

国際協力事業団

ヴェトナム国農業農村開発省

ヴェトナム国北部地方地下水開発計画調査

最終報告書

要約

2000年1月

LIBRARY



J1156004 (2)

国際航業株式会社

応用地質株式会社

社調三

JR

00-023

国際協力事業団

ヴェトナム国農業農村開発省

ヴェトナム国北部地方地下水開発計画調査

最終報告書

要約

2000年1月

国際航業株式会社

応用地質株式会社

ファイナルレポートの構成

本報告書は次の7分冊より構成されている。

1. 要約 (和文)
2. 要約 (英文)
3. 要約 (越文)
4. メインレポート (英文)
5. サポートイングレポートA (英文)
6. サポートイングレポートB (英文)
7. データレポート (英文)



1156004(2)

序文

日本国政府はヴェトナム社会主義共和国政府の要請に基づき、同国の北部地方地下水開発計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は平成10年8月から平成11年11月までの間3回にわたり、国際航業株式会社の鎌田 烈氏を団長とし、同社及び応用地質株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団はヴェトナム社会主義共和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いただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成12年1月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

ヴェトナム国北部地方地下水開発計画調査
伝達状

平成12年1月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎 殿

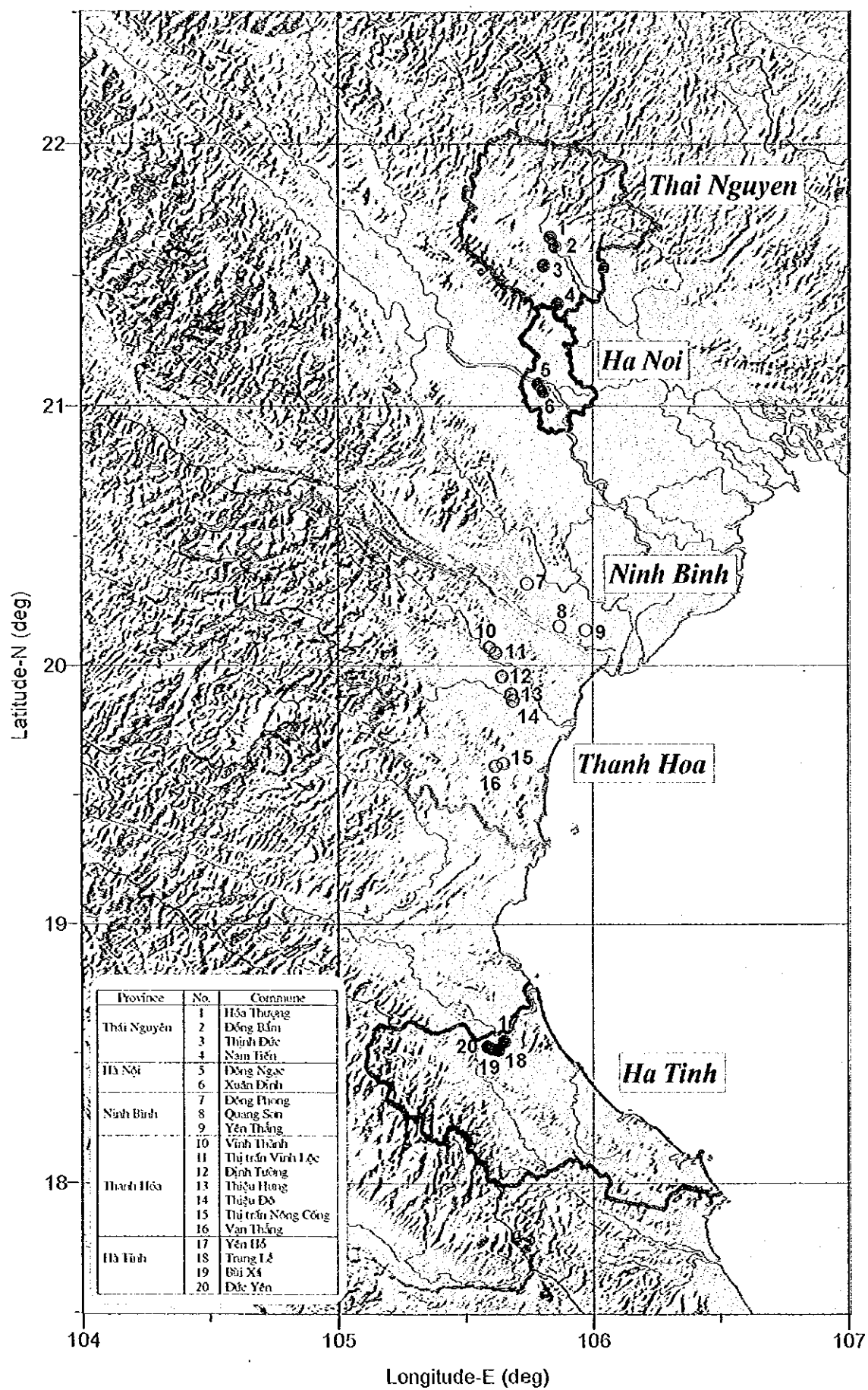
ヴェトナム国北部地方地下水開発計画調査の最終報告書を提出いたします。本報告書は平成10年8月から平成12年1月の間に実施された現地調査及び国内作業により作成されました。

本報告書にはヴェトナム国北部地方5省20コミューンにおける地下水開発可能量の評価結果、それらに基づく給水計画マスタープラン及び優先プロジェクトの実施可能性が詳しく述べられています。

この報告書に述べられた地下水開発・給水計画が早期に施行され、ヴェトナム国北部地方の給水・衛生環境の改善に貢献することを希望する次第であります。

本報告書を提出するにあたり、全調査期間にわたり多大なご支援を賜った貴事業団、在ハノイ日本国大使館の諸賢ならびに農業農村開発省(MARD) 地方給水衛生センター(CERWASS)をはじめとするヴェトナム国政府の関係各位に対し、心から感謝の意を表す次第です。

調査団長 鎌田 烈



調 査 位 置 図

ヴェトナム国北部地方地下水開発計画調査

調査期間： 平成 10 年 8 月～平成 12 年 1 月
カウンターパート機関： 農業農村開発省地方給水衛生センター

要 旨

1. 背景

ヴェトナム国北部地方は、インドシナ半島のトンキン湾側に面し、地勢は北部及び西部の山地と紅河下流のデルタおよび狭長な海岸平野から成る。調査対象となった 20 コミューンは北部地方 5 省に所属し、人口は約 14 万人で、ハノイ市近郊の 2 コミューンなど一部を除き純粋な農村地帯である。農村部の住民は現在、浅井戸、管井戸、河川水、池などを水源として利用している。しかし、これらの水源は汚染されており乾期には枯渇することも多い。このため、農村部では安全かつ衛生的な水が不足し、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とおりである。

- (1) 北部地方 5 省（ハノイ、タイグエン、ニンビン、タンホア、ハティン）20 コミューンの地下水賦存量調査
- (2) 2010 年を目標年次とする地下水開発計画及び給水計画に係るマスタープラン（M/P）策定
- (3) 優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査（F/S）の実施
- (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

本調査はヴェトナム国北部 5 省 20 コミューンを対象とした。

4. 地下水調査

(1) 水理地質

調査対象コミュニティの地下水は第四紀層と基盤岩（石灰岩）中に存在する。第四紀層

の礫層と砂層は帯水層を成し各コミューンで浅井戸や管井戸により取水されている。また、タイグエン省、ニンビン省、タンホア省では破碎質あるいは鍾乳洞の発達した石灰岩が良好な帯水層を成す。

(2) 地下水位の変動

既存井戸の地下水位はハノイ地域を除き一般に 10m以下である。ハノイ地域は多量の地下水揚水のため地下水位が低下しており、低下の中心部では標高-20m以下になっている。地下水位は降雨変動に伴う季節変化があり、対象コミューンでは乾季に浅井戸が枯渇することがある。

(3) 地下水の水質

1) 既存井戸

ほとんどの浅井戸では大腸菌が検出された。またタイグエン省のコミューンを除き大半のコミューンで鉄分濃度はヴェトナム国飲料水水質基準 (0.5mg/l) 以上の値を示した。またマンガンもタイグエン省とニンビン省のコミューンを除き大半が基準値 (0.1mg/l) 以上の値を示した。

2) 試掘井

鉄は8コミューンの試掘井で、またマンガンは7コミューンで基準値を超えている。塩素イオン濃度はニンビン省Yen Thang、ハティン省Duc Yen及びTrung Leで基準値を超えている。

3) ハノイ地域

ハノイ市上水道水源井の水質分析によると鉄分濃度はXuan Dinh南西部のMai Dich井戸群では 0.0~3.3mg/l、Ngoc Ha井戸群 0.1~4.7mg/l、Ha Dinh井戸群では 6.7~19.7mg/lを示している。またマンガンも平均的に基準値を超えている。このほかアンモニアはHa Dinh井戸群やNgoc Ha 井戸群で極めて高い値を示している。

(4) 物理探査

垂直電気探査 (VES)、比抵抗映像電気探査 (RIP) 及び超長波探査 (VLF) により地下地質構造を推定し、試掘地点を決定した。これらの探査はとくに石灰岩地域の断層破碎帯の検出に有効であった。

(5) 試掘井

15ヶ所 (14 コミューン) において試掘井を掘削し、全ての試掘井で地下水を産出した。しかし、ニンビン省Yen Thang及びハティン省Trung及び Le Duc Yenでは塩分濃度が高く生産井への転用は不可能と判断された。これらの試掘井において揚水試験を行い帯水層係数を算定した。

(6) 地下水資源評価

水収支の各成分について検討を行った。調査対象地域の降雨、蒸発及び地表流出から

見てかん養量は年間 600mm程度と推定される。また揚水試験結果に基づき推定した各試掘井の最適揚水量は、石灰岩帯水層では 1,000~1,800m³/day、ハノイ地域を除くコミューンの第四紀帯水層は 10~250m³/dayである。

(7) ハノイ地域の地下水モデリング

ハノイ地域の3次元地下水モデルによりハノイ市郊外の2コミューンの新規地下水開発による影響を予測した結果、地下水位低下の範囲はかなり広域に及ぶことが分かった。しかしハノイ地域では既に多量の地下水が揚水されており、全体的には2コミューンで新規地下水開発を行っても地下水流動系はほとんど変化しないと予測される。

5. マスタープラン

(1) 計画目標

本計画はベトナム北部5省20コミューンを対象として各戸給水（レベル III）により2010年までに以下の給水量と普及率を達成することを目標とする。

年次	給水人口	給水量 m ³ /day (lcd)	普及率 (%)
2002	74,800	9,170 (123)	50
2005	124,000	16,350 (132)	80
2010	149,700	23,030 (154)	90

(注) lcd：1人1日当たり給水量（単位：リットル）

(2) 給水施設規準

- 1)給水される水は塩素消毒する。また、配水管、給水管は汚染防止のため常に有圧とする。
- 2)水源は基本的に地下水とする。
- 3)鉄、マンガンの除去を目的とした浄水施設を設置する。

(3) 施設計画

施設は水源施設（深井戸）、浄水施設（ろ過池、沈殿地）及び配水施設（配水池、配水塔、配水管等）からなる。

(4) 計画実施体制

本計画の実施主体は地方給水衛生センター（CERWASS）である。CERWASSは計画策定、実施設計、建設及び施工の各段階を統括管理しコミューンへの施設引渡しまで一切の運営管理を行う。一方、各コミューンは給水施設の所有者として施設完成・引渡し後の運営・維持管理を行う。

(5) 組織計画

本計画はベトナム国の現行地方給水制度の枠組みで実施するが、計画の円滑な運

営を計るためCERWASS内にプロジェクト管理ユニット（PMU）、中央訓練チーム（NTT）などの組織を新設する。また、給水施設の維持管理を行うため各コミュニケーション人民委員会（PC）に、WATSAN（Water Supply and Sanitation）委員会とコミュニケーション給水組織（CWSO）を設置する。

(6) 財務計画

住民の安全、清潔な水への要望は大きく水料金の支払い意思がある。水料金の支払額は電気料金と同程度と考えると月額 1,800～4,500VND/m³（11m³/month使用するとして収入の 3～6%）である。しかし、水料金の設定に当たっては給水施設建設前にコミュニケーション内で十分な討議を行う必要がある。

(7) 組織強化と衛生キャンペーン

給水施設の持続的な運営・維持管理のため国、地方及びコミュニケーションの各レベルにおいて研修と訓練により組織能力の強化を行う。また、各コミュニケーションでは安全で清潔な水の使用による保健・衛生環境の改善についてIEC（Information, Education and Communication）活動を通じて水・衛生キャンペーンを行う。

(8) 投資額

本計画の投資総額は約 2,253 億VND（16.2 百万US\$）と見積もられる。

6. 優先プロジェクト

(1) 計画地域

20 コミュニーションのうち地下水開発が水質、水量的に困難なハティン省の 4 コミュニーションとタンホア省のNong Cong Townを除く 15 コミュニーションを優先プロジェクトとして選定しF/Sを行った。

(2) 施設計画の方針

給水施設は 1 コミュニーション毎に独立した施設とする。ただしタンホア省の Vinh Loc Townと Vinh Thanhは両コミュニケーションを合わせて 1 箇所の給水施設を計画する。

(3) 水処理施設

水処理施設は鉄、マンガンを除去するため原則として生物ろ過法を使用する。ただし、鉄、マンガン濃度がヴェトナム国水質規準より低い場合は簡易ろ過施設とする。ハノイ郊外 2 コミュニーションにおいては高い濃度が予想されるため代替案としてエアレーションタワー及び接触・沈殿池を計画した。

(4) 事業費

優先プロジェクト（14 給水施設：15 コミュニーション）の総事業費は 1,910 億VND(13.7 百万US\$) である（国際価格ベース）。一人当たり建設コストはコミュニケーションにより幅

があり 2.1 百万VND（タイグエン省Thin Duc）から 1.2 百万VND（タンホア省Thieu Do）を示した。

なお、本事業を日本の無償資金協力ベースで積算した場合の事業費は 2,378 百万円である。

(5) 財務分析

給水施設の料金収入とO&Mコストを分析した結果、すべてのコミューンで収入が支出を上回り財務的には実行可能であることが分かった。しかし、人口密度の低いコミューンでは運転当初数年間は運転資金を確保することが必要である。

(6) 事業評価

本プロジェクトは社会的観点からは十分な便益が期待でき実施されるべきである。しかし、水道施設の運営維持管理については、全てのコミューン内部で十分な内容検討と討議を行いプロジェクト推進についての合意を形成し、公約としてまとめる必要がある。

7. 提言

以下の6項目について提言を行った。

(1) 地下水開発計画

- ・ ハノイ地域の地下水総合管理
- ・ 石灰岩帯水層開発上の留意事項
- ・ 井戸掘削技術の改善

(2) 給水計画

- ・ 代替水源開発
- ・ 水道事業の広域化
- ・ ハノイ市水道の拡張と2コミューン

(3) 財務計画

- ・ 住民の理解
- ・ 政策的料金の設定
- ・ 施設更新費用の考慮

(4) 組織計画

(5) 衛生環境

- ・ 衛生教育
- ・ 環境

ファイナル・レポート

要 約

調査位置図

目 次

第1部 現況	1-1
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
1.3 調査の範囲	1-3
第2章 自然条件	1-4
2.1 地形	1-4
2.2 気象および水文	1-4
2.3 地質	1-9
第3章 社会経済	1-12
3.1 経済概況	1-12
3.2 社会条件	1-13
3.3 衛生・環境	1-14
第4章 地方給水	1-18
4.1 地方給水の歴史と政策	1-18
4.2 地方給水の現状	1-18
4.3 地方開発計画とRWSS戦略	1-19
4.4 既存の給水施設	1-20
4.5 CERWASSの達成度	1-21
4.6 中央給水システム	1-22
第5章 組織・制度	1-25
第6章 財務	1-28
6.1 地方給水への投資	1-28
6.2 予算システムと給水事業費	1-29
6.3 農村金融の可能性	1-29
6.4 住民の支払意思と能力	1-30

6.5	既存給水システムの財務的問題点	1-31
第7章	O&Mの問題点	1-33
7.1	既存給水施設のO&M機能	1-33
7.2	O&MにおけるPCの役割と支援	1-33
第2部	地下水調査	2-1
第1章	水文地質	2-1
1.1	省別の地質状況	2-1
1.2	水文地質学的特徴	2-1
第2章	地下水位	2-4
2.1	地下水位の分布	2-4
2.2	地下水位の変動	2-4
第3章	地下水の水質	2-9
3.1	既存井戸の水質	2-9
3.2	試掘井の水質	2-10
3.3	ハノイ地域の水質	2-10
第4章	物理探査	2-18
4.1	物理探査の手法	2-18
4.2	解析結果	2-18
第5章	試掘井掘削	2-21
5.1	試掘井位置	2-21
5.2	帯水層	2-21
5.3	地下水揚水量	2-21
5.4	帯水層係数	2-22
第6章	地下水資源の評価	2-32
6.1	水収支解析	2-32
6.2	最適揚水量	2-33
第7章	ハノイ地域の地下水モデリング	2-35
7.1	モデル構造と入力パラメータ	2-35
7.2	モデルの検証	2-35
7.3	予測計算	2-36
7.4	影響評価	2-37
第3部	マスタープラン	3-1
第1章	マスタープランのフレームワーク	3-1

1.1	策定の基本方針.....	3-1
1.2	計画対象地域.....	3-1
1.3	計画目標とゴール.....	3-2
1.4	人口予測.....	3-3
1.5	水需要予測.....	3-6
1.6	水 源.....	3-15
1.7	給水施設設計の規準.....	3-15
第2章	マスタープランの公式化.....	3-17
2.1	地方給水計画.....	3-17
2.2	組織計画.....	3-19
2.3	財務計画.....	3-23
2.4	組織能力の強化.....	3-24
2.5	水及び衛生キャンペーン.....	3-26
第3章	優先プロジェクト選定.....	3-28
3.1	選定の規準.....	3-28
3.2	優先プロジェクト.....	3-28
3.3	選定から外れたコミューンへの提言.....	3-30
第4部	優先プロジェクト.....	4-1
第1章	プロジェクトの基本条件.....	4-1
1.1	計画地域及び計画方針.....	4-1
1.2	水需要予測及び設計水量.....	4-1
1.3	地下水源.....	4-1
第2章	予備設計.....	4-3
2.1	施設計画.....	4-3
2.2	事業費.....	4-6
2.3	建設スケジュール.....	4-6
第3章	維持管理及び財務分析.....	4-9
3.1	維持管理組織.....	4-9
3.2	財務分析及び経済効果.....	4-12
第4章	事業評価.....	4-16
4.1	安全な水への願望.....	4-16
4.2	所帯経済への影響.....	4-18
4.3	社会的な不利益.....	4-18
4.4	住民の開発参加.....	4-19
4.5	結 論.....	4-20

第 5 部	提 言	5-1
1.1	地下水開発計画.....	5-1
1.2	給水計画	5-2
1.3	財務計画	5-3
1.4	組織計画	5-4
1.5	衛生環境	5-4

通貨換算率
(1999年11月現在)

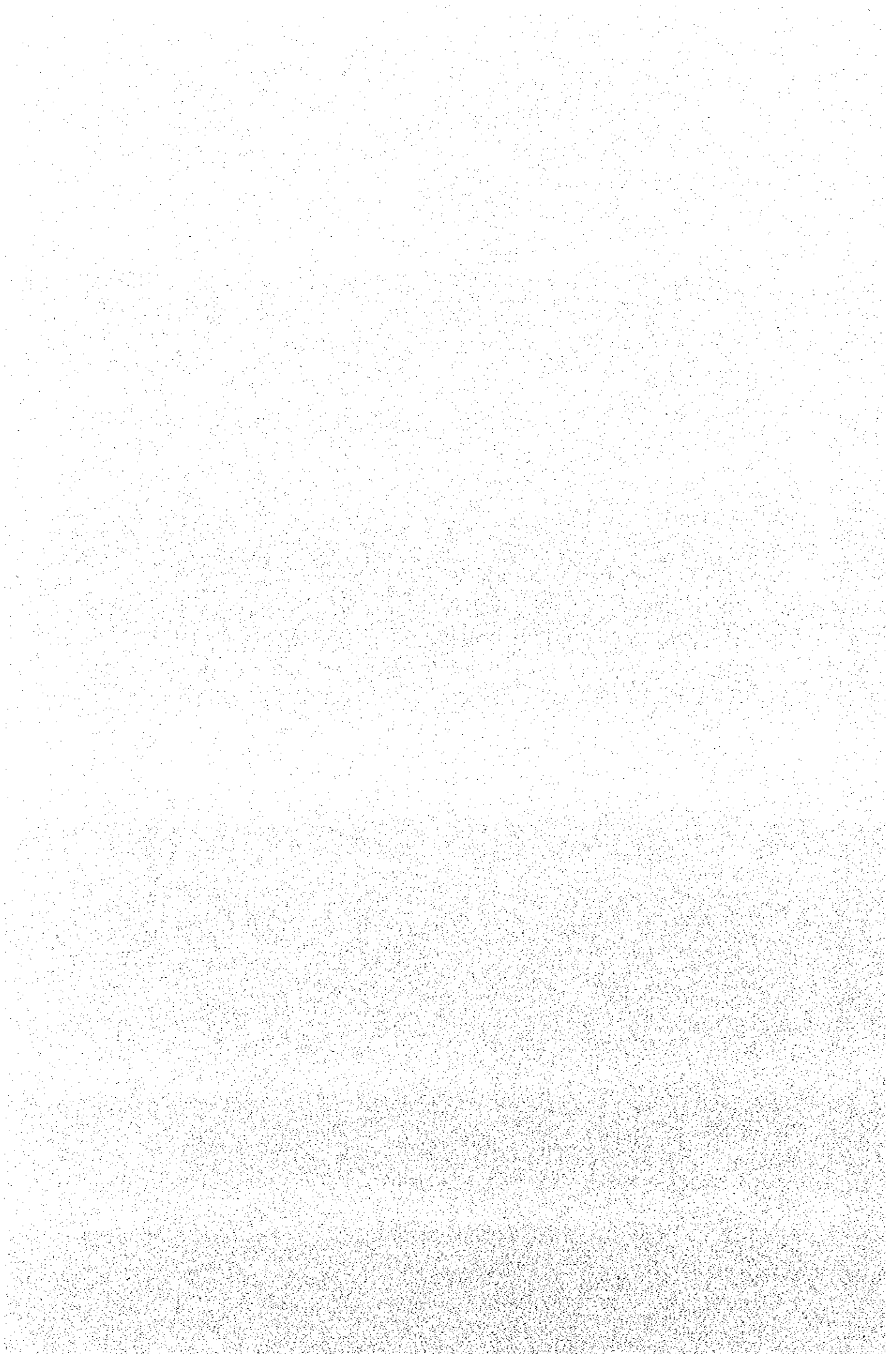
US\$ 1.00=13,941VND=106 Yen
1 VND=0.0076 Yen=US\$ 0.000072
1 Yen=US\$ 0.009=131.5 VND

略号

CERWASS:	Centre for Rural Water Supply and Environmental Sanitation
CHC:	Community Health Care
CI:	Consulting Institute
CPC:	Commune's People's Committee
CWSO:	Commune Water Supply Organization
DANIDA:	Danish International Development Assistance
DARD:	Department of Agriculture and Rural Development
DARDO:	District Agriculture and Rural Development
DF/R:	Draft Final Report
DGMV:	Department of Geology and Minerals of Vietnam
DHC:	District Health Centre
DOF:	Department of Finance
DOH:	Department of Health (provincial level)
DOSTE:	Department of Science, Technology & Environment
DPC:	District Peoples Committee
DPI:	Department of Planning & Investment
EIA:	Environmental Impact Assessment
F/R:	Final Report
FISOLS-95:	Fifth International Symposium on Land Subsidence-95
F/S:	Feasibility Study
GAD:	Gender and Development
GDP:	Gross Domestic Product
GSO:	General Statistical Office
HRD:	human resources development
IEC:	information and education campaign
IC/R:	Inception Report
IT/R:	Interim Report
IEE:	Initial Environmental Examination
JICA:	Japan International Cooperation Agency

KI:	Key Informant
lcd:	litter per capita per day
MARD:	Ministry of Agriculture and Rural Development
MCM:	million cubic meter
M/M:	Minutes of Meeting
MOC:	Ministry of Construction
MOE:	Ministry of Education
MOF:	Ministry of Finance
MOLISA:	Ministry of Labour, Invalids and Social Affairs
M/P:	Master Plan
NGO:	Non-governmental organizations
NIPHEP:	National Institute of Public Health and Environmental Protection
NRWSS:	National Rural Water Supply and Sanitation
ODA:	Official Development Assistance
O&M:	Operation and Maintenance
PCM:	Project Cycle Management
PDM:	Project Design Matrix
PDOSTE:	Provincial Department of Science, Technology & Environment
PDPSC:	Provincial Disease Prevention and Sanitation Centre
PPC:	Provincial People's Committee
P/R:	Progress Report
PRA:	Participatory Rapid Appraisal
RWSS:	rural water supply and sanitation
SPC:	State Planning Committee
SRV:	Socialist Republic of Vietnam
S/W:	Scope of Work
UNICEF:	United Nations Children's Fund
VLf-EM:	Very low frequency-electromagnetic (method)
VM:	Village Mobilizer
VND:	Vietnam Dong
WB:	World Bank
WATSAN:	Water Supply and Sanitation
WID:	Women in Development
WU:	Women's Union

第1部 現況



第1部 現況

第1章 序論

1.1 調査の背景

ヴェトナム社会主義人民共和国（以下、「越国」とする）は、近年、経済発展が著しいが長年にわたる戦争により国土整備は立ち後れており、その傾向はとくに地方部 50 省において顕著である。

国土インフラ整備のうち、とくに地方給水は未整備の状態にある。越国政府は 1960 年代に農村部の浅井戸と便所の普及キャンペーンを推進した。また、ヴェトナム戦争後もキャンペーンを続行し、1980 年代からは UNICEF による資機材援助を受けて地方給水を進めてきた。

この結果、地方部住民の約 20%は安全な水の供給を受けていると云われている。しかし、都市部に比べると給水・衛生面での格差は極めて大きい。しかも、便所が未整備なことや生活排水に伴う浅井戸の汚染、工場排水等による河川水の汚染が広がりつつあり、こうした水源を利用する住民の健康面への影響が憂慮されている。

越国政府は西暦 2000 年を目指し、生活水準の向上と社会問題の解決を目標とした「地方社会経済開発計画」を策定している。目標達成のためには地方部の給水・衛生の整備が鍵を握る。そのため、この計画では、2000 年までに給水量 50 リットル/日/人、給水普及率 80%の達成を目標に掲げている。

本件調査対象地域である北部 5 省は、上記計画において、深井戸等により地下水開発及び給水計画を実施するものとして位置づけられているが、地下水開発・給水施設・公衆衛生状況等に関する情報が不足している。

以上のような背景から越国政府は、1996 年 9 月我が国に対し本件調査の実施に係る協力を正式要請した。これに対し我が国は 1998 年 1 月に事前調査団を派遣して S/W を締結した。

本格調査は 1998 年 8 月に開始され 1999 年 7 月までの現地調査、同年 10 月までの国内解析作業及び同年 11 月の越国政府とのドラフトファイナルレポート協議を通じて本報告書が取りまとめられた。

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) 越国北部地方5省（タイグエン、ニンビン、タンホア、ハティン、ハノイ）20 コミューンの地下水賦存量調査
- 2) 2010年を目標年次とする地下水開発計画及び給水計画に係るマスタープラン（M/P）策定
- 3) 優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査（F/S）の実施
- 4) 調査の実施を通じての越国側カウンターパートに対する技術移転

1.2.2 調査対象地域

調査対象地域はヴェトナム北部5省（ハノイ、ニンビン、タンホア、ハティン、タイグエン）に位置する20 コミューンである。調査対象コミュニティの人口及び面積を表1.1に示す。

表 1.1 調査対象コミュニティの人口と面積

省	県	コミュニティ	人口(千人)	面積(km ²)	人口密度
Ha Noi	Tu Liem	Xuan Dinh	15.77	5.58	2,826
		Dong Ngac	6.90	3.62	1,906
Ninh Binh	Tam Diep	Quang Son	7.50	25.40	295
	Yen Mo	Yen Thang	8.53	11.70	729
	Nho Quan	Dong Phong	10.00	7.36	1,359
Thanh Hoa	Nong Cong	Nong Cong Town	5.46	1.08	5,056
		Van Thang	6.66	6.12	1,088
	Thieu Hoa	Thie Hung	6.75	5.26	1,283
		Thieu Do	7.01	4.12	1,701
	Yen Dinh	Dinh Tuong	6.52	6.14	1,062
	Vin Loc	Vin Loc Town	5.08	0.72	7,056
		Vinh Thanh	5.98	7.46	802
Ha Tinh	Duc Tho	Duc Yen	5.85*	5.50	1,064
		Yen Ho	5.25	7.70	682
		Trung Le	3.40	3.90	872
		Bui Xa	4.31	4.27	1,009
Thai Nguyen	Dong Hy	Dong Bam	5.28	2.90	1,821
		Hoa Thuong	12.80	12.00	1,067
	Pho Yen	Nam Tien	6.27	8.10	774
	Thai Nguyen City	Thinh Duc	6.24	14.80	422
Total			139.44	143.83	965

*1999 data

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段階に分けて実施された。

第1段階：資料収集・現況評価

第2段階：水資源調査

第3段階：水供給・衛生改善に係るM/Pの策定

第4段階：優先事業に係るF/Sの実施

1.3.2 給水レベル

計画の対象とする給水レベルは、深層地下水開発を主としたレベルII（共同水栓）またはレベルIII（戸別給水）とする。

1.3.3 計画目標年次

計画の目標年次は2010年とする。

第2章 自然条件

2.1 地形

ヴェトナムは、地形的に次の4地域に区分することができる。

- ・ 北部山地
- ・ 紅河デルタ
- ・ アンナン山地および海岸平野
- ・ メコンデルタ

このうち、本調査対象の20 コミューンは、北部山地および紅河デルタ地域に位置する。タイグエン省の対象コミュニティは、山間平地および丘陵地に位置する。ハノイ省の対象コミュニティは、紅河の右岸に位置し、地形は沖積低地である。ニンビン省の対象コミュニティのうち、Yen Thangコミュニティの地形は一部丘陵地を含む海岸平野、Quang Sonコミュニティのそれは山地および丘陵地、Dong Phongコミュニティの地形は山間平地である。

タンホア省の対象コミュニティの地形は、北部のVinh LocタウンおよびVinh Thanhコミュニティが一部丘陵地を含むマー川沿いの沖積平地、Dinh Tuongコミュニティが沖積平野の河川氾濫原、Thieu HungおよびThieu Doコミュニティがチュー川沿いの沖積低地、Van ThangコミュニティおよびNong Congタウンがムック川沿いの沖積低地および丘陵地である。ハティン省の対象コミュニティは、ラーザン川およびカー川右岸の沖積低地に位置する。

2.2 気象および水文

2.2.1 気象

南北に長いヴェトナムの気候は、北部が亜熱帯気候、南部が熱帯気候である。調査対象コミュニティが位置する北部5省は亜熱帯気候に属するが、その中でも北部と南部で降水量や降水パターン、蒸発量の分布に違いが認められる。

過去約30年の降水量データをみると、年平均降水量はハノイが最も少なく1683.8 mm、次いでタンホアが1728.8 mm、ニンビンが1860.6 mm、タイグエンが2049.7 mm、ハティンが最も多く2719.9 mmである(図2.1)。ヴェトナム北部地方の雨季は、一般に5月から10月までであるが、過去約30年の月別平均雨量をみると、月別降水量のピークが北部で早く、南部で遅い傾向が認められる。月別降水量のピークは、夕

イグエンで7月、ハノイで8月、ニンビンとタンホアで9月、ハティンで10月にみられる。

気温は、ハノイのデータによると、年平均気温が23.0℃、月別平均気温は1月が最も低く16.6℃、7月が最も高く28.8℃である。

蒸発量は、上記5地点とも、2～3月に小さく、5～7月に高い。ハティンを除く4地点では、月別平均蒸発量のピークが2時期（5～7月と10月）認められる。月別平均蒸発量の変動幅は、タイグエンとハノイで60～100 mm/月、ニンビンとタンホアが40～105 mm/月、ハティンが25～135 mm/月となっており、南部ほど変動幅が大きくなる。年平均蒸発量はハノイが最も大きく976.5 mm、次いでタイグエンが956.9 mm、ニンビンが851.6 mm、タンホアが816.0 mm、ハティンが最も少なく800.9 mmである。

2.2.2 水 文

ヴェトナム全土では、16の主要河川流域があり、その面積は266,000 km²に達する。これら主要河川流域に全人口の約80%が住んでおり、約70%のGDPが生み出されている。

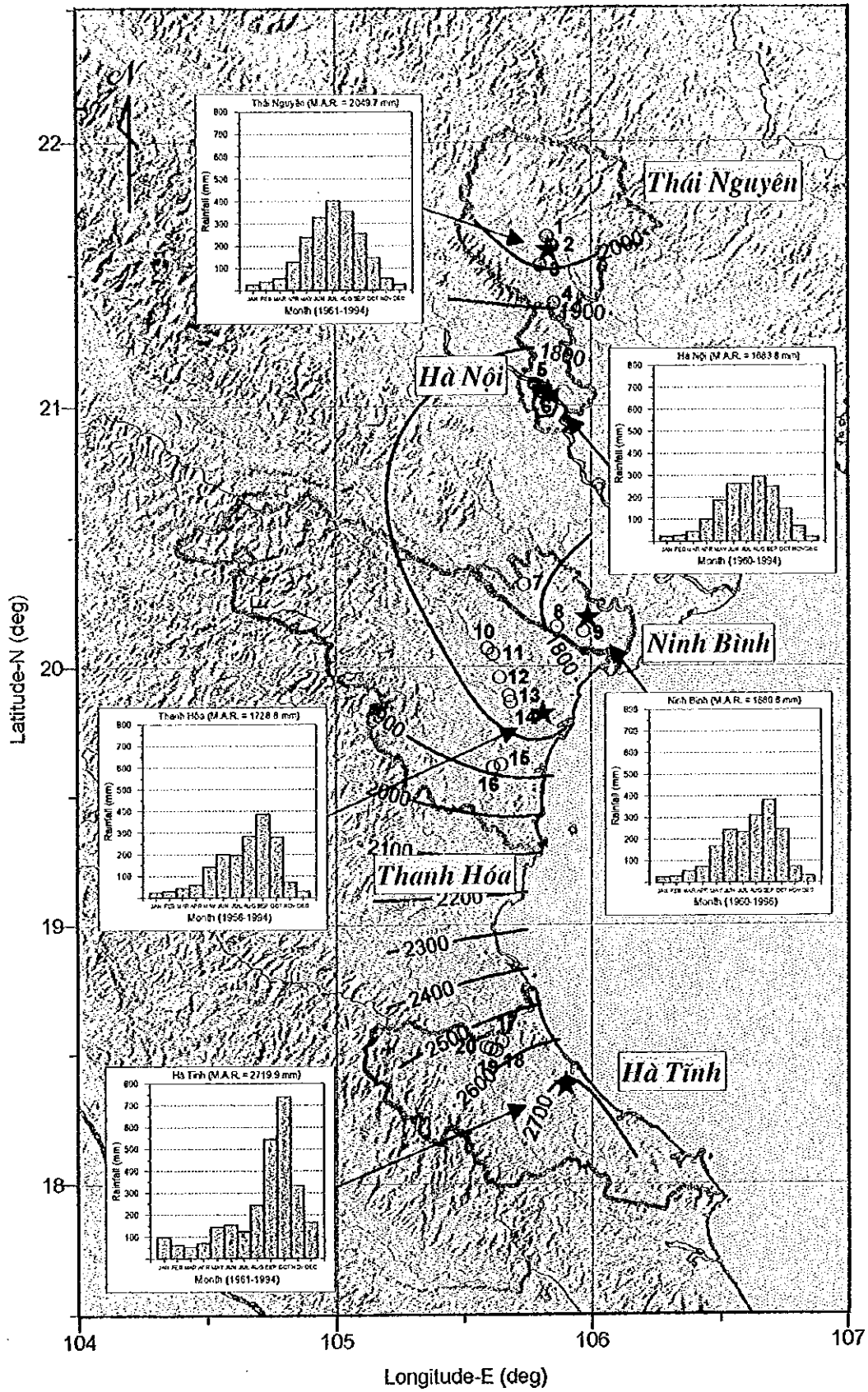
調査対象コミューンが分布する北部5省のうち、タイグエン省、ハノイ省、ニンビン省が紅河流域に位置し、タンホア省がマー川流域、ハティン省がカー川流域に位置する。

紅河はメコン河に次ぐヴェトナム第2の河川で、中国領内に源を発し、ヴェトナム北部を北西から南西に流下する。全流域169,000 km²のうち、約半分に対応する87,400 km²がヴェトナム領内の流域面積である（世界銀行ほか、1996）。このうち、紅河デルタの面積は17,000 km²で、ヴェトナム領内の流域面積の約20%を占める。ハノイ北方を流れるタイピン川を含めた平均年流量は1,370億m³と見積もられている（世界銀行ほか、1996）。

マー川はヴェトナム北部のライチャウ省およびソンラ省、およびラオス領内に水源を発し、本川はソンラ省からラオス領内を通過してタンホア省に入りトンキン湾に注ぐ。マー川の全流域面積は28,490 km²で、このうちヴェトナム領内の流域面積は17,810 km²である。年平均流量は、201億m³である（世界銀行ほか、1996）。

カー川流域はマー川流域の南に隣接する。カー川はラオス領内からヴェトナム領内に流入し、ゲアン省内を北西から南東に流下し、ヴィン市の東でトンキン湾に注ぐ。

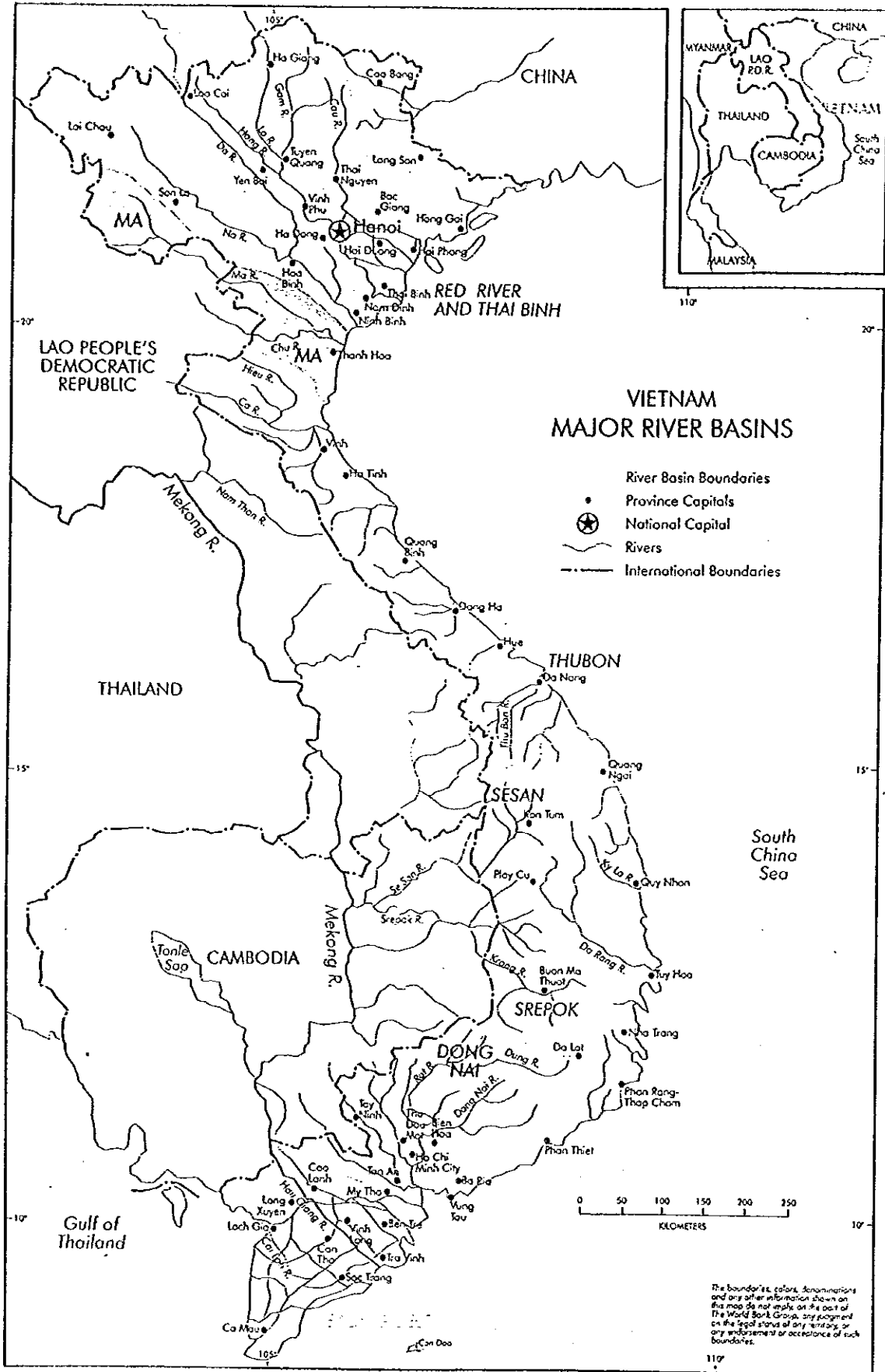
カー川の全流域面積は 27,200 km²で、このうちヴェトナム領内の流域面積は 17,730 km²である。年平均流量は 242 億 m³である（世界銀行ほか、1996）。



2000 ————— Equal Line of Average Annual Rainfall (mm)

☒ 2.1	Average Monthly and Annual Rainfall in the Study Area
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN THE RURAL PROVINCES OF NORTHERN PART IN THE SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

图2.2 Major River Basins in Vietnam



2.3 地質

2.3.1 ヴィエトナムの地質概要

ヴィエトナムの地質は、始生代から第四紀までの広い時代の堆積岩類、火山岩類、変成岩類からなる。最も古い始生界は、ヴィエトナム中部のコントム地塊に分布する超変成を受けた岩石である。原生界の岩石は、主にコントム地塊とバックポー（ヴィエトナム北部）西側地域に分布する。上部原生界から下部カンブリア系は、弱変成を受けた結晶片岩類からなり、バックポーの北部や西部、チュンポー（ヴィエトナム中部）北部、コントム地塊に分布する。

古生代の堆積岩類は、ヴィエトナム全土に広く分布する。バックポーに分布する下部～中部カンブリア系は、石英-絹雲母片岩、チャート質～石灰質頁岩などの岩石からなる。紅河右岸にはアパタイトを含む石灰岩が分布し、マー川やロー川の流域には緑色片岩が分布する。上部カンブリア系から下部オルドビス系の岩石は、バックタイやカオバン、ハーザン、バックポー西部に分布する。石灰質頁岩を主体とし、珪岩や砂岩を含む。下部オルドビス系を不整合に覆って、オルドビス～シルル系の陸源性の堆積岩やチャートが、バックポーの広い地域やチュンポー北部に分布する。

シルル系から下部デボン系は頁岩、砂岩、石灰岩等からなり、バックポーの北部や西部、チュンポーの北部に分布する。このうち、下部デボン系は礫岩や砂岩、シルト岩、頁岩からなり、バックポーの東部および北部に分布する。下部～中部デボン系は、ヴィエトナム北部地方に広く分布する。砂岩や頁岩、石灰岩等からなり、サンゴや腕足類を含む。中部デボン系は、バックポーでは主に石灰岩、チュンポー北部では砂岩や頁岩からなる。中部～上部デボン系は石灰岩や粘土岩、砂岩からなり、チュンポー北部に広く分布する。上部デボン系はチャート質頁岩や砂岩、頁岩、縞状石灰岩で特徴づけられ、マンガンを含み、バックポーの北部や西部、チュンポーの西部に分布する。

石炭系は礫岩や砂岩、シルト岩、頁岩、チャート、石炭質頁岩、石灰岩からなる。石炭紀から二畳紀の石灰岩は、層厚が500～2,000 mあり、バックポーやチュンポー北部に広く分布する。石灰岩以外では、上部石炭系から二畳系の地層にはバックポー西部で玄武岩、中部高原やナンポー（ヴィエトナム南部）では安山岩や石英安山岩、流紋岩を含む。

上部二畳系は、それまでの地層を不整合で覆って新しい堆積サイクルとして分布している。岩相は石灰岩やシルト岩、頁岩からなり、ポーキサイトを含む。分布域はバックポー東部やチュンポー北部、ナンポーで、バックポー西部には厚い玄武岩が分布する。

中生界下部三畳系は砂岩やシルト岩、頁岩からなり、層厚は 2,000 m 以上である。バックポー北部では珪長質、バックポー西部では苦鉄質の噴出岩も見られる。中部三畳系は、バックポー東部では陸源性堆積岩と珪長質噴出岩、バックポー西部では石灰岩や陸源性堆積岩からなる。中部～上部三畳系は、バックポー東部では陸成の赤色堆積岩、バックポー西部では黒色頁岩、砂岩、石灰岩で代表される。

下部～中部ジュラ系の堆積岩類は、2つのタイプに区分される。1つは、陸成の赤色堆積岩でバックポー北部に分布し、もう1つは海成で灰色陸源堆積物を伴うタイプでチュンポー中部やナンポーに分布する。上部ジュラ系～白亜系は、陸源性堆積物を主体として珪長質あるいはアルカリ噴出岩を伴ったり（バックポー西部）、砂岩や安山岩からなる（チュンポー南部）。上部白亜系も2つのタイプがあり、1つはバックポー西部やチュンポー北部の陸成赤色堆積物、もう1つは珪長質およびサブアルカリ噴出岩（バックポー西部）や、チュンポー南部の石英安山岩や流紋岩類である。

新生界の堆積物は、ハノイやクーロン沈降帯で礫岩や砂岩、シルト岩が堆積している。新第三系は、バックポーでは石炭を含む陸源性堆積物からなるが、チュンポー南部やナンポーでは厚い玄武岩層を挟む陸源性堆積物からなる。鮮新～更新統はメコンデルタや紅河デルタ地域をはじめ、各地に分布している。ソレライト質玄武岩やドレライト質玄武岩は、バオロック台地やソンベ、スアンロック、ヴィンリンに分布し、年代は後期中新世～更新世と測定されている。また、チュンポー南部や北部、ナンポーには、第四紀の玄武岩が分布している。第四紀の更新統、完新統は紅河デルタやメコンデルタに広く分布するほか、海岸沿いの平野部に分布する。

2.3.2 地質構造

ヴェトナムは東南アジアリソスフェアの一部を構成しており、先カンブリア大陸ブロック、古生代褶曲帯、重複構造帯および現在の縁海に区分される。Tran Van Tri ら（1986）によれば、ヴェトナムの主要地質構造帯は、次の通りである。

ヴェトナムーラオス褶曲帯
中国ーヴェトナム褶曲帯
インドシナ褶曲帯
中生代重複構造
新生代重複構造
ヴェトナム東部縁海構造

主要な褶曲帯の境界部は、しばしばメランジェ・オフィオライトをともなう深部断層系で区切られ、これらは中国ーヴェトナム褶曲帯における古太平洋タイプの和達ー

ベニオフ帯の活動と、ヴェトナムーラオス褶曲帯の古テーチス海タイプの活動に関連している。

ヴェトナム北部地方の主要な地質構造の走向はNW-SE方向が卓越するが、タイグエン省から北方では、走向が湾曲し、E-W方向ないしNE-SW方向を示すところもある。

2.3.3 鉱物資源

ヴェトナムは様々な鉱物資源に恵まれている。金属資源としては、鉄、クロマイト、鉛、亜鉛、銅、金、錫、チタン、ステイビウム、ポーキサイト、希土類、放射性鉱物などが産出する。一方、非金属資源としては、石炭、新第三紀リグナイト、グラファイト、アバタイト、カオリン、珪砂、セメント等の建設材料などがある。タイグエン省では、チタンや錫、鉄鉱床のほか、重晶石、鉛-亜鉛、金などの鉱床がある。ニンビン省ではセメントのほか、鉄、水銀、黄鉄鉱などの鉱床がある。タインホア省では、宝石類が産出するほか、銅、クロム、鉄、チタン等の鉱床がある。また、ゲアン省北部には、錫やクロム、ヒ素の鉱床がある。ハティン省には、鉄およびチタンの鉱床がある。

第3章 社会経済

3.1 経済概況

1996年のヴェトナム人口は75百万人である。人口は2000年に83百万、2025年には118百万人になると予想される。1990年以来ヴェトナムは中央計画経済から市場経済に移行しつつあり過去10年間年9%の成長を達成している。このような成長にもかかわらず1996年の一人当たりGNPはUS\$ 250にすぎない。とくに人口の80%を占める農村部の経済的発展は遅れている。都市部のインフラも資源の制約のため適切な維持管理が行われず施設の更新も進んでいない。

調査地域のGDPは表3.1に示す通りである。

表3.1 調査地域のGDP, 1997 (VND billion, 推定値)

省	農林水産業	工業・建設	サービス	合計	一人当たりGDP (VND million)
Ha Noi	913 (4%)	7,300 (36%)	12,094 (60%)	20,307 (100%)	8.6
Ninh Binh	877 (55%)	309 (19%)	417 (26%)	1,603 (100%)	1.8
Thai Nguyen	805 (37%)	753 (34%)	634 (29%)	2,192 (100%)	2.2
Thanh Hoa	3,352 (43%)	1,746 (23%)	2,661 (34%)	7,759 (100%)	2.2
Ha Tinh	1,440 (55%)	298 (11%)	878 (34%)	2,616 (100%)	1.9
National	295,696 (26%)	77,520 (31%)	92,357 (43%)	125,819 (100%)	1.6

(出典: Socio-Economic Statistical Data of 61 Provinces and Cities in Vietnam, 1997, Statistical Publishing House.)

ハノイのGDPは他の4つの省に比べ4倍以上大きい。工業及び建設業は地域経済の95%を占めるのに対し農業は5%にすぎない。また労働人口の1/3は農業に従事しているため農業の一人あたりGDPは低い。しかし調査対象地域はハノイ郊外にあり都市産業への就業機会も多く農作物の現金収入も多い。ニンビン省では農業がGDPの55%を占める。しかし労働人口の77%が農業に従事しており一人あたりの生産性は低い。またタイグエン省は農業が37%を占めるが工業・建設業の割合はハノイを除く他の3省よりも大きい。タンホア省のGDPはハノイに次いで大きい。このうち農業の占める割合は43%であるが農業GDPは調査対象5省の中で最も大きい値を示している。ハティン省もGDPの57%は農業が占め、労働人口の75%が従事しているが、一人あたり

GDPは5省の中で最も低い。

3.2 社会条件

調査対象コミュニティの人民委員会（CPC）のインタビュー、参加型短期調査(PRA)及び600所帯のアンケート調査結果から見た調査対象コミュニティの社会条件は次のようである。

(1) 所帯人数と職業

アンケート調査によると50%の所帯で人数は4人以下である。所帯の約60%は30年以上同じコミュニティに住み続けている。住民の職業は農業に従事するものが大半を占める。

(2) 農業

農業は各コミュニティの主産業である。米は4月と9月に収穫する2期作が一般的である。20コミュニティのうちニンビン省のQuang Songのみ米が出来ないので砂糖きび、茶、パイナップルを栽培している。また家畜はどのコミュニティでも飼育されている。

(3) 水利用

多くのコミュニティの水源は各家庭に設置された浅井戸である。ただし、ハノイ郊外の2コミュニティでは管井戸が大多数を占めている。また、タンホア省やハティン省のコミュニティでは川や池が主水源であり、ニンビン省のYen Thang、ハティン省のTrung Leでは公共井戸が主水源になっている。

既存の水源は、水質が悪いことと乾季における枯渇が問題である。水源までの距離は25m以内が大半であるが、幾つかのコミュニティで公共井戸までの水汲みに時間を要する。どの家庭でもジャーやタンクに水を貯め、飲料水は沸かして飲んでいる。

乾季に水を買うコミュニティがあるが1m³あたり17,500~25,000 VNDである。コミュニティPCでの聞き取り調査によると、将来の水料金は1所帯当り1ヶ月5000 VNDから15,000 VNDを希望しており幅がある。

(4) コミュニティ参加活動

コミュニティには幾つかの大衆組織があり道路、学校、水路などの建設を通じて共同作業を行っている。労働奉仕に加わらない場合は現金を払わなければならない。将来給水施設の建設と維持管理が必要となった場合は参加する意思がある。

(5) ジェンダー

農作業は男性が主であるが軽作業には女性も従事する。女性は主に家事に携わる。水

汲みは男性・女性ともに行う。家畜、家財などは男女共有だが土地は男性が所有している。家庭内の収入と支出も男女の共同管理事項である。農繁期の労働時間は男性 12.6 時間女性 15.4 時間で女性の方が長い。男女は同権であるがコミューンPCで女性が高い地位を占める割合は低い。

3.3 衛生・環境

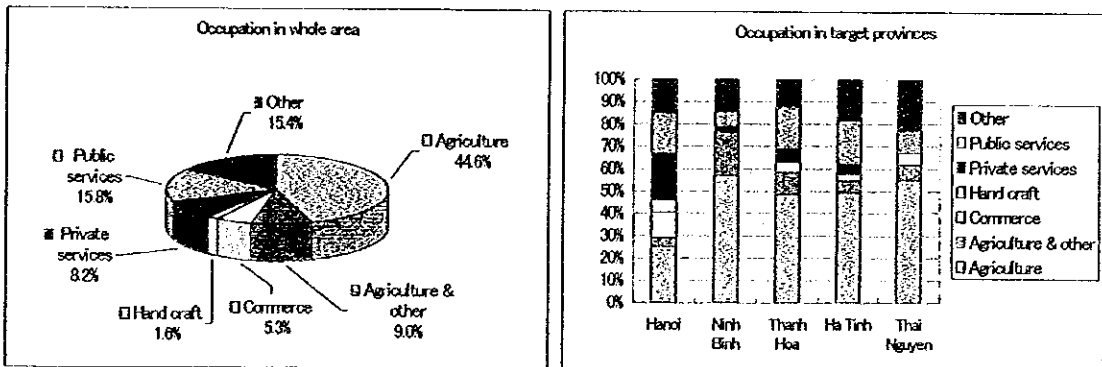
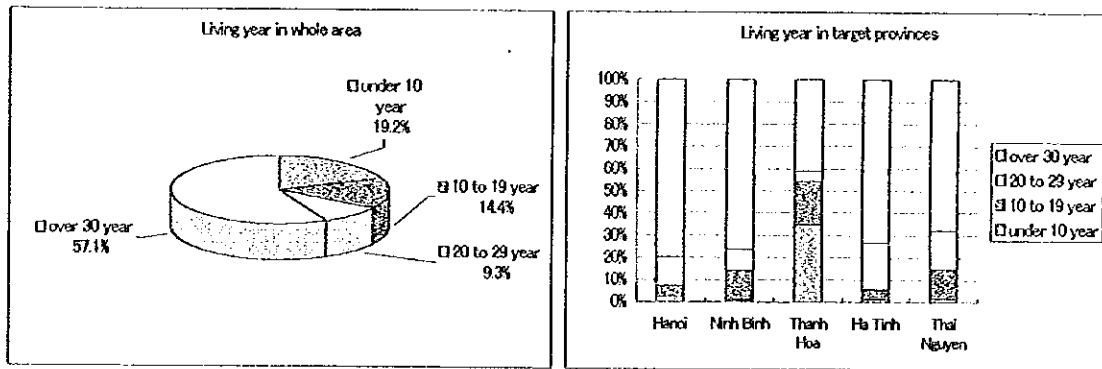
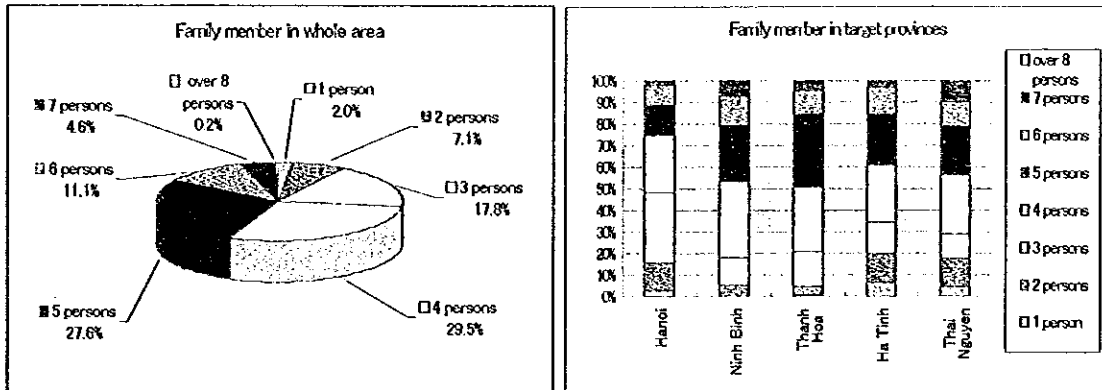
調査対象コミューンでは伝染病、寄生虫症、肝臓病などの水系感染症が多く見られる。また下痢症はかなり頻繁に発生しており、伝染病ではチフスなどが発生したコミューンもある。

コミューンでは食時前と便所での手洗い、飲料水の煮沸は家庭では比較的励行されている。しかし農作業や市場で飲む飲料水は煮沸されていない。また家庭では野菜などは大腸菌に汚染された浅井戸水で洗っているので2次汚染の可能性が高い。コミューンではまだ全般的に衛生観念が乏しく、清潔な水の不足による皮膚病や眼病（トラコーマ）、婦人病も蔓延している。

住民が病気にかかった場合の費用は収入に比べるとかなり高く所帯にとっては大きな負担である。このため、コミューンにはさまざま互助システムがある。しかし病気予防の対策は婦人同盟が各家庭を訪問し予防について説明する以外はほとんど行われていない。

コミューンでは、未だ衛生については関心が低いので、今後保健衛生に関する教育活動を行い、水と衛生に関する知識を向上させる必要がある。とくに、人糞肥料の取り扱いや便所の改良については知識の普及が必要である。また、家庭排水や家畜排水は周辺に垂れ流されている状態でありこれらについても側溝を整備し排水を適切に処理する対策が必要であろう。

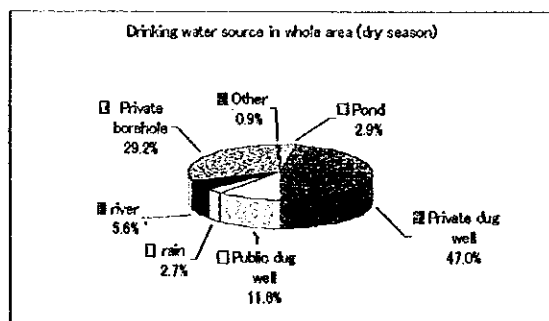
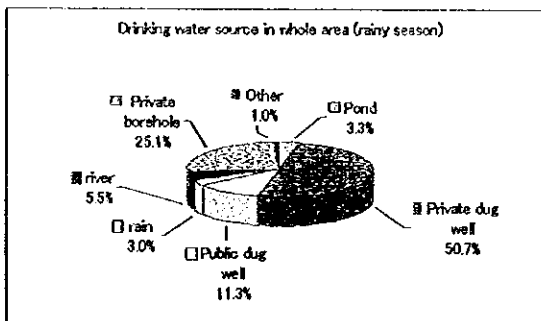
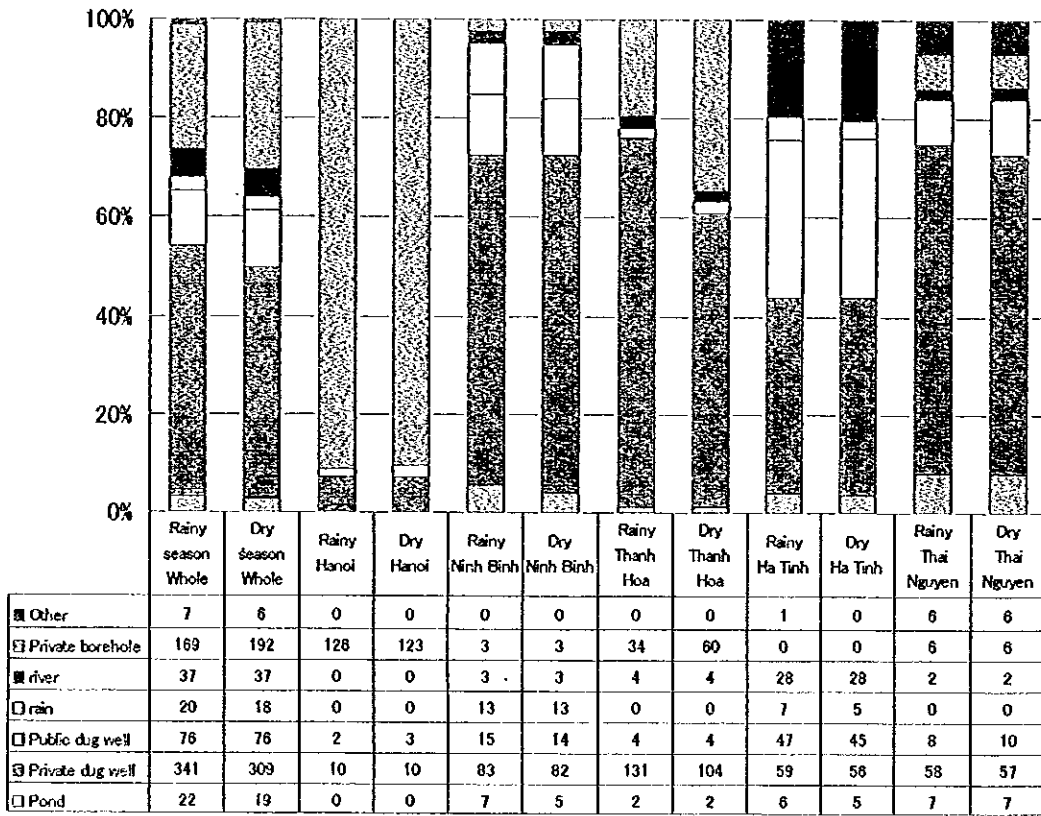
図 3.1 コミュニケーションの生活条件



世帯アンケート調査による

図3.2 各コミュニティの既存水源の内訳

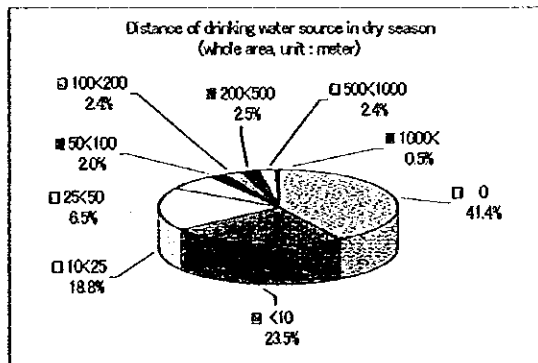
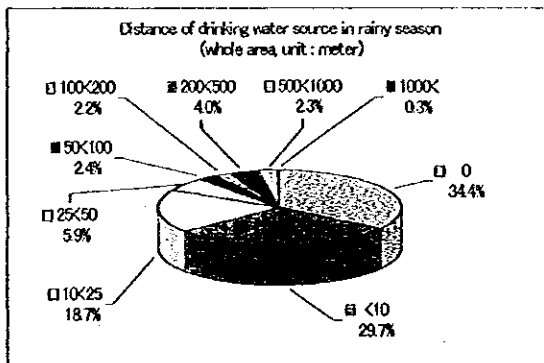
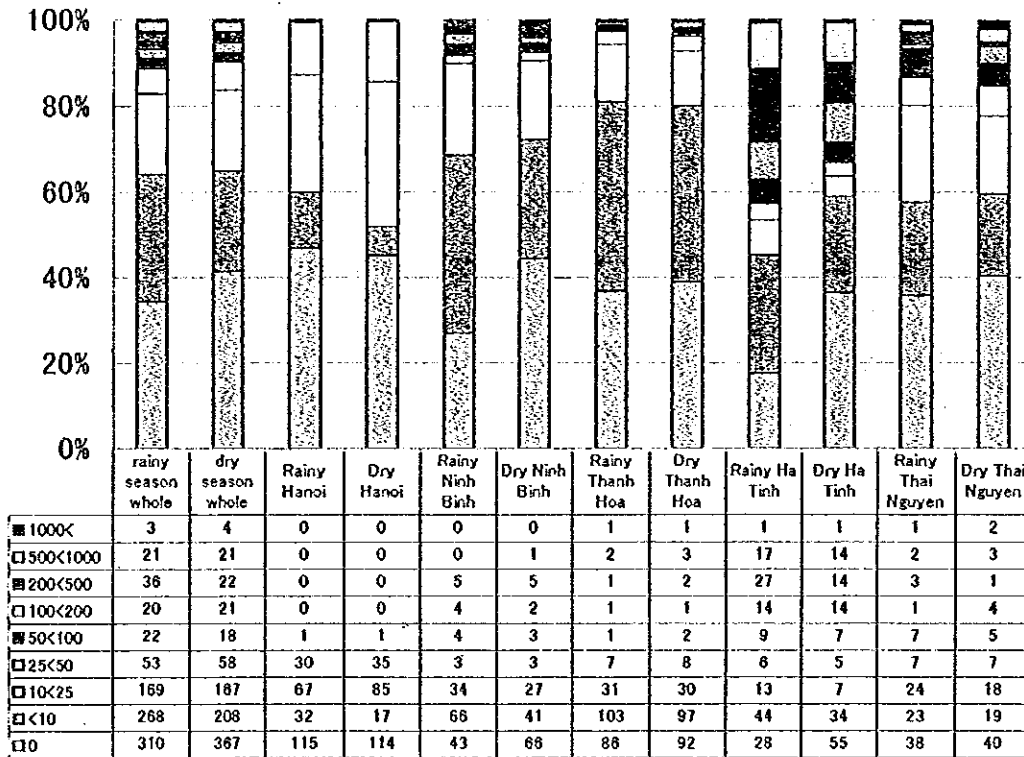
Comparison of drinking water source



世帯アンケート調査による

図 3.3 各コミュニティにおける既存水源までの距離

Comparison of drinking water source in distance
(unit : meter)



世帯アンケート調査による

第4章 地方給水

4.1 地方給水の歴史と政策

ヴェトナム政府は 1960 年代から地方農村部において浅井戸、便所、シャワーの建設を推進し安全な飲料水の供給と衛生的な環境の創造に努力してきた。また、1982 年からは UNICEF が 3 省において WATSAN (Water Supply and Sanitation) プログラムを開始し、1996 年には 61 省において同プログラムを実施している。

UNICEF の給水施設 (Water Point) は 1 箇所当り 120 人に給水するもので、次ぎの各施設がある。

- ・ 管井戸
- ・ 重力配水パイプライン
- ・ 雨水タンクまたは雨水ジャー

1996 年までに建設された給水施設は下表のとおりである。

表 4.1 UNICEF の給水・衛生施設建設数 1982～1996 年

年	省の数	給水施設数	累計	便所数	累計
1982	3	17	17	-	
1983	6	320	337	-	
1984	6	381	718	-	
1985	6	1970	2668	-	
1986	6	2515	5203	-	
1987	13	2400	7603	-	
1988	13	5330	12993	802	802
1989	13	8800	21763	4471	5273
1990	26	12160	33893	9867	15140
1991	26	14570	48463	9487	24627
1992	34	14733	63196	10500	35127
1993	53	25625	88821	28200	63372
1994	53	29000	117821	21500	84827
1995	53	31700	149521	30225	115052
1996	61	18600	168121	11000	126052

(出典: NRWSS Study, WATSAN Evaluation Report, 1997)

4.2 地方給水の現状

地方では生活用水として川、湧泉、池などの地表水、浅井戸の地下水、雨水を利用し

ているが WATSAN プログラムで建設されたハンドポンプ付き管井戸、ライニング付き浅井戸、パイプ給水、雨水タンクも使われている。とくに調査対象地域では浅井戸が多い。

これらの給水施設の普及率は WATSAN プログラムでは 30%と推定しているが、この数字は「安全な水」の定義にどの基準を適用するかによって変わる。既存給水施設が人間の活動に伴う排水、肥料、し尿などによる汚染を防ぐ構造であるかどうかを基準とすると下表のように全体で 9.25%と推定される。

表 4.2 地方給水施設の普及率

水源施設	NRWSS調査	VNLS調査	備考	保護率%	普及率%
浅井戸	45%	57%	大部分が蓋なし	5%	2.85%
地表水	35%	23%	保護湧泉あり	5%	1.15%
雨水	10%	13%	大部分蓋なし	5%	0.65%
管井戸	8%	4%	水叩きあり	90%	3.6%
パイプ	2%	2%	井戸から 50%	50%	1%
合計					9.25%

(出典: NRWSS Study, Interim Report, 1997)

4.3 地方開発計画とRWSS戦略

ヴェトナム国は地方開発計画（1996～2000）を推進しているがその基本原則は次のようである。

- (1) 地方開発を最優先とする
- (2) 競争に基づく健全な地域経済確立
- (3) 計画の段階的推進と地方住民福祉・社会条件の改良
- (4) 計画及び事業実施における環境保全の重視
- (5) 地方住民の管理による事業推進と政府機関の役割限定

この計画では地方インフラストラクチャーの整備に重点をおき、2000年までに地方住民の 80%、13,000 の小学校生徒に安全な水を供給することを目標としている。

一方、建設省、農業農村開発省など給水関連機関は DANIDA の援助を受け国家地方給水戦略調査（National Rural Water Supply and Sanitation Strategy）を実施している。この戦略は 2020 年までに 3 つの目標を達成しようとするものである。

- (1) 所帯の 90%に安全な生活用水を供給する

- (2) 所帯の 80%に衛生的な便所を供給する
- (3) 80%の住民に衛生教育を徹底する

RWSS の原則は水供給事業の運営維持管理及び財政面での持続性を確立することであり、以下のようなアプローチが必要としている。

- ・ 利用者のニーズにあった給水・衛生施設の水準・技術・運営方法の決定
- ・ 計画策定及び建設前の住民への告知と教育
- ・ 貧困層や少数民族を除き建設コストの 50%及び維持管理費 100%の住民負担
- ・ 施設建設前の行政システムの確立
- ・ 施設建設への適正技術の使用

4.4 既存の給水施設

既存給水施設には次ぎの 5 種類がある。

(1) 手掘り浅井戸

深さ 5～10 m、径 0.8～1.2 m の手掘り浅井戸は調査対象地域ではほとんど各家庭に設置され生活用水として利用されている。浅井戸にはコンクリート枠で保護されているものと保護されていないものの 2 種類があり、地下水の鉄分が多い地域では小型のサンドフィルターも設置されている。しかしこれらの浅井戸は少なからず人為の汚染を受けており現地調査では大腸菌が検出された。浅井戸は乾季に枯渇することが多い。またハノイ近郊のコミューンでは周辺の深井戸揚水の影響を受け枯渇してしまった浅井戸が多く見られる。

(2) 雨水タンク

雨水タンクは屋根に設置した樋から雨水をタンクに集水するもので容量は 200 リットル程度から 10 m³程度まで様々である。雨季には、飲料、炊事、洗濯、入浴に使われているが、大きなタンクの場合、雨季の終わりに貯めた水は乾季にも飲料や炊事に使われている。

(3) 管井戸

管井戸は口径 50～150 mm のボーリング孔を掘削し、孔内に PVC 管を挿入した井戸である。掘削は手掘りまたは機械掘りで行い、PVC 管を挿入後ハンドポンプまたは電動ポンプを設置する。調査地域では管井戸の口径は 50 mm 程度と小さくヴェトナム製の VN6 サクションポンプを設置し浅層地下水をくみ上げるタイプが多い。

(4) 小規模パイプシステム

比較的簡単な技術を用い低価格で建設される地表水利用のシステムで通常は水処理をしていない。このシステムには溪流や湧泉からの重力配水システム、池や川からの揚水システム、管井戸に 20 家族程度を対象として配管を設置したミニシステムなどがあるが、調査地域では見られない。

(5) 中央給水システム

中央給水システムは、管井戸または地表水の取水システム、浄水システム、高架水槽、配水システムからなり、少なくとも 1,000 人以上に戸別給水するものである。地下水は鉄分が多いためエアレーションタワーが一般的に設置され鉄分を除去している。このタイプのシステムは地方給水ではまだ新しく CERWASS では 1995 年以来各地で建設を進めている。

4.5 CERWASSの達成度

UNICEFによる WATSAN プログラムが開始されて以来、調査地域における CERWASS の地方給水施設建設の達成度は以下のものである。

(1) タイグエン省

タイグエン省 CERWASS はこれまで約 2,000 箇所の給水施設を建設している。その内訳は機械掘り管井戸 20 箇所、手掘り管井戸 260 箇所、浅井戸 1,511 箇所、雨水タンク 100 箇所、重カシステム 10 箇所などである。

(2) ニンビン省

ニンビン省 CERWASS では雨水タンク 81,289 箇所、手掘り浅井戸（保護付き）12,695 箇所（保護なし）83,775 箇所、公共井戸 844 箇所を建設した。この他に 12 箇所の中央給水システムも建設している。しかしながらニンビン省では幾つかの例外を除くと一般的にこれらの給水施設の水質は良好とは言えない。

(3) タンホア省

タンホア省 CERWASS は手掘り管井戸 9,974 箇所、浅井戸 281 箇所、雨水タンク 420 箇所、中央給水システム 29 箇所を建設した。

(4) ハティン省

ハティン省 CERWASS は約 4,000 箇所の給水施設を建設した。この内訳は手掘り浅井戸及び管井戸約 3,000 箇所、中央給水システム 12 箇所、雨水タンクなどであり、UNICEF 及び DANIDA の援助で約 1,000 個の雨水ジャーも配布している。

(5) ハノイ

ハノイ郊外ではいまだに伝統的な手掘り浅井戸が利用されているが最近では Soc Son 県や Dong Anh 県で建設されているにすぎない。Tu Liem 県や Thanh Tri 県ではハノイ市街の給水のために掘削された深井戸揚水の影響を受けて浅井戸の枯渇現象が起きている。このため従来の給水施設の建設は少なくなり、両県では中央給水システムが 13 箇所建設されさらに 4 箇所を建設中である。

4.6 中央給水システム

ハノイ郊外には 17 箇所の中央給水システムがありそのうち 13 箇所が稼動中で 4 箇所は建設中である。その内訳はハノイ市街西部の Tu Liem 県 9 箇所、南部の Thanh Tri 県 7 箇所、北部の Dong Anh 県 1 箇所である（表 4.3）。

表 4.3 ハノイ郊外の中央給水システム

No.	県	コミューン	村	コミューン人口	給水人口	給水量 m ³ /day	パイプ 延長 (m)	コスト x10 ⁶ VND
1	Thanh Tri	Dai ang	Vinh Trung	7,600	1,200	30	5,108	550
2	Thanh Tri	Thanh Tri	Vinh Thuan	-	-	-	-	345
3	Thanh Tri	Tam Hiep	Huynh Cung	7,400	3,000	160	3,240	484
4	Thanh Tri	Tan Trieu	Trieu Khuc	10,850	650	150	3,300	510
5	Thanh Tri	Tran Phu	1,2,3,4	5,540	-	-	4,300	610
6	Thanh Tri	Thinh liet	Giap Tu	11,953	2,500	150	4,340	402
7	Thanh Tri	Dong My	1,2,3	6,100	-	-	3,750	650
8	Tu liem	Tay Tuu	Thon 3	12,000	3,810	300	5,743	520
9	Tu liem	Phu dien	Duc dien	9,400	2,180	120	2,460	361
10	Tu liem	Phu dien	Kien mai	-	1,920	120	1,862	350
11	Tu liem	Me Tri	Phu Do	13,145	-	-	-	455
12	Tu liem	Minh Khai	Nguyen Xa	9,000	1,000	140	3,750	413
13	Tu liem	Me tri	Thon Thuong	13,115	4,500	200	2,300	563
14	Tu liem	Tay Tuu	Thon 2	12,000	3,900	340	4,500	509
15	Tu liem	Phu dien	Dinh quan	9,100	800	70	1,716	355
16	Tu liem	Phu dien	Phu dien	9,100	3,600	200	2,636	482
17	Dong anh	Lien Ha	Dai vi	12,700	920	90	1,420	399

(Source: CERWASS)

(1) 給水人口

コミューンの人口は最大 13,415 人最小 5,540 人で給水人口は 650 人から 4,500 人である。給水率はコミューン毎に異なる。

(2) 給水施設

深度 55~65 m、口径 200 mm の深井戸から地下水を取水している。施設は深井戸、エアーレーションタワー、ろ過池、貯水槽、配水ポンプ、配水管から構成されている。エ

アレーションの能力は 15~30 m³/hour、貯水容量は 30~70 m³である。配水管は 90~100 mm の PVC パイプである。給水管は 32 mm の PVC パイプが各戸につながっている。配水管の延長は最小 1.4 km 最大 5.7 km である。

(3) 給水量

給水量は最小 30 m³/day 最大 340 m³/day で一人あたり給水量は 50~80 l/day である。しかし聞き取り調査によると実際の水使用量は 1 所帯当り 6~7 m³/月で一人当りでは約 50 l/day と推定される。

(4) 建設費

建設費は 350~600 百万 VND であり配水管の建設費がその 5 割を占めている。多くのコミュニティで建設コストは政府資金により 100%賄われているが 20%程度をコミュニティの自己資金や UNICEF 資金により得ている場合もある。各家庭への給水管設置には 10 万~12 万 VND を支払っている。

<中央給水システムの技術的問題点>

(1) 送水量の管理

給水施設のどこにも流量計が設置されていず送水量はポンプ能力に稼働時間を乗じて推定しているようである。これらの送水記録は管理及び技術評価に必要であるが正確な記録は残されていない。

(2) 水質管理

水質検査は数ヶ月に一度行われているが毎日の検査は実施されていない。水質上の問題は鉄分とバクテリアなので、水処理効果を把握するために少なくとも水の色の検査は行うことが望ましい。

(3) 配水ポンプの稼働時間

配水ポンプの稼働時間は 1 日 3~10 時間であり停止期間中に配水管内に汚水が侵入する危険性がある。

(4) 水処理

地下水は鉄分を含むためエアレーションとろ過装置が設置されているがこれらの技術的基準が明確ではない。逆洗浄の時間、量については排水の目視によって決定している。また汚水は周辺の池に直接排水している。

(5) 貯水タンク

貯水タンクと配水ポンプの組合せが水需要に合っていない。ポンプの稼働時間が短いため消費者は各戸に貯水槽を持っており、これが配水池の機能を果たしている。

(6) 配水管・給水管

配水管、給水管の埋設深度が浅く道路に剥き出しになっていることがあり破損しやすい。空気弁や排水弁は取り付けられていない。

第5章 組織・制度

ヴェトナムの他のセクターと同様に水供給セクターは中央政府と地方部局にそれぞれ役割が分担されている。中央政府は政策決定及び技術指導に責任を持つ。一方、地方部局は行政及び実行を受け持っている。

国家レベルでは、地方給水は農業農村開発省（MARD）直下の地方給水衛生センター（CERWASS）が管轄している。建設省（MOC）は都市給水に責任をもち、水供給施設の設計・建設を行う水供給会社の全国ネットワークを確立することである。

CERWASS の責任と権限の概要は以下のようなものである。

- (1) 地方給水環境衛生計画の策定
- (2) 同予算の配分と管理
- (3) 関係省庁、UNICEF 及び国際機関との連携・調整
- (4) 地方給水環境衛生に関する職員訓練

なお、環境衛生に関する CERWASS の権限は家畜、穀物、肥料及び殺虫剤に関するものに限定されている。

地方レベルでは各省に農業農村開発部（DARD）がありその下に各省 CERWASS が設置され、地方給水環境衛生計画の実施組織編成、関連プロジェクトの実施及びモニタリングを担当しているがその責任は次のようである。

- (1) 給水施設建設（井戸掘削など）
- (2) 技術調査及び水質分析
- (3) 運営管理組織の結成及び補助
- (4) 運営維持管理の訓練

中央 CERWASS の組織図を図 5.1 に示す。中央 CERWASS はハノイに 43 名の職員を抱えている。また地方 CERWASS は各省にあり職員総数は約 2,500 名である。中央 CERWASS は 5 部からなる。

- ・ 計画投資部：事業の計画・運営及び地方 CERWASS の事業費準備、UNICEF 及び国際機関との調整
- ・ 技術建設部：地方 CERWASS 事業の技術内容の承認、MARD 水資源管理部との協力

- 環境・伝達・衛生部：地方 CERWASS とのリンクージ、情報教育キャンペーン（IEC）、農業関連の環境問題
- 建設材料・機械管理部：人事、財務管理のほかオフィス全般及び地方を含めた資機材の管理
- 地方給水衛生（RWSS）に関する建設材料及び水質試験、新技術のテスト及び訓練

また地方 CERWASS は総務課、技術課、計画材料課、財務課、環境衛生課からなり技術課には掘削・維持管理班が数チームあり主に WATSAN プログラムの井戸建設や維持管理指導を行っている（図 5.2）。

図 5.1 中央 CERWASS の組織図

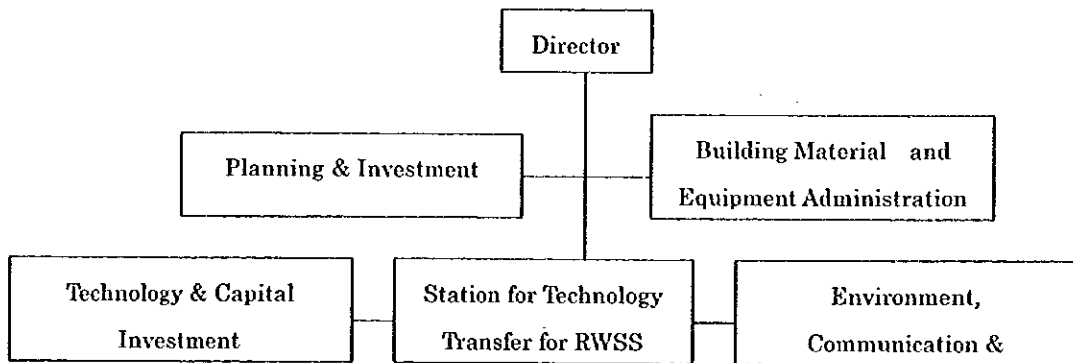
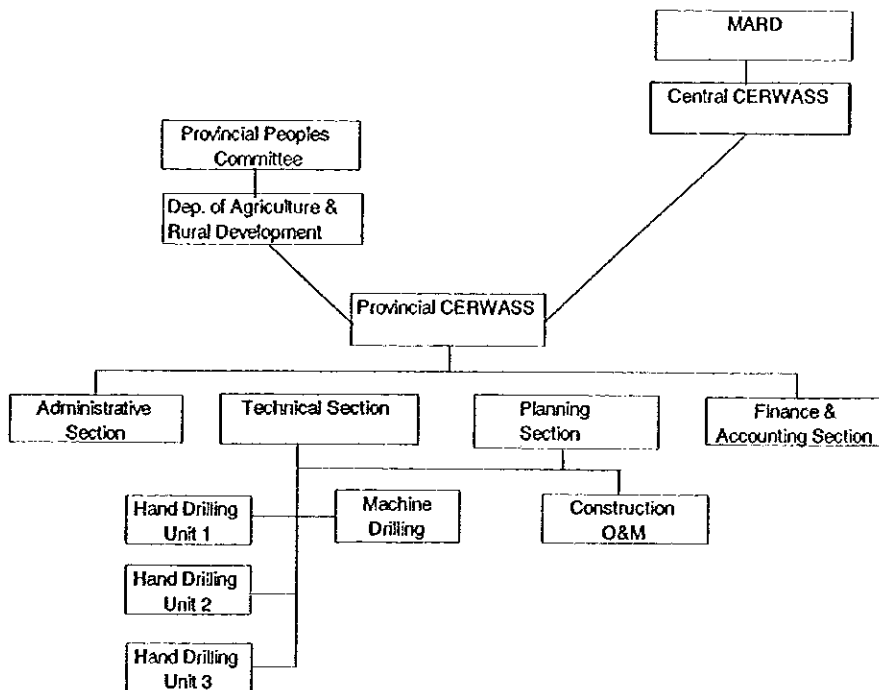


図 5.2 地方 CERWASS の組織と MARD 及び中央 CERWASS との関係



第6章 財務

6.1 地方給水への投資

ヴィエトナムにおける 1991～1995 年の投資総額は 180 億 US\$ に達している。このうち公共投資は約 40 億ドルであるが 1996～2000 年にはこの 4 倍に増加し、地方給水部門へは全体の 0.2% (約 3 千万 US\$) が配分されるものと予想されている。

現在、給水事業資金は中央政府 (CERWASS)、UNICEF をはじめとする国際援助、地方政府 (省、県、コミューンの人民委員会 (PC))、利用者 (住民) 負担により賄われている。とくに 1982 年に開始された UNICEF による WATSAN プログラムへの投資は地方給水事業全体の 80% を占めている。このプログラムでは UNICEF 資金が全体の 56% を占め、中央政府と地方政府及び利用者の負担割合はそれぞれ 17% と 27% である。一方、UNICEF 以外の国際援助による地方給水事業では国際援助資金が 51%、中央政府資金が 49% を占め、地方政府と利用者負担は 1% 以下となっている。

表 6.1 地方給水投資の構造 (USD million)

投資元		1991-19 95 (合計)	1996	1997 (推定)	総投資額	シェア
WATSAN プ ログラム	UNICEF	18.75	2.66	1.89	23.30	56%
	Central government	3.92	1.36	1.73	7.01	17%
	Local gov'ts & users	8.19	1.36	1.61	11.16	27%
	subtotal	30.86	5.38	5.23	41.47	100%
その他 プログラム	International donors	2.77	2.44	0.67	5.88	51%
	Central government	0.14	2.88	2.64	5.66	49%
	Local gov'ts & users	0.03	N.A.	0.04	0.07	<1%
	subtotal	2.94	5.32	3.35	11.61	100%
総投資額		33.80	10.70	8.58	53.08	

(出典: NRWSS Economic and Financial Situation, June 1998)

中央給水システムは他の給水施設に比べると多額の費用がかかるため政府資金の割合が大きく、コミューンを含む地方政府の負担割合はその負担能力や事業の緊急性により変化する。

調査対象 4 省 1 市における中央給水システムの投資額と負担割合は下表のとおりである。

表 6.2 調査地域の中央給水システムにおける資本投資の負担割合

省または市	施設数	Capital Investment (VND million)					
		事業費	中央政府	UNICEF	省政府	県政府	利用者*
Ha Noi	16	5,503	1,625 (30%)	311 (5%)	2,615** (48%)	-	952 (17%)
Thai Nguyen	6	1,026	587 (57%)	108 (11%)	173 (17%)	-	158 (15%)
Ninh Binh	6	3,058	1,572 (51%)	643 (21%)	30 (1%)	-	813 (27%)
Thanh Hoa	11	2,222	1,533 (69%)	328 (15%)	60 (3%)	65 (3%)	236 (10%)
Ha Tinh	11	3,711	2,205 (60%)	526 (14%)	-	-	980 (26%)
合計	50	15,520	7,522 (48%)	1,916 (12%)	2,878 (19%)	65 (<1%)	3,139 (20%)

(出典: Provincial CERWASS offices)

上表に見られるように調査対象地域の中央給水システムに関するかぎり利用者の負担割合は 20%と推定される。これは各戸給水の接続費用（管材及び敷設費用等）である。

6.2 予算システムと給水事業費

政府支出の 1/3 は地方に振り向けられる。しかし、費用分担は一応のガイドラインがあるものの実際には中央政府と地方政府との交渉により決定されている。一方、税収入についても中央政府と地方政府の権限範囲が分けられている。

地方給水事業投資の大部分は MARD が管轄する中央政府予算である。中央 CERWASS から MARD を通じて財務省（MOF）に要求された予算は、地方財務部（DOF）を通じて地方 CERWASS に与えられる。また、地方各省 PC は MOF から予算を与えられる。この予算は県 PC から直接またはコミューンを介して給水事業へ投資される。しかし、財政に余裕のない省ではコミューンからの資金及び労働力の貢献が求められる。

6.3 農村金融の可能性

給水事業では利用者からの現金または労働力による貢献が求められるが、手元に現金がない所帯は一時的に農村金融からの借金により賄うことが考えられる。ヴィエトナム地方農村部には農業農村開発銀行（VBARD）、貧困対策銀行（VBP）、人民信用資金（PCFs）などの金融機関がある。しかし、これらの金融機関からの給水事業資金の貸付けは、以下の理由により困難と思われる。

- ・ 農村金融の融資先は生産部門が優先されている
- ・ 現金に余裕のある住民は融資を受ける必要はなく低所得者が融資の対象となる。しかし水利用により低所得者の現金収入が増えるわけではない。
- ・ 低所得者は公的な金融よりも知人や親戚からの借金に頼りがちである
- ・ 金融機関の経営自体にもまだ問題が多く種々の改善・強化が必要である

6.4 住民の支払意思と能力

一般的にヴェトナムでは住民の各戸給水負担及び水料金についての支払い意思と能力はあるように見える（UNICEF, WATASAN Evaluation Report, 1995）。しかし、以下の点が観察される。

- ・ 自宅に浅井戸のような既存の給水施設がある場合、住民は不承不承支払う傾向がある
- ・ 非常に貧しい住民は、現金はおろか労働力の提供も困難なことがある
- ・ 一般にパイプ給水の場合、主要幹線道路沿いにあり開発が進んだ裕福なコミュニティの住民は 50 万から 100 万 VND の各戸給水負担金を支払っている
- ・ 水料金が高いか妥当か意見はさまざまであり、1,500 VND/m³ から 4,000 VND/m³ まで幅広い

水料金の支払能力は収入と支出のレベルから評価出来ると考えられるが、農村部では収入の把握が難しいので支出レベルに注目する必要がある。調査対象地域では薪、石炭、切り株などを燃料として用いるが電気は主として電灯、アイロン、テレビ等に使用している。従って住民は少なくとも食物と燃料に次いで重要な電気代と同程度の水料金を支払えるものと仮定できる。

コミュニティ PC と 600 所帯アンケート調査結果をみると 20 コミュニティの平均年収は 673 万 VND である。電気料金は年間 10 万 VND から 82 万 VND まで幅があり、年収の 2～5% を示すコミュニティが多く、平均では 4% を示している。一方、燃料費は平均 5% である（表 6.3）。

また調査対象 20 コミュニティのうち 11 コミュニティでは浅井戸に鉄分除去フィルターを設置する住民が多い。フィルターのコストは平均 28 万 VND である。また、砂は月に 1、2 度取り替えているがこの費用は 4 千から 3 万 VND まで幅広く平均では 9 千 VND であった。

調査地域の浅井戸または管井戸の建設費は 45 万 VND（Van Thanh コミュニティ）から 222 万 VND（Quang Son コミュニティ）で、年収に占める割合も 6%（Dinh Tuong コ

ムーン) から 33% (Vinh Thanh コミューン) を示している。将来パイプ給水により清潔な飲料水が供給されるのであれば、住民は少なくとも同程度の負担金を支払うことに同意するのではないかと思われる。

表 6.3 調査対象コミュニティの所帯年収、電気料金及びその他の燃料費 (1998年)

省	コミュニティ	回答数	所帯平均収入 (‘000 VND) (a)	電気代 (‘000 VND) (b)	(b) / (a)	その他 燃料費 / (a)
Ha Noi	Xuan Dinh	60	8,800	820	9%	4%
	Dong Ngac	82	7,380	460	6%	5%
	Average		8,090	640	8%	5%
Ninh Binh	Quang Son	32	7,430	190	3%	4%
	Yen Thang	44	5,460	246	5%	5%
	Dong Phong	34	9,470	300	3%	6%
	Average		7,453	245	3%	5%
Thanh Hoa	Nong Cong Town	24	7,980	380	5%	6%
	Van Thang	22	4,260	100	2%	3%
	Thieu Hung	36	4,530	250	6%	6%
	Thieu Do	30	5,020	291	6%	7%
	Dinh Tuong	24	10,080	320	3%	4%
	Vin Loc Town	17	5,500	230	4%	11%
	Vinh Thanh	33	4,110	230	6%	14%
	Average		5,926	257	4%	7%
Ha Tinh	Duc Yen	26	5,620	270	5%	7%
	Yen Ho	26	7,670	190	2%	4%
	Trung Le	17	5,370	190	4%	3%
	Duc Xa	24	6,850	210	3%	6%
	Average		6,378	215	3%	5%
Thai Nguyen	Dong Bam	14	9,810	400	4%	3%
	Hoa Thuong	28	6,720	340	5%	5%
	Nam Tien	24	6,360	220	3%	4%
	Thinh Duc	6	6,260	280	4%	n.a.
	Average		7,288	310	4%	4%
平均			6,734	296	4%	5%

6.5 既存給水システムの財務的問題点

実際にCERWASSにより建設された中央給水システムの維持管理状況をタンホア省とハティン省において調査した。

タンホア省Yen Dinh Town：建設費総額は12億VNDで11億VNDを中央政府が、1億VNDを県が負担した。現在600所帯が使用している。2010年までに2000所帯への給水を計画している。水料金は1,200 VND/m³である。料金収入は5百万VNDありうち2百万VNDは将来の修理費に充当するとしている。公共水栓は管理が難しいという理由で設置されておらず各戸給水は比較的富裕な住民が享受している。

ハティン省Thanch Ngocコミューン：中央政府60%、UNICEF10%、農業公社30%の負担で1997年に建設され、公社がO&Mを行っている。水料金は未だ徴収されていない。公社と利用者との話し合いは行われておらず施設は乾季のみ6～8時間運転である。住民は清潔な飲料水の重要性を認識しているが、料金を支払う意思があるものと無いものに分かれている。

ハティン省Cay Town：システムは建設中で費用負担は政府5億VND、UNICEF6千万VND、県3億VND、利用者2億VND（合計約11億VND）である。水料金は未だ決まっていないが1,000～1,200 VND/m³が想定されている。これはO&Mコストを賄うにすぎない。住民の各戸給水費用は平均50万VNDで、給水管と主配水管の費用の一部に充当される。名目上の各戸給水費用は貧困層に適用され、富裕層の費用は例えば家が配管に近くても50万VND以上支払うように要求されている。

以上の調査結果から次に示すような財務的問題点が指摘できる。

- ・ 水料金を設定するにあたり減価償却費（または将来の機械交換費用）は考慮されていない。水は政府により供給されるべき公共財であり受益者負担の考えは浸透していない。
- ・ 現状は住民の衛生観念が低く、清潔な水の使用を奨励するため初期の水料金は低く設定されている
- ・ 貧困層の各戸給水システムへのアクセスが可能なように補助のあり方を検討する必要がある

第7章 O&Mの問題点

7.1 既存給水施設のO&M機能

既存の中央給水システムのいくつかについてそれらの O&M 機能の状況を調査した（なおハノイ郊外の給水施設 O&M については 4.6 参照）。

(1) タイグエン省

Dong Hy Town の給水施設は UNICEF 資金により建設され、ろ過を行っているが塩素注入施設は機能していない。ろ過施設もほとんど管理されていないため原水（地表水）から大腸菌が混入し非常に水質が悪い。一方、Dong Hy 県の La Hien コミューンでは湧泉を水源とする施設を 1999 年始め完成させた。この施設は水質が良く原水から砂を除去するだけで O&M に手がかからない。稼動時間は短いが一律 1000VND/m³ の水料金で住民は満足している。

(2) ニンビン省

Gia Hoa コミューンの給水施設は 1999 年始めに完成したが未だ稼動していない。オペレーターは初期的な訓練を受けているが施設の運営のためには水処理プロセス全体の訓練が必要であり現在 UNICEF は訓練を計画中である。

Gia Sinh コミューンの給水施設も 1999 年に完成したが現在 1,550 所帯のうち 135 所帯に給水しているにすぎない。乾季には毎日 4 時間稼動するが雨季は 2 日置き 4 時間の稼動となっている。このコミュニティでは PC レベルでの財務管理の知識と理解が乏しい上、多数の不法接続による盗水が起きているため今後の管理運営が大きな問題となっている。技術的にはタンクのひび割れや配水管の地表への露出など設計・施工上の問題点が散見される。

7.2 O&MにおけるPCの役割と支援

コミュニティ PC の大きな役割は水料金を設定することである。しかし、水料金は実際のコストよりも住民との話し合いや他のコミュニティの価格を参考に決めていることが多い。いくつかのコミュニティでは、水料金は単にオペレーターの給料だけをカバーするに過ぎず電気代は考慮されていない。また施設更新費用はほとんど考慮されていないので修理費用は PC の予算か、それがいない場合は他からの寄付を当てにせざるを得ず、その場合給水施設は当分の間休止せざるを得ない。

戸別給水の普及についてコミュニティ PC はキャンペーンを行う必要があるがこれらの

能力も不足している。コミュニティ PC が必要な役割を果たすためには、CERWASS から給水施設の水質モニターなどの技術的援助と同時に経営管理についての指導や援助などを受ける必要がある。

多くのプロジェクトでは供給側からのアプローチがなされ、コミュニティは何を欲しているのかを問われるよりも何をなすべきかを言われるだけの傾向がある。また計画に当たっては O&M の財務や経営よりも技術的事項に焦点が当てられている。UNICEF 等の行う訓練は財務と全体的指導に限定され、特定のプロジェクトに合わせることはなく、訓練の対象者も広い。CERWASS は O&M に必要な訓練をしばしば完成引渡し時に行っている。O&M の持続性を確保するためには、地方 CERWASS による継続的な O&M 支援が行われるべきであろう。