

5.3 揚水試験

5.3.1 目的

揚水試験は、新設した観測井および観測孔にて実施した。揚水試験の重要な目的のひとつは、調査地域の深層帯水層の帯水層定数（透水量係数や貯留係数など）を得ることである。また、段階揚水試験により、井戸ロスや帯水層ロスなども把握することができる。こうした結果は、将来生産井戸として利用する場合の持続的な運用計画策定にも役立つ。

本調査では、揚水試験時に砒素濃度や現場での水質測定、分析室での水質分析を行った。これらの結果は、揚水により砒素濃度をはじめ地下水の水質がどのように変化するのかについての重要な情報をもたらす。さらに、地下水砒素汚染のメカニズムや汚染水の移動についても有益な情報をもたらす。

5.3.2 方法

観測用深井戸では、3種類の試験（段階揚水試験、連続揚水試験、回復試験）を実施した。揚水時および回復時の地下水位は、揚水井のみではなく、周囲の深度別観測孔においても測定した。

観測孔においては、連続揚水試験と回復試験を実施した。水位降下量および残留水位降下量は、揚水した観測孔で測定した。

段階揚水試験時および連続揚水試験時には、砒素濃度を原子吸光分析（AAS）で分析するためのサンプリングを行うとともに、次の項目についてもサンプル採取時に現場水質測定を行った。

水温、pH、酸化還元電位（ORP）、電気伝導度（EC）

砒素濃度（フィールドキットによる）、鉄（パックテストによる）

5.3.3 段階揚水試験結果

段階揚水試験の結果は、表 5.3.1 にまとめて示した。各段階の比湧出量を求め、それをもとに帯水層ロス(B)と井戸ロス(C)を算出した。また、各段階の井戸効率および平均井戸効率も算出した。

5.3.4 連続揚水および回復試験結果

連続揚水試験および回復試験の結果は、表 5.3.2 にまとめて示した。透水量係数(T)および貯留係数(S)は Cooper-Jacob 法により求めた。回復試験では透水量係数(T)を回復試験法により求めた。

表 5.3.1

観測井ごとの段階揚水試験結果

District	Upazila/ Pourashava	Site Name (Site No.)	Well/Hole Type	Well/Obs. Hole No.	Drilling Depth (m)	Well Depth (m)	Screen Depth(s) (m)	Screen Length (m)	Date (dd/mm/yy)	Static Water Level (m)	Step-1	Step-2	Step-3	Step-4	Step-5	Step-6	Step-7	Step-8	Step-9	Step-10	Step-11	Step-12	Aquifer Loss Coefficient B (d/m ²)	Well Loss Coefficient C (d ² /m ⁵)	Average Well Efficiency (%)	Remarks
											Q ₁ (m ³ /d) s ₁ (m) Sc ₁ (m ² /d) Ew ₁ (%)	Q ₂ (m ³ /d) s ₂ (m) Sc ₂ (m ² /d) Ew ₂ (%)	Q ₃ (m ³ /d) s ₃ (m) Sc ₃ (m ² /d) Ew ₃ (%)	Q ₄ (m ³ /d) s ₄ (m) Sc ₄ (m ² /d) Ew ₄ (%)	Q ₅ (m ³ /d) s ₅ (m) Sc ₅ (m ² /d) Ew ₅ (%)	Q ₆ (m ³ /d) s ₆ (m) Sc ₆ (m ² /d) Ew ₆ (%)	Q ₇ (m ³ /d) s ₇ (m) Sc ₇ (m ² /d) Ew ₇ (%)	Q ₈ (m ³ /d) s ₈ (m) Sc ₈ (m ² /d) Ew ₈ (%)	Q ₉ (m ³ /d) s ₉ (m) Sc ₉ (m ² /d) Ew ₉ (%)	Q ₁₀ (m ³ /d) s ₁₀ (m) Sc ₁₀ (m ² /d) Ew ₁₀ (%)	Q ₁₁ (m ³ /d) s ₁₁ (m) Sc ₁₁ (m ² /d) Ew ₁₁ (%)	Q ₁₂ (m ³ /d) s ₁₂ (m) Sc ₁₂ (m ² /d) Ew ₁₂ (%)				
Chuadanga	Chuadanga Sadar	Poshu Hat (CH-1)	Obs. Well (Production Well)	Ch-1	300	274	212.5-215.75, 227.75-231 237-240.25, 246.25-249.5 255.5-258.75, 264.75-268	19.5	21/02/01	5.610	1680.0 5.115 328.4 108.39	2400.0 10.302 233.0 76.88	3120.0 12.750 244.7 80.75	3600.0 14.745 244.2 80.57	4320.0 18.153 238.0 78.53	3388.3 14.745 229.8 75.83	2634.2 10.377 253.9 83.77	1901.0 7.368 258.0 85.14	1510.5 5.685 265.7 87.68	1144.4 4.232 270.4 89.23	-	-	3.30E-03	2.47E-07	84.68	
		Girls College (CH-2)	Obs. Well (Production Well)	Ch-2	303	298.5	270-283, 289-295.5	19.5	18/03/01	6.001	15.609 13.5 63.86	17.279 13.1 62.15	24.354 10.6 50.34	24.799 10.5 49.44	24.680 10.1 47.69	15.581 10.5 49.70	1.670 20.7 97.89	14.799 11.7 55.48	18.730 11.5 54.17	21.030 10.9 51.32	238.2 10.3 48.68	255.0 10.5 49.46	4.73E-02	1.88E-04	56.68	Carried out until 12th step.
Jhenaidah	Jhenaidah Sadar	Arabpur (JH-1)	Obs. Well (Production Well)	Jh-1	296	292.5	251.5-254.75, 260.75-267.25 273.25-279.75, 285.75-289	19.5	02/05/01	5.545	50.8 17.555 2.9 79.62	57.0 22.815 2.5 68.74	68.2 29.783 2.3 62.98	74.1 35.627 2.1 57.16	86.4 40.781 2.1 58.26	70.1 33.199 2.1 58.03	61.7 28.055 2.2 60.49	38.7 16.094 2.4 66.10	30.9 11.243 2.7 75.48	30.3 9.926 3.1 84.05	-	-	2.75E-01	2.49E-03	67.09	
		Hamdah (JH-2)	Obs. Well (Production Well)	Jh-2	302	301	257.5-270.5, 279.5-282.75 294.75-298.0	19.5	03/06/01	5.762	106.8 10.166 10.5 83.31	127.7 13.392 9.5 75.61	166.8 19.481 8.6 67.90	196.6 24.807 7.9 62.83	217.0 29.739 7.3 57.85	198.2 27.340 7.3 57.50	174.7 22.398 7.8 61.86	151.9 19.851 7.7 60.69	120.2 14.678 8.2 64.94	81.0 8.605 9.4 74.65	-	-	7.93E-02	2.67E-04	66.71	
Jessore	Jessore Sadar	Ghop (JS-1)	Obs. Well (Production Well)	Js-1	301	279.5	260.5-273.5	13.0	16/07/01	4.200	925.6 8.149 113.6 80.98	1800.0 18.650 96.5 68.82	1831.5 19.116 95.8 66.31	1892.6 20.199 93.7 66.81	1901.6 21.632 87.9 62.68	1664.3 19.232 86.5 61.70	1476.4 15.441 95.6 68.17	1338.2 12.459 107.4 76.58	1024.0 9.702 105.5 75.25	868.3 7.728 112.4 80.11	-	-	7.13E-03	2.04E-06	70.94	
		Kharki (JS-2)	Obs. Well (Production Well)	Js-2	270	261.75	239.50-255.75	16.25	02/08/01	2.369	111.9 7.144 15.7 110.26	135.5 9.712 14.0 98.24	175.2 13.878 12.6 88.89	192.8 16.641 11.6 81.58	228.5 21.562 10.6 74.62	206.4 20.141 10.2 72.14	188.5 18.659 10.1 71.12	161.3 15.862 10.2 71.60	126.8 12.120 10.5 73.65	84.8 7.827 10.8 76.31	-	-	7.04E-02	1.08E-04	81.84	

Q: Pumping Rate, s: Drawdown, Sc: Specific Capacity, Ew: Well Efficiency
One step = 120 minutes

表 5.3.2

連続揚水試験及び回復試験結果

District	Upazila/ Pourashava	Site Name (Site No.)	Well/Hole Type	Well/Obs. Hole No.	Drilling Depth (m)	Well Depth (m)	Screen Depth(s) (m)	Screen Length (m)	Continuous Pumping Test					Results of Analyses					Remarks		
									Date (dd/mm/yy)	Static Water Level (m)	Pumping Rate, Q (m ³ /day)	Pumping Duration (hours)	Final Drawdown, s (m)	Specific Capacity, Sc (m ² /day)	Cooper-Jacob Method			Recovery Method			
															T (m ² /day)	k _{ap} (m/day)	S	T (m ² /day)		k _{sp} (m/day)	
Chuadanga	Chuadanga Sadar	Poshu Hat (CH-1)	Obs. Well (Production Well)	Ch-1	300	274	212.5-215.75, 227.75-231 237-240.25, 246.25-249.5 255.5-258.75, 264.75-268	19.5	22/02/01	6.258	4320.0	48	16.800	257.1	P	N.A.	N.A.	N.A.	17707	908.1	N.A. due to irregular fluctuations of ground- water level.
			O	16264	834.1	3.04E-08	14396	738.3	-do-												
			Obs. Hole	Ch-1-1	65	63	54-60	6	26/02/01	6.061	158.0	3	2.934	53.9	P	N.A.	N.A.	N.A.	2917	486.2	-do-
			Obs. Hole	Ch-1-2	122	118	100-112	12	26/02/01	6.057	153.1	3	6.111	25.1	P	N.A.	N.A.	N.A.	2564	213.7	-do-
			Obs. Hole	Ch-1-3	170	168	150-162	12	26/02/01	5.715	170.7	3	2.480	68.8	P	831.5	69.3	5.12E-62	8805	733.8	-do-
	Girls College (CH-2)	Obs. Hole	Ch-1-4	300	300	228-231, 237-240 246-249, 255-258 264-267, 291-294	18	26/02/01	5.985	153.5	3	11.835	13.0	P	N.A.	N.A.	N.A.	298	16.5	N.A. due to irregular fluctuations of ground- water level.	
		Obs. Well (Production Well)	Ch-2	303	298.5	270-283, 289-295.5	19.5	19/03/01	6.012	239.3	48	22.838	10.5	P	77.07	3.95	7.73E-37	394	20.2		
		O	736.6	37.8	8.97E-02	735	37.7														
		Obs. Hole	Ch-2-1	58	56.5	44.5-53.5	9	16/03/01	6.105	170.7	3	2.886	59.1	P	302.2	33.6	7.48E-24	9583	1064.8		
		Obs. Hole	Ch-2-2	111	109	97-106	9	16/03/01	6.040	183.0	3	3.335	54.9	P	327.5	36.4	1.07E-28	4254	472.7		
Damurhuda	Bara Dudpatila	(Core Boring)	Obs. Hole	Ch-CB-2	302	300	264-276, 294-297	15	27/02/01	5.185	163.7	3	2.680	61.1	P	N.A.	N.A.	N.A.	2273	151.5	N.A. due to irregular fluctu- ations of groundwater level.
			Obs. Well (Production Well)	Jh-1	296	292.5	251.5-254.75, 260.75-267.25 273.25-279.75, 285.75-289	19.5	18/04/01	5.412	80.73	48	31.928	2.5	P	6.92E-01	3.55E-02	2.24E-01	5.39E-01	2.76E-02	N.A. due to very small draw- down in Jh-1-4 hole.
			O	1439	73.8	4.32E-01	N.A.	N.A.													
			Obs. Hole	Jh-1-1	61	60	48-57	9	21/04/01	5.430	182.0	3	0.680	267.6	P	N.A.	N.A.	N.A.	134.7	15.0	N.A. due to quick stabilization of groundwater level.
Jhenaidah	Jhenaidah Sadar	Arabpur (JH-1)	Obs. Hole	Jh-1-2	125	123	108-120	12	21/04/01	5.513	182.6	3	0.687	265.8	P	1963	163.6	2.63E-36	430.5	35.9	
			Obs. Hole	Jh-1-3	167	165	150-162	12	21/04/01	5.375	167.3	3	1.925	86.9	P	1853	154.4	very small	217.2	18.1	
			Obs. Hole	Jh-1-4	285	282	261-267, 273-279	12	21/04/01	5.862	146.2	3	9.798	14.9	P	336.4	28.0	very small	158.6	13.2	
			Obs. Well (Production Well)	Jh-2	302	301	257.5-270.5, 279.5-282.75 294.75-298.0	19.5	04/06/01	5.660	199.38	48	30.538	6.5	P	1.812	9.29E-02	1.33E-01	1.389	7.12E-02	
	Hamdah [Hospital Road] (JH-2)	Obs. Hole	Jh-2-1	61	60	48-57	9	07/06/01	5.205	157.7	3	3.945	40.0	P	288.3	32.0	1.90E-35	N.A.	N.A.	N.A. due to quick recovery of groundwater level.	
		Obs. Hole	Jh-2-2	113	111	96-108	12	07/06/01	5.102	162.0	3	0.764	212.0	P	3391	282.6	2.06E-83	979.1	81.6		
		Obs. Hole	Jh-2-3	209	165	150-162	12	08/06/01	5.052	179.1	3	2.084	85.9	P	397.0	33.1	4.21E-20	1626	135.5		
		Obs. Hole	Jh-2-4	275	273	258-270	12	08/06/01	4.985	152.5	3	4.975	30.7	P	373.8	31.2	8.53E-63	2693	224.4		
Moheshpur	Krishna Chandrapur	(Core Boring)	Jh-CB-2	301.9	300	267-270, 276-282, 288-297	18	05/05/01	6.939	152.5	3	5.447	28.0	P	115.6	6.42	5.59E-19	185	10.3		
Jessore	Jessore Sadar	Ghop [Rahman High School] (JS-1)	Obs. Well (Production Well)	Js-1	301	279.5	260.5-273.5	13	17/07/01	4.159	1910.8	48	22.387	85.4	P	54.06	4.16	5.66E-03	2242	172.4	
			O	6643	511.0	2.95E-12	3986	306.6													
			Obs. Hole	Js-1-1	69	66	54-63	9	20/07/01	4.569	163.4	3	0.440	371.4	P	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A. due to irregular fluctu- ations of groundwater level.
			Obs. Hole	Js-1-2	123	120	105-117	12	20/07/01	4.439	166.2	3	0.671	247.7	P	N.A.	N.A.	N.A.	624.2	52.0	N.A. due to irregular fluctu- ations of groundwater level.
			Obs. Hole	Js-1-3	171	168	153-165	12	20/07/01	3.948	93.5	3	0.422	221.6	P	301.2	25.1	2.70E-03	N.A.	N.A.	N.A. due to irregular fluctu- ations of groundwater level.
	Kharki (JS-2)	Obs. Hole	Js-1-4	285	282	261-276	15	20/07/01	4.050	158.2	3	1.530	103.4	P	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A. due to irregular fluctu- ations of groundwater level.	
		Obs. Well (Production Well)	Js-2	270	261.75	239.50-255.75	16.25	03/08/01	2.333	206.7	48	22.776	9.1	P	33.96	2.09	1.25E-17	2.052	1.26E-01		
		O	56.44	3.47	5.54E-03	41.24	2.5														
		Obs. Hole	Js-2-1	70	66	54-63	9	06/08/01	2.428	201.1	3	3.236	62.2	P	222.0	24.7	1.34E-05	3420	380.0		
		Obs. Hole	Js-2-2	116	114	99-111	12	06/08/01	2.588	192.2	3	0.804	239.1	P	321.6	26.8	2.83E-03	202.1	16.8		
Keshabpur	Rajnagar Bankabarsi	(Core Boring)	Obs. Hole	Js-2-3	247	162	147-159	12	06/08/01	2.557	127.3	3	22.724	5.6	P	2.121	0.177	8.73E-02	0.843	7.03E-02	
			Obs. Hole	Js-2-4	260	255	240-252	12	06/08/01	2.335	168.7	3	4.350	38.8	P	178.5	14.9	1.29E-22	252.3	21.0	
			Obs. Well (Production Well)	Js-CB-2	263	261	222-228, 231-234, 240-243 252-258	18	09/05/01	5.130	56.6	3	2.974	19.0	P	48.80	2.71	8.30E-11	81.19	4.51	
			O	48.80	2.71	8.30E-11	81.19	4.51													

* P: Pumped Well/Hole Data, O: Observation Hole Data (same aquifer).

5.4 砒素濃度

5.4.1 目的

新設した観測井、観測孔、改良型深井戸（7.3節参照）における地下水中の砒素濃度を把握するために、本調査で DPHE ジェナイダ分析室に設置した原子吸光分析装置（AAS）を使用してシステムティックに砒素濃度をモニターした。各井戸や観測孔の設置直後、揚水試験中、そして月別砒素濃度モニタリングを実施した。

5.4.2 方法

1) 揚水試験

(1) 観測井

観測井においては、段階揚水試験中および連続揚水試験中に砒素濃度測定用サンプルを採取して AAS にて砒素濃度を分析した。段階揚水試験開始前にもサンプルを採取して、初期濃度を測定した。

AAS 分析用サンプル採取時には、現地にて次の項目を測定した。

水温、pH、酸化還元電位(ORP)、電気伝導度(EC)、砒素(フィールドキット)、鉄(バックテスト)

段階揚水試験では、砒素濃度測定用サンプルは各段階 2 試料ずつ採取した。原則として、各段階開始 10 分後と 100 分後にサンプルを採取した。連続揚水試験では、揚水試験開始 10 分後、1 時間後、3 時間後、そしてその後は 3 時間間隔で 48 時間後までサンプル採取を行った。

(2) 観測孔

揚水試験開始前に、初期値を把握するために 1 試料を採取した。揚水試験中には、揚水開始 30 分後と 140 分後に 2 回サンプル採取を行った。サンプル採取時には、前述の項目について現場水質測定を行った。

2) 月別モニタリング

(1) 観測井・観測孔

揚水試験後、月 1 回のペースで砒素濃度を最低 6 ヶ月間にわたり AAS で測定した。サンプル採取時には、孔内のたまり水を排除するために最低 1 時間のポンプ排水を行った。たまり水を十分に排除した後、AAS 分析用の試料を採取した。サンプル採取時には、前述した項目について現場水質測定を行った。月別モニタリングは、2001 年 12 月まで継続して実施した。なお、観測井・観測孔の地下水位については、週 1 回のペースでモニタリングを実施した。

(2) 改良型深井戸

新設した改良型深井戸の地下水中砒素濃度も、AAS により分析した。揚水試験中に1試料採取・分析して初期値を把握し、その後最低9ヶ月間にわたりモニタリングを継続した。

5.4.3 揚水試験中の砒素濃度

1) 観測井

(1) 段階揚水試験

図 5.4.1 にチュアダングア・ポルシャバの Ch-1 井戸における段階揚水試験時の砒素濃度の変化を、Eh (酸化還元電位換算値)、pH、EC とともに示す。揚水試験開始時には砒素濃度は 0.001 mg/l であった。揚水開始後 10 分から 1,200 分にかけて、砒素濃度は 0.03 ~ 0.05 mg/l の範囲で変動した。第 1 段階から第 2 段階に移行したとき (揚水量増加時) に、砒素濃度は上昇した。しかし、それ以降は、砒素濃度はある一定の範囲内で変動しているものの、揚水量の変化との明瞭な対応は示さなかった。Eh 値は揚水前には 0 mV 近くを示していたが、揚水開始 10 分後には 150 mV へと値が急激に上昇した。その後、第 1 段階から第 2 段階にかけて、Eh 値は低下傾向を示した。その後、Eh 値は 150 mV 付近で変動した。揚水試験前の pH 値は 7.56 であったが、揚水開始後、第 1 段階中に急激に 7.01 まで低下した。その後、pH 値は 7.1 ~ 7.2 の範囲で変動したが、時間の経過とともにわずかに減少する傾向を示した。EC 値は不規則な変動を示しつつも、時間とともに減少する傾向を示した。

図 5.4.2 には、チュアダングア・ポルシャバの Ch-2 井戸での結果を示す。段階試験の揚水量は電圧の変動などで影響を受けたが、砒素濃度は時間とともに 0.0055 から 0.0010 mg/l に低下する傾向が見られた。Eh 値は 150 ~ 200 mV の範囲で変動している。pH 値は揚水量が大きいときに低下する傾向を示す。EC 値は徐々に低下したが、第 12 段階で突然大きく上昇した。

図 5.4.3 には、ジェナイダ・ポルシャバの Jh-1 井戸での結果を示す。砒素濃度は第 1 ~ 第 2 段階で 0.014 ~ 0.011 mg/l に低下したが、第 2 段階後半から第 6 段階にかけて緩やかに上昇した。Eh 値や pH 値も時間とともに上昇する傾向を示した。一方、EC は低下傾向を示した。

図 5.4.4 には、ジェナイダ・ポルシャバの Jh-2 井戸での結果を示す。段階揚水試験の揚水量増加時、減少時の水位低下曲線は対称的なパターンを示すが、砒素濃度の変化は複雑である。砒素濃度は第 4 段階から第 6 段階にかけて 0.005 から 0.018

mg/l に上昇した。しかし、第8段階には急激に低下した。Eh 値と EC 値は低下傾向を示した。一方、pH 値は時間とともに上昇する傾向を示した。

図 5.4.5 にはジェソール・ポルシャバの Js-1 井戸での結果を示す。砒素濃度は不規則に変化したが、大局的には第1段階の 0.0023 mg/l から第10段階の 0.0011 mg/l に低下した。Eh 値は第1段階に上昇し、その後は 100 mV 前後で安定した。pH 値は第5段階で 7.25 から 7.58 に上昇した。EC 値は第3段階以降、82~84 mS/m で安定した。

図 5.4.6 にはジェソール・ポルシャバの Js-2 井戸での結果を示す。砒素濃度は第1段階、第2段階で 0.002 mg/l 前後で安定していたが、第3段階から第6段階にかけて大きく変動した。Eh 値は上昇傾向を示した。pH 値は第2段階の 7.3 から第6段階の 7.65 に上昇した。一方、EC 値は時間とともにわずかに減少した。

(2) 連続揚水試験

図 5.4.7 には、チュアダンガ・ポルシャバの Ch-1 井戸における砒素濃度および Eh、pH、EC 値の変化を示す。砒素濃度は揚水試験開始後から 2,300 分後にかけては 0.035 から 0.045 mg/l の範囲で変動したが、その後 0.025 mg/l に低下した。Eh 値は 100 から 250 mV の範囲で大きく変動した。pH 値と EC 値は最初の 600 分間は変動していたが、その後は試験終了時まで安定した値を示した。図 5.4.8 には Ch-2 井戸での結果を示す。試験開始時には砒素濃度は 0.00005 mg/l と極めて低かったが、開始後 0.0015 mg/l にまで急上昇し、その後は極めて緩やかに減少した。Eh 値は最初の 1,000 分間では大きく変動したが、その後は時間とともに安定した。pH 値は 6.92 から 7.08 の範囲で不規則に変動した。EC 値は揚水試験開始 1,000 分後以降に不規則に変動しながら上昇した。

図 5.4.9 にはジェナイダ・ポルシャバ Jh-1 井戸での結果を示す。揚水試験開始直後は砒素濃度は 0.015 mg/l 以下であった。その後濃度は上昇し、0.023 から 0.027 mg/l の範囲で変動した。Eh 値は試験開始時には 100 mV 以下であったが、その後 170 mV まで上昇し、その後 130 mV まで徐々に低下した。pH 値は試験開始時から 2,000 分後までに 6.98 から 7.1 まで上昇し、その後わずかに減少した。EC 値は 86.5 から 88.8 mS/m の範囲で不規則に変動した。Jh-2 井戸では、図 5.4.10 に示すように、砒素濃度は時間とともに 0.005 から 0.016 mg/l に上昇した。一方、Eh 値および pH 値は減少した。EC 値は不規則に変動したが、揚水開始 1,000 分後からは、わずかに上昇する傾向が見られた。

ジェソール・ポルシャバの Js-1 井戸の結果を図 5.4.11 に示すが、砒素濃度は最初の 600 分間で 0.0013 から 0.0023 mg/l に上昇した。その後、一旦 0.001 mg/l まで低下

したものの、その後は徐々に上昇し、2,880分後には0.0019 mg/lを示した。Eh値は90から110 mVの範囲で変動し、試験後半には値が安定した。pH値は時間とともに7.4から7.7に上昇した。EC値は900分後から2,880分後にかけて、82から84 mS/mへとわずかに上昇した。図5.4.12には、Js-2井戸での結果を示す。砒素濃度は、1,000分後から2,000分後にかけて0.003から0.005 mg/lに上昇した。しかし、2,160分後から2,340分後にかけて急激に0.0043から0.0013 mg/lへと低下した。Eh値は時間とともに上昇する傾向を示した。pH値は7.2から7.58へとわずかに上昇したが、試験後半には7.2へと減少した。EC値は試験開始直後と後半に不規則な変動を示しながら上昇した。

2) 観測孔

3時間の揚水試験中、チュアダンガ・ポルシャバのCH-1サイトとCH-2サイトのすべての観測孔では、砒素濃度は上昇した。

ジェナイダ・ポルシャバのJH-1サイトでは、Jh-1-2孔とJh-1-4孔では砒素濃度が上昇したが、Jh-1-1孔とJh-1-3孔では低下した。JH-2サイトでは、Jh-1-1孔での砒素濃度はわずかに低下した。一方、Jh-2-2およびJh-2-4孔では砒素濃度がわずかに上昇した。Jh-2-3での砒素濃度はほぼ一定であった。

ジェソール・ポルシャバでは、JS-1およびJS-2サイトのすべての観測孔で、揚水試験中に砒素濃度が低下した。

5.4.4 モニタリング期間中の砒素濃度

1) 観測井・観測孔でのモニタリング結果

(1) CH-1サイト[チュアダンガ・ポルシャバ、ポシュハット]

図5.4.13には、CH-1サイトでの地下水位と砒素濃度のモニタリング結果を示す。地下水位は、地表面近くに設置した仮ベンチマーク(KBM)から3.5~6.5mの範囲で変動した。最低地下水位は2001年3月下旬に記録され、最高水位は2001年10月中旬に記録された。ここでは、すべての観測井・観測孔とも良く似た水位変動パターンを示した。これらの被圧水頭の差は概ね0.5m以内であった。

砒素濃度は、一番深度の浅いCh-1-1孔で2001年7月から10月にかけて最も高く、とくに7月にはバングラデシュ基準値の0.05 mg/lを上まわった。各孔の砒素濃度は6月から7月にかけて上昇しはじめ、8月から12月に下降しはじめた。4月と5月の砒素濃度は低く観測されたが、このときはサンプリング方法に問題があり、容量の大きなポンプで孔内のたまり水を十分に排除することができなかったためと考えられる。

図 5.4.14 には、CH-1 サイトにおける地下水位と地下水質のモニタリング結果を示す。Eh は全般的に低く、各孔とも 2001 年 6 月から 12 月にかけて 40~120 mV の範囲で変動している。pH 値は 6.9 から 7.3 の範囲で変動している。EC 値は深度の深い Ch-1 井戸および Ch-1-4 孔で浅層地下水よりも高い。2001 年 10~12 月には、EC 値は深度とともに上昇するパターンを示した。

(2) CH-2 サイト[チュアダンガ・ボルシャバ、ガールズカレッジ]

図 5.4.15 には、CH-2 サイトでの観測結果を示す。

地下水位は各孔とも KBM から 3.0~6.0m の深度で変動している。最低水位は 2001 年 4 月に観測され、最高水位は同年 10 月中旬に観測された。どの孔の水位変動もほぼ同じパターンを示し、被圧地下水頭の差は 0.5m 程度である。

砒素濃度はモニタリング期間中、最も深度の浅い Ch-2-1 孔で最も高く、0.10~0.23 mg/l の範囲で変動した。Ch-2-2 孔および Ch-2-3 孔の砒素濃度も、バングラデシュ基準値の 0.05 mg/l を上まわっていた。一方、深層帯水層に設置した Ch-2 井戸および Ch-2-4 孔では砒素濃度は極めて低く、つねに 0.004 mg/l 以下であった。

Ch-2-1 および Ch-2-3 孔での砒素濃度は 6 月から 8 月にかけて高く、9 月から 10 月にかけて低下した。4 月に観測された砒素濃度は低かったが、これは前述したようにサンプリング手法に問題があったためと考えられる。

図 5.4.16 には、CH-2 サイトにおける地下水位と水質の変動状況を示す。Eh 値はすべての観測井・孔で 70 から 110 mV の範囲で変動している。しかしながら、Ch-1 井戸では 2001 年 9~10 月に 50 mV 以下に低下した。pH 値は地下水位が高いときに減少する傾向がある。Ch-1 井戸での pH 値の変動パターンは他の観測孔と異なる。EC 値は、Ch-2-4 孔を除いて 10 月から 12 月に上昇する傾向を示す。Ch-2-4 孔の EC 値は 2001 年 9~12 月に他孔よりも高くなる。

(3) CH-BD サイト[ダムルフダ、ボロドゥッパティラ村]

図 5.4.17 には、CH-BD サイトでのモニタリング結果を示す。

ここでの深層地下水の水位は、KBM から 3.6~5.7 m の深度で変動している。最低地下水位は 2001 年 4 月下旬に観測され、最高水位は同年 10 月中旬に観測された。その後、地下水位は 2002 年 1 月にかけて直線状に低下した。

砒素濃度はモニタリング期間中、常に 0.01 mg/l 以下であった。一時 0.009 mg/l まで上昇したことがあったが、3 月以降は 0.003 mg/l 以下となった。11 月には 0.0054 mg/l まで上昇したが、12 月には 0.0015 mg/l と低下した。

図 5.4.18 には、地下水位と水質の変動状況を示す。Eh 値は 4 月から 8 月にかけて 70

~90 mV の範囲で変動した。9月になると、0 mV 以下まで低下した。しかし、10月には107 mV まで急上昇し、その後12月の55 mV にまで低下した。pH 値は6.9 から7.4 の範囲で変動した。10月から12月にかけて6.9 から7.24 に上昇した。EC 値は通常は80 mS/m 以上を示したが、2001年4月と9月に50 mS/m 以下に低下した。

(4) JH-1 サイト [ジェナイダ・ボルシャバ、アラブプール]

図 5.4.19 には、JH-1 サイトでの結果を示す。

地下水位は KBM から 0.9 ~ 5.5 m の深度で変動している。最低地下水位は2001年4月末に記録し、最高水位は10月上旬に記録された。いずれの観測井・観測孔でも同様の地下水位変動を示した。観測孔間の被圧水頭の差は0.1m以内である。

砒素濃度は、最も深度の浅い Jh-1-1 孔で4月から12月までの期間、最も砒素濃度が高く、バングラデシュ基準値である0.05 mg/l を上まわった。Jh-1-1 孔および Jh-1-4 孔の砒素濃度は、4月から10月にかけて低下した。しかし、Jh-1-2 および Jh-1-4 孔では11月から12月にかけて砒素濃度が上昇した。Jh-1 井戸の砒素濃度は6月から10月にかけて0.01 mg/l 以下であったが、11~12月はWHO基準値である0.01 mg/l を上まわった。

図 5.4.20 には地下水位と水質の変動を示す。すべての観測井・孔における Eh 値は4月から6月にかけて減少し、その後はほぼ安定化した。Jh-1-1 および Jh-1-4 孔における Eh 値は、70 ~ 120 mV の範囲で変動した。しかし、Jh-1 井戸での Eh 値は低く、10 ~ 35 mV の範囲で変動した。pH 値は6.8 から7.4 の間で変化した。EC 値は Jh-1-4 孔では比較的安定で80 ~ 87 mS/m で変動した。その他の観測井・孔では40 ~ 90 mS/m の間で変動した。12月には、Jh-1-1 孔および Jh-1-3 孔の EC 値は55 mS/m 以下になったが、深層帯水層に設置した Jh-1 井戸および Jh-1-4 孔では80 mS/m よりも高い値を示した。

(5) JH-2 サイト [ジェナイダ・ボルシャバ、ハムダ]

図 5.4.21 には JH-2 でのモニタリング結果を示す。

地下水位は KBM より 1.5 ~ 5.5 m の深度で変動した。最低地下水位は2001年5月末に観測され、最高水位は9月中旬に観測された。どの観測井・孔でも良く似た水位変動パターンが見られた。観測孔間の被圧水頭の差は通常0.5m以下であった。このサイトでは、深層地下水の被圧水頭は浅層帯水層のそれよりも深い。

砒素濃度は、最も深度の浅い Jh-2-1 孔の地下水が最も高い値を示し、ほとんどの時期でバングラデシュ基準値の0.05 mg/l を上まわった。次に高い砒素濃度は Jh-2-2

孔で観測され、値は 0.01 ~ 0.05 mg/l の範囲で変動した。Jh-2-3 孔の砒素濃度は 6 月から 9 月にかけて 0.01 ~ 0.02 mg/l であったが、10 月以降は 0.01 mg/l 以下に低下した。Jh-2 井戸および Jh-2-4 孔での砒素濃度は 0.01 mg/l 以下であった。Jh-2-1 および Jh-2-2 孔での砒素濃度は 7 月から 11 月にかけて低下する傾向を示した。

図 5.4.22 には地下水位と水質の変動状況を示す。Eh 値は、Jh-2 井戸を除いてすべての観測孔で 6 月から 8 月にかけて低下した。Jh-2 井戸では、10 月まで Eh 値が減少した。Jh-1-1 孔から Jh-1-4 孔では、Eh 値はほぼ 60 ~ 100 mV の範囲で変動した。しかし、Jh-2 井戸では 10 以降 Eh 値が低下し、15 ~ 60 mV であった。pH 値は全般的に 6.7 から 7.7 の範囲で変動した。Jh-2 井戸では pH 値は高く、7.15 ~ 7.7 であった。EC はどの観測井・孔でもモニタリング期間中、ほぼ一定の値を示した。Jh-2 井戸と Jh-2-4 孔は同じ深層帯水層にスクリーンをもつが、前者では EC 値が最も低かったものの、後者では EC の最高値が観測された。

(6) JH-KC サイト [モヘシュプール、クリシュナチャンドラプール村]

図 5.4.23 には JH-KC サイトでのモニタリング結果を示す。

地下水位は KBM から 4.3 ~ 6.3 m の深度で変動した。最低地下水位は 2001 年 5 月上旬に記録され、最高水位は 10 月上旬に記録された。その後地下水位は低下し、2002 年 1 月には KBM から 6 m 以下となった。

砒素濃度は 2001 年 4 月および 8 ~ 11 月に 0.05 mg/l を超えた。5 月は 0.01 mg/l 以下となった。砒素濃度の最高値は 0.10 mg/l で 11 月に観測された。砒素濃度の上昇傾向は 6 月から 11 月にかけて認められた。12 月には砒素濃度は 0.037 mg/l に低下した。

図 5.4.24 には地下水位と水質の変動状況を示す。Eh 値は 5 ~ 11 月にかけて 90 ~ 115 mV の範囲で変動した。12 月になると Eh 値は 40 mV 以下となった。pH 値は 6 月に 8 を超えたが、その後は低下し、12 月までの期間は 6.8 ~ 8.0 の範囲で変動した。EC 値は 6 月を除き、5 月から 12 月までほぼ一定の値を示した。EC 値の変動範囲は 88 ~ 94 mS/m であった。

(7) JS-1 サイト [ジェソール・ポルシャバ、ゴープ]

図 5.4.25 には、JS-1 サイトでのモニタリング結果を示す。

地下水位は 2001 年 7 月から 2002 年 1 月まで観測されたが、この期間中、水位は KBM から 3.3 ~ 6.7 m の深度で変動した。地下水位の変動パターンはチュアダングアやジェナイダ・ポルシャバとは異なる。最低地下水位は 2002 年 1 月末に記録され、最高水位は 2001 年 9 月中旬に観測された。7 月から 11 月の期間では、すべての観

測井・孔で地下水位は各月の前半に上昇し、後半に低下するパターンを示した。しかし、2001年12月以降、すべての地下水位は低下しはじめ、2002年1月になると水位低下の速度は急激に大きくなった。被圧水頭の差は7月から12月の期間で約0.6mであった。

砒素濃度は、すべての観測井・孔で2001年に高めの値を示したが、その後9月から12月にかけて減少傾向を示した。8月にはJs-1-2孔の砒素濃度が0.033 mg/lに達したが、他のすべてのサンプルは0.01 mg/l以下の砒素濃度であった。

図5.4.26には、地下水位と水質の変動状況を示す。Eh値は20から110 mVと低い範囲で変動した。Js-1-1孔のEh値は、104から91 mVへと緩やかに低下した。Js-1-2からJs-1-4孔とJs-1井戸では、Eh値は9月から12月に40~80 mVの範囲で変動した。pH値はすべての観測井・孔で7月から9月にかけて明瞭に低下した。その後、pH値は9月から12月にかけて6.8から7.2の範囲で緩やかに上昇した。EC値はすべての観測井・孔で7月から8月に上昇し、9月から11月にかけて低下した。12月の断面EC分布を見ると、EC値は深度とともに増加する傾向を示す。Js-1-1孔とJs-1-2孔のEC値は約60 mS/mであったが、Js-1-3およびJs-1-4孔とJs-1井戸では80~90 mS/mであった。

(8) JS-2 サイト[ジェソール・ポルシャバ、コルキー]

図5.4.27には、JS-2 サイトでの地下水位と水質のモニタリング結果を示す。

地下水位は2001年8月から2002年1月の期間にモニターしたが、この間、地下水位はKBMより1.7~5.4 mの深度で変動した。地下水位の変動パターンはJS-1と良く似ているが、チュアダンガやジェナイダ・ポルシャバでの変動パターンとは大きく異なる。モニタリング期間中、最低地下水位は2002年1末に記録され、最高水位は2001年9月中旬に観測された。7月から11月の期間では、すべての観測井・孔で地下水位は各月の前半に上昇し、後半に低下するパターンを示した。しかし、2001年12月以降、すべての地下水位は低下しはじめ、2002年1月になると水位低下の速度は急激に大きくなった。被圧水頭の差は7月から12月の期間で約0.7mであった。なお、このサイトでは、浅層帯水層の地下水位は深層部より低い。

砒素濃度は、2番目に浅いJs-2-2孔で最も高く、0.045~0.10 mg/lの範囲で変動した。一方、最も深度の浅いJs-2-1孔では、砒素濃度は0.01 mg/l以下であった。2番目に高い砒素濃度はJs-2-3孔で観測され、値は0.003~0.03 mg/lの範囲で変動した。一方、深層帯水層に設置したJs-2井戸およびJs-2-4孔では、砒素濃度は極めて低かった。このサイトでは、地下水位変動と砒素濃度変動の間には明瞭な関係

は認められない。

図 5.4.28 には、地下水位と水質の変動状況を示す。Eh 値は 30 ~ 110 mV の範囲で変動している。pH 値は 2001 年 9 月までは 6.9 ~ 7.5 と大きな変動範囲を示すが、地下水位が大きく低下しはじめた 11 ~ 12 月には pH 値の幅が小さくなった。EC 値は 55 ~ 105 mS/m の範囲で変動しており、深い観測孔ほど大きな値を示す。

(9) JS-RB サイト [ケシャプール、ラジュナガールパンカバルシ村]

図 5.4.29 には、JS-RB の地下水位および水質の変動状況を示す。

地下水位は、モニタリング期間中の 2001 年 4 月から 2002 年 1 月にかけて、KBM から 2.7 ~ 4.7 m の深度で変動した。最低地下水位は 4 月末に記録され、最高水位は 10 月中旬に観測された。地下水位は徐々に、かつ、スムーズに 5 月から 8 月にかけて上昇した。そして、10 月中旬の最高水位に達した後、緩やかに低下したが、2002 年 1 月になると急激に 0.5m 低下した。

砒素濃度は全般的に極めて低い。最高濃度は 2001 年 6 月観測された 0.0023 mg/l である。その後、濃度は徐々に低下し、11 月には原子吸光分析の検出限界(= 0.0005 mg/l) 以下となった。

図 5.4.30 には、地下水位と水質の変動状況を示す。Eh 値は 6 月の 110 mV から 9 月の 160 mV へと増加したが、その後は 12 月の 60 mV へと低下した。pH 値は全般的に 7.6 ~ 7.9 と高い。EC 値は 66 ~ 75 mS/m の範囲で変動しているが、6 ~ 12 月に上昇傾向を示した。

2) 改良型深井戸のモニタリング結果

(1) ボロドゥウパティラ村[チュアダンガ県ダムルフダ郡]

図 5.4.31 には AAS による砒素分析結果と現場での水質測定結果を示す。

2001 年 3 月には、3 つのタイプの改良型深井戸における砒素濃度は 0.068 ~ 0.084 mg/l であった。砒素濃度は 3 月から 5 月にかけてほぼ一定であったが、6 月から 7 月にかけて上昇し始めた。砒素濃度の最高値は、井戸により異なるが、7 月から 9 月に記録された。タイプ - A 井戸では、8 月に最高値 0.11 mg/l が観測された。タイプ - B 井戸では、9 月に最高値 0.18 mg/l が観測された。タイプ - C 井戸では、7 月に最高値 0.14 mg/l が観測された。3 つの井戸とも、砒素濃度は 9 月から 12 月にかけて低下した。12 月の砒素濃度は、3 月に測定された濃度よりも低くなった。パケットテストで測定した鉄濃度は、3 月には 2 ~ 8 mg/l と値がばらついていたが、その後は徐々に濃度が低くなり、7 月から 12 月では 2 ~ 3 mg/l となった。

Eh 値は 3 ~ 4 月に 130 ~ 280 mV を示したが、5 月からは値が減少した。6 月から

は、3本の井戸の Eh 値はほぼ同じ値を示すようになり、100 mV 以下でわずかに変動するようになった。

3本の井戸の pH 値は、同様の変動パターンを示した。4月から5月にかけて値は上昇したが、7月から9月にかけて減少し、10月から12月にかけて再び上昇した。EC 値は3月を除いてほぼ安定しており、45~50 mS/m を示す。

(2) クリシュナチャンドラプール村[ジェナイダ県モヘシュプール郡]

図 5.4.32 には、AAS による砒素分析結果と現場での水質測定結果を示す。

3本の改良型深井戸とも、建設直後には砒素濃度がバングラデシュ基準値の 0.05 mg/l をわずかに下回っていた。しかし、3本とも7月から砒素濃度が基準値を上回るようになった。とくに、タイプ - A 井戸では、6月の 0.018 mg/l から7月の 0.089 mg/l へと大きく上昇した。8月には、最高値の 0.107 mg/l を記録した。3本の井戸とも、基準値以上の砒素濃度は9月まで観測された。しかし、9~10月には砒素濃度は減少傾向を示し、12月にはタイプ - B 井戸とタイプ - C 井戸では砒素濃度が建設直後と同じレベルに戻った。しかし、タイプ - A 井戸は12月でも 0.06 mg/l と基準値を上まわっている。

パックテストによる鉄濃度は、3月から5月にかけて 2~10 mg/l であったが、7月以降は値の幅が小さくなった。10月には濃度が少し上昇したが、12月には 2~4 mg/l を示した。

Eh 値は3月から5月に 100~160 mV を示したが、5~6月には値は減少した。6月から11月の間は、3本の井戸の Eh 値は 80 to 120 mV を示した。12月には値はさらに減少し、タイプ - A 井戸では 28 mV にまで低下した。

pH 値は 6.85 から 7.20 の範囲を示した。pH 値の変動パターンは3本とも似ている。

pH 値は3月から7月にかけて上昇し、8月には低下した。しかし、9月から12月には再び上昇した。

EC 値は3月から6月にかけてやや高めであったが、7月以降はやや低下して安定化した。値は 88~92 mS/m のあいだに分布している。

(3) ラジュナガールバンカバルシ村[ジェソール県ケシャプール郡]

図 5.4.33 には、AAS による砒素分析結果と現場での水質測定結果を示す。

3本の改良型深井戸とも、砒素濃度は WHO 基準値の 0.01 mg/l よりもはるかに低い値を示す。2001年9月および10月には、わずかに濃度は上昇して 0.005mg/l を示したが、ほとんどのサンプルは 0.001 mg/l 以下を示した。11月および12月には、砒素濃度は AAS の検出限界を下回った。

パックテストによる鉄濃度も小さな値を示す。2001年3月以降、0.2 mg/l またはそれ以下となっている。

Eh 値は通常、80～220 mV の範囲の値を示した。2000年11月から2001年3月にかけて上昇したが、5月から6月にかけて減少した。10月にはすべての井戸で160 mV 以上を示した。しかし、12月には3本とも70 mV 以下に低下した。

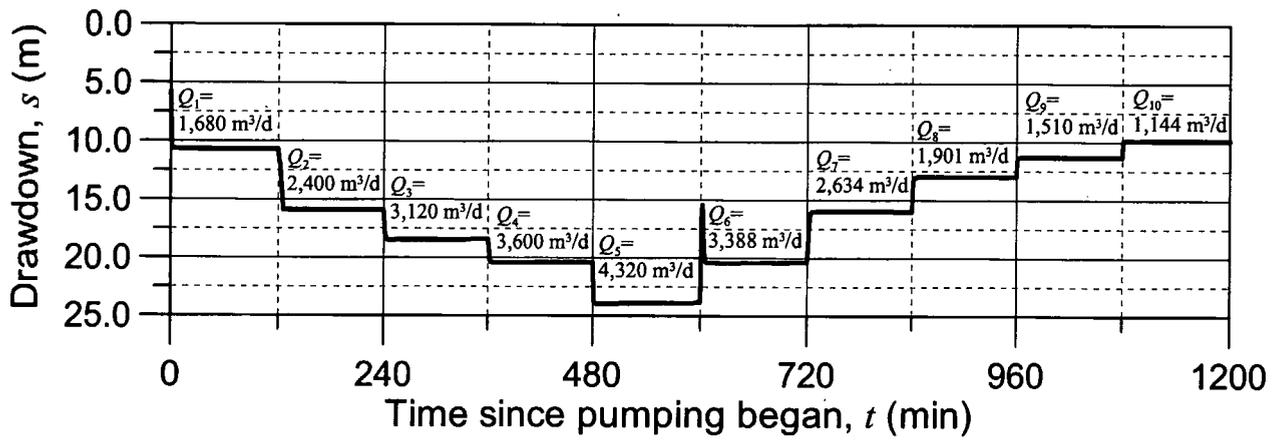
pH 値は比較的高く7.4から8.0を示す。しかし、pH 値は9月から11月にかけて明瞭に低下し、7.0付近となった。しかし、12月には再び上昇し、7.5～7.7を示した。

EC 値は2000年11月の60 mS/m から2001年12月の50 mS/m へと全般的に低下傾向を示したが、2001年8月と9月にはいくつかの井戸で80 mS/m よりも高い値を示した。

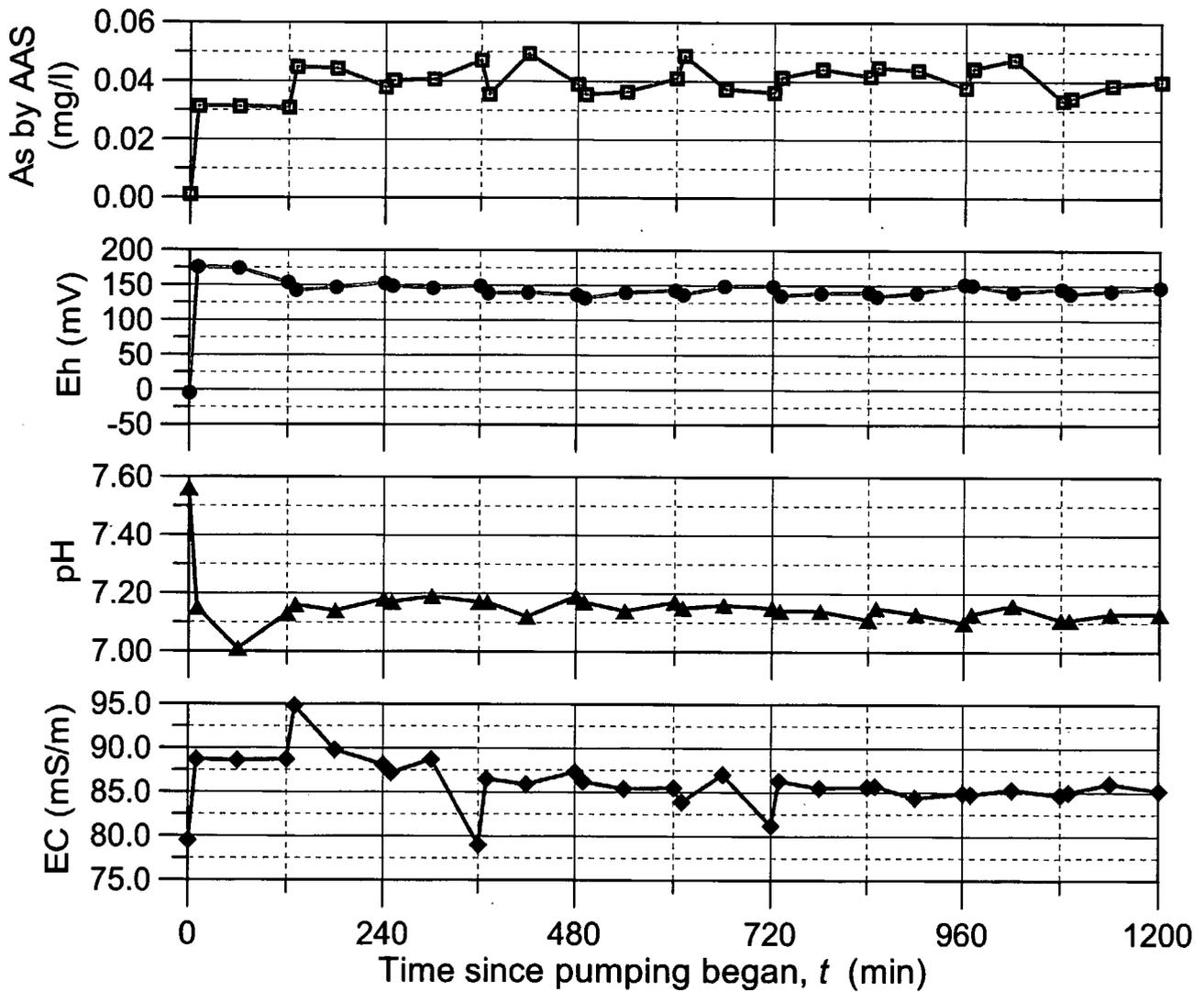
3) Eh-pH-As 関係

上述した月別モニタリングデータをもとに、Eh-pH-As の相互関係を図 5.4.34 に示すように検討した。使用したデータは、すべて本調査で新たに設置した観測井・観測孔に限定した。

その結果、pH 値は6.8～7.8の範囲にあり、Eh 値は-50 から250 mV の範囲にあることがわかった。また、砒素により汚染されたサンプルは、pH 値が6.8～7.4、Eh 値が70～250 mV の範囲に限定されることが判明した。



(a) Drawdown in Pumped Well



(b) Water Quality of Pumped Water

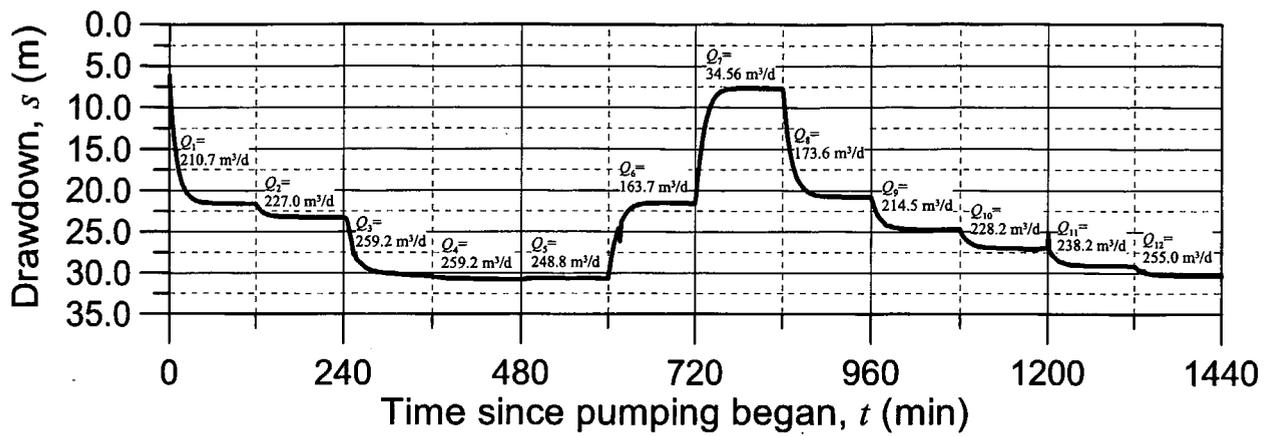
Location: Poshu Hat, Chuadanga Pourashava
 Site No.: CH-1
 Well No.: Ch-1
 Well Depth: 274 m
 Well Diameter: 355.60 mm
 Screen Depths: 212.5-268.0 m
 Screen Length: 19.5 m
 SWL: GL- 5.610 m
 on 21-02-2001

図 5.4.1

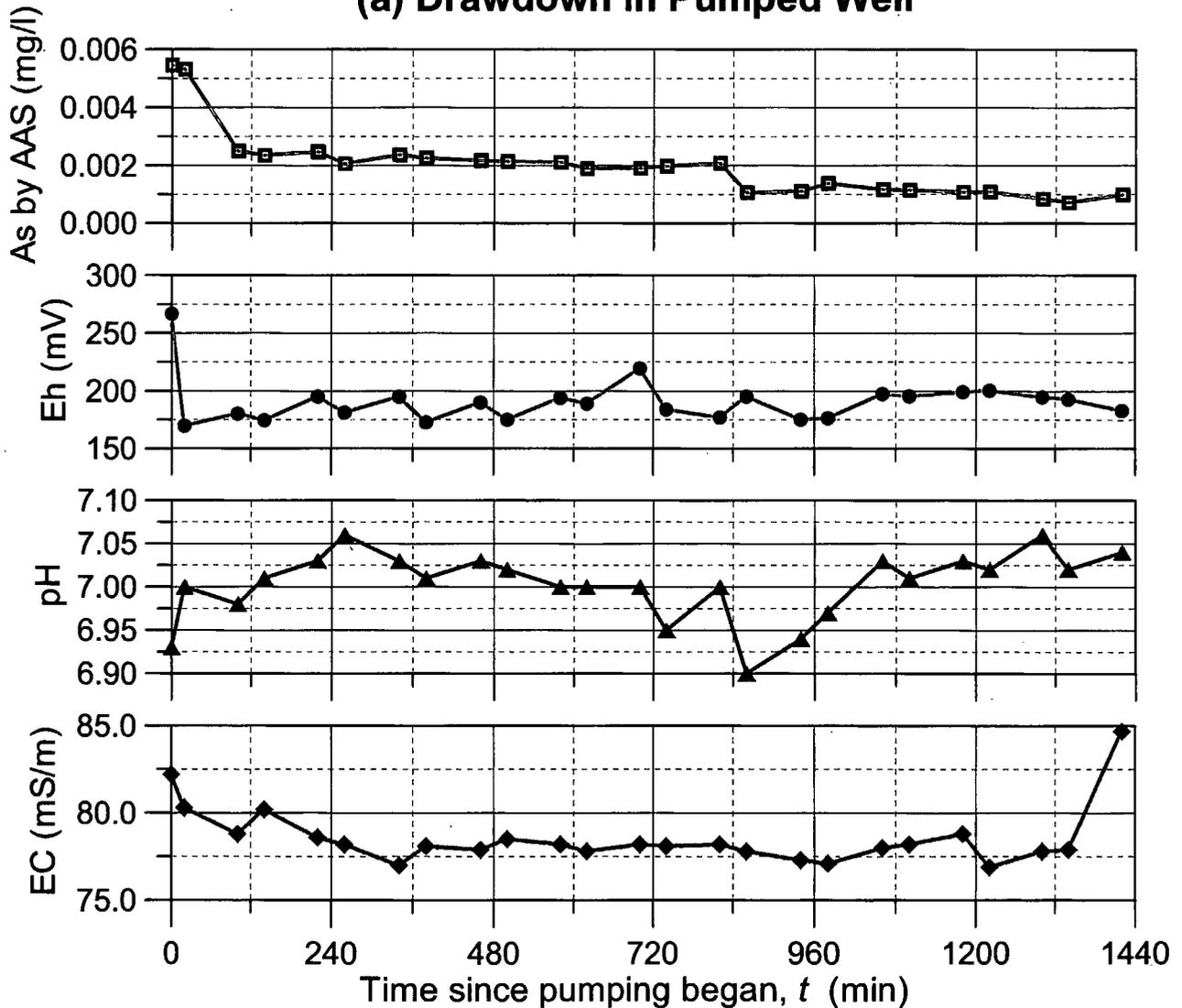
段階揚水試験時の水質変化図
 CH-1(チュアダンガ)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Drawdown in Pumped Well



(b) Water Quality of Pumped Water

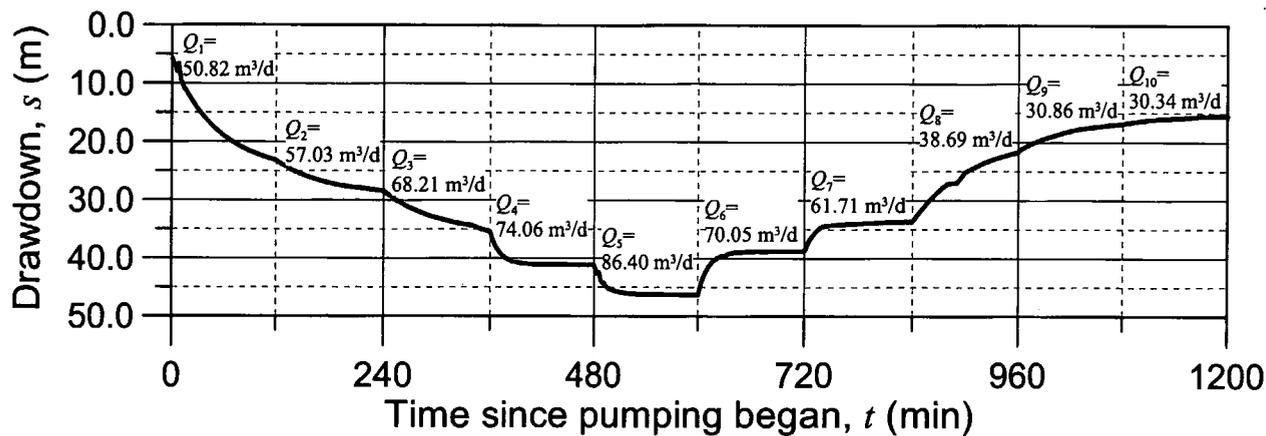
Location: Girls College,
Chuadanga Pourashava
Site No.: CH-2
Well No.: Ch-2
Well Depth: 298.5 m
Well Diameter: 355.60 mm
Screen Depths: 270-283, 289-295.5 m
Screen Length: 19.5 m
SWL: GL- 6.001 m
on 18-03-2001

図 5.4.2

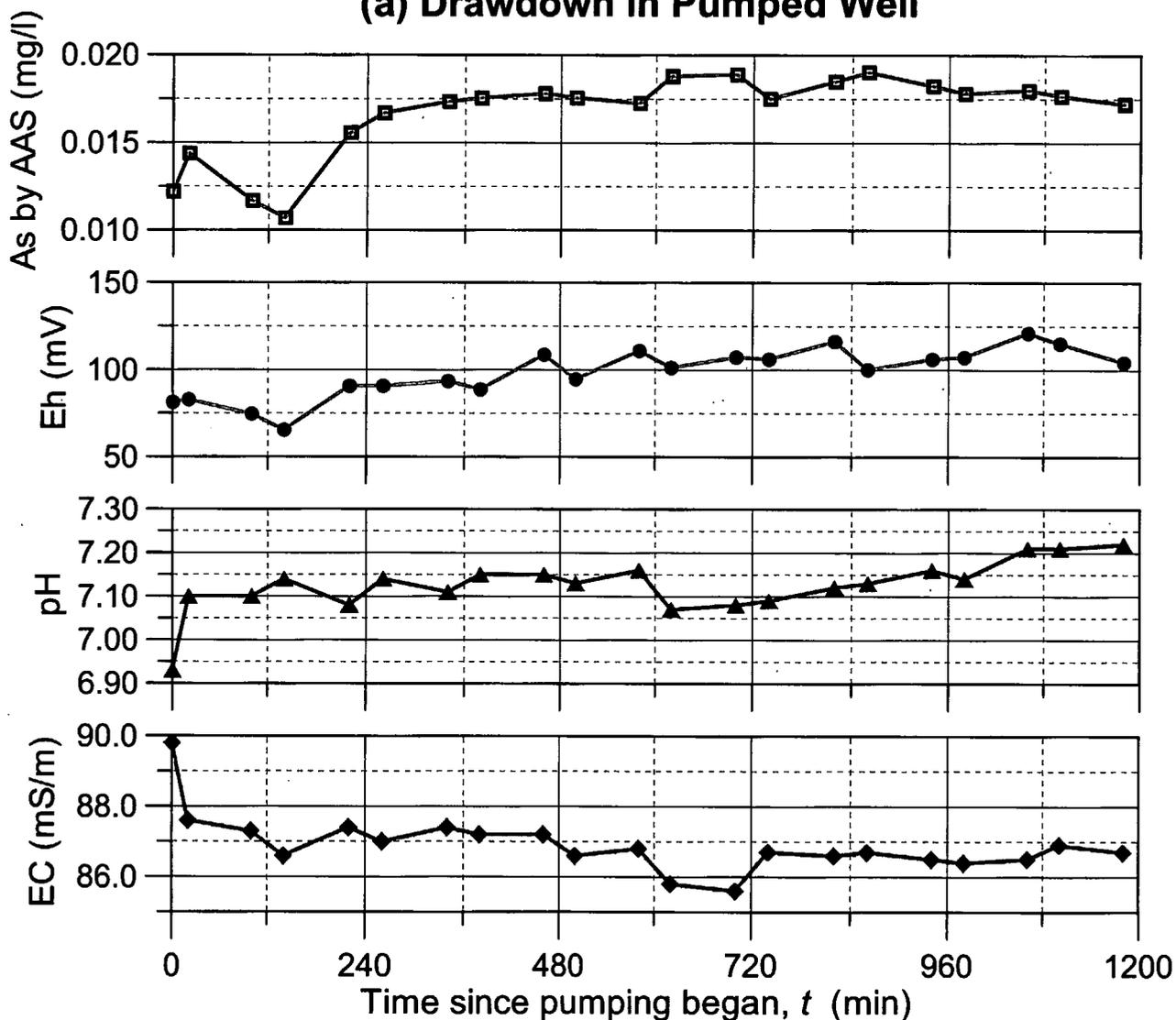
段階揚水試験時の水質変化図
CH-2(チュアダंगा)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF
DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO
ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Drawdown in Pumped Well



(b) Water Quality of Pumped Water

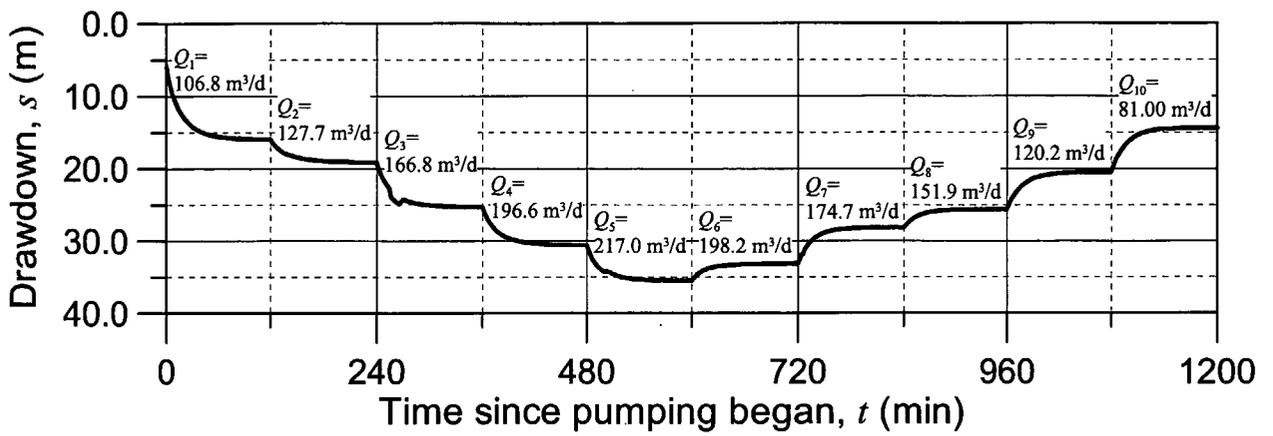
Location: Arabpur, Jhenaidah Pourashava
 Site No.: JH-1
 Well No.: Jh-1
 Well Depth: 292 m
 Well Diameter: 355.60 mm
 Screen Depths: 251.5-289.0 m
 Screen Length: 19.5 m
 SWL: GL- 5.545 m on 02-05-2001

図 5.4.3

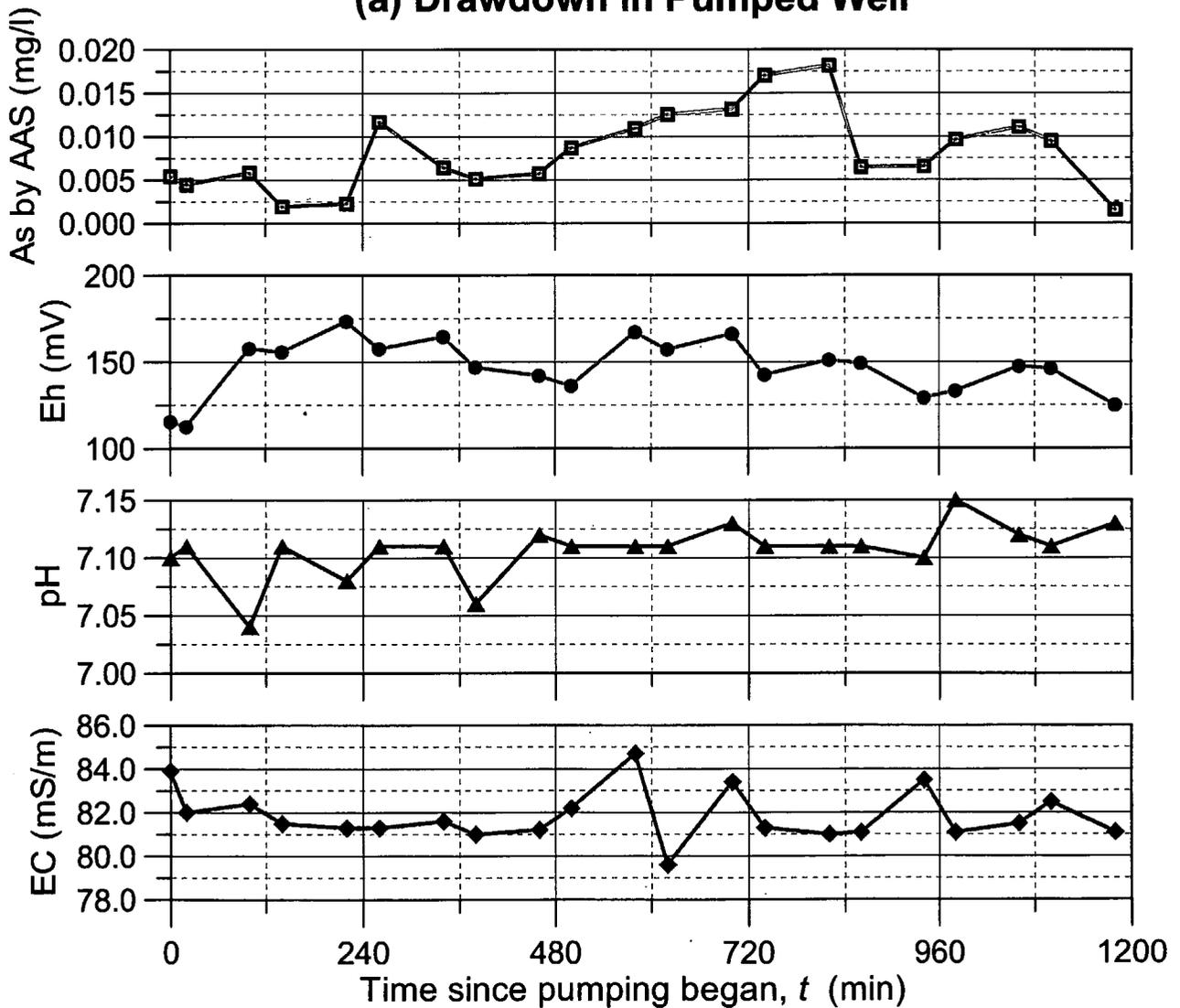
段階揚水試験時の水質変化図
 JH-1(ジェナイダ)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



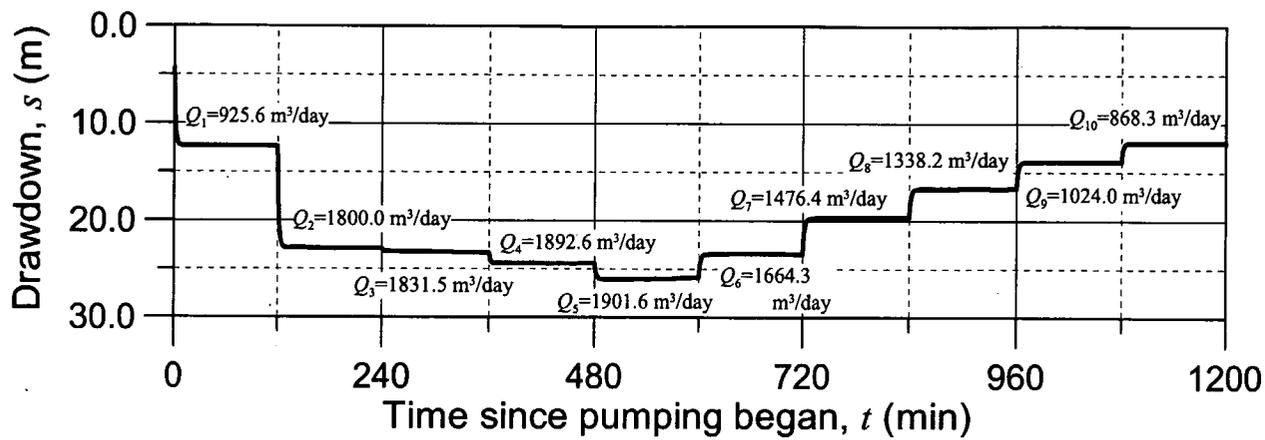
(a) Drawdown in Pumped Well



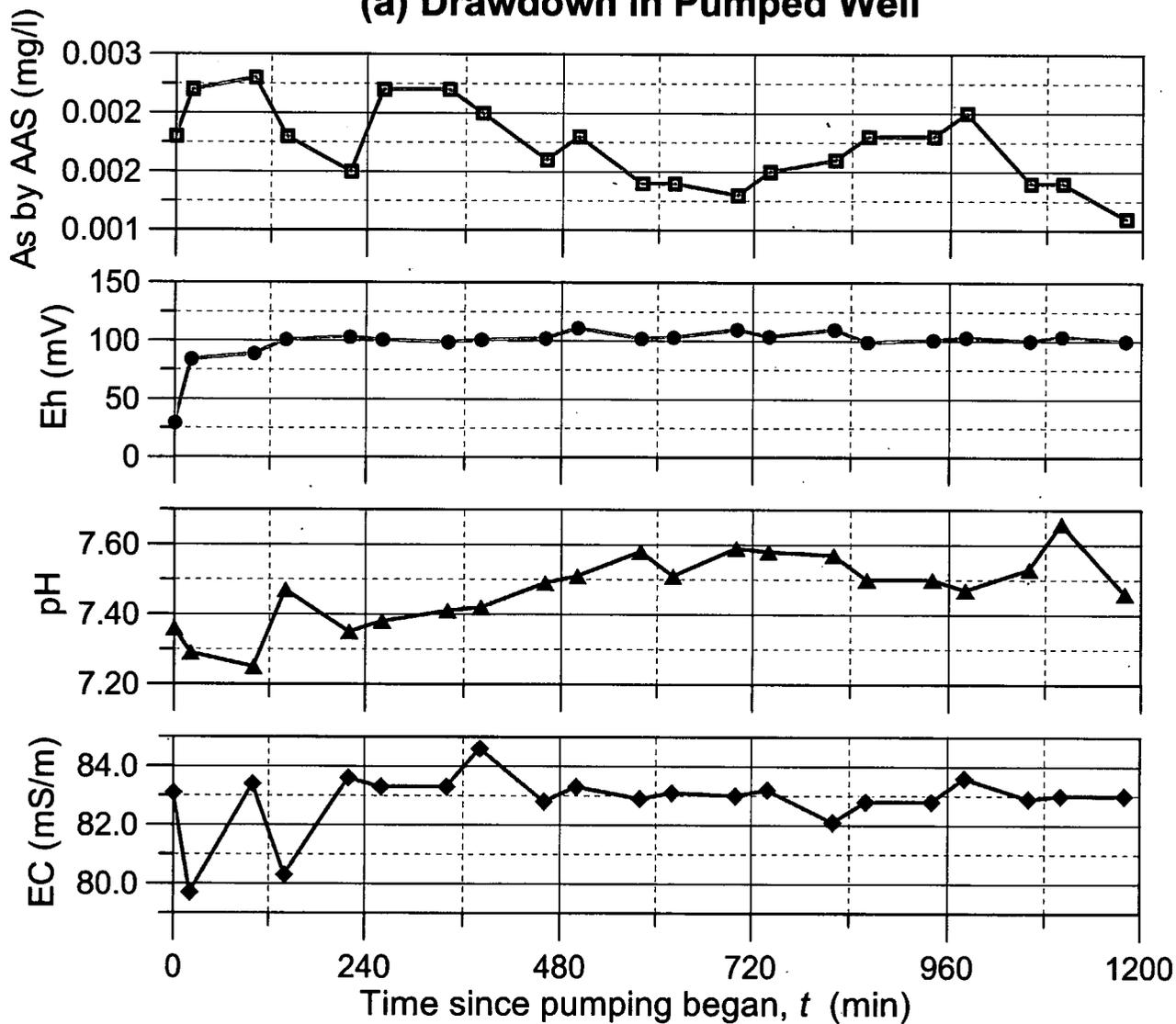
(b) Water Quality of Pumped Water

Location: Hamdah, Jhenaidah Pourashava
 Site No.: JH-2
 Well No.: Jh-2
 Well Depth: 301 m
 Well Diameter: 355.60 mm
 Screen Depths: 257.5-298.0 m
 Screen Length: 19.5 m
 SWL: GL- 5.762 m on 03-06-2001

図 5.4.4	段階揚水試験時の水質変化図 JH-2(ジェナイダ)
THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	



(a) Drawdown in Pumped Well



(b) Water Quality of Pumped Water

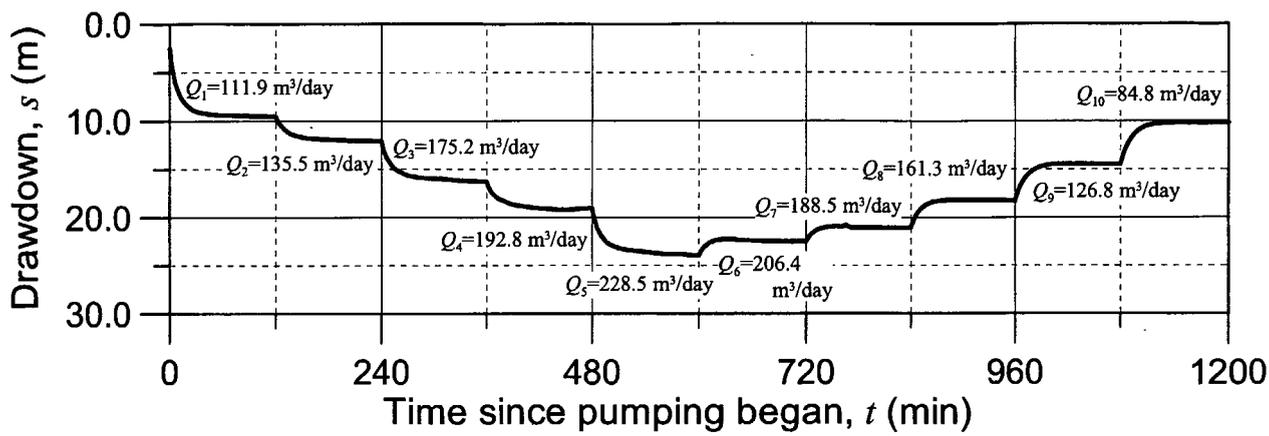
Location: Ghop, Jessore Pourashava
 Site No.: JS-1
 Well No.: Js-1
 Well Depth: 279.5 m
 Well Diameter: 355.60 mm
 Screen Depths: 260.5-273.5 m
 Screen Length: 13.0 m
 SWL: GL- 4.200 m on 16-07-2001

図 5.4.5

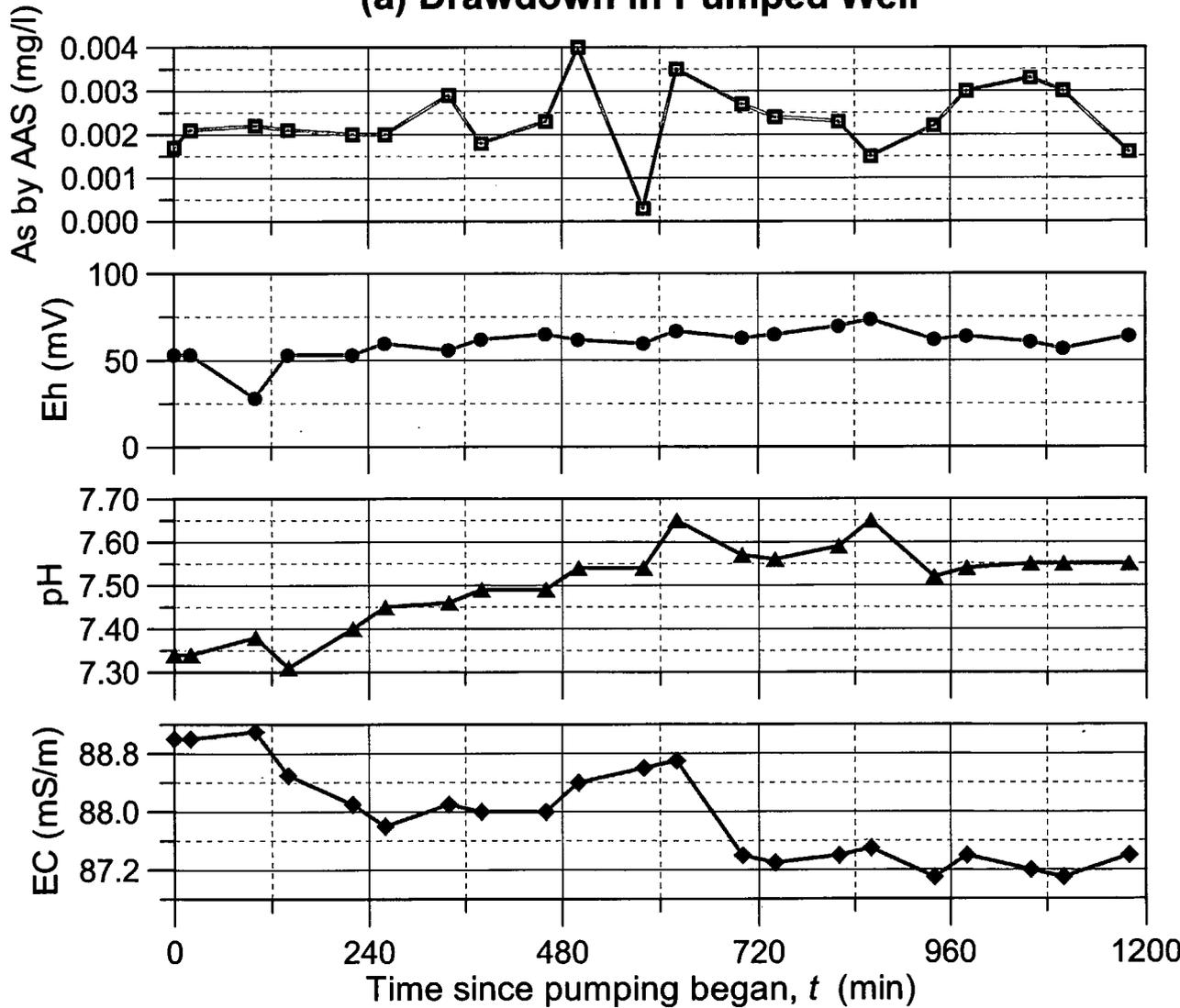
段階揚水試験時の水質変化図
 JS-1(ジェソール)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



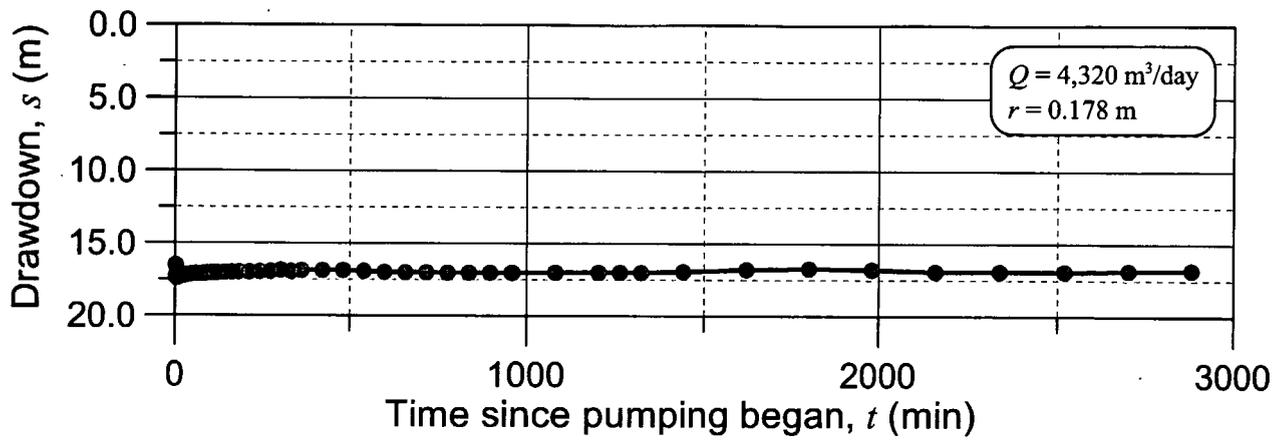
(a) Drawdown in Pumped Well



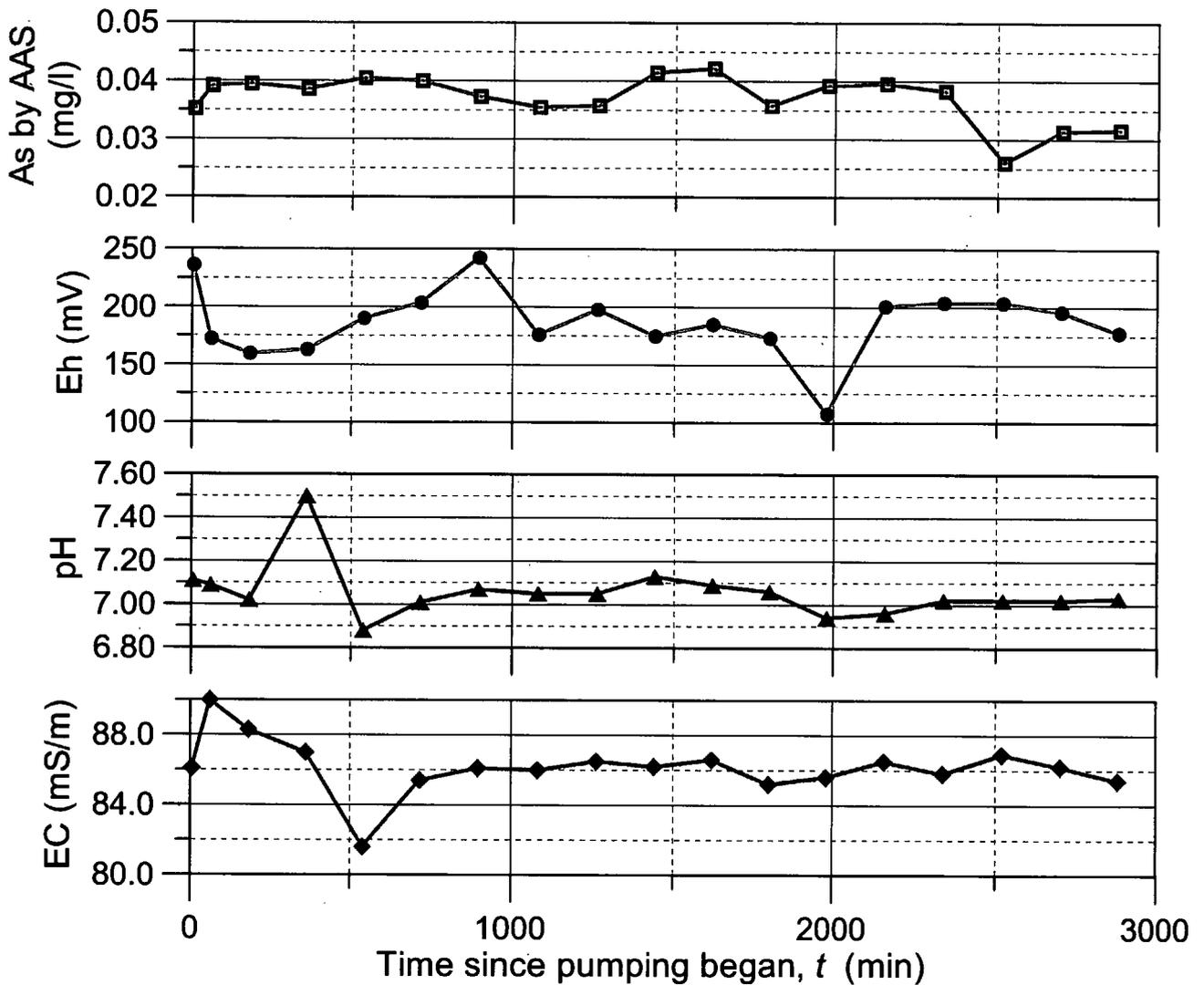
(b) Water Quality of Pumped Water

Location: Kharki,
Jessore Pourashava
Site No.: JS-2
Well No.: Js-2
Well Depth: 261.75 m
Well Diameter: 355.60 mm
Screen Depths: 239.50-255.75 m
Screen Length: 16.25 m
SWL: GL- 2.369 m
on 02-08-2001

<p>図 5.4.6</p>	<p>段階揚水試験時の水質変化図 JS-2(ジェソール)</p>
<p>THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH</p>	
<p>JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)</p>	



(a) Drawdown in Pumped Well



(b) Water Quality of Pumped Water

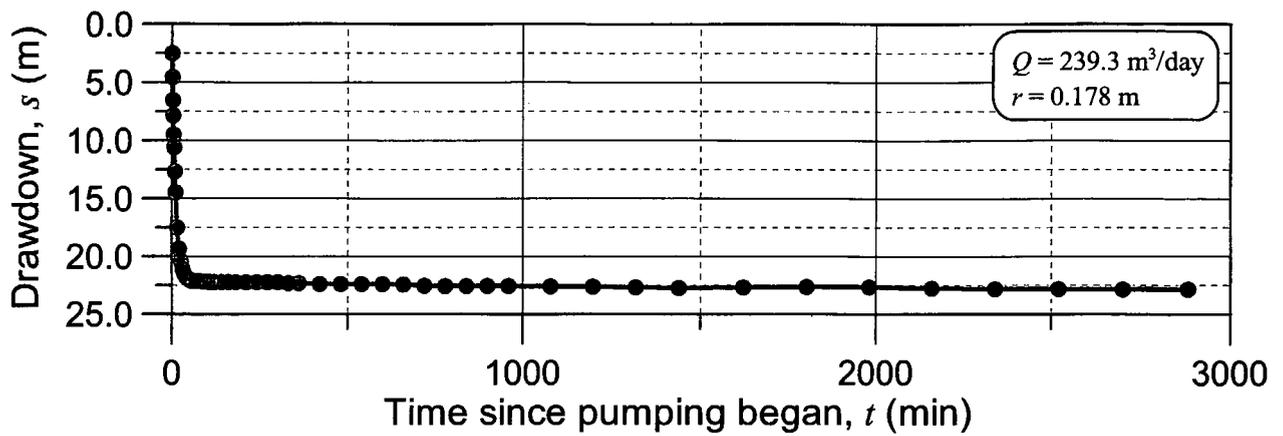
Location: Poshu Hat,
Chuadanga Pourashava
Site No.: CH-1
Well No.: Ch-1
Well Depth: 274 m
Well Diameter: 355.60 mm
Screen Depths: 212.5-268.0 m
Screen Length: 19.5 m
SWL: GL- 5.985 m
on 22-02-2001

図 5.4.7

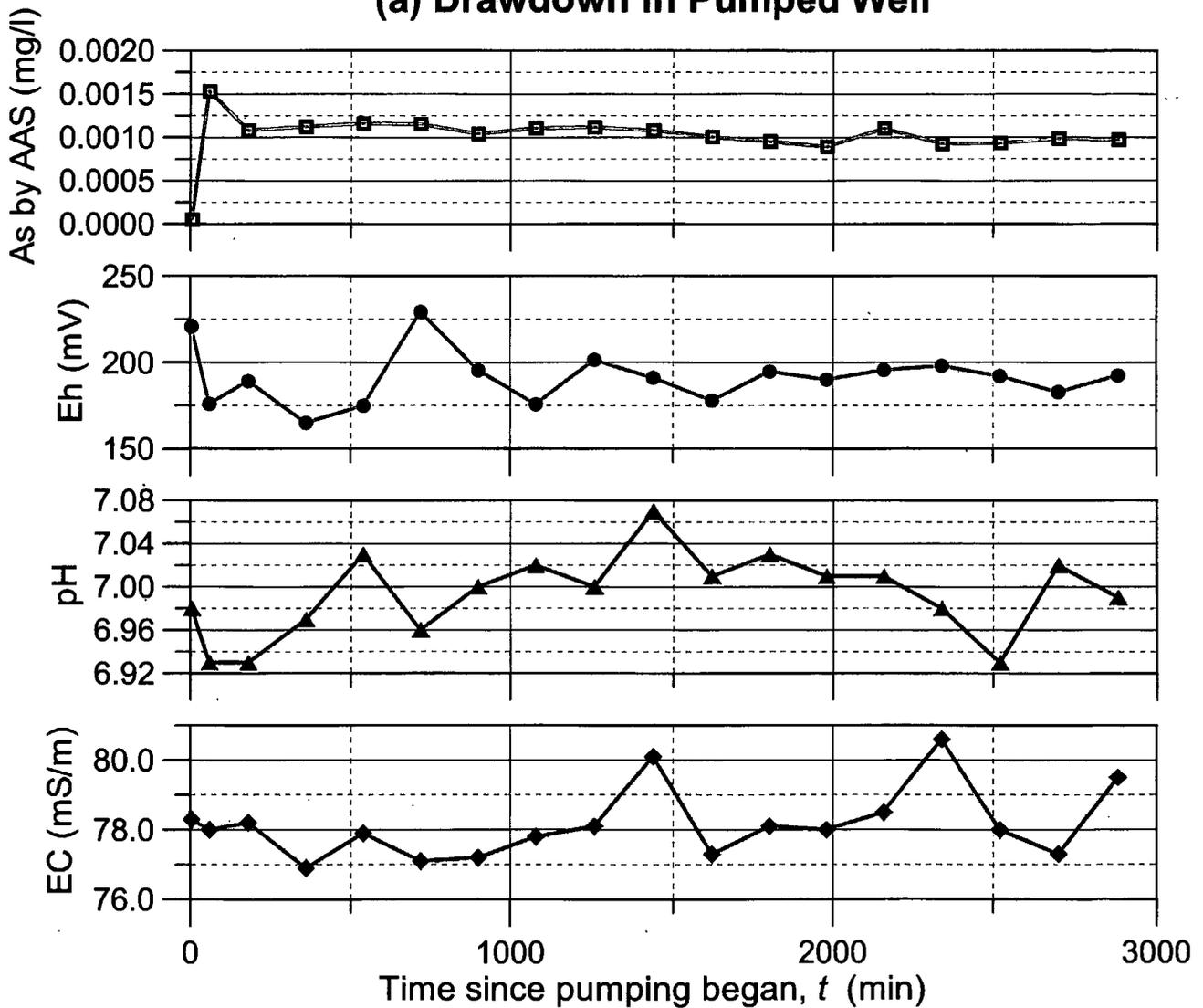
連続揚水試験時の水質変化図
CH-1(チュアダंगा)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF
DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO
ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Drawdown in Pumped Well



(b) Water Quality of Pumped Water

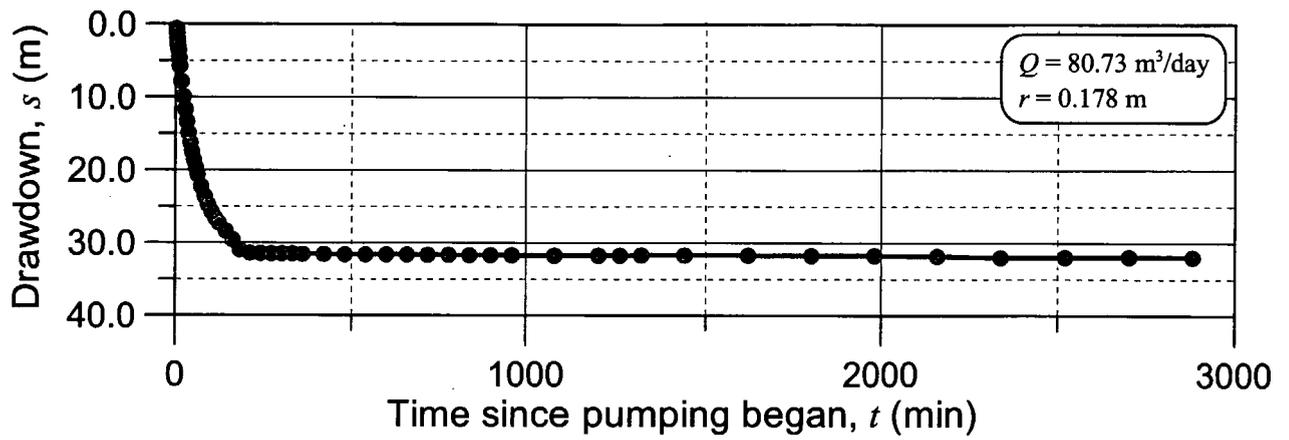
Location: Girls College,
Chuadanga Pourashava
Site No.: CH-2
Well No.: Ch-2
Well Depth: 298.5 m
Well Diameter: 355.60 mm
Screen Depths: 270-283, 289-295.5 m
Screen Length: 19.5 m
SWL: GL- 6.012 m
on 19-03-2001

図 5.4.8

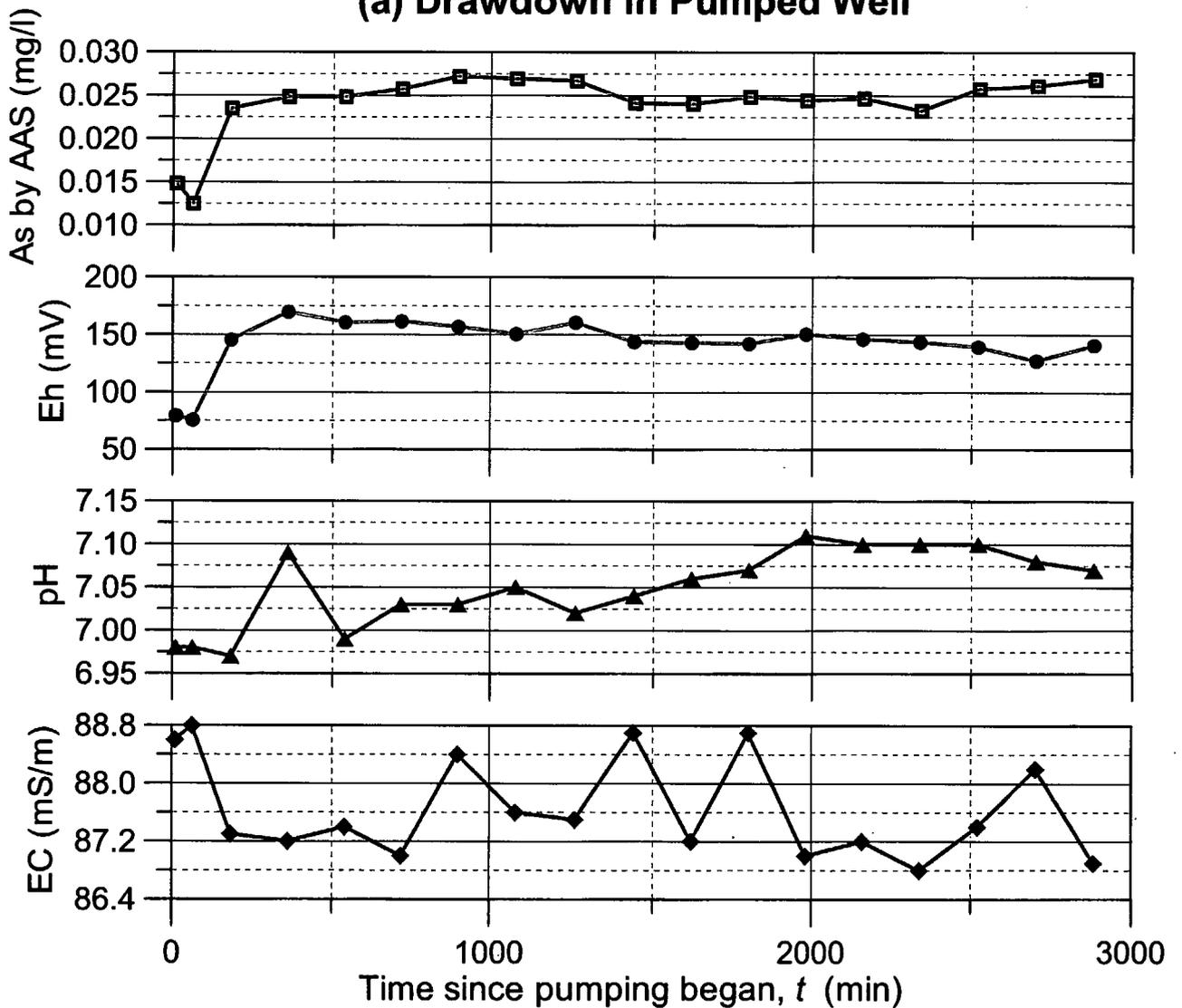
連続揚水試験時の水質変化図
CH-2(チュアダンガ)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF
DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO
ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Drawdown in Pumped Well



(b) Water Quality of Pumped Water

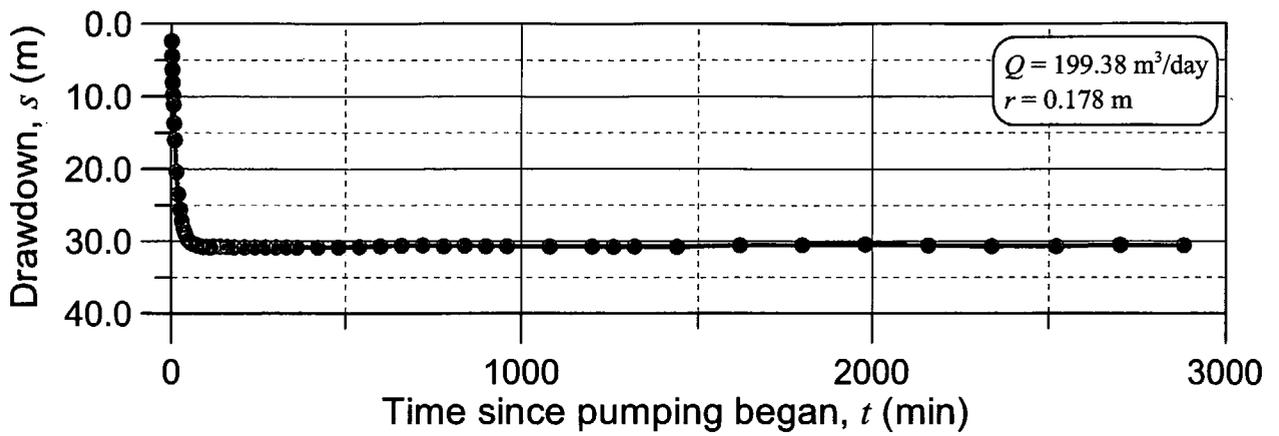
Location: Arabpur,
Jhenaidah Pourashava
Site No.: JH-1
Well No.: Jh-1
Well Depth: 292.5 m
Well Diameter: 355.60 mm
Screen Depths: 251.5-289.0m
Screen Length: 19.5 m
SWL: GL- 5.412 m
on 18-04-2001

図 5.4.9

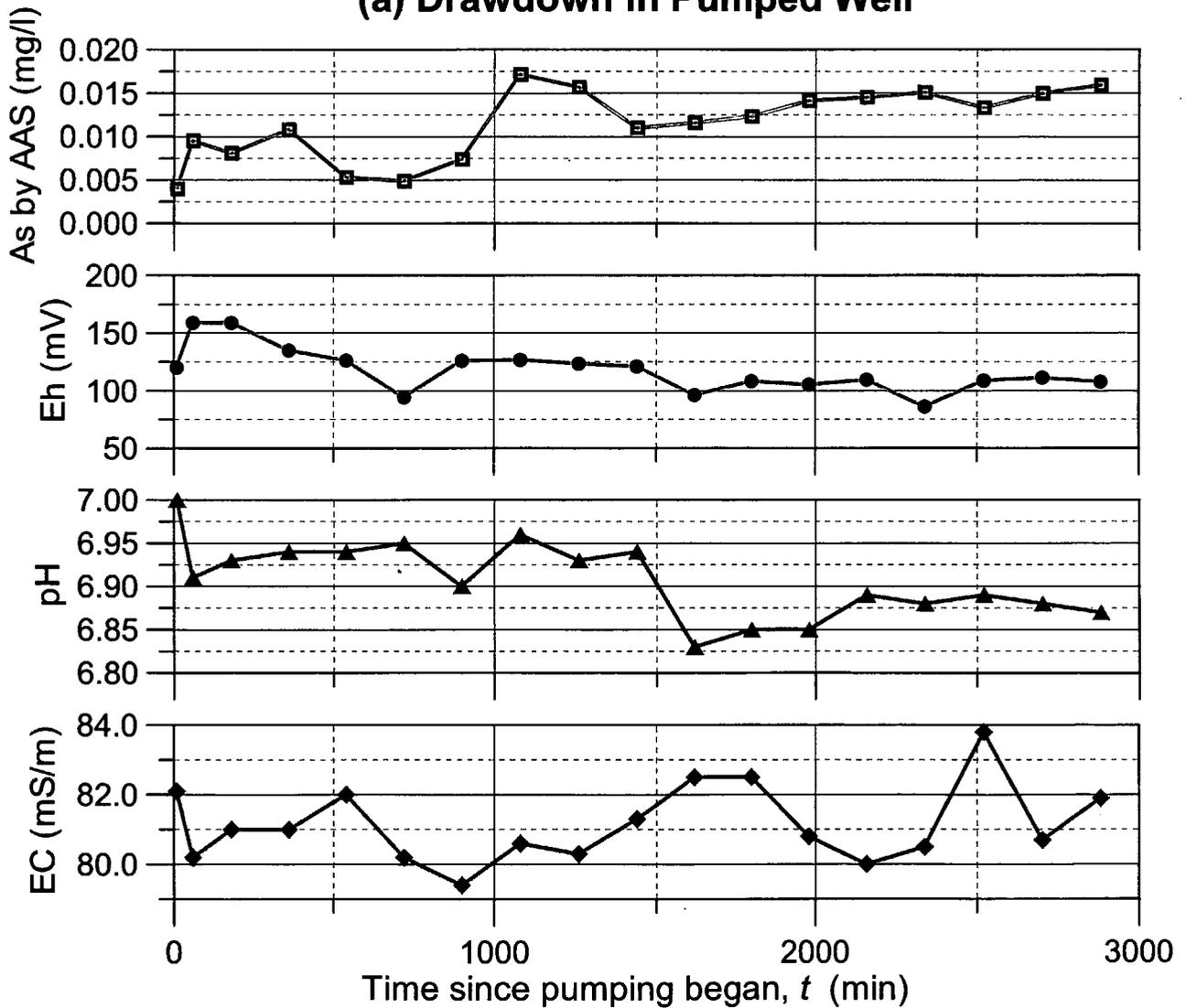
連続揚水試験時の水質変化図
JH-1(ジェナイダ)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF
DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO
ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



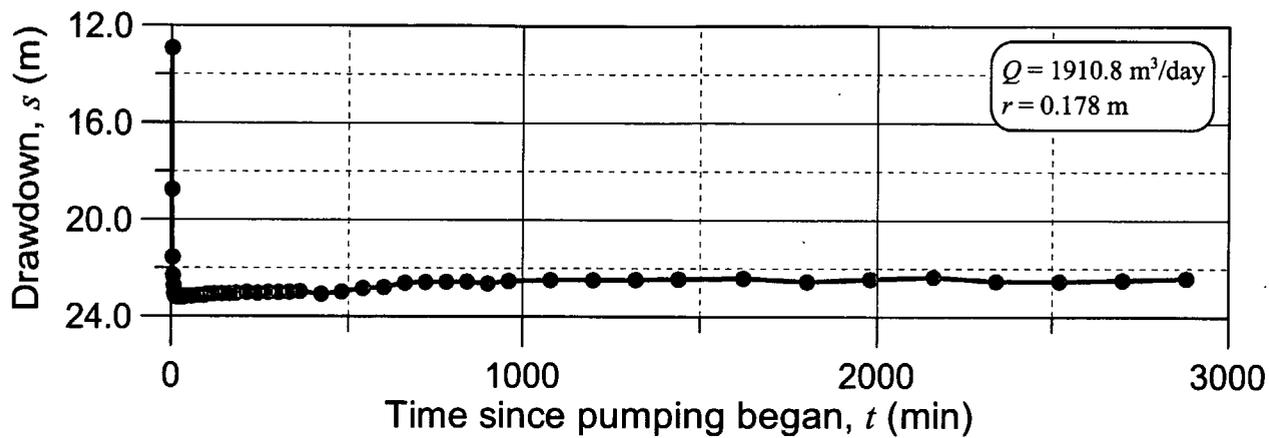
(a) Drawdown in Pumped Well



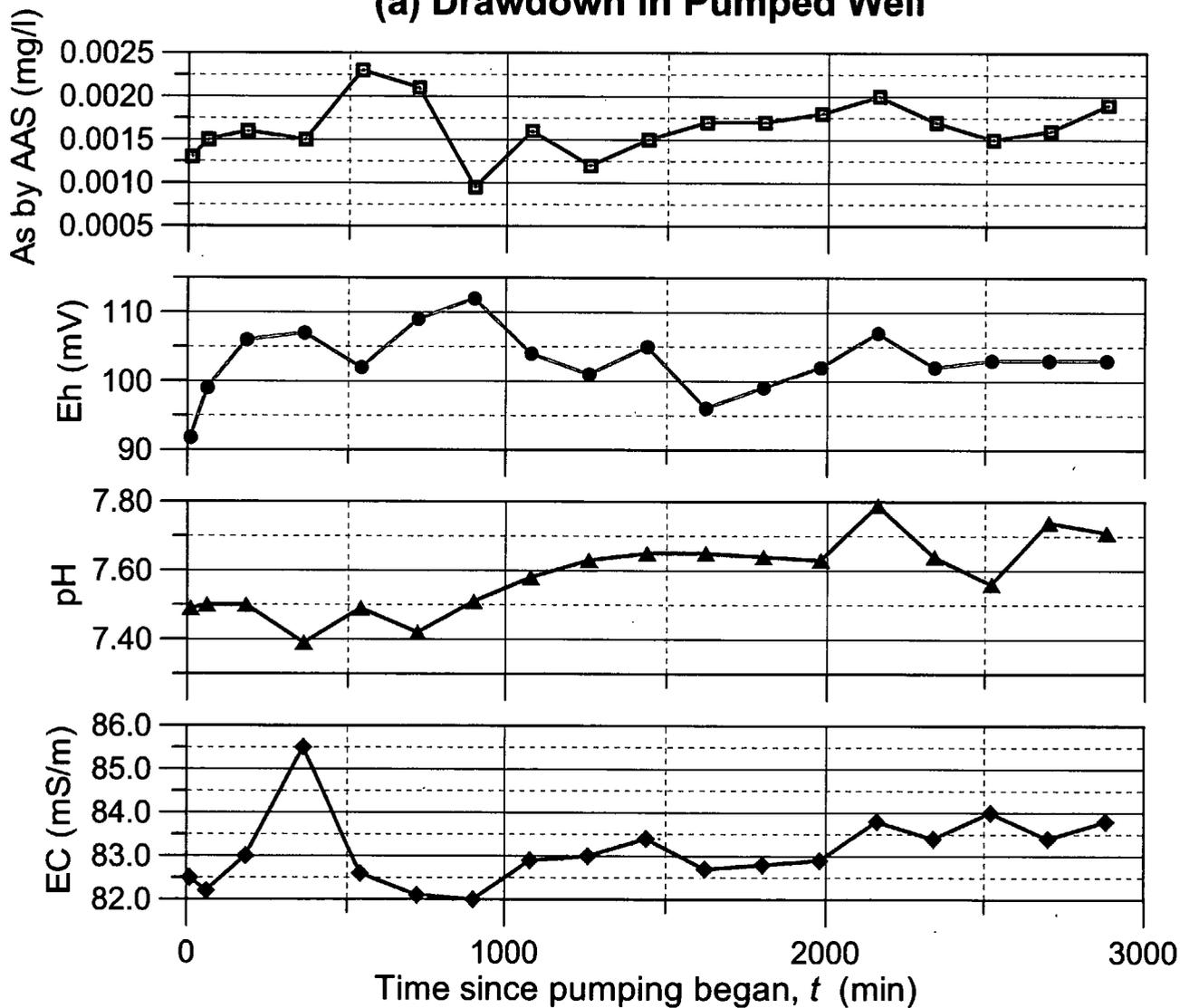
(b) Water Quality of Pumped Water

Location: Hamadh, Jhenaidah Pourashava
 Site No.: JH-2
 Well No.: Jh-2
 Well Depth: 301.0 m
 Well Diameter: 355.60 mm
 Screen Depths: 257.5-298.0m
 Screen Length: 19.5 m
 SWL: GL- 5.660 m on 04-06-2001

図 5.4.10	連続揚水試験時の水質変化図 JH-2(ジェナイダ)
THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	



(a) Drawdown in Pumped Well



(b) Water Quality of Pumped Water

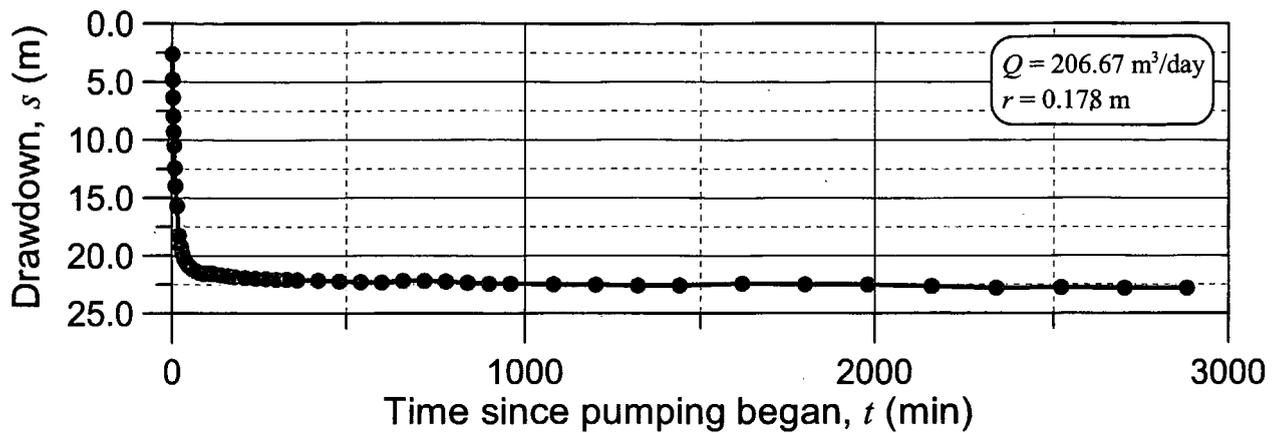
Location: Ghop, Jessore Pourashava
 Site No.: JS-1
 Well No.: Js-1
 Well Depth: 279.5 m
 Well Diameter: 355.60 mm
 Screen Depths: 260.5-273.5 m
 Screen Length: 13.0 m
 SWL: GL- 4.159 m on 17-07-2001

図 5.4.11

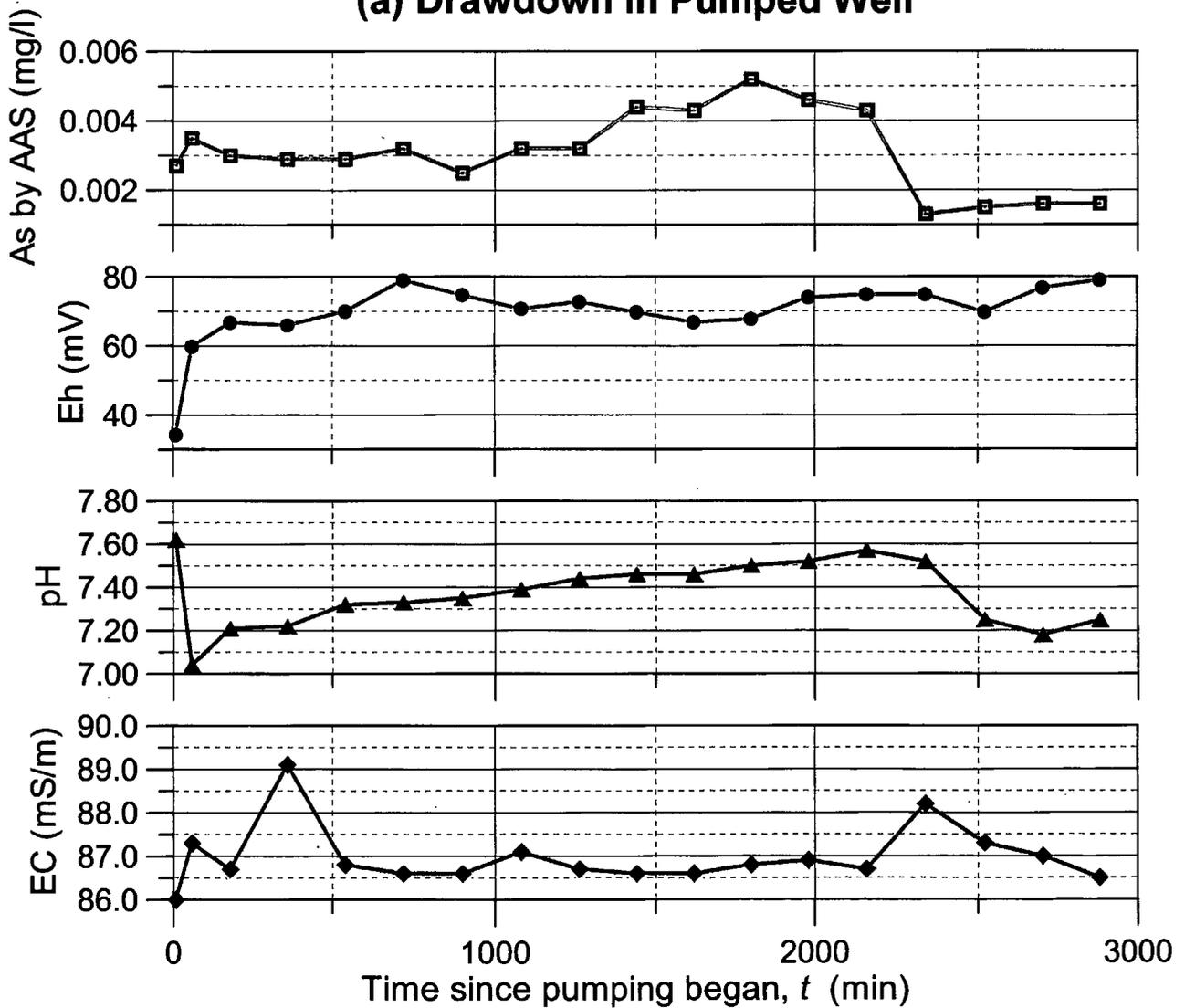
連続揚水試験時の水質変化図
JS-1(ジェソール)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Drawdown in Pumped Well



(b) Water Quality of Pumped Water

Location: Kharki,
 Jessore Pourashava
 Site No.: JS-2
 Well No.: Js-2
 Well Depth: 261.75 m
 Well Diameter: 355.60 mm
 Screen Depths: 239.50-255.75 m
 Screen Length: 16.25 m
 SWL: GL- 2.333 m
 on 03-08-2001

図 5.4.12

**連続揚水試験時の水質変化図
JS-2(ジェソール)**

**THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF
DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO
ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH**

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

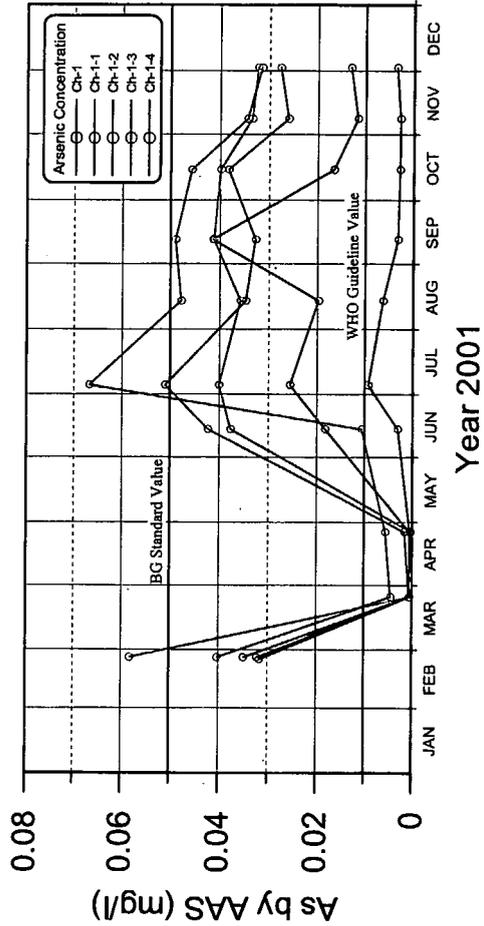
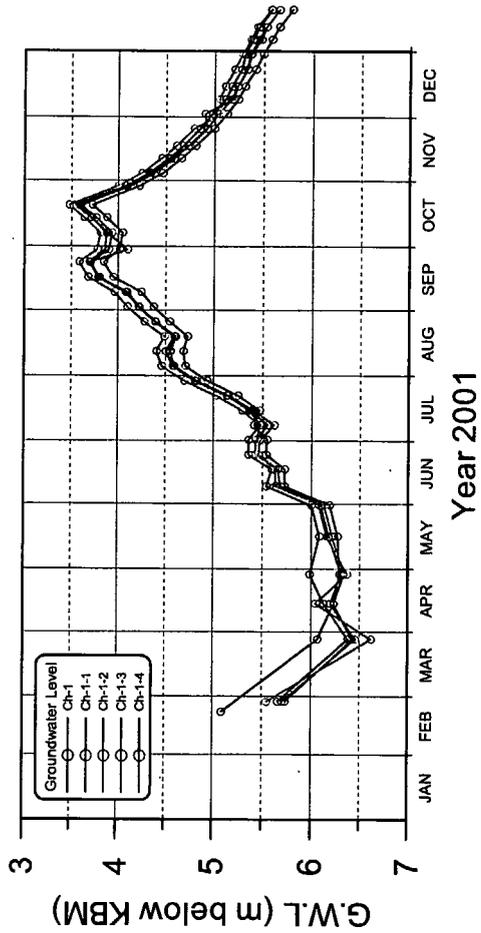
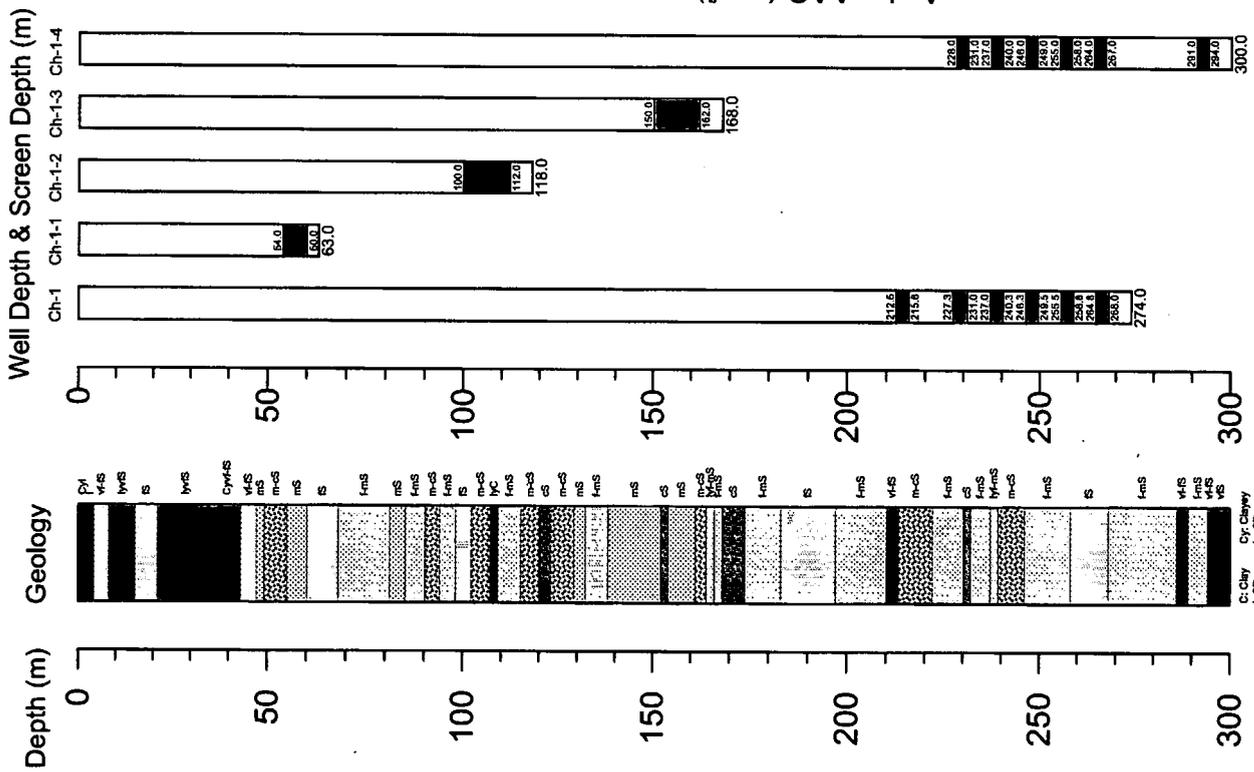
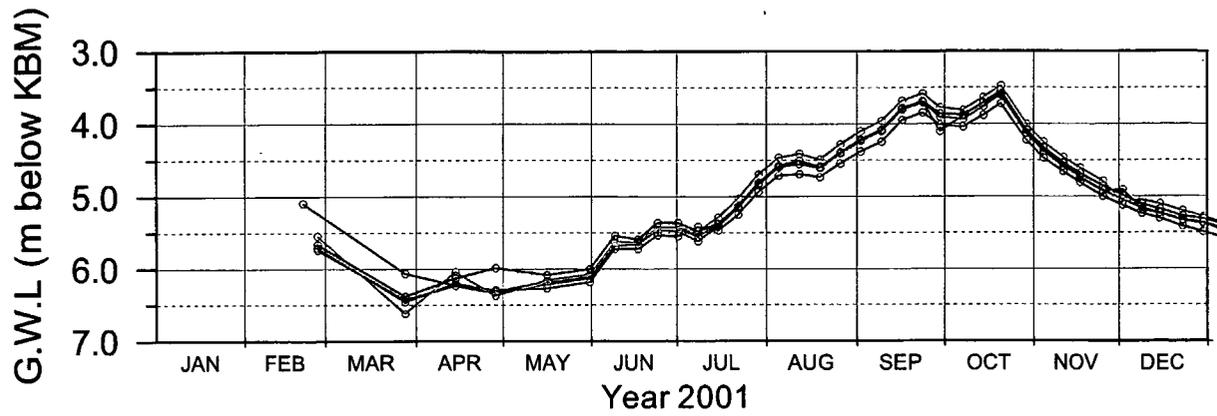


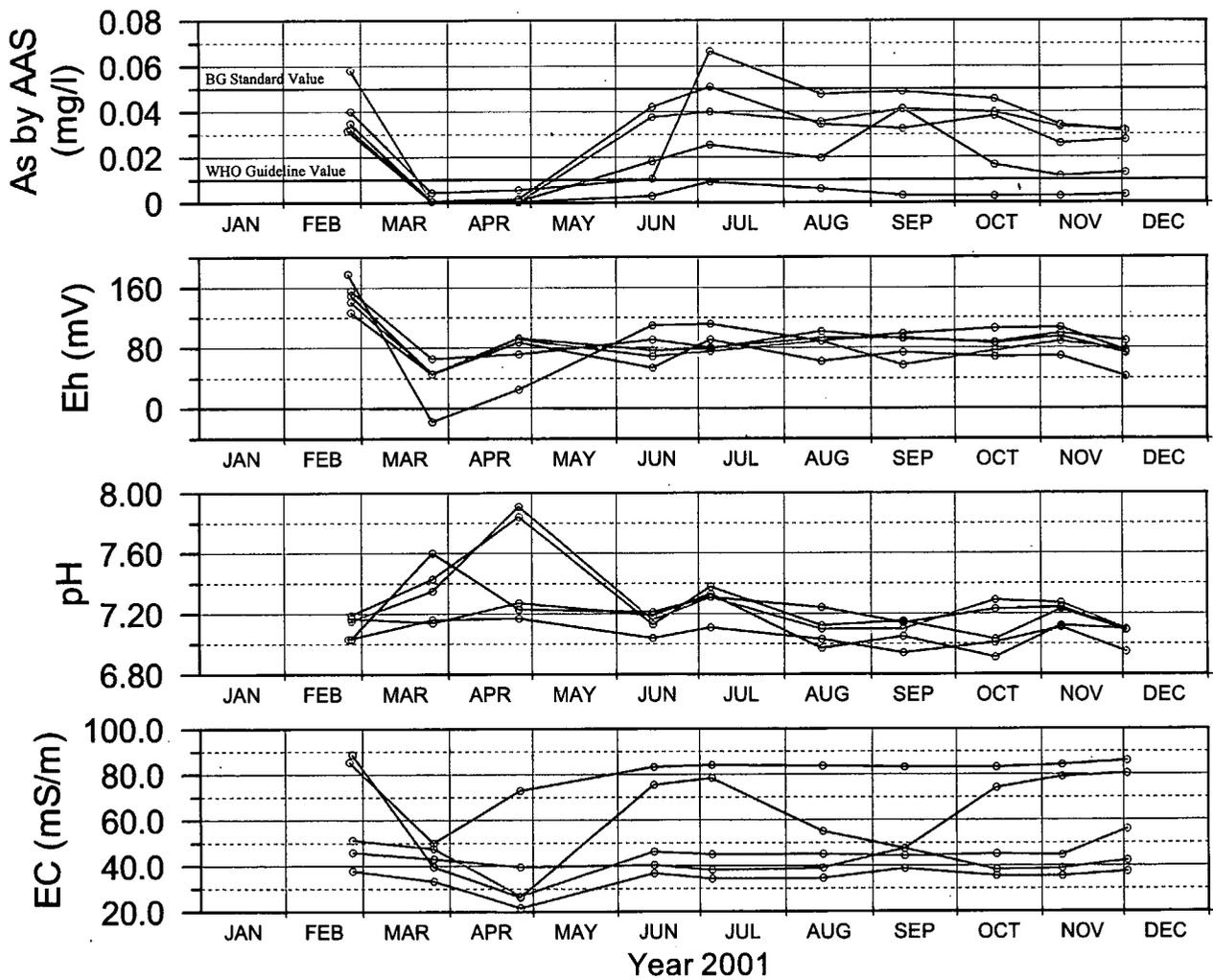
図 5.4.13 月別モニタリング結果
CH-1(ポシュハット、チュアダンガボルシヤバ)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Groundwater Level



(b) Groundwater Quality

Location: Poshu Hat,
Chudanga Pourashava
Site No.: CH-1

LEGEND	
○	Ch-1 (Depth = 274.0 m)
○	Ch-1-1 (Depth = 63.0 m)
○	Ch-1-2 (Depth = 118.0 m)
○	Ch-1-3 (Depth = 168.0 m)
○	Ch-1-4 (Depth = 300.0 m)

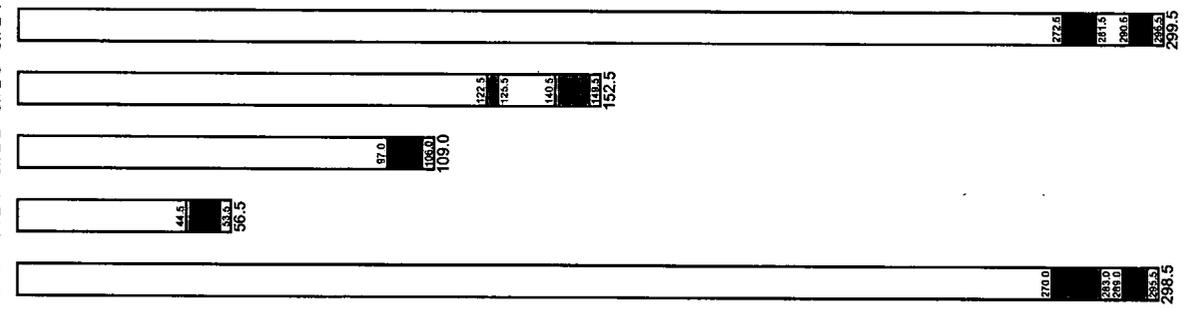
図 5.4.14

地下水位及び水質変化
CH-1(チュアダンガ)

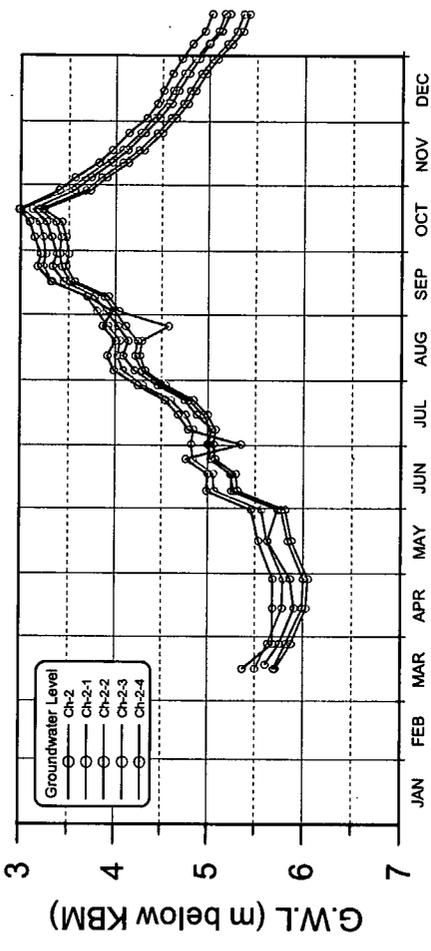
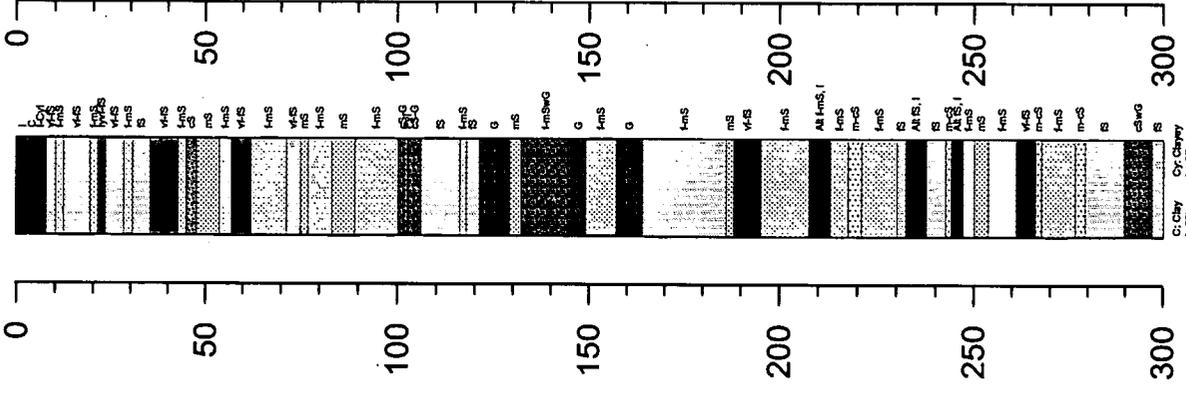
THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF
DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO
ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

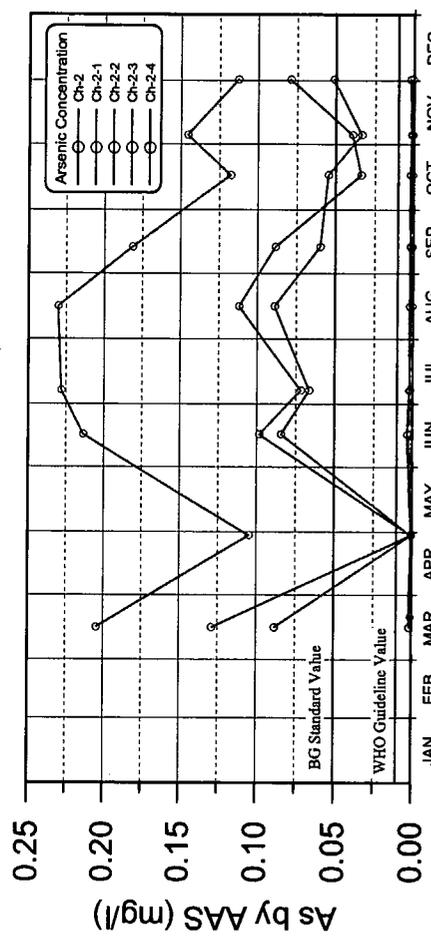
Well Depth & Screen Depth (m)



Depth (m)



Year 2001



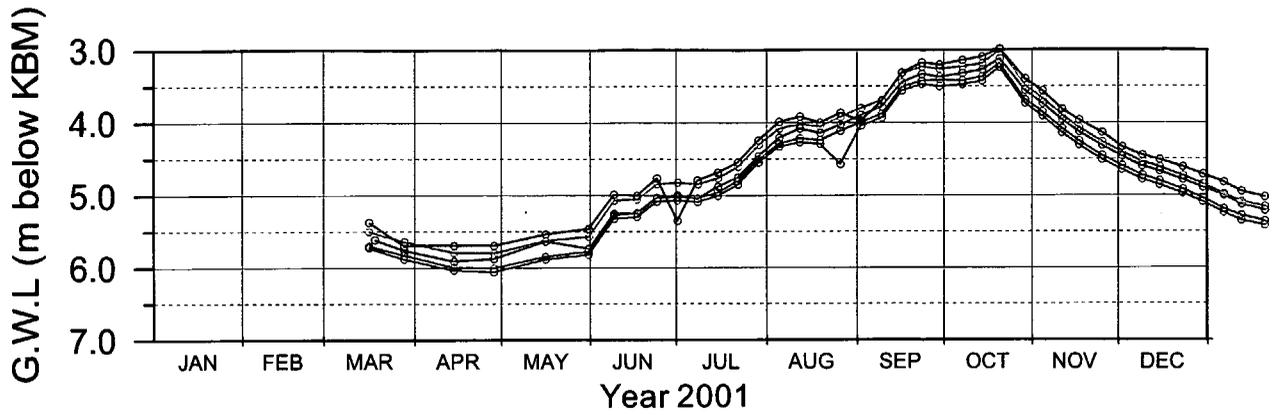
Year 2001

図 5.4.15

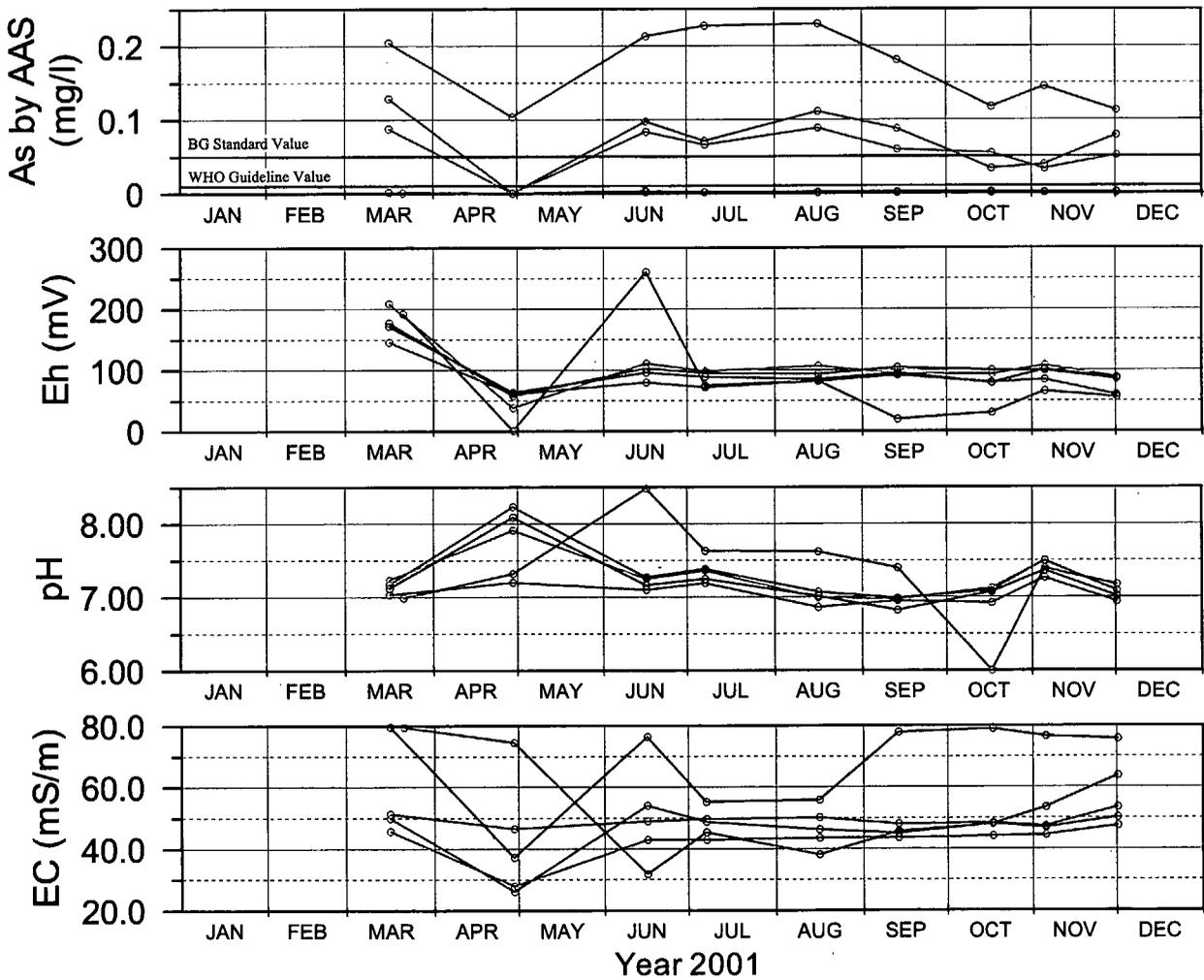
月別モニタリング結果
CH-2(ガールズカレッジ、チュアダンガボルシヤバ)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Groundwater Level



(b) Groundwater Quality

Location: Girls College,
Chuadanga Pourashava
Site No.: CH-2

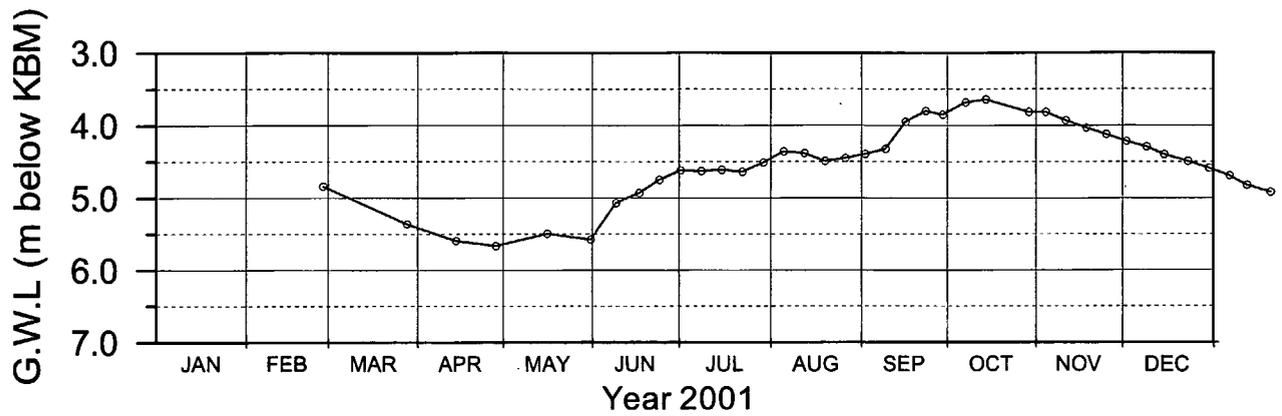
LEGEND	
○	Ch-2 (Depth = 298.5 m)
○	Ch-2-1 (Depth = 56.5 m)
○	Ch-2-2 (Depth = 109.0 m)
○	Ch-2-3 (Depth = 152.5 m)
○	Ch-2-4 (Depth = 299.5 m)

図 5.4.16

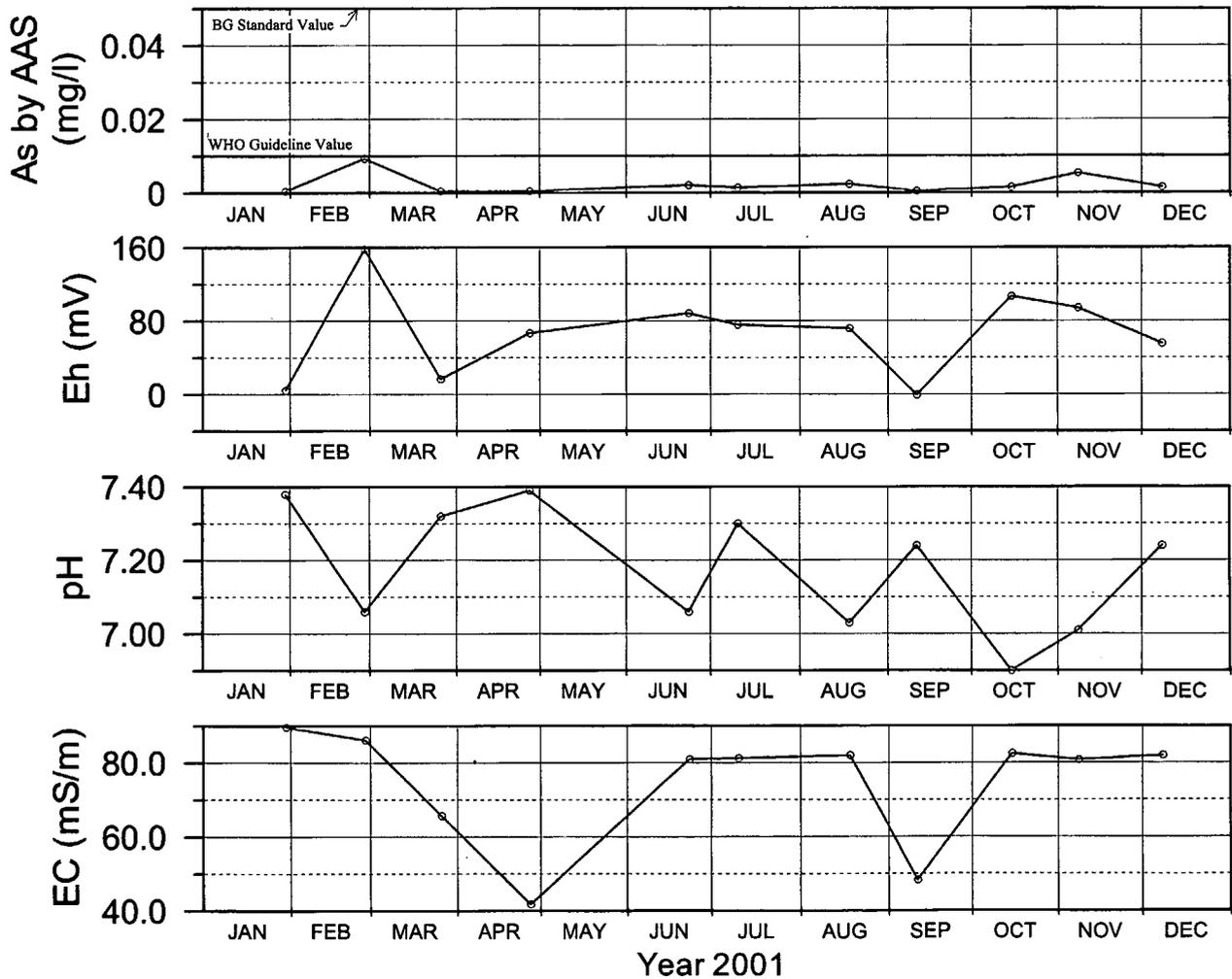
地下水位及び水質変化
CH-2(チュアダंगा)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF
DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO
ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Groundwater Level



(b) Groundwater Quality

Location: Bara Dudpatila,
Damurhuda Thana
CH-BD

Site No.:

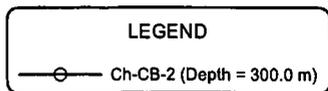


図 5.4.18

地下水位及び水質変化
CH-BD(チュアダンガ)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF
DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO
ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

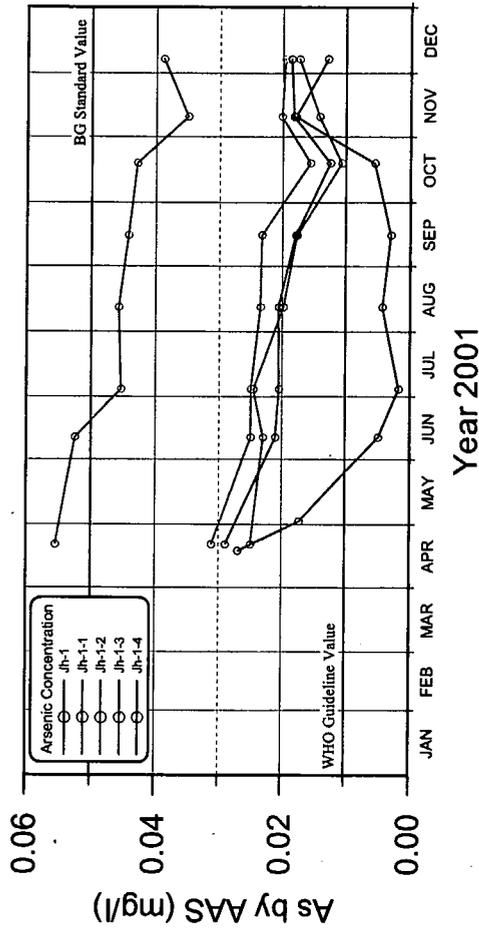
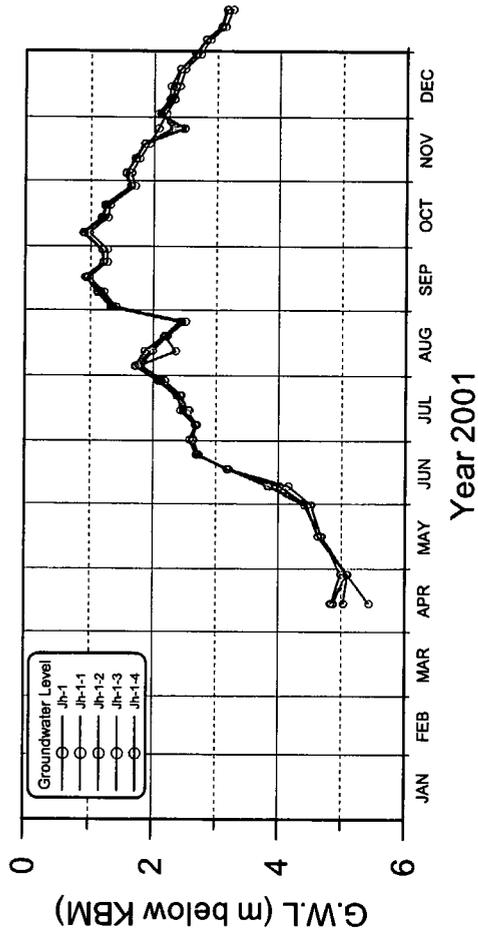
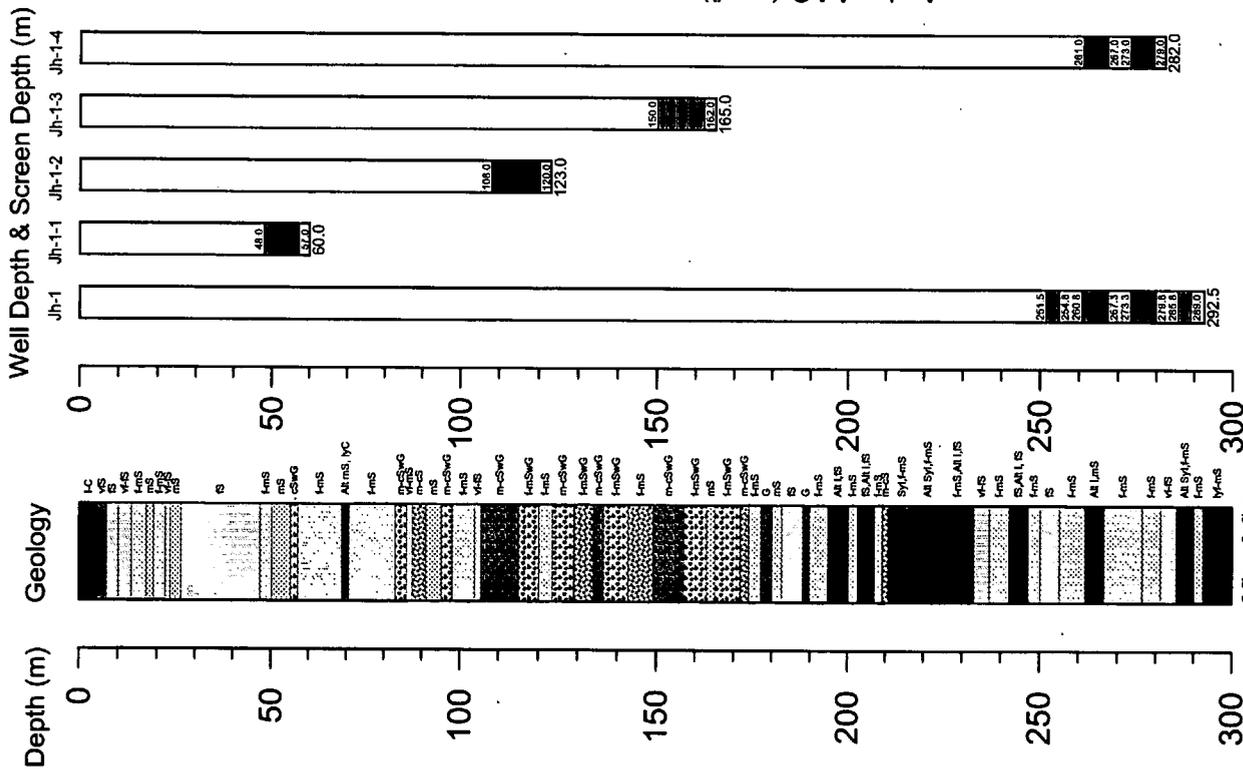
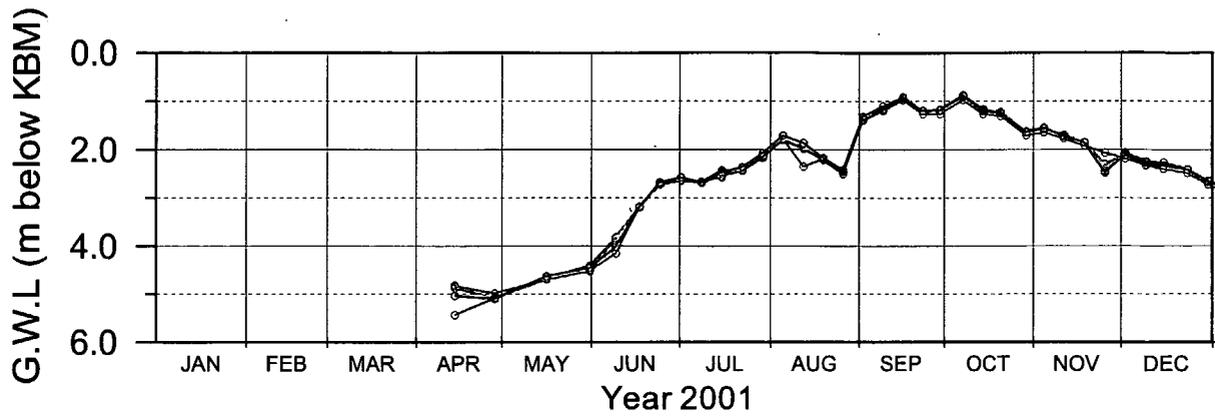


図 5.4.19

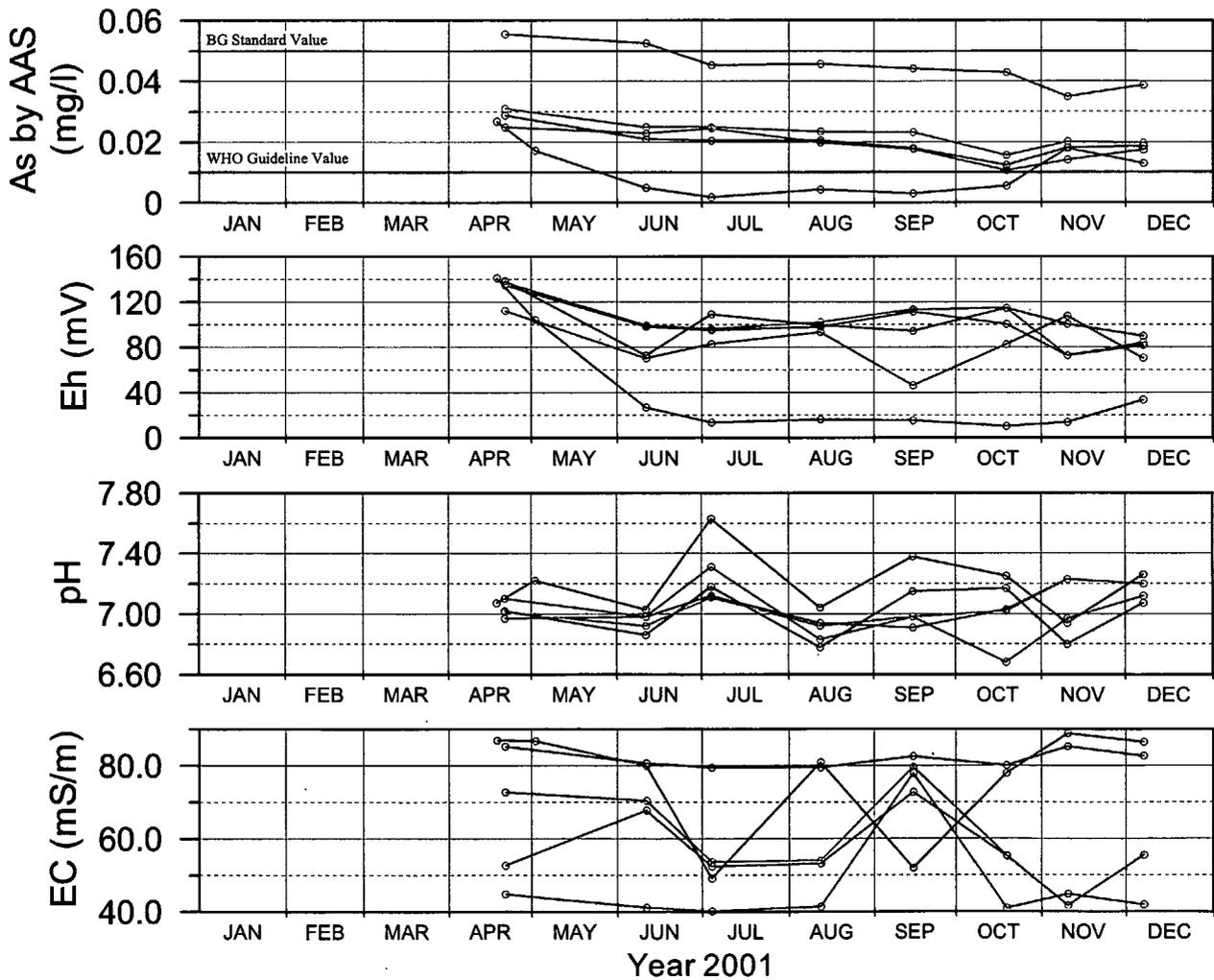
月別モニタリング結果
 JH-1(アラブプール、ジェナイダボルシヤバ)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Groundwater Level



(b) Groundwater Quality

Location: Arabpur, Jhenaidah Pourashava
 Site No.: JH-1

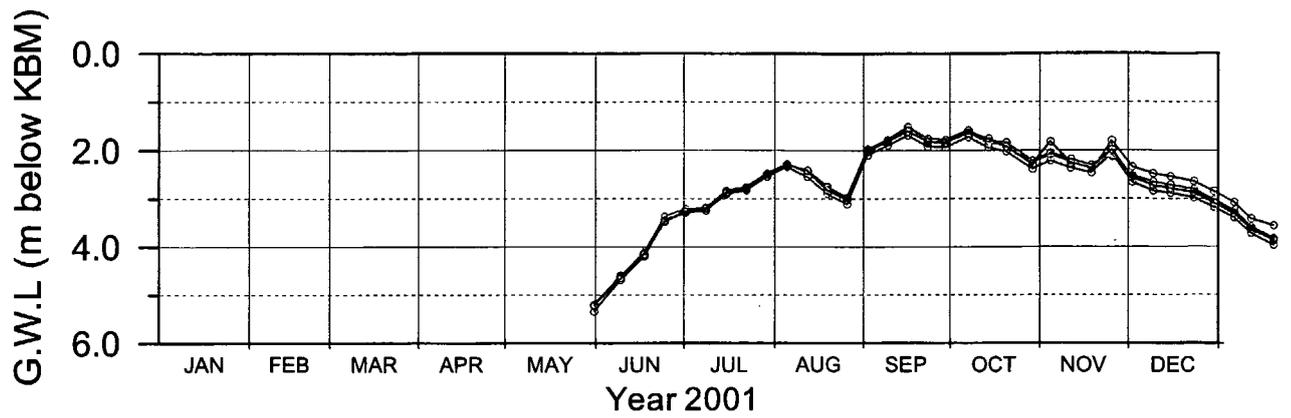
LEGEND	
○	Jh-1 (Depth = 292.5 m)
○	Jh-1-1 (Depth = 60.0 m)
○	Jh-1-2 (Depth = 123.0 m)
○	Jh-1-3 (Depth = 165.0 m)
○	Jh-1-4 (Depth = 282.0 m)

図 5.4.20

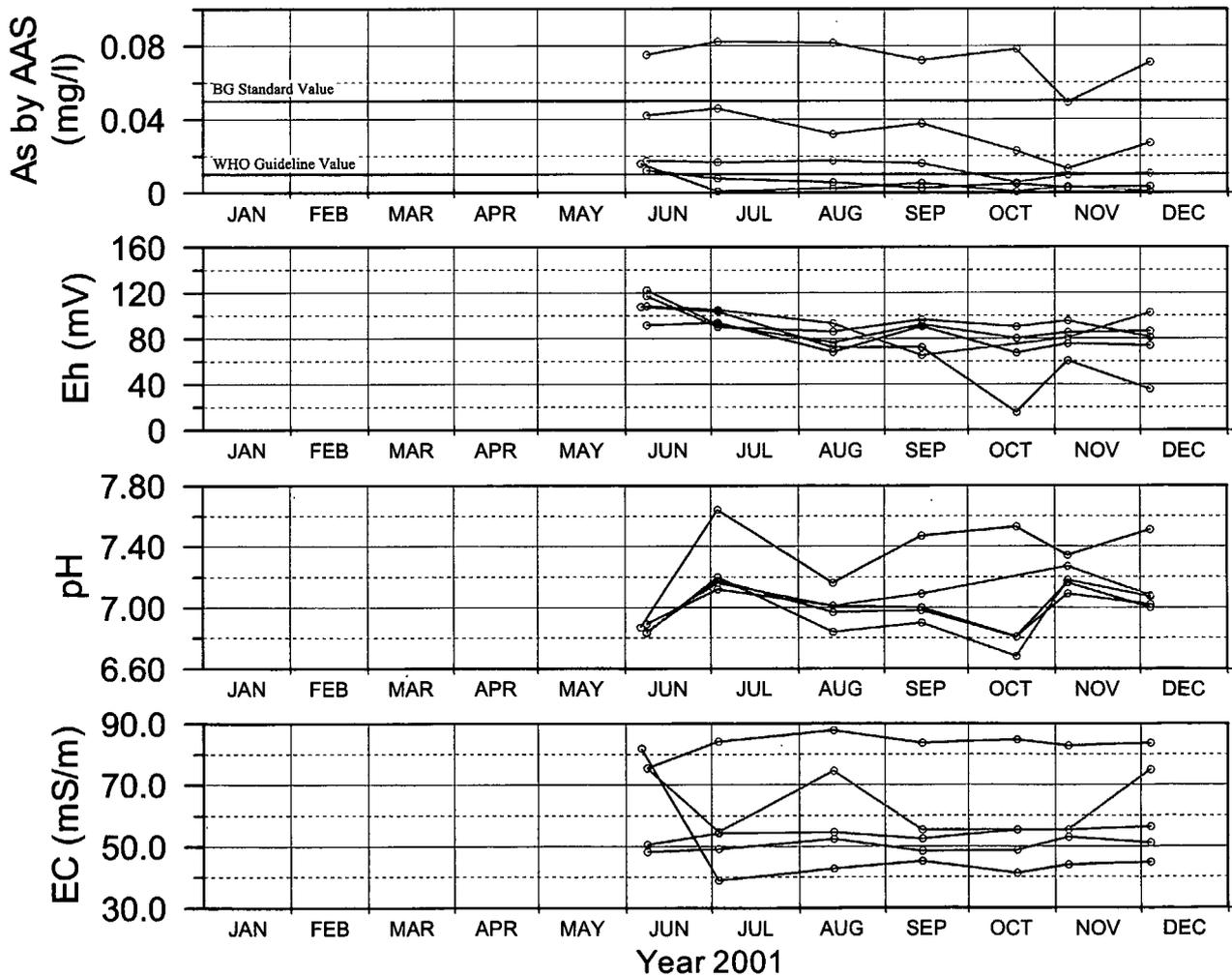
地下水位及び水質変化
 JH-1(ジェナイダ)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Groundwater Level



(b) Groundwater Quality

Location: Hamdah,
Jhenaidah Pourashava
Site No.: JH-2

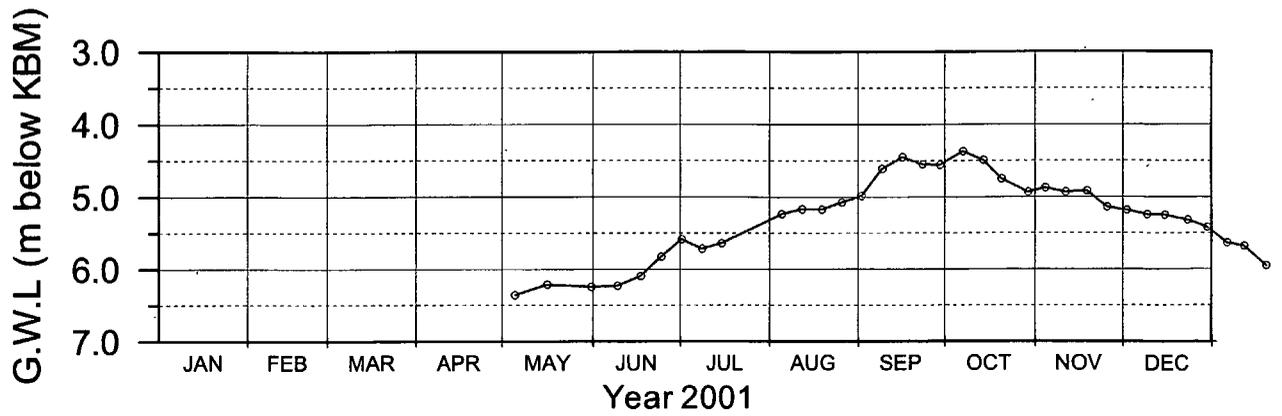
LEGEND	
○	Jh-2 (Depth = 301.0 m)
○	Jh-2-1 (Depth = 60.0 m)
○	Jh-2-2 (Depth = 111.0 m)
○	Jh-2-3 (Depth = 165.0 m)
○	Jh-2-4 (Depth = 273.0 m)

図 5.4.22

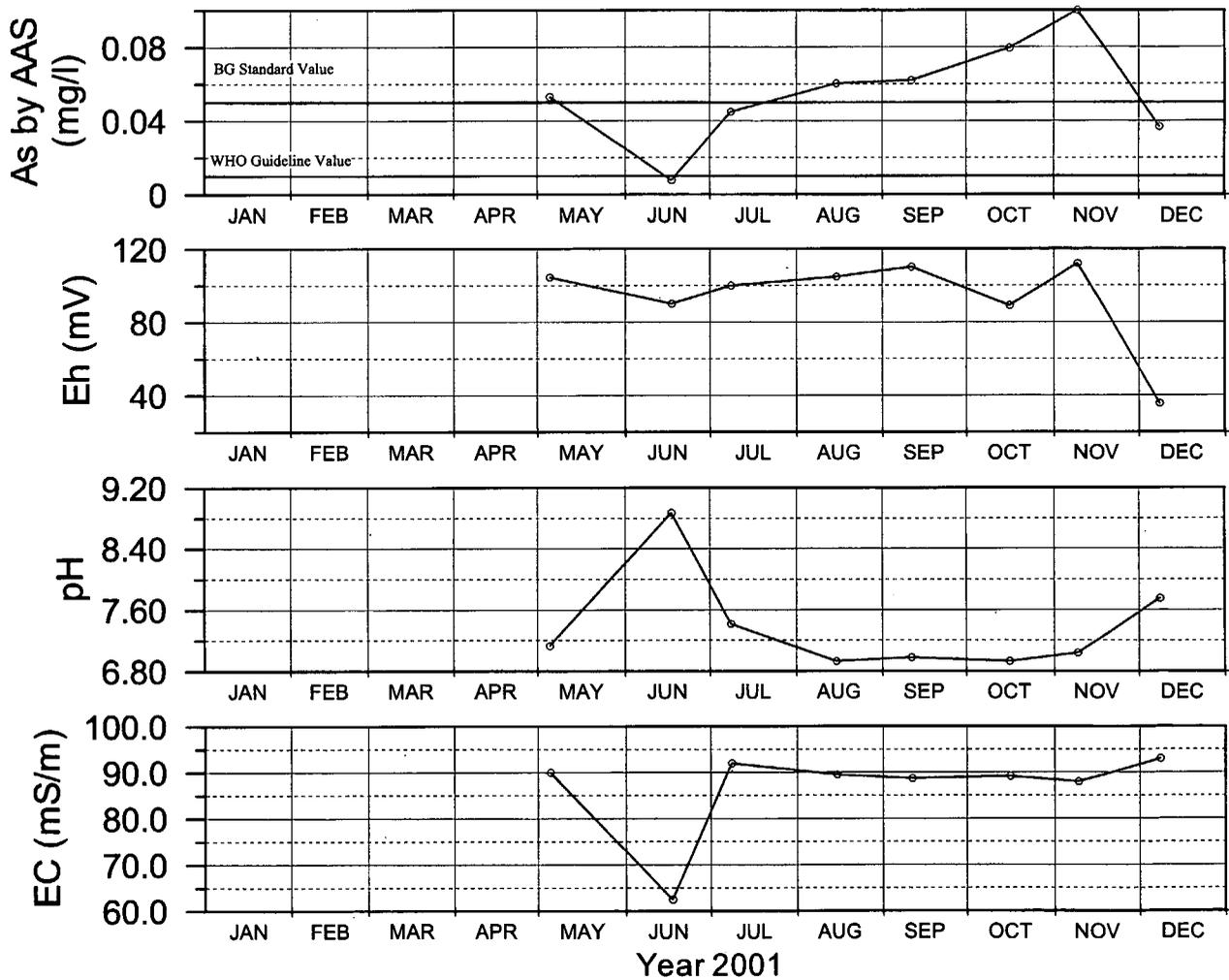
地下水位及び水質変化
JH-2(ジェナイダ)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Groundwater Level



(b) Groundwater Quality

Location: Krishna Chandrapur,
Moheshpur Thana
Site No.: JH-KC

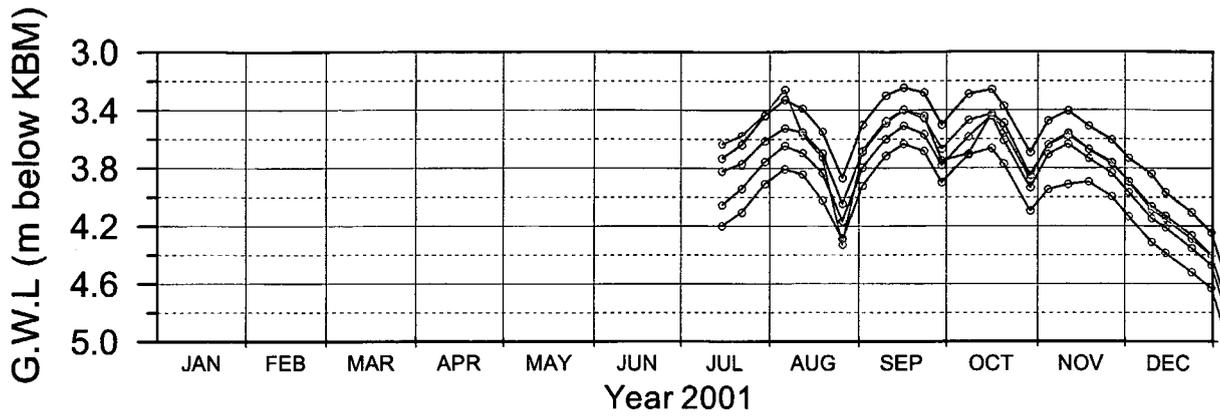
LEGEND
—○— Jh-CB-2 (Depth = 300.0 m)

図 5.4.24

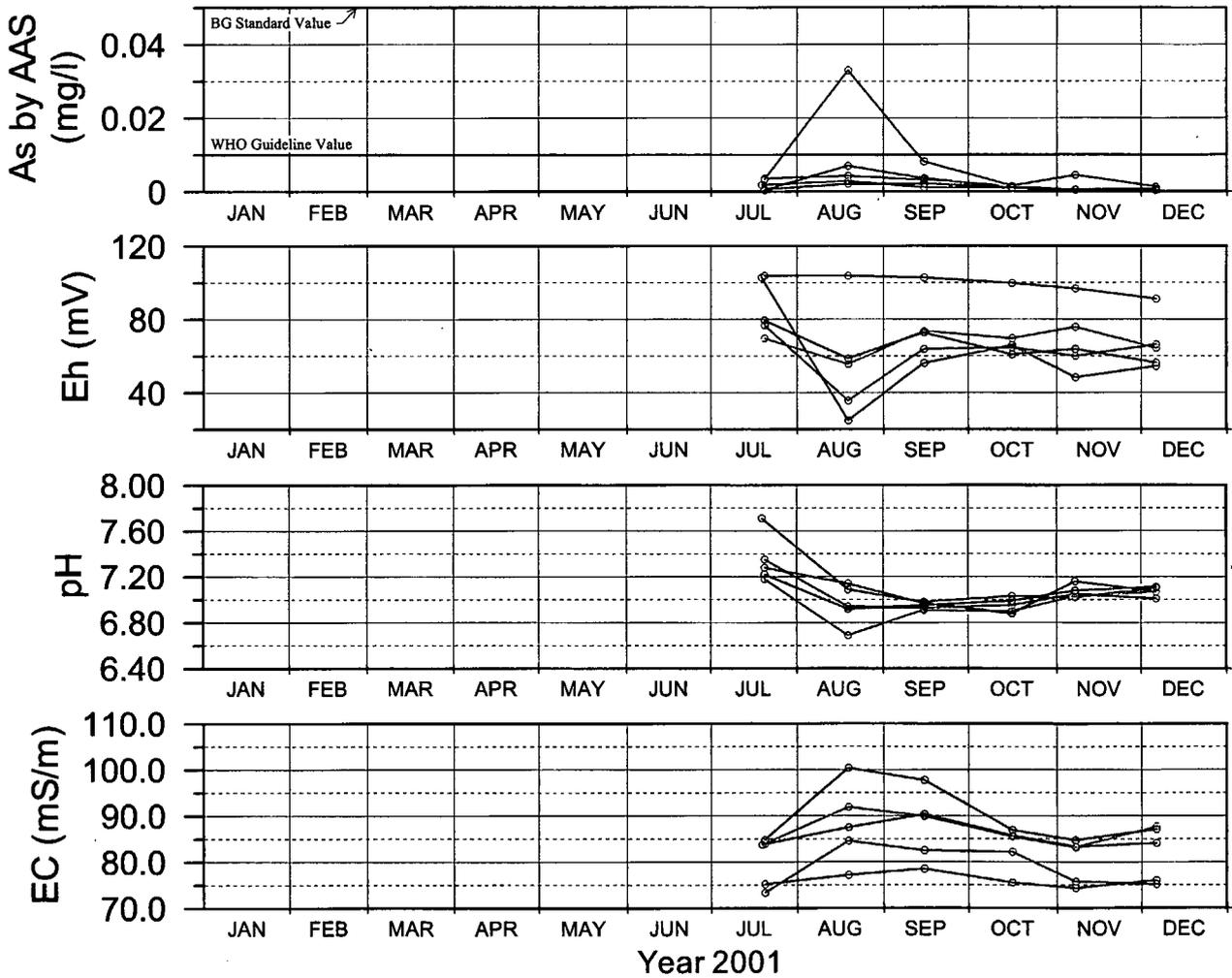
地下水位及び水質変化
JH-KC(ジェナイダ)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF
DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO
ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Groundwater Level



(b) Groundwater Quality

Location: Ghop,
Jessore Pourashava
Site No.: JS-1

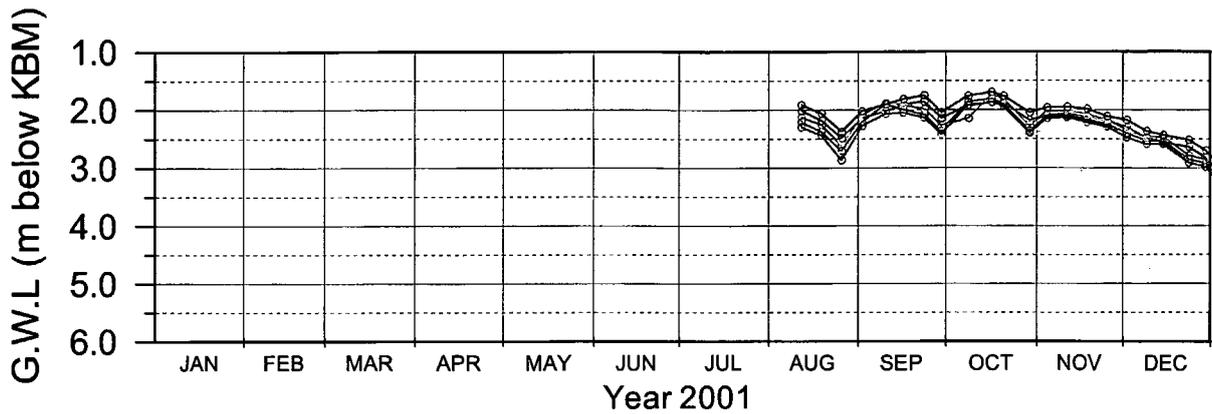
LEGEND	
○	Js-1 (Depth = 279.5 m)
○	Js-1-1 (Depth = 66.0 m)
○	Js-1-2 (Depth = 120.0 m)
○	Js-1-3 (Depth = 168.0 m)
○	Js-1-4 (Depth = 282.0 m)

図 5.4.26

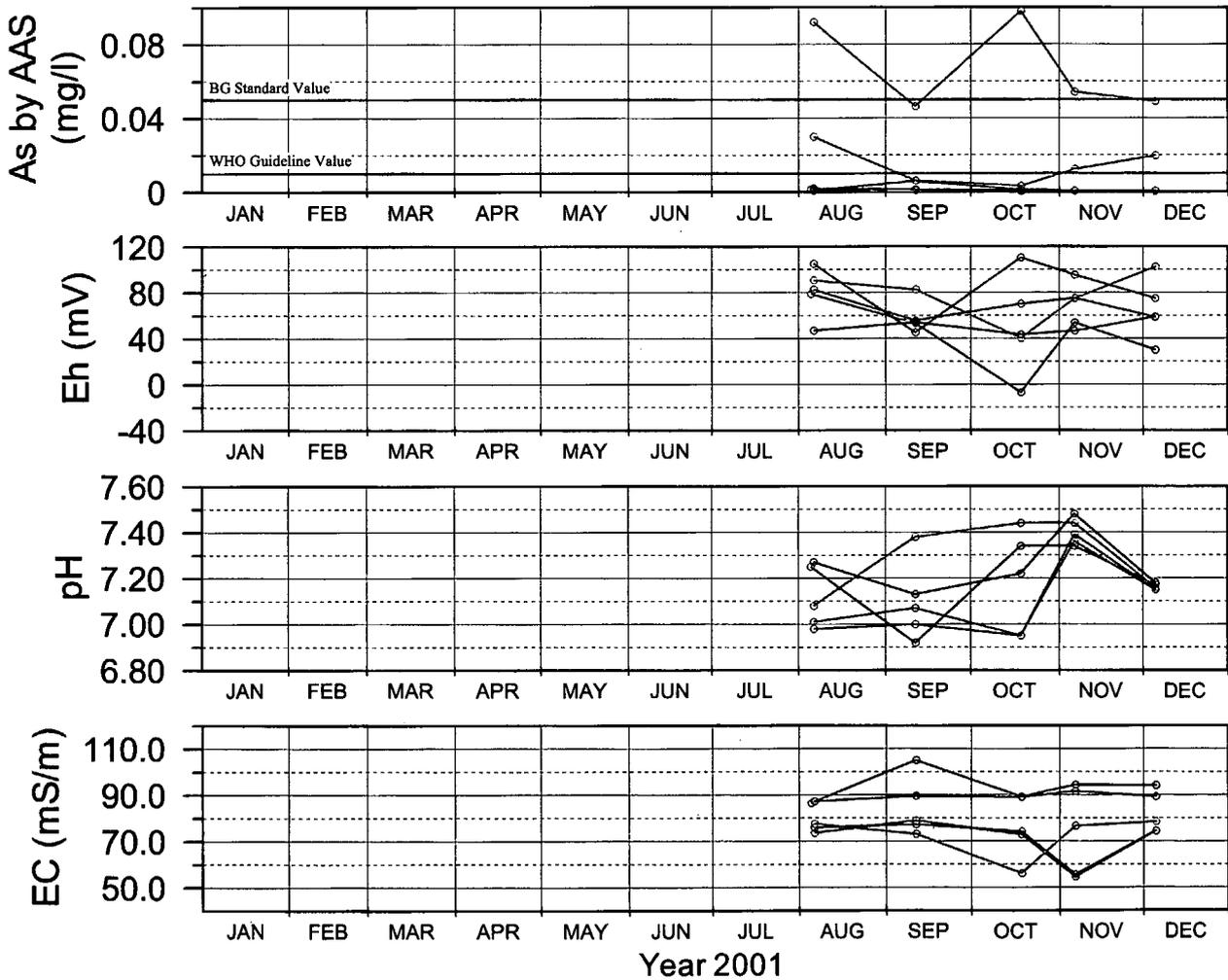
地下水位及び水質変化
JS-1(ジェソール)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF
DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO
ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Groundwater Level



(b) Groundwater Quality

Location: Kharki,
Jessore Pourashava
Site No.: JS-2

LEGEND	
○	Js-2 (Depth = 261.8 m)
○	Js-2-1 (Depth = 66.0 m)
○	Js-2-2 (Depth = 114.0 m)
○	Js-2-3 (Depth = 162.0 m)
○	Js-2-4 (Depth = 255.0 m)

図 5.4.28

地下水位及び水質変化
JS-2(ジェソール)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF
DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO
ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

Well Depth & Screen Depth (m)

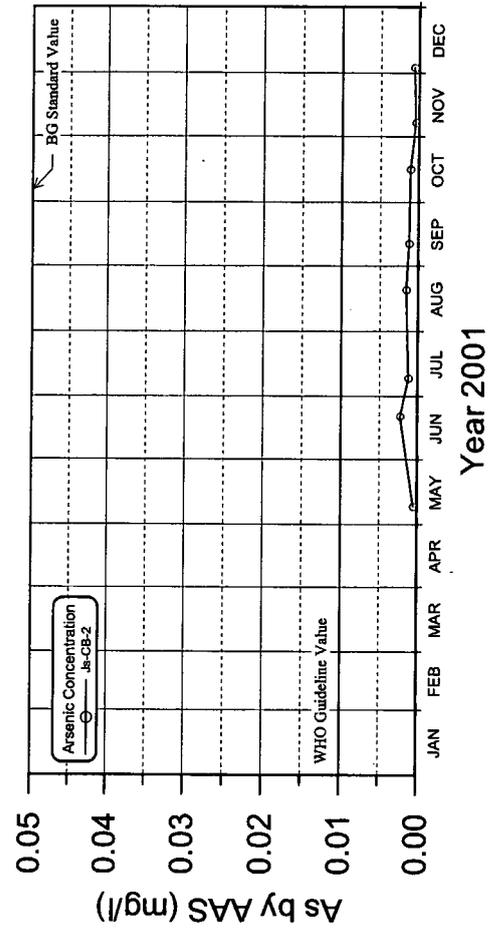
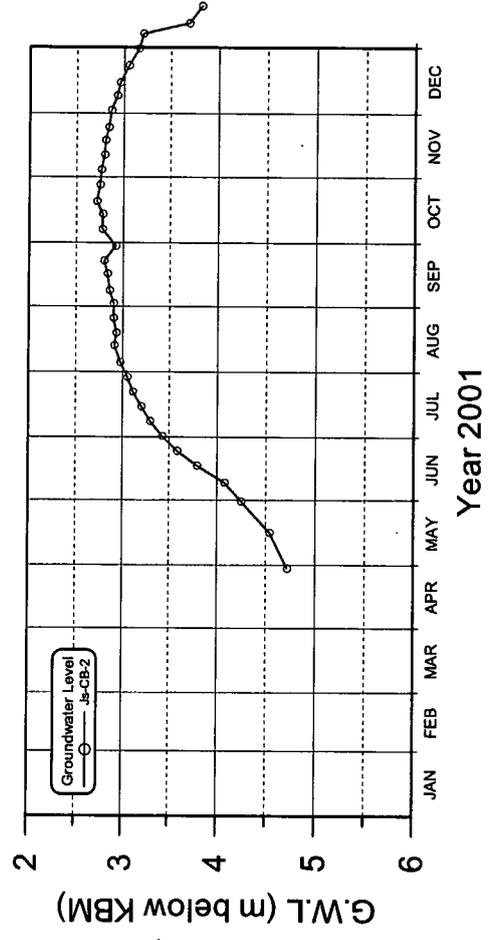
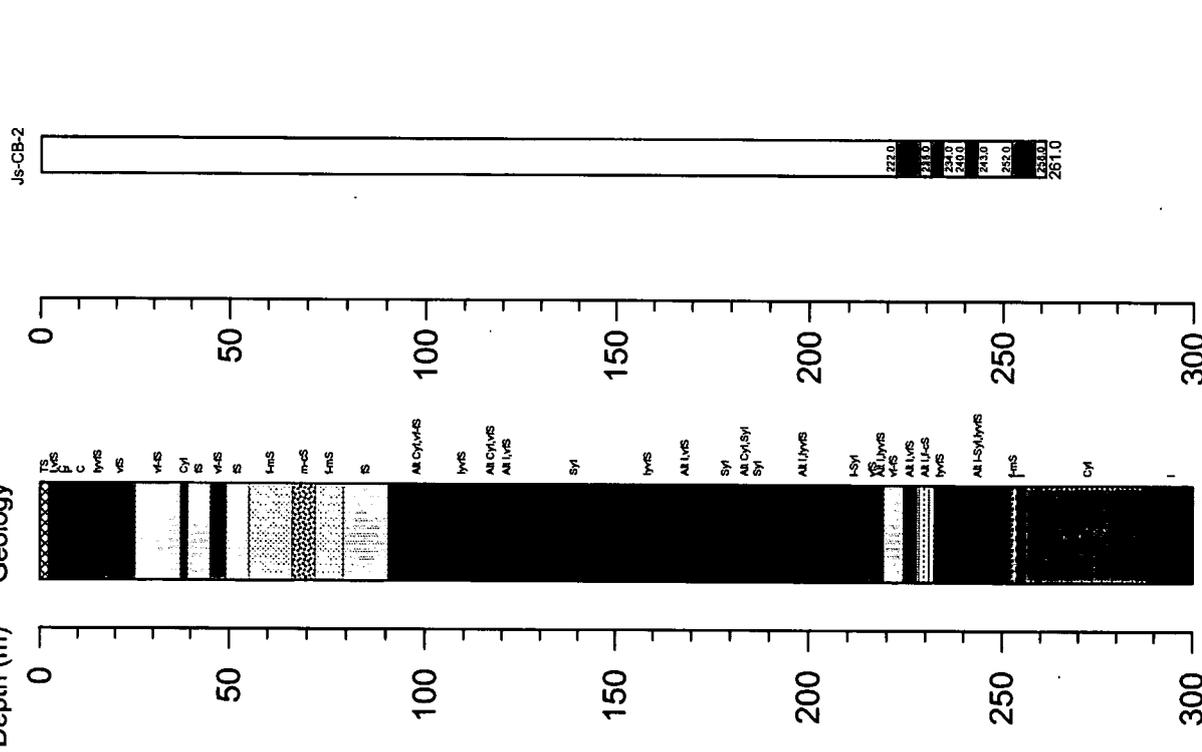
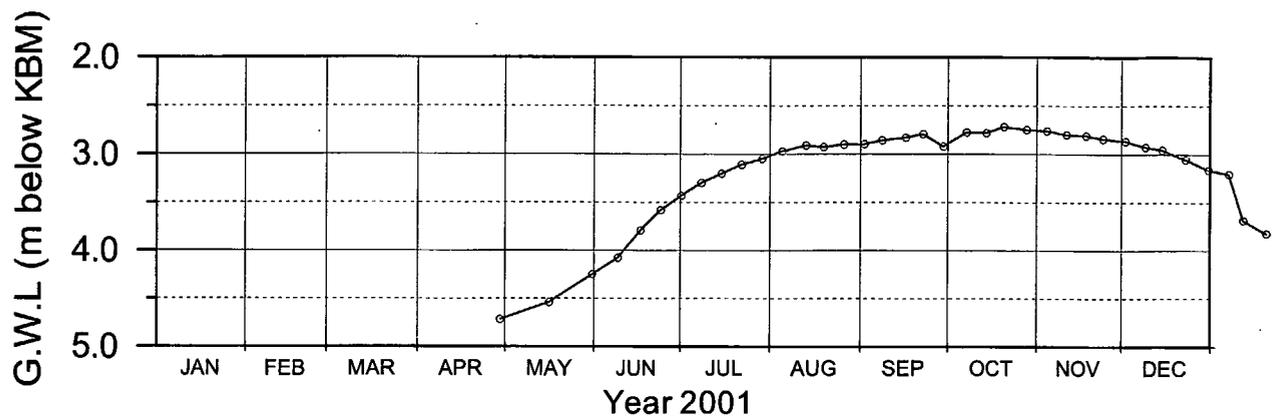


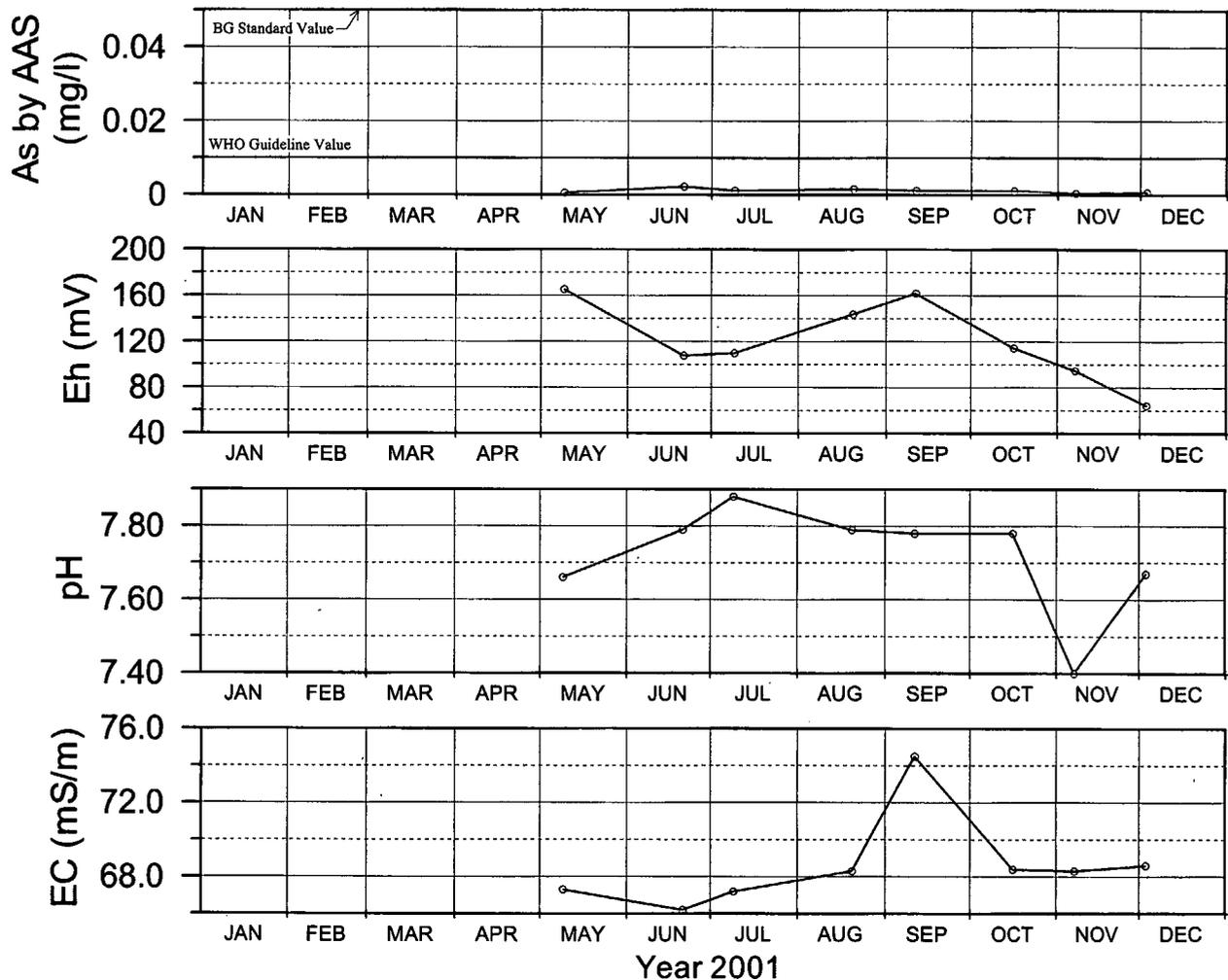
図 5.4.29 月別モニタリング結果 JS-RB(ラジュナガール、バンカパルジ、ケシャブール)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Groundwater Level



(b) Groundwater Quality

Location: Rajnagar Bankabarsi,
Keshabpur Thana
Site No.: JS-RB

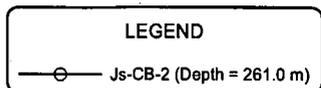
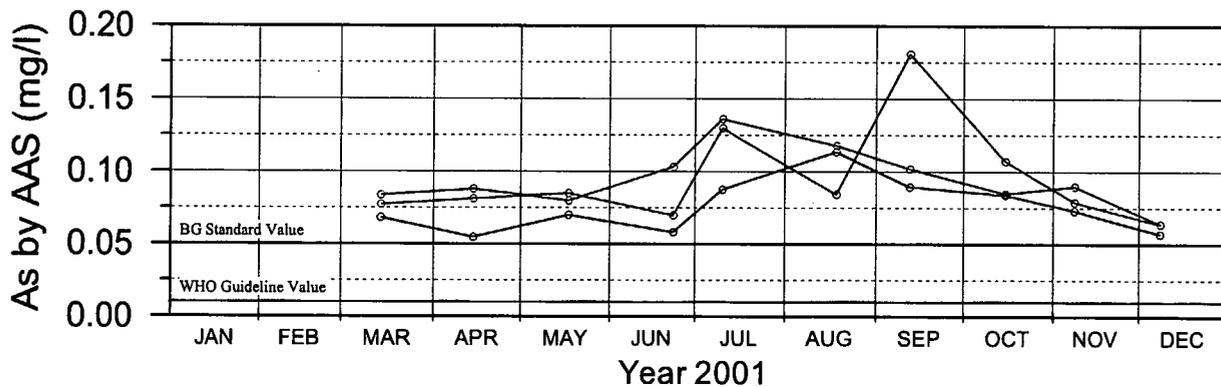


図 5.4.30

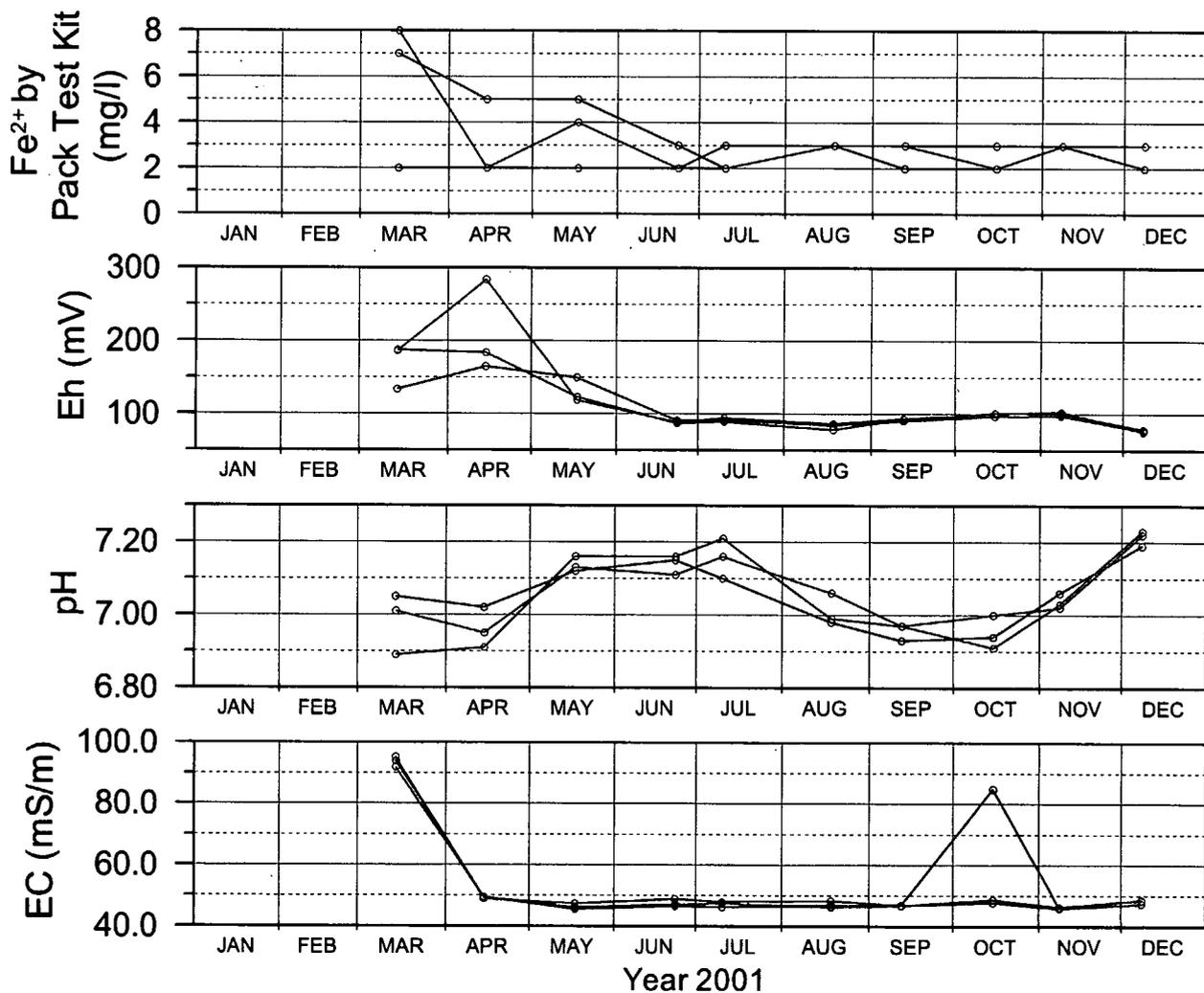
地下水位及び水質変化
JS-RB(ジェソール)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF
DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO
ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



(a) Arsenic Concentration

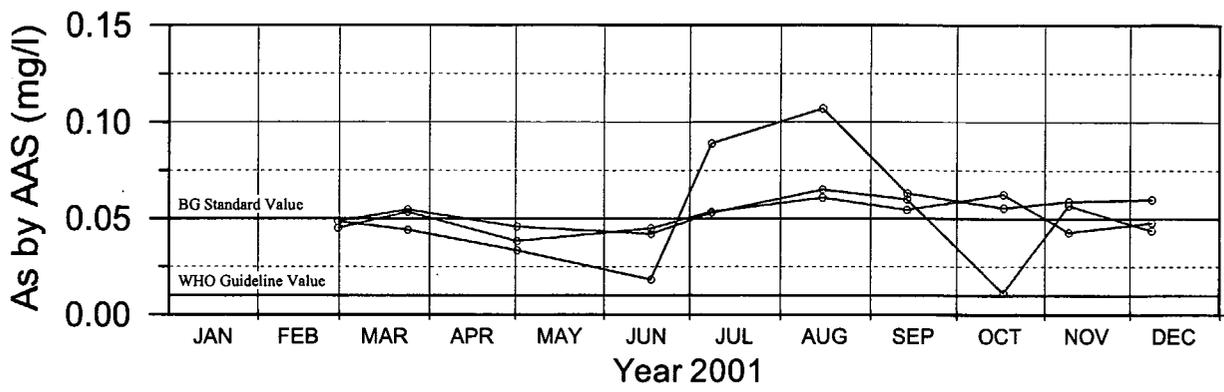


(b) Groundwater Quality

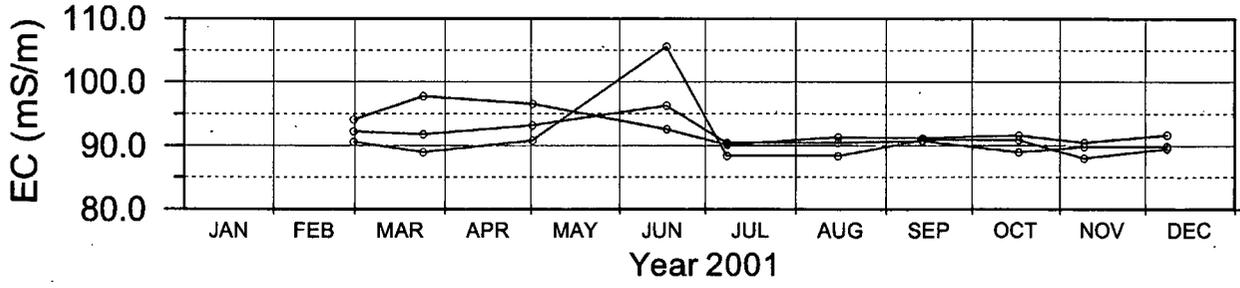
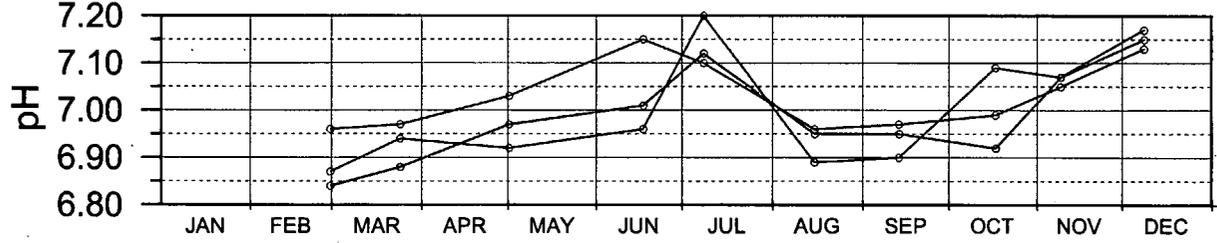
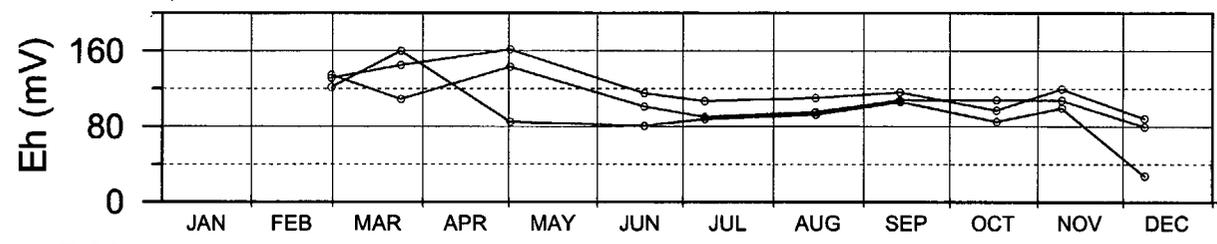
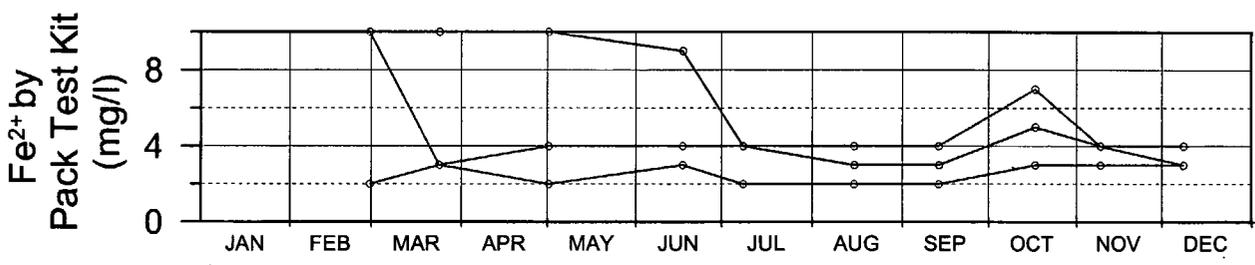
Location: Bara Dudpatila Village
 Damurhuda Thana
 Chuadanga District
 Site No.: BD-IDW

LEGEND
 ○ ImCD-1 [Type-A] (Depth = 103.5 m)
 ○ ImCD-2 [Type-B] (Depth = 105.0 m)
 ○ ImCD-3 [Type-C] (Depth = 101.6 m)

5.4.31	月別モニタリング結果 CH-BD(ポロドゥウパティラ、ダムルフダ)
THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	



(a) Arsenic Concentration

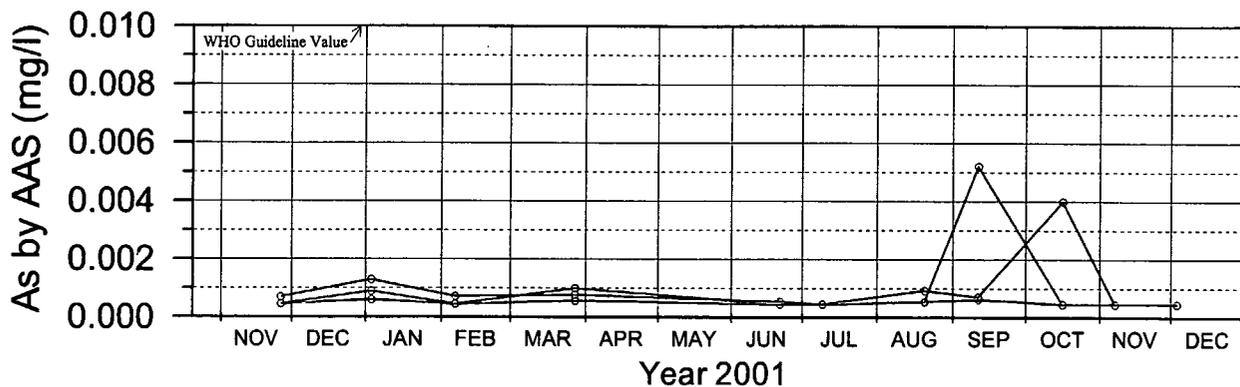


(b) Groundwater Quality

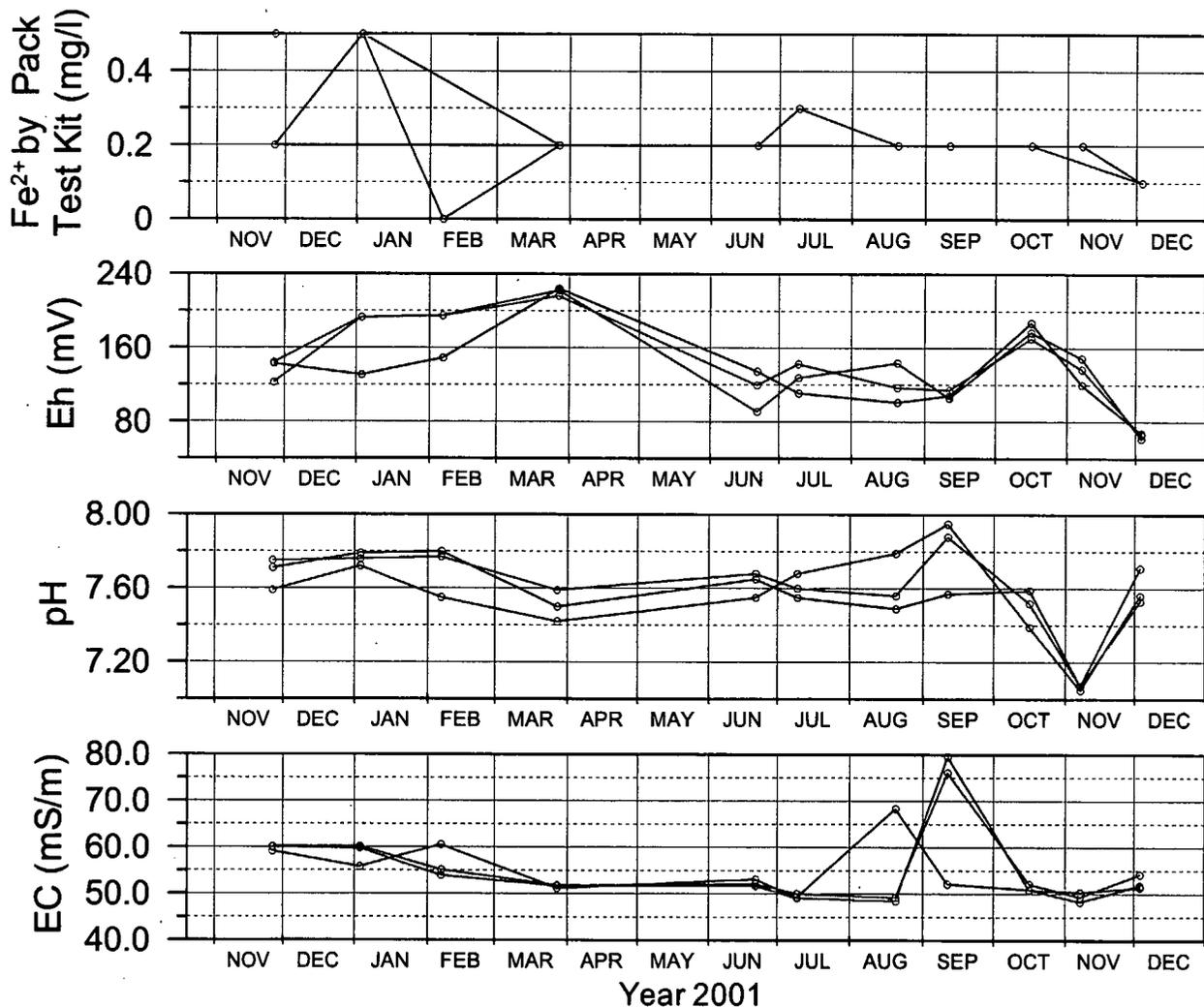
Location: Krishna Chandrapur Village
 Moheshpur Thana
 Jhenaidah District
 Site No.: JH-KC

LEGEND
 ○ ImHM-1 [Type-A] (Depth = 127.5 m)
 ○ ImHM-2 [Type-B] (Depth = 148.5 m)
 ○ ImHM-3 [Type-C] (Depth = 147.0 m)

図 5.4.32	月別モニタリング結果 JH-KC(クリシュナチャンドラプール、ジェナイダ)
THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	



(a) Arsenic Concentration



(b) Groundwater Quality

Location: Rajnagar Bankabarsi Village
Keshabpur Thana
Jessore District
Site No.: RB-IDW

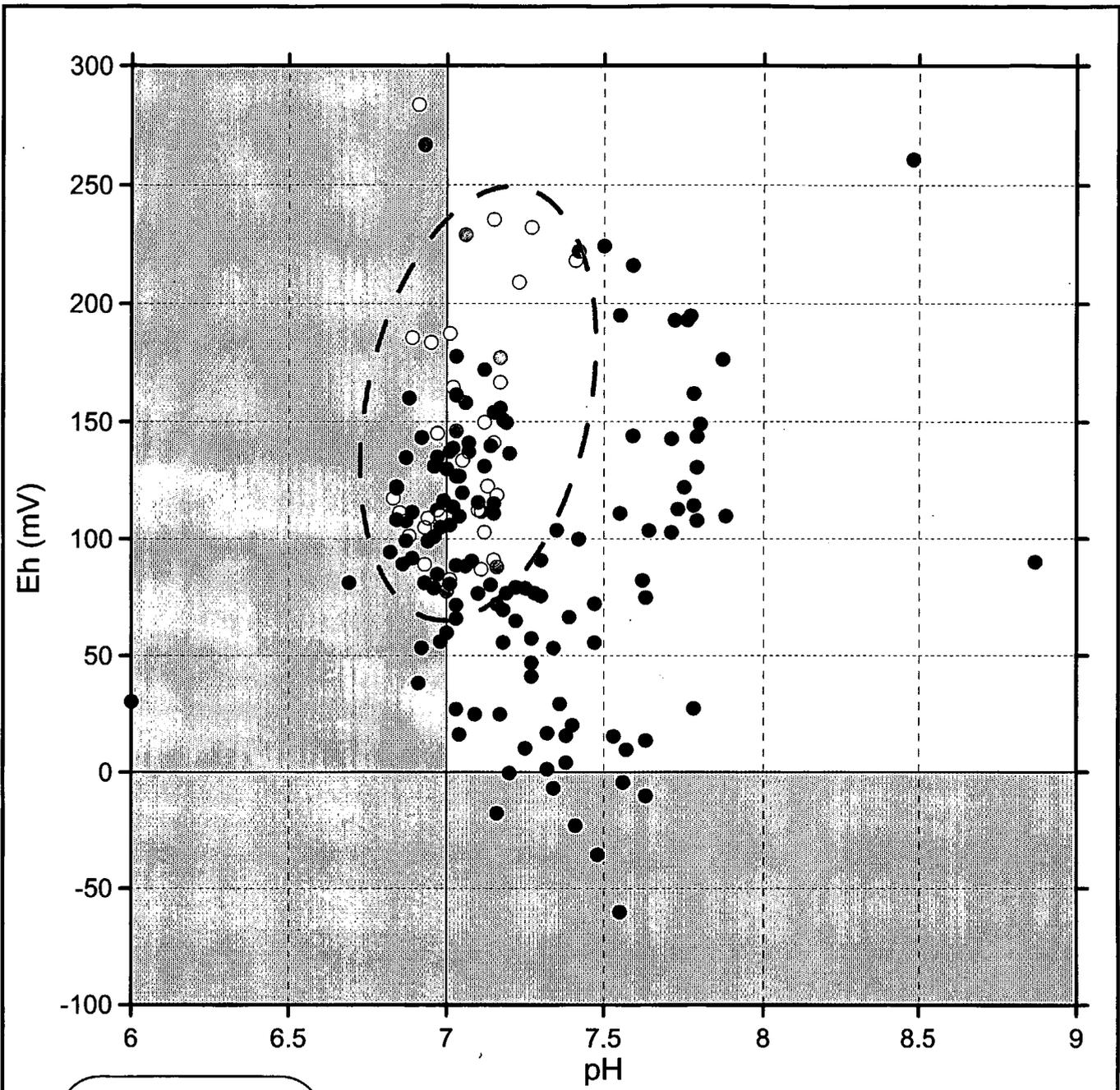
LEGEND	
○	ImJK-1 [Type-A] (Depth = 217.8 m)
○	ImJK-2 [Type-B] (Depth = 212.2 m)
○	ImJK-3 [Type-C] (Depth = 214.6 m)

図 5.4.33

月別モニタリング結果
JS-RB(ラジュナガール バンカバルシ、ケシャプール)

THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



- As Concentration (mg/l)
Analyzed by AAS
- 0 to 0.005
 - 0.005 to 0.01
 - 0.01 to 0.05
 - 0.05 to 0.1
 - 0.1 to 0.5
 - 0.5 to 1
 - 1 to 2

High Arsenic Concentration Zone

[The ORP, pH and arsenic concentrations were measured in the monthly monitoring program in 2001. The arsenic concentrations were analyzed by the AAS in Jhenaidah Laboratory.

The reading ORP values were converted into Eh values by:
 $Eh (mV) = [ORP \text{ meter reading value (mV)}] - 0.71978 * [Temp (deg-C)] + 224.363$

図 5.4.34	観測井／観測孔から得られた地下水の Eh-pH-As相関図
THE STUDY ON THE GROUNDWATER DEVELOPMENT OF DEEP AQUIFERS FOR SAFE DRINKING WATER SUPPLY TO ARSENIC AFFECTED AREAS IN WESTERN BANGLADESH	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	