

2 福原輪中の塩害防止に関する検討

第1 はじめに

長良川河口堰の開門調査に伴う塩水の遡上により、長良川の水を利用して農業を営む愛知県愛西市福原地域ではかんがい水や地下水を通じた塩分の侵入によって塩害の発生が懸念されている。

このため、庁内検討チームでは、平成25年度に開門調査期間中の塩害の防止対策として、長期間（5年以上）の開門調査実施を想定した代替水源確保対策について概算費用の算定と課題の整理を行った。

一方、開門調査の実施期間については現時点では明確にされておらず、今後の愛知県長良川河口堰最適運用検討委員会における検討や関係機関との調整状況により、短期間（5年未満）の調査実施が提案される可能性もある。

このため、本年度は短期間の開門調査を実施する場合や実施時期別（かんがい期、非かんがい期）の対応についても検討・整理を行う。

また、平成25年度に検討を行った代替水源確保対策のうち、「アオ取水（満潮時に塩水によって押し上げられた河川表層の淡水（アオ）を取水する方法）」による対策が経済性に優れ、実現性も高いものと考えられるため、アオ取水を再現するための基礎資料として、長良川河口堰運用開始前にこの地域で実施されていたアオ取水の状況に関する資料の収集を行う。

1 開門調査期間別の対策の検討

(1) 福原地域の営農と水利用状況

① 農地の状況（平成26年度時点）

	農地面積 (ha)				
	水田	畑	樹園地	牧草地	
福原輪中地区	24.6	6.2	7.3	1.0	10.1
福原新田地区	6.5	5.6	0.9		

※土地改良区への聴き取りによる

② 営農と用水管理の状況

【水田】

水田では早生品種であるコシヒカリを中心として福原輪中地区で約

5ha、福原新田地区で約 1ha 作付けされている。

最も水が必要な時期は代掻き・田植えを行う 4～5 月で、福原輪中地区では、この時期に福原樋門から取水（4 回程度）を行い、地区内水路に導水しこれを各農家が可搬式ポンプで汲み上げ農地へかんがいしている。

6 月以降は長良川から地区内水路へ浸透してくる水のみでかんがいでおり、福原樋門からの取水は行われていない。

福原新田地区では取水施設が無く、地区内水路への浸透水を利用してかんがいが行われている。

【畑・樹園地・牧草地】

畑では白菜や人参などの露地野菜が、樹園地ではみかん・柿・イチジクなどが栽培されている。

また、福原輪中地区では地区内の酪農家により牧草が栽培されている。畑や樹園地・牧草地ではかんがいは行われていない。

（2）開門調査期間別の対策の整理

①検討にあたっての前提条件

福原地域では現在、長良川からの取水に加え地区内水路への浸透水を利用して水田かんがいが行われているが、長良川河口堰の開門調査期間中は、堰上流の水位が現状よりも低下し、長良川から地区内水路へ浸透してくる水量が減少することが想定される。

浸透水の水量については現状でどの程度存在し、開門調査中にどの程度変動するか判明していないため、開門調査期間中に代替水源による必要量を求めることは困難である。

このため、今回の検討にあたっては、長良川河口堰運用開始前の福原用水の取水状況（表 1）を参考として、代替水源の必要量の推定を行った。

表1 長良川河口堰運用開始前10年間※の福原用水の取水状況

月別取水回数 (回/月)

区分	4月	5月	6月	7月	8月	9月	計
昭和62年	5	4	2	3	4	2	20
昭和63年	4	6	5	3	2	1	21
平成元年	4	3	5	2	2	1	17
平成2年	4	4	5	3	3	0	19
平成3年	4	6	5	4	3	0	22
平成4年	4	7	5	3	1	0	20
平成5年	7	2	2	1	1	0	13
平成6年	7	3	4	3	4	1	22
平均値	4.9	4.4	4.1	2.8	2.5	0.6	19.3
最大値	7	7	5	4	4	2	22

月別取水量 (m³/月)

区分	4月	5月	6月	7月	8月	9月	計
昭和62年	2,893	1,129	926	758	772	266	6,744
昭和63年	1,063	1,695	1,625	951	386	193	5,913
平成元年	869	1,129	1,845	758	386	193	5,180
平成2年	1,111	1,638	2,203	951	579	0	6,482
平成3年	950	2,614	2,203	1,832	716	0	8,315
平成4年	1,997	3,387	1,955	1,308	193	0	8,840
平成5年	1,642	993	688	275	193	0	3,791
平成6年	2,127	1,213	1,376	1,074	772	193	6,755
平均値	1,582	1,725	1,603	988	500	106	6,503
最大値	2,893	3,387	2,203	1,832	772	266	8,840

取水間隔 (日/回)

平均値	6.2	7.1	7.3	11.3	12.4	48.0
最短値	1	1	1	1	3	4

1回あたりの取水量 (m³/回)

平均値	324	394	389	359	200	169
最大値	703	606	703	703	290	193

1週間あたりの取水量の最大値 (m³/日)

区分	4月	5月	6月	7月	8月	9月
第1週	83	232	110	100	28	28
第2週	97	81	177	67	75	10
第3週	177	193	67	28	28	28
第4週	184	94	122	66	19	21

※土地改良区からの聴き取りによる (昭和60年、61年の記録は不存在)

②検討の流れ

福原地域では現状において畑地等へのかんがいは行われていないため、調査期間が水田かんがい期（4月から9月）を除く非かんがい期（10月から3月）に限定された短期間の開門調査であれば代替水源は不要となる。

従って、検討は開門調査が水田かんがい期を含んだ期間に実施される場合を対象とし、表2のとおり調査期間別に2ケース想定した。

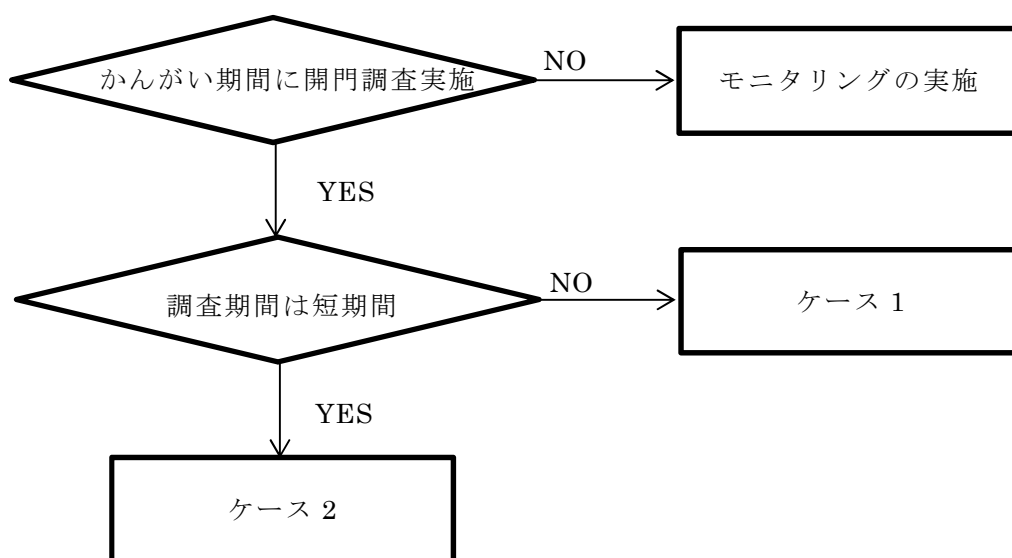
なお、非かんがい期限定の短期間の開門調査の場合においても、調査期間中の長良川の塩水遡上に伴う農地や地下水への影響など塩害に対するモニタリングや、翌年度の農業用水取水開始時までに取り水口付近の長良川の水が淡水に復元していることを確認しておくことが必要となる。

以上、検討の流れを図1に示す。

表2 検討ケース

ケース	調査時期	調査期間	備考
ケース1	かんがい期間を含む	長期（5年以上）	
ケース2	かんがい期間を含む	短期（数ヶ月～数年）	

図1 検討フロー



③検討結果

ケース 1：調査期間が長期の場合

福原用水では、4月から9月までのかんがい期間を通じ平均で20回程度、合計で約6,500m³の取水が行われ、このうち、比較的水需要の多い4月から6月にかけては6～7日間に1回（1回あたり300m³～400m³程度）の取水が必要となっている。

また、取水頻度については天候にも左右されており、連日取水を実施している事例も存在する。

これらの状況を踏まえると、開門調査が長期にわたる場合、調査期間中のかんがい用水の安定供給を図り、地域農業が持続可能となるよう、平成25年度に検討を行った代替水源確保対策案（表3）をもとに、地元土地改良区等と調整のうえ最適な対策を決定していく必要がある。

ケース 2：調査期間が短期の場合

調査期間が短期間の場合については、恒久的な代替水源施設（井戸や管水路等の施設）の整備を行った場合、整備費用の負担や開門調査終了後の施設の維持管理、財産の取扱など課題が多い。

このため、ケース2においては恒久的な施設整備が不要で、過去に実施されていた実績のあるアオ取水が最も有力な選択肢として考えられる。

表3 代替水源確保対策案の比較（平成25年度検討結果）

対 策		概 要		概算建設費		概算維持 管理費	
アオ取水		アオ取水によりかんがいする	土地改良区に作業委託 取水量:約 0.07 m ³ /s 取水時間:2~3時間/回 取水回数:20回/年	5万円	1	400万円/年	5
地下水の活用		地下水(井戸)によりかんがいする	確保水量:約 230m ³ /日 井戸:1箇所 口径 100mm×8m 原動機 2.2kw×φ40mm	150万円	2	2万円/年	1
木曾川 用水からの導水	立田 ルート	海部幹線水路(愛知県側)から導水する	用水量:約 0.1m ³ /s (水田 12.0 ha 畑 17.6 ha) 管水路工VUφ300 L=4,850m (木曾川横断 L=1,200mを含む) 揚水機場:2箇所	8億 300万円	4	350万円/年	4
	長島 ルート	長島用水路(三重県側)から導水する	用水量:約 0.1m ³ /s (水田 12.0 ha 畑 17.6 ha)管 水路工VUφ300 L=3,000m 揚水機場:1箇所	4億 2,400万円	3	250万円/年	2
海水淡水化施設		海水淡水化施設によりかんがいする	確保水量:約 230m ³ /日 可搬式海水淡水化施設 :5台(造水量 50m ³ /日)	2億円 ※設備購入費のみ	—	720万円/年	6
水道用水の活用		水道用水によりかんがいする	取水量:約 1,080 m ³ /月 水道施設(口径 100 mm)	— ※設備建設費用別途	—	270万円/年	3

(4) 福原輪中地域の塩害防止対策 開門調査期間別の検討まとめ

これまでの検討内容を整理すると下表のとおりとなる。

項目	内容	開門調査期間		
		ケース1 (長期)	ケース2 (短期)	非かんがい期 のみ
事前調査 (3か年)	測量 水質・地下水調査 土壌調査 水稲影響調査	○	○	○
モニタリ ング調査	開門調査期間中 の水質・地下水等 のモニタリング	○	○	○
代替水源 確保対策	開門調査期間中 のかんがい用水 確保	○	○	-
作物補 償・ 除塩対策	塩害が発生した 場合の作物補償 及び除塩対策	(○)	(○)	(○)

○：必要、-：不要、(○)：必要に応じて対策を行う

参考1 事前調査の内容（平成25年度検討結果）

調査項目	調査内容	調査箇所等	調査期間	概算調査費
測量	路線測量 水準測量	中心線測量 2.4 km 横断測量 4.8 km 4級水準測量 2.4 km 4級基準点測量 186点	—	1,350 万円
水質調査	地下水 河川水 かんがい水の窒素・リン等	塩類濃度 イオンバランス 有機物濃度 酸化還元性など 地下水：15箇所×2深度 河川水：2箇所(木曾川・長良川) かんがい水：5箇所(承水路)	3か年	1,900 万円
土壌調査	物理性(土性・硬度) 肥沃度 塩類濃度の垂直分布 など	10圃場(3haに1箇所)	1か年	170 万円
水稻影響調査	概況調査	53圃場(全水田)	1か年	580 万円
	作土調査 生育調査 収量調査	活着期 幼穂形成期 登熟期初期 10圃場(3haに1箇所)	3か年	
			計	4,000 万円

2 アオ取水を再現するための資料収集

長良川河口堰の開門調査に伴う福原地域における塩害防止のための代替水源確保対策としてアオ取水を最も有力な対策案として想定しているところであるが、長良川河口堰の運用開始前に福原地域でアオ取水を担当していた管理人は平成 13 年に亡くなっており、現在ではアオ取水を実施できる人がおらず、実現が困難となっている。

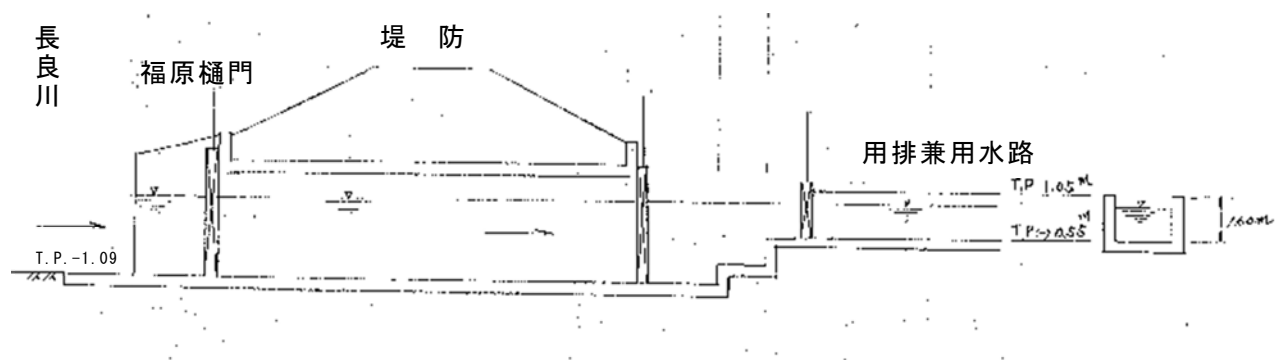
このため、過去にこの地域で実施されていたアオ取水に関するデータ等を収集し、今後、アオ取水を再現するための基礎資料とする。

(1) 福原樋門や地区内水路の敷高等について

現存する福原樋門は、昭和 41 年に長良川左岸の 12.4km 付近に建設され、樋門の敷高は T.P. -1.09m となっている。

福原地区内のほ場や水路は昭和 40 年代に整備され、水路の敷高は樋門敷高より約 0.5m 高い T.P.-0.55m、天端高は T.P.1.05m、田面標高は T.P.0.5~1.3m となっている。

福原樋門断面図



【福原樋門】



【用排兼用水路】



(2) 長良川の河川水位等のデータ収集について

長良川河口堰運用開始前にアオ取水が行われていた際の長良川の水位の状況を確認するため、福原樋門近傍で長良川の水位を観測している中部地方整備局の長良油島観測所の平成6年(4月~9月)の水位記録(毎正時)を入手した。

また、塩水の遡上は河川流量とも密接に関連することから、同時期の長良川(墨俣地点)における河川流量の記録(日平均値)を入手し、長良川の水位等を含めグラフ化をした(図1)。

(3) データ確認結果

①河川水位と水路等の敷高との関係について

大潮時の最低水位は樋門敷高とほぼ等しく、最高水位は地区内水路の天端高とほぼ等しい。

小潮時の最低水位は水路敷高とほぼ等しくなっている。

②河川流量について

平成6年は4月から6月は長良川の流量が比較的豊富であったが、7月以降は小雨による影響で流量が著しく低下しているものの取水は行われている。因みに8月18日はこの年の最低流量(11.3m³/s)であったが、その日も取水は行われている(表4)。

表4 取水実施日と墨俣流量の関係

月	日	墨俣流量 (m ³ /s)	月	日	墨俣流量 (m ³ /s)
4	4	84.88	6	23	105.09
	5	79.04		26	63.81
	11	59.74		29	54.70
	18	95.38	7	5	36.50
	24	67.79		10	38.79
	26	56.62		24	21.91
	28	51.47		5	13.80
5	8	37.82	8	10	19.54
	23	58.48		18	11.30
	29	105.67		26	41.41
6	15	87.31	9	4	19.72

③取水時期について

取水は大潮時、小潮時ともに行われている。取水を実施した時間帯(時刻)については記録が残されておらず不明となっている。

図1 平成6年 長良川水位データ(長良油島観測所)

- (Blue) : 水位データ(左目盛)
- (Black) : 墨俣流量(右目盛)
- (Red) : 福原用水取水日
- - - (Green) : 水路敷高(T.P-0.55m)
- (Red) : 樋門敷高(T.P-1.09m)

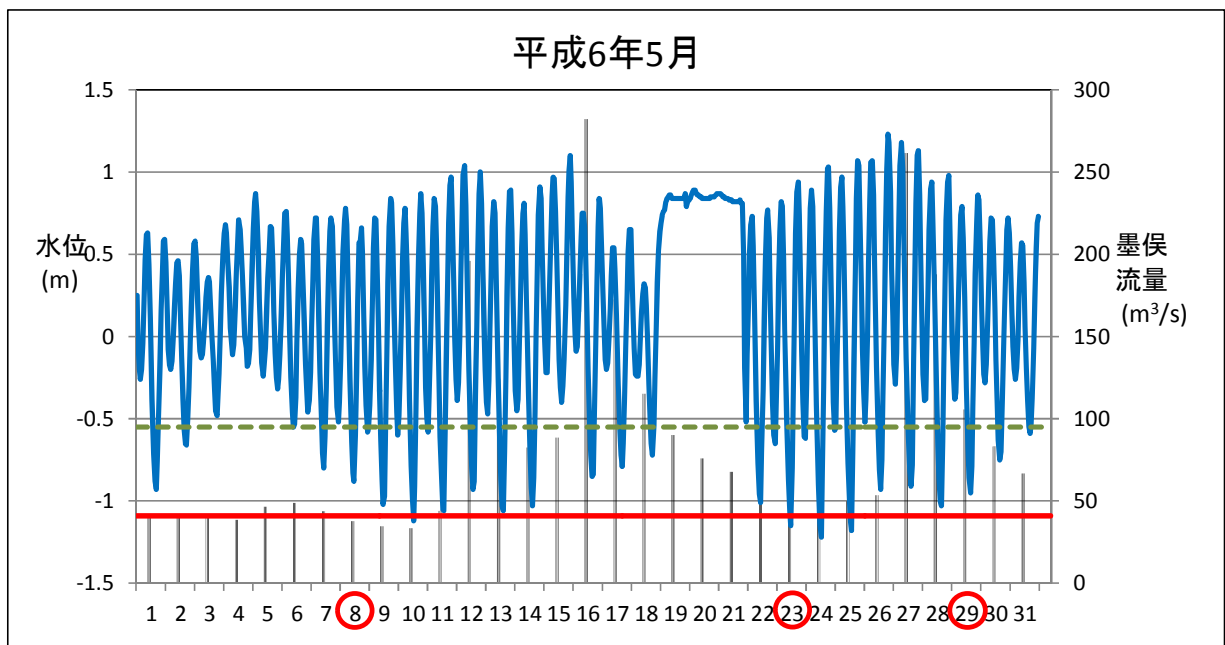
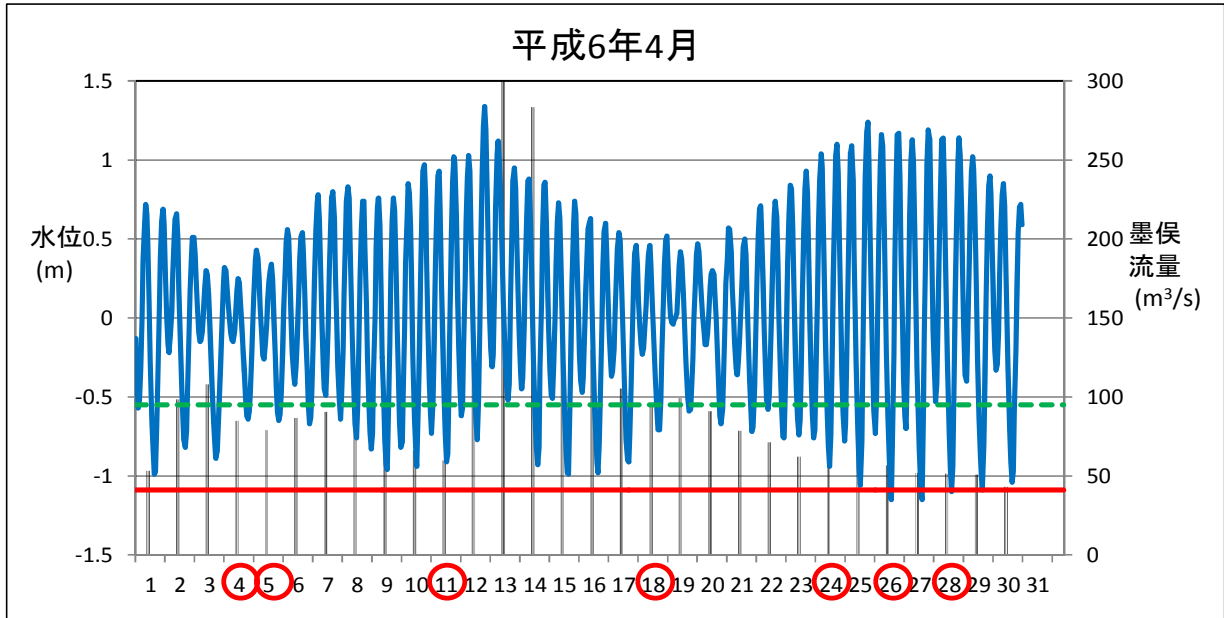


図1 平成6年 長良川水位データ(長良油島観測所)

- (Blue) : 水位データ(左目盛)
- (Black) : 墨俣流量(右目盛)
- (Red) : 福原用水取水日
- - - (Green) : 水路敷高(T.P-0.55m)
- (Red) : 樋門敷高(T.P-1.09m)

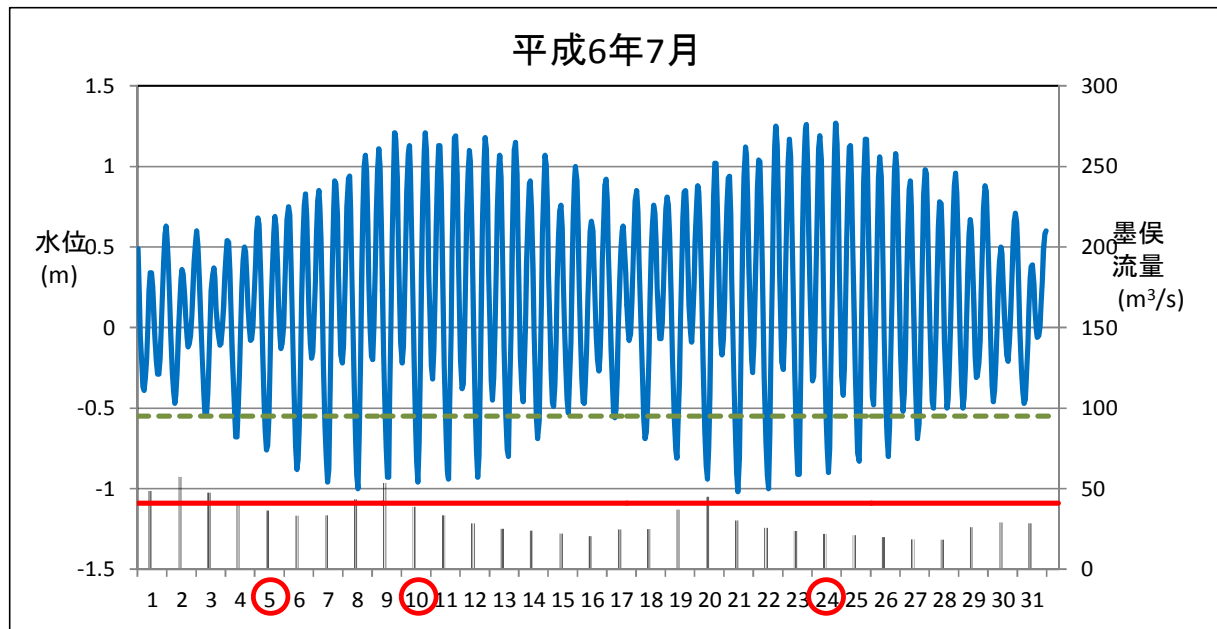
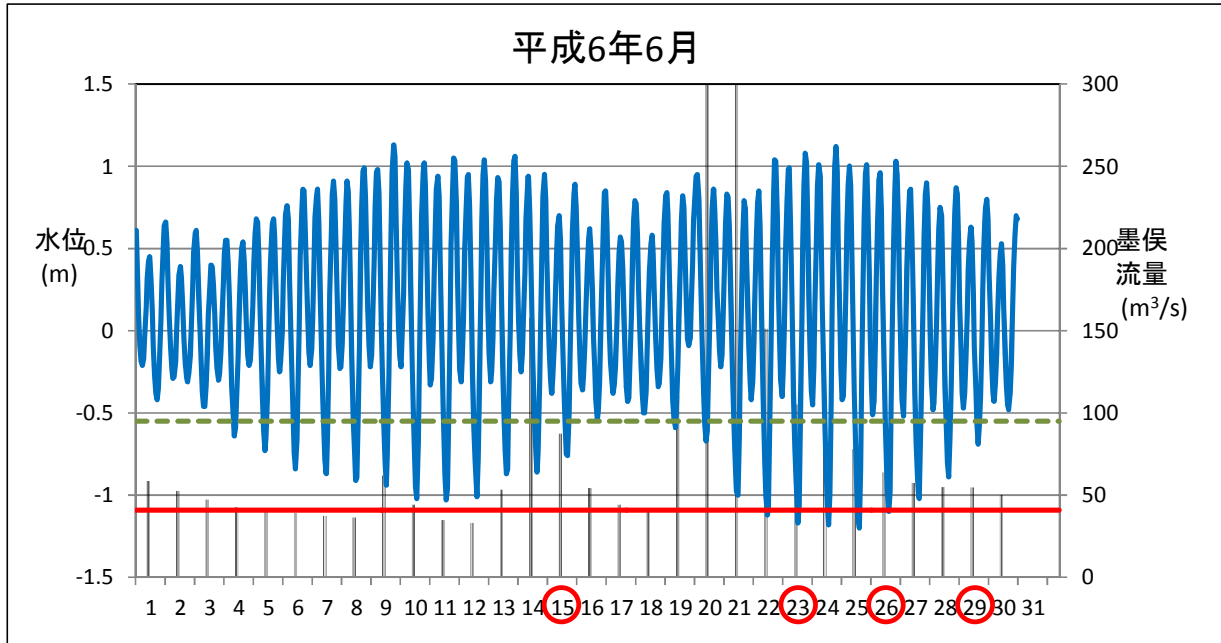
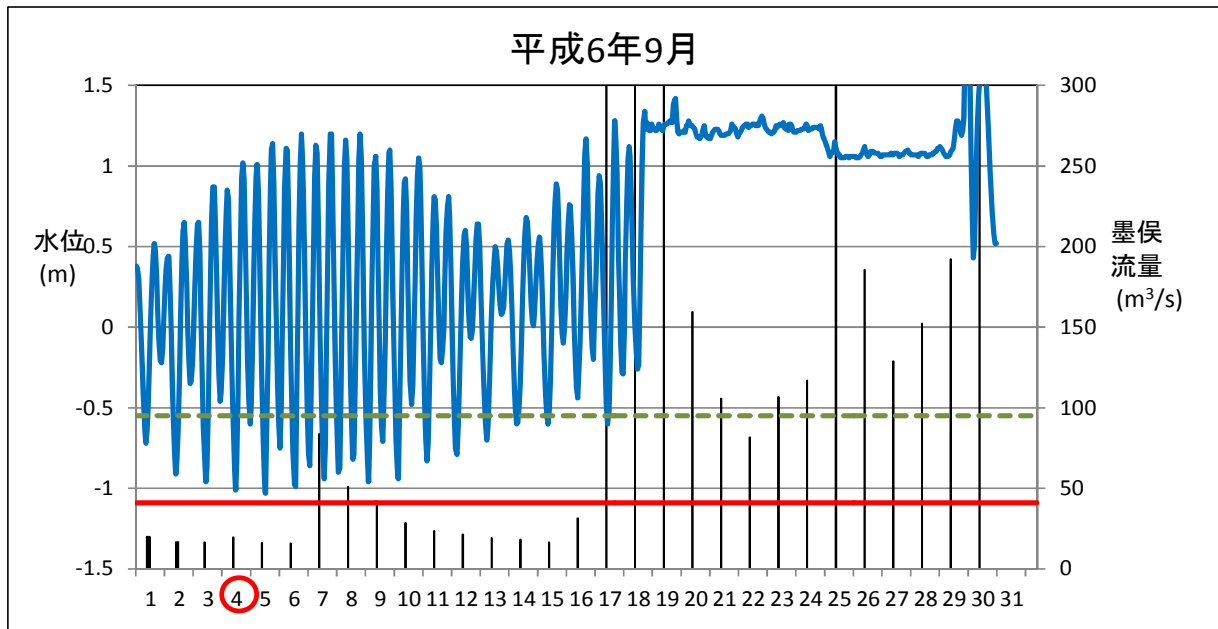
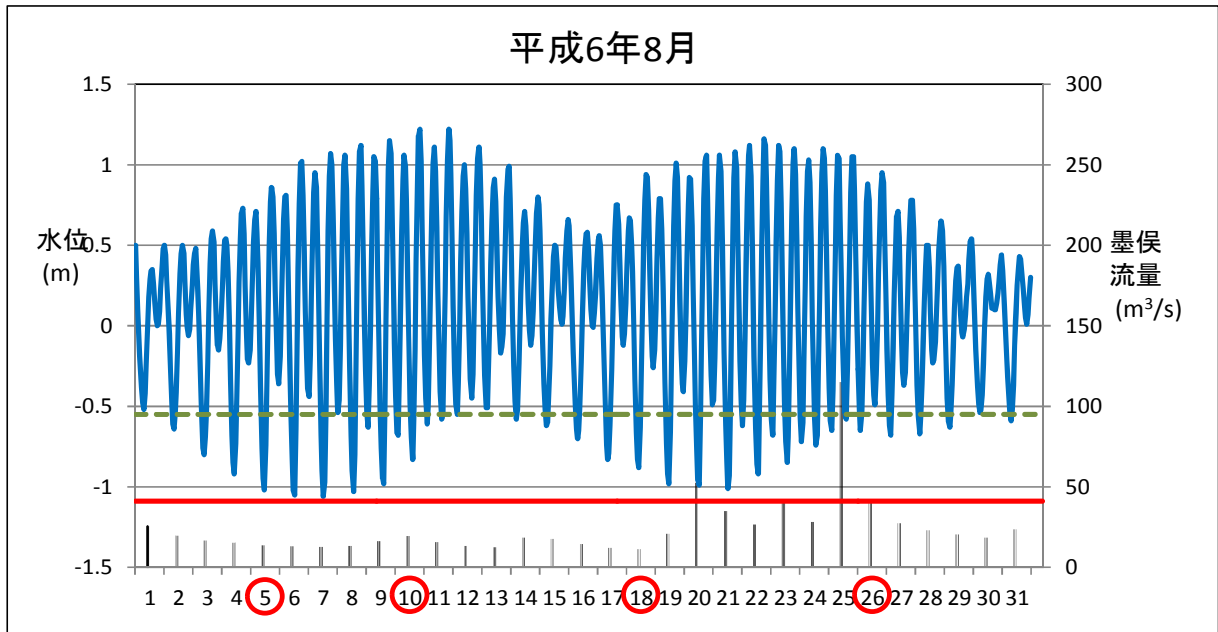


図1 平成6年 長良川水位データ(長良油島観測所)

- (blue) : 水位データ(左目盛)
- (black) : 墨俣流量(右目盛)
- (red) : 福原用水取水日
- - - (green) : 水路敷高(T.P-0.55m)
- (red) : 樋門敷高(T.P-1.09m)



(4) まとめ

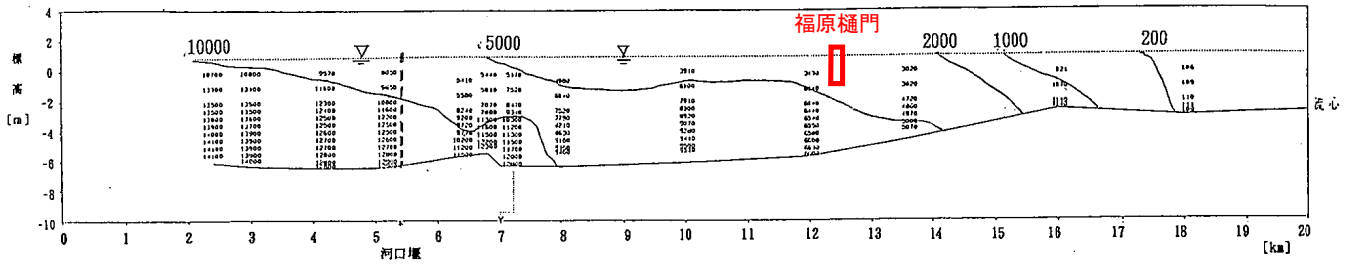
- ・ 福原用水の水路敷高(T.P.-0.55m)は、長良川河口堰運用開始前の長良川における小潮時の最低水位付近に設定されており、取水時における地区内水路の水深を 0.2m 程度と仮定すると長良川の水位が T.P.-0.35m 以上に上昇した場合に取水が可能となるものと考えられる。
- ・ 長良川の流量と塩分濃度に関しては、文献^{*1}によれば墨俣地点(39km)における流量が 70m³/s 程度より小さいときは、月齢に応じて弱混合から強混合までの変化を繰り返しており、流量が 70 m³/s より増大するにつれ塩水の遡上距離が減少していくことが確認されているが、福原用水の取水は、長良川の流量とは目立った関連性は見受けられず、潟水時においても取水が可能であった。
- ・ 取水時期については、混合形態が強混合とされている大潮時、弱混合とされている小潮時のいずれの時期においても取水が可能であった。
- ・ 取水を実施した時間帯については記録が残されておらず、今回確認することはできなかったため、長良川河口堰運用開始前において長良川の塩水遡上状況を調査した事例が無いか水資源機構に照会し、資料^{*2}を入手した。
- ・ これによると、福原樋門がある長良川 12.4km 付近の塩化物イオン濃度は満潮時から干潮時にかけて大きく減少していることが確認された(図 2-1 ~ 図 2-4)。
- ・ 上記結果を踏まえると、アオ取水を再現していくためには、取水するタイミング(時間帯)が重要な要素の一つであると考えられるため、今後、地域住民等への聞き取りや文献を調査するなどし、更なる検討を進めていく必要がある。

※1 長良川の水と生活(平成2年8月 長良川河口堰の建設を進める会編集)「17 長良川における海水侵入現象の特徴(須賀堯三)」

※2 長良川河口堰調査報告書第4巻(平成7年3月 建設省中部地方建設局、水資源開発公団中部支社)

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



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

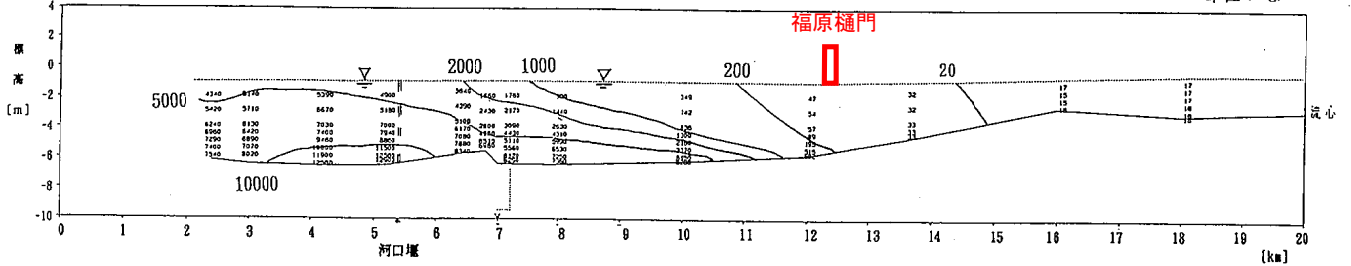
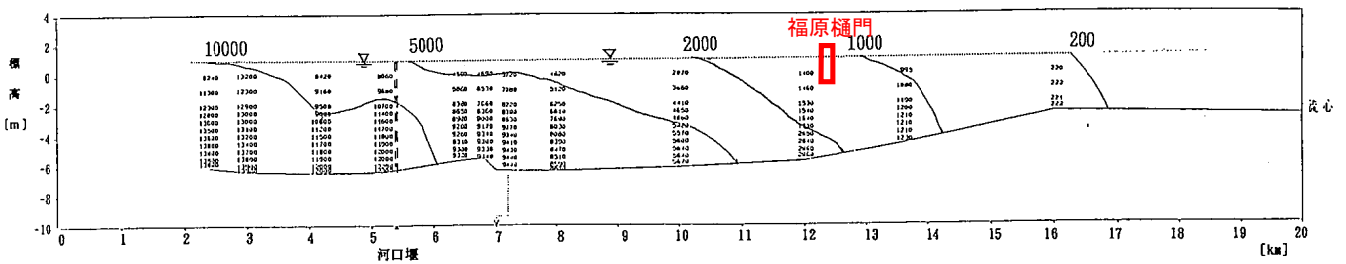


図2-1 塩化物イオン濃度河川縦断図（平成6年7月8日）上段：満潮時 下段：干潮時

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

単位：mg/ℓ



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

単位：mg/ℓ

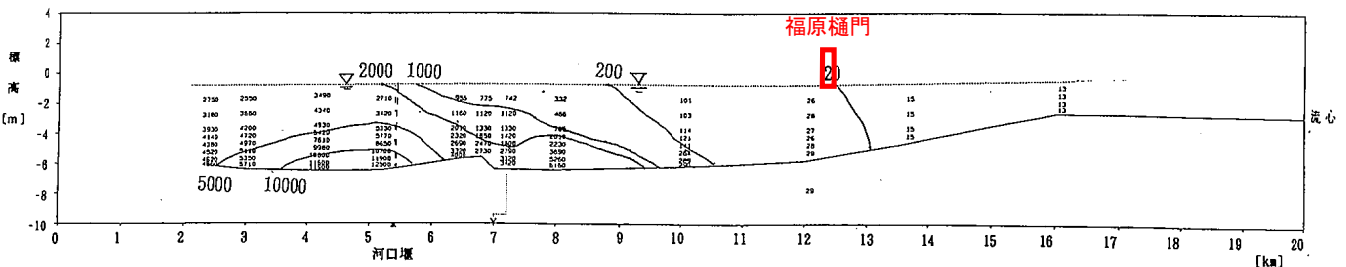


図2-2 塩化物イオン濃度河川縦断図（平成6年7月12日）上段：満潮時 下段：干潮時

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

単位：mg/ℓ

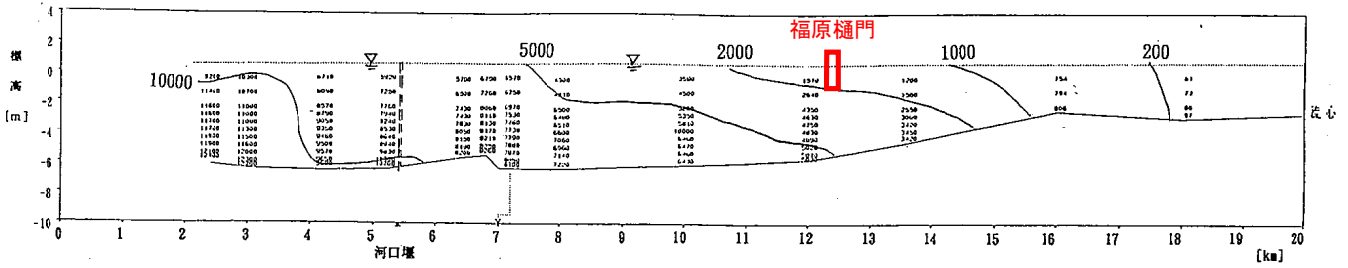


図7-2-3-(5) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断面図

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

単位：mg/ℓ

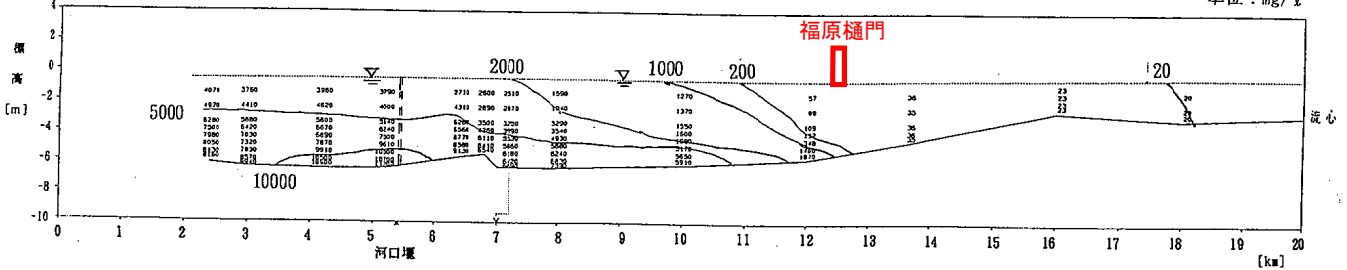


図2-3 塩化物イオン濃度河川縦断面図（平成6年7月17日）上段：満潮時 下段：干潮時

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

単位：mg/ℓ

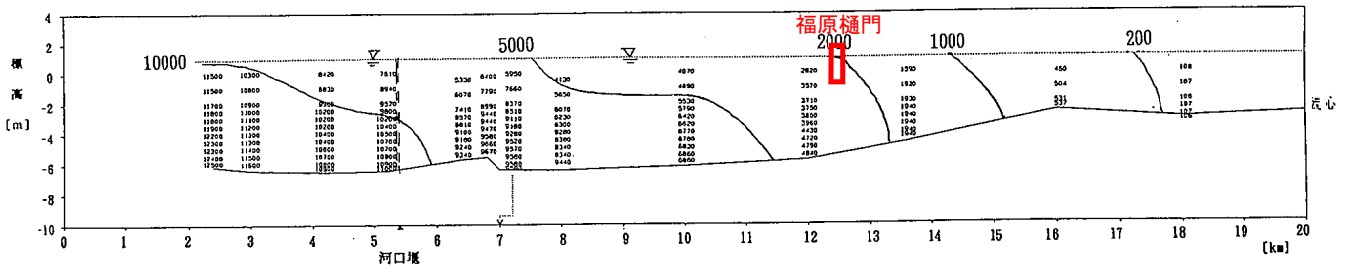


図7-2-3-(7) 水質詳細調査 塩化物イオン濃度河川縦断面図

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

単位：mg/ℓ

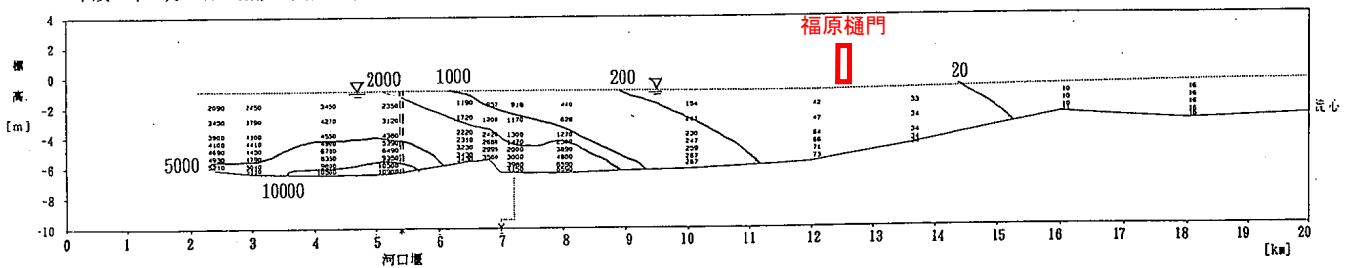


図2-4 塩化物イオン濃度河川縦断面図（平成6年7月22日）上段：満潮時 下段：干潮時