

3-2-5 コアボーリング

3-2-5-1 概要

地下水調査対象地域の地形は、新第三紀層が分布するタンリンーチャウタン丘陵地域とその東側の第四紀沖積層が分布する平野地域からなる。それぞれの地域の代表的な地質層序および層相を把握するために、それぞれ 1 か所でコアボーリングを実施した。調査地点の概要を表 3-2-5-1 に調査位置を図 3-2-1-1（前掲）に示す。

調査深度は、当初、丘陵地域の D-2 地点で 300m、平野地域の D-4 地点で 350m を予定していたが、施工業者の掘削能力の限界から、それぞれ 272m、248m で終了した。掘削標準口径は 66 mm である。

採取されたコア試料は、主に帯水層の位置を把握するために用いられたが、露頭のまれな本地域にあっては地質学的研究（層序学や堆積学）にとっても貴重な資料である。このため、コア試料はミャンマーの学術機関に寄贈された。

表 3-2-5-1 コアボーリング地点概要

名称	計画深度 (m)	最終深度 (m)	地盤標高	座標 (WGS84)		位置	地形/表層地質
D-2	300	272	18.0	N 16° 41' 13.0"	E 96° 18' 28.9"	ティアワ SEZ 支援委員会事務局敷地内、タンリン・タウンシップ	丘陵／新第三紀ペグ層
D-4	350	248	3.6	N 16° 44' 50.5"	E 96° 26' 04.4"	パヤゴンートングア道路の Kan myint 集落と Thaik Tu gan 集落の間、トングア・タウンシップ	第四紀沖積層

3-2-5-2 コアボーリングの作業状況

コアボーリング調査は、11月9日より D-2 サイトで、11月25日より D-4 サイトで掘削作業を開始した。D-2 孔は深度 272m 地点、D-4 孔は 248m 地点まで掘削したが、ボーリング孔内の崩壊により、コアチューブとドリルロッドが孔内に滞留又は孔内崩壊が著しく掘削中断を余儀なくされた。図 3-2-5-1 に掘削作業のプログレスを示す。

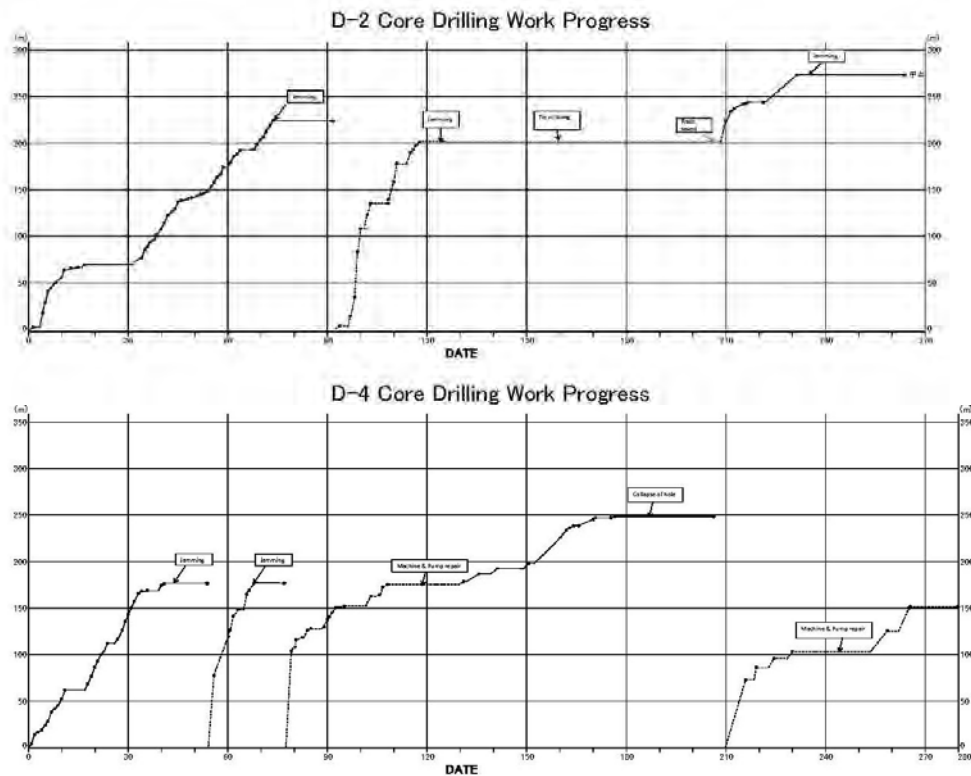


図 3-2-5-1 コアボーリング掘削プロセス

各孔とも掘削事故のため、2～4回再掘削を実施したため、予定の工期を大幅に超過した。この原因はボーリングマシンや送水ポンプが20年以上使用した旧式の機械であり、たびたび故障し、またスペアパーツを国外から入手する必要があるため、その調達に時間がかかった。また、ミャンマー国では、大深度のコアボーリングの経験者がいないため、掘削技術も未熟で、掘削事故に繋がった。

期間中の掘削実稼働率は表 3-2-5-2 に示すように約 25%程度しかなく、機械の故障や掘削事故回復に多大の期間を要した。掘削事故には、孔壁崩壊に伴うジャミング（ロッドの引き上げができなくなる）や孔口周辺地盤の沈下があった。

表 3-2-5-2 コアボーリングの稼働率

孔番号	作業期間	実掘削稼働日	稼働率	機械類故障及び事故回復作業日
D-2	264日（8.8か月）	70日	26.5%	194日
D-4	279日（9.3か月）	71日	25.4%	208日

今後ミャンマー国で大深度のコアボーリングを実施する場合、再委託で現地業者に実施させるのではなく、日本より新品の機械を調達し、コアボーリングの経験豊富な技術者の指導の下で掘削作業を実施する必要があると思われる。

3-2-5-3 調査結果

(1) D-2 (丘陵地域)

ボーリング柱状図およびコア写真の詳細は、付録に付す。図 3-2-5-2～図 3-2-5-4 に層相の概要および推定される帯水層の位置を示す。

1) 層相

全体

半固結の細粒～中粒の砂岩と泥岩の互層である。泥岩は一般に砂岩層より固結度が高い。全体的には砂岩が優勢である。全体に 15 度～25 度傾斜している。

砂岩層の厚さは、数十cmから数 m のものが多いが、泥岩と mm～cm 単位の細互層をなす部分も見られる。厚い砂岩は、一般に塊状であるが、黒雲母が密集し縞模様を呈するところも散見される。細粒砂岩は固結度が高い。中粒径を含む砂岩は、一般に淘汰不良である。爪でわずかに削れる程度の固いものから、指で潰せるほどの固結度の低い（図 3-2-5-2～図 3-2-5-4 では”Soft”と表現）ものがある。部分的に、偽礫や細礫を含む。

泥岩は、塊状の部分もあるが、多くは数mm単位の葉理が発達した、粘土層とシルト層、ないしは、シルト層と微細砂の細互層である。葉理は斜交しているものが多い。深度 238.5m 以深では、非常に硬質となり部分的に頁岩様を呈する

区間別層相

0～43.55 m	泥岩優勢。4.8m までは、現風化帯（図 3-2-5-8）。褐色の斑紋や鉄の凝集物を含む。砂岩層は、半風化し、酸化鉄により褐色化、軟質。
43.5～95.1 m	砂岩優勢。中粒砂岩層は、半風化し、酸化鉄により褐色化、軟質（図 3-2-5-9）。
95.1～100.6 m	Fine alternation of silt and fine-grained sandstone; hard（図 3-2-5-10）シルトと細粒砂岩の細互層。硬質。（図 3-2-5-10）
100.6～176.2 m	硬質砂岩優勢。131－148m 付近、亀裂面が酸化鉄により褐色化。また一部軟質。（図 3-2-5-11）
176.2～184.9 m	泥岩（粘土とシルトの細互層）。
184.9～238.5 m	砂岩優勢。指で潰せる程度の軟質な区間をかなり含む。（図 3-2-5-12）
238.5～272.0 m	硬質泥岩優勢。砂岩は硬質だが、指で潰せる程度の軟質な区間を若干含む。（図 3-2-5-13 および図 3-2-5-14）

層序

既存報告書によれば、調査地点の地質は、漸新世～中新世のペグ層である。Win Naing et al. (1991)（表 3-1-4-1 参照）によれば、層相は「頁岩と酸化鉄色の縞を有する砂岩の互層。砂岩は細粒～中粒。」であり、コアの層相は砂岩が多いもののほぼ整合する。ただし、酸化鉄帯が発達するのは、95.1m 以浅である。

注) このような酸化帯は、過去において地下水面が上下したことによると考えられる。現状では 100 m 近くまで深部の酸化は考え難い。氷河時代に海水面が 100m 程度低下した時期があり、このような

水位低下と上昇の仮定で酸化帯が発達した可能性がある。

2) 帯水層推定位置

主として砂岩層の固結度から、図 3-2-5-2～図 3-2-5-4 に示す赤線の深度区間に帯水層の存在が推定される。

(2) D-4 (平野地域)

ボーリング柱状図およびコア写真の詳細を、付録に付す。図 3-2-5-5～図 3-2-5-7 に層相の概要および推定される帯水層の位置を示す。

1) 層相

全体

深度 82.0m に不整合面があり、その上方は未固結のシルト、粘土、砂、また、下方は低固結の泥岩（シルト、粘土）と弱ないし低固結の砂岩（こちらの呼称では **Sandrock**）からなる。砂ないし砂岩は、淘汰不良で細粒～中粒を主体とする。シルト、粘土や泥岩は、多くは葉理の発達した粘土とシルト、または、シルトと微細粒砂の数mm単位の細互層である。孔底まで、ほぼ水平に堆積している。

区間別層相

0～12.3 m	シルトと微細粒砂の細互層主体。未固結。（図 3-2-5-15）
12.3～28.0 m	淡褐色の細砂主体。未固結。
28.0～68.1 m	粘土とシルトの細互層主体。未固結。
68.1～82.0 m	淘汰不良の砂層。細粒～粗粒。下部は、20 mm以下の礫を含む。未固結。
82.0～92.9 m	旧表土の有機質泥岩や旧風化帯の褐色斑紋のある暗灰色の泥岩。低固結。（図 3-2-5-16）
92.9～100.0 m	粘土とシルトの細互層。低固結。
100.0～142.7 m	淘汰不良の中粒砂岩主体。粗粒砂～細礫含む部分あり。弱固結。
142.7～173.0 m	粘土とシルトの細互層主体。低固結。（図 3-2-5-17）
173.0～248.0 m	中粒から粗粒砂岩層と泥岩（シルトと微細粒砂の細互層）の互層（図 3-2-5-19）。弱固結から低固結。201.4m に生痕（図 3-2-5-18）。

層序

深度 82m の不整合面より上の地層は未固結層であり、第四紀層と推定される。不整合面より下の地層は、ほぼ水平に堆積した弱ないし低固結の地層であり、鮮新世（～更新世？）のイラワジ層と考えるのが妥当である。

2) 帯水層推定位置

砂岩層ほぼ未固結ないしは弱固結であるので、ある程度の厚さがあれば、細粒な部分を除き、帯水層となり得る。図 3-2-5-5～図 3-2-5-7 に示す赤線の深度区間に主な帯水層の存在が推定される。

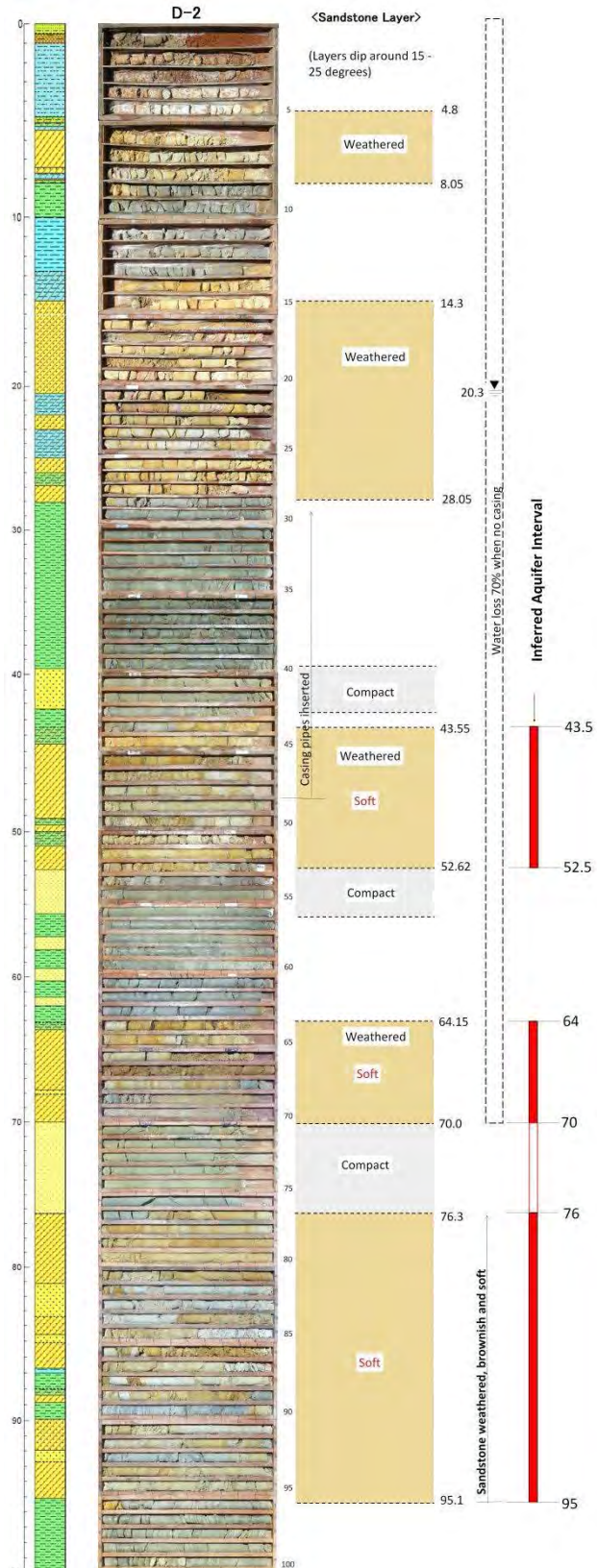


図 3-2-5-2 D-2 のコア写真と層相概要(1/3)

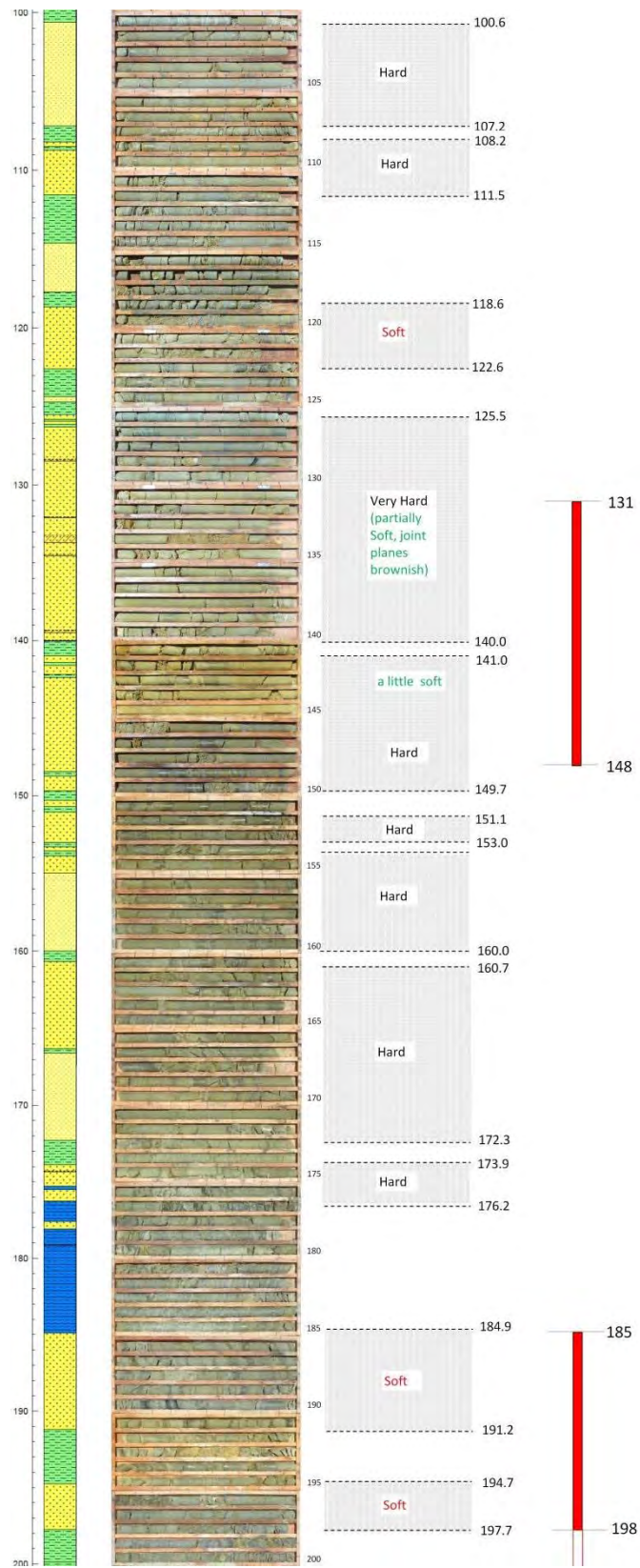


図 3-2-5-3 D-2 のコア写真と層相概要(2/3)

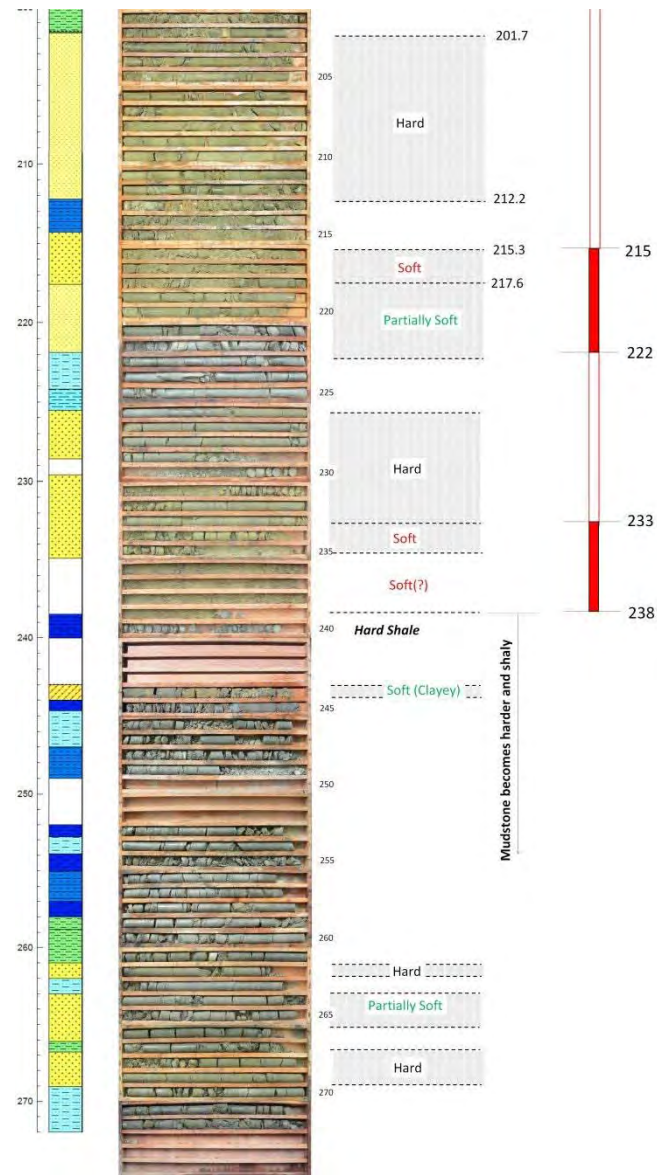


図 3-2-5-4 D-2 のコア写真と層相概要(3/3)

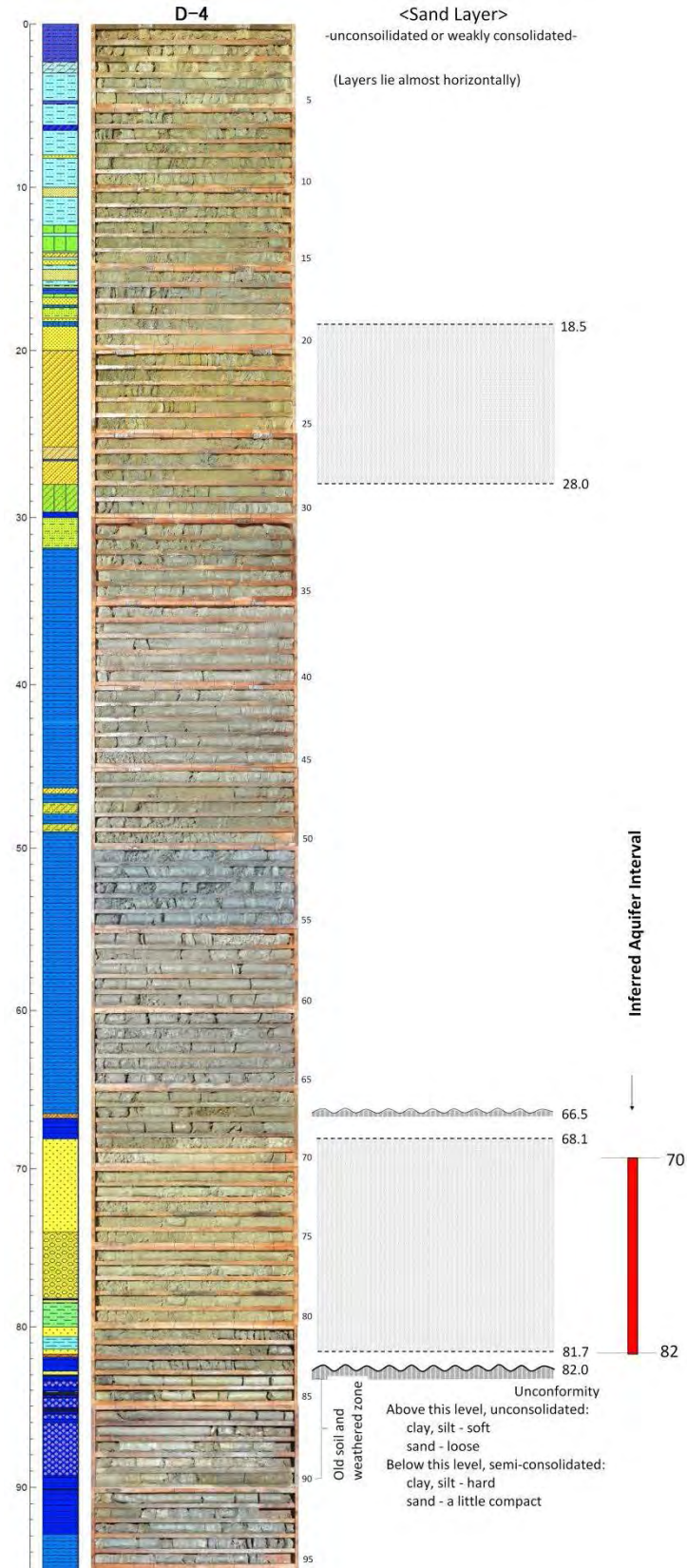


図 3-2-5-5 D-4 のコア写真と層相概要(1/3)

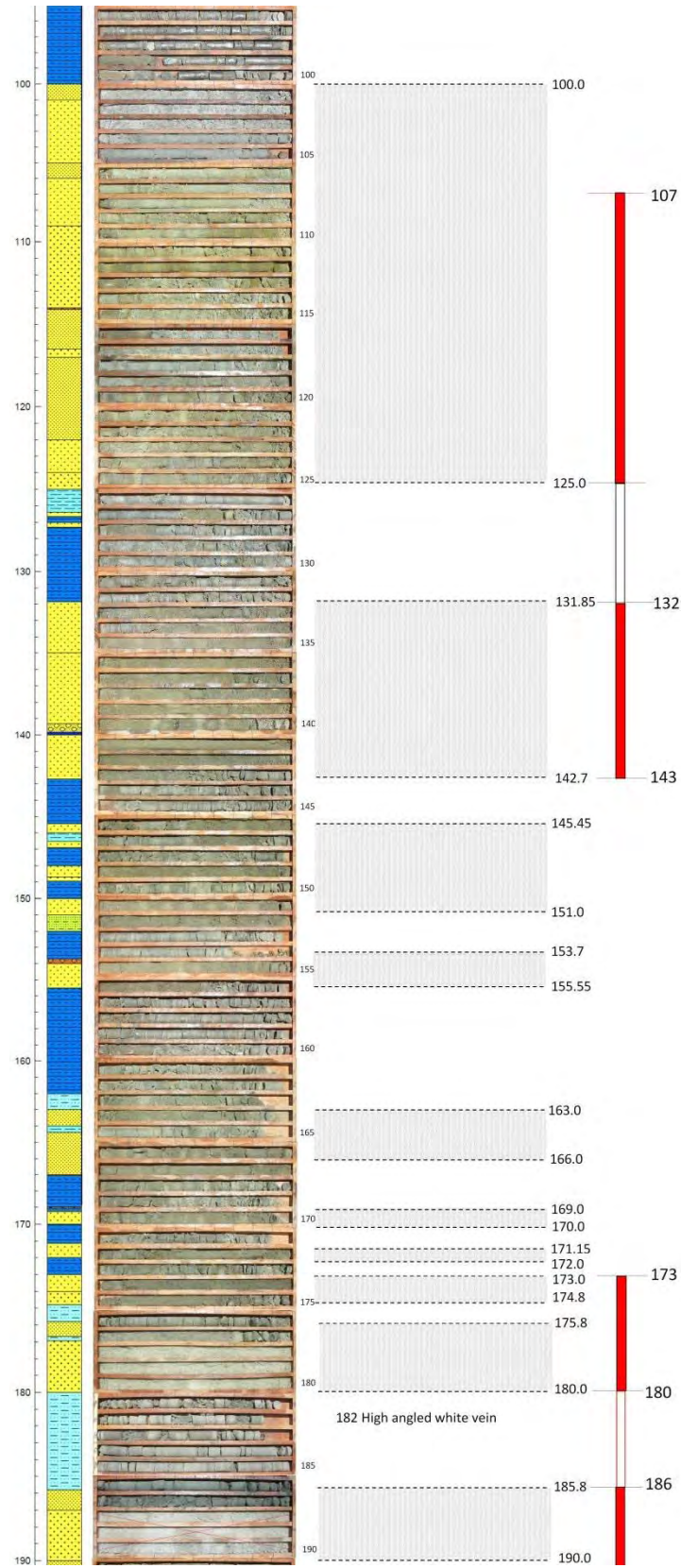


図 3-2-5-6 D-4 のコア写真と層相概要(2/3)

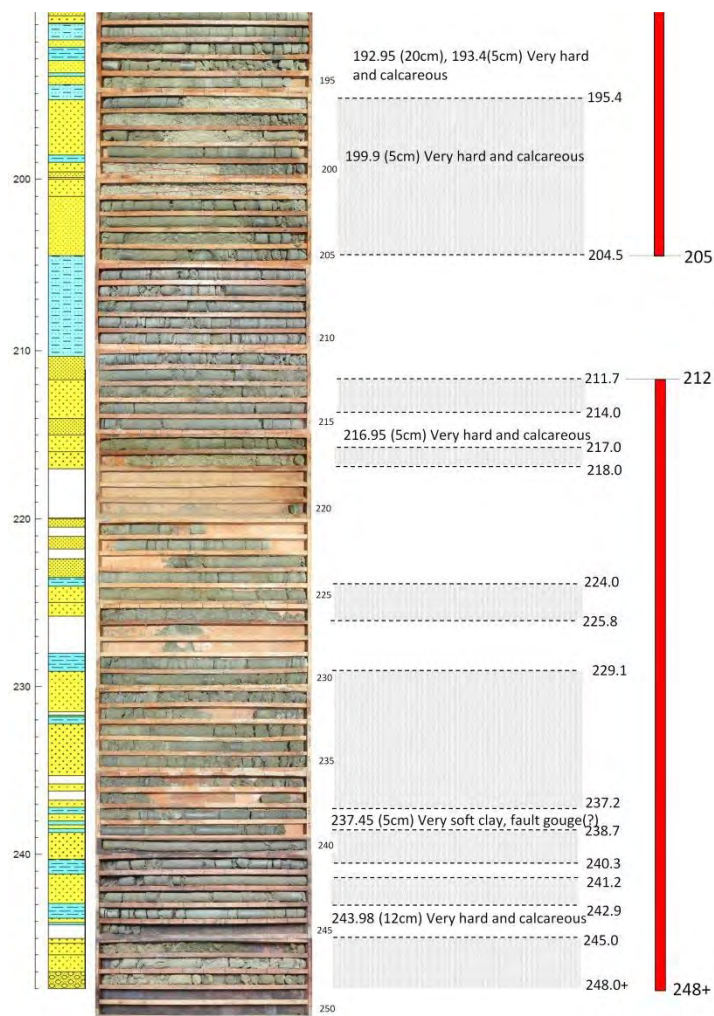


図 3-2-5-7 D-4 のコア写真と層相概要(3/3)



図 3-2-5-8 D-2 表層のラテライト土壌と風化帯



図 3-2-5-9 D-2 86.5～89.5m 付近の酸化鉄による褐色化風化帯



図 3-2-5-10 D-2 95.5～96.5m 付近のシルトと微細粒砂の半固結細互層



図 3-2-5-11 D-2 131.5～134.5m 付近の硬質砂岩と褐色低固結砂岩層



図 3-2-5-12 D-2 186.0~189.5m 付近の低固結（指圧で潰れる）砂岩層



図 3-2-5-13 D-2 249.4~249.55m 付近の粘土とシルトの細互層（ほぼ水平）



図 3-2-5-14 D-2 255.5～256.5m 付近のシルトと微細粒砂の細互層（約 15 度傾斜）



図 3-2-5-15 D-4 9.3～9.5m 付近のシルトと微細粒砂の細互層
（ボーリングのトルクにより乱れている）

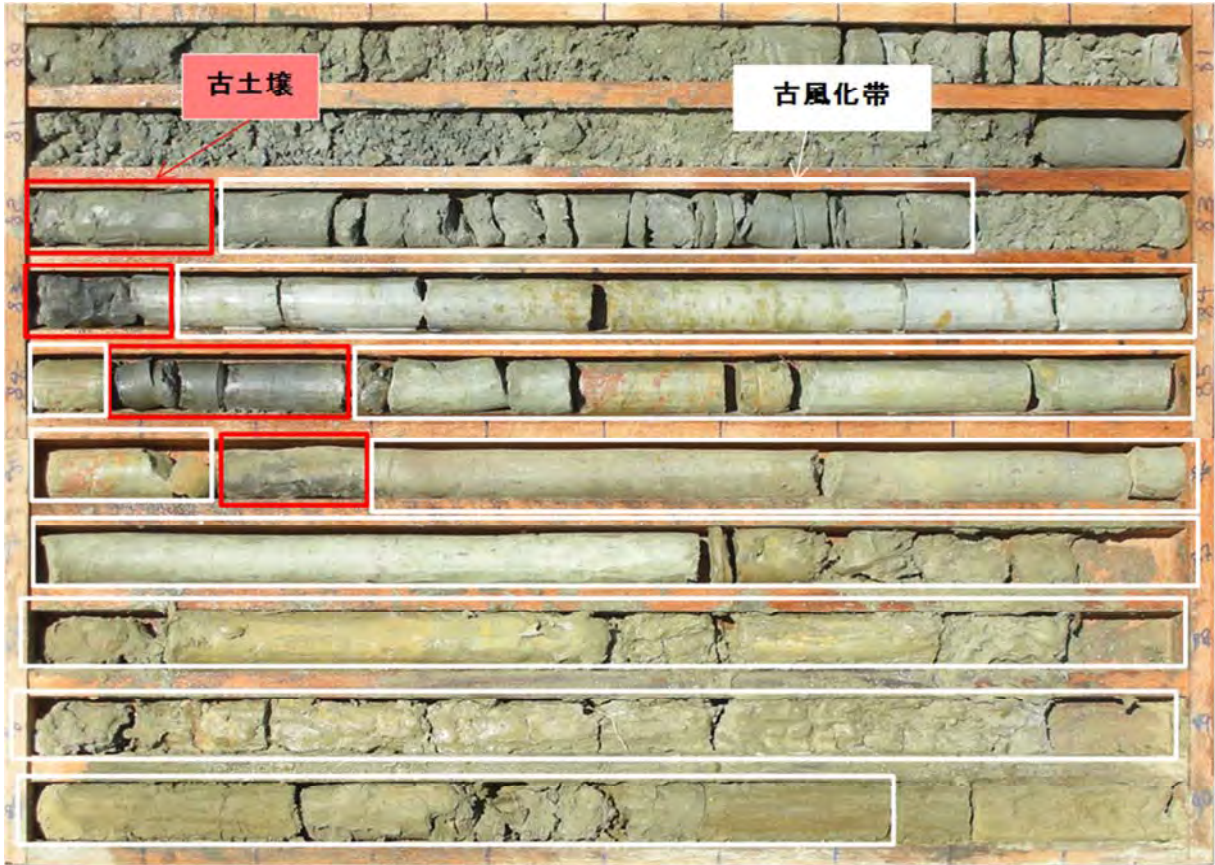


図 3-2-5-16 D-4 深度 83m 付近の古土壤と古風化帯

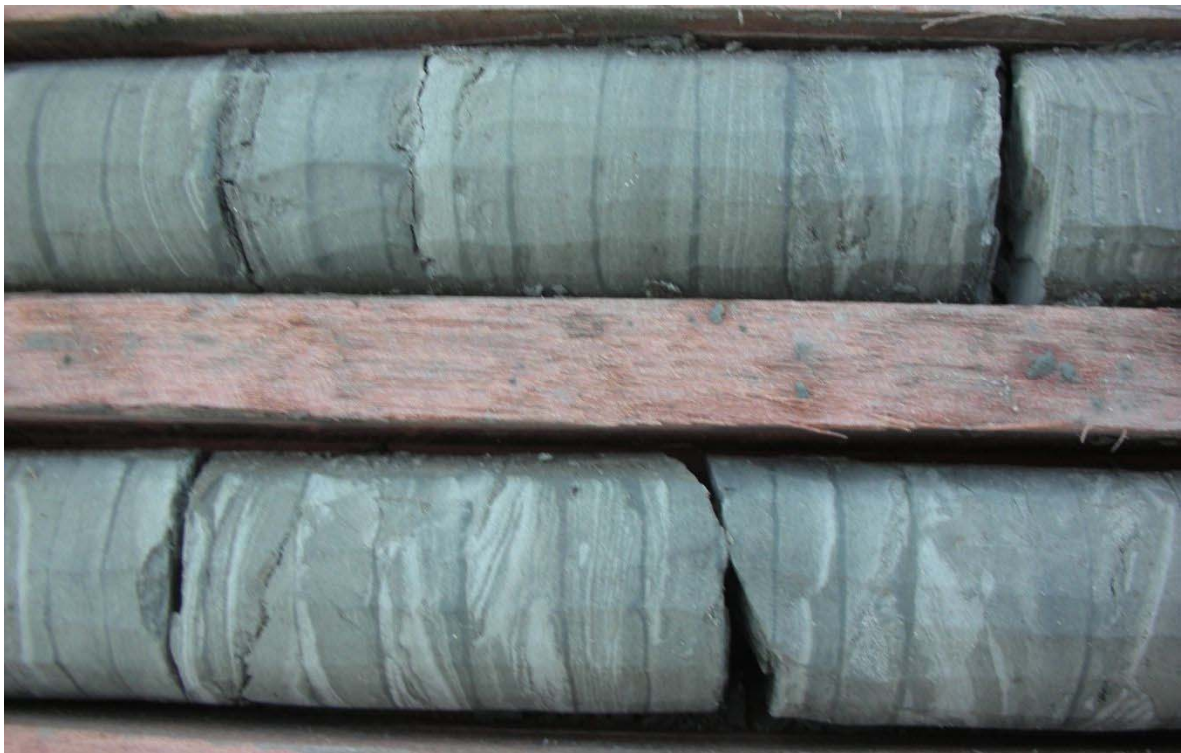


図 3-2-5-17 D-4 深度 152.5～153.5m 付近の粘土とシルトの細互層(低固結)



図 3-2-5-18 D-4 深度 201.4m 付近の生痕



図 3-2-5-19 D-4 深度 223.5-224.5 付近のシルトと微細砂の互層と弱固結の砂岩

3-2-6 試験井戸掘削

3-2-6-1 概要

帯水層の分布およびその水理定数の把握のため、調査地域内の第三紀層が分布する丘陵地内に3か所、また、第四紀層が分布する平野部に2か所で試験井を設けた。図 3-2-6-1 に示すように、

複数の帯水層が分布するため、各地点に深度の異なる2~4本の試験井を設置した。図 3-2-1-1（既掲）に試験井の位置を、表 3-2-6-1 に諸元を示す。D-4 サイトでは、当初3本の井戸を設置する予定であったが、深度の大きいD-4-3は、孔壁維持が困難で3度の堀りなおしを行うこととなり、施工業者の能力の限界から、結局、完成することができなかった。

井戸のケーシングおよびスクリーンの口径は6インチで、深度150m以内の井戸ではPVC、より深い井戸では鋼製（GI）のものを用いた。スクリーンのタイプは、前者がスリット型、後者は巻線型である。

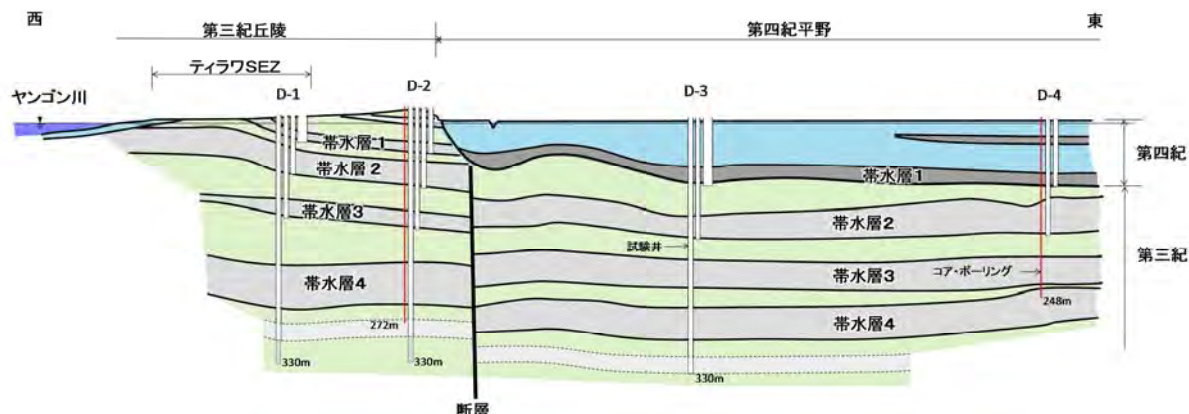


図 3-2-6-1 試験井の配置概念図

表 3-2-6-1 試験井諸元

地点	井戸番号	GPS 位置 (WGS84)		掘削深度 (GL-m)	ケーシング挿入 (GL-m)	スクリーン位置 (m)	全スクリーン長 (m)	標高 (m)			対象帯水層番号
		緯度	経度					ケーシング上端	コンクリート基礎面	地盤面	
D-1	D-1-0	N 16° 40' 23.3"	E 96° 16' 59.9"	52	52	36.7-48.0	11.30	6.767	6.015	5.249	1
	D-1-1	N 16° 40' 23.5"	E 96° 17' 00.2"	85	85	66.1-83.0	16.95	6.759	6.010	5.265	2
	D-1-2	N 16° 40' 23.4"	E 96° 16' 59.6"	150.0	140.0	109.8-138.0	28.25	6.784	5.979	5.264	3
	D-1-3	N 16° 40' 23.3"	E 96° 16' 59.8"	330	285	187.0-199.0, 211.0-232.0 256.0-283.0	60.00	6.779	6.015	5.294	4
D-2	D-2-0	N 16° 41' 12.5"	E 96° 18' 27.5"	56	56	31.4-37.1 48.4-54.0	11.30	19.551	18.754	17.871	1
	D-2-1	N 16° 41' 12.2"	E 96° 18' 28.6"	97	97	66.8-95.0	28.25	19.459	18.608	17.654	2
	D-2-2	N 16° 41' 12.7"	E 96° 18' 28.3"	150	150	125.4-148.0	20.70	19.748	18.914	18.058	3
	D-2-3	N 16° 41' 11.7"	E 96° 18' 29.2"	330	303	196.0-217.0 223.0-225.0 241.0-250.0 268.0-277.0 283.0-301.0	69.00	19.019	18.147	17.414	4
D-3	D-3-1	N 16° 43' 01.7"	E 96° 21' 10.6"	80	79	60.4-77.3	16.95	5.436	4.633	3.833	1
	D-3-2	N 16° 43' 01.6"	E 96° 21' 10.0"	180	151	112.1-123.4 132.1-137.7 143.4-149.0	22.60	5.278	4.491	3.764	2
	D-3-3	N 16° 43' 01.6"	E 96° 21' 09.5"	330	330	244.0-274.0 298.0-328.0	60.00	5.298	4.584	3.751	4
D-4	D-4-1	N 16° 44' 50.6"	E 96° 26' 06.4"	85	85	66.1-83.0	16.95	5.125	4.290	3.667	1
	D-4-2	N 16° 44' 50.7"	E 96° 26' 06.4"	146	146	110.1-132.7 138.4-144.0	28.25	5.169	4.373	3.542	2
	D-4-3	N 16° 44' 50.6"	E 96° 26' 05.9"	(330)			Unable to complete				
D-5	D-5-1	N 16° 46' 08.8"	E 96° 14' 49.7"	65	65	46.1-63.0	16.95	25.848	25.114	24.238	1
	D-5-2	N 16° 46' 08.8"	E 96° 14' 49.2"	100	100	81.1-98.0	16.95	24.854	24.080	23.299	2
	D-5-3	N 16° 46' 08.8"	E 96° 14' 49.5"	350	240	180.0-240.0	60.00	25.502	24.736	23.929	3,4

3-2-6-2 調査結果

(1) 井戸柱状

各試験井の井戸柱状は、添付資料に付す。一例を、図 3-2-6-2 に示す。井戸柱状図には、掘削スライム観察による層相、検層結果、掘進時間および井戸構造を記載した。試験井およびコアボーリング結果から推定される地層対比と帯水層断面は、「3-3-2 帯水層の分布と性状」を参照されたい。

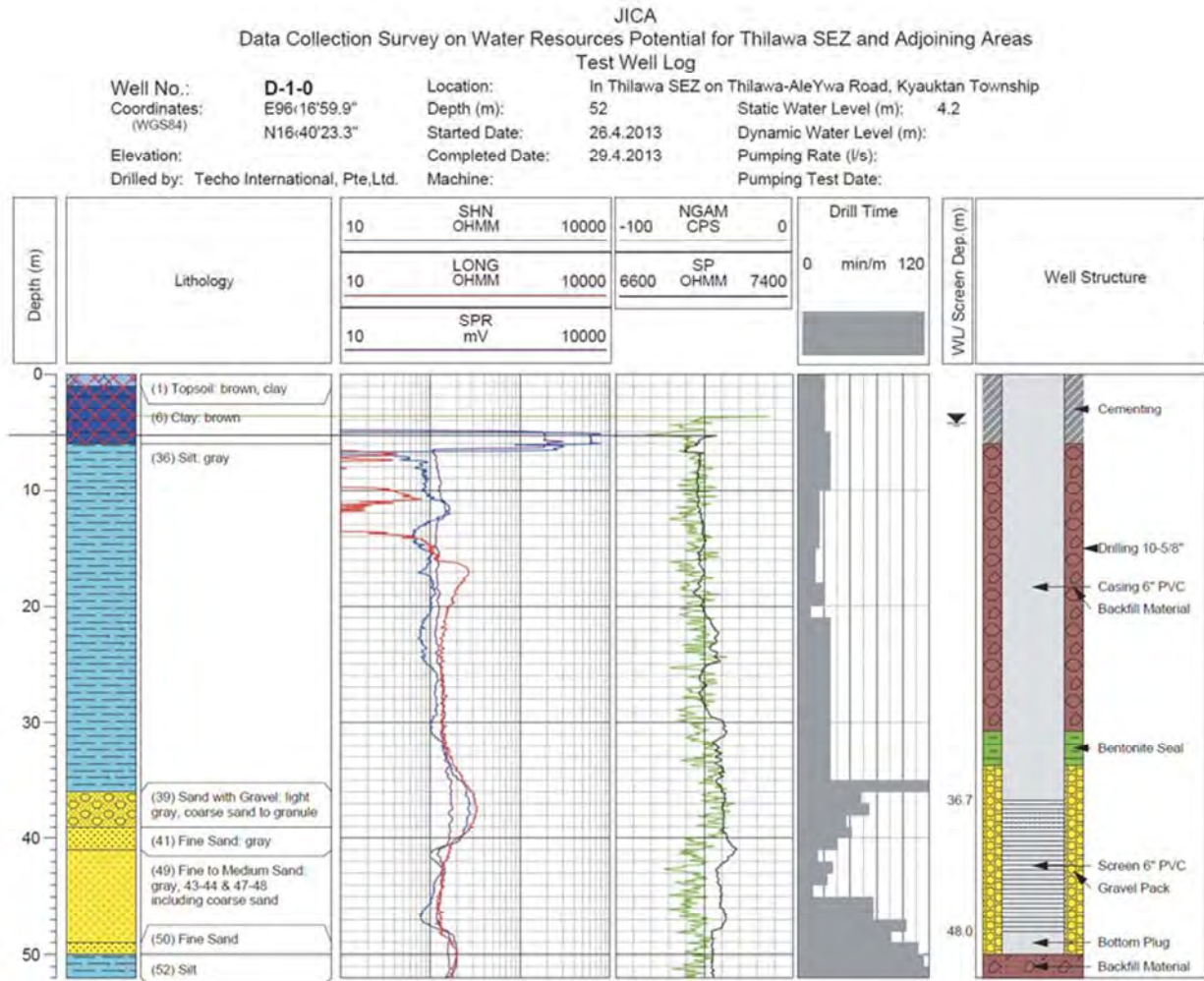


図 3-2-6-2 試験井の井戸柱状図例

(2) 揚水試験

井戸完成後、井戸付近帯水層の水理定数および井戸の揚水能力を把握するために、予備揚水、段階揚水（5段階；昇降）および定量揚水（48時間原則）の揚水試験を実施した（試験結果の詳細は、添付のCDを参照）。

1) 段階揚水試験

昇降の片道 5 段階全 9 段階、各段階 100 分間で試験を実施した。表 3-2-6-2 に段階揚水試験の結果概要を示す。この結果を基に、定量揚水試験の揚水量を決定した。

なお、D-2-0、D-2-2 および D-5-1 では、揚水量が小さかったため、段階揚水試験ができなかった。D-2-1 および D-5-2 では、揚水量に比し水位低下が大きかったため 3 段階で終了した。D-1-1 は動水位がポンプ設置深度まで下がったため、5 段階目は実施していない。また、D-1-3 では 4 段階目まででポンプ能力がいっぱいだったため、5 段階目は実施していない。

2) 定量揚水試験

表 3-2-6-3 に定量揚水試験の結果概要を示す。試験は原則 48 時間揚水である。D-2-0、D-2-2 および D-5-2 では、三角堰で流量計測可能な最小流量で揚水したが、大きな水位低下により 48 時間の揚水ができなかった。

揚水量は、平野部にある D-3、D-4 と丘陵西側裾部にあり D-1 で、 $400\text{m}^3/\text{日} \sim 900\text{m}^3/\text{日}$ で試験が行われた。帯水層の平均透水係数は、 $7 \times 10^{-4} \text{cm/s} \sim 2 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ である。また、丘陵の尾根部にある D-2 と D-4 の 150m 以浅では、 $20\text{m}^3/\text{日} \sim 70\text{m}^3/\text{日}$ で試験が行われた。帯水層の平均透水係数は、 $2 \times 10^{-5} \text{cm/s} \sim 5 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ である。両者の間には 10 倍以上の値の差異がある。ただし、D-5-2 では、掘削中に大きな漏水があり、ベントナイトを数十袋投入して抑制した経緯があるので、本来の透水係数はより大きいと推定される。

3) 水質試験

揚水試験時に採水し、現地民間会社およびタイの分析機関に委託して水質試験を実施した、結果は、「3-2-8 試験井の水質調査」を参照されたい。

D-3-1、D-4-1 および D-4-2 は、若干塩水化している。また、全般に鉄イオンや亜鉛を多く含む。

表 3-2-6-2 試験井の段階揚水試験概要

Site	Test Well No.	Screen Position (m)	S.W.L. (GL-m)	Step-1		Step-2		Step-3		Step-4		Step-5		Step-4		Step-3		Step-2		Step-1		
				Q1 (L/min)	D.W.L. (GL-m)	Q2 (L/min)	D.W.L. (GL-m)	Q3 (L/min)	D.W.L. (GL-m)	Q4 (L/min)	D.W.L. (GL-m)	Q5 (L/min)	D.W.L. (GL-m)	Q4 (L/min)	D.W.L. (GL-m)	Q3 (L/min)	D.W.L. (GL-m)	Q2 (L/min)	D.W.L. (GL-m)	Q1 (L/min)	D.W.L. (GL-m)	
D-1	D-1-0	36.7-48.0	3.70	74	4.325	152	4.908	266	6.05	420	7.89	596	9.55	420	7.881	266	6.389	152	5.124	74	4.40	
	D-1-1	66.1-83.0	8.65	74	14.23	152	19.42	266	26	377	32.83					266	27.16	152	21.12	74	16.47	
	D-1-2	109.8-138.0	3.90	74	8.85	152	10.44	266	14.07	420	17.17	523	21.66	420	21.3	266	19.64					
	D-1-3	187.0-199.0 211.0-232.0 256-283	5.00	74	6.09	152	6.85	266	8.43	420	10.99					266	9.51	152	8.22	74	7.91	
D-2	D-2-0	31.4-37.1 48.4-54.0	6.83	Test not conducted because of small discharge																		
	D-2-1	66.8-95.00	7.96	27	29.39	36	36.68	47	44.58									36	40.05	27	32.81	
	D-2-2	125.4-148.0	10.08	Test not conducted because of small discharge																		
	D-2-3	196.0-217.0 223.0-225.0 241.0-250.0 268.0-277.0 283.0-301.0	12.96	27	19.81	74	27.18	152	36.34									74	28.90	27	20.88	
D-3	D-3-1	60.4-77.3	1.60	78	2.93	152	3.91	266	5.56	420	7.61	618	10.58	420	8.62	266	6.49	152	4.98	78	3.79	
	D-3-2	112.1-123.4 132.1-137.7 143.4-149.0	1.85	74	6.145	152	8.962	266	13.845	420	19.387	564	25.56	420	22.13	266	17.845	152	12.778	74	8.9	
	D-3-3	244-274 298-328	1.40	74	2.95	152	4.64	266	7.13	338	8.79	420	10.14	338	9.45	266	8.12	152	5.48	74	3.65	
D-4	D-4-1	66.1-83.0	2.09	74	2.55	152	3.33	266	4.25	420	5.39	618	7.22	420	6.16	266	4.99	152	3.82	74	2.69	
	D-4-2	110.1-132.7 138.4-144.0	1.35	74	1.81	152	2.53	266	3.1	420	3.8	618	4.95	420	4.38	266	3.66	152	2.96	74	2.24	
D-5	D-5-1	46.1-63.0	17.00	Test not conducted because of small discharge																		
	D-5-2	81.1-98.0	28.01	27.0	34.05	47	36.95	90	43.52									47	40.3	27	35.69	
	D-5-3	180.0-240.0	35.96	27.0	38.70	74	42.18	109	43.62									74	42.7	27	40.15	

表 3-2-6-3 試験井の定量揚水試験結果概要

場所	試験井 番号	スクリーン位置	スクリーン 全長 L	静水位	揚水量 Q		揚水時間	動水位	水位低下 s	透水量 係数 T	透水係数 k	貯留係数 S	比湧出量 Sc		T/Sc	対象 帯水層 番号
		(m)	(m)	(GL-m)	(L/min)	(m ³ /day)	(hr)	(GL-m)	(m)	(m ² /sec)	(cm/sec)		(m ³ /sec/m)	(m ³ /day/m)		
D-1	D-1-0	36.7-48.0	11.30	3.70	596	858	48	9.65	5.95	5.4E-03	3.4E-02	4.8E-13	1.7E-03	144	3.2	1
	D-1-1	66.1-83.0	16.95	8.65	378	544	48	36.79	28.14	2.3E-04	1.4E-03	2.1E-04	2.2E-04	19	1.0	2
	D-1-2	109.8-138.0	28.25	3.90	266	383	48	27.96	24.06	4.3E-04	1.6E-03	7.9E-03	1.8E-04	16	2.3	3
	D-1-3	187.0-199.0 211.0-232.0 256-283	60.00	5.41	465	670	48	20.7	15.29	5.4E-04	9.0E-04	-	5.1E-04	44	1.1	4
D-2	D-2-0	31.4-37.1 48.4-54.0	11.30	6.83	13	19	2.3	26.02	19.19	1.1E-05	9.6E-05	7.7E-02	1.1E-05	1	1.0	1
	D-2-1	66.8-95.00	28.25	7.96	27	39	48	34.54	26.58	2.4E-05	8.4E-05	2.6E-05	1.7E-05	1	1.4	2
	D-2-2	125.4-148.0	20.70	10.08	20	29	0.4	49.80	39.72	6.0E-06	2.6E-05	1.2E-01	8.4E-06	1	0.7	3
	D-2-3	196.0-217.0 223.0-225.0 241.0-250.0 268.0-277.0 283.0-301.0	69.00	12.96	153	220	48	44.24	31.28	8.8E-05	1.3E-04	8.3E-03	8.1E-05	7	1.1	4
D-3	D-3-1	60.4-77.3	16.95	1.60	564	812	48	12.45	10.85	9.7E-04	5.8E-03	3.5E-02	8.7E-04	75	1.1	1
	D-3-2	112.1-123.4 132.1-137.7 143.4-149.0	22.60	1.85	266	383	48	18.90	17.05	3.1E-04	1.4E-03	1.9E-02	2.6E-04	22	1.2	2
	D-3-3	244-274 298-328	60.00	1.40	564	812	48	11.74	10.34	1.3E-03	2.2E-03	1.3E-03	9.1E-04	79	1.5	4
D-4	D-4-1	66.1-83.0	16.95	2.09	564	812	48	7.59	5.50	3.8E-03	2.2E-02	1.6E-07	1.7E-03	148	2.2	1
	D-4-2	110.1-132.7 138.4-144.0	28.25	1.35	618	890	48	5.65	4.30	6.5E-03	2.3E-02	2.3E-09	2.4E-03	207	2.7	2
D-5	D-5-1	46.1-63.0	16.95	17.00	13	19	26	36.90	19.90	7.3E-06	4.3E-05	7.4E-02	1.1E-05	1	0.7	1
	D-5-2	81.1-98.0	16.95	28.01	47	68	48	43.09	15.08	7.8E-05	4.6E-04	3.0E-04	5.2E-05	4	1.5	2
	D-5-3	180.0-240.0	60.00	35.96	109	157	48	48.51	12.55	7.1E-05	1.2E-04	2.0E-02	1.4E-04	13	0.5	3,4

3-2-6-3 他 JICA チームによる SEZ 内試験井

(1) 概要

本調査と並行して、JICA の SEZ インフラ設計チームが SEZ 内に試験井を掘削・設置した。その位置を図 3-2-6-3 に、井戸頭部の外観を図 3-2-6-4 に、諸元を表 3-2-6-4 に示す。TW 井は、予備的な試験井で、ウォータージェットにより掘削し、エアリフトにより簡易的な 1 時間の揚水試験を実施した。PW 井は、生産井に転用できるもので、72 時間の揚水試験を実施している。また、水質試験を実施している。

(2) 調査結果

各井戸の井戸柱状図は、添付データ集に付す。揚水試験の結果を、表 3-2-6-5 に示す。水理定数は、表 3-2-6-3 に示した D-1 の結果とオーダー的には同じである。

水質試験結果は、「2-8 試験井の水質調査」を参照されたい。TW7 から西側では、若干塩水化している。

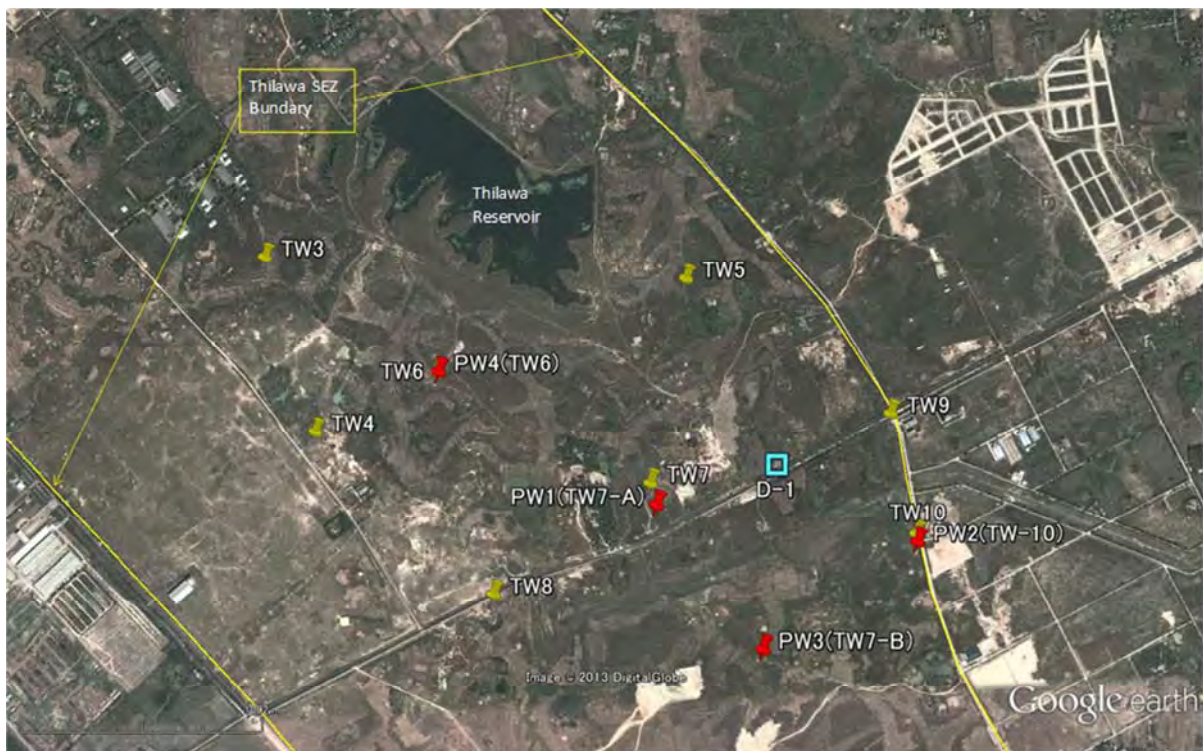


図 3-2-6-3 他 JICA チームによる SEZ 内試験井位置図

表 3-2-6-4 他 JICA チームによる SEZ 内試験井一覧

井戸の種類	口径	井戸名称	掘削深度(m)	スクリーン位置(m)	座標 (WGS84)		標高 (m)		
					緯度	経度	ケーシング 上端	コンクリート 面	地盤高
試験井	1.5"	TW3	198.1	36.6~42.7	N16° 40' 49.68"	E96° 15' 47.04"	7.569	7.094	7.032
		TW4	198.1	45.7~54.9	N16° 40' 26.16"	E96° 15' 54.12"	6.105	5.86	5.748
		TW5	204.2	88.4~97.6	N16° 40' 46.80"	E96° 16' 46.26"	7.152	6.946	6.788
		TW6	198.1	48.7~54.9 70.1~76.2	N16° 40' 34.14"	E96° 16' 11.16"	9.519	9.315	9.163
		TW7	195.1	79.2~85.3	N16° 40' 19.26"	E96° 16' 41.28"	5.681	5.298	5.082
		TW8	198.1	48.8~54.9	N16° 40' 04.14"	E96° 16' 19.20"	6.097	5.984	5.776
		TW9	198.1	73.1~79.2	N16° 40' 28.68"	E96° 17' 15.06"	4.881	4.6	4.35
生産井	10"	PW1	91.4	32.9~49.4 50.0~55.5 61.0~66.4	N16° 40' 16.32"	E96° 16' 42.12"	5.493	5.392	5.092
		PW2	91.4	36.0~52.4 57.9~68.9	N16° 40' 11.28"	E96° 17' 18.84"	5.114	4.692	4.341
		PW3	91.4	27.4~32.9 33.5~66.4	N16° 39' 56.70"	E96° 16' 57.12"	5.679	5.371	5.058
		PW4	91.4	51.8~85.7	N16° 40' 34.20"	E96° 16' 11.46"	9.853	9.692	9.331

出典: 日本工営(2013); 標高は本調査団が計測。



TW 井



PW 井

図 3-2-6-4 他 JICA チーム作成の試験井戸の外観

表 3-2-6-5 他 JICA チームによる SEZ 内試験井の揚水試験結果

試験井戸 番号	口径 (mm)	スクリーン 位置 (m)	全スクリー ン長 L (m)	静水位 (GL-m)	揚水量 Q		揚水時間 (hr)	動水位 (GL-m)	水位 低下 s (m)	透水量 係数 T (m ² /sec)	透水係数 k (cm/sec)	比産出量 Sc		T/Sc	揚水方法												
					(L/min)	(m ³ /day)						(m ³ /sec/m)	(m ³ /day/m)														
TW3	38.1	36.6~42.7	6.1	6.63	82	117	1	7.33	0.70	2.3.E-03	3.7.E-02	1.9.E-04	16	12.2	エアリフト												
TW4		45.7~54.9	9.1	5.72	136	196	1	6.10	0.38	8.3.E-03	1.4.E-01	3.7.E-04	32	22.3													
TW5		88.4~97.6	9.1				1																				
TW6		48.7~54.9	12.2	8.63	90	130	1	9.30	0.67	2.9.E-03	1.2.E-02	1.6.E-04	14	17.7													
TW7		70.1~76.2	6.1	4.63	90	130	1	5.75	1.12	4.7.E-03	7.6.E-02	2.6.E-04	23	17.8													
TW8		48.8~54.9	6.1	5.36	122	176	1	5.73	0.37	4.9.E-03	8.0.E-02	3.6.E-04	31	13.8													
TW9		73.1~79.2	6.1				1																				
TW10		149.0 ~155.1	6.1	自噴			1																				
PW1		254	32.9~49.4	27.4	4.26	454	653	72	8.99	4.73	2.0E-03	7.1E-03	8.4.E-04	73		2.3	水中モー ターポン プ										
PW2			50.0~55.5															27.4	-0.61	454	653	72	32.06	32.67	2.9E-04	1.0E-03	2.4.E-04
	61.0~66.4																										
PW3	27.4~32.9		38.4												4.33			454	653	72	10.34	6.01	1.5E-03	4.0E-03	7.3.E-04	63	2.1
PW4	33.5~66.4	32.9	8.70	454	653	72	43.81	35.11	2.6E-04	7.9E-04	1.7.E-04	15	1.5														

出典: 日本工営 (2013)

3-2-7 既存井戸の水質調査

3-2-7-1 概要

既存井戸インベントリ調査結果に基づいて選定した図 3-2-3-4（前掲）に示す浅井戸と深井戸それぞれ 100 か所において、乾季および雨季において以下の項目の水質測定を実施した。

＜測定項目＞

臭気、味、濁度、色度、pH、EC、温度

3-2-7-2 調査結果

表 3-2-7-1 および表 3-2-7-2 に浅井戸の水質測定結果を示す。また、表 3-2-7-3 および表 3-2-7-4 に深井戸の水質測定結果を示す。雨期には多くの井戸が使用されていないため、下に示される水質の分布図は、主に乾季のデータによる。

(1) 電気伝導度(EC)

「2-2 既存報告書及びデータの精査 2-2-4 水質」に記したように当地の地下水は、一般に主要イオン中の Cl イオンおよび Na イオンの割合が高く、電気伝導度の大小はこれらイオンの濃度の大小との相関が高い。このため、EC が約 $750\mu\text{S}$ を越えると、塩味となり飲用が難しくなるものと推定される。図 3-2-7-2 および図 3-2-7-3 に示すように、タンリンーチャウタン丘陵では、浅井戸、深井戸ともにこの値を越える井戸はわずかであるが、平野部では多くの井戸でこの値を越えている。平野部の深井戸の深度は、図 3-2-7-1 に示すように 120m～180m である。

(2) pH

図 3-2-7-4 に示すように、タンリンーチャウタン丘陵の浅井戸の pH は酸性のものがほとんどを占める。平野部の浅井戸や丘陵部の深井戸は、中性付近のものが多く、平野部の深井戸はアルカリ性のところが多い。

(3) 濁度

図 3-2-7-5 に示すように、濁度については、分布に特徴は認めがたい。主として、井戸の仕上げ具合に関係しているものと考えられる。

(4) 色度

図 3-2-7-6 に示すように、色度については、丘陵部の浅井戸は概ね小さい値を示すが、平野部の浅井戸や深井戸では、値が大きい。色度が高いのは、フミン質や鉄イオン濃度が高いことが主要因と推定される。

(5) 味

図 3-2-7-7 に示すように、塩味の水が、平野部の井戸や丘陵南部の浅井戸に見られる。

(6) 臭気

図 3-2-7-8 に示すように、鉄さび臭い水が、丘陵付近の深井戸に見られる。また、腐臭（温泉水のような硫黄臭）が平野部の井戸や丘陵南部の浅井戸に見られる。

(7) 温度

水温については、有意な規則性は認められない。

表 3-2-7-2 既存井戸の現地水質調査結果－浅井戸 (2)

No	WPT_ID	Township	Village_Group_Name	Latitude	Longitude	Address_of_Owner	First Survey (Dry Season)										Second Survey (Wet Season)								Year Installed	Kind of Well	Diameter (meter)	Depth (meter)	Screen Positions (meter)	
							date	Odour	Taste	Turbidity (KTU)	Color Index	PH	EC (µS)	Temperature (deg C)	Date	Odour	Taste	Turbidity (KTU)	Color Index	PH	EC (µS)	Temperature (deg C)								
51	THA -15-5875	Thanlyin	La Har Yat Village	16.874247	96.325400	U Tin Myint, La Har Yat Village	15.12.12	--	Salty	19.0	0.0	7.19	5,400	31.3	28.7.13	--	--	>20	0.0	7.48	59	27.7	2012	tube well	0.05	16.8	13.7			
52	THA -15-5882	Thanlyin	Thar Yar Kone Village	16.871539	96.322569	Monastery Well, Thar Yar Kone Village	15.12.12	--	--	19.8	>50.0	8.50	828	30.9	--	Silty smell	Salty	3.1	30.0	7.76	1448	30.9	1992	tube well	0.05	21.3	14.6			
53	THA -16-5920	Thanlyin	Kyeik Inn Village	16.719764	96.292525	U Myint Thu, Kyeik Inn, Let Yet San	24.10.12	--	--	0.8	2.5	5.12	79	28.1	--	--	--	Not found								2010	dug well	1.22	3.7	0.0
54	THA -16-6058	Thanlyin	Htan Pin Ceit Village	16.709008	96.298569	U Win Kyaw Moe, Htan Pin Ceit, Let Yet San	26.10.12	--	--	1.6	5.5	5.50	79	28.5	18.7.13	--	Light	0.0	2.0	4.80	211	28.3	2002	dug well	0.91	4.6	0.0			
55	THA -16-06287	Thanlyin	A Lae Ywa Village	16.690361	96.309631	U Han Sein, ALae Ywa, Let Yet San	1.10.12	--	--	1.2	3.5	4.87	71	30.3	18.7.13	--	--	6.4	27.0	4.43	75	28.8	1990	dug well	1.52	5.2	0.0			
56	THA -16-6522	Thanlyin	Lat Yat San Village	16.702086	96.291267	U Kyaw San, Lat Yat San	24.12.12	--	--	6.0	6.5	6.23	136	28.7	--	--	Not found								1982	dug well	2.44	7.6	0.0	
57	THA -21-6779	Thanlyin	Nyaungthonepin Village	16.746222	96.269736	U Myint Hlaing, No(81), Hnin Zi Street	12.10.12	--	--	18.0	5.5	5.33	36	28.3	--	--	18.0	5.5	5.33	36	28.3	2002	tube well	0.05	27.4	18.9				
58	THA -21-6880	Thanlyin	Nyaungthonepin Village	16.762131	96.262092	U Than Shwe, No(1204), Shwe Myittar Street	18.10.12	--	--	13.2	40.0	6.27	545	28.0	20.8.13	--	--	10.0	5.0	6.50	50	18.0	2011	dug well	0.91	4.6	0.0			
59	THA -27-7053	Thanlyin	Urban(Staff Compound) Ward	16.754469	96.263725	U Win Tin, No(64), Paunt Phyo Yae (4) Street	9.10.12	--	--	18.6	13.5	5.03	90	28.0	20.8.13	--	--	20.0	15.0	6.30	100	29.0	2006	dug well	1.22	8.5	0.0			
60	THA -27-7132	Thanlyin	Urban(Staff Compound) Ward	16.755714	96.262086	U Sein Aung, No(D/4), Thi Taw (3) Street	10.10.12	--	--	0.0	0.0	7.26	173	30.0	13.7.13	--	--	0	0.0	6.0	201	30	2009	dug well	1.22	8.5	0.0			
61	THA -27-7368	Thanlyin	Urban(Staff Compound) Ward	16.760717	96.261047	Daw Htay Kyi, No(72), Da Ma Yang Chi Kyauing Street	12.10.12	--	--	0.0	4.0	5.18	62	26.9	20.8.13	--	--	2.0	5.0	6.00	80	28.0	1992	dug well	0.92	3.7	0.0			
62	THA -27-7806	Thanlyin	Urban(Staff Compound) Ward	16.761725	96.259492	Daw Myint Myint San, No(26), Shwe War (3) Street	15.10.12	--	--	0.5	3.0	5.87	50	28.1	20.8.13	--	--	1.0	3.0	6.50	70	29.0	2006	tube well	0.05	27.4	25.0			
63	THA -27-7819	Thanlyin	Urban(Staff Compound) Ward	16.762217	96.258750	Shwe War (2) Street, U Tin Tun	15.10.12	--	--	3.6	8.0	5.35	108	28.3	15.7.13	--	--	1.7	1.5	5.33	69	30.1	1992	dug well	1.52	6.1	0.0			
64	THA -27-8218	Thanlyin	Urban(Oake Pho Su Ward)	16.767453	96.256775	Daw Lo, No(4), Baw Ga Street	18.10.12	--	--	0.0	0.0	7.10	118	28.5	20.8.13	--	--	0.0	0.0	7.10	130	28.0	2009	dug well	0.91	24.4	0.0			
65	THA -27-8548	Thanlyin	Urban(Oake Pho Su Ward)	16.770075	96.254714	U Thein Phae Myint, No(32), Waik Zar (2) Street	22.10.12	--	--	0.0	0.0	6.29	45	27.1	13.7.13	--	--	0.0	1.0	5.63	47	30.4	2011	tube well	0.05	27.4	21.7			
66	THA -27-8653	Thanlyin	Urban(Oake Pho Su Ward)	16.771222	96.254583	U Sein Nyunt, no(10/a), Swe Taw Pin Street	23.10.12	--	--	0.2	5.5	4.58	384	29.3	13.7.13	well smell	--	1.7	1.5	4.50	372	30.9	2000	dug well	1.52	9.1	0.0			
67	THA -27-8879	Thanlyin	Urban (Tawk Taw Twin) Ward	16.776403	96.251481	U Kyaw Min Tun, no(11), Phayar Ni Street	25.10.12	--	--	0.0	0.0	5.76	58	27.5	13.7.13	--	--	0.0	2.8	4.85	64	35.2	2002	tube well	0.05	30.5	24.4			
68	THA -27-8968	Thanlyin	Urban (Tawk Taw Twin) Ward	16.774444	96.253000	Daw Sein Yi, no(61), Tawk Taw Twin Street	25.10.12	--	--	0.0	1.0	6.56	131	32.9	20.8.13	--	--	1.0	2.0	6.50	140	28.9	1996	dug well	0.91	9.1	0.0			
69	THA -27-9364	Thanlyin	Urban, Eastern Of Old Town Ward	16.780792	96.248061	Daw San San Oo, No(32/Ka), U Bo Thein Street	1.11.12	--	--	0.0	4.0	6.03	158	28.0	14.7.13	--	--	1.5	5.5	5.10	226	30.2	1972	dug well	1.07	9.1	0.0			
70	THA -27-9627	Thanlyin	Urban, Middle Of Old Town Ward, (Aung Thukha)	16.777528	96.246028	U Aye Than, No(21), Kan Kaw Street	2.11.12	--	--	0.0	0.0	6.67	153	27.7	14.7.13	--	--	3.8	5.0	5.11	183	29.6	1992	tube well	0.05	30.5	27.7			
71	THA -27-9785	Thanlyin	Urban, Middle Of Old Town Ward	16.745261	96.244847	U Phone Myint, No(O/162), Bo Aye Cho Street	26.11.12	--	--	0.0	0.0	5.36	166	35.0	18.8.13	--	--	4.0	10.0	6.30	150	35.0	1997	dug well	0.98	9.1	0.0			
72	THA -27-10248	Thanlyin	Urban(Myothit(Middle) Ward)	16.765361	96.247333	Daw Khin Myint Than, No. (8), Min Tan Street	7.11.12	--	--	0.3	4.5	6.45	387	31.2	15.7.13	--	--	2.7	12.5	5.99	435	31.1	1962	dug well	1.22	9.1	0.0			
73	THA -27-10389	Thanlyin	Urban	16.764472	96.247000	U Chit Chung,20/Patain tan st., Myothit(mid) qtr.	11.12.12	--	--	5.4	15.5	6.11	471	28.9	15.7.13	--	--	7.6	>50.0	7.15	465	30.9	1932	dug well	1.22	9.2	0.0			
74	THA -27-10439	Thanlyin	Urban	16.769181	96.246094	U Min Wai, 1/Sartie st., Darrkar Ward	11.12.12	--	--	0.0	0.0	7.80	185	26.9	--	--	Not found								1982	tube well	0.05	27.4	22.0	
75	THA -27-10485	Thanlyin	Urban	16.772478	96.244781	U Khin Mg Gy, 46/ThanZin st., Darrkar Ward	11.12.12	--	--	0.0	0.0	6.34	251	26.4	15.7.13	--	--	2.7	10.5	5.65	395	31.6	2007	dug well	0.91	4.9	0.0			
76	THA -27-10803	Thanlyin	Myot Ma Myauk Ward	16.766700	96.243492	Sayargyi U Yin, No(27-B), Myot Ma Street	12.11.12	--	--	0.0	0.0	6.70	752	26.7	15.7.13	--	--	0.9	1.0	5.91	455	30.4	1973	dug well	1.82	9.2	0.0			
77	THA -27-10899	Thanlyin	Urban (Myoe Ma North) Ward	16.766233	96.243850	U Tin Myint, no(11), Kaung Si Street	13.11.12	--	--	0.0	0.0	5.34	242	28.2	14.7.13	--	--	0.0	0.0	5.42	351	29.9	2009	dug well	1.21	6.7	0.0			
78	THA -27-11045	Thanlyin	Urban (Myoe Ma South) Ward	16.763694	96.245083	U Myint Thein, no(1), Thi Kha Street	14.11.12	--	--	0.0	3.0	6.84	956	27.2	15.7.13	Rust smell	Salty	1.4	12.5	6.53	788	30.4	1993	dug well	1.52	9.2	0.0			
79	THA -27-11273	Thanlyin	Kwet Thit (2), Myot Ma Taung Ward	16.760167	96.240806	U Aung Myat Kyaw, No() Nilar Street	16.11.12	--	--	9.5	>50.0	6.60	342	32.7	25.7.13	--	--	9.0	>50.0	6.70	365	30.7	2000	tube well	0.05	24.4	19.2			
80	THA -27-11340	Thanlyin	Myot Ma Taung Ward	16.762533	96.241639	U Zaw Min, No(33), Chan Myae Street (nearest)	16.11.12	--	--	0.0	0.0	6.97	654	28.5	15.7.13	--	--	1.5	10.0	7.20	434	30.7	2006	tube well	0.03	27.4	22.0			
81	THA -27-11360	Thanlyin	Myot Ma Taung Ward	16.760869	96.242142	U Aye Tun, No(4-B), Thida Yaemyaung Street (nearest)	16.11.12	--	--	6.0	>50.0	6.13	374	28.1	15.7.13	--	--	10.0	5.0	6.03	388	30.9	2005	tube well	0.03	25.9	20.4			
82	THA -27-11821	Thanlyin	Urban (Htan Pin Kone) Ward	16.758528	96.245861	U Khin Zaw, no(27/2), (2) Street	19.11.12	--	--	0.0	0.0	4.88	386	27.7	15.7.13	--	--	5.9	15.5	5.70	482	31.0	1976	dug well	1.21	7.9	0.0			
83	THA -27-12906	Thanlyin	Urban, Aung Chan Thar (3) Ward	16.746794	96.261017	Ma Thin Thin Lin, No(Wa/115), Bo Saw Aung Street	26.11.12	--	--	0.4	11.0	6.53	75	29.4	16.7.13	--	--	0.0	0.0	4.38	107	26.7	1989	dug well	1.22	8.5	0.0			
84	THA -27-13018	Thanlyin	Urban, Aung Chan Thar Ward	16.746250	96.260944	U Ohn Maung, No(Wa/101), Bo Taik Choun Street	26.11.12	Rottem smell	--	2.2	29.0	5.70	111	28.1	16.7.13	--	--	2.8	12.5	5.00	108	32.0	1992	dug well	0.91	6.1	0.0			
85	THA -27-13061	Thanlyin	Urban, Aung Chan Thar Ward	16.744250	96.260806	U Nyunt Shwe, No(Wa/4), School Street	26.11.12	--	--	4.3	22.0	6.60	84	28.4	18.8.13	--	--	5.0	15.0	6.80	968	32.0	2008	tube well	0.04	27.4	22.0			
86	THA -27-13061	Thanlyin	Urban, Aung Chan Thar (Extension)	16.739292	96.258644	U Aye Lwin, No(C/42), Six Street	27.11.12	--	--	0.0	0.0	7.66	371	29.9	18.8.13	--	--	3.0	4.0	7.20	40	29.9	2010	tube well	0.05	29.0	26.5			
87	THA -27-13071	Thanlyin	Urban, Aung Chan Thar (4) Ward	16.740875	96.258461	U Chan Perann, No(28/35), Thazin (6) Street	27.11.12	--	--	1.8	>50.0	7.64	280	29.1	18.8.13	--	--	1.8	>50.0	7.50	320	30.0	2010	tube well	0.05	27.4	25.0			
88	THA -27-13087	Thanlyin	Urban, Aung Chan Thar (Extension)	16.736769	96.256744	Daw May Hla Shwe, Rose(10) Street, Aye Thar Yar Qu	27.11.12	--	--	0.0	0.0	7.74	342	31.1	18.8.13	--	--	0.0	0.0	7.80	300	30.0	2004	tube well	0.05	24.4	21.7			
89	THA -27-13097	Thanlyin	Urban, Aung Chan Thar (4) Ward	16.738900	96.256889	U Kyaw Oo, No(33), Taw Win(10) Street	27.11.12	--	--	0.0	13.0	8.81	374	34.9	18.8.13	--	--	0.0	13.0	7.80	310	31.0	2007	tube well	0.05	27.4	25.0			
90	THA -27-13161	Thanlyin	Urban, Aung Chan Thar Ward	16.742122	96.255556	Daw Ohn Kyin, No(Kha/359), Moe Kode Kyauing Street	29.11.12	--	--	4.9	3.0	5.79	768	29.2	16.7.13	Silty smell	--	2.0	9.0	5.80	738	30.9	2001	tube well	0.04	27.4	22.3			
91	THA -27-13442	Thanlyin	Urban (Aung Chan Thar) (2) Ward	16.745350	96.253547	U Nay Soe, no(379/B), Bo Myint Aung Street	2.12.12	--	--	0.0	7.0	6.30	124	31.4	16.7.13															

表 3-2-7-3 既存井戸の現地水質調査結果—深井戸 (1)

No	WPT_ID	Township	Village_Group_Name	Latitude	Longitude	Address_of_Owner	First Survey (Dry Season)										Second Survey (Wet Season)										Year Installed	Kind of Well	Diameter (meter)	Depth (meter)	Screen Positions (meter)
							date	Odour	Taste	Turbidity (KTU)	Color Index	PH	EC (us)	Temperature (deg C)	Date	Odour	Taste	Turbidity (KTU)	Color Index	PH	EC (us)	Temperature (deg C)									
1	KA - 1-3	Khayan	A LeL Ywar	16.877947	96.395631	Monastery Well, A LeL Ywar Village Group	10.12.12	-	-	0.0	2.5	7.74	616	25.6	10.8.13	-	-	7.6	6.0	7.47	551	28.5	1912	tube well	0.05	158.5	153.4				
2	KA - 2-23	Khayan	Myauk Aye Village, Aye Ywa Group	16.857386	96.405961	Monastery, Myauk Aye Village, Aye Ywa Village Group	12.12.12	-	-	0.0	0.0	8.28	788	30.5	29.8.13	-	-	2.1	4.5	7.41	908	30.2	2011	tube well	0.05	158.5	152.4				
3	KA - 3-45	Khayan	A Lal Wun Kone Village, Ha Bi Lu Village Group	16.880878	96.473783	Monastery Well, A Lal Wun Kone Village, Ha Bi Lu Village Group	6.12.12	-	-	0.0	11.5	8.02	115	30.4	1.9.13	-	light	7.7	>50	7.95	1,167	26.4	2010	tube well	0.05	146.3	141.5				
4	KA - 4-66	Khayan	Ye Mon Village, Ka Mar Ka Lu Village Group	16.915681	96.538772	Ye Mon Monastery, Ka Mar Ka Lu Village Group	10.11.12	-	-	0.0	0.0	8.19	441	29.1	26.8.13	Silty smell	-	10.3	34.5	6.78	115	28.8	1972	tube well	0.05	152.4	147.9				
5	KA - 5-136	Khayan	Ka Mar Chaik Village	16.894694	96.432756	Monastery, Ka Mar Chaik Village (nearest)	8.12.12	-	-	1.0	13.5	8.87	2,650	30.8	29.8.13	green smell	light	9.5	>50.0	7.50	2,660	27.6	2005	tube well	0.05	146.3	142.1				
6	KA - 6-153	Khayan	Ka Ma Mat Village	16.955089	96.483178	U Myant Sein, Ka Mar Mat Village	14.11.12	Rotten smell	-	0.0	13.5	8.34	793	30.2	27.8.13	Locked the house, not install the machine; & not use in rainy season	-	-	-	-	-	-	2010	tube well	0.05	167.7	162.5				
7	KA - 7-217	Khayan	Kyon Tu Village	16.865936	96.516661	Primary School Public Well, Kyone Tu Village (nearest)	3.12.12	-	-	0.0	12.0	8.07	129	30.2	27.8.13	Silty smell	-	1.7	32.0	7.78	1,294	25.6	2003	tube well	0.05	143.3	138.4				
8	KA - 8-231	Khayan	Public Well, Kyone Kya	16.939692	96.493347	Public Well, Daw Tin Street, Kyone Kya Village (nearest)	4.11.12	-	-	1.2	19.5	8.06	1,470	31.6	28.8.13	not use in rainy season, not install the machine	-	-	-	-	-	-	2010	tube well	0.05	164.6	159.5				
9	KA - 9-424	Khayan	Ka Mar Sein Village, Kyu Taw Village Group	16.909864	96.436806	Public Well, Ka Mar Sein Village, Kyu Taw Village Group	7.12.12	Silt smell	-	11.7	19.0	8.04	543	32.7	30.8.13	Silty smell	-	3.7	39.5	7.65	530	34.1	2005	tube well	0.05	158.5	153.7				
10	KA - 10-445	Khayan	Ma Gyi Kan Village	16.823756	96.458900	Primary School, Ma Gyi Kan Village (South)	16.12.12	-	-	0.0	0.0	8.36	597	28.0	20.8.13	well smell	light	4.9	34.0	7.62	579	28.1	2011	tube well	0.05	152.4	147.3				
11	KA - 11-491	Khayan	Maung Ma Village	16.937703	96.425461	Public Well, Maung Ma Village	19.11.12	Rotten smell	Salty	13.5	38.0	7.24	2,840	30.0	1.9.13	Not use in rainy season because of the bad water breaking down the machine	-	-	-	-	-	-	2000	tube well	0.05	164.6	160.1				
12	KA - 12-527	Khayan	Oak Hpo Village	16.936981	96.470489	Public Well(Northern) Oak Hpo Village	17.11.12	Rotten smell	Salty	0.0	1.0	7.65	2,880	31.2	26.8.13	-	salty	1.7	4.5	8.04	4,200	27.9	2004	tube well	0.05	131.1	123.5				
13	KA - 13-554	Khayan	Aye Village, Pauk Pin Village Group	16.952439	96.426125	Public Well, Aye Ywa, Pauk Pin Village Group	21.11.12	Rotten smell	Light	0.0	27.0	7.46	1,090	28.9	30.8.13	Silty smell	-	7.7	>50.0	7.41	997	34.5	2005	tube well	0.05	167.7	163.1				
14	KA - 14-571	Khayan	Pein Kan Village	16.876814	96.450508	U Tin Htut, Pein Kan Village (nearest)	11.12.12	Rotten smell	-	0.9	>50.0	7.60	1,986	26.7	29.8.13	Silty smell	-	2.3	>50.0	7.23	1,922	26.5	2003	tube well	0.05	122.0	116.5				
15	KA - 16-612	Khayan	Latpandan Village, Ta Man Gyi Village Group	16.874272	96.554444	Public Well, Latpandan Village(West), Ta Man Gyi Village Group	1.12.12	-	Salty	1.9	7.5	7.76	6,990	28.7	31.8.13	-	salty	9.2	44.5	7.66	7,790	26.6	2011	tube well	0.05	158.5	153.4				
16	KA - 17-635	Khayan	Yoe Gyi Village	16.840692	96.481439	Monastery Well, Yoe Gyi Village(South)	4.12.12	-	-	0.0	18.0	8.15	917	28.3	20.8.13	well smell	light	0.0	17.0	7.59	879	28.1	2004	tube well	0.05	128.1	123.5				
17	KYA - 1-656	Kyauktan	Ah Se Village	16.596231	96.462639	U Aye Kyo, Ah Se Village(West)	16.11.12	Rotten smell	Light	2.0	21.0	7.50	2,260	24.4	16.8.13	-	-	0.6	4.0	8.20	259	29.7	2004	tube well	0.05	73.2	67.1				
18	KYA - 5-874	Kyauktan	Kan Pyaung Village	16.706275	96.398200	U Khin Maung Lwin, Kan Pyaung Village	23.12.12	Rotten smell	Salty	4.3	44.5	7.36	642	31.4	13.7.13	Cannot absorb the well water	-	-	-	-	-	-	2005	tube well	0.05	109.7	103.6				
19	KYA - 6-1014	Kyauktan	Kyan Pin Village	16.623403	96.394486	Ba Hoot Pon Nya Monestry, Kyan Pin Village	23.11.12	-	-	9.9	18.0	9.46	368	27.1	14.7.13	-	-	4.9	2.5	9.23	138	28.3	2001	tube well	0.05	128.0	115.9				
20	KYA - 7-1031	Kyauktan	Kyar Kan Village	16.676389	96.353333	Public use well, Kyar Kan Village	11.11.12	-	-	1.6	3.4	8.00	406	27.6	13.7.13	-	-	9.2	12.0	7.48	457	29.0	2001	tube well	0.05	121.9	113.4				
21	KYA - 8-1208	Kyauktan	Kyon Kan Village	16.651389	96.423722	Basic Education High School, Kyon Kan Village	9.11.12	Rotten smell	-	20.0	50.0	6.76	3,660	27.8	13.7.13	Not use in rainy season	-	-	-	-	-	-	2001	tube well	0.05	128.0	115.9				
22	KYA - 9-1720	Kyauktan	Nyaung Waing Group	16.688236	96.308572	U Mya Win, Shan Su	5.11.12	-	-	0.6	10.0	7.98	489	28.2	-	-	-	0.6	7.0	7.03	448	27.5	2010	tube well	0.05	85.3	76.2				
23	KYA - 9-1782	Kyauktan	Nyaung Waing Group	16.680206	96.319222	U Win Yu War, No(8), Myain Thar Yar (1) Ward	2.11.12	-	-	0.0	0.0	6.15	31	27.8	-	-	well smell	-	0.0	0.0	5.55	22	27.4	2010	tube well	0.05	67.1	54.9			
24	KYA - 11-1859	Kyauktan	Pan Taw Village	16.620944	96.375611	Kyoon Ka Lay Monestry, Kyoon Ka Lay Village	24.11.12	-	-	0.3	1.5	8.70	418	30.7	14.7.13	-	-	1.0	0.0	8.55	467	28.8	2005	tube well	0.05	207.3	201.8				
25	KYA - 13-2029	Kyauktan	Par Da Gyi Village	16.658856	96.323922	U Than Htut, Kun Chan Su Pa Da Gyi Village	27.10.12	Rust smell	-	0.2	3.0	6.78	106	27.9	29.6.13	-	-	1.0	7.5	6.31	99	27.3	2005	tube well	0.05	97.5	88.4				
26	KYA - 13-2029	Kyauktan	Pi li khut Village	16.652750	96.367861	ku lar pi lat kat(Temple)	10.12.12	-	-	2.3	1.0	8.47	401	31.1	4.7.13	-	-	0.0	0.0	7.58	402	29.9	2005	tube well	0.05	115.8	109.7				
27	KYA - 14-2104	Kyauktan	Shwe pvauk Village	16.659306	96.303056	U Kvi Htuy, No (198) Shwe Pvauk Village	25.10.12	Silt smell	Light	2.8	17.0	8.16	401	27.5	30.6.13	-	-	1.6	8.5	7.17	233	26.8	1992	tube well	0.05	85.3	82.3				
28	KYA - 14-2232	Kyauktan	Shwe pvauk Village	16.656175	96.317628	Daw San Yi Shwe Pvauk Village	26.10.12	-	-	6.7	50.0	7.63	397	26.3	30.6.13	-	-	0.8	0.0	6.30	83	28.4	2005	tube well	0.03	91.5	82.3				
29	KYA - 14-2272	Kyauktan	Shwe pvauk Village	16.658369	96.315894	Myat Saw Nyi Naung, Bone Kyi Kyaung, Aung Thar Ce, Shwe pvauk Village	26.10.12	Silt smell	-	0.0	8.5	8.10	601	27.7	29.6.13	-	-	2.3	46.5	6.83	496	27.9	2008	tube well	0.07	61.0	46.3				
30	KYA - 15-2298	Kyauktan	Sin Ma Kaw Village	16.641944	96.498947	Public use pond, Sin Ma Kaw (Village)	25.11.12	-	-	0.0	0.5	8.60	931	28.3	16.8.13	-	-	1.0	1.0	8.47	780	30.4	2005	tube well	0.05	140.2	120.0				
31	KYA - 16-2307	Kyauktan	Tar Pat Village	16.662500	96.496781	Public use Well, Zyi Pui Village	25.11.12	Rotten smell	Salty	0.9	33.5	7.97	5,380	28.8	14.8.13	Silty smell	salty	0.2	4.3	7.75	5,710	29.9	2005	tube well	0.05	128.0	115.9				
32	KYA - 18-2340	Kyauktan	Thaung Gyi Village	16.630944	96.366139	Basic Education High School, Thaung Gyi (Village)	13.11.12	-	-	-	-	-	-	-	15.7.13	In summer not getting the water, not installed the instrument	-	-	-	-	-	-	2005	tube well	0.05	97.5	91.4				
33	KYA - 20-2464	Kyauktan	Urban(Shwe Kone)	16.641444	96.329819	U Myant Aye, No(871), Aung Thu Ka Street	13.10.12	-	-	6.4	18.0	7.65	211	28.6	4.7.13	-	-	2.0	19.0	6.65	206	28.1	2004	tube well	0.05	106.7	91.8				
34	KYA - 20-2622	Kyauktan	Sin Kan Ward	16.641467	96.324897	U Hin Lan, Aye Say Ti(2) Street, Shwe Kone Ward	16.10.12	-	-	0.6	27.5	7.10	138	28.0	29.6.13	-	-	1.9	32.5	6.30	139	27.7	1984	tube well	0.05	122.0	115.9				
35	KYA - 20-2785	Kyauktan	East Ward	16.651056	96.328250	U Soe Myint No (68), Lam Ma Taw East, Shwe Kone Ward	16.10.12	-	-	0.0	1.0	6.42	138	28.1	3.7.13	well smell	-	0.6	1.5	5.98	158	28.6	1983	tube well	0.05	79.3	73.2				
36	KYA - 21-2919	Kyauktan	Urban, San Gyine Mi (3) Ward	16.638861	96.320500	Dr. Hlu Shwe, No(284), Zayyar (5) Street	9.10.12	-	-	14.9	23.5	8.42	819	29.8	13.7.13	The owner of the house was transferred	-	-	-	-	-	-	2005	tube well	0.05	64.0	61.6				
37	KYA - 21-3109	Kyauktan	Urban, Middle Ward	16.634389	96.326500	U Kyaw Win, No(88), Lat Lat Yee Street	14.10.12	Rust smell	Little sour	5.6	50.0	7.10	137	29.8	3.7.13	-	light	20.0	20.0	6.29	139	29.3	2011	tube well	0.04	82.3	79.3				
38	KYA - 21-3155	Kyauktan	Urban, Aye Mya Thida Ward	16.654083	96.291639	U Ko Lan, No(1), Aye Mya Thida Street	20.10.12	Rust smell	Light	2.4	42.0	8.13	304	29.4	30.6.13	roast	-	1.8	40.5	7.05	325	28.7	2005	tube well	0.04	61.0	54.9				
39	KYA - 21-3197	Kyauktan	Urban, Thida Myine Ward	16.631056	96.302417	U Than Sein, No (36), Kavat, Thida Myine Street	22.10.12	-	-	0.0	0.0	8.65	1,125	28.1	3.7.13	-	-	2.1	2.5	7.40	995	28.5	2005	tube well	0.04	128.0	122.0				
40	KYA - 21-3214	Kyauktan	Urban, Swe Pyi Tharyar Ward	16.641911	96.294064	Saogone, Myanmar, Shwe Pyi Tharyar(2) Street	22.10.12	Rotten smell	Light	3.3	23.0	7.62	2,020	30.3	5.7.13	well smell	light	15.2	>50.0	6.77	1,396	26.6	1998	tube well</							

表 3-2-7-4 既存井戸の現地水質調査結果—深井戸 (2)

No	WPT_ID	Township	Village_Group_Name	Latitude	Longitude	Address_of_Owner	First Survey (Dry Season)							Second Survey (Wet Season)							Year Installed	Kind of Well	Diameter (meter)	Depth (meter)	Screen Positions (meter)			
							date	Odour	Taste	Turbidity (KTU)	Color Index	PH	EC (µs)	Temperature (deg C)	Date	Odour	Taste	Turbidity (KTU)	Color Index	PH						EC (µs)	Temperature (deg C)	
51	THA - 5-3955	Thanlyin	Bo Gvoket(major general) Village	16.753278	96.238603	Primary School, Area (11), Bo Gvoket Village	19.12.12	-	-	1.3	4.5	8.76	87	29.4	19.7.13	-	-	5.5	39.5	7.80	140	28.6	2000	tube well	0.05	73.2	61.9	
52	THA - 5-4086	Thanlyin	Bo Gvoket(major general) Village	16.757336	96.236528	Da Mar Yone Well, Area (7), Bo Gvoket Village	20.12.12	-	-	22.5	10.1	6.33	448	29.6	17.7.13	-	-	12.4	17.5	6.14	761	23.0	2008	tube well	0.05	85.4	79.9	
53	THA - 5-4127	Thanlyin	Bo Gvoket(major general) Village	16.757792	96.236550	U Ohn Myint, No(6/57)	20.12.12	-	-	2.9	38.5	6.47	292	29.3	17.7.13	-	-	20.0	29.0	6.42	500	28.5	2012	tube well	0.05	82.3	76.8	
54	THA - 5-4192	Thanlyin	Bo Gvoket(major general) Village	16.755608	96.237350	U Khan Ming Myint, No(8/35)	21.12.12	-	-	23.0	18.0	7.00	256	28.8	17.7.13	-	-	9.4	22.5	6.67	356	28.6	1992	tube well	0.05	64.0	58.8	
55	THA - 5-4668	Thanlyin	Bo Gvoket(major general) Village	16.754764	96.244986	Nay La Company, Bo Gvoket Village	28.12.12	-	-	18.0	5.0	6.45	98	29.2	19.7.13	-	-	0.0	0.0	5.88	115	29.8	2012	tube well	0.05	91.5	86.3	
56	THA - 6-4676	Thanlyin	Chuang Saak Village	16.717472	96.388750	Da Ma Wae Thu Di Kyauing Taikae	7.11.12	-	-	5.1	26.0	7.80	1299	29.9	7.7.13	-	-	light	2.7	4.5	7.50	782	28.4	2009	tube well	0.05	109.7	107.3
57	THA - 7-4692	Thanlyin	Day Set Village	16.906036	96.346786	Hospital, Day Set Group	27.11.12	-	-	Salty	0.1	3.5	8.18	1032	30.1	20.7.13	-	-	0.5	3.5	7.35	1734	29.3	2011	tube well	0.05	176.8	171.0
58	THA - 8-4726	Thanlyin	Padonessan Village, Payargone Group	16.747592	96.271003	U Sein Han, No(20), The Street	13.10.12	-	-	0.2	0.5	5.12	57	28.2	20.7.13	-	-	0.0	0.0	4.73	278	28.8	2011	tube well	0.05	36.6	31.1	
59	THA - 8-4954	Thanlyin	Net Sin Gone Village, Payargone Group	16.737953	96.277183	Aung Si Taw Da Ma Thake Tup Oo Kyauing, No(-)	16.10.12	-	-	7.4	>50.0	6.54	146	29.1	21.7.13	-	-	7.4	4.1	6.80	220	29.0	2011	tube well	0.05	109.8	98.2	
60	THA - 8-5116	Thanlyin	Phayargone Village	16.737281	96.284797	Eastern University / Kanyingpin	10.8.12	-	-	1.2	1.5	6.10	91	29.0	21.7.13	-	-	0.0	0.0	5.88	126	30.1	2006	tube well	0.15	73.2	62.2	
61	THA - 8-5451	Thanlyin	Myoeppya Kwet Thit Village	16.730125	96.274431	Daw Shwe Thein, No(-), Warkyaung Street, Phayargone	23.10.12	-	-	1.9	0.0	6.30	49	28.7	21.7.13	-	-	0.2	1.0	6.53	57	28.3	1992	tube well	0.05	91.5	86.0	
62	THA - 9-5658	Thanlyin	Hpa Ku (East) Village	16.925542	96.373811	Monastery Well, Hpa Ku, A Shae Group	23.11.12	Rotten smell	-	12.2	>50.0	7.39	1001	29.3	30.7.13	well smell	-	2.0	26.5	7.54	599	27.7	2011	tube well	0.05	176.8	171.0	
63	THA - 11-5691	Thanlyin	Pyi Taw, Thar Village	16.848039	96.342178	monastery, Pyi Taw Thar Village	14.12.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2010	tube well	0.51	161.6	150.6	
64	THA - 12-5707	Thanlyin	Kayin Seik Village	16.783997	96.288436	U Hla Myo Kyaw, Kayin Seik Village	12.12.12	-	-	0.0	2.0	8.14	334	30.7	19.7.13	-	-	light	0.5	1.0	7.63	405	29.4	2012	tube well	0.05	158.5	153.7
65	THA - 13-5720	Thanlyin	Ka La Well Village	16.816172	96.291528	Kwet Thit Prosperity Office, Ka La Well Village	10.12.12	-	-	7.2	4.0	7.76	740	28.0	22.7.13	-	-	0.7	0.5	7.56	350	31.4	2006	tube well	0.05	109.8	104.6	
66	THA - 14-5802	Thanlyin	Aye Thsarsar Quarter, Kyauing Kone Seik Gyi Village	16.728864	96.261606	U Aye Min, No(881), Aye Thsarsar	8.12.12	-	-	2.4	16.0	6.80	136	29.8	21.7.13	-	-	0.0	7.0	6.49	222	29.6	2011	tube well	0.05	64.0	58.8	
67	THA - 14-5853	Thanlyin	Aye Thsarsar Quarter, Kyauing Kone Seik Gyi Village	16.730147	96.262389	U Soe Myint, No(901/902), Development Road, (nearest)	8.12.12	-	-	0.6	5.5	6.73	117	29.6	21.7.13	-	-	6.6	15.0	6.03	118	30.3	2000	tube well	0.05	103.7	98.2	
68	THA - 15-5869	Thanlyin	La Har Yat Village	16.878464	96.329856	Mingalar Myanmar, La Har Yat Village	15.12.12	-	-	0.9	9.0	8.07	935	32.3	28.7.13	-	-	1.1	3.5	8.19	695	28.1	2010	tube well	0.05	152.4	147.6	
69	THA - 16-6015	Thanlyin	Pyinhang Kyauing Village	16.714608	96.291756	U Zaw Win Aung, Thanlyin Kyauktan Street Pyinhang Kyauing Ywa	26.10.12	-	-	13.5	4.0	6.75	89	28.7	18.7.13	-	-	light	17.9	3.0	6.20	95	28.4	2006	tube well	0.05	91.5	86.0
70	THA - 16-6030	Thanlyin	Pyinhang Kyauing Village	16.708075	96.297211	U Zaw Lin, Bu Ya (5)Sou, Zaw Ti Ca Street, Pyinhang Kyauing	26.10.12	-	-	3.4	>50.0	7.56	132	27.8	-	-	-	-	-	-	-	-	2008	tube well	0.05	97.6	92.1	
71	THA - 16-6203	Thanlyin	Hta Ma Lone Village	16.703706	96.300689	U Tin Hsuy, Thanlyin Kyauktan Street, Hta Ma Lone, Let Yet San	28.10.12	Rust smell	-	11.8	>50.0	6.77	130	28.3	-	-	-	-	-	-	-	-	2003	tube well	0.05	61.0	54.9	
72	THA - 19-6638	Thanlyin	Nga Pa Kyae Village	16.788683	96.276292	U Saw Maung, Nga Pa Village	8.12.12	-	-	0.0	0.0	6.62	490	29.1	-	-	-	-	-	-	-	-	2004	tube well	0.05	85.4	80.2	
73	THA - 20-6647	Thanlyin	Nvaung Lay Pin Village	16.821592	96.319753	Mingalar Myanmar Well, Nvaung Lay Pin Village	15.12.12	-	-	0.5	9.5	8.17	497	29.1	-	-	-	-	-	-	-	-	2010	tube well	0.05	143.3	137.8	
74	THA - 21-6652	Thanlyin	Nvaungthonepin Village	16.750386	96.264769	No.(1), B.E.P.S, Daw Thida Aung	10.8.12	-	-	1.3	4.5	8.76	87	29.4	14.7.13	-	-	0.0	0.0	6.92	69	32.0	2001	tube well	0.05	97.5	95.1	
75	THA - 21-6905	Thanlyin	Nvaungthonepin Village	16.762969	96.260628	Daw Khin May, No(418), The Street	19.10.12	-	-	0.6	1.0	6.73	99	31.9	20.8.13	-	-	1.0	2.0	6.50	100	29.0	2005	tube well	0.05	67.1	61.6	
76	THA - 22-6916	Thanlyin	Say Lone Gyi Village	16.712278	96.327028	Say Lone Gyi Kyauing Taikae	7.11.12	-	-	0.1	0.0	8.61	327	30.9	7.7.13	-	-	light	3.4	21.0	8.48	183	28.4	2010	tube well	0.05	82.3	76.2
77	THA - 23-6926	Thanlyin	Sit Pin Kwin Village	16.759908	96.313264	Monastery, Sit Pin Kwin Village	11.12.12	Rust smell	-	40.0	>50.0	7.31	4444	25.9	-	-	-	-	-	-	-	-	2010	tube well	0.05	91.5	86.3	
78	THA - 24-6941	Thanlyin	Tha Nat Pin Village	16.783975	96.288461	U Thung Hun, Tha Nat Pin Village	9.12.12	-	-	40.0	>50.0	7.76	650	25.3	25.7.13	-	-	-	-	-	-	-	2001	tube well	0.05	79.3	71.0	
79	THA - 25-6958	Thanlyin	Tha Pyae Kone Village	16.871294	96.367858	Monastery, Tha Pyae Kone Village, (nearest)	12.12.12	-	-	4.6	18.0	9.20	976	28.4	-	-	-	-	-	-	-	-	2009	tube well	0.51	146.3	140.5	
80	THA - 26-6967	Thanlyin	Thu Htay Kwin Village	16.766944	96.348136	Western Monastery, Thu Htay Kwin Village	11.12.12	-	-	1.5	7.5	7.44	917	28.7	19.7.13	-	-	light	0.6	3.5	7.14	2110	29.1	2012	tube well	0.05	182.9	177.7
81	THA - 27-7168	Thanlyin	Urban(Staff Compound) Ward	16.756506	96.280764	U Yan Myint Chi, No(48/52), Co-operative University Road	11.10.12	-	-	1.4	3.0	6.11	37	29.1	13.7.13	-	-	1.1	0.0	5.56	41	29.9	1992	tube well	0.05	76.2	61.6	
82	THA - 27-7256	Thanlyin	Urban(Staff Compound) Ward	16.753397	96.260667	U Sin Thaw Win, Thit Taw Street	12.10.12	-	-	0.0	0.0	6.39	114	29.2	22.7.13	-	-	0.0	0.0	5.73	133	29.0	2002	tube well	0.05	103.7	55.3	
83	THA - 27-7748	Thanlyin	Urban(Staff Compound) Ward	16.746967	96.266547	U Ohn Khaino, No(32), Zaw Ti Ka Street	12.10.12	-	-	0.0	31.5	7.24	97	30.6	13.7.13	-	-	0.0	0.0	6.50	115	29.0	2001	tube well	0.05	67.1	46.6	
84	THA - 27-8753	Thanlyin	Urban (Tawk Taw Twin) Ward	16.769933	96.251581	U Han Theinnoo(16), Nant Ta Kone(2) Street	24.10.12	-	-	0.1	0.5	7.06	46	28.0	13.7.13	-	-	0.0	2.5	6.16	53	32.0	2000	tube well	0.05	68.6	62.5	
85	THA - 27-9261	Thanlyin	Urban (Myoe Haung East) Ward	16.778144	96.252572	U Kyaw Win, Tawk Taw Twin Street	28.10.12	-	-	0.0	0.0	6.21	77	30.9	13.7.13	-	-	3.1	22.0	5.97	72	31.7	2012	tube well	0.05	61.0	55.5	
86	THA - 27-10314	Thanlyin	Urban	16.769300	96.244897	U Mg Kyaw, 14 Post office st., Darrkar st.	11.12.12	Rust smell	-	0.0	>50.0	7.28	202	28.4	14.7.13	-	-	20.0	21.0	6.40	315	29.0	2012	tube well	0.05	109.8	104.3	
87	THA - 27-10890	Thanlyin	Urban (Myoe Ma North) Ward	16.766992	96.245956	U Myo Khinnoo(4), Kaung Si Street	13.11.12	-	-	0.0	32.0	7.43	158	31.4	14.7.13	-	-	0.0	3.5	6.73	225	30.9	1997	tube well	0.05	67.1	62.2	
88	THA - 27-11236	Thanlyin	Myoe Ma Taung Ward	16.761944	96.242139	U Zaw Myint, No(134), Nvaun Chan Street	16.11.12	-	-	0.0	7.0	7.71	368	30.2	15.7.13	-	-	salty	1.8	6.5	6.61	512	30.0	2008	tube well	0.05	91.5	86.2
89	THA - 27-12331	Thanlyin	Urban (Bago Su.) Ward	16.756861	96.233472	U Shu Shae, no(15), Thar Du Street	22.11.12	-	-	0.7	>50.0	7.26	170	29.3	15.7.13	-	-	1.6	1.0	5.73	188	31.7	1997	tube well	0.05	85.4	49.7	
90	THA - 28-14439	Thanlyin	Win Khani Village	16.951419	96.367797	Phone Gyi Kyauing Yae Twin, Ale Win Khani	26.11.12	Rotten smell	-	4.3	16.5	7.58	2730	28.2	30.7.13	well smell	salty	4.0	25.5	7.14	1732	27.1	2010	tube well	0.05	176.8	171.6	
91	THA - 29-14452	Thanlyin	Yone Tha Pysy Kan Village	16.833278	96.344986	U Phoe Si, Yone Tha Pysy Kan Village	13.12.12	-	-	1.8	15.0	8.94	536	29.2	12.													

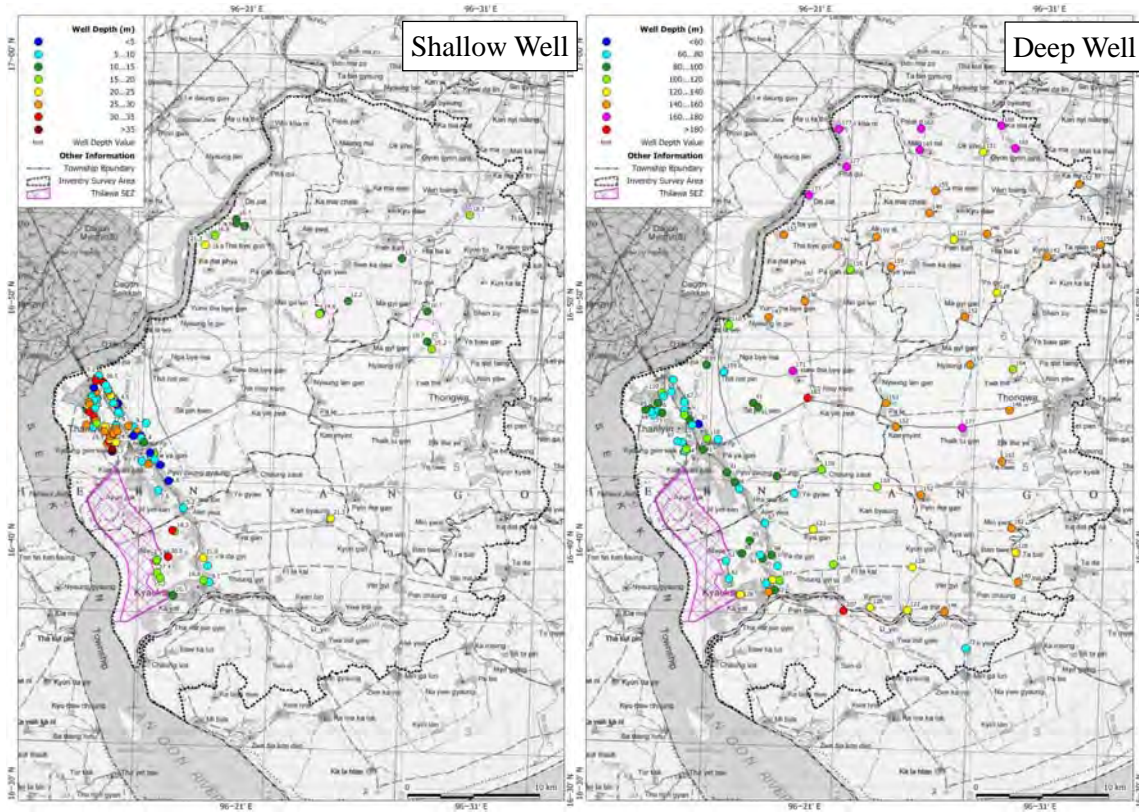


図 3-2-7-1 既存井戸水質調査井戸の位置と深度

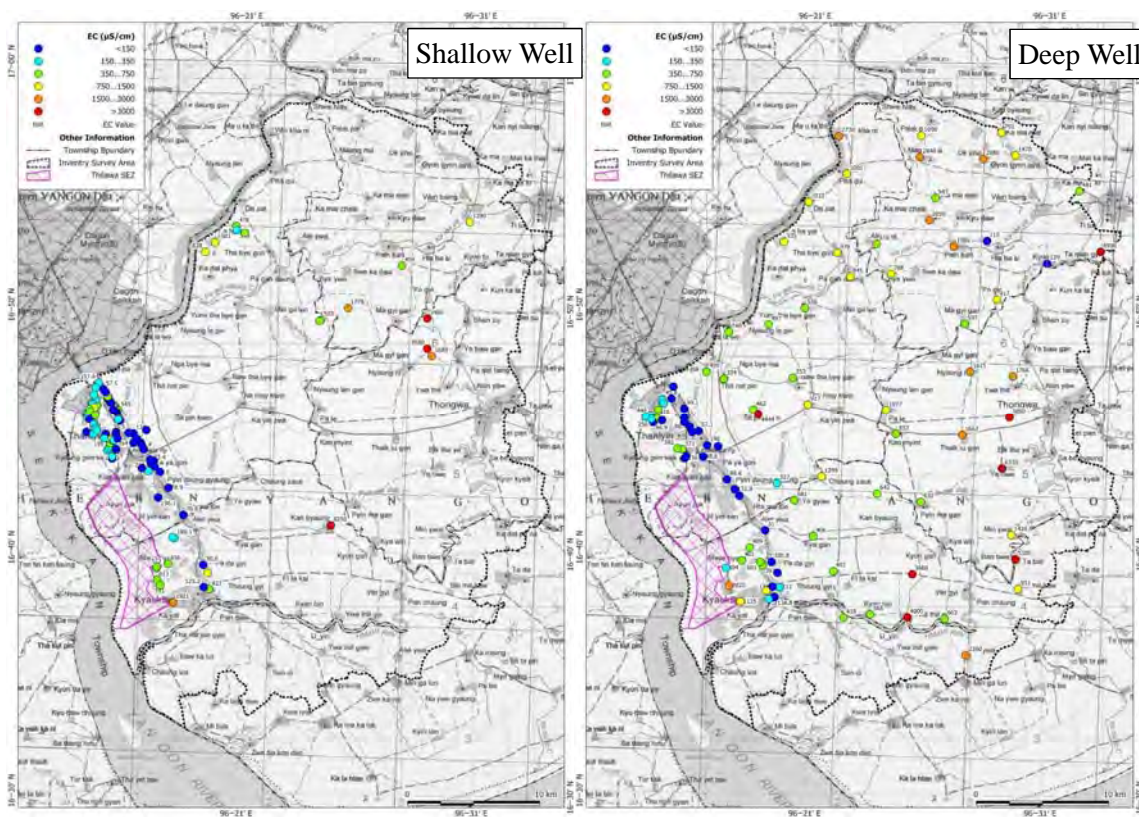
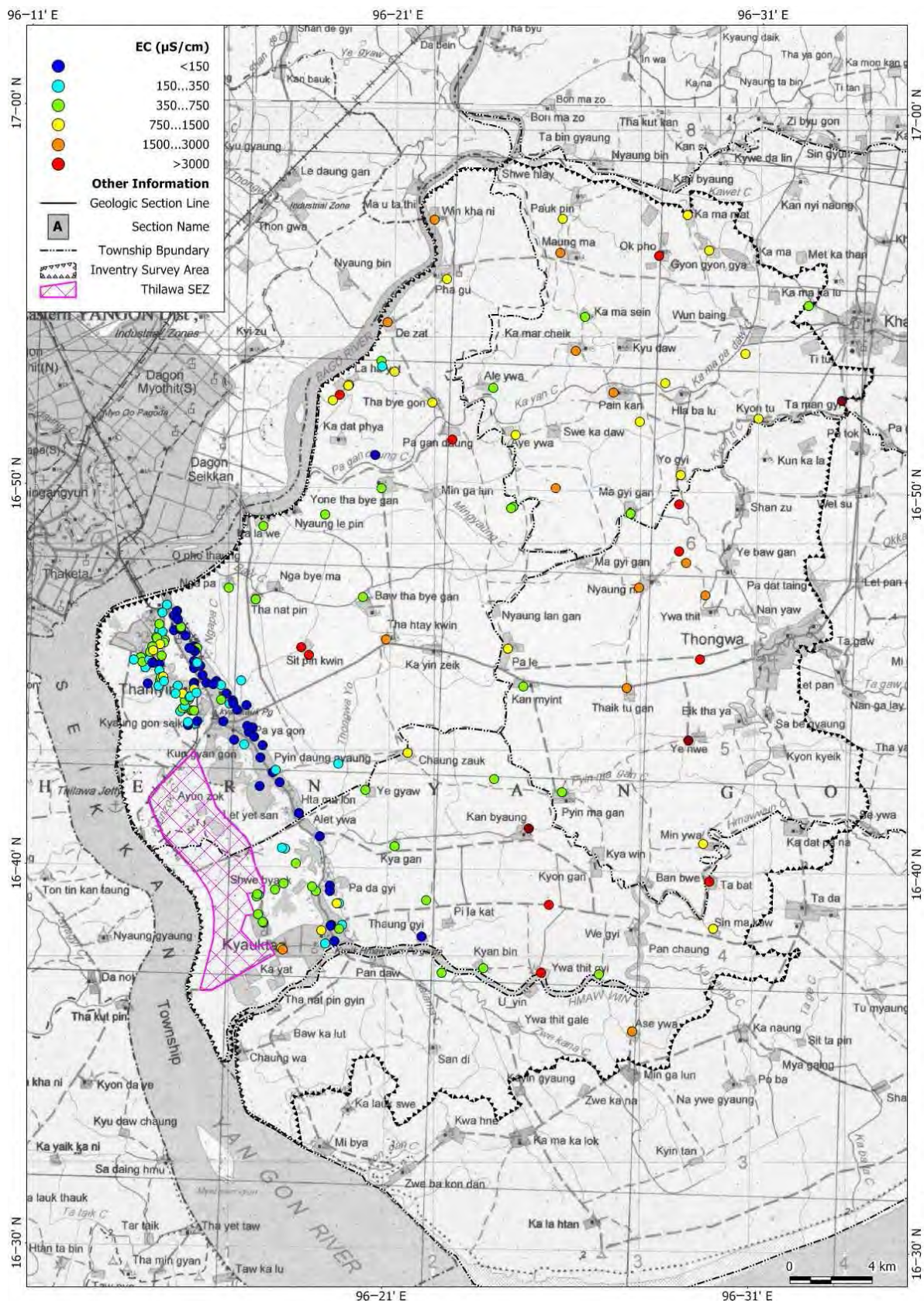


図 3-2-7-2 既存井戸水の EC 分布(2013 年乾季)



注) 乾期と雨季の EC データのうち大きいほうの値をプロット。

図 3-2-7-3 既存井戸水の EC 分布(2013 年乾季および雨季)

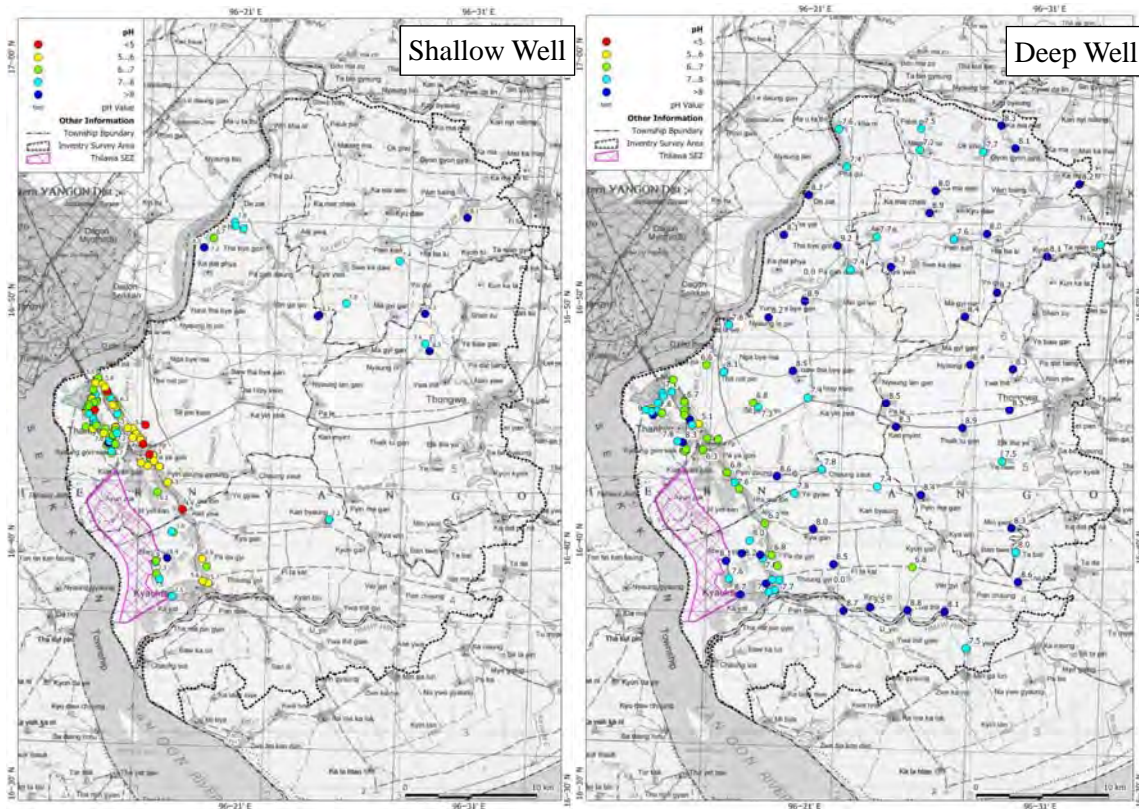


図 3-2-7-4 既存井戸水の pH 分布 (2013 年乾季)

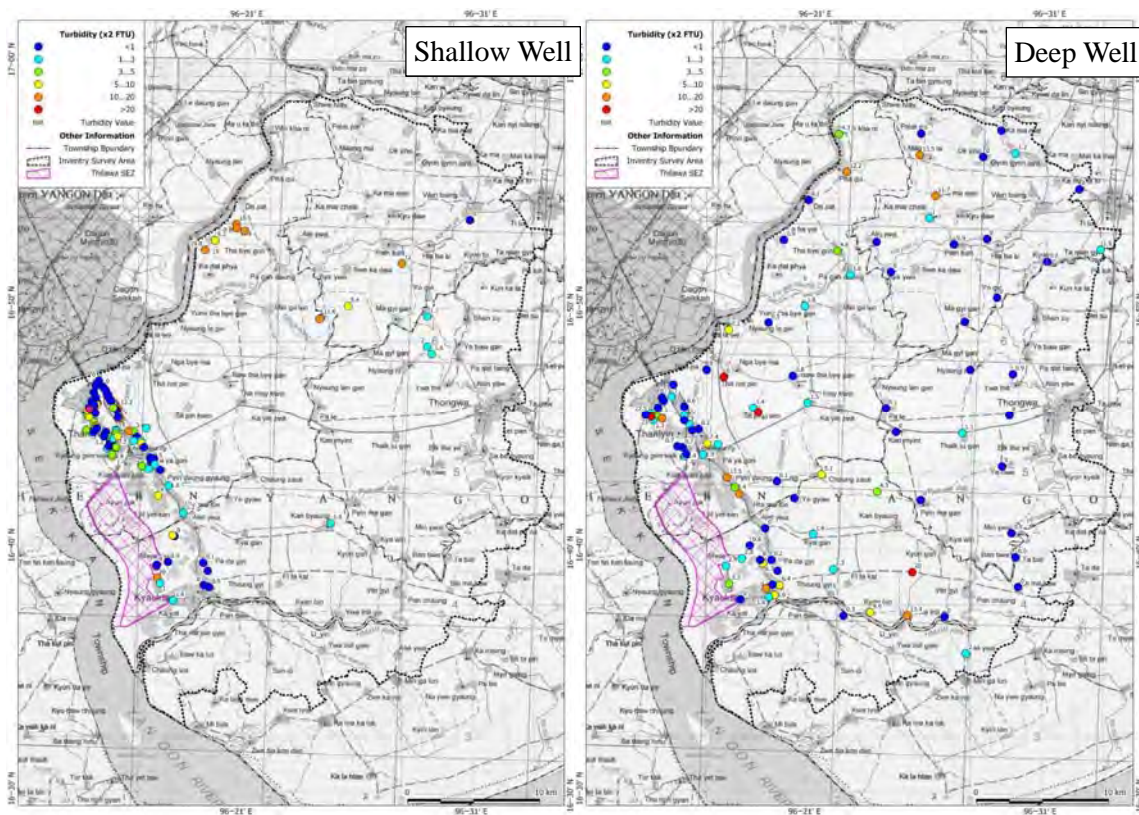


図 3-2-7-5 既存井戸水の濁度の分布 (2013 年乾季)

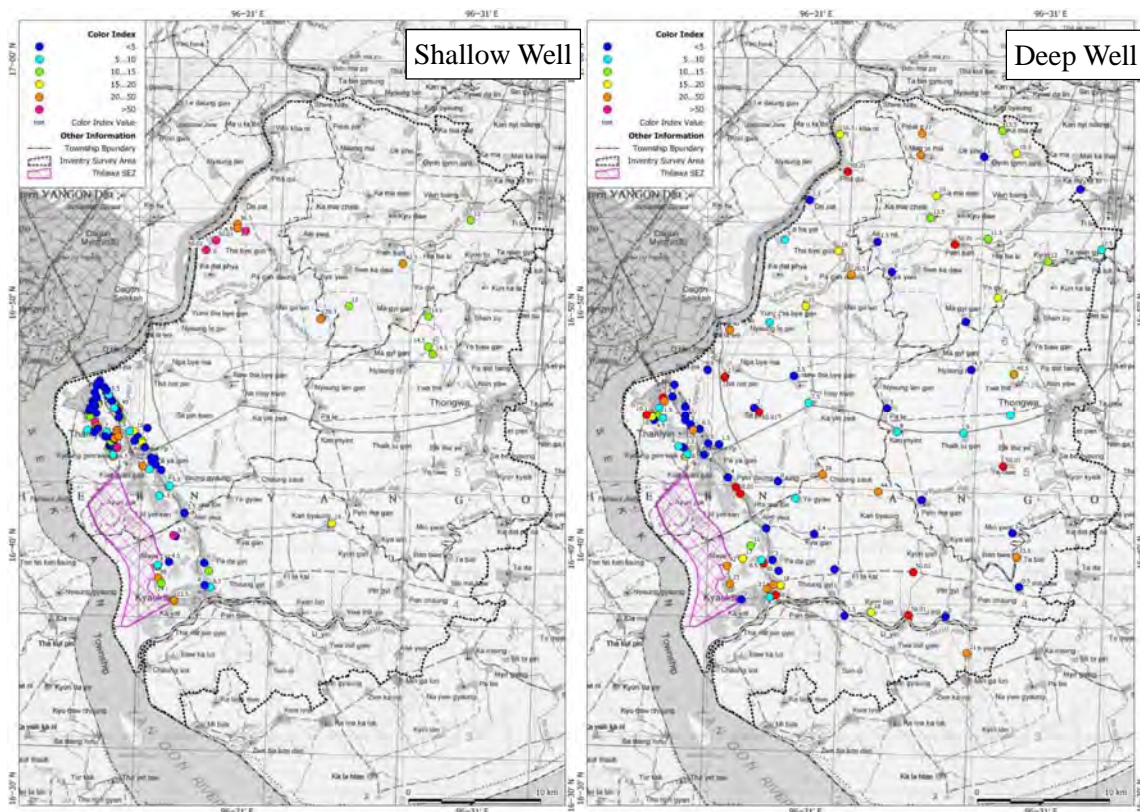


図 3-2-7-6 既存井戸水の色の分布 (2013 年乾季)

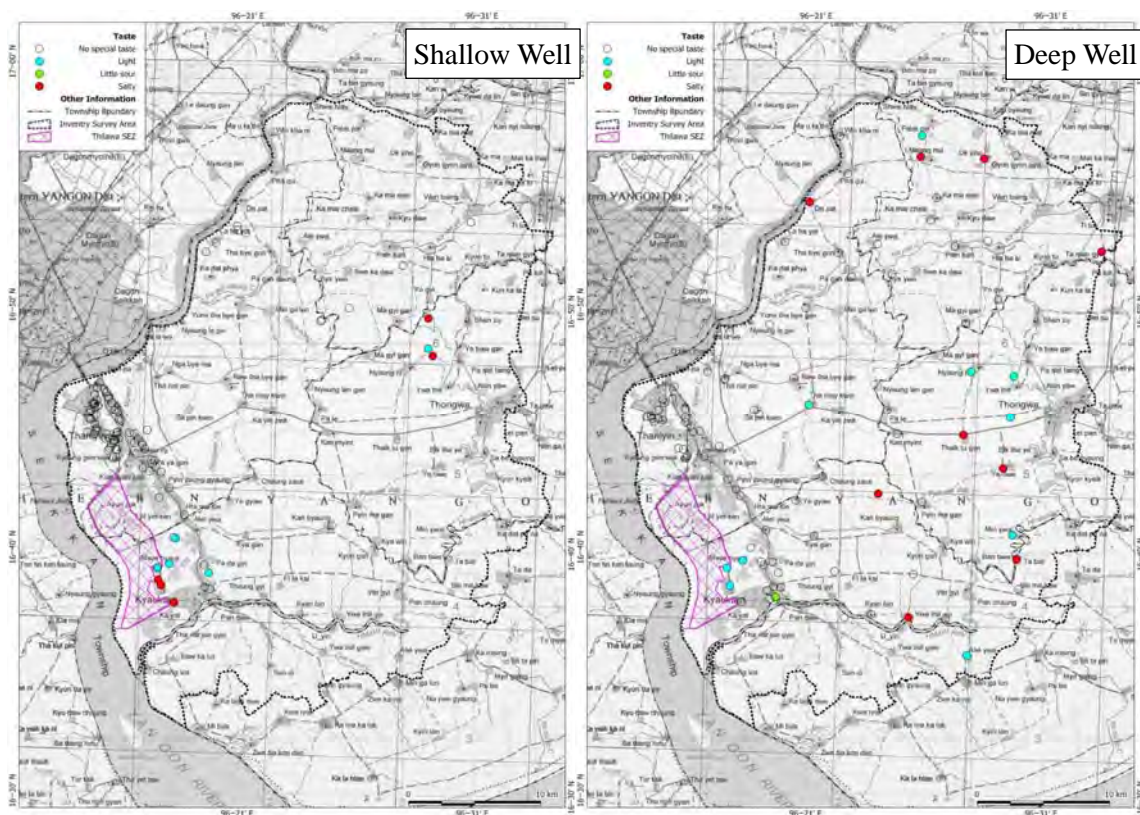


図 3-2-7-7 既存井戸水の味の分布 (2013 年乾季)

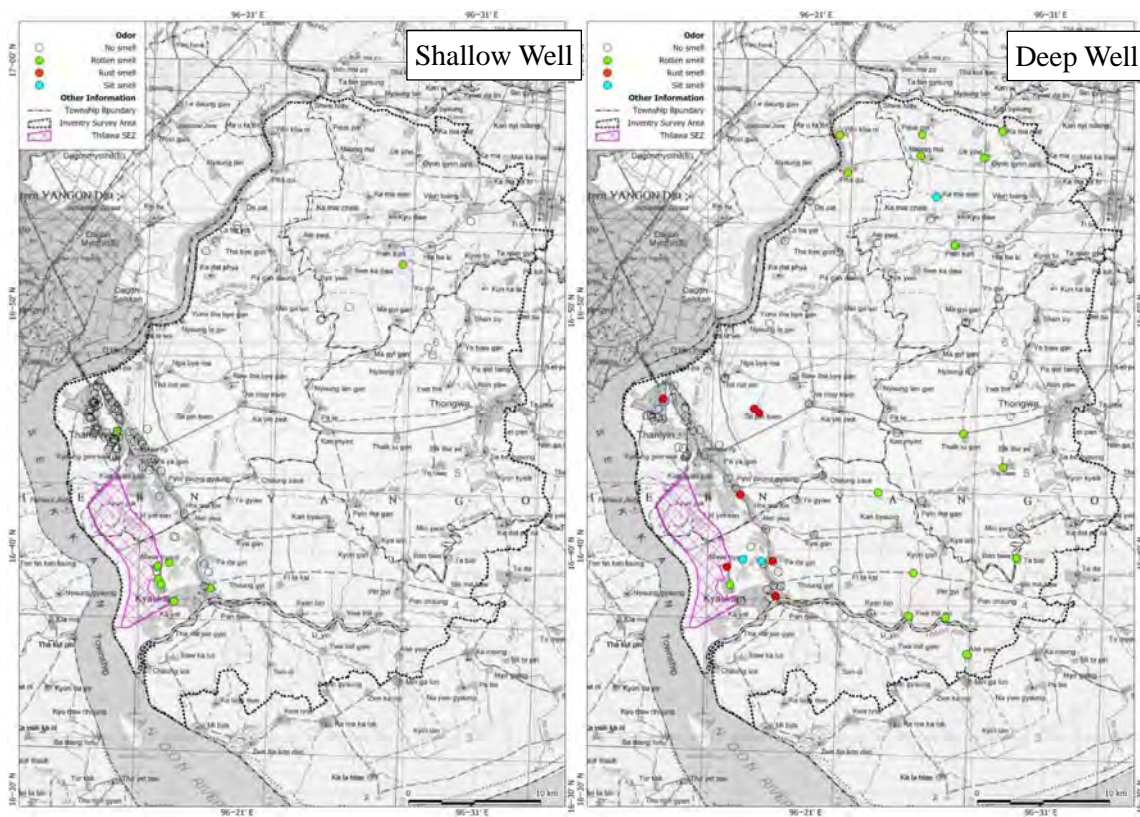


図 3-2-7-8 既存井戸水の臭いの分布（2013年乾季）

3-2-8 試験井の水質調査

3-2-8-1 試験概要

試験井について、以下の水質試験を実施した。

- 1) 試験井の揚水試験時の採水による水質試験（現地およびタイ国分析機関）
- 2) サンプラー採水による毎月1回の水質試験（持ち込み機材および日本での分析）
- 3) 水中モーターポンプ採水による同位体分析（採水時測定および IAEA 試験室での分析）
- 4) 他の JICA 調査による水質試験（現地）

3-2-8-2 揚水試験時採水による揚水試験

試験井設置の再委託業者が、各試験井において揚水試験時に採水し、ミャンマーまたはタイの分析機関に委託して、水質試験を実施した。分析結果を表 3-2-8-1 に示す。

表 3-2-8-1 試験井における揚水試験時採水による水質試験結果

Item	Well No. (Depth) Unit	D-1-0	D-1-1	D-1-2	D-1-3	D-2-0	D-2-1	D-2-2	D-2-3	D-3-1	D-3-2	D-3-3	D-4-1	D-4-2	D-5-1	D-5-2	D-5-3	WHO Drinking Water Guideline Version 4, 2012 (or other guidelines)
		(52m)	(85m)	(150m)	(330m)	(56m)	(97m)	(150m)	(330m)	(80m)	(180m)	(330m)	(85m)	(146m)	(65m)	(100m)	(350m)	
pH		7.6	7.5	8.6	8.2	6.3	6.0	6.5	6.8	7.1	8.0	8.3	8.8	7.8	6.2	6.5	8.1	(6.5-8.5)*1
EC	μS/cm	283	351	234	262	54	44	210	291	3210	221	205	2750	1259	55	80	418	
Taste		Iron	Iron	Slightly iron	Slightly iron	Normal	Normal	Normal	Iron	Salty	Sulfuric	Iron	Sulfuric & salty	Salty	Iron	Iron	Iron	
Odor		Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Sulfuric	Normal	Sulfuric	Normal	Normal	Normal	Normal	
Color	TCU	90	60	nil	25	nil	nil	485	15	20	nil	nil	110	60	nil	30	5	(15TCU)*1
Turbidity	NTU	688	490	3	118	8	8	120	46	42	3	2	450	128	4	80	22	(5NTU)*4
Temperature	°C	-	29.7	31.1	33.5	28.4	28.7	30.0	31.8	29.7	31.5	36.7	30.5	32.3	29.8	30.0	-	
E. coli	MPN/100ml	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	
Total	MPN/100ml	>16	>16	9.2	>16	>16	>16	>16	>16	>16	2.2	>16	>16	>16	>16	>16	>16	
Fluoride	mg/l	0.08	0.06	0.02	0.06	0.02	0.02	0.02	0.06	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04	0.06	0.05	0.09	1.5 mg/L
Ammonia	mg/l	0.19	0.12	nil	0.1	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	
Nitrate	mg/l	0.51	0.87	nil	0.59	0.12	nil	nil	0.11	0.03	nil	nil	nil	nil	0.09	nil	0.13	50 mg/L
Nitrite	mg/l	nil	nil	0.02	nil	0.002	0.003	0.004	nil	0.2	0.003	0.001	0.002	0.18	0.003	0.002	nil	3 mg/L
Hardness	mg/l as CaCO ₃	154	222	118	108	28	18	52	104	700	14	58	900	1240	30	38	86	
Calcium	mg/l	32	34	32	30	6	10	18	24	56	6	14	80	36	6	10	26	
Iron	mg/l	>10	6	0.35	10	0.2	0.8	5	2.5	0.7	0.3	0.8	6	16	0.4	4	0.8	(0.3 mg/L)*1
Manganese	mg/l	0.02	0.02	nil	0.01	nil	nil	0.05	0.12	0.02	nil	nil	0.04	0.03	nil	0.02	0.05	(0.05 mg/L)*1
Chloride	mg/l	32	77	7	12	5	6	6	4	1700	4	4	1450	570	8	7	8	(250 mg/L)*1
Sulfate	mg/l	27	28	16	20	15	12	22	12	128	18	25	92	188	8	22	28	
Bicarbonate	mg/l	230	224	236	250	48	40	104	146	175	218	200	172	208	44	68	212	
Potassium	mg/l	7	6	4	4	5	5	3	4.16	17	3	5	25	8	5	5	4	
Sodium	mg/l	62	48	52	72	8	7	20	34	255	96	65	735	398	6	14	62	(200 mg/L)*2
Arsenic	mg/l	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	0.01 mg/L
Copper	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2mg/L
Lead	mg/l	nil	nil	0	nil	0	0	0	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	0.01 mg/L
Zinc	mg/l	0	0.2	1.0	0.9	6.2	24.6	5.4	3.0	4.7	19.4	25.2	23.8	1.4	1.3	1.0	1.0	(1 or 5 mg/L)*3
Chromium	mg/l	0.07	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.06	0.01	0.02	0.02	0.05mg/L
Cadmium	mg/l	nil	nil	nil	nil	nil	0.02	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nd	0.003mg/L

3-2-8-3 毎月の水質試験

日本から持ち込んだ水質試験機材により、表 3-2-8-2 に示す項目および方法により毎月 1 回の水質試験を実施している。採水は、柱状のサンプラーを試験井内に挿入して行った。水質試験結果を、表 3-2-8-3 ～表 3-2-8-7 に示す。

表 3-2-8-2 試験井における毎月の水質試験の項目と方法

項目		方法	計測/分析 場所	採水
分類	番号 名称			
物理	1 臭気	鼻	現地	-
	2 味	舌		
	3 濁度	デジタル濁度・色度計		
	4 色度	〃		
	5 pH	ポータブルpH 計		
	6 EC	ポータブルEC計		
	7 温度	ポータブルEC 計		
微生物	8 大腸菌群	ECプレート、48時間培養	室内	100 ml 無 菌ビン
	9 E. coli	試験紙、24時間培養		
化学	10 フッ素	デジタル パック テストキット	室内	500 ml 採 水ビン
	11 硝酸	〃		
	12 亜硝酸	〃		
	13 アンモニア	〃		
	14 鉄	〃		
	15 マンガン	パックテスト・ズーム (高精度タイプ)		
	16 硬度	デジタル パック テストキット		
	17 塩化物	〃		
	18 硫酸	〃		
	19 カリウム	ポータブルカリウムイオン電極		
	20 ナトリウム	ポータブルナトリウムイオン電極		
21 炭酸水素	アルカリ度測定キット			
22 ～ 27	重金属 (ヒ素 銅、鉛、亜 鉛、クロム、 カドミウム)	認定分析機関機器	日本	500 ml 採 水ビン

表 3-2-8-5 試験井の毎月の水質試験結果-D-3 サイト

Measure/ Analysis Place	Items		Well No.	D-3-1												Remarks/WHO Guideline Value
	No.	Name		Un- Date	10/07/2013	14/08/2013	18/09/2013	18/10/2013	15/11/2013	12/12/2013	14/01/2014	20/02/2014	18/03/2014	21/04/2014	23/05/2014	
In-situ	1	Odor		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2	Taste		Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	
	3	Turbidity	PTU	8.6	3	4.8	6	3.4	5.2	2	10.6	13.5	2.3	0		
	4	Color index		35.5	44.6	29	29	1	25.5	17	24	21.5	16	11		
	5	pH		6.63	5.8	7.5	7.44	7.23	7.63	7.3	7.15	7.21	7.44	7.52	(6.5 -8.5 recommended)	
	6	EC	µS/cm	1024	1654	2090	2420	2160	2270	1886	2360	1918	1565	1694	(Maybe salty if over 750)	
	7	Temperature	°C	28.5	32.0	26.9	29.2	32.9	33.8	30.5	32.2	34.5	34.5	30.2		
In labo. with incubator	8	Total Coliforms 1	CFU/ml	40	20	1	2	0	0	0	11	0	Na	32	by Test Paper	
	8	Total Coliforms 2	CFU/ml	47	0	4	0	47	1	2	1	5	Na	28	by EC Plate	
	9	E. coli	CFU/ml	0	0	0	2	1	0	0	Na	1	Na	Nil	by EC Plate	
In labo.	10	Fluoride (F ⁻)	mg/l	<0.4	<0.4	0.67	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	0.57	<0.4	<0.4	<0.4	1.5 mg/l	
	11	Nitrite (NO ₂ ⁻)	mg/l	0.116	>1	>1	>1	0.081	0.488	0.376	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	3 mg/l	
	12	Nitrate (NO ₃ ⁻)	mg/l	<1	2.2	0.33	<0.2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1.6	50 mg/l	
	13	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	0.84	<0.2	0.7	2.58	2.95	0.19	2.36	3.11	2.34	2.49	2.55		
	14	Iron (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	mg/l	0.48	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.3mg recommended	
	15	Manganese (Mn)	mg/l	0.2	0.5 (7)	1.0 (7)	1.0 (7)	0.75 (7)	<0.02	1.0 (7)	1.0 (7)	0.5 (7)	1.0 (7)	0.5 (7)	<0.4mg recommended	
	16	Total Hardness	mg/l	80	>100	>100	>20	>100	>100	>100	>100	>100	56.0	>100	(Maybe salty if over 200)	
	17	Chloride (Cl ⁻)	mg/l	300	410	660	610	383	9.1 (7)	420	480	330	250	330		
	18	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/l	<10	21	<10	24	<10	28	55	33	<10	<10	<10	<10	
	19	Potassium (K ⁺)	mg/l	25	14.5	12.6	21	17	18.1	20	12.7	16.2	15.6	17.4		
	20	Sodium (Na ⁺)	mg/l	0.5	69.0	78.0	103.0	129.0	159.0	110.0	143.0	22.0	110.0	73.0		
	21	Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/l	109	109	109	153	131	153	131	131	131	131	153	(Resolution 21.8 mg/l)	
	In Japan	22	Arsenic (As)	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01 mg/l
23		Copper (Cu)	mg/l	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	2 mg/l	
24		Lead (Pb)	mg/l	0.015	0.003	<0.001	<0.001	0.026	0.003	0.002	0.003	0.003	<0.001	<0.001	0.01 mg/l	
25		Zinc (Zn)	mg/l	0.45	0.04	0.02	0.03	0.14	0.03	0.04	0.03	<0.01	<0.01	0.01	<3 mg/l better	
26		Total Chromium (Cr)	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.05 mg/l	
27		Cadmium (Cd)	mg/l	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.003 mg/l	

Measure/ Analysis Place	Items		Well No.	D-3-2												Remarks/WHO Guideline Value
	No.	Name		Un- Date	10/07/2013	14/08/2013	18/09/2013	18/10/2013	15/11/2013	12/12/2013	14/01/2014	20/02/2014	18/03/2014	21/04/2014	23/05/2014	
In-situ	1	Odor		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2	Taste		Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	
	3	Turbidity	PTU	9.3	1.6	170	5.2	2.5	>20	1.4	0	1.6	0	0		
	4	Color index		9.0	4.5	26	5.5	0	12.5	1	1.5	1.5	2	0		
	5	pH		7.40	7.9	8.47	7.93	7.94	8.54	7.97	7.89	7.92	8.3	8.01	(6.5 -8.5 recommended)	
	6	EC	µS/cm	484	525	434	433	459	457	439	471	463	448	454	(Maybe salty if over 750)	
	7	Temperature	°C	29.8	32.4	26.7	28.8	32.0	33.3	30.2	32.2	35.9	35.1	30.9		
In labo. with incubator	8	Total Coliforms 1	CFU/ml	100	1	1	3	0	0	5	20	0	3	2	by Test Paper	
	8	Total Coliforms 2	CFU/ml	14	0	10	10	3	89	6	54	8	Na	89	by EC Plate	
	9	E. coli	CFU/ml	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Na	Nil	by EC Plate	
In labo.	10	Fluoride (F ⁻)	mg/l	<0.4	0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	1.5 mg/l	
	11	Nitrite (NO ₂ ⁻)	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.028	3 mg/l	
	12	Nitrate (NO ₃ ⁻)	mg/l	<1	1.7	<1	<0.2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2.4	50 mg/l	
	13	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	<0.2	<0.2	<0.2	0.35	0.4	3.02	<0.2	1.15	0.3	<0.2	0.6		
	14	Iron (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	mg/l	0.32	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.23	0.21	0.41	<0.3mg recommended	
	15	Manganese (Mn)	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	0.02	<0.02	0.02	0.05	<0.02	<0.02	0.02	<0.4mg recommended	
	16	Total Hardness	mg/l	22	<20	<20	<20	24.0	<20	28.0	23.0	27.0	63.0	30.0		
	17	Chloride (Cl ⁻)	mg/l	8.3	14.8	6.4	10	5	6.8	5	17.4	8.9	6.9	10.9	(Maybe salty if over 200)	
	18	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/l	<10	<10	<10	12	<10	11	42	<10	<10	<10	<10	<10	
	19	Potassium (K ⁺)	mg/l	29	3.4	2.3	3.8	3.4	4.6	2	3	4.5	5.8			
	20	Sodium (Na ⁺)	mg/l	0.7	36.0	30.0	57.0	63.0	79.0	77.0	25.0	23.0	73.0	57.0		
	21	Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/l	196	174	196	174	174	218	174	174	174	174	240	(Resolution 21.8 mg/l)	
	In Japan	22	Arsenic (As)	mg/l	0.007	0.006	0.006	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.006	0.006	0.005	0.01 mg/l
23		Copper (Cu)	mg/l	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	2 mg/l	
24		Lead (Pb)	mg/l	<0.001	0.003	0.001	0.002	0.011	0.001	0.004	0.006	0.002	<0.001	0.004	0.01 mg/l	
25		Zinc (Zn)	mg/l	0.04	0.1	0.08	0.18	0.4	0.04	0.16	0.17	0.06	0.01	0.1	<3 mg/l better	
26		Total Chromium (Cr)	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.05 mg/l	
27		Cadmium (Cd)	mg/l	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.003 mg/l	

Measure/ Analysis Place	Items		Well No.	D-3-3												Remarks/WHO Guideline Value
	No.	Name		Un- Date	10/07/2013	14/08/2013	18/09/2013	18/10/2013	15/11/2013	12/12/2013	14/01/2014	20/02/2014	18/03/2014	21/04/2014	23/05/2014	
In-situ	1	Odor		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2	Taste		Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	
	3	Turbidity	PTU	>50	190	4.2	7.3	160	6.2	1.4	230	45	>500	2		
	4	Color index		>50	0	1.5	8	12.5	6	1	29.5	11.5	0	0		
	5	pH		7.71	9.3	9.3	9.26	9.83	10.09	9.88	9.53	9.43	9.84	8.29	(6.5 -8.5 recommended)	
	6	EC	µS/cm	407	429	378	349	338	349	322	337	335	327	327	(Maybe salty if over 750)	
	7	Temperature	°C	28.5	32.4	26.7	28.7	33.1	34.7	30.2	33.2	35.4	34.7	30.5		
In labo. with incubator	8	Total Coliforms 1	CFU/ml	50	15	0	4	0	4	8	55	0	4	38	by Test Paper	
	8	Total Coliforms 2	CFU/ml	1	3	7	69	0	4	21	3	54	114	73	by EC Plate	
	9	E. coli	CFU/ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Na	Nil	by EC Plate	
In labo.	10	Fluoride (F ⁻)	mg/l	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	1.5 mg/l	
	11	Nitrite (NO ₂ ⁻)	mg/l	<0.02	0.022	0.024	<0.02	<0.02	0.032	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.058	3 mg/l	
	12	Nitrate (NO ₃ ⁻)	mg/l	<1	<10	<1	<0.2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	50 mg/l	
	13	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	<0.2	<0.2	<0.2	0.29	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.23	<0.2		
	14	Iron (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	mg/l	0.37	0.43	0.35	<0.2	0.24	<0.2	<0.2	0.26	<0.2	0.49	<0.2	<0.3mg recommended	
	15	Manganese (Mn)	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	<0.4mg recommended	
	16	Total Hardness	mg/l	68	56.0	61.0	45.0	26.0	58.0	32.0	<20	49.0	20.0	27.0		
	17	Chloride (Cl ⁻)	mg/l	7.8	6.4	6.1	25	<2	6.2	2.9	4.2	4				

表 3-2-8-6 試験井の毎月の水質試験結果-D-4 サイト

Measure / Analysis Place	Items		Well No.		D-4-1										Remarks/WHO Guideline Value
	No.	Name	Unit	Date	18/07/2013	14/08/2013	18/09/2013	17/10/2013	15/11/2013	12/12/2013	14/01/2014	20/02/2014	18/03/2014	21/04/2014	
In-situ	1	Odor			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	Taste			Not tested	Not tested	Not tested	Not tested	Not tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested
	3	Turbidity	PTU		4.8	65	4.9	14.7	5	150	2.8	1.2	150	2.4	0
	4	Color index			15.5	>50	16.5	7	8.5	>50	4	11.5	35	4	6
	5	pH			6.86	6.6	7.15	6.93	6.93	7.04	6.89	7.01	6.96	7.06	6.9
	6	EC	µS/cm		4170	4180	4290	4540	4660	4890	4680	4650	4050	3250	4350
	7	Temperature	°C		30.0	30.6	28.3	28.3	30.8	33.0	27.8	30.2	32.7	30.4	29.8
In labo. with incubator	8	Total Coliforms 1	CFU/ml		23	4	10	0	0	3	4	Nil	1	Nil	45
	8	Total Coliforms 2	CFU/ml		13	0	70	0	0	32	7	95	Nil	2	506
	9	E. coli	CFU/ml		10	0	9	0	0	Nil	7	1	Nil	Nil	Nil
In labo.	10	Fluoride (F)	mg/l		<0.4	0.52	0.62	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	0.58	<0.4	0.63	<0.4
	11	Nitrite (NO ₂)	mg/l		<0.02	0.073	0.035	0.029	0.065	0.325	0.038	<0.02	<0.02	0.052	<0.02
	12	Nitrate (NO ₃)	mg/l		<1	<1	<1	<0.2	<1	<1	1.8	<1	<1	<1	<1
	13	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l		4.02	>5	>5	>5	>5	>5	>5	>5	>5	>5	>5
	14	Iron (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	mg/l		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.51	<0.2
	15	Manganese (Mn)	mg/l		0.05	0.02	0.1	0.2	<0.02	0.1	0.1	0.1	0.02	<0.02	0.05
	16	Total Hardness	mg/l		90	>100	>100	>20	>100	>100	>100	32.0	>100	102.0	>100
	17	Chloride (Cl)	mg/l		1380	2400	2240	2400	8.3(%)	16.5(%)	1560	1470	1430	1410	1470
	18	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/l		<10	13	<10	<10	<10	<10	21	<10	<10	62	26
	19	Potassium (K)	mg/l		23	30	18.5	31	25	28	36	21	24	33	32
In Japan	20	Sodium (Na)	mg/l		185	260	200.0	270	350	320.0	320.0	0.2(g/l)	177.0	0.52(g/l)	0.29(g/l)
	21	Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/l		153	109	153	131	153	174	131	153	131	153	153
	22	Arsenic (As)	mg/l		<0.001	0.002	<0.001	0.002	0.002	<0.001	<0.001	0.002	0.004	0.003	0.002
	23	Copper (Cu)	mg/l		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
	24	Lead (Pb)	mg/l		<0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.003	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	25	Zinc (Zn)	mg/l		0.65	0.42	0.08	0.07	0.15	0.02	0.07	0.04	<0.01	0.01	0.02
	26	Total Chromium (Cr)	mg/l		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	27	Cadmium (Cd)	mg/l		<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

Measure / Analysis Place	Items		Well No.		D-4-2										Remarks/WHO Guideline Value
	No.	Name	Unit	Date	18/07/2013	14/08/2013	18/09/2013	17/10/2013	15/11/2013	12/12/2013	14/01/2014	20/02/2014	18/03/2014	21/04/2014	
In-situ	1	Odor			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	Taste			Not tested	Not tested	Not tested	Not tested	Not tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested	Not Tested
	3	Turbidity	PTU		0	20	4.6	4.9	2.3	7.6	4.2	0.2	3	10.6	1
	4	Color index			0.0	16.5	2.5	4.5	3.5	13.5	3.5	6	4	8	6
	5	pH			7.44	7.6	7.98	7.74	7.87	8.06	7.71	7.65	7.82	7.73	7.65
	6	EC	µS/cm		2160	2140	2340	2660	2560	5540	4750	3280	2780	3150	3130
	7	Temperature	°C		30.0	31.0	28.8	27.3	31.2	32.8	29.4	30.6	33.0	32.8	30.1
In labo. with incubator	8	Total Coliforms 1	CFU/ml		0	15	3	0	0	0	10	22	Nil	3	Nil
	8	Total Coliforms 2	CFU/ml		0	0	14	0	0	2	23	1	10	2	4
	9	E. coli	CFU/ml		0	0	0	0	0	0	0	0	Nil	2	Nil
In labo.	10	Fluoride (F)	mg/l		<0.4	<0.4	0.62	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
	11	Nitrite (NO ₂)	mg/l		0.686	>1	>1	>1	>1	>1	>1	<0.02	0.281	0.055	<0.02
	12	Nitrate (NO ₃)	mg/l		<1	<1	<0.2	<0.2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	13	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l		4	<0.2	<0.2	1.76	1.22	>5	4.42	2.28	2.1	4.16	2.8
	14	Iron (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	mg/l		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
	15	Manganese (Mn)	mg/l		0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.05	0.05	<0.02	0.05	0.05
	16	Total Hardness	mg/l		<100	>100	>100	>20	>100	>100	>100	>100	>100	>100	90.0
	17	Chloride (Cl)	mg/l		640	840	>40	1040	37.3(%)	13.4(%)	1360	860	720	960	940
	18	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/l		<10	<10	21	16	<10	11	26	19	16	28	17
	19	Potassium (K)	mg/l		5.6	6.7	4.9	11.3	6.4	20	24	20	7.9	13.5	12.5
In Japan	20	Sodium (Na)	mg/l		90	80	148	199	220	450	380	166	67	0.41(g/l)	0.25(g/l)
	21	Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/l		153	109	153	153	131	218	174	196	174	196	196
	22	Arsenic (As)	mg/l		0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004
	23	Copper (Cu)	mg/l		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
	24	Lead (Pb)	mg/l		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	25	Zinc (Zn)	mg/l		0.14	0.06	0.02	0.02	0.06	0.02	0.05	0.02	<0.01	<0.01	0.01
	26	Total Chromium (Cr)	mg/l		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.24	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	27	Cadmium (Cd)	mg/l		<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

表 3-2-8-7 試験井の毎月の水質試験結果-D-5 サイト

Measure / Analysis Place	Items		Well No.	D-5-1												Remarks/WHO Guideline Value	
	No.	Name		Unit	18/03/2013	04/06/2013	18/07/2013	14/08/2013	17/09/2013	17/10/2013	14/11/2013	11/12/2013	14/01/2014	17/02/2014	17/05/2014		22/04/2014
In-situ	1	Odor															
	2	Taste															
	3	Turbidity	PTU														
	4	Color index															
	5	pH															
	6	EC	µS/cm														
	7	Temperature	°C														
In labo. with incubator	8	Total Coliforms 1	CFU/ml														
	8	Total Coliforms 2	CFU/ml														
	9	E. coli	CFU/ml														
In labo.	10	Fluoride (F ⁻)	mg/l														
	11	Nitrite (NO ₂ ⁻)	mg/l														
	12	Nitrate (NO ₃ ⁻)	mg/l														
	13	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l														
	14	Iron (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	mg/l														
	15	Manganese (Mn)	mg/l														
	16	Total Hardness	mg/l														
	17	Chloride (Cl ⁻)	mg/l														
	18	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/l														
	19	Potassium (K ⁺)	mg/l														
	20	Sodium (Na ⁺)	mg/l														
In Japan	21	Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/l														
	22	Arsenic (As)	mg/l														
	23	Copper (Cu)	mg/l														
	24	Lead (Pb)	mg/l														
	25	Zinc (Zn)	mg/l														
	26	Total Chromium (Cr)	mg/l														
	27	Cadmium (Cd)	mg/l														

Measure / Analysis Place	Items		Well No.	D-5-2												Remarks/WHO Guideline Value	
	No.	Name		Unit	18/03/2013	04/06/2013	18/07/2013	14/08/2013	17/09/2013	17/10/2013	14/11/2013	11/12/2013	14/01/2014	17/02/2014	17/05/2014		22/04/2014
In-situ	1	Odor															
	2	Taste															
	3	Turbidity	PTU														
	4	Color index															
	5	pH															
	6	EC	µS/cm														
	7	Temperature	°C														
In labo. with incubator	8	Total Coliforms 1	CFU/ml														
	8	Total Coliforms 2	CFU/ml														
	9	E. coli	CFU/ml														
In labo.	10	Fluoride (F ⁻)	mg/l														
	11	Nitrite (NO ₂ ⁻)	mg/l														
	12	Nitrate (NO ₃ ⁻)	mg/l														
	13	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l														
	14	Iron (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	mg/l														
	15	Manganese (Mn)	mg/l														
	16	Total Hardness	mg/l														
	17	Chloride (Cl ⁻)	mg/l														
	18	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/l														
	19	Potassium (K ⁺)	mg/l														
	20	Sodium (Na ⁺)	mg/l														
In Japan	21	Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/l														
	22	Arsenic (As)	mg/l														
	23	Copper (Cu)	mg/l														
	24	Lead (Pb)	mg/l														
	25	Zinc (Zn)	mg/l														
	26	Total Chromium (Cr)	mg/l														
	27	Cadmium (Cd)	mg/l														

Measure / Analysis Place	Items		Well No.	D-5-3												Remarks/WHO Guideline Value	
	No.	Name		Unit	18/03/2013	04/06/2013	18/07/2013	14/08/2013	17/09/2013	17/10/2013	14/11/2013	11/12/2013	14/01/2014	17/02/2014	17/05/2014		22/04/2014
In-situ	1	Odor															
	2	Taste															
	3	Turbidity	PTU														
	4	Color index															
	5	pH															
	6	EC	µS/cm														
	7	Temperature	°C														
In labo. with incubator	8	Total Coliforms 1	CFU/ml														
	8	Total Coliforms 2	CFU/ml														
	9	E. coli	CFU/ml														
In labo.	10	Fluoride (F ⁻)	mg/l														
	11	Nitrite (NO ₂ ⁻)	mg/l														
	12	Nitrate (NO ₃ ⁻)	mg/l														
	13	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l														
	14	Iron (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	mg/l														
	15	Manganese (Mn)	mg/l														
	16	Total Hardness	mg/l														
	17	Chloride (Cl ⁻)	mg/l														
	18	Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/l														
	19	Potassium (K ⁺)	mg/l														
	20	Sodium (Na ⁺)	mg/l														
In Japan	21	Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/l														
	22	Arsenic (As)	mg/l														
	23	Copper (Cu)	mg/l														
	24	Lead (Pb)	mg/l														
	25	Zinc (Zn)	mg/l														
	26	Total Chromium (Cr)	mg/l														
	27	Cadmium (Cd)	mg/l														

3-2-8-4 同位体分析

地下水の生成年代および生成環境を推定し、地下水涵養機構の解明に資するため、今回設置した試験井から同位体分析のための水試料を採取し、国際原子力機関（IAEA）の研究所において分析を行った。

(1) 採取試料（容器）と分析対象

試料採取 1 か所当たり、原則として以下の試料容器を用いて採水を行った。容器は IAEA から 12 セット分、貸与された。

- a) 銅管 2 本ー ヘリウムガス分析用（年代測定、遠年）
- b) 1000ml プラスチック瓶 1 本ー トリチウム分析用（地下水の生成年代推定、近年）
- c) 500ml プラスチック瓶 1 本ー 水素・酸素安定同位体分析用（地下水生成時環境推定）
- d) 50ml 茶色ガラス瓶 3 本ー CFC（フロン）分析用（地下水の生成年代推定、近年）

注）1000ml プラスチック瓶の試料については、炭素 14 による年代測定も行う可能性あり。

(2) 採取方法

採水は、試験井に水中モーターポンプを挿入し、少なくとも井戸内の容量以上の水量を汲み出した後に行った。

a) 銅管

図 3-2-8-1 に、ヘリウムガス採取のための管網の模式図を、図 3-2-8-2 に実際の配管および採取状況を示す。

ヘリウムガスは、プラスチックやガラスを透過するため、分析用の採水は銅管に採取する。採水時には、溶存ガスの脱気や地表大気の混入を防ぐ意味から、ある程度の水圧を保ったまま、管内に試料水を流し、管の両側をつぶして封入する。銅管の両端に接続するホースは管内に気泡がないのを確認するため透明である。銅管を閉塞するためのクランプは銅管と一体としてアルミ製ラックに収納されており、透明ホースや締め具とともに IAEA から供与された。銅管の径が小さいため、管径は段階的に小さくする必要がある。

b) 50ml 茶色ガラス瓶

CFC 用分析用の茶色ガラス瓶への採水は、現在の大気が混入しないように採取する必要がある。ピンを水中に沈めて内部の空気を追い出したのち、試料水を水中でホースから吹きあててよくすすぎ、水中でふたを閉めて、試料を封入した。なお、ふたの内側はアルミ膜で被覆されている。

c) プラスチック瓶

ヘリウムおよび安定同位体分析用の採水では、特に留意すべきところはないため、容器を試料水でよくすすいだあと、管末端から採水した。

(3) 採取試料と採取時測定水質

採取した試験井と試料数を表 3-2-8-9 に、採取時に測定した EC, pH および温度を表 3-2-8-8 に示す。

多くの井戸で鉄味がした。D-3-2 と D-4-1 では、硫黄臭と温泉水のような味があった。D-3-1 と D-4-2 は塩味がした。全般に深部のものほど水温が高く、大深度の D-3-3 や D-1-3 水温は、34 度～37 度に達した。丘陵部の浅い井戸では、pH の値が小さかった。

(4) 分析結果

a) 水素・酸素安定同位体

図 3-2-8-3 に水素と酸素の安定同位体の分析結果を示す。

両元素の同位体比は、すべていわゆる「天水線」の近くにプロットされ、値の差は小さい。これは地下水の元となった降水が高度や気温について同様な環境で生成されたこと、また、地下水となってから貯留および流動に関し同様な履歴を持つことを意味する。しかしながら、以下の相違点がある。

丘陵の位置する D-1, D-2 および D-5 サイトの地下水は D-1-3 を除き同様な同位体比を示す。D-1-3 の水は最も深い帯水層のものであり、やや小さい値を示す。D-3 および D-4 サイトの地下水の同位体比は、丘陵の地下水よりやや小さい値を示し、D-1-3 の値に近い。

b) 希ガス同位体

表 3-2-8-10 に希ガス同位体分析結果とこれに基づく検水の生成年代等のモデル計算結果を示す。以下、主として IAEA 松本拓也氏による報告（草稿）を参考に記述する。

トリチウム年代

放射性トリチウムの壊変によって生成するヘリウム 3 を定量することにより、50 年から 100 年を上限とする比較的滞留時間の短い地下水の年代決定が可能である。表 3-2-8-10 に示すように、D-2-1 と D-5-2 でのみ年代推定が可能で、それぞれ 40 年（±7 年）、36 年（±15 年）であった。他は 50 年以上の滞留期間と推定される。

ヘリウム 4 年代

100 年を超える年代でも、長寿命核種である U（ウラン）、Th（トリウム）の崩壊によって地殻岩盤中で生成されるヘリウム 4 が時間とともに地下水に付加されることを利用することで原理的には 100 万年を超えるような滞留時間を持つ地下水についての年代の推定が可能である。図 3-2-8-4 に示すように、ヘリウム 4 の増加に伴い $3\text{He}/4\text{He}$ 比が低下するのは、ヘリウム 4 が時間とともに地下水に付加されたことの証左である。また、図 3-2-8-5 に示すように、同位体比は、大気成分と大陸地殻成分とのきれいな混合線に乗っている。推定されたヘリウム 4 年代を、推定帯水層断面にプロットして、図 3-2-8-7 に示す。なお、この年代の相対的な新旧は信頼度が高いが、絶対値については様々な関連要素のチェックが必要で参考値であり、確

度を保障するためにはクリプトン 81 など別の同位体トレーサーとのクロスキャリブレーションが必要である。

計算されたヘリウム4年代は、9 検体のうち D-2-1 と D-5-2 は、トリチウム年代と同様な数十年の小さい値を示した。他は数百年～数千年の古い値を示した。特に、D-4-1 と D-4-2 では、それぞれ 8671 年及び 21785 年の非常に古い値を示した。

D-2-1 と D-5-2 はともに、丘陵尾根部にあり、検水採取帯水層は当地の主要な地下水利用の対象となっている。付近には多数の井戸があって多量の揚水があり、また、降雨に感応して季節的に大きな地下水頭変動があることから、付近の地下水の流動速度が相対的に大きく循環が早いと推定される。したがって、上記の短い滞留期間は水理地質状況と整合している。

他の井戸は東方の平野（標高 4m 以下）または西方の低地にある。付近は厚い粘性土層に覆われており、さらに、地下水利用に乏しく、地下水頭の季節変動が小さいことから、循環速度が小さいと推定される。また、深部まで循環する地下水ほど、帯水層間の難透水層を多く通過して循環するため、滞留時間が長いと推定される。このような状況から、推定された大きな年代と下方ほど大きな値は、水理地質状況によく整合している。ただし、以下の 2 点が、異質である。

- D1 地点では、深部の D-1-3 のほうが浅部の D-1-1 より若い年代となっている。水素-酸素同位体比では、丘陵地及び近辺の D-1-1、D-1-2、D2、D5 の観測井の値がほぼ同じ中で、D-1-3 のみ D3 や D4 の値と近く異質である。D1 地点深部は、なにか異なった環境である可能性がある。
- D-4-1 と D-4-2 は、帯水層深度が小さいわりには、 ^4He 年代が他地点と比べ極端に古い年代となっている。D4 地点周辺の平野では、図 3-2-8-6 示すように天然ガス徴が地表で報告されている。深部からの天然ガスの上昇・混入が、地下水中の地殻起源の ^4He 濃度を高め、見かけ上大きな年代となっている可能性がある。

地下水涵養域の古気温

希ガスの水への溶解度が温度依存することを利用して、全希ガス同位体の溶存量を決定することにより、地下水涵養域の古気温を推定できる。表 3-2-8-10 に示すように、推定された古気温は、16.1 度～23.6 度であり、現在の現地の平均気温 27 度より小さい値を示した。希ガスの溶解度は大気圧（高度）にも依存するため、正確な推定のためには、地史等も考慮し、さらに多くのデータを集め慎重に検討する必要がある。

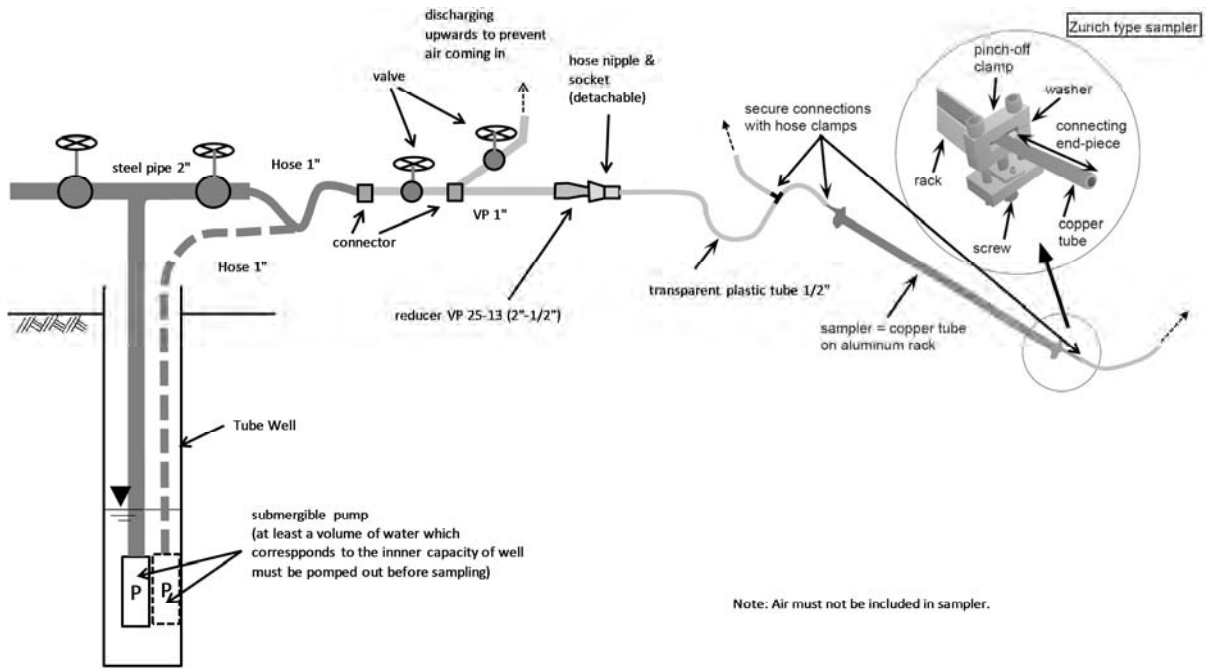


図 3-2-8-1 採水用管網模式図

表 3-2-8-8 採水した試験井の諸元と現場測定水質

COUNTRY AND PROJECT CODE: Myanmar, Data Collection Survey on Water Resources Potential for Thilawa Special Economic Zone and Adjoining Area by JICA DATE: 25/07/2013
 INSTITUTE: Japan International Cooperation Agency (JICA) Survey Team for the Project Responsible Officer: Shigeru Sugiyama

No.	Sample Code (local name)	Aquifer name	Samp. depth (a)	Coordinates		Altitude (m)	Field data			Remarks
				Latitude N/S DDDMMSS.DD	Longitude W/E DDDMMSS.DD		Cond μ S/cm	Temp. $^{\circ}$ C	pH units	
1	D-1-1	Ridge-S-1	66.1-83.0	N 16 40 23.5	E 96 17 00.2	5	660	29.7	7.2	Iron taste. A little turbide, Slight iron taste.
2	D-1-2	Ridge-S-2	109.8-138.0 187.0-199.0	N 16 40 23.4	E 96 16 59.6	5	430	31.1	7.6	Measured in rain; hose cooled.
3	D-1-3	Ridge-S-3	211.0-232.0 31.4-37.1	N 16 40 23.3	E 96 16 59.8	5	540	33.5	7.8	A little iron taste
4	D-2-0	Ridge-S-0	48.4-54.0	N 16 41 12.5	E 96 18 27.5	20	96	28.4	5.7	
5	D-2-1	Ridge-S-1	66.8-95.00	N 16 41 12.2	E 96 18 28.6	20	75	28.7	5.7	
6	D-2-2	Ridge-S-2	125.4-148.0	N 16 41 12.7	E 96 18 28.3	20	210	30.0	6.4	Turbidity increased at final
7	D-3-1	Plain-1	60.4-77.3 112.1-123.4 132.1-137.7	N 16 43 01.7	E 96 21 10.8	4	2100	29.7	7.0	Salty taste
8	D-3-2	Plain-2	143.4-149.0 244-274	N 16 43 01.6	E 96 21 10.0	4	440	31.5	7.7	Sulfuric smell and taste
9	D-3-3	Plain-4	298-328	N 16 43 01.6	E 96 21 09.5	4	390	36.7	7.9	Iron taste
10	D-4-1	Plain-1	66.1-83.0	N 16 44 50.6	E 96 26 06.4	4	4600	30.5	6.6	Sulfuric smell and taste. Many micro bubbles appeared on the inside tube surface which was not coming by flow. Salty taste, with a little brownish color. Many micro bubbles appeared on the tube which was not coming by flow.
11	D-4-2	Plain-2	110.1-132.7 138.4-144.0	N 16 44 50.7	E 96 26 06.4	4	2100	32.3	7.7	
12	D-5-1	Ridge-N-1	46.1-63.0	N 16 46 08.8	E 96 14 49.7	25	109	29.8	5.9	Iron taste
13	D-5-2	Ridge-N-2	81.1-98.0	N 16 46 08.8	E 96 14 49.2	25	157	30.0	5.9	Iron taste

Note: Presumed recharge area -the area around wells where sampling was done. Mean annual temperature - 27.4 $^{\circ}$ C at Yangon.

(a) For samples collected from aquifers, lakes and reservoirs, the sampling depth field (spec. depth, range of depths or screen ranges) should always be filled in.

(b) If possible taken with a GPS, otherwise from a 1:50,000 topographic map.

If relevant, please provide a short description of the lithologies of the aquifers in the study area.

Lithological units:



Water Resources Programme



図 3-2-8-2 採水状況

表 3-2-8-9 採水試料数一覧

LIST OF SAMPLES FOR ISOTOPE OR CHEMICAL ANALYSIS

COUNTRY AND PROJECT CODE: Myanmar, Data Collection Survey on Water Resources Potential for Thabea Special Economic Zone and Adjoining Area DATE: 25/07/2013

INSTITUTE: JICA (Japan International Cooperation Agency) Survey Team Responsible Officer: Shigeru Sugiyama

No.	Sample Code (local) (a)	Sampling date (b)	Type	Bottle Type and Volume	No. of bottles shipped	Other information	Target analysis				
							H ₂ (Noble Gas)	Tridium	Stable Isotopes	CFC	
1	D-1-1	24/07/2013	GWB	Copper Tube	2		Y	Y	Y	Y	
				1000ml Plastic	1						
				500ml Plastic	1						
				50ml Amber Glass	3						
2	D-1-2	26/06/2013	GWB	Copper Tube	2		Y	Y		Y	
				1000ml Plastic	1						
				500ml Plastic	1						
				50ml Amber Glass	3						
3	D-1-3	24/07/2013	GWB	Copper Tube	2		Y			Y	
				1000ml Plastic	0						
				500ml Plastic	1						
				50ml Amber Glass	0						
4	D-2-0	24/06/2013	GWB	Copper Tube	0			Y			
				1000ml Plastic	1						
				500ml Plastic	0						
				50ml Amber Glass	3						
5	D-2-1	26/06/2013	GWB	Copper Tube	2		Y	Y		Y	
				1000ml Plastic	1						
				500ml Plastic	1						
				50ml Amber Glass	3						
6	D-2-2	24/06/2013	GWB	Copper Tube	2		Y	Y		Y	
				1000ml Plastic	1						
				500ml Plastic	1						
				50ml Amber Glass	3						
7	D-3-1	22/06/2013	GWB	Copper Tube	2		Y	Y	Y		
				1000ml Plastic	1						
				500ml Plastic	1						
				50ml Amber Glass	3						
8	D-3-2	22/06/2013	GWB	Copper Tube	2		Y	Y	Y		
				1000ml Plastic	1						
				500ml Plastic	1						
				50ml Amber Glass	3						
9	D-3-3	22/06/2013	GWB	Copper Tube	2		Y			Y	
				1000ml Plastic	0						
				500ml Plastic	1						
				50ml Amber Glass	0						
10	D-4-1	24/06/2013	GWB	Copper Tube	2		Y	Y			
				1000ml Plastic	1						
				500ml Plastic	1						
				50ml Amber Glass	3						
11	D-4-2	01/07/2013	GWB	Copper Tube	2		Y	Y	Y		
				1000ml Plastic	1						
				500ml Plastic	1						
				50ml Amber Glass	3						
12	D-5-1	01/07/2013	GWB	Copper Tube	0			Y			
				1000ml Plastic	1						
				500ml Plastic	0						
				50ml Amber Glass	3						
13	D-5-2	01/07/2013	GWB	Copper Tube	2		Y	Y		Y	
				1000ml Plastic	1						
				500ml Plastic	1						
				50ml Amber Glass	3						
Total				Copper Tube	22 (empty 2)					(total 24)	
				1000ml Plastic	11 (empty 1)					(total 12)	
				500ml Plastic	11 (empty 1)					(total 12)	
				50ml Amber Glass	33 (empty 3)					(total 36)	

(a) If it is essential that the codes placed on the labels coincide with the sample codes listed in this Table.
(b) GWB: groundwater (borehole), GWD: grasshopper (dig, shallow well), GWS: spring, SLA: lake, BRE: reservoir, SPR: river, SPP: precipitation.

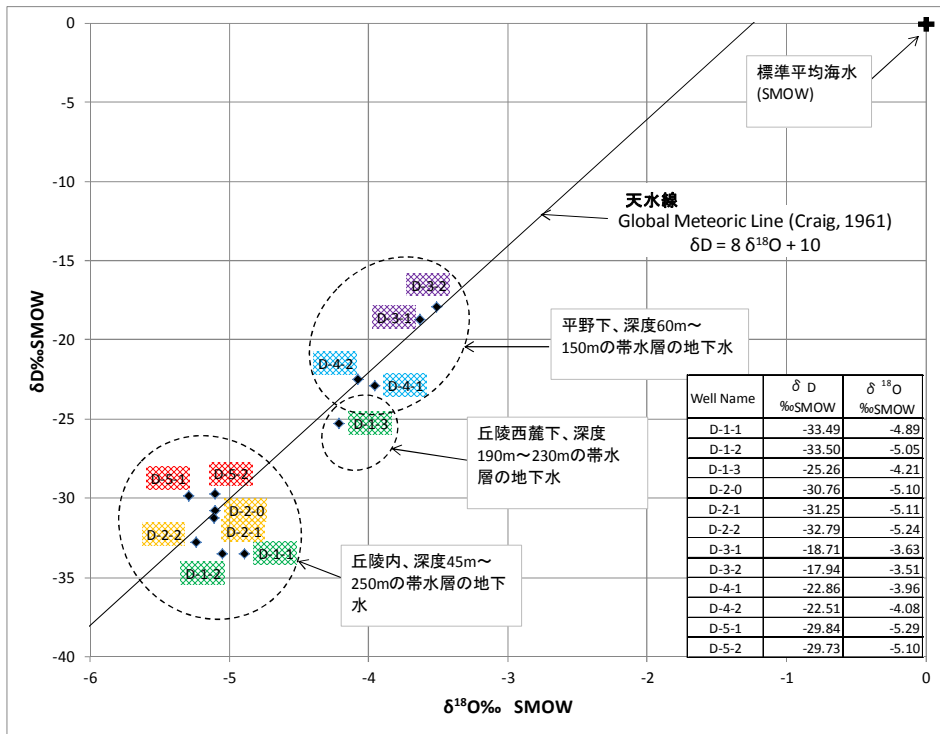


図 3-2-8-3 水素と酸素の安定同位体比の分析結果

表 3-2-8-10 希ガス同位体分析結果およびモデル計算結果

Sample ID	He (cm3STP/g)	±	Ne (cm3STP/g)	±	Ar (cm3STP/g)	±	Kr (cm3STP/g)	±	Xe (cm3STP/g)	±
D-1-1 (JICA-MYAN)	1.99E-07	2.72E-09	2.82E-07	3.03E-09	4.30E-04	6.66E-06	8.37E-08	2.71E-09	1.11E-08	5.18E-10
D-1-3 (JICA-MYAN)	1.21E-07	1.65E-09	3.00E-07	3.15E-09	4.87E-04	7.54E-06	9.10E-08	2.93E-09	1.16E-08	5.29E-10
D-2-1 (JICA-MYAN)	6.74E-08	9.01E-10	2.61E-07	2.87E-09	3.73E-04	5.55E-06	7.54E-08	1.83E-09	1.02E-08	5.15E-10
D-3-1 (JICA-MYAN)	9.58E-08	1.19E-09	2.71E-07	2.99E-09	4.31E-04	6.41E-06	8.85E-08	2.16E-09	1.18E-08	5.92E-10
D-3-2 (JICA-MYAN)	1.11E-07	1.36E-09	2.79E-07	3.06E-09	4.35E-04	6.51E-06	8.71E-08	2.14E-09	1.08E-08	5.54E-10
D-3-3 (JICA-MYAN)	4.18E-07	6.98E-09	1.23E-06	1.30E-08	9.62E-04	1.52E-05	1.35E-07	4.35E-09	1.50E-08	6.77E-10
D-4-1 (JICA-MYAN)	4.31E-07	6.42E-09	1.49E-07	1.55E-09	2.72E-04	4.20E-06	6.32E-08	1.55E-09	8.89E-09	3.61E-10
D-4-2 (JICA-MYAN)	1.05E-06	1.89E-08	2.41E-07	2.53E-09	3.81E-04	5.88E-06	7.78E-08	2.54E-09	1.13E-08	5.24E-10
D-5-2 (JICA-MYAN)	6.80E-08	8.49E-10	2.64E-07	2.90E-09	3.81E-04	5.67E-06	7.60E-08	1.85E-09	9.78E-09	5.02E-10

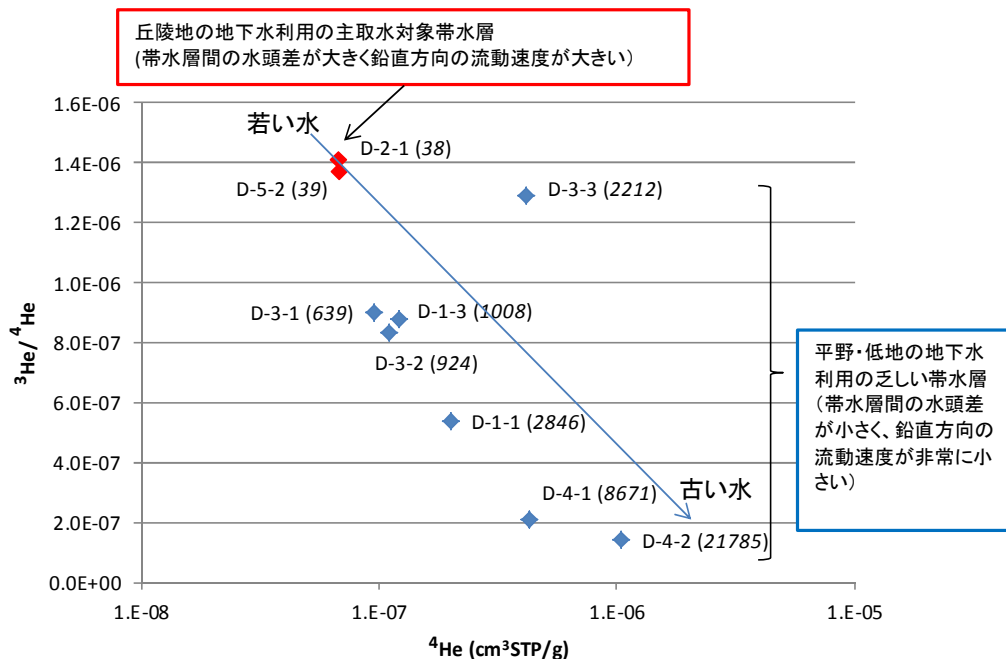
Sample ID	Tritium (TU)	±	3He/4He	±	NGT	T-3He age (years)	±	Crustal 4He (\$) (cm3STP/g)	4He age (years) (#)
D-1-1 (JICA-MYAN)	b.d.		5.40E-07	2.79E-09	20.9			1.28E-07	2846
D-1-3 (JICA-MYAN)	b.d.		8.75E-07	6.21E-09				4.54E-08	1008
D-2-1 (JICA-MYAN)	0.3	0.1	1.41E-06	9.26E-09	20.3	41	6	1.70E-09	38
D-3-1 (JICA-MYAN)	b.d.		8.98E-07	3.94E-09	17.5			2.88E-08	639
D-3-2 (JICA-MYAN)	b.d.		8.35E-07	3.86E-09	21.2			4.16E-08	924
D-3-3 (JICA-MYAN)	b.d.		1.29E-06	8.24E-09				9.96E-08	2212
D-4-1 (JICA-MYAN)	b.d.		2.08E-07	2.10E-09				3.90E-07	8671
D-4-2 (JICA-MYAN)	b.d.		1.45E-07	2.24E-09	16.1			9.81E-07	21785
D-5-2 (JICA-MYAN)	0.2	0.1	1.37E-06	9.23E-09	23.6	36	15	1.78E-09	39

NGT : 希ガスによる大気-涵養水平衡温度 (摂氏) の推定値。モデルによる推定に使ったモデルによる近似の信頼度が低い場合は空欄。

(\$) Crustal 4He: 今回の試料は 3 成分 (大陸地殻、マントル、大気) 由来の希ガスの混合物であることから、それぞれの寄与を数値的に計算することが可能である。そのうち、大陸地殻に由来成分のヘリウム量を示してある。

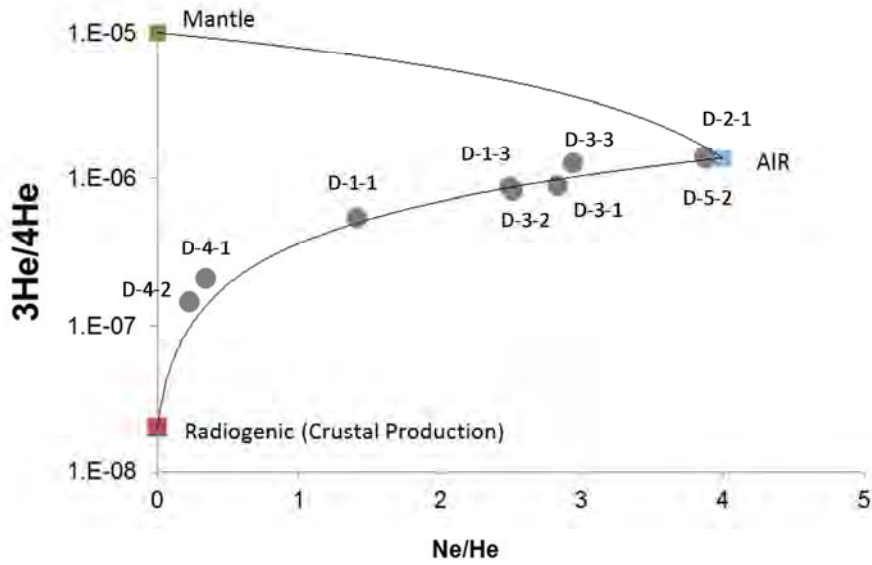
(#) ⁴He 年代を得るためには、地下水系へのヘリウムの負荷率の正確な見積もりに加えて、サンプリング地域の地質、井戸の形状など、様々な要素の検討が必要。今回はそれらを用いずにトリチウム-ヘリウム 3 年代が求められた 2 試料中の地殻起源のヘリウム 4 の量と年代値から求めた負荷率を使用して計算した。試料が同一の地下水系由来であることが保証されれば試料間の相対的な年代 (古いか新しいか) についての確度は高いが、絶対年代の確度を保障するためには、クリプトン 81 など別の同位体トレーサーとのクロスキャリブレーションが必要。

出典: 松本拓也 (2014; 未公表), IAEA



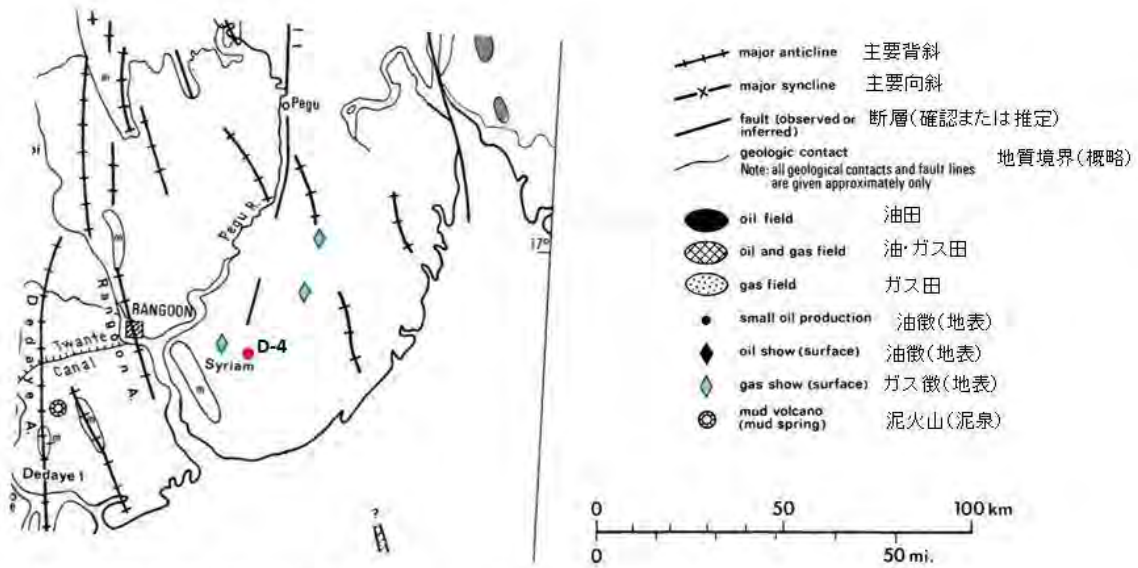
出典: 松本卓也 (2014; 未公表, IAEA) に加筆。

図 3-2-8-4 ヘリウム 4 と同位体比の関係



出典：松本卓也(2014;未公表, IAEA) に試料採取井戸名を付加。

図 3-2-8-5 ヘリウム同位体と Ne/He 比の関係



出典：Bender (1983) Geology of Burma より抜粋、加筆。

図 3-2-8-6 D4 地点周辺の天然ガス徴

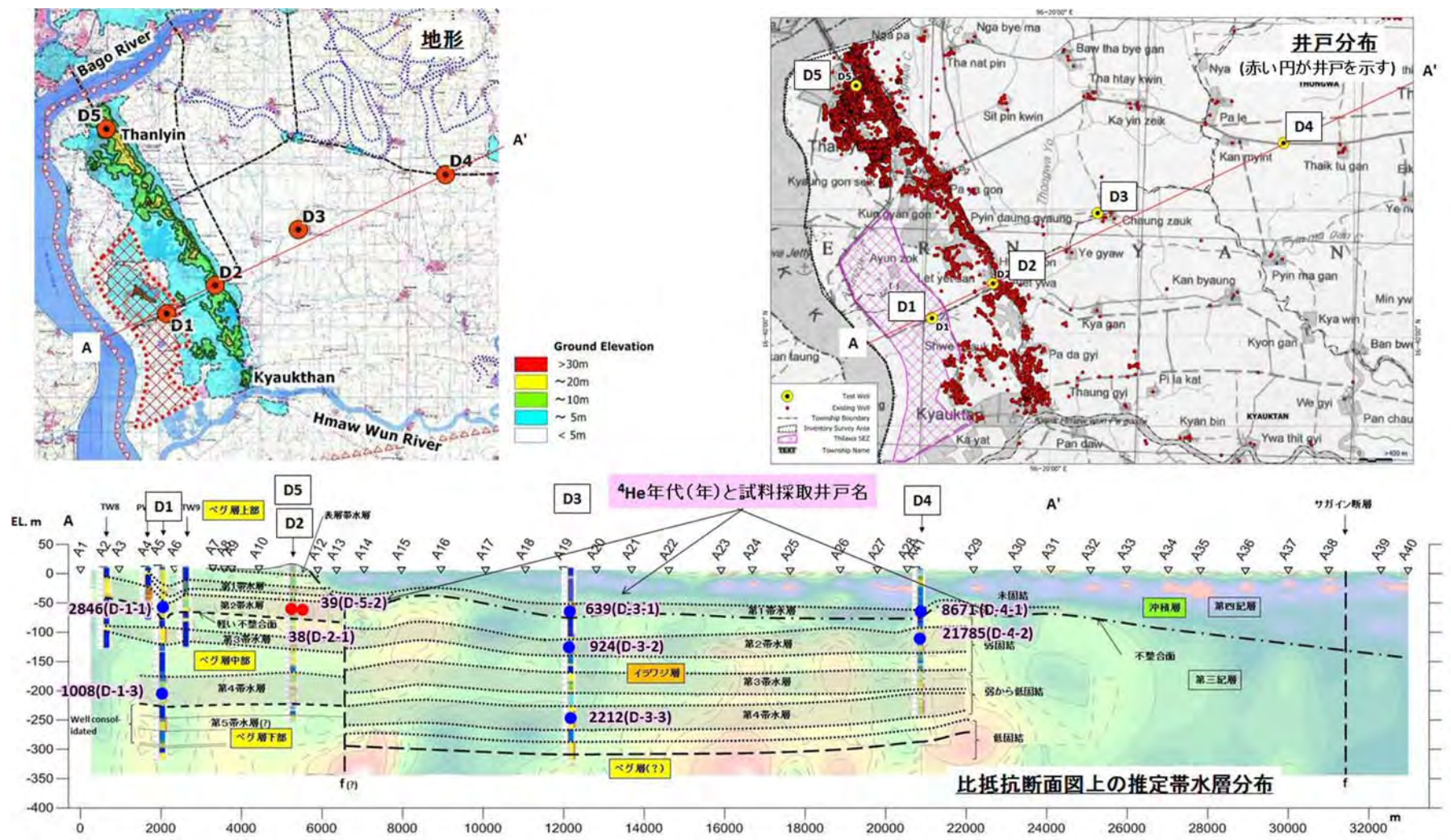


図 3-2-8-7 ヘリウム4年代の断面分布

3-2-8-5 他 JICA 調査による SEZ 内試験井の水質調査

本調査と並行して、JICA の SEZ インフラ設計チームが SEZ 内に試験井を掘削し、水質試験を実施した。その結果を表 3-2-8-11 に示す。調査位置は、EC 値とともに図 3-2-8-8 に示す。SEZ の西部から中部の 100m 以浅の帯水層は、1,400 μ S/cm 以上の電気伝導度を示し、若干塩水化していると推定される。また、鉄分を多く含む井戸がある。

表 3-2-8-11 他 JICA 調査チームによる SEZ 内試験井の水質試験結果

Kind of Well	Name of Well	Test Well (1.5" dia.)										Production Well (10" dia.)					Remarks
		TW-3	TW4	TW5	TW6	TW7	TW8	TW9	TW9	TW10	TW10	PW1	PW2	PW3	PW4		
Screen Depth	m	36.6 -42.7	45.7 -54.9	73.2 -97.6	70.1 -76.2	79.3 -85.4	48.8 -54.9	73.2 -79.3	91.5 -97.6	149.0 152.4	32.9 -66.4	36.0 -68.9	27.4 -66.4	51.8 -85.7			
Sampling Date		17.10.12	22.10.12	22.10.12	19.20.12	12.10.12	14.10.12	12.10.12	12.10.12	12.10.12	3.12.12	6.12.12	12.12.12	17.12.12	19.12.12	20.12.12	
1	Appearance	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	
2	Water Temperature	°C	30.6	30.5	30.4	30.4	31.2	31.4	29.4	30	29.6	28.6	28.9	26.8	30.5	27.9	27.1
3	Total Dissolved Solid	mg/l	805	2110	212	994	710	765	175	180	169	848	710	86.1	330	710	994
4	Electrical Conductivity	μ S/cm	1678	1420	254	2000	1420	1420	363	365	350	1420	1420	169.3	662	1420	1420
5	pH		7.12	6.62	7.92	7.87	7.97	7.97	7.95	7.9	7.95	7.45	7.58	6.48	7.24	7.74	7.78
6	Magnesium (Mg)	mg/l	ND	ND	60	90	ND	70	ND	ND	55	75	55	46	80	80	90
7	Alkalinity (CaCO ₃)	mg/l	135	ND	70	65	170	55	255	200	75	165	185	ND	105	45	25
8	Sulphate (SO ₄)	mg/l	ND	ND	19	24	22	32	30	15	ND	91	104	ND	ND	19	15
9	Iron (Fe)	mg/l	0.80	4.50	1.10	ND	ND	ND	1.05	0.80	ND	ND	0.09	0.40	ND	ND	ND
10	Potassium (K)	mg/l	4.1	ND	10	7.3	4.5	8.8	5.8	4.6	5.0	5.0	5.3	3.2	4.2	4.8	5.3

出典: Nippon Koei (2013) The Preparatory Study for Infrastructure Development in Thilawa SEZ, Final Report

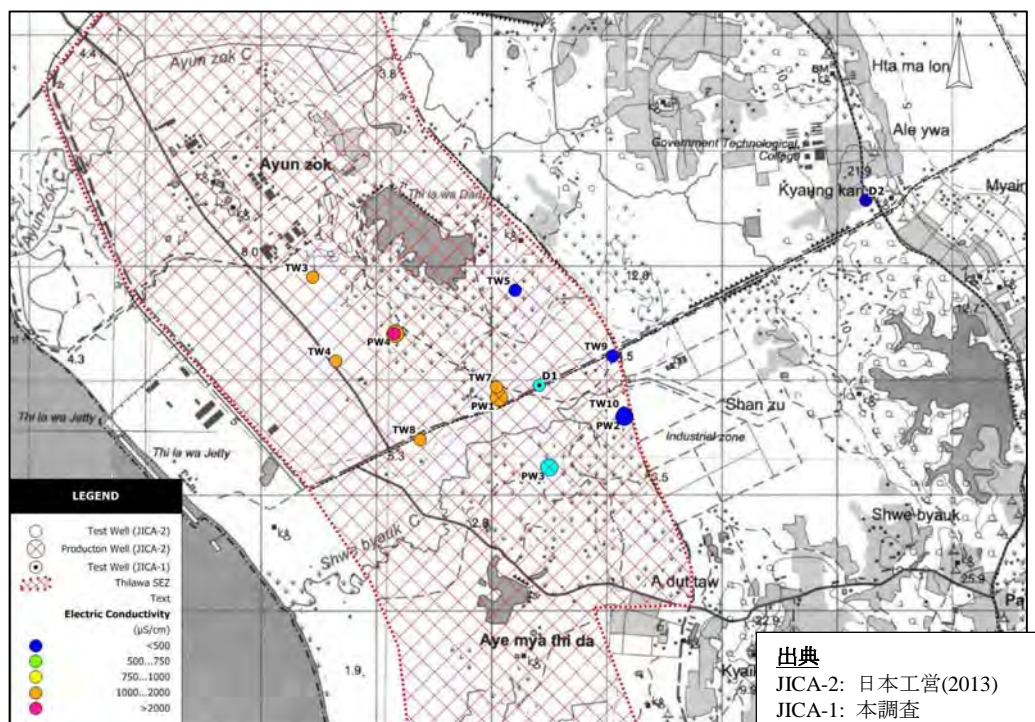


図 3-2-8-8 他 JICA 調査チームによる SEZ 内試験井の位置と EC

3-2-9 地下水位観測

3-2-9-1 観測井および観測期間

地下水位は、帯水層の水収支の結果を表す。このため、調査地の地下水涵養量の推定や地域の揚水状態を把握するための重要なデータである。本調査では、新たに設置する試験井すべてに自記水位計（精度 1cm;水圧式；大気圧補正管付）を設置し（図 3-2-9-1 参照）、基本的に 1 水文年の観測を行った。水位計は 1cm の精度を持ち、大気圧補正のための通気細管を有する。表 3-2-9-1 に観測井の仕様と観測開始日を示す。井戸掘削の遅れに伴い観測の多くは 2013 年 7 月または 8 月に開始された。D-2-3 と D-5-3 については 10 月および 11 月であった。D-5-3 は地下水位が地表から 35m 以上の深いところにあり、長いケーブルのセンサーを再注文する必要が生じたため設置までに少々時間を要した。

調査団による観測は、2014 年 8 月 7 日まで行われた。

3-2-9-2 地下水位観測結果

図 3-2-9-2 に全観測井、図 3-2-9-3 低地にある観測井の水位変動グラフを標高値で示す。図 3-2-9-4 および図 3-2-9-5 は、同グラフを地表面からの深度で示す。また、図 3-2-9-6～図 3-2-9-10 に各地点観測井の地下水位の詳細変動状況を示す。表 3-2-9-2 は、ヤンゴンにおける 2013 年の日降水量である。年間降水量は、約 2800mm でほぼ平年並み（最近 30 年）であった。

以下、水位変動グラフに現れた、帯水層水頭分布及び変動の特徴を示す。

(1) 丘陵地の観測井

1) D-2 地点

第三紀丘陵の尾根部に位置する SEZ Supporting Committee の敷地内にあり、地盤高は EL.17.4m～EL.18.1m である。D-2-0 から D-2-3 の 4 つの観測井がある。スクリーンの上端及び下端深度は、それぞれ 31-54m, 67-95m, 125-148m, 196-301m である。

観測水位は、おおむね EL.5m～EL.3m にあり、深い井戸ほど水位が低い。観測井間の水位差は、上から概ね、1m、4m、3m である。

水位は降雨に対し、累積的に感応しており、浅い観測井ほど短期的な変動量が多い。年間変動量は、D-2-1 及び D-2-2 で 6m 程度と推定される。

9 月中旬に実施した D-2-3 の揚水試験による水位低下の影響は、D-2-2 に大きく現れ、また、D-2-1 でも若干の水位低下が見られた。この揚水試験後、D-2-2 及び D-2-3 では、水位の回復に約 3 ヶ月を要したように見える。これは、両者の対象帯水層および介在する難透水層の透水性が小さいことを暗示している。同地点のコアボーリング結果によれば、深度 95m 以深の地層は固結度が高くなっており、この状況と整合する。

周辺井戸の揚水による短時間の水位低下は、図 3-2-9-7 に示すように D-2-1 (水位低下約 8cm) および D-2-3 (水位低下約 15cm) に明瞭に見られる。敷地内の井戸は、D-2-1 と同じ帯水層にスクリーンがある。

2) D-5 地点

第三紀丘陵の北端に近い尾根部にあり、地盤高は EL.23.3m～EL.24.3m である。D-5-1 から D-5-3 の 3 つの観測井がある。スクリーンの上端及び下端深度は、それぞれ 46-63m, 81-98m, 180-240m である。タンリンのセンター地区にあるため、周辺には多数の井戸が分布する。

観測水位は、おおむね EL.12m～EL.-12m (マイナス 12m) にあり、深い井戸ほど水位が低い。観測井間の水位差は、上から概ね、10m, 7m である。D-5-2 では、8月から10月を除き、標高 0m 以下であり、D-5-3 は、通年マイナス 10m 以下であると推定される。D-5-2 の帯水層は当地の主要帯水層であり、このような海水準以下の水位の状態は、塩水浸入を招く可能性が高く深刻な問題であり、適切な対応が必要である（「3-8-2 タンリン市街地におけるモニタリングと帯水層管理」を参照）。

水位は降雨に対し、累積的に感応しており、年間変動量は、D-5-1 及び D-5-2 で 7m 程度と推定される。

D-5-2 の観測対象帯水層は、当地の地下水利用の主帯水層であり、図 3-2-9-10 に示すように 1m～1.5m の日変動が明瞭に見られる。周辺井戸の揚水による水位の日変動は、D-5-1（水位低下約 10cm）および D-5-3（水位低下約 15cm）にも認められる。D-5-3 では、潮汐の影響によると推定される 1 日 2 回のピークを持つ変動（水位変化約 6 cm）も認められる。

11 月 20 日頃、観測水位が大きく低下し、以降は直線的に低下した。自然状態では地下水水位低下曲線は指数関数的であり、このような直線状にはならない。これは井戸周辺における強度の地下水取水によるものと考えられる。

(2) 低地の観測井

1) D-1 地点

SEZ の中央付近東側にあり、地盤高は EL. 5.3m である。D-1-0 から D-1-3 の 4 つの観測井がある。スクリーンの上端及び下端深度は、それぞれ 37-48m, 66-83m, 110-138m, 187-283m である。低地に位置するが地層はすべて第三紀層である。

観測水位は、おおむね EL.1.0m～EL.2.2m にあり、深い井戸ほど水位が高い。観測井間の水位差は、上から概ね、0.6m, 0.1m, 0.2m である。

水位は降雨に対し比較的敏感に感応しているが、水位の上昇量は小さい。年間変動量は、D-1-1 で 0.8m、他の観測井で 0.5m 程度と推定される。

7 月中下旬に実施した D-1-1 及び D-1-3 の揚水試験後、D-1-0 を除く 3 井の水位はゆるく上昇し、乾季の水位低下状態になるまでに約 3 ヶ月を要した。D-1-0 の水位は、他の 3 井と異なり、変動量は小さいものの丘陵地の浅部観測井と同様に、雨季に水位が高く乾期に入ると低減する変動を示した。

図 3-2-9-6 に示すようにいずれの観測井でも、潮汐（海洋及び大気）の影響と考えられる日変動（D-5-0 で約 1cm、他井で約 3cm）が認められる。12 月から 1 月の水位に見られる約半月周期のうねりも、潮汐の影響と推定される。

周辺井戸の揚水による短時間の水位低下は、認められない。

2) D-3 地点

東方低平地域の南西部にあり、地盤高は EL.3.8m である。D-3-1 から D-3-3 の 3 つの観測井がある。スクリーンの上端及び下端深度は、それぞれ 60-77m, 112-149m, 244-278m (298-328m にもあり) である。60-77m の帯水層は、未固結第四紀層の基底砂層 (礫まじり) である。

観測水位は、おおむね EL.1.8m~EL.2.3m にあり、深い井戸ほど水位が高い。観測井間の水位差は、上から概ね、0.2m, 0.1m である。

水位は降雨に対し比較的敏感に感応しているが、水位の上昇量は小さい。年間変動量は、いずれも 0.2m 程度と推定される。

3 井の水位変動グラフは、非常に類似している。図 3-2-9-8 に示すようにいずれの観測井でも、潮汐の影響と考えられる日変動 (D-1-0 で約 1cm、D-3-2 で 1~2cm、D-3-3 で 2~3cm) が認められる。

周辺井戸の揚水による短時間の水位低下は、不明瞭である。

3) D-4 地点

東方低平地域の東部中央付近にあり、地盤高は EL.3.6m である。D-4-1 から D-4-2 の 2 つの観測井がある。スクリーンの上端及び下端深度は、それぞれ 66-83m, 110-144m である。66-83m の帯水層は、未固結第四紀層の基底砂層 (礫まじり) である。

観測水位は、おおむね EL.1.9m~EL.2.4m にあり、深い井戸のほうが水位が低い。観測井間の水位差は、0.2~0.3m である。

水位は降雨に対し敏感に感応しているが、水位の上昇量は小さい。年間変動量は、いずれも 0.4m 程度と推定される。

図 3-2-9-9 に示すように両観測井で、潮汐の影響と考えられる微日変動 (約 1cm) が認められる。解像度の高い D-4-1 の水位計の結果によれば、ピークが毎日朝夕の 2 回あり、その時刻が移動して行かないので、大気潮汐が主として変動を生じさせているものと推定される。

周辺井戸の揚水による短時間の水位低下は、不明瞭である。

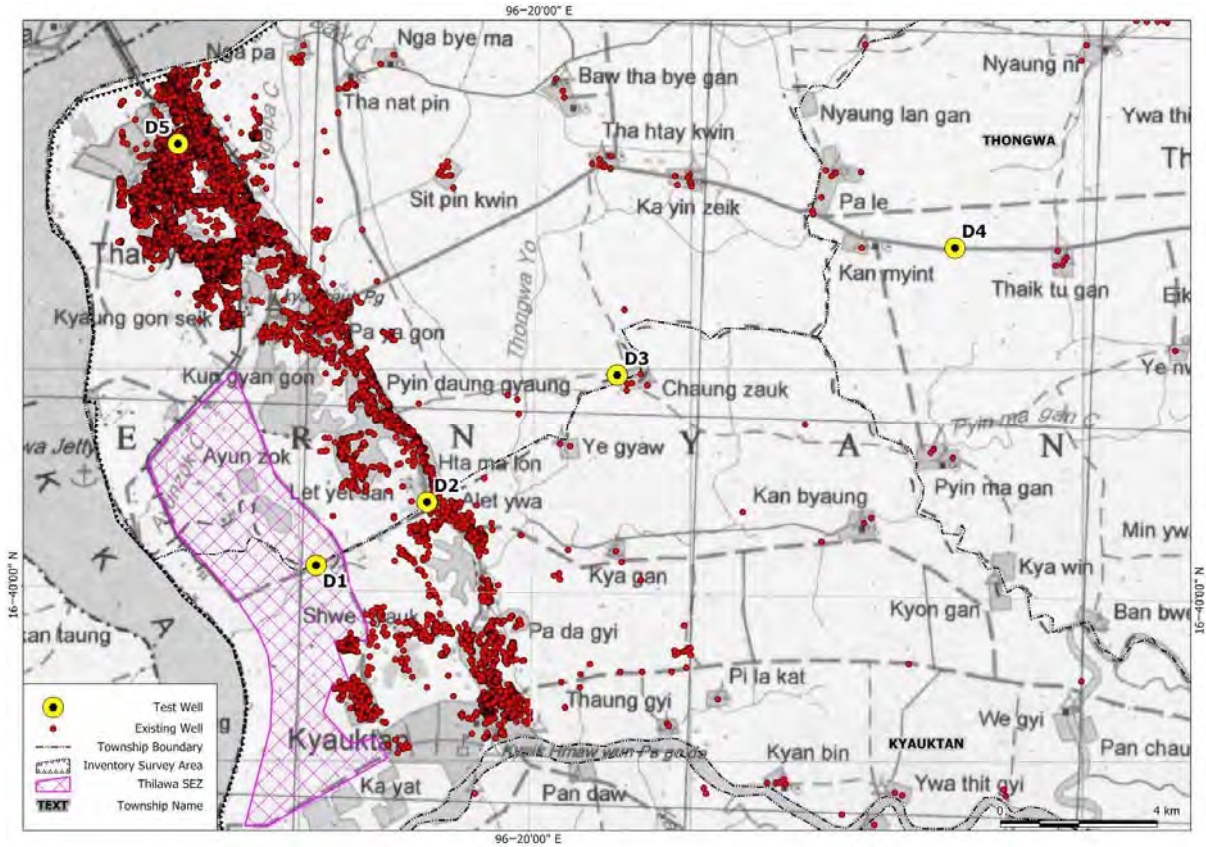


図 3-2-9-1 観測井の位置と既存井戸の分布

表 3-2-9-1 観測井の諸元

観測井 名称	座標 (WGS84)		掘削 深度 (m)	スクリーン深度 (m)	標高 (m)			水位観測 開始日時		データ・ロガー のシリアル番号	測定可能 水深 (m)	センサーの解 像度	センサーの ケーブル長 (m)	センサー設置 深度 (ケーシング 上端から、m)	センサー設置 標高 (EL, m)	備考
	緯度	経度			ケーシング 上端	コンクリート 面	地盤面									
D-1-0	N 16° 40' 23.3"	E 96° 16' 59.9"	52	36.7-48.0	6.767	6.015	5.249	14/08/2013	15:00	AQ120737	20	1 cm	30	20.50	-13.73	
D-1-1	N 16° 40' 23.5"	E 96° 17' 00.2"	85	66.1-83.0	6.759	6.010	5.265	14/08/2013	15:00	AQ120741	20	1 cm	30	21.07	-14.31	
D-1-2	N 16° 40' 23.4"	E 96° 16' 59.6"	150	109.8-138.0	6.784	5.979	5.264	14/08/2013	15:00	AQ120739	20	1 cm	30	21.31	-14.53	
D-1-3	N 16° 40' 23.3"	E 96° 16' 59.8"	330	187.0-199.0 211.0-232.0 256.0-283.0	6.779	6.015	5.294	14/08/2013	15:00	AQ120738	20	1 cm	30	20.90	-14.12	
D-2-0	N 16° 41' 12.5"	E 96° 18' 27.5"	56	31.4-37.1 48.4-54.0	19.551	18.754	17.871	18/07/2013	11:00	AQ130422	20	1 cm	30	21.36	-1.81	
D-2-1	N 16° 41' 12.2"	E 96° 18' 28.6"	97	66.8-95.0	19.459	18.608	17.654	18/07/2013	12:00	AQ120733	10	1 mm	30	15.20	4.26	
D-2-2	N 16° 41' 12.7"	E 96° 18' 28.3"	150	125.4-148.0	19.748	18.914	18.058	18/07/2013	10:00	AQ120713	20	1 cm	30	25.00	-5.25	
D-2-3	N 16° 41' 11.7"	E 96° 18' 29.2"	330	196.0-217.0 223.0-225.0 241.0-250.0 268.0-277.0 283.0-301.0	19.019	18.147	17.414	02/10/2013	14:00	AQ120715	20	1 cm	30	28.05	-9.03	
D-3-1	N 16° 43' 01.7"	E 96° 21' 10.6"	80	60.4-77.3	5.436	4.633	3.833	10/07/2013	12:00	AQ120718	20	1 cm	30	15.25	-9.81	塩水
D-3-2	N 16° 43' 01.6"	E 96° 21' 10.0"	180	112.1-123.4 132.1-137.7 143.4-149.0	5.278	4.491	3.764	10/07/2013	11:00	AQ120720	20	1 cm	30	15.07	-9.79	
D-3-3	N 16° 43' 01.6"	E 96° 21' 09.5"	330	244.0-274.0 298.0-328.0	5.298	4.584	3.751	10/07/2013	11:00	AQ120712	20	1 cm	30	15.04	-9.74	
D-4-1	N 16° 44' 50.6"	E 96° 26' 06.4"	85	66.1-83.0	5.125	4.290	3.667	18/07/2013	14:00	AQ120731 (AQ130424 till 13/11/13)	10	1 mm	30	11.20 (18.22 till 28/01/14)	-6.07 (-13.09 till 28/01/14)	塩水
D-4-2	N 16° 44' 50.7"	E 96° 26' 06.4"	146	110.1-132.7 138.4-144.0	5.169	4.373	3.542	18/07/2013	14:00	AQ120714	20	1 cm	30	20.27	-15.10	塩水
D-5-1	N 16° 46' 08.8"	E 96° 14' 49.7"	65	46.1-63.0	25.848	25.114	24.238	13/08/2013	15:00	AQ120736	20	1 cm	30	30.28	-4.43	
D-5-2	N 16° 46' 08.8"	E 96° 14' 49.2"	100	81.1-98.0	24.854	24.080	23.299	18/07/2013	9:00	AQ130421	20	1 cm	40	37.53	-12.68	
D-5-3	N 16° 46' 08.8"	E 96° 14' 49.5"	350	180.0-240.0	25.502	24.736	23.929	22/11/2013	13:00	AQ120740	20	1 cm	50	47.47	-21.97	

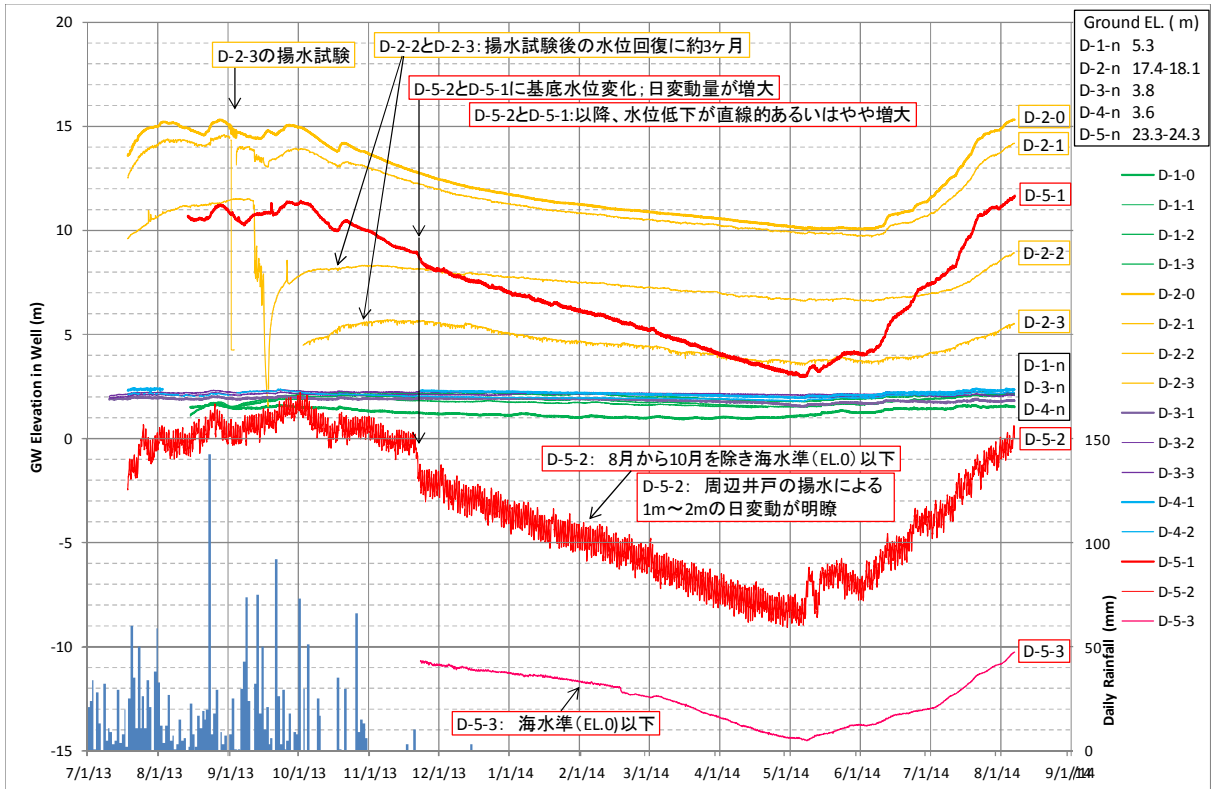


図 3-2-9-2 観測井における水位観測結果－標高表示(1)－全観測井

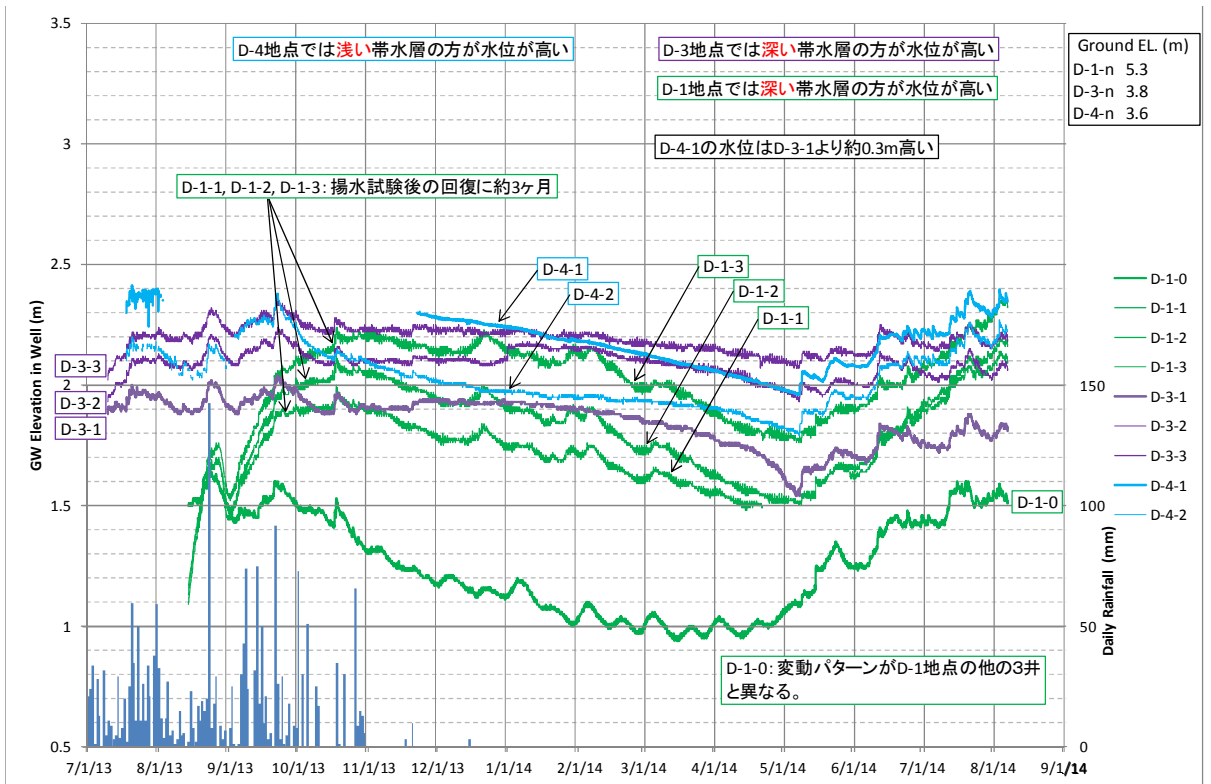


図 3-2-9-3 観測井における水位観測結果－標高表示(2)－低地の観測井

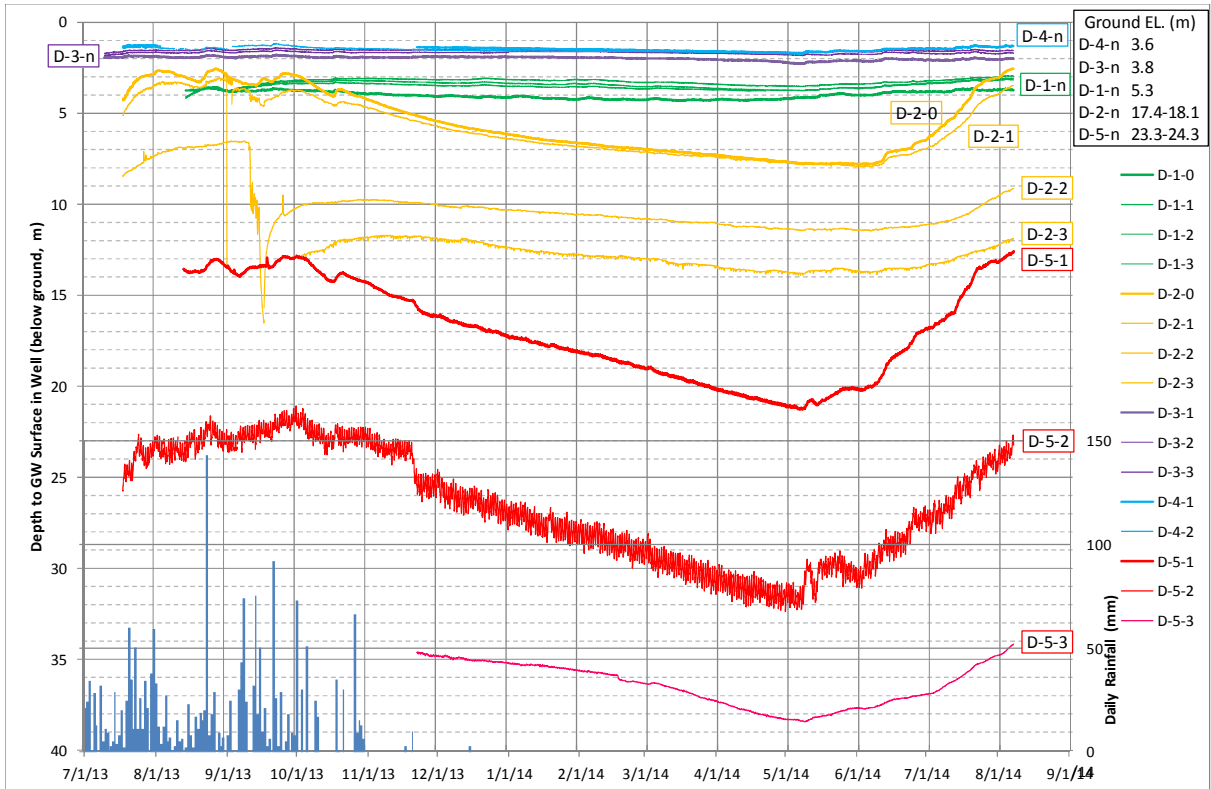


図 3-2-9-4 観測井における水位観測結果－深度表示(1)－全観測井

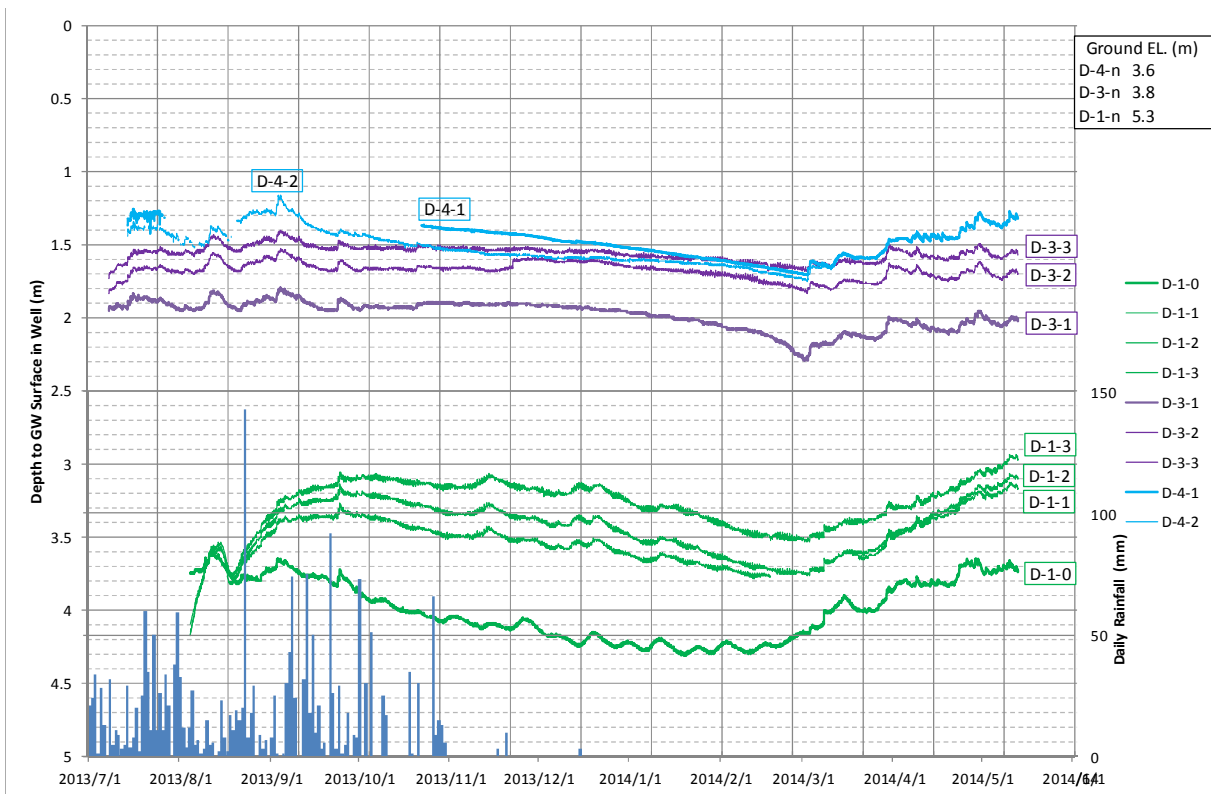


図 3-2-9-5 観測井における水位観測結果－深度表示(2)－低地の観測井

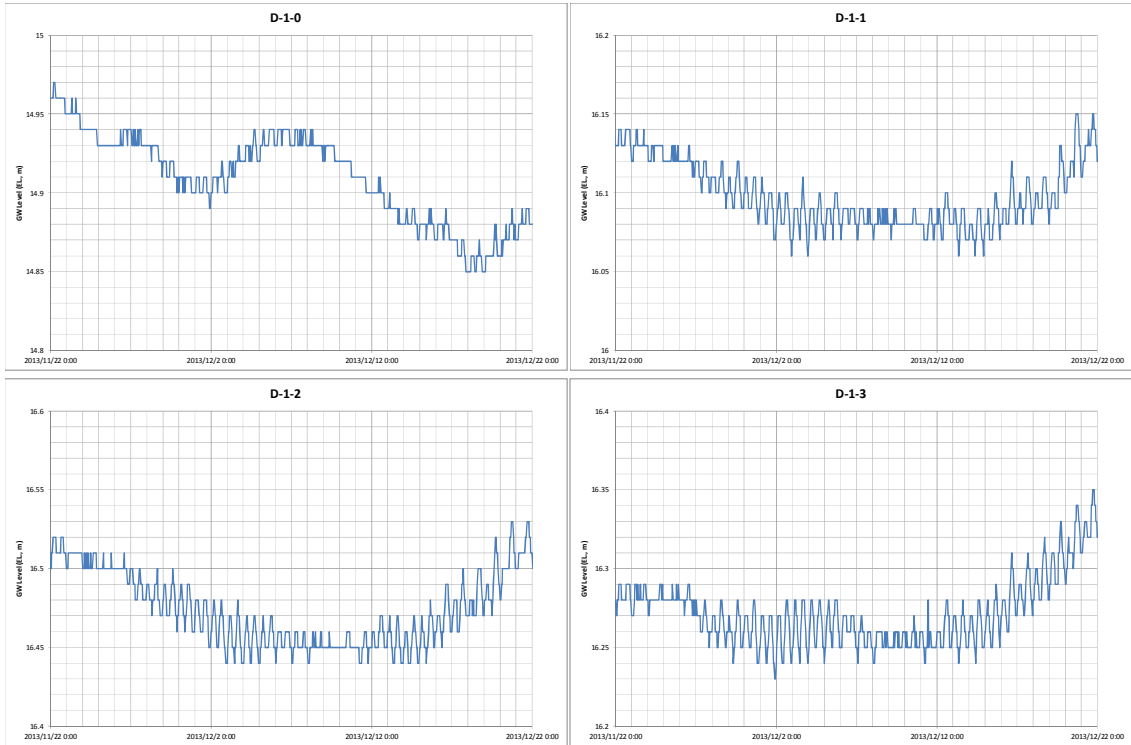


図 3-2-9-6 D-1 地点観測井の詳細水位変動

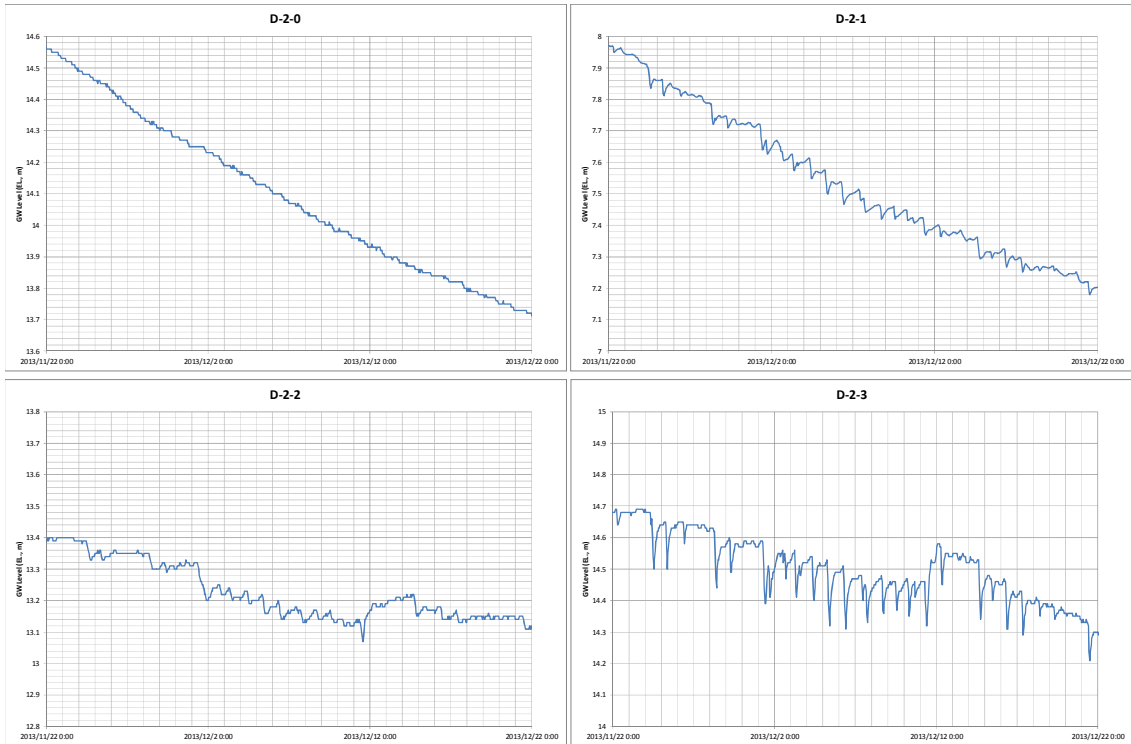


図 3-2-9-7 D-2 地点観測井の詳細水位変動

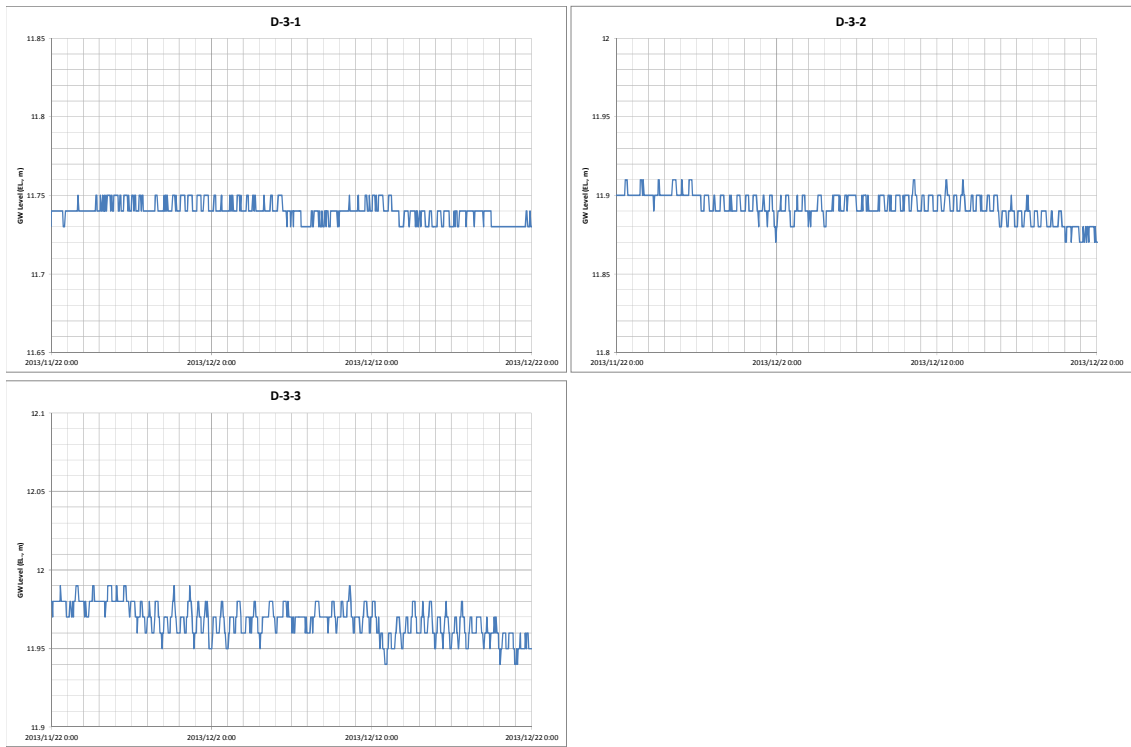


図 3-2-9-8 D-3 地点観測井の詳細水位変動

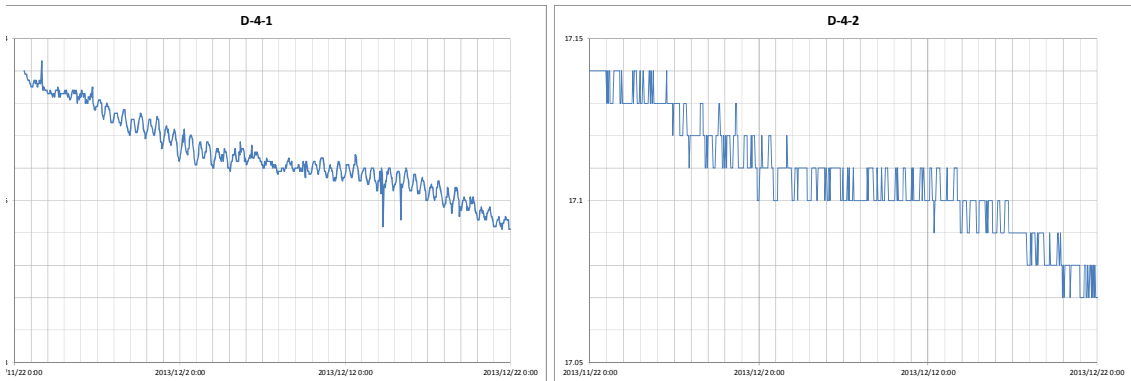


図 3-2-9-9 D-4 地点観測井の詳細水位変動

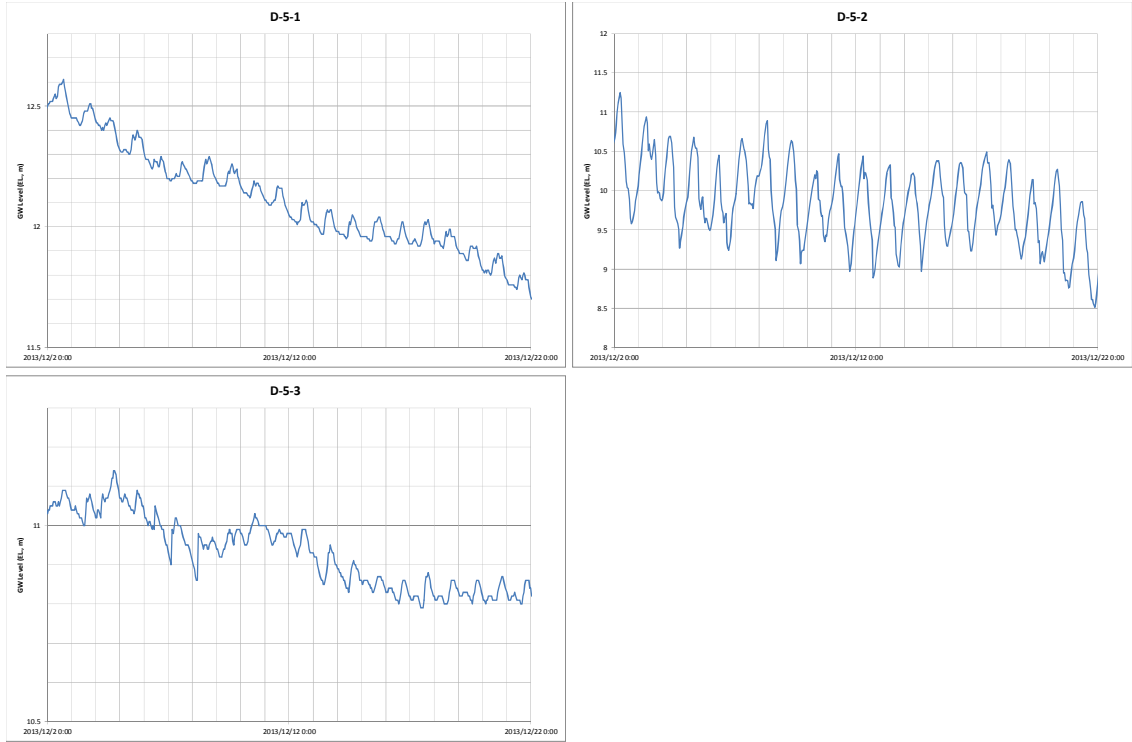


図 3-2-9-10 D-5 地点観測井の詳細水位変動

表 3-2-9-2 ヤンゴンの 2013 年の日降水量(mm)

Station:	Kaba-Aye (Yangon)											Year:	2013
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1	0	0	0	0	0	16	21	33	8	73	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	24	12	25	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	9	34	4	1	30	0	0	
4	0	0	0	0	0	31	1	12	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	74	28	27	1	51	0	0	
6	0	0	0	0	0	14	13	5	30	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	24	0	7	43	0	0	0	
8	0	0	0	0	1	21	32	1	74	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	13	5	3	24	25	0	0	
10	0	0	0	0	2	19	11	15	0	17	0	0	
11	0	0	0	0	0	20	9	5	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	47	3	6	32	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	7	5	0	75	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	46	29	2	18	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	11	4	23	50	0	0	3	
16	0	0	0	0	4	23	8	8	10	0	0	0	
17	0	0	0	0	21	0	20	2	21	0	3	0	
18	0	0	0	0	0	0	2	17	3	35	0	0	
19	0	0	0	0	0	21	25	11	6	1	0	0	
20	0	0	0	0	0	2	60	19	0	0	10	0	
21	0	0	0	0	0	12	35	15	92	30	0	0	
22	0	0	0	0	25	2	11	20	26	0	0	0	
23	0	0	0	0	12	3	50	143	3	0	0	0	
24	0	0	0	0	17	18	11	8	29	0	0	0	
25	0	0	0	0	5	38	26	18	1	0	0	0	
26	0	0	0	0	1	17	11	29	5	66	0	0	
27	0	0	0	0	2	12	34	0	18	9	0	0	
28	0	0	0	0	2	20	21	9	0	15	0	0	
29	0	0	0	0	7	33	0	3	9	13	0	0	
30	0	0	0	0	21	3	38	7	8	6	0	0	
31	6	0	0	0	5	0	59	0	0	0	0	0	
Total	6	0	0	0	125	556	630	464	612	371	13	3	
											Total	2780	

3-2-10 掘井戸の季別地下水位測定

丘陵地における不圧帯水層の地下水位分布と季節変動を把握するため、2012年11月（主にこの時期；全井戸）および2014年4月末（56井戸）に掘井戸の水位測定を実施した。図3-2-10-2および図3-2-10-3にその結果を示す。地下水面までの深度は、丘陵の側部で小さく、中央部で大きい。2014年4月末の最大水面深度は11.65mであり、涸れた井戸もあった。最大の年間変動量（両測定時点の水位差）は、6.1mである。

図3-2-10-1は、2012年11月に測定された地下水位の等高線図である。地下水は丘陵の尾根部から両側に流動していると推定される。

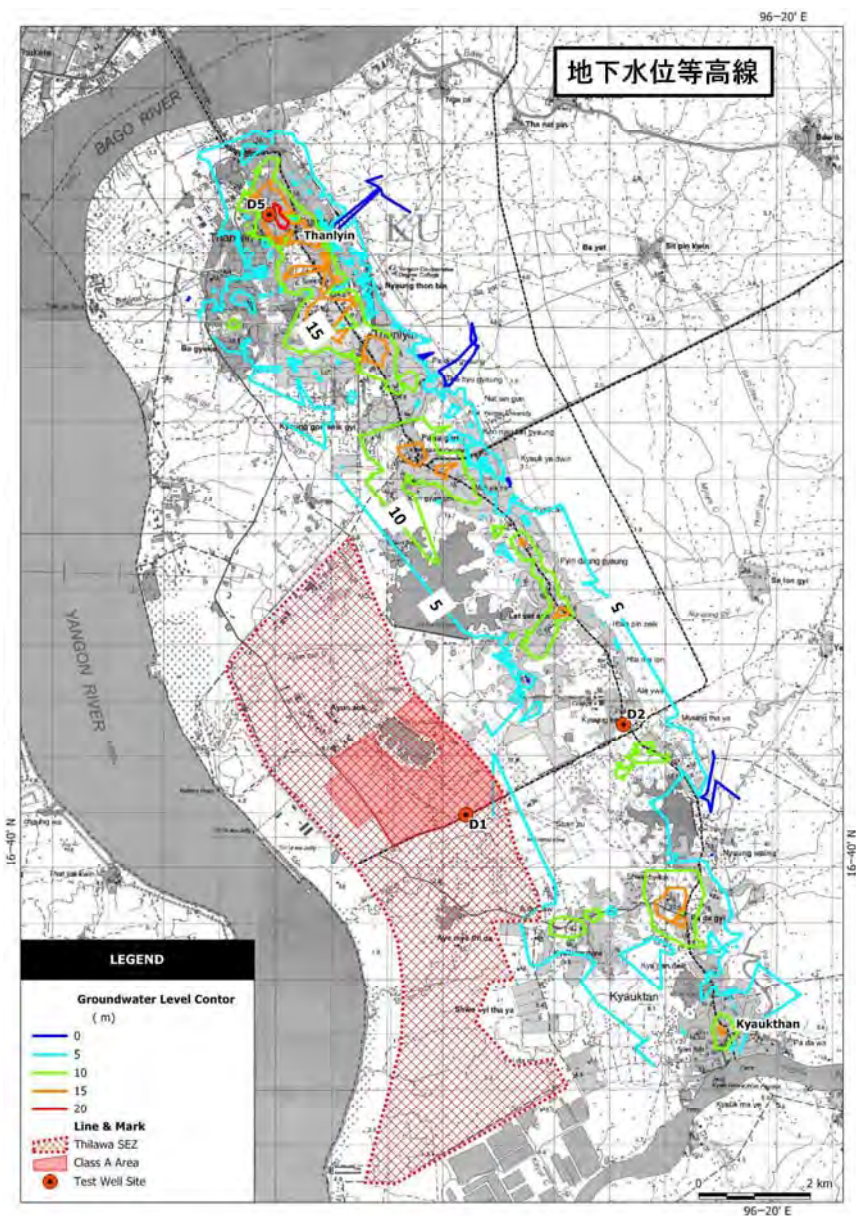


図 3-2-10-1 丘陵における不圧帯水層の地下水面等高線図（2012年11月）

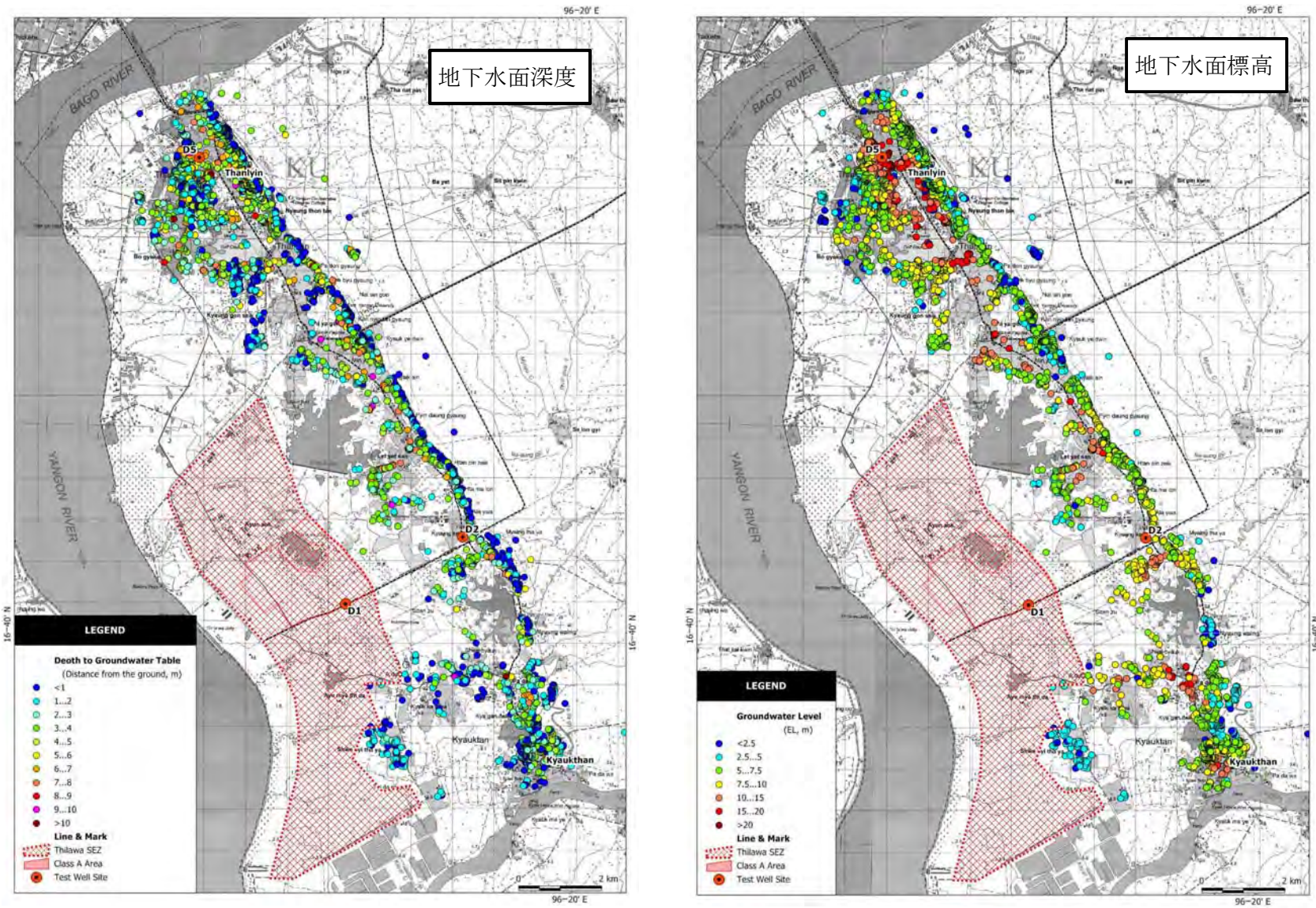


図 3-2-10-2 掘井戸の地下水面深度および標高（2012年11月）

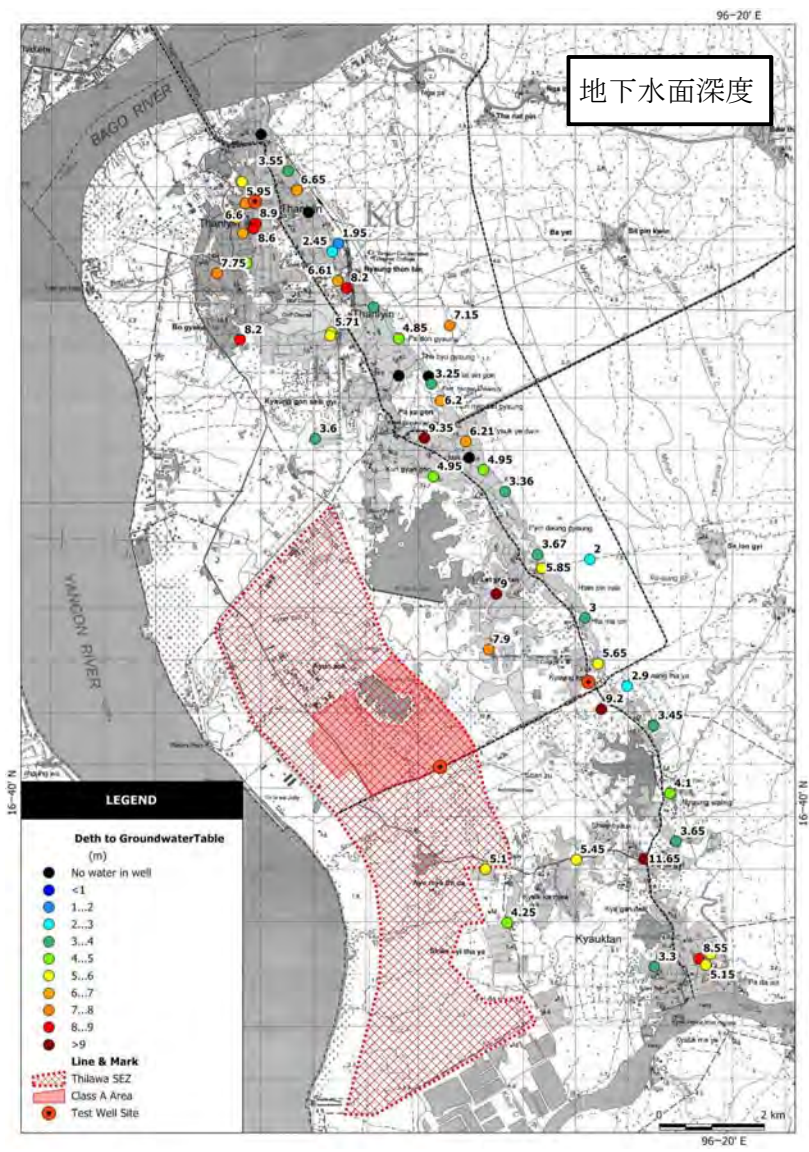
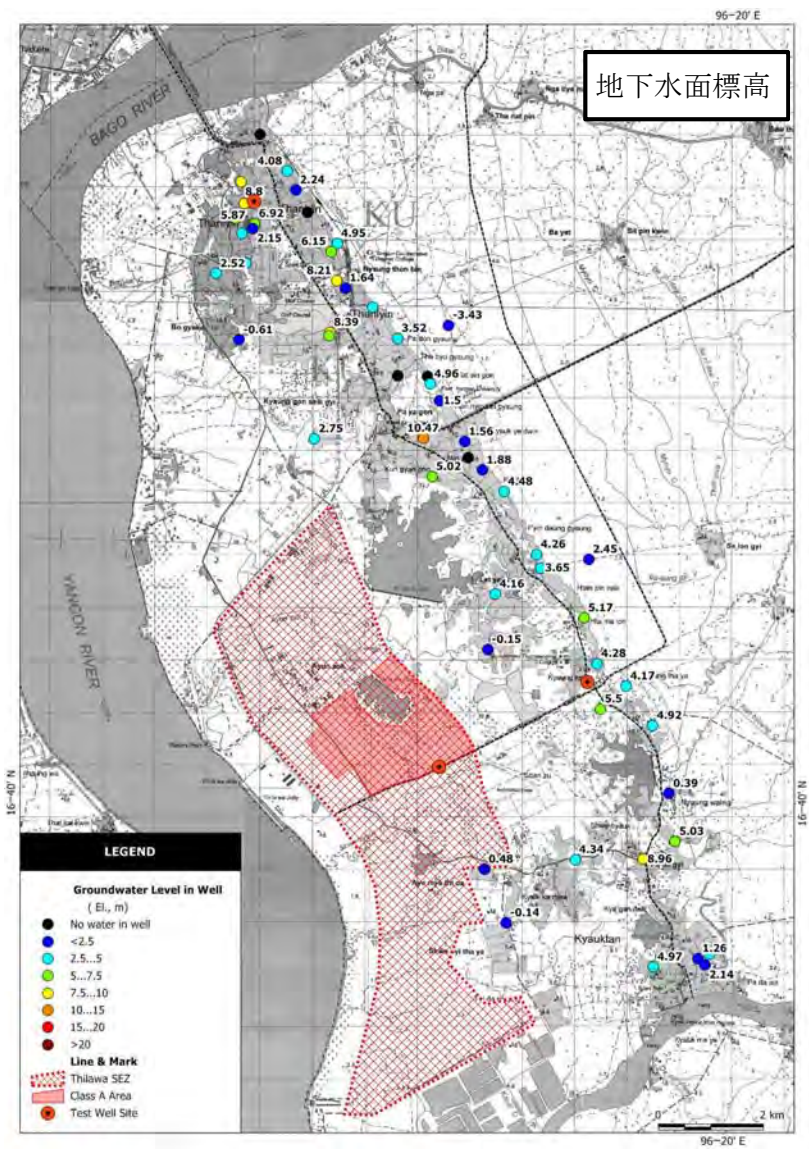
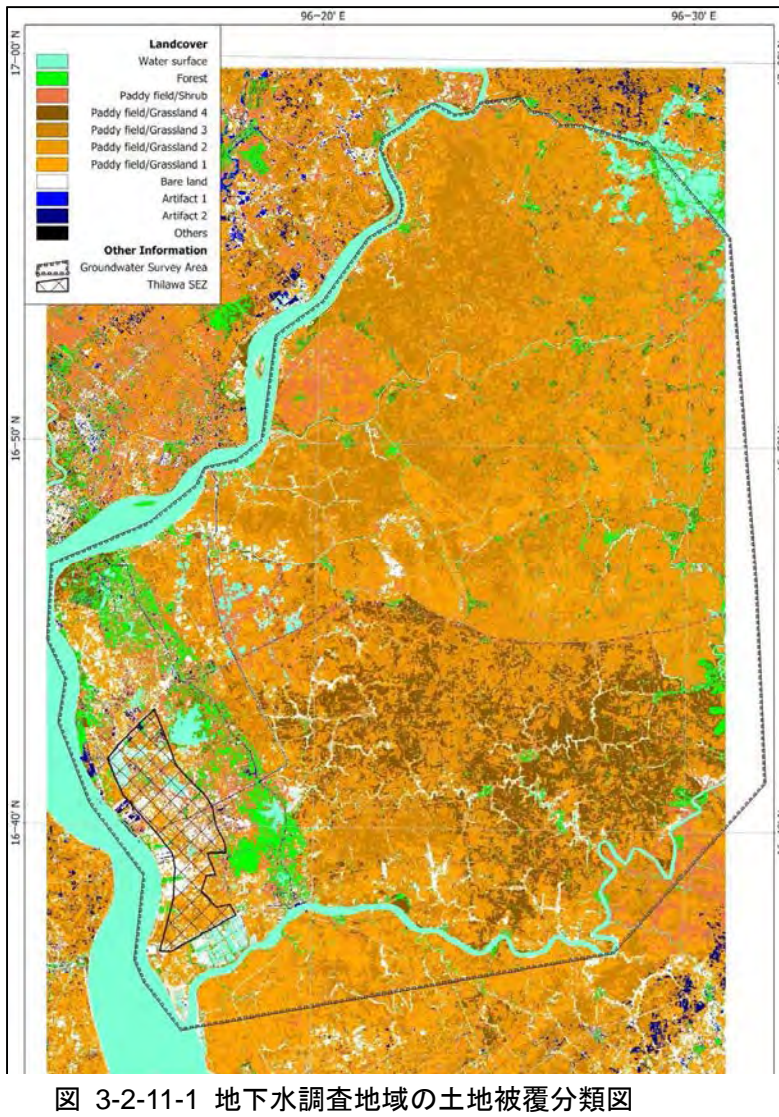


図 3-2-10-3 掘井戸の地下水面深度および標高 (2014 年 4 月)

3-2-11 土地被覆分類図の作成

地下水涵養の多寡や地下水水質の負荷源の推定のため、衛星画像解析により、地下水調査対象地域の土地被覆分類図を作成した。衛星画像は SPOT(解像度 2.5m)を使用し、まず、画像のみによる予備分類を行ったのち、これを現地の状況と比較して修正した。

作成した土地被覆分類図を、図 3-2-11-1 に示す。調査地域のほとんどは水田である。使用した衛星画像が乾季初め(12月、1月)のものであるため、一部に水面が残っているところもある



が、大部分は水分量や草の繁茂状況の異なる 5 区分として表現されている。まだ使用されていないティラワ SEZ 付近の造成地の大部分もこの区分に含まれる。人工被覆(Artifact)は、建築物または道路である。森林(Forest)や土地造成にともなう裸地(Bare land)は、タンリンーチャウタン丘陵付近に多い。

図 3-2-11-1 地下水調査地域の土地被覆分類図

3-2-12 露頭地質調査

タンリンーチャウタン丘陵は、全般に露頭が少ないため、地表における地質分布を把握することが難しい。しかし、諸開発に伴う土地造成工事により、表層数 m の新しい露頭が散見されるため、これらの踏査を実施し、層相と地層の走向傾斜を調査した。露頭の大部分は、ラテライト化した強風化帯で、地層構造の把握は困難なところが多いが、いくつかの露頭で走向傾斜が計測できた。また、いくつかの堀井戸のライニングのない側壁でも地層状況が観察できた。露頭の位置と状況を図 3-2-12-1 ～図 3-2-12-5 に示す。

(1) 丘陵北部 Kyaik Kauk Pagoda 周辺

イラワジ層とペグ層の境界付近とされる地域である。ラテライト化土壌をもつ風化砂層が広く認められた。パゴダ北方の水路脇には葉理の発達した泥岩の露頭があり、北東方向に 22 度傾斜していた。（図 3-2-12-1 および図 3-2-12-2 参照）

(2) 丘陵南部チャウタンのマウウン河畔

泥岩が広く分布し、砂岩は SEZ の東方に一部分布が認められた。走向は、ほぼ丘陵の伸び方向であり、傾斜は SEZ 東部ではほとんど水平で、SEZ の東方では 15 度～20 度程度で北東方に傾斜している。（図 3-2-12-3 参照）

(3) 丘陵南部チャウタンのマウウン河畔

ラテライトや葉理の発達した泥岩が露出する。走向は、ほぼ丘陵の伸び方向であり、北東方向に 30 度から 60 度で傾斜している。なお、チャウタン市街地東方の平地部のマウウン川河畔には、緩く傾いた葉理の発達した泥岩層が見られる。（図 3-2-12-4 および図 3-2-12-5 参照）

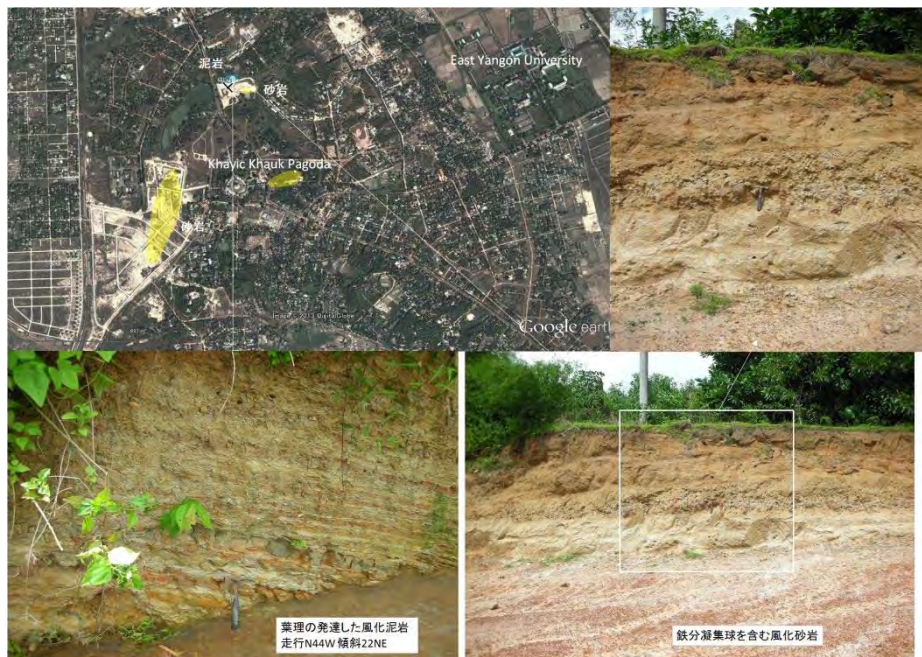


図 3-2-12-1 丘陵北部 Kyaik Kauk Pagoda 付近の露頭状況(1)

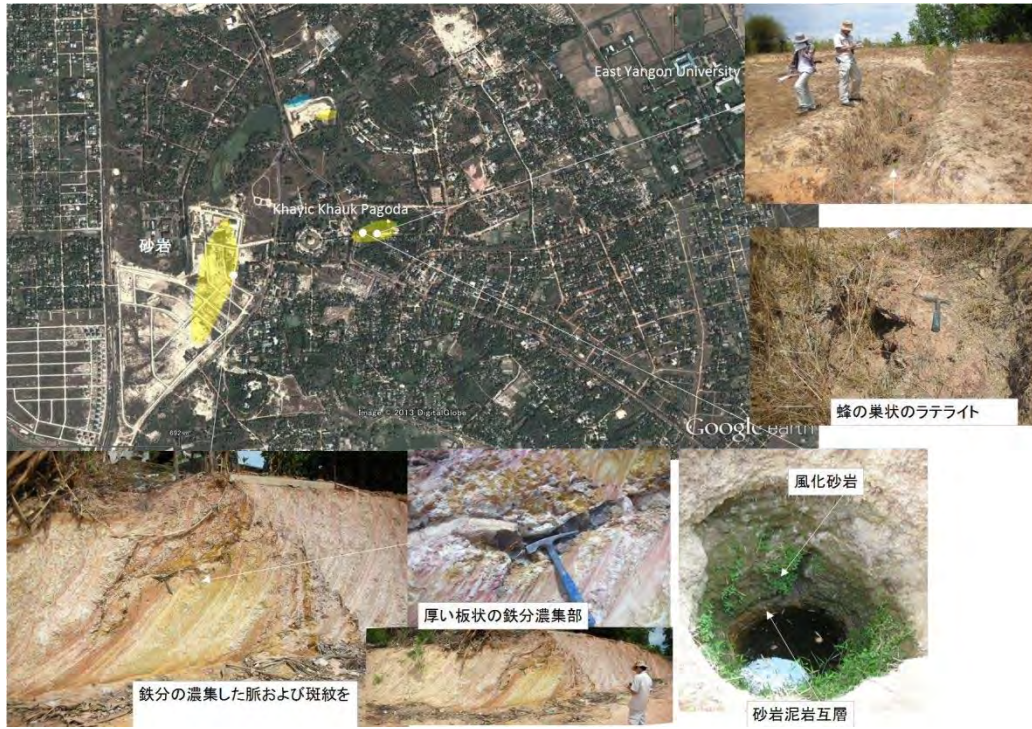


図 3-2-12-2 丘陵北部 Kyaik Kauk Pagoda 付近の露頭状況(2)

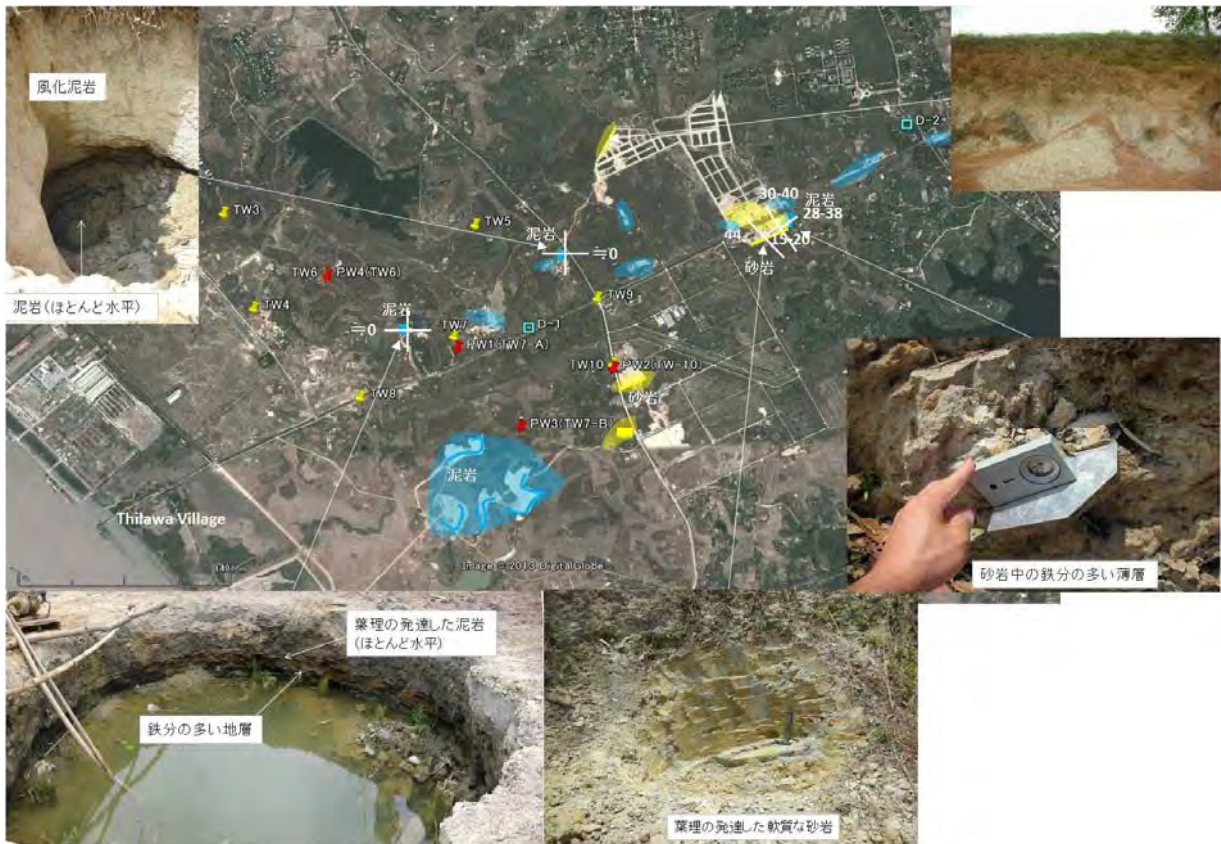


図 3-2-12-3 丘陵中部ティラワ東方付近の露頭状況

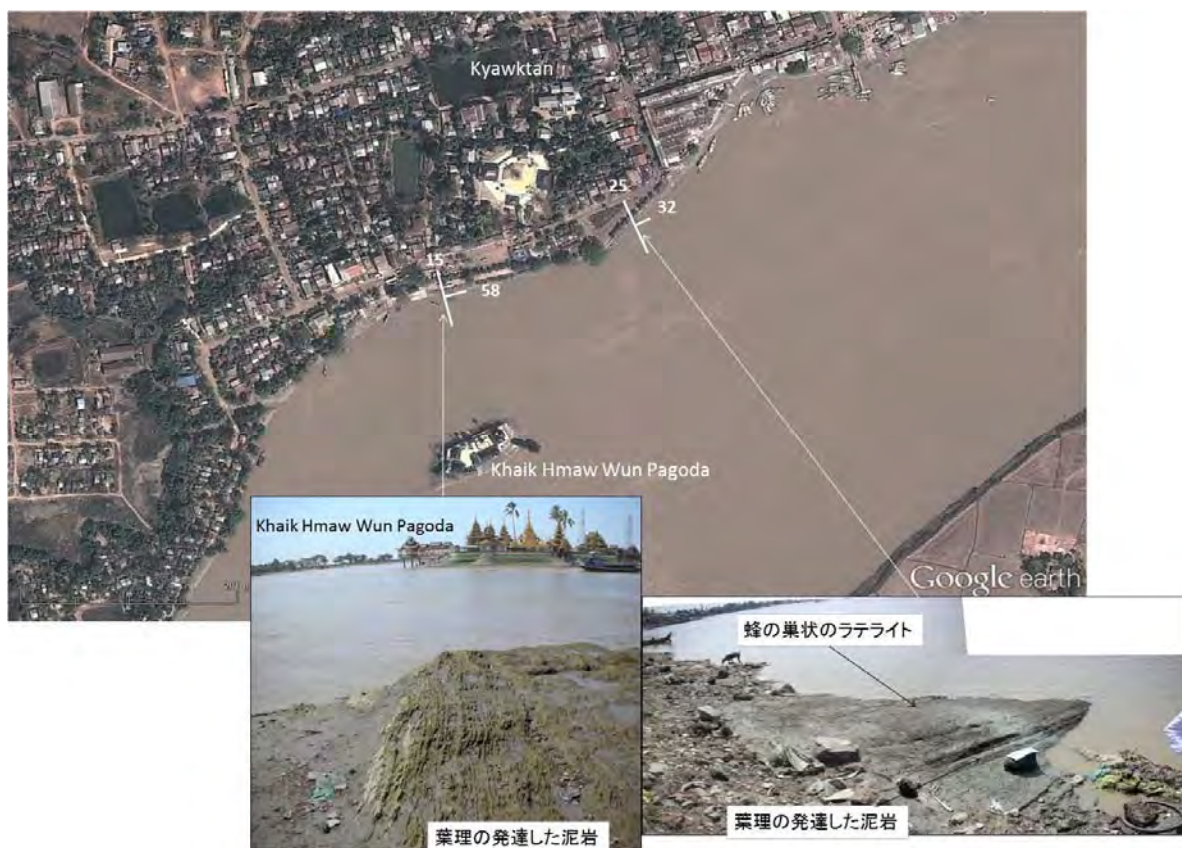


図 3-2-12-4 丘陵南部チャウタンのマウウン河畔の露頭状況



図 3-2-12-5 チャウタンの東側低地のマウウン河畔の露頭状況

3-2-13 既存井戸の揚水試験

本揚水試験は、調査地域における帯水層の水理定数をより広く収集するために実施した。

3-2-13-1 試験井の位置と諸元

「3-2-3 既存井戸インベントリ調査」で述べたように、まず、同調査結果から浅井戸、深井戸ともに所有者の同意は得られる可能性の高い 20 か所の試験候補井戸を選定した。次いで、これらの井戸を訪問し、実際に試験が可能かどうか（水位測定が可能か、流量測定が可能か、一時的に井戸使用停止が可能か、どのくらいの期間占有できるか等）を調査した。その結果、図 3-2-13-1 に示す深井戸 1 か所、浅井戸 2 か所が試験対象として選定された。これらの井戸の諸元を表 3-2-13-1 に示す。

このうち KYA-20-2617 と THA-27-8653 は、堀井戸形式の浅井戸であり、THA-8-5116 は管井形式の深井戸である。帯水層は、前者は不圧状態にある第三紀の軟質な砂層、後者は被圧状態にある未固結の第四紀砂層と推定される。以下、それぞれの名称を、“KYA-20”、“THA-27”及び“THA-8”とそれぞれ呼称する。

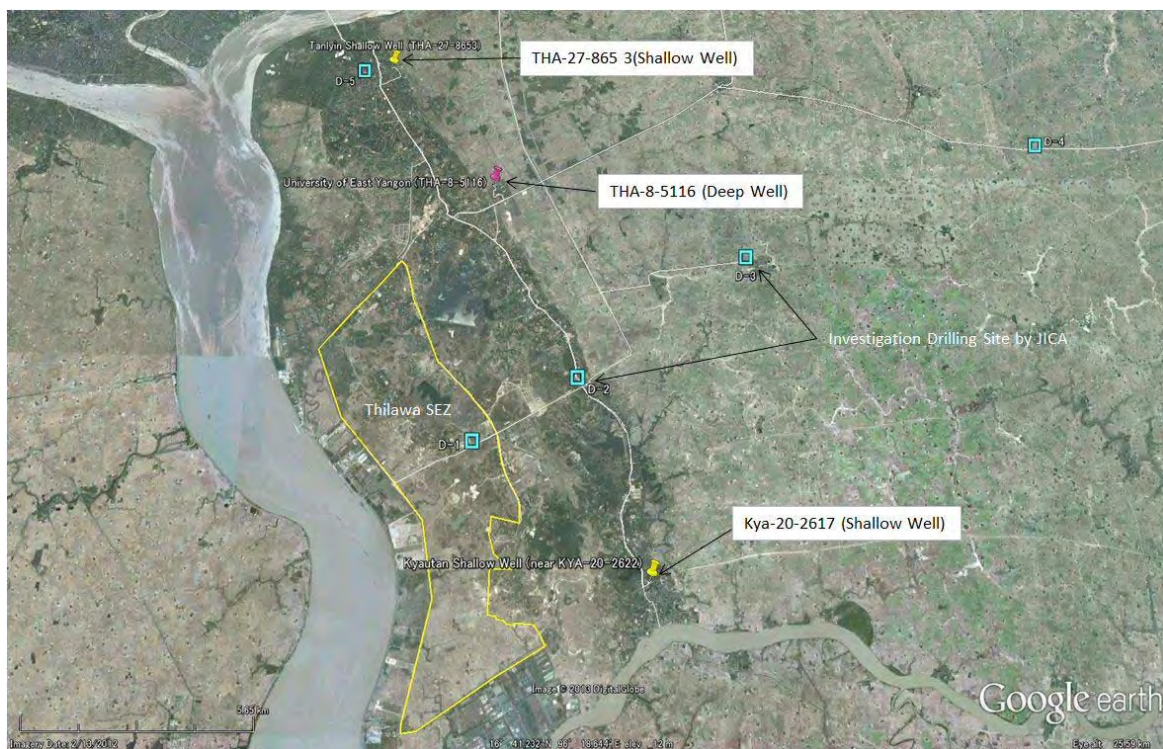


図 3-2-13-1 揚水試験を実施した既存井戸の位置

表 3-2-13-1 揚水試験対象の既存井戸諸元一覧

タウンシップ	Thanlyin		Thanlyin		Kyauktan
所有者	東ヤンゴン大学		私有 (U Sein Nyunt)		僧院
緯度	16.73728	16.73507	16.77122	16.77122	16.64256
経度	96.2848	96.28505	96.25458	96.25458	96.32532
インベントリー調査井戸番号	THA-8-5116	-	THA-27-8653	-	KYA-20-2617
仮井戸番号	No.4	No.2			No.1
井戸の種類	深井戸	深井戸	浅井戸	浅井戸	浅井戸
井戸の形式	管井	管井	掘井戸	掘井戸	掘井戸
井戸の使用目的	家事、飲用	不使用	家事、飲用	家事、飲用	家事、飲用
井戸深度	240'	180'	7.4 m	-	8.1 m
スクリーン深度	220' - 240' (67m-73m)				
井戸口径	6"	2"	1.1 m 平方	-	1.7m
取水方法	水中モーターポンプ (3")	ポンプなし	吸い上げ式ポンプと 釣瓶	-	吸い上げ式ポンプ
ポンプ設置深度または揚水管 口の深度	140' (43m)	-	-	-	7.5 m
揚水管口径	2"	-	1"	-	1"
水位測定	可能	可能	可能	可能	可能
静水位	8' ~ 9' (2.5m-3.0m)		5.85 m (2/4/13)	-	5.02 m (2/4/13)
動水位	40' ~ 45' (12m-14m)		NOT dried up even after one day pumping	-	Dried up after on hour pumping
1時間の揚水の可能性	可能		可能	-	30分間を推奨
揚水井／観測井	揚水井	観測井	揚水井	観測井 (7.9m from THA-27- 8653)	揚水井

3-2-13-2 揚水試験仕様

浅井戸における揚水は、約 40 l/min の揚水能力のポンプを使用した（図 3-2-13-3 参照）。これは既設ポンプと同じ大きさのものである。深井戸の揚水は既設の水中モーターポンプを使用した。揚水量の調節は、所有者への配慮と試験の簡明性を考慮し行わなかった。揚水時間は、所有者の井戸使用への配慮から、1時間とした。揚水量は積算流量計（図 3-2-13-2 参照）で行い、バケツとストップウォッチで補助計量した。水位は自記水位計（図 3-2-13-4 参照）と手ばかりの水位計を使用した。THA-27 と THA-8 では、揚水井に加え近傍にある未使用井戸の水位も計測した。



図 3-2-13-3 浅井戸の揚水に使用したポンプ 図 3-2-13-2 揚水量測定に使用した積算流量計



図 3-2-13-4 水位測定に使用した自記水位計

3-2-13-3 揚水試験の計測結果

KYA-20、THA-27 および THA-8 における揚水試験時の計測結果を、図 3-2-13-5 ～図 3-2-13-10 に示す。THA-8 と THA-27 の観測井の水位変化は、3 cm以下であった。

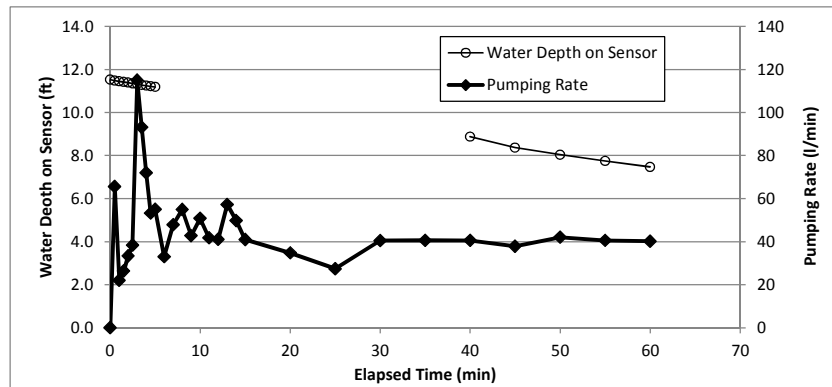


図 3-2-13-5 試験井 KYA-20 における水位と揚水量の変化

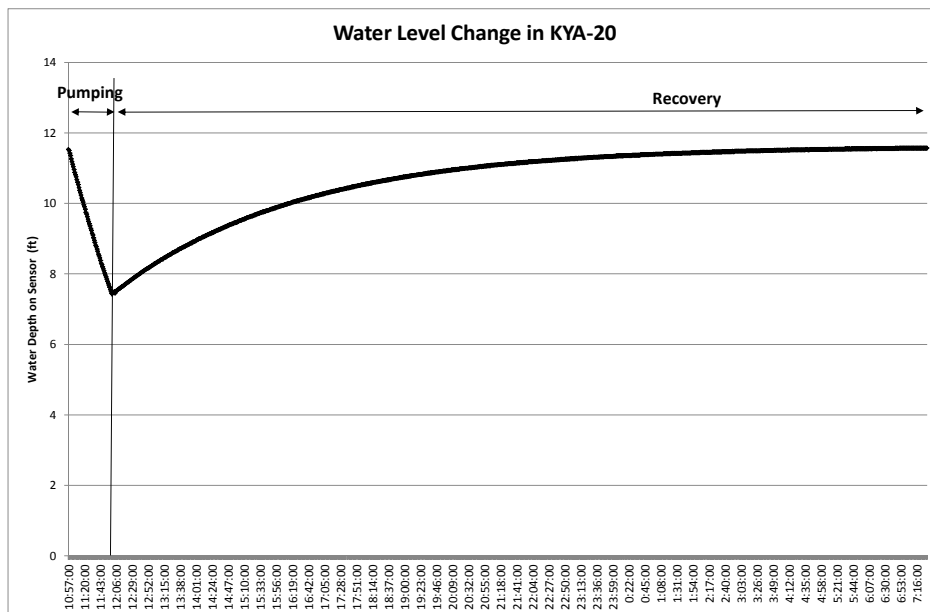


図 3-2-13-6 試験井 KYA-20 における揚水時および回復時の水位変化

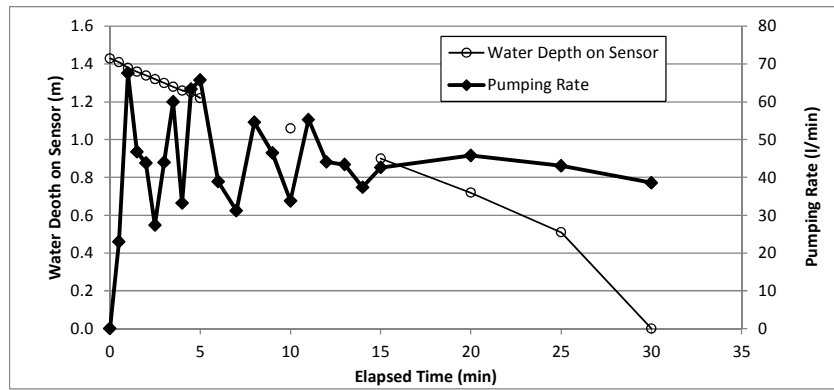


図 3-2-13-7 試験井 THA-27 における水位と揚水量の変化

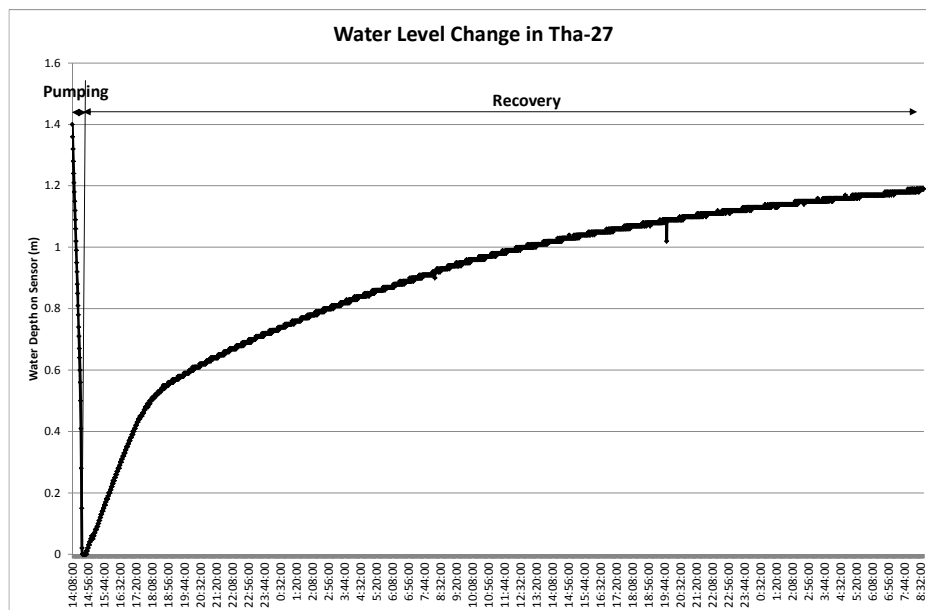


図 3-2-13-8 試験井 THA-27 における揚水時および回復時の水位変化

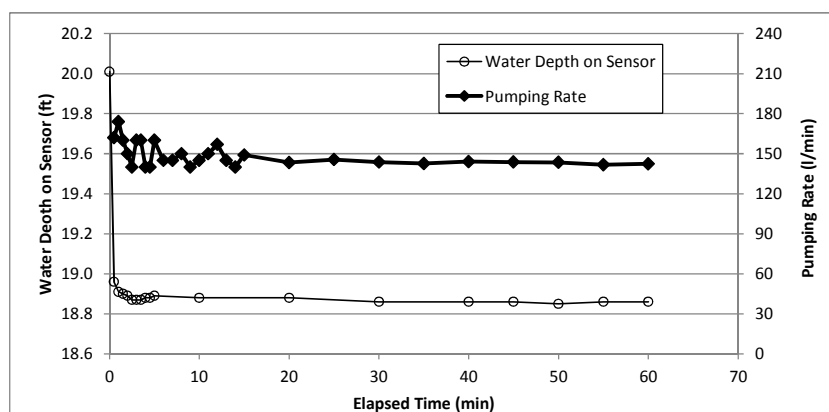


図 3-2-13-9 試験井 THA8 における水位と揚水量の変化

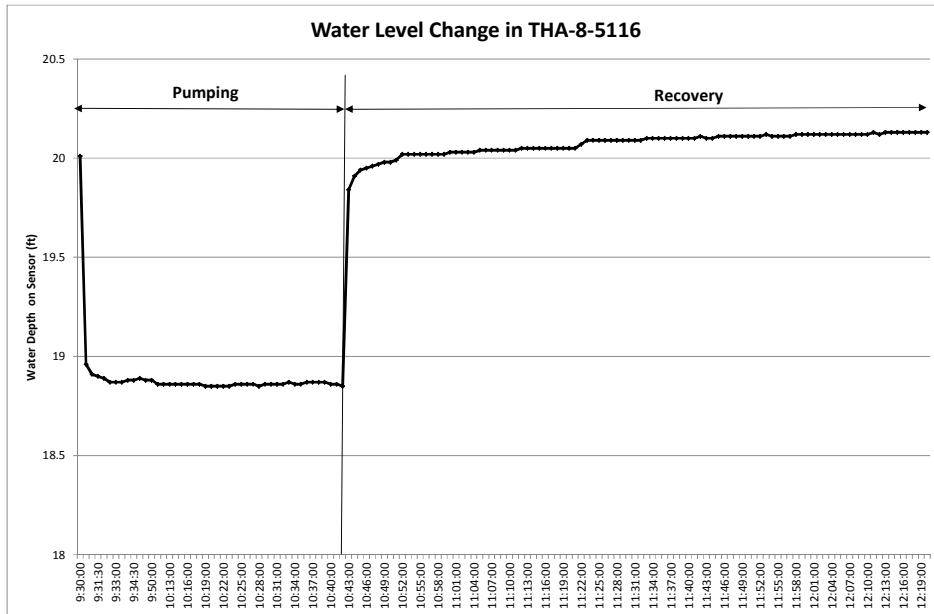


図 3-2-13-10 試験井 THA-8 における揚水時および回復時の水位変化

3-2-13-4 揚水試験結果の解析

推定された揚水試験実施井戸付近の水理定数を、表 3-2-13-2 に示す。解析方法は添付 CD 内に示す。

表 3-2-13-2 既存井戸の揚水試験により得られた水理定数一覧

井戸名	井戸深度 (m)	地下水賦存状況	透水量係数 (m ² /day)	帯水層厚 (m)	透水係数 (cm/sec)	貯留係数
KYA-20-2617	8.1	不圧	13	5 ^{*1}	3.0×10 ⁻³	-
THA-27-8653	7.4	不圧	2~6	5 ^{*1}	0.5 -1.4×10 ⁻³	-
THA-8-5116	73.2	被圧	340	6.1 ^{*2}	6.5×10 ⁻²	微小

注 *1: 仮定

*2: スクリーン長