	Kandal	Mukh Kampul	Krang Svay	1588	495710	1311424	
322	Kandal	Angsnuol	Angkor Chhey	115	475025	1280114	
367	Prey Veng	Pea Reang	Ka Kou	581	540495	1284118	
388	Prey Veng	Me Sang	Russei Tvear	718	553038	1260510	
393	Prey Veng	Kmapong Leav	Kok Trom Kha	524	540512	1274163	
401	Prey Veng	Ba Punum	Prek Phdau	622	552924	1241861	
406	Prey Veng	Peam R6	Prek Ta Sa	833	531212	1242164	not monitored
429	Kg. Speu	Peam Chor	Sre Kak	358	454500	1265612	
454	Kg. Speu	Phnom Srouch	Kiri Raksmey	480	429542	1260960	
extra(	Ta Keo		Nang Sray		459556	1216675	not monitored

*Population: Based on the village head interview in 1997.

表10.2 鉄分除去装置の効果と使用状況

パイロット村落		設置年		Fe (mg/l)						使用状況		飲料水	村民の感じる味			どちらが好まれるか
				Jun-01	2001年6月		2001年11月									
No	名称	従来型	改良型	原水	従来型	改良型	原水	従来型	改良型	従来型	改良型		原水	従来型	改良型	
113	Koy Tra bek	-	2001	10.00			10.00	-	0.20	-	使用	使用	鉄			-
122	Trapaing Thmor	1997	2000	>10.00	0.00	0.00	10.00	0.05	0.20	不使用	使用	使用	鉄、塩味		良好	改良型
139	Dok Por	1997	2000	5.00	0.20	0.50	10.00	0.05	0.05	不使用	使用	使用	鉄	鉄	良好	改良型
162	Cham Kar Leiv	1997	2000	>10.00	<0.05	<0.05	10.00	0.05		使用	不使用	使用	鉄	良好	鉄	従来型
175	Toul Khpos	1997	2000	8.00		<0.05	10.00	0.20	0.05	不使用	時々使用	使用	鉄	不良	不良	両方
242	Ta Pen	1997	2000	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	不使用	不使用	乾期使用	鉄、塩味	鉄、塩味	鉄、塩味	改良型
367	Ka Kou	-	2001	1.00			2.00	-	0.20	-	使用	使用	良好			-
388	Russei Tvear	-	2001	3.00			2.00	-	0.50	-	故障	使用	良好			-
401	Prey Phdau	-	2001	>10.00			5.00	-	0.20	-	使用	使用	鉄			-
406	Prek Ta Sa	1997	2000	>10.00	<0.05	<0.05	10.00	0.20	0.20	使用	使用	使用	鉄			
429	Sre Kak	1997	2000	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0.05	0.05	不使用	使用	使用	良好	良好	良好	改良型

表 10.3 パイロット井戸の室内水質分析結果 (1/2) June 2001

							WHO Guideline Values for Drinking Water (mg/l)															
							200		0.3	0.1	1.5	0.01				250	250	50	1.5				1000
No.	Village No.	Village Name	pH	EC (mS/cm)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	NH4 (mg/l)	As (mg/l)	CO3 (mg/l)	HCO3 (mg/l)	CO2 (mg/l)	Cl (mg/l)	SO4 (mg/l)	NO3 (mg/l)	F (mg/l)	Si (mg/l)	T-Hard (mg/l)	N-Hard (mg/l)	TDS (mg/l)
1	56	Khvet	7.55	1180	10	3	285	1.5	0.02	0.00	0.1	0.000	0	625	28	47.6	71.6	0.07	2.6	26.5	36	0	755
2	67	Mean Chey	7.16	1340	52	30	230	2.6	0.32	0.00	0.36	0.000	0	675	75	98.4	45.5	26.87	0.42	31.6	255	0	853
3	71	Samraong	7.25	4390	80	56	902	4.6	0.03	0.03	0.41	0.000	0	882	79	624.0	494	421.8	0.88	25.5	430	0	3050
4	113	Koy Tra bex	6.73	248	10	7	39	3	32.00	0.40	0	0.000	0	149	44	6.0	2.4	0.36	0.25	37.6	54	0	212
5	122	Trapaing Thmor	6.68	147	11	3	16	3.5	5.12	0.23	0.2	0.000	0	89	30	1.6	1.1	0.08	0.2	52	42	0	139
6	122(F)	Trapaing Thmor	7.06	146	13	3	14	4.8	2.06	0.01	0.01	0.000	0	79	11	0.8	1	7.25	0.16	41.8	44	0	126
7	139	Dok Por	7	315	29	12	19	6	5.41	0.21	0.29	0.000	0	207	33	0.0	1	0.33	0.23	37.5	122	0	213
8	139(F)	Dok Por	7.48	330	30	13	19	6	0.12	0.00	0	0.000	0	217	11	0.0	0	0.38	0.17	34.6	130	0	211
9	162	Cham Kar Leiv	6.55	185	14	6	17	5.3	12.26	0.55	0.1	0.000	0	118	53	0.8	2.5	0.12	0.2	58.3	58	0	175
10	162(F)	Cham Kar Leiv	6.82	201	14	6	20	5.1	0.08	0.01	0	0.000	0	128	31	0.8	2.2	0.14	0.24	54.8	58	0	166
11	175	Toul Khpos	6.63	257	13	14	19	3.8	4.38	0.51	0.26	0.000	0	132	49	0.4	28.4	0.31	0.27	49.6	90	0	199
12	175(F)	Toul Khpos	7.1	334	41	8	18	3.2	0.32	0.01	0.15	0.000	0	180	23	0.4	34	2.05	0.17	28.3	136	0	225
13	181	Prech	6.96	6800	544	154	718	5.8	0.07	0.10	0.27	0.000	0	401	70	2264.0	80.4	0.47	0.34	37.5	1992	1664	4000
14	199	PreyMaok	7.4	740	76	23	54	0.8	0.05	0.11	0.28	0.000	0	488	31	15.2	1.2	0.16	0.28	34.6	285	0	448
15	209	Trapaing Thmor	7.38	1840	46	27	396	1.3	0.10	0.10	0.48	0.000	0	933	62	123.0	112.5	0.22	0.33	58.3	225	0	1230
16	222	Ta Vong	6.8	6940	592	219	469	6	1.65	1.90	1.4	0.000	0	273	69	2380.0	43.8	0.34	0.44	54.8	2380	2156	3910
17	242	Ta Pen	8.32	1245	13	4	304	4.2	1.99	0.00	0.68	0.000	25	793	6	7.2	4.2	2.82	0.27	49.6	50	0	809
18	242(F)	Ta Pen	7.69	1380	21	8	354	1.2	0.03	0.00	0.1	0.000	0	944	31	16.8	4.2	0.1	0.37	28.3	86	0	902
19	25+1	JICE Center	7.58	791	44	21	105	0.9	0.08	0.00	0.25	0.000	0	513	22	20.0	4	0.08	0.25	28.7	195	0	478
20	259	Svay Kraom	7.3	750	48	39	51	2.5	0.10	0.00	0.43	0.000	0	406	33	46.0	8.6	0.66	0.74	37.8	280	0	436
21	288	Krang Svay	7.53	2480	32	23	598	3.5	0.07	0.00	0.17	0.000	0	1583	75	23.6	128.5	0.21	0.59	43.3	176	0	1640
22	322	Angkor Chey	8.1	1080	4	1	285	1	0.13	0.00	0.46	0.000	0	697	9	22.4	6.1	0.16	2.02	22.3	14	0	690
23	367	Ka Kou	6.87	442	33	19	40	2.5	1.27	0.08	0.12	0.000	0	292	63	2.8	0.5	0.16	0.34	47.1	158	0	291
24	388	Russei Tvear	6.85	310	17	9	42	3.2	1.13	0.04	0.01	0.000	0	199	45	0.8	7.5	0.07	0.3	54.4	78	0	234
25	393	Kok Trom Kha	7.22	587	45	19	54	4.9	0.07	0.09	0.17	0.000	0	395	38	2.0	5.6	0.61	0.31	62.6	190	0	389
26	401	Prey Phdau	6.81	220	9	4	38	2.1	3.10	0.17	0	0.000	0	137	34	0.4	7.1	0.2	0.38	69.2	40	0	202
27	406	Prek Ta Sa	6.8	1210	50	27	156	3.5	5.92	1.80	1.3	0.000	0	219	55	257.0	47.2	0.36	0.38	59.3	238	59	722
28	406(F)	Prek Ta Sa	7.66	1060	50	23	140	6.5	0.01	0.00	0.24	0.000	0	195	7	222.0	40.2	0.27	0.27	37.6	218	58	616
29	429	Sre Kak	7.68	562	57	19	31	2.7	0.14	0.03	0.3	0.000	0	232	8	54.8	19.1	0.28	0.28	27.9	220	30	327
30	429(F)	Sre Kak	7.35	782	94	24	34	0.5	0.01	0.02	0.5	0.000	0	360	26	61.2	20.3	0.38	0.38	36.7	335	40	450
31	454	Kiri Raksmey	7.24	1880	150	61	184	1.7	0.01	0.08	1.2	0.000	0	788	73	252.0	38.1	1.44	1.28	35.7	625	0	1120

表 10.4.1 水源の州別内訳（フィールドキット測定）

Province	Borehole	Combine well	Dug Well	Pond	River	Rain Water	Total
Kandal	57	1	18	22	1	1	100
Kg. Speu	45	---	50	9	1	---	105
Phnom Penh	54	2	55	78	1	---	190
Prey Veng	58	---	17	1	---	---	76
Svay Rieng	64	5	23	---	---	---	92
Ta Keo	107	---	54	24	---	---	185
Total	385	8	217	134	3	1	748
Percentage	51.5	1.1	29.0	17.9	0.4	0.1	100

表 10.4.2　　各州の砒素濃度別村落数の内訳

(3点測定結果のうち最大値)

Province	nd	<0.01	0.01-0.05	0.05-0.1	>0.1	Total
Kandal	24	6	3	0	5	38
Kg. Speu	33	2	1	0	0	36
Phnom Penh	43	19	2	2	1	67
Prey Veng	16	6	2	0	2	26
Svay Rieng	24	5	2	0	0	31
Ta Keo	58	4	0	0	0	62
Total	198	42	10	2	8	260
Percentage	76.2%	16.2%	3.8%	0.8%	3.1%	100%

表 10.5 砒素が検出された計画対象村落

No	Province	District	Commune	Village	As-FK$_{average}$	As-FK$_{max}$	As-Lab
262	Kandal	Kaoh Thum	Prek Sdei	Prek Ta Mem	0.375	0.5	**0.303**
258	Kandal	Kaoh Thum	Prek Thmei	Svay Kandal	0.2	0.6	**0.205**
407	Prey Veng	Peam R6	Neak Loeung	Prek Thum	0.168	0.5	**0.151**
290	Kandal	Mukh Kampul	Svay Ampear	C. T. Phloah	0.007	0.02	**0.091**
363	Prey Veng	Kanh Chreach	Preal	Kouk Roka	0.014	0.04	**0.07**
97	Phnom Penh	Ruessei	Svay Pak	Lor Kambao	0.2	0.3	**0.049***
36	Phnom Penh	Dangkao	Prey Veng	Trapaing Svay	0.017	0.05	**0.023**
406	Prey Veng	Peam R6	Neak Loeung	Prek Ta Sa	0.053	0.2	**.0019***
22	Phnom Penh	Dangkao	Kouk Rokar	Chumrov	0.005	0.01	**0.014**
S-13	Kandal	Ta Khmau	K. Samnanh	Koki	0.55	0.6	---
Sp-7	Kandal	Ta Khmau	K. Samnanh	Temple	0.4	0.4	---
S-12	Kandal	Kaok Thom	Prek Sdey	Prek Pok	0.15	0.3	---
Sp-6	Kandal	Angsnuol	Snor	Snor	0.01	0.01	---
375	Prey Veng	Kamchay Mear	Kranhung	Pongro	0.003	0.01	0.008
289	Kandal	Mukh Kampul	Svay Ampear	K. Prasat	0.007	0.01	0.005
431	Kg. Speu	Peam Chor	Rolaing Chak	Sre Cheng	0.003	0.01	0.003*
153	Svay Rieng	Chan Trei	Pras Sat	Kandal	0.005	0.01	0.003
46	Phnom Penh	Dangkao	Cheung Aek	Prek Pranak	0.017	0.05	nd
78	Phnom Penh	Ruessei	P.Penh Thmei	Dei Thmei	0.003	0.01	nd*
174	Svay Rieng	Svay Chrom	Cham Bok	Ta Nu	0.003	0.01	nd*

Water sample for laboratory analysis is not just from the same borehole where relativily high arsenic was found by field kit measurement, because of well broken and other reasons.

表 10.6 水利用のアンケート調査結果

番号	水利用	JICA 井戸設置後の変化
1	水使用量の変化	洗濯、飲料水、水浴びなど使用量は増加(複数回答)
2	洗濯の場所	河、池、浅井戸などが JICA 井戸に変更（76）
3	水浴びの場所	河、池、浅井戸などが JICA 井戸に変更（77）
4	最も好まれる水源	雨水（36）、JICA 井戸（47）、その他（12）
5	主な飲料水（乾期）	JICA 井戸（68）その他（27）
6	主な飲料水（雨期）	雨水（40）JICA 井戸（40）その他（15）
7	主な調理用水（乾期）	JICA 井戸（70）その他（25）
8	主な調理用水（雨期）	雨水（37）JICA 井戸（42）その他（16）
9	主な洗濯用水（乾期）	JICA 井戸（78）その他（17）
10	主な洗濯用水（雨期）	雨水（30）JICA 井戸（50） その他（15）
11	既存水源の水汲み回数(乾期)	1 日 2 回以上（58）不明（25）その他（12）
12	既存水源の水汲み回数(雨期)	1 日 2 回以上(22) 不明(34) その他(39)
13	JICA 井戸水汲み回数（乾期）	1 日 2 回(18) 3 回以上(63) 不明(4) その他(10)
14	JICA 井戸水汲み回数（雨期）	1 日 2 回(37) 3 回以上(26) 1 回（23）その他(9)
15	水汲み役	大人の水汲みが減少（79→70）子供増加（15→24）
16	女性の水汲み	大人の女性（32）変化なし
17	女性の労働	水汲みによる労働増加あり(28)なし(50)
18	JICA 井戸の便益	水汲み労働軽減（20）水質・水量改善（25）衛生改善(13) 便利さ(16)その他（21）

表 10.7 VWC/WPC 活動の比較 (2000/2001)

No.	Province	Well No.	Village	Number of users *1			VWC/ WPC Establishment		No. of meetings			Frequency			Attendance rate (%)		Record of meeting		
				2000	2001	+/-	2000	2001	2000	2001		2000	2001		2000	2001	2000	2001	
1	Svay Rieng	139	Dok Por	21	21 (21.6%)	±0	Yes	Yes	2	1	□	When necessary	1/year	---	100	100	Yes	Yes	---
2		162	Cham Kar Leiv	23	24 (15.6%)	+1	Yes	Yes	2	13	□	When necessary	1/month	---	100	100	Yes	Yes	---
3		113	Koy Tra Bek	10 (3%)	10*2	±0	Yes	Yes	4	3	□	1/3 months	1/4months	□	100	100	Yes	No Notes	---
4		122	Trapaing Thmor	50	4 (2.8%)	-46	Yes	Yes	1	1	---	Sometimes	1/year	---	100	100	No Notes	No Notes	---
5		175	Toul Khpos	42	42 (21.8%)	±0	Yes	Yes	2	2	---	When necessary	2/year	---	71.4	100	Yes	Yes	---
6	Prey Veng	388	Russei Tvear	32 (32.3%)	24 (20.0%)	-8	Yes	Yes	1	2	□	When necessary	2/year	---	100	100	Yes	Yes	---
7		367	Ka Kou	14 (9.8%)	14 (11.2%)	±0	Yes	Yes	3	3	---	1/3 months	1/3 months	---	100	100	---	Yes	---
8		393	Kok Trom Kha	20	3(2.5%)	-17	Yes	Yes	0	0	---	None	None	---	---	---	No	Yes	□
9		401	Prey Phdau	17 (12.6%)	17 (12.6%)	±0	Yes	Yes	2	0	□	When necessary	When necessary	---	100	---	Yes	Yes	---
10	Takeo	199	Prey Maok	43	43 (30.1%)	±0	Yes	Yes	2	6	□	---	6/year	□	100	100	Yes	Yes	---
11		209	Trapaing Thmor	29	31 (20.7%)	+2	Yes	Yes	2	1	□	2/year	1/year	□	100	42.9	Yes	No	□
12		181	Prech	110	136 (69.7%)	+26	Yes	Yes	0	3	□	None	3/year	□	---	69.2	No	Yes	□
13		242	Ta Pen	16	16 (22.5%)	±0	Yes	Yes	1	2	□	When necessary	When necessary	---	100	100	No	Yes	□
14	Kandal	288	Krang Svay	40	43 (12.6%)	+3	Yes	Yes	0	2	□	None	2/year	□	---	100	Yes	Yes	---
15		322	Angkor Chey	27 (100%)	29 (100%)	+2	Yes	Yes	1	1	---	1/year	1/year	---	100	100	Yes	Yes	---
16		259	Svay Kraom	38 (12.7%)	38 (12.6%)	±0	Yes	Yes	1	2	□	1/year	2/year	□	100	100	Yes	Yes	---
17	Peri-Urban	56	Khvet	57 (47.2%)	60 (47.6%)	+3	Yes	Yes	2	3	□	When necessary	3/year	---	100	100	Yes	Yes	---
18		67	Mean Chey	30	50(4.9%)	+20	Yes	Yes	1	12	□	When necessary	1/month	□	100	98.0	---	No	---
19	Kompong Speu	429	Sre Kak	45	45 (62.5%)	±0	Yes	Yes	0	2	□	None	2/year	□	---	90.0	No	No	---
20		454	Kiri Raksmey	30 (26.4%)	39 (39.0%)	+9	Yes	Yes	3	0	□	When necessary	None	□	81.0	---	Yes	Yes	---

(Note) *1 Total Number of users are 694 in June, 2000 and 689 in June, 2001. Approximately 34.7 and 34.5 users are registered per one JICA HP in 2000 and 2001 respectively. ( ) shows ratio of JICA HP users (households) against population (households).

*2 Estimated number of users.

表 10.8 水料金徴収状況の比較 (2000/2001)

No.	Province	Well No.	Village	Fee collection (Yes or No)		Amount *1			Frequency			Collection method		Deposit amount			Money keeping method	
				2000	2001	2000	2001	[illegible]	2000	2001	[illegible]	2000	2001	2000	2001	[illegible]	2000	2001
1	Svay Rieng	139	Dok Por	No	No	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2		162	Cham Kar Leiv	Yes	Yes	200R	200R	---	5 times	2 times	[illegible]	House to house	House to house	18,000R	24,000R	[illegible]	Funds are managed by secretary	Kept in a safebox
3		113	Koy Tra Bek	Yes	No	100R	---	---	18 times	---	---	House to house	---	18,000R	---	---	Funds are managed by chairperson	---
4		122	Trapaing Thmor	Yes	No	100R	---	---	once	---	---	House to house	---	12,000R	---	---	Funds are managed by secretary	---
5		175	Toul Khpos	Yes	Yes	100R	200-300R	[illegible]	5 times	3 times	[illegible]	House to house	House to house	10,000R	10,000R	---	Kept in the house	Accountant keeps
6	Prey Veng	388	Russei Tvear	No	Yes	---	100-300R	[illegible]	---	2 times	[illegible]	---	House to house	---	5,000R	[illegible]	---	Accountant keeps
7		367	Ka Kou	No	No	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8		393	Kok Trom Kha	No	No	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
9		401	Prey Phdau	No	No	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10	Takeo	199	Prey Maok	Yes	Yes	100R	100R	---	2 times	2 times	---	At meeting	House to house	6,700R	6,700R	---	Kept in the money box	Chairperson keeps
11		209	Trapaing Thmor	No	No	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
12		181	Prech	No	No	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
13		242	Ta Pen	No	No	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14	Kandal	288	Krang Svay	No	No	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
15		322	Angkor Chey	No	No	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
16		259	Svay Kraom	Yes	Yes	100-900R	Depends on the users	---	2 times	2 times	---	Voluntary contribution	House to house	24,900R	4,200R	[illegible]	Funds are managed by accountant	Accountant keeps
17	Peri-Urban	56	Khvet	Yes	Yes	200-500R	100R	[illegible]	Once	Once	---	House to house	Voluntary contribution	7,000R	Spent all	[illegible]	Accountant manage the fund	Spent all
18		67	Mean Chey	No	Yes	---	300-500R	[illegible]	---	2 times	[illegible]	---	House to house	---	50,000R	[illegible]	---	Accountant keeps
19	Kompong Speu	429	Sre Kak	No	No	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20		454	Kiri Raksmey	No	No	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

(Note) *1 Amount shows the fee collected at a time

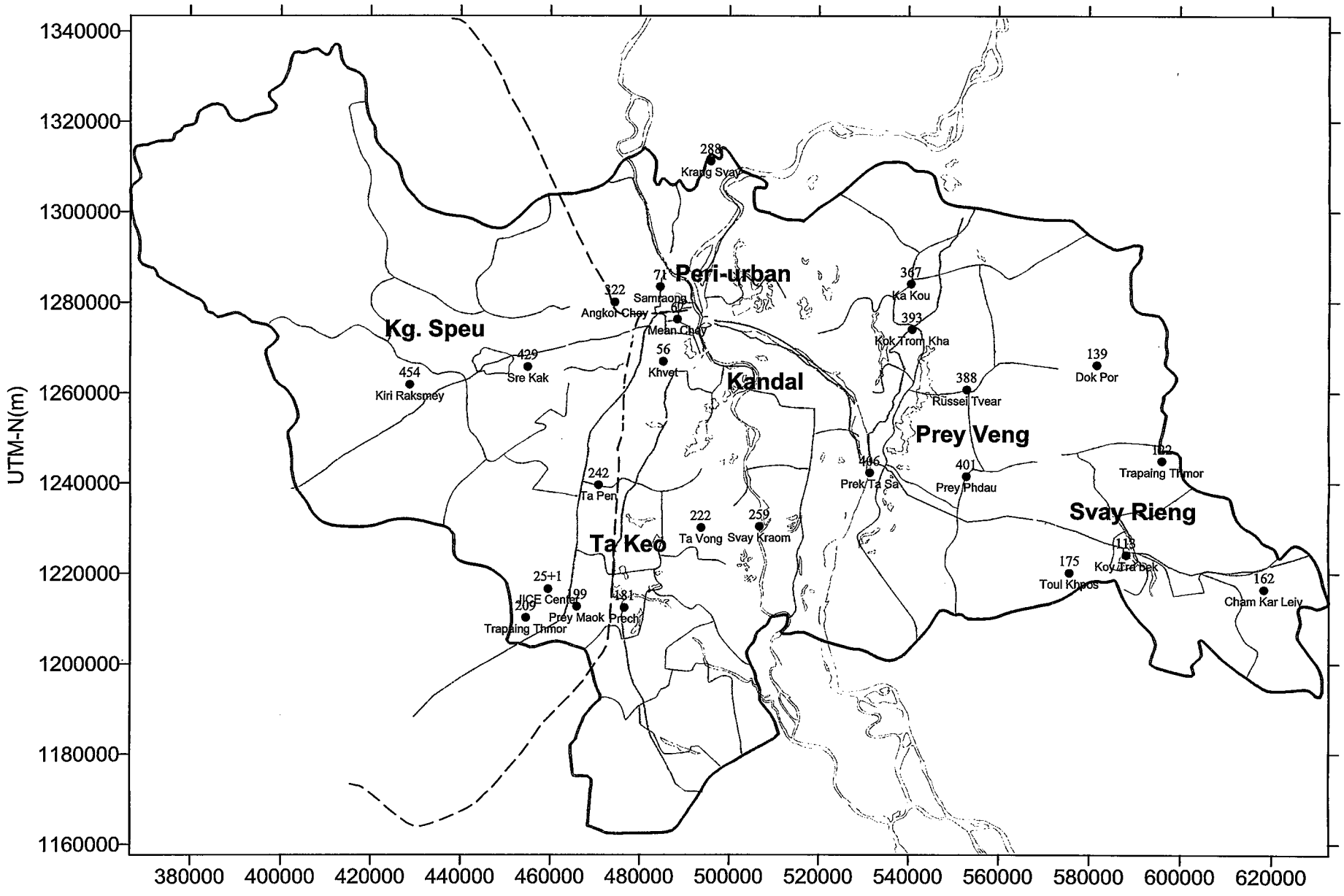
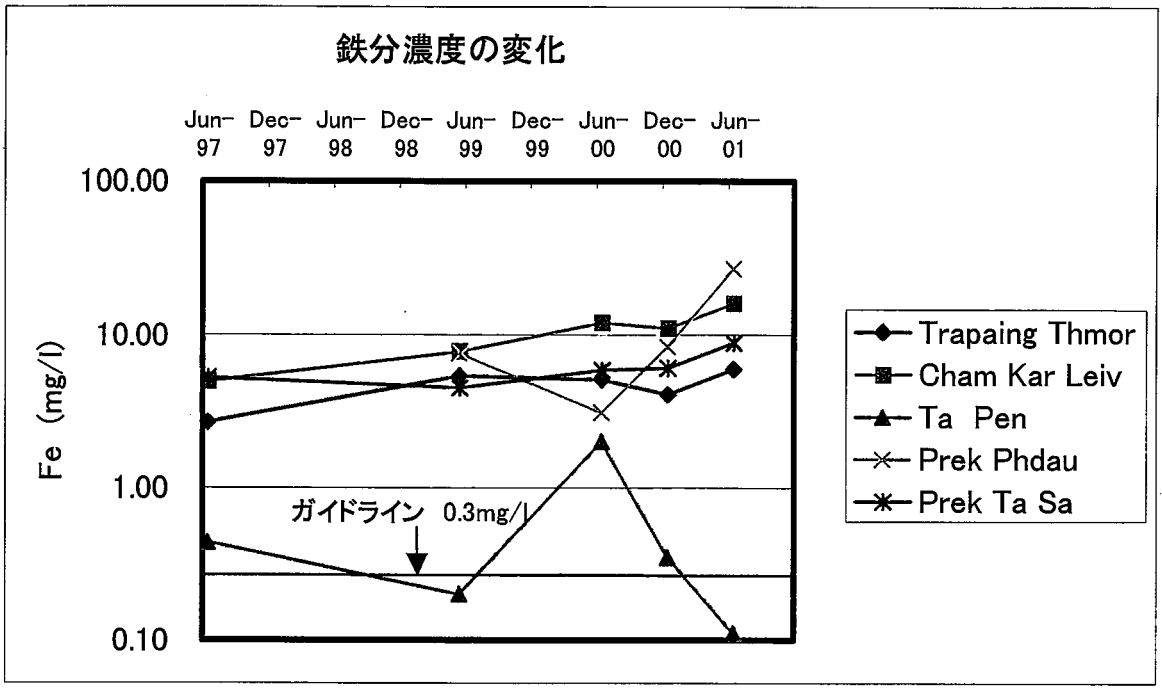


図 10.1	モニタリング村位置図
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	



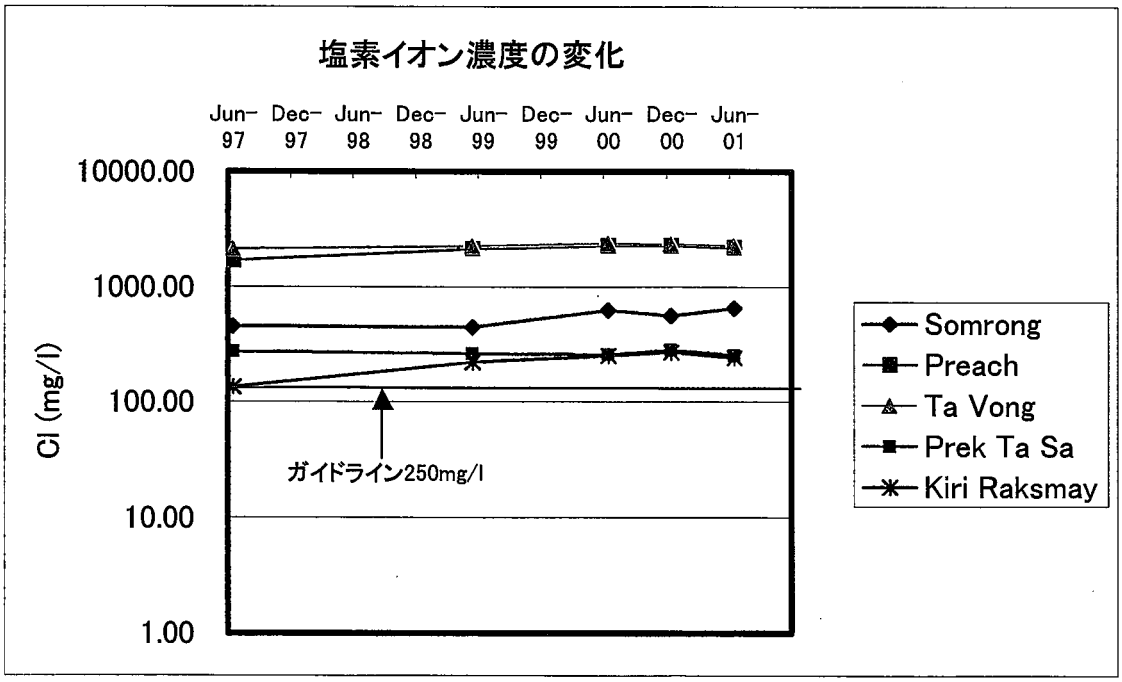


図 10.2 鉄分及び塩分濃度の変化（室内分析）

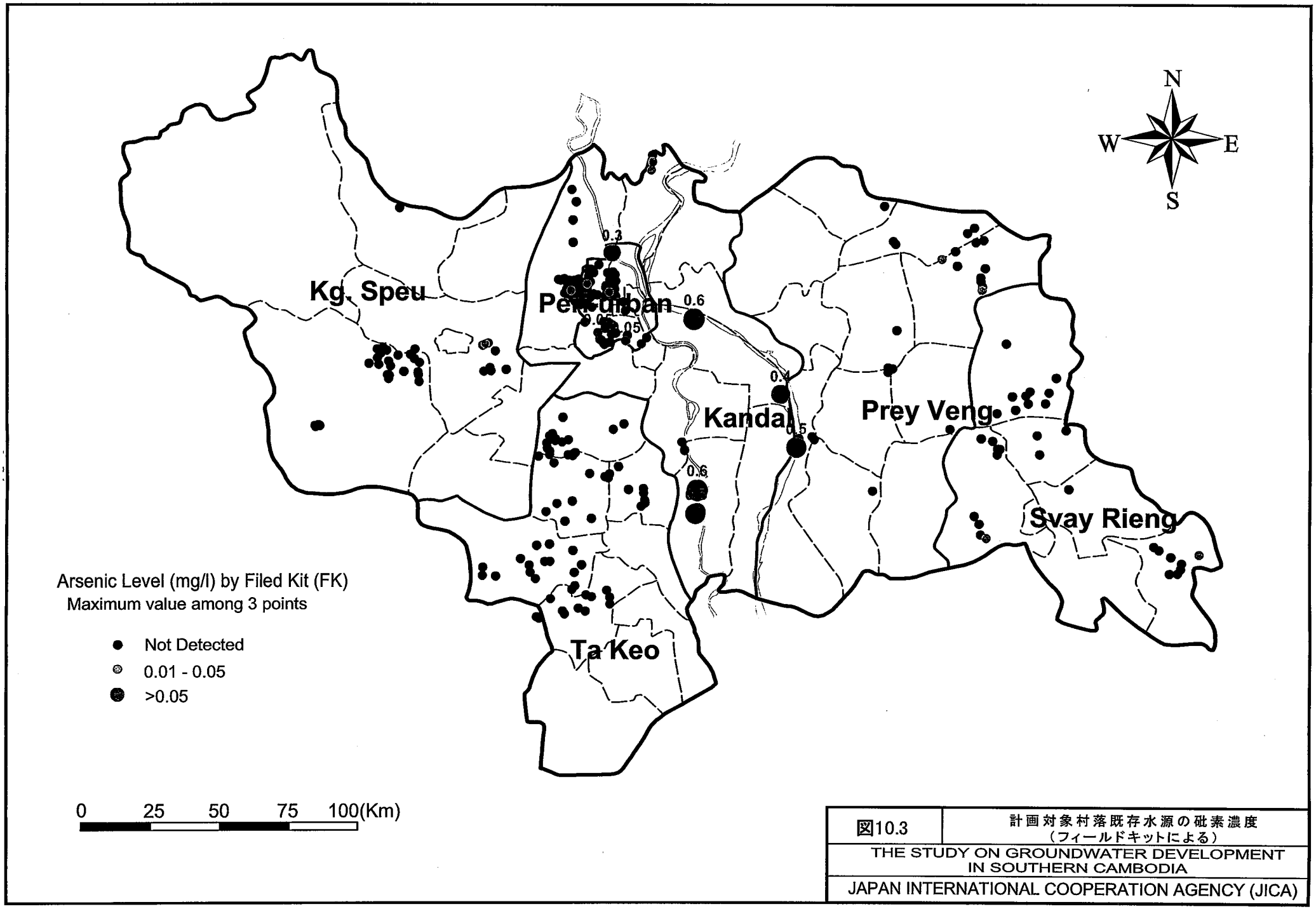


図10.3	計画対象村落既存水源の砒素濃度（フィールドキットによる）
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

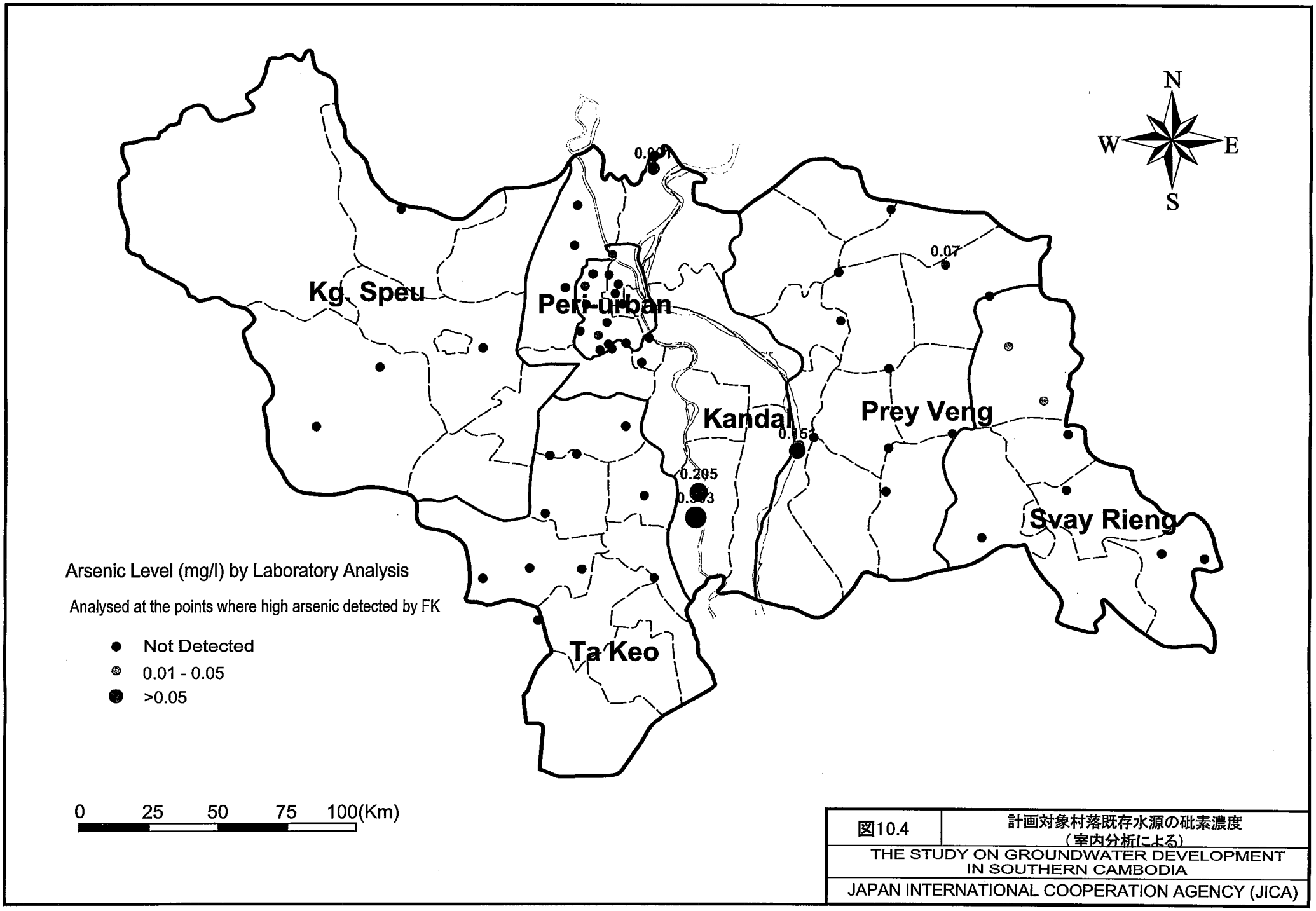
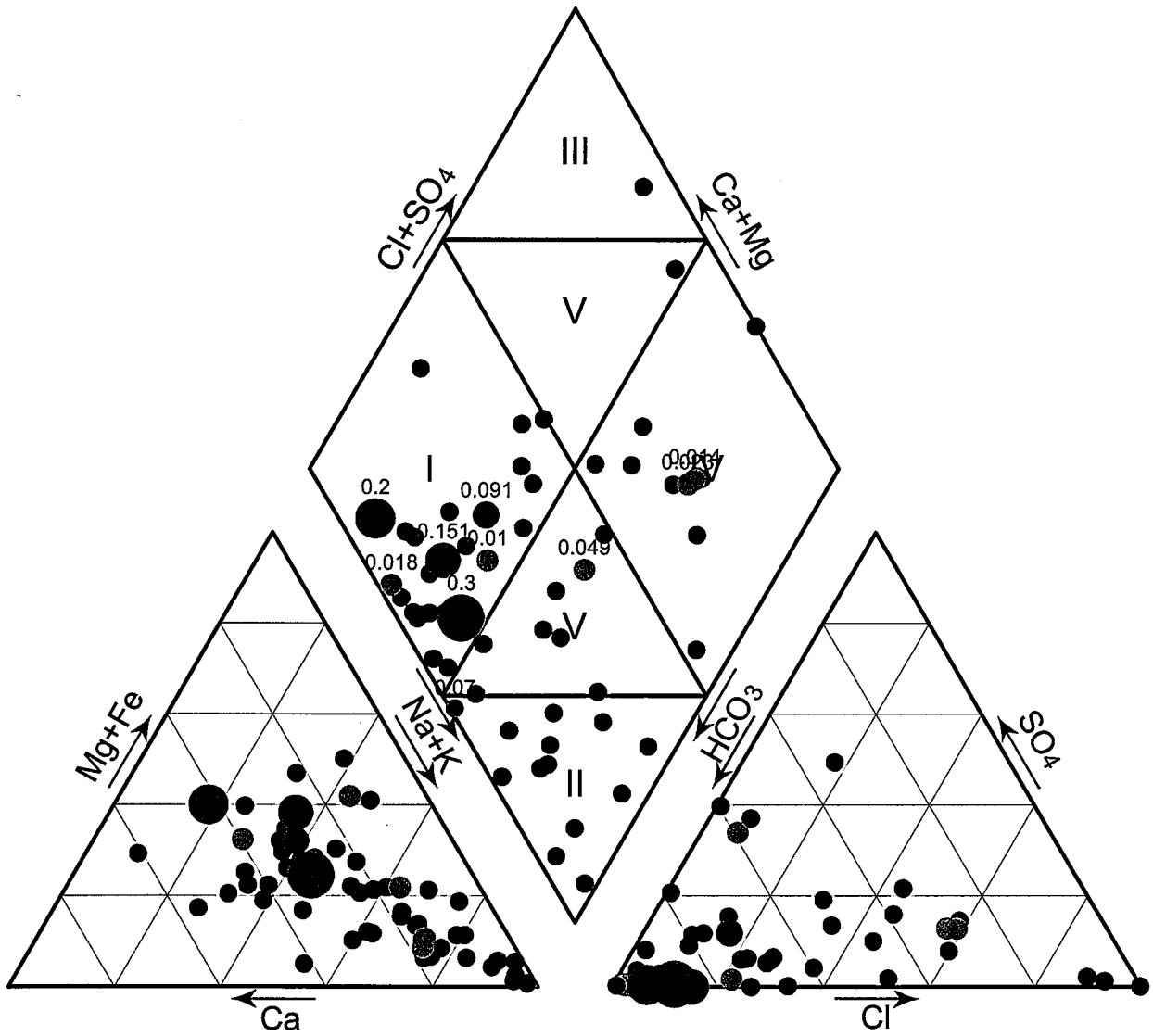


図10.4	計画対象村落既存水源の砒素濃度 （室内分析による）
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	



Legend

- As < 0.01 mg/l
- 0.01mg/l < As < 0.05 mg/l
- As > 0.05 mg/l

図10.5	60サンプルの水質組成

THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN SOUTHERN CAMBODIA

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

第 11 章　結論と勧告

第11章　結論と提言

11.1 結論

11.1.1 地下水開発

調査地域はメコン川を境として西側の地域に石炭紀から三畳紀の砂岩やスレートから成る基盤岩類が浅く分布している。一方、メコン川の東側はメコン川デルタの沖積層が厚く堆積しており、基盤岩深度は深い。

沖積砂層と基盤岩の亀裂部はそれぞれ帯水層を成す。しかし、基盤岩帯水層の湧出能力は低く、透水量係数は平均 10 m^2/day 以下、比湧出量は平均 0.5～10.0 m^3/day/m である。これに対し沖積砂層の透水量係数は平均 605 m^2/day、比湧出量は平均 25～150 m^3/day/m である。

揚水可能量は、深度 60 m 口径 4 インチの深井戸で、沖積層分布地域：500～800 m^3/day、基盤岩分布地域：1.5～150 m^3/day である。沖積層分布地域では 1 井当たり揚水可能量は大きく大人口への給水やかんがい用に開発可能であるが、基盤岩地域では小さく、ハンドポンプによる小人口への給水や家畜用の開発に限られる。

地下水の水質はメコン川西岸では、ナトリウムイオン、塩素イオン濃度が高い傾向があるのに対し、メコン川東岸では低い。一方、鉄イオンの濃度は全地域を通じて高く、WHO 基準（0.3 mg/ℓ）を上回る井戸が多い。

11.1.2 給水計画

給水計画は先方要請 472 村落中、既存水源の実態に基づく必要性・緊急性の観点から優先度の高い 241 村落に対して策定した。策定に当たっては、地下水開発条件と給水施設の整備状況を考慮して地域別に実施優先順位を付けた。

給水計画は、西暦 2005 年における給水人口 210 人に対して一人当たり 40 リットルを供給することを目標とし、ハンドポンプ付き深井戸給水施設 1,049 箇所を建設する（ハードコンポーネント）。また、鉄分濃度の高い地下水対策としては給水施設総数の 30 %に鉄分除去サンドフィルターを設置するよう計画した。

本計画により建設される給水施設は、住民自身により運営・維持管理（VLOM）されるものである。VLOM を支援するため、本計画ではコンサルタントによる住民の VWC／WPC 設立及び運営指導を含むソフトコンポーネントを計画した。本計画のハード及びソフトコンポー

ネントの実施に必要な事業費総額は、給水事業を建設業者のみが実施した場合と、代替案として深井戸建設の一部を MRD が分担した場合につき、カンボディア国内ベース及び無償資金協力ベースでそれぞれ積算した。事業費は下表の通りである。

表 11.1 事業費

（単位：百万円）

積算条件\実施体制	建設業者のみ	代替案（建設業者及び MRD）
カンボディア国内ベース	2,222	2,298
無償資金協力ベース	3,009	3,087

11.1.3 事業評価

本事業の実施により、村落住民の健康及び環境衛生の改善と水汲み労働時間の短縮が期待できる。疾病率の低下による医療費の減少と水汲み労働時間の減少を経済的便益に換算して費用・便益分析を行った結果、本事業は実施可能と考えられる。また、本事業により開発した地下水は、菜園への潅水、家畜用水、醸造やその他の農産物へも利用でき、農村が経済的に活性化されると評価できる。

11.1.4 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からの汚染を防止する必要がある。

11.1.5 モニタリング

パイロット村でのモニタリング結果によれば給水施設の維持管理状態は良好である。給水施設は既存水源と併用されることが多く乾期の利用が多い。また、雨期には雨水利用と併用されている。住民は水の味、臭い、色などをもとに水源を使い分けているが、パイロット給水施設は主要な水源として住民の水汲み労働の軽減、水質・水量の改善、衛生改善等に役立っている。一方、村落水委員会（VWC）と水源委員会（WPC）の活動への参加意識は高まっており自主的な給水施設の維持管理が行われるようになっている。しかし、毎月の水料金を徴収する村落は少なく、ハンドポンプの故障など問題が発生したときに徴収するとする村が多い。また、メコン川東岸のスバイリエン州やプレーベン州では個人用井戸が普及し利用者が減少した村がある。鉄分除去装置は効果があるが住民による維持管理は不十分である。今後はさらにハンドポンプや鉄分除去装置の維持管理訓練を行うとともに衛生的な水の利用について継続的な啓蒙活動を行う必要がある。

11.1.6 既存井戸の砒素調査

計画対象村落 241 村落のうち 9 村落の既存井戸において 0.01 mg/ℓ 以上の砒素が検出された。これらの砒素汚染地域はメコン川及びバサック川周辺の沖積低地に位置している。今後は早急に同地域の計画対象外村落について砒素汚染実態の調査を行い、必要に応じて飲用禁止措置や代替水源設置などの応急的対策を取る必要がある。

11.2 提言

11.2.1 事業の早期実施

本給水計画は地下水開発により、カンボディア国南部 241 村落の給水事情を抜本的に改善するもので、今後のカンボディア国における村落給水事業のモデルともなるべき重要な事業である。清潔な生活用水の供給は、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。カンボディア国は政治的に安定が保たれ、ASEAN に加入したことから、今後は国際機関や各国の支援を受け急速に経済発展し、社会基盤が整備されていくことが期待される。本計画対象村落の環境もこれに伴い急速に変化していくものと予想されるため、本事業をできるだけ早期に実施するよう提言する。

中でもメコン川西岸のペリアーバン地区、カンダール州、コンポンスプー州及びタケオ州は基盤岩地域であり、大型機械による深井戸掘削技術が必要である。このため地下水開発が遅れており、住民の飲料水・生活用水の困窮度はメコン川東岸地域よりも高い。従って、地下水開発・給水計画はメコン川西岸を最優先で実施することが望ましい。

11.2.2 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。深井戸掘削地点は、水文地質図により基礎的な情報を得た後、地形・地質調査と物理探査を行い、既存水源の位置を考慮して選定するものとする。地下水開発の際に得られた水文地質データは記録し、本調査により作成したデータベースに入力し活用すべきである。

11.2.3 水質の管理

調査地域の地下水には塩分や鉄濃度等が WHO 基準を上回る例が多い。現状は、直ちに人の健康に害を及ぼすレベルではなく、特に塩分濃度が高い場合は飲料用として使用されていな

いが、今後定期的に監視していくことが必要と考えられる。また、地下水開発は、水文地質条件を検討しつつ行い、できるだけ良質の地下水を取水できるようにするとともに、基本的な健康項目について定期水質検査を行うことが望ましい。なお WHO ガイドライン値を超える砒素が検出された既存井戸は飲料用の使用を禁止すべきである。鉄分除去装置(IRD)は鉄と砒素を除去でき水の味や臭いも改善されるので、住民にその効果を啓蒙して行く必要がある。また、新たに建設した管井では水質検査を行い住民自身が IRD を設置するよう指導するとともに維持管理のトレーニングを行うべきである。

11.2.4 衛生教育手法及び機材の標準化と共有化

本計画では関係国際機関や NGO と連携しつつ衛生キャンペーンを実施することにより、計画対象地域だけでなく、近隣地域にその効果が波及することも期待されるので、地方開発省、地方開発部、関係政府機関、NGO 相互の情報交換、手法の標準化、教育教材の共有化が望まれる。農村では非識字者も多いことを考慮し、教育パネルや教育ビデオなど、よりビジュアルで村人が関心を持ちやすい衛生教育教材の利用が効果的である。衛生教育は、こうした教育機材の配布や公共放送を通じて国全体で組織的、継続的、定期的に実施すべきである。

11.2.5 水を中心とした村落開発の推進

本計画で提案した VLOM 支援（ソフトコンポーネント）は、村落住民が自分自身で給水施設の運営・維持管理を行うことを手助けするものである。この支援の過程で住民の維持管理に関する意識は前進し、ひいては村落開発への積極的な取り組みにつながることが期待される。従って、州地方開発部は各村落の VDC 設立にさらに積極的に取り組むことが望ましい。VDC の下に置かれた VWC と WPC の活動が活発であれば、水を中心に、村落の道路、教育、保健衛生等の生活環境が一層改善され、農業生産活動はさらに活性化すると考えられる。VWC は村落開発の各セクターと密接に連携し、住民の水汲み労働軽減や保健・衛生改善のため、自ら率先して給水施設計画を推進する役割をもつべきである。

11.2.6 モニタリング結果からの提言

農繁期と農閑期に違いはあるが、女性の農作業への負担や出稼ぎの増加により農村部における今後の水利用はますます利便性を求める傾向が高まると考えられる。この点を踏まえ、以下の事項を提言する。

(1) 水利用料金の徴収

多くの村ではハンドポンプの故障が発生した際に水利用料金を徴収するとしている。しかしこれらの村では日常的な維持管理が不十分になっているので、水利用料金の徴収目的をﾕｰｻﾞ

-に十分説明し、理解を求め、定期的に料金を徴収するよう指導を続けることが望ましい。

(2)　附帯施設の配慮

給水施設の建設に当たっては、住民の間で内容について十分な検討を行うよう指導すべきである。とくに女性の意見を取り入れ、簡易な水槽、洗濯用スペース、女性用水浴び施設など付帯施設の設置について配慮することが必要である。

(3)　ＶＷＣ／ＷＰＣメンバー

給水施設の保守・点検や清掃は日常的に実施される必要がある。その際には、女性の意見が反映できるような組織体制が必要であり、この点においても政府機関の指導が必要である。また出稼ぎで村を不在にすることが多いメンバーや活動に参加しないメンバーについても住民の間で話し合い適宜変更していくよう指導を行う必要がある。

(4)　支援体制の強化

PDRD が村落の運営維持管理活動を支援できるよう、基本的には予算、体制、人員、機材等について中央政府支援による強化を行う必要がある。しかし、支援組織の強化に当たっては現行制度について見直しを行い、PDRD 給水課を核とし、有償で給水維持管理サービスを提供できる新しい民間組織設立の可能性も視野に入れ検討を行う必要がある。

11.2.7 地下水開発の役割分担

本調査によりカンボディア南部５州の地下水帯水層の分布状況と水質、開発ポテンシャルが明らかにされた。カンボディア国民の約 80%を占める農村部住民の生活用水は将来も地下水を主水源として開発と管理を進めていく必要がある。従って今後は、前項までに述べた提言を踏まえつつ、地下水開発・管理に携わる関係機関の役割を明確にすると共に、組織及び制度の整備を行いつつ実施していくことが望まれる。

(1)　地下水開発計画の立案、調整、開発支援

地方給水に於ける地下水開発計画の立案、調整は水資源・エネルギー省が行う都市給水計画との整合性を保ちつつ、地方開発省（MRD）が現行の組織制度のもと引き続き実施する。このため中央政府には両省の地下水開発戦略を検討する地下水開発会議または委員会を設置するべきであろう。また、MRD の地方給水局(DRWS)は企画、調整、設計、技術支援、機材の保管、水質管理の面で人員と機材の整備拡充をはかる必要がある。

(2)　地下水開発計画の実施

地下水開発計画の実施は各州の地方開発部（PDRD）が実施する。現在、PDRD は県（District）及びコミューンレベルの開発要請をとりまとめるとともに、DRWS の資機材支援を受けて小規模な給水施設建設を実施している。今後はさらに機材、人員、予算面での強化

を行い主体的に地下水開発・管理を実施する。その際、高度の技術・機材については DRWS の支援と指導を受け施設建設を実施する。また、施設の運営維持管理に必要な資機材の保管や大規模修理に必要な機材と技術者の整備を進める。

(3) 井戸建設

井戸の建設は現在 DRWS や PDRD の直営で行われているが近い将来の民営化も視野におく必要がある。現状では民間業者の人員、機材、能力共に貧弱であり DRWS 自体の技術力も低い。今後は外国援助あるいはコマーシャルベースでの積極的な技術と機材の導入を行っていく必要がある。DRWS は将来的にはこれら民間業者が行う井戸建設の技術管理を実施する方向に人材の育成と機材の整備を進めるべきであろう。

(4) 運営維持管理

運営維持管理は本調査で実施してきたように村落水委員会(VWC)及び水源委員会（WPC）を設立し、村落住民が参加して実施する。組織の設立、運営指導については、PDRD のもとでコミューンが実施することも考えられるが、現状の組織・人員・能力を考えると、短期・中期的には NGO や民間コンサルタントの活用が望ましい。実際に、これまでに村落開発委員会(VDC)が設立された村落は何らかの形で NGO が活動している。VWC と WPC は VDC の下部組織として位置付けることが必要で、今後は NGO やローカルコンサルタントを活用し、地下水開発計画は村落開発の一環として、インフラ整備、衛生、教育等のセクターと連携しつつ推進させるものとする。

(5) 外国援助

外国からの給水・地下水開発援助は技術と資機材の両面で中央政府の MRD に向けて今後も実施していくことが望まれる。まず地下水開発調査・研究では現在南部５州の他中部２州において実施中である。しかし、将来的には残る約３分の２の州についての地下水資源の調査を継続的に実施することが望まれる。地下水資源調査は総合技術であり人的な技術移転は時間を要する分野である。引き続き息長く調査を続けることで技術移転は進みカンボディア国の知的資産が増加する。またその調査結果は地下水開発管理に当たり貴重な技術情報として生かされることになる。

地下水開発戦略策定、企画、調整、技術指針の策定、水質管理についてはカンボディア国の人材、機材は極めて薄く知識と経験は未だ集積されておらず先進国からの技術援助が必要である。特に今後のカンボディアの地下水開発においては、砒素等の水質調査と対策や管理が急務である。飲料水の水質基準の策定、既存水源の水質調査、水質分析機関の設立、水質評価と対策指導・規制、法制化など課題は山積しており、専門家やコンサルタントの派遣による技術指導は今後先進国が取り組むべき主要な援助課題のひとつとなると考えられる。

(6)　草の根の支援

地下水開発により建設された井戸施設が持続的に使用されるためには、住民自身による運営維持管理が基本となる。維持管理教育や指導は継続的にかつ定期的に実施されることで効果が発現する。また、モニタリングの結果明らかになったように、維持管理教育と共に衛生教育・キャンペーンも社会配慮・ジェンダー配慮をしつつ継続的に息長く実施しないと大きな効果は得られない。住民自身もそうした教育を継続的に受けることを望んでいる。こうした教育活動は日常的に草の根的に行うことが肝心であり一過性のキャンペーンの効果は少ない。先進国の援助は、前項で述べた中央政府に対する技術援助の他に、コンミューン・村落など草の根レベルでの給水計画策定、実施、ジェンダーへ配慮した組織作りや活動、教育訓練、モニタリングなど多面的に NGO やローカルコンサルタントを活用しつつ実施することが望ましい。