

長良川河口堰調査

報告書

(第4卷)

平成7年7月

建設省中部地方建設局
水資源開発公団中部支社

長良川河口堰調査 報告書

目 次

第1巻

まえがき

第1章 輪中への浸透水対策	-----	1-1~123
第2章 輪中の排水対策	-----	2-1~ 22
第3章 洪水等(高潮・地震・津波)に対する安全性	----	3-1~187

第2巻

第4章 水質及び底質	-----	4-1~470
------------	-------	---------

第3巻

第5章 魚類等の遡上・降下状況	-----	5-1~125
第6章 動植物や魚貝類の生息状況	-----	6-1~320

第4巻

第7章 塩分の状況	-----	7-1~151
第8章 堰及び関連施設の機能	-----	8-1~130

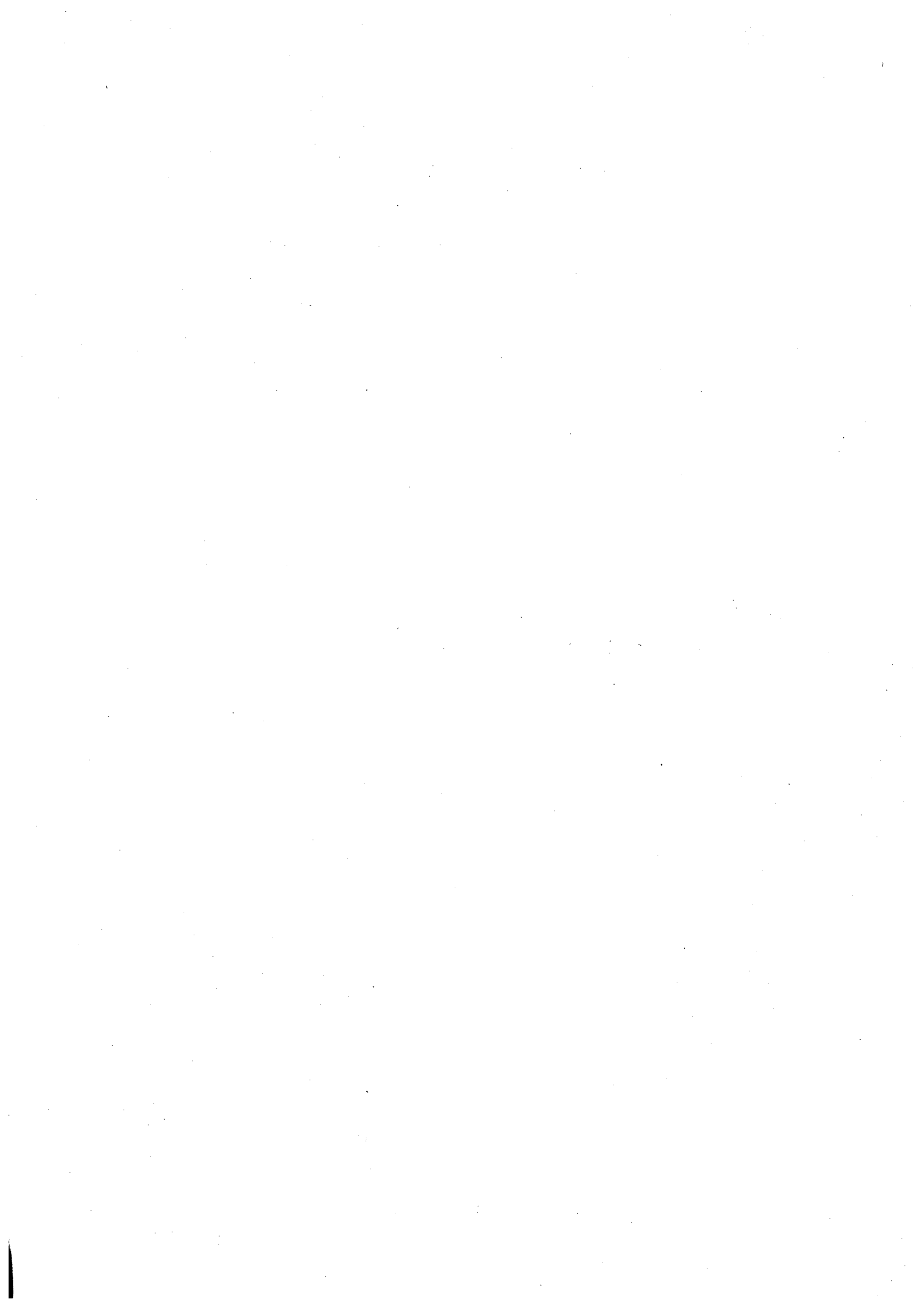
参考資料

注：参考資料は各巻の巻末に添付

目 次

7 塩分の状況

7-1 塩水遡上防止効果の確認	7-1
7-1-1 全ゲート操作時における塩水侵入防止効果と塩水排除方法の確認	7-1
A) 水質詳細調査	7-1
B) 定点観測	7-8
7-1-2 調節ゲートによる塩水遡上防止効果確認	7-12
A) アンダーフロー操作時の調査	7-12
B) オーバーフロー操作時の調査	7-17
7-1-3 ロック式魚道操作時における塩水排除方法の確認	7-22
7-1-4 閘門操作による塩水排除方法の確認	7-27
7-1-5 呼び水式魚道操作による塩水遡上防止効果の確認	7-31
7-2 長良川、揖斐川の塩水遡上の現況の把握	7-33
7-2-1 塩水遡上調査	7-33
A) 長良川	7-33
B) 揖斐川	7-51
7-2-2 全ゲート操作時における塩分調査	7-58
A) 長良川河口堰下流の塩分調査	7-58
B) 揖斐川の塩分調査	7-73
7-3 地下水の塩分濃度変化の確認	7-99
7-3-1 河岸近傍の表層及び浅層地下水の塩分濃度調査	7-100
7-3-2 既設井戸による浅層地下水の塩分濃度調査	7-117
7-3-3 深層地下水の塩分濃度調査	7-125
7-3-4 塩分濃度調査のまとめ	7-128
7-3-5 輪中地下水の塩水化についての検討	7-129
7-3-6 土壌塩分調査	7-138
7-4 まとめ及び評価	7-148
7-5 今後のモニタリング方針	7-150



7 塩分の状況

7-1 塩水遡上防止効果の確認

河口堰は、塩水の遡上を防止し大規模な浚渫を可能にして長良川の治水安全度の向上を図るとともに、堰上流部を淡水化し水資源の開発を行うものである。

長良川河口堰全ゲート操作時に調節ゲート、ロック式魚道ゲート、閘門ゲート操作により塩水遡上が確実に防止できることを現地観測および定点観測により確認を行った。

7-1-1 全ゲート操作時における塩水侵入防止効果と塩水排除方法の確認

全ゲート操作時に堰上下流において塩化物イオン濃度の分布（電気伝導度および水温からの換算）を測定し、堰上流域の塩水侵入防止効果と塩水排除方法の確認を行う。

A) 水質詳細調査

a) 調査地点

調査の地点は、図-7-1-1に示す0.8km～39.2kmまでの定点13測線と深掘箇所13測線の26測線において実施（水質詳細調査として実施）した。

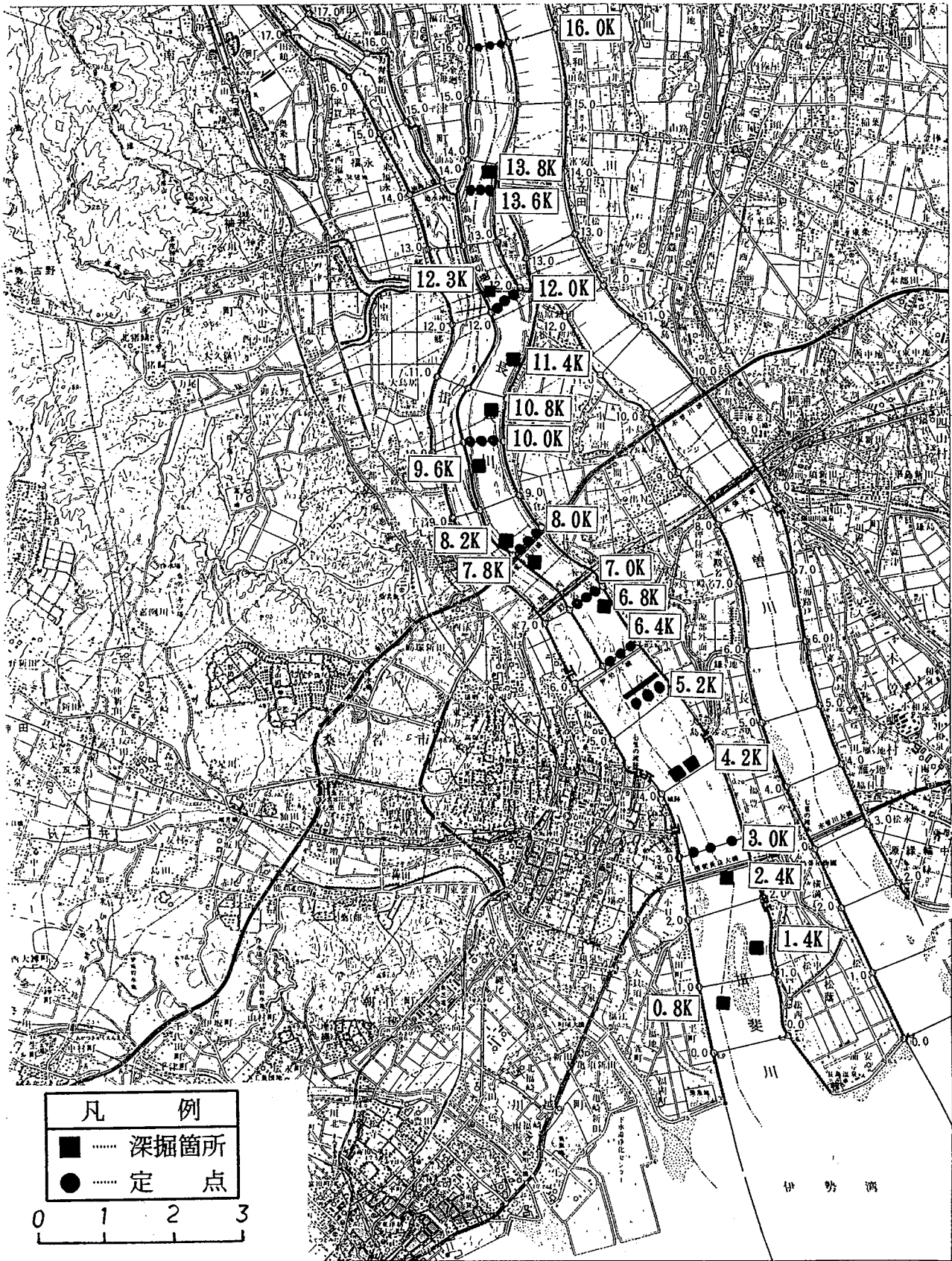


図-7-1-1-(1) 水質詳細調査位置図

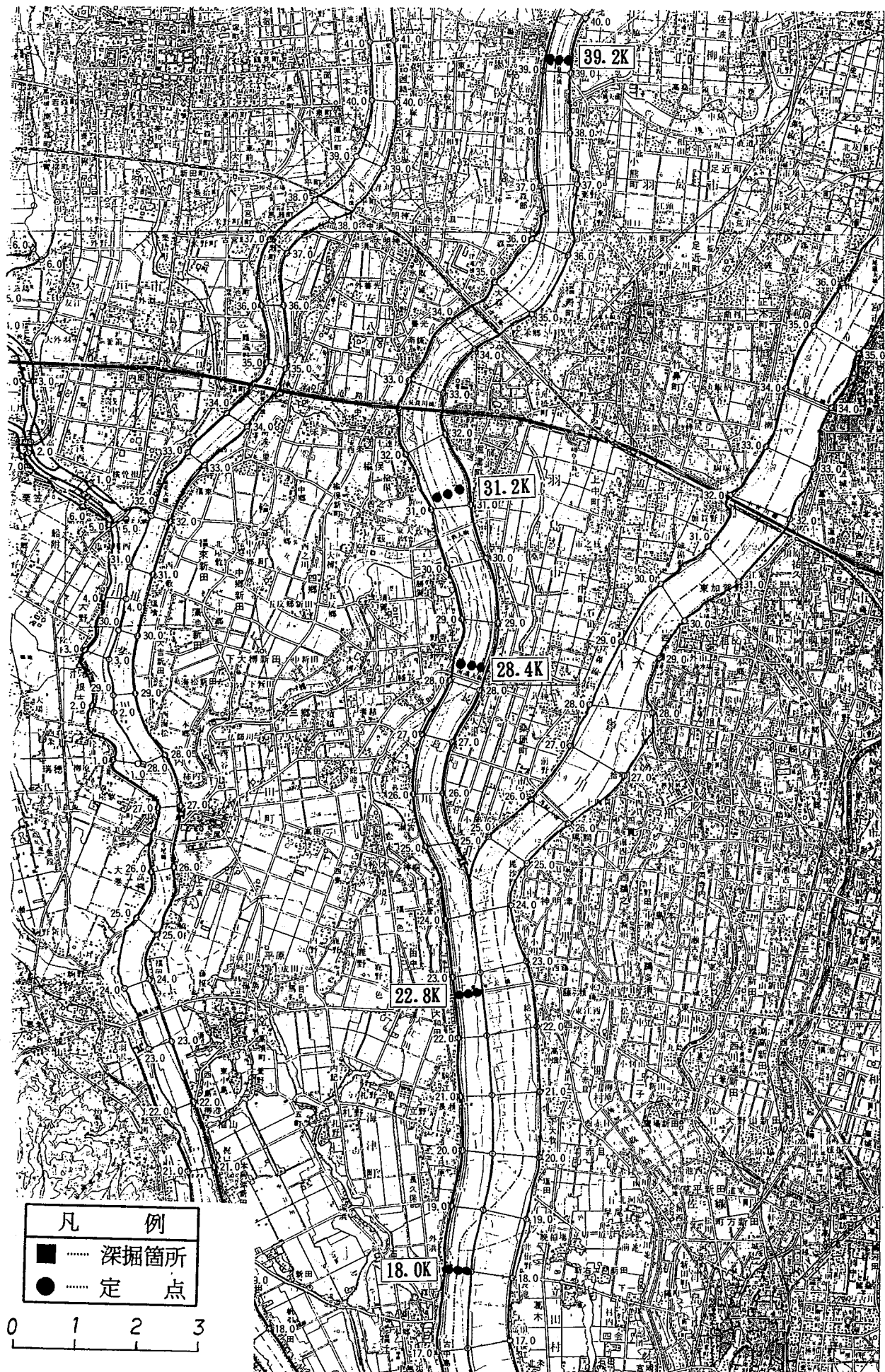


図-7-1-1-(2) 水質詳細調査位置図

b) 調査の方法

船上よりセンサーを所定の深さまで降下させ測定した。

c) 調査日

平成6年9月18日～10月24日

d) 調査結果

全ゲート操作（閉鎖）期間中の9月18日～10月24日の間に堰上下流の塩化物イオン濃度を測定し河口堰によって塩水の侵入防止が確実にされているかを調査した。

定点では、流心、左右岸の3箇所を測定しており、深掘れ箇所では、それぞれの地点で測定している。今回はこの測定結果のうち流心で実施したものを使用した。

結果は図-7-1-2のとおり出水に伴う全ゲート操作直後（図-7-1-2-(1)）を除いては、いずれも堰下流の濃度は10,000 mg/lを越す高濃度となっているが、堰の上流部では、局所的な深掘れ箇所（例えば図-7-1-2-(3)の7Km河床付近）を除けば、概ね100mg/l程度以下で12Kmより上流では20mg/l以下となり、河口堰によって確実に塩水遡上防止が行われていることを確認した。

しかし、全ゲート操作後堰直上流での塩化物イオン濃度が一時的に100mg/l（図-7-1-2-(3)、(4)）を上回ることがあるが、これは、閘門ゲート操作により閘室を通して堰上流へ塩水が侵入するためと推定され、調節ゲートの放流による効果でその広がりが抑制されたものと判断される。

また、参考としてゲート操作期間以外の測定結果は図-7-1-2-(7)のように、2,000 mg/lの濃い塩分が13Km付近まで遡上している。

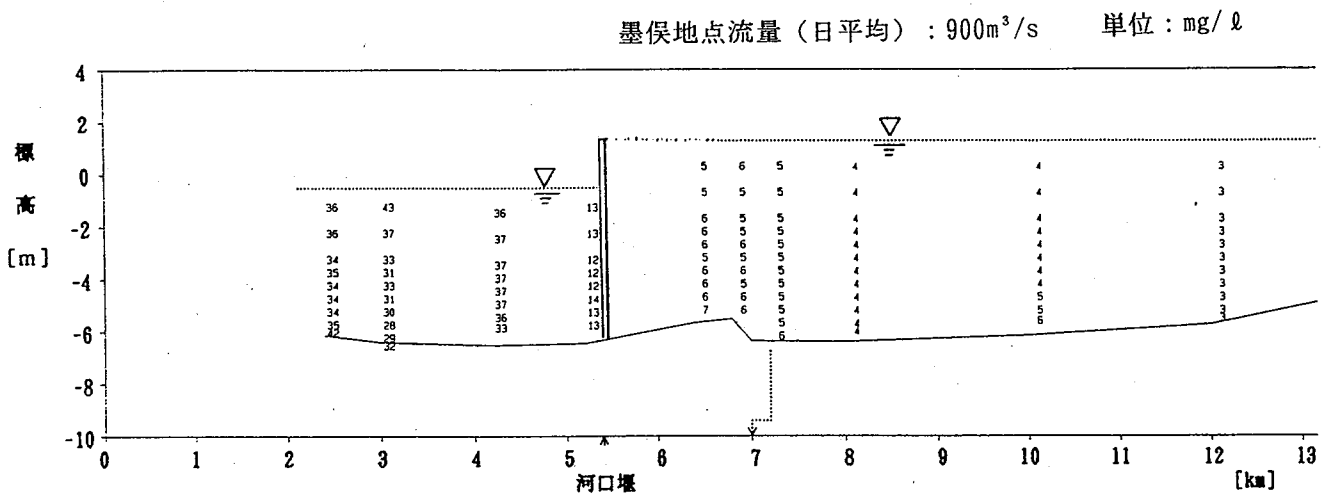


図-7-1-2-(1) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断面図（9月18日24時 干潮）

墨俣地点流量（日平均）：170m³/s 単位：mg/ℓ

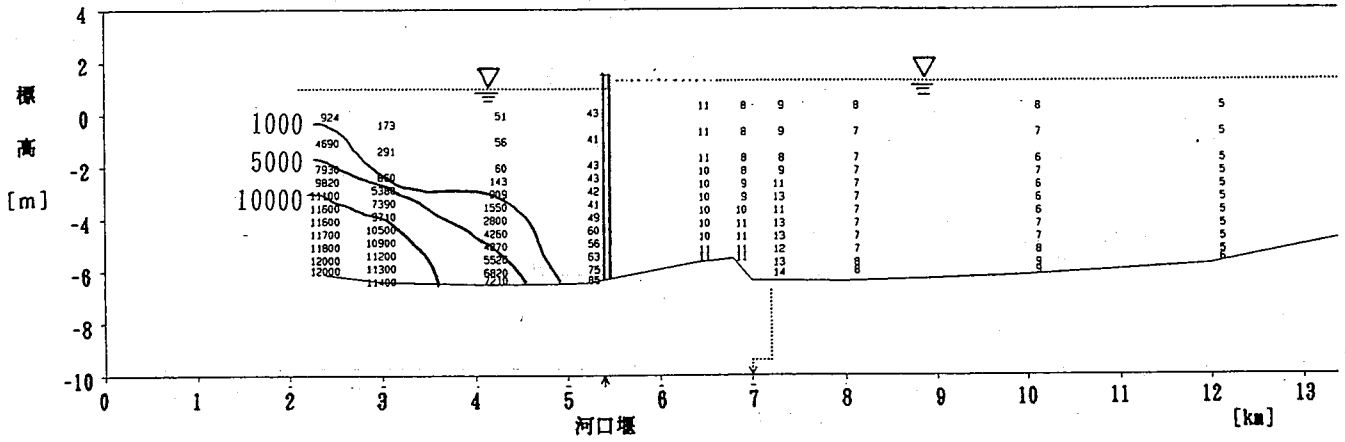


図-7-1-2-(2) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断図（9月20日7時 満潮）

墨俣地点流量（日平均）：90m³/s 単位：mg/ℓ

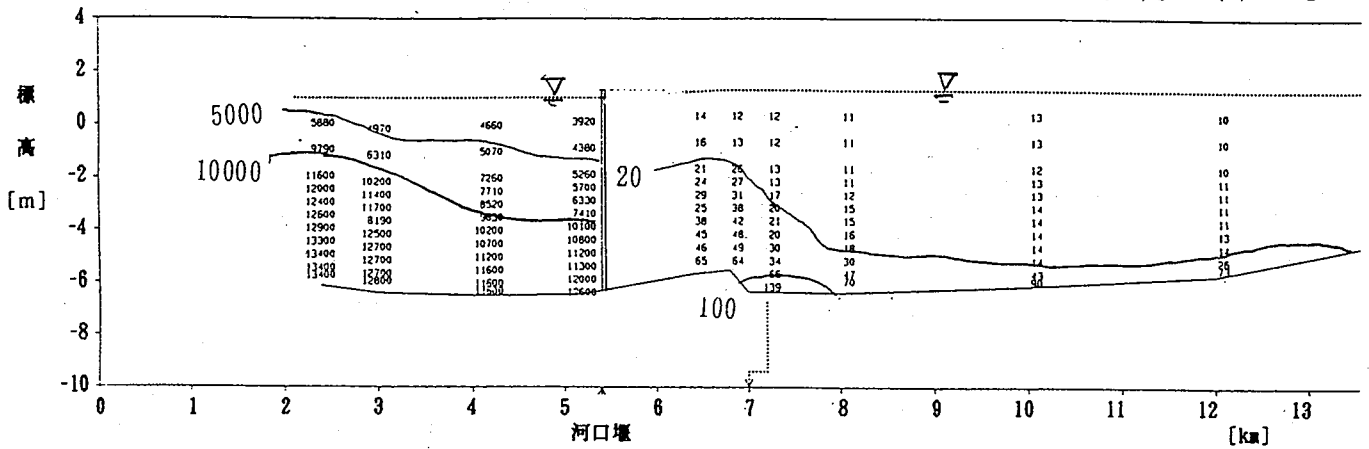


図-7-1-2-(3) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断図（9月22日8時 満潮）

墨俣地点流量（日平均）：130m³/s 単位：mg/ℓ

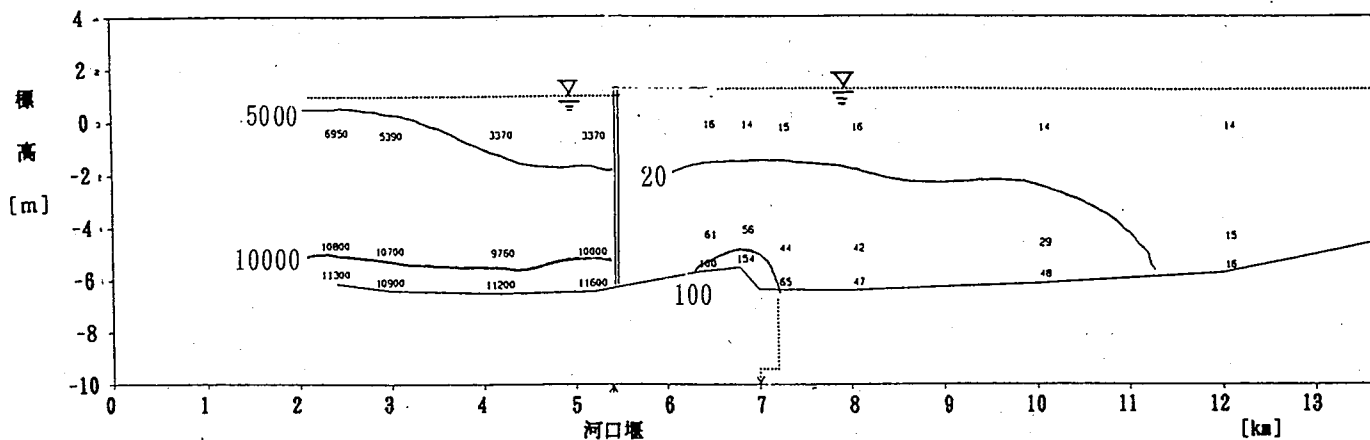


図-7-1-2-(4) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断図（9月24日8時 満潮）

墨俣地点流量（日平均）：190m³/s 単位：mg/ℓ

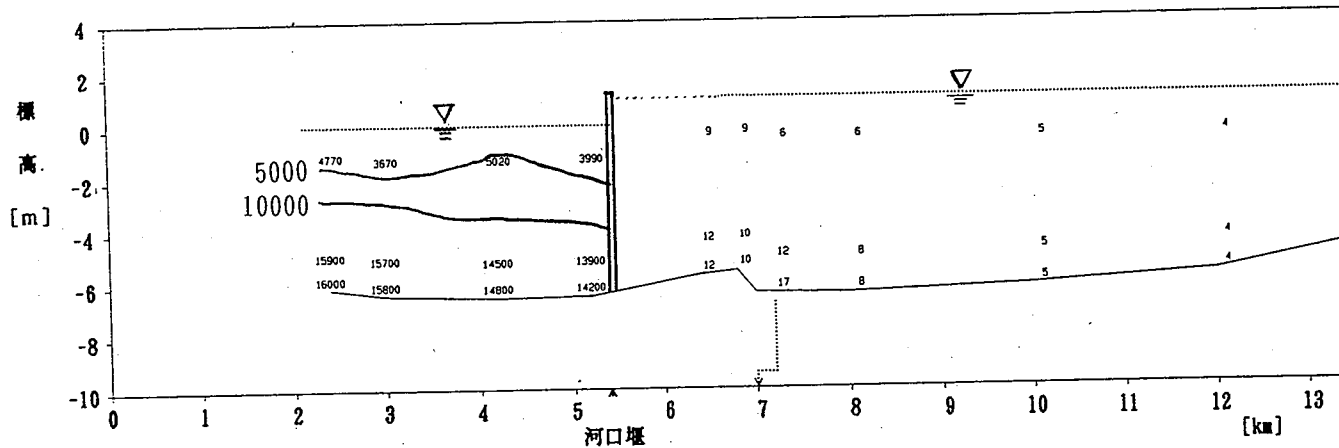


図-7-1-2-(5) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断図（9月26日13時 干潮）

墨俣地点流量 (日平均) : $65\text{m}^3/\text{s}$ 単位 : mg/ℓ

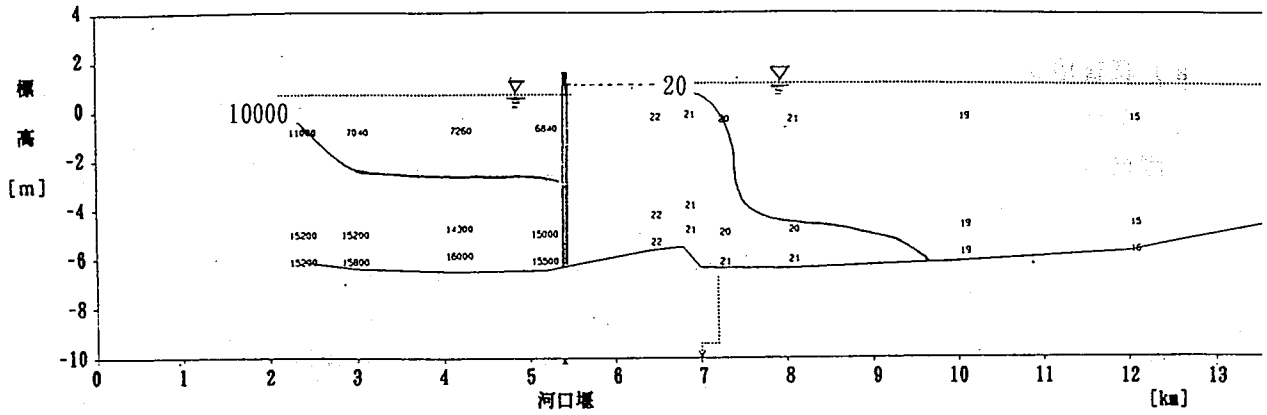


図-7-1-2-(6) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断面図 (10月24日 8時 満潮)

参考 ゲート操作以前

墨俣地点流量 (日平均) : $25\text{m}^3/\text{s}$

単位 : mg/ℓ

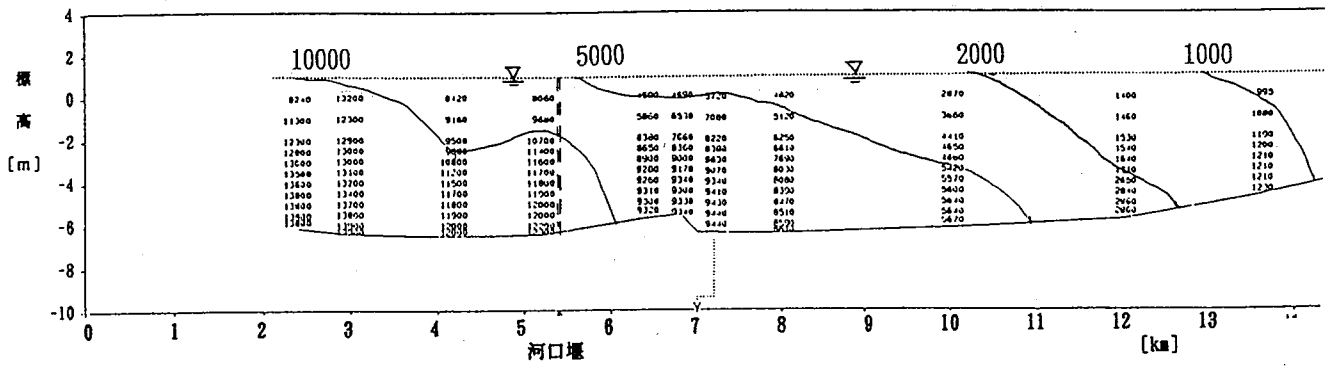


図-7-1-2-(7) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断面図 (7月12日 8時 満潮)

B) 定点観測

塩水の侵入、排除状況等の確認のためシラベール、自記観測機器により観測を実施した。

a) 調査地点 (表-7-1-1、図-7-1-3)

シラベールでの観測 3.0km、6.4 km、13.6km、22.6km、28.4kmの5地点及び自記観測機器での観測 5.4km-250m ~18.0kmの11地点の計16地点で常時観測を実施している。

表-7-1-1 定点観測地点一覧表

シラベール (テレ観測)		自記観測	
イーナちゃん	3.0km	堰下流	5.4km-250m (テレ観測)
イセくん	6.4km	堰地点	5.4km (")
ナガラちゃん	13.6km	堰上流	5.4km+200m (")
トーカイくん	22.6km	"	5.4km+250m (")
ナンノーちゃん	28.4km	"	6.0km (自記観測)
		"	7.0km (")
		"	9.0km (テレ観測)
		"	14.2km (自記観測)
		"	15.0km (")
		"	16.5km (")
		"	18.0km (")

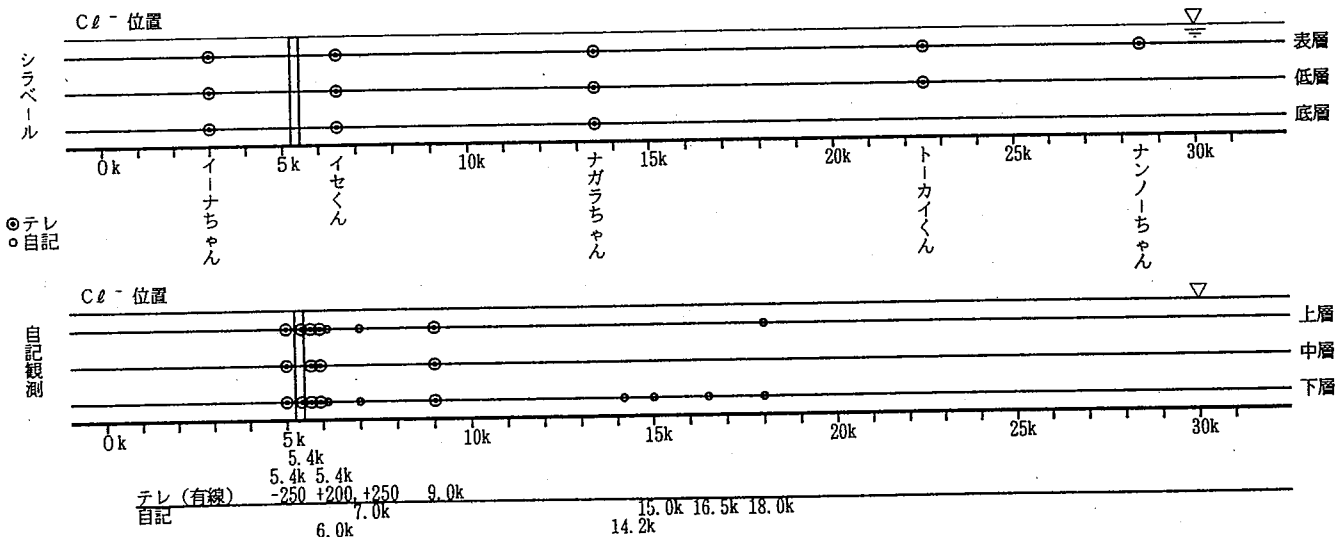


図-7-1-3 長良川塩分計設置位置図

b) 調査の方法

テレ観測は毎時テレメーター装置にて送信され、自記観測は1か月毎に回収する方式である。

c) 調査日

4月より継続して実施している。

d) 調査結果

9月18日から全ゲート进行操作して実施した9月調査期間での、堰直上流(5.4k+200m)における塩化物イオン濃度の状況は図-7-1-4に示すとおりであり、全ゲート操作時には上・中層では、ほとんど $100\text{mg}/\ell$ 以下になっている。

一方、下層においては同図の10月14日、16日のように数 $100\text{mg}/\ell$ となる場合もあるが、これは閘門ゲート操作により塩水が侵入したためと判断される。

また、7.0km地点(図-7-1-5)においては、上層では9月25日に最大 $62\text{mg}/\ell$ を観測したが、ほとんど $30\text{mg}/\ell$ 以下で維持されている。一方、下層においては、全ゲート操作時に最大値で9月22日 $660\text{mg}/\ell$ を記録し、 $200\text{mg}/\ell$ を上回る時が9月21日~24日まで続いたが、台風第26号の高潮、洪水により9月29日にゲートを全開したことにより高潮が遡上し約 $13,000\text{mg}/\ell$ の高い塩化物イオン濃度が記録された。しかし、引き続き上流からの出水によってすぐに、塩化物イオン濃度はゼロ近くに低下した。その後、再びゲート操作を開始した10月1日以降10月27日までは、下層で概ね $50\text{mg}/\ell$ 以下に、また上層においては $20\text{mg}/\ell$ 以下に維持され、淡水化の状況が確認された。

これは、9月18日から行った全ゲート操作では、河川流量が最大約 $1,400\text{m}^3/\text{s}$ を経験した後の操作開始であったのに対し、10月1日からの全ゲート操作では約 $4,400\text{m}^3/\text{s}$ を経験し、河床の凹地部分も含めて全域の塩分が流下したことに起因するものと判断される。

上層
— 中層
- - - 下層

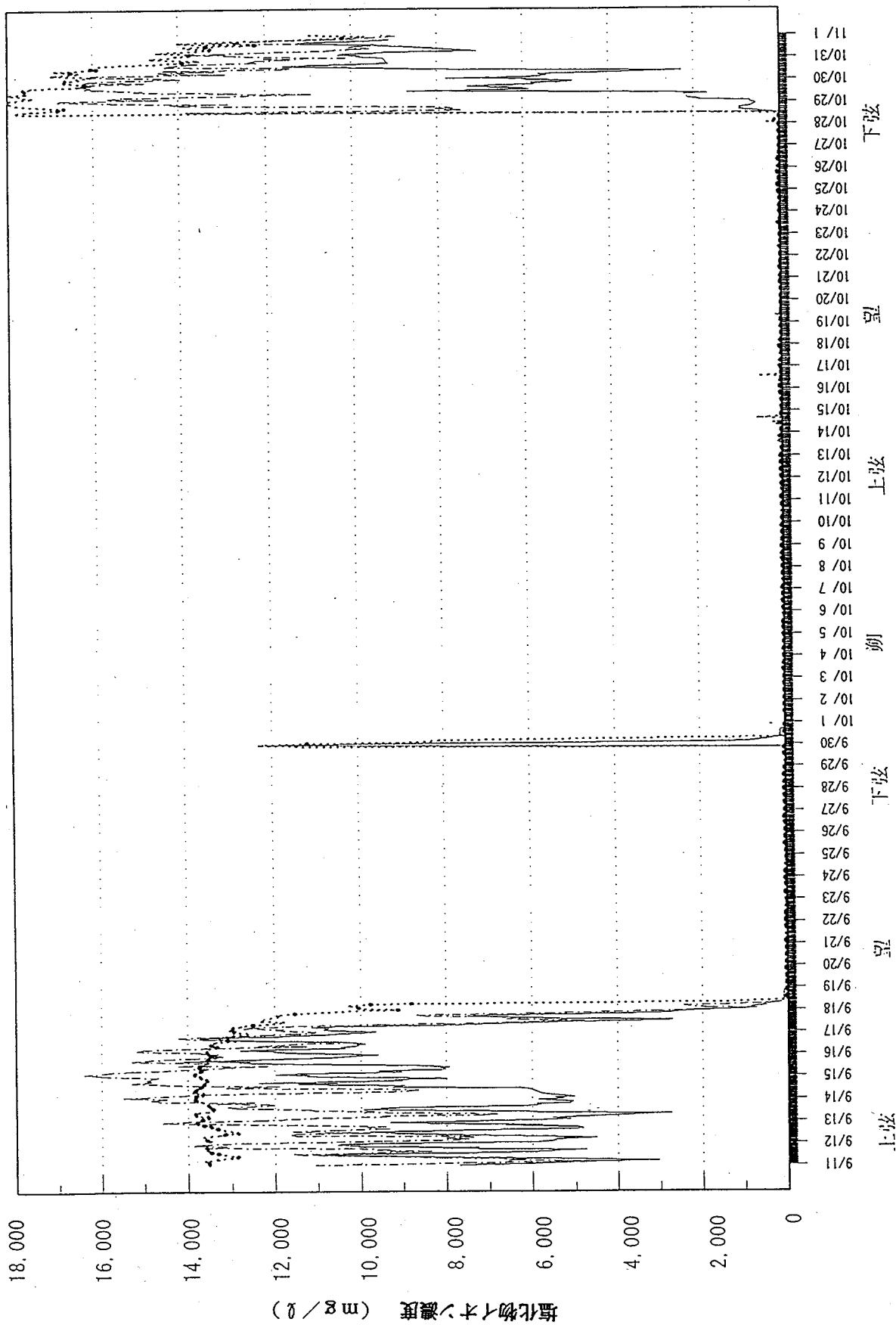


図-7-1-4 定点観測調査地点 塩化物イオン濃度変化図 (5.4km+200m)

全ゲート操作時

全ゲート操作時

上層
—
下層
.....

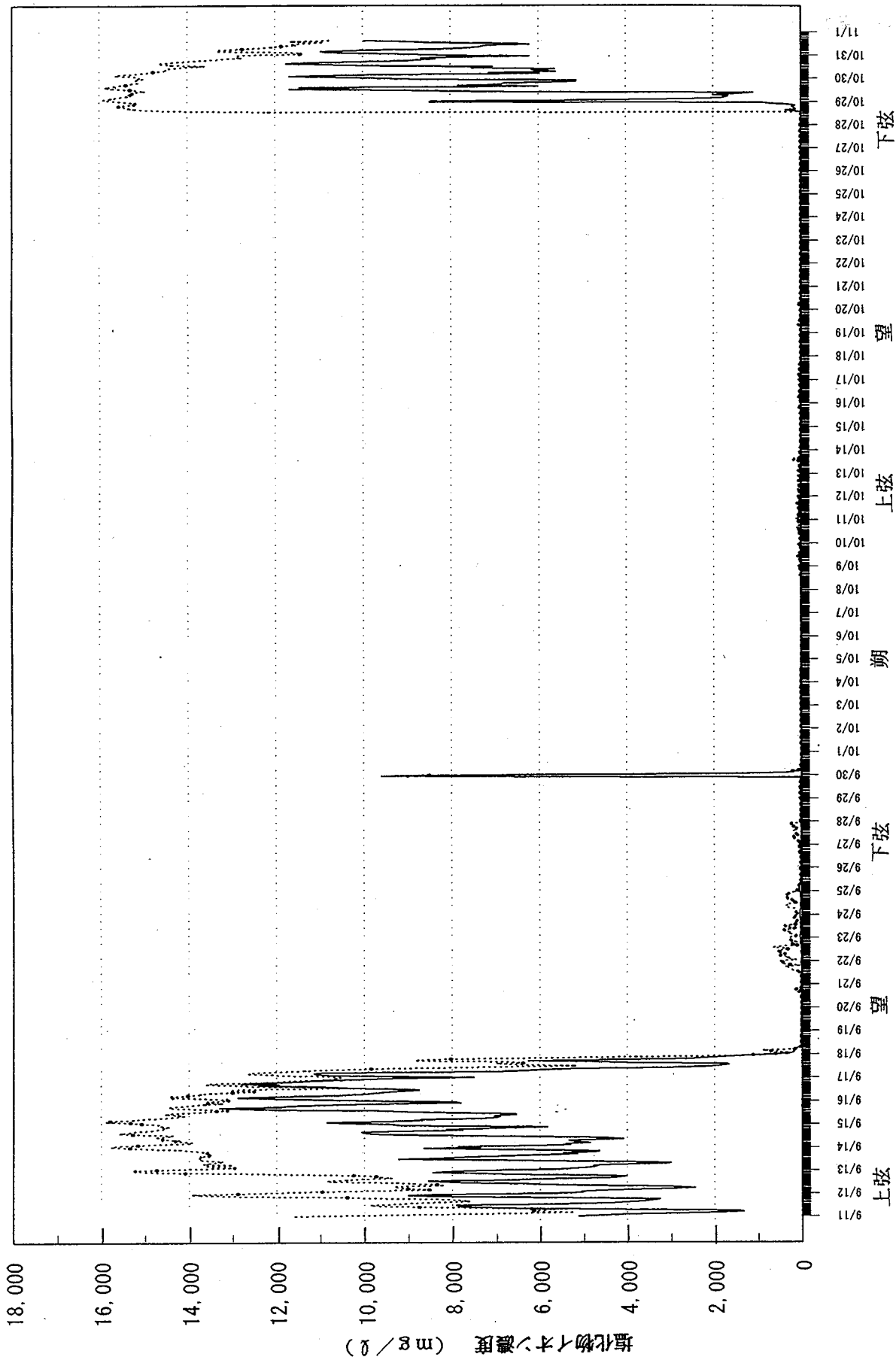


図-7-1-5 定点観測調査地点 塩化物イオン濃度変化図 (7.0km)

7-1-2 調節ゲートによる塩水遡上防止効果確認

調節ゲートにおけるアンダーフロー、オーバーフロー操作時の塩水侵入状況を調査するため、アンダーフロー時は調節ゲートにより、またオーバーフロー時はロック式魚道において塩水の侵入限界を確認した。

A) アンダーフロー操作時の調査

a) 調査地点 (図-7-1-6)

調節ゲート1号および6号のゲート直上流床版部において測定した。

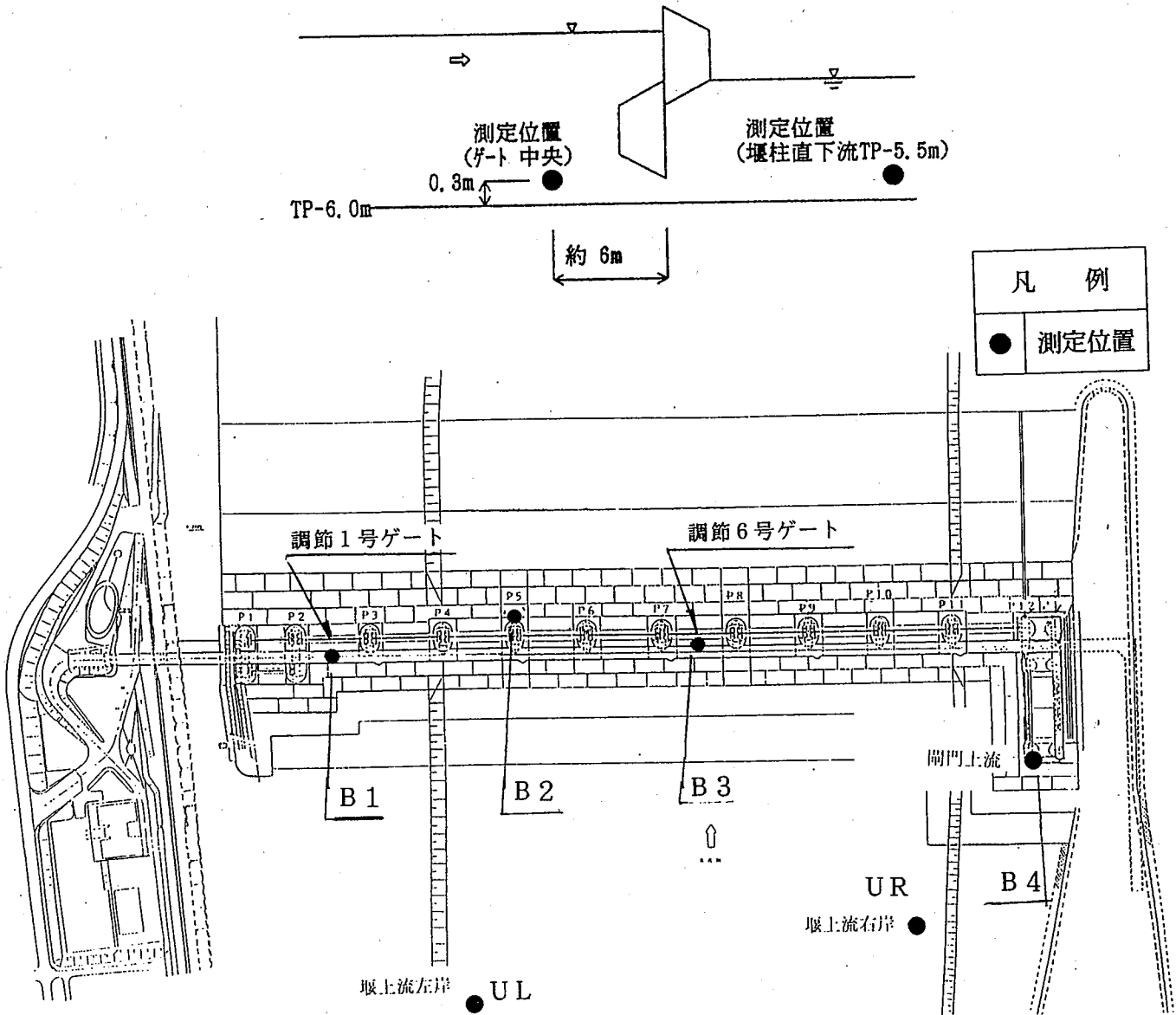


図-7-1-6 調節ゲート 塩化物イオン濃度測定位置図

b) 調査の方法

調節ゲート直上流床版に取付けたセンサーで自動観測による連続観測を行った。

c) 調査日

自動観測は、平成6年9月18日～10月28日に連続観測（10分間隔）を実施した。

d) 調査結果

調節ゲートの操作状況とその時の上下流の水位変化は図-7-1-7のとおりである。

9月18日～10月28日の調査期間において、堰上下流の水位差が20cm以下の状態で、なおかつ調節ゲートをアンダーフロー操作していたのは、表-7-1-2の3ケースであり、水位差の最小は17cmであったが、この場合においても塩水の遡上は認められなかった。

なお、10月7日の7時～9時（図-7-1-7-(3)）にみられるように、ゲートを全閉しているにもかかわらず、ゲート上流部において一時的に1,000mg/lに近い塩化物イオン濃度が観測されている。これはゲートの水密性に起因することが考えられたため12月の全ゲート操作時において調査を行った結果、一部ゲートに水密ゴムの調整を必要とする箇所が確認され、その後の調整により改善されたことが確認されている。

（ゲートの水密性の確認調査については、第8章 8-1-5に記載）

調節ゲートの操作に当っては、アンダーフロー操作の場合、塩水遡上防止のため上下流水位差20cm以上で行うこととなっているため、塩水の遡上の防止は確実にできることが確認できた。

表-7-1-2 調節ゲートにおける塩化物イオン濃度

（アンダーフロー操作時）

日 時	ゲートNO.	上流水位 (m)	下流水位 (m)	水位差 (cm)	ゲート 開 度 (cm)	塩化物イオン濃度(mg/l)	
						上 流	下 流
10/3 15:50	NO.6	TP+1.22	TP+1.05	17	97	7	3,156
10/7 6:00	NO.6	+1.09	+0.91	18	20	12	3,422
10/7 6:00	NO.1	+1.09	+0.91	18	20	14	3,422

観測日：平成6年10月 3日

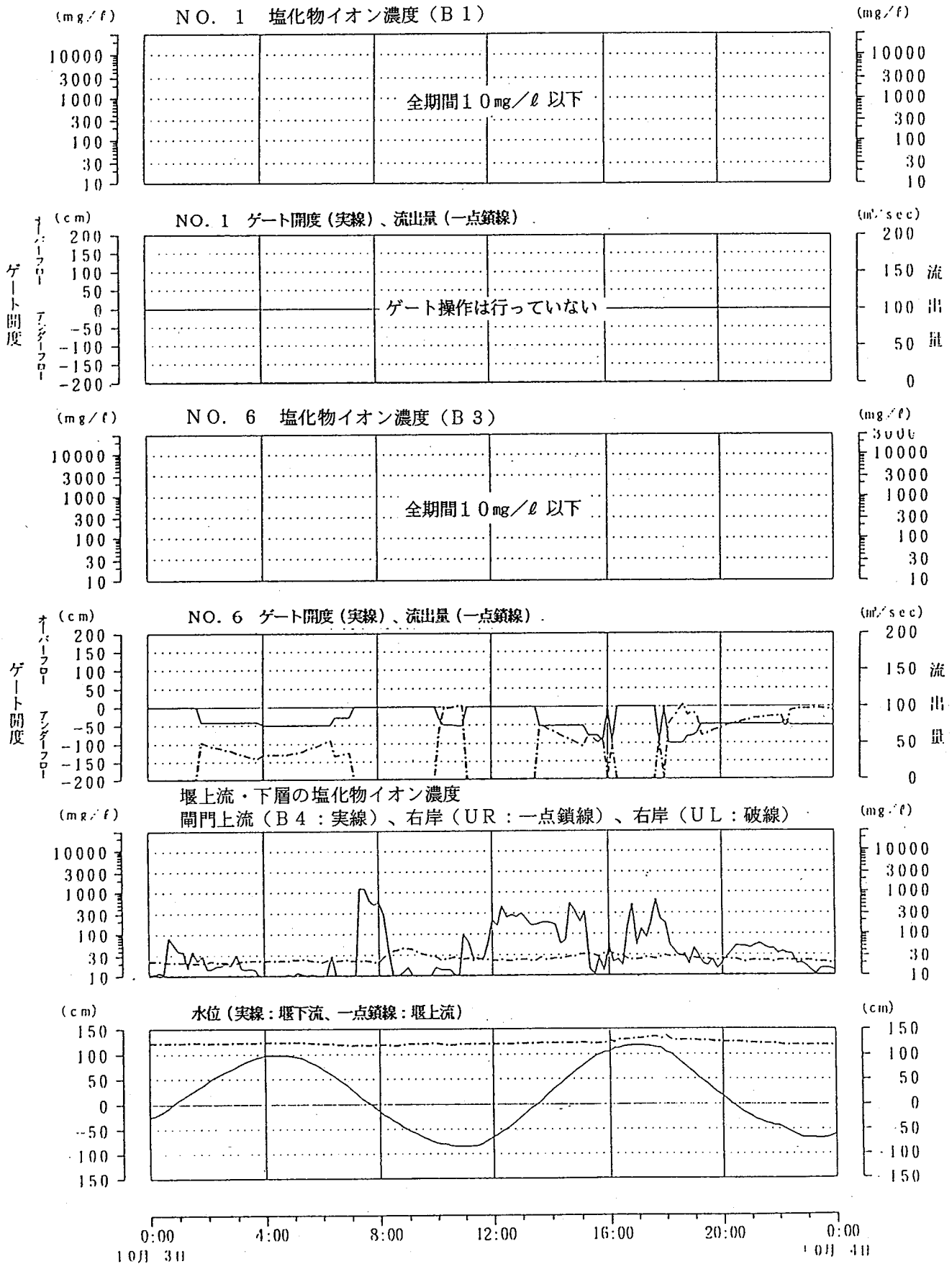


図-7-1-7-(1) アンダーフロー操作時の塩水侵入状況図

観測日：平成6年10月 5日

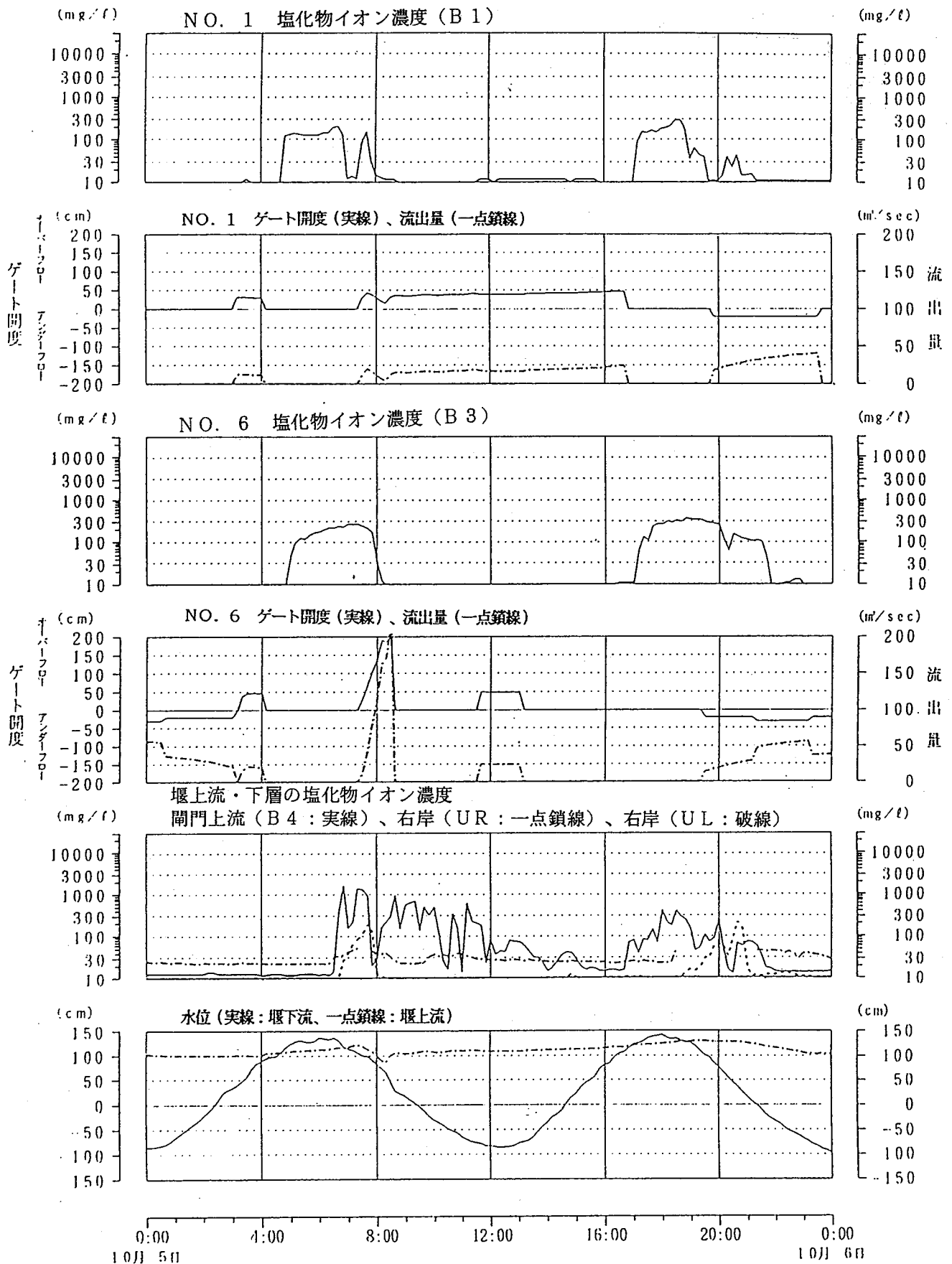


図-7-1-7-(2) アンダーフロー操作時の塩水侵入状況図

観測日：平成6年10月7日

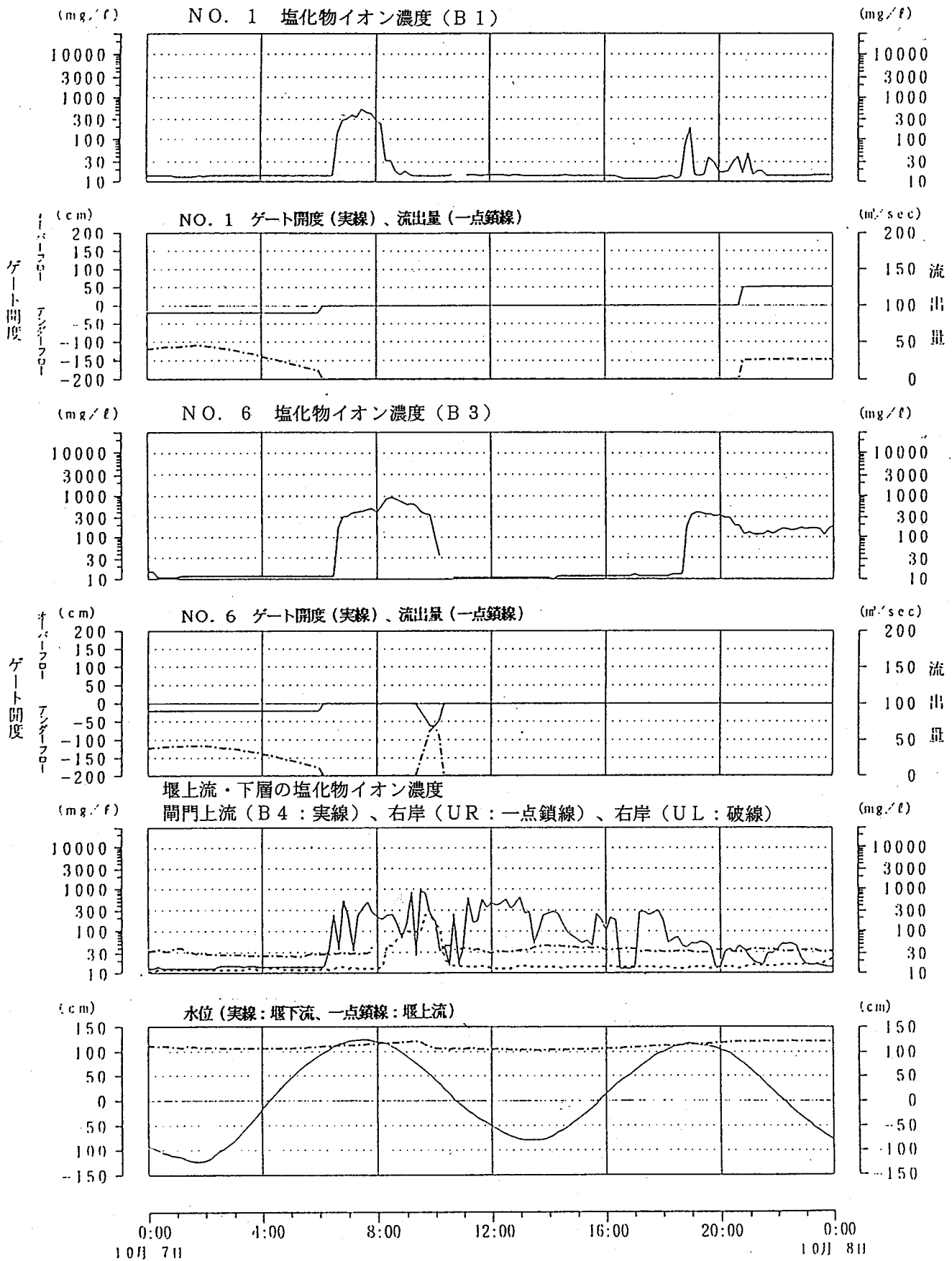


図-7-1-7-(3) アンダーフロー操作時の塩水侵入状況図

B) オーバーフロー操作時の調査

調査は、堰上流へ塩水を侵入させないことを考慮し、上下流にゲートがあるロック式魚道の下流ゲートを使用し、オーバーフロー時の塩水侵入状況の確認調査を実施した。

a) 調査地点 (図-7-1-8)

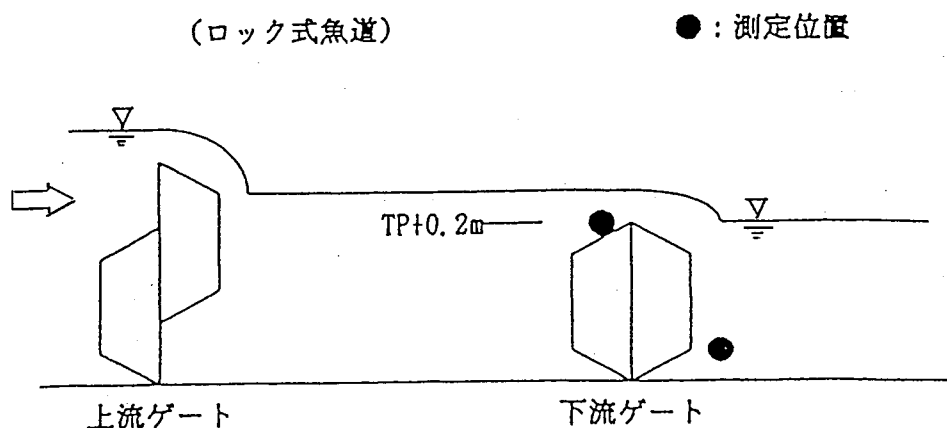


図-7-1-8 ロック式魚道 塩化物イオン濃度測定位置図

b) 調査の方法

測定は、上流ゲートで越流水深を10cm、20cm、30cm、50cmに維持し、流量が一定となる状態を設定した上で、上げ潮時に下流ゲートを着床(天端標高TP+0.2m)させ、下流ゲートの上下面において塩化物イオン濃度を測定した。

c) 調査日

調査は上下流の水位状況から、次のように実施した。

10月14日(越流水深10cm)、10月21日(越流水深50cm)、10月24日(越流水深30cm)
10月25日(越流水深20cm)

d) 調査結果

測定した期間のゲート状況、堰上流水位、堰下流水位、ゲート開度の時系列グラフは、図-7-1-9に示すとおりである。

表-7-1-3 ロック式魚道における測定水位

上流ゲート 越流水深	測定開始			測定終了			測定月日
	下流水位 (T.P)	ロック内 水位 (T.P)	下流 越流水深	下流水位 (T.P)	ロック内 水位 (T.P)	下流 越流水深	
10 cm	-0.25m	0.30m	10 cm	0.43m	0.41m	21 cm	10月14日
20 cm	-0.06m	0.39m	19 cm	0.65m	0.62m	42 cm	10月25日
30 cm	-0.07m	0.45m	25 cm	0.71m	0.67m	47 cm	10月24日
50 cm	-0.03m	0.61m	41 cm	1.12m	1.14m	94 cm	10月21日

なお、測定間隔は10分間隔で測定した。

上流ゲートによる越流水深と調節ゲート1門当りの流量の関係は表-7-1-4のとおりである。なお、測定は前述のように塩分侵入防止のためロック式魚道（径間30m）で実施したが、流量は調節ゲート（径間45m）1門当りに換算してある。

表-7-1-4 越流水深と調節ゲート1門当りの流量

上流ゲート 越流水深	1門当り 流量(m ³ /s)	備 考
10 cm	約 2	
20 cm	約 6	
30 cm	約12	
50 cm	約26	

測定は、上流ゲートを所定の越流水深に設定し、各ケース毎にロック内水位と下流水位との水位差がどの程度になったときに塩水が遡上するかを観測した。

図-7-1-9-(1)によれば、1門当たり約 $2 \text{ m}^3/\text{s}$ の放流量の場合で水位差 1 cm 以上あれば塩水が侵入しないこと、図-7-1-9-(2)のように放流量が約 $6 \text{ m}^3/\text{s}$ で 3 cm の水位差があれば塩水が侵入しないことが観測された。また、図-7-1-9-(3)のように放流量約 $12 \text{ m}^3/\text{s}$ 、図-7-1-9-(4)のように放流量が約 $26 \text{ m}^3/\text{s}$ では、ほとんど水位差がない状態でも塩水が侵入しないことが観測された。

調節ゲートの操作に当たっては、オーバーフロー操作の場合、塩水遡上防止のため上下流水位差 10 cm 以内となった場合には全閉することとしているため、塩水の遡上防止は確実にできることが確認できた。

(水位 TP.)

(塩化物イオン濃度mg/l)

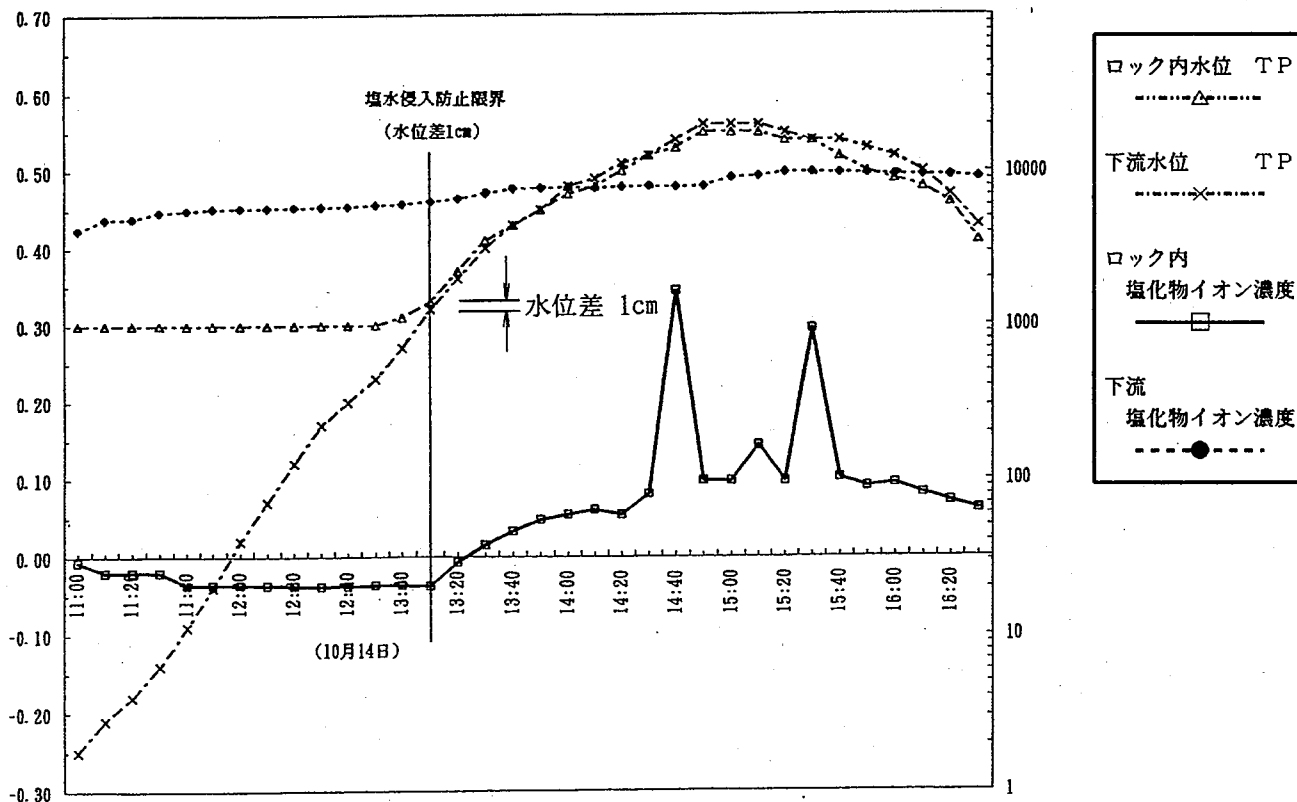


図-7-1-9-(1) オーバーフロー時の塩水侵入状況図 (一門あたり流量約 $2 \text{ m}^3/\text{s}$)

(水位 TP.)

(塩化物イオン濃度 mg/l)

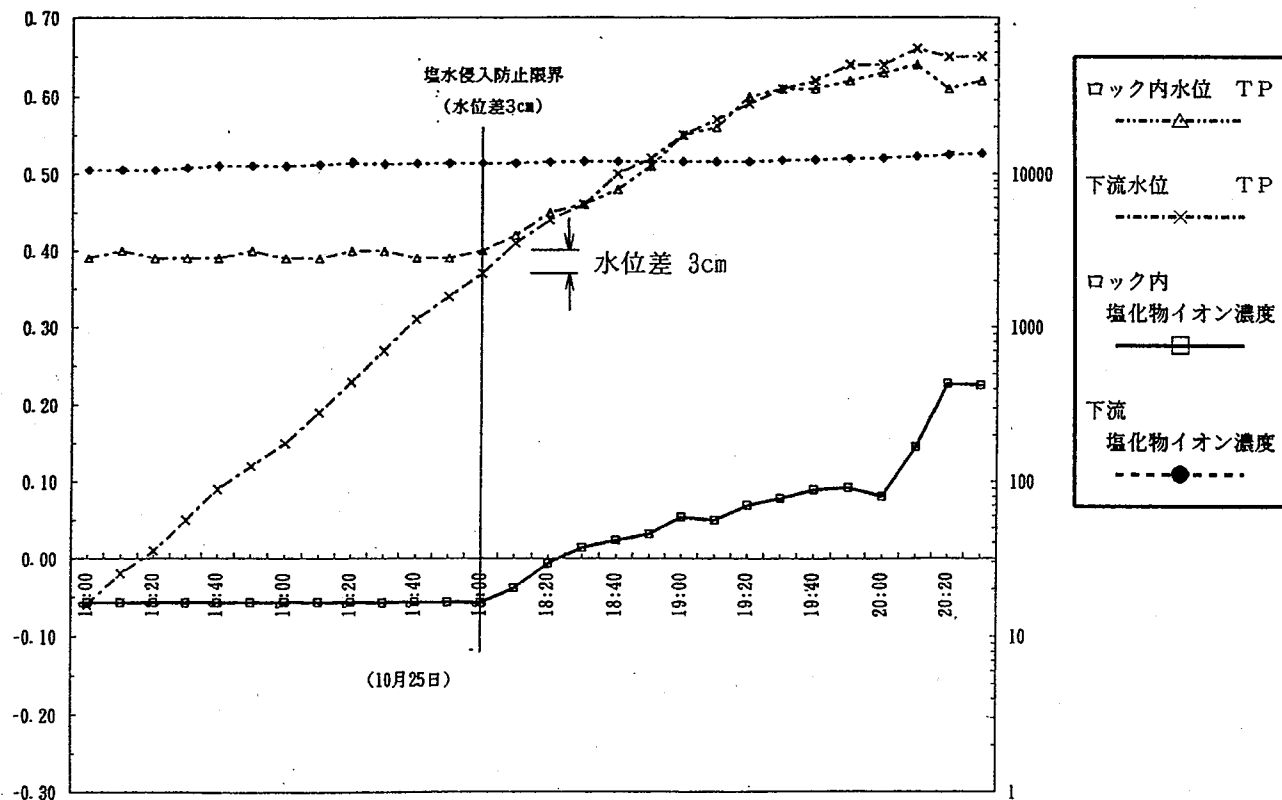


図-7-1-9-(2) オーバーフロー時の塩水侵入状況図 (一門あたり流量約 $6 \text{ m}^3/\text{s}$)

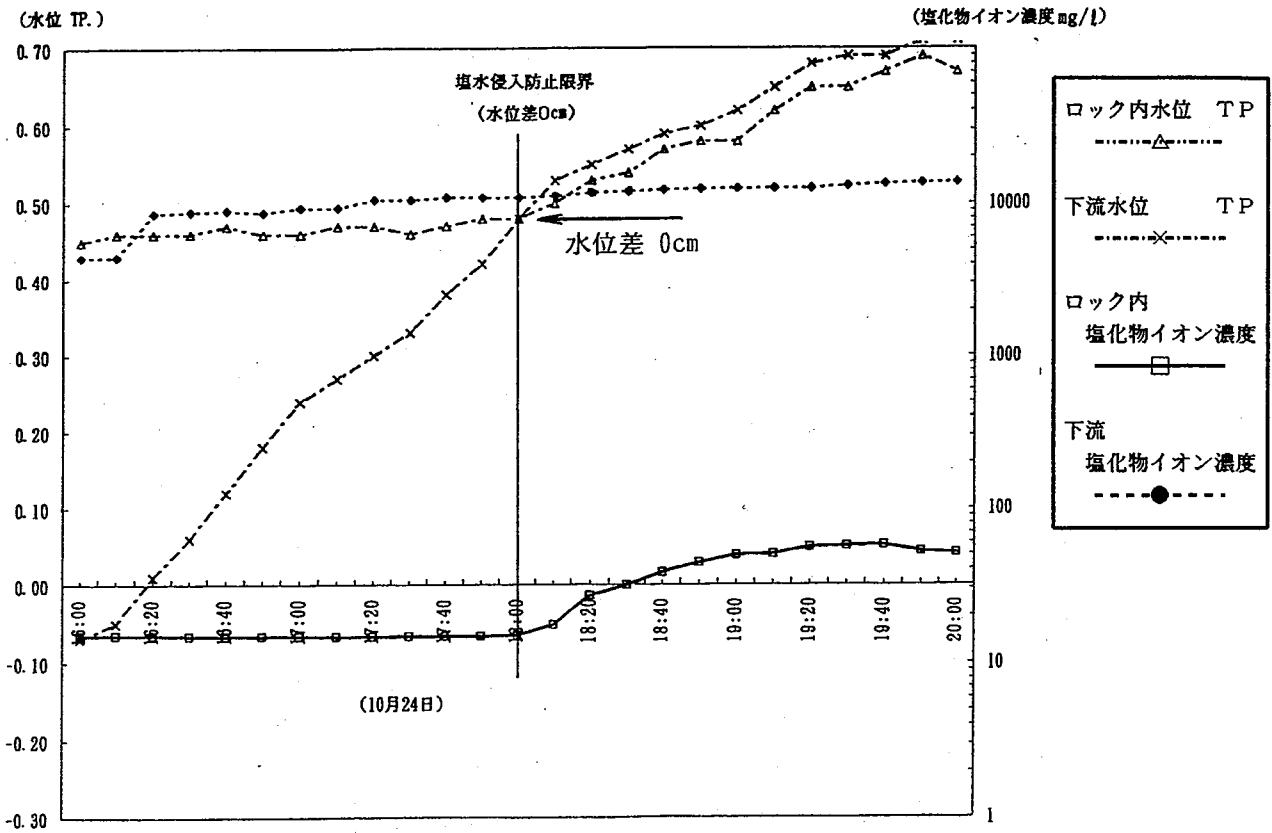


図-7-1-9-(3) オーバーフロー時の塩水侵入状況図 (一門あたり流量約12m³/s)

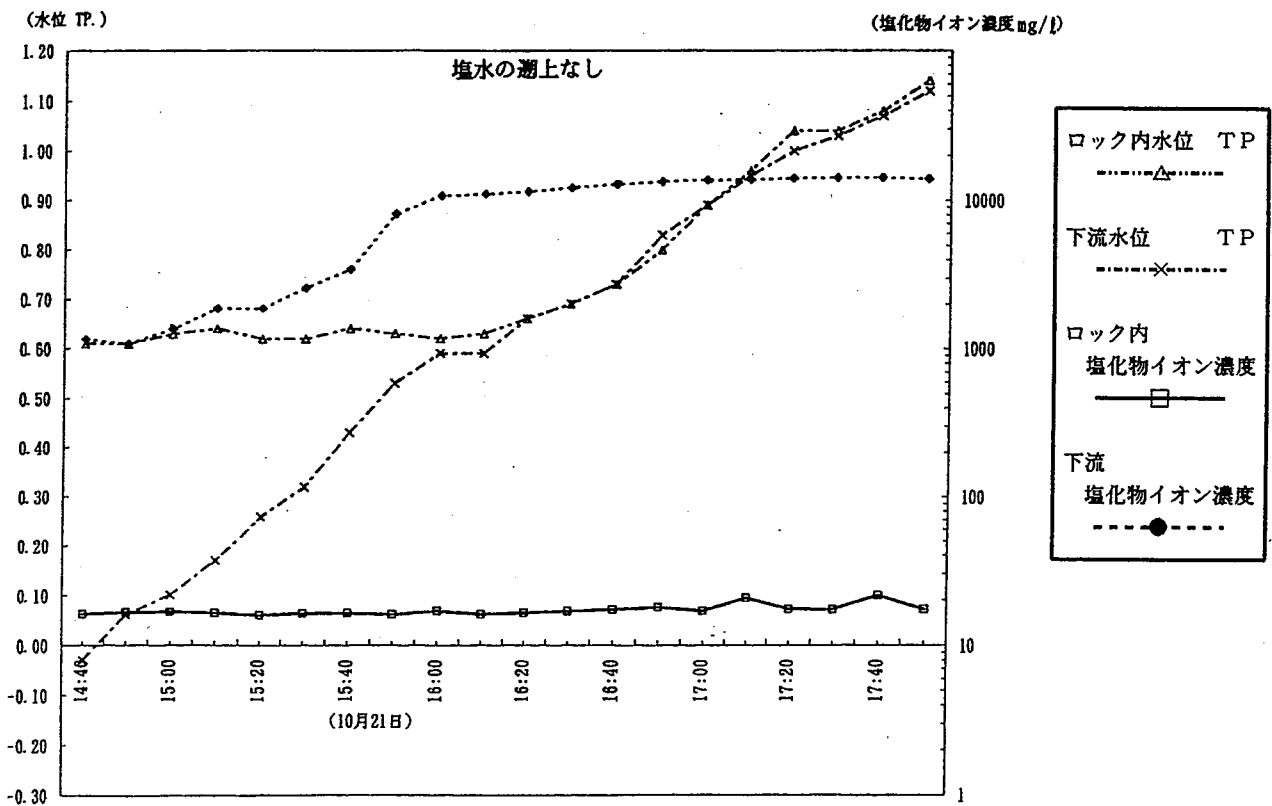


図-7-1-9-(4) オーバーフロー時の塩水侵入状況図 (一門あたり流量約26m³/s)

7-1-3 ロック式魚道操作時における塩水排除方法の確認

ロック式魚道操作時における塩水の侵入状況、および排除状況について調査をする。

a) 調査地点 (図-7-1-10)

測定の位置は、ロック式魚道上流ゲートの直上流下層 (TP -2.0m) およびロック内の上流側・中央・下流側において各々3層 (TP 0.0m, TP -1.0m, TP -2.0m)の合計10ヶ所において塩化物イオン濃度を測定した。

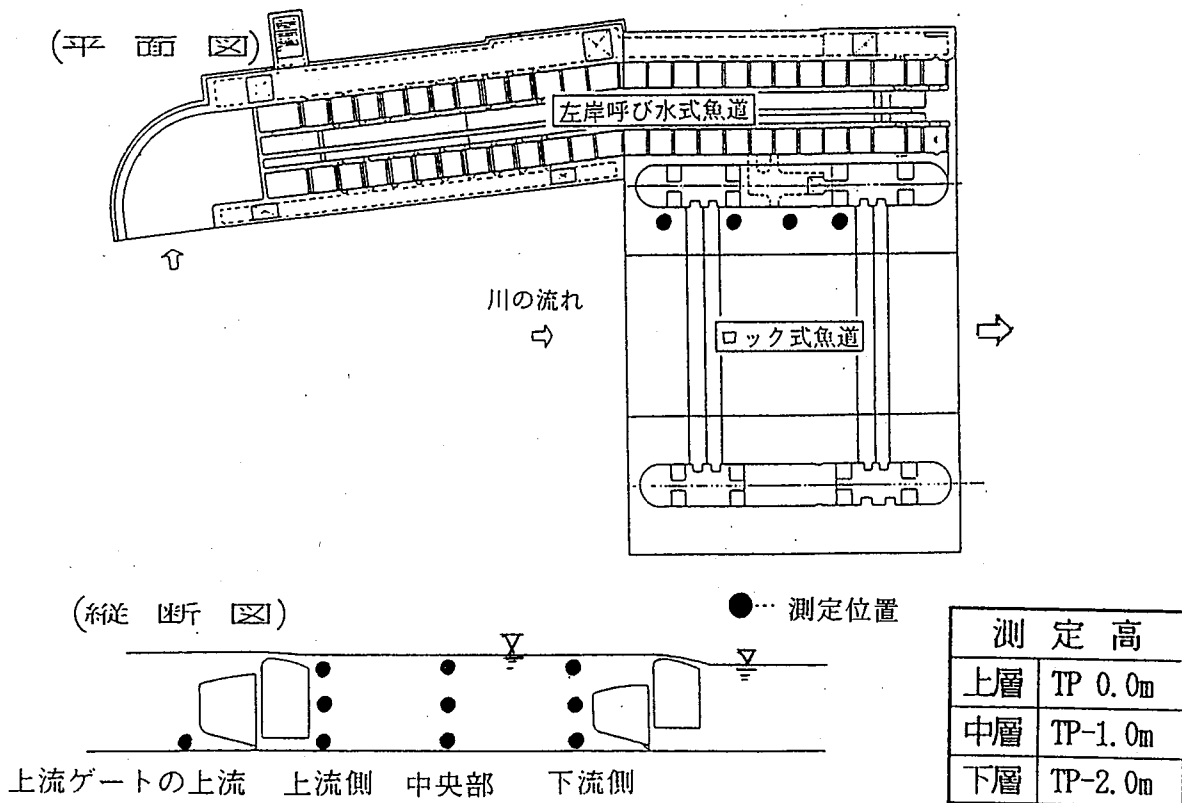


図-7-1-10 ロック式魚道塩化物イオン濃度測定位置図

b) 調査の方法

ロック式魚道の操作については、図-7-1-11 に示す3つの基本パターンにより操作することとしており、それに基づきロック室内への塩分の侵入状況、排除の確認を行った。

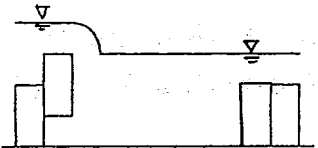
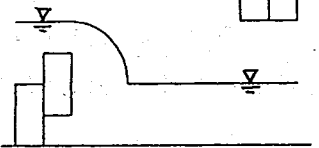
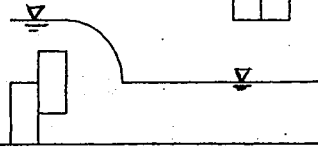
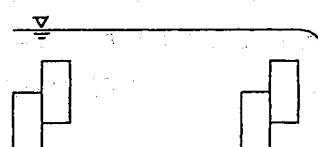
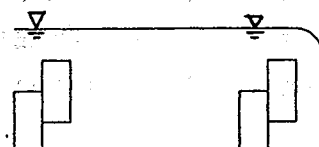
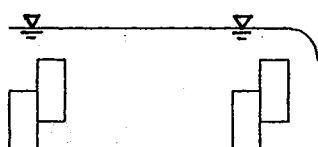
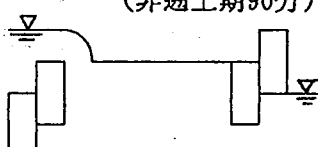
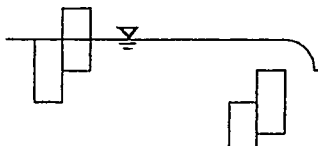
操作 (1)	操作 (2)	操作 (3)
<p>①浮魚等集魚操作 20分</p>  <p>上流 下流 ・上流越流水深 20cm ・下流着床(TP+0.2m)</p>	<p>①浮魚等集魚操作 60分</p>  <p>上流 下流 ・上流越流水深 20cm ・下流全開</p>	<p>①浮魚等集魚操作 60分</p>  <p>上流 下流 ・上流越流水深 20cm ・下流全開</p>
<p>②浮魚遡上操作(1) 20分</p>  <p>上流 下流 ・上流越流水深 20cm ・下流越流水深 15cm</p>	<p>②浮魚遡上操作(1) 40分</p>  <p>上流 下流 ・上流越流水深 20cm ・下流越流水深 15cm</p>	<p>②浮魚遡上操作(1) 40分</p>  <p>上流 下流 ・上流越流水深 20cm ・下流越流水深 15cm</p>
<p>※図中「越流水深」とあるのは、オーバーフロー操作 「開度」とあるのは、アンダーフロー操作である。</p>		
<p>③浮魚遡上操作(2) 60分 (非遡上期90分)</p>  <p>上流 下流 ・上流越流水深 30cm (非遡上期20cm) ・下流開度 15cm</p>		
<p>④底生魚遡上操作 60分</p>  <p>上流 下流 ・上流開度 50cm ・下流越流水深 15cm</p>		

図-7-1-11 ロック式魚道操作方法

c) 調査日

全ゲート操作時の期間中の大潮および小潮時に連続4日間観測を実施した。

- ・ 9月26日～9月29日（小潮時）……ただし、台風接近により9月29日に観測機器を撤去。再調査を10月12日～10月15日に実施した。
- ・ 10月3日～10月7日（大潮時）

d) 調査結果

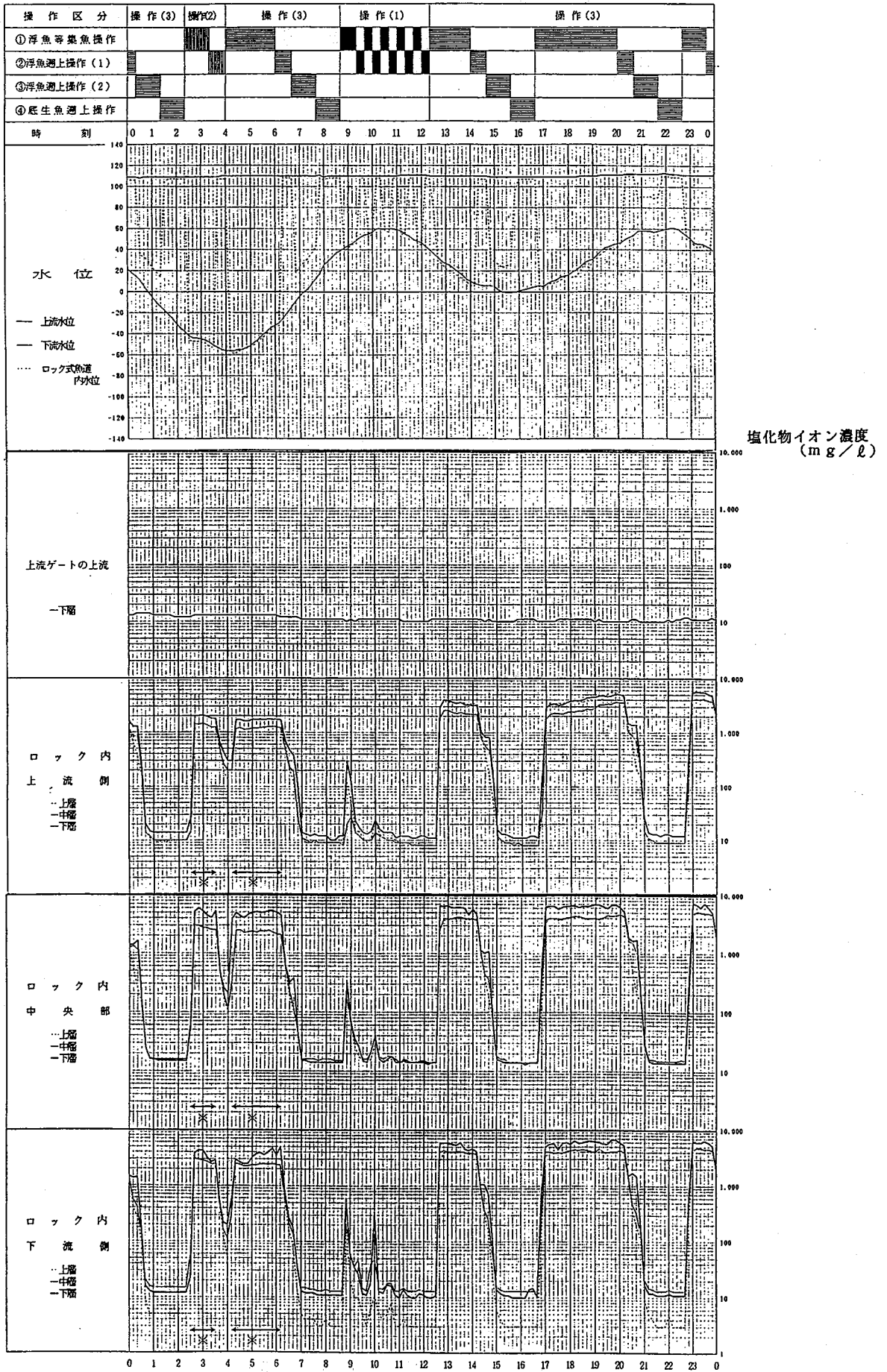
ロック式魚道における操作の結果、上流ゲートの直上流下層の塩化物イオン濃度については、ロック室内の一連の除塩操作（操作(3) ③の操作）(図-7-1-11)によって大潮時、小潮時いずれもほとんど $10\sim 20\text{mg}/\ell$ であり操作による塩水の遡上は見られない（図-7-1-12）。

ただし、図-7-1-12-(2) の10月6日6時～9時あるいは18時～22時頃に、上流ゲート全閉状態にもかかわらず上流ゲート上流下層で $20\sim 50\text{mg}/\ell$ 程度の塩化物イオン濃度が観測されている。

これは、ゲートの水密性に起因するものと思われ、12月の全ゲート操作時において調査を行った結果、一部ゲートに水密ゴムの調整を必要とする箇所が確認され、その後の調整により改善されたことが確認されている。（ゲートの水密性確認調査は、第8章 8-1-5に記載）

なお、ロック室内の塩化物イオン濃度の最大値は、上流側ゲートを全閉している状態のときに観測されている。例えば、10月6日20時30分頃（図-7-1-12-(2)）最大値 $10,000\text{mg}/\ell$ を記録している。これは、図-7-1-11 の操作(3) ①から上流側ゲートを全閉操作に移行した状態であり、下流ゲートが開放されているために、下流から塩分が供給されることによるものである。

平成6年9月27日

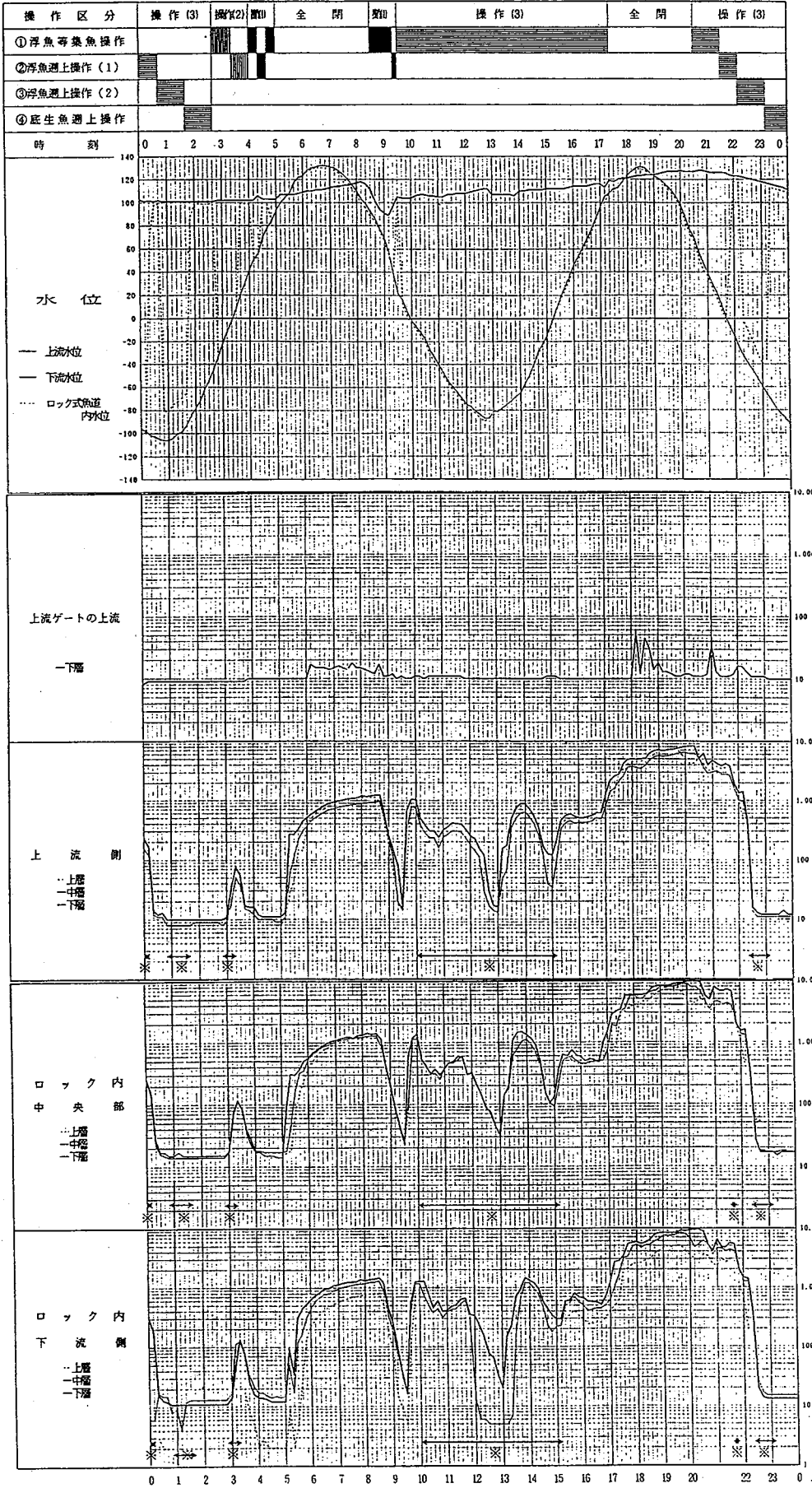


※上流側上層、中央部上層及び下流側上層については、ロック内水位が T.P. 0m (測定高) 未満であるため、測定不能。

ロック式魚道塩水排除方法の確認

図-7-1-12-(1) 操作状況、塩化物イオン濃度変化図 (小潮時)

平成6年10月6日



※上流側上層、中央部上層及び下流側上層については、ロック内水位が T.P. 0m (測定高) 未満であるため、測定不能。

ロック式魚道塩水排除方法の確認

図-7-1-12-(2) 操作状況、塩化物イオン濃度変化図 (大潮時)

7-1-4 閘門操作による塩水排除方法の確認

閘門操作による小閘室、中閘室の塩水排除について確認する。

a) 調査地点

小閘室、中閘室、および堰上流において測定する。

センサーの設置位置は図-7-1-13 に示すとおりである。

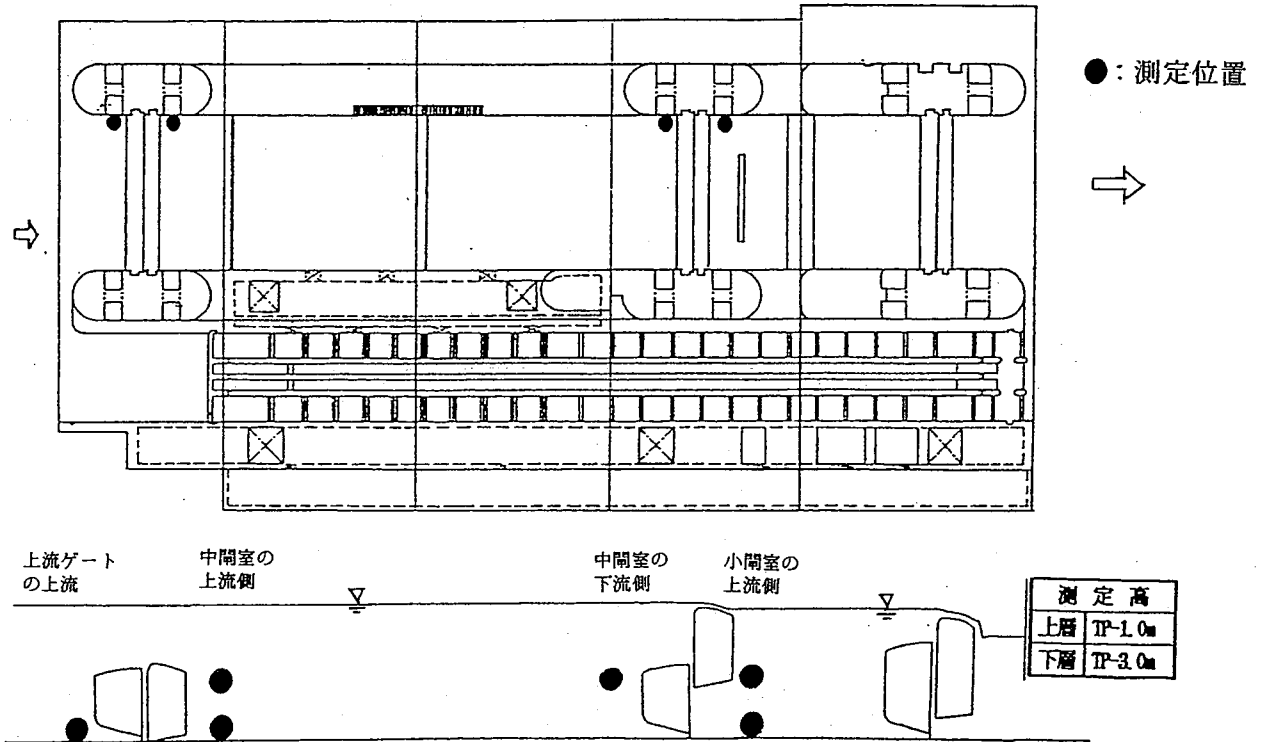


図-7-1-13 閘門塩化物イオン濃度測定位置図

b) 調査の方法

船舶の閘門通過に伴う閘門ゲート操作時の小閘室、中閘室、および堰上流の塩化物イオン濃度をセンサーにて自動測定した。

c) 調査日

平成6年9月18日～10月28日に連続観測を実施。

d) 調査結果

閘門操作による小閘室、中閘室、堰上流の塩化物イオン濃度の測定記録は図-7-1-14 に示すとおりである。堰上流域はゲート操作によって一定量の塩水の侵入は見られるが、累積的に濃度が高くなるようなことは認められない。これは本調査時に調節ゲートからのアンダーフロー放流が行われており、これにより堰上流域への塩水の拡散が抑制されたものと判断される。

しかしながら潮汐の条件などにより、ゲート操作のみでの除塩は困難であることも考えられることから、除塩ポンプを設置し除塩ポンプの運転とゲート操作を適切に組み合わせることにより対応する(図-7-1-15)。

平成6年9月27日

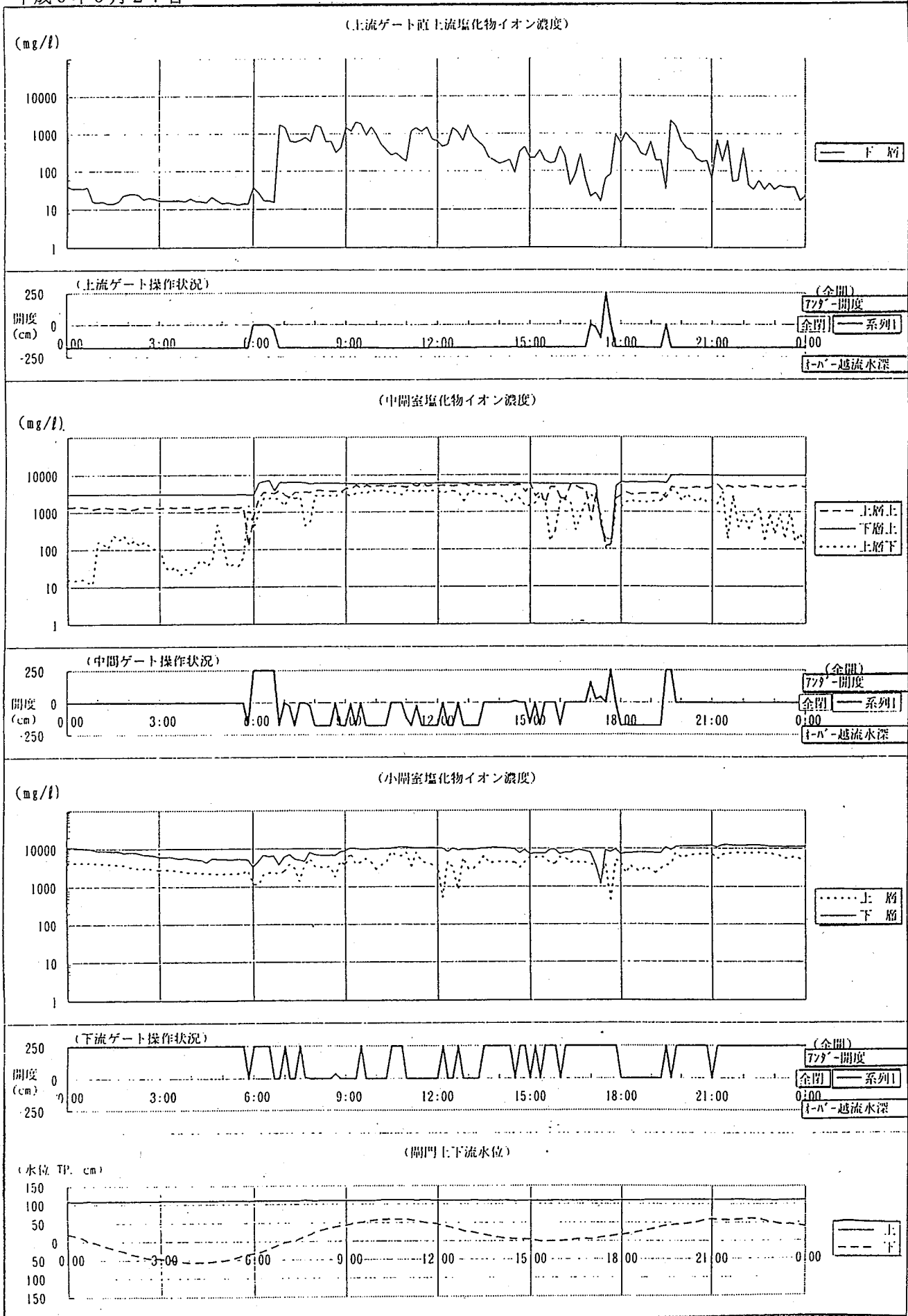


図-7-1-14-(1) 開門操作による塩化物イオン濃度変化図 (小潮時)

平成6年10月5日

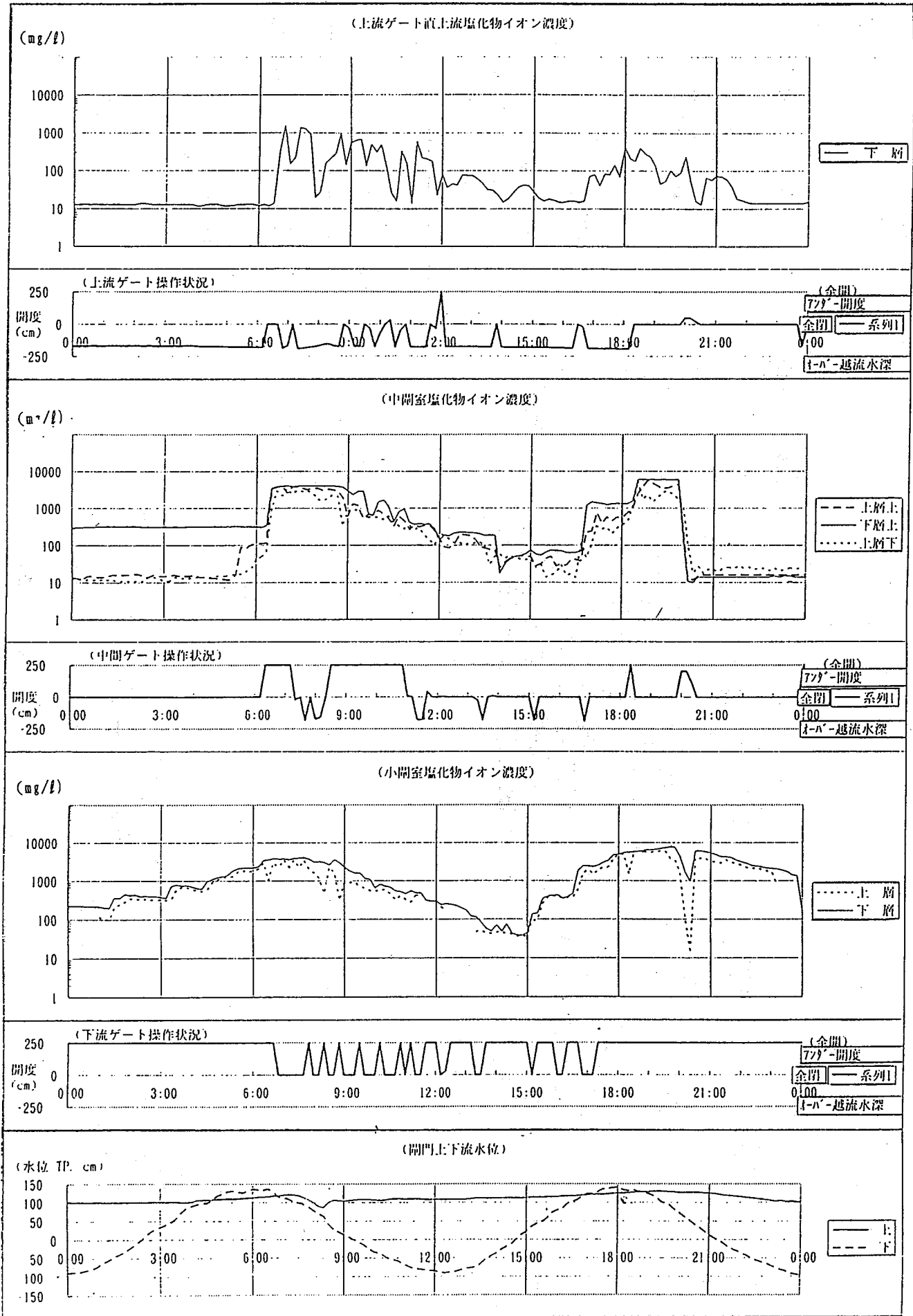
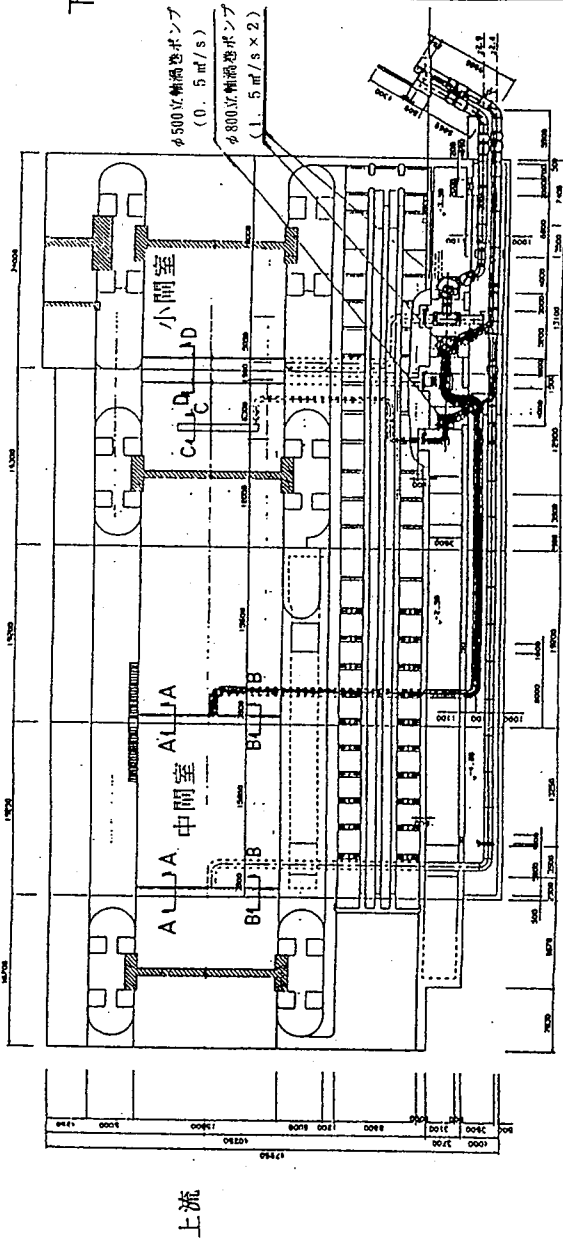
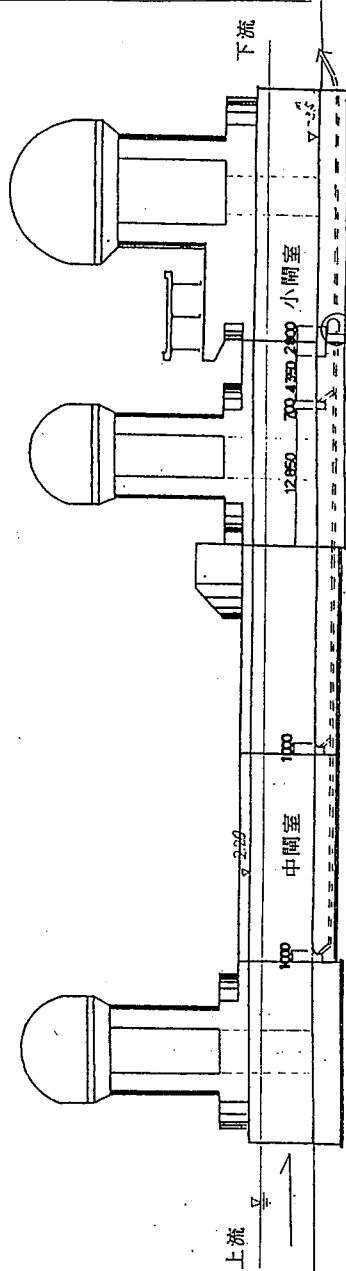


図-7-1-14-(2) 開門操作による塩化物イオン濃度変化図 (大潮時)

閘門平面図



閘門縦断面図



下流から上流通航する場合 (中間ゲート全閉時)

操作の縦断面	操作の内容	容
(1)	(1) 船舶が閘門に入る 下流ゲートは全閉、中間ゲートは全閉とする (上流ゲートは常時開放とする)。	
(2)	(2) 下流ゲート全閉 船舶が下流から小間室へ入室後下流ゲートの全閉操作を行う。	
(3)	(3) 小間室内水位調整 下流ゲート全閉後、中間ゲートからの越流操作 (越流水深20cm) により小間室水位を上昇させる。 下流水位が上流水位より高い場合には、ポンプ排水により小間室の水位低下を行う。	
(4)	(4) 除塩操作 操作(3)において、水位差が20cm程度になった後ポンプ排水を行う。	
(5)	(5) 中間ゲートを開操作 排水操作は継続し中間ゲートの越流水深を1.5mにする。これにより、船舶の吃水確保する。	
(6)	(6) 船舶が閘室から出る。 船舶が通過後ポンプ排水を停止する。	

図-7-1-1-15 除塩ポンプ概要図

7-1-5 呼び水式魚道操作による塩水遡上防止効果の確認

呼び水式魚道において塩水侵入状況を調査するため、左岸呼び水式魚道魚梯部において塩水の侵入限界の確認のための測定を行う。

a) 調査地点

左岸呼び水式魚道陸側魚梯下流ゲート直上下流において実施した(図-7-1-16)。

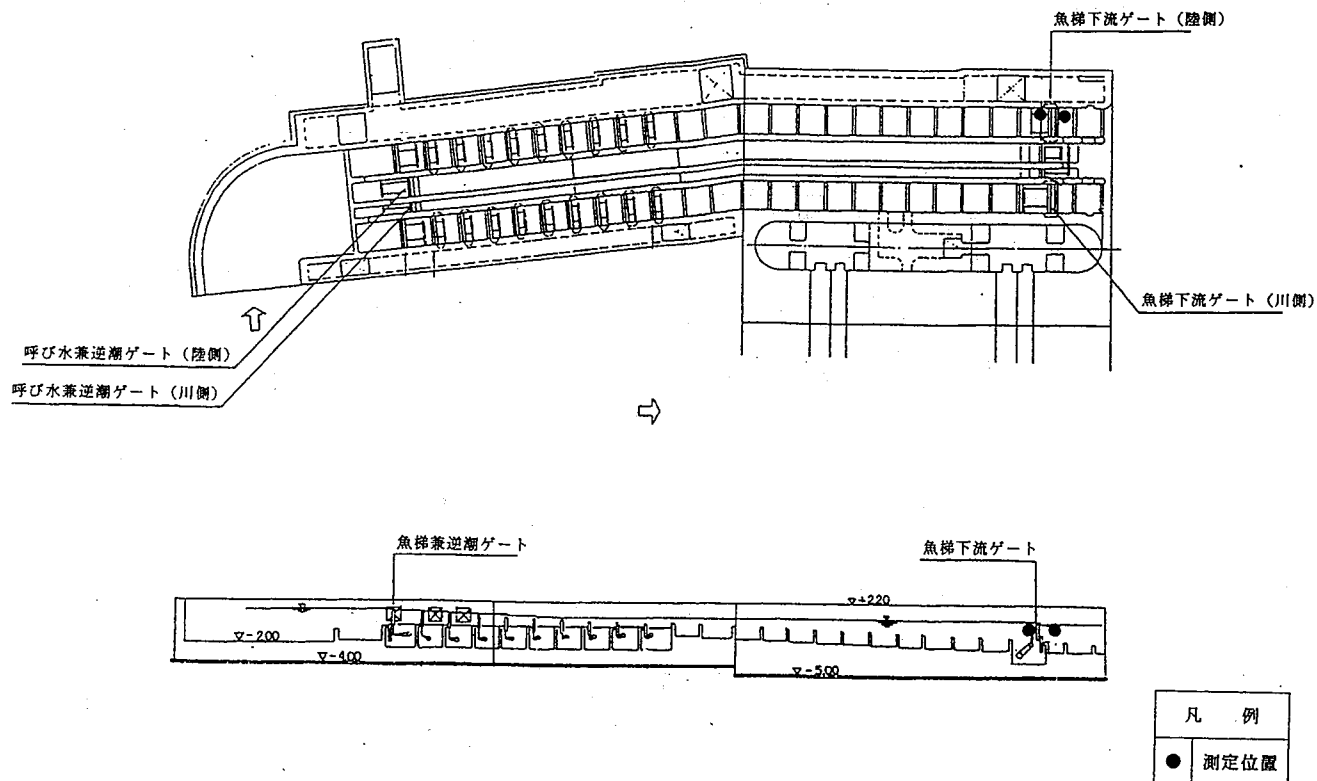


図-7-1-16 呼び水式魚道塩化物イオン濃度測定位置図

b) 調査の方法

魚梯下流ゲートの天端高をT.P. 0.0mに固定し、下流水位の干潮時(T.P. -0.26m)からゲート直上下流の水位が同程度になるまで塩化物イオン濃度の測定を行った。

なお、このときの魚梯兼逆潮ゲートの越流水深は10cmとした。

c) 調査日

平成7年2月12日に実施した。

d) 調査結果

ゲート直上下流の水位及び塩化物イオン濃度の測定結果を図-7-1-17 に示す。

2月調査では、堰上流が淡水化されていないためゲート直上流の塩化物イオン濃度は3,700 mg/ℓ と高い値を示している。しかし、ゲート直下流の塩化物イオン濃度が、4,600 ~12,000mg/ℓ の範囲で変動しているにもかかわらずゲート直上流では3,700程度で安定していることから、下流の塩水は遡上していないものと考えられる。このときのゲート直上下流の水位差の最小値は、1 cmであった。

呼び水式魚道ゲートの操作にあたっては、堰上下流水位差が5 cm以内となった場合には全閉することとしているため、塩水遡上防止が確実に防止できることが確認できた。

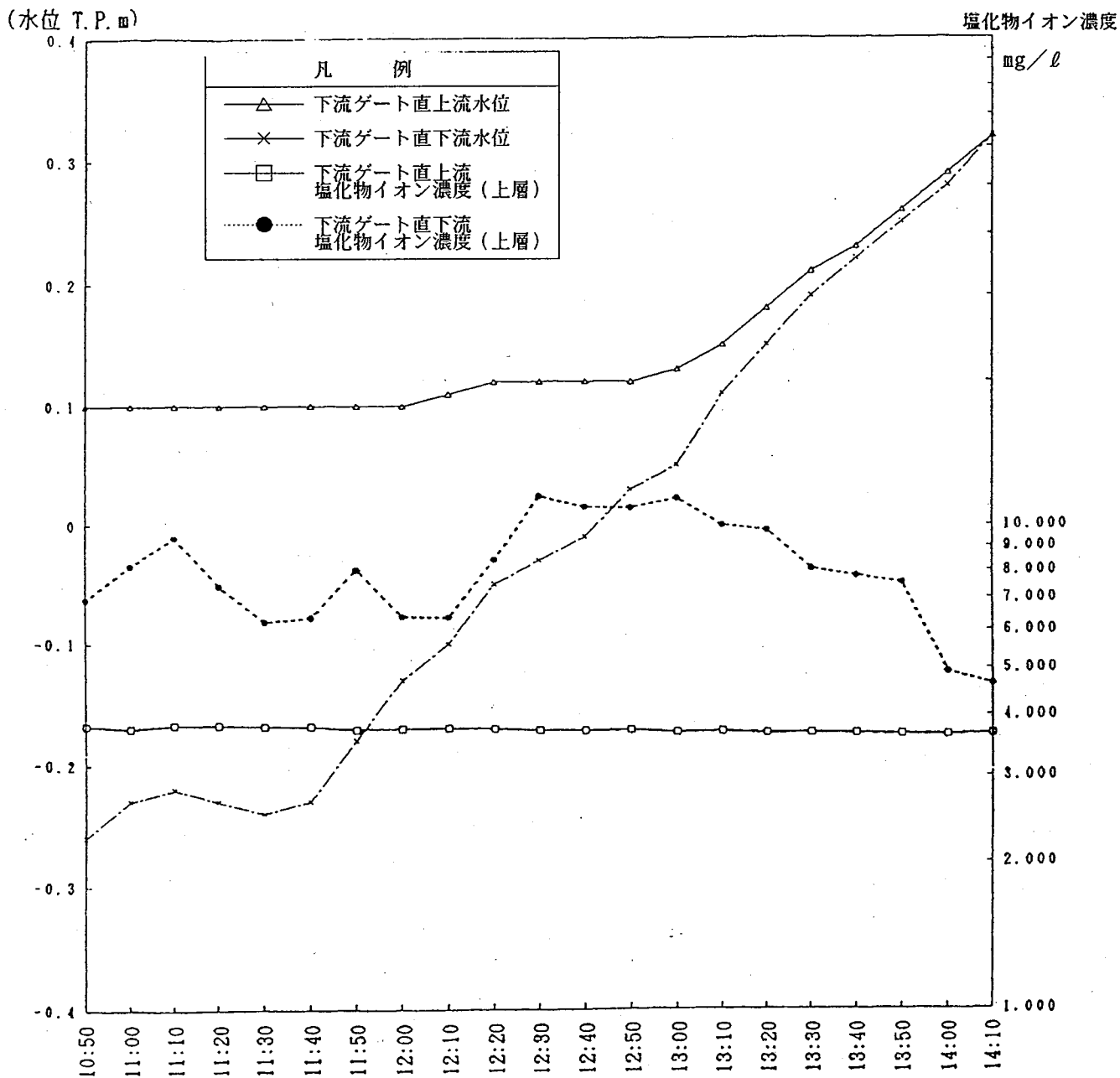


図-7-1-17 呼び水式魚道塩化物イオン濃度変化図

7-2 長良川、揖斐川の塩水遡上の現況の把握

長良川、揖斐川の塩水遡上の現況については、長良川では塩水の混合形態に係わらず14～18kmのマウンド（河床の高い部分）で、塩水の遡上がほぼ止められていることが、また揖斐川では、約11km付近のマウンドで相当程度抑制されていることが従来確認されてきた。

これらについては、「長良川河口堰に関する技術報告」第3編 第3章において記述している。

全ゲート操作および開放時において、長良川、および揖斐川の塩水遡上の状況を把握する。また、揖斐川の塩水遡上に対する影響を確認する。

7-2-1 塩水遡上調査

A) 長良川

a) 調査地点（図-7-2-1）

2.5km～22.6kmまでの13地点で実施する。各調査地点の流心において、表層を含む水深1mピッチおよび底層において測定する。

また、調査地点で塩化物イオン濃度 1,000mg/l を確認した地点より上下流1kmを200mピッチで測定し、塩水遡上端を併せ把握する。

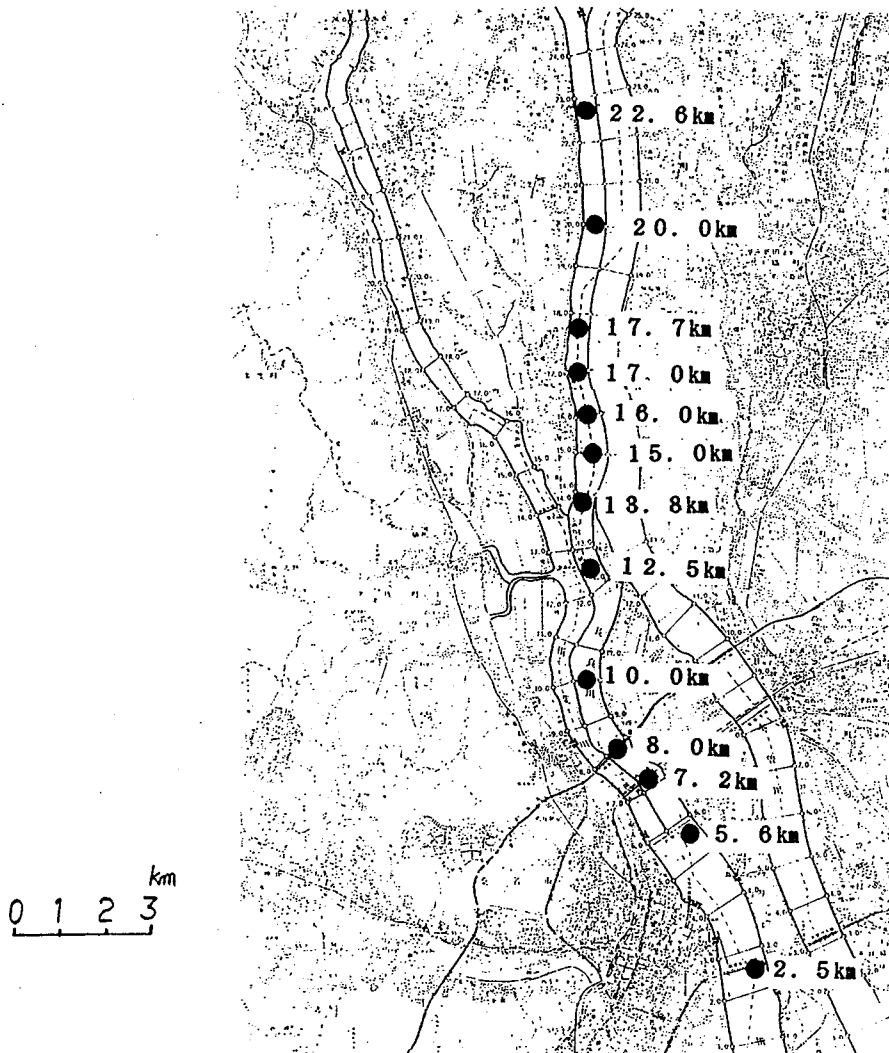


図-7-2-1 長良川塩水遡上調査位置図

b) 調査の方法

船上よりセンサーを所定の深さまで降下させ測定した。

なお、流向、流速計による流況測定も合わせて実施した。

c) 調査日

大潮時の平成6年7月22日、11月18日、平成7年1月19日および小潮時の平成6年11月11日、平成7年1月26日に実施した。

d) 調査結果

1) 大潮時の調査

- ・観測日の墨俣地点（長良川39.3Km）の流量は、7月22日約 $25\text{m}^3/\text{s}$ 、11月18日約 $30\text{m}^3/\text{s}$ 、平成7年1月19日約 $30\text{m}^3/\text{s}$ と概ね濁水流量に相当するものであった。
- ・塩分の混合形態はいずれも強ないし緩混合型の状態を示した（図-7-2-2-(1), (2), (3)）。
- ・平成6年7月22日の塩化物イオン濃度は、16～17km地点で $200\text{mg}/\ell$ 、22km地点で $20\text{mg}/\ell$ 程度となっている。また、11月18日は7月22日に比べやや流量が大きいかかわらず19～20km地点で $200\text{mg}/\ell$ 、22km地点で $20\text{mg}/\ell$ 程度となっておりマウンド上においても $2,000\text{mg}/\ell$ 程度の塩水の遡上が見られる。平成7年1月19日は、18～19km地点で $200\text{mg}/\ell$ 、20km地点で $20\text{mg}/\ell$ 程度となっている。

2) 小潮時の調査

- ・観測日の墨俣地点の流量は、11月11日約 $35\text{m}^3/\text{s}$ 、平成7年1月26日約 $75\text{m}^3/\text{s}$ であった。
- ・塩分の混合形態は中下流部ではいずれも弱混合型で、塩水楔状を呈しているが、先端部では緩混合型ないし強混合型の状態を示した（図-7-2-2-(4), (5)）。
- ・塩化物イオン濃度は、11月11日18～19km地点で $200\text{mg}/\ell$ 、19km地点で $20\text{mg}/\ell$ 程度となっている。平成7年1月26日は、15～16km地点で $200\text{mg}/\ell$ 、約16km地点で $20\text{mg}/\ell$ 程度となっている。
- ・大潮時、小潮時のいずれも、マウンドによって $5,000\text{mg}/\ell$ 程度の高濃度の塩水の遡上が抑制されていることが確認された。

3) 水質の詳細調査 (参考)

また、参考のため、塩水遡上端は捕らえていないが平成6年7月8日～22日の間に実施した水質詳細調査(表-7-2-1)の塩水遡上状況についての一部を示す(図-7-2-3)。

なお、この期間における墨俣地点の流量は、約20～45m³/sとほぼ低水流量程度以下が連続した期間である。

表-7-2-1 水質詳細調査(流心での調査箇所)

調査月日	7月8, 11, 12, 13, 14, 17, 22日の満潮および干潮時
調査測点 (km)	2.4, 3.0, 4.2, 5.2, 6.4, 6.8, 7.0, 8.0, 10.0, 12.0, 13.6, 16.0, 18.0, 22.8, 28.4, 31.2

※注: 実測データ等は第4章に記載

- 7月8日は月齢的に朔の前日で、塩分の混合形態としてみれば緩混合型から強混合型への移行期であり(緩混合型)、満潮時の低層部においては、マウンド地点までくさび状になって高濃度の塩分が侵入し、弱混合型のような侵入形態となっている(図-7-2-3-(1))。一方、干潮時においては下げ潮による河川(潮汐)流動の影響により高濃度の領域は下流に移行し(図-7-2-3-(2))、河床における5,000mg/lの地点をみると満潮時で約14km地点であったものが、干潮時には約10～11km地点となっている。
- 7月17日は、月齢的には上弦翌日の小潮時であり、塩分の混合形態としては弱混合型で、満潮時は比較的明瞭な塩水くさび状を呈している(図-7-2-3-(5))。一方、干潮時においては潮汐流動が少ないこともあって、このとき河床の高濃度の部分を5,000 mg/l でみると満潮時に約12～13kmに存在していたものが、干潮時には約11km地点とほとんど移動することなく、上層部を淡水が流下していることが読み取れる(図-7-2-3-(6))。
- 7月22日は、月齢的には望の大潮時であり、塩分の混合形態としては、強ないし緩混合型の状態を示した(図-7-2-3-(7))。満潮時及び干潮時の5,000 mg/l の地点をみると満潮時で約11～12km地点であったものが、干潮時には約6 km地点となっている(図-7-2-3-(7)、(8))。

4) 塩水遡上先端付近における塩化物イオン濃度

- 長良川の平成6年渇水時における塩水遡上先端付近に位置する北伊勢工業用水の取水口および長良川18Km地点の塩分観測所の塩化物イオン濃度のデータを整理した(図-7-2-4, 5-(1), 5-(2), 5-(3), 6-(1), 6-(2))。
- 北伊勢工業用水の取水口および長良川18Km地点の塩分観測所の塩化物イオン濃度は、潮汐の変動によってほぼ同様の傾向を示している。また、長良川18Km地点の塩分観測所における塩化物イオン濃度は、上層、下層の濃度に大きな変化は見られない。
- 平成6年度に実施された塩水遡上調査において、マウンドの存在する現状での長良川の塩水遡上先端部は、変動はあるもののほぼ18Km付近で遡上が止まっている

ることが確認されていることから、この地点における水深方向の塩化物イオン濃度分布は、概ね塩水遡上先端部の混合形態を示しており、強混合型となっていることがわかる。

5) 塩水遡上形態の特徴

以上のことから、塩水遡上形態の特徴として、次のように整理できる。

- ① 調査を実施した日は、流量が少ない時期であったこともあり、河床を高濃度の塩水が遡上しているが、マウンドによって、高濃度塩水の遡上が抑制されている（図-7-2-7）。
- ② 潮の干満にともなう、高濃度塩水の遡上距離の変動は強混合型の時に大きく、弱混合型の時には小さい。
- ③ これらの観測結果は、いずれも長良川河口堰に関する技術報告等で述べられている長良川における塩水遡上のメカニズムについての調査結果と傾向が一致するものである。

調査年月日	平成6年7月22日	
天	気	晴
潮	汐	大潮・満潮時
墨俣流量	約25m ³ /S	

長良川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

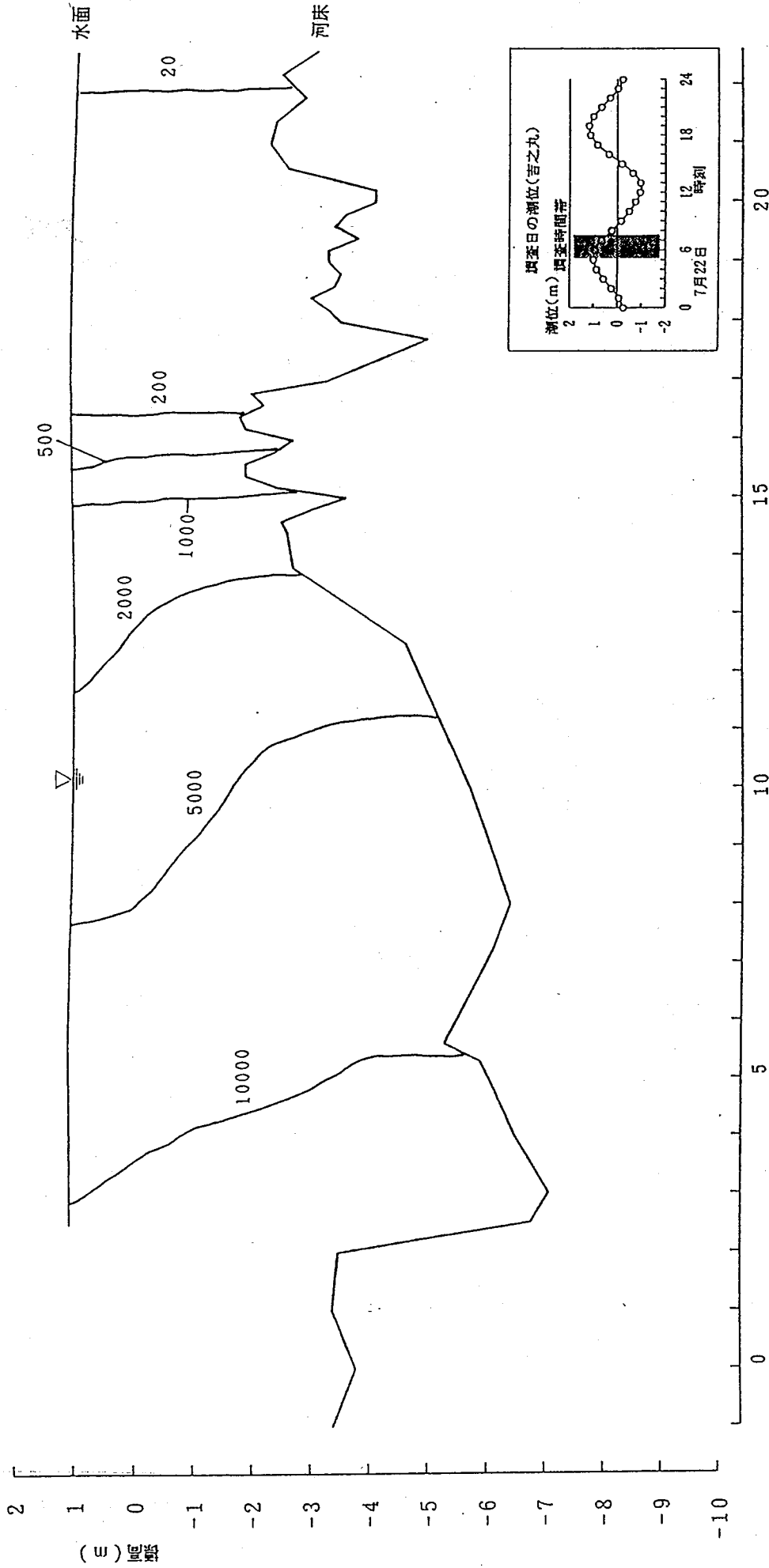


図-7-2-2-(1) 長良川塩水遡上調査結果 (H6.7.22)

河川距離による距離 (km)

調査年月日	平成6年11月18日
天気	曇
潮	大潮・満潮時
墨保流量	約30 m ³ /S

長良川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

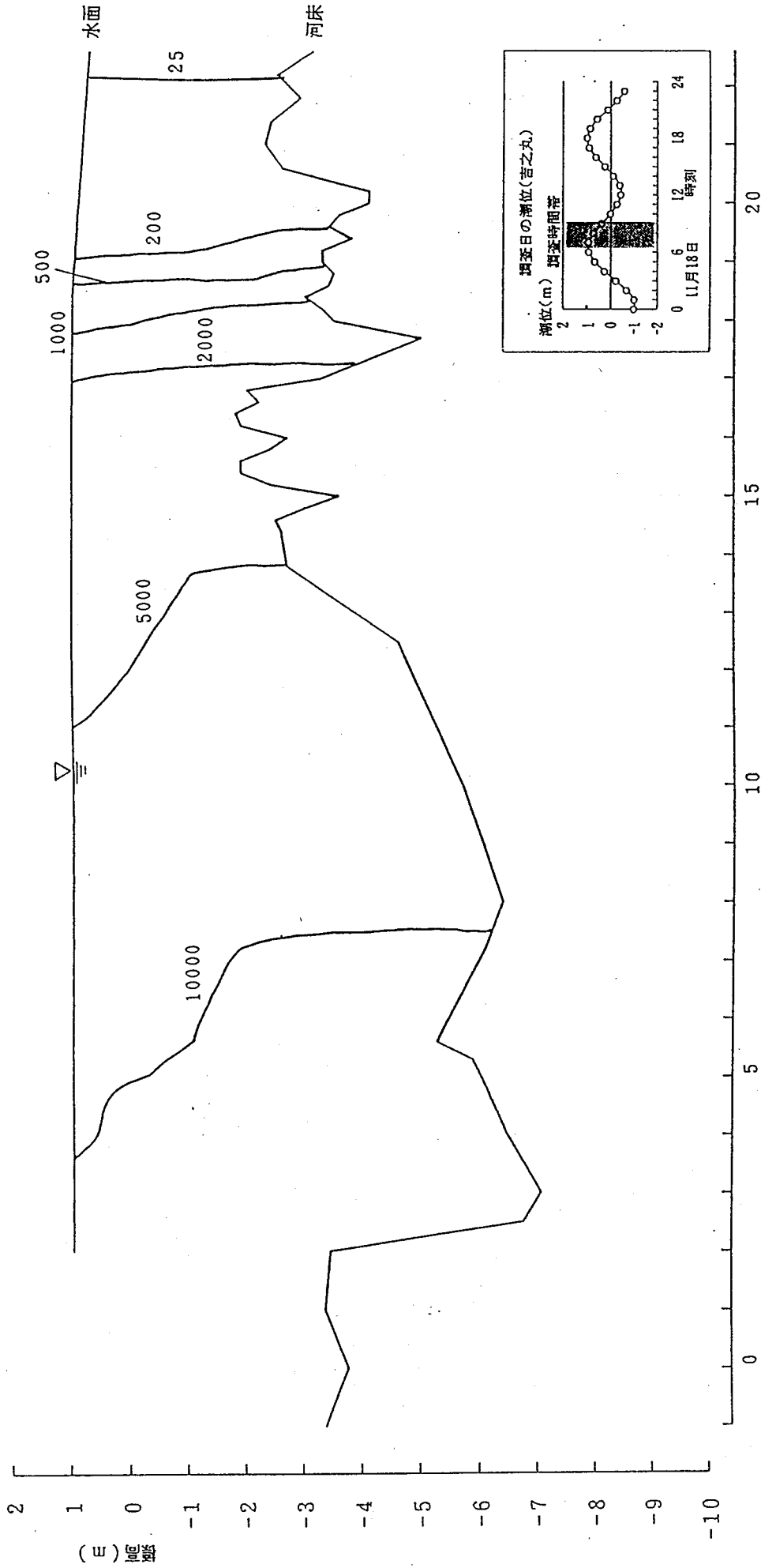


図-7-2-2-(2) 長良川塩水遡上調査結果 (H6.11.18)

長良川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

調査年月日	平成7年1月19日
天	晴
潮	大潮・満潮時
墨俣流量	約30m ³ /S

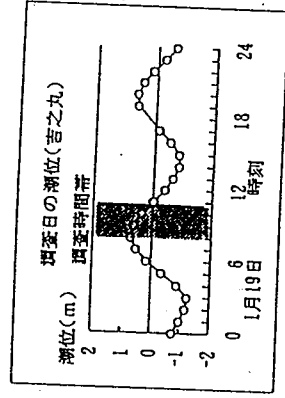
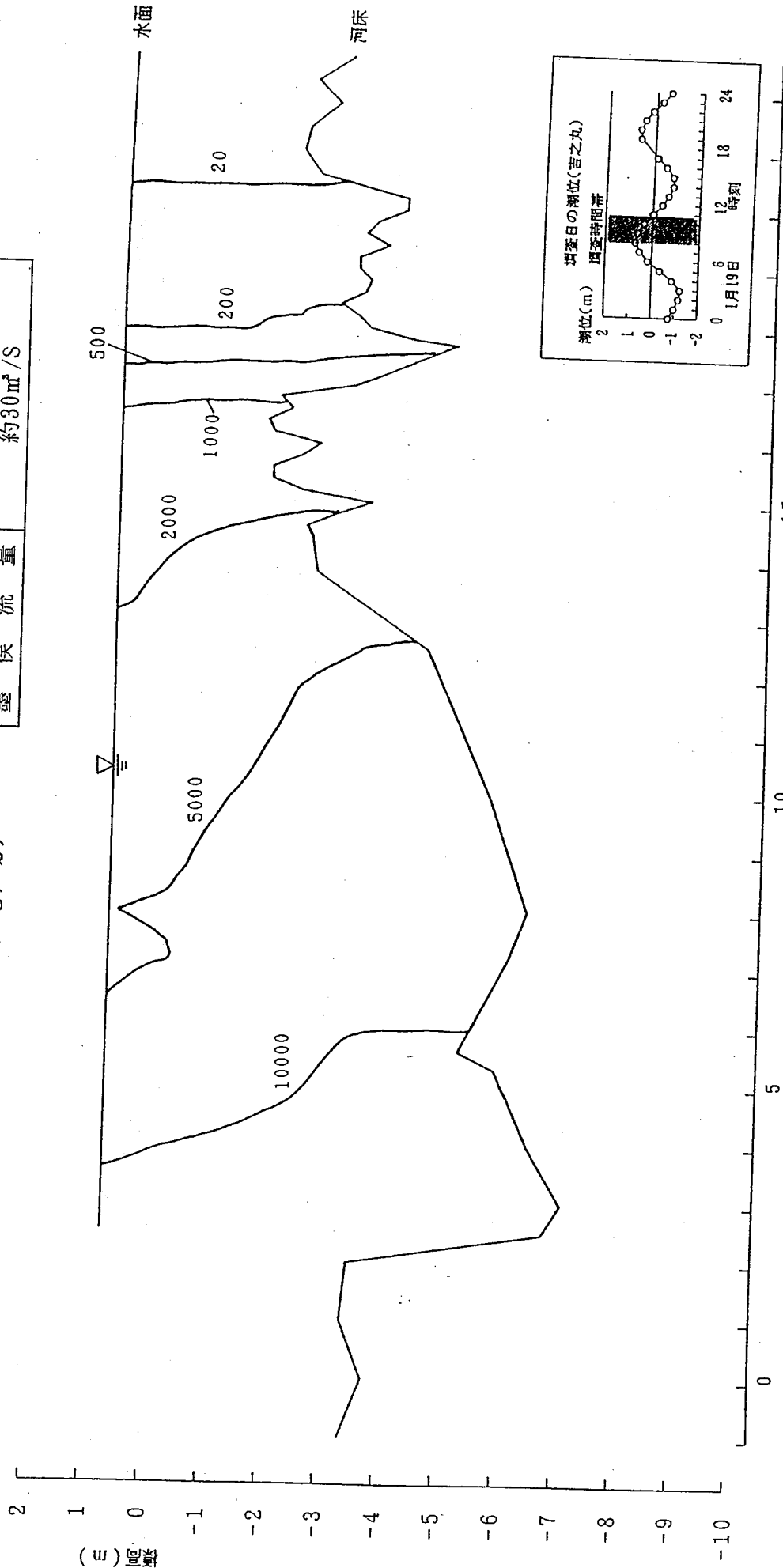


図-7-2-2-(3) 長良川塩水遡上調査結果 (H7.1.19) 河川距離による距離 (km)

長良川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

調査年月日	平成6年11月11日
天気	晴
潮	小潮・満潮時
墨俣流量	約35 m ³ /S

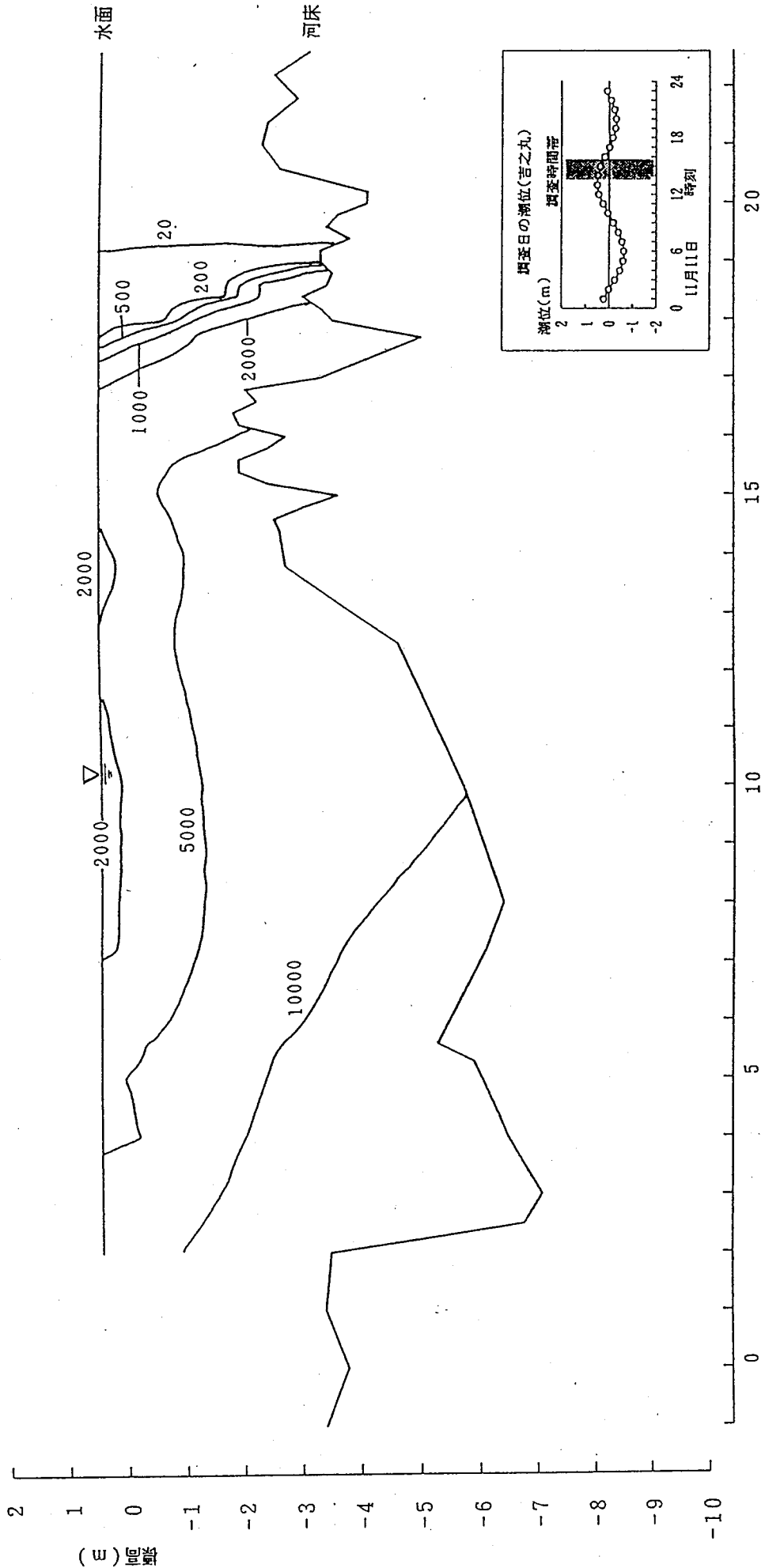


図-7-2-2-(4) 長良川塩水遡上調査結果 (H6.11.11)

河川距離標による距離 (km)

長良川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

調査年月日	平成7年1月26日		
天気	曇		
潮	小潮・満潮時		
墨俣流量	約75m ³ /S		

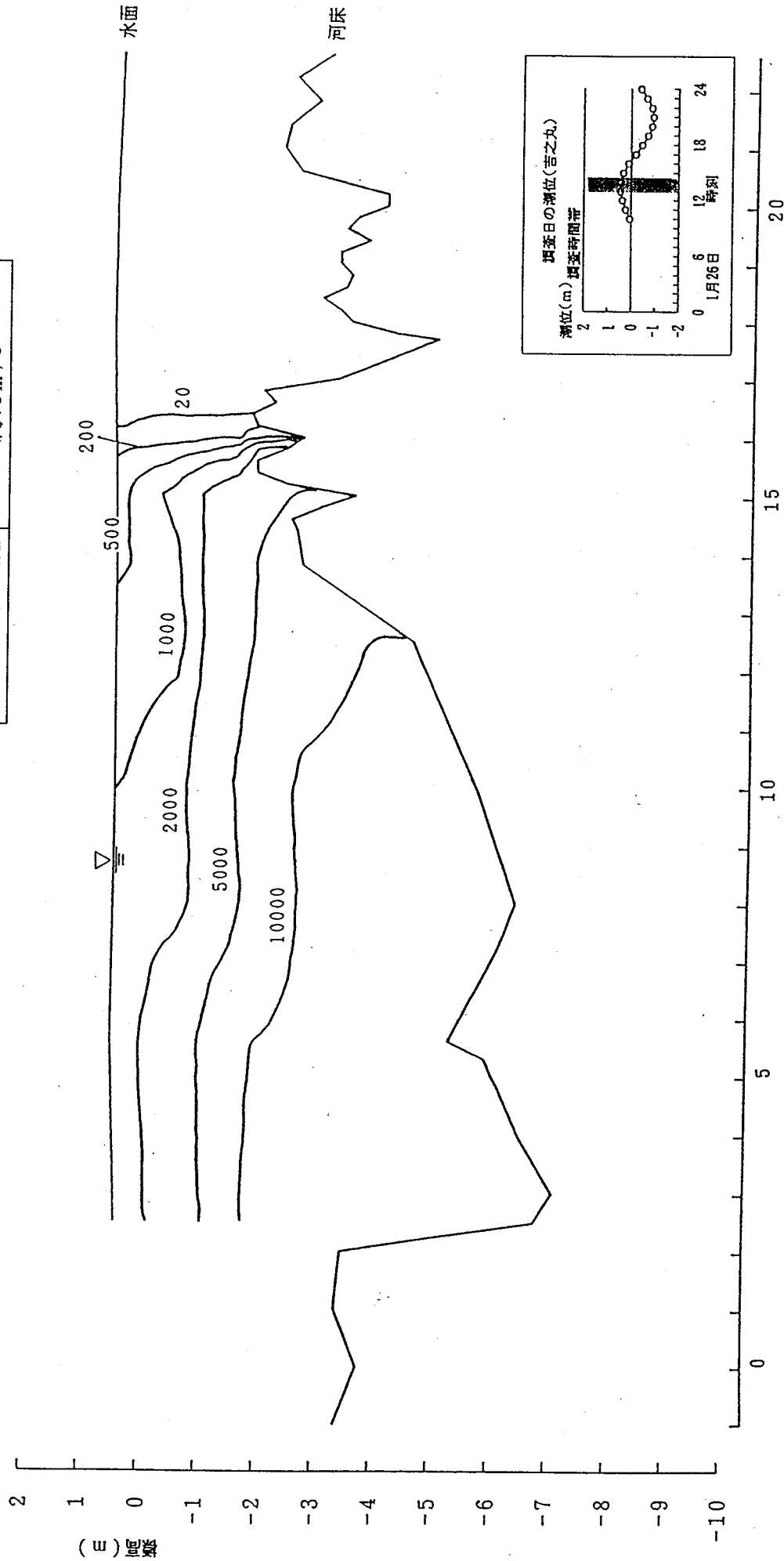


図-7-2-2-(5) 長良川塩水遡上調査結果 (H7.1.26)

河川距離による距離 (km)

平成6年7月8日 潮汐：大潮・満潮 墨俣地点流量（日平均）：45m³/s

単位：mg/ℓ

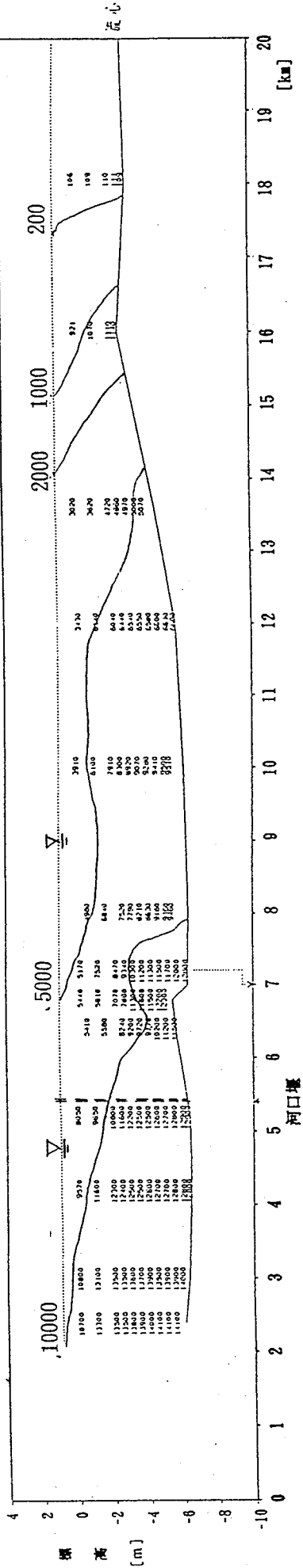


図-7-2-3-(1) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断図

平成6年7月8日 潮汐：大潮・干潮 墨俣地点流量（日平均）：45m³/s

単位：mg/ℓ

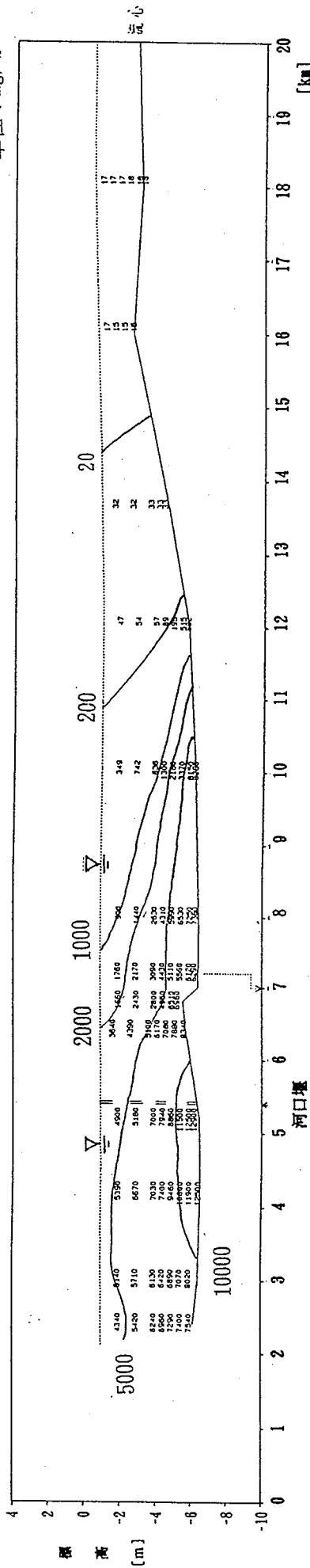


図-7-2-3-(2) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断図

平成6年7月12日 潮汐：中潮・満潮 墨俣地点流量（日平均）：25m³/s

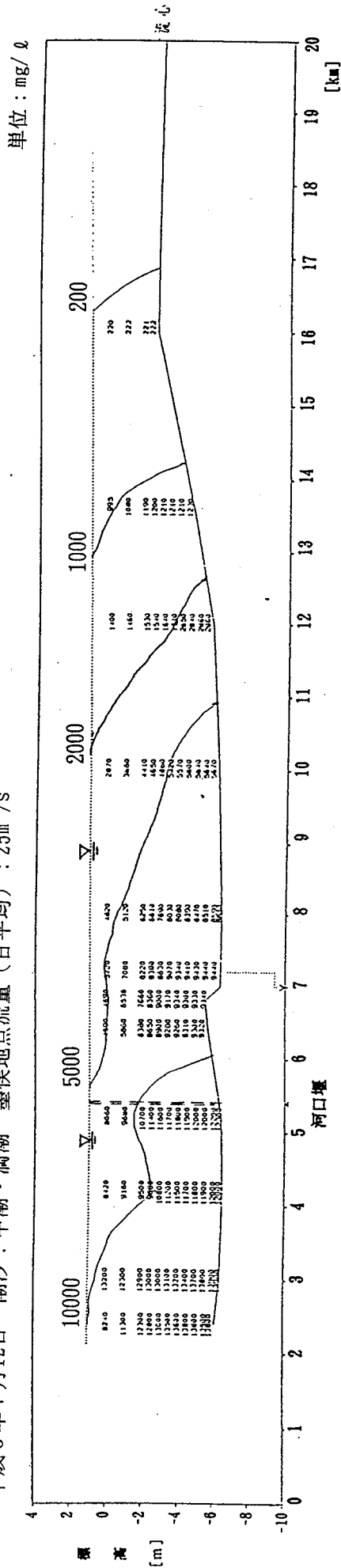


図-7-2-3-(3) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断面図

平成6年7月12日 潮汐：中潮・干潮 墨俣地点流量（日平均）：25m³/s

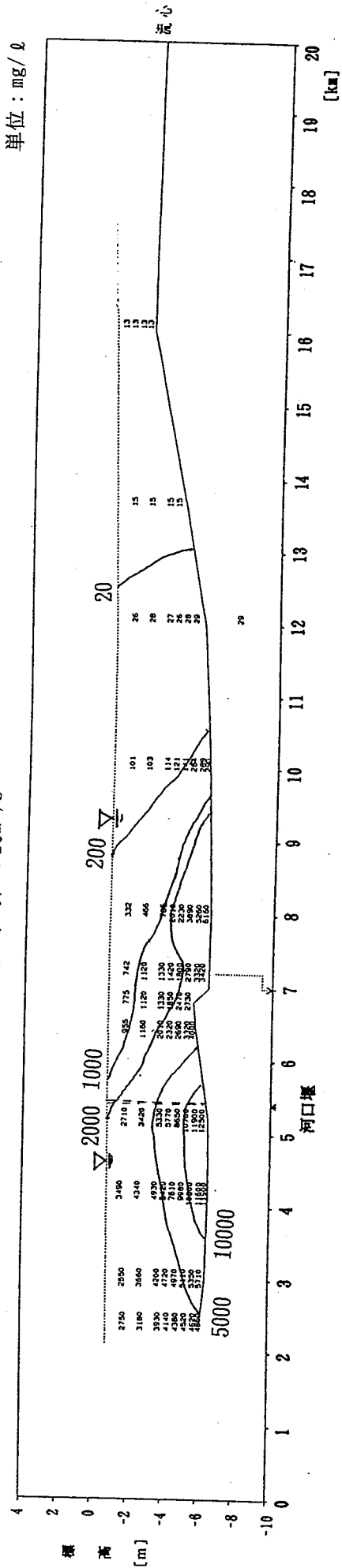


図-7-2-3-(4) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断面図

単位：mg/ℓ

平成6年7月17日 潮汐：小潮・満潮 墨俣地点流量（日平均）：20m³/s

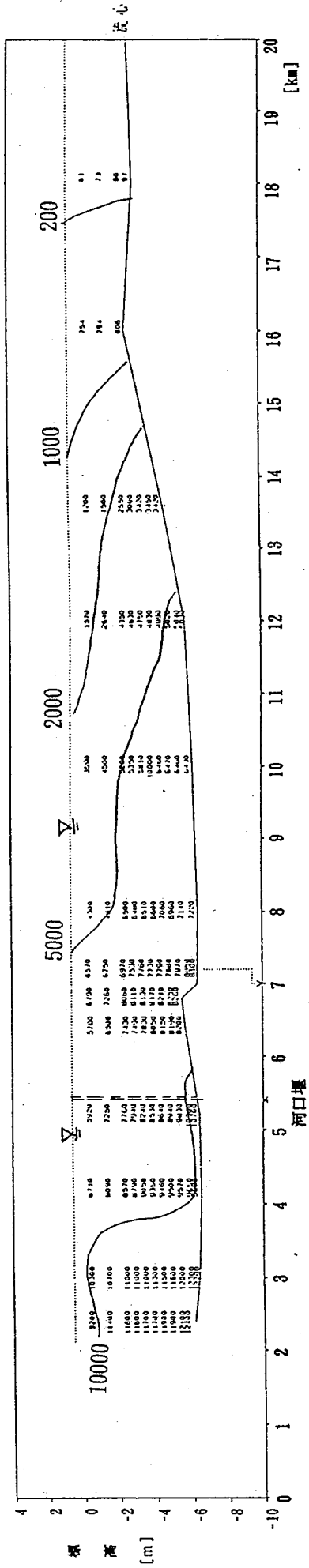


図-7-2-3-(5) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断面図

単位：mg/ℓ

平成6年7月17日 潮汐：小潮・干潮 墨俣地点流量（日平均）：20m³/s

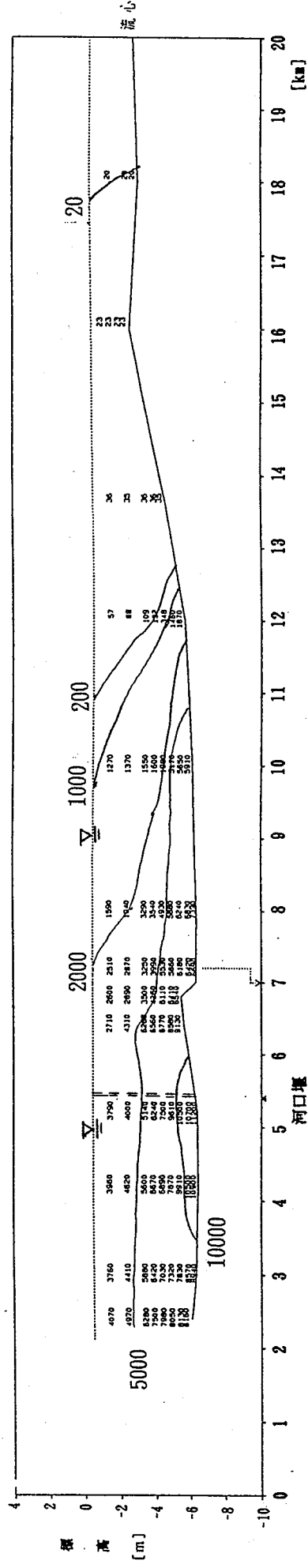


図-7-2-3-(6) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断面図

単位：mg/ℓ

平成6年7月22日 潮汐：大潮・満潮 墨俣地点流量（日平均）：25m³/s

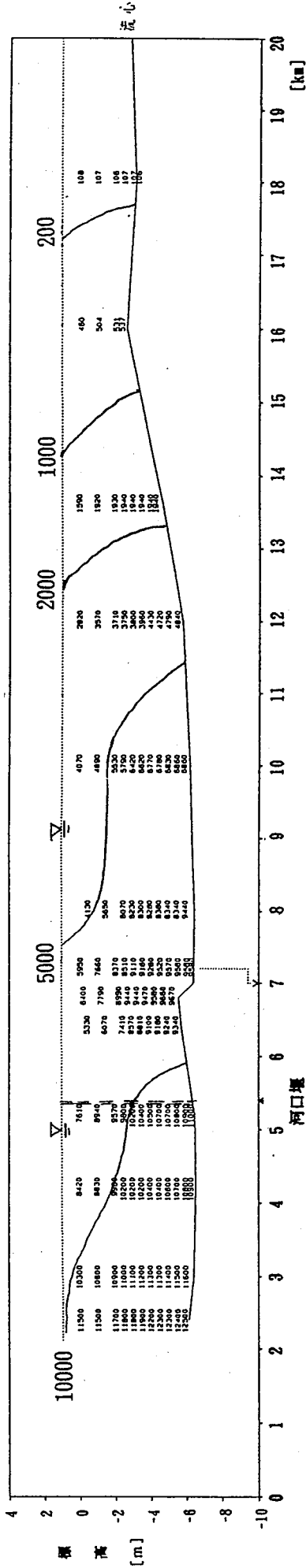


図-7-2-3-(7) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断面図

単位：mg/ℓ

平成6年7月22日 潮汐：大潮・干潮 墨俣地点流量（日平均）：25m³/s

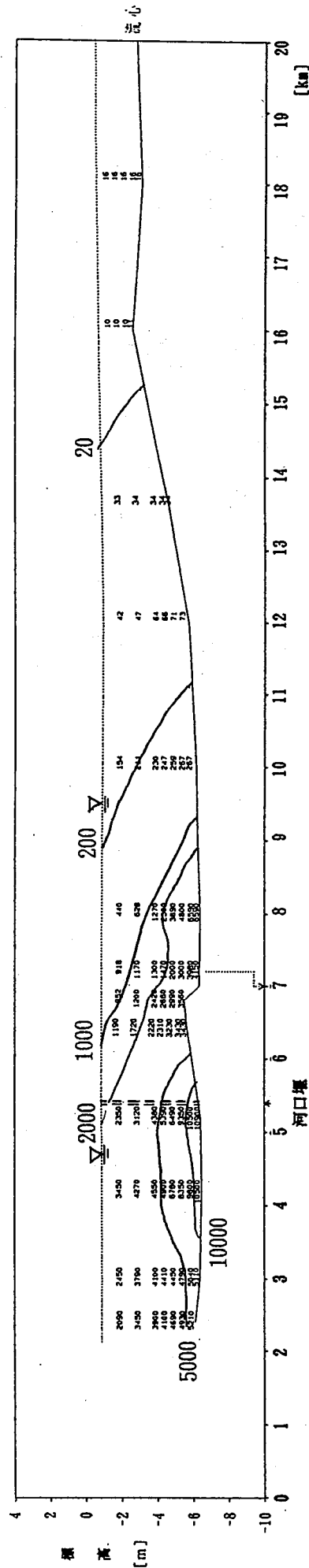
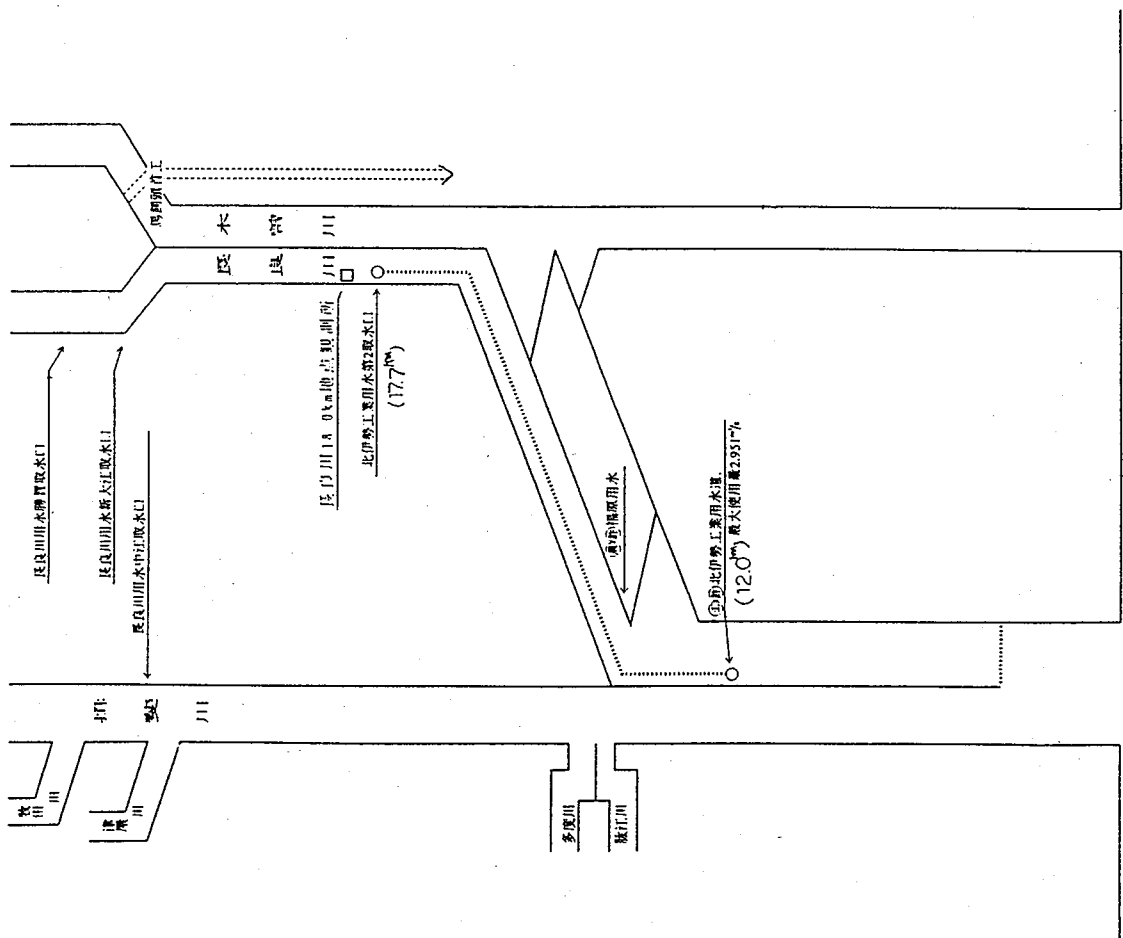
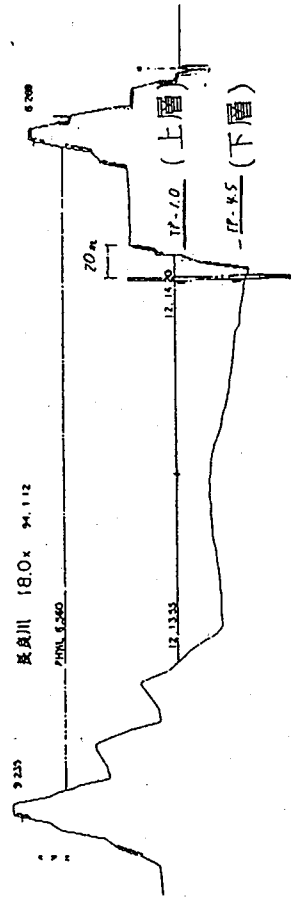
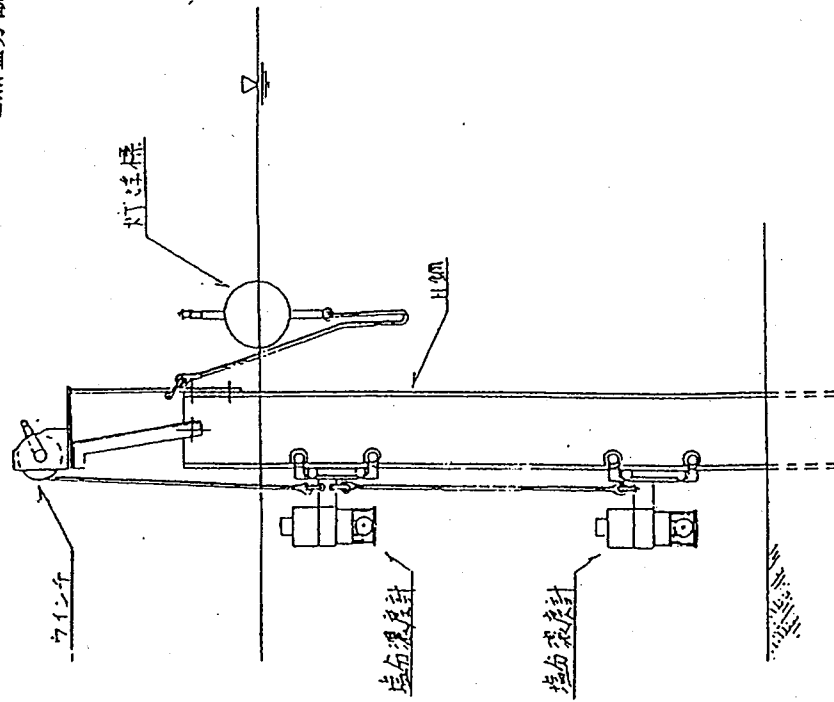


図-7-2-3-(8) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断面図

長良川18.0 km地点塩分観測所



伊勢湾

図-7-2-4 長良川下流部位置図

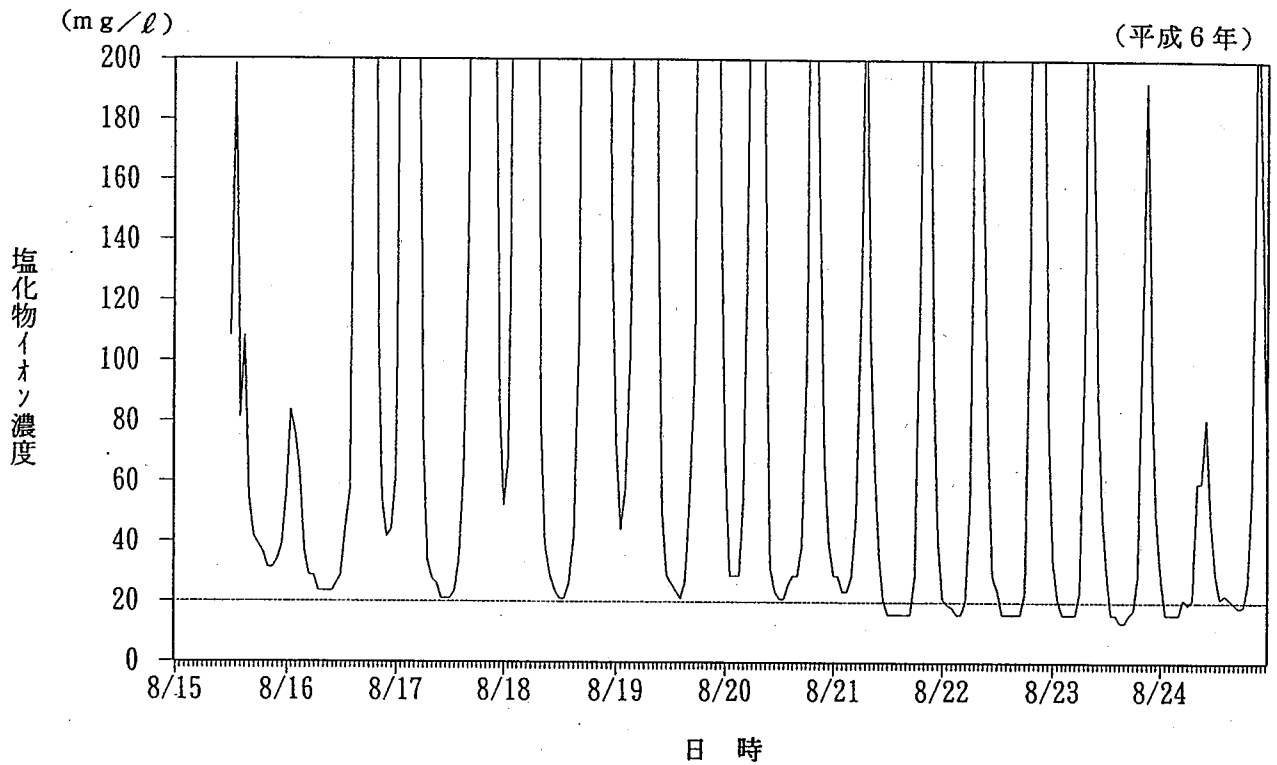


図-7-2-5-(1) 北伊勢工業用水長良川第二取水口(17.7km)地点の塩化物イオン濃度

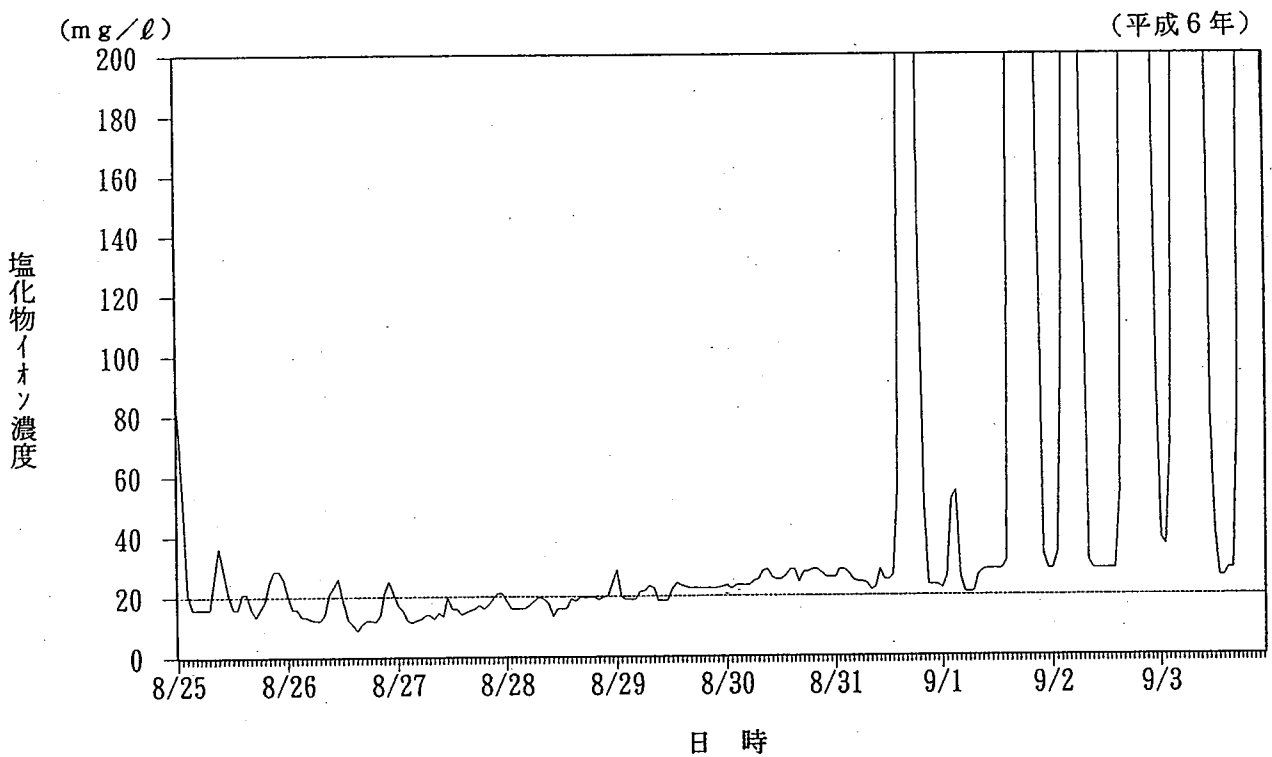


図-7-2-5-(2) 北伊勢工業用水長良川第二取水口(17.7km)地点の塩化物イオン濃度

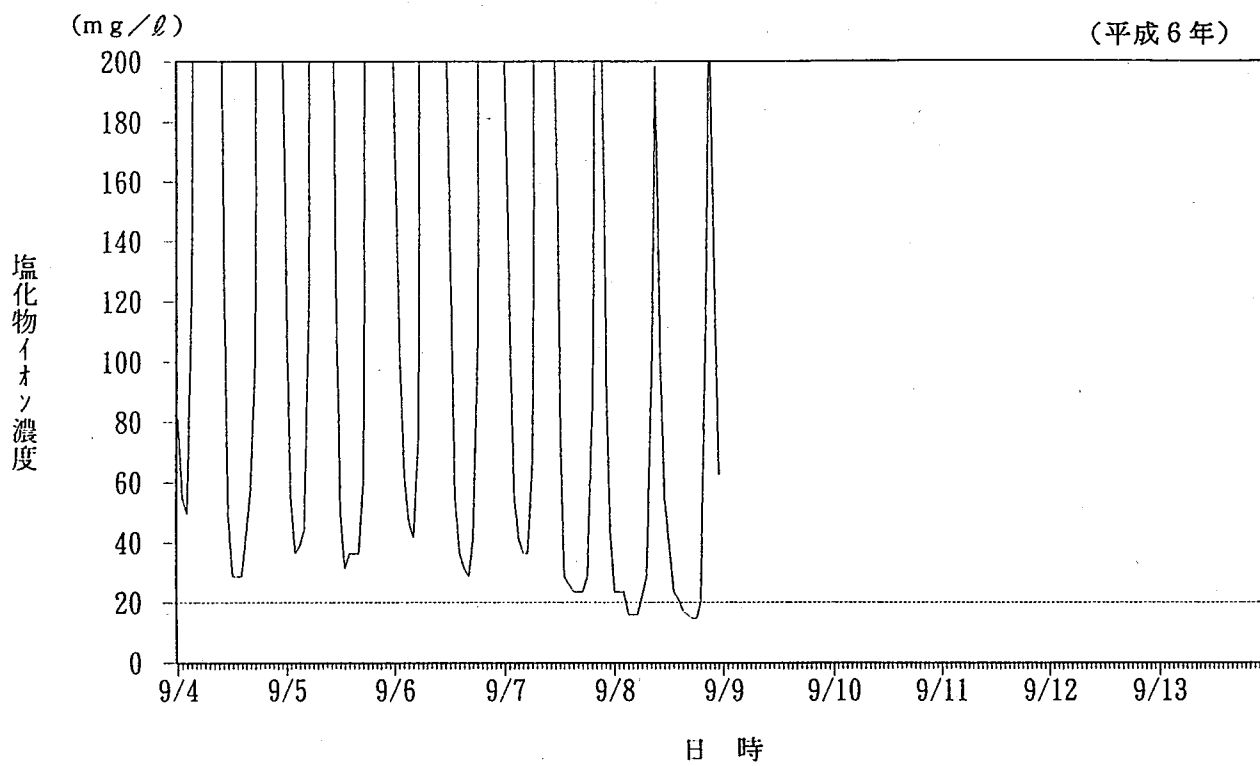


図-7-2-5-(3) 北伊勢工業用水長良川第二取水口(17.7km)地点の塩化物イオン濃度

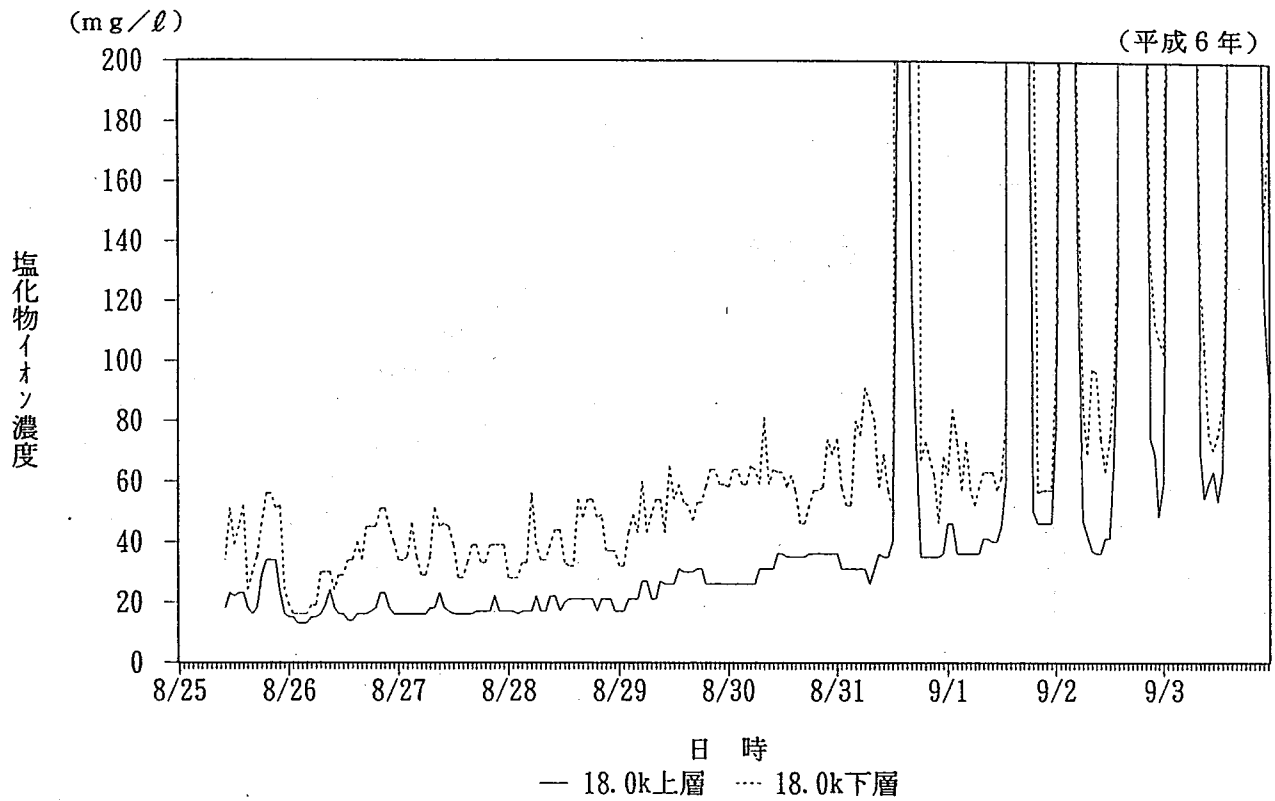


図-7-2-6-(1) 長良川18.0k地点塩化物イオン濃度

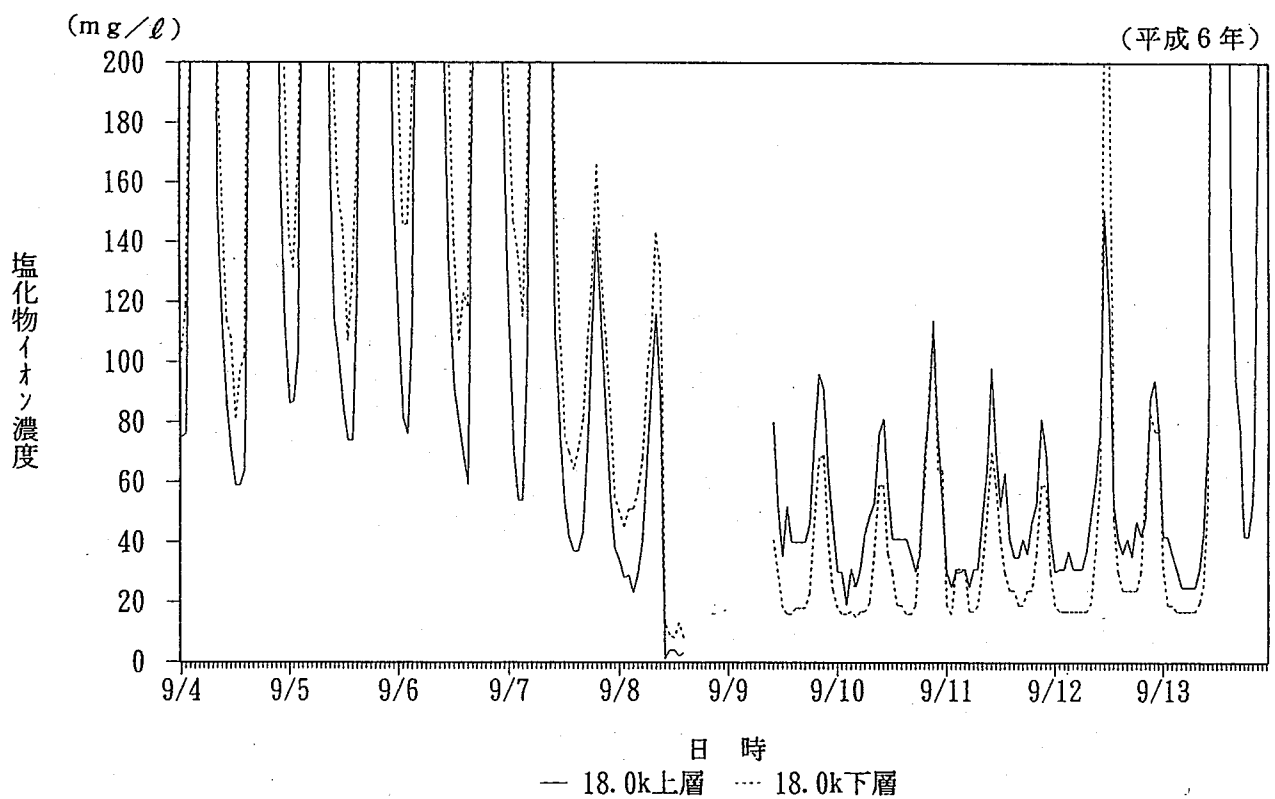
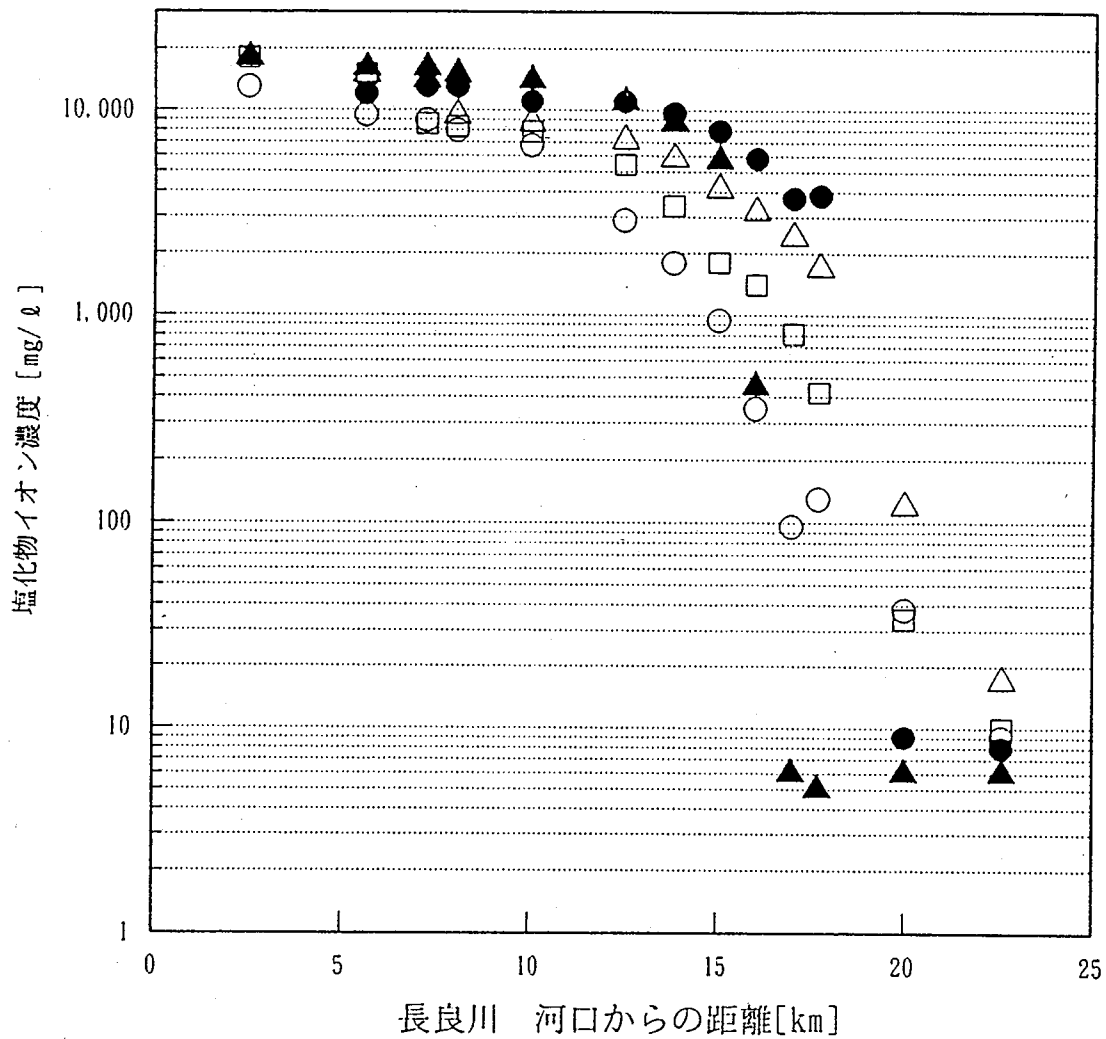


図-7-2-6-(2) 長良川18.0k地点塩化物イオン濃度



- 凡例
- ：平成6年7月22日（大潮時、墨俣地点流量 約25 m^3/s ）
 - ：平成6年11月11日（小潮時、墨俣地点流量 約35 m^3/s ）
 - △：平成6年11月18日（大潮時、墨俣地点流量 約30 m^3/s ）
 - ：平成7年1月19日（大潮時、墨俣地点流量 約30 m^3/s ）
 - ▲：平成7年1月26日（小潮時、墨俣地点流量 約75 m^3/s ）

図-7-2-7 長良川の8割水深における塩分濃度値

B) 揖斐川

a) 調査地点 (図-7-2-8)

5.0km ~24.0kmまでの12地点で実施する。各調査地点の流心において、表層を含む水深1mピッチおよび底層において測定する。

また、調査地点で塩化物イオン濃度1,000mg/lを確認した地点より上下流1kmを200mピッチで測定し、塩水遡上端を併せて把握する。

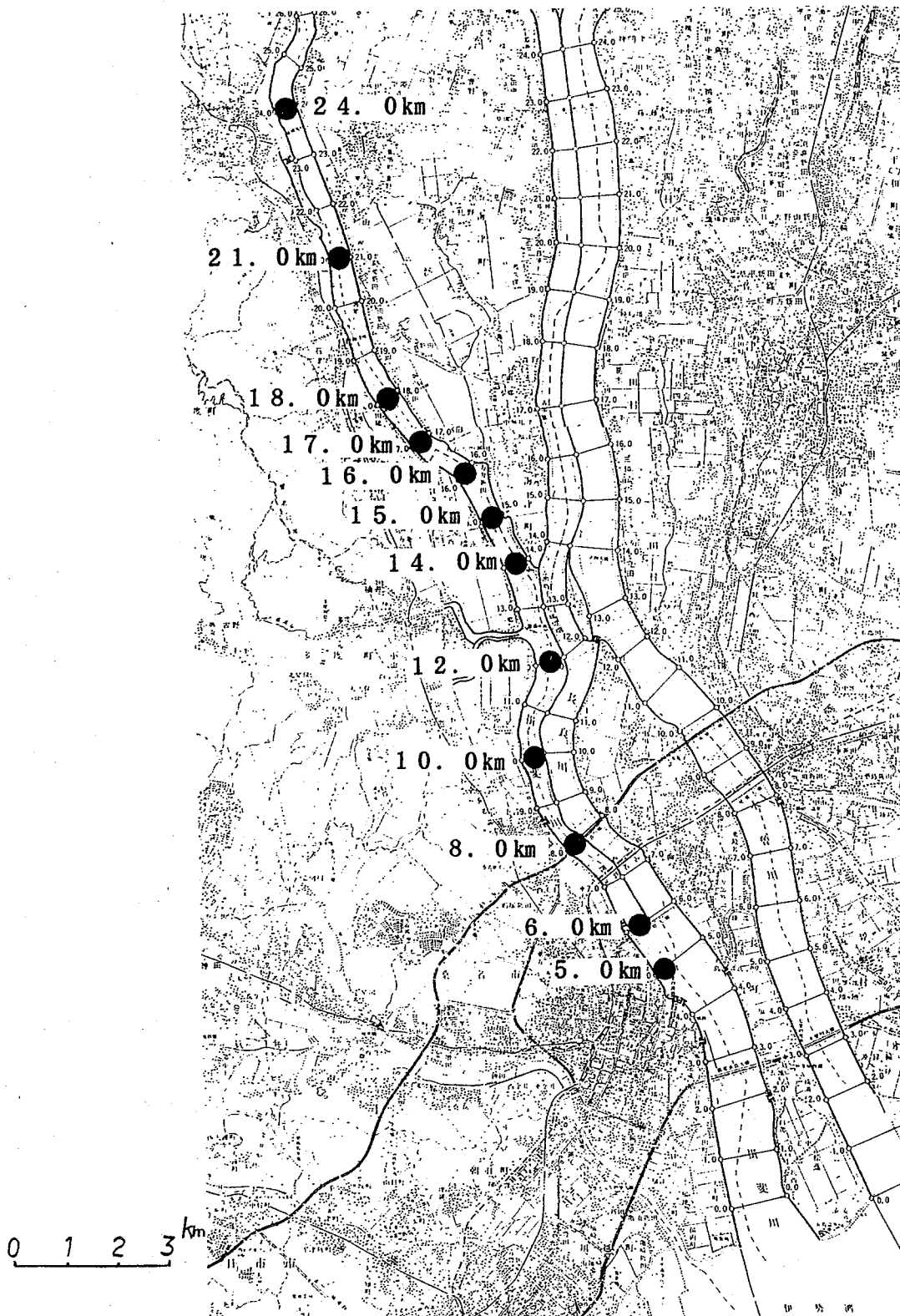


図-7-2-8 揖斐川塩水遡上調査位置図

b) 調査の方法

船上よりセンサーを所定の深さまで降下させ測定した。
なお、流向、流速計による流況測定も合わせて実施した。

c) 調査日

大潮時の平成6年7月22日、11月18日、平成7年1月19日および小潮時の平成6年11月11日、平成7年1月26日に実施した。

d) 調査結果

1) 大潮時の調査

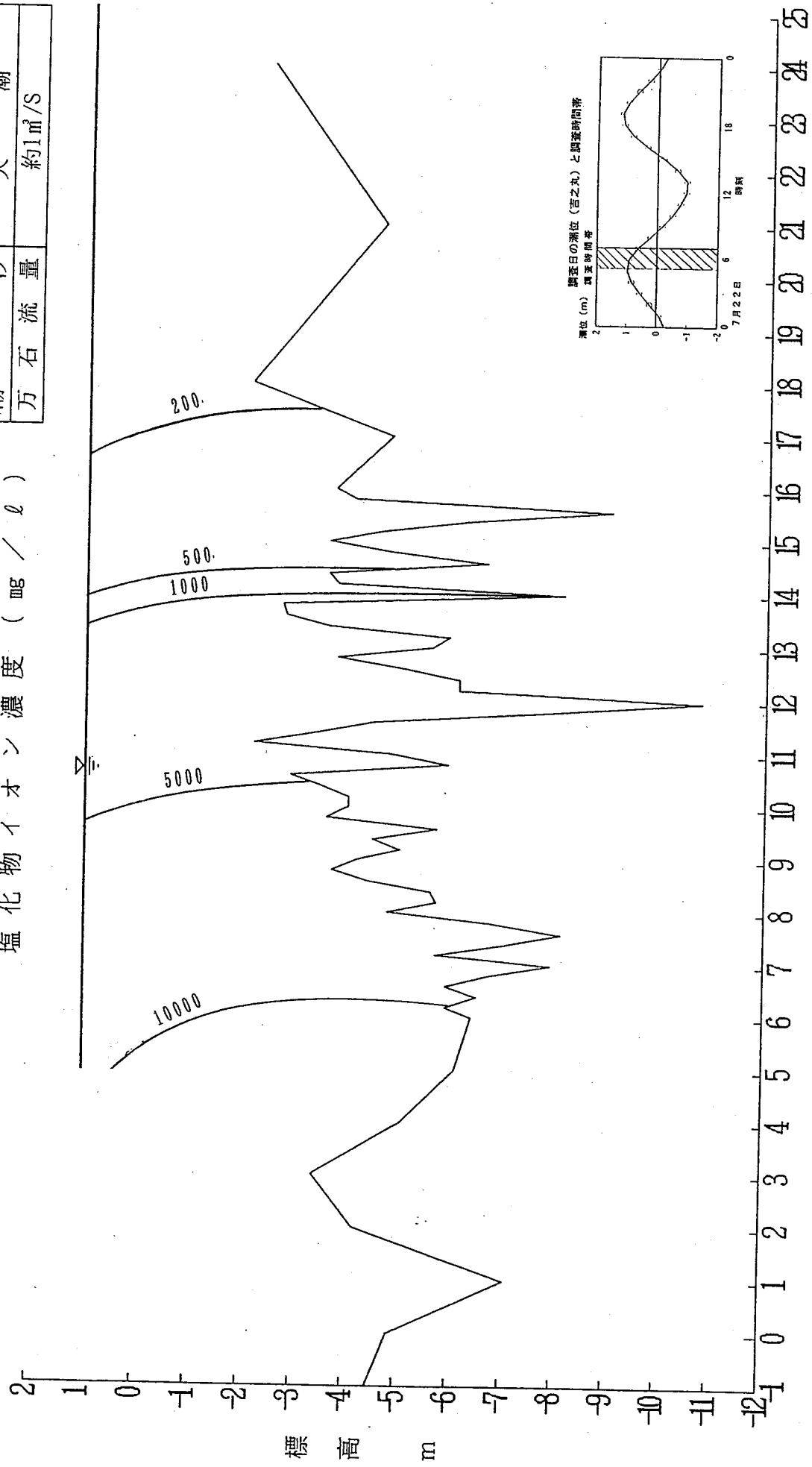
- ・観測日の万石地点（揖斐川41.2km）の流量は、平成6年7月22日約1 m³/s、11月18日約6 m³/sでこれは、渇水流量 12.4m³/s (S36 ~H3の平均値)を大きく下回る流量であった。また平成7年1月19日は、約25 m³/sと低水流量程度であった。
- ・塩分の混合形態はいずれも強混合に近い緩混合型の状態を示した（図-7-2-9-(1) 9-(2), 9-(3)）。
- ・塩化物イオン濃度は、平成6年7月22日、11月18日とも 200mg/l でみると16~17km付近まで遡上している。また平成7年1月19日の 200mg/l は、13~14km付近まで遡上している。
- ・過去の観測結果（長良川河口堰に関する技術報告）によれば、塩水の遡上は11km付近のマウンドにより相当程度抑制されていたが、7月22日、11月18日の観測では塩化物イオン濃度の抑制効果が顕著にはみられなかった。これは万石流量が約1 m³/sおよび約6 m³/sと渇水流量を下回る流量であり、潮汐による上流方向への流れが川の流れを大きく上回ったためと考えられる。
また、平成7年1月19日の観測結果から流量が約 25m³/s程度の流量となれば、塩水の遡上はマウンドにより相当程度抑制されていることがわかる。

2) 小潮時の調査

- ・観測日の万石地点の流量は11月11日約8 m³/s、平成7年1月26日約 60m³/sであった。
- ・塩分の混合形態は先端部では、強混合に近い緩混合型の状態を示し下流部では塩水楔の形態を呈している。（図-7-2-9-(4), 9-(5)）。
- ・塩化物イオン濃度は、200mg/l でみると11月11日は15~16km付近まで平成7年1月26日は 10 km程度まで遡上しており流量による違いが現れている。
また、5,000 mg/l でみると11月11日が11km付近、1月26日が9 km付近まで遡上確認された。
- ・塩水の遡上については、1月26日は11km付近のマウンドで相当程度抑制されているが、11月11日の観測では流量が極めて少ないこともありマウンド上流にまで認められた。

調査年月日	平成6年7月22日
天気	晴
湖汐	大潮
万石流量	約1m ³ /S

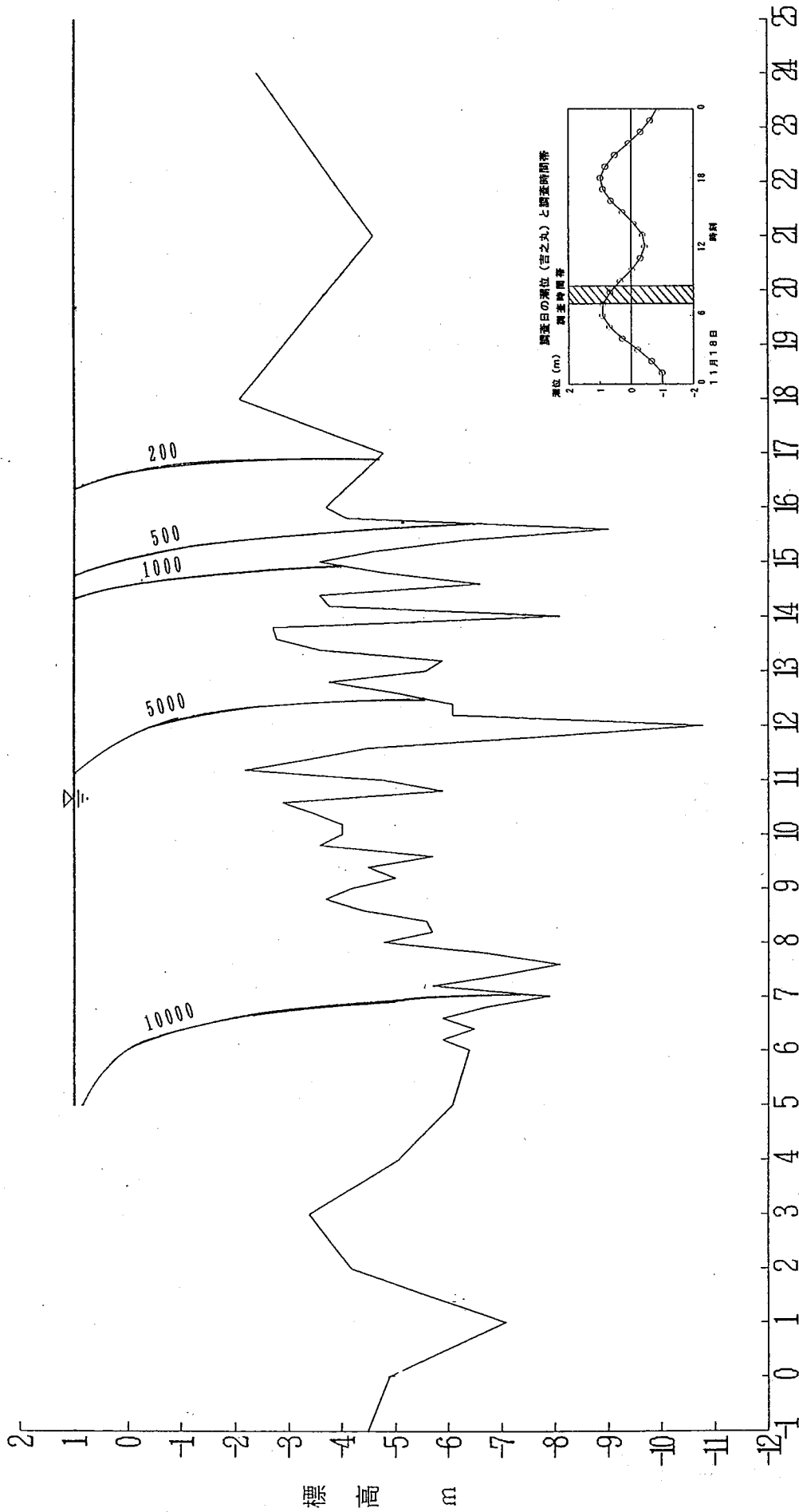
揖斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)



河口からの距離 (K m)
図-7-2-9-(1) 揖斐川塩水遡上調査結果 (ゲート開放時)

調査年月日	平成6年11月18日		
天気	気	曇	
潮	汐	大	潮
万石流量	約6m ³ /S		

揖斐川
塩化物イオン濃度 (略 / ℓ)



河口からの距離 (Km)
図-7-2-9-(2) 揖斐川塩水遡上調査結果 (ゲート開放時)

調査年月日	平成7年1月19日		
天気	晴		
潮	大潮		
万石流量	約25m ³ /S		

揖斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

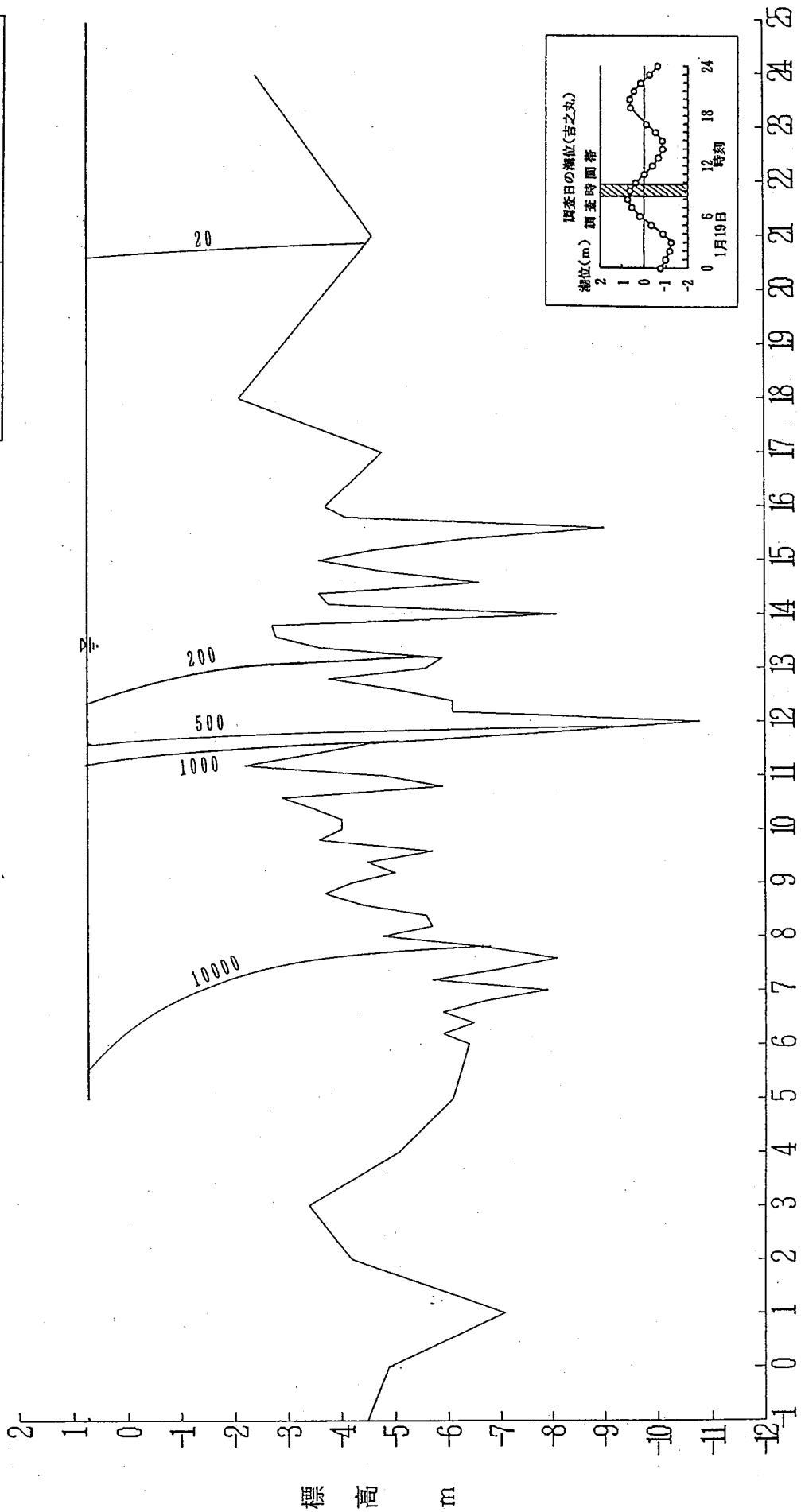
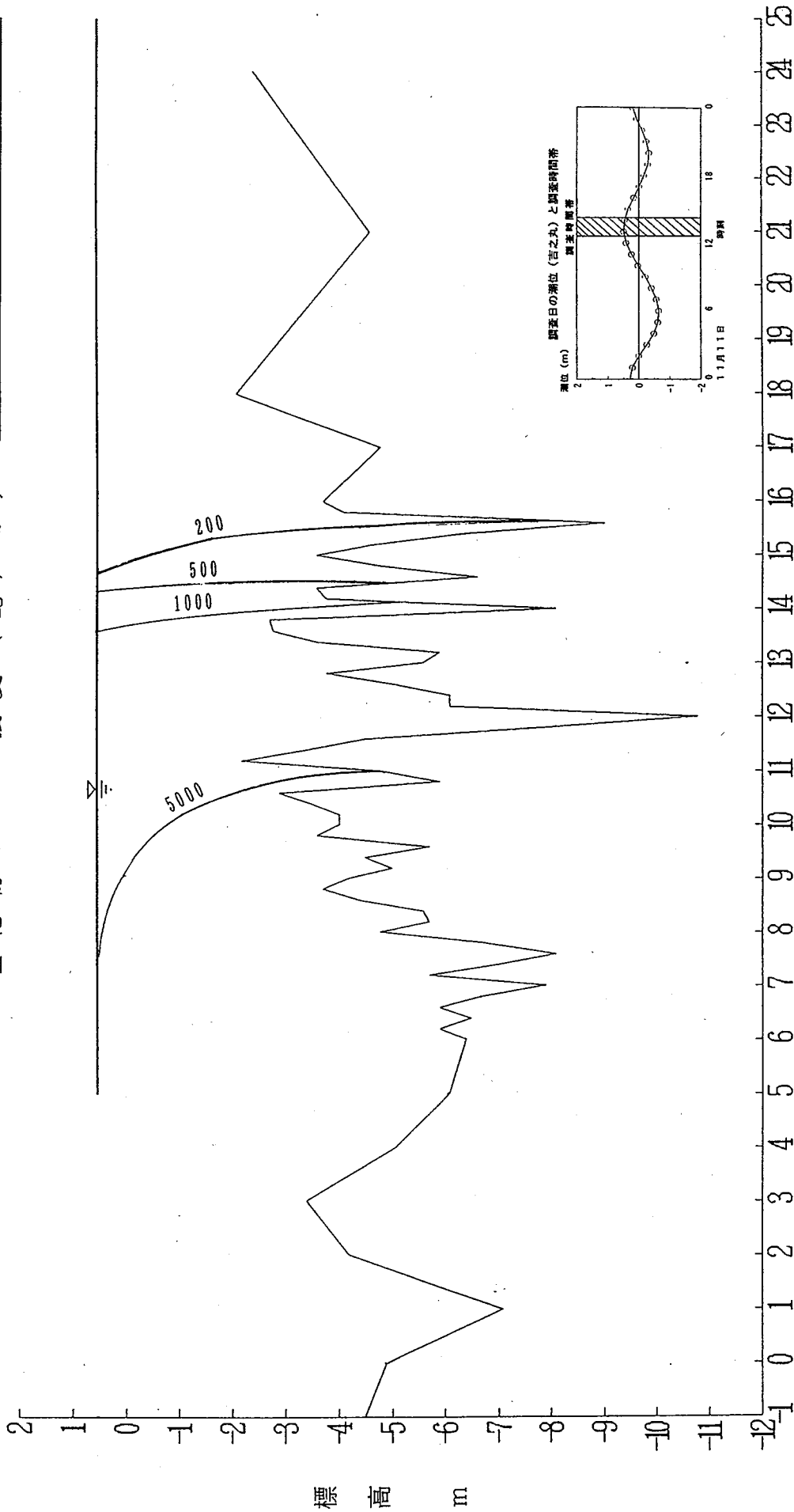


図-7-2-9-(8) 揖斐川塩水遡上調査結果 (ゲート開放時)
河口からの距離 (K m)

調査年月日	平成6年11月11日
天気	晴
潮	小潮
万石流量	約8m ³ /S

揖斐川
塩化物イオン濃度 (mg / l)



河口からの距離 (K m)
図-7-2-9-(4) 揖斐川塩水遡上調査結果 (ゲート開放時)

揖斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

調査年月日	平成7年1月26日		
天	気	況	晴
潮	汐	小	潮
万石流量	約60m ³ /S		

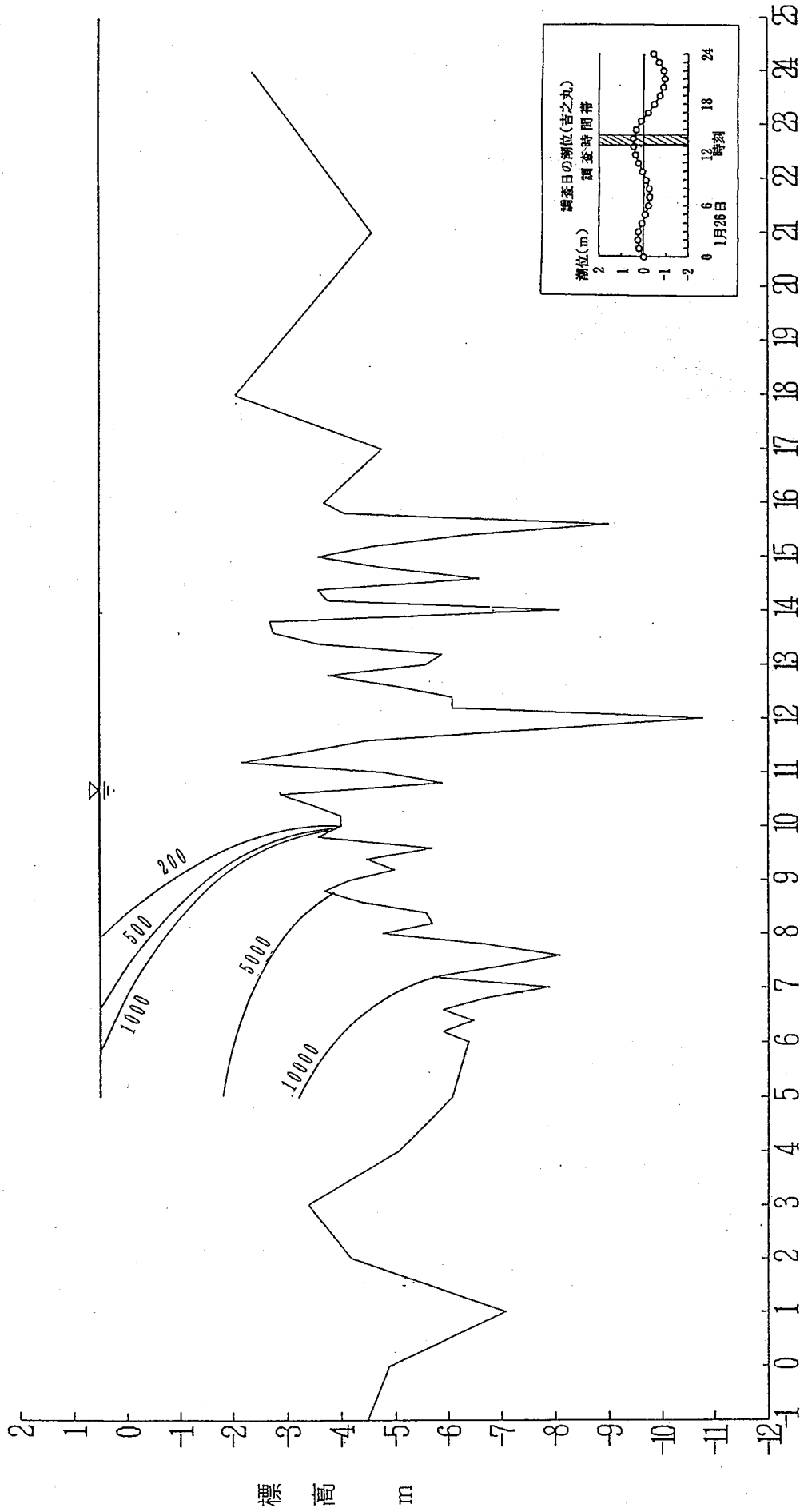


図-7-2-9-(5) 揖斐川塩水遡上調査結果 (ゲート開放時)

7-2-2 全ゲート操作時における塩分調査

全ゲート操作時の長良川の堰下流の塩分調査、また揖斐川の塩水遡上について把握するため大潮小潮の満潮時に実施する。

A) 長良川河口堰下流の塩分調査

a) 調査地点 (図-7-2-10)

-1.0km ~ 5.4kmまでの13地点で実施する。各調査地点の流心において、表層を含む水深1mピッチおよび底層において測定する。

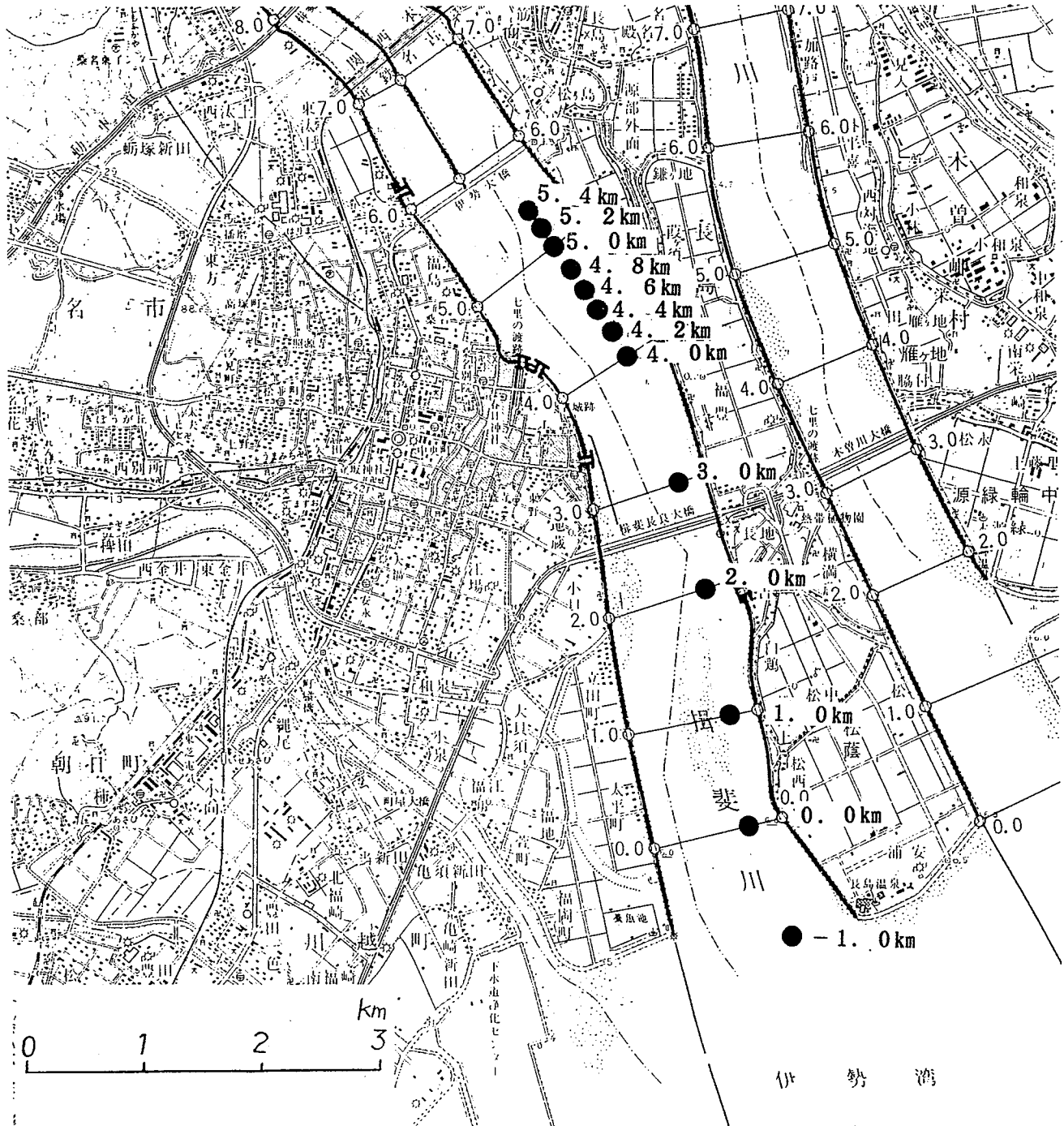


図-7-2-10 長良川河口堰下流塩分調査位置図

b) 調査の方法

船上よりセンサーを所定の位置まで降下させ測定した。
また、流向・流速計による流況測定も合わせて実施した。

c) 調査日

大潮時の平成6年10月6日、12月19日、平成7年2月2日および小潮時の10月13日、12月10日、平成7年2月10日に実施した。

d) 調査結果

1) 大潮時の調査

- ・観測日の墨俣地点の流量は、平成6年10月6日約 $120\text{m}^3/\text{s}$ 、12月19日約 $40\text{m}^3/\text{s}$ 、平成7年2月2日約 $40\text{m}^3/\text{s}$ であった。
- ・ゲート開放時の過去の観測結果から大潮時の塩分の混合形態は強混合型となる。
- ・強ないし緩混合型の状態であった7月22日（ゲート開放時）の観測結果と比較すると、全ゲート操作時の10月6日、12月19日、2月2日とも塩化物イオン濃度が、水深方向にある程度層状をなしており、長良川河口堰地点まで塩水楔に近い形態を示した（図-7-2-11-(1), 11-(2), 11-(3)）。
- ・満潮時付近の流向は、全ゲート操作時の10月6日、12月19日とも表面から水深3m程度までは下流に向かって流れ、水深3mより深いところでは左岸方向、あるいは上流に向かって流れている（図-7-2-12-(1), 12-(2)）。
また、2月2日は、表面では右岸側に向かって流れ水深2mより深いところでは上流に向かって流れている（図-7-2-12-(3)）。
- ・満潮時付近の流速は、全ゲート操作時の10月6日、12月19日、2月2日とも堰付近の表面から水深3m程度までは $0.1\sim 1.0\text{m}/\text{s}$ 程度であり、水深が深くなるにしたがって流速は $0.1\sim 0.3\text{m}/\text{s}$ 程度と小さくなっており、ほとんど流速のない箇所も観測された（図-7-2-12-(1), 12-(2), 12-(3)）。

2) 小潮時の調査

- ・観測日の墨俣地点の流量は平成6年10月13日約 $160\text{m}^3/\text{s}$ 、12月10日約 $100\text{m}^3/\text{s}$ 、平成7年2月10日約 $30\text{m}^3/\text{s}$ であった。
- ・ゲート開放時の過去の観測結果からは小潮時の塩分の混合形態は弱混合型で、塩水楔の形成が見られるが、10月13日、12月10日、平成7年2月10日の観測結果は、塩化物イオン濃度が水深方向にきれいな層状をなしており、塩水楔が形成がされ、大きな違いは見られなかった(図-7-2-13-(1), 13-(2), 13-(3))。
- ・塩化物イオン濃度は、10月13日の堰直下においては、これより下流部に比べ全体的に小さい傾向が見られる。これは墨俣の流量が約 $160\text{m}^3/\text{s}$ と比較的大きいが、塩水楔が形成がされ混合されにくい状況にあったためと考えられる。
また、12月10日、2月10日の堰直下においては表面付近で約 $10,000\text{mg}/\ell$ 、下層部で約 $13,000\sim 14,000\text{mg}/\ell$ と濃い濃度が観測された。
- ・満潮時付近の流向は、表面から水深2m程度までは下流に向かって流れ、水深3mより深いところでは左岸方向、または上流に向かって流れており、この形態は大潮時とほぼ同じである(図-7-2-14-(1), 14-(2), 14-(3))。
- ・満潮時付近の流速は、堰付近の表面から水深2m程度までは $0.2\sim 0.4\text{m}/\text{s}$ 程度であり、水深が深くなるにしたがって流速が小さくなり河床付近では $0.1\text{m}/\text{s}$ 以下である(図-7-2-14-(1), 14-(2), 14-(3))

調査年月日	平成6年10月6日	
天	気	薄曇
潮	汐	大潮・満潮時
墨俣流量	約120m ³ /S	

長良川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

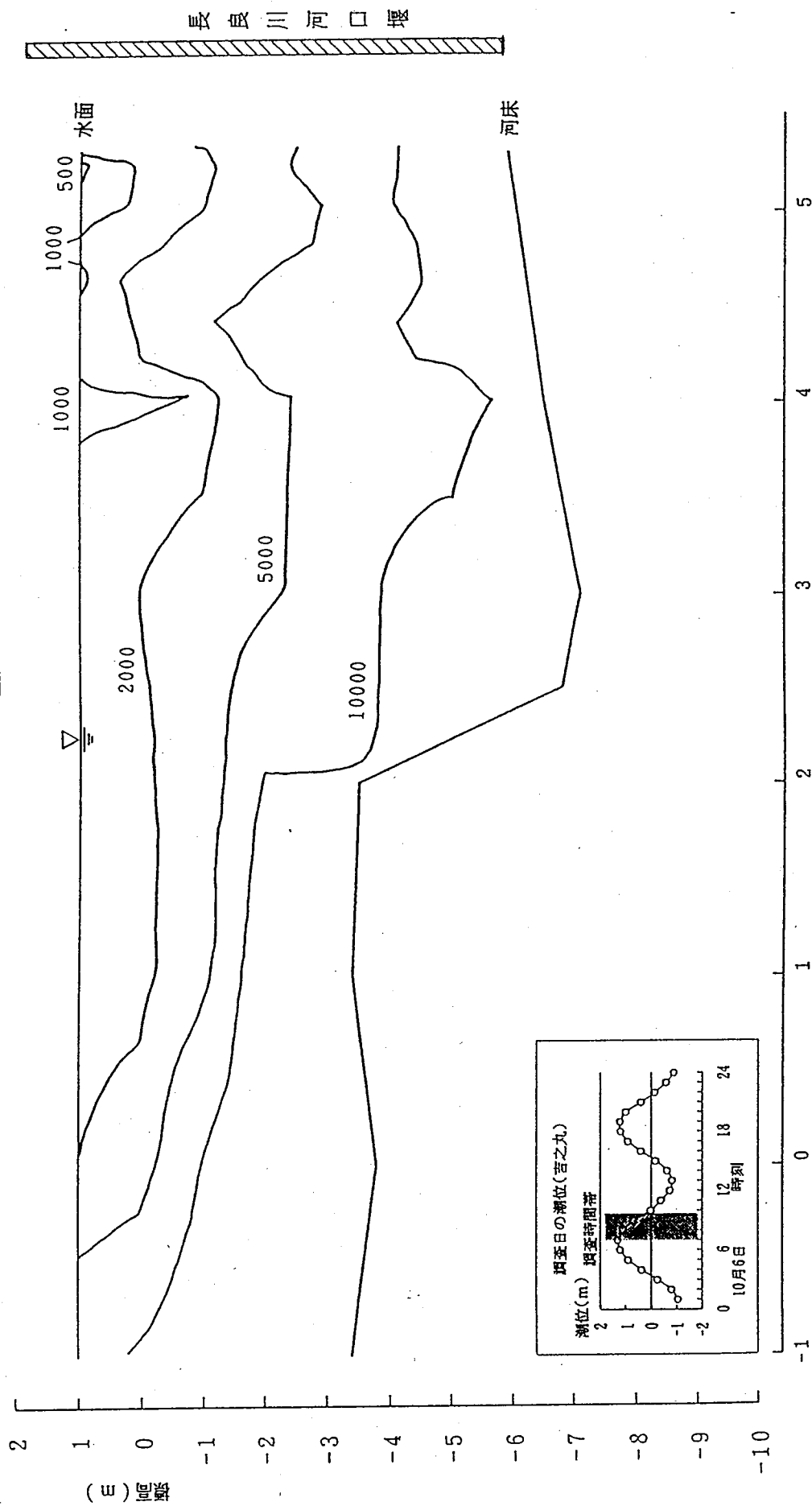


図-7-2-11-(1) 全ゲート操作時長良川河口堰下流塩水遡上調査結果 (H6.10.6)
(塩化物イオン濃度)

調査年月日	平成6年12月19日	
天	気	晴
潮	汐	大潮・満潮時
墨	保	流量 約40m ³ /S

長良川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

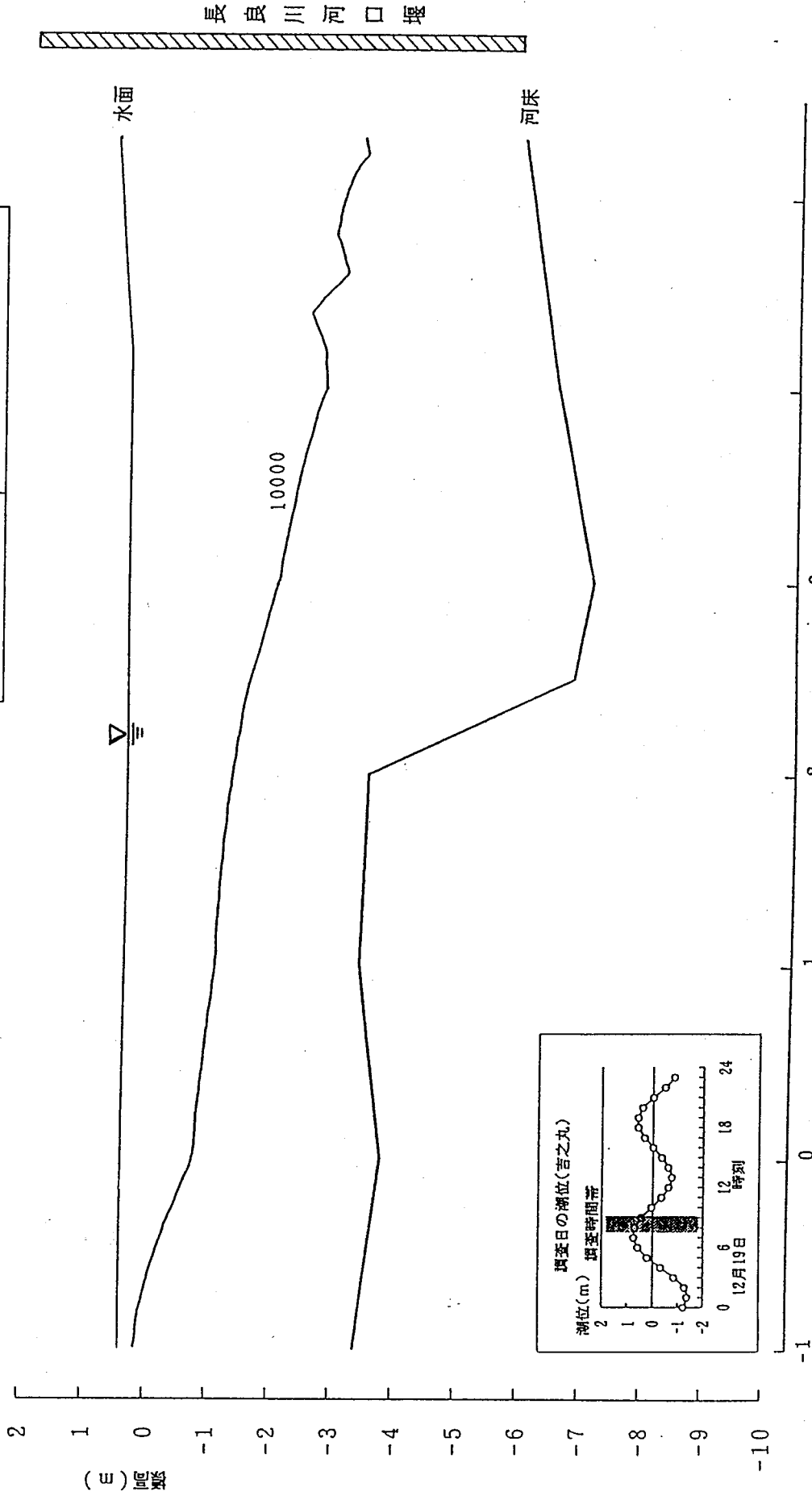


図-7-2-11-(2) 全ゲート操作時長良川河口堰下流塩水遡上調査結果 (H6.12.19) 河川距離による距離 (km)
(塩化物イオン濃度)

長良川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

調査年月日	平成7年2月2日	
天	気	晴
潮	汐	大潮・満潮時
墨	保流量	約40m ³ /S

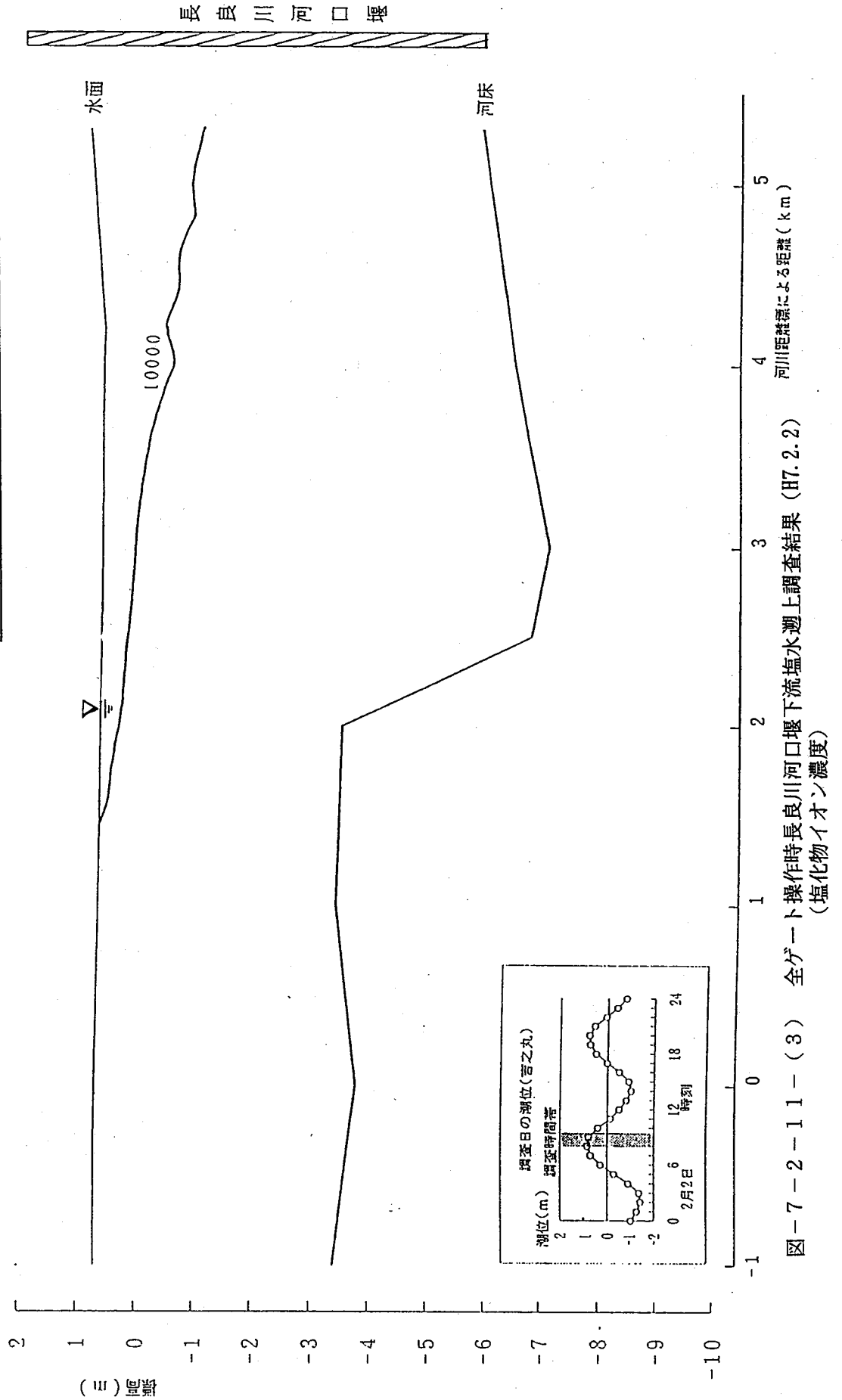


図-7-2-11-(3) 全ゲート操作時長良川河口堰下流塩水遡上調査結果 (H7.2.2)
(塩化物イオン濃度)

長良川河口堰

凡例	右岸
下流 ←	上流
左岸	0.20(m/s)

調査年月日	平成6年10月6日
天気	薄曇
潮	大潮・満潮時
墨俣流量	約120m ³ /S

長良川
流向・流速

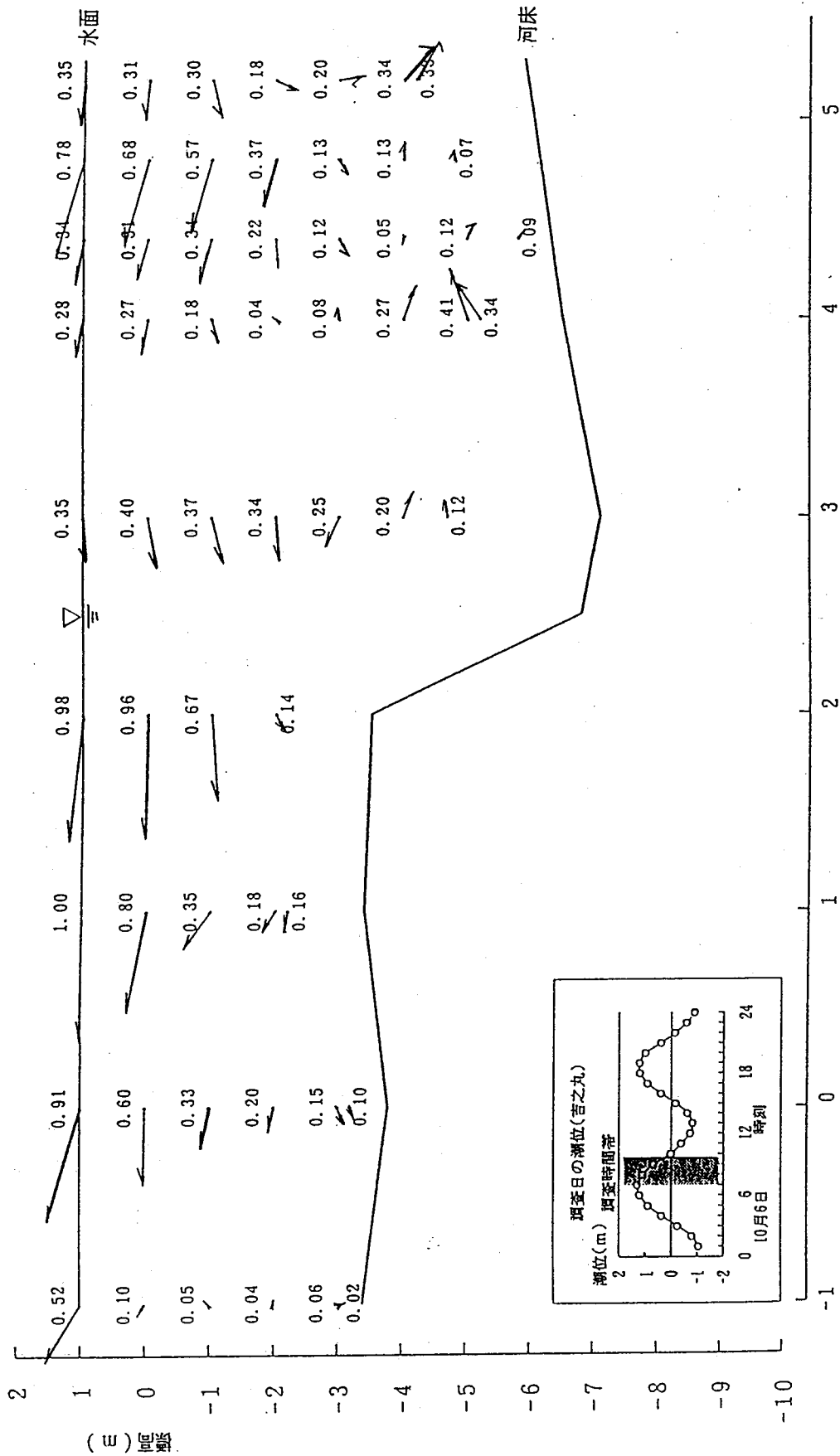


図-7-2-1 2-(1) 全ゲート操作時長良川河口堰下流塩水遡上調査結果 (H6.10.6) (流向・流速)

長良川
流向・流速

調査年月日	平成6年12月19日
天	晴
潮	大潮・満潮時
墨俣流量	約40m ³ /S

凡例	右岸
下流 ←	上流
左岸	0.20(m/s)

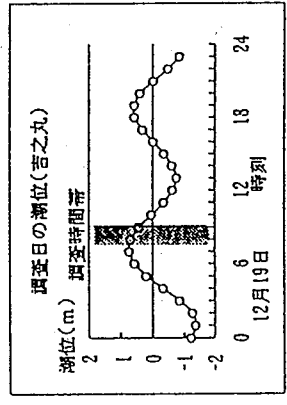
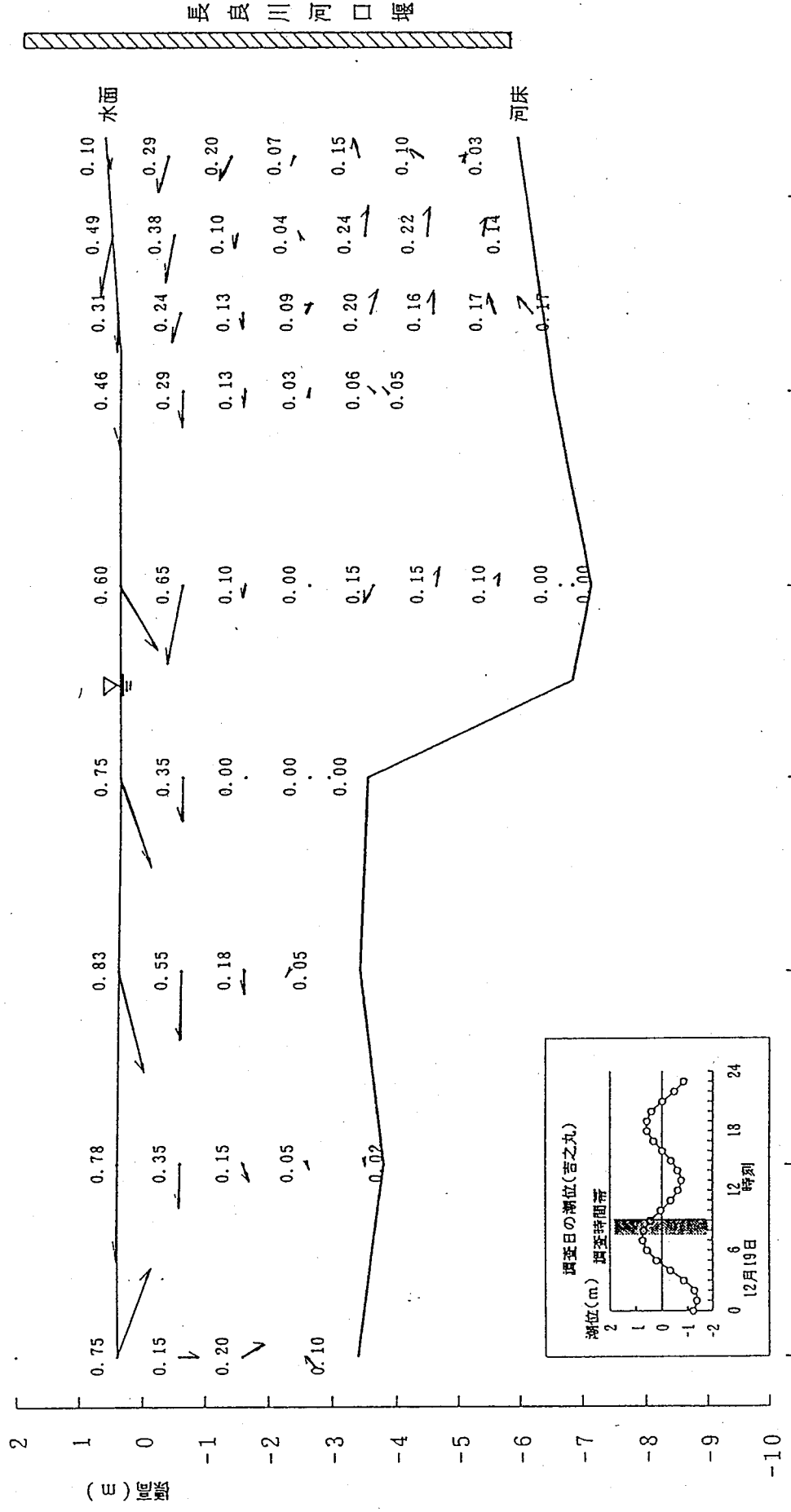


図-7-2-12-(2) 全ゲート操作時長良川河口堰下流塩水遡上調査結果 (H6.12.19)
(流向・流速) 河川距離標による距離 (km)

長良川流速
流向・流速

調査年月日		平成6年12月19日	
天	気	晴	
潮	汐	大潮・満潮時	
墨	俣流量	約40m ³ /S	

凡例

右岸	↑
左岸	↓
下流 ←	←
上流 →	→

0.20(m/s)

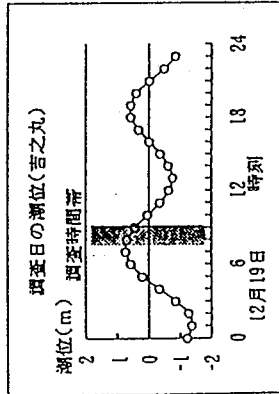
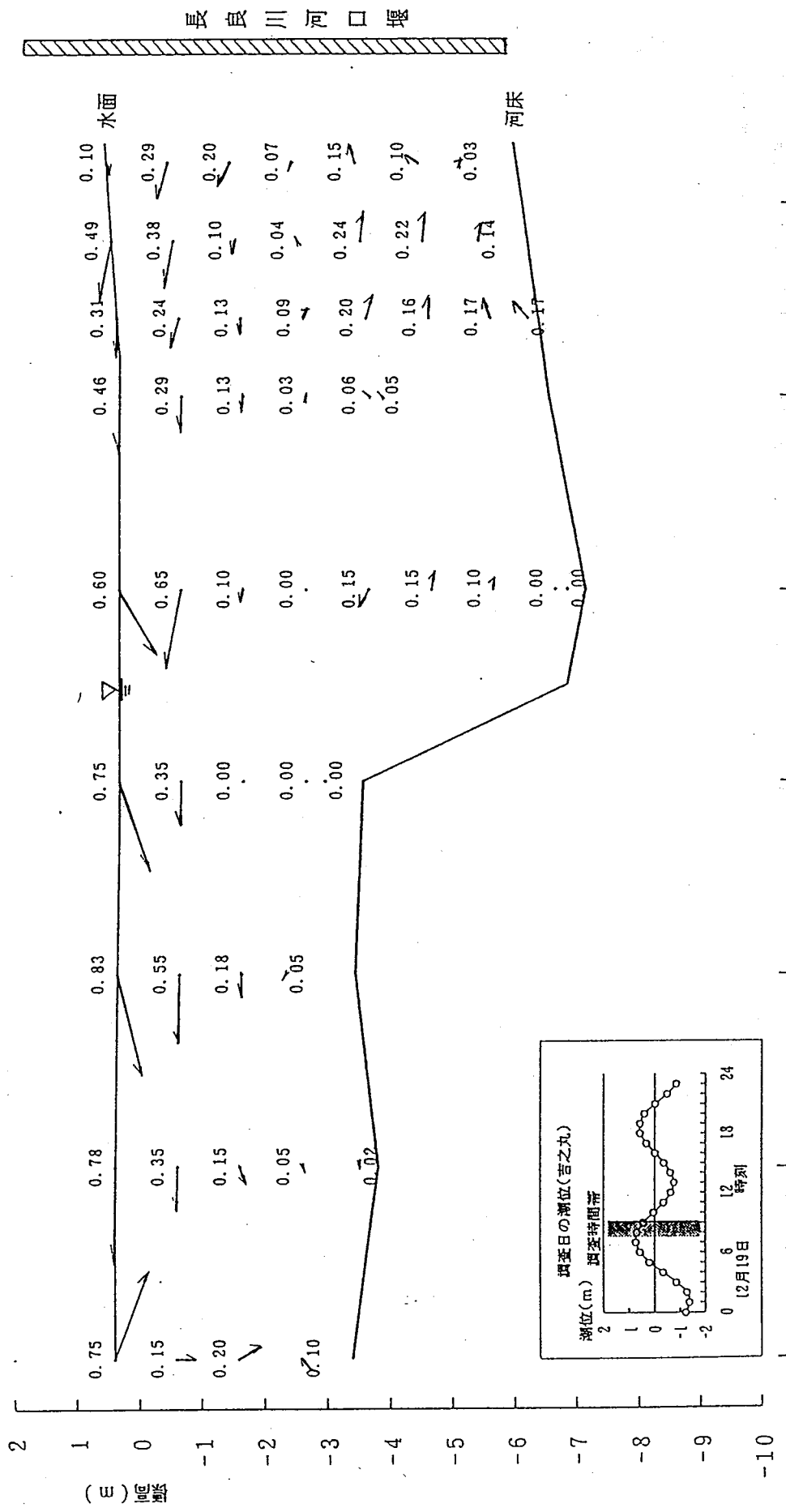


図-7-2-12-(2) 全ゲート操作時長良川河口堰下流塩水遡上調査結果 (H6.12.19)
(流向・流速)
河川距離による距離 (km)

長良川
流向・流速

調査年月日	平成7年2月2日
天	気 晴
潮	汐 大潮・満潮時
墨俣流量	約40 m ³ /S

凡例	右岸
下流 ←	上流
左岸	0.20 (m/s)

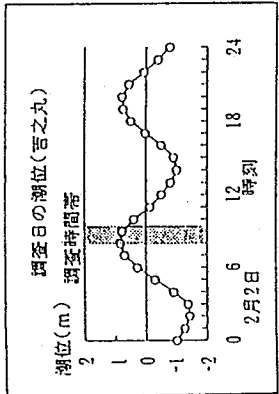
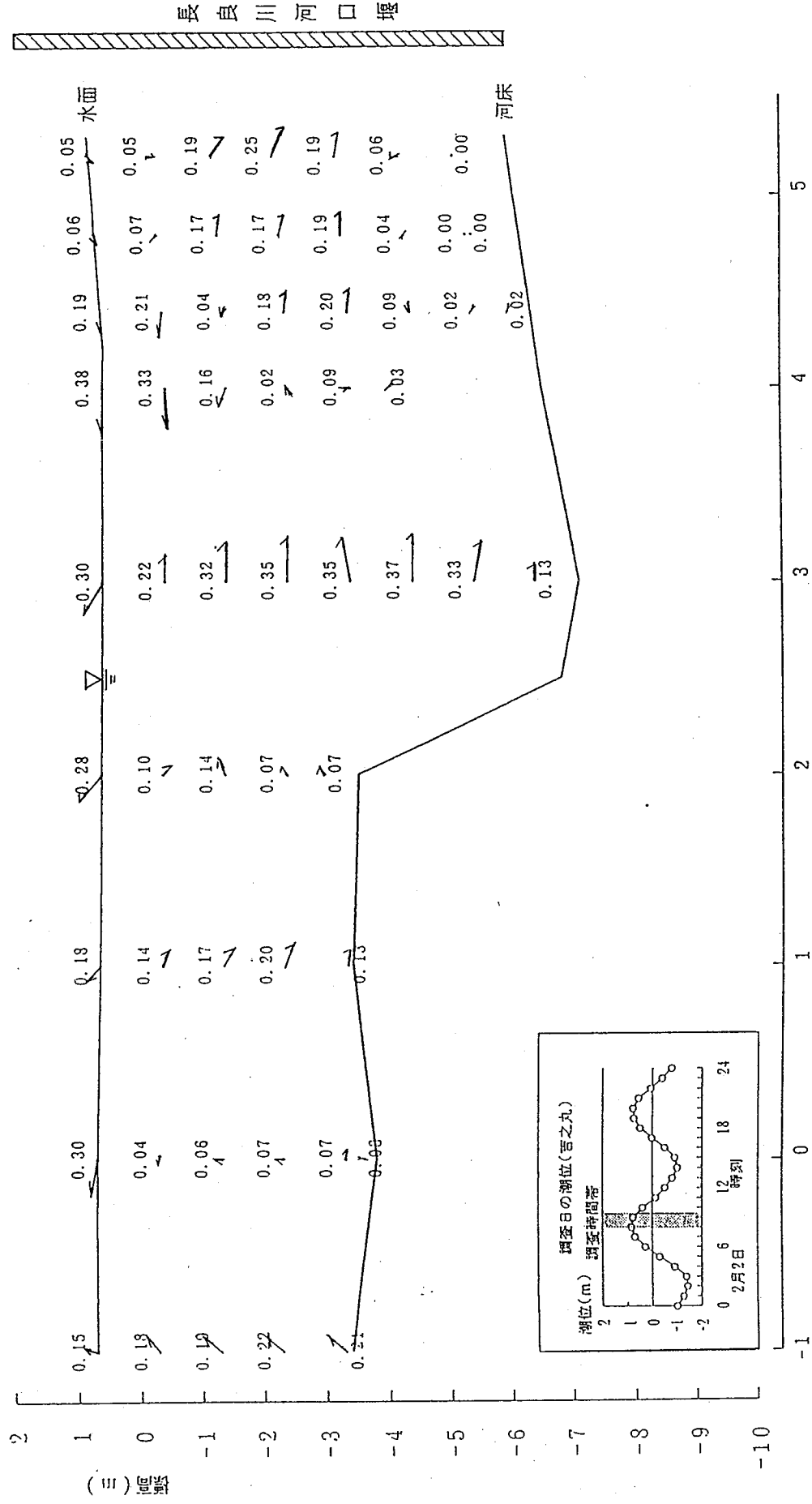


図-7-2-12-(3) 全ゲート操作時長良川河口堰下流塩水遡上調査結果 (H7.2.2) (流向・流速)

長良川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

調査年月日	平成6年10月13日	
天気	気	晴
潮	汐	小潮・満潮時
墨俣流量	約160m ³ /S	

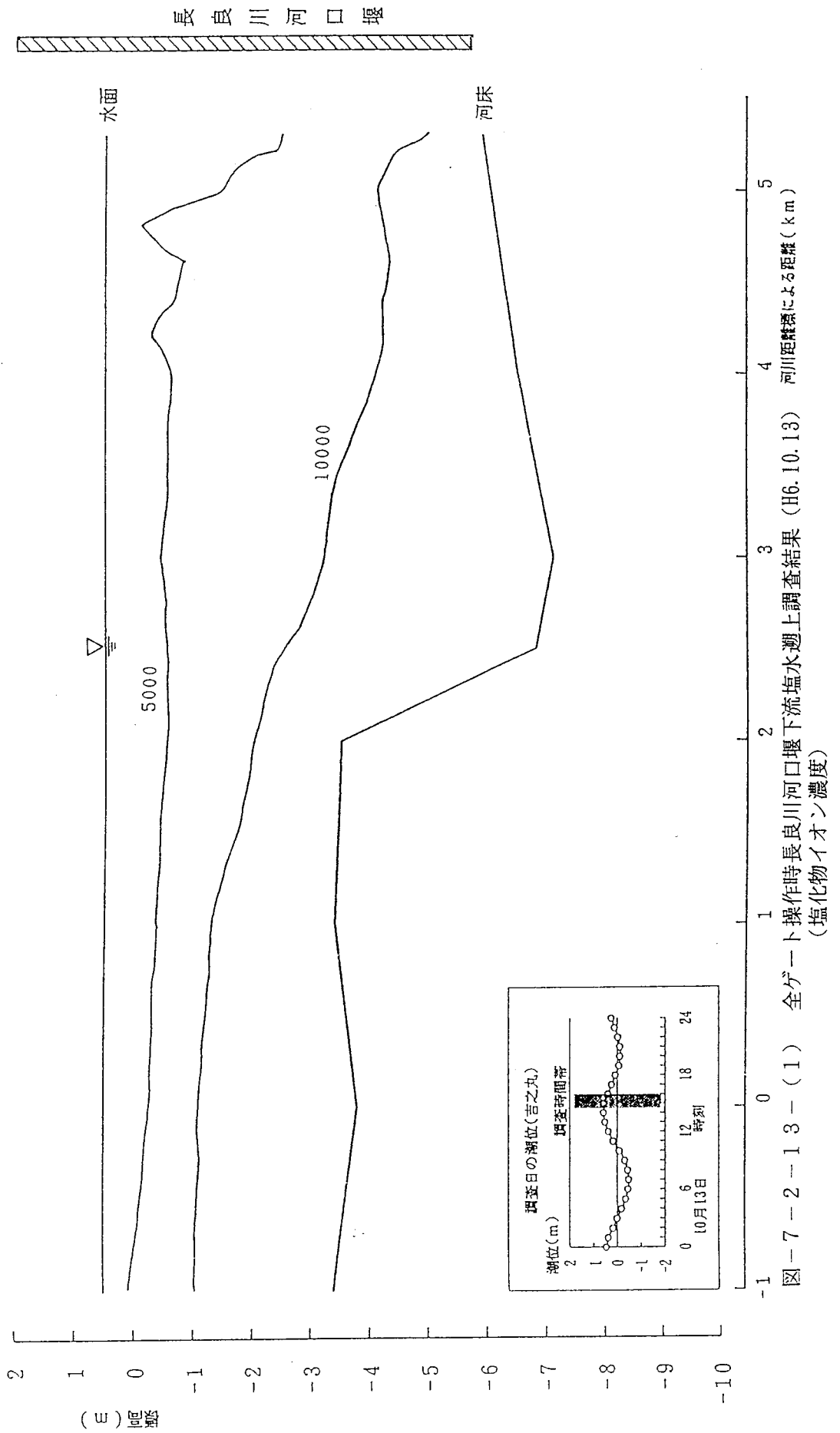


図-7-2-13-(1) 全ゲート操作時長良川河口堰下流塩水遡上調査結果 (H6.10.13) 河川距離による距離 (km)
(塩化物イオン濃度)

調査年月日	平成6年12月10日	
天気	晴	
潮	小潮・満潮時	
墨保流量	約100m ³ /S	

長良川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

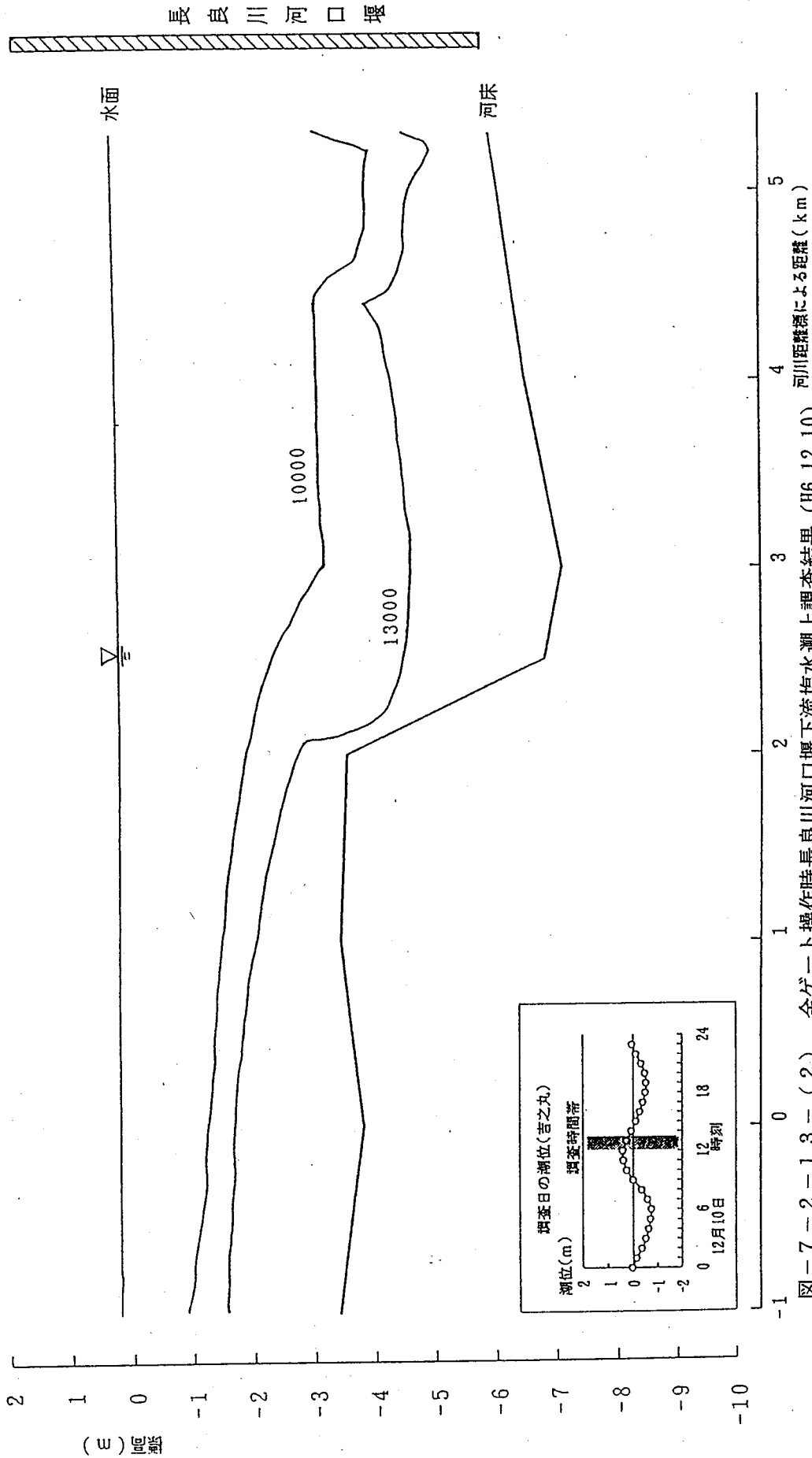


図-7-2-13-(2) 全ゲート操作時長良川河口堰下流塩水遡上調査結果 (H6. 12. 10) 河川距離による距離 (km)
(塩化物イオン濃度)

長良川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

調査年月日	平成7年2月10日	
天	気	晴
潮	汐	小潮・満潮時
墨	俣流量	約30 m ³ /S

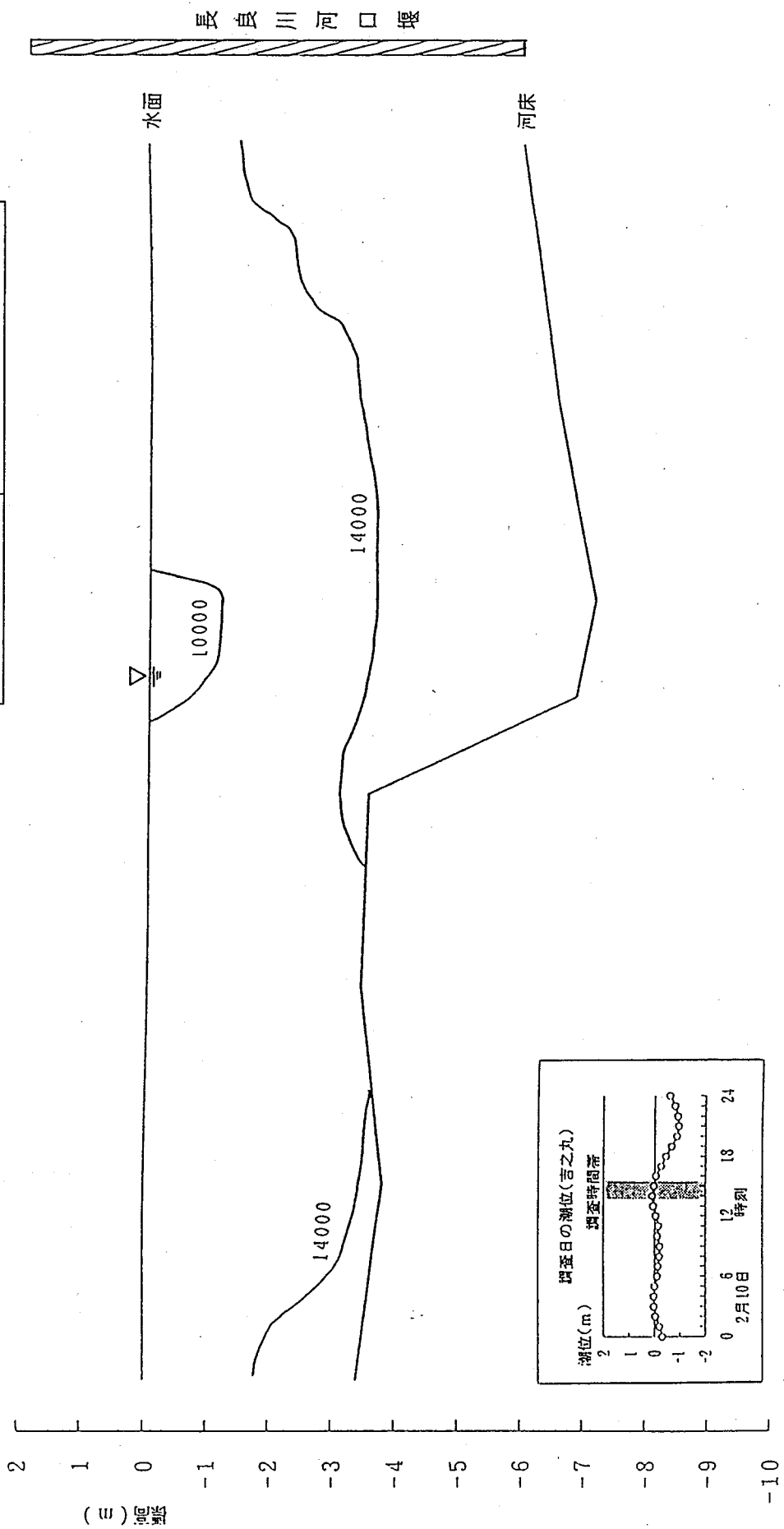


図-7-2-13-(3) 全ゲート操作時長良川河口堰下流塩水遡上調査結果 (HG. 2.10)
(塩化物イオン濃度) 河川距離による距離 (km)

長良川
流向・流速

凡例	右岸
下流 ←	上流
左岸	0.20(m/s)

調査年月日	平成6年10月13日
天	晴
潮	小潮・満潮時
墨俣流量	約160m ³ /S

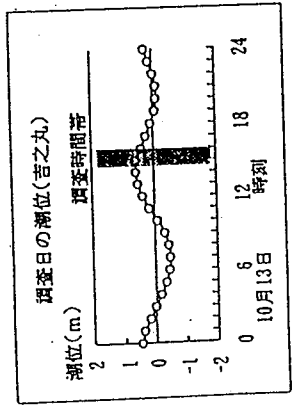
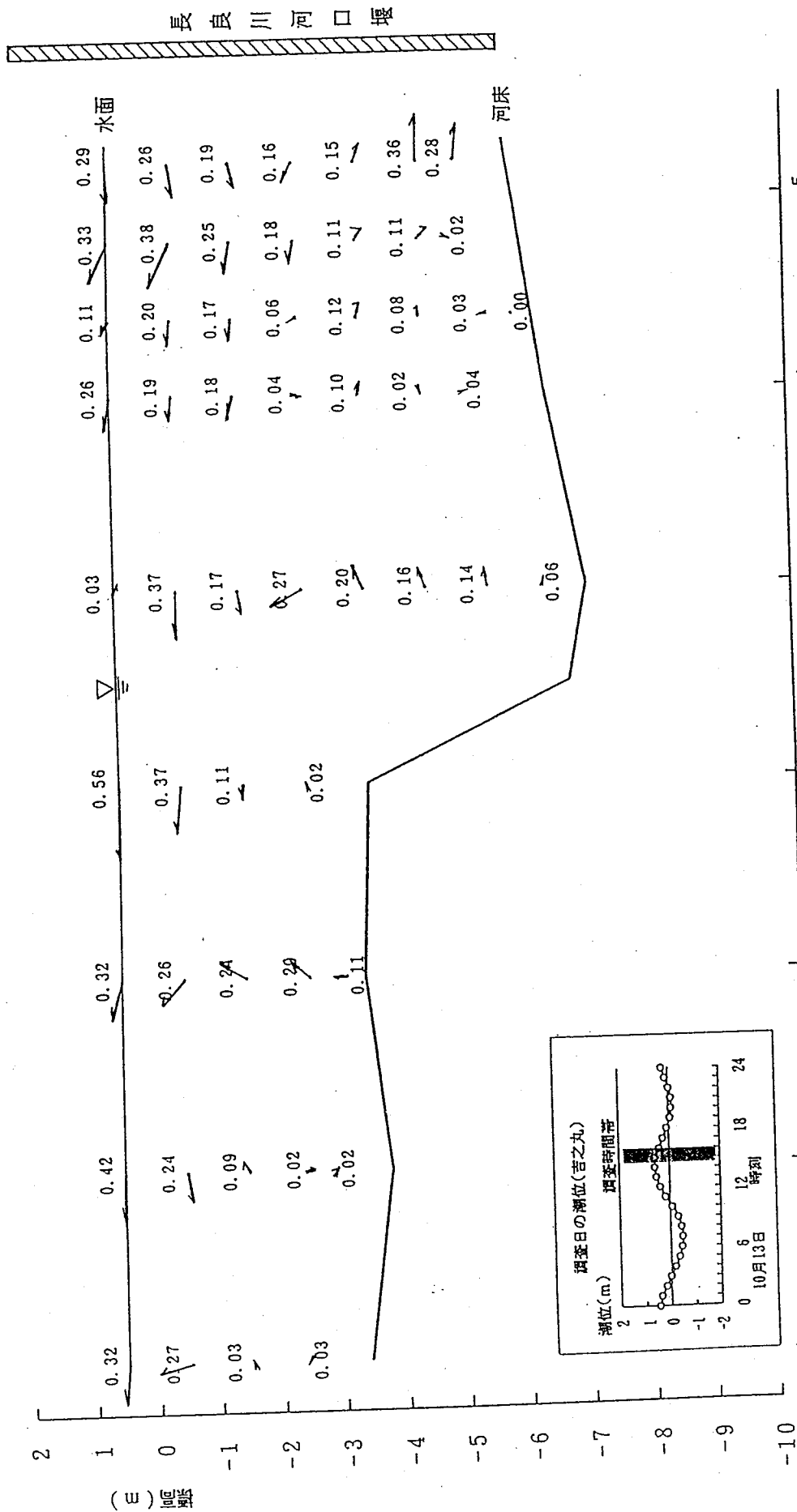


図-7-2-14-(1) 全ゲート操作時長良川河口堰下流塩水遡上調査結果 (H6. 10. 13)
(流向・流速)

長良川
流向・流速

調査年月日	平成6年12月10日	
天気	晴	
潮	小潮・満潮時	
墨俣流量	約100m ³ /S	

凡例	石俣
下流 ←	上流
左俣	0.20 (m/s)

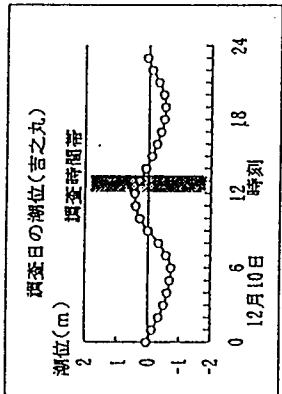
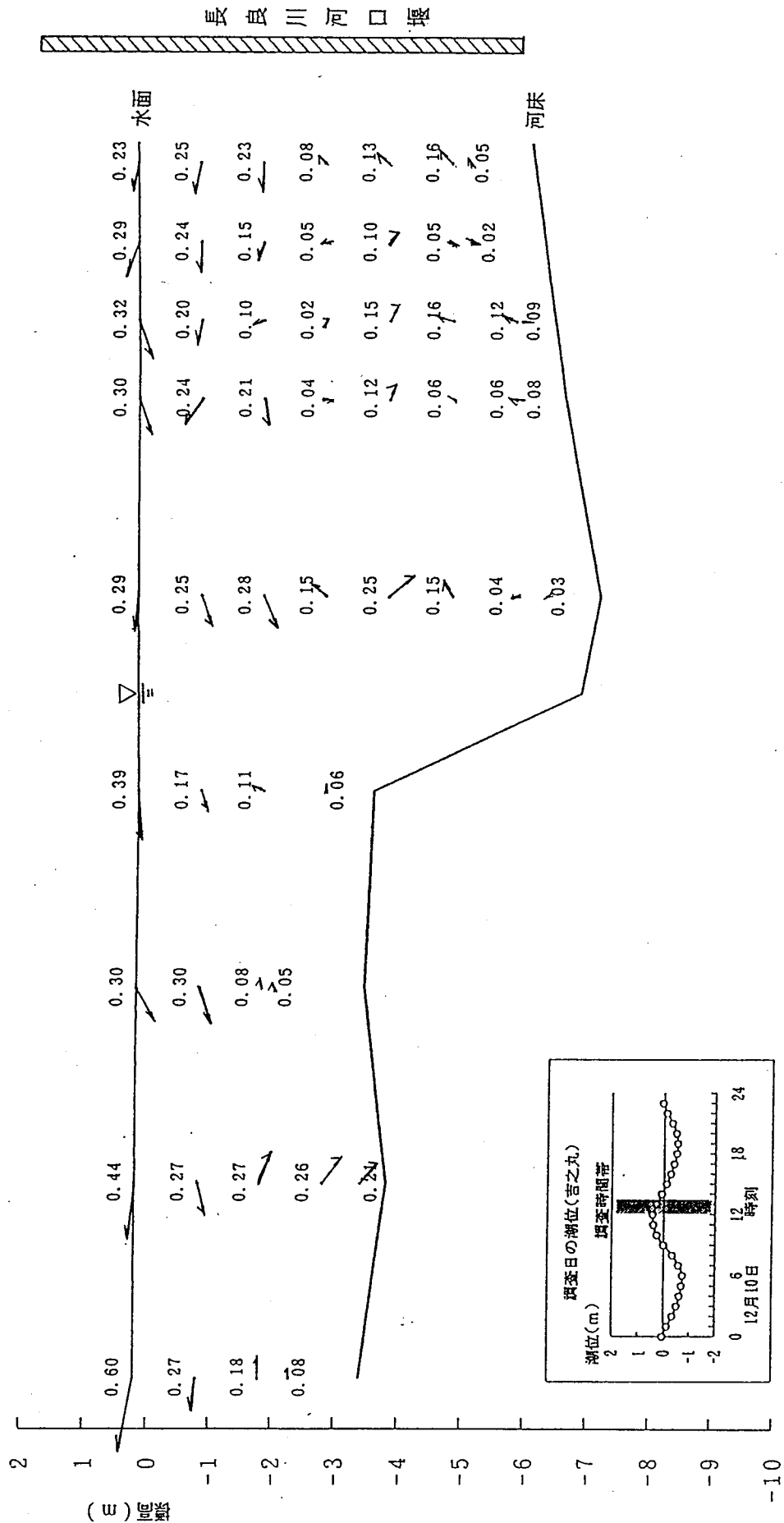


図-7-2-14-(2) 全ゲート操作時長良川河口堰下流塩水遡上調査結果 (H6.12.10) 河川距離による距離 (km) (流向・流速)

長良川
流向・流速

調査年月日	平成7年2月10日
天	薄曇
潮	小潮・満潮時
墨保流量	約30m ³ /S

凡例	0.20(m/s)
下流 ←	右岸
→	左岸
上流	

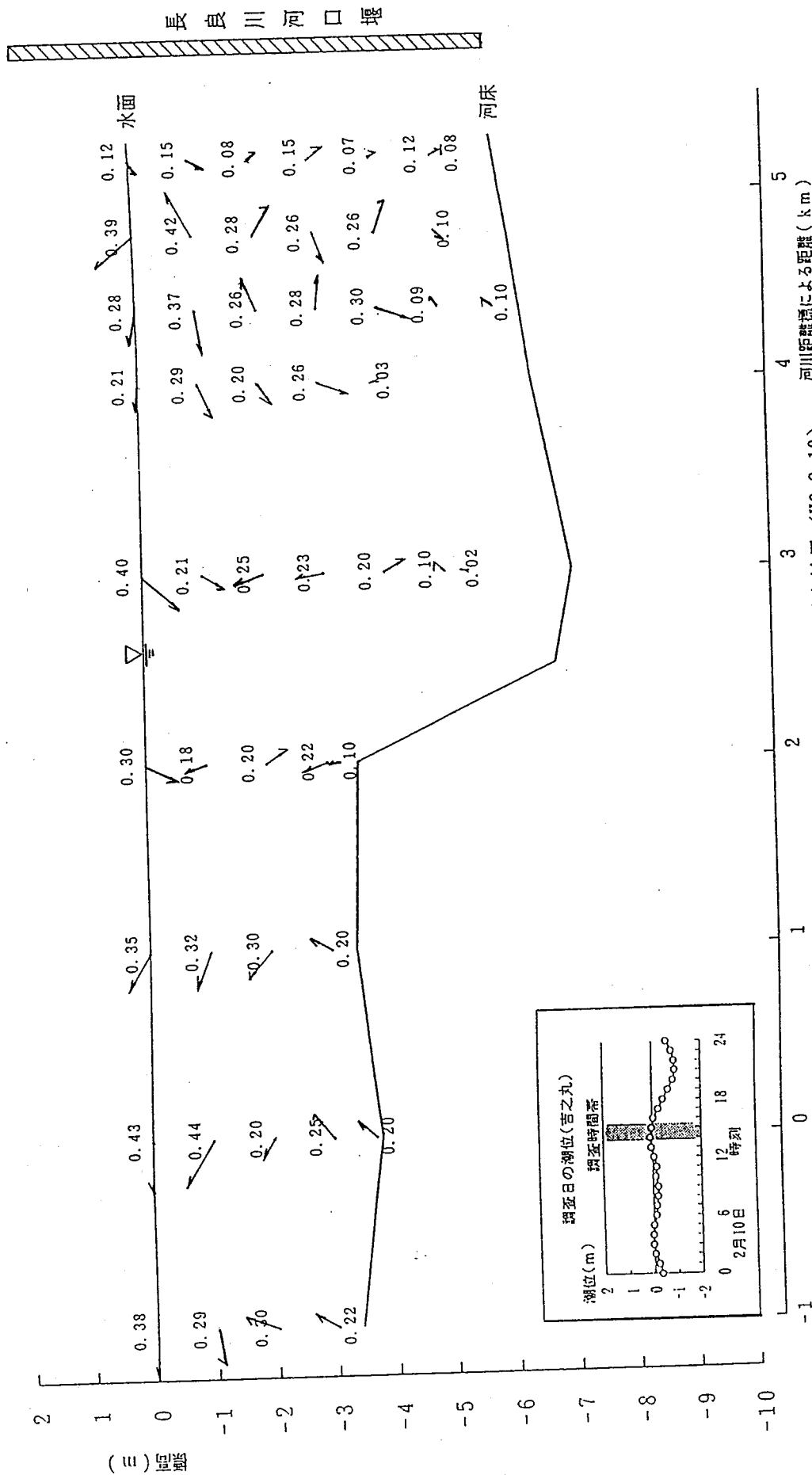


図-7-2-14-(3) 全ゲート操作時長良川河口堰下流塩水遡上調査結果 (H6.2.10)
(流向・流速)

B) 揖斐川の塩分調査

a) 調査地点 (図-7-2-15)

-1.0km~24.0kmまでの18地点で実施する。各調査地点の流心において、表層を含む水深1mピッチおよび底層において測定する。

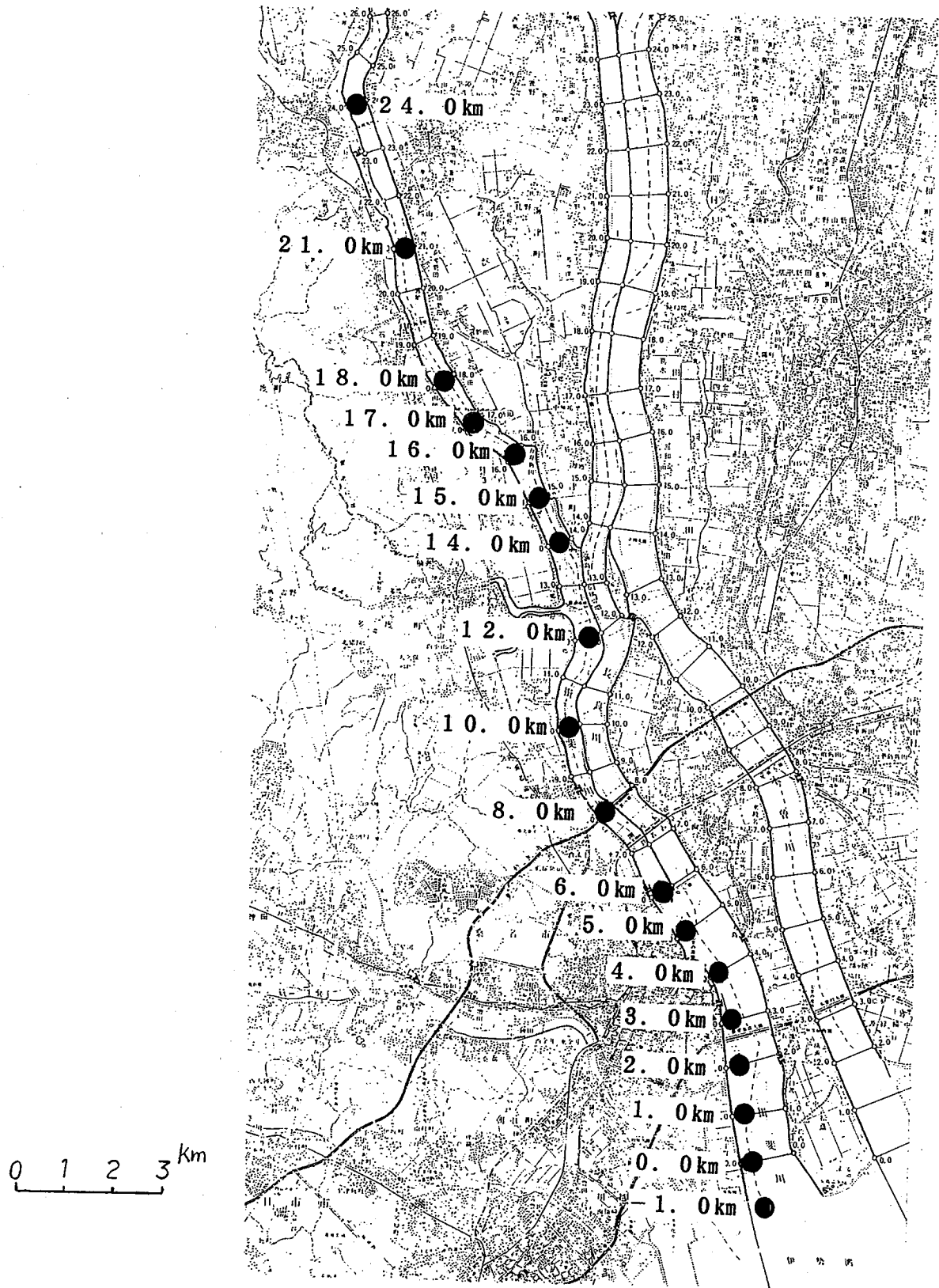


図-7-2-15 揖斐川塩分調査位置図

b) 調査の方法

船上よりセンサーを所定の位置まで降下させ測定した。
また、流向・流速計による流況測定も合わせて実施した。

c) 調査日

大潮時の平成6年10月6日、12月19日、平成7年2月2日および小潮時の10月13日、12月10日、平成7年2月10日に実施した。

d) 調査結果

1) 大潮時の調査

- ・観測日の万石地点の流量は平成6年10月6日約 $70\text{m}^3/\text{s}$ 、12月19日約 $37\text{m}^3/\text{s}$ 、平成7年2月2日約 $34\text{m}^3/\text{s}$ であった。
- ・いずれも塩分の混合形態は強くないし緩混合型となっている(図-7-2-16-(1)-A, 16-(1)-B, 16-(2)-A, 16-(2)-B, 16-(3)-A, 16-(3)-B)。
- ・塩水遡上は、塩化物イオン濃度 $200\text{mg}/\ell$ でみると、11~14km付近まで遡上しており、11km付近にあるマウンドにより相当程度抑制されている。
- ・全ゲート操作時の平成6年12月19日(約 $37\text{m}^3/\text{s}$)、及び平成7年2月2日(約 $34\text{m}^3/\text{s}$)とゲート開放時の平成7年1月19日(約 $25\text{m}^3/\text{s}$) (図-7-2-9-(3))でみると塩化物イオン濃度 $1,000\text{mg}/\ell$ では、いずれの日も12km付近であった。また塩化物イオン濃度 $20\text{mg}/\ell$ では、全ゲート操作時の万石地点の流量約 $34\sim 37\text{m}^3/\text{s}$ では17~18km程度、ゲート開放時の万石地点の流量約 $25\text{m}^3/\text{s}$ では、21km付近まで遡上しており、流量による遡上への影響が大きいものと思われる。
- ・また、全ゲート操作時の調査のうち、過去(平成5年度)に実施した調査で潮汐及び流量がほぼ同様の条件のものについて比較してみると、平成6年10月6日と平成5年9月3日の塩水遡上調査結果(図-7-2-18)では、やや流量が異なるものの、塩化物イオン濃度 $1,000\text{mg}/\ell$ では、両日ともほぼ8~9km付近まで遡上し、 $500\text{mg}/\ell$ でみると10~11km付近まで遡上しており、ゲート操作の有無にかかわらずこの両日の揖斐川の塩分遡上は、ほぼ同様の遡上形態、遡上距離を示している。
- ・10月6日の揖斐川下流部(-1.0km~4.0km)では水の流向はほぼ下流に向かって流れていた。流速は表面から水深2m程度までは、 $0.6\sim 1.0\text{m}/\text{s}$ 程度と比較的早い流れであった(図-7-2-17-(1))。
- ・12月19日の揖斐川下流部(-1.0km~4.0km)では水の流向は表面ではほぼ下流に向けて流れ水深2m以深では、左右岸、上流方向へと乱れていた。また、流速は表面で $0.4\sim 0.7\text{m}/\text{s}$ 程度と比較的早い流れであったが、水深1m以深では $0.2\text{m}/\text{s}$ 程度以下と遅い流れであった(図-7-2-17-(2))。
- ・2月2日の揖斐川下流部(-1.0km~4.0km)では水の流向は表面ではほぼ下流に向かって流れ水深2m以深では、左岸、上流方向へと乱れていた。また、流速は表面で $0.3\sim 0.5\text{m}/\text{s}$ 程度と比較的早い流れであったが、水深1m以深では $0.3\text{m}/\text{s}$ 程度以下と遅い流れであった(図-7-2-17-(3))。

2) 小潮時の調査

- 観測日の万石地点の流量は10月13日約 $47\text{m}^3/\text{s}$ 、12月10日約 $93\text{m}^3/\text{s}$ 、平成7年2月10日約 $23\text{m}^3/\text{s}$ であった。
- 塩分の混合形態は弱混合型であり、塩水楔の形成が見られる（図-7-2-19-(1)-A, 19-(1)-B, 19-(2)-A, 19-(2)-B, 19-(3)-A, 19-(3)-B）。
- 10月13日（約 $47\text{m}^3/\text{s}$ ）、12月10日（約 $93\text{m}^3/\text{s}$ ）の塩水遡上は、塩化物イオン濃度 $200\text{mg}/\ell$ でみると、11~12km付近まで遡上しており、11km付近にあるマウンドにより相当程度抑制されている。
また、ゲート操作時調査のうち、過去（平成5年度）に実施した調査で潮汐及び流量がほぼ同様の条件のものについて比較してみると、平成6年10月13日（約 $47\text{m}^3/\text{s}$ ）とほぼ同条件である平成5年12月8日（約 $50\text{m}^3/\text{s}$ ）の塩水遡上調査結果（図-7-2-21-(1)）においても、塩化物イオン濃度 $200\text{mg}/\ell$ でみると11~12km付近まで遡上しているが、11km付近にあるマウンドにより相当程度抑制されている。全ゲート操作の有無にかかわらずこの両日の揖斐川の塩分遡上はほぼ同様の遡上形態、遡上距離を示している。
- 平成7年2月10日（約 $23\text{m}^3/\text{s}$ ）の塩水遡上は、塩化物イオン濃度 $1,000\text{mg}/\ell$ 、 $200\text{mg}/\ell$ とも 15km 程度まで遡上しており、 $20\text{mg}/\ell$ は18kmまでの遡上が認められた。過去（平成5年度）に実施した調査で潮汐（満潮時、干潮時の差が少ない）及び流量がほぼ同条件である平成6年3月7日（約 $33\text{m}^3/\text{s}$ ）（図-7-2-21-(2)）と比較してみると塩化物イオン濃度 $1,000\text{mg}/\ell$ 、 $200\text{mg}/\ell$ とも 15km 程度まで遡上しておりほぼ同様の遡上形態、遡上距離を示している。
- 揖斐川下流部（-1.0km~4.0km）での水の流向は表面では、ほぼ下流に向かって流れ水深が深くなるにしたがって左右岸、上流方向へと乱れている（図-7-2-20-(1), 20-(2), 20-(3)）。
- 流速は表面から水深1.0m付近では、 $0.4\sim 0.6\text{m}/\text{s}$ 程度と比較的早い流れであるが、水深が深くなるにしたがって遅く $0.1\text{m}/\text{s}$ 以下となっている。

調査年月日	平成6年10月6日
天	薄曇
潮	大潮・満潮時
万石流量	約70 ^m ³/S

横 斐 川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

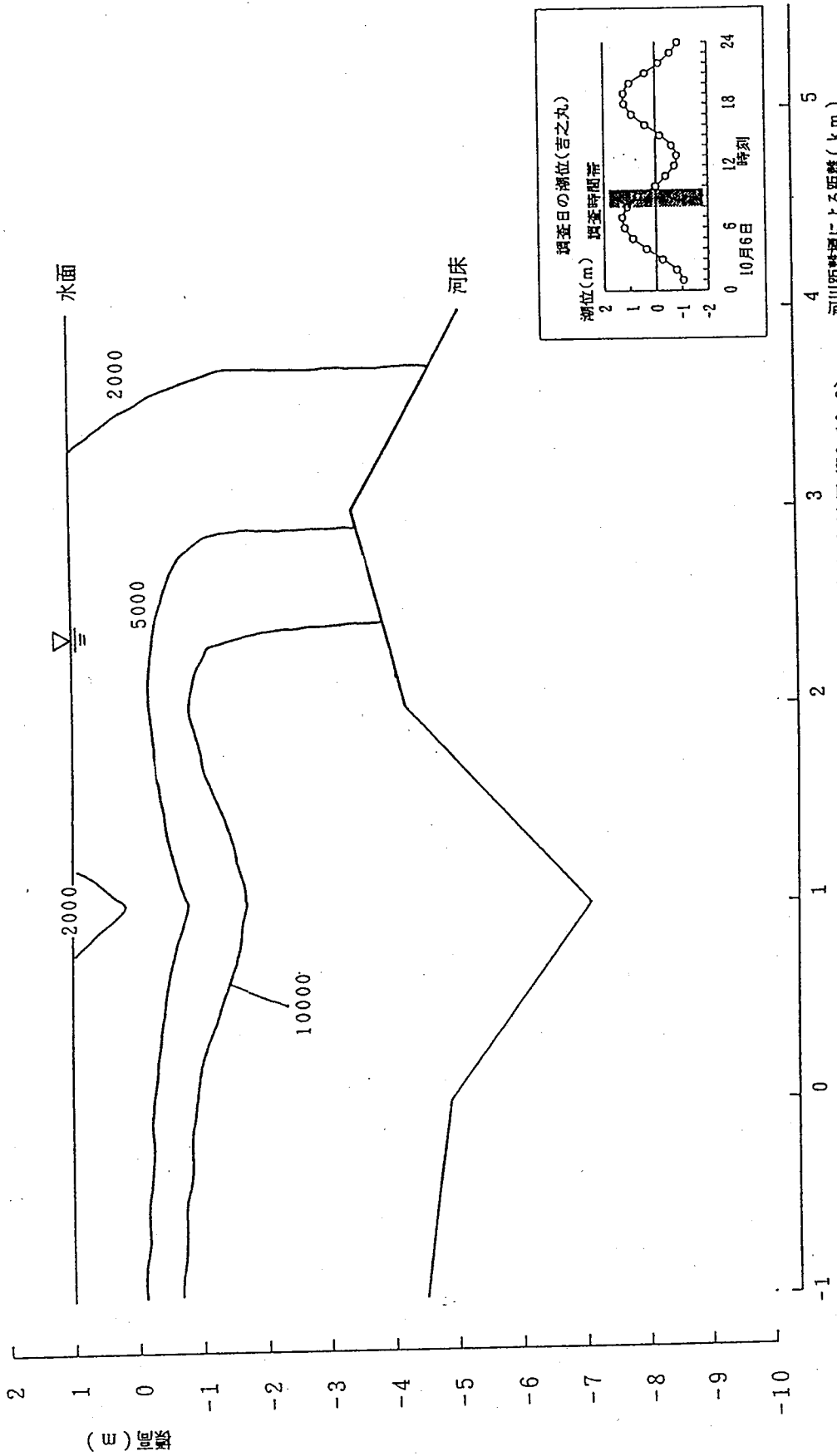
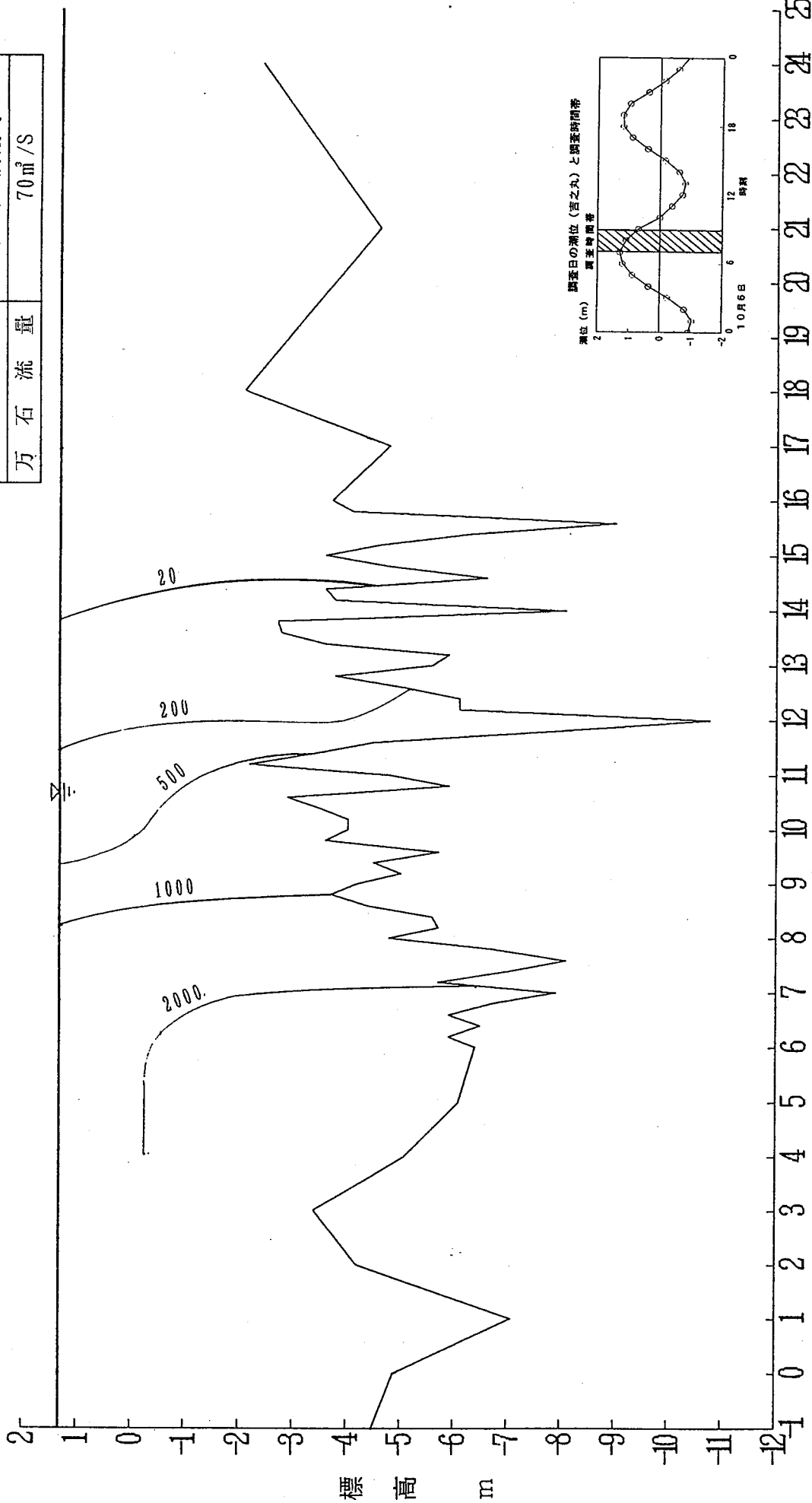


図-7-2-16--(1)-A 全ゲート操作時埴斐川塩水遡上調査結果(H6.10.6)
(塩化物イオン濃度)

揖斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

調査年月日	平成6年10月6日
天	晴
潮	大潮・満潮時
万石流量	70m ³ /S



河口からの距離 (km)
図-7-2-16-(1)-B 全ゲート操作時揖斐川塩水遡上調査結果(H6.10.6)
(塩化物イオン濃度)

調査年月日	平成6年12月19日
天	気 晴
潮	大潮・満潮時
万石流量	約37 m ³ /S

揖斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

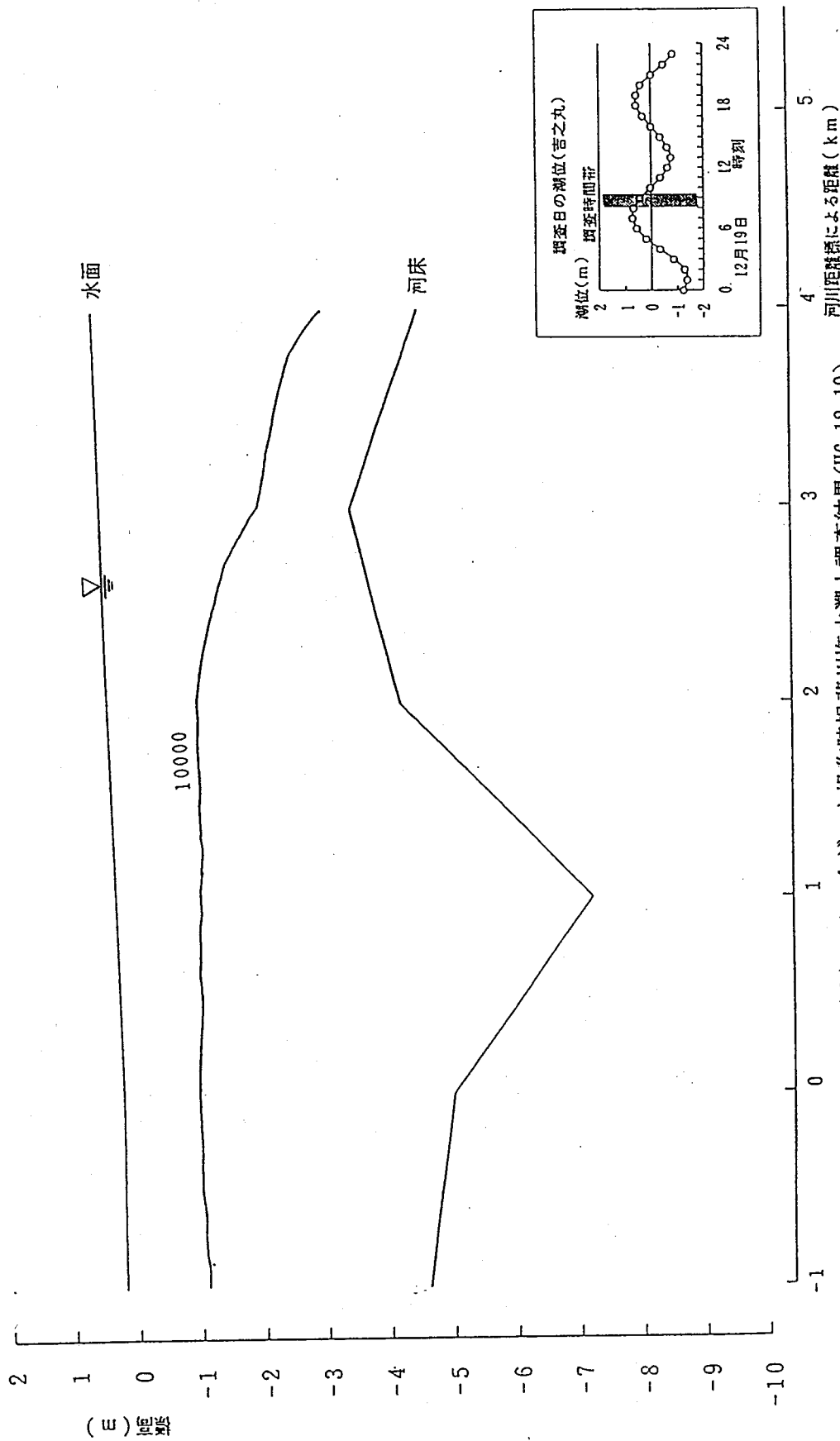


図-7-2-16-(2)-A 全ゲート操作時揖斐川塩水遡上調査結果(H6.12.19)
(塩化物イオン濃度)

調査年月日	平成6年12月19日
天	晴
湖	大潮・満潮時
万石流量	約37m ³ /S

揖斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

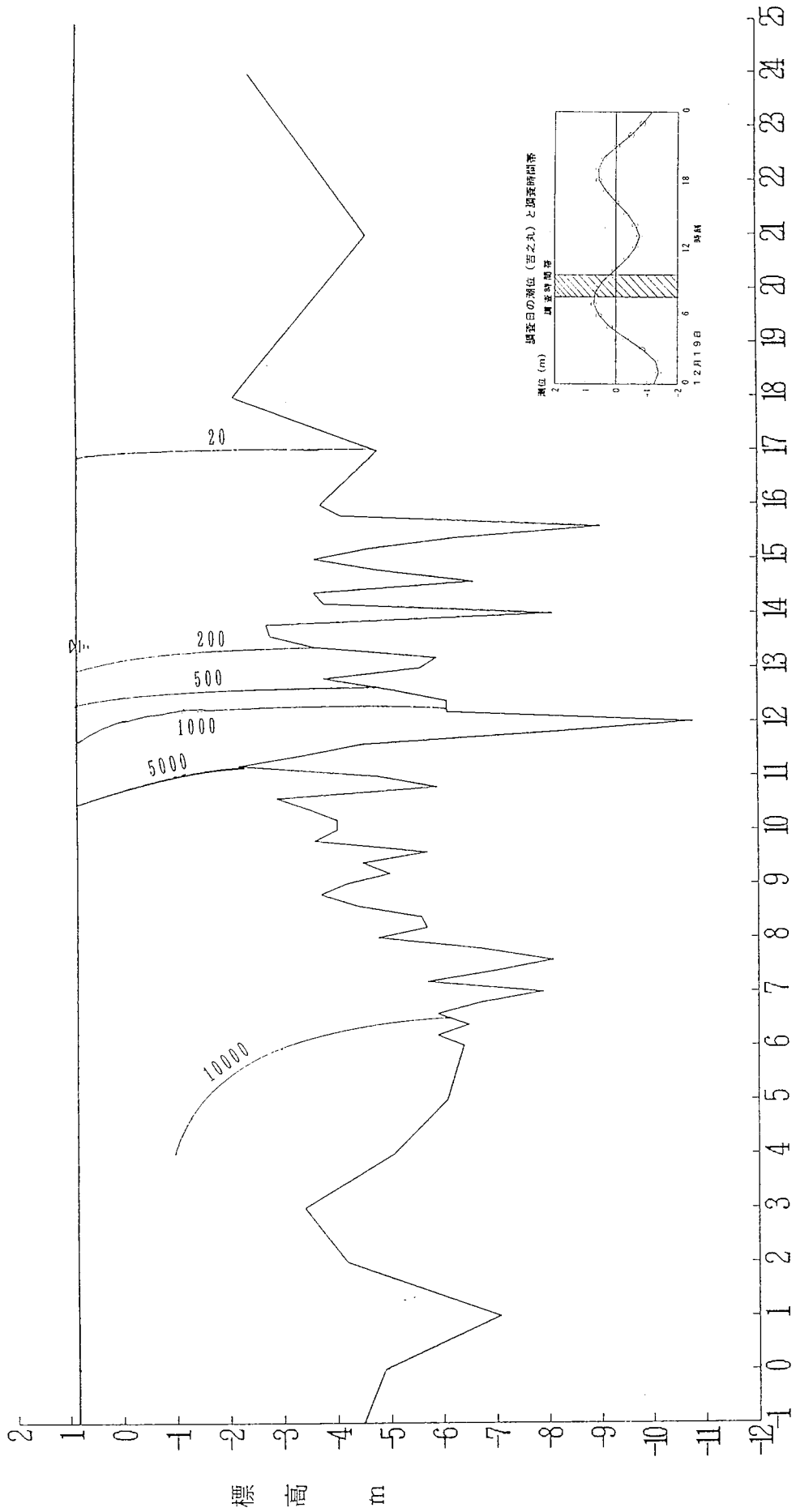


図-7-2-16-(2)-B 全ゲート操作時揖斐川塩水遡上調査結果(H6.12.19)
(塩化物イオン濃度)

調査年月日	平成7年2月2日
天気	晴
潮	大潮・満潮時
万石流量	約34m ³ /S

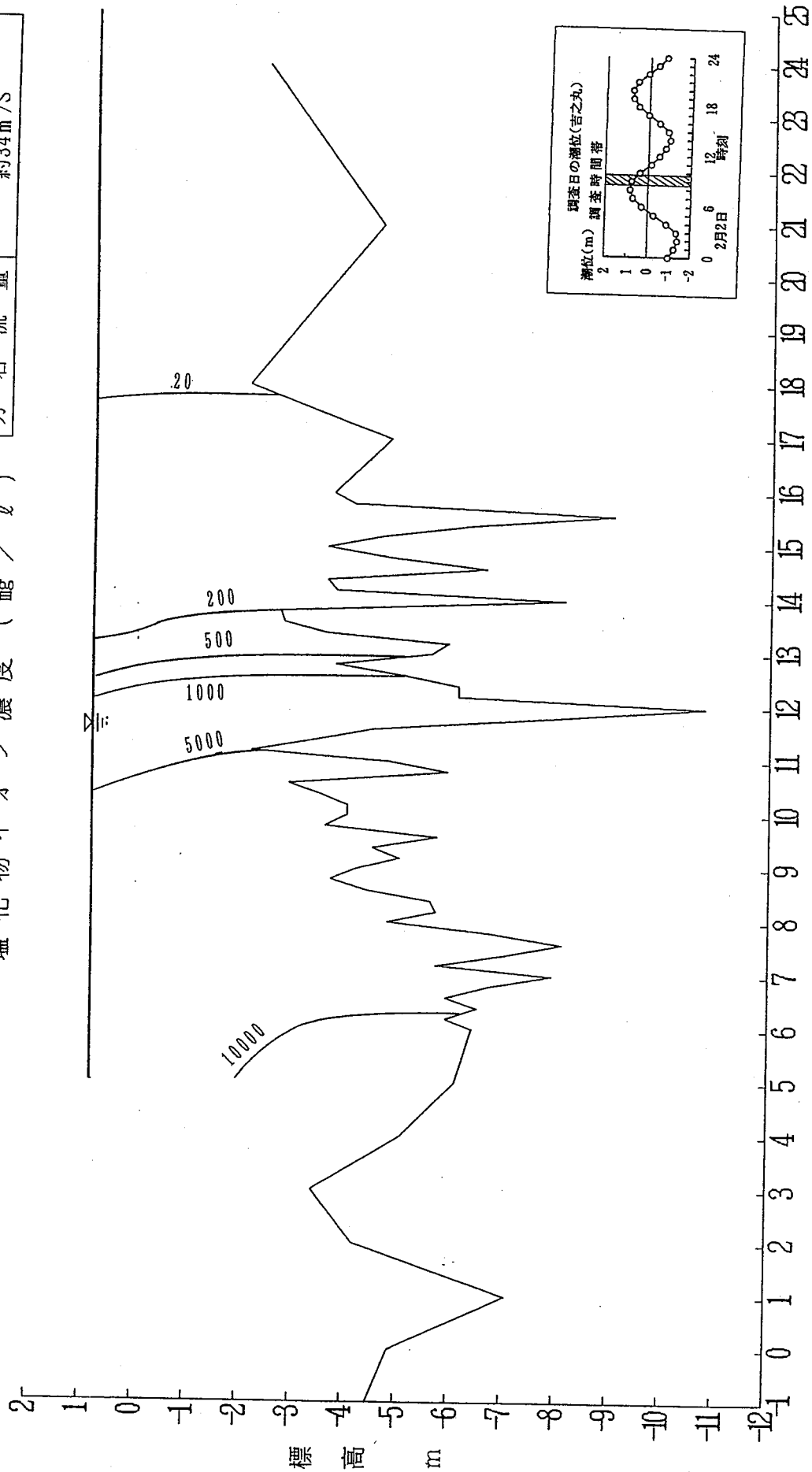
揖斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)



図-7-2-16-(3)-A 全ゲート操作時揖斐川塩水遡上調査結果(H7.2.2)
(塩化物イオン濃度)

調査年月日	平成7年2月2日
天気	晴
潮	大潮・満潮時
万石流量	約34m ³ /S

損斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)



河口からの距離 (km)
図-7-2-16-(3)-B 全ゲート操作時損斐川塩水遡上調査結果(H7.2.2)
(塩化物イオン濃度)

貞流 斐川 速

調査年月日	平成6年10月6日	
天候	気	薄曇
潮	汐	大潮・満潮時
万石流量	約70m ³ /S	

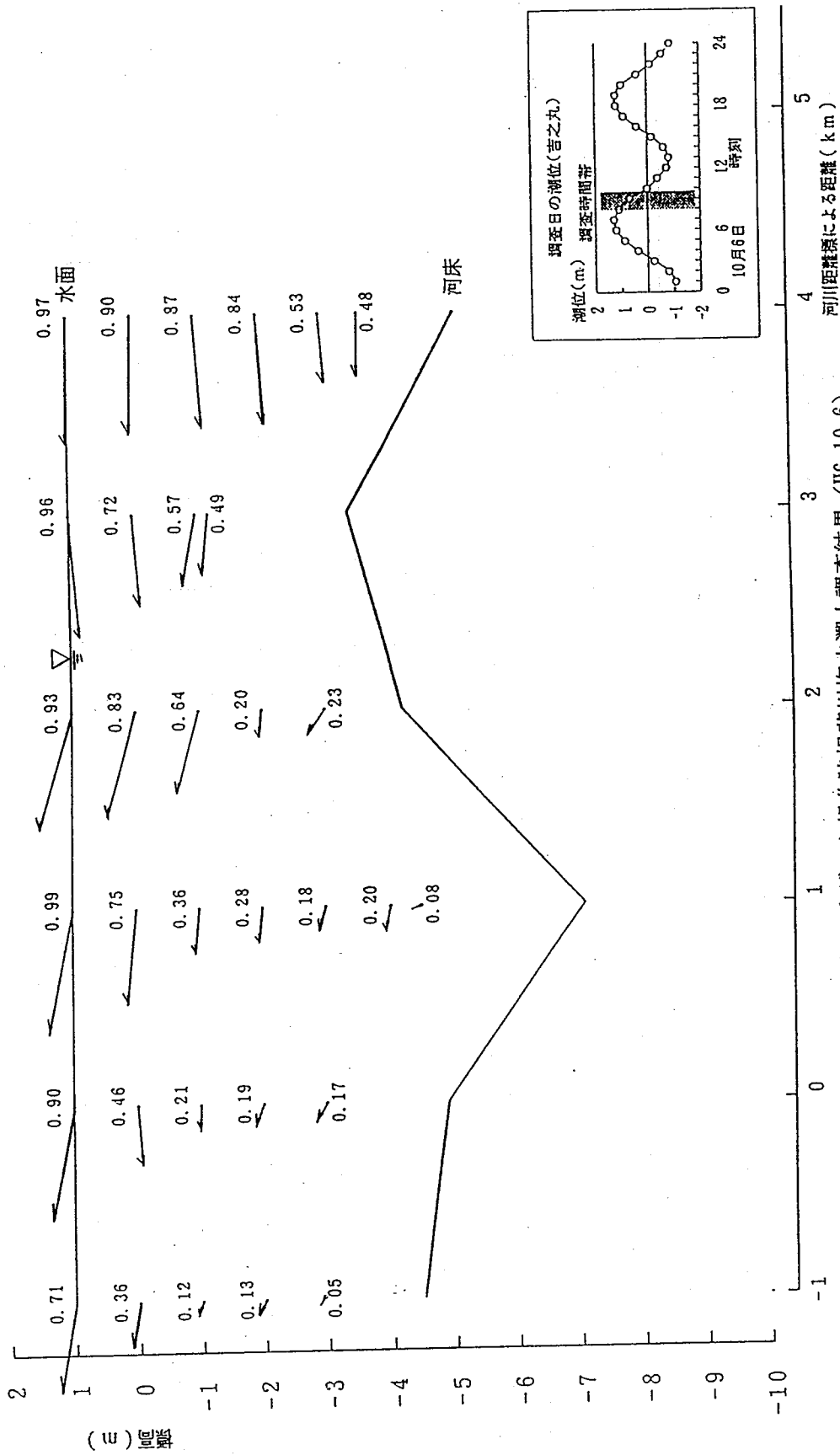
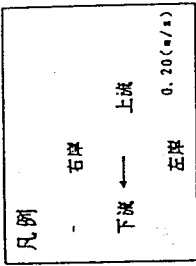


図-7-2-17-(1) 全ゲート操作時揖斐川塩水遡上調査結果 (H6.10.6)
(流向・流速)

凡例	右岸	上流
	←	↑
	下流	定牌
		0.30(m/s)

調査年月日	平成6年12月19日
天	晴
潮	大潮・満潮時
万石流量	約37m ³ /S

川速
斐川
向流
流速

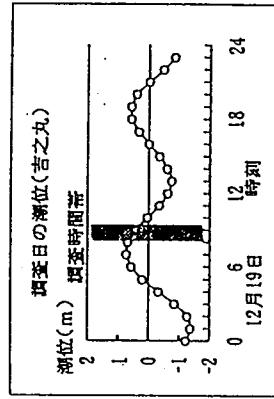
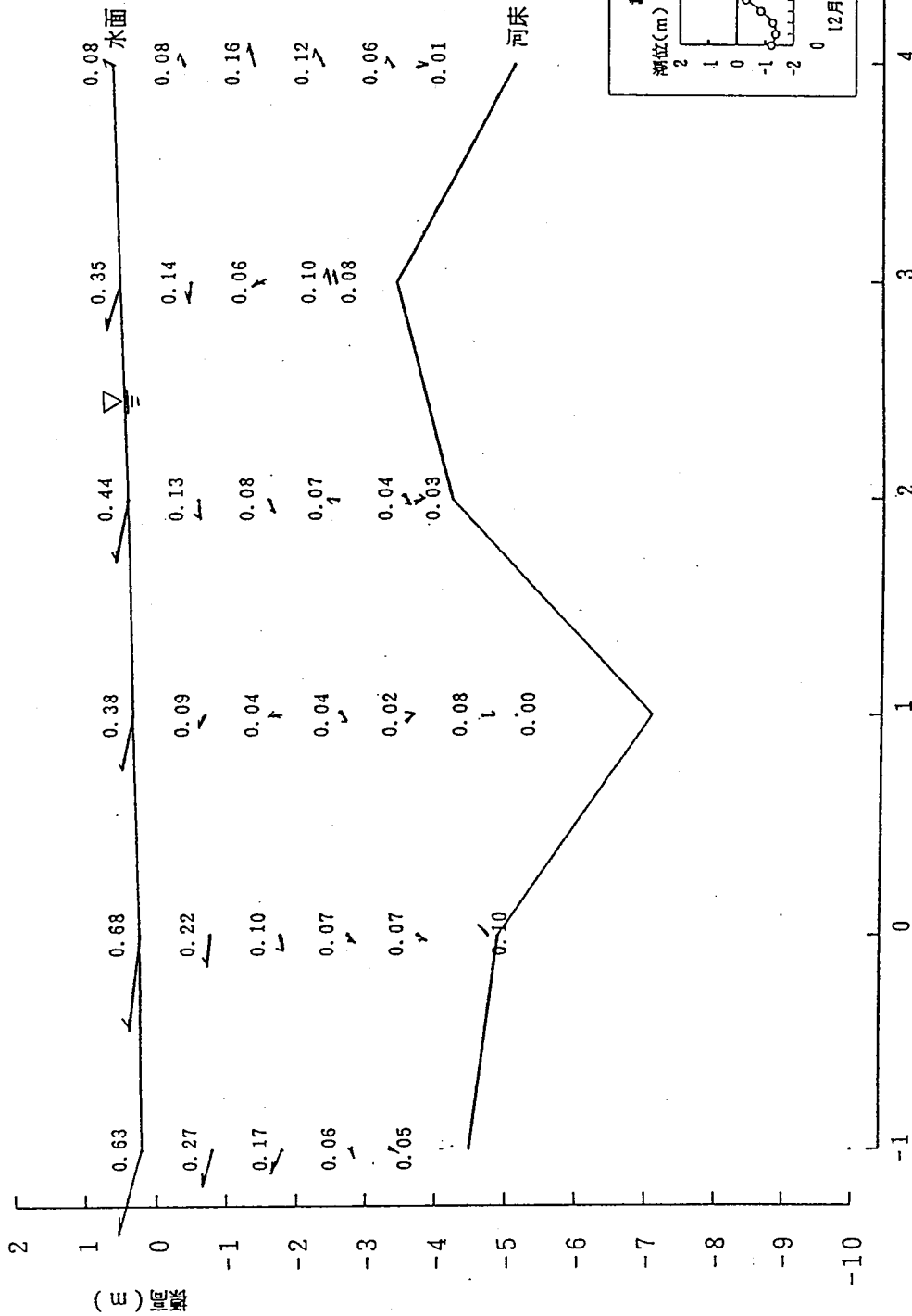


図-7-2-17-(2) 全ゲート操作時揖斐川塩水遡上調査結果 (H6.12.19)
(流向・流速)

斐川
流向・流速

調査年月日	平成7年2月2日	
天	気	晴
潮	汐	大潮・満潮時
万石流量	約34m ³ /S	

凡例	石標	
	下流 ←	上流
	5坪	0.20(m/s)

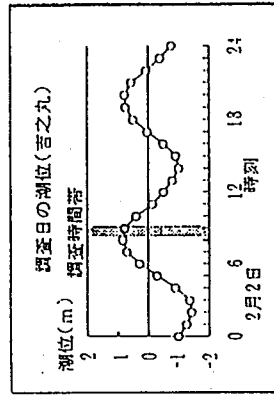
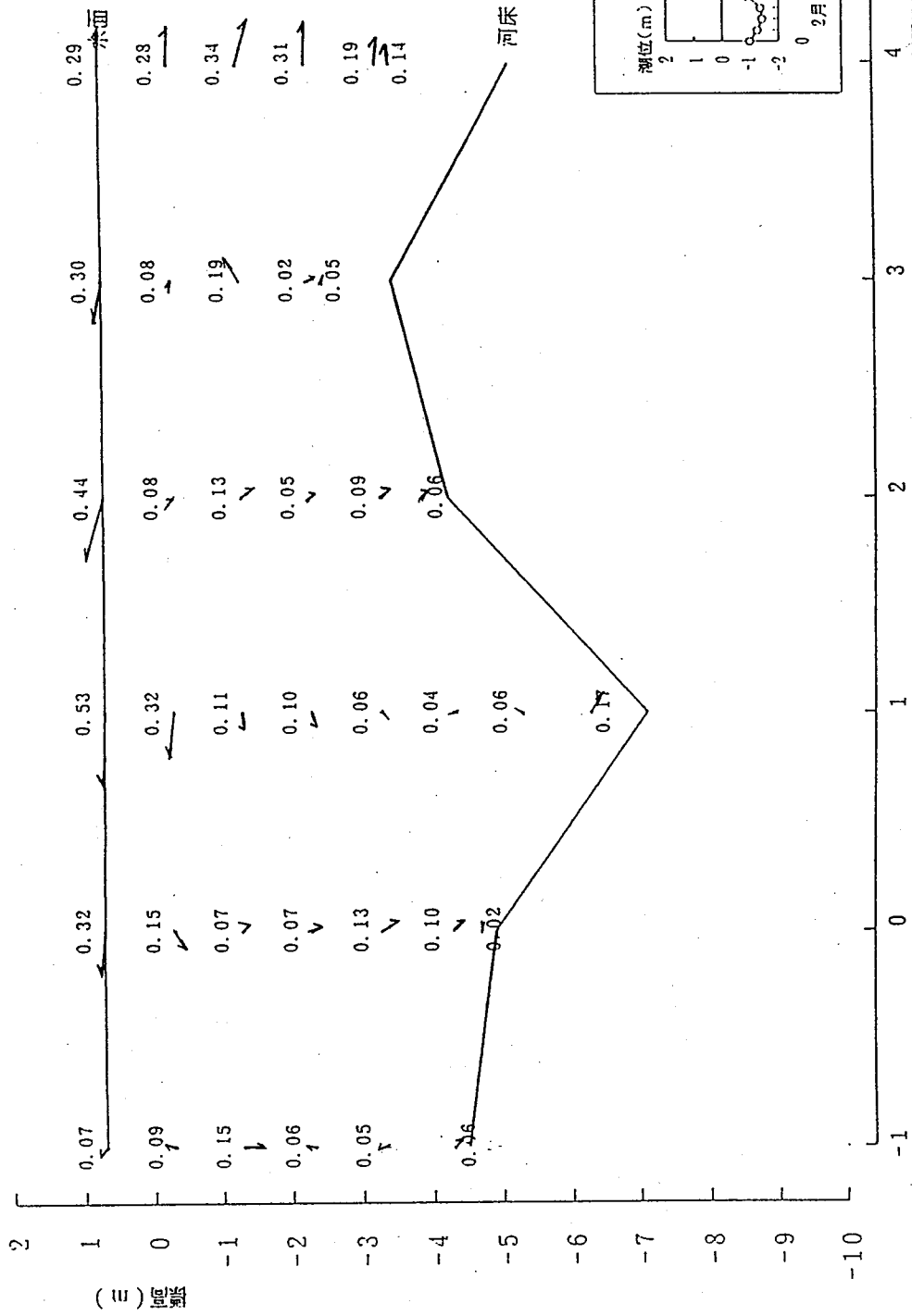
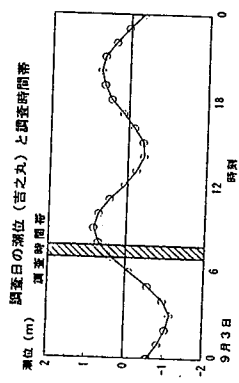
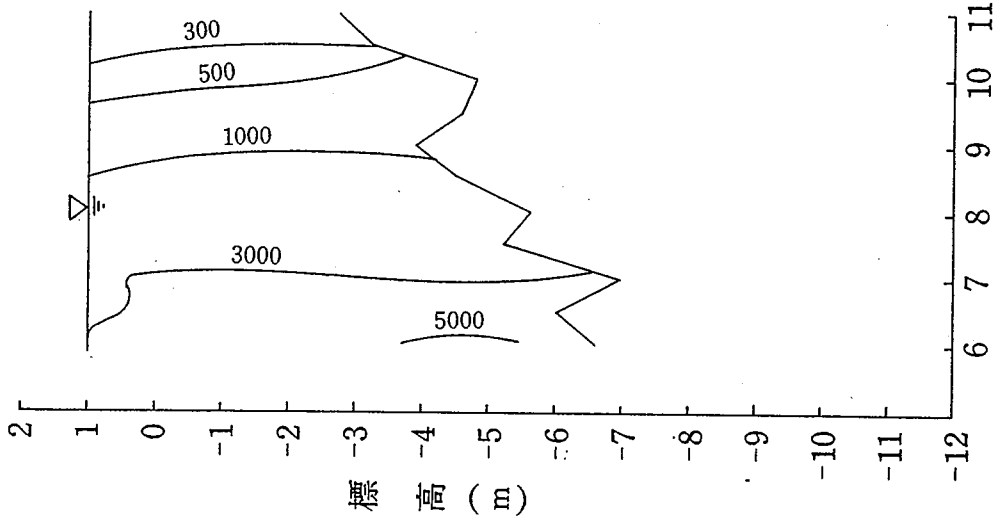


図-7-2-17-(3) 全ゲート操作時斐川塩水遡上調査結果 (H7.2.2)
(流向・流速)

調査年月日	平成5年9月3日
天気	雨
潮	大潮・満潮時
万石流量	約60m ³ /S

揖斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)



河口からの距離 (km)

図-7-2-18 揖斐川塩水遡上調査結果 (H5.9.3)

調査年月日	平成6年10月13日
天	晴
潮	小潮・満潮時
万石流量	約47m ³ /S

眞斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

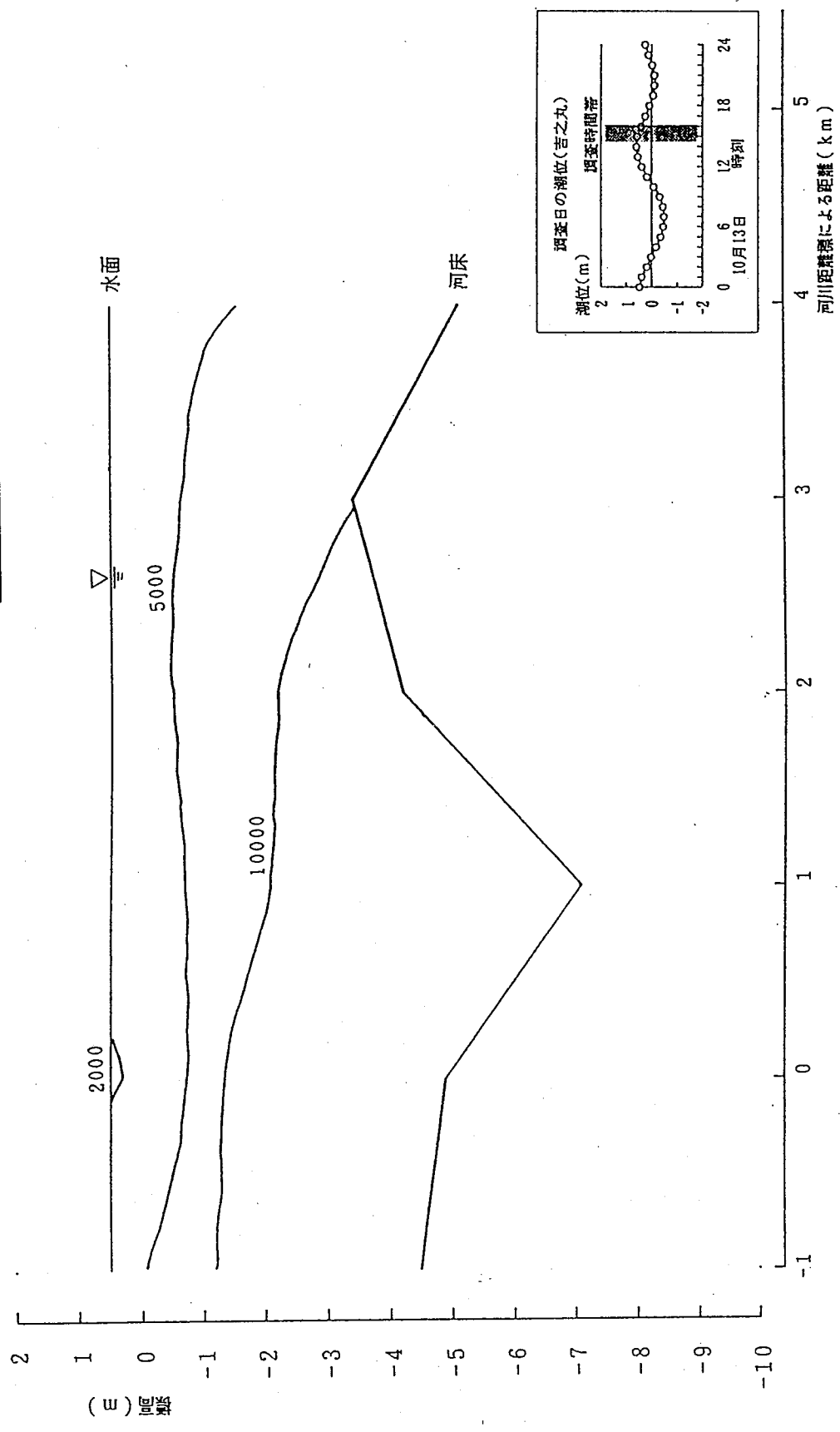
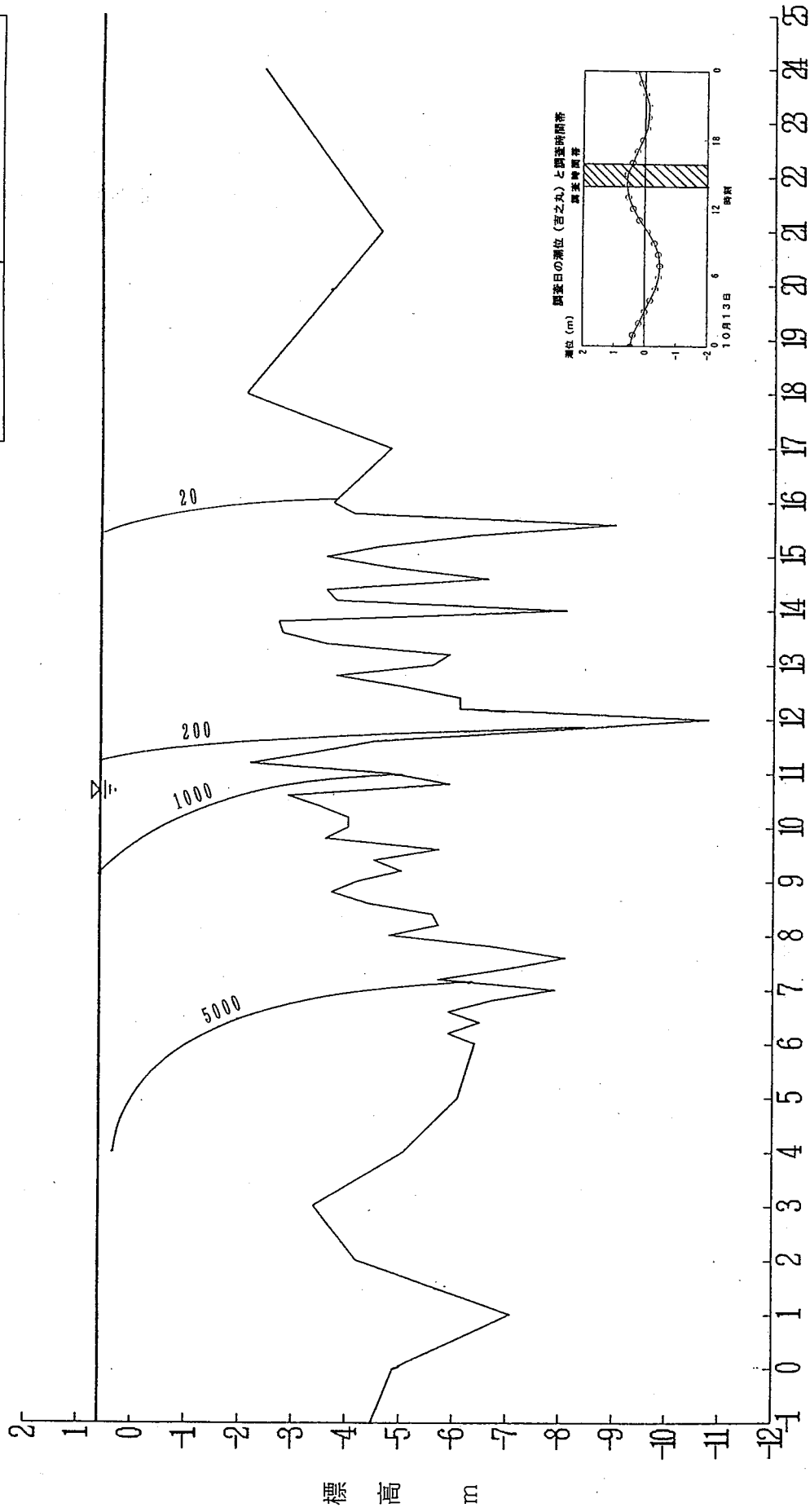


図-7-2-19-(1)-A 全ゲート操作時眞斐川塩水遡上調査結果(H6.10.13)
(塩化物イオン濃度)

調査年月日	平成6年10月13日
天気	晴
潮	小潮・満潮時
万石流量	約47m ³ /S

揖斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)



河口からの距離 (K m)
図-7-2-19-(1)-B 全ゲート操作時揖斐川塩水遡上調査結果(H6.10.13)
(塩化物イオン濃度)

調査年月日	平成6年12月10日
天	晴
潮	小潮・満潮時
万石流量	約93m ³ /S

根 斐 川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

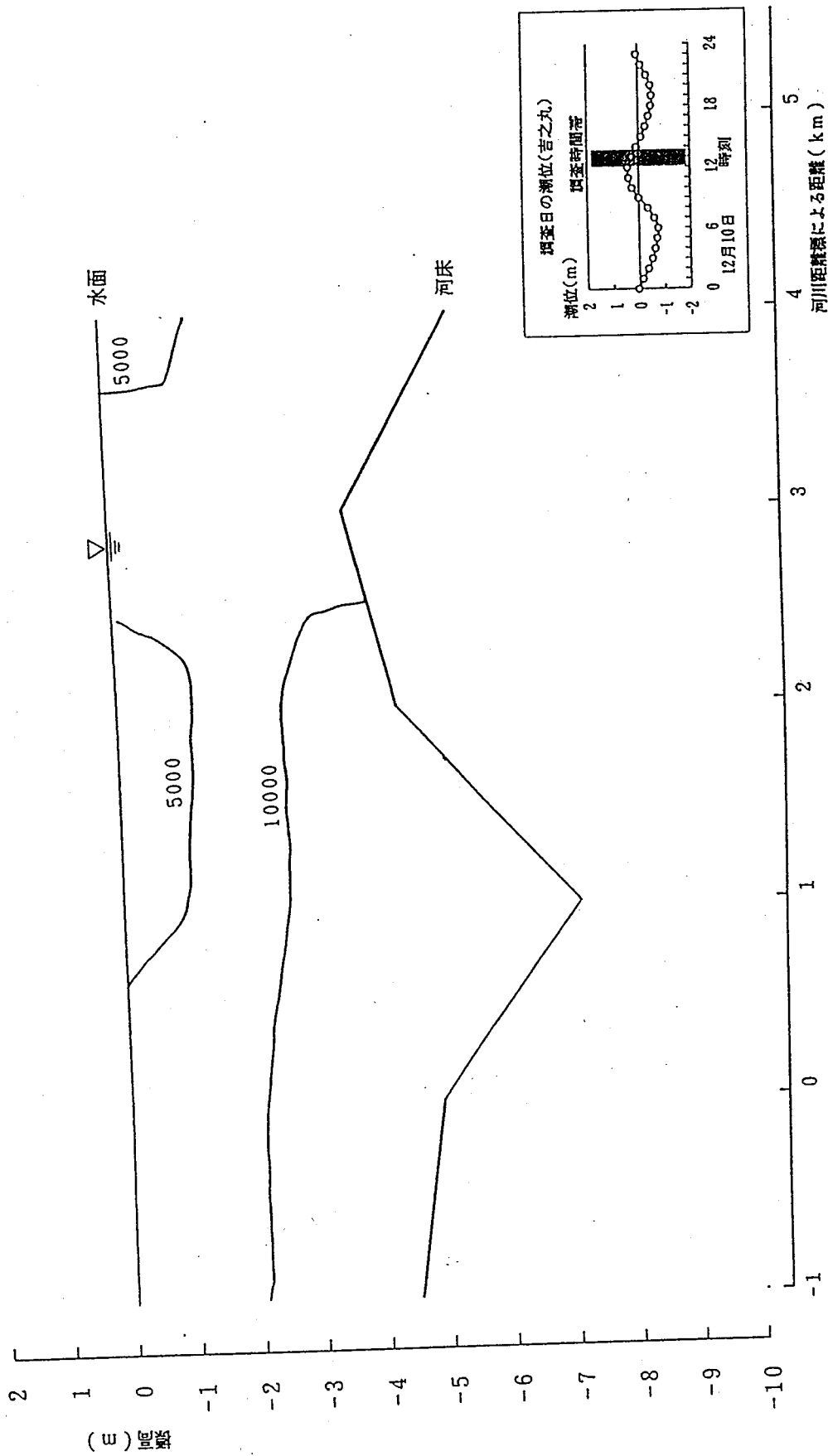
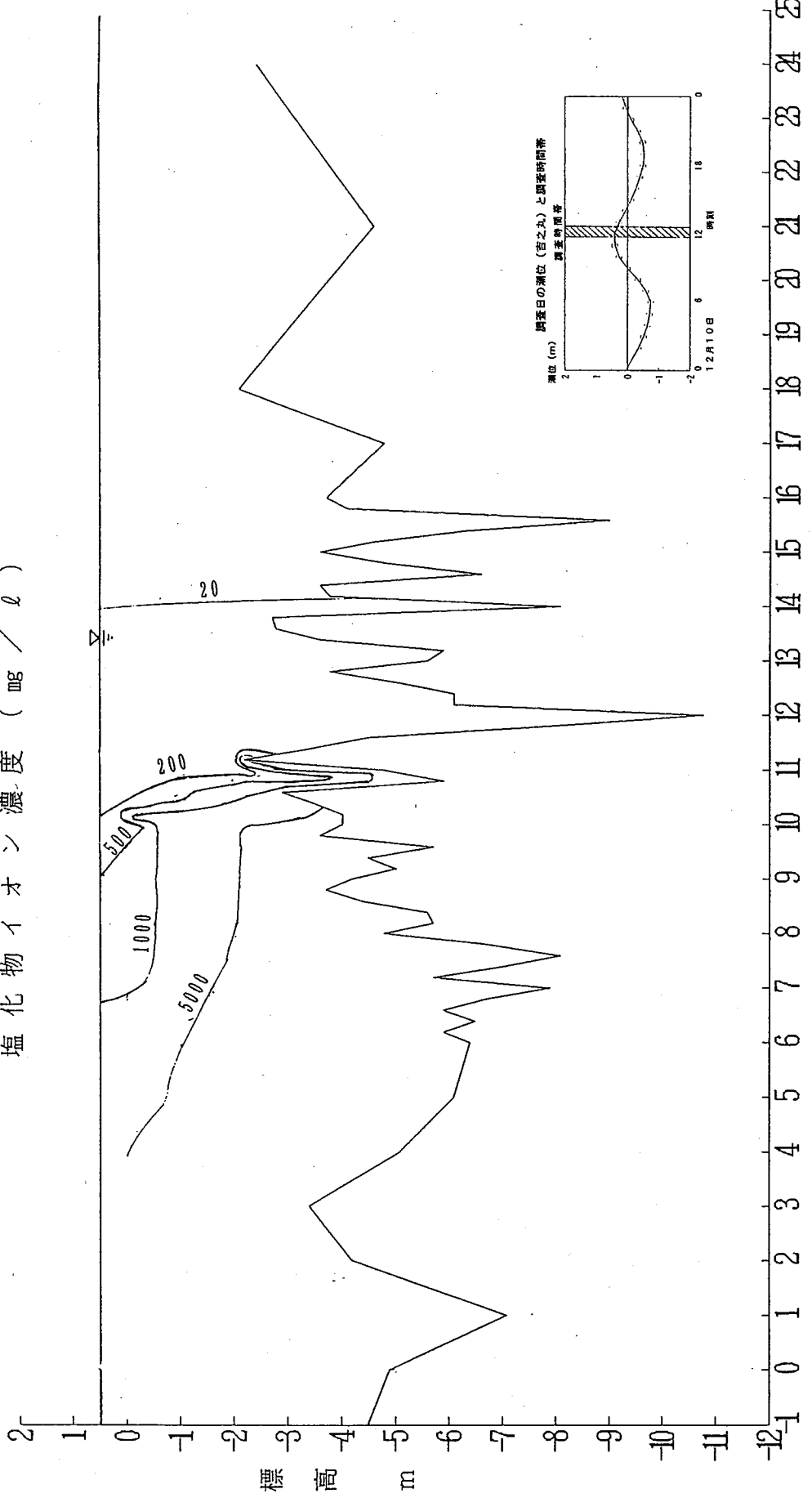


図-7-2-19-(2)-A ゲート操作時斐川塩水遡上調査結果 (H6. 12. 10)
(塩化物イオン濃度)

調査年月日	平成6年12月10日	
天気	気	晴
潮	汐	小潮・満潮時
万石流量	約93m ³ /S	

揖斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)



河口からの距離 (K m)
 図-7-2-19-(2)-B 全ゲート操作時揖斐川塩水遡上調査結果 (H6.12.10)
 (塩化物イオン濃度)

調査年月日	平成7年2月10日
天気	晴
潮	小潮・満潮時
万石流量	約23 ^m ³/S

眞斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

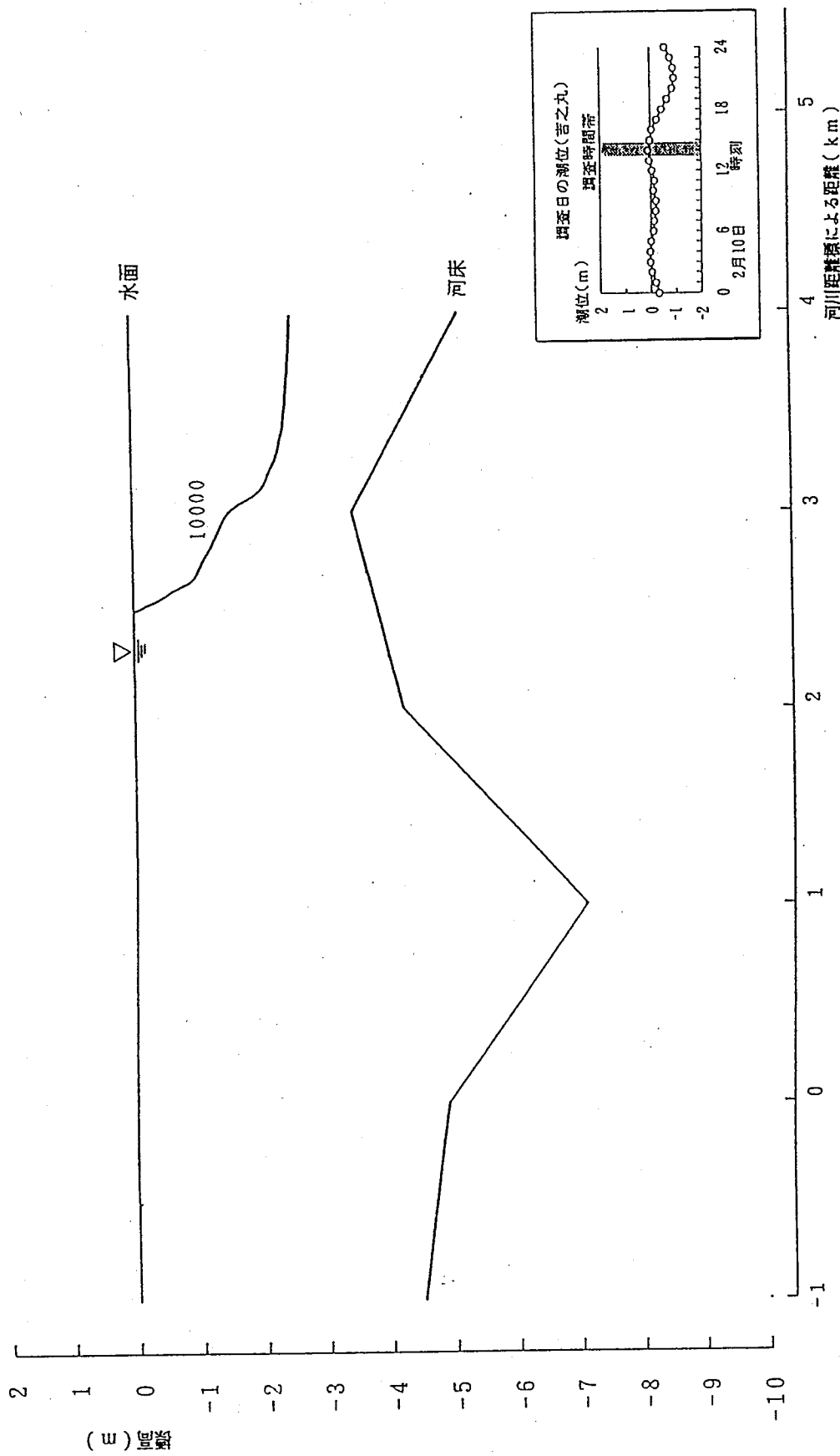
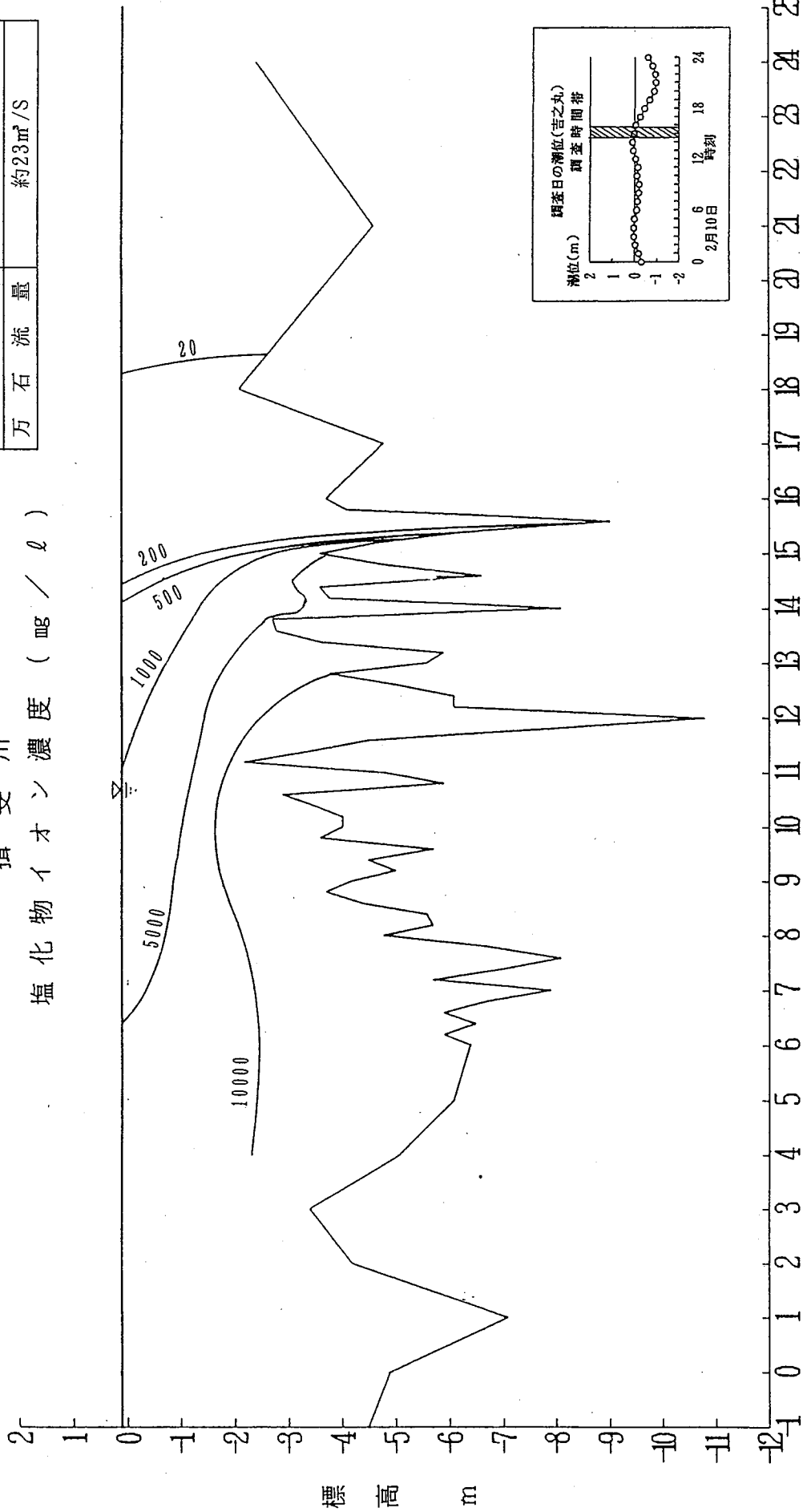


図-7-2-19-(3)-A 全ゲート操作時揖斐川塩水遡上調査結果 (H7.2.10)
(塩化物イオン濃度)

調査年月日	平成7年2月10日
天気	晴
潮	小潮・満潮時
万石流量	約23m ³ /S

揖斐川
塩化物イオン濃度 (略 / ℓ)



河口からの距離 (Km)

図-7-2-19-(3)-B 全ゲート操作時揖斐川塩水遡上調査結果 (H7.2.10)
(塩化物イオン濃度)

揖斐川
流向・流速

凡例

右岸	上流
下流 ←	左岸
	0.20 (m/s)

調査年月日	平成6年10月13日
天	晴
潮	小潮・満潮時
万石流量	約47m ³ /S

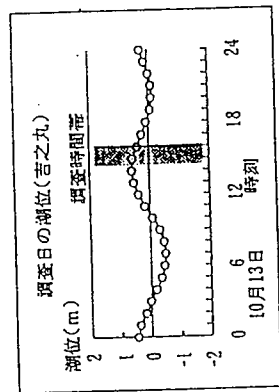
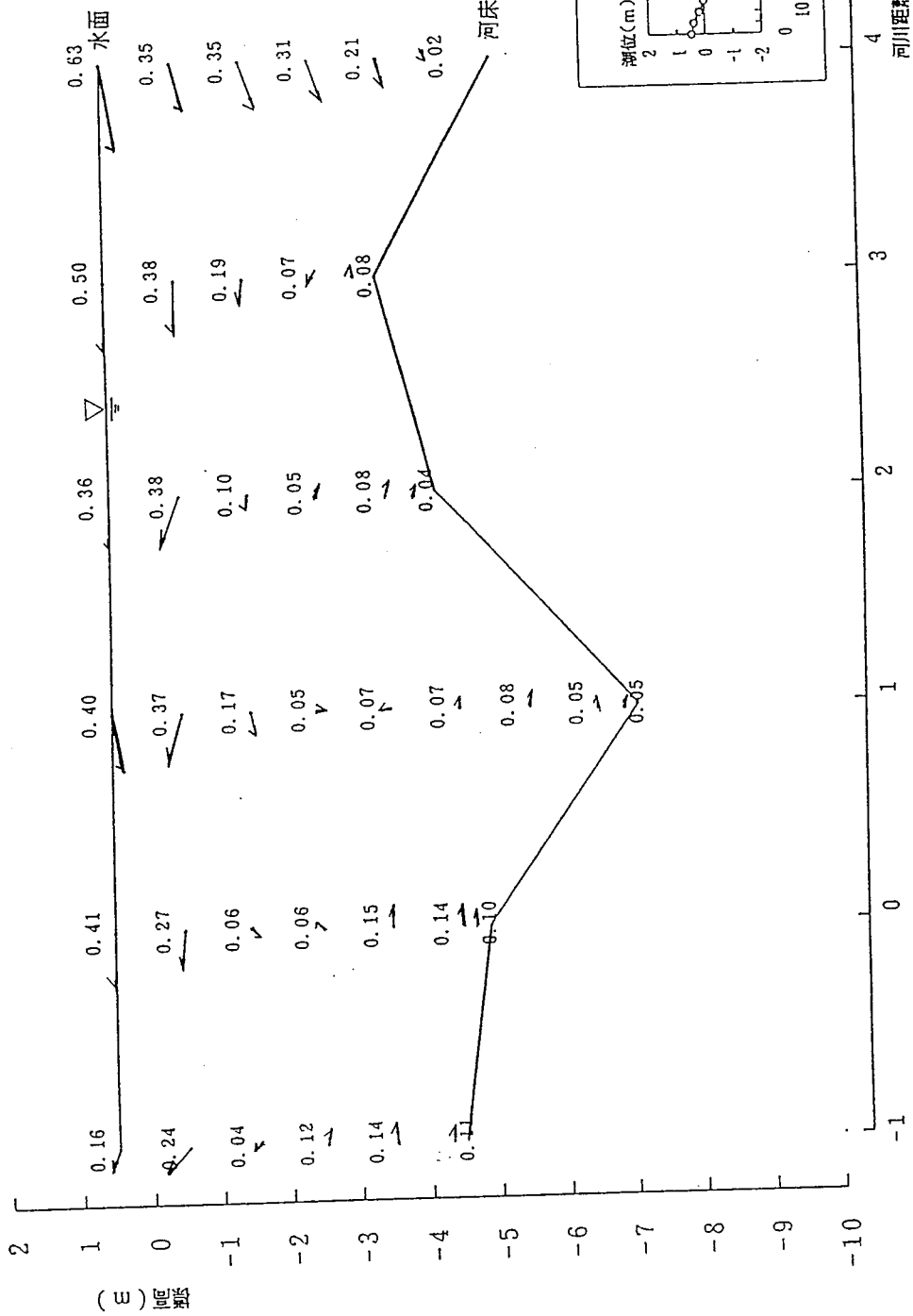


図-7-2-20-(1) 全ゲート操作時揖斐川塩水遡上調査結果 (H6.10.13)
(流向・流速)

揖斐川
流向・流速

調査年月日	平成6年12月10日	
天	気	晴
湖	汐	小潮・満潮時
万石流量	約93m ³ /S	

凡例	石岸
下流 ←	上流
左岸	0.20(m/s)

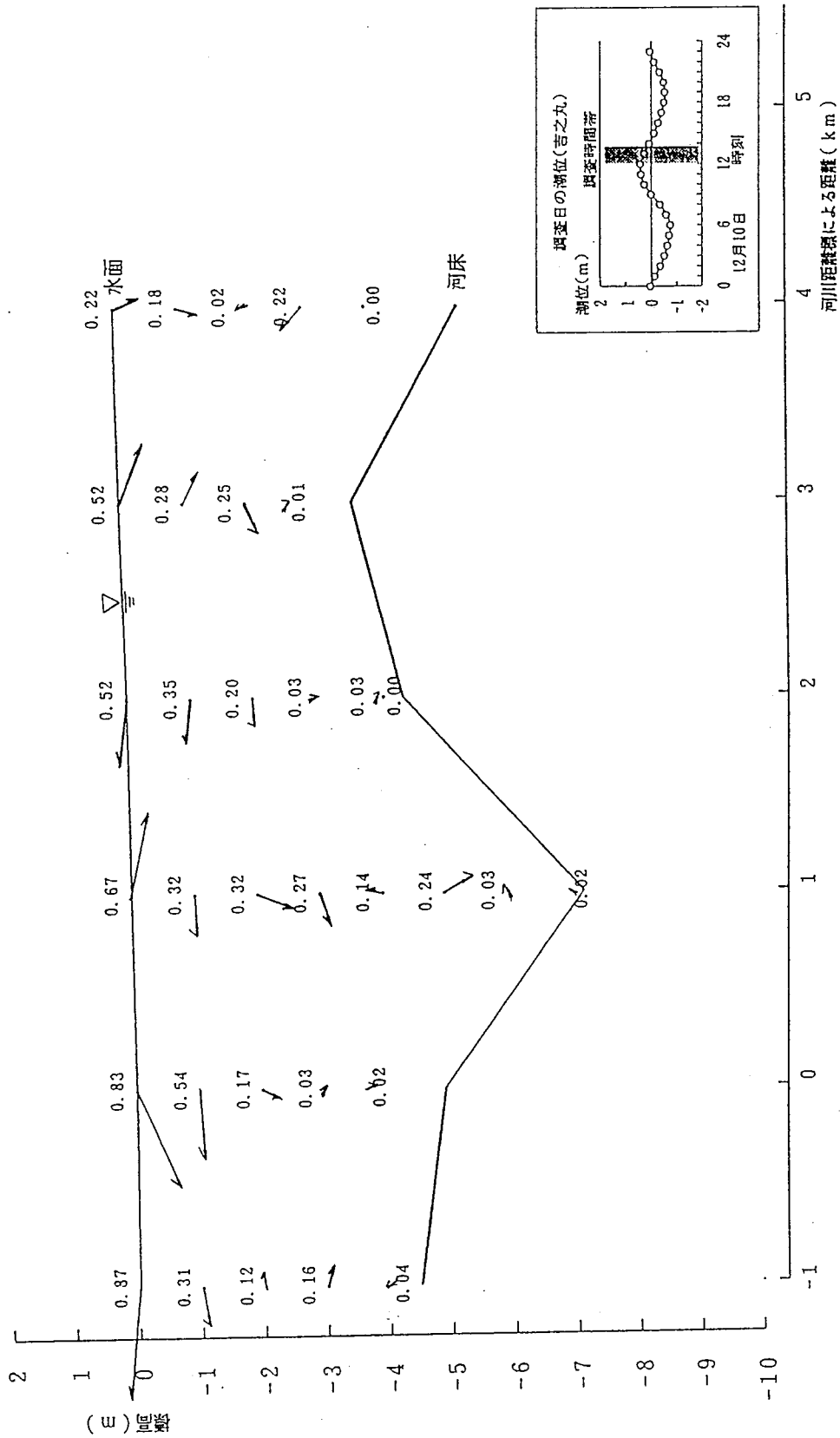


図-7-2-20-(2) 全ゲート操作時揖斐川塩水遡上調査結果 (H6.12.10)
(流向・流速)

凡例	石標	上流
	←	→
	下流	下流
	0.20 (m/s)	

調査年月日	平成7年2月10日	
天	気	晴
潮	汐	小潮・満潮時
万石流量	約23m ³ /S	

斐川
流向・流速

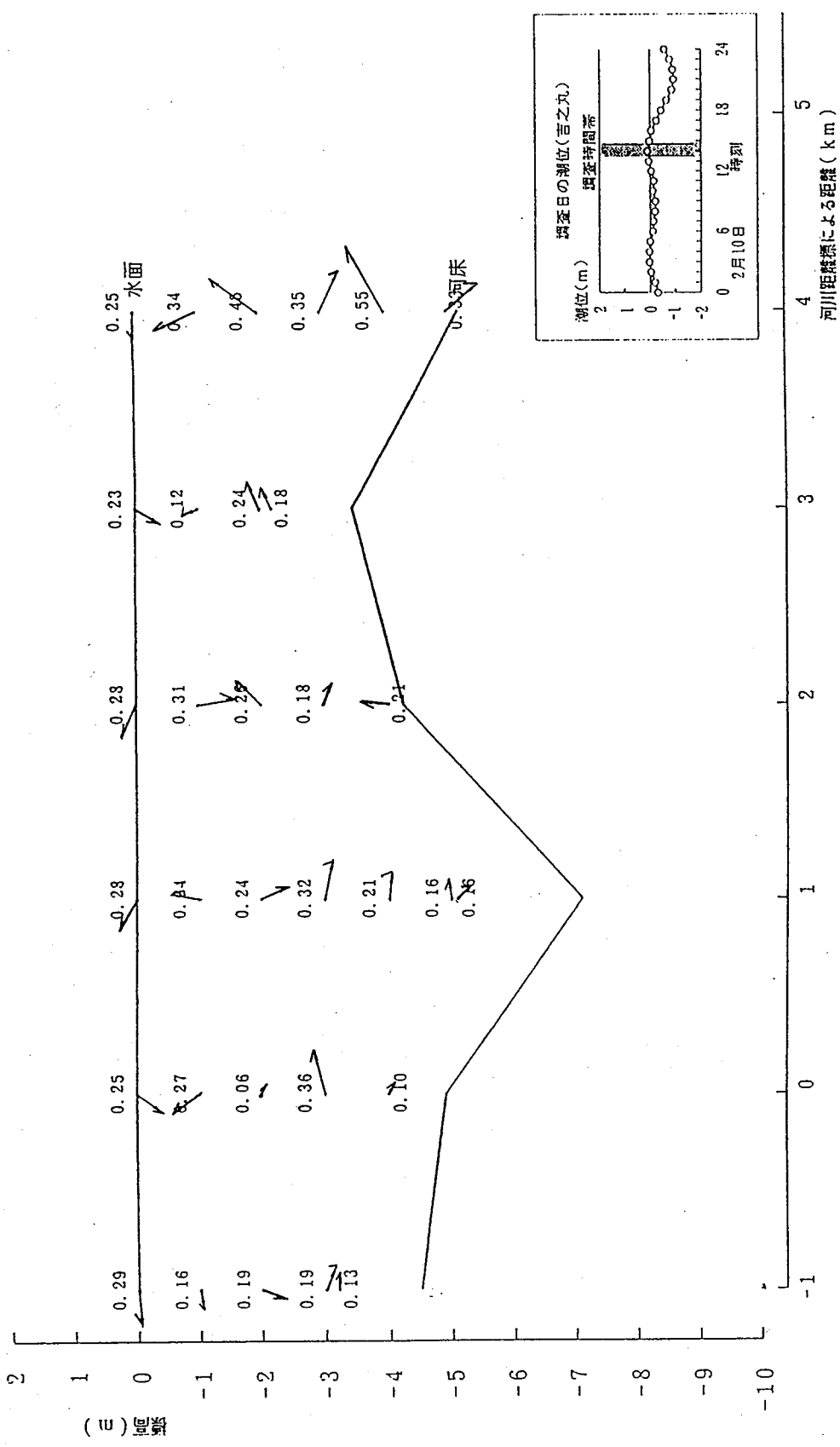
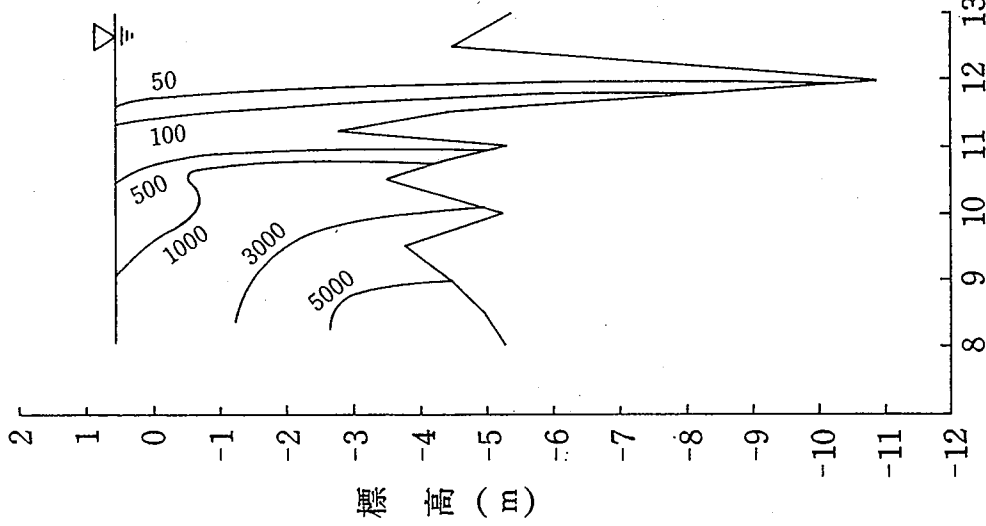


図-7-2-20-(3) 全ゲート操作時斐川塩水遡上調査結果 (H7.2.10)
(流向・流速)

揖斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)



河口からの距離 (km)

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

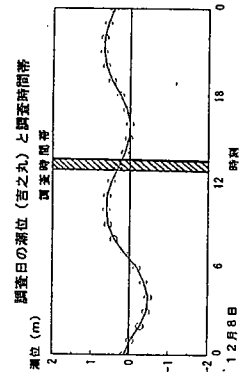


図-7-2-21-(1) 揖斐川塩分遡上調査結果 (H5.12.8)

調査年月日	平成6年3月7日
天気	気
湖	汐
万石流量	小潮・満潮時 約33m ³ /S

揖斐川
塩化物イオン濃度 (mg/l)

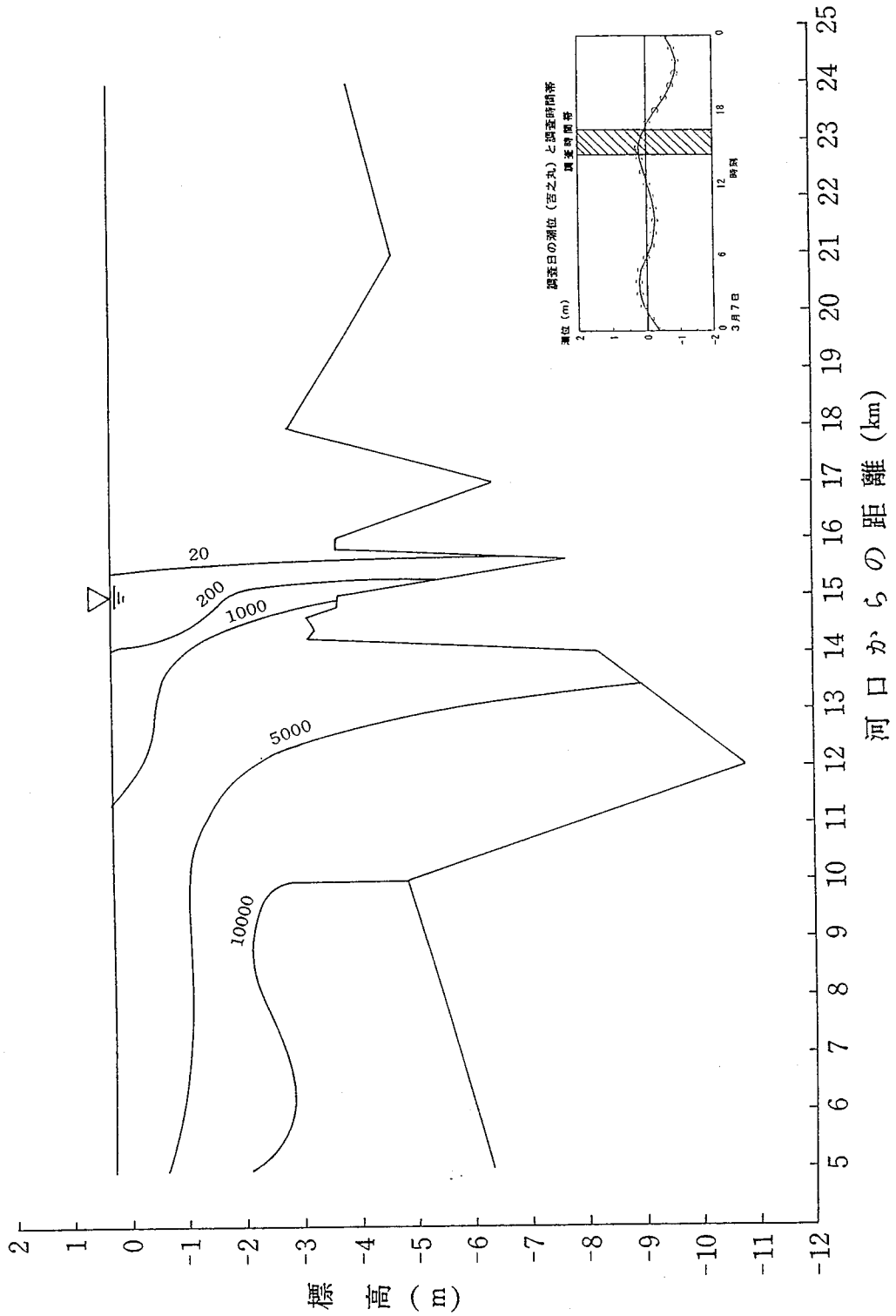


図-7-2-21-(2) 揖斐川塩分遡上調査結果 (H6.3.7)

3) まとめ

- 長良川河口堰全ゲート操作時には揖斐川の塩水遡上状況は、潮位、潮汐、河川流量等によって異なるが、「長良川河口堰に関する技術報告」に記されているように水面から8割水深における塩分濃度観測値を見ると図-7-2-22 のようになり、ゲート操作のない状況と比較してもそれほど差がある結果とはなっていない。
- 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た。

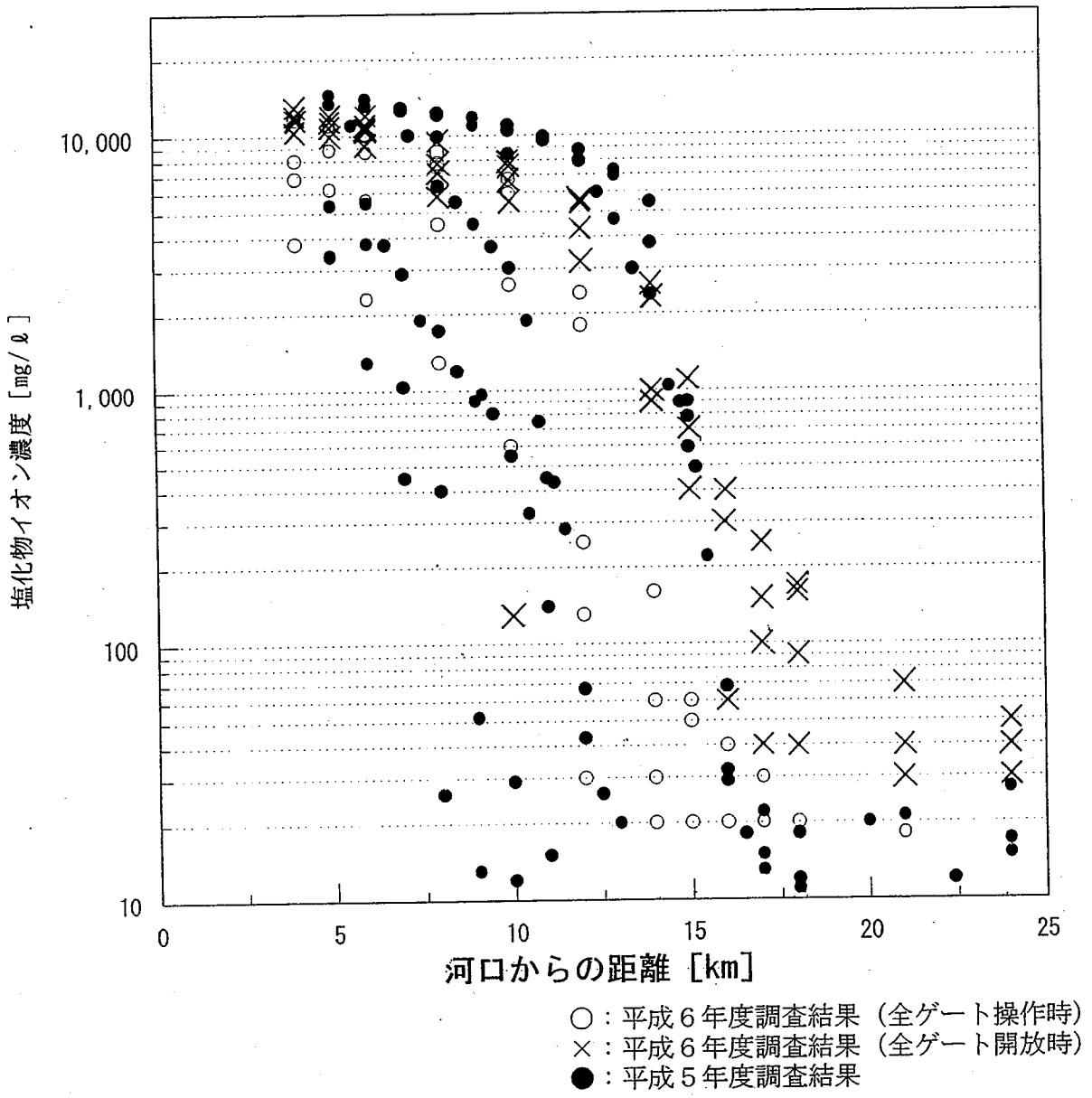


図-7-2-22 揖斐川の8割水深における塩分濃度値

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 0.5m 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 10~15 m の上部砂層 (A_{s2}) が続き、さらにその下位に、層厚 20 m 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を「表層地下水」、上部砂層内の地下水を「浅層地下水」とした。また下部粘性土層の下、およそ TP. -40 m 以深にあるのを「深層地下水」とした (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。

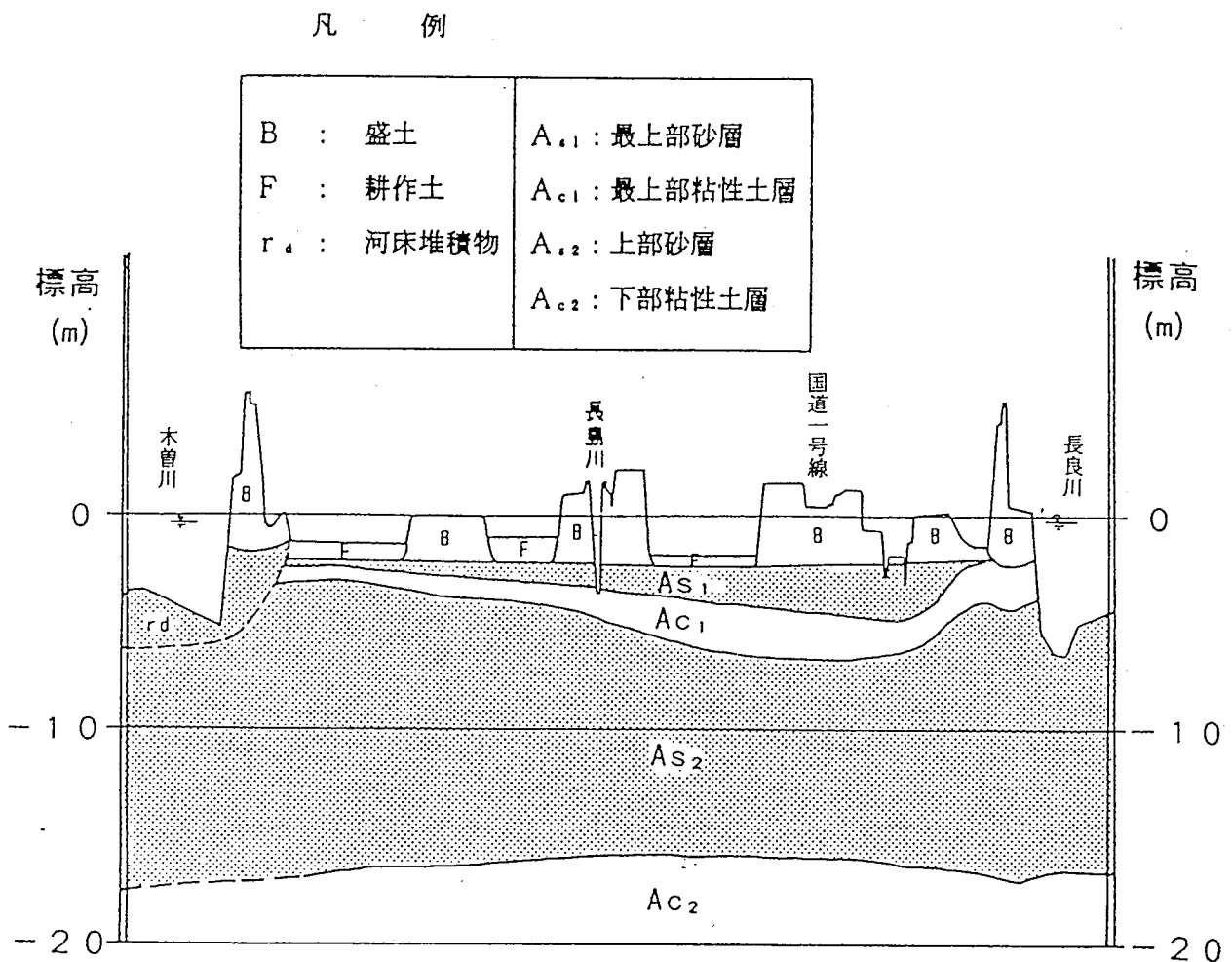


図-7-3-1 長島輪中の地質

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。

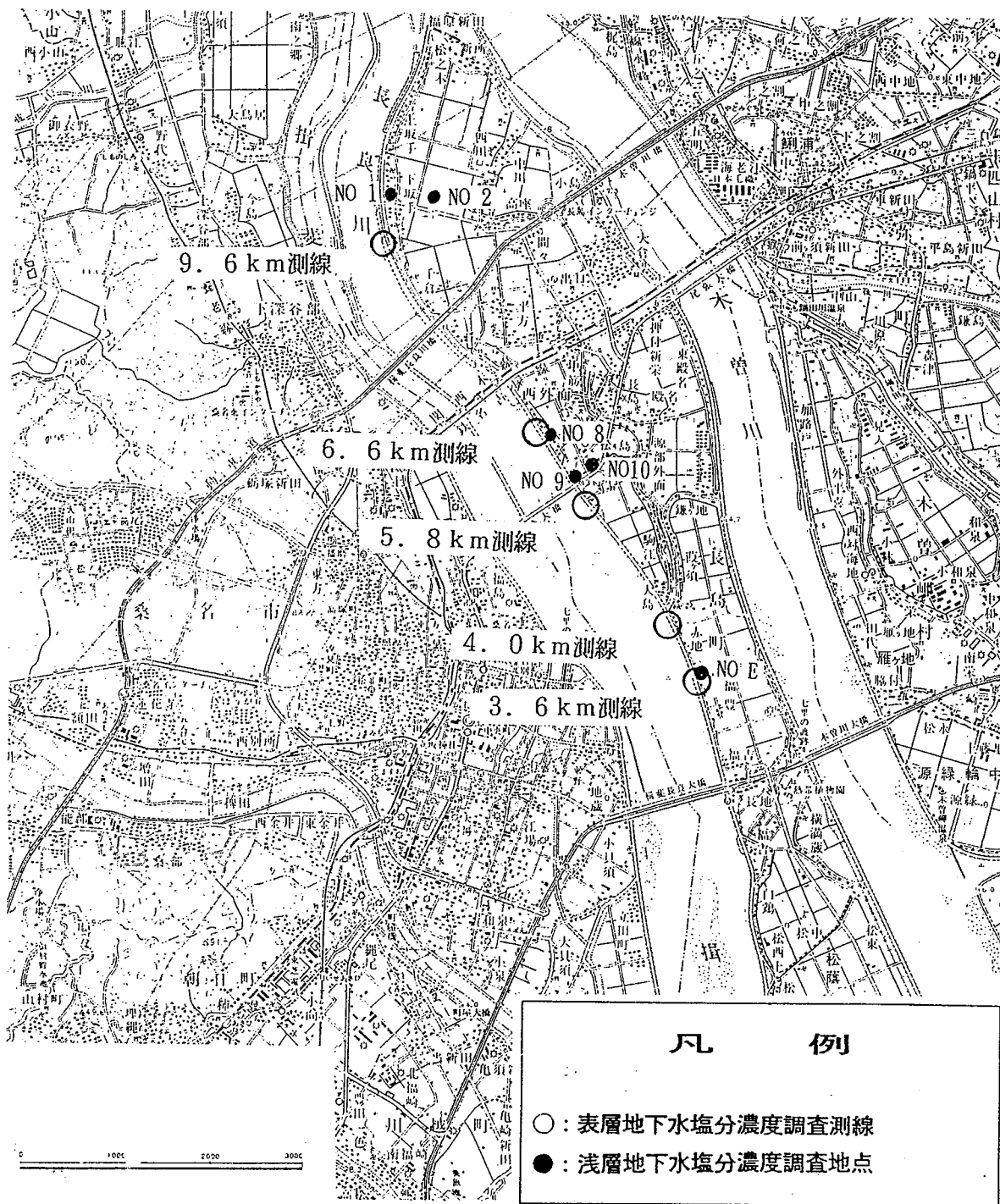


図-7-3-2 河岸近傍の表層及び浅層地下水の塩分濃度調査位置図

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（上水試験法）により塩化物イオン濃度を測定する。

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

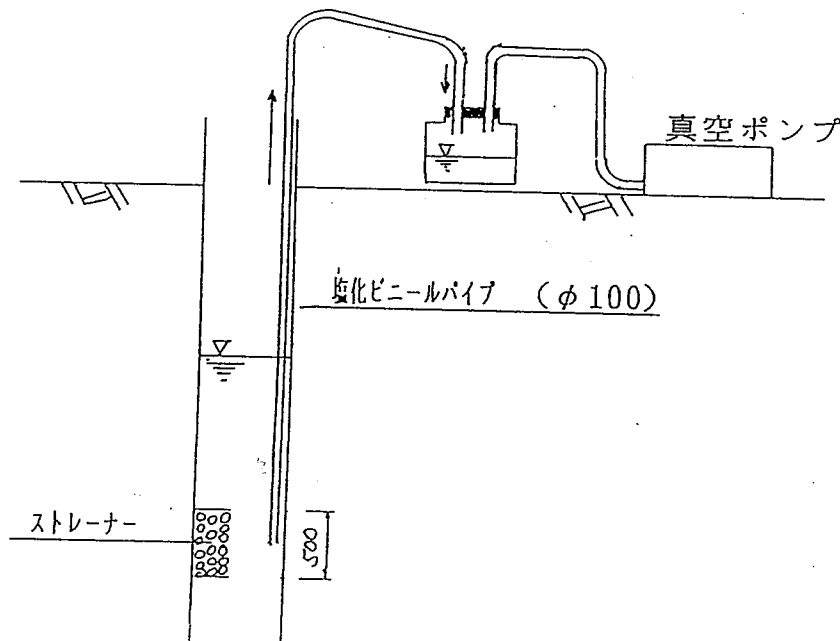


図-7-3-3 表層地下水採水方法模式図

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	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		○		○		○		○

調査月日	11				12				1			2			3					
	10	11	28	29	8	12	20	21	12	13	30	31	9	10	23	24	2	3	8	9
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、図-7-3-6、表-7-3-2)

- ・高水敷下部の A_{s2} 層 (3.6km-A) の塩化物イオン濃度は、2,500 ~ 4,900 mg/ℓ 程度である。

A_{s2} 層 (3.6km-A) の地下水位は、長良川河川水位 (潮汐) の変動に伴って地下水位の変化が観測された。

- ・堤内地の表層地下水 (3.6km-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130mg /ℓ と低くなっているが、降雨が少なくなると (11 ~12月)、表層地下水の塩化物イオン濃度も徐々に増加する傾向が見られる。

表層 (3.6km-1) の地下水位は、長良川水位 (潮汐) の影響は受けていないが、降雨があった場合はそれに反応して上昇している。

- ・堤内地の堤防から約140 m離れたNo. E地点 (TP -5.5m) (図-7-3-6) の浅層地下水の塩化物イオン濃度は 5,000mg/ℓ ~ 9,000mg /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高水敷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。

2) 4.0km地点について (図-7-3-7、図-7-3-8、図-7-3-9、表-7-3-3)

- ・高水敷部分では、 A_{s1} 層、 A_{s2} 層において観測を実施している。 A_{s1} 層 (4.0km-A) の塩化物イオン濃度は70~ 160mg/ℓ 程度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、高水敷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 3,000~ 3,400mg/ℓ 程度と比較的濃い濃度が観測された。

A_{s1} 層 (4.0km-A)、 A_{s2} 層 (4.0km-B) の地下水位は、長良川河川水位 (潮汐) の変動に伴って地下水位の変化が観測された。

- ・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 と9月以降の 610~960 mg/ℓ 程度に比べて高濃度になっている。
- ・ 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 (4.0km-1)、および浅層下部 (4.0km-2) の地下水位は、僅かではあるが長良川水位 (潮汐) の変動に伴って水位の変化が観測された。
- ・また、降雨があった場合はそれに反応して上昇し影響が認められるが、塩化物イオン濃度については、大きな変化は認められず、特に表層近くの (4.0km-1) についても A_{c1} 層が介在することにより直接降雨による影響は認められない。

3) 5.8km地点について (図-7-3-10、図-7-3-11、図-7-3-12、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 580~ 2,500mg/ℓ となっている。ブランケット部分 (5.8km-0)の地下水位は、短周期的な長良川水位 (潮汐) の影響を受けていない。
- ・堤内地の表層地下水 (5.8km-1)の塩化物イオン濃度は約90~ 340mg/ℓ の間で変動している。特に、全ゲート操作前の9月6日は 290mg/ℓ であったが、全ゲート操作後は約90mg/ℓ と大きく低下している。これは、9月29日の台風第26号の降雨による降下浸透水により地下水の塩化物イオン濃度が減少したものと考えられる。その後12月まで塩化物イオン濃度は徐々に増加しているが、これはこの間に降雨がほとんどなかったことに起因するものと推測される。
(5.8km-1)地点の地下水位は、9月調査の直前の大雨および9月末の台風第26号による降雨により上昇しているが、その後の全ゲート操作期間中は緩やかに低下しており全ゲート操作による水位管理の影響をあまり受けていない。
- ・堤内地の浅層地下水の塩化物イオン濃度は堤防から約15m離れた No9地点 (TP -5.5m)及び約 200m離れたNo10地点 (TP -7.5m) (図-7-3-12)とも 1,000~3,800 mg/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。
- ・堤内地の水路水 (5.8km-2)の塩化物イオン濃度は、調査期間をとおして約 2,400~ 4,800mg /ℓ と比較的高い値を示した (図-7-3-11) 。

4) 6.6km 地点について (図-7-3-13、図-7-3-14、図-7-3-15、表-7-3-5)

- ・ブランケット部分の塩化物イオン濃度は、 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 3,300~ 4,600mg/ℓ 程度となっている。ブランケット部分の地下水位(6.6Km-B)は、長良川河川水位 (潮汐) の変動に伴って地下水位の変化が観測された (図-7-3-15)。
- ・表層地下水の塩化物イオン濃度は、6.6Km-1、6.6Km-2 で測定しており、河川寄り (6.6Km-1)では 1,100~ 1,300mg/ℓ と大きな変化は認められない。また、6.6Km-2の塩化物イオン濃度は約60~ 680mg/ℓ であり、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これは、台風第26号による降雨の影響を受け、低下したものと思われる (図-7-3-14)。表層地下水の 6.6Km-1、-2の地下水位は長良川の河川水位 (潮汐) および全ゲート操作による水位管理の影響を受けていない。しかし、降雨のあった8月22日~25日、9月16日~18日に地下水位の上昇が見られ、降雨の影響を受けていることが確認された。このときの塩化物イオン濃度を見ると、表層地下水の 6.6Km-2地点では、7月25日、8月4日に 400~約 440mg/ℓ であったものが、8月24日には 200mg/ℓ さらに10月3日には約 60mg /ℓ と降雨による降下浸透水により地下水の塩化物イオン濃度が減少したものと考えられる。

- ・堤内地の浅層地下水の塩化物イオン濃度は6.6Km-4 で測定している。塩化物イオン濃度は約 570~1,800 mg/ℓ が観測されたが、A_{c1}層が介在することにより、直接降雨の影響は受けていないものと考えられる。
 - ・堤内地の堤防から約40m離れたA_{s2}層 No8地点 (TP-5.0m) (図-7-3-15)においては10,000~13,000mg/ℓ とプ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、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。
 - ・6.6km-2 と6.6km-4 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ものと考えられる。
 - ・6.6Km-4のA_{s2}層はA_{c1}層の下部に位置しており、地下水位は降雨の影響は少なく9月30日の降雨時にも大きな変動は見られなかった。
6.6km-4地点の地下水位は長良川の河川水位(潮汐)の影響を受けていない。
 - ・堤内地の水路水(6.6km-3)の塩化物イオン濃度は、調査期間をとおして1,700~3,400mg/ℓ程度と比較的高い値を示した(図-7-3-14)。
- 5) 9.6km地点について(図-7-3-16、図-7-3-17、図-7-3-18、図-7-3-6)
- ・プ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2,900 mg/ℓであり、堤防寄り(9.6Km-C)では約250~2,200mg/ℓとなっている。下流の6.6kmに比較して相当程度低くなっている。
プランケット部分のA_{s2}層(9.6Km-0)の地下水位は、長良川河川水位(潮汐)の変動に伴って変化が観測された(図-7-3-18)。
 - ・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4~9 mg/ℓと完全な淡水となっている。また、堤防から約70m離れた9.6Km-3においては6~約710mg/ℓと相当変動が大きくなっている。
堤内地の表層地下水 9.6Km-3の地下水位は、長良川河川水位(潮汐)の変動に伴って僅かながら変化をしている。また、堤内地の表層地下水 9.6Km-1、-5地点では長良川の河川水位(潮汐)および全ゲート操作による水位管理の影響を受けていないことが確認された(図-7-3-18)。
 - ・堤内地の浅層地下水の塩化物イオン濃度は、堤防から約150 m離れたNo.1地点(TP-5.0m)(図-7-3-2)は130~310mg/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15~29mg/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。
 - ・堤内地の水路水の塩化物イオン濃度は、調査期間をとおして9.6km-2で約110 mg/ℓ以下と低い値で推移している。また、9.6km-4地点については約550~1,400mg/ℓと高い値を記録している。
また、かんがい期には1,000mg/ℓ以下となっているが、非かんがい期の9月以降は1,000mg/ℓを越える塩化物イオン濃度となっている。

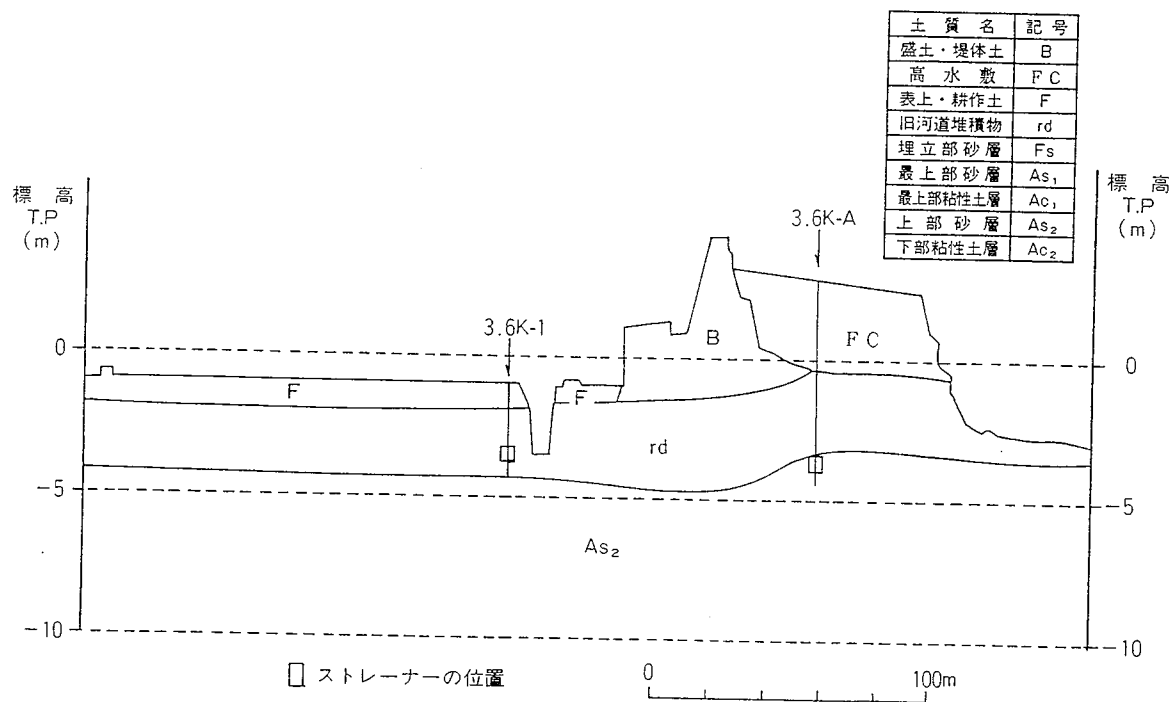


図-7-3-4 3.6 km 付近地質横断面図

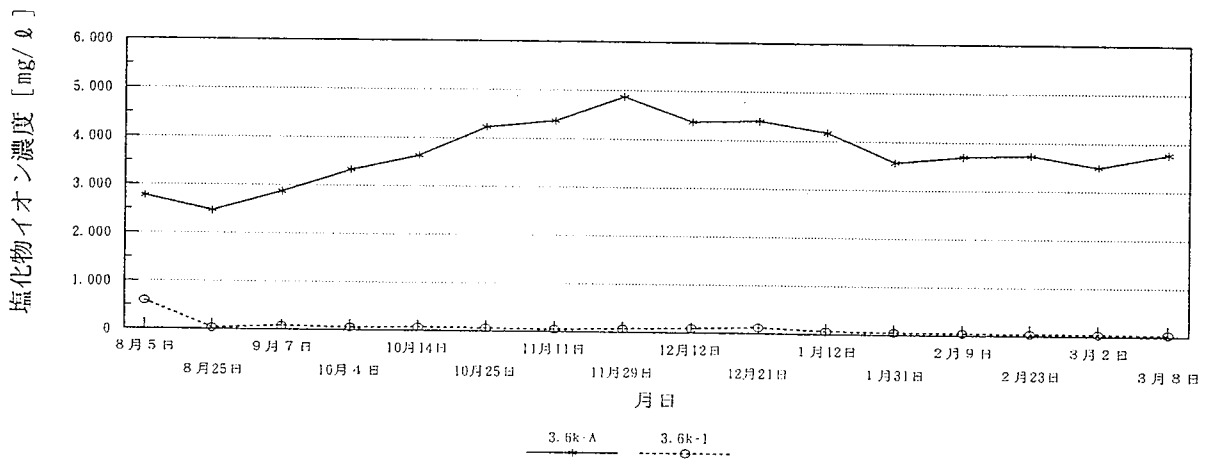
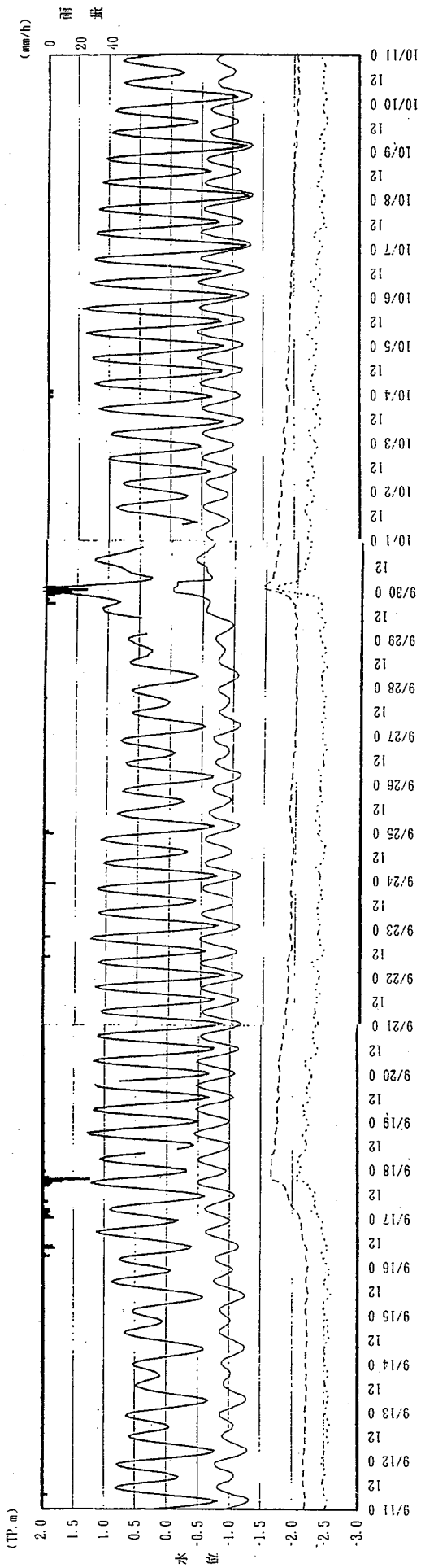


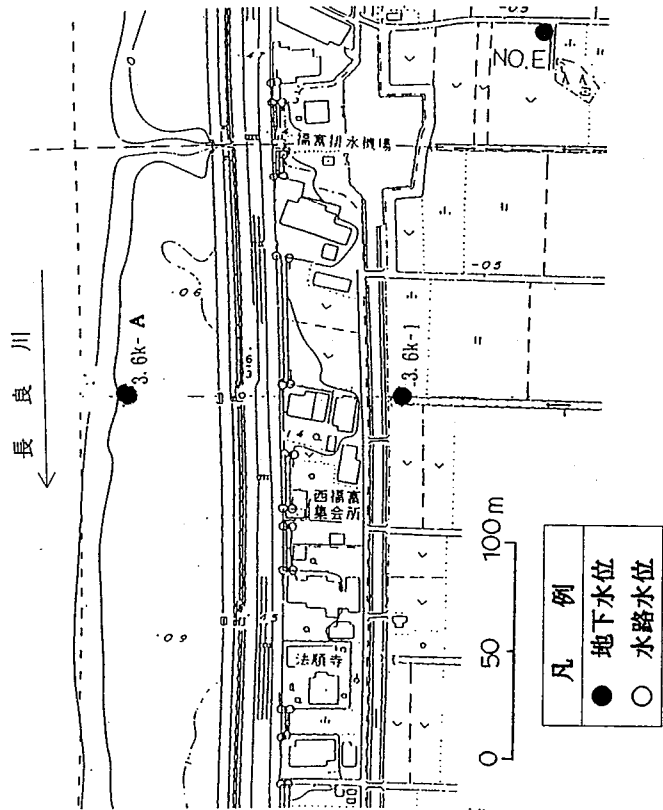
図-7-3-5 3.6 km 表層及び浅層地下水塩化物イオン濃度変化図 (平均値)

表-7-3-2 3.6 km地点塩化物イオン濃度(mg/l)

観測井	日付け									8/ 5	8/25	9/ 7	10/ 4
A	高水敷									2,770	2,470	2,870	3,330
1	表層									593	35	82	57
NO. E	浅層									6,800	6,300	6,300	5,000
観測井	日付け	10/14	10/25	11/11	11/29	12/12	12/21	1/12	1/31	2/9	2/23	3/2	3/8
A	高水敷	3,630	4,230	4,370	4,870	4,370	4,400	4,170	3,570	3,700	3,730	3,500	3,770
1	表層	75	63	51	74	98	127	66	52	48	40	41	36
NO. E	浅層	5,400	5,400	6,100	7,000	7,600	8,000	8,000	9,000	8,300	8,700	8,600	8,700



凡 例	
■	時間雨量
—	長良川水位 (堰下流)
—	3.6k-A (高水敷内)
- - -	3.6k-1 (表層)
.....	NO.E (浅層)



図一7-3-6 長良川河川水位と地下水水位 (長良川3.6km付近)

土質名	記号
盛土・堤体土	B
高水敷	FC
表上・耕作土	F
旧河道堆積物	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

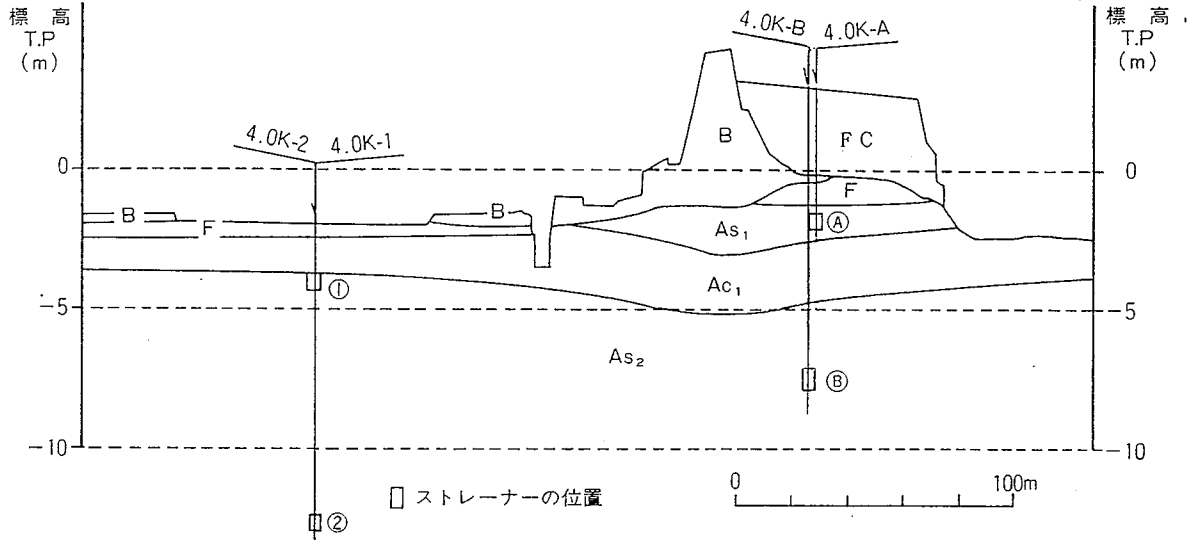


図-7-3-7 4.0 km 付近地質横断面図

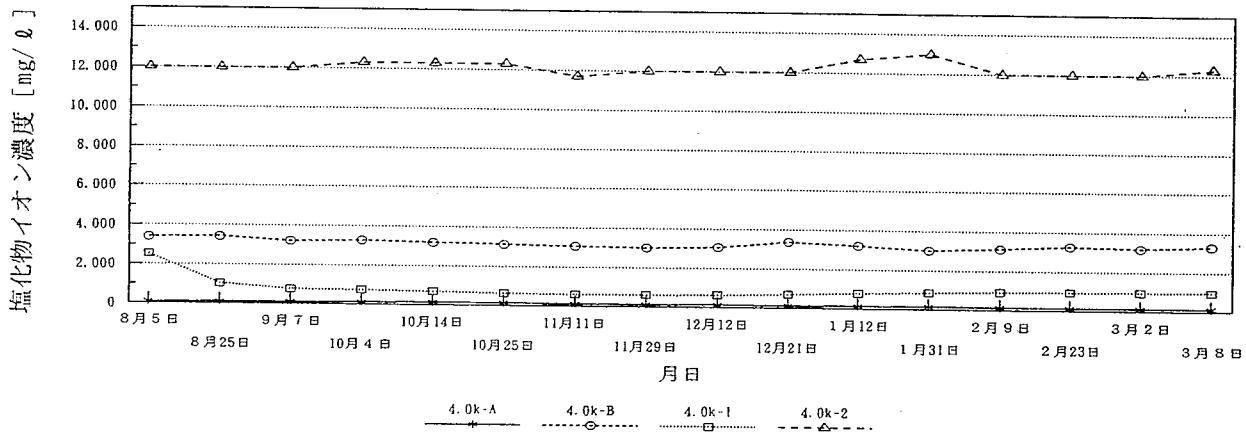
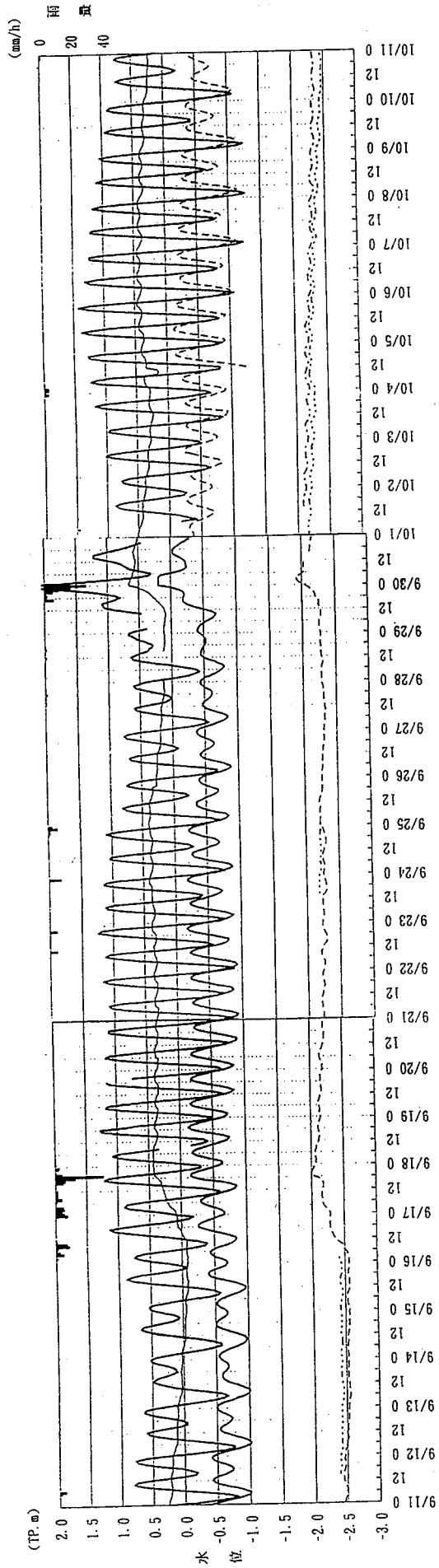


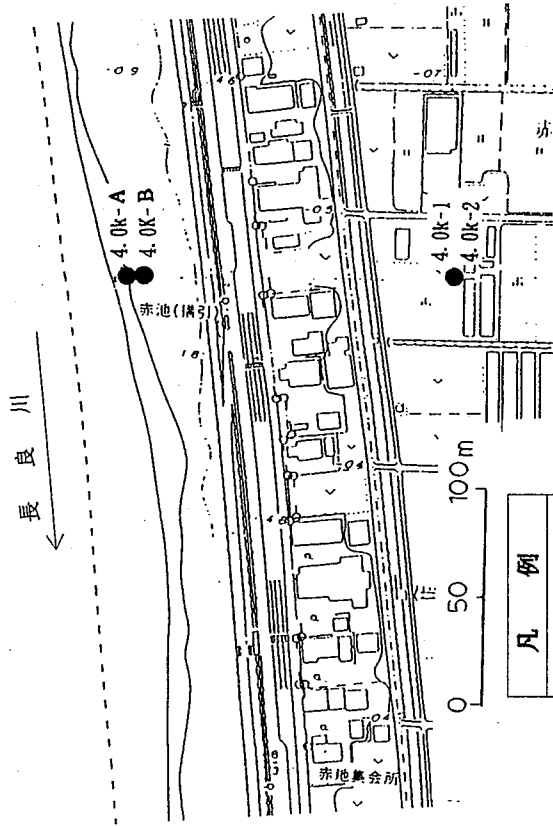
図-7-3-8 4.0 km 表層及び浅層地下水塩化物イオン濃度変化図 (平均値)

表-7-3-3 4.0 km 地点塩化物イオン濃度 (mg/l)

観測井	日付け								8/ 5	8/25	9/ 7	10/ 4	
A	高水敷								73	107	117	120	
B	高水敷								3,400	3,430	3,230	3,270	
1	浅層								2,530	1,030	763	747	
2	浅層								12,000	12,000	12,000	12,300	
観測井	日付け	10/14	10/25	11/11	11/29	12/12	12/21	1/12	1/31	2/9	2/23	3/2	3/8
A	高水敷	137	140	123	123	133	130	137	157	140	140	140	143
B	高水敷	3,200	3,130	3,070	3,030	3,070	3,370	3,230	3,030	3,130	3,270	3,200	3,300
1	浅層	697	630	607	613	630	697	790	863	917	940	953	960
2	浅層	12,300	12,300	11,700	12,000	12,000	12,000	12,700	13,000	12,000	12,000	12,000	12,300



凡 例	
■	時間雨量
—	長良川水位 (堰下流)
—	4.0k-A (高水敷内)
—	4.0k-B (高水敷内)
- - -	4.0k-1 (浅層)
· · ·	4.0k-2 (浅層)



図一七-3-9 長良川河川水位と地下水位 (長良川4.0km付近)

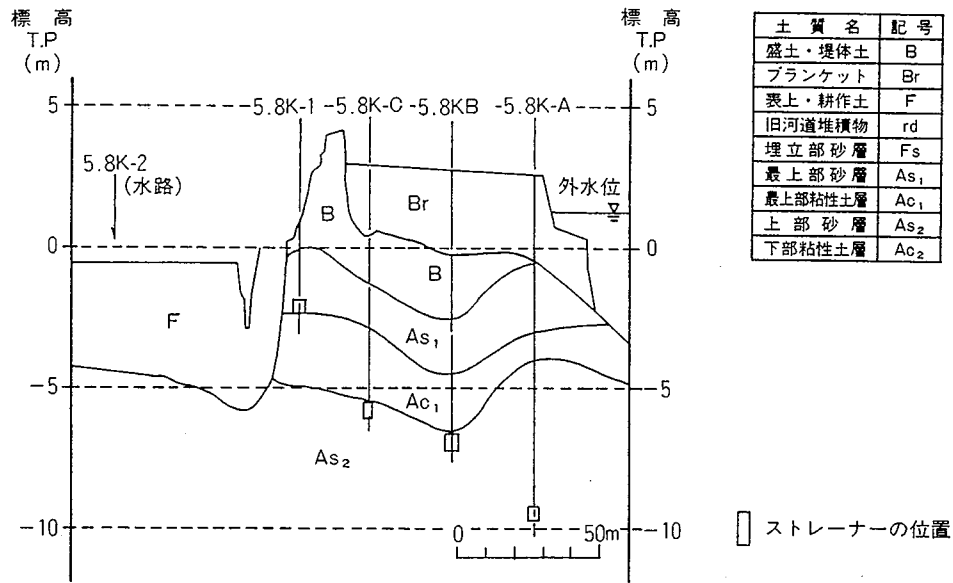


図-7-3-10 5.8km付近地質横断面図

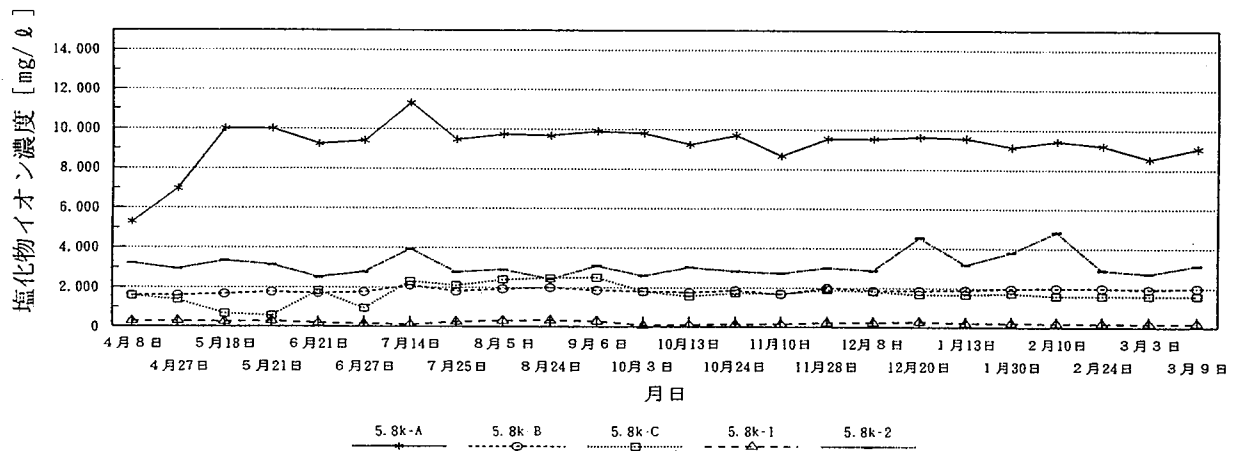
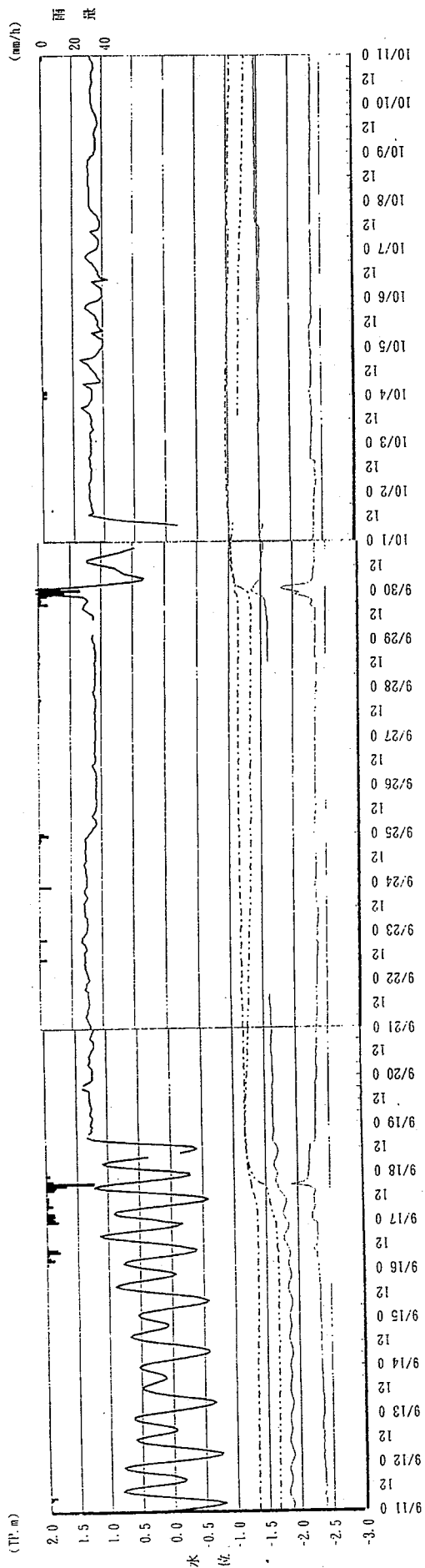


図-7-3-11 5.8km表層及び浅層地下水等の塩化物イオン濃度変化図(平均値)

表-7-3-4 5.8km地点塩化物イオン濃度(mg/l)

観測井	日付け	4/8	4/27	5/18	5/21	6/21	6/27	7/14	7/25	8/5	8/24	9/6	10/3
A	プランケット	5,300	6,970	10,000	10,000	9,230	9,400	11,300	9,470	9,730	9,670	9,900	9,800
B	プランケット	1,600	1,600	1,670	1,770	1,700	1,770	2,100	1,800	1,930	2,000	1,870	1,800
C	プランケット	1,570	1,370	670	577	1,830	940	2,300	2,100	2,400	2,470	2,500	1,800
1	表層	273	287	253	293	187	147	117	257	313	340	290	85
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
NO.9	浅層						1,300	1,600	1,600	1,600	1,500	1,500	1,000
NO.10	浅層						2,200	2,400	2,200	2,200	2,700	3,500	3,000
観測井	日付け	10/13	10/24	11/10	11/28	12/8	12/20	1/13	1/30	2/10	2/24	3/3	3/9
A	プランケット	9,230	9,700	8,670	9,530	9,530	9,630	9,570	9,130	9,430	9,200	8,530	9,070
B	プランケット	1,770	1,870	1,670	2,000	1,870	1,870	1,900	1,970	2,000	2,000	1,930	2,000
C	プランケット	1,570	1,730	1,700	1,900	1,800	1,670	1,670	1,730	1,600	1,600	1,600	1,600
1	表層	123	143	157	227	230	277	217	223	213	193	200	200
2	水路	3,030	2,830	2,730	3,000	2,870	4,530	3,170	3,800	4,830	2,900	2,730	3,130
NO.9	浅層	1,200	1,500	1,200	1,200	2,000	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,100	1,200
NO.10	浅層	2,900	2,800	2,700	3,100	3,400	3,400	3,400	2,700	3,200	3,300	3,000	3,800



凡 例	
■	時間雨量
—	長良川水位 (堰上流)
- - -	5.8k-0 (プランケット内)
- · - · -	5.8k-1 (表層)
— · — · —	5.8k-2 (水路)
- - -	NO. 9 (浅層)

注：5.8K-0の井戸は、地下水位観測のみ

長良川

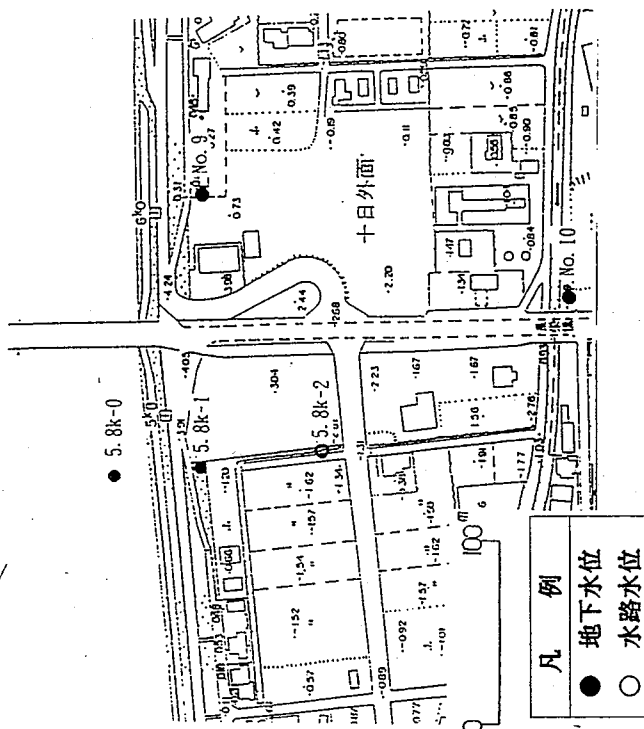


図-7-3-1 2 長良川河川水位と地下水位 (長良川5.8km付近)

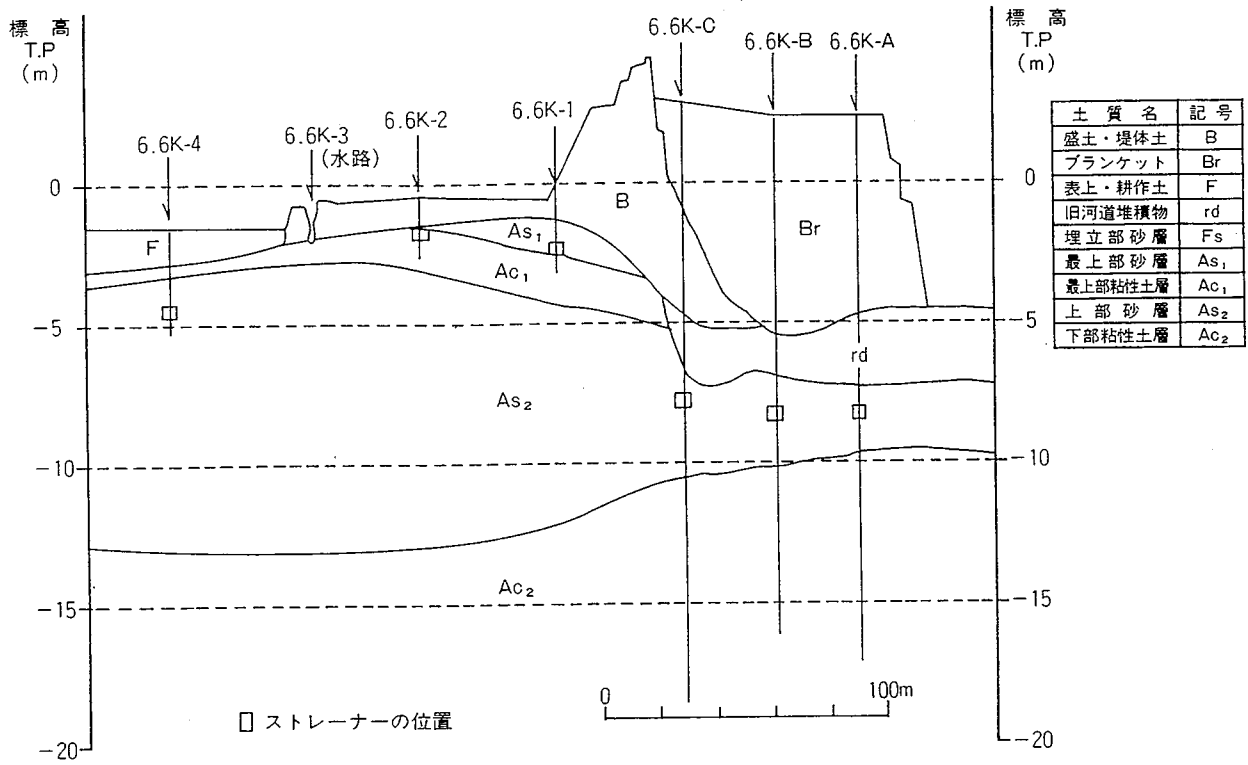


図-7-3-13 6.6km付近地質横断面図

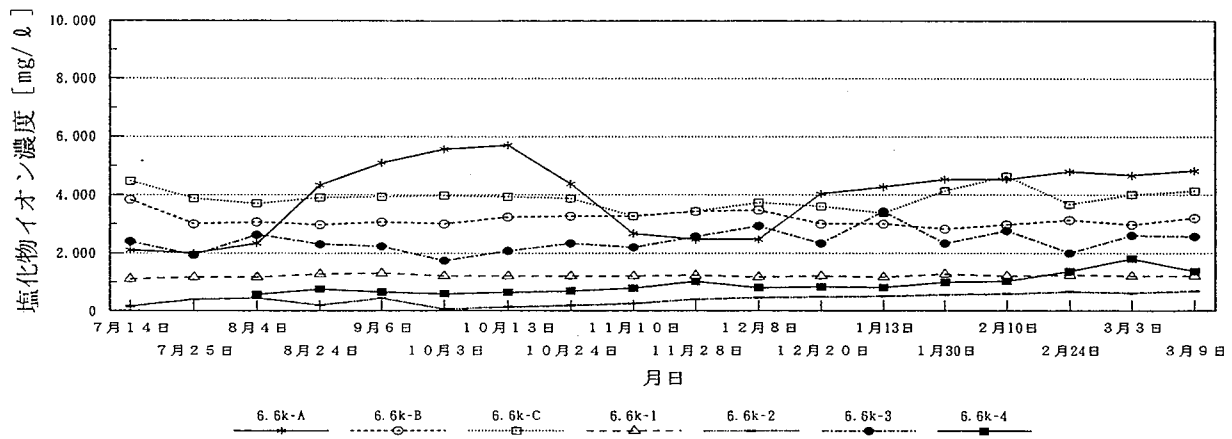
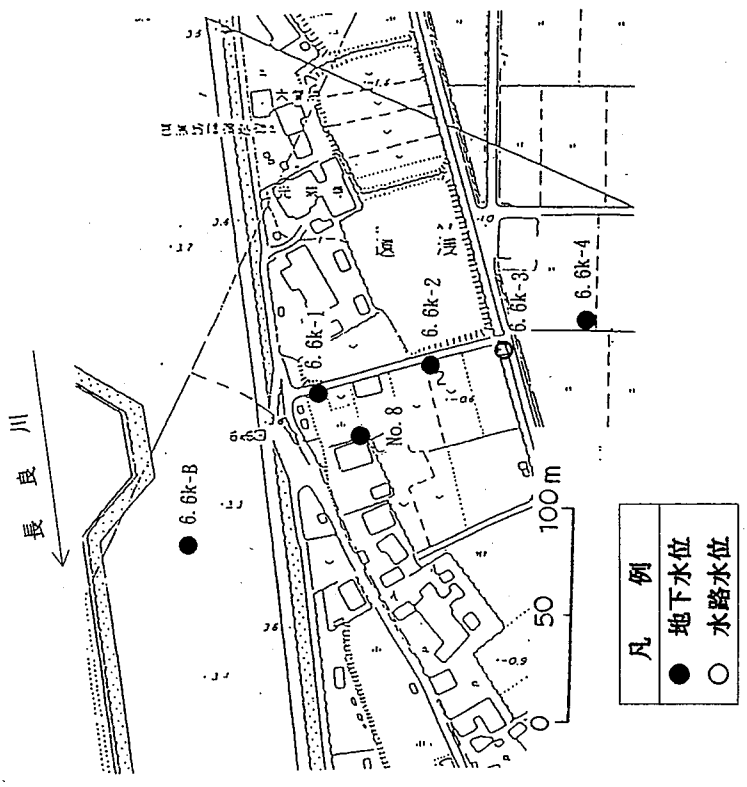
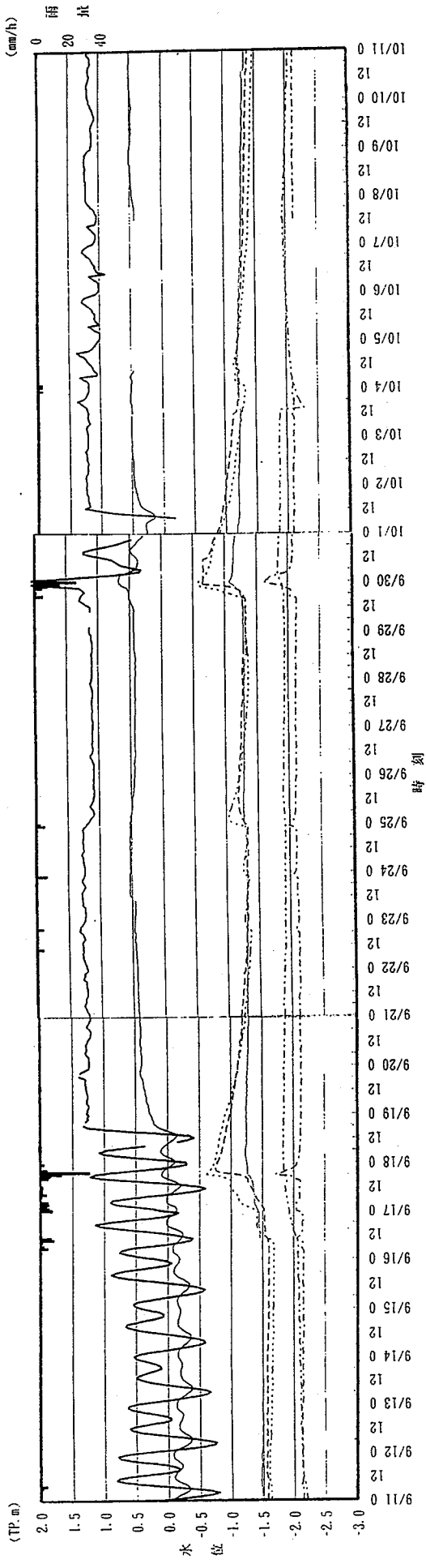


図-7-3-14 6.6km表層及び浅層地下水等の塩化物イオン濃度変化図(平均値)

表-7-3-5 6.6km地点塩化物イオン濃度(mg/L)

観測井	日付け							7/14	7/25	8/4	8/24	9/6	10/3
A	プランケット							2,100	2,000	2,330	4,330	5,100	5,570
B	プランケット							3,830	3,000	3,070	2,970	3,070	3,000
C	プランケット							4,470	3,870	3,700	3,900	3,930	3,970
1	表層							1,100	1,170	1,170	1,270	1,300	1,200
2	表層							157	400	443	200	433	61
3	水路							2,400	1,930	2,630	2,300	2,230	1,730
4	浅層									567	750	650	583
NO.8	浅層							13,000	11,000	11,000	11,000	12,000	11,000
観測井	日付け	10/13	10/24	11/10	11/28	12/8	12/20	1/13	1/30	2/10	2/24	3/3	3/9
A	プランケット	5,700	4,370	2,670	2,470	2,470	4,030	4,270	4,530	4,530	4,800	4,670	4,830
B	プランケット	3,230	3,270	3,270	3,430	3,470	3,000	3,000	2,830	2,970	3,130	2,970	3,200
C	プランケット	3,930	3,870	3,270	3,430	3,730	3,600	3,370	4,130	4,630	3,670	4,000	4,130
1	表層	1,200	1,200	1,200	1,230	1,170	1,200	1,170	1,270	1,200	1,230	1,200	1,200
2	表層	130	190	253	400	453	480	507	553	587	660	607	680
3	水路	2,070	2,330	2,200	2,570	2,930	2,330	3,430	2,330	2,770	2,000	2,600	2,570
4	浅層	637	683	780	1,020	797	827	800	987	1,023	1,367	1,800	1,367
NO.8	浅層	11,000	11,000	10,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000



凡	例
■	時間雨量
—	長良川水位 (堰上流)
—	6.6k-B (フランケット内)
- - -	6.6k-1 (表層)
· · · · ·	6.6k-2 (表層)
- - -	6.6k-3 (水路)
- - -	6.6k-4 (浅層)
—	NO.8 (浅層)

凡	例
●	地下水位
○	水路水位

図-7-3-15 長良川河川水位と地下水水位 (長良川6.6km付近)

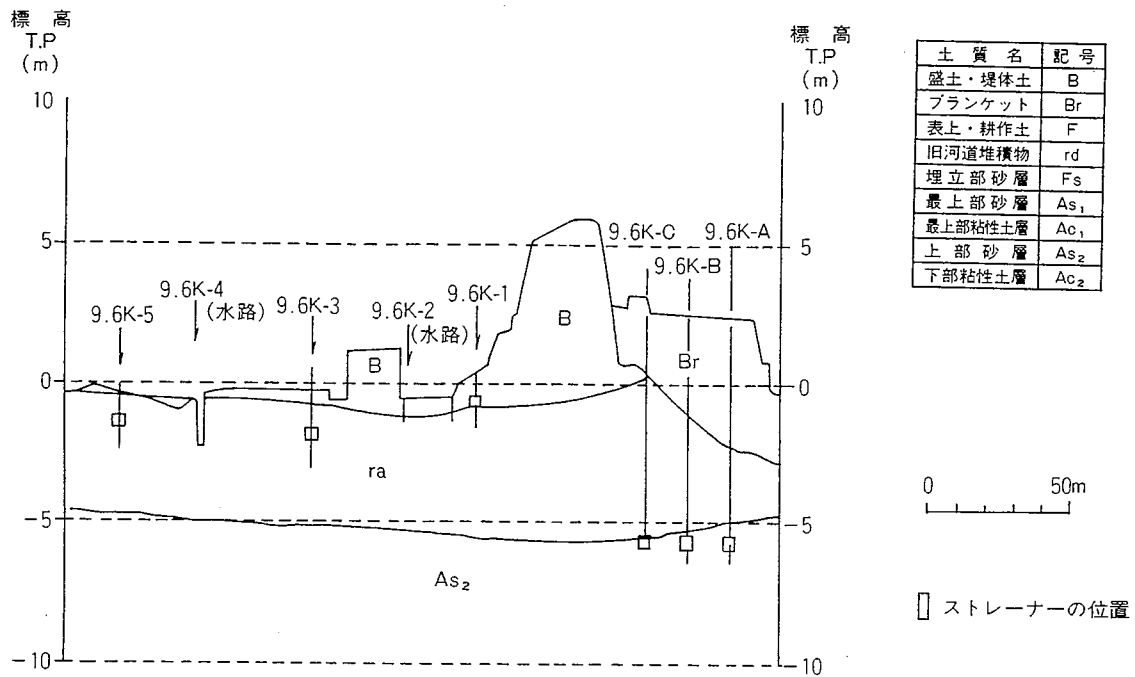


図-7-3-16 9.6km付近地質横断面

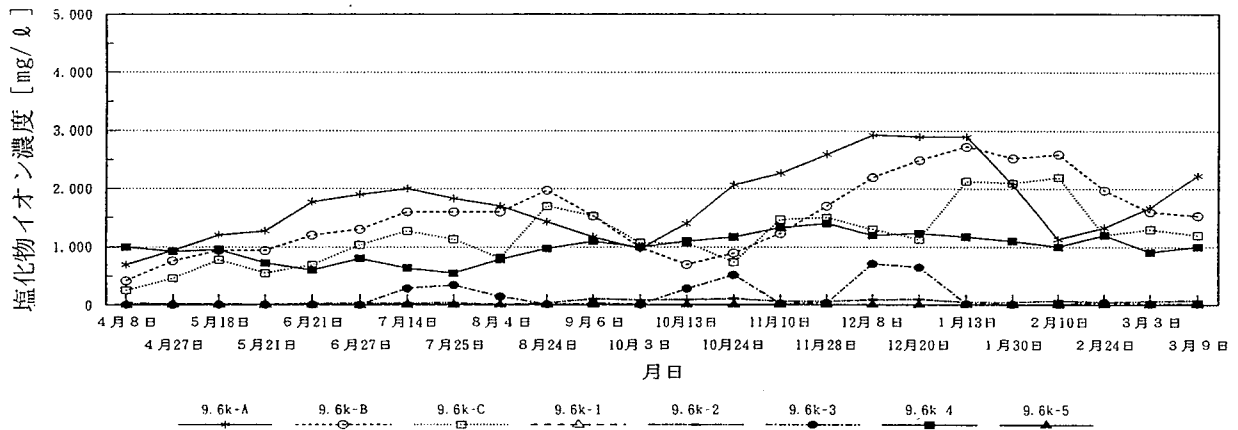
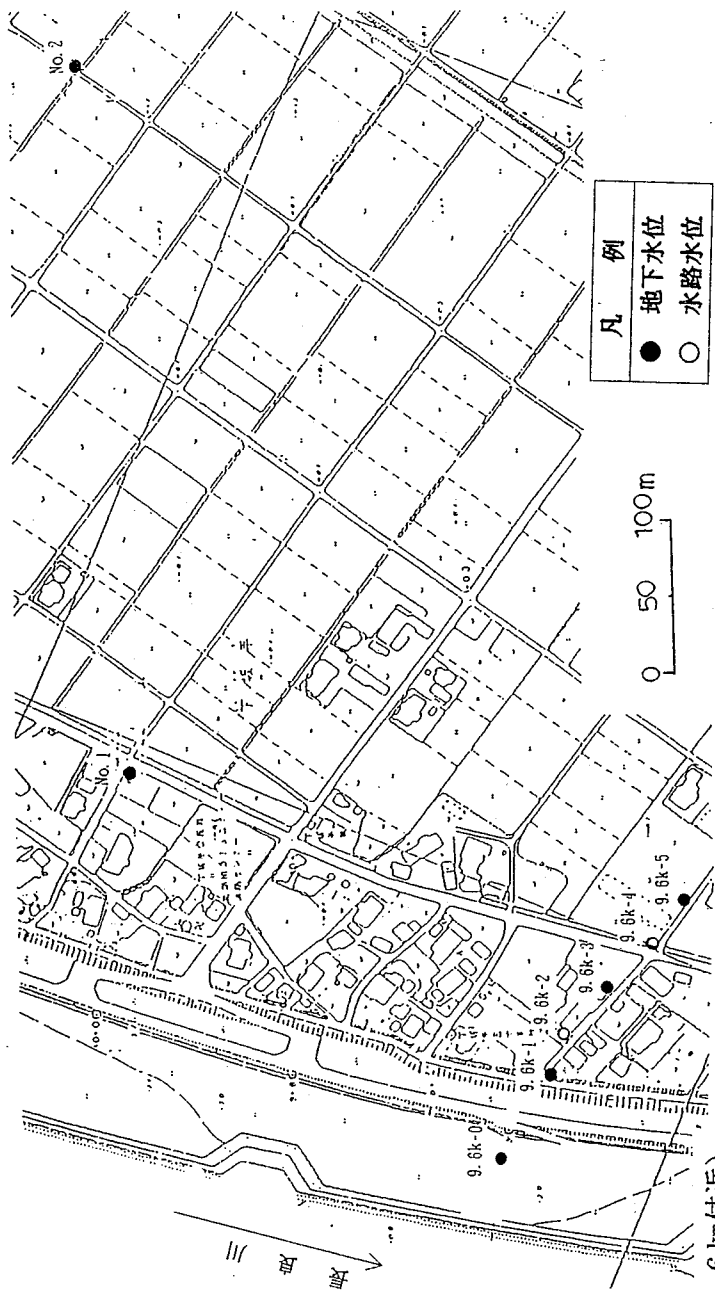
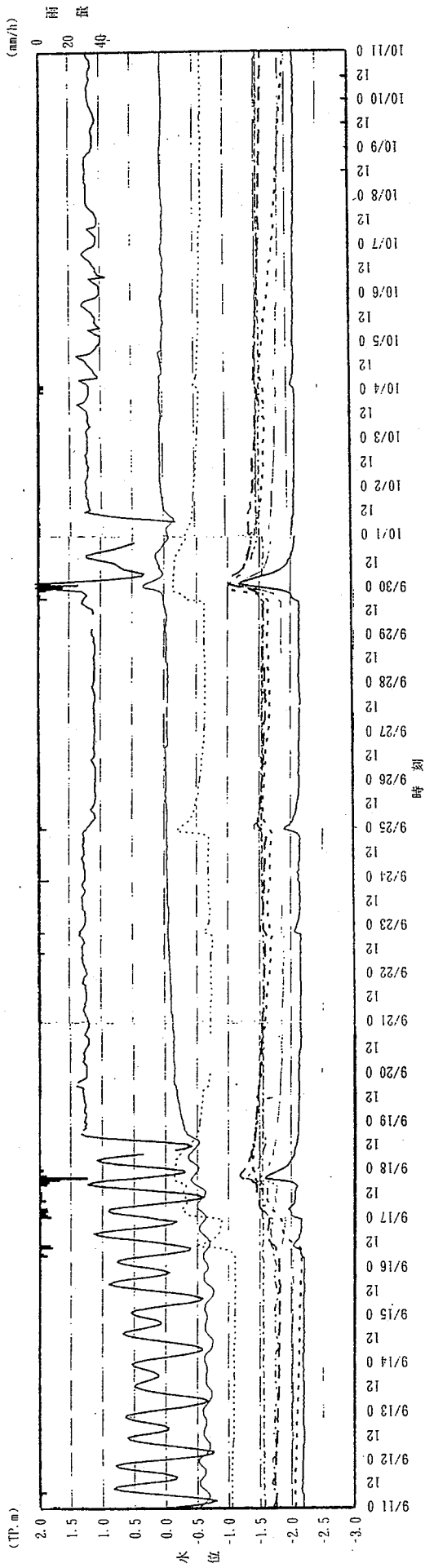


図-7-3-17 9.6km表層及び浅層地下水等の塩化物イオン濃度変化図(平均値)

表-7-3-6 9.6km地点塩化物イオン濃度(mg/l)

観測井	目付け	4/8	4/27	5/18	5/21	6/21	6/27	7/14	7/25	8/4	8/24	9/6	10/3
A	プランケット	690	937	1,200	1,270	1,770	1,900	2,000	1,830	1,700	1,430	1,170	967
B	プランケット	417	760	937	937	1,200	1,300	1,600	1,600	1,600	1,970	1,530	990
C	プランケット	253	460	777	550	690	1,030	1,270	1,130	810	1,700	1,530	1,070
1	表層	4	5	7	7	5	4	6	7	7	7	8	7
2	水路	35	18	18	16	30	36	36	42	15	34	107	88
3	表層	6	6	12	12	11	6	287	343	147	14	34	13
4	水路	993	920	950	723	603	800	637	550	783	973	1,100	997
5	表層	3	17	6	6	6	4	13	6	8	8	11	7
NO.1	浅層				230	130	140	180	170	180	190	190	170
NO.2	浅層				23	29	27	28	20	22	28	27	20
観測井	目付け	10/13	10/24	11/10	11/28	12/8	12/20	1/13	1/30	2/10	2/24	3/3	3/9
A	プランケット	1,400	2,070	2,270	2,600	2,930	2,900	2,900	2,070	1,130	1,330	1,670	2,230
B	プランケット	697	893	1,230	1,700	2,200	2,500	2,730	2,530	2,600	1,970	1,600	1,530
C	プランケット	1,070	740	1,470	1,500	1,300	1,130	2,130	2,100	2,200	1,200	1,300	1,200
1	表層	7	7	6	7	7	8	7	6	6	7	9	9
2	水路	92	113	64	62	95	100	52	45	78	56	70	75
3	表層	277	517	26	37	707	650	22	16	14	48	29	27
4	水路	1,100	1,170	1,330	1,400	1,200	1,230	1,170	1,100	1,000	1,200	910	1,000
5	表層	7	8	7	8	9	10	9	10	12	11	11	13
NO.1	浅層	160	150	150	170	170	180	180	310	210	190	190	190
NO.2	浅層	26	19	23	21	21	19	19	19	15	16	16	15



凡 例	
	時間雨量
	長良川水位 (堰上流)
	9.6k-0 (フランケット内)
	9.6k-1 (表層)
	9.6k-2 (水路)
	9.6k-3 (表層)
	9.6k-4 (水路)
	9.6k-5 (表層)
	NO. 1 (浅層)
	NO. 2 (浅層)

注：9.6k-0の井戸は、地下水
観測のみ

凡 例	
	地下水位
	水路水位

図-7-3-1.8 長良川河川水位と地下水水位 (長良川9.6km付近)

6) 堤内地の表層地下水について

- 河岸近傍の堤内地の表層地下水については、図-7-3-19 に示すとおり概ね7月から9月前半及び10月前半より3月にかけて高い塩化物イオン濃度を観測した。また、9月29日の台風第26号の降雨の影響により塩化物イオン濃度が低下したが降雨が少ないと徐々に上昇していく。
- 6.6km-1の塩化物イオン濃度が約 1,000~1,300 mg/ℓ と他の地点と比べ高いのは、A_{c1}層が堤内地側に向かって上昇しているため、長良川からの塩分を含んだ浸透水がA_{c1}層で止められる形状となっており比較的高濃度の塩水が滞留しているためではないかと考えられる (図-7-3-13)。

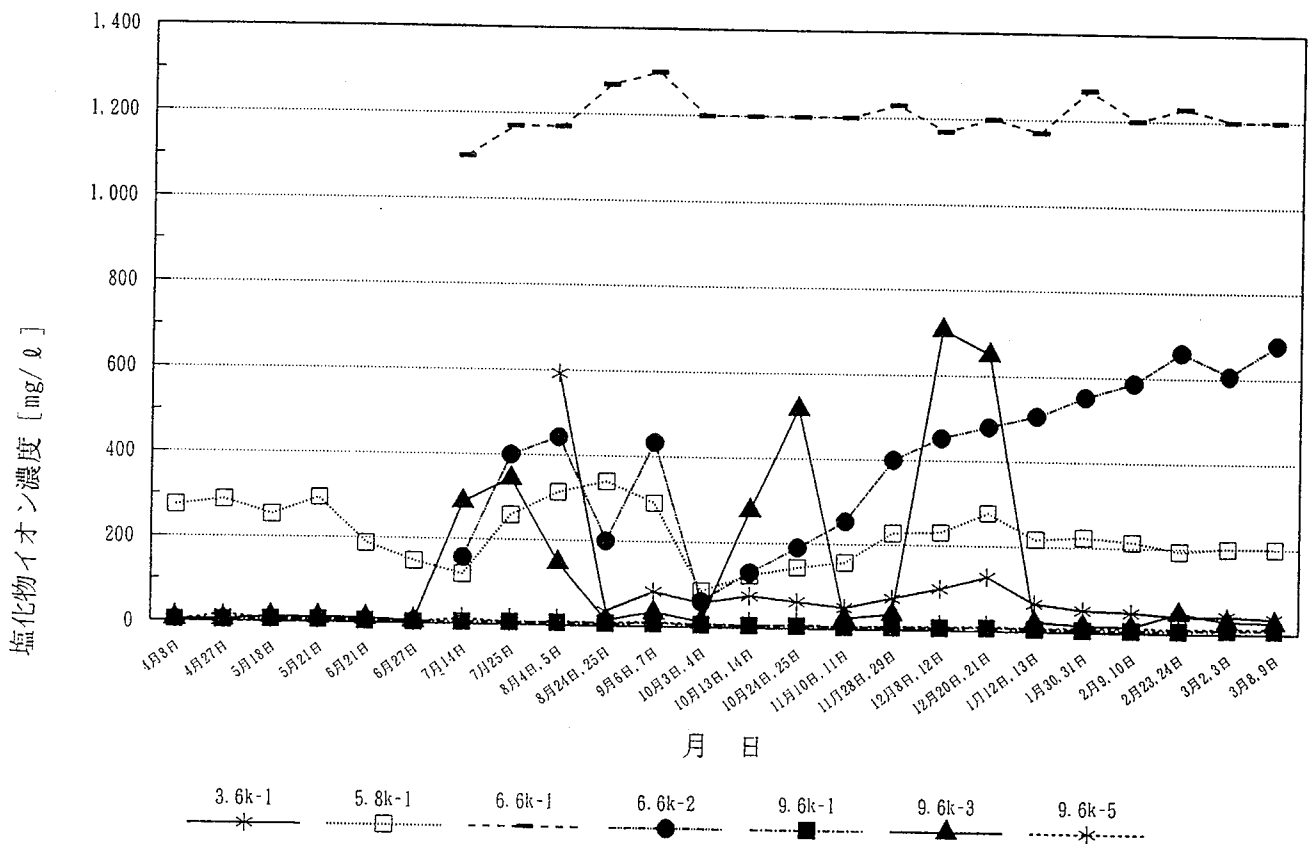


図-7-3-19 表層地下水塩化物イオン濃度変化図

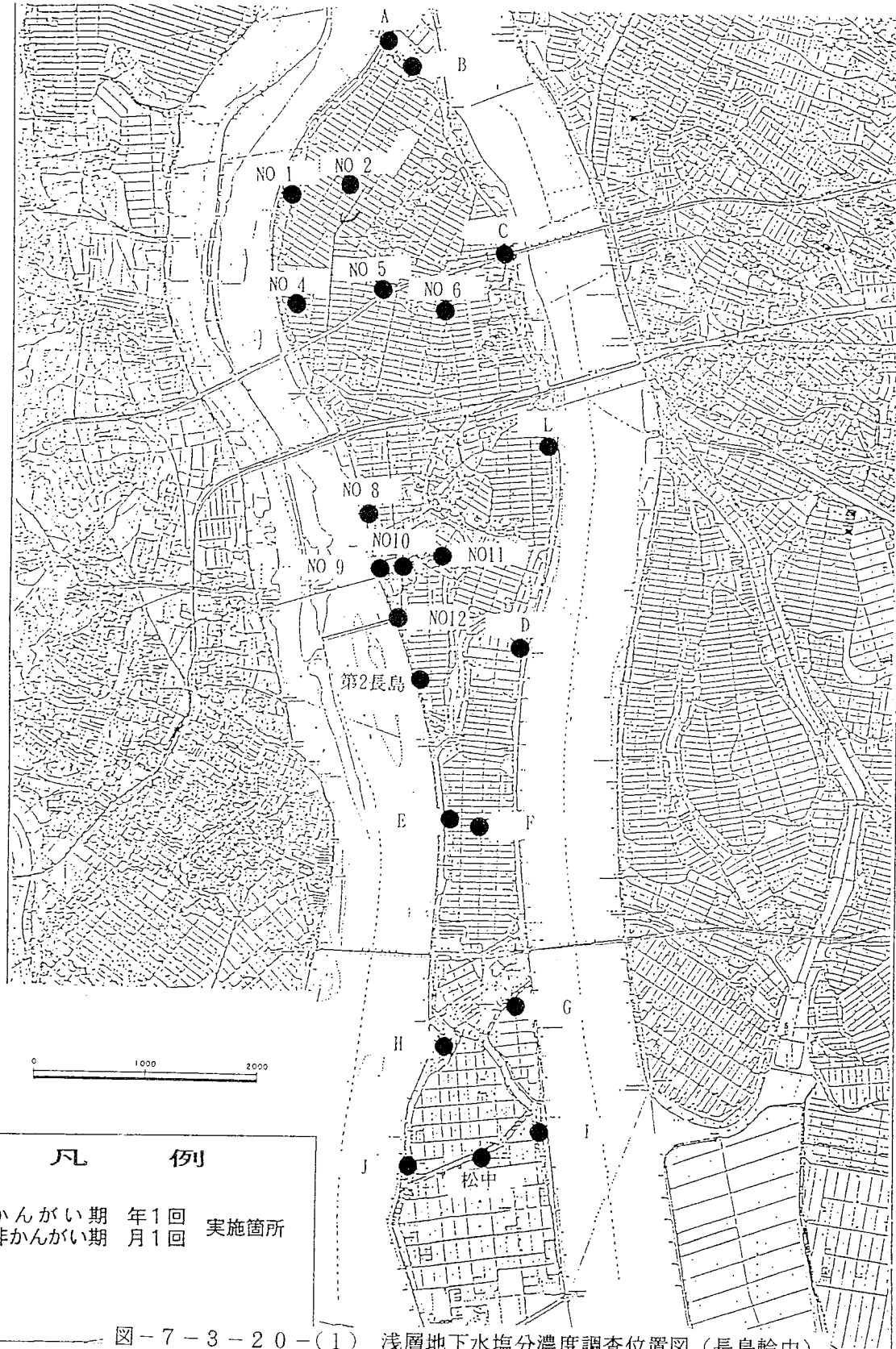
7) まとめ

- 河岸近傍の堤内地の表層地下水の塩化物イオン濃度は、長良川からの供給を原因とし濃度の変化は雨により一時的に減少するが再び河川水の浸透により徐々に上昇していく傾向を繰返してると考えられる。
- 河岸近傍の堤内地の浅層地下水の塩化物イオン濃度は、A_{c1}層が介在することにより直接降雨の影響を受けていないものと考えられる。

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-7-3-20-(1), 20-(2))

平成元年 (一部は平成2年) より観測を実施している長島輪中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観測井にて引き続き採水し、塩化物イオン濃度を測定した。



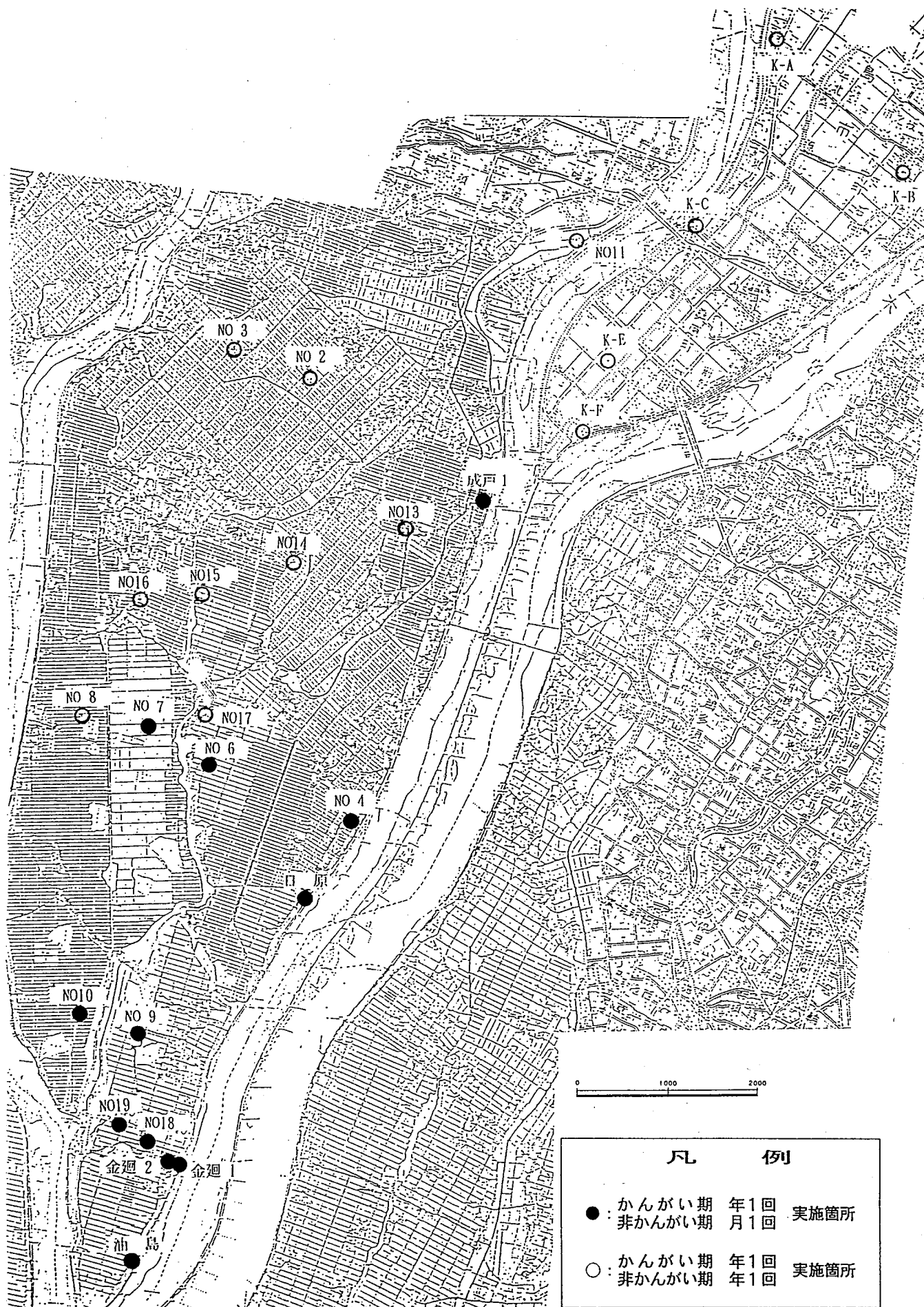


図-7-3-20-(2) 浅層地下水塩分濃度調査位置図 (高須・桑原輪中)

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(上水試験法)により塩化物イオン濃度を測定した。

c) 調査日

年1回のかんがい期の調査として、平成6年8月4日～11日に実施した。

年1回の非かんがい期の調査として、平成7年1月19日～30日に実施した。また、月1回の非かんがい期調査として、平成6年10月11～14日、11月11～18日、12月9～16日、平成7年1月23～27日、2月13～15日、2月28～3月9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-7-3-21)。
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-7-3-22)。
- ・JR関西本線(長良川7.0Km付近)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890～3,300mg/lとなっており、高い塩化物イオン濃度が観測されることがあった(表-7-3-7)。
- ・かんがい期および非かんがい期の調査結果では、各観測地点とも大きな変化は見られなかった(図-7-3-21)。

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川沿いのNO.6, 7, 9, 10, では110～480mg/lが観測された(図-7-3-23)。
大江川では、アオ取水が近年まで行われた経緯がありそのことにより塩化物イオン濃度が高い浅層地下水が形成されたものと考えられる。
- ・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-7-3-23)。

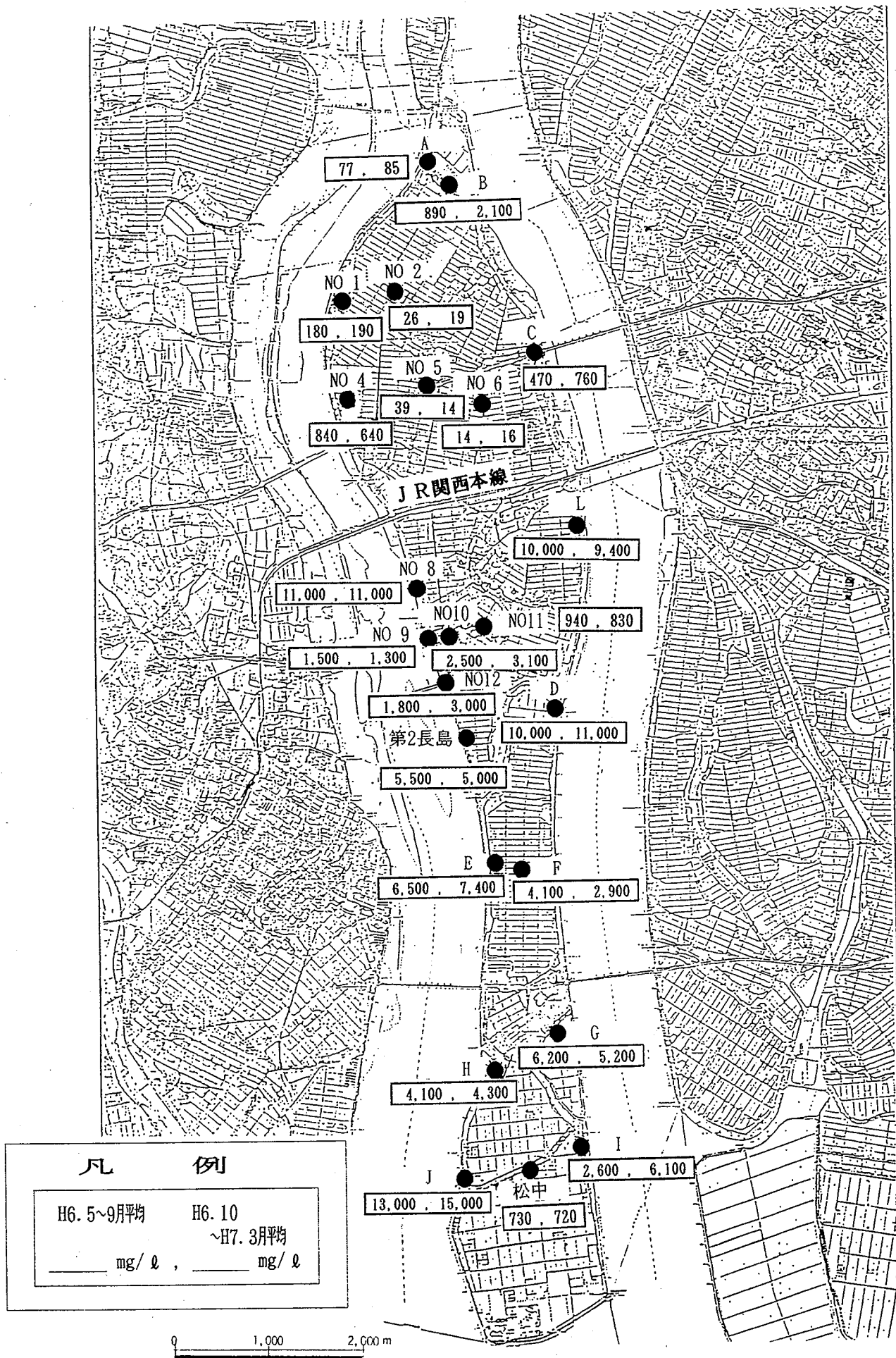


図-7-3-21 浅層地下水塩化物イオン濃度調査結果 (長島輪中)

表-7-3-7 長島輪中地下水塩分濃度調査結果

単位: mg/ℓ

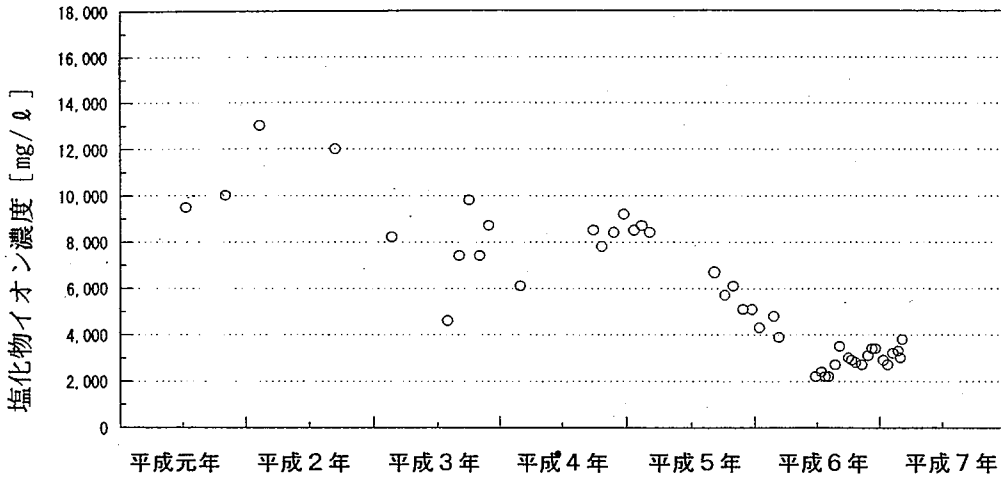
地点	H6.5.21	H6.6.21	H6.6.27	H6.7.14	H6.7.25	H6.8.5~11	H6.8.24~25	H6.9.6~7	H6.10.3~4	H6.10.13~14	H6.10.24~25
NO 1	230	130	140	180	170	180	190	190	170	160	150
NO 2	23	29	27		20	22	28	27	20	26	19
NO 4						840				890	
NO 5						39				11	
NO 6						14				13	
NO 8	11.000	11.000	11.000	13.000	11.000	11.000	11.000	12.000	11.000	11.000	11.000
NO 9			1.300		1.600	1.600	1.500	1.500	1.000	1.200	1.500
NO10			2.200	2.400	2.200	2.200	2.700	3.500	3.000	2.900	2.800
NO11						940				640	
NO12						1.800				2.100	
A						77				74	
B						890				960	
C						470				460	
D						10.000				10.000	
E						6.800	6.300	6.300	5.000	5.400	5.400
F						4.100				4.000	
G						6.200				5.300	
H						4.100				3.400	
I						2.600				8.300	
J						13.000				15.000	
L						10.000				10.000	
第2長島						5.500				5.000	
松中						730				630	

地点	H6.11.10~12	H6.11.28~29	H6.12.8~13	H6.12.20~21	H7.1.12~13	H7.1.23~31	H7.2.9~15	H7.2.23~24	H7.3.1~3	H7.3.8~9
NO 1	150	170	170	180	170	310	210	190	190	190
NO 2	23	21	21	19	17	19	15	16	16	15
NO 4	700		730			500	530		510	
NO 5	19		8			26	13		9	
NO 6	14		16			17	17		17	
NO 8	10.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
NO 9	1.200	1.200	2.000	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.100	1.200
NO10	2.700	3.100	3.400	3.400	2.900	2.700	3.200	3.300	3.000	3.800
NO11	760		800			890	960		900	
NO12	2.000		4.700			3.300	2.900		2.800	
A	79		89			87	95		84	
B	970		1.500			2.600	3.000		3.300	
C	720		740			880	880		900	
D	12.000		11.000			12.000	12.000		11.000	
E		7.000	7.600	8.000	8.700	9.000	8.300	8.700	8.600	8.700
F	4.100		3.500			3.200	1.400		1.300	
G	5.100		4.900			4.600	5.500		5.600	
H	4.200		4.100			4.500	4.800		4.800	
I	5.700		5.700			5.700	5.400		5.600	
J	15.000		14.000			14.000	14.000		15.000	
L	10.000		9.200			9.200	9.200		9.000	
第2長島	5.000		4.900			5.000	4.900		4.900	
松中	710		700			750	760		760	

凡書号:長島NO. 10

調査地点:

調査年月日: 年 月 日 ~



NO. 10

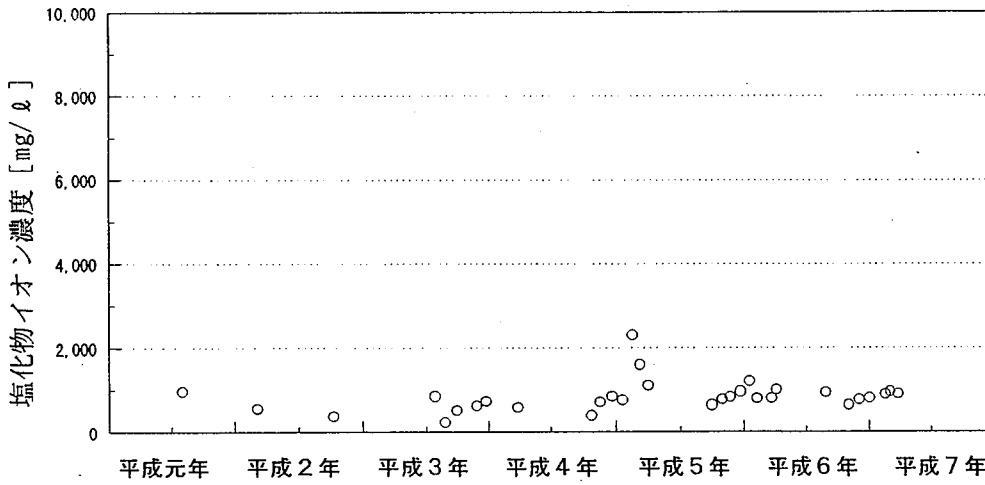
深 尺 m	深 高 m	厚 度 m	注 状 況	地 質 名
1	1.0	1.0		砂
2	1.0	1.0		砂
3	1.0	1.0		砂
4	1.0	1.0		砂
5	1.0	1.0		砂
6	1.0	1.0		砂
7	1.0	1.0		砂
8	1.0	1.0		砂
9	1.0	1.0		砂
10	1.0	1.0		砂
11	1.0	1.0		砂
12	1.0	1.0		砂
13	1.0	1.0		砂
14	1.0	1.0		砂
15	1.0	1.0		砂
16	1.0	1.0		砂
17	1.0	1.0		砂

観測パイプ
4.50
6.50
7.00

凡書号:長島NO. 11

調査地点:

調査年月日: 年 月 日 ~



NO. 11

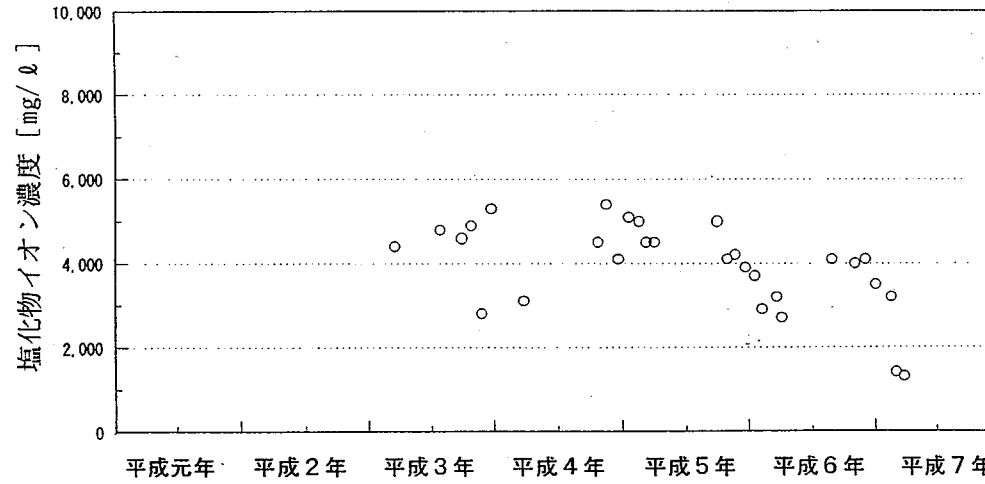
深 尺 m	深 高 m	厚 度 m	注 状 況	地 質 名
1	1.0	1.0		砂
2	1.0	1.0		砂
3	1.0	1.0		砂
4	1.0	1.0		砂
5	1.0	1.0		砂
6	1.0	1.0		砂
7	1.0	1.0		砂
8	1.0	1.0		砂
9	1.0	1.0		砂
10	1.0	1.0		砂
11	1.0	1.0		砂
12	1.0	1.0		砂
13	1.0	1.0		砂
14	1.0	1.0		砂
15	1.0	1.0		砂
16	1.0	1.0		砂
17	1.0	1.0		砂

観測パイプ
4.70
6.70
7.30

凡書号:長島F

調査地点:

調査年月日: 年 月 日 ~



F

深 尺 m	深 高 m	厚 度 m	注 状 況	地 質 名
1	1.0	1.0		砂
2	1.0	1.0		砂
3	1.0	1.0		砂
4	1.0	1.0		砂
5	1.0	1.0		砂
6	1.0	1.0		砂
7	1.0	1.0		砂
8	1.0	1.0		砂
9	1.0	1.0		砂
10	1.0	1.0		砂
11	1.0	1.0		砂
12	1.0	1.0		砂
13	1.0	1.0		砂
14	1.0	1.0		砂
15	1.0	1.0		砂
16	1.0	1.0		砂
17	1.0	1.0		砂

観測パイプ
4.10
6.10
6.60

図-7-3-22 浅層地下水塩化物イオン濃度経年変化図(長島輪中)

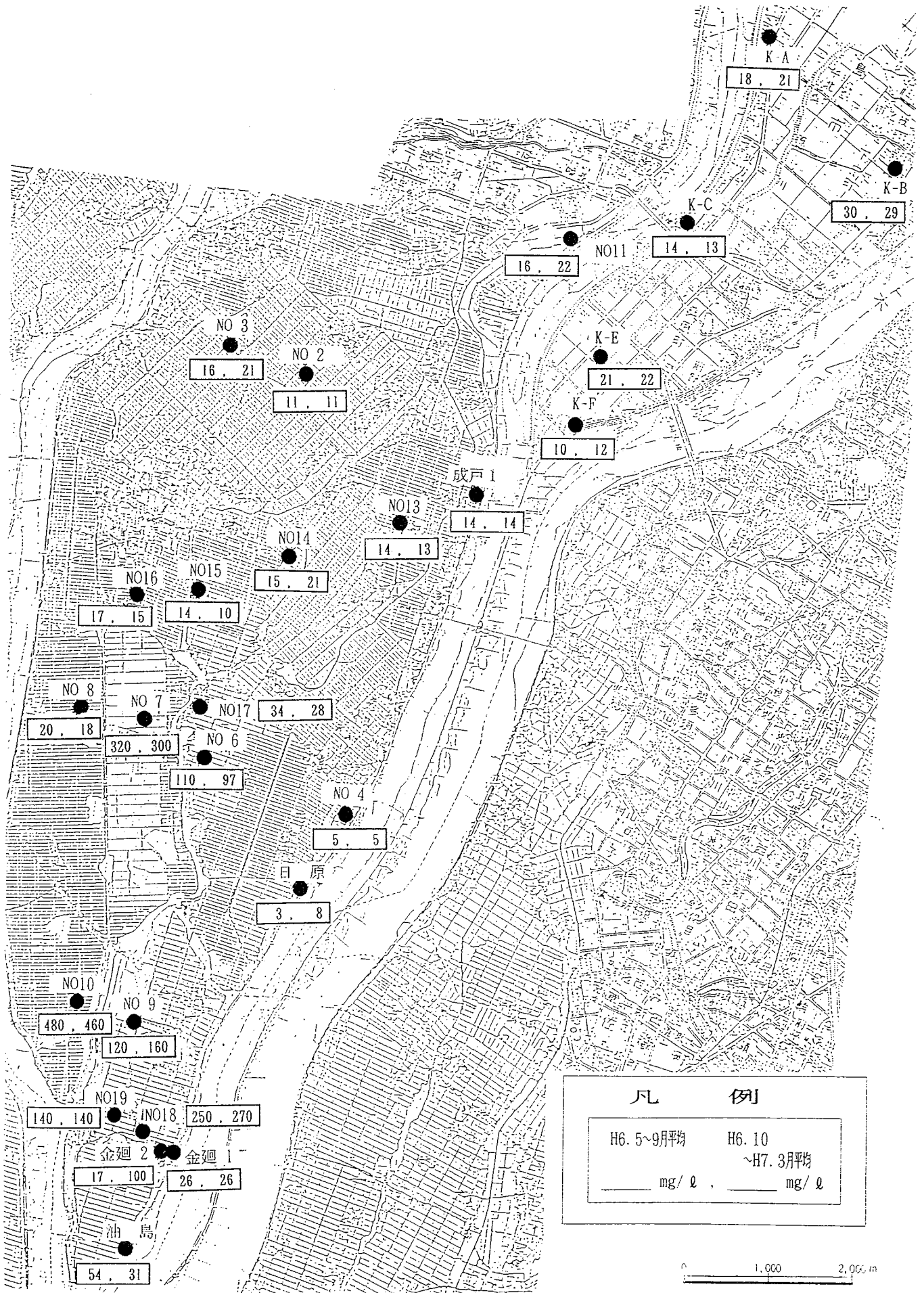


図-7-3-23 浅層地下水塩化物イオン濃度調査結果 (高須・桑原輪中)

表-7-3-8 高須輪中地下水塩分濃度調査結果 単位: mg/ℓ

地点	H6.8.5~11	H6.10.13~14	H6.11.10~12	H6.12.8~13	H7.1.23~31	H7.2.13	H7.2.28~3.1
成戸1	14	8	13	14	16	17	16
NO 2	11				11		
NO 3	16				21		
NO 4	5	5	5	4	4	5	5
NO 6	110	120	120	110	110	110	10
NO 7	320	310	330	310	310	280	270
NO 8	20				18		
NO 9	120	150	160	140	150	130	230
NO10	480	420	500	480	470	460	450
NO11	16				22		
NO13	14				13		
NO14	15				21		
NO15	14				10		
NO16	17				15		
NO17	34				28		
NO18	250	270	260	270	260	270	260
NO19	140	77	140	130	150	160	160
金廻1	26	19	23	26	29	29	29
金廻2	17	72	91	110	110	120	120
油島	54	62	16	19	46	20	24
日原	3	4	4	5	9	10	18

表-7-3-9 桑原輪中地下水塩分濃度調査結果
単位: mg/ℓ

地点	H6.8.5~11	H7.1.23~31
K-A	18	21
K-B	30	29
K-C	14	13
K-E	21	22
K-F	10	12

7-3-3 深層地下水の塩分濃度調査

a) 調査地点 (図-7-3-24-(1), 24-(2))

長島輪中については、長島町における第1滞水層 (T.P-40~-70m内外の深度にある砂礫層に相当) の地下水の塩化物イオン濃度調査地点で現在採水可能な井戸10か所にて採水・測定を実施した。

高須、桑原輪中では、建設省が実施している地下水水質調査地点各1か所の調査井戸にて採水・測定を実施した。

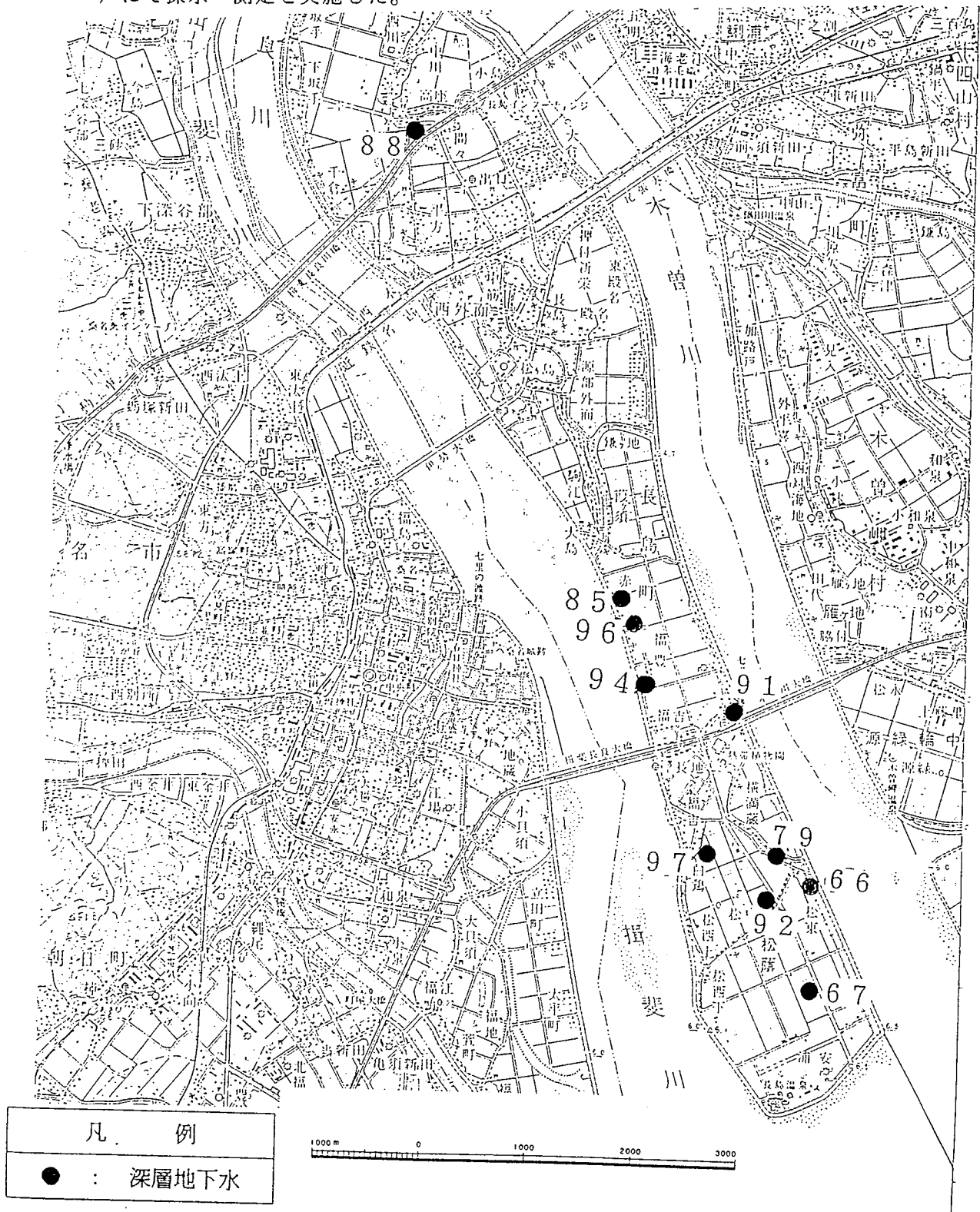


図-7-3-24-(1) 深層地下水塩分濃度調査位置図 (長島輪中)

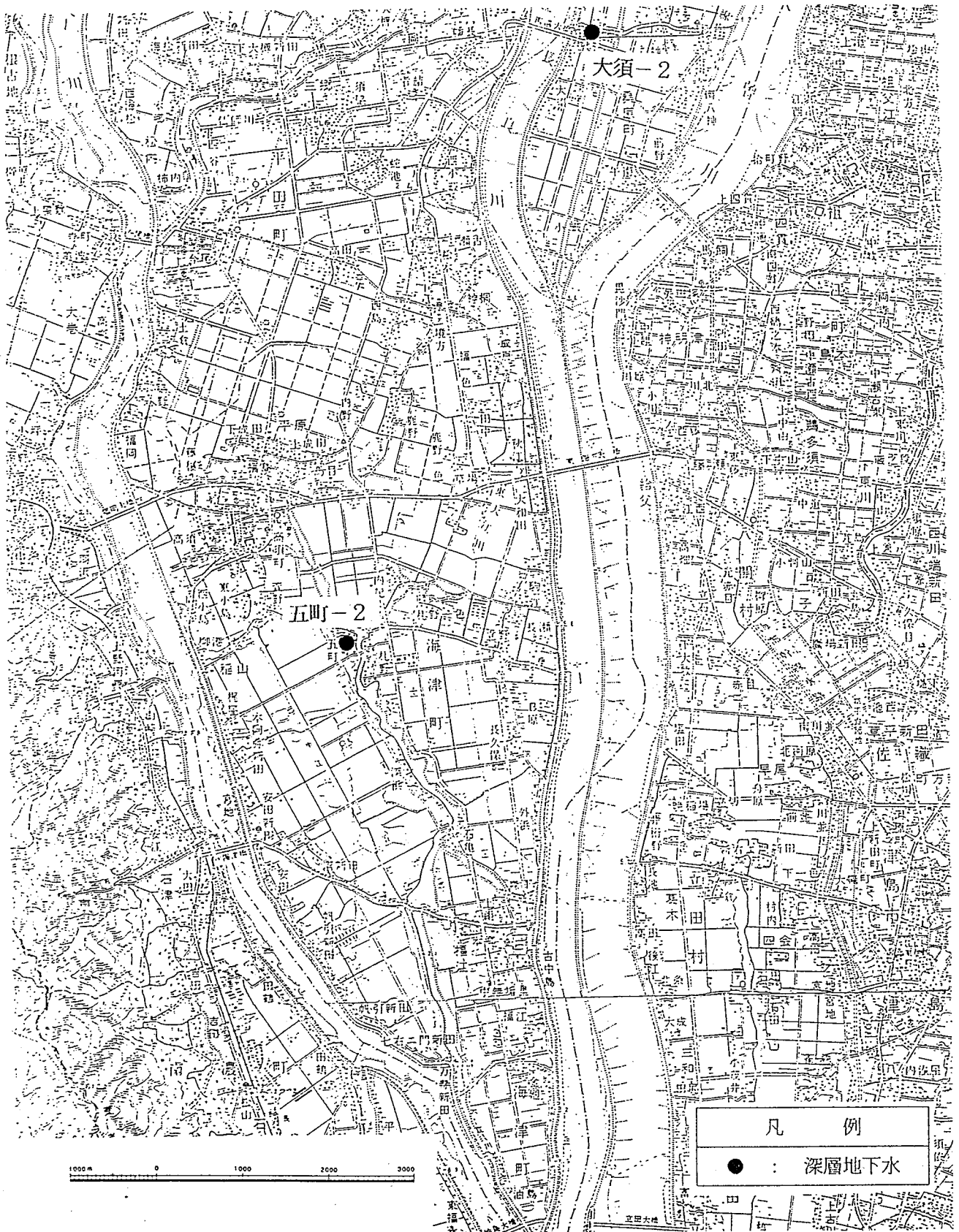


図-7-3-24-(2) 深層地下水塩分濃度調査位置図(高須・桑原輪中)

b) 調査の方法

長島輪中深層地下水の採水は、観測地点の揚水施設から水を流した状態を約5分程度続け、その後試料(1,000ml)を採水し室内分析(上水試験法)により塩化物イオン濃度を測定した。

高須、桑原輪中深層地下水の採水は、深井戸揚水装置を使い採水し室内分析(上水試験法)により測定した。

c) 調査日

平成6年8月4日～11日(かんがい期)および平成7年1月23日～24日(非かんがい期)に実施した。

d) 調査結果

8月(かんがい期)、1月(非かんがい期)での結果は、長島輪中の深層地下水の塩化物イオン濃度は、1,100～2,400mg/ℓ(長島町高座地点No88では、280mg/ℓ)とほぼ塩水化している。

また、高須、桑原輪中の深層地下水は、3.1～9.3mg/ℓと塩水化は見られない。

表-7-3-10 深層地下水塩分調査結果

	地点名	深さ	塩化物イオン濃度 (mg/ℓ)		
			過去の測定結果*1	H6.8調査結果	H7.1調査結果
長島輪中	66	55m	1,640～1,950	1,600	1,700
	67	55	1,490～1,800	1,700	1,700
	79	65	990	1,100	1,200
	85	42	570～1,570	1,100	1,200
	88	55	160～370	280	260
	91	50	1,340～1,550	1,100	1,200
	92	50	2,510	1,600	1,600
	94	50	570～1,570	1,200	1,400
	96	50	570～1,570	1,300	1,400
	97	55	1,970	2,400	*2
高須輪中	五町 2	55		9.3	9.0
桑原輪中	大須 2	55		3.2	3.1

*1 S62.4 三重県地盤沈下調査研究会発表資料

*2 ポンプ故障のため採水不能

7-3-4 塩分濃度調査のまとめ

(1) 長島輪中

長島輪中の表層地下水は浅層に比べ全般的には低塩分の傾向にあった。これは、降雨、かんがい用水の降下浸透によるものと考えられる。

浅層地下水は、ほぼ全域において塩水化されていることが確認された。浅層地下水の塩化物イオン濃度はA_{s2}層上部に広く分布するA_{c1}層の遮水効果により降雨、かんがい用水の降下浸透の影響を受けにくく、河川水の影響による影響をより受けやすくなっていることによるものと推測される。

また、深層地下水については、ほぼ塩水化していた。

(2) 高須輪中

高須輪中の浅層地下水の塩化物イオン濃度は、全般的に100 mg/ℓ以下となっているが、大江川沿いではやや高い値が観測された。

深層地下水については、塩水化は見られない。

(3) 桑原輪中

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。

深層地下水についても塩水化は見られない。

7-3-5 輪中地下水の塩水化についての検討

A) 輪中地下水の塩水化についての検討

目的

長良川において、マウンド等の大規模浚渫を実施することにより塩水が遡上し、それに伴う高須輪中地下水への影響についての数値解析の検証を行うとともに、16Km断面について上部粘性土層（ A_{c1} 層）が一部存在する場合の影響を把握するため、地下水塩水化の数値解析を行う。

1) 数値解析モデルの検証

モデルの検証は、高須輪中の大部分に共通する上部粘性土層（ A_{c1} 層）の存在する断面として、24Km断面について解析の結果求められた地下水ポテンシャルと平成6年に浅層地下水観測井（成戸No.1, No.13, No.14, No.15）で測定された地下水位を対比することで行う。図-7-3-25 に示すように計算値は実測値をほぼ再現しており、解析モデルは概ね妥当であることが検証された。

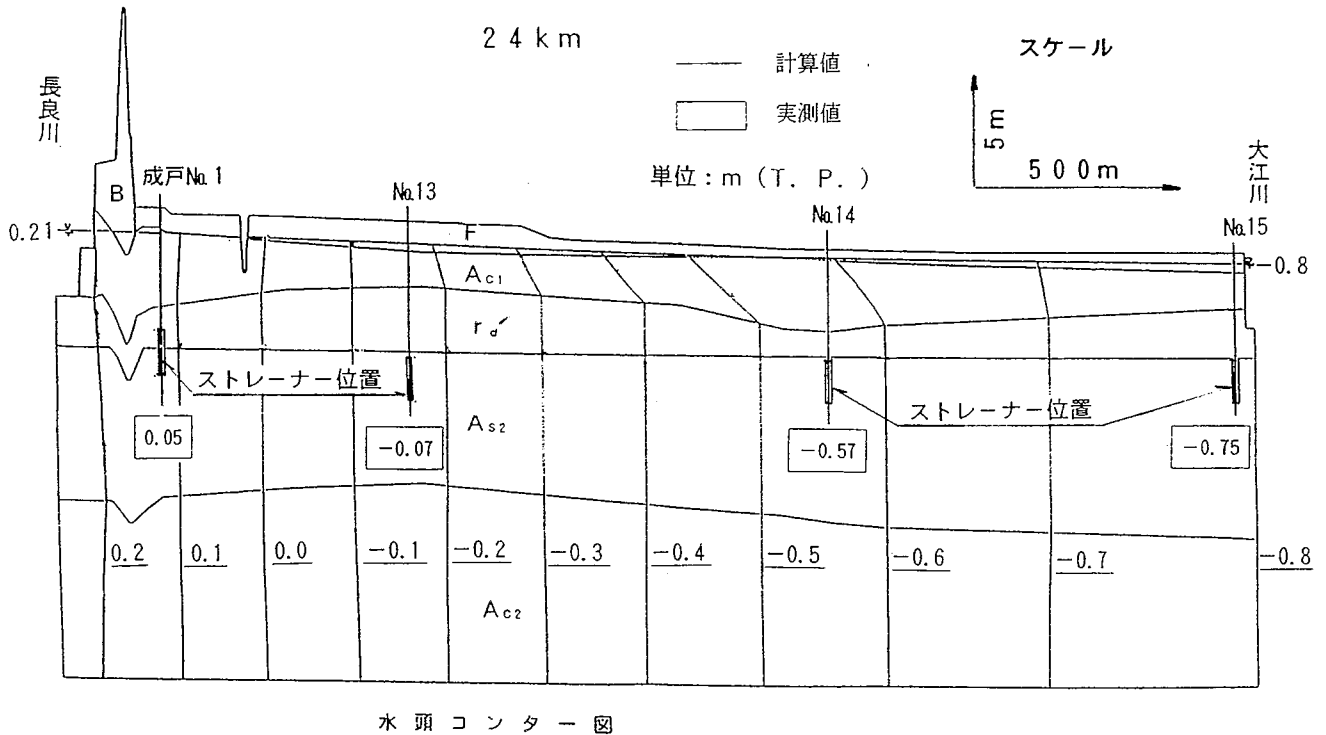


図-7-3-25 地下水塩水化の数値解析結果と実測地下水位との対比

◎ 数値解析で用いた定数

表-7-3-11

土質名	記号	透水係数 (Cm/S)	
		水平方向	鉛直方向
堤体盛土	B	1.0×10^{-3}	1.0×10^{-4}
耕土	F	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-6}
上部粘性土層	Λ_{c1}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-6}
埋積河畔砂丘	r d'	3.0×10^{-2}	3.0×10^{-3}
上部砂層	Λ_{s2}	8.0×10^{-3}	8.0×10^{-4}
下部粘性土層	Λ_{c2}	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-7}

なお、境界条件として、地下水面は、長良川と大江川の水面を結んだ線で設定した。

2) 地下水塩水化数値解析結果

高須輪中16Km付近には長良川から大江川に通ずる旧河道が存在するため、平成4年建設省でとりまとめた「長良川河口堰に関する技術報告」では、上部粘性土層 (Λ_{c1} 層) が旧河道堆積物 (r d層) に置き換った断面を想定して数値解析を行ったが、測線の設定位置により Λ_{c1} 層が一部存在することとなるため、 Λ_{c1} 層が一部存在する場合について新たに数値解析を行った。16Km付近における Λ_{c1} 層のない場合 (図-7-3-26) とある場合 (図-7-3-27) を浚渫後10年経過時において比較すると、 Λ_{c1} 層内および、その付近では塩水の進入速度がやや低くなっているものの全体的には、同様に塩水化しており Λ_{c1} 層が部分的に存在しても全体的な塩水化の進行状況にはあまり影響しないことがわかった。

(数値：塩化物イオン濃度 mg/ℓ)

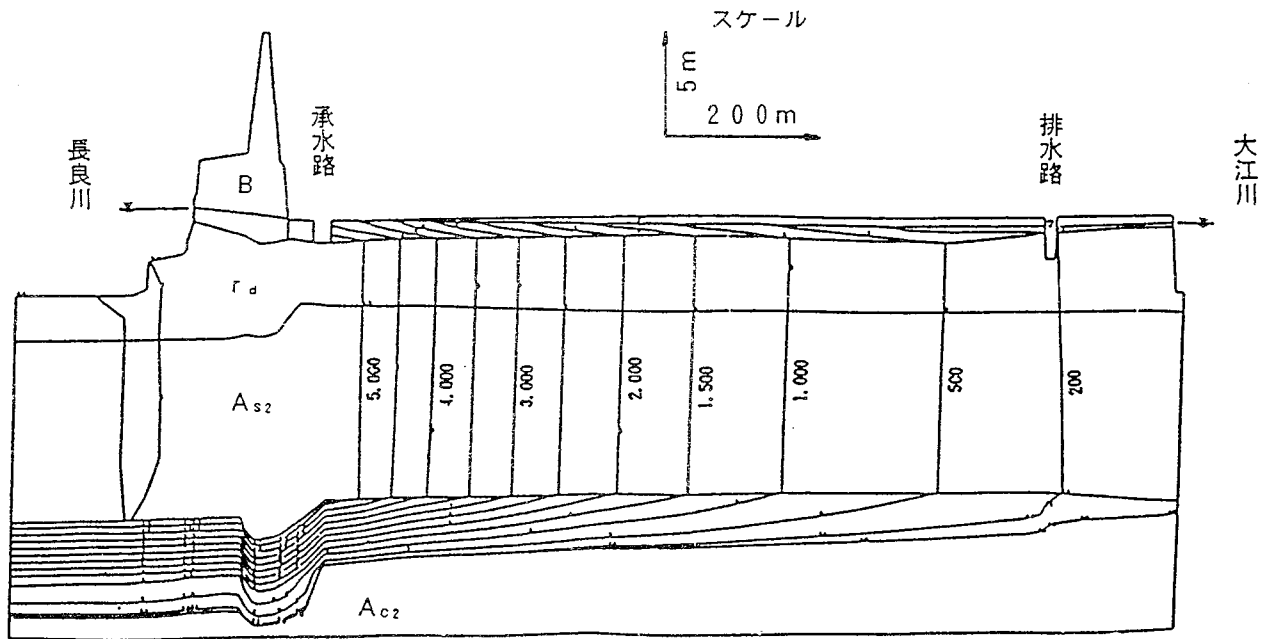


図-7-3-26 地下水の塩水化の数値解析結果 (浚渫後10年経過時)
(1.6 Km付近において「水みち」のみを考慮した場合)

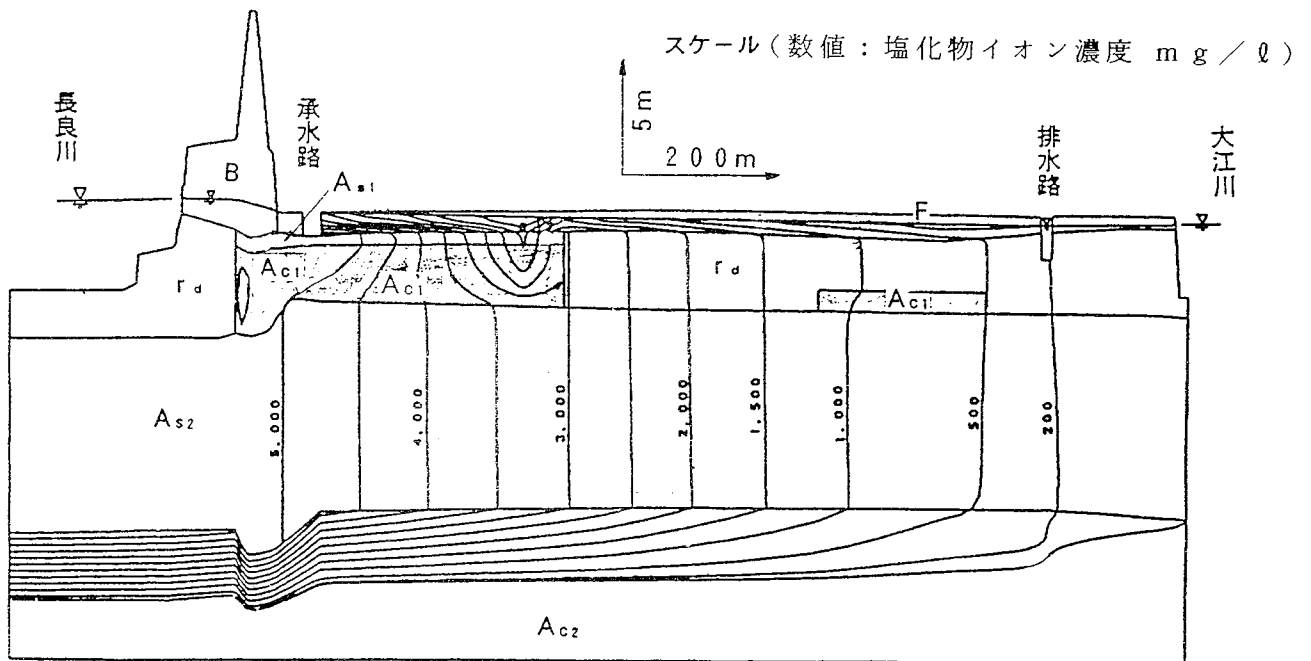


図-7-3-27 地下水の塩水化の数値解析結果 (浚渫後10年経過時)
(1.6 Km付近に A_{c1} 層が一部存在する場合)

B) 塩水化防止策の効果検討

目的

塩水化防止策として、降雨および輪中内で使用されているかんがい用水による地下水塩水化への影響把握および堤内承水路等による塩水化防止効果の検討を行う。

1) 降雨およびかんがい用水による地下水塩水化への影響把握の検討

表層地下水の塩化物イオン濃度が降雨やかんがい用水によりどのような影響を受けるか、また、その影響が浅層地下水にも及ぶかを概略的に検討するため、長島輪中の部分モデル（ユニットモデル）を作成し、数値解析を行った。

① 計算条件

(1) 解析断面について

Λ_{c1} 層の分布する断面で、地下水位データの得られる断面として 8.6Km を選定し、断面延長約 100m をモデル化した。

(2) 地層構造について

地質データから各地層の厚さを決定した。

(3) 透水係数等について

基本的には、「長良川河口堰に関する技術報告」と同一としたが、耕土については耕作の影響、減水深等も考慮し表層の上層20cm（作土・耕盤）は水平および鉛直方向の透水係数を $3 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ と同一にし、下層の20cm（心土）は Λ_{s1} 層の値とした。耕土の分散長についても、透水係数の修正に対応して表-7-3-12 のとおり設定した。

表-7-3-12 透水係数、分散拡散係数等の採用諸定数

透水係数等

土質名	記号	透水係数 (cm/s)		有効間隙率 n	比貯留係数 S_s (1/m)
		水平方向	鉛直方向		
表層 (作土・耕盤)	F_1	3.0×10^{-5}	3.0×10^{-5}	0.1	5.0×10^{-3}
表層 (心土)	F_2	5.0×10^{-3}	5.0×10^{-4}	0.2	2.0×10^{-4}
最上部砂層	Λ_{s1}	5.0×10^{-3}	5.0×10^{-4}	0.2	2.0×10^{-4}
上部粘性土層	Λ_{c1}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-6}	0.1	5.0×10^{-3}
上部砂層	Λ_{s2}	8.0×10^{-3}	8.0×10^{-4}	0.2	2.0×10^{-4}

分散長等

土質名	記号	分散長 (m)		分散拡散係数 (cm ² /s)
		縦分散長	横分散長	
表層 (作土・耕盤)	F_1	10	10	1.0×10^{-6}
表層 (心土)	F_2	100	10	1.0×10^{-6}
最上部砂層	Λ_{s1}	100	10	1.0×10^{-6}
上部粘性土層	Λ_{c1}	10	1	1.0×10^{-6}
上部砂層	Λ_{s2}	1000	100	1.0×10^{-6}

(4) モデル境界の水位について

測線近傍で観測されたN0. 4、N0. 17観測井の浅層地下水位を基に、モデルの河川側の境界水位は、かんがい期、非かんがい期に分けてN0. 4の平均水位で与えた。

一方、堤内地側の境界水位は、河川側の境界水位からN0. 4～N0. 17への動水勾配を延長し堤内地側境界と交わる高さを水位として与えた。

(5) 地表からの供給水について

計算に用いた平均減水深は、昭和59年5月11日より8月17日に千倉、下坂手地先で測られた平均減水深の15.6mm/日を基本に、かんがい用水取水量、降雨量、蒸発散量から月別に設定した。

なお、蒸発散量は気温からソーンスウェイト法により1ヶ月単位で算定した。

(6) 初期濃度

初期濃度は、9.6km⁴（幹線排水路）の塩化物イオン濃度を参考に1,000 mg/ℓとして与えた。

(7) 境界の塩化物イオン濃度

河川側の境界の塩化物イオン濃度は、1,000 mg/ℓとし下端、および堤内地側の塩化物イオン濃度はフリーとした。

② 解析の結果

経過3年目のかんがい期および非かんがい期の塩化物イオン濃度分布を図-7-3-28 図-7-3-29 に示す。

かんがい期には、表層地下水位は、ほぼ地表まで達するが、非かんがい期には表層地下水位は、A_{s1}層の中間程度まで低下する。

表層地下水の塩化物イオン濃度は、当初 1,000mg/ℓ あったものが、かんがい期、非かんがい期とも 100mg/ℓ 程度以下となり、長島輪中の表層地下水の塩化物イオン濃度をオーダー的に概ね再現している。塩化物イオン濃度の勾配がA_{c1}層内で大きく、浅層地下水の塩化物イオン濃度は、800~900mg/ℓ であり地表からの涵養水の影響をあまり受けていない。これは、A_{c1}層の透水性がA_{s1}層、A_{s2}層に比べて小さく遮水層として作用しているためと考えられる。

(単位：T.P. m)

	長良川側 境界水位 (NO ₃)	堤内地側 境界水位
かんがい期	-1.80	-1.95
非かんがい期	-1.98	-2.20

数値：塩化物イオン濃度 (mg/l)

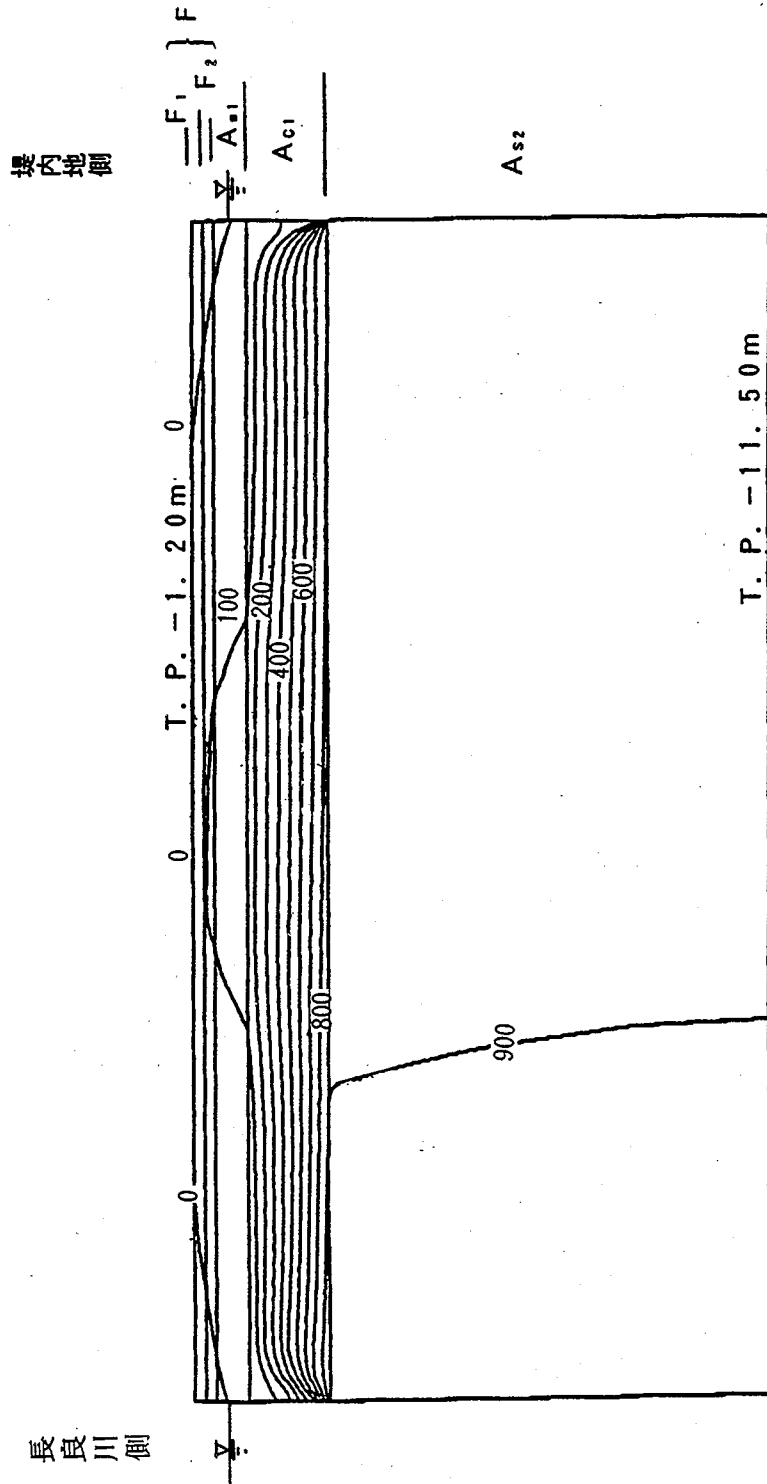


図-7-3-28 ユニットモデルでの塩水解析結果 (3年目、かんがい期)

(単位：T. P. m)

	長良川側 境界水位 (N04)	堤内地側 境界水位
かんがい期	-1.80	-1.95
非かんがい期	-1.98	-2.20

数値：塩化物イオン濃度 (mg/ℓ)

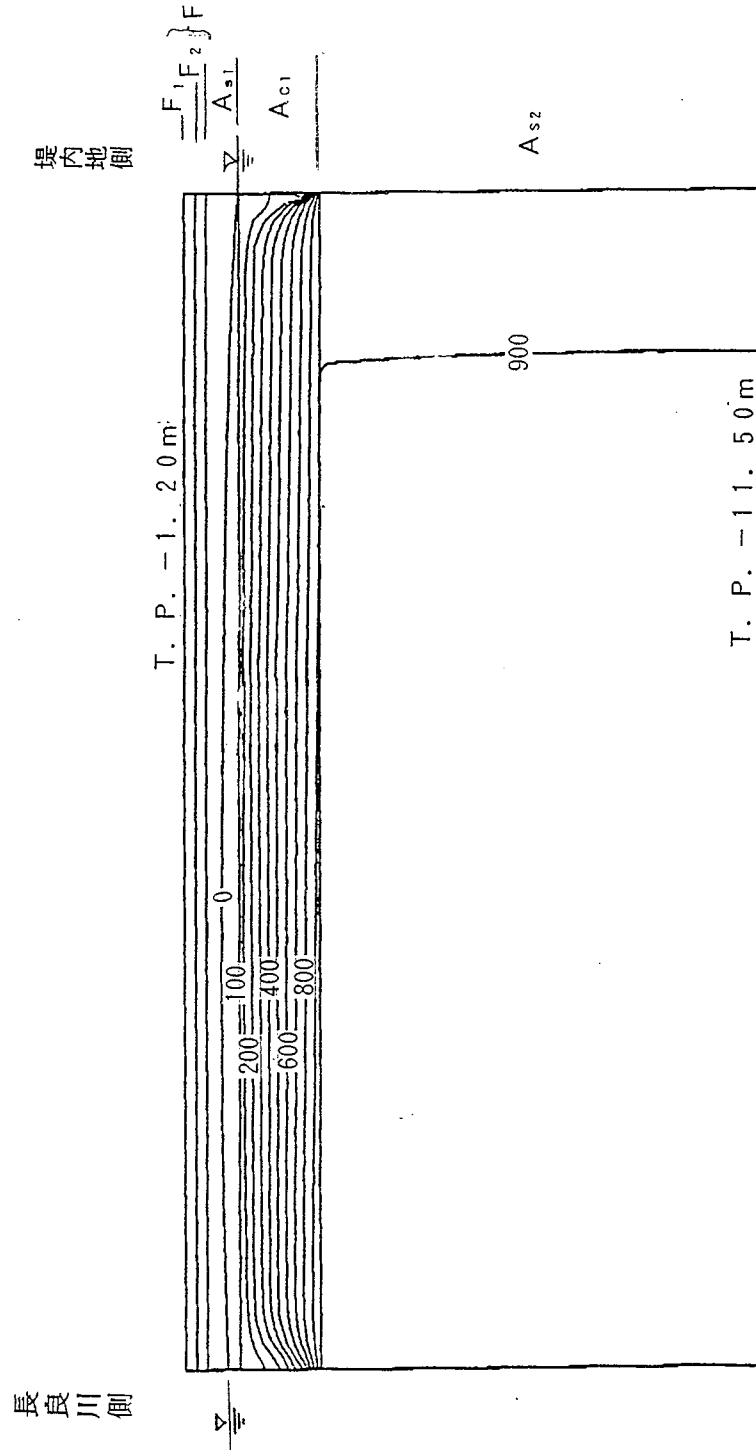


図 7-3-29 ユニットモデルでの塩水解析結果 (3年目、非かんがい期)

2) 堤内承水路等による地下水塩水化防止効果の検討

堤防際の堤内地にある承水路等の水位を低下させることにより河川からの浸透水を水路に集水し、結果として水路より堤内地側への塩水の侵入を抑制することができないかを検討した。

①解析断面の設定について

高須輪中には、旧河道部を除き広範に難透水性の上部粘性土層 (A_{c1} 層) が分布しており、承水路等の底面は概ね A_{c1} 層内にとどまり、透水性の高い A_{s2} 層に達している箇所は部分的であると考えられる。

このため、現地で大部分を占める A_{c1} 層の存在する地域では、 A_{c1} 層の遮水性により承水路等の水位を低下させても、浅層地下水の流れを水路に集中させることは困難である。

しかし、 A_{c1} 層の存在しない旧河道断面等では、河川からの浸透水の集水の可能性があるため、旧河道の存在する16Km付近をモデルに浸透水解析を実施し、地下水の流動状況を把握することとした。

②解析条件

- (1) 測線上に承水路等は、大江川、福江川以外に4本あり、それぞれの水路水位は次のように設定した。

水路名	水位	備考
堤脚水路①	T. P. -1.0 m	水路敷高に設定
水路 ②	T. P. -1.8 m	福江・油島排水機で排水され、排水機の水位低下限度がT. P. -1.95mであることおよび水路敷高から設定
” ③	”	
” ④	”	
福江川	”	敷高から設定
大江川	T. P. -0.8 m	管理水位及び周辺地盤高から決定

- (2) 長良川河川水位 T. P. +0.2 m

- (3) 地下水位

地盤高T. P. -0.4 ~ -0.5 m に対して、暗渠排水を考慮し、水路①から福江川の間について地盤高-0.2 mで設定した。

- (4) 地表面からの水の供給

地下水位を設定したことで、地表面からの水の供給に変える。(水路への排水量が結果として、一水路当たり $0.4\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}$ 程度となったことから、 $30\text{mm}/\text{日}$ 程度の給水に相当する)

- (5) 透水係数等

ユニットモデルと同様の考えで、耕土 (F) は、「長良川河口堰に関する技術報告」での A_{s1} 層と同一の透水性とし、堤体盛土 (B)、旧河道堆積物 (rd)、上部砂層 (A_{s2} 層)、下部粘性土層 (A_{c2} 層) は、「長良川河口堰に関する技術報告」と同一とした。

地層	透水係数 (C m / S)	
	K _x	K _y
B	1.0×10^{-3}	1.0×10^{-4}
F	5.0×10^{-3}	5.0×10^{-4}
r d	3.0×10^{-2}	3.0×10^{-3}
A _{s2}	8.0×10^{-3}	8.0×10^{-4}
A _{c2}	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-7}

B : 堤体盛土、 F : 耕土、 r d : 旧河道堆積物
A_{s2} : 上部砂層 A_{c2} : 下部粘性土層

(6) 地層区分

地質調査結果より作成された既往の地層区分、層厚とした。

③ 結果

二次元断面の数値解析条件では、図-7-3-30のような結果となり、水路位置で-0.8 mのポテンシャルにより河川からの浸透水がブロックされ、塩水化の進行が抑制されることとなった。

しかし、解析が二次元断面であり、現実には旧河道が長良川にほぼ直交し線状に分布するため、設定断面の上下流側より河川からの浸透水が廻り込むと考えられること、解析は淡水で実施したが、塩分があると密度勾配が生じることなどにより数値解析の結果のように塩分は抑制されにくいのではないかと推測される。

また、数値解析では地下水位を地表面下0.2mに設定しているため、この地下水位を保つためにはかんがい期、非かんがい期を通じて、30mm/日程度の涵養水量が必要となるうえ常時涵養水量に見合う排水をポンプで強制的に行う必要がある。

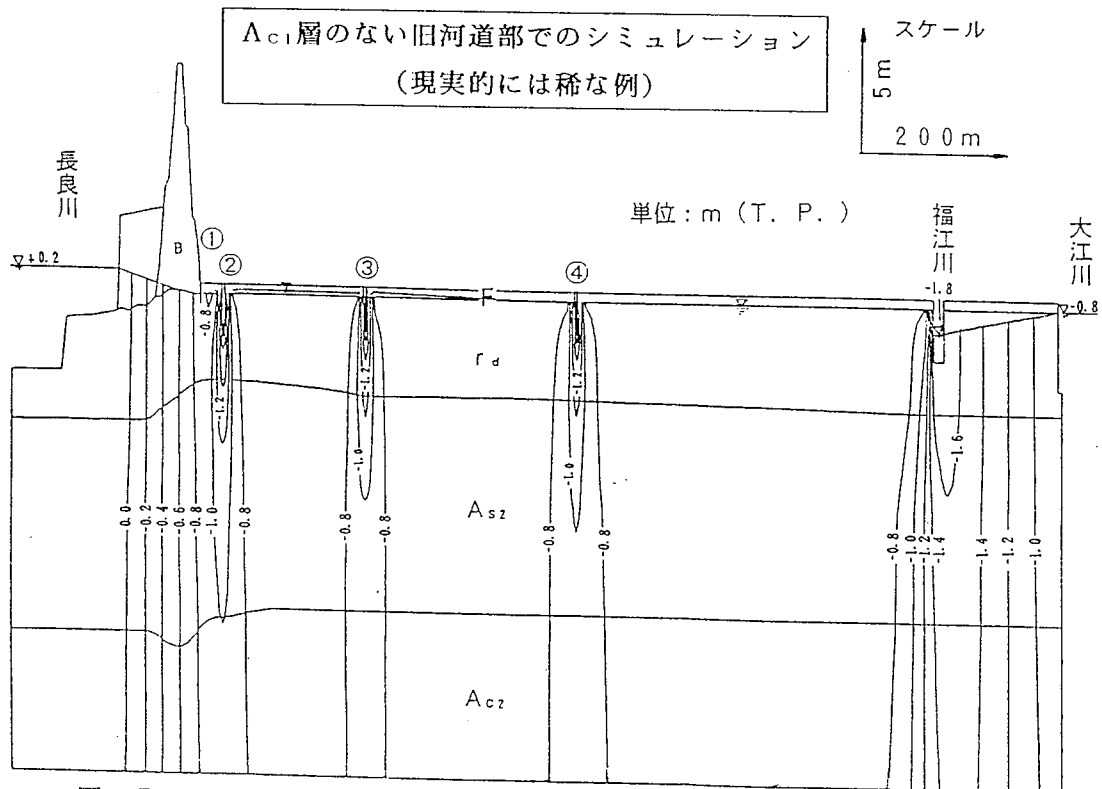


図-7-3-30 水路水位を低下させた場合の地下水ポテンシャル分布

7-3-6 土壤塩分調査

長良川河口堰運用に伴い、長良川の河川水と堤内地の土壤および地下水の塩化物イオン濃度の変化を長期的に把握する。

a) 調査地点

長島輪中の長良川(約6.0km)から木曾川(約7.0km)を結ぶ測線(12地点)で実施した(図-7-3-31)。

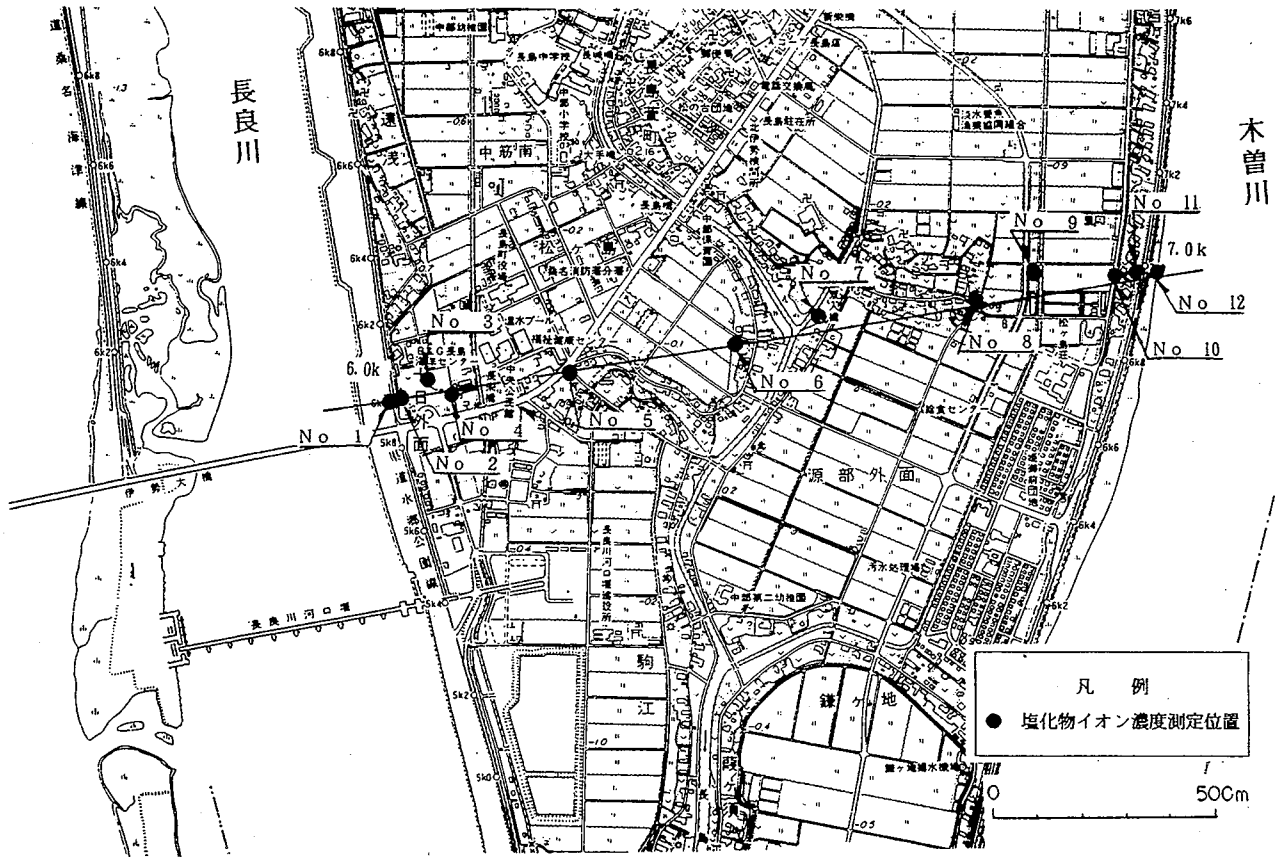


図-7-3-31 土壤塩分調査位置図

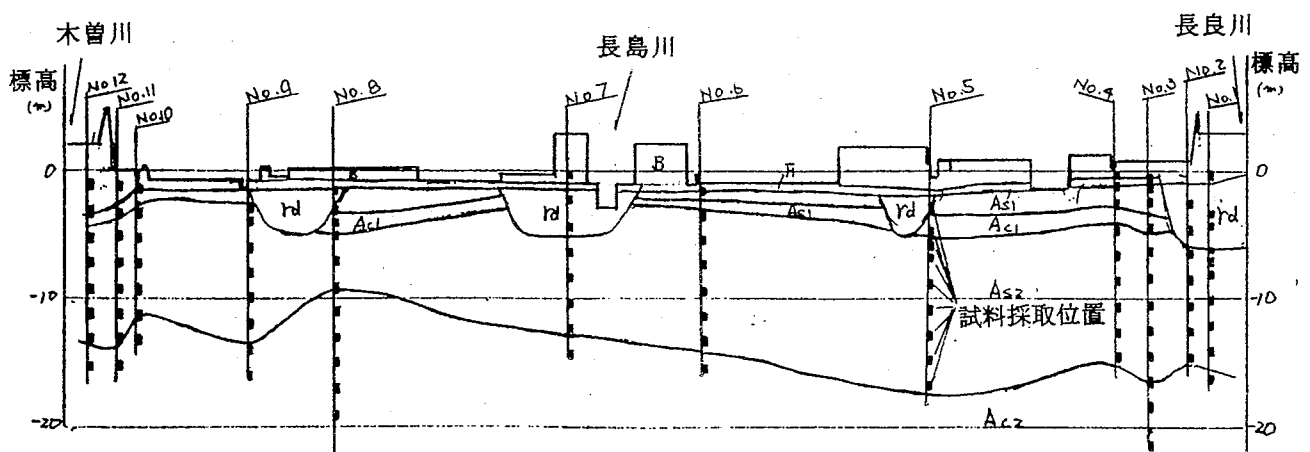


図-7-3-32 長良川~木曾川模式断面図

b) 調査の方法

1) 土壌および地下水の採取方法

土壌採取は、各測線でボーリングにより所定の位置まで掘削し、塩化ビニールパイプ管を内蔵した標準貫入試験用サンプラーを用いて採取した。(図-7-3-33)。

標準貫入試験による土壌の採取後、先端部をストレーナー加工したガス管を打込み、小型ポンプを用いて地下水の採取を行った(図-7-3-33)。

2) 塩化物イオン濃度の測定方法

採取した土壌および地下水の塩化物イオン濃度の測定は、下記の方法により実施する。

- 土壌………JSF T 241 塩素イオン含有量試験法による。
- 地下水………水質試験法による。

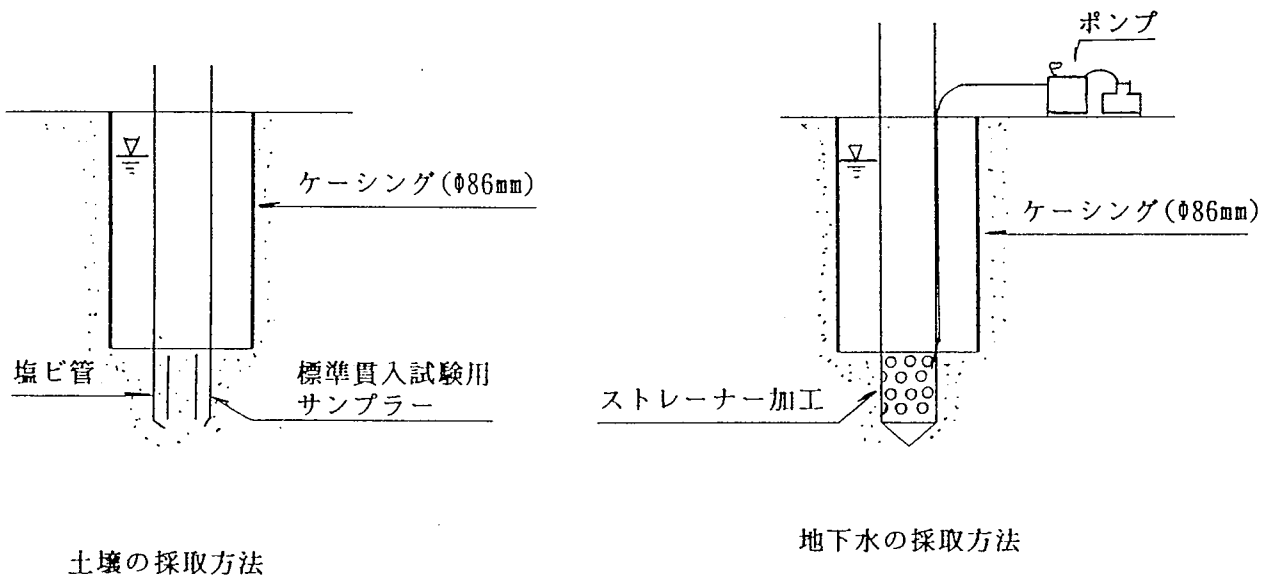


図-7-3-33 土壌、地下水採水方法模式図

c) 調査日

土壌および地下水、平成6年12月15日～平成7年1月28日

d) 調査結果

- 土壌および地下水の塩化物イオン濃度は、表層部では比較的小さいが深度を増す毎に高くなっており、土壌と地下水とも深度方向の濃度分布は、ほぼ同様の傾向を示している（表-7-3-13、図-7-3-34-(1), 34-(2), 34-(3), 34-(5), 34-(6)）。
- 表層部より深さ2～3mの地下水の塩化物イオン濃度は、NO2～9の観測地点では1,000mg/l以下の値を示している。

また、NO10～12の観測地点では、1,000mg/l以上の値を示している。

表-7-3-13 土壤、地下水塩化物イオン濃度調査結果

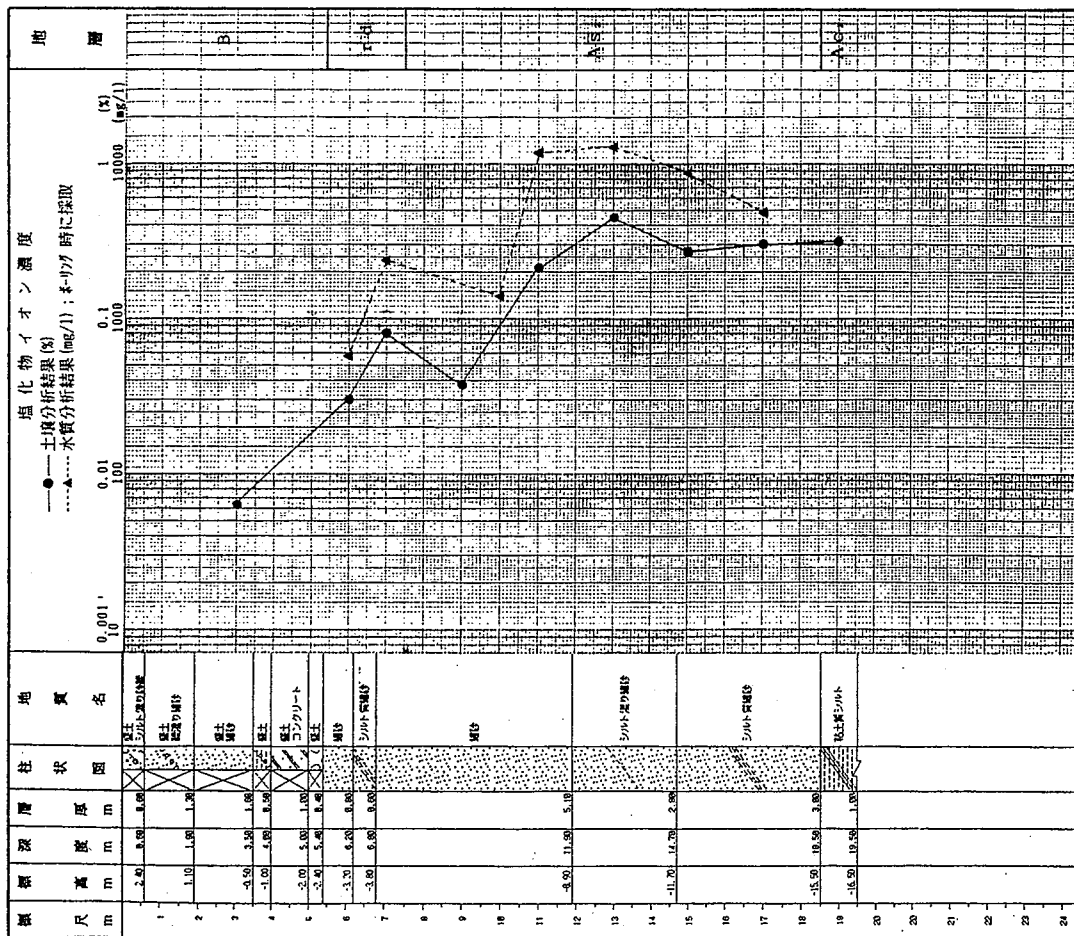
No 1			No 2			No 3		
深度 m	土 壤 %	地下水 mg/ ℓ	深度 m	土 壤 %	地下水 mg/ ℓ	深度 m	土 壤 %	地下水 mg/ ℓ
3.0	0.0061		3.0	0.018	390	1.0	0.014	
6.0	0.030	580	5.0	0.10	1890	2.0	0.0090	230
7.0	0.080	2340	7.0	0.049	1750	3.0	0.056	10
9.0	0.037		9.0	0.10	3200	5.0	0.13	
10.0		1410	11.0	0.42	12400	7.0	0.064	2300
11.0	0.22	11900	13.0	0.34	6670	9.0	0.23	10000
13.0	0.46	12700	15.0	0.31	8520	11.0	0.36	7500
15.0	0.27	8700				13.0	0.41	10600
17.0	0.30	4960				15.0	0.41	8400
19.0	0.31					17.0	0.46	
						19.0	0.52	
						22.0	0.50	

No 4			No 5			No 6		
深度 m	土 壤 %	地下水 mg/ ℓ	深度 m	土 壤 %	地下水 mg/ ℓ	深度 m	土 壤 %	地下水 mg/ ℓ
1.0	0.0025		3.0	0.0015		1.0	0.0014	10
1.7		110	5.0	0.0015		3.0	0.0012	16
3.0	0.089	1710	6.0		56	5.0	0.099	1400
5.0	0.11	3280	7.0	0.0012	17	7.0	0.20	4830
7.0	0.19	6260	9.0	0.013	593	9.0	0.29	7730
9.0	0.49	9350	11.0	0.11	3220	11.0	0.38	10700
11.0	0.33	7010	13.0	0.14	3940	13.0	0.52	15100
13.0	0.34	8020	15.0	0.14	3860	15.0	0.51	11700
15.0	0.42	8500	17.0	0.11	2120			

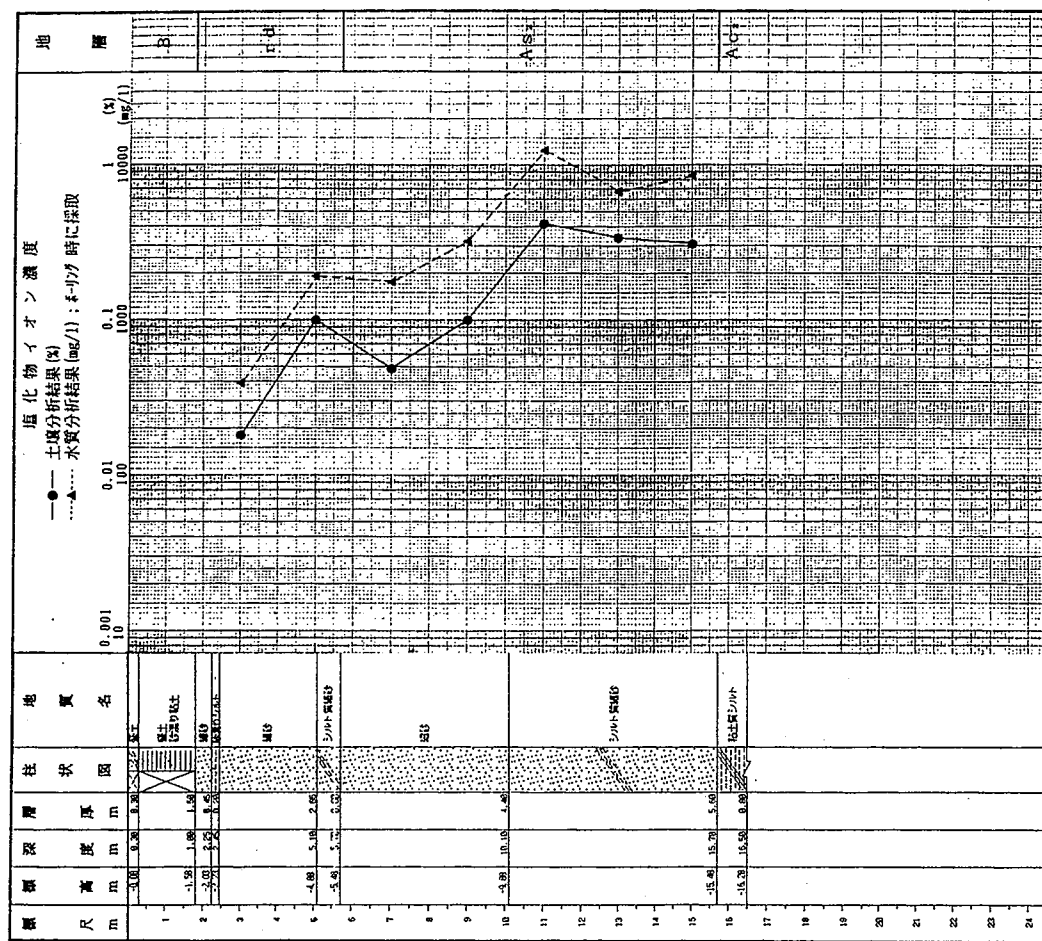
No 7			No 8			No 9		
深度 m	土 壤 %	地下水 mg/ ℓ	深度 m	土 壤 %	地下水 mg/ ℓ	深度 m	土 壤 %	地下水 mg/ ℓ
1.0	0.0058	34	1.6		96	2.0	0.030	32
3.0	0.0013	70	3.0		121	3.0	0.18	7390
5.0	0.0013	180	4.0	0.066		5.0	0.37	12000
7.0	0.017	525	5.0	0.078	2270	7.0	0.34	2420
9.0	0.14	4180	7.0	0.31	9350	9.0	0.38	9510
11.0	0.30	9540	9.0	0.41	11500	11.0	0.34	9580
13.0	0.40	9800	11.0	0.48	11300	13.0	0.36	
15.0	0.38	5110	13.0	0.44	10600	15.0	0.37	
			15.0	0.42				
			17.0	0.41				
			19.0	0.39				

No 10			No 11			No 12		
深度 m	土 壤 %	地下水 mg/ ℓ	深度 m	土 壤 %	地下水 mg/ ℓ	深度 m	土 壤 %	地下水 mg/ ℓ
1.0	0.16	5070	1.0	0.11	1900	3.0	0.17	7170
3.0	0.19	9160	3.0	0.10	2420	5.0	0.10	4470
5.0	0.39	13100	5.0	0.10	3610	7.0	0.098	3260
7.0	0.43	12400	7.0	0.30	8110	9.0	0.049	4110
9.0	0.39	11900	9.0	0.16	13700	11.0	0.41	12400
11.0	0.53	9430	11.0	0.43	11600	13.0	0.36	12400
13.0	0.54	12700	13.0	0.50	13600	15.0	0.25	10300
			15.0	0.54	12900	17.0	0.53	

NO. 1

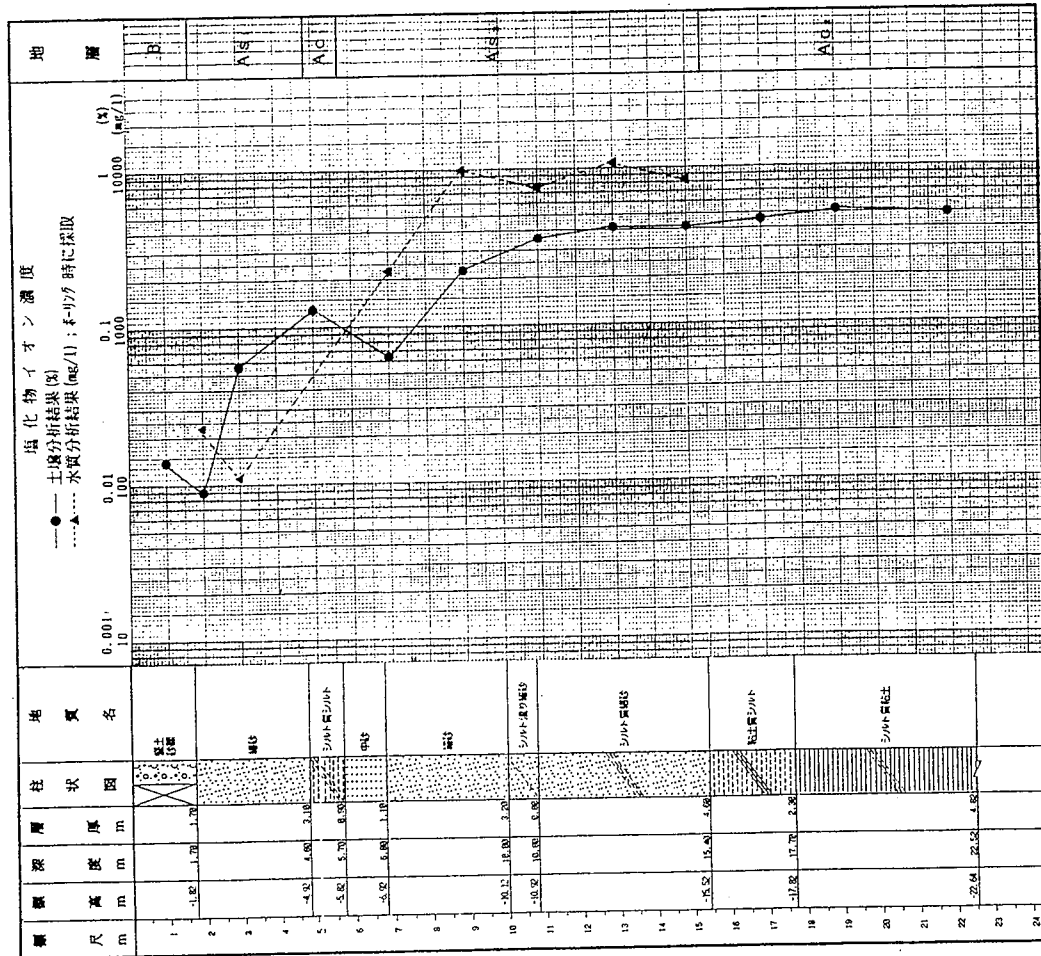


NO. 2



図一7-3-34-(1) 土壌、地下水塩化物イオン濃度図

NO. 3



NO. 4

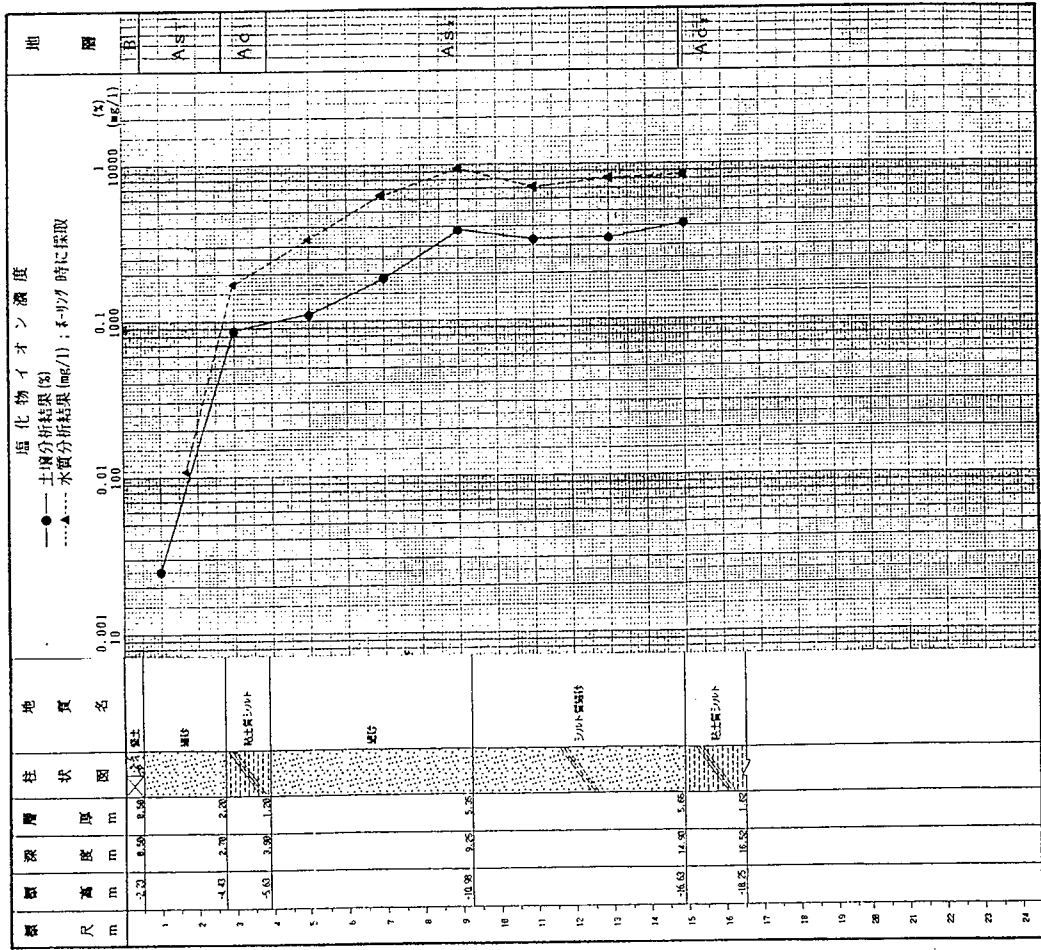
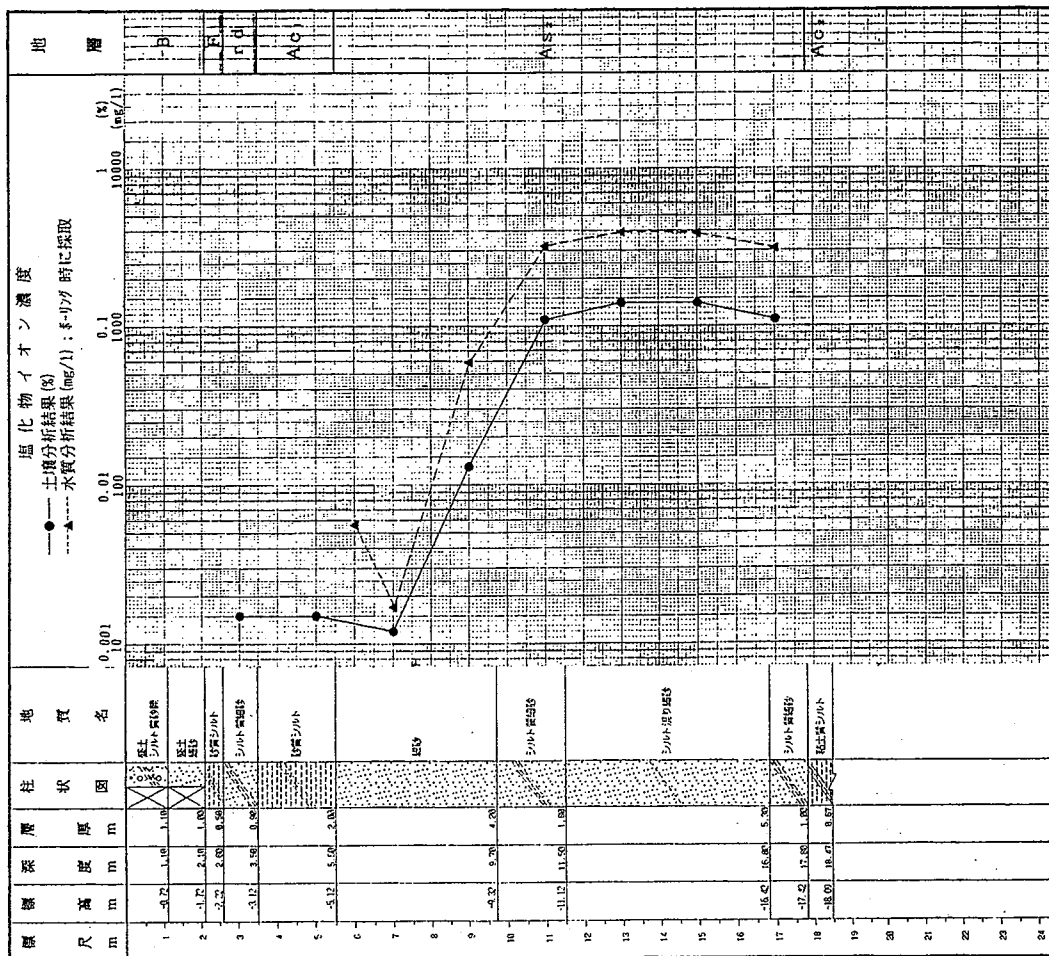


図-7-3-34-(2) 土壌、地下水塩化物イオン濃度図

NO. 5



NO. 6

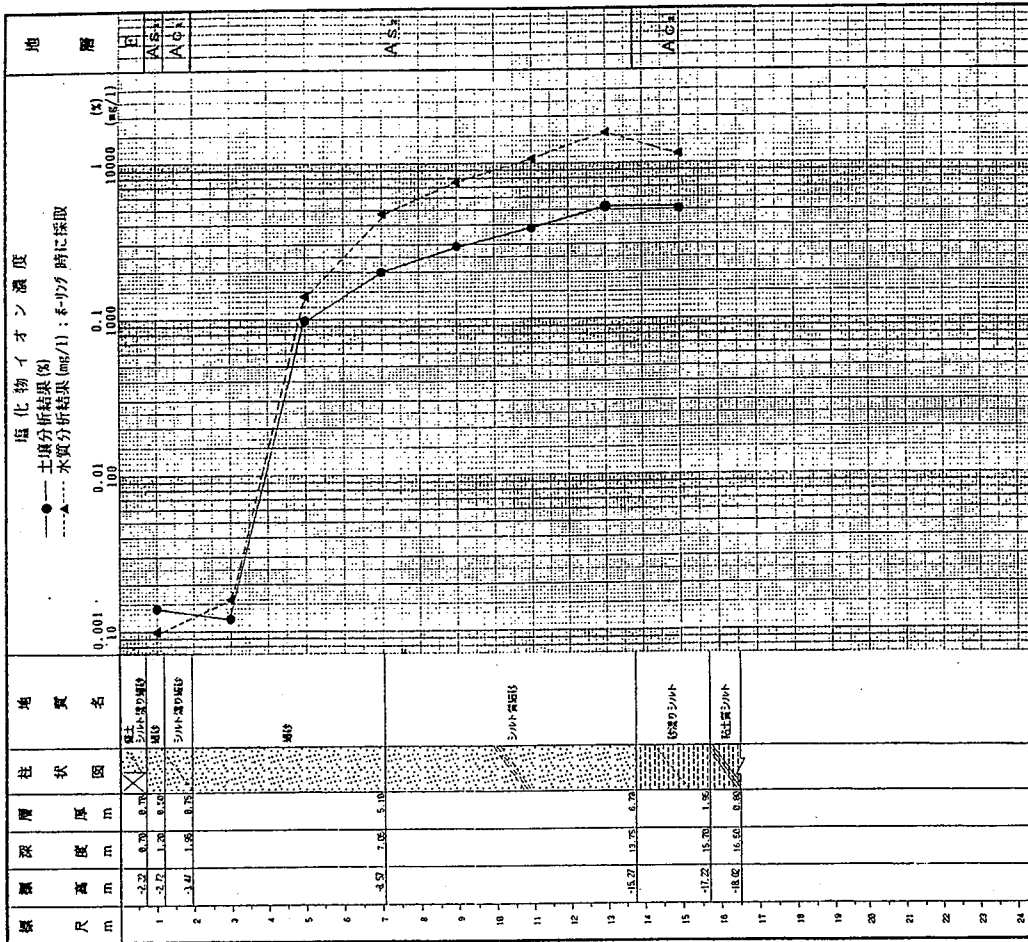
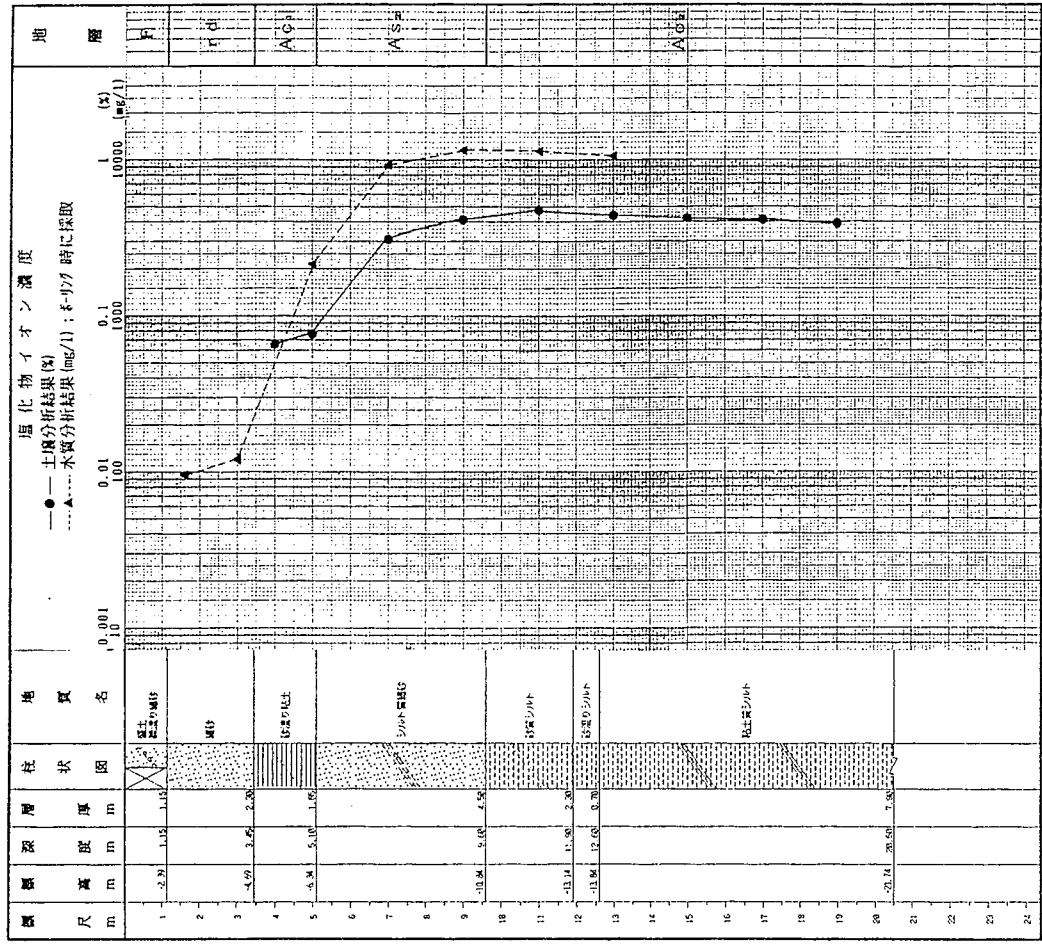


図-7-3-3-4-(3) 土壌、地下水塩化物イオン濃度図

NO. 8



NO. 7

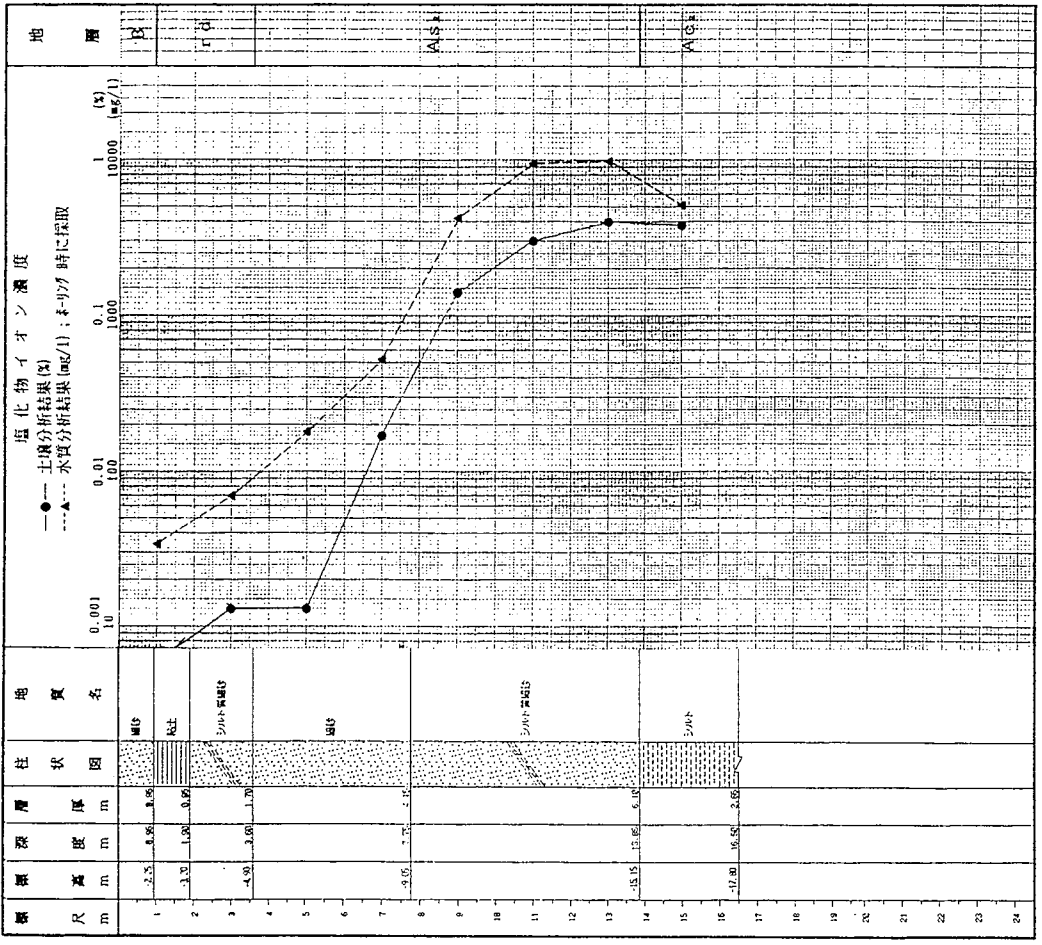
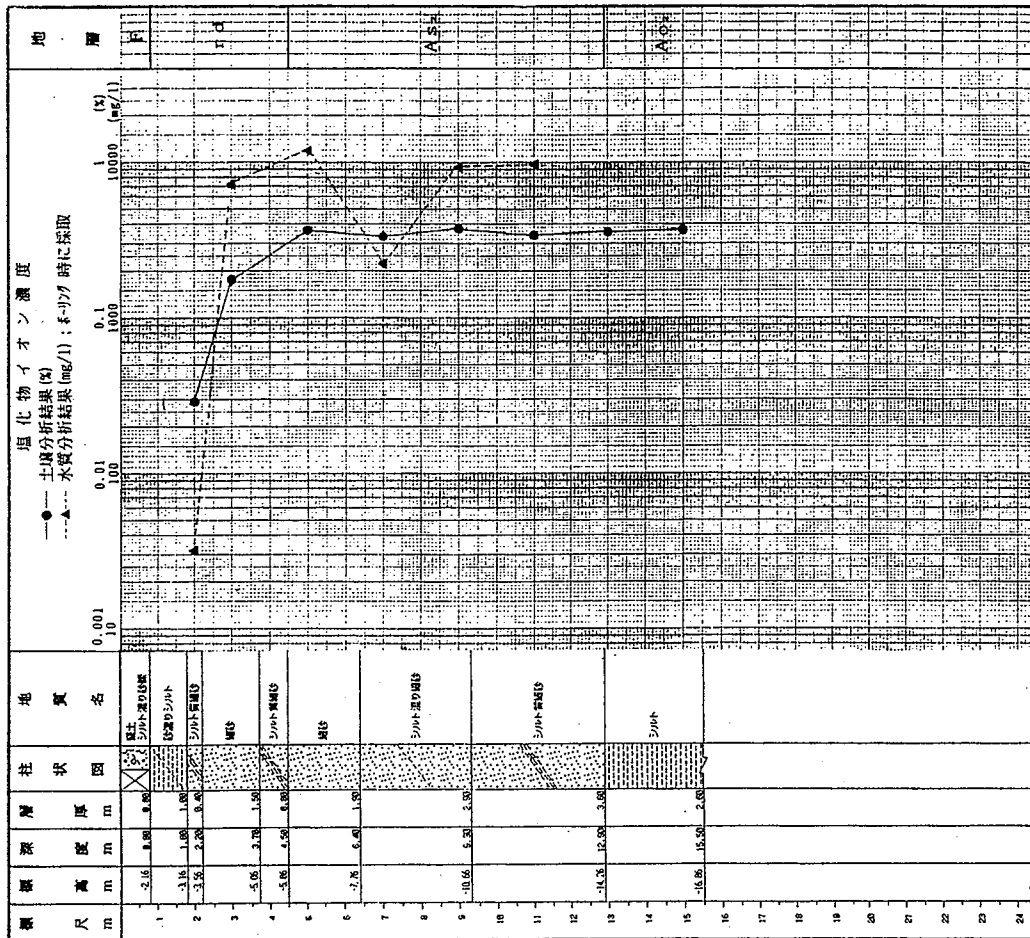


図-7-3-34-(4) 土壌、地下水塩化物イオン濃度図

NO. 9



NO. 10

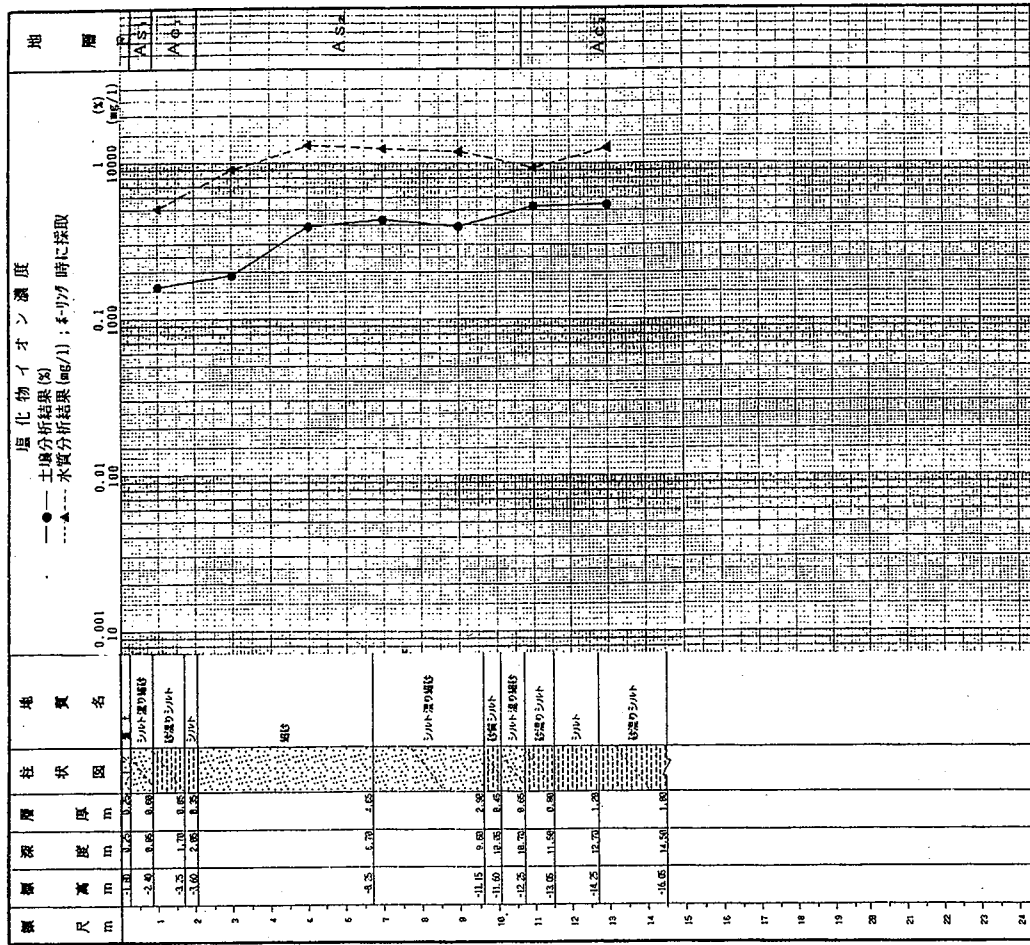
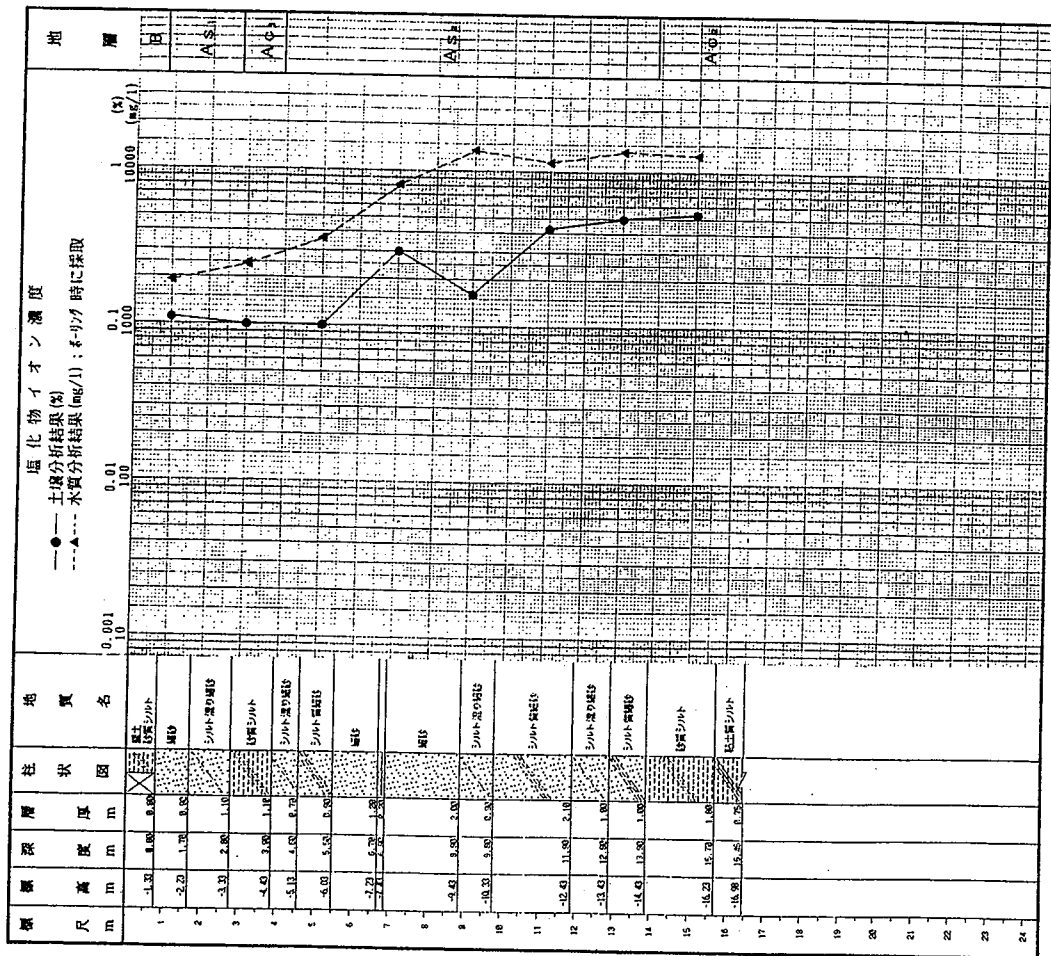


図-7-3-34-(5) 土壌、地下水塩化物イオン濃度図

NO. 11



NO. 12

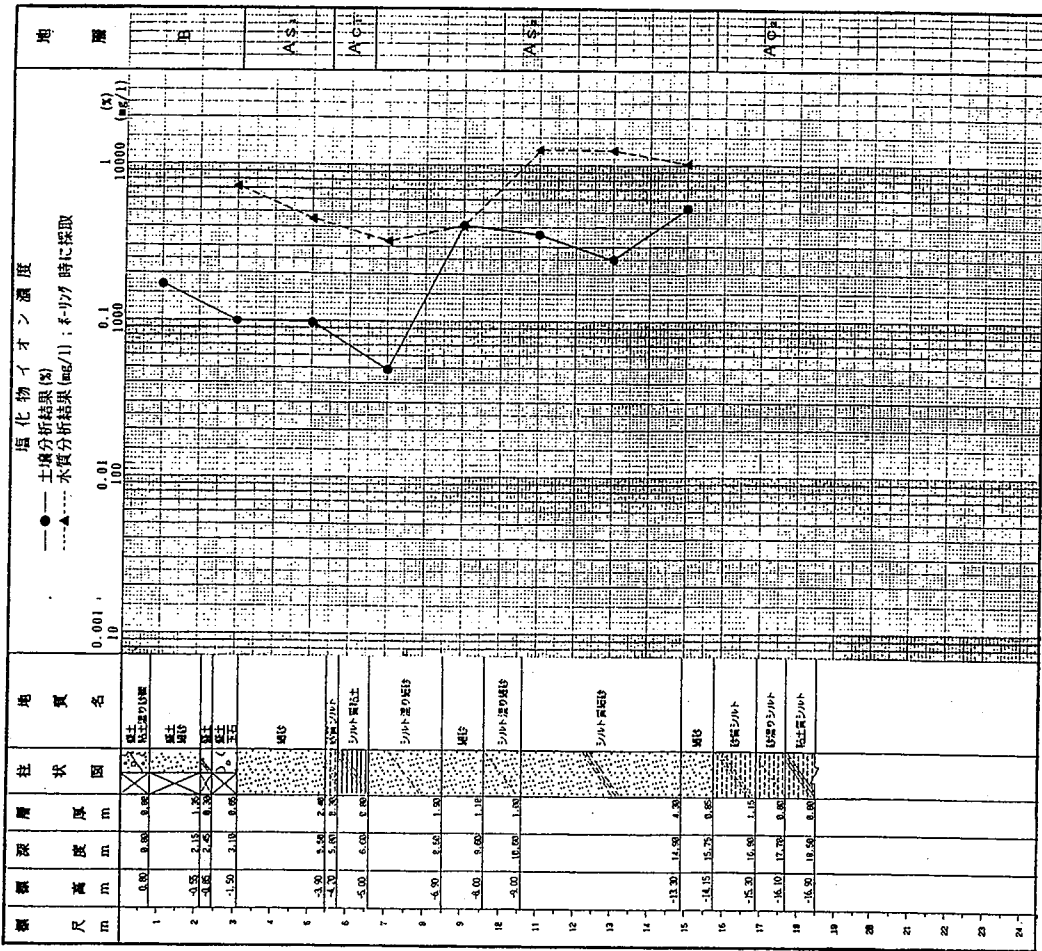


図-7-3-34-(6) 土壌、地下水塩化物イオン濃度図

7-4 まとめ及び評価

1) 塩水遡上防止効果の確認について

9月調査の全ゲート操作時に塩水遡上防止効果と塩水排除方法を調査した結果、除塩ポンプ未設置の状態で閘門より堰直上流への塩水の侵入が少量認められたが、堰上流域で累積的に濃度が高くなるようなことは認められず、河口堰によって塩水の侵入が概ね防止された。

2) 長良川、揖斐川の塩水遡上状況について

(1) ゲート開放時において、長良川では、墨俣流量が概ね濁水流量に相当する約 $25 \sim 35 \text{m}^3/\text{s}$ で調査した結果、塩化物イオン濃度は16~20km地点で $200 \text{mg}/\ell$ 、22km地点で $20 \text{mg}/\ell$ 程度であった。

揖斐川では、調査日の万石流量が約 $1 \sim 8 \text{m}^3/\text{s}$ と非常に少ない状況での調査において、塩化物イオン濃度 $200 \text{mg}/\ell$ でみると、15~17kmまで遡上していた。また、流量が約 $25 \sim 60 \text{m}^3/\text{s}$ の時には大潮時、小潮時ともに11km付近のマウンドにより相当程度塩水の遡上が抑制されていた。

(2) 全ゲート操作時の堰下流域については、大潮時は、塩化物イオン濃度が、水深方向にある程度層状をなしており、堰地点まで塩水楔に近い形態を示した。

小潮時は、水深方向に明瞭な層状をなし塩水楔が形成されていた。

(3) 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下においても、ゲート開放時と比較して、塩分遡上の形態、および遡上距離はほとんど差のない観測結果であった。

3) 地下水の塩分濃度変化の確認について

(1) 長島輪中

長島輪中の表層地下水は浅層に比べ全般的には低塩分の傾向にあった。これは、降雨、かんがい用水の降下浸透によるものと考えられる。

浅層地下水は、ほぼ全域において塩水化されていることが確認された。浅層地下水の塩化物イオン濃度は A_{s2} 層上部に広く分布する A_{c1} 層の遮水効果により降雨、かんがい用水の降下浸透の影響を受けにくく、河川水の浸透による影響をより受けやすくなっていることによるものと推測される。

また、深層地下水については、ほぼ塩水化していた。

(2) 高須輪中

高須輪中の浅層地下水の塩化物イオン濃度は、全般的に100 mg/ℓ 以下となっているが、大江川沿いではやや高い値が観測された。

深層地下水については、塩水化は見られない。

(3) 桑原輪中

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。

深層地下水についても塩水化は見られない。

4) 輪中地下水の塩水化についての検討

(1) 輪中地下水の塩水化についての検討

16Km断面においてA_{c1}層が部分的に存在する場合の地下水塩水化の数値解析を実施した結果、「長良川河口堰に関する技術報告」におけるA_{c1}層のない場合の結果と比較して、A_{c1}層の部分的な存在は全体的な塩水化の進行に大きな影響を及ぼさないものと推測された。

なお、数値解析の結果、求められた地下水ポテンシャルと平成6年に観測された地下水水位を比較した結果、概ね合致した。

(2) 塩水化防止効果の検討

長島輪中のユニットモデルによる検討結果により、A_{c1}層が存在すると地表からの涵養水は、表層地下水の塩化物イオン濃度の低下には効果があるが、浅層地下水にはあまり効果を及ぼさないことが推測された。

また、部分的にしか存在しないがA_{c1}層がない場合に地下水水位を維持しつつ堤防沿いの承水路等の水位を低下させると、河川からの浸透水を水路に集水できる可能性があることが推測された。

7-5 今後のモニタリング方針

1) 地下水の塩化物イオン濃度変化の確認について

河口堰運用後は、堰上流域は淡水域となるため、河川と密接に関係する長島輪中の浅層地下水の塩化物イオン濃度について長期的に観測を継続することとする。

観測内容

観測地点	長島輪中	23地点	(図-7-5-1)
観測時期	かんがい期		(8月)
	非かんがい期		(1月)

なお、深層地下水の塩化物イオン濃度、土壌塩分については、長期的な状況把握を行っていく。

2) 河口堰下流の塩化物イオン濃度観測について

塩化物イオン濃度は、流向、流速、水質、底質等と関係するので第4章水質及び底質の観測と合せて実施するものとする。

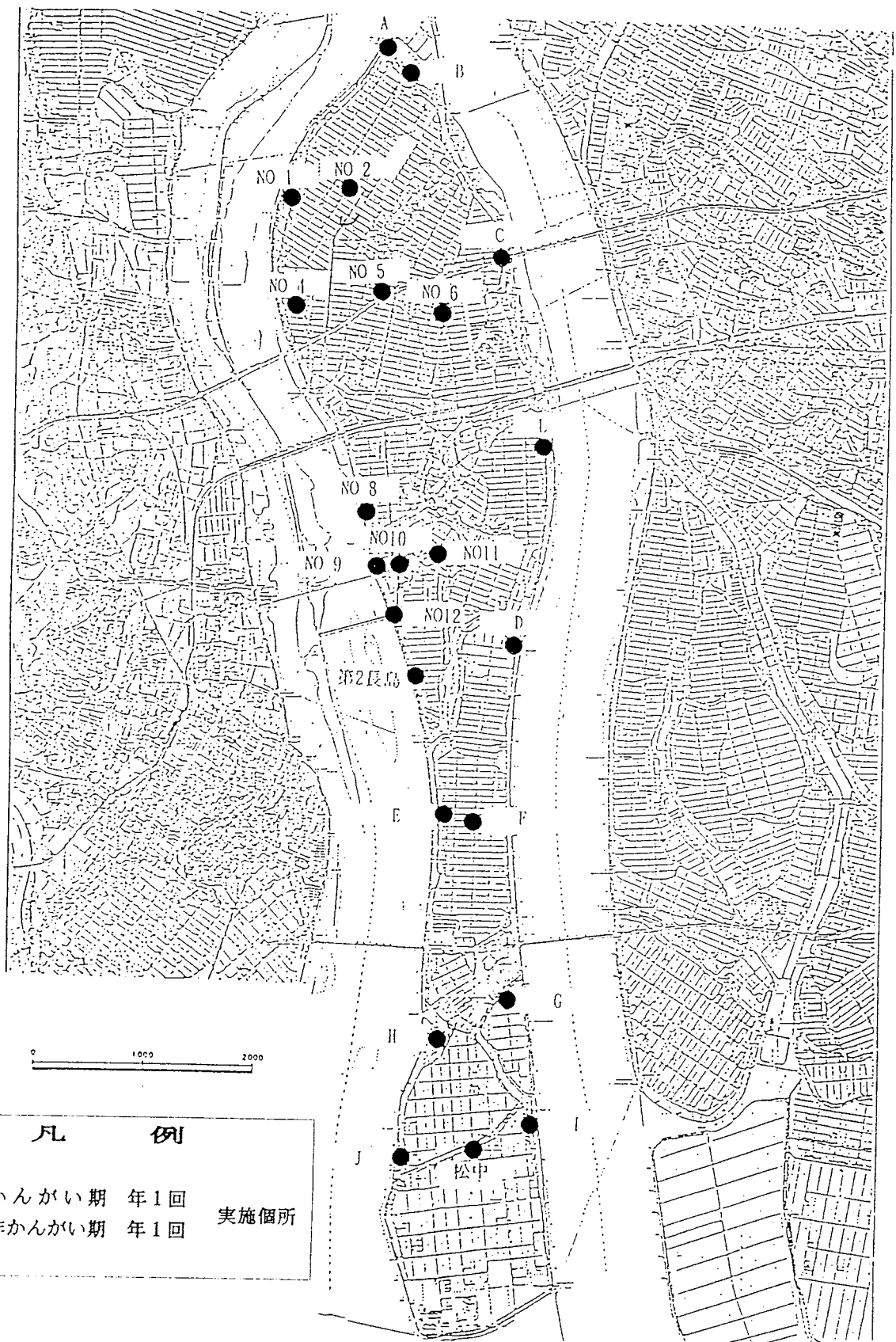


図-7-5-1 浅層地下水の塩化物イオン濃度観測位置図

