

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

農業・村落開発省国家地方衛生給水センター (N-CERWASS)

ベトナム国南部沿岸地域 地下水開発計画調査

最終報告書

(要約)

2009年3月

株式会社 東京設計事務所

OYO インターナショナル 株式会社

環境
JR
09-006

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

農業・村落開発省国家地方衛生給水センター (N-CERWASS)

ベトナム国南部沿岸地域 地下水開発計画調査

最終報告書

(要約)

2009年3月

株式会社 東京設計事務所

OYO インターナショナル 株式会社

序 文

日本国政府は、ベトナム国政府の要請に基づき、同国の南部沿岸地域地下水開発計画に係わる調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成 19 年 5 月から平成 21 年 3 月まで、株式会社東京設計事務所の岡賀敏文氏を団長とし、同株式会社東京設計事務所及びOYOインターナショナル株式会社から構成される調査団を現地に派遣いたしました。また、松井三郎京都大学名誉教授及び丸尾祐治国際協力専門員を委員とする国内支援委員会を設置し、本調査に関し、専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、ベトナム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 21 年 3 月

独立行政法人国際協力機構
理事 松本 有幸

伝達状

独立行政法人国際協力機構

理事 松本 有幸 殿

ここに、ベトナム国における南部沿岸地域地下水開発計画調査を終了いたしましたので、最終報告書を提出いたします。本調査は、貴機構との契約に基づき、弊社及びOYOインターナショナル株式会社からなる共同企業体が、平成19年5月から平成21年3月まで、ベトナム国で実施した調査結果です。今回の調査に際し、ベトナム国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、我が国の政府開発援助の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

本計画調査は、南部沿岸地域の水と衛生の改善を目的として実施されました。本調査で提案された計画は、南部沿岸地域における水と衛生の改善に寄与するものと確信しております。

なお、調査期間中、貴機構、外務省及び関係機関の各位には多大なご協力とご支援を賜り、ここに厚く御礼申し上げます。また、ベトナム国政府諸機関各位及び貴機構ベトナム事務所から、貴重なご支援とご協力を賜りました。併せて御礼申し上げます。

平成21年3月

共同企業体代表者
株式会社東京設計事務所
南部沿岸地域地下水開発計画調査
団長 岡賀 敏文

要 約

目次
表目次
図目次
略語集

目 次

第1章	概要	1-1
1.1	プロジェクトの背景	1-1
1.2	調査の目的	1-1
1.3	調査対象地域	1-1
第2章	現況調査	2-1
2.1	自然条件	2-1
2.1.1	気象	2-1
2.1.2	水文（河川流量）	2-3
2.1.3	地形	2-4
2.1.4	地質	2-5
2.2	社会経済状況	2-7
2.3	給水状況	2-7
2.3.1	村落給水の状況	2-7
2.3.2	水利用状況	2-8
2.3.3	水質	2-10
2.3.4	既存飲料水源における問題点	2-10
2.3.5	既存給水施設	2-11
2.4	衛生	2-13
2.4.1	ベトナム村落部における衛生トイレの現状	2-13
2.4.2	社会経済調査結果	2-14
2.4.3	衛生トイレの形式	2-14
2.4.4	衛生に係る知識・態度・行動（Knowledge, Attitude and Practice : KAP）	2-15
2.5	制度的枠組みおよび運営	2-15
2.5.1	制度的枠組み	2-15
2.5.2	組織	2-18
2.5.3	他ドナーによる支援動向	2-19
2.5.4	意思決定および料金徴収システム	2-20
2.5.5	財政	2-21

2.6	環境社会配慮に関する法制度	2-21
2.7	地下水源	2-22
2.7.1	対象コミュニティの水利地質学的状況	2-22
2.7.2	地下水位変動	2-24
2.7.3	塩水進入の影響	2-27
第3章	村落給水マスタープラン	3-1
3.1	地下水開発	3-1
3.1.1	地下水開発ポテンシャル	3-1
3.1.2	対象コミュニティの地下水ポテンシャル評価	3-3
3.1.3	対象コミュニティにおける村落給水のための地下水開発	3-6
3.1.4	代替水源	3-8
3.2	給水計画	3-9
3.2.1	調査対象地域	3-9
3.2.2	計画の目的	3-9
3.2.3	水需要量	3-9
3.2.4	給水計画	3-12
3.2.5	給水施設	3-13
3.3	実施体制及び維持管理計画	3-17
3.3.1	実施体制	3-17
3.3.2	維持管理 (O&M)体制の現状	3-17
3.3.3	キャパシティ・アセスメント	3-18
3.3.4	維持管理における主要な問題点	3-18
3.3.5	維持管理組織の提案	3-18
3.3.6	キャパシティ・ディベロップメント (CD)	3-19
3.4	給水開発計画	3-20
3.5	優先プロジェクトの選択	3-21
第4章	衛生改善計画	4-1
4.1	ベトナム村落部における環境衛生問題	4-1
4.2	環境衛生の改善アプローチの提言	4-4
4.3	可能性のある実施スキーム	4-8
第5章	フィージビリティ スタディ	5-1
5.1	概略設計	5-1
5.1.1	計画の目的	5-1
5.1.2	計画対象地域の概要	5-1
5.1.3	水源	5-1
5.1.4	設計条件	5-3
5.1.5	概略設計	5-7
5.2	施工計画及び実施計画	5-33

5.2.1	プロジェクトコスト	5-33
5.2.2	維持管理費	5-33
5.2.3	実施計画	5-34
5.3	優先プロジェクトの評価	5-36
5.3.1	財務経済分析	5-36
5.3.2	組織体系と維持管理	5-38
5.3.3	初期環境影響評価調査	5-39
第6章	結論及び提言	6-1
6.1	結論	6-1
6.2	提言	6-1

表目次

表 2.1.1	調査地域の岩相区分	2-6
表 2.2.1	社会経済調査結果	2-7
表 2.3.1	乾期・雨期の主要使用水源	2-8
表 2.3.2	対象地域における水使用原単位水量	2-9
表 2.3.3	調査対象地域における水質問題	2-10
表 2.3.4	既存飲料水源における主な問題点	2-11
表 2.3.5	既存給水施設の概要	2-11
表 2.3.6	既存給水システムの評価	2-12
表 2.4.1	各コミュニティのトイレ普及率	2-14
表 2.5.1	NRWSSS の目標	2-16
表 2.5.2	水と衛生に係る NTPII のプロジェクト・デザイン・マトリックス	2-16
表 2.5.3	水と衛生分野の関連法規	2-18
表 2.7.1	試掘井戸調査結果の要約	2-25
表 2.7.2	想定季節区分	2-25
表 2.7.3	コミュニティ別水タイプ	2-36
表 3.1.1	指標毎の評価点配分	3-4
表 3.1.2	地下水開発のための帯水層タイプ評価	3-5
表 3.1.3	地下水ポテンシャル評価結果	3-5
表 3.1.4	代替水源調査結果要約	3-8
表 3.2.1	調査対象コミュニティ	3-9
表 3.2.2	2007, 2012, 2017 及び 2020 年における人口推計	3-9
表 3.2.3	生活用水に対する営業用水の割合	3-11
表 3.2.4	水需要量	3-11
表 3.2.5	2020 年での計画から除外される地域の人口及び需要量	3-12
表 3.2.6	MP 計画コミュニティ及び 2020 年での水需要量	3-13
表 3.2.7	施設形態及び概要	3-15
表 3.2.8	設計水量 (2020 年)	3-15
表 3.2.9	給水プロセスとカテゴリー	3-17
表 3.3.1	地方水道供給の維持管理体制	3-18
表 3.3.2	キャパシティ・ディベロップメントのスケジュール(案)	3-19
表 3.4.1	パッケージのプロジェクトコスト	3-20
表 3.5.1	優先条件	3-23
表 3.5.2	優先条件の強弱	3-23
表 3.5.3	優先プロジェクト選定の評価	3-24
表 3.5.4	評価点結果	3-24

表 3.5.5	FS 実施対象施設及びコミューン	3-25
表 4.2.1	省レベルの衛生普及タスクフォース（案）	4-4
表 4.2.2	既存および新しいトイレの特徴の比較	4-5
表 4.3.1	草の根支援計画の概要（暫定案）	4-8
表 4.3.2	技術協力プロジェクトの概要（暫定案）	4-9
表 5.1.1	FS コミューンの概要	5-1
表 5.1.2	FS のための施設設計水量	5-3
表 5.1.3	原水の設計水質	5-4
表 5.1.4	薬品注入率	5-6
表 5.1.5	塩素注入率	5-7
表 5.1.6	概略施設設計	5-7
表 5.2.1	概略プロジェクトコスト	5-33
表 5.2.2	水道システムの維持管理費用	5-34
表 5.2.3	省別優先順位	5-34
表 5.2.4	支出予定表	5-36
表 5.3.1	FIRR の結果	5-36
表 5.3.2	感度分析	5-36
表 5.3.3	水道料金案の比較と指標	5-37

図目次

図 1.3.1	調査対象位置図.....	1-2
図 2.1.1	調査地域の年間降雨量.....	2-1
図 2.1.2	4省の月間降雨量.....	2-2
図 2.1.3	月平均気温.....	2-2
図 2.1.4	月平均日照時間.....	2-3
図 2.1.5	月平均パン蒸発量.....	2-3
図 2.1.6	月平均河川流量.....	2-4
図 2.1.7	調査地域の地形.....	2-5
図 2.1.8	調査地域の地質.....	2-6
図 2.3.1	対象コミューンにおける給水普及率（2006年）.....	2-8
図 2.3.2	水道利用者の増加水量使用用途の優先付け（4省平均）.....	2-9
図 2.7.1	試掘井戸の位置.....	2-24
図 2.7.2	試掘井戸の地下水位変動(1).....	2-26
図 2.7.3	試掘井戸の地下水位変動(2).....	2-27
図 2.7.4	塩水化予備調査のために抽出された海岸低地.....	2-28
図 2.7.5	調査地域海岸平野にある手堀井戸の塩水化状況.....	2-29
図 2.7.6	地盤高、水位、井戸深度、電気伝導度との関係(1).....	2-31
図 2.7.7	地盤高、水位、井戸深度、電気伝導度との関係(2).....	2-32
図 2.7.8	地盤高、水位、井戸深度、電気伝導度との関係(3).....	2-33
図 2.7.9	トリリニアダイアグラムによる水タイプの分類.....	2-34
図 2.7.10	試掘井戸のトリリニアダイアグラム.....	2-36
図 3.1.1	年間蒸発散分布.....	3-2
図 3.1.2	年間浸透ポテンシャル分布.....	3-3
図 3.1.3	対象コミューンの給水需要と計画揚水量との関係.....	3-7
図 3.2.1	施設形態.....	3-14
図 3.2.2	施設のカテゴリー.....	3-16
図 3.3.1	水道供給システムの維持管理における組織構造(案).....	3-19
図 3.4.1	実施工程表.....	3-21
図 3.5.1	優先プロジェクト選択の方法.....	3-22
図 4.1.1	村落地域における環境衛生に係る問題系図.....	4-3
図 5.1.1	給水プロセス（FPS-2, FPS-3）.....	5-8
図 5.1.2	給水プロセス（FPG-4, FPS-5）.....	5-9
図 5.1.3	給水プロセス（FKS-6, FKS-8）.....	5-10
図 5.1.4	給水プロセス（FNG-10）.....	5-11
図 5.1.5	給水プロセス（FBS-11）.....	5-12

図 5.1.6	給水プロセス (FBG-13)	5-13
図 5.1.7	給水施設配置図 (FPS-2)	5-15
図 5.1.8	給水施設配置図 (FPS-3)	5-17
図 5.1.9	給水施設配置図 (FPG-4)	5-19
図 5.1.10	給水施設配置図 (FPS-5)	5-21
図 5.1.11	給水施設配置図 (FKS-6)	5-23
図 5.1.12	給水施設配置図 (FKS-8)	5-25
図 5.1.13	給水施設配置図 (FNG-10)	5-27
図 5.1.14	給水施設配置図 (FBS-11)	5-29
図 5.1.15	給水施設配置図 (FBG-13)	5-31
図 5.2.1	プロジェクト実施工程表	5-35

略語集

ADB	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
AusAID	Australian Agency for International Development (オーストラリア国際開発庁)
BHN	Basic Human Needs (人間としての基本的要求)
CD	Capacity Development (キャパシティ・デベロップメント)
CEMA	Committee for Ethnic Minorities (少数民族委員会)
CPC	Communal People's Committee (コミュニオン人民委員会)
CPRGS	Comprehensive Poverty Reduction and Growth Strategy (包括的貧困削減戦略)
DANIDA	Danish International Development Assistance (デンマーク国際開発援助)
DARD	Department of Agriculture and Rural Development (省農業・村落開発部)
DOET	Department of Education and Training (省教育部)
DOH	Department of Health (省保健部)
DONRE	Department of Natural Resources and Environment (省天然資源環境部)
DPC	District People's Committee (郡人民委員会)
DPI	Department of Planning and Investment (省計画投資部)
DVCL	Double Vault Composting Latrine (2槽式コンポスト・トイレ)
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
FS	Feasibility Study (フィージビリティ スタディ)
GOV	Government of Vietnam (ベトナム国政府)
HEP	Horizontal Electrical Profiling (水平電気探査)
IEC	Information, Education and Communication (情報・教育・対話)
IEE	Initial Environmental Evaluation (初期環境評価)
MARD	Ministry of Agriculture and Rural Development (農業・村落開発省)
MOC	Ministry of Construction (建設省)
MOET	Ministry of Education and Training (教育省)
MOF	Ministry of Finance (財務省)
MOH	Ministry of Health (保健省)
MOLISA	Ministry of Labour, War Invalids and Social Affairs (労働戦傷者社会福祉省)
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment (天然資源省)
MP	Master Plan (マスタープラン)
N-CERWASS	National Centre for Rural Water Supply and Environmental Sanitation (国家地方衛生給水センター)
NGO	Non Government Organization (非政府組織)
NRWSSS	National Rural Water Supply and Sanitation Strategy (地方水と衛生国家戦略)
NTP	National Target Programme (水と衛生に係る国家ターゲットプログラム)

ODA	Official Development Assistance (政府開発援助)
O&M	Operation and Maintenance (運営維持管理)
P-CERWASS	Provincial Center for Rural Water Supply and Sanitation (省地方衛生給水センター)
PMU	Project Management Unit (プロジェクト運営ユニット)
PPC	Provincial People's Committee (省人民委員会)
RWSS	Rural Water Supply and Sanitation (村落給水と衛生)
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission (スペースシャトル地形データ)
TPBS	Targeted Programme Budget Support (NTP 実施への財政支援)
UNICEFF	United Nations Children's Fund (国連児童基金)
USD	US Dollar (米ドル)
VBSP	Vietnam Bank for Social Policy (社会政策銀行)
VES	Vertical Electrical Sounding (垂直電気探査)
VND	Vietnamese Dong (The Vietnamese currency unit) (ベトナムドン (ベトナム国通貨))
WSS	Water Supply and Sanitation (給水と衛生)

為替レート

(2008年7月)

USD 1.00 = JPY 106.17

USD 1.00 = VND 16,852

第1章 概要

1.1 プロジェクトの背景

ベトナムは計画経済からドイモイ政策に移行し、市場経済を導入して以来、経済の発展はめざましいものがある。しかしながら、近年、地方の村落部と都市部との経済格差は開くばかりである。かかる状況を改善するために、政府は地方での貧困削減と経済の活性化を目的とした政策として CPRGS (Comprehensive Poverty Reduction and Growth Strategy) をもとに、1999年に2020年を計画目標年とする全国地方水と衛生の改善戦略 NRWSS (National Rural Clean Water Supply and Sanitation Strategy) を定めた。

水と衛生に関する担当省である、建設省および農業村落開発省は1998年、水と衛生に係る国家ターゲットプログラム (RWSS NTP 1、1999-2005年) を策定し、農村部における水と衛生分野の改善に取り組んできた。同プログラムは、現在、第2期にあたる RWSS NTP2 へと継承され、2010年までに農村部での給水および衛生的なトイレの普及率をそれぞれ85%および70%にすることを目標としている。

一方、日本政府は1998年以来、ベトナム政府の要請に応え、ベトナム北部及び中部高原地域において地下水開発調査及び給水普及率の向上を目的として、地下水開発プロジェクトを技術協力及び一般無償資金協力で支援してきた。

引き続き、2006年、ベトナムは南部沿岸地域の4省 (Phu Yen 省, Khanh Hoa 省, Ninh Thuan 省 及び Binh Thuan 省) について本調査である「南部沿岸地域地下水開発計画調査」を日本に要請した。4省の清浄な水へのアクセスは42-60%と全国平均より低く、さらに複雑な水理地質構造という自然条件のために、地下水の開発が困難な地域でもある。

本調査の水と衛生の改善計画が実施されれば、国家目標である地方村落部の社会経済の向上に資するばかりではなく、本調査の中で提案されるベトナム側カウンターパートの能力開発計画によって、持続性のある給水施設の運営維持管理が期待できる。

1.2 調査の目的

- 本調査対象地域4省の対象コミュニティ住民への給水と衛生改善のマスタープラン (MP) の策定
- フィージビリティー スタディー (FS) の実施
- カウンターパートに対する技術移転の実施
- ワークショップ等の開催を通じ、本調査で得た知見を広く村落における水と衛生の関係者と共有する。

1.3 調査対象地域

調査対象地域は4省内の24コミュニティである。コミュニティの位置は下図を参照。

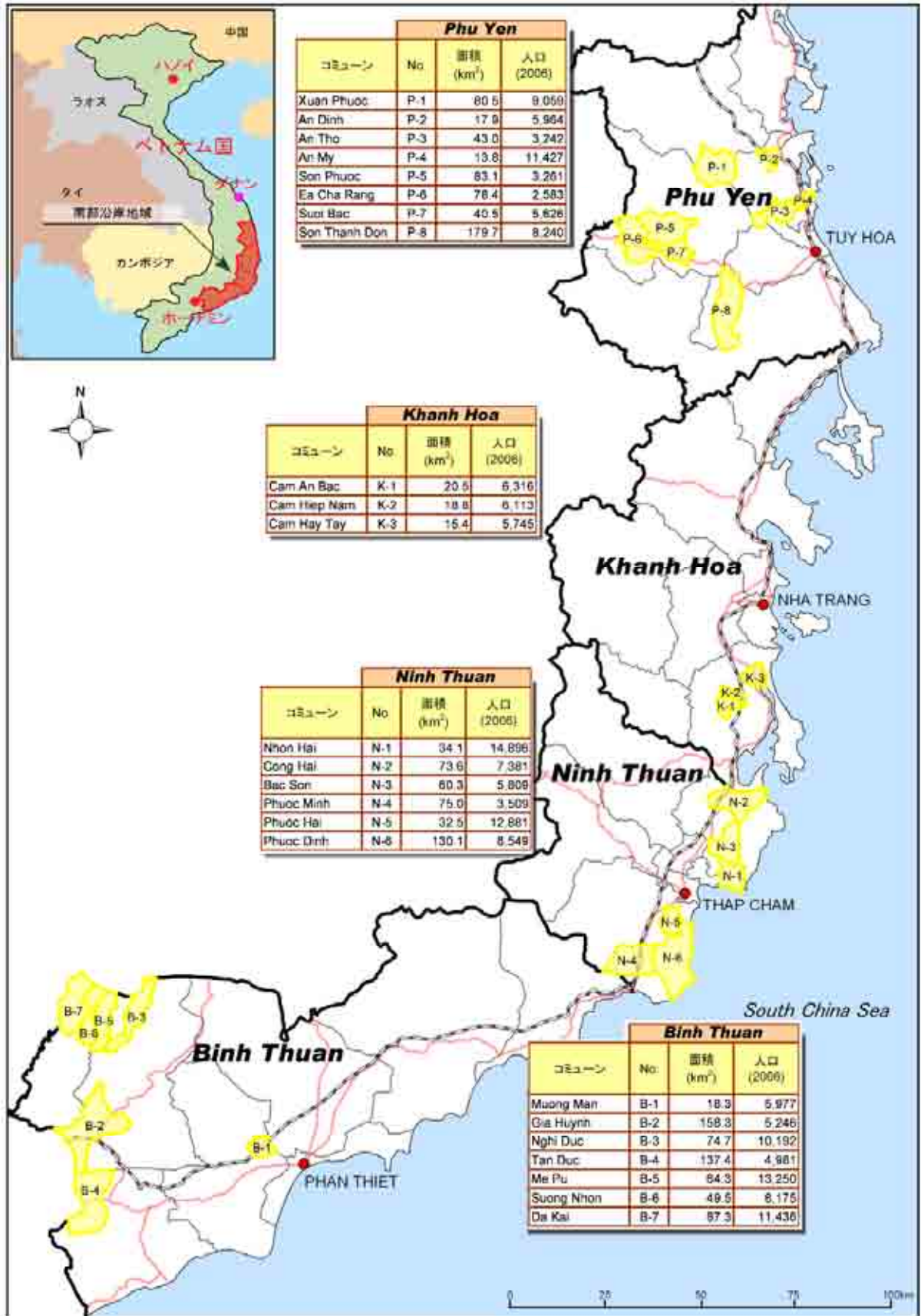


図1.3.1 調査対象位置図

第2章 現況調査

2.1 自然条件

2.1.1 気象

ケッペン・ガイガー気候分類(2006年4月ウィーン大学改訂)によると、調査地域は全域が熱帯サバンナ気候(Aw)に属する。

(1) 降雨

1) 年間降雨

ほとんどの調査地域では年間降雨量が1,500mm以上である。特に Khanh Hoa 省や Binh Thuan 省の山地では2,500mmに達する。一方、Ninh Thuan 省や Binh Thuan 省東部の海岸低地では1,000mm以下で乾季は著しく降雨が少ない所もある。

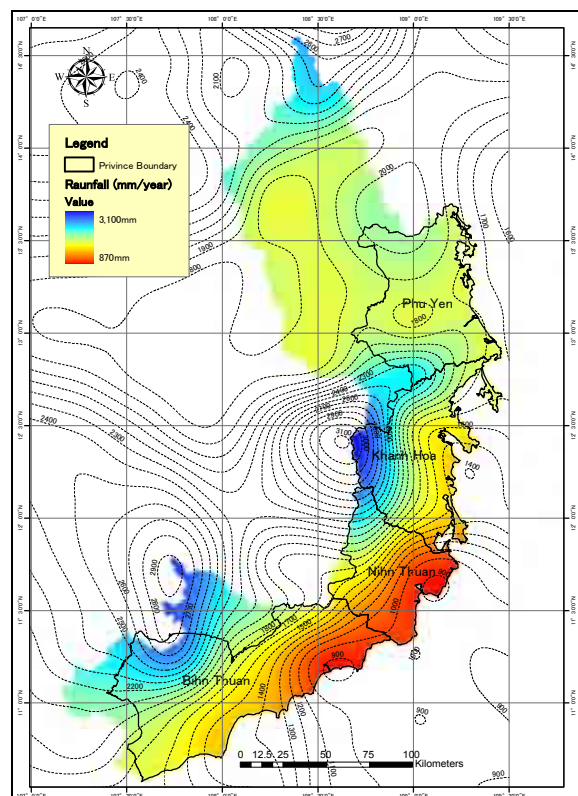


図2.1.1 調査地域の年間降雨量

2) 月間降雨

降雨の月変動パターンは Phu Yen, Khanh Hoa, Ninh Thuan と Binh Thuan の2つのグループに分けられる。前者の雨季は9月～12月、後者は5月～10月である。

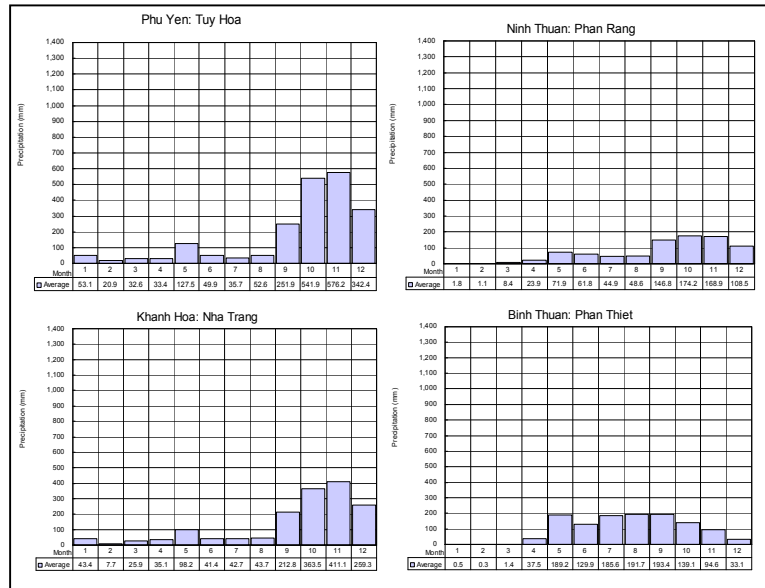


図2.1.2 4省の月間降雨量

(図 2.1.2～6 は、“Regional Hydro-meteorological Center, South of Central Vietnam” のデータに基づく)

(2) 気温

最高気温は6、7月の約30℃である。Binh Thuan 省の2ヶ所の観測所(Phan Thiet、La Gi)では、雨季の6～8月は僅かに低くなっている。(図 2.1.3)

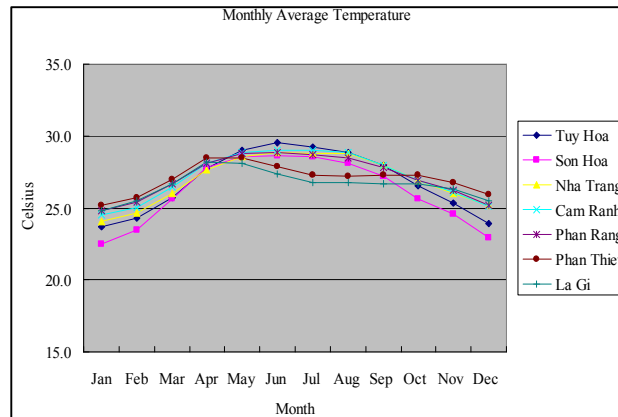


図2.1.3 月平均気温

(3) 日照時間

日照時間の変動パターンは Tuy Hoa、Nha Trang と Phan Rang、Phan Thiet の2グループに分けられる。前者は後者より変動が激しい。(図 2.1.4)

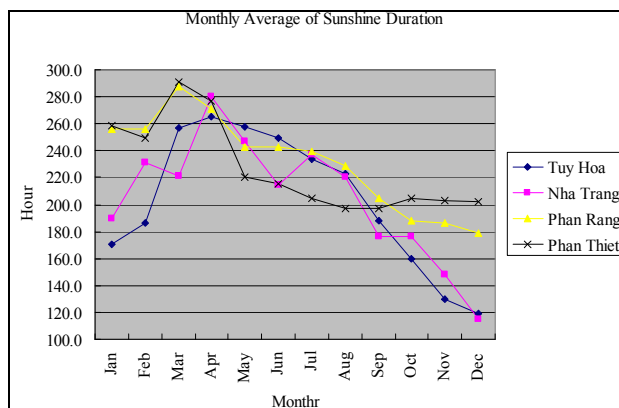


図2.1.4 月平均日照時間

(4) 可能蒸発量 (パン蒸発量)

各省の観測所の平均パン蒸発量は月平均温度と雨季の期間と整合している。Phu Yen 省の Tuy Hoa と Son Hoa 観測所で9月に最高値 190 mm、そして11月、12月に最低値 50~80mm を示している。Khanh Hoa 省では、Nha Trang と Cam Ranh 観測所が7月~8月に最高値 130~150 mm、9月~11月に最低値 90~110 mm を示している。Ninh Thuan 省の Phan Rang 観測所は、7月に最高値 190 mm、雨季の9月~11月に最低値 110~130 mm を示す。最後に Binh Thuan 省では、Phan Thiet と La Gi 観測所で6月~3月に最高値 130~140 mm、そして雨季の6月~10月に最低値 90~100 mm を示している。

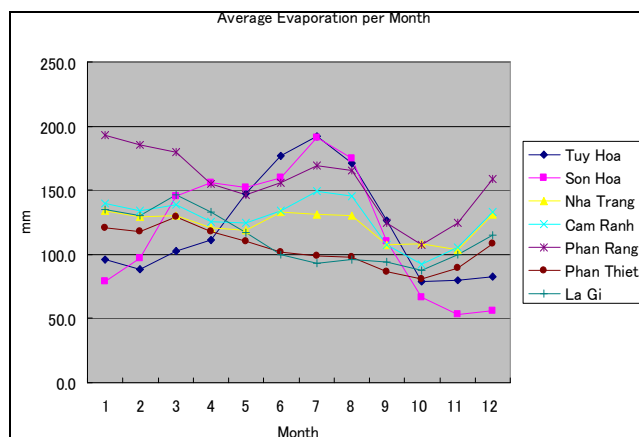


図2.1.5 月平均パン蒸発量

2.1.2 水文 (河川流量)

調査地域内主要4河川の月流量は、図 2.1.6 に示す通りであり、それぞれの河川の流出特性は以下の通りである。

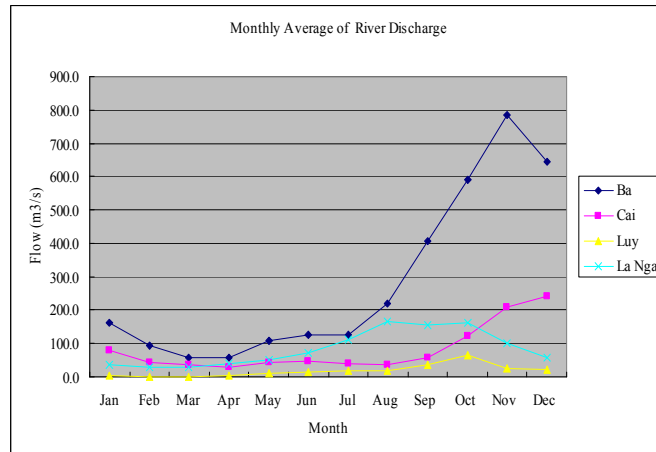


図2.1.6 月平均河川流量

(1) Ba 川

月平均河川流量と月降雨量では相関関係がある。河川流量は雨季に著しく増え、11月に最大値 784 m³/sec、3月～4月に最小値 57～59 m³/sec を示す。

(2) Cai 川

月平均河川流量は、12月に最大値 241 m³/sec、3月～4月に最小値 30～36 m³/sec である。

(3) Luy 川

月平均河川流量は、10月に最大値 65 m³/sec、1月～4月に最小値 1～4 m³/sec となり、5月から10月にかけて徐々に増加する。

(4) La Nga 川

月平均河川流量は、8月～10月に最大値 154～167 m³/sec、2月～3月に最小値 27 m³/sec である。

2.1.3 地形

調査地域のほとんどは中央高原の縁に当たる急峻な山地が分布する。山地は調査地域の西側境界部に沿って北から南へ延び、急峻な山々の一部は調査地域の東側境界の海岸線及び各省の境界部まで達している。急峻な山々の周辺の低地、丘陵は海岸や河川沿いの特定の地域に分布している。これらの地形的な特徴を反映して、Phu Yen、Binh Thuan 省の南部を除く調査地域のほとんど全ての河川は、流路が短く氾濫原の発達は十分ではない。

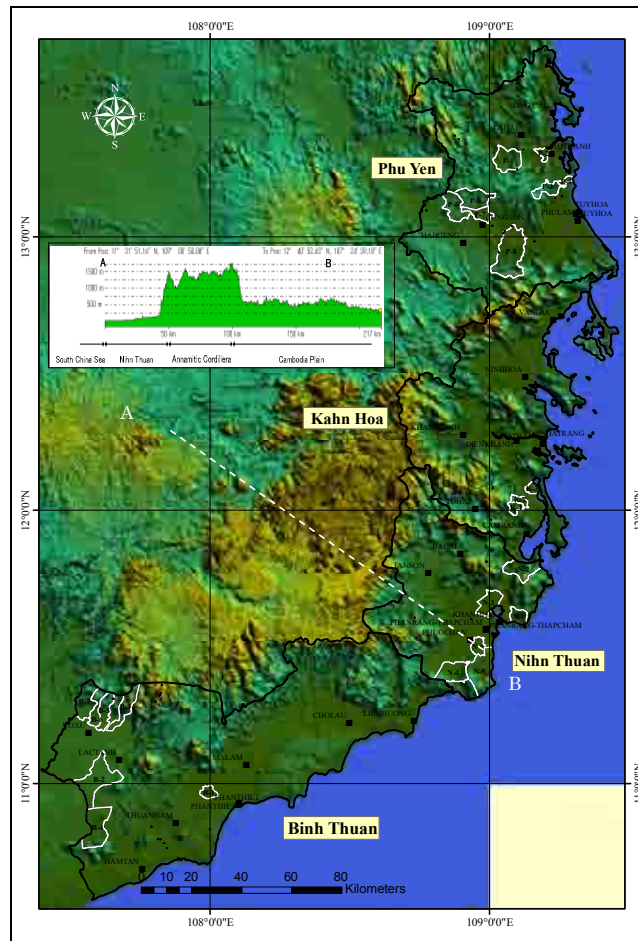


図2.1.7 調査地域の地形

2.1.4 地質

調査地域の地質と岩相区分は、それぞれ図 2.1.8 と表 2.1.1 に示す通りである。花崗岩類は調査地域、特に Khanh Hoa と Ninh Thuan 省に広く分布する。堆積岩は花崗岩を含む深成岩類の間に分布している。玄武岩類は主に Phu Yen 省に分布するものの、他の省ではその分布は小規模で局所的である。第四紀層堆積物は、Da Rang 川、Cai 川の河口付近に広く分布する。ほとんど全てのリニアメントは、二畳紀、三畳紀と白亜紀の深成岩類に発達している。

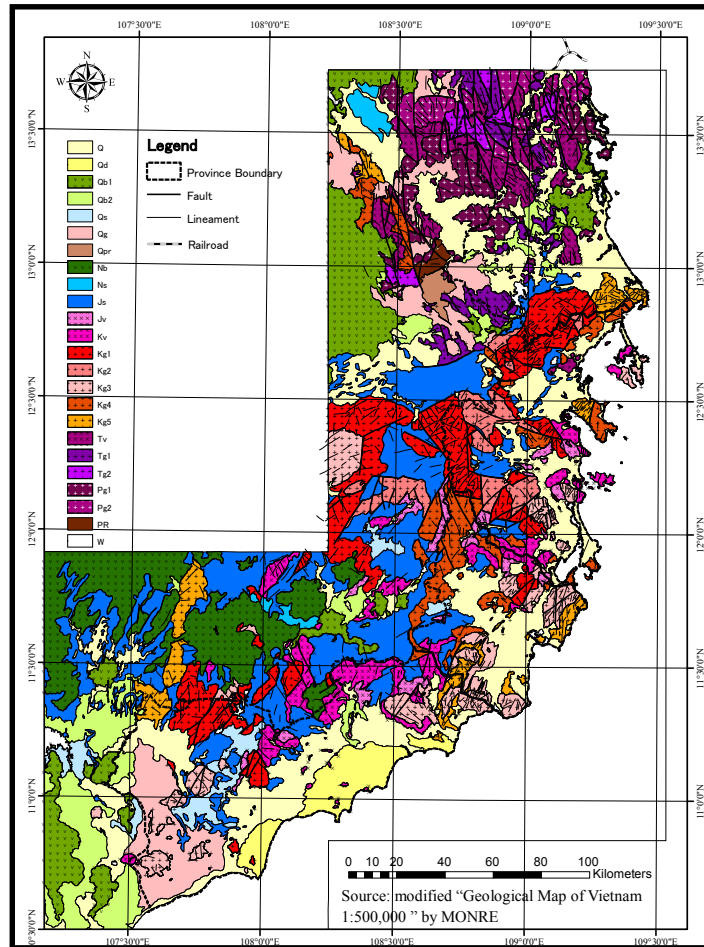


図2.1.8 調査地域の地質

表2.1.1 調査地域の岩相区分

Legend	Geological Time	Formation Name	Lithology
Q	Quaternary		Sand, gravel, silt, clay
Qd			Basalt
Qb1			
Qb2			
Qs			
Qg			Sand, gravel, silt, clay
Qpr			
Nb	Pliocene - Pleistocene Basalts		Tholeiitic basalt, plagiobasalt, basalt-dolerite, alkaline basalt
Ns	Paleogene	Kontum, Songba & Dilinh F.	Volcano sediments (siltstone, diatomite, bentonite, lignite, basaltic layer)
Js	E. - M. Jurassic	Bandon F.	Marine sediments (calcareous sandstone, siltstone, marl, siltstone)
Jv	L. Jurassic - Cretaceous	Baoloc F.	Volcano sediments (conglomerate, sandstone), andesite, dacite, tuff
Kv	L. Cretaceous	Donduong F.	Rhyolite, dacite, tuff, continental sediments
Kg1	L. Jurassic - E. Cretaceous	Ankroet - Dinhquan Complex	Quartz diorite, granodiorite, granite
Kg2			
Kg3			
Kg4			
Kg5			
Tv	E. - M. Triassic	Manggiang F.	Conglomerate, Sandstone, Siltstone, rhyolitic or dacite, tuff
Tg1	E. - M. Triassic	Vancahn Complex	Granite, granophyre
Tg2			
Pg1	L. Permian - E. Triassic	Bengiang - Queson Complex	Gabbro, diorite, granodiorite, granite
Pg2			
PR	E. Proterozoic	Dakmi F.	Gneiss, crystalline schist, marble, migmatite

*E:early, M:mid, L:late, F: formation,