2．汚染の発見から調査・対策の経緯

２．汚染の発見から調査・対策の経緯

- トリクロロエチレンは、平成６年９月の表層ガス調査により検出された。
- ふっ素、ほう素は、平成１３年１１月の表層土壌調査により、土壌環境基準を超過していることが判明した。
- ＶＯＣ類の汚染土壌は、宙水集水浄化、揮散処理、還元剤混合処理、蒸気注入処理、ガス吸引処理により浄化した。
- ふっ素、ほう素の汚染土壌は、掘削除去場外搬出処理（セメント原料化）、宙水洗浄工法、砂層洗浄工法により浄化した。

2．1　全体の経緯・流れ

VOC類の調査・対策の経緯を表2－1に、重金属類の調査・対策の経緯を表2－2に示す。

表2－1　VOC類の調査・対策の経緯

	年月	実施内容	図番号
1	H6．9 ～ H7．5	工場全域の表層ガス調査(25m間隔)(軽量鉄骨ヤードとプレスヤードでトリクロロエチレンを検出)	図2－1
2	H7．7 ～ H7．10	高濃度地点でボーリング調査(トリクロロエチレンの汚染を把握)	図2－2
3	H8．3 ～ H8．4	立孔(径3.5m、深さ6.5m)及び水平ボーリング(第二宙水層8本)設置、揚水浄化開始	図2－3
4	H8．6 ～ H8．7	吸引設備を追加	図2－4
5	H8．9 ～ H8．12	立孔3m増深及び水平ボーリング4本追加により第三宙水層からも揚水浄化開始	図2－5
6	H13．11～H13．12	工場全域のボーリング再調査(100本)(土壌・地下水VOC汚染を把握)	図2－6
7	H13．11～H14．3	VOC対策井を設置、拡散防止の揚水開始	図2－7
	H15．5	(工場操業停止)	
8	H15．9	VOC類の揚水井の増設	図2－8
	H16．4 ～	(解体工事)	
9	H16．5 ～ H16．8	浄化範囲確定のためのボーリング調査(65本)	図2－9
10	H16．4 ～ H18．8	土壌浄化工事 ①蒸気注入工法　②ガス吸引工法 ③揮散処理工法　④還元剤混合処理工法	図2－10 ～ 図2－15

表2－2 重金属類の調査・対策の経緯

	年月	実施内容	図番号
1	H12. 4 ～H12. 6	東地区で重金属(13項目)等表層調査	図2－16
2	H13. 11～H13. 12	西地区で重金属等表層調査を行い、ふっ素、ほう素の土壌汚染を把握	図2－17
3	H 3. 11～H14. 8	両地区でボーリング調査(1000m²毎)を行い土壌ふっ素、ほう素汚染を把握	図2－18
4	H14. 11～H15. 1	土壌追加調査、ほう素対策井を設置、拡散防止の揚水浄化開始	図2－19
5	H15. 5	(工場操業停止)	
6	H15. 6 ～ H15. 9	ふっ素、ほう素汚染源のフリット滓撤去	図2－20
7	H15. 9	ほう素の揚水井、観測井を増設	図2－8 図2－21
8	H16. 4～	(解体工事)	
9	H16. 5 ～ H16. 9	浄化範囲確定のためのボーリング調査(104本)	図2－22
10	H16. 4 ～ H18. 8	土壌浄化工事 ①掘削搬出・セメント原料化処理 ②宙水洗浄工法 ③砂層洗浄工法	図2－23 ～ 図2－30

2．2 汚染の調査、対策の内容

VOC類、重金属（ふっ素、ほう素）の調査及び対策の具体的な経緯を、ステップ毎に示す。

2．2．1 VOC類の調査・対策

平成6年7月、敷地外周辺井戸からトリクロロエチレンが検出された。これを受けて平成6年9月～平成7年5月、敷地全体について土壌ガス調査を実施した。その結果、軽量鉄骨ヤード（LGヤード）にてトリクロロエチレンのガスが最大142ppm検出された。この状況を図2－1に示す。

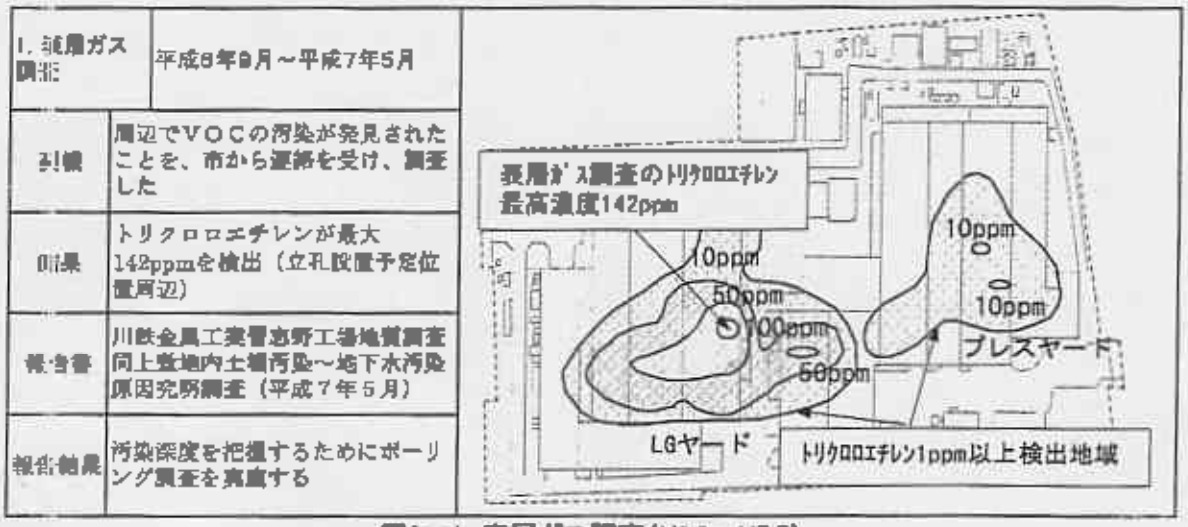

図2－1 表層ガス調査（H6.9～H7.5）

ガス調査の結果をうけて、平成7年7月～平成7年10月、立孔設置予定位置周辺のボーリング調査を実施した。その結果、LGヤード内のボーリング地点KW－1にて、宙水トリクロロエチレン濃度が最大71mg／L検出された。この状況を図2－2に示す。

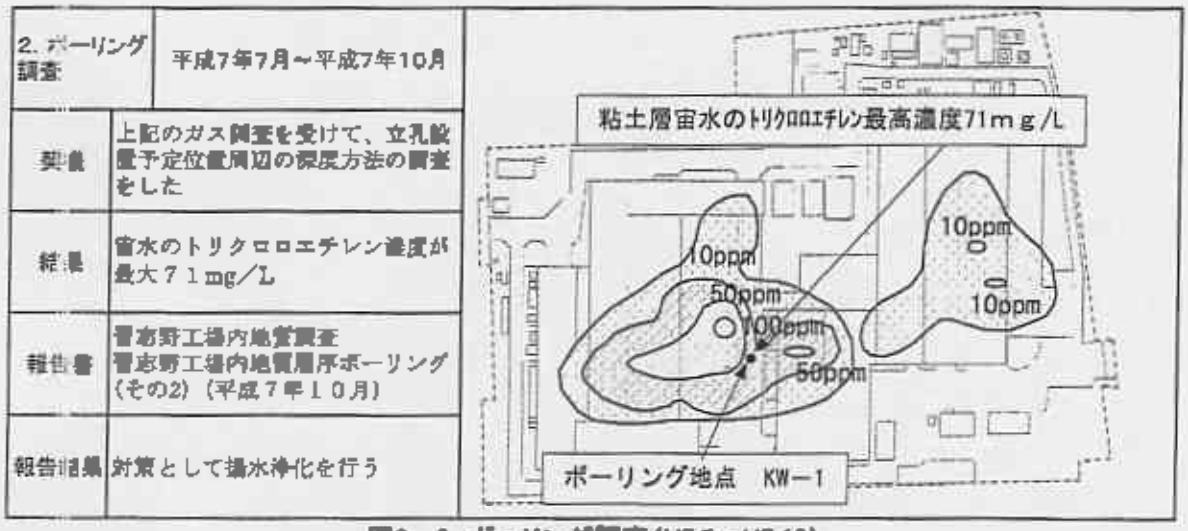

図2－2 ボーリング調査（H7.7～H7.10）

ボーリング調査の結果をうけて、平成8年3月～平成8年4月、LGヤード内のボーリング地点KW－1に直径3.5m、深さ6.5mの立孔を設置し、第二宙水層の水平集水井を8本設置し、揚水浄化作業を開始した。この状況を図2－3に示す。

3. 集水井設置	平成8年3月～平成8年4月
既標	上記のボーリング調査を受けて、揚水浄化を実施する
内容	深さ6.5mの立孔 水平集水井8本
報告書	土地改良工事に係る設計業務（平成8年3月）・土地改良第1期工事A（平成8年4月）
実施結果	集水井を設置して揚水浄化する

図2－3 集水井設置(H8.3～H8.4)

集水井からの揚水浄化作業を開始したが、集水量が少なかったので、平成8年6月～平成8年7月、吸引設備を追加し、集水量の増強を行った。この状況を図2－4に示す。

4. 集水井の増強	平成8年6月～平成8年7月
実績	集水量が少ない
内容	吸引設備を追加
報告書	土地改良第1期C（平成8年7月）
実施結果	集水能力を増強

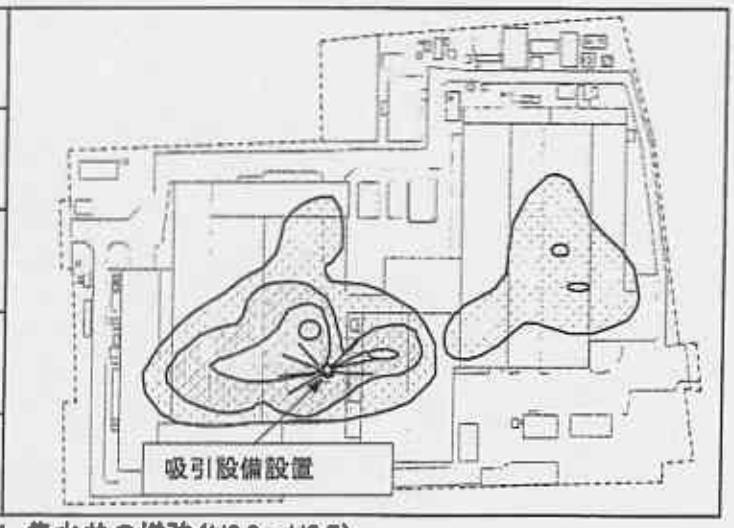

図2－4 集水井の増強(H8.6～H8.7)

前回の集水井の増強をうけて、立孔をさらに3m深くし、第三宙水層用の水平集水井70mを4本設置することにより、更に集水能力の増強を行った。この状況を図2－5に示す。

5. 集水井の増強	平成8年9月－平成8年12月
目的	第三宙水層からも集水
内容	立孔を３m深くした 水平集水井４本を追加
報告書	土地改良第１期Ｂ及び第２期工事Ａ（平成８年１０月）
実施結果	第三宙水層からも集水

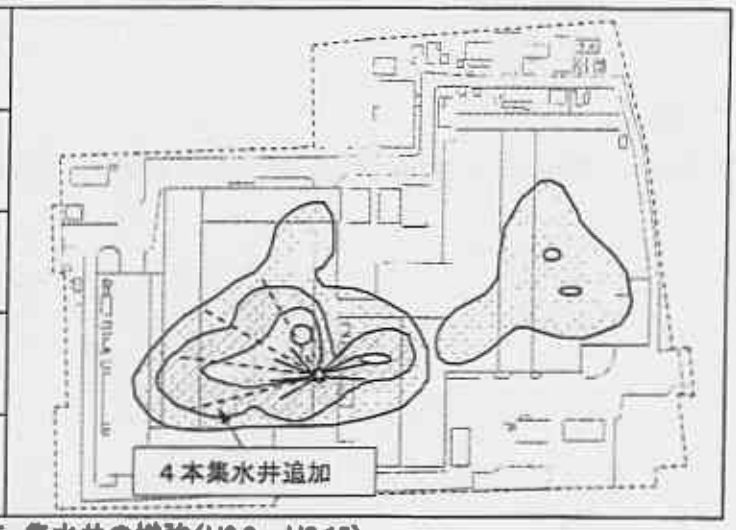

図2－5 集水井の増強(H8.9～H8.12)

揚水浄化作業終了後、汚染状況を把握するために、平成13年11月～平成13年12月、再度ボーリング調査を敷地全体で100本行った。その結果、MW－8近傍にて新たにトリクロロエチレン濃度が最大240mg／Lの高濃度が発見された。この状況を図2－6に示す。この時のボーリング調査地点図を図2－6(1)に、データを表2－6(1)に示す。

6. ボーリング再調査	平成13年11月－平成13年12月
目的	汚染状況を再度把握する。
内容	敷地全域で１００本のボーリングを実施
報告書	習志野工場における土壌・地下水汚染調査報告書（平成１４年５月）
実施結果	新たに高濃度域を発見 (MW-8近傍で最大240mg/L)

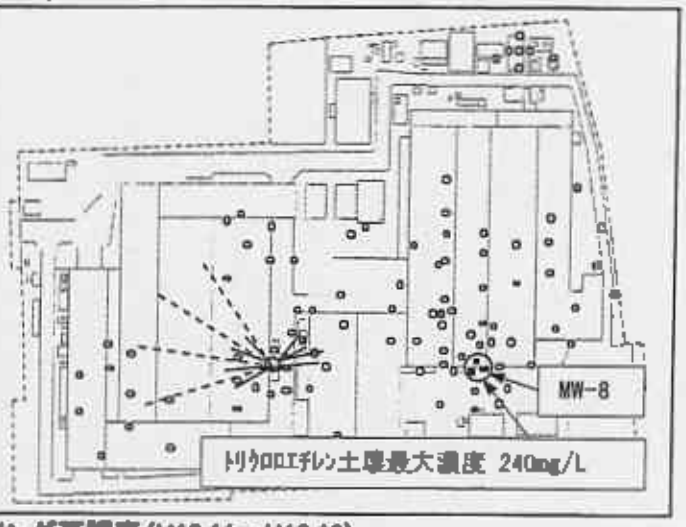

図2－6 ボーリング再調査(H13.11～H13.12)

新たに高濃度を発見した地点(MW－8)周辺にて、MW－1～8(第一帯水層を対象)、MWD－1～5(第二帯水層を対象)のモニタリング井戸を設置した。
その内、MW－2・4・8(図中◆にて表示)にて、揚水浄化作業も併せて実施した。
この状況を図2－7に示す。

7. 井戸設置	平成13年11月～平成14年3月
契機	敷地外への漏洩を防止する モニタリングの強化
内容	MW-1～8、MWD-1～5を設置 この内、３本で揚水(MW-2, 4, 8)
報告書	習志野工場における 帯水層環境調査報告書 （平成１４年５月）
実施結果	拡散防止井戸を設置

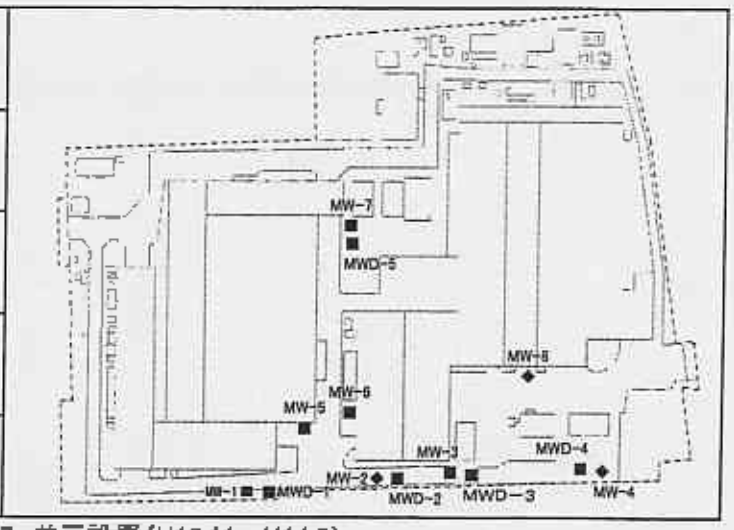

図2－7　井戸設置(H13.11～H14.3)

モニタリングを強化して観測を継続し、平成15年5月に工場を閉鎖した。更に拡散防止の増強を目的として、揚水井を1箇所(MW－6)増設した。この状況を図2－8に示す。

8. 揚水井戸の増設	平成15年9月
契機	拡散防止対策の増強
内容	観測井を揚水井に変更
報告書	――――――
実施結果	揚水浄化とモニタリングを継続

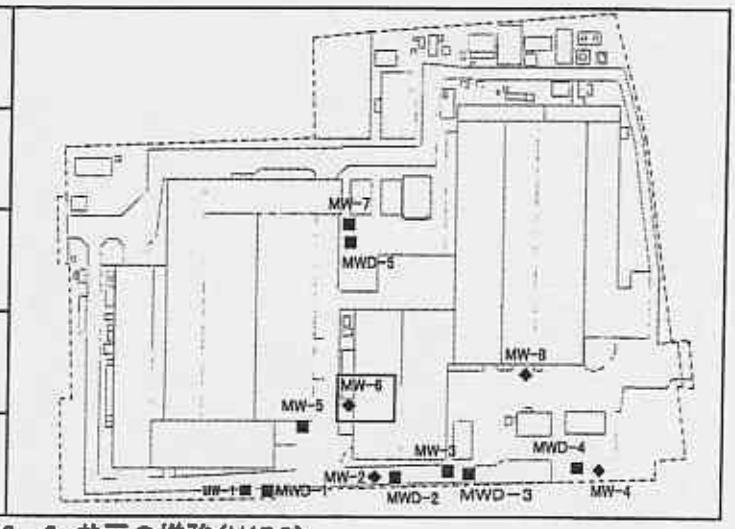

図2－8　井戸の増強(H15.9)

浄化工事の計画にあたり、汚染範囲の確定のために平成16年5月～平成16年8月に詳細調査を実施した。 その結果、VOC汚染部の範囲、深さが判明した。

その状況を図2－9に示す。

9. ボーリング調査	平成16年5月～平成16年8月
趣旨	浄化工事を実施するにあたり、範囲を確定させる。
内容	ボーリング６１本
報告書	変更浄化計画書（平成１７年５月１６日）
実施結果	浄化対象範囲を確定させた

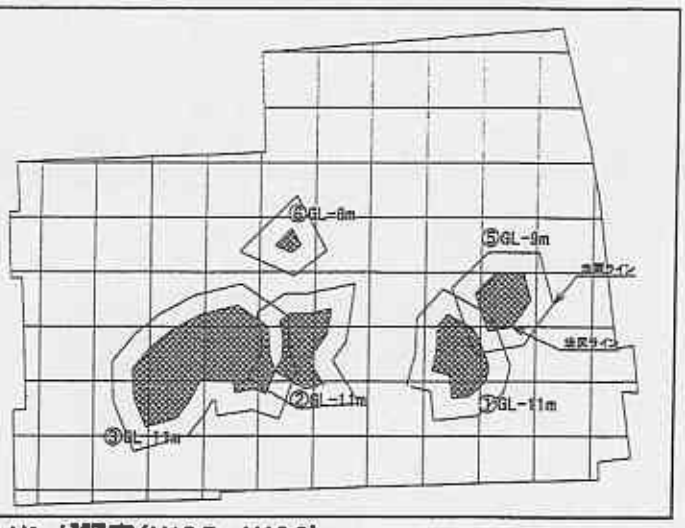

図2－9 ボーリング調査(H16.5～H16.8)

また、図2－9(1)にボーリング調査地点位置図を、表2－9(1)にそのデータを示す。
図2－9(2)に汚染深度と掘削除去対象範囲を、図2－9(3)に範囲確定調査ボーリング断面図を示す。

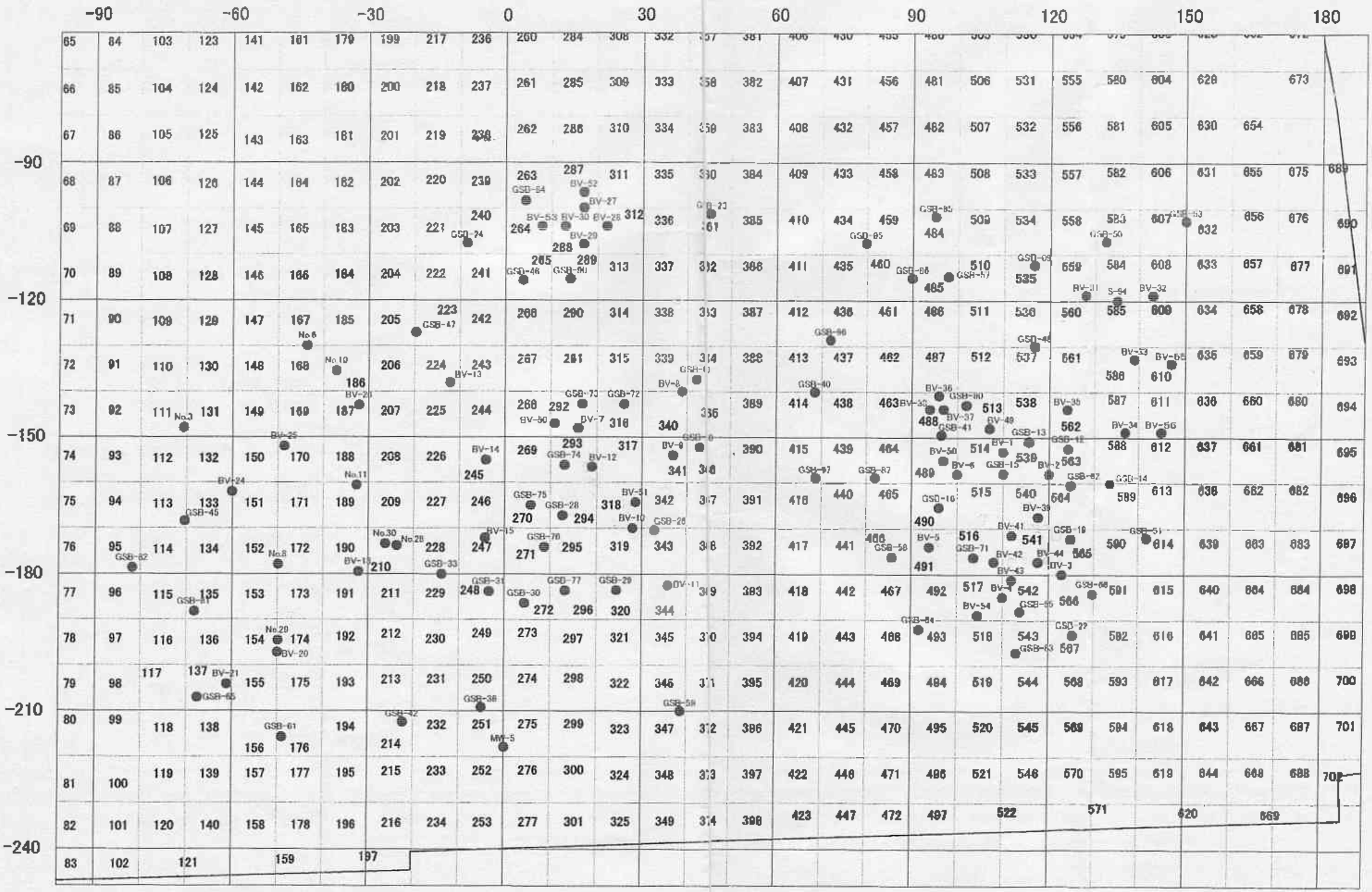

図2－9(1) VOC海調査ボーリング位置図

表2－9(1)分析結果一覧表(トリクロロエチレン溶出量)

≦0.03 mg/L
0.03< ≦0.3
0.3 < ≦1

調査地点			座標		標高	分析深度 (GL-m)									単位:mg/L		
エリア	メッシュ	ボーリング	X	Y	T.P.	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
①エリア	514	BV-1	110.00	-153.00	27.42	0.001	0.003	0.007	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.15	<0.001	<0.001	0.002
	539	BV-2	120.00	-158.00	27.40	0.026	<0.001	0.004	0.003	0.002	0.013	0.015	0.001	0.027	<0.001	<0.001	<0.001
	565	BV-3	123.00	-180.00	27.82	0.005	0.003	<0.001	0.010	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	<0.001	0.010	0.002
	517	BV-4	110.00	-185.00	27.88	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.20	<0.001	0.058	0.010
	491	BV-5	94.00	-174.00	27.55	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01	0.006	<0.001
	489	BV-6	100.00	-158.00	27.53	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.30	0.013	0.002	0.002
	513	BV-49	107.00	-148.00	27.47	0.002	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.040	<0.001	<0.001	
	517	BV-54	105.00	-189.00	27.77	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.007	0.002	0.002
	540	BV-39	117.85	-167.48	27.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<0.30	<0.30	0.020
	565	BV-40	121.85	-171.48	27.34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.002	0.026	<0.001
	541	BV-41	112.06	-171.48	27.28	—	—	—	—	—	<0.001	0.025	0.002	0.23	<0.30	0.003	0.002
	516	BV-42	106.06	-177.25	27.80	—	—	—	—	—	—	—	—	0.020	0.29	<0.30	
	542	BV-43	112.06	-181.25	27.85	—	—	—	—	—	—	—	—	0.30	0.027	0.10	
	541	BV-44	117.85	-177.25	27.59	—	—	—	—	—	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	0.062	0.001
②エリア	292	BV-7	16.00	-148.00	27.68	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.006	<0.30	<0.30	0.002	<0.001
	339	BV-8	39.00	-140.00	27.33	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.008	0.025	0.004	0.008
	341	BV-9	37.00	-153.00	27.69	0.003	0.009	0.019	0.019	0.014	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001
	318	BV-10	28.00	-170.00	27.49	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	0.001
	344	BV-11	38.00	-182.50	27.49	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	293	BV-12	16.00	-156.50	27.59	0.002	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.18	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	0.007
	292	BV-50	11.00	-147.00	27.63	0.010	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	318	BV-51	29.00	-165.00	27.36	<0.001	0.003	0.011	0.007	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.074	<0.001	0.020
③エリア	224	BV-13	-12.00	-138.00	27.87	0.009	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001
	245	BV-14	-4.00	-155.00	27.97	0.010	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.067	<0.001
	247	BV-15	-4.00	-173.00	27.85	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001		0.100
	248	BV-16	-7.00	-185.00	27.95	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.006	0.005
	229	BV-17	-13.00	-186.00	27.87	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.006	<0.001
	190	BV-18	-32.00	-179.50	28.12	0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.002	0.002	<0.001	0.008	0.002	<0.001	0.001	
	173	BV-19	-43.00	-183.00	28.10	0.007	0.006	<0.001	0.003	<0.001	0.014	0.044	0.22	0.28	0.005	0.005	<0.001
	154	BV-20	-50.00	-197.00	28.24	0.003	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.035	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	137	BV-21	-61.35	-205.00	28.24	0.001	0.005	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	136	BV-22	-63.00	-191.00	27.82	0.010	0.006	<0.001	0.010	0.011	<0.001	0.002	0.24	0.008	0.002	<0.001	0.001
	134	BV-23	-69.00	-173.00	28.10	0.071	<0.001	<0.001	0.003	0.004	0.003	0.002	0.079	0.028	<0.001	0.001	<0.001
	133	BV-24	-60.00	-162.00	28.03	0.002	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.012	0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	170	BV-25	-48.50	-152.00	28.15	0.001	0.006	0.003	<0.001	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	187	BV-26	-32.00	-143.00	28.02	<0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.008	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	192	BV-45	-39.50	-191.50	28.10	0.002	<0.001	0.003	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	174	BV-46	-45.00	-200.00	28.06	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
	271	BV-47	5.00	-175.00	27.63	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.13	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.024	<0.001	0.001
	268	BV-48	5.00	-150.00	27.55	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.010	<0.001
	111	No.3	-70.52	-147.92		<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.004	—
	167	No.6	-43.52	-129.92		0.007	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	—
	172	No.8	-49.52	-176.92		0.069	0.115	0.06	0.069	0.089	0.104	0.179		0.066	0.295	0.217	—
	186	No.10	-37.02	-135.42		—	<0.002	<0.002	<0.002	0.008	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	—
	189	No.11	-32.52	-161.92		—	<0.002	<0.002	<0.002	0.043	0.033	0.057			0.134	0.008	—
	210	No.28	-23.02	-174.42		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.014				0.058		—
	174	No.29	-49.52	-194.42		0.01	0.01	0.008	0.006	0.025	0.033	0.067	0.025	0.011	0.027		—
	210	No.30	-26.52	-173.92		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001							—
⑤エリア	559	BV-31	128.00	-120.00	27.27	0.002	<0.001	0.002	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
	606	BV-32	143.00	-120.00	27.15	0.008	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.004	<0.001	<0.001	<0.001		
	586	BV-33	139.00	-134.00	27.43	0.036	0.008	0.001	0.001	0.003	<0.001	0.096	0.12	0.022	<0.001		
	587	BV-34	137.00	-150.00	27.38	0.060	0.044	<0.001	<0.001	0.001	0.001	<0.001	0.021	0.006	<0.001		
	562	BV-35	124.00	-145.00	27.48	0.079	0.004	0.008	0.004	0.007	0.005	<0.001	0.011	0.035	<0.001		
	610	BV-55	147.00	-135.00	27.15	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	0.025	0.008	<0.001	<0.001	0.034		
	611	BV-56	145.00	-150.00	27.38	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.012	0.012	<0.001	<0.001	<0.001		
	561	BV-57	124.50	-135.00	26.10		0.002	0.002	<0.001	<0.001	0.007	<0.001	0.050	<0.001			
	538	BV-58	119.00	-142.00	27.16	<0.001	<0.001	0.006	0.002	0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001		
	611	BV-59	140.00	-143.00	27.33	0.003	0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.014	0.001	0.015	0.005	<0.001		
	609	BV-60	142.00	-128.00	26.95	0.002	0.001	0.001	0.003	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001		
	588	BV-61	137.00	-155.00	27.34	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001								
⑥エリア	289	BV-27	17.00	-101.00	27.62	—	—	—	—	—	0.003	0.049	0.11	0.006			
	312	BV-28	22.00	-105.00	27.65	—	—	—	—	—	<0.001	<0.001	<0.001	0.001			
	288	BV-29	17.00	-109.00	27.58	—	—	—	—	—	<0.001	0.002	0.001	<0.001			
	288	BV-30	13.00	-105.00	27.58	—	—	—	—	—	0.002	0.040	0.001	0.018			
	287	BV-52	17.00	-96.00	27.58	—	—	—	—	—	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001			
	264	BV-53	8.00	-105.00	27.66	—	—	—	—	—	<0.001	0.003	0.005	<0.001			
⑦エリア	468	BV-36	96.00	-142.00	27.58	0.003	0.003	<0.001									
	488	BV-37	97.00	-145.00	27.56	0.002	<0.001	0.002									
	488	BV-38	94.00	-145.00	27.52	0.002	<0.001	<0.001									

①エリアは、トリクロロエチレンの土壌溶出量が10mg/Lを超過していたので、蒸気注入工法にて0.3mg/L以下まで濃度低下してから掘削、揮散処理を実施した。
②エリアも同様に高濃度であったので、ガス吸引工法にて0.3mg/L以下とし掘削・揮散処理した。
蒸気注入工法、ガス吸引工法、揮散処理工法については浄化工事の項参照。

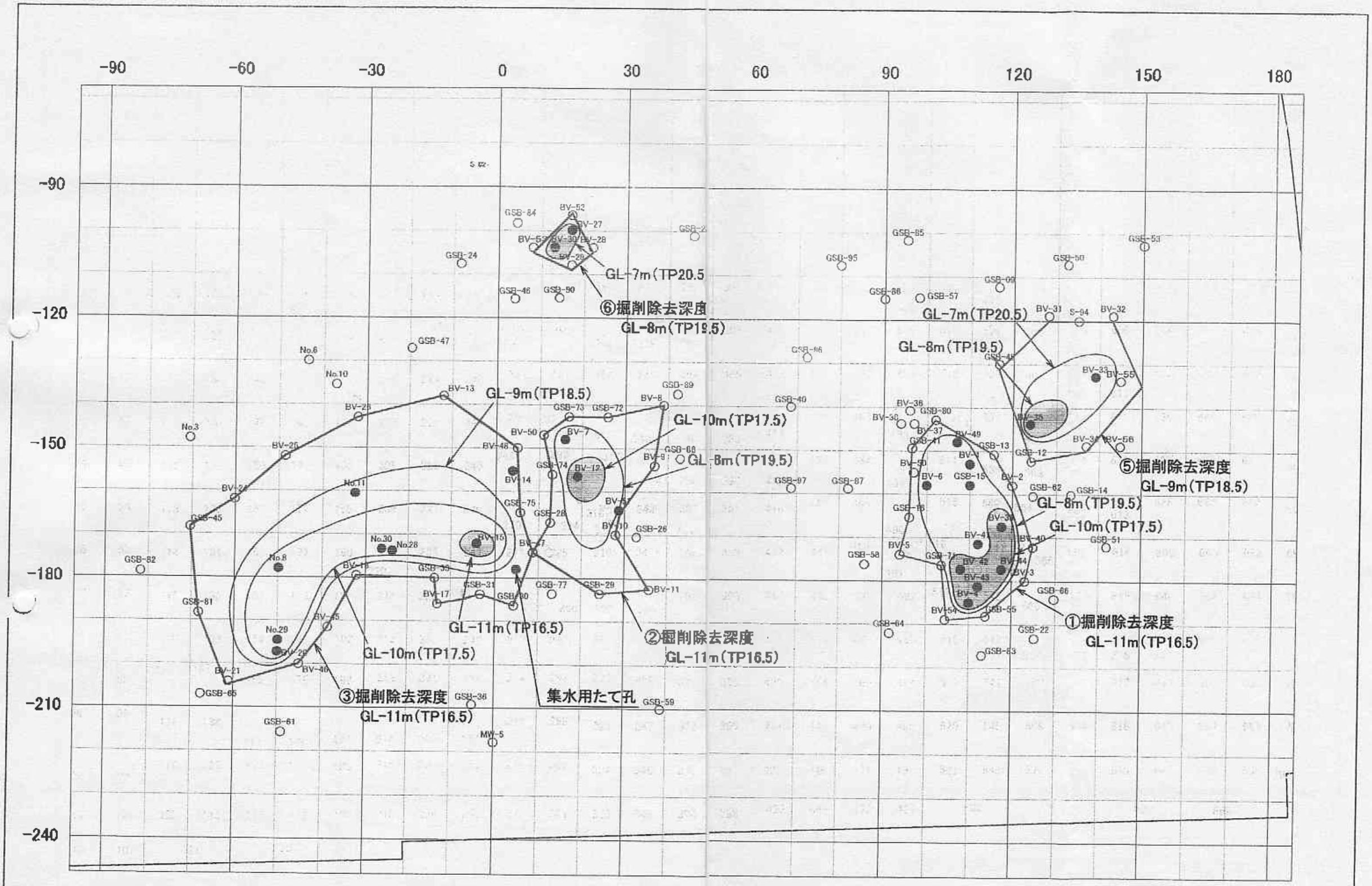

図2－9(2) VOC類汚染深度図

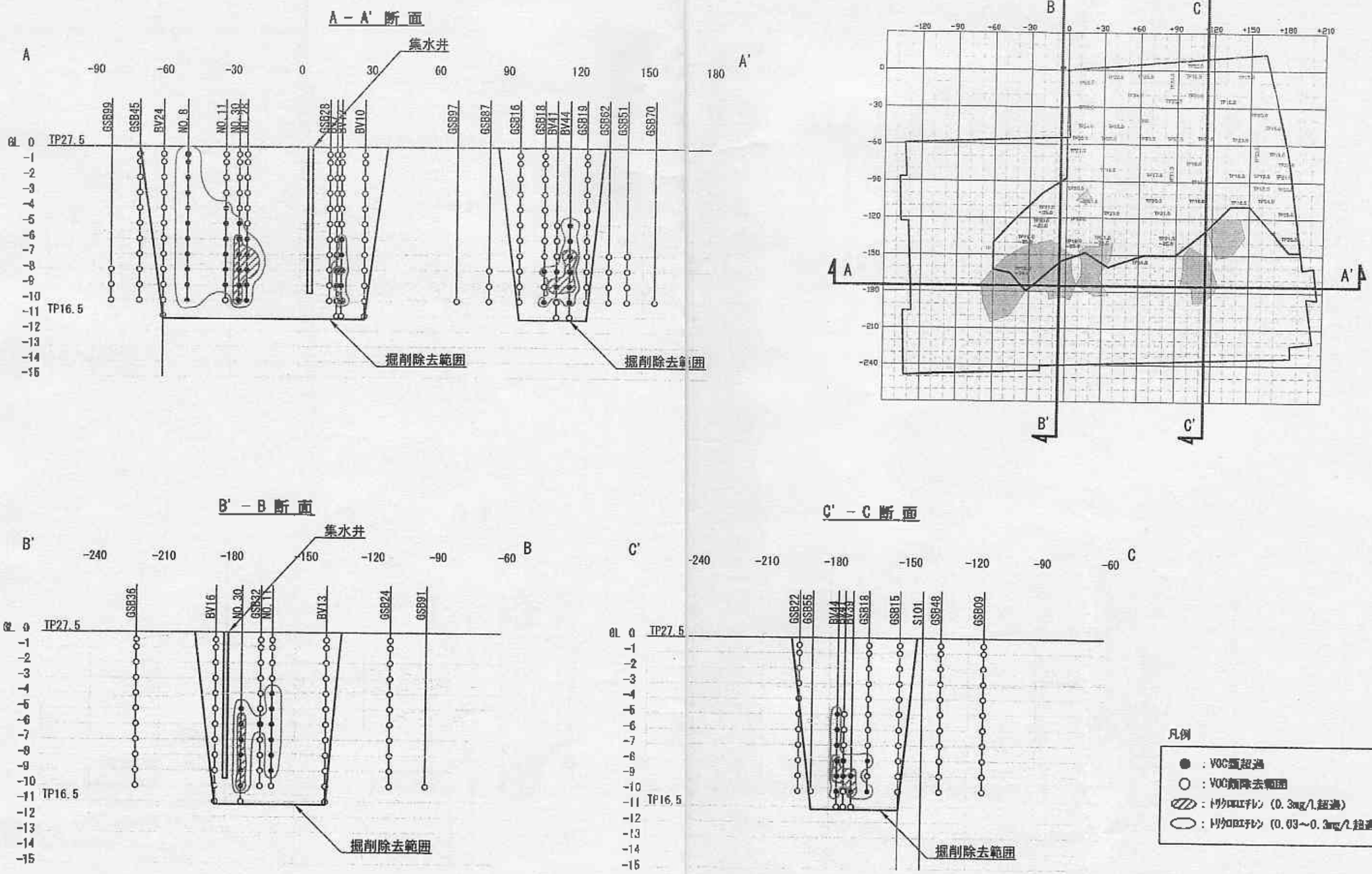

図２－９（３）　範囲確定調査ボーリング断面図