

2.2 社会経済状況

本調査対象地域における住民の水と衛生に関する社会経済状況を把握するために社会経済調査を実施した。サンプル数は、対象地域内全戸数の約 10%、3,875 戸をランダムに抽出した。

表 2.2.1 に社会経済調査で得た結果を示す。

表2.2.1 社会経済調査結果

項目	項目	Phu Yen	Khanh Hoa	Ninh Thuan	Binh Thuan	合計又は平均
人口	Person	49,402	18,174	53,025	59,257	179,858 (合計)
人口増加率	%/year	1.2	1.7	2.4	1.4	1.6 (平均)
少数民族の割合	%	12.0	0.0	23.0	3.0	10.0 (平均)
貧困率	%	21.3	14.3	26.0	13.7	17.8 (平均)
月当りの支出 ^{*1}	000VND	1,996	2,437	2,159	3,439	2,754 (平均)
水系感染症	-	1. 下痢: 18% 2. マラリア: 13% 3. 皮膚病: 13%	1. 皮膚病: 11% 2. 下痢: 6% 3. 住血吸虫: 6%	1. 下痢: 20% 2. トラコーマ: 18% 3. マラリア: 12%	1. 下痢: 19% 2. 皮膚病: 17% 3. 住血吸虫: 16%	1. 下痢: 12% 2. 皮膚病: 10% 3. トラコーマ: 9% (平均)
住民の給水希望割合 ^{*2}	%	36.3	54.2	65.3	44.4	48.5 (平均)

*1: 1戸・月当りの支出

*2: 現在利用できる水量より多くの水量を望む住民の割合

上記表に関し、調査概要は以下の通りである。

- 調査対象地域全体の人口は約 180,000 人、過去の平均人口増加率は 1.6%である。
- 少数民族の全人口に占める平均割合は 10%である。民族別には大多数を占めるキン族、少数民族としてチャム族、ラクレイ族、ホロイ族、エデ族及びバナ族などである。
- 貧困率は平均 17.8%であり、調査対象地域において優先度の高い課題の一つとして貧困削減が挙げられている。
- 1戸当月平均支出額は VND2,754,000 である。また、主な収入源は米、サトウキビ、キャッサバ及び野菜を生産する農業や漁業からの収入である。小売業を営む兼業農家もある。
- 水系感染症である下痢や皮膚病などが頻発し、多くの住民が問題としている。
- 給水施設の重要性は多くのコミュニティで認識されている。
- 水売り業者による水販売価格は 20,000 VND~30,000 VND/m³ であり、場所や季節により価格が変動する。

2.3 給水状況

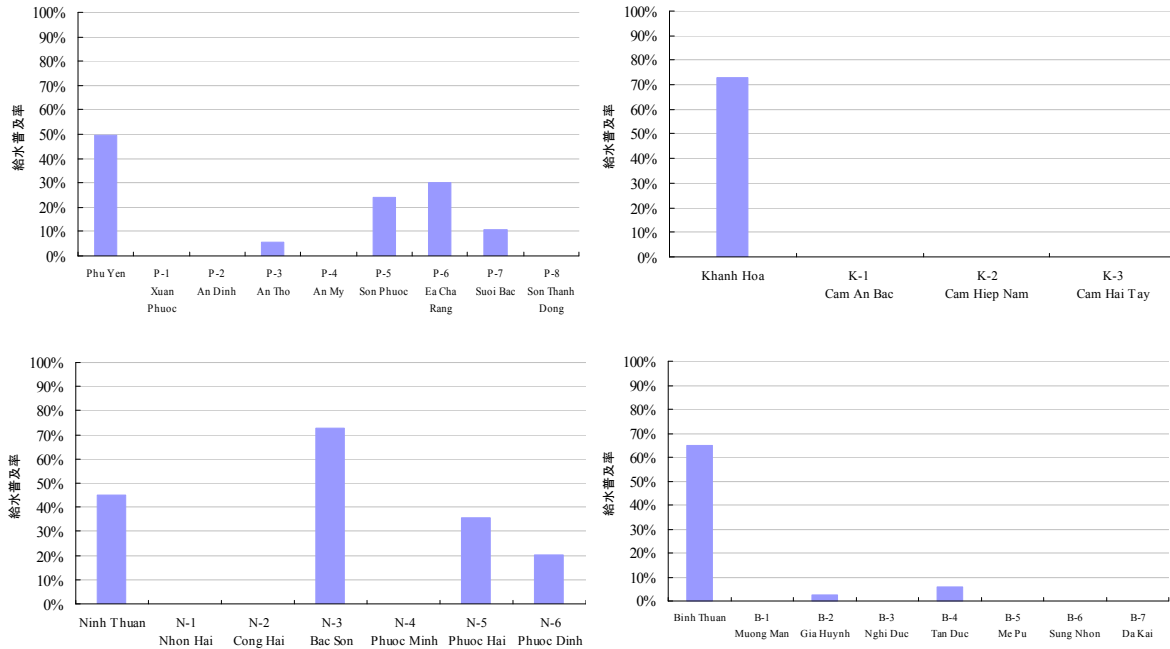
2.3.1 村落給水の状況

村落地域において安全な水へアクセスできる人口は、2006 年時点で全国平均 66%(N-CERWASS)であり、地方水と衛生改善国家戦略 (NRWSSS) が策定された 1999 年より 20%増加している。現在の伸びが維持されれば、2010 年及び 2020 年の目標値は達成されると予想されている。しかし、貧困状態のコミュニティや少数民族のコミュニティは地下水開発が困難なことから、給水計画が実施されてこなかった。

ベトナム国の村落地域における給水普及率は約 30%である。ベトナム国政府は水源水質が良好な地域から、給水計画・施設整備を優先的に実施している。現在の既存給水施設の問題

点は、適切な維持管理が実施されていない点にあり、施設の老朽化や給水水質が飲料水基準を満足しない等問題が生じている。

2006年の各対象コミュニティの給水普及率を図2.3.1に示す。図から対象コミュニティの多くは給水普及率が省の平均値を下回っている。



注意： K-1 コミュニティは給水開始に向けた承認手続き中である。N-4 コミュニティは、現在の給水普及率は0%であるが、現在、給水施設を建設中である。

出典：CPC データ

図2.3.1 対象コミュニティにおける給水普及率（2006年）

2.3.2 水利用状況

(1) 水源

住民の水利用は場所により異なる。表2.3.1に乾期・雨期における主要な使用水源の状況を示す。主要使用水源は、給水施設、手掘井戸、機械掘削井戸、湧水、河川/農業水路、雨水及び水売り業者からの購入である。調査対象者数全体の約70%以上が手掘井戸を使用している。

表2.3.1 乾期・雨期の主要使用水源

Province	No. of Samples	Season	Piped water	Dug well	Tube well	Spring	River/ Stream	Rain water	Purchase water	Other	TOTAL
Phu Yen	1,153	Rainy	3.1%	67.3%	23.0%	2.1%	0.2%	0.8%	0.0%	3.6%	100.0%
		Dry	3.1%	65.0%	24.0%	3.4%	0.3%	0.0%	0.1%	4.1%	100.0%
Khanh Hoa	480	Rainy	0.0%	81.9%	0.6%	0.0%	0.0%	4.0%	12.1%	1.5%	100.0%
		Dry	0.0%	71.0%	0.8%	0.2%	0.0%	0.2%	25.2%	2.5%	100.0%
Ninh Thuan	996	Rainy	6.5%	52.9%	1.3%	4.2%	0.0%	11.1%	17.0%	6.9%	100.0%
		Dry	7.2%	51.5%	1.3%	5.6%	0.0%	0.2%	26.2%	7.9%	100.0%
Binh Thuan	1,246	Rainy	0.2%	79.1%	7.4%	0.0%	0.4%	8.9%	0.5%	3.5%	100.0%
		Dry	0.2%	83.9%	7.6%	0.5%	0.7%	0.6%	1.4%	5.1%	100.0%
Total	3,875	Rainy	2.7%	69.2%	9.6%	1.7%	0.2%	6.5%	6.0%	4.2%	100.0%
		Dry	2.8%	68.4%	10.0%	2.6%	0.3%	0.3%	10.3%	5.2%	100.0%

出典：社会経済調査結果

使用される水源について大きな季節変化は見られない。これは、乾期には使用水源の水量が不足するも代替水源がなく、住民は同じ水源を使用せざるを得ないことから、一時的に使用水量を少なくしているためである。一般的に、既存の使用水源水量は不安定である。

乾期に水源が枯渇するなどの地域は、住民が水を購入している。水売り業者が販売する水は高額であり、家計への負担も大きい。購入している戸数は調査対象者数全体の約 10%である。アンケート調査結果によると、水売り業は副業としている場合が多く、一般的なビジネスとして普及していないため、住民がいつでも購入できる状況にない。また、価格が高いことから、住民は使用水量を減らし水への支出を最低限に抑えている。

かかる状況から、未給水地域の住民は、廉価で安全な水を安定的に得ることを望んでいる。

(2) 水需要

調査対象地域における住民の水使用原単位水量を表 2.3.2 に示す。表に示す通り平均水使用原単位水量は 120 l/人/日である。水使用目的が飲用、炊事及び水浴、洗濯、家畜用、散水と用途が多い。しかし、飲用、炊事及び水浴のみの場合は、使用水量が一般的に約 20~30l/人/日となる。

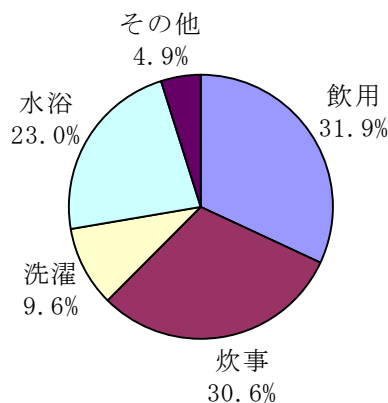
表2.3.2 対象地域における水使用原単位水量

省	平均水使用原単位水量 (l/人/日)
Phu Yen	82.3
Khanh Hoa	122.0
Ninh Thuan	78.1
Binh Thuan	187.6
平均	120.0

出典：社会経済調査結果

給水施設整備による増加水量の使用用途（社会経済調査結果より）

水道施設が整備又は改善された場合、住民の使用水量が増加する。増加水量の使用用途として優先度が高いのは飲用、続いて炊事、水浴の順となっている。



出典：社会経済調査結果

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）

各コミューンの水利用パターン

村落地域におけるレストラン等の利用水は営業用水に分類される。各コミューンの営業用水の割合は一般的に少なく、生活用水を100%とした場合、平均で約12%である。

2.3.3 水質

表 2.3.3 に調査対象地域における水質問題を示す。

表2.3.3 調査対象地域における水質問題

省	コード	コミューン	水質問題*1						
			濁度及び色*1	フッ素	塩分	カルシウム	高 pH	金属味	臭気
Phu Yen	P-1	Xuan Phuoc	X	X		X		X	
	P-2	An Dinh	X	X				X	
	P-3	An Tho	X	X	X		X	X	
	P-4	An My	X	X	X				
	P-5	Son Phuoc	X						X
	P-6	Ea Cha Rang	X	X		X	X		
	P-7	Suoi Bac	X			X			
	P-8	Son Thanh Dong	X						
Khanh Hoa	K-1	Cam An Bac	X	X	X				
	K-2	Cam Hiep Nam	X	X					
	K-3	Cam Hai Tay	X	X	X				
Ninh Thuan	N-1	Nhon Hai	X		X				
	N-2	Cong Hai	X	X	X			X	
	N-3	Bac Son	X		X				
	N-4	Phuoc Minh	X		X				
	N-5	Phuoc Hai	X		X			X	
	N-6	Phuoc Dinh	X		X				
Binh Thuan	B-1	Muong Man	X	X	X	X		X	
	B-2	Gia Huynh	X	X				X	
	B-3	Nghi Duc	X	X					
	B-4	Tan Duc	X	X		X		X	
	B-5	Me Pu	X	X				X	
	B-6	Sung Nhon	X	X				X	
	B-7	Da Kai	X	X				X	

*1: 濁度は雨期において高い値をとる。

上表より、水質に関する問題点は以下の通りである。

- 全コミューンにおける手堀井戸の雨期の高濁度水
- 手堀井戸の塩水化。(これにより住民は水購入を強いられている。)
- フッ素症の原因として懸念されている手堀井戸からのフッ素の検出
- 腎臓結石の原因として懸念されているカルシウム

2.3.4 既存飲料水源における問題点

社会経済調査及び既存水源調査の結果を基に既存飲料水源の問題点が確認された。各コミューンの主な問題点を表 2.3.4 に示す。詳細はメイン及びサポーティングレポートに示す。

表2.3.4 既存飲料水源における主な問題点

省	コード [*]	コミューン	水量 ^{*1}	水質 ^{*2}	水汲み ^{*3}
Phu Yen	P-1	Xuan Phuoc	X	X	
	P-2	An Dinh		X	
	P-3	An Tho	X	X	
	P-4	An My		X	X
	P-5	Son Phuoc	X	X	
	P-6	Ea Cha Rang	X	X	X
	P-7	Suoi Bac	X	X	
	P-8	Son Thanh Dong		X	
Khanh Hoa	K-1	Cam An Bac	X	X	
	K-2	Cam Hiep Nam	X	X	X
	K-3	Cam Hai Tay	X	X	
Ninh Thuan	N-1	Nhon Hai	X	X	
	N-2	Cong Hai	X	X	
	N-3	Bac Son	X	X	
	N-4	Phuoc Minh	X	X	X
	N-5	Phuoc Hai	X	X	
	N-6	Phuoc Dinh	X	X	
Binh Thuan	B-1	Muong Man	X	X	
	B-2	Gia Huynh	X	X	
	B-3	Nghi Duc	X	X	
	B-4	Tan Duc	X	X	
	B-5	Me Pu		X	
	B-6	Sung Nhon		X	
	B-7	Da Kai	X	X	

*1：50%以上の回答者が現在の使用水量より多く（“もう少し”を含める）の水量を希望する。また 30%以上の回答者が飲用の追加水量を希望する。

*2：50%以上の回答者が現在の水質に満足していない。又は/さらに既存水源調査により水質問題が指摘されている。

*3：30%以上の回答者が水汲みに10~30分以上時間を費やす。

2.3.5 既存給水施設

24 コミューンの内、11 コミューンにおいて既存給水施設（給水許可申請中及び計画中を含む）が確認された。これらの既存給水施設全体の給水普及率は29%である。表2.3.5に既存給水施設の概要を示す。

表2.3.5 既存給水施設の概要

省	コミューン	コード [*]	事業主体	給水人口 (人)	コミューン人口 (人)	給水普及率
Phu Yen	An Tho	P-3	私有	184	3,312	6%
	Son Phuoc	P-5	CPC	777	3,313	23%
	Ea Cha Rang	P-6	CPC	772	2,616	30%
	Suoi Bac	P-7	都市水道	600	5,678	11%
Khanh Hoa	Com An Bac	K-1	CPC（給水許可申請中）	1,305	6,440	20%
Ninh Thuan	Bac Son	N-3	DPC/CPC	4,226	5,922	71%
	Phuoc Minh	N-4	都市水道（計画中）	3,509	3,509	100%
	Phuoc Hai	N-5	CPC	4,581	13,126	35%
	Phuoc Dinh	N-6	CPC	1,717	8,912	19%
Binh Thuan	Gia Huynh	B-2	私有	117	5,305	2%
	Tan Duc	B-4	都市水道	314	5,052	6%
全体				18,102	63,185	29%

出典：水道施設に関する現地調査結果

私有の施設（専用水道）は、2つのコミューン（P-3、B-2）においてみられるが、給水人口200人以下、給水普及率6%以下の小規模な施設であり、老朽化や不十分な維持管理により、給水施設の多くの箇所破損・故障が見られる。

CPC や DPC が運営している給水システムの中には、浄水施設が故障又は不完全のため、安全な水質を確保できない状況にある施設もある。特に濁度がベトナム国水質基準と比較して高い。掘り抜き井戸を水源としている給水システムでは、乾期の間4~5ヶ月間水量不足になる。配水管は概ね良好である。また、幾つかの取水施設では老朽化が進んでおり更新又は改築が必要である。Cam An Bac コミュニティ（K-1）では、一部の集落への給水施設を建設済みであり、現在、給水許可をカインホア省に申請中である。

都市水道システムは2つのコミューンに給水している。都市水道会社が給水量・水質を管理するなど事業管理を行っている。都市水道の問題点は、将来の給水増に対し、現在の配管口径が小さいことが挙げられる。Phuoc Minh コミュニティ(N-4)では、ADBによる給水計画があり、2011年に建設が完了する。既存給水システムの評価を表2.3.6に示す。

表2.3.6 既存給水システムの評価

省	コミューン	コード	使用水源	給水量 (l/人/日)	浄水プロセス	給水施設				評価
						取水	浄水	配水池	配水管	
Phu Yen	An Tho	P-3	良好	33-50	不十分	劣化	老朽化	劣化	老朽化	x
	Son Phuoc	P-5	良好	33-50	適切	良好	N/A	良好	良好	0
	Ea Cha Rang	P-6	良好	30-45	適切	良好	N/A	N/A	良好	0
	Suoi Bac	P-7	都市水道	20-30	適切	N/A	N/A	N/A	良好	0
Khanh Hoa	Com An Bac	K-1	良好	30-50 (給水許可申請中)	適切	良好	良好	良好	良好	0
Ninh Thuan	Bac Son	N-3	良好	50-60	適切	良好	N/A	N/A	良好	0
	Phuoc Minh	N-4	都市水道	(計画中)	適切	N/A	N/A	N/A	良好	0
	Phuoc Hai	N-5	良好	40-50	不十分	老朽化	N/A	劣化	不具合	x
	Phuoc Dinh	N-6	乾期に不足	40-50	不十分	不具合	良好	良好	良好	x
Binh Thuan	Gia Huynh	B-2	乾期に不足	40-50	不十分	劣化	N/A	劣化	不具合	x
	Tan Duc	B-4	都市水道	50-60	適切	N/A	N/A	N/A	良好	0

2.4 衛生

2.4.1 ベトナム村落部における衛生トイレの現状

(1) 衛生トイレ普及率

「全国生活水準調査：living standard survey」（ベトナム統計局、2004年）によると、全国の村落部の83.43%の世帯がトイレを所有しているとの結果になっている。しかしながら、同統計には水上に直接排泄するトイレなど”衛生的なトイレ（衛生トイレ）”と見做されないトイレが含まれていることから、これらを除外すると全体のおよそ半分が衛生トイレと考えられる。その結果、村落部における衛生トイレの普及率は41.8%と推定される。

一方、ベトナム保健省（MOH）が実施した「村落部環境衛生調査、2007年」では、一層深刻な現状が報告されている。同調査では、ベトナム20省の37,306世帯を対象にアンケートを行い、村落住民の水利用実態と衛生状況、および衛生意識の実態を調査している。同報告書によると、保健省が定める衛生トイレ設計基準（No.08/2005/QD-BYT）を満たすトイレを有する世帯は、調査対象の22.5%にすぎないという実態が明らかになった。さらに、トイレの設計基準に加えて、正しい維持管理がなされている世帯は、全体の18%という結果であった。同実態調査（保健省、2007年）および全国生活水準調査（統計局、2004年）とでは、普及率の数字に大きな差が見られるが、保健省の調査の方が信頼性が高く実態を反映していると考えられる。保健省の衛生トイレ設計基準が定められたのが2005年であり、統計局の調査時点では、衛生的トイレの認識が不足していたことが理由と思われる。

MOHの調査結果から、2010年までに衛生的トイレの目標普及率70%を達成することは、非常に困難であるとの見方が強まっている。同調査では、村落部住民は正しい衛生知識が周知されておらず、手洗いの習慣、衛生的トイレにかかる情報、正しい汚泥処理の知識、生水飲用についての知識等が正しく理解されていないことが明らかになった。衛生分野においては、国家目標の達成が困難な状況にあること、また衛生にかかる知識が不十分であることを踏まえ、普及目標を見直すこと、および衛生にかかる啓発活動をより強化することが今後の中心課題となっている。

また、トイレの普及が進む一方で、セプティックタンクからの排水が地下水を汚染する恐れや屎尿処理場が未整備であることから引き抜き汚泥が未処理のまま投棄されているという実態があり、環境面での法整備の必要性および屎尿処理場の整備等の対応が求められる。

(2) 村落部の衛生改善に係る政府の取り組み

衛生分野においては、国家目標の達成が困難な状況にあること、また衛生にかかる知識が不十分であることを踏まえ、普及目標を見直すこと、および衛生に掛かる啓発活動をより強化することが今後の中心課題となっている。

今後、村落部での衛生普及率の改善を推進する目的で、中央政府は関係機関の連携強化へ向けた取り組みを行っている。また、衛生に係る啓発活動の促進および優遇ローンの融資枠の拡大などが、議論され始めたところである。

2.4.2 社会経済調査結果

(1) トイレ普及率

全体では、半数よりやや上回る世帯がトイレを敷地内に所有している。しかしながら、トイレの普及率はコミューン毎に大きく異なっている。これは、過去にトイレ建設プロジェクトの経験があるか否かが大きく影響しており、同様に衛生にかかる住民の意識にも影響している。

表2.4.1 各コミューンのトイレ普及率

			普及率				普及率				普及率
Phu Yen	P-1	Xuan Phuoc	17%	Khanh Hoa	K-1	Cam An Bac	40%	Binh Thuan	B-1	Muong Man	54%
	P-2	An Dinh	31%		K-2	Cam Hiep Nam	64%		B-2	Gia Huynh	34%
	P-3	An Tho	9%		K-3	Cam Hai Tay	71%		B-3	Nghi Duc	28%
	P-4	An My	39%		小計		62%		B-4	Tan Duc	41%
	P-5	Son Phuoc	4%	Ninh Thuan	N-1	Nhon Hai	56%		B-5	Me Pu	50%
	P-6	Ea Cha Rang	5%		N-2	Cong Hai	7%		B-6	Sung Nhon	45%
	P-7	Suoi Bac	45%		N-3	Bac Son	5%		B-7	Da Kai	52%
	P-8	Son Thanh Dong	13%		N-4	Phuoc Minh	52%	小計		44%	
	小計		25%		N-5	Phuoc Hai	58%	合計 (平均)		40%	
					N-6	Phuoc Dinh	53%				
			小計		42%						

(2) 衛生施設の住民ニーズ

社会経済調査の結果、回答者の約 80% (“強く望む” と “可能であれば望む” の合計値) についてトイレ建設に係るニーズがあることが明らかになった。この割合は特にトイレ普及率が小さなコミューンでより顕著であった。ニーズの大きさは原則として普及率の低さに比例するが、一方で住民のトイレの必要性にかかる意識の高さも影響するという結果であった。

トイレの形式としては、ほとんどの回答者はセプティック・タンク式あるいはポア・フラッシュ式を志向しているという結果であった。過去の政府/国際機関による普及活動で得た教訓によると、DVCL (Double Vault Composting Latrine、2 槽式コンポスト・トイレ) は期待していたようには受け入れられていない。その理由は、取り扱いが面倒である、悪臭がする、そして残渣/排泄物を肥料として利用する動機が低いことが挙げられた。

2.4.3 衛生トイレの形式

衛生トイレの設計基準として 4 つの形式 (①DVCL (2 槽式コンポスト・トイレ)、②VIP (換気改良単槽式トイレ)、③ポア・フラッシュ式トイレ、④セプティックタンク付ポア・フラッシュ式トイレ (セプティック・タンク・トイレ)) が制定されている (08/2005/QD-BYT、保健省)。さらに、バイオガス式および洪水地域でのトイレが研究中である。これらは実証を経て、新たに基準に加えられることになる。

他方、前述の村落部環境衛生調査 (保健省、2007 年) では、約 75% の回答者は 4 つのトイレ形式について十分な知識が無いとの結果であった。

2.4.4 衛生に係る知識・態度・行動 (Knowledge, Attitude and Practice : KAP)

「村落部環境衛生調査 (保健省、2007 年)」は全国的な KAP 調査として位置付けられる。同調査では、村落住民の衛生知識・行動は、数年前に比べて幾分改善しているとはいえ、未だ限定的であるとの結果を明らかにした。また、重要な相関因子として、教育水準、性別、民族、収入、地勢条件等を分析した。そして、情報および教育へのアクセスが良い条件の人ほど高い衛生知識を身につけ、また正しい衛生行動を実践しているという明確な傾向が現れる結果となった。ただし、そうした衛生知識・行動も未だ低い水準であることに留意すべきである。

ベトナムでは病院での疾病者／死亡者のうち 18%を下痢症が占める。そして年間に約 14,000 人もの子供が下痢症で死亡していると推定されている。他方、保健省の KAP 調査では、石鹸での手洗いが下痢と寄生虫疾病を防ぐことを知っている回答者はわずか 2.3%であり、また食事とトイレの後に手洗いを行うと答えた回答者は 12%であった。

生活用水源に関連して、生水を飲むするという回答者が 11.6%に及ぶ一方で、生活用水の水質調査を行った結果、大腸菌項目で水質基準を満たす検体数は全体の 25.1%にとどまる (保健省調査、2006 年)。

2.5 制度的枠組みおよび運営

2.5.1 制度的枠組み

(1) ベトナムにおける水と衛生分野の変遷

ベトナム村落部における「水と衛生」の改善に向けた政府の取り組みは、1982 年から UNICEF の支援で開始された WATSAN プログラムにより本格化し、今日では水と衛生に係る国家ターゲットプログラム (RWSS NTP) へと展開している。水と衛生分野の活動は、二国間援助および国際援助機関による支援が大きく寄与しており、その支援形態は、技術支援、ローン、無償資金協力による施設の建設やキャパシティ・ビルディング、制度改革等と様々な活動が行われてきた。

現在、ベトナム政府は 2000 年に策定した「地方水と衛生に係る国家戦略 (NRWSSS up to year 2020)」を水と衛生分野における国の上位計画として、その実施計画である RWSS NTP を推進中である。RWSS NTP は、第 1 期 (1999 - 2005 年度) を継承・強化する形で、第 2 期に当たる RWSS NTP II (2006 年-2010 年) が 2006 年 12 月に政府承認を得て、実施に移されている。

(2) 水と衛生に係る国家戦略 (NRWSSS)

村落部の「水と衛生に係る国家戦略 (National Rural Water Supply and Sanitation Strategy : NRWSSS)」は、ベトナム政府が DANIDA の支援を受けて計画を策定し、2000 年 8 月に政府承認を受けた。NRWSSS は、2020 年までに全ての村落住民に安全で十分な給水と衛生設備を整備するという国家目標とを示している。その計画推進のためのガイダンスとして、持続的発展、需要者志向アプローチ、および水と衛生分野の社会化 (Socialization) という基本原則が示されている。NRWSSS の目標は表 2.5.1 に示す通りである。

表2.5.1 NRWSS の目標

	目 標
開発目標	- 村落住民の健康状態の改善 - 生活水準の向上 - 人・家畜の糞便による環境汚染の削減
2020年までの長期目標	- 全ての村落人口が安全な給水を60ℓ/人/日 利用し、衛生的なトイレを使用する。 - 村落部住民の衛生習慣が普遍的に良好で、コミュニオンおよび村落の環境衛生が良好な状態となる。
2010年までの短期目標	- 村落人口の85%が安全な給水を60ℓ/人/日 利用する。 - 村落世帯の70%が衛生的なトイレを使用し、良好な衛生意識を保つ。

(出典) 水と衛生に係る国家戦略 (2020年)、2000年8月策定

(3) 水と衛生に係る国家プログラム (RWSS NTP)

「ベ」国政府は、NRWSSの5ヵ年実施計画として、水と衛生に係る国家ターゲットプログラム(RWSS NTP)を展開している。2000-2005年度に実施したRWSS NTP Iのレビュー結果では、アクションプランのアプローチ及び目標は妥当であるが、その原則と実施との間で不整合な部分があると総括されている。この教訓を踏まえて、第2期にあたるRWSS NTP II (2006-2010年)が2006年12月に政府承認され実施に移されている。

現在、水と衛生に係る活動と投資は、原則としてNTP IIの枠組みを通じて行われている。NTP IIの活動をPDMに整理すると表2.5.2の通りとなる。NTP IIでの2010年までの目標は、村落人口の85%が安全な給水を受け、また70%の世帯が衛生トイレを有することになっている。目標達成にかかる事業費は22.6兆VNDと見積もられている。

NTP IIの実施面におけるNTP Iからの大きな変更点は、需要者志向アプローチ、市場原理および社会化の導入、IEC重視およびキャパシティ・ディベロップメントに重点を置いている点である。制度面における変更点としては、常任事務局および実施機関がN-CERWASSからMARDに移管された点である。これは、関係機関との連携が重要視される中で、責任機関を省レベルに上げることにより、中央省レベルでの連携を強化することが狙いとなっている。

表2.5.2 水と衛生に係るNTP IIのプロジェクト・デザイン・マトリックス

プロジェクトの要約	指標	入手手段	外部条件
<u>上位目標</u> 給水と衛生サービスの改善および環境保護に対する意識が高まることにより、村落地区住民の生活環境が改善される 劣悪な給水および衛生状況による村落住民の健康に対する悪影響が低減され、コミュニティ内の環境汚染が極小化される	給水施設および衛生施設の建設箇所数 水と衛生にかかる教育・啓発活動を受けた住民の数 水系疾病の罹患率が低減する	四半期および年次報告書 調査データ 調査データ	村落住民の生活環境が改善する 村落住民の健康状態が改善する 村落コミュニティの環境が改善する
<u>プロジェクト目標</u> 2010年までに村落人口の85%が安全な給水を受ける 2010年までに村落世帯の70%が衛生的トイレを利用する 2010年までに村落世帯の70%	安全な給水を受ける村落住民の割合 衛生的トイレを利用する村落世帯の割合 衛生的な家畜舎を所有	四半期および年次報告書、調査データ 年次報告書、調査データ 年次報告書、調査データ	水と衛生に係る維持管理活動が継続され、定期的にモニタリングされる

が衛生的な家畜舎を所有する 2010年までに全ての学校と公共施設が安全な給水と衛生的トイレを設置する	する村落世帯の割合 安全な給水と衛生的トイレを有する学校および公共施設の割合	タ 報告書要約、評価報告書	
成果 159,200 箇所の給水施設の整備 2,601,000 世帯の衛生的トイレの整備 5,000,000 箇所の家畜舎およびバイオガスシステムの整備 学校・公共施設への給水および衛生施設の整備	安全な給水を受ける村落住民の数 衛生的トイレを利用する村落世帯の数 衛生的な家畜舎を所有する村落世帯の数 安全な給水と衛生的トイレを有する学校および公共施設の数	四半期および年次報告書 四半期および年次報告書 四半期および年次報告書 四半期および年次報告書	水と衛生施設の運転管理が継続される 水と衛生施設の運転管理にかかる費用が利用者により負担される
活動 159,200 箇所の給水施設の建設および改修 2,601,000 世帯の衛生的トイレの建設 5,000,000 箇所の家畜舎およびバイオガスシステムの建設および更新 学校・公共施設への給水および衛生施設の建設	投入 プロジェクト資金： 22.6 兆 VND 1) 中央政府予算： 3.2 兆 VND 2) 地方政府予算： 2.3 兆 VND 3) ドナーによる援助： 3.4 兆 VND 4) 住民の寄付金： 8.1 兆 VND 5) 優遇ローン： 5.6 兆 VND 水と衛生改善計画を実施するためのプロジェクト実施機関		需要者志向アプローチを原則とする予算配分 プロジェクトマネジメントおよび調整 住民啓発と衛生教育 前提条件 持続可能な水源が確認される 水と衛生改善にかかる適正技術が適用される 土地、水利権、その他必要な許可が取得される

(出典) NTP II ログ・フレームを JICA 調査団が修正・加筆した。

(4) 貧困支援国家プログラム（プログラム 134、135）

ベトナム政府は、貧困住民、少数民族および辺境地域住民に対する生活環境改善と社会経済開発支援を目的とし、政令 No.134/2004/QD-TTg 及び No.135/1998/QT-TTg を制定した。政令はプログラム 134 および 135 の名称で国家予算によって農地提供や住宅および水・衛生設備を含む住宅関連設備の建設支援を行っている。これらは RWSS NTP2 の枠組み以外に、少数民族委員会（CEMA）から直接資金が支援されている。

(5) 社会政策銀行（VBSP）による水と衛生設備への低利融資

社会政策銀行（Vietnam Bank for Social Policy: VBSP）は、2002年に政令 No.131/2002/QD-TTg によりベトナム貧困者支援銀行（Vietnam Bank for the Poor）を再編し、貧困者および零細企業を支援する目的で設立された政府金融機関である。

2004年の政令「NRWSSS 実施のための信用貸付（Decision 62/2004/QD-TTg VBSP）」により、水・衛生施設の整備のための支援ローンとして、4百万 VND を上限とする、月利 0.65% の優遇金利での信用貸付を行っている。

VBSP 報告書（2007年10月）によると、①現在の融資額が利用者のニーズに対して少ない、②設計仕様や施工技術に欠陥が多い、③融資制度における MARD/N-CERWASS の関与が殆ど無く普及や技術指導が十分でない等の問題点を挙げていて、今後改善するべく提言を行っている。

(6) 関連法規

ベトナムには上下水道に係る要件や事業体の義務等を規定する上下水道法は無いが、いくつかのベトナム政府の政令により基準値や関連組織の役割等が定められている。水と衛生分野では、政令 No. 08/2005/QD-BYT および 09/2005/QD-BYT があり、それぞれ衛生トイレおよび安全な水のためのセクター基準を定めている。この他に定められている水質基準として、飲料水質基準（政令 No.1329/2002/QD-BYT および国家基準、TCVN 5505-2003）、生活排水水質基準（TCVN6772, 2000）等がある。これら基準は将来統合されるべきとの指摘もある。その他の関連法規を下表に示す。

表2.5.3 水と衛生分野の関連法規

名称	コード
水資源法	20/5/1998
環境保護法	17/12/2003
飲料水質基準（保健省）	Decision 1329/2002/QD-BYT, 18/4/2002
飲料水国家基準	TCVN5505, 2003
衛生トイレの形式に係るセクター基準（保健省）	Decision 08/2005/QD-BYT, 11/3/2005
安全な水に係るセクター基準（保健省）	Decision 09/2005/QD-BYT, 11/3/2005
表流水環境水質基準	TCVN5942, 1995
海水域環境水質基準	TCVN5943, 1995
地下水環境水質基準	TCVN5944, 1995
生活排水水質基準	TCVN6772, 2000

2.5.2 組織

(1) 行政機関

ベトナム国における水と衛生に係る中央行政機関は、村落部を担当する農業村落開発省(MARD)および都市部を担当する建設省(MOC)の2省である。また、MARD は水と衛生の実施責任を N-CERWASS（National centre for rural water supply and environmental sanitation）に委譲している（Decision 122/2003/QD-BNN）。N-CERWASS は MARD 傘下の行政機関で、全国の水と衛生改善のための事業を推進している。

水と衛生分野は、他の省も重要な役割を担っている。保健省（MOH）は水質基準および衛生トイレの基準を策定するほか、衛生改善にかかる啓蒙活動において重要な役割を担っている。教育訓練省(MOET)は、学校カリキュラムでの衛生教育の実施および学校の給水・衛生設備を整備する役割がある。また、天然資源・環境省（MONRE）は、地下水開発を含む水資源管理を管轄し、また排水処理および廃棄物管理を担当している。

ベトナムでは地方分権が進められており、中央政府が国の指針を定め、地方政府が指針に則り行政を行っている。地方政府では、省レベル、県レベル、コミューンレベルおよび村落レベルがあり、計画、投資、建設および維持管理にいたる各段階でそれぞれ重要な役割を担っている。省レベルの行政は PPC（省人民委員会）が執行しており、中央政府とほぼ同一の組織構造を有している。原則として、省レベルの水と衛生に係る整備事業は農業村落開発局（DARD）の傘下の P-CERWASS が担っている。DPC（県人民委員会）および CPC（コミューン人民委員会）はそれぞれ県レベルおよびコミューンレベルの行政機関であり、所轄範囲

内の全ての公共活動を管理・調整している。省によっては、公共水道施設の維持管理を DPC や CPC が行っている場合がある。

(2) 実施機関 (P-CERWASS)

P-CERWASS は各省の DARD 傘下の機関であり、各省において水と衛生の普及促進および維持管理を行う。P-CERWASS の年次活動予算は、P-CERWASS が作成する予算案が DARD を通して PPC に提出され、PPC の承認を受ける。P-CERWASS の局長は PPC により任命される。局長人事は DARD から派遣されることも少なくないが、一方で N-CERWASS と P-CERWASS との人事交流はほとんど行われていない。N-CERWASS は全国の P-CERWASS に対して技術指導や研修を実施している。国際ドナー機関の支援プロジェクトでは、N-CERWASS はプロジェクトの調整機関となり、ドナー側とベトナム側機関との調整を行う。調査対象地域の P-CERWASS の組織概要は Supporting Report に添付した。

2.5.3 他ドナーによる支援動向

(1) 水と衛生にかかるドナー・パートナーシップ

援助効果の向上を目的として 2005 年に採択された「ハノイ援助効果宣言」を受け、2006 年 5 月に MARD と主要ドナー（世銀、ADB、UNICEF、オーストラリア、デンマーク、オランダ等）との間で、水と衛生に係るパートナーシップ合意文書が署名された。

パートナーシップは NRWSS を上位計画に据え、援助の枠組みを定めている。また、パートナーシップは情報共有および援助協調の仕組みを構築することにより、援助効率を高めるほか、水と衛生セクターに対する支援の調和を図ることを目的としている。

(2) 水と衛生に係る三国協同支援

NTP II の実施には、AusAID（オーストラリア）、DANIDA（デンマーク）およびオランダによる財政支援（Target Program Budget Support: TPBS）が行われており、3 国の協力資金はベトナム政府に直接財政支援として受け渡され、同国の予算執行の枠組みに従って NTP II の予算として配分されている。

2007 年 11 月時点では、NTP II 事務局が MARD および対象 9 省の DARD（または P-CERWASS）に設立されたところである。現在は、外国人専門家が技術支援の TOR 作成業務を進めている。

(3) ユニセフ (UNICEF)

UNICEF による「ベ」国における水と衛生にかかる支援は、1982 年から WATSAN プログラムとして始まりハンドポンプ付井戸、雨水貯留槽等を中心に約 17 万箇所（1982 年～1996 年）もの給水設備の建設／供与を行い、村落部の給水普及率向上に大きく貢献した。1992 年～1997 年までの村落給水にかかる総投資額が約 54 百万 US\$のうち、WATSAN プログラムは約 80% を占め、給水施設の普及において中核的なプログラムとなっていた。

2001 年から WES (Water, Environment and Sanitation) プログラムが始まり、水と衛生の改善

および環境保全を目的とする活動を行っている。現在は、2006－2010年度のプログラムとして、「村落給水と環境改善プロジェクト」および「環境衛生プロジェクト」の2つのプロジェクトが実施されている。プロジェクト予算は約 US\$ 10 百万であり、予算の多くはトレーニング、広報活動、キャパシティ・ディベロップメント費用に充てられることとなっている。また、WES プログラムは子供と貧困／少数民族を重視することを基本方針としている。

(4) 世銀 (World Bank)

世銀は、「紅河デルタ村落部、水と衛生プロジェクト」を実施中 (2005－2009年) であり、対象とする 12 省の村落部での給水と保健衛生の改善を目的として、給水・衛生設備の整備、衛生改善にかかる啓蒙、地方政府機関の給水・衛生整備関連組織の管理体制強化のためのキャパシティ・ディベロップメント、およびプロジェクト・マネジメント支援を行っている。

(5) アジア開発銀行 (ADB)

ADB による水と衛生分野の支援は村落部のインフラ・プロジェクトの一部として間接的な支援を行っている。また、ADB は将来の水と衛生分野において NTP II の原則への支持を明言している。

2.5.4 意思決定および料金徴収システム

(1) 意思決定システム

原則として、水と衛生プロジェクトは CPC により起草され、DPC を通じて DPI へと要請される。DPI は P-CERWASS と協議の上、プロジェクトを審査し、PPC へと申請・報告を行う。計画段階における、P-CERWASS の主な役割は、評価基準 (水需要量、水の困窮度、人口密度および貧困削減) に基づいて実施対象コミュニティの優先付けを行うことである。

プロジェクトの各段階において、最終判断は PPC が行う。多くの場合、水と衛生プロジェクトの実施費用は国家および省の予算が充てられ、プロジェクト責任機関は PPC となる。ただし、CPC が土地やプロジェクト費用の一部を負担する場合もある。P-CERWASS は PPC の指示により施設の設計と建設を担当する。この際、P-CERWASS はプロジェクトの実施機関として、設計・施工の国有/民間企業を調達・管理する。

水道施設の維持管理主体として、P-CERWASS、DPC、CPC、村落、住民グループ、民間企業等のいずれかになるが、それを決定するのは PPC である。

(2) 水道料金

水道料金は水道事業体が提案し、PPC が承認して適用される。P-CERWASS が水道施設を管理する省では、ほとんどの場合、全省で同一の料金制度が採用されている。現行の水道料金は維持管理費を賄う水準で設定されており、資本費 (減価償却費等) を含んでいない。また、貧困世帯のための救済措置も考慮されている。

(3) 水道メータおよび料金徴収

各戸接続を行う水道施設の場合、各世帯に水道メータが設置される。現在は、検針員が検針と料金徴収を行っており、請求書配達および料金徴収も行う。

2.5.5 財政

(1) 中央政府予算

ベトナムにおける村落水道の予算は原則として財務省を通じて MARD より各省の PPC へ配分される。さらに DPC および CPC へと配分されていく。N-CERWASS および P-CERWASS は予算案を作成・要求するが、水道プロジェクトに関連する資金フローには直接関与しない。

また、PPC や DPC が、ドナー機関や中央政府の支援を受けて直接プロジェクトを実施する場合があります。N-CERWASS や P-CERWASS は村落水道プロジェクトを全て把握し切れていない。

(2) 4 省における水道プロジェクトへの投資

概して、P-CERWASS の予算は中央政府および省政府から受け取っている。ただし、Khanh Hoa 省では、2005 年度に UNICEF や他国際機関から 445 百万 VND を受け取っている。

(3) P-CERWASS 予算

水道プロジェクトへの投資と同様に、各 P-CERWASS はそれぞれ異なる財政構造を有する。例えば、Khanh Hoa 省および Phu Yen 省の P-CERWASS では、予算の多くは労務費で占められており、主な資金源は中央政府、省政府およびドナー機関からである。他方、Binh Thuan 省および Ninh Thuan 省の P-CERWASS は独立採算制で運営されている。これは、両 P-CERWASS は水道施設の維持管理を行っており、維持管理費を賄うだけの水道料金収入を得ているためである。

2.6 環境社会配慮に関する法制度

ベトナム国における環境社会配慮に関する法制度、土地制度、給水の水質基準に関する要点を以下に示す。

環境社会配慮

ベトナム国の事業実施における環境社会配慮は、事業規模や内容によって戦略的環境影響評価、環境影響評価及び環境保護公約のいずれかが求められる。本調査における優先事業は、その規模、内容から戦略的環境影響評価、環境影響評価の実施は必要とされず、事業実施前に地区人民委員会（DPC）に対して環境保護公約の提出が求められる。

土地制度

土地制度 (No. 13/2003/QH11 および法令 No. 197/2004/NDCP) に関する法規から、ベトナム政府の土地制度に係る特徴を以下に示す。

- 土地は国民の所有権下にあり、国家は所有者の代表である。また、国家は土地の一律管理を行う。
- 国家は安全保障、国益、公共利益、または経済開発の為、必要となる土地の使用権を使用者から国家に戻すことが可能である。
- 土地使用権の回収を国家から受ける者は、同じ使用目的の土地が補償される。補償のための適切な土地がない場合、収用時に土地使用権と等価の補償を受ける。

飲用および生活用水水質基準

ベトナム国では、給水事業に係る 2 つの主要な水質基準がある。一つは飲料水に係る衛生基準(保健省大臣公布 1329/2002/BYT/QD、2002年4月18日)、もう一つは生活用水水質基準(建設省公布 TCVN 5502-2003)である。

2.7 地下水源

2.7.1 対象コミュニティの水理地質学的状況

(1) 現地踏査結果

水理地質現地踏査の結果は以下のように要約出来る。

- 4 コミュニティ (P-2: An Dinh、N-2: Cong Hai、N-3: Bac Son、B-4: Tan Duc)には、河川が流れているがその水は灌漑用に使われており、化学肥料汚染のおそれがあるため飲用には使われていない。
- 1 コミュニティ(B-3: Nghi Duc) 内には、湧水があるが湧出量が少なく需要を満たせない。
- 5 コミュニティ(P-1: Xuan Phuoc、P-7: Suoi Bac、P-8: Son Thanh Dong、N-4: Phuoc Minh、B-6: Sung Nhon)には灌漑用の貯水池がある。
- 対象コミュニティの多くの表流水は乾季に干上がってしまう。

対象 24 コミュニティの乾季における主な飲料水水源は、手掘り井戸である。8 コミュニティ (P-2: An Dinh、P-8: Son Thanh Dong、K-1: Cam An Bac、N-1: Nhon Hai、N-3: Bac Son、N-4: Phuoc Minh、B-1: Muong Man、B-4: Tan Duc)では乾季に水を買っている。2 コミュニティ(K-2: Cam Hiep Nam、K-3: Cam Hai Tay)では、雨季には飲料水に雨水を使っている。

(2) 既存井戸インベントリ調査

対象 24 コミュニティの各代表者に既存井戸について、最も水質の良好なもの、最も量に恵まれたもの、最も深いもの等代表的な井戸を聞くインタビュー調査を含む、既存井戸インベントリ調査が行われた。その調査の主な結果は以下の通りである。

- 対象コミュニティの多くの世帯では庭先に手掘り井戸を持っている。乾季にはそれらの多くが枯れる。水の乏しい季節には住民は水が出ている手掘り井戸の地下水を融通し合っている。

- 対象コミューンにおける水質の問題は、塩水化とフッ素の混入である。特に Ninh Thuan 省の全対象コミューンでは塩水化の問題がある。
- Phu Yen 省と Khanh Hoa 省にフッ素混入の問題が集中する。
- An Tho と Ea Cha Rang では pH が高い。地下水の pH が高いのは岩石からのフッ素溶出が一つの原因として考えられる。

(3) 物理探査

垂直電気探査(VES)、水平電気探査(HEP)による物理探査は以下の項目を目的として実施された。

- 地下水探査のために対象コミューンの地質、水理地質学的特性を把握する。
- 各コミューン内における試掘井戸の最適地 1 ヶ所を決める。

VES 地点は地形・地質条件、掘削リグ移動のためのアクセス・通行可能性、CPC の参考情報などに基づいて各コミューンに 4～6 ヶ所程度選ばれた。

(4) 試掘調査

試掘調査は、掘削、孔内検層、井戸建設、揚水試験そして水質分析から構成される。この調査は、水理地質学的情報を得ること、地下水の水位と水質をモニターすること、そして地下水ポテンシャル評価の検討のために実施された。試掘位置は 5 項目の指標、すなわちリニアメント、集水域、帯水層厚、電気比抵抗（透水性）そして水質（塩水進入）の評価によって決定された。試掘調査は図 2.7.1 に示す 24 コミューンで実施された。その結果は表 2.7.1 の様に要約され、詳細はサポーティングレポート並びにデータブックに記載されている。

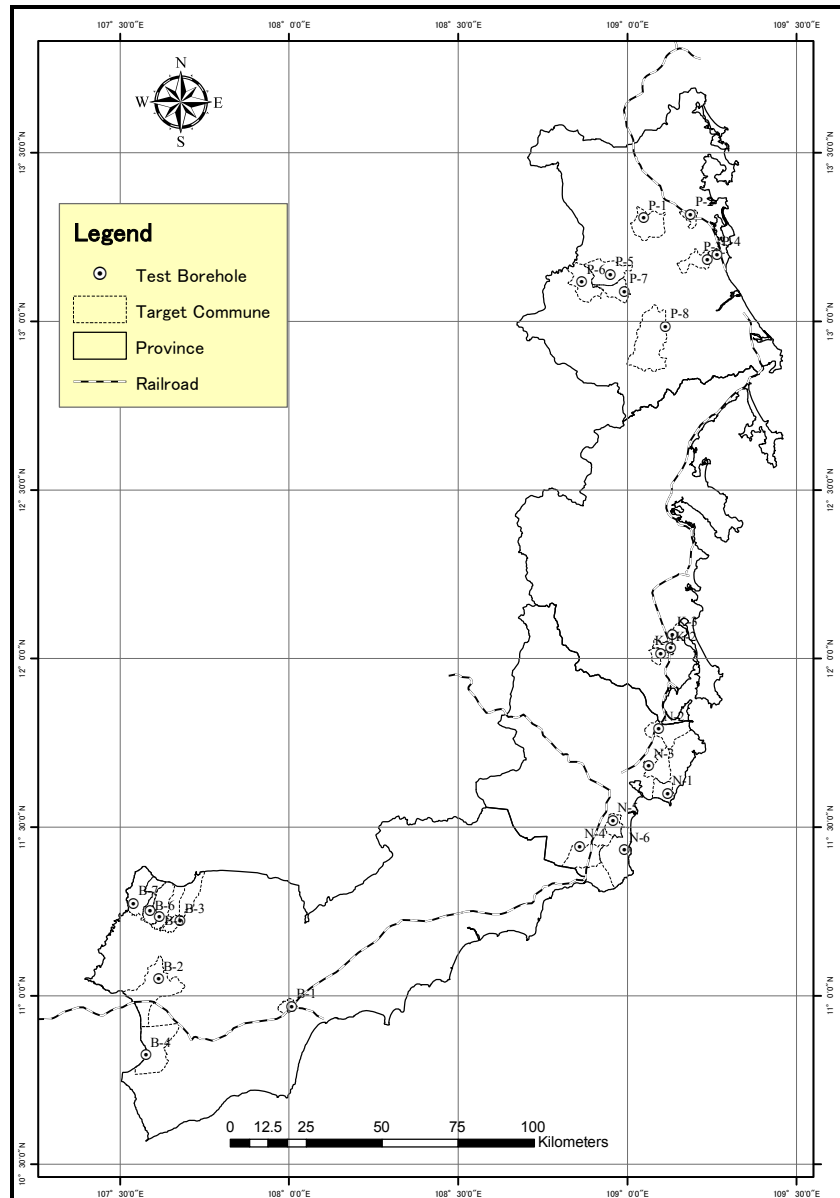


図2.7.1 試掘井戸の位置

2.7.2 地下水位変動

試掘井戸の地下水位は、24 コミューンにおける村落給水のための地下水開発ポテンシャルを評価するためにモニタリングされた。

モニタリングは、2008年3月～同9月までの半年以上にわたり、雨季は毎日、乾季は5日毎に実施された。各試掘井戸の地下水位変動は図 2.7.2 と図 2.7.3 に示すとおりであり、その特徴は省毎に以下に記す。

表2.7.1 試掘井戸調査結果の要約

Province	Test well No.	Commune	Thickness of Alluvium (m)	Type* of Bedrock	Aquifer Type	Pumping Test Results				**Water Quality								
						Static Water Level (GL m)	Draw-down (m)	Safe Yield		F	Cl	Fe	Mn	KMnO ₄	CaCO ₃	TDS	Zn	
								(l/min)	(m ³ /day)									
Phu Yen	P-1	Xuan Phuoc	10.0	Gr	Fracture	-2.00	-22.63	4.0	6									
	P-2	An Dinh	3.5	Gr	Alluvium, Fracture	-3.00	-9.30	200.0	288	M	X							X
	P-3	An Tho	-	Ba, SR	Fracture	-43.50	-6.08	80.0	115					X				
	P-4	An My	8.0	Ba, SR	Fracture	0.80	-14.06	480.0	691									
	P-5	Son Phuoc	1.0	Ba, Gr	Fracture	-6.00	-17.00	4.0	6	X								
	P-6	Ea Cha Rang	4.0	Gr	Fracture	-6.00	-33.81	15.0	22				M					
	P-7	Suoi Bac	2.5	Gr	Fracture	-7.00	-30.10	5.0	7	X								
	P-8	Son Thanh Dong	-	Ba, An	Joint, Fracture	-12.70	-0.91	300.0	432									
Khanh Hoa	K-1	Cam An Bac	11.0	Gr	Weathering, Fracture	-1.60	-9.76	250.0	360			M	M					
	K-2	Cam Hiep Nam	15.0	Gr	Weathering, Fracture	-6.70	-25.17	40.0	58			X						X
	K-3	Cam Hai Tay	10.0	Gr	Intrusive, Fracture	0.60	-15.00	200.0	288									
Ninh Thuan	N-1	Nhon Hai	5.0	Gr	Fracture	-7.00	-29.62	90.0	130		X		M		X	X		
	N-2	Cong Hai	8.7	An	Fracture	-3.50	-11.37	35.0	50									
	N-3	Bac Son	5.0	Gr	Weathering, Fracture	-2.50	-14.10	90.0	130		X	X	X		X	X		
	N-4	Phuoc Minh	2.0	Gr	Fracture	-4.00	-36.00	1.0	1	M	X			M			X	
	N-5	Phuoc Hai	8.0	Gr	Weathering	-1.30	-13.65	60.0	86		X		X	X	X	X		
	N-6	Phuoc Dinh	15.0	Gr	Weathering	-6.80	-13.67	35.0	50	X				X				
Binh Thuan	B-1	Muong Man	10.0	SR	Fracture	-5.30	-7.47	25.0	36									
	B-2	Gia Huynh	5.7	Gr	Fracture	-1.64	-26.41	30.0	43									
	B-3	Nghi Duc	8.0	Gr	Fracture	-1.10	-10.03	3.0	4									
	B-4	Tan Duc	10.0	Gr	Weathering, Fracture	-2.50	-5.87	12.0	17						X			
	B-5	Me Pu	8.0	Gr	Weathering	-1.90	-21.30	45.0	65									
	B-6	Sung Nhon	8.0	Gr	Fracture	-0.80	-19.00	45.0	65									
	B-7	Da Kai	3.0	Ba, Gr	Alteration, Fracture	-5.60	-52.90	4.8	7									

* Gr: Granite, Ba: Basalt, SR: Sedimentary Rock, An: Andesite

** X:Dissatisfy Drinking Water Standards, M: Marginal of Drinking Water Standards

- Phu Yen省

乾季における水位変動はP-3を除くと小さいが9月の雨季の始まりとともに水位の上昇が見られる。P-3は、水位が深く、かつ他とは違ってその変動が大きい。P-3の乾季における水位の上昇の原因は本調査では明らかにされなかった。一方、P-8はほとんど水位変化が認められないので他と違う水理地質学的条件下にあると考えられる。

表2.7.2 想定季節区分

Target Province	Rainy Season	Dry Season
Phu Yen	September to December (4 month)	January to August (8 month)
Khanh Hoa	September to December (4 month)	January to August (8 month)
Ninh Thuan	September to December (4 month)	January to August (8 month)
Binh Thuan	May to October (6 month)	November to April (6 month)

- Khanh Hoa 省

K-1 と K-3 は裂か型の帯水層で、モニタリング期間のそれらの水位は安定している。それとは対照的に K-2 は、風化した花崗岩を帯水層とし、大きな季節変動を示す上にその安全揚水量はK-1、K-3 の5分の1にすぎない。

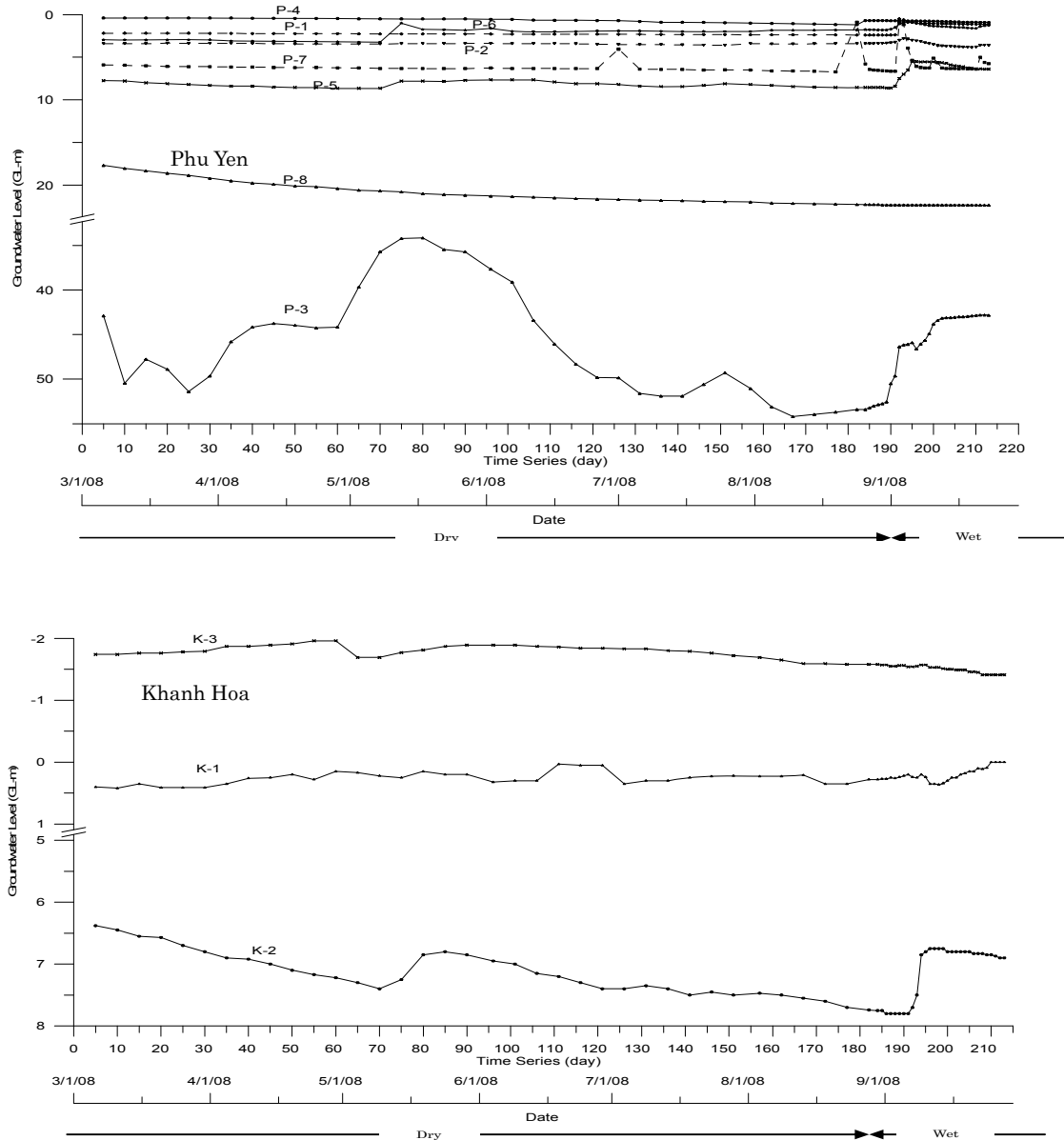


図2.7.2 試掘井戸の地下水位変動(1)

- Ninh Thuan 省

全般にNinh Thuan省の試掘井戸の水位変動は非常に小さい。N-1の4月における水位低下は、すぐ近くでの揚水の影響と考えられる。N-1、2、5は雨季の始まりとともに水位が上昇するがN-3、4はほとんど変動しない。N-6は、何故か雨季以降逆の動きを呈している。

- Binh Thuan 省

Binh Thuan 省は、モニタリング期間中は他の3省より長い雨季であったので大きな水位変動が記録されている。本省での年間の地下水位変動幅は2～3mに達する。

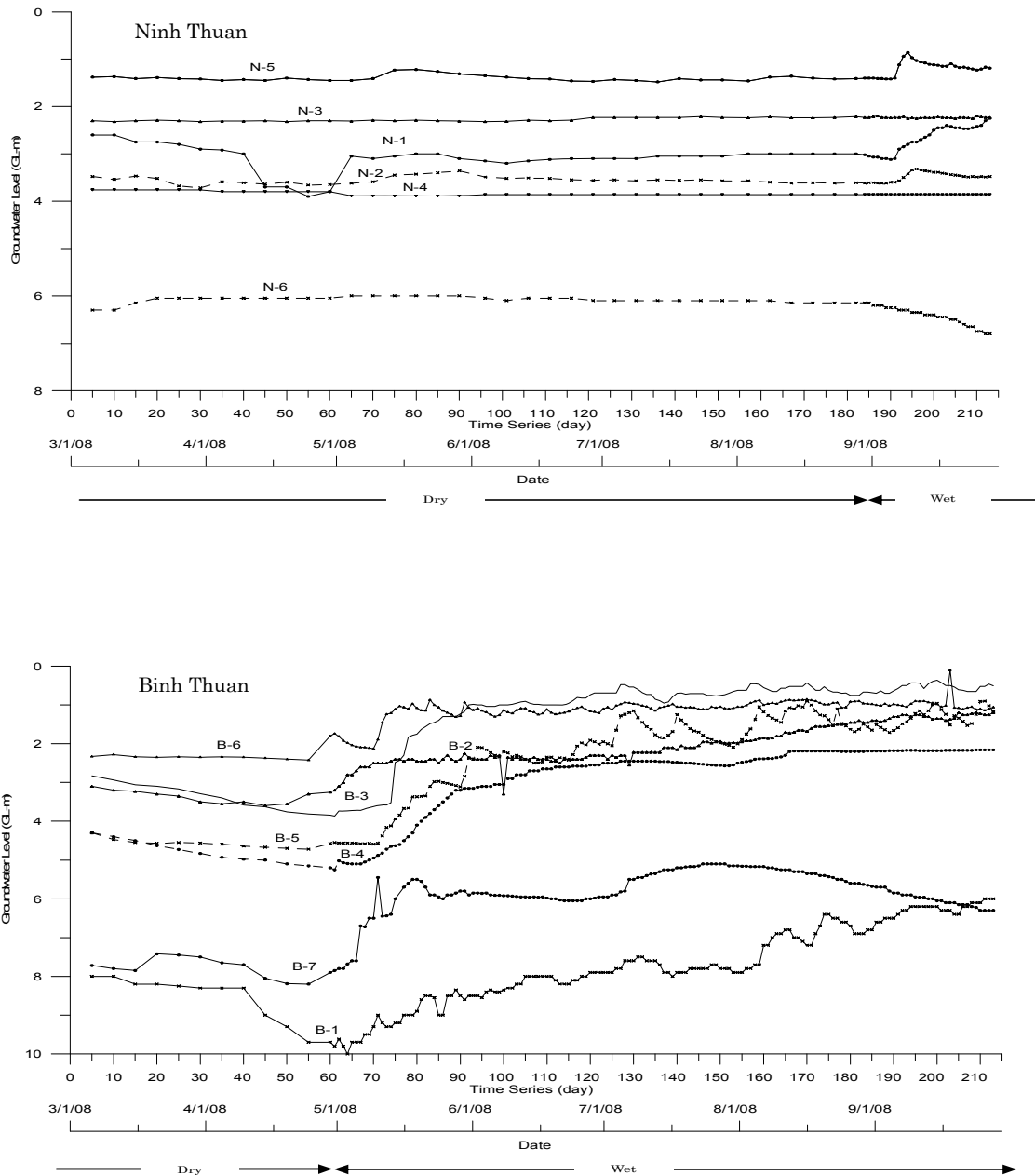


図2.7.3 試掘井戸の地下水位変動(2)

2.7.3 塩水進入の影響

(1) 調査地域沿岸地帯における塩水化調査

この調査は、調査地域の沿岸地帯における地下水塩水化の実態を調べるために2007年8月と11月に実施された。図2.7.4に示すように海拔20m以下の海岸低地から500ヶ所の調査地点が選ばれた。塩水進入の影響度合は以下のような評価カテゴリーに基づいて表される。

- 塩素濃度 250 mg/L 以下：TCVN 5942-1995（ベトナム全国飲料水基準）を満たす。
- 塩素濃度 250 ～ 400 mg/L：TCVN 5943-1995（海岸地域飲料水基準）を満たす。
- 塩素濃度 400 mg/L 以上：飲料水基準を満たさない。

塩水化の地域的な特徴は以下の通りである。

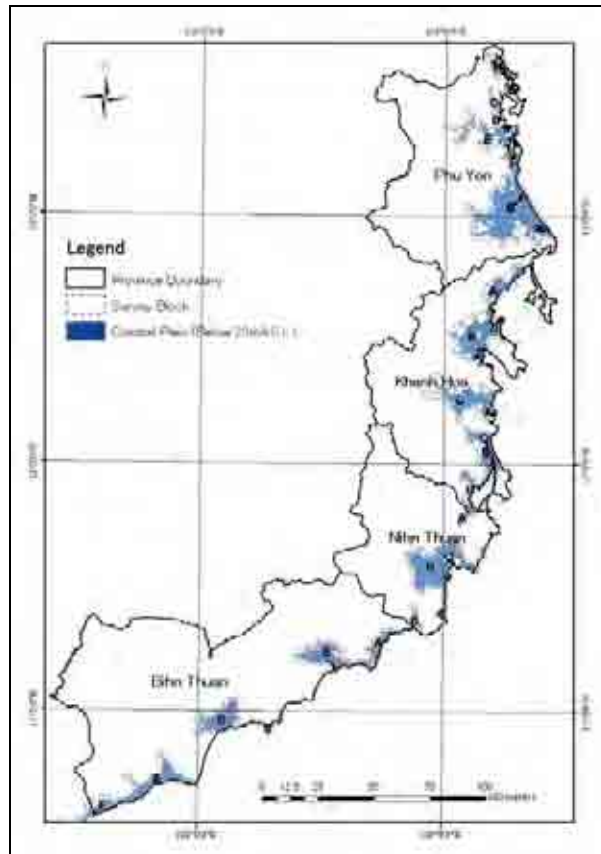


図2.7.4 塩水化予備調査のために抽出された海岸低地

- Phu Yen 省
塩水化の影響はSong Cau、Tuy県の海岸から7 km付近まで見られる。P-4 (An My) は、この地域に属している。塩水化の影響を受けている井戸はPhu Hoa、Tuy Hoa県に広がるDa Rang 川デルタに局所的に見られるが、Da Rang 川からの十分な涵養のためにデルタのほとんどの地域では地下水は塩水化されていない。
- Khanh Hoa 省
塩水化の影響はTan Lam川、Cai川流域でかなり認められる。影響を受けた井戸は18～27km内陸まで見られる。主な理由としては、小規模な流域による不十分な涵養条件が挙げられる。Cam Ranh 県の海岸地帯は一般に塩水化の影響を受けており、K-3 (Cam Hai Tay) がそこに位置する。
- Ninh Thuan 省
海拔20m以下のほとんどの海岸地域は塩水化の影響を受けている。例えば、Dinh川流域では約22kmまで及んでいる。N-1～N-6全ての対象コミュニティがこの地域に属している。主な原因は、図 2.1.1に示すように少ない降雨によるKhanh Hoa省よりもっと厳しい涵養条件(図 3.1.2) である。

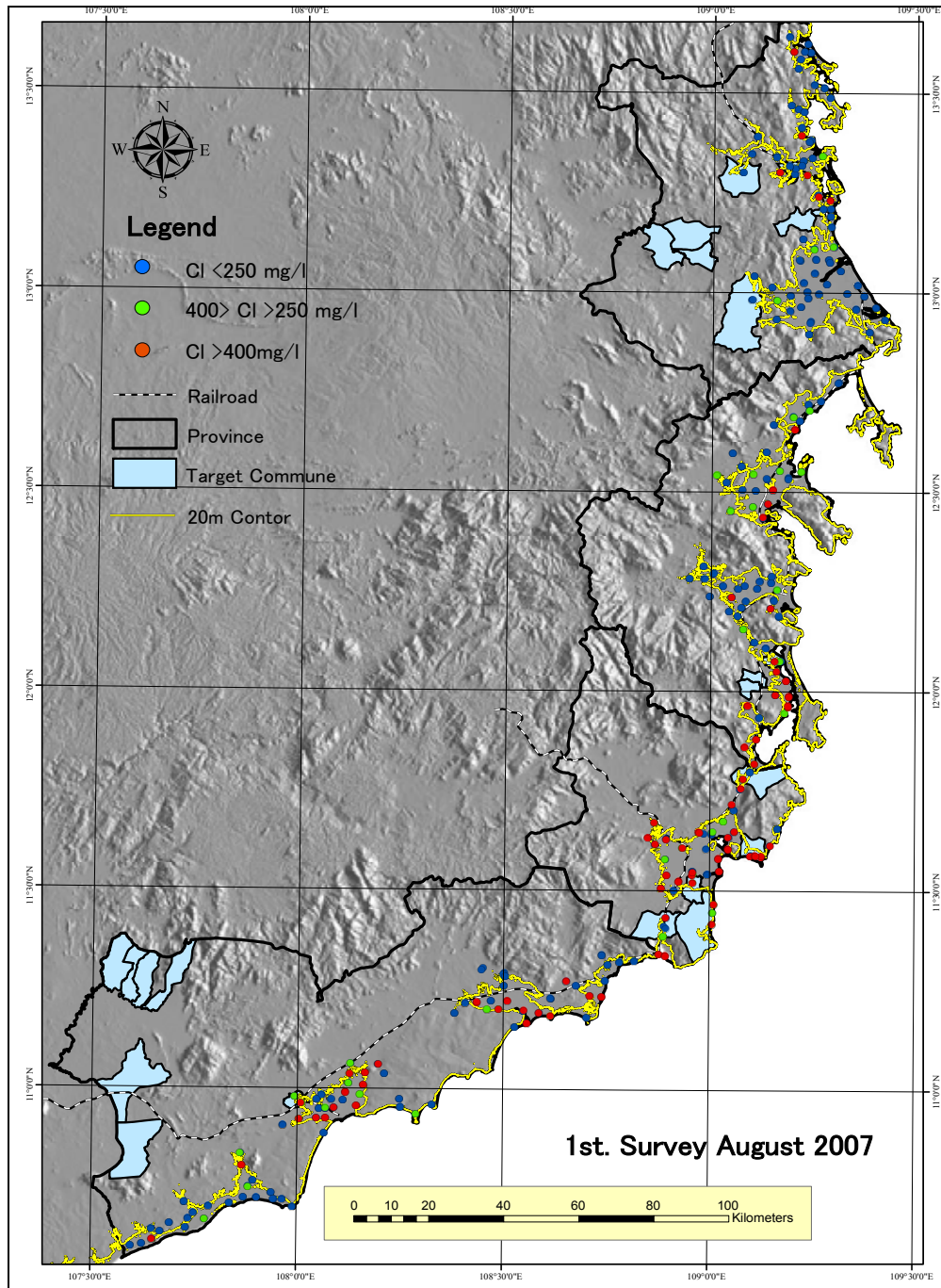


図2.7.5 調査地域海岸平野にある手堀井戸の塩水化状況

- Binh Thuan 省

Binh Thuan省東部のLuy川流域、Phan Thiet がある同省中央部のTre川流域の低地では塩水化の影響が認められるが、Ninh Thuan 省ほどのことはない。対象コミューンではB-1 (Muong Man)のみがこの影響地域の近くに位置している。

(2) 選定されたコミューンにおける塩水化調査

上記の準備調査に基づき、塩水化の影響を受けていると思われる9コミューン (P-4、K-3、

N-1～N-6、B-1) について、2008年2月18日～19日の大潮に詳細な塩水化調査を実施した。各コミュニティの主に手堀井戸20ヶ所が調査対象に選ばれた。

その調査結果は図 2.7.6～図 2.7.8 に示されている。電気伝導度 (EC) $2,500 \mu\text{S}/\text{cm}$ はほぼ塩素イオン濃度 $400 \text{mg}/\text{l}$ に相当する。従って、もし EC が $2,500 \mu\text{S}/\text{cm}$ 以上であれば塩水化の影響を受けている可能性がある。

- **P-4:** 地盤高は約 5m 程度で、地下水位は 2.5～4.0m である。すべての手堀井戸の EC 値は低いので塩水化の影響はわずかであると思われる。
- **K-3:** 内陸側の断面によると、全く塩水化の影響は見られない。しかしながら、海側の断面は何ヶ所かの手堀井戸では塩水化の影響が見られる。それらの井戸底の標高は海拔 0m 以下で淡水と海水の微妙なバランスが EC 値の大きな違いをもたらしている。
- **N-1:** 断面は海水進入による低地部での著しい影響を表している。
- **N-2:** 極端に高い EC 値を示す No.10 を除くと、ほとんどすべての手堀井戸は塩水化の影響を受けていない。近隣の手堀井戸の地表面、井戸底標高そして EC 値によると、NO.10 は海水進入の影響ではなくそれ以外の原因が考えられる。
- **N-3:** N-3 コミュニティの低地は塩水化の影響を受けている。
- **N-4:** N-4 コミュニティの低地はかなり塩水化の影響を受けている。標高 30m にある No.2 手堀井戸は、約 $6,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ を示すが海水進入の影響ではない。
- **N-5:** No.6 手堀井戸のみ塩水化の影響が見られるが、このコミュニティの地下水の EC は全般に低い。従って、塩水化の影響は軽微であると思われる。
- **N-6:** 海岸付近の幾つかの手堀井戸は海水進入の影響を受けて高い EC 値を示す。
- **B-1:** B-1 コミュニティの東端にある No.2 手堀井戸は、塩水化が見られるが、標高が徐々に高くなるコミュニティの西側は塩水化の影響は見られない。

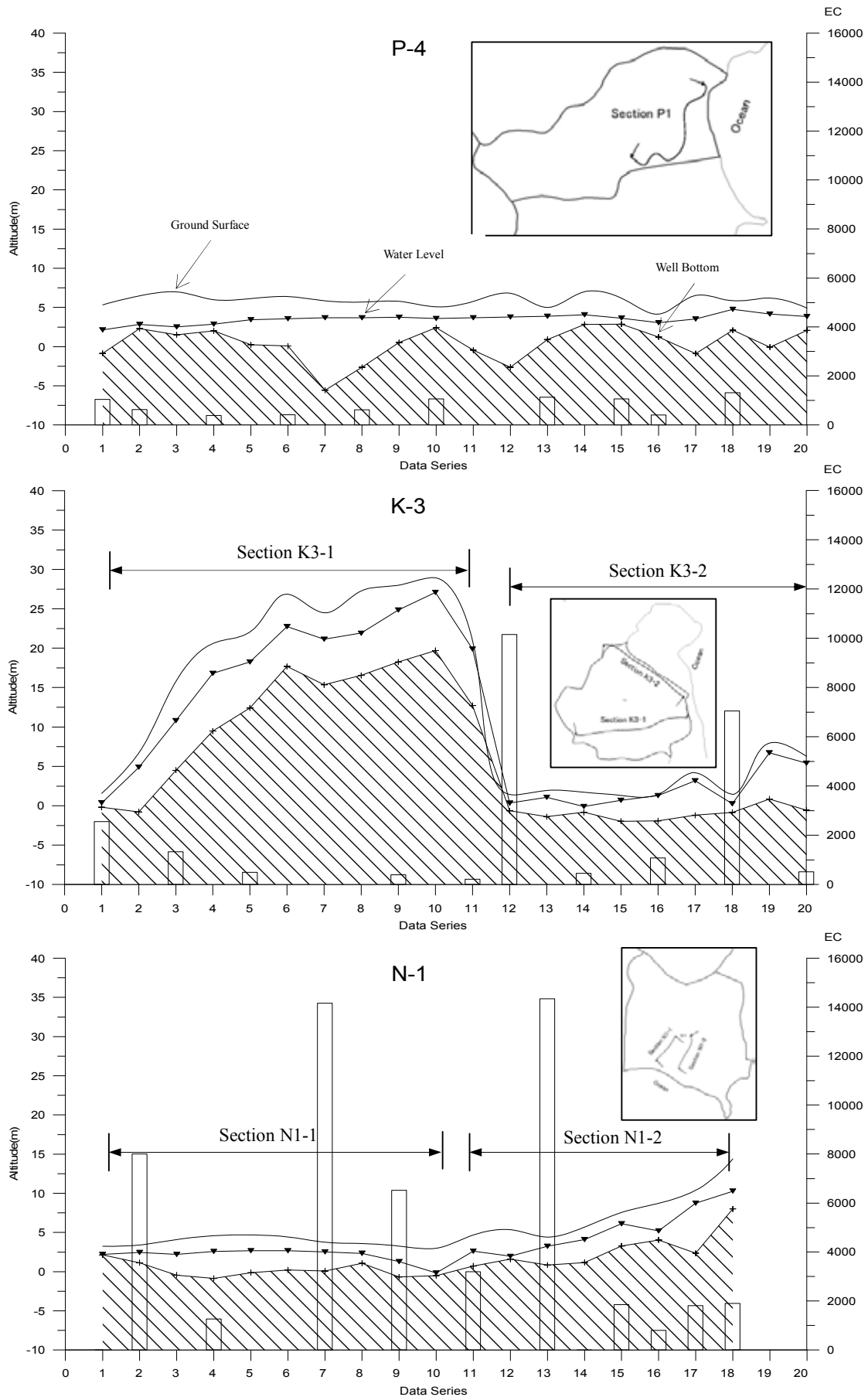


図2.7.6 地盤高、水位、井戸深度、電気伝導度との関係(1)

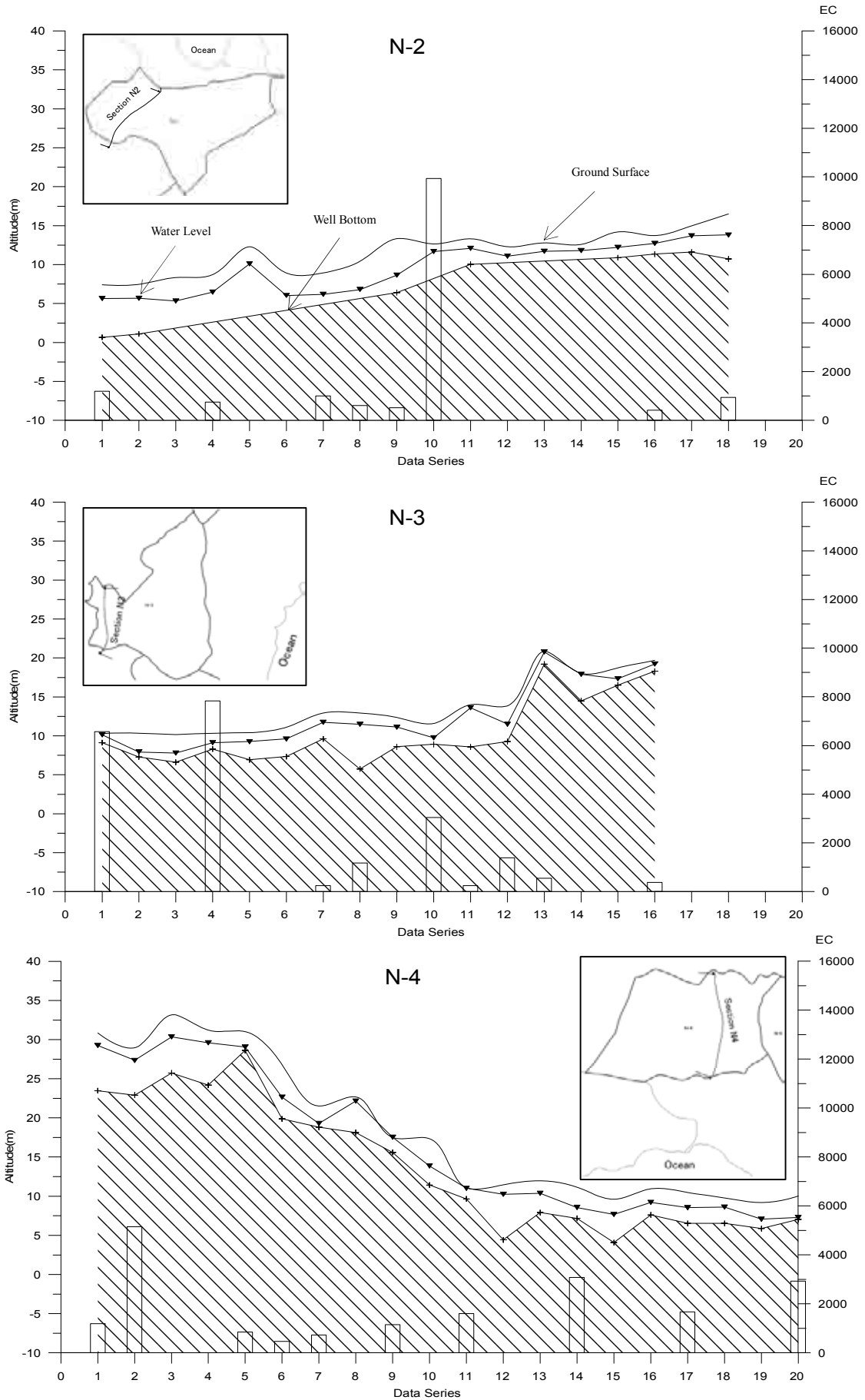


図2.7.7 地盤高、水位、井戸深度、電気伝導度との関係(2)

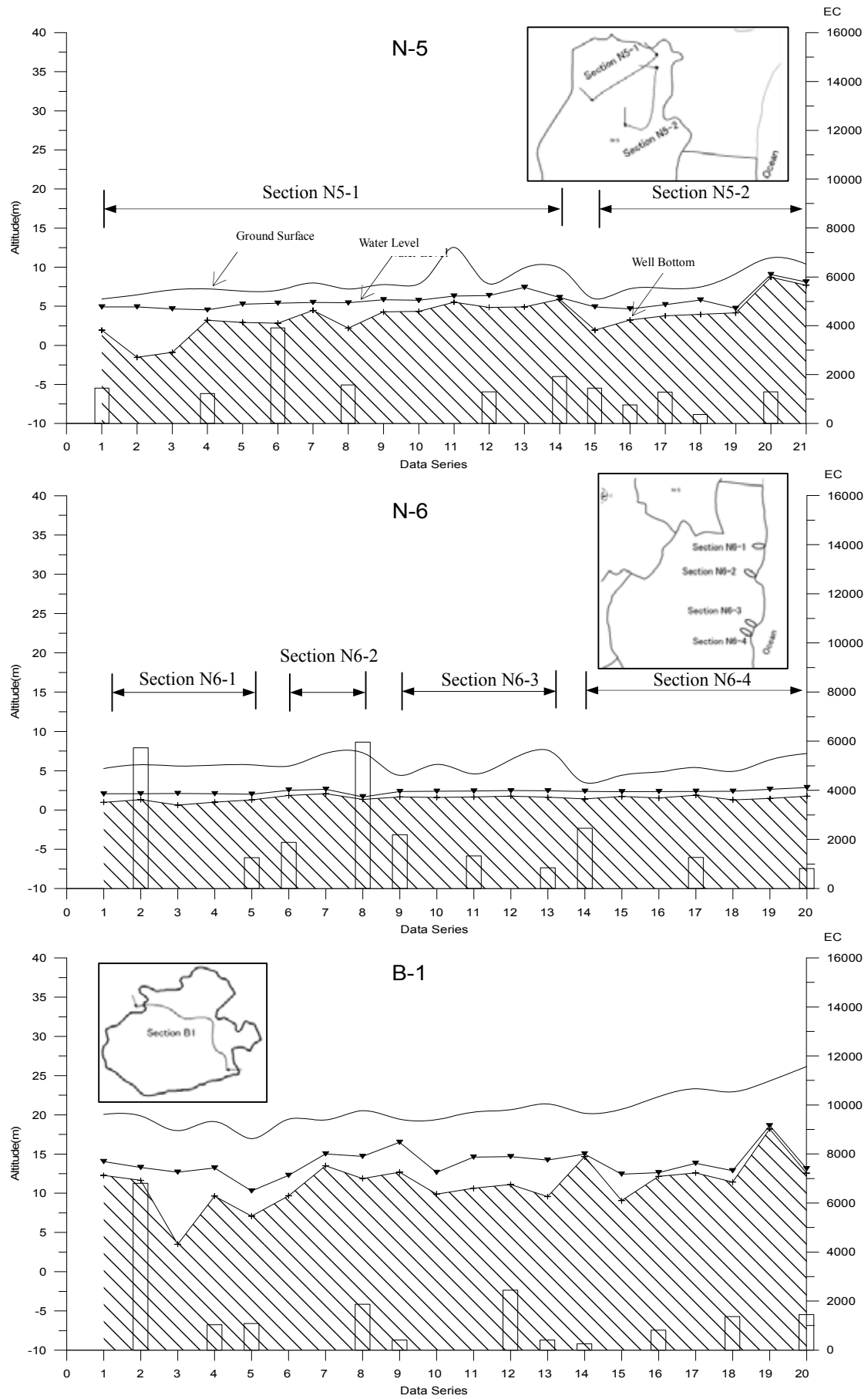
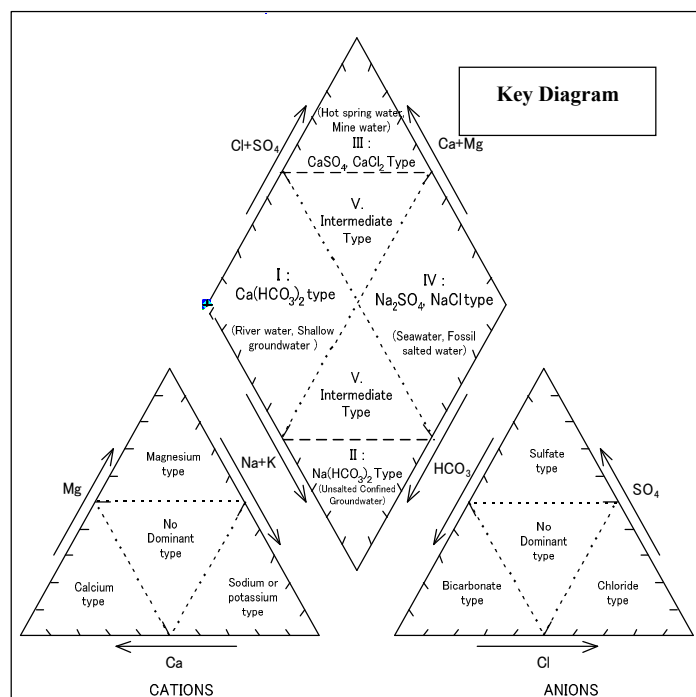


図2.7.8 地盤高、水位、井戸深度、電気伝導度との関係(3)

(3) トリリニアダイアグラムによる塩水化検討

トリリニアダイアグラムを水資源の水タイプによって分類し、その水源すなわち対象コミュニティの地下水湧養状況を把握するために用いられた。図 2.7.9 および以下に述べるようにキーダイアグラムは5種類に水タイプを区分できる。

- Type I: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 型
河川水や循環地下水がこのタイプになる。石灰岩中の地下水が典型的な例である。
- Type II: $\text{Na}(\text{HCO}_3)_2$ 型
地表から比較的深い所に滞留している塩分を含まない被圧地下水がこのタイプである。
- Type III: $\text{CaSO}_4, \text{CaCl}_2$ 型
温泉、鉱泉、塩化石水がこのタイプに当てはまる。河川水や地下水場合は、温泉や工業廃水に汚染されている可能性がある。
- Type VI: $\text{NaCl}, \text{Na}_2\text{SO}_4$ 型
海水、海水に汚染された地下水や温泉がこのタイプに分類される。本調査地域で塩水化した地下水がこれに相当する。
- Type V: Intermediate 型
このタイプは上記の各タイプの中間的なものである。多くの河川水、伏流水、循環地下水がこのV型に分類される。



出典: “Ground-Water Quality” by USGS:を一部編集
(<http://pubs.usgs.gov/wri/wri0245045/htms/report2.htm>)

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

調査地域における全調査地点の水タイプは表 2.7.3 の様に要約され、その結果は以下のと

おりである。

- Phu Yen 省

P-4 コミューンのスワンプでわずかに塩水化の影響が見られるが、省内のほとんどすべての地表水はタイプ I に分類されて塩水化の影響は認められない。地下水に関しては、最表層の帯水層に設けられた手掘井戸もまたその帯水層が主に雨水、河川水に涵養されているためタイプ I となっている。P-7 コミューンのある手掘井戸は 390mg/l の塩素濃度を示してタイプ IV となるが、その標高が約+60m であることを考えると海水進入の影響とは考えられない。本省内に設置された 8 本の試掘井戸のうちの 3 本はタイプ IV である。塩素濃度から、海拔 9m 付近にある P-2 コミューンの手掘井戸のみ塩水楔まで達しているために塩水化していると考えられる。

- Khanh Hoa 省

K-2 コミューンを表流水はタイプ IV となるが塩分濃度は 50ml/l 程度であるので塩水化の影響は小さいと思われる。同省の多くの既存掘削井戸、手掘井戸はタイプ IV で、唯一 K-3 の試掘井戸がタイプ III である。K-1、K-3 の試掘井戸の帯水層は地層水タイプではなく基盤岩の中の裂ッカタイプであるので塩水化の影響は受けていない。

- Ninh Thuan 省

4 省の中で最も塩水化の影響が強い。ほとんど全ての既存井戸はタイプ IV、そして 6 本の試掘井戸のうち 5 本はタイプ IV である。さらに、その塩分濃度も他省に比べて著しく高い。

- Binh Thuan 省

すべての試掘井戸、既存掘削井戸は、地下水涵養プロセスの初期段階であるタイプ I に分類される。一方、同省の多くの手掘井戸は B-1 コミューンの手掘井戸を除いてその塩分濃度は非常に低い。それらの井戸の標高が+100m 以上であることを考慮すると、その原因は海水進入によるものではなく地下水涵養過程における地層からの溶出によるものと考えられる。

