

調査年月日	平成5年12月8日
天気	晴
潮	長潮・満潮時
万石流量	50m ³ /s

揖斐川 H5.12.8 調査

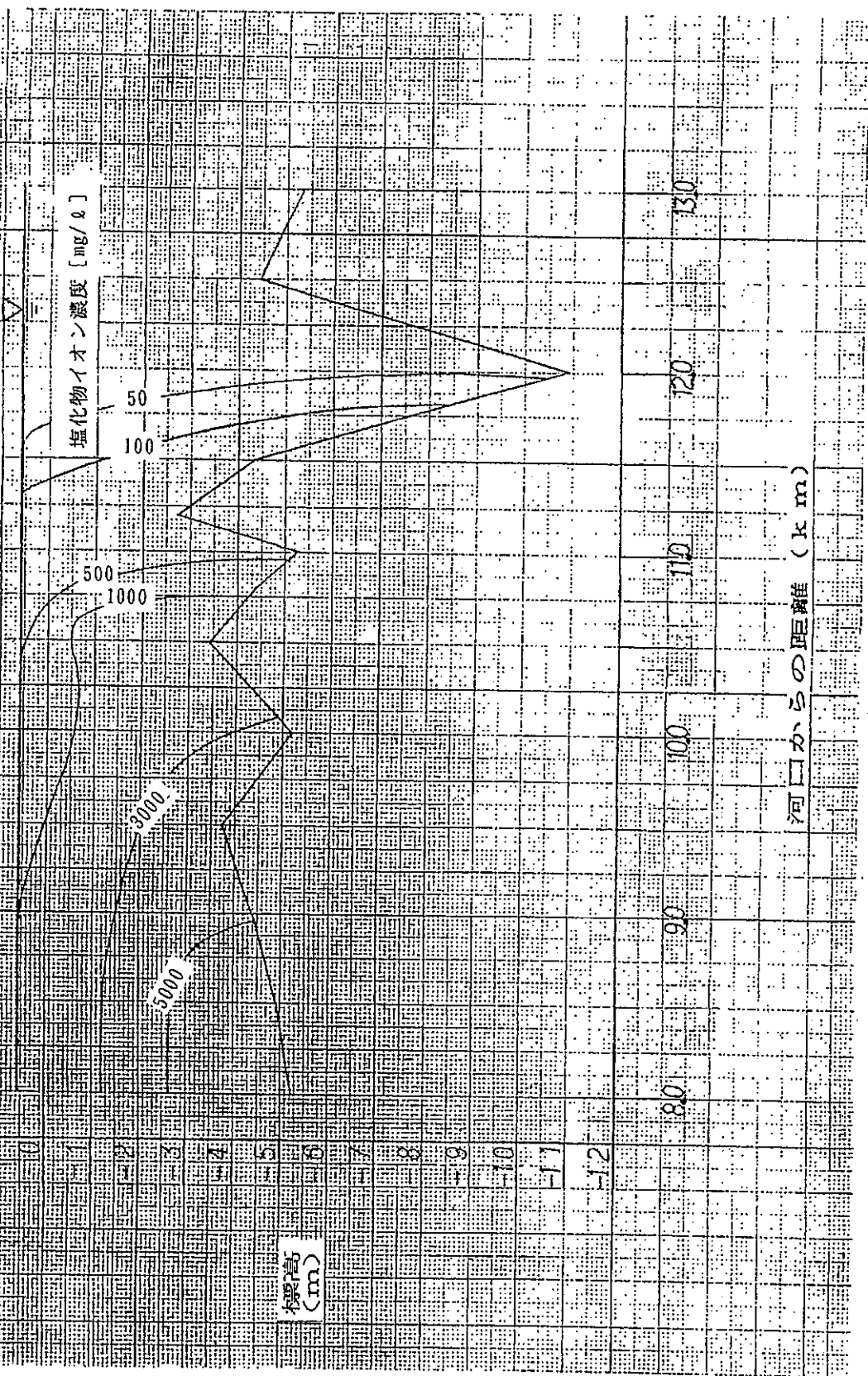


図-7-2-17 揖斐川塩分遡上調査結果(H5.12.8)

3) まとめ

- 長良川河口堰全ゲート操作時の揖斐川の塩水遡上状況は、大潮時、小潮時のいずれの状況においても、ゲート操作のない状況と比較して、塩水の遡上形態及び遡上距離はほとんど差のない観測結果となっている。
- 揖斐川における塩分遡上は11km付近にあるマウンドにより相当程度抑制されており、その傾向は河口堰運用に伴うゲート操作の影響を受けてはいないことが認められるが、さらにデータを追加して検討する。

7-3 地下水の塩分濃度変化の確認

長島輪中の地質は大略、地表から0.5 mが耕作土 (F)、その下位に層厚0.5 ~ 2 mの最上部砂層 (A_{s1})、層厚 1.5~4 mの最上部粘性土層 (A_{c1})、層厚10~15mの上部砂層 (A_{s2}) が続き、さらにその下位に、層厚20m余りの下部粘性土層 (A_{c2}) が存在するが、輪中南部では、江戸時代以降の干拓地であることから、最上部粘性土層 (A_{c1}) が欠如しているところも多くなっている。また、輪中内に散見される旧河道跡には耕作土 (F) の下部に河床堆積物が分布している。

この地域の地下水構造は、この砂層が帯水層となっており、最上部砂層ないしは旧河道堆積物内の地下水が「表層地下水」で、上部砂層内の地下水が「浅層地下水」である。

また下部粘性土層を貫き、おおよそTP. -40m以深にあるのが「深層地下水」である (図-7-3-1)。

これらの、表層、浅層、深層の各地下水の塩化物イオン濃度の変化について調査する。

凡 例

B : 盛土	A _{s1} : 最上部砂層
F : 耕作土	A _{c1} : 最上部粘性土層
r _d : 河床堆積物	A _{s2} : 上部砂層
	A _{c2} : 下部粘性土層

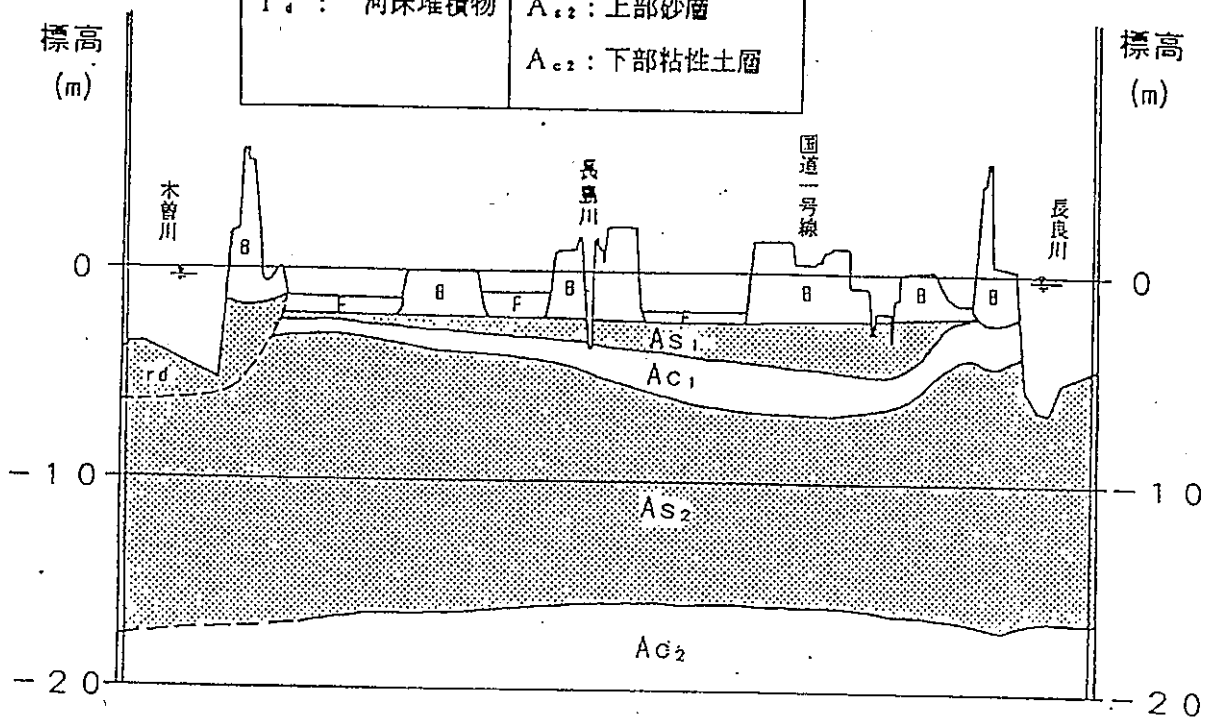


図-7-3-1 長島輪中の地質

7-3-1 河岸近傍の表層及び浅層地下水の塩分濃度調査

a) 調査地点 (図-7-3-2)

3.6、4.0、5.8、6.6、9.6kmの河岸近傍の測線上に観測井を設置し表層及び浅層地下水等の塩化物イオン濃度を測定する。

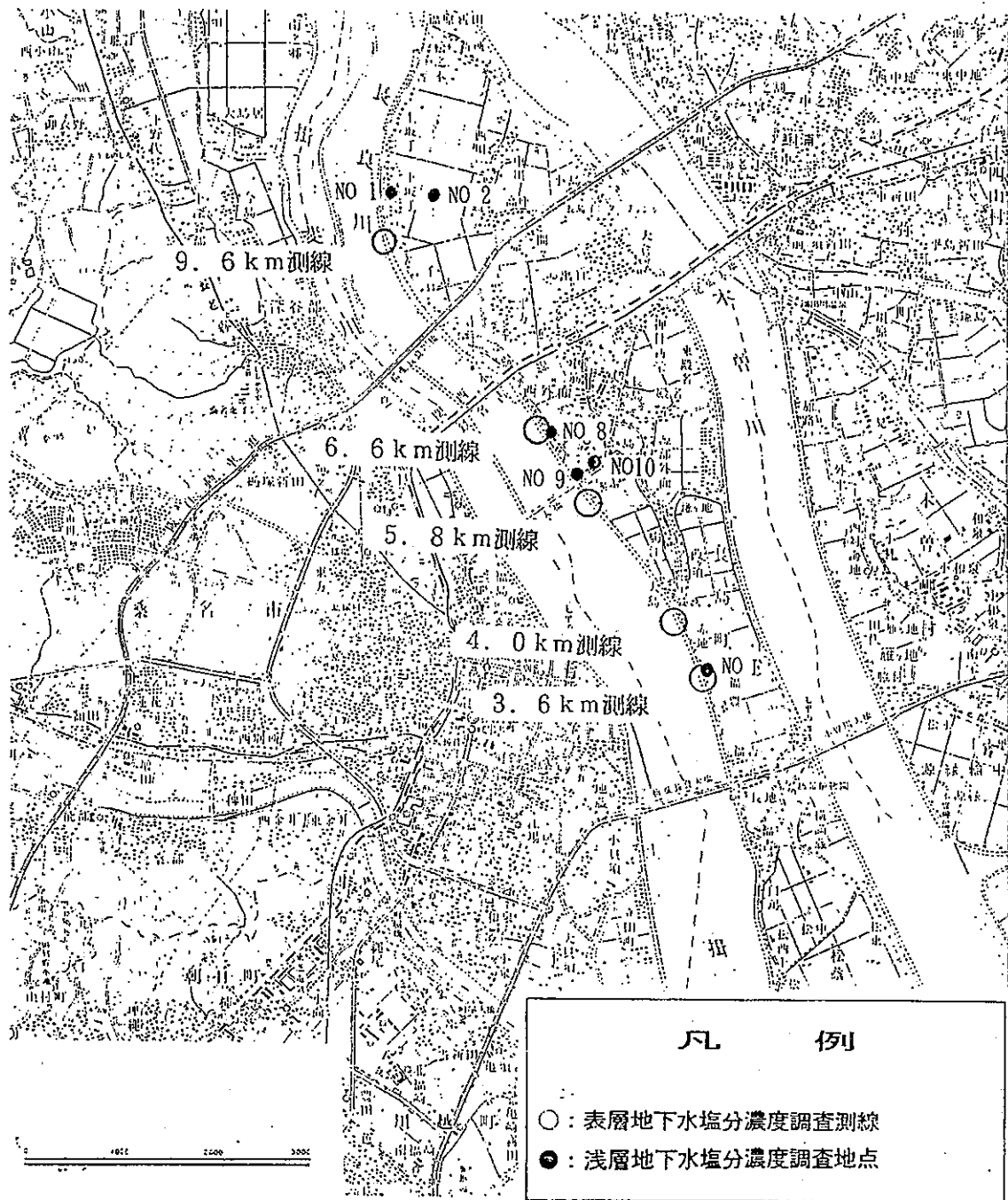


図-7-3-2 河岸近傍の表層及び浅層地下水の塩分濃度調査位置図

b) 調査の方法

観測井の塩化物イオン濃度については、地下水を真空ポンプにより吸上げて現地においてセンサーにて測定する（図-7-3-3）。同時に試料500mlを採水し室内分析（公定分析法）により塩化物イオン濃度を測定する。

水路の塩化物イオン濃度について、水路の水を容器で汲取り、センサーにて測定を行い同時に試料の採水を行い室内分析（公定分析法）により塩化物イオン濃度を測定する。

各観測箇所地下水水位、河川水位について、自記観測によりデータ収集をしている。

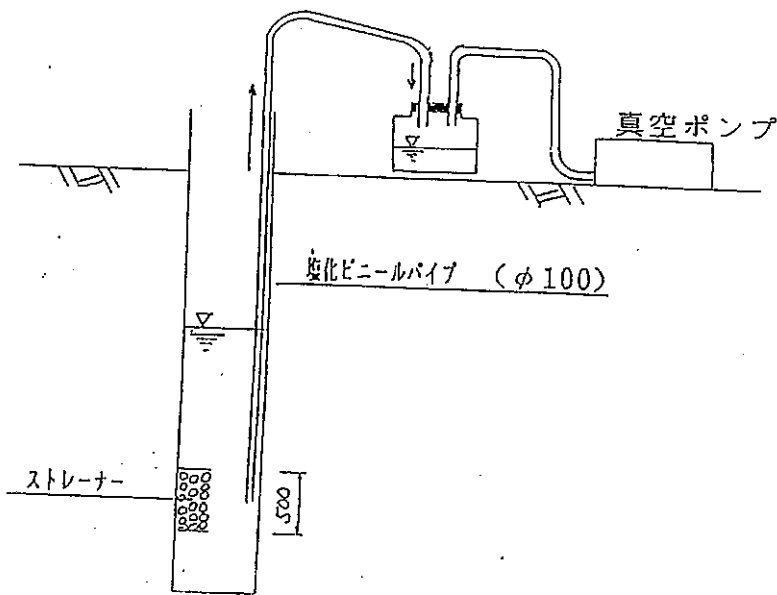


図-7-3-3 表層地下水採水方法模式図

c) 調査日

5.8km, 9.6km については、4月より月各2回調査を実施している。

6.6km については、7月に観測井を設置し以後月各2回調査を実施している。

3.6km, 4.0km については、8月に観測井を設置し以後月各2回調査を実施している。

表-7-3-1 各観測井の調査実施日

調査月 日	4		5		6		7		8				9		10					
	8	27	18	21	21	28	14	25	4	5	24	25	6	7	3	4	13	14	24	25
3.6 km										○		○		○		○		○		○
4.0										○		○		○		○		○		○
5.8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6.6										○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9.6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

d) 調査結果

1) 3.6km地点について (図-7-3-4、図-7-3-5、表-7-3-2)

- ブランケット下部の A_{s2} 層 (3.60km-A) の塩化物イオン濃度は、2,500 ~ 4,200 mg/ℓ 程度である。
- 堤内地の堤防から140 m離れたNo. E地点 (TP -5.5m) (図-7-3-2) の浅層地下水の塩化物イオン濃度は 5,000mg/ℓ ~ 6,800mg /ℓ と高濃度になっており、 A_{s2} 層 (TP -4m以深) では河川からの高濃度の塩水が広く侵入していることが確認された。
- A_{s2} 層の塩化物イオン濃度で堤内地の方がブランケット下部より高濃度を示しているのは、近傍の旧河道跡等透水性の高い部分から侵入したものの影響とも考えられる。
- 堤内地の表層地下水 (3.60km-1) の塩化物イオン濃度は、8月5日の観測時には約 590mg /ℓ で、その後は、35~約80mg/ℓ と低くなっている。

2) 4.0km地点について (図-7-3-6、図-7-3-7、表-7-3-3)

- ブランケット部分では、 A_{s1} 層、 A_{s2} 層において観測を実施している。 A_{s1} 層 (4.0 km-A) の塩化物イオン濃度は約70~ 140mg/ℓ と低い値を示している。これは、下部に A_{c1} 層が広く分布しているため、ブランケット上の降雨の降下浸透水が滞留したことが主な原因と推察される。
- A_{s2} 層 (4.0km-B) の塩化物イオン濃度は 3,100~ 3,400mg/ℓ 程度と比較的濃い濃度が観測された。
- A_{s2} 層 (4.0km-2) 下部 (TP -12.5m) の塩化物イオン濃度は約12,000mg/ℓ 程度の高濃度塩水となっており、河川からの浸透によって蓄積されているものと推測される。
- 堤内地の浅層地下水 (4.0km-1) の塩化物イオン濃度は8月5日が約 2,500mg/ℓ 、8月25日に約 1,000mg/ℓ と9月以降の 700mg/ℓ 程度に比べて高濃度になっている。

3) 5.8km地点について (図-7-3-8、図-7-3-9、表-7-3-4)

- ブランケット部分では、 A_{s2} 層において観測を実施している。
- A_{s2} 層では、河川寄り (5.8km-A) における塩化物イオン濃度は 5,300~約11,000 mg/ℓ と高い濃度で、堤防寄り (5.8km-c) では約600 ~ 2,500mg/ℓ となっている。また、堤内地の堤防から約15m離れたNo. 9地点 (TP -5.5m) 及び約 200m離れたNo.10地点 (TP -7.5m) (図-7-3-2) の浅層地下水の塩化物イオン濃度も 1,000~ 3,500mg/ℓ と高く、河川からの高濃度の塩水が A_{s2} 層をとおして、堤内地に広く侵入している状況がみられる。
- 堤内地の表層地下水 (5.8km-1) の塩化物イオン濃度は約90mg/ℓ から 340mg/ℓ の間で変動している。特に、全ゲート操作前の9月6日の 290mg/ℓ が全ゲート操作後は約90mg/ℓ と大きく低下しているが、今回のデータのみから淡水化されたことによる影響かどうかは判断できない。

4) 6.6km地点について (図-7-3-10、図-7-3-11、表-7-3-5)

- ブランケット部分では、 A_{s2} 層において観測を実施している。
- A_{s2} 層では、河川寄り (6.6Km-A)における塩化物イオン濃度は 2,000~5,700 mg/ℓ と高い濃度で、堤防寄り (6.6Km-C)では 3,700~約 4,500mg/ℓ となっている。また、堤内地の堤防から約40m離れた A_{s2} 層 No8地点 (TP-5.0m) (図-7-3-2) においては11,000~13,000mg/ℓ とブランケットと比較して非常に高い濃度を観測しているが、これは、近傍に分布する旧河道跡などの透水性の高い部分からの河川水の侵入による影響と思われる。
- 表層地下水の塩化物イオン濃度は、6.6Km-1、6.6Km-2、また、 A_{s2} 層上部の塩化物イオン濃度を6.6Km-4で測定している。河川寄り (6.6Km-1)では 1,100~1,300 mg/ℓ で、6.6Km-2では60~440mg/ℓ程度、6.6Km-4では約570~750 mg/ℓ が観測された。また、これら地点の塩化物イオン濃度は、3.6Km、4.0Km、5.8Kmと同様に7月25日~9月6日の間に比較的高い濃度が観測されている傾向がみられた。
- 6.6km-2の塩化物イオン濃度は全ゲート操作前の9月6日の約430mg/ℓが全ゲート操作後は約60mg/ℓと大きく低下しているが、今回のデータからは淡水化されたことによる影響かどうかは判断できない。
- 6.6km-4と6.6km-2の塩化物イオン濃度を比較すると、6.6km-4の方が堤防から遙かに離れているにもかかわらず高い値を示しているのは、6.6km-2が A_{c1} 層であるのに対し6.6Km-4が A_{s2} 層であるため、長年にわたり河川からの塩分の供給を受けて一帯が塩水化していることを表している。

5) 9.6km地点について (図-7-3-12、図-7-3-13、表-7-3-6)

- ブランケット部分では、 A_{s2} 層において観測を実施している。
- A_{s2} 層では、河川寄り (9.6Km-A)における塩化物イオン濃度は 690~約 2,100 mg/ℓ であり、堤防寄り (9.6Km-C)では約 250~1,700mg/ℓ となっている。下流の6.6kmと比較して相当程度低くなっている。
- 堤内地の浅層地下水の塩化物イオン濃度は、堤防から約150m離れたNo.1地点 (TP-5.0m) (図-7-3-2)は 130~230mg/ℓ で、また堤防から約550m離れたNo.2地点 (TP-5.0m) (図-7-3-2)では19~29mg/ℓ であり、堤防に近いところでは塩水侵入の影響が認められる。
- 堤内地の表層地下水の塩化物イオン濃度は、最も河川に近い地点 (9.6Km-1)で4~8 mg/ℓ と完全な淡水となっている。また、堤防から70m離れた9.6Km-3においては6~約520mg/ℓ と相当変動が大きくなっている。9.6Km-3においては、7月14日~8月4日の間と10月13日以降に高い濃度を示している。7月14日~8月4日の間の傾向については、他の観測地点とほぼ同様の傾向であるが、10月13日以降漸増していることについては、今後の観測結果とあわせ検討する必要がある。

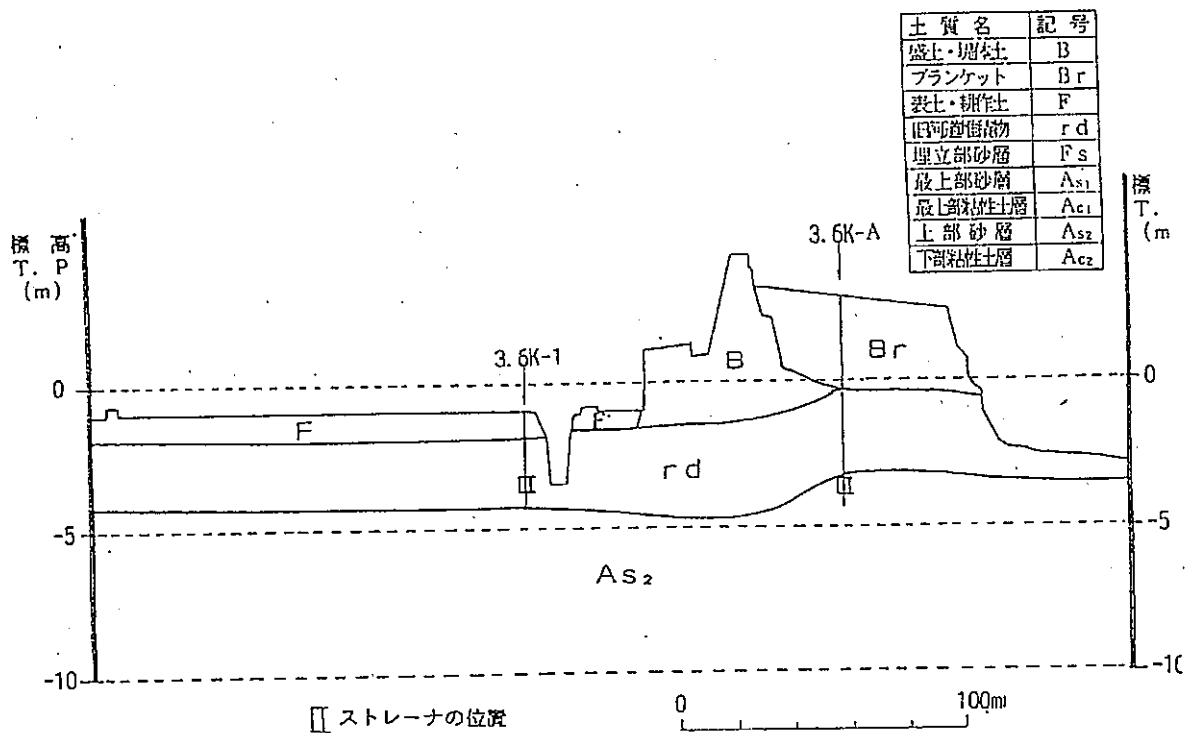


図-7-3-4 3.6 km 付近地質横断面図

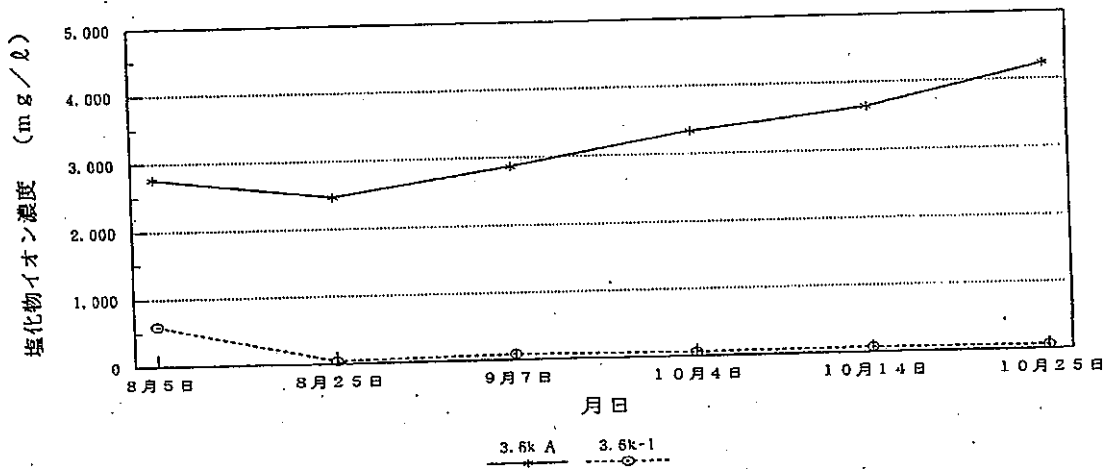


図-7-3-5 3.6 km 表層及び浅層地下水塩化物イオン濃度変化図 (平均値)

表-7-3-2 3.6 km地点塩化物イオン濃度 (mg/l)

観測井	日付	4/8	4/27	5/18	5/21	6/21	6/27	7/14	7/25	8/5	8/25	9/7	10/4	10/14	10/25	/
A	方カト									2,770	2,470	2,870	3,330	3,670	4,230	
I	表層									593	35	82	57	75	63	
No E	浅層									6,800	6,300	6,300	5,000	5,400	5,400	

土質名	記号
盛土・塊状土	B
プランケット	Br
表土・耕作土	F
旧河砂堆積物	rd
埋立部砂層	Fs
最上部砂層	As ₁
最上部粘性土層	Ac ₁
上部砂層	As ₂
下部粘性土層	Ac ₂

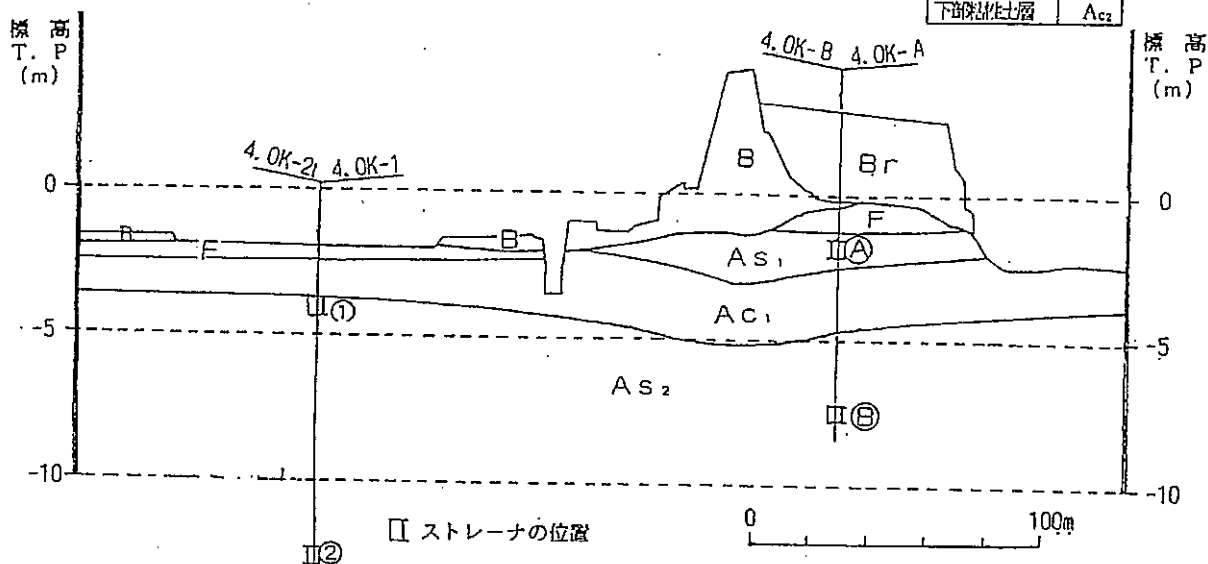


図-7-3-6 4.0 km付近地質横断面図

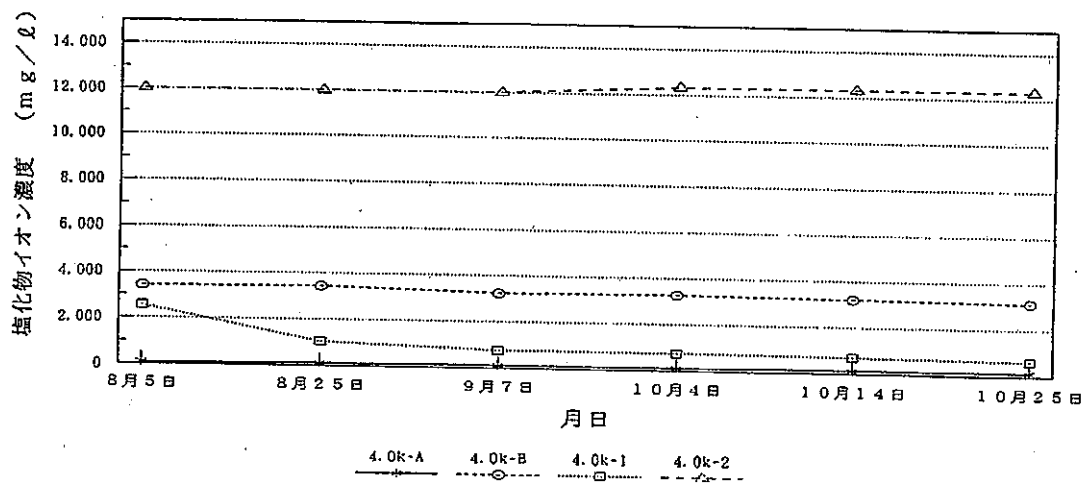


図-7-3-7 4.0 km表層及び浅層地下水塩化物イオン濃度変化図 (平均値)

表-7-3-3 4.0 km地点塩化物イオン濃度 (mg/l)

観測井	日付	4/8	4/27	5/18	5/21	6/21	6/27	7/14	7/25	8/5	8/25	9/7	10/4	10/14	10/25	/
A	方カト									73	107	117	120	137	140	
B	方カト									3,400	3,430	3,230	3,270	3,200	3,130	
1	浅層									2,530	1,030	763	747	697	630	
2	As ₂ 層									12,000	12,000	12,000	12,300	12,300	12,300	

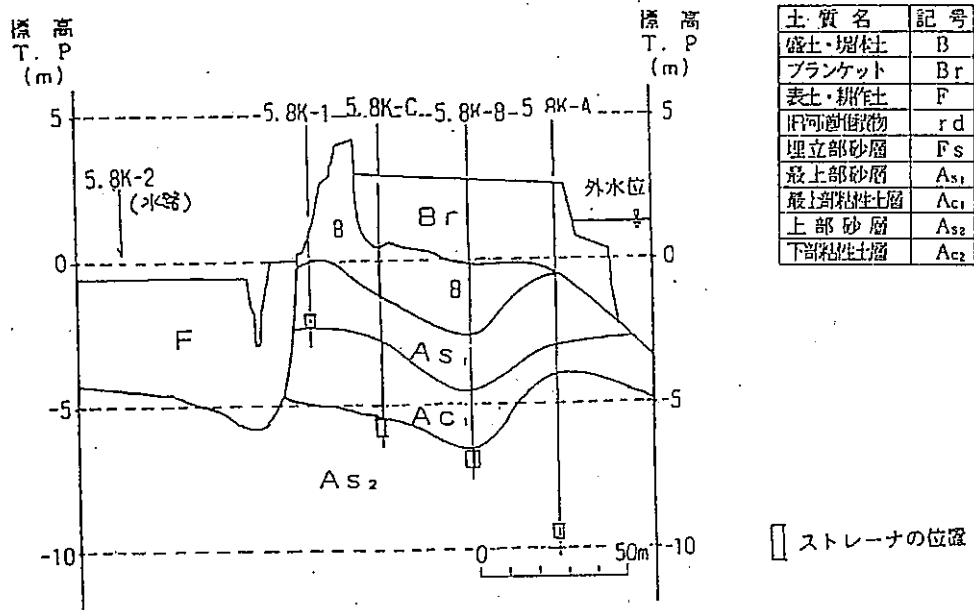


図-7-3-8 5.8 km付近地質横断面図

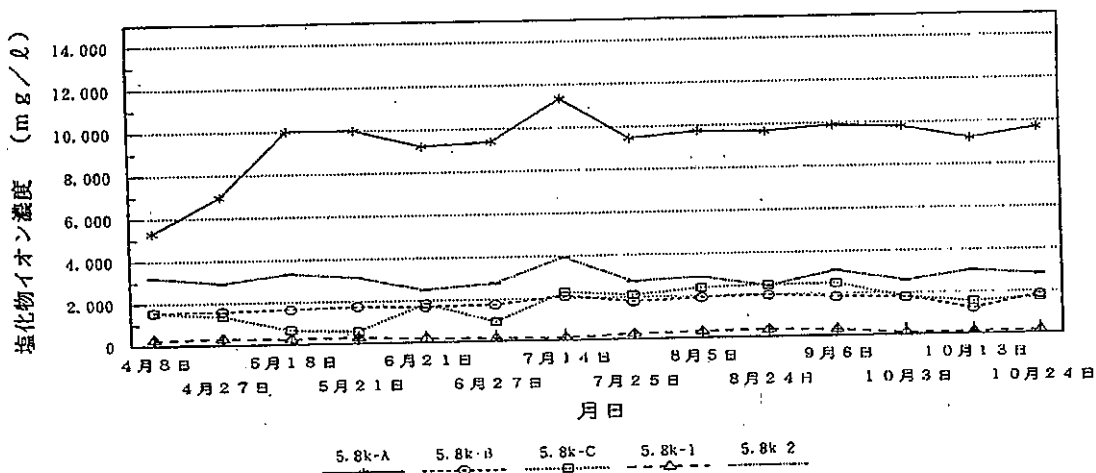


図-7-3-9 5.8 km表層及び浅層地下水等の塩化物イオン濃度変化図 (平均値)

表-7-3-4 5.8 km地点塩化物イオン濃度 (mg/l)

観測井	日付	4/8	4/27	5/18	5/21	6/21	6/27	7/14	7/25	8/5	8/24	9/6	10/3	10/13	10/24	/
A	方カト	5,300	6,970	10,000	10,000	9,230	9,400	11,300	9,470	9,730	9,670	9,900	9,800	9,230	9,700	
B	方カト	1,600	1,600	1,670	1,770	1,700	1,770	2,100	1,800	1,930	2,000	1,870	1,800	1,770	1,870	
C	方カト	1,570	1,370	670	577	1,830	940	2,300	2,100	2,400	2,470	2,500	1,800	1,570	1,730	
1	表層	273	287	253	233	187	147	117	257	313	340	290	85	123	143	
2	水路	3,200	2,930	3,330	3,130	2,500	2,770	3,930	2,770	2,900	2,430	3,100	2,600	3,030	2,830	
No. 9	浅層						1,300	1,600	1,600	1,600	1,500	1,500	1,000	1,200	1,500	
No. 10	浅層						2,200	2,400	2,200	2,200	2,700	3,500	3,000	2,900	2,800	

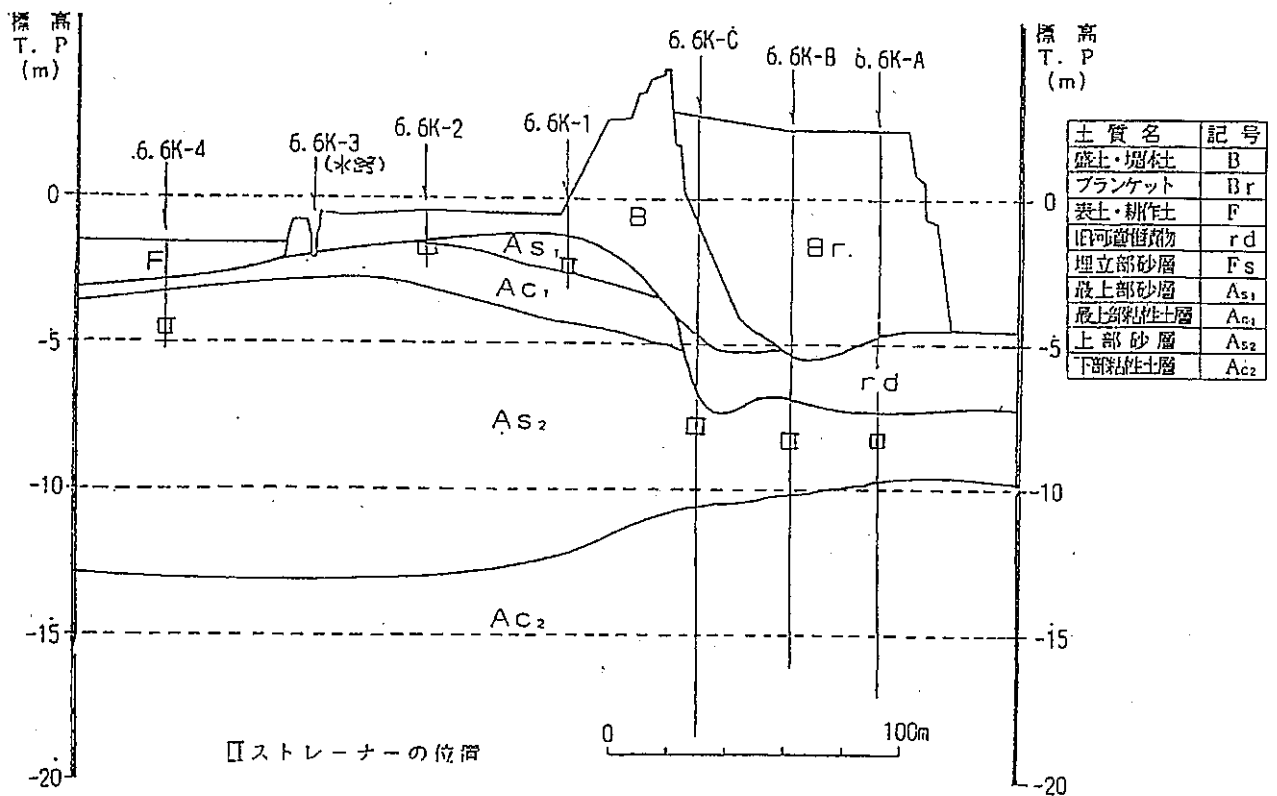


図-7-3-10 6.6 km 付近地質横断面

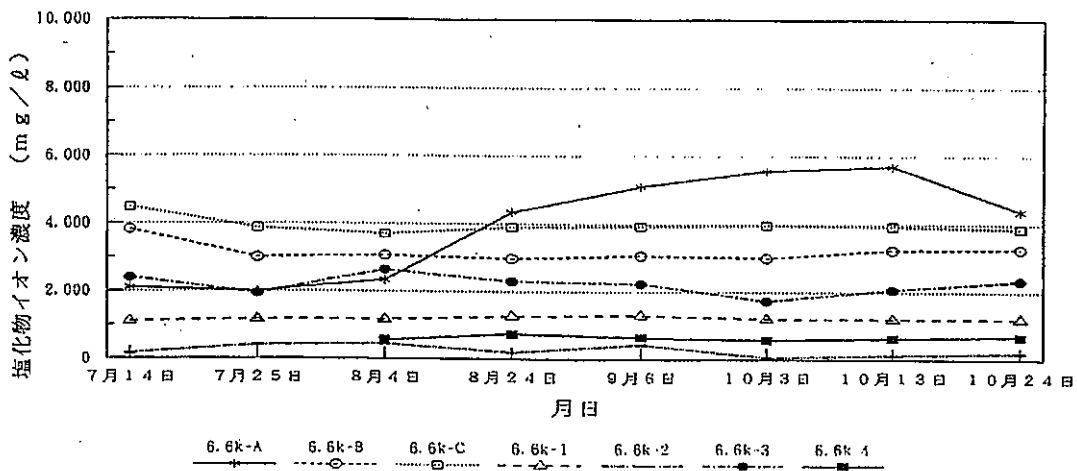


図-7-3-11 6.6 km 表層及び浅層地下水等の塩化物イオン濃度変化図 (平均値)

表-7-3-5 6.6 km 地点塩化物イオン濃度 (mg/l)

観測井	日付					7/14	7/25	8/4	8/24	9/6	10/3	10/13	10/24	/
A	方カト					2,100	2,000	2,330	4,330	5,100	5,570	5,700	4,370	
B	方カト					3,830	3,000	3,070	2,970	3,070	3,000	3,230	3,270	
C	方カト					4,470	3,870	3,700	3,900	3,930	3,970	3,930	3,870	
1	表層					1,100	1,170	1,170	1,270	1,300	1,200	1,200	1,200	
2	表層					157	400	443	200	433	61	130	190	
3	水路					2,400	1,930	2,630	2,300	2,230	1,730	2,070	2,330	
4	浅層							567	750	650	583	637	683	
No. 8	浅層					13,000	11,000	11,000	11,000	12,000	11,000	11,000	11,000	

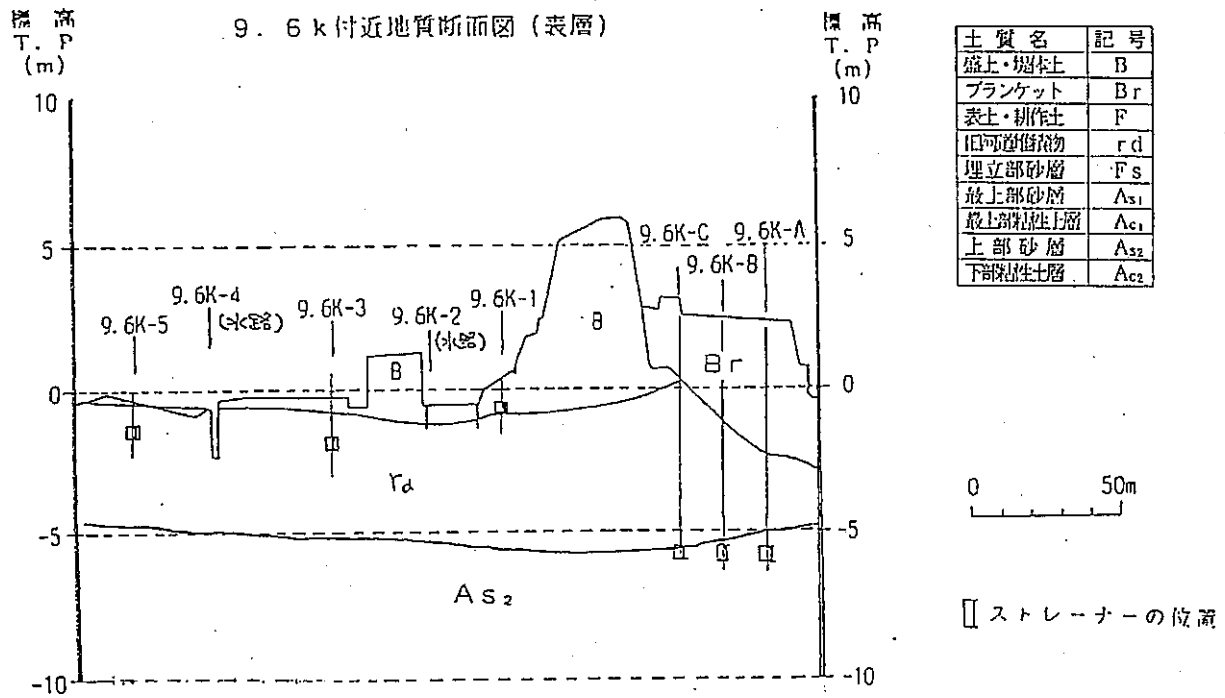


図-7-3-12 9.6 km 付近地質横断面

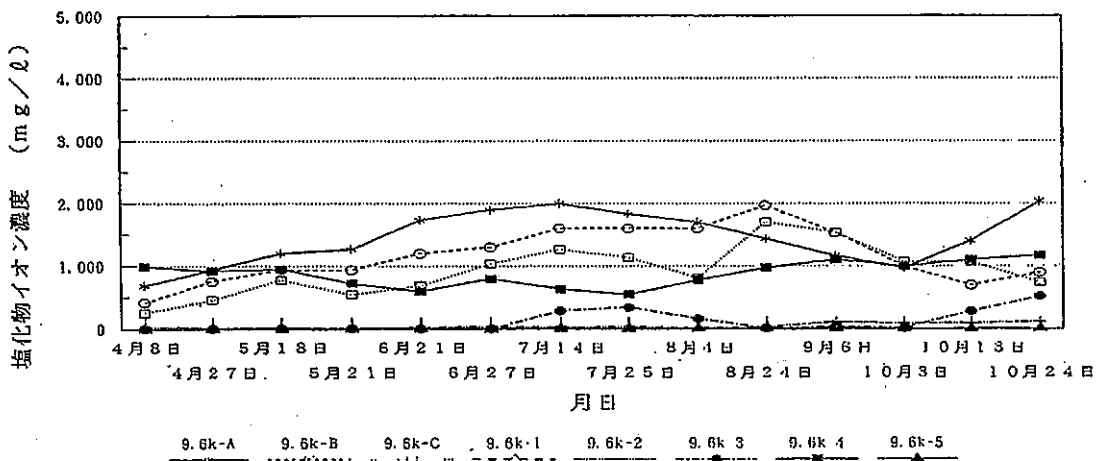


図-7-3-13 9.6 km 表層及び浅層地下水等の塩化物イオン濃度変化図 (平均値)

表-7-3-6 9.6 km 地点塩化物イオン濃度 (mg/l)

観測井	目付	4/8	4/27	5/18	5/21	6/21	6/27	7/14	7/25	8/4	8/24	9/6	10/3	10/13	10/24	/
A	方孔井	690	937	1,200	1,270	1,770	1,900	2,000	1,830	1,700	1,430	1,170	967	1,400	2,070	
B	方孔井	417	760	937	937	1,200	1,300	1,600	1,600	1,600	1,970	1,530	990	697	893	
C	方孔井	253	460	777	550	690	1,030	1,270	1,130	810	1,700	1,530	1,070	1,070	740	
1	表層	4	5	7	7	5	4	6	7	7	7	8	7	7	7	
2	水路	35	18	18	16	30	36	36	42	15	31	107	88	92	113	
3	表層	6	6	12	12	11	6	287	343	147	14	34	13	277	517	
4	水路	993	920	950	723	603	800	637	550	783	973	1,100	997	1,100	1,170	
5	表層	3	17	6	7	6	4	13	6	8	8	11	7	7	8	
No. 1	浅層				230	130	140	180	170	180	190	190	170	160	150	
No. 2	浅層				23	29	27	28	20	22	28	27	20	26	19	

6) まとめ

- 河岸近傍の堤内地の表層地下水については、図-7-3-14 に示すとおり概ね7月から9月前半にかけて高い塩化物イオン濃度を観測した。
- 河岸近傍の浅層地下水については、相当程度高い塩水化が進んでおり、なお長期的な観測を実施していく必要がある。

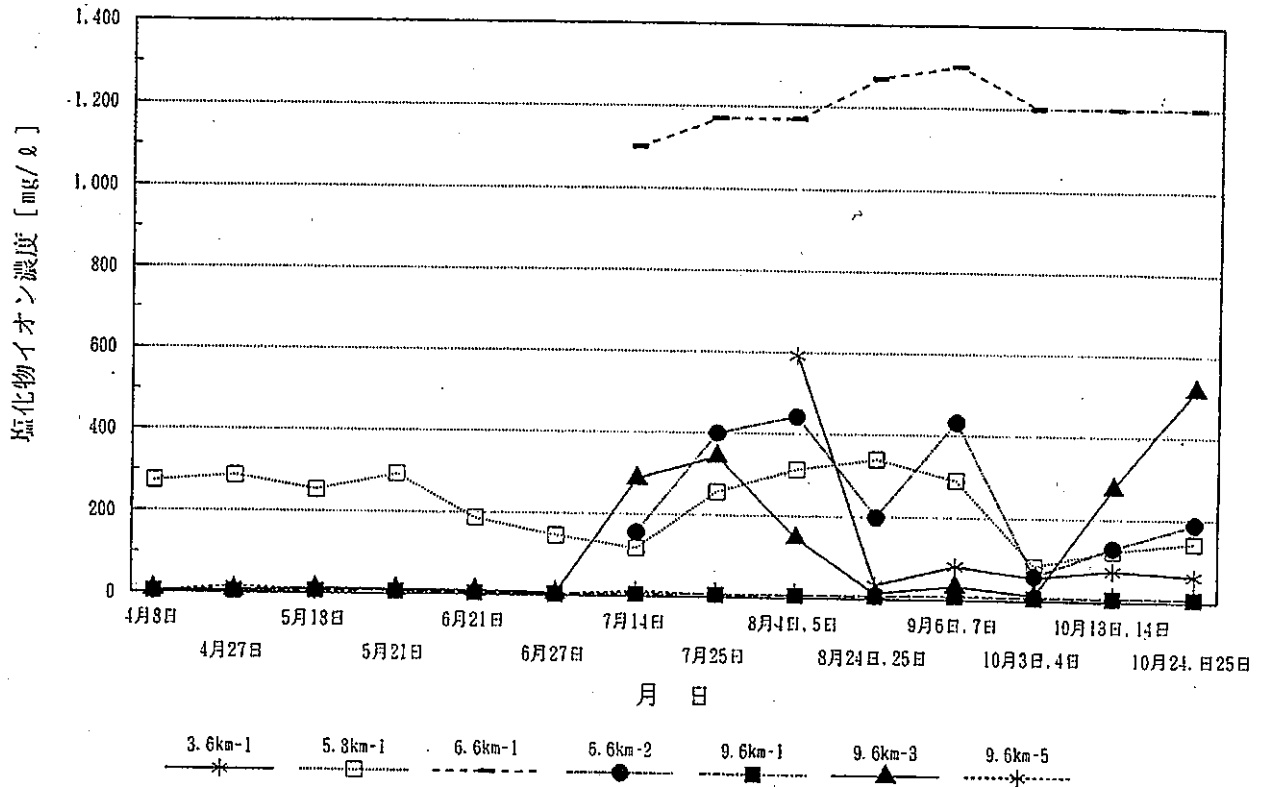


図-7-3-14 表層地下水塩化物イオン濃度変化図

7-3-2 既設井戸による浅層地下水の塩分濃度調査

a) 調査地点 (図-7-3-15)

長島輪中23箇所、高須輪中21箇所、桑原輪中5箇所の既設の浅層地下水井戸にて採水し、塩化物イオン濃度を測定した。

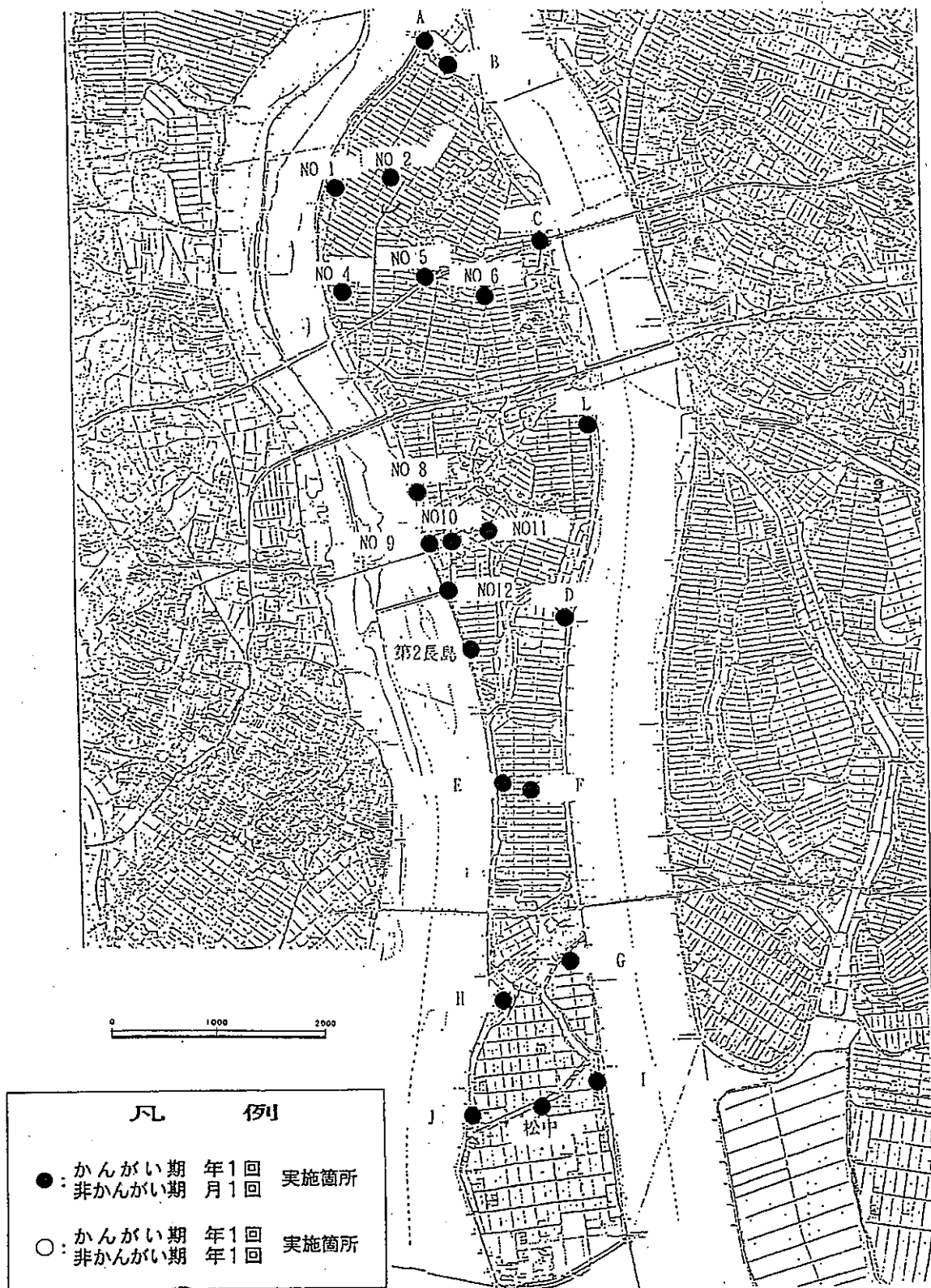


図-7-3-15-(1) 浅層地下水塩分濃度調査位置図 (長島輪中)

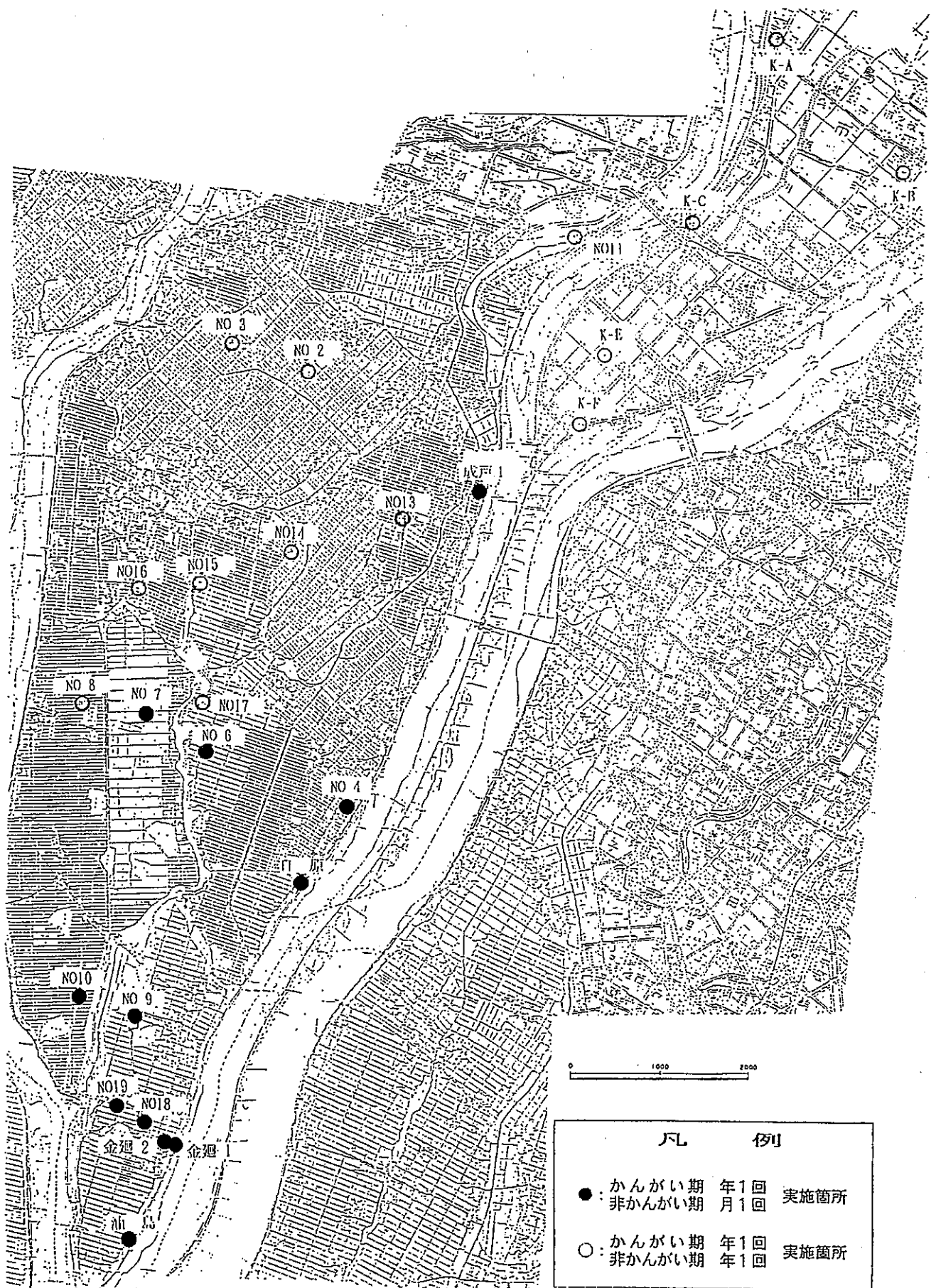


図-7-3-15-(2) 浅層地下水塩分濃度調査位置図 (高須・桑原輪中)

b) 調査の方法

観測井の周辺の塩分を含んだ地下水を寄せ集めるために水中ポンプにより約20分間程度連続して地下水を吸上げる。その間5分毎にセンサーにより電気伝導度を測定し安定しているのを確認し試料(500ml)を採水し室内分析(公定分析法)により塩化物イオン濃度を測定した。

c) 調査日

灌漑期の調査として、平成6年8月4日～11日に実施した。

非灌漑期の調査として、同年10月11日～14日に実施した。

なお、表層地下水の観測井近傍の浅層地下水は、表層地下水の観測時にも併せて実施している。

d) 調査結果

1) 長島輪中の浅層地下水について

- ・長島輪中の浅層地下水の塩化物イオン濃度は、全般的に下流部ほど、また堤防沿いほど高い値を示している(図-7-3-16)。
しかし、堤防から離れている地点でも濃度の高い所(No10, No11, F)があり、旧河道跡等からの浸透の度合いが大きい部分が存在していると考えられる(図-7-3-17)。
- ・関西本線より下流部では、塩化物イオン濃度はほとんどが数千mg/l以上であり塩水化している。
- ・長島輪中の上流部の堤防から離れている地点では、塩化物イオン濃度は、50mg/l程度以下となっている。しかし、上流部のB地点では、約900mg/lと塩水化していることが観測された(図-7-3-16)。
- ・灌漑期および非灌漑期の調査結果では、各観測地点とも大きな変化は見られなかった。

2) 高須・桑原輪中の浅層地下水について

- ・高須輪中の浅層地下水の塩化物イオン濃度は、高須輪中においては全般的に100mg/l以下となっているが大江山沿いのNo.6, 7, 9, 10, では110～480mg/lが観測された(図-7-3-18)。
- ・桑原輪中の浅層地下水の塩化物イオン濃度は、10～30mg/lであり、塩水化は見られなかった(図-7-3-18)。

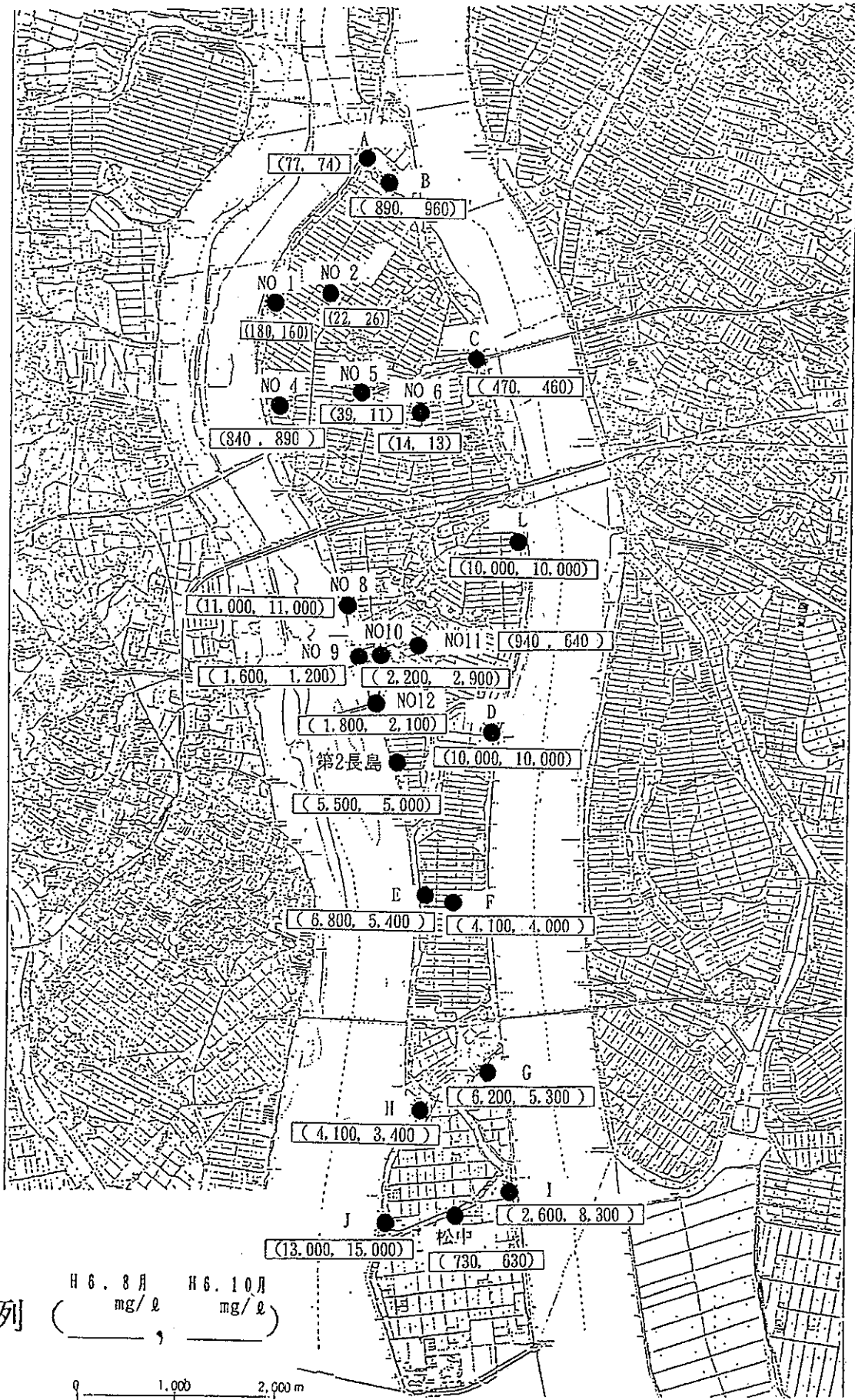
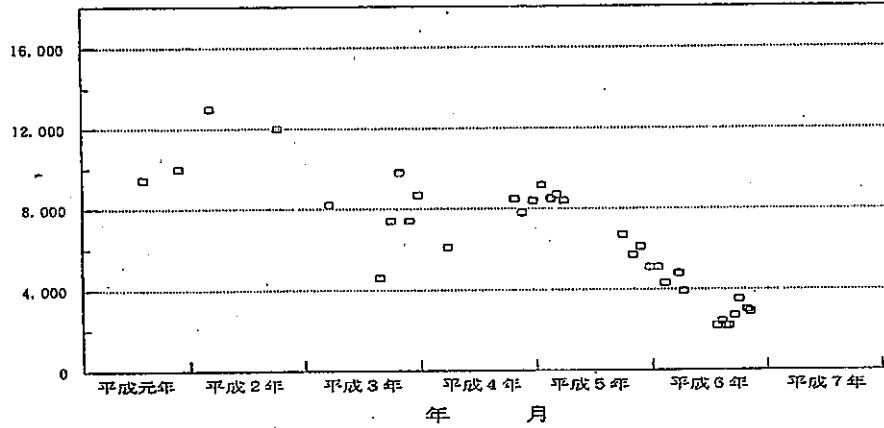


図-7-3-16 浅層地下水塩化物イオン濃度調査結果 (長島輪中)

塩化物イオン濃度



NO. 10

井 田 井 田 井 田

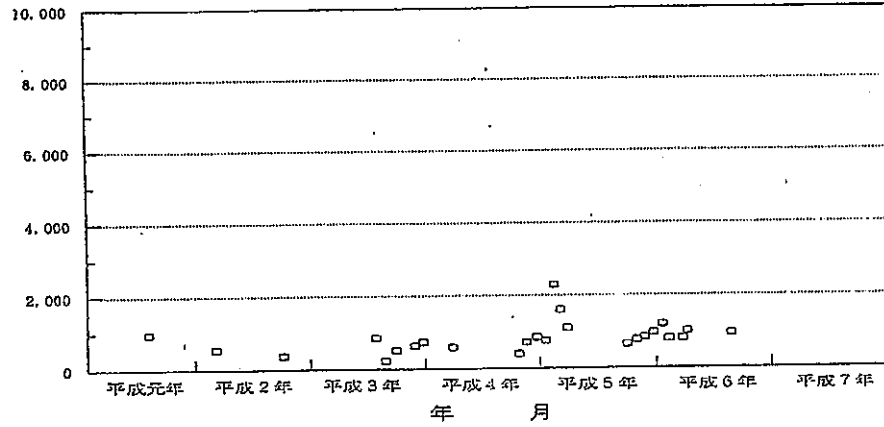
調査地点: 浅層地下
調査年月日: 平成 年 月 日

井	田	井	田	井	田
名	名	名	名	名	名
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

調査地点: 浅層地下
調査年月日: 平成 年 月 日

4.50
6.50
7.00

塩化物イオン濃度



NO. 11

井 田 井 田 井 田

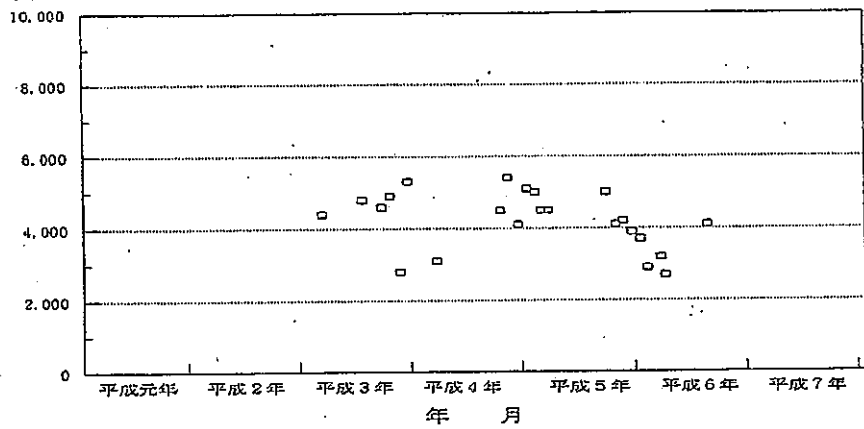
調査地点: 浅層地下
調査年月日: 平成 年 月 日

井	田	井	田	井	田
名	名	名	名	名	名
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

調査地点: 浅層地下
調査年月日: 平成 年 月 日

4.70
6.70
7.30

塩化物イオン濃度[mg/l]



F

井 田 井 田 井 田

調査地点: 浅層地下
調査年月日: 平成 年 月 日

井	田	井	田	井	田
名	名	名	名	名	名
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

調査地点: 浅層地下
調査年月日: 平成 年 月 日

4.10
6.10
6.60

図-7-3-17 浅層地下水塩化物イオン濃度経年変化図(長島輪中)