

3. 現地調査結果

1) 表土ガス調査

図3-2(1)～(6)にコンター図を示した。

事業者調査結果で明らかとなった不法投棄された廃棄物の含有する有害物が有機塩素化合物であること、及び当該地の地象条件から比較的流速が速いと想定される地下水の流動による地域拡散を考慮し、不法投棄された敷地内から地形の傾斜に沿った広域の範囲において調査を実施した。

表土ガス調査結果は図3-2に示すとおりである。

・1,2-ジクロロエタン

1,2-ジクロロエタンは不法投棄地北側境界付近から隣接する北東方向の地点で確認された。表土ガス最大濃度は 0.014ppm であり、不法投棄地北東方向に位置する水路沿いで確認された。同地点は、不法投棄廃棄物からの浸出水と考えられる黒い水質が流出する近傍である。

・トリクロロエチレン

トリクロロエチレンは不法投棄地内東側から北側にかけて及び隣接する北東方向の地点で確認された。表土ガス最大濃度は 0.0067ppm であり、不法投棄地内東側で確認された。

また、不法投棄地北東方向に位置する水路沿いでも 0.0029ppm の濃度が確認された。

・テトラクロロエチレン

テトラクロロエチレンは不法投棄地内東側から北側にかけて及び隣接する北東方向の地点で確認された。表土ガス最大濃度は 0.0039ppm であり、不法投棄地内東側で確認された。

また、不法投棄地北東方向に位置する水路沿いでも 0.0003ppm の濃度が確認された。

・ベンゼン

ベンゼンは不法投棄地内東側から北側にかけて及び隣接する北東方向の地点で確認された。表土ガス最大濃度は 0.0765ppm であり、不法投棄地内東側で確認された。

また、不法投棄地北東方向に位置する水路沿いでも 0.0632ppm の濃度が確認された。

・シス-1,2-ジクロロエチレン

シス-1,2-ジクロロエチレンは不法投棄地内東側から北側にかけて及び隣接する北東方向の地点で確認された。表土ガス最大濃度は 0.0847ppm であり、不法投棄地内東側で確認された。

また、不法投棄地北東方向に位置する水路沿いでも 0.0284ppm の濃度が確認された。

・トルエン

トルエンは不法投棄地内北側及び隣接する北東方向の地点で確認された。表土ガス最大濃度は2.45ppmであり、不法投棄地北東方向に位置する水路沿いで確認された。

以上の表層土壌ガス調査結果から、不法投棄地においては、北部から東部にかけて、及び北東方向の下流水路沿いで有機塩素化合物が検出された。不法投棄された廃棄物の性状、上部に存在するコンクリートガラ、覆土厚の状況にもよるが、平面的な有害物の広がり、不法投棄地北部から東部にかけて、北東方向の下流水路に向けて拡散している状況が考えられる。

2) 大気中有害ガス調査

大気中有害ガス調査結果を表3-1に示した。

周辺の大気環境中における有機塩素化合物濃度は、不法投棄地を風上とした条件で測定を行ったが、全ての地点で各項目ともに検出限界以下であった。風の状況により、特異な臭気が不法投棄地周辺で感じ取れるが、有機塩素化合物ではない他の物質の可能性が考えられる。

表 3 - 1 大気中有害ガス調査結果

試料No.	調査対象	1,2-ジクロロエタン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	ベンゼン	ジクロロメタン	シス-1,2-ジクロロエチレン	トルエン
No.1	バックグラウンド	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
No.2	風下民家周辺	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
No.3	下流水路周辺	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
No.4	サイト敷地内	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
No.5	表土ガス(SI-29)	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
No.6	表土ガス(SI-23)	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
No.7	表土ガス(SI-28)	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
No.8	表土ガス(SI-11)	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
No.9	既設ボーリング孔(No.2)	妨害物質のため分離不能		1,100ppm	120ppm	妨害物質のため分離不能		

(定量下限値ppm)

1,2-ジクロロエタン	3
トリクロロエチレン	0.5
テトラクロロエチレン	0.5
ベンゼン	0.5
ジクロロメタン	10
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.5
トルエン	0.5

桑名市表土ガス分析調査
物質名：1,2-ジクロロエタン

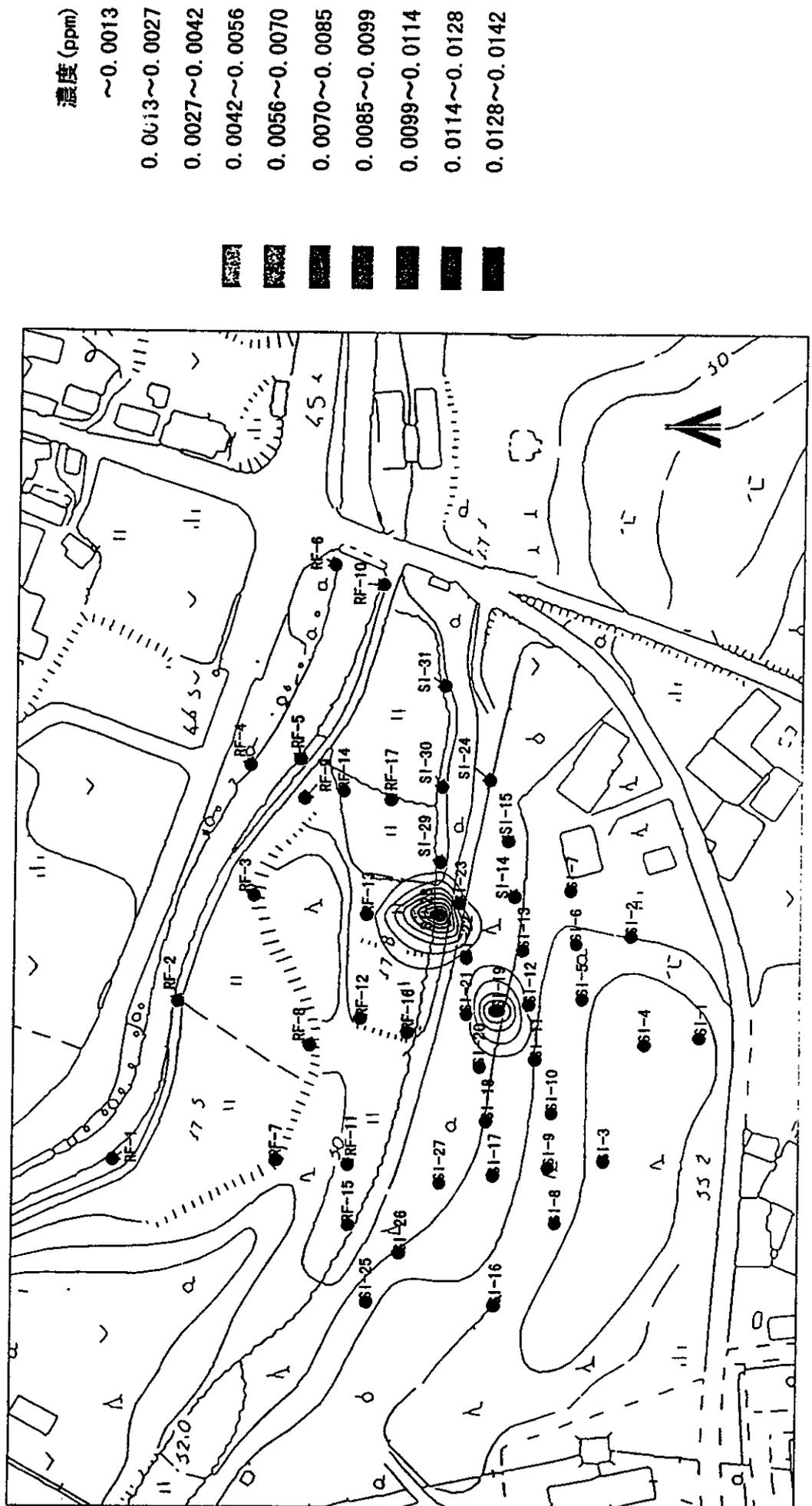
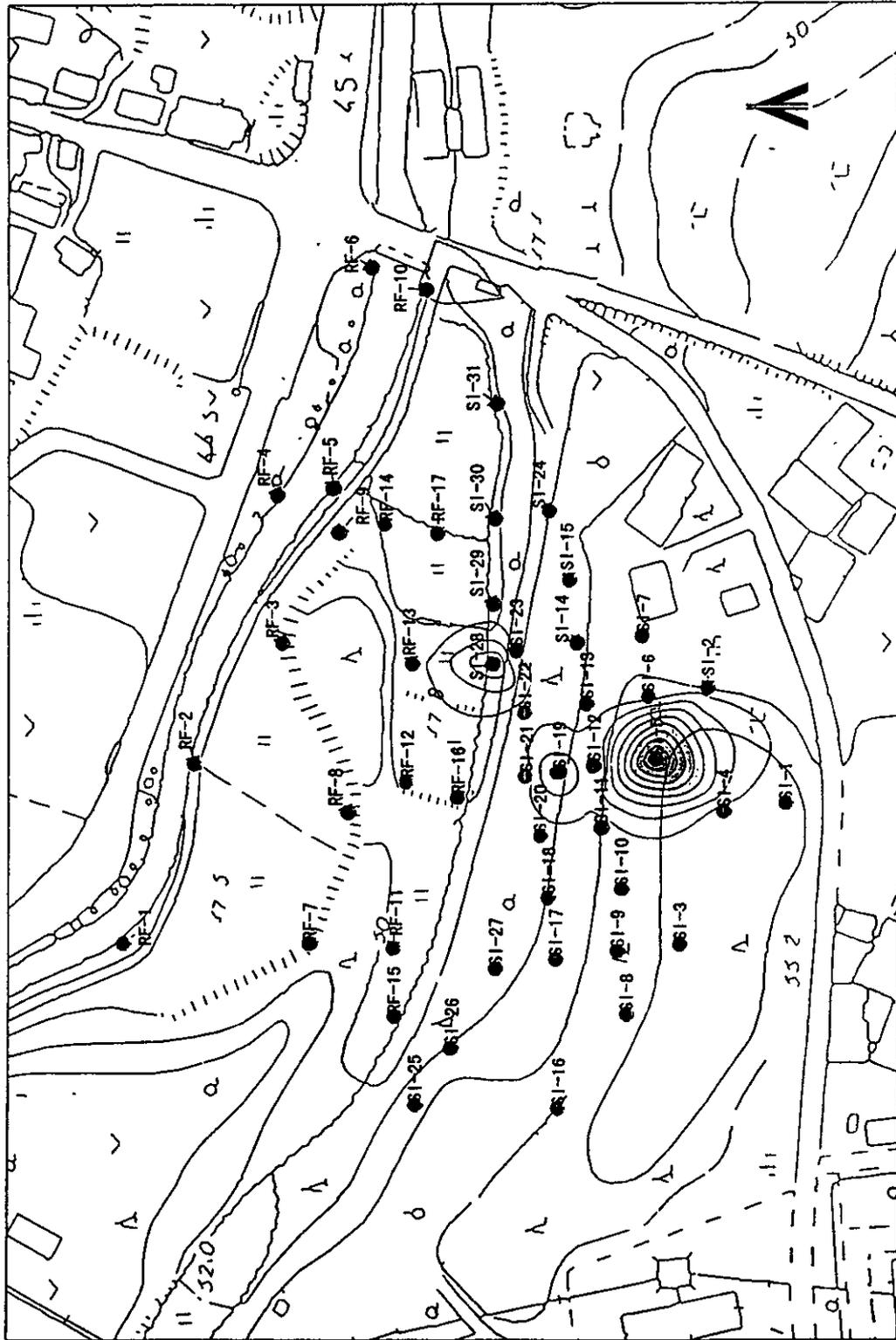


図3-2 (1) 表層土壌ガス調査結果

桑名市表土ガス分析調査
物質名：トリクロロエチレン



- 濃度 (ppm)
- ~0.0004
 - 0.0004~0.0011
 - 0.0011~0.0018
 - 0.0018~0.0025
 - 0.0025~0.0032
 - 0.0032~0.0039
 - 0.0039~0.0046
 - 0.0046~0.0053
 - 0.0053~0.0059
 - 0.0059~0.0066

図3-2 (2) 表層土壌ガス調査結果

桑名市表土ガス分析調査
物質名：テトラクロロエチレン

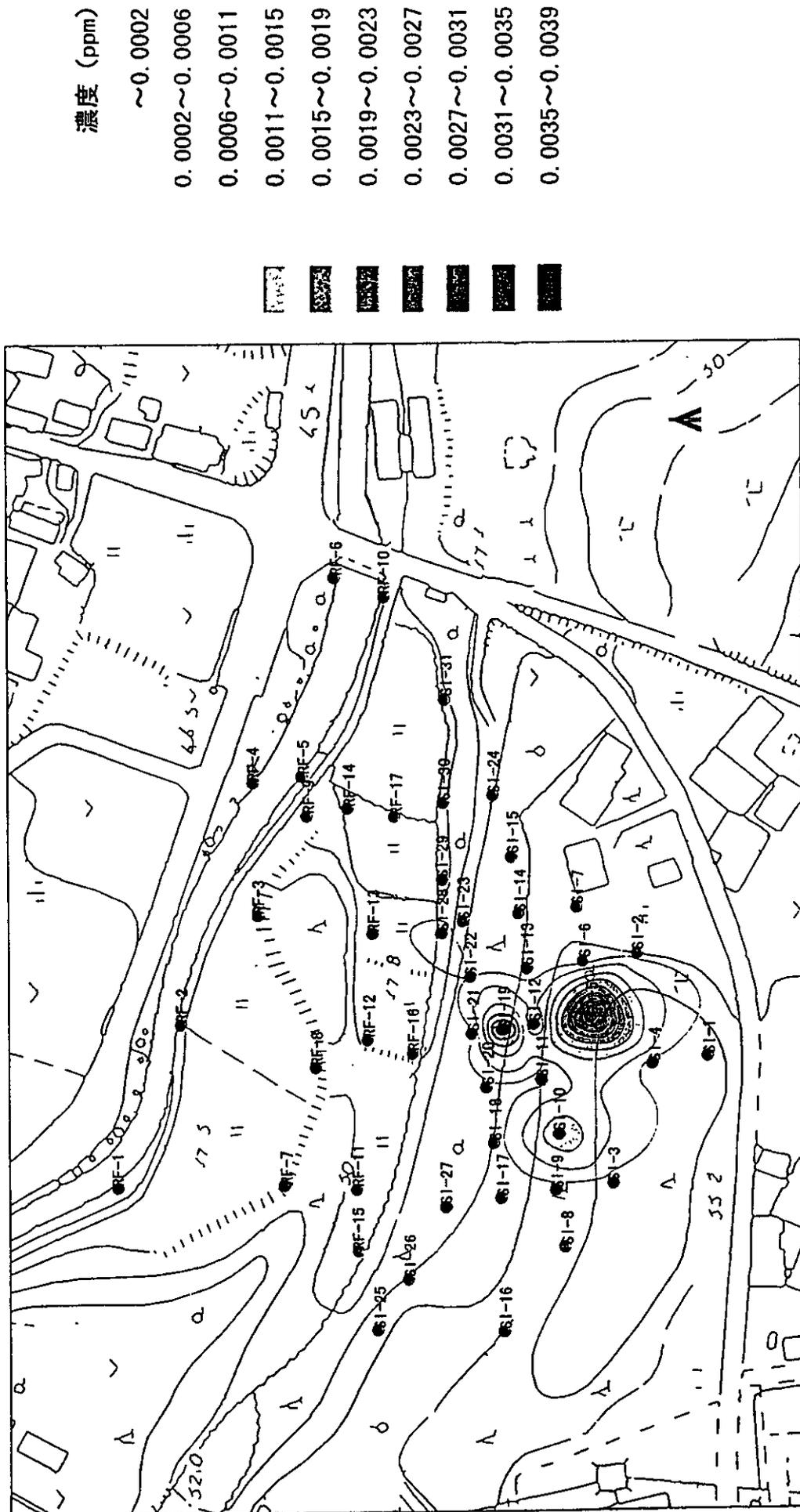
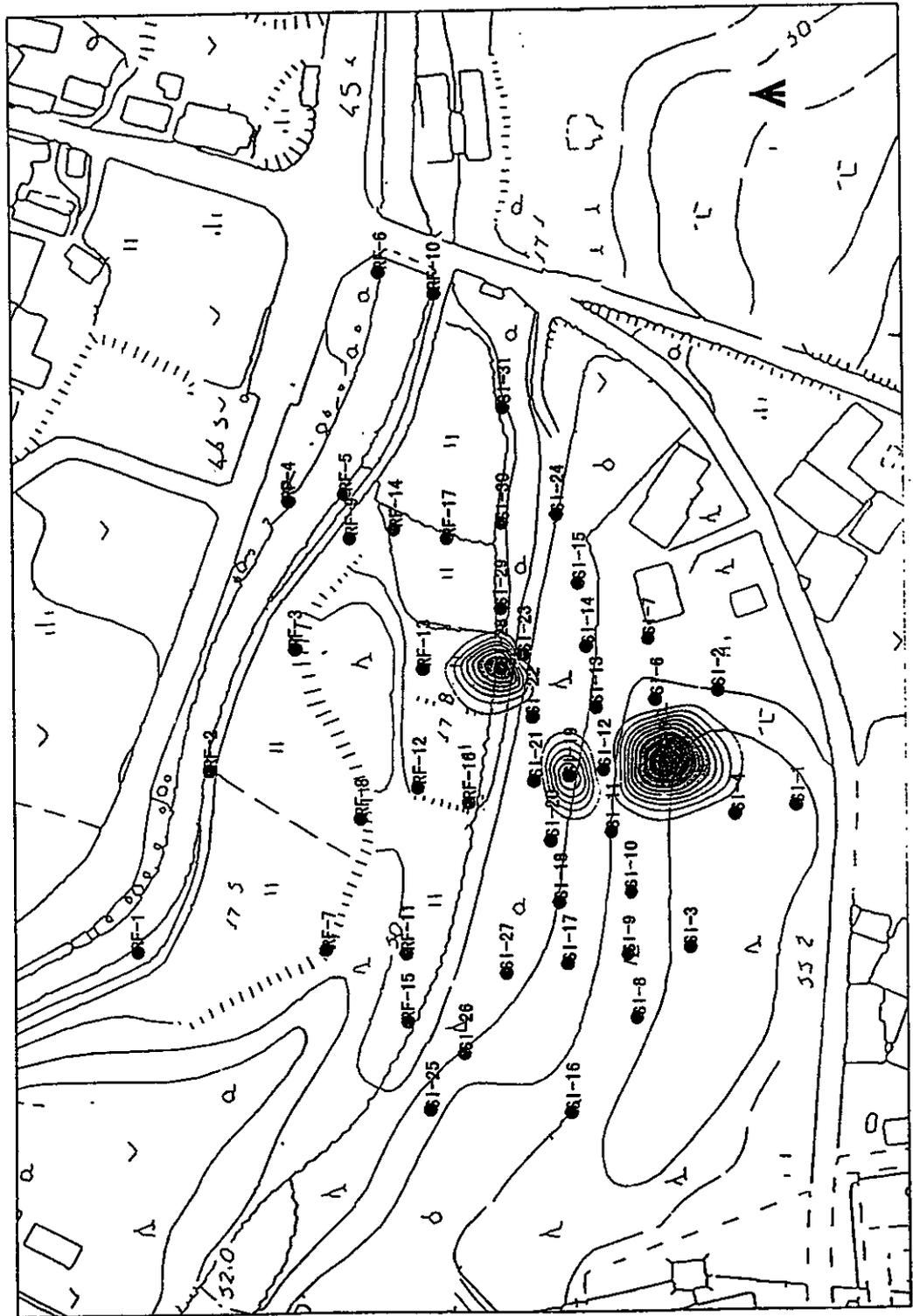


図3-2 (3) 表層土壌ガス調査結果

桑名市表土ガス分析調査
物質名：ベンゼン

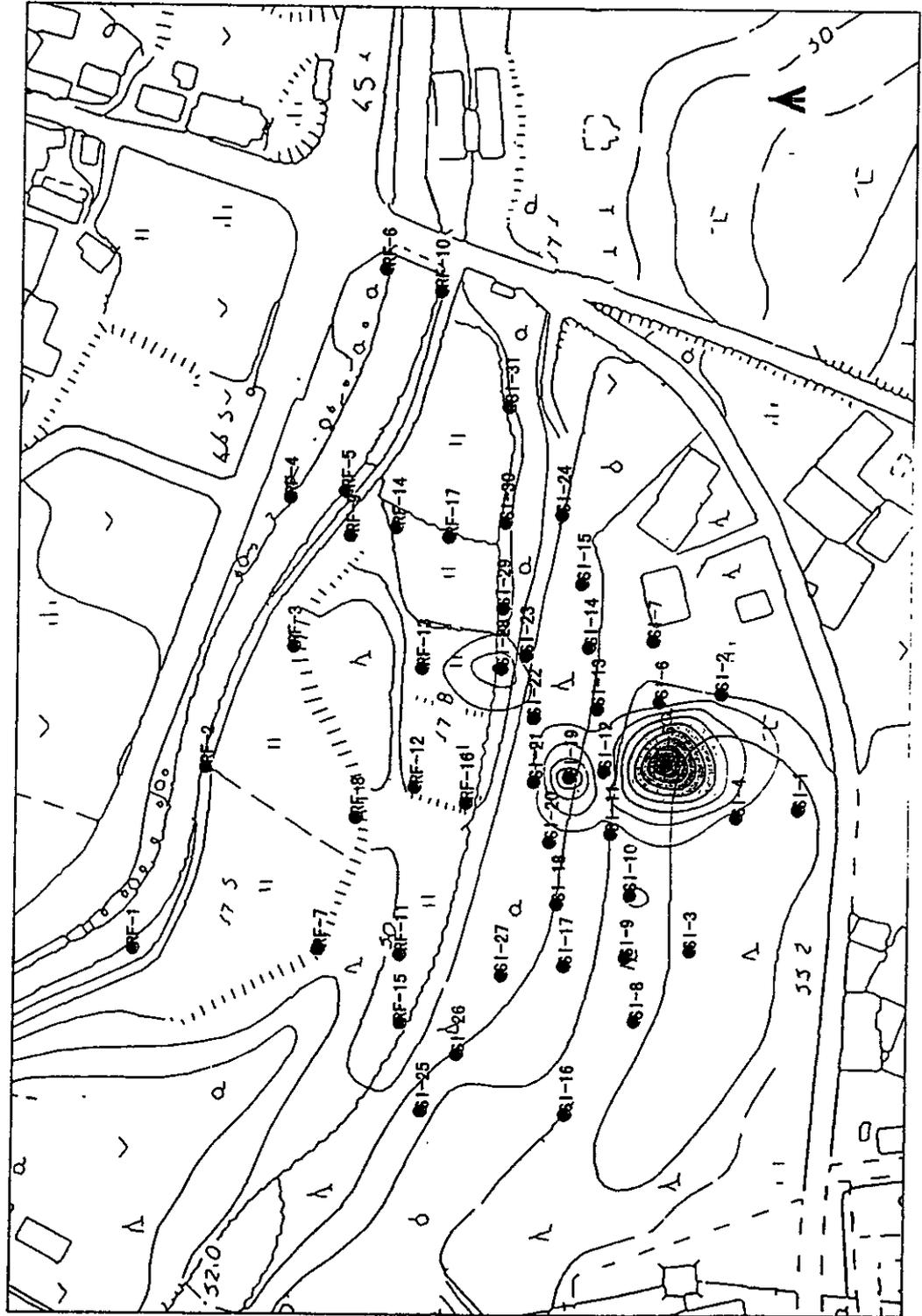


濃度 (ppm)
0.0000~0.0076
0.0076~0.0153
0.0153~0.0230
0.0230~0.0306
0.0306~0.0383
0.0383~0.0459
0.0459~0.0536
0.0536~0.0612
0.0612~0.0689
0.0689~0.0765



図3-2 (4) 表層土壌ガス調査結果

桑名市表土ガス分析調査
物質名：シス-1,2ジクロロエチレン



濃度 (ppm)

~0.0063
 0.0063~0.0150
 0.0150~0.0236
 0.0236~0.0323
 0.0323~0.0410
 0.0410~0.0497
 0.0497~0.0583
 0.0583~0.0670
 0.0670~0.0757
 0.0757~0.0843



図3-2 (5) 表層土壌ガス調査結果

桑名市表土ガス分析調査
物質名：トルエン

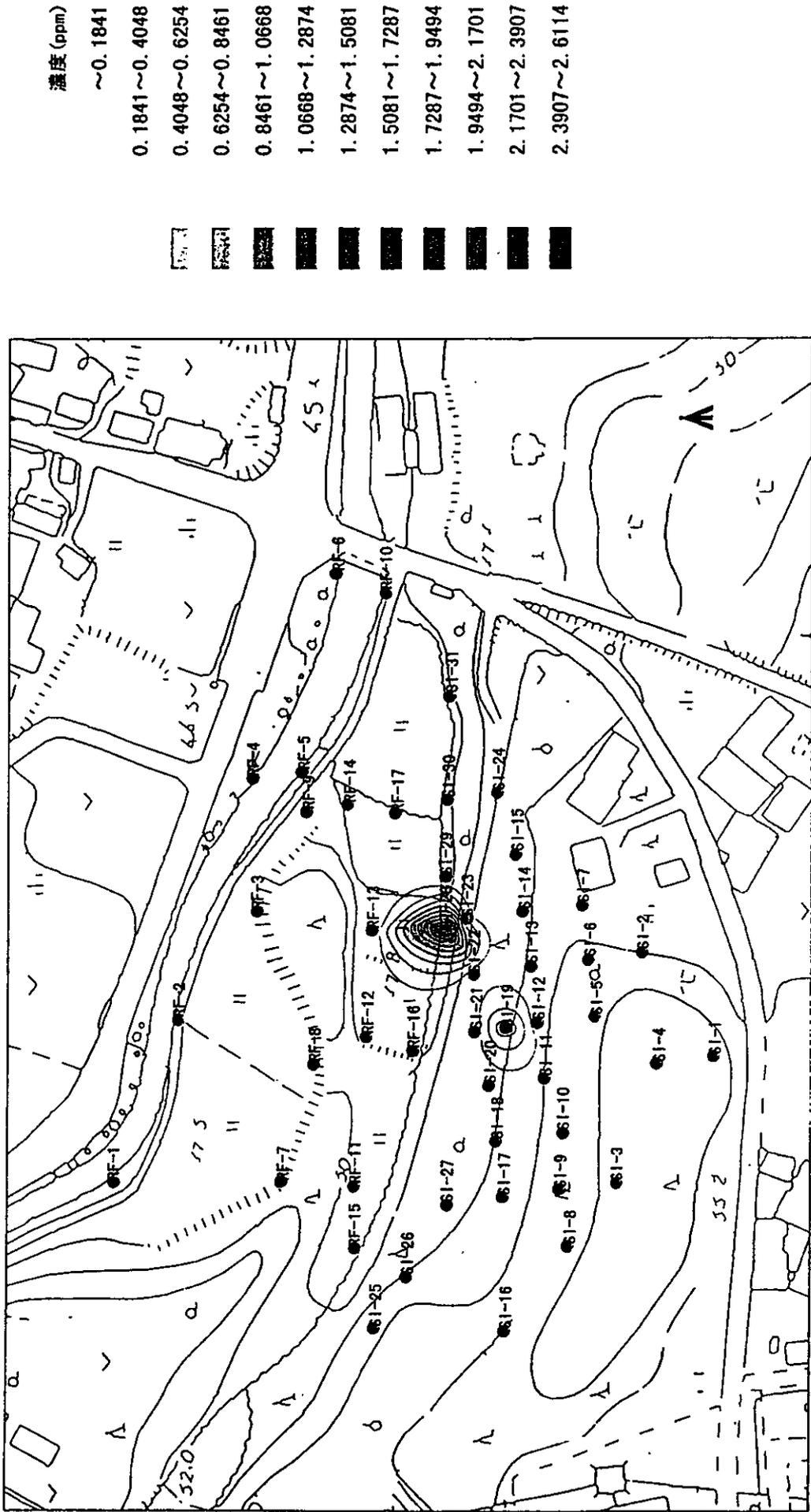


図3-2 (6) 表層土壌ガス調査結果

第4章 実証試験等の前提条件把握に関する調査

本調査地においては、隣接する区域で実施されている農業集落排水処理施設の工事に際し、切土を行った法面より廃油等が浸出し、異常が確認されたもので、その後の調査等により、産業廃棄物不法投棄の現状が明らかとなり、不法投棄されたものから基準を超過する有機塩素化合物等有害物の溶出が確認された。

実証試験の開始にあたり、その基礎条件となる汚染物質の汚染の広がり、汚染濃度及び周辺環境条件を把握するため、以下の調査を行なった。

1. 調査内容

1) 調査範囲

調査範囲は、調査地及びその周辺地域とした。

2) 調査項目

調査項目は以下に示す項目を対象とした。

- 1) 地形測量
- 2) 地質構造及び水理地質条件の把握
- 3) 深部土壤汚染の状況の把握
- 4) 地下水汚染の状況の把握

3) 調査方法

本調査は、調査地の地形条件(標高と地勢)を把握するため、不法投棄部位及び下流域の環境汚染確認現場を含む約40,000m²を対象とし、地形測量を行なった後、調査対象地内の、合計8ヶ所(図4-1参照)でボーリングを行い、

- ①地質構造・土質性状の確認(機械ボーリングによる)
 - ②水理定数の把握(現場透水試験、室内土質試験)
 - ③汚染分析用土壤の採取(オールコアボーリングによる土壤サンプル)
- 等の事項について実施した。

次に、ボーリング孔を観測井として水理地質条件を把握する目的で、地下水位及び地下水の流向・流速を測定した。

さらにボーリング孔より地下水を採水し、有機塩素化合物の分析を行い、地下水の汚染状況を把握した。

以下に、具体的な調査の方法を記述する。

(1)地形測量

地形測量は、四級基準点測量、平板測量等により実施し、建物、工作物及び水路等は可能な限り実形で表現した。

(2)機械ボーリングの方法

試錐は、ロータリー式ボーリングマシンを用いて行なった。掘進一般図を図4-2に示した。ロータリー式とは、動力によりロッドの先端に取り付けたコアチューブを回転させ、地盤を破碎しながら掘進するボーリング方法である。

推進にあたっては、原則無水掘りとし、掘削泥水(ベントナイト)は使用せず、ガイドパイプにより孔壁を安定させながら、掘屑(スライム)をコアチューブで排除しながら掘削を行なった。掘削孔径は観測孔設置のため、原則としてφ86mmで掘削を行なったが、本調査地基盤層である固結シルト層を確認した場合はφ66mm、及びφ86mmのダブルコアチューブを使用し、清水掘りを行なった。

表4-1に調査数量表を示した。

表 4 - 1 調査数量表

調査地点 項目			1		1'		2		3		4		5		6		7		8		合計		
			本孔		別孔		本孔		別孔		本孔		別孔		本孔		別孔		本孔			別孔	
ボーリング	φ86	固結シルト	-	-	7.6	-	-	-	-	7.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.0		
		礫混じり土砂	11.6	15.8	14.5	5.5	1.4	8.5	9.7	6.7	0.9	7.1	1.0	16.5	99.2								
		砂質土	0.4	4.0	3.7	6.8	0.2	1.2	1.6	5.2	2.9	4.6	1.6	0.7	32.9								
		粘性土	3.0	5.2	4.2	7.7	2.9	5.3	6.3	3.1	2.2	3.3	-	1.8	45.0								
	φ66	固結シルト	-	5.0	-	-	-	5.0	-	-	-	-	-	1.0	11.0								
合計(m)			15.0	30.0	30.0	20.0	4.5	20.0	25.0	15.0	6.0	15.0	2.6	20.0	203.1								
現場透水試験(回)			2	1	1	2		-	3	2		2		1	14								
室内土質試験	土粒子の密度		-	4	3	4		2	1	1		4		1	20								
	粒度分析(7μ)		2	1	1	1		-	3	2		1		1	12								
	粒度分析(沈降)		-	4	3	4		2	1	-1		3		1	19								
	室内透水試験		-	2	3	3		1	1	1		2		1	14								

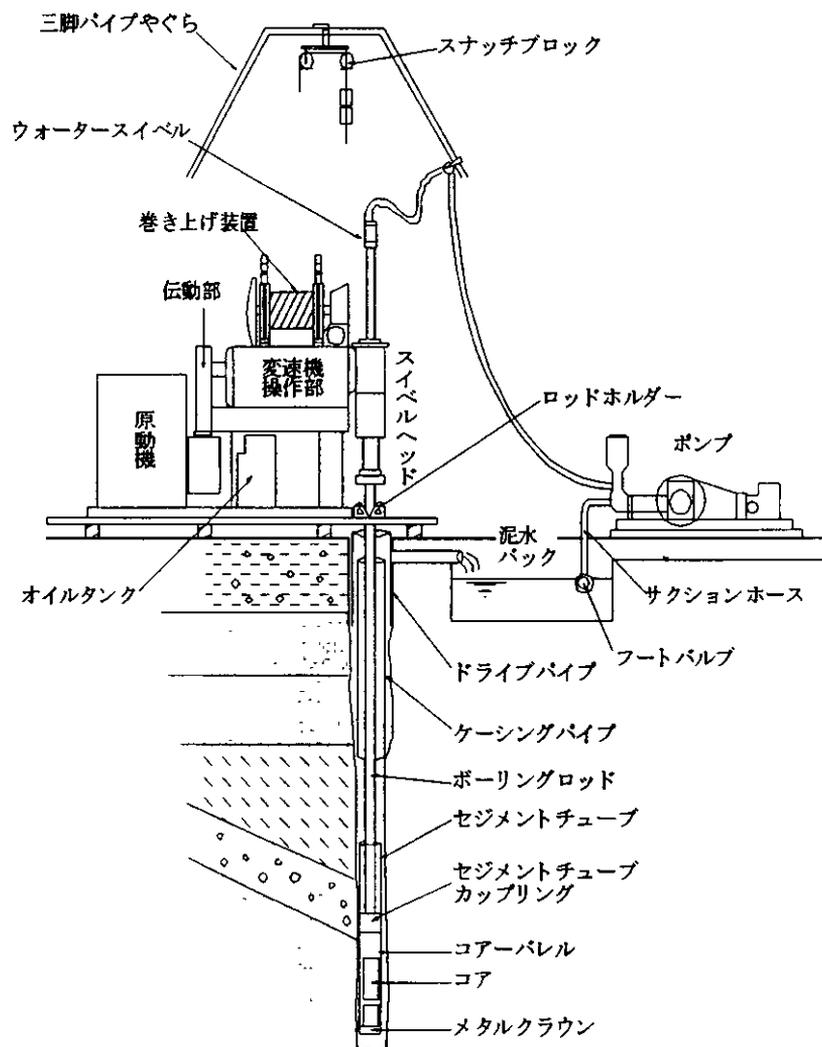


図4-2 ロータリー式ボーリングマシン掘進一般図
(土質調査法：地盤工学会)

(3)現場透水試験

本調査では、透水層については現場透水試験による現位置試験、難透水層については室内土質試験を行い、各地層の透水性を評価し、帯水層の水理定数を明らかにし、地下水流動(汚染拡散)シュミレーション構築の基礎条件資料とする。

現場透水試験は、回復法及び注水法で各孔・各深度にて合計 14 回行なった。試験手順は下記のとおりである。試験概略を図4-3に示した。

- ①試験位置まで測定用のケーシング(φ86mm)を挿入し、測定位置以外の部分からの水の収支を遮断し掘削孔底までケーシングパイプを挿入する。
- ②ボーリング孔内の水を、ペイラー等にて揚水、または水を注入する事により、強制的に水位を変化させる。そしてその後の水位変化(上昇・低下)状況を時刻とともに記録する。
- ③試験は、水位変動がほとんどなくなった時点で終了とし、平衡水位(翌朝水位)を利用して水位変化状況から透水係数を計算した。

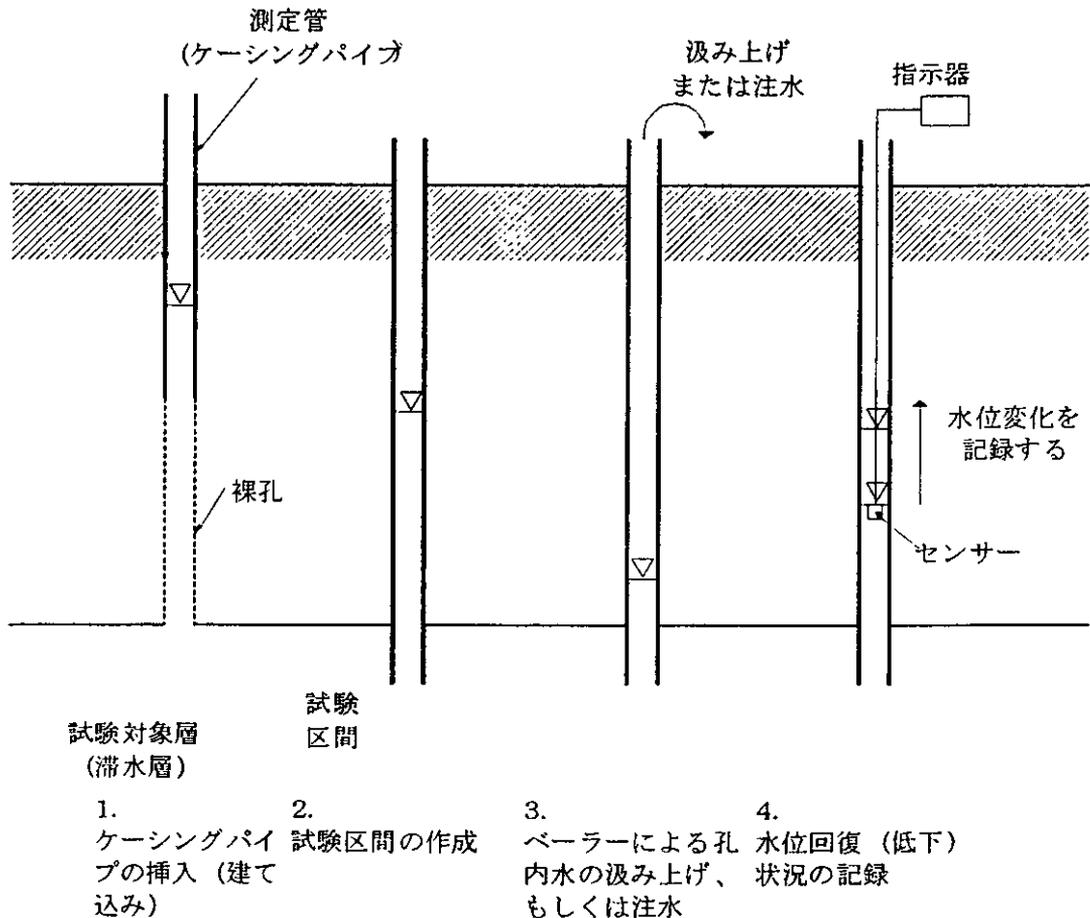


図 4 - 3 現場透水試験概略図

(4)室内土質試験

コアボーリングで採取した試料を用い、室内土質試験を行なった。各種土質試験の項目・数量・規格等は表4-2に示したとおりである。

表 4 - 2 室内土質試験項目・数量・規格等

試験項目	数量	規格等
土粒子の密度	20	JIS A 1202
粒度試験	31	JIS A 1204
透水試験	15	JIS A 1218

(6) 土壌サンプリングの方法

オールコアボーリングにより得られたボーリングコアを採取し、有機塩素化合物について分析を行い、汚染レベルを確認した。

(7) 地下水流向流速の測定法

地下水流向流速の測定は、(株)CTIサイエンスシステム社製の地下水流向・流速計(CTIS PZ1005 型)を用いて、以下に示す操作手順で孔内流向・流速を測定した。

① 測定装置の投入～安定化

センサーにエアパッカーを装着し、測定深度まで静かに降下する。次にエアパッカーを膨張させ、坑内の鉛直流を防止する。さらに降下時の地下水の擾乱が落ち着くまで静置する(約 15 分程度)。

② 測定～算出

地上のモニター画面に映し出される浮遊粒子の流れが安定した後、ライトペンで追尾を開始する。1つの粒子を追尾するごとに、その粒子の移動速度及び方向が示されるので、それを記録する。本調査では、80 個の浮遊粒子を追尾し、そのデータを統計的に処理し、地下水の平均的な流向・流速を算出した。

なお、測定は、No.1の深度 GL-4.0m、GL-12.2m、No.1'の GL-16.4m、No.3の GL-2.5m、No.4の深度 GL-5.0m、GL-10.0m、No.5の GL-5.0m、GL-9.5m で測定した。

No.1'の第1滞水層では油分が多かったため測定不可能であった。また、No.2 は、流速が遅すぎるため、No.3 の第 2 帯水層では、濁りがひどいため、測定不可能であった。

各孔で測定した地下水位は、表4-3に示したとおりである。

(8) 地下水サンプリング

地下水サンプリングは、No.1～8 のボーリング孔において観測孔設置時に孔内洗浄を行い、洗浄後 10 日以上放置した後実施した。

分析対象物が水よりも比重の大きい有機塩素化合物であるため、採水は、孔底付近までベイラーを挿入して実施した。

表 4 - 3 各ボーリング孔における地下水位 (地盤標高換算)

地点番号 (孔口標高)		観測孔 深度 GL-m	ストレーナー 設置深度 GL-m	ストレーナ ー 対象層	地下水位 GL-m	備考
No. 1 (54.81)		14.74 (40.1)	2.74~14.74 (52.1~40.1)	tDg・Dg	0.3 (54.5)	ストレーナー の開孔率は 10%
No. 1' (54.90)		21.8 (33.1)	1.8~21.8 (53.1~33.1)	tDg・Dg	9.7 (45.1)	
No. 2 (54.14)		12.6 (41.5)	8.6~12.6 (45.5~41.5)	tDg	9.3 (45.6)	
No. 3 (47.93)	本孔	14.0 (33.9)	6.0~14.0 (41.9~33.9)	Dg・Ds	2.4 (45.5)	
	別孔	4.5 (43.4)	0.5~4.5 (47.4~43.4)	tDg	2.3 (45.6)	
No. 4 (46.14)		13.17 (33.0)	1.17~13.17 (45.0~33.0)	tDg・Dg・Ts	2.4 (43.7)	
No. 5 (45.61)		14.0 (31.6)	2.0~14.0 (43.6~31.6)	Ag・Dg・Ts	2.2 (43.4)	
No. 6 (51.33)	本孔	15.2 (36.1)	7.2~15.2 (44.1~36.1)	Dg・Ds	5.4 (45.9)	
	別孔	6.10 (45.2)	2.1~6.1 (49.2~45.2)	tDg	2.1 (49.2)	
No. 7 (46.75)	本孔	7.35 (39.4)	3.35~7.35 (43.4~39.4)	tDg	1.3 (45.45)	
	別孔	2.65 (44.1)	0.65~2.65 (46.1~44.1)	B・tDg	0.5 (46.25)	
No. 8 (48.25)		16.4 (31.9)	0.4~16.4 (47.9~31.9)	Ag・Dg・Ds	2.3 (45.95)	

() 内は標高を示す。

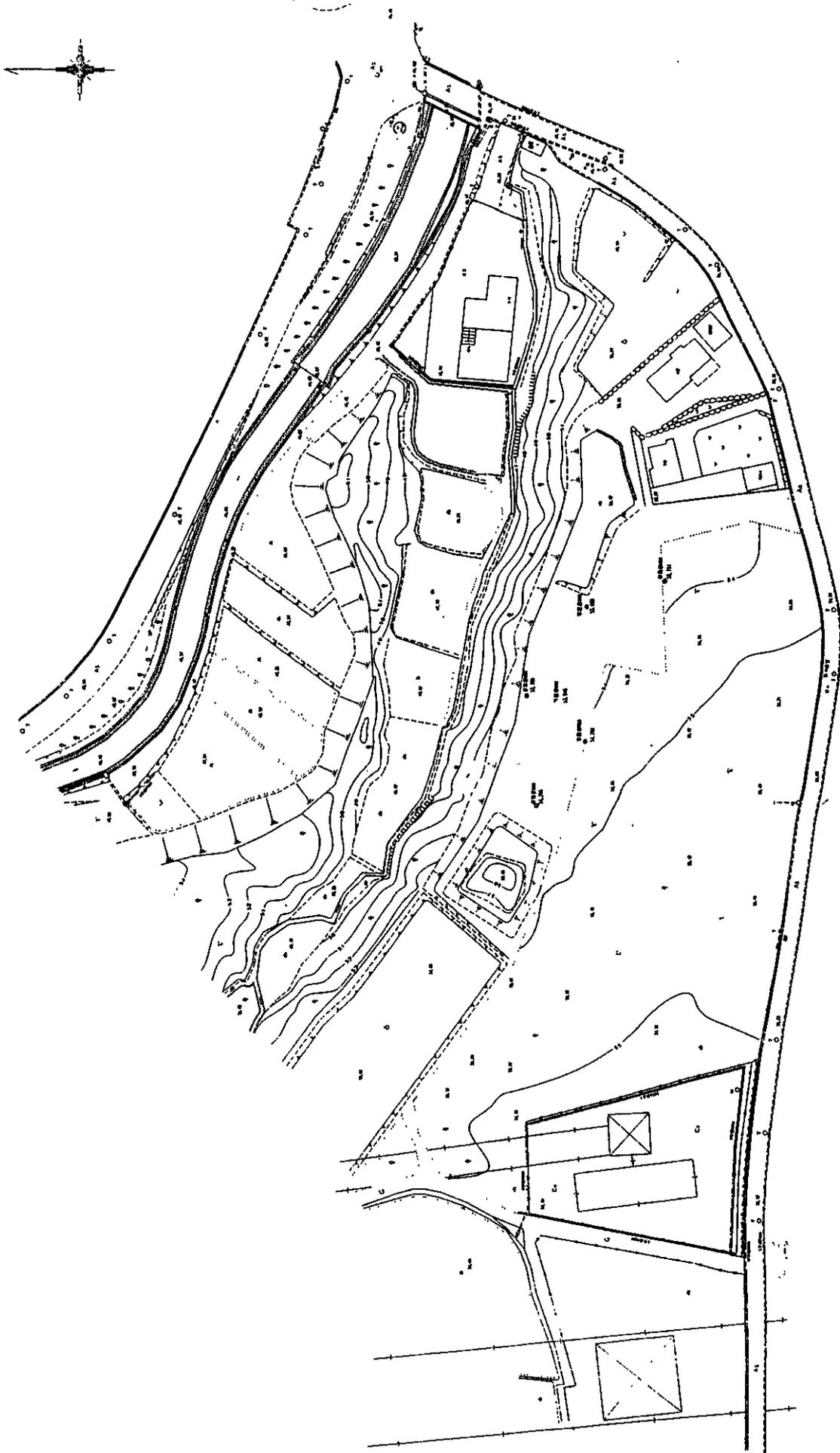
年代		地層名	記号	
現世		盛土	B	
		表土	F	
第四紀	完新世	沖積層	粘性土層 Ac	
			礫質土層 Ag	
	更新世	高位II段丘 堆積物	粘性土層	tDc
			礫質土層	tDg
		J累層	粘性土層	Dc
			砂質土層	Ds
	礫質土層	Dg		
新第三紀	鮮新世	E層群	粘性土層 Tc	
		I累層	砂質土層 Ts	

2. 調査結果

1) 地形測量

測量により得られた対象区域の地形図を巻末資料編及び図4-5に示した。

(H=1 : 1000)



1	1:1000地形図
2	1:5000地形図
3	1:10000地形図
4	1:25000地形図
5	1:50000地形図
6	1:100000地形図
7	1:250000地形図
8	1:500000地形図
9	1:1000000地形図
10	1:2500000地形図
11	1:5000000地形図
12	1:10000000地形図
13	1:25000000地形図
14	1:50000000地形図
15	1:100000000地形図
16	1:250000000地形図
17	1:500000000地形図
18	1:1000000000地形図
19	1:2500000000地形図
20	1:5000000000地形図
21	1:10000000000地形図
22	1:25000000000地形図
23	1:50000000000地形図
24	1:100000000000地形図
25	1:250000000000地形図
26	1:500000000000地形図
27	1:1000000000000地形図
28	1:2500000000000地形図
29	1:5000000000000地形図
30	1:10000000000000地形図
31	1:25000000000000地形図
32	1:50000000000000地形図
33	1:100000000000000地形図
34	1:250000000000000地形図
35	1:500000000000000地形図
36	1:1000000000000000地形図
37	1:2500000000000000地形図
38	1:5000000000000000地形図
39	1:10000000000000000地形図
40	1:25000000000000000地形図
41	1:50000000000000000地形図
42	1:100000000000000000地形図
43	1:250000000000000000地形図
44	1:500000000000000000地形図
45	1:1000000000000000000地形図
46	1:2500000000000000000地形図
47	1:5000000000000000000地形図
48	1:10000000000000000000地形図
49	1:25000000000000000000地形図
50	1:50000000000000000000地形図
51	1:100000000000000000000地形図
52	1:250000000000000000000地形図
53	1:500000000000000000000地形図
54	1:1000000000000000000000地形図
55	1:2500000000000000000000地形図
56	1:5000000000000000000000地形図
57	1:10000000000000000000000地形図
58	1:25000000000000000000000地形図
59	1:50000000000000000000000地形図
60	1:100000000000000000000000地形図
61	1:250000000000000000000000地形図
62	1:500000000000000000000000地形図
63	1:1000000000000000000000000地形図
64	1:2500000000000000000000000地形図
65	1:5000000000000000000000000地形図
66	1:10000000000000000000000000地形図
67	1:25000000000000000000000000地形図
68	1:50000000000000000000000000地形図
69	1:100000000000000000000000000地形図
70	1:250000000000000000000000000地形図
71	1:500000000000000000000000000地形図
72	1:1000000000000000000000000000地形図
73	1:2500000000000000000000000000地形図
74	1:5000000000000000000000000000地形図
75	1:10000000000000000000000000000地形図
76	1:25000000000000000000000000000地形図
77	1:50000000000000000000000000000地形図
78	1:100000000000000000000000000000地形図
79	1:250000000000000000000000000000地形図
80	1:500000000000000000000000000000地形図
81	1:1000000000000000000000000000000地形図
82	1:2500000000000000000000000000000地形図
83	1:5000000000000000000000000000000地形図
84	1:10000000000000000000000000000000地形図
85	1:25000000000000000000000000000000地形図
86	1:50000000000000000000000000000000地形図
87	1:100000000000000000000000000000000地形図
88	1:250000000000000000000000000000000地形図
89	1:500000000000000000000000000000000地形図
90	1:1000000000000000000000000000000000地形図
91	1:2500000000000000000000000000000000地形図
92	1:5000000000000000000000000000000000地形図
93	1:10000000000000000000000000000000000地形図
94	1:25000000000000000000000000000000000地形図
95	1:50000000000000000000000000000000000地形図
96	1:100000000000000000000000000000000000地形図
97	1:250000000000000000000000000000000000地形図
98	1:500000000000000000000000000000000000地形図
99	1:1000000000000000000000000000000000000地形図
100	1:2500000000000000000000000000000000000地形図

図 4-5 地形図

2) 地質構造及び水理地質条件

ボーリングの結果を集約した各孔の柱状図及び代表測線での推定地質断面図を巻末資料編としてとりまとめた。

本調査地の地盤構成は図4-6の模式断面図(A-A'断面、不法投棄フィールド No.1 からD川を横断する No.8 方向への断面図)に示すように上位より盛土層(B)、表土層(F)、沖積層(Ac、Ag)、段丘堆積物(tDc、tDg)、洪積層のJ累層(Dc、Ds、Dg)及び、第三紀E層群I累層(Tc、Ts)の合計11層が分布する。

本調査地周辺の基盤岩は、第三紀鮮新世E層群I累層であり、半固結状を呈す砂質シルト及び未固結の砂質土層より成る。これらの層は、No.1'、2、3、4、5、8において標高30～35m以深で確認されている。

その上位には、礫、砂、泥より成る第四紀更新世J累層が分布している。J累層は、全体に礫層が優勢で、礫は亜円礫が主体で、大半がチャートである。また、部分的にシルト分を多く含む層が見られた。

さらにその上位には、礫層より成る第四紀更新世高位II段丘堆積物が分布している。

これらの地層は、地質概要で述べたように各時代毎で不整合関係にある。また各地層の分布下限深度は、盛土層や沖積層などの一部での分布を示すものを除くと、段丘堆積物が標高40～45m、洪積層のJ累層は30～35m付近となっている。

また各地層の水平方向に対する連続性は、断面図上からは比較的良い様に見られるが、実際には薄層を挟んだり、一部でせん滅したりしている。

地下水は、掘進時に第四紀更新世高位II段丘堆積物 tDg 層及び第四紀更新世 J 累層 (Ds 層、Dg 層)において胚胎されていることが確認されており、tDg 層が自由地下水を胚胎する層(第1滞水層)Ds、Dg 層が被圧地下水を胚胎する層(第2滞水層)であると考えられる。

以下、試錐結果で確認された各地層の特徴について述べる。