

長良川河口堰開放による塩害発生への検討

弁護士 在 間 正 史

1 本検討の目的

長良川河口堰（以下「河口堰」）のゲートを閉鎖する本格運用が1995年から始まって15年を経過し、長良川の自然環境は大きく悪化した。（財）日本自然保護協会長良川河口堰専門委員会（河口堰完成後は長良川河口堰事業モニタリング調査グループ）や長良下流域生物相調査団などが河口堰建設前に指摘した通りであった。河口堰による長良川の自然環境の悪化は、長良川の自然の恵みと共にあった流域の暮らしにも悪影響をもたらしている。長良川流域では、今、河口堰のゲート開放を求める声が澎湃と湧き起きている。これに対して、河口堰のゲートを開放すると塩害が発生するとして、事業者側は抵抗している。

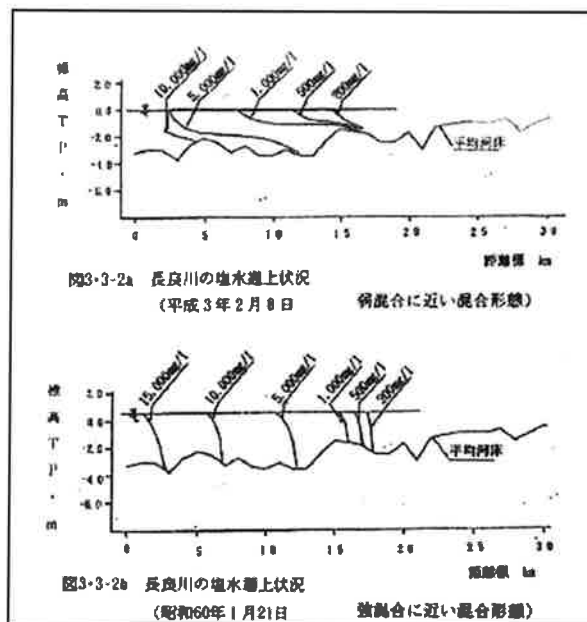
塩害問題は河口堰建設の論理として用いられたもので、筆者が原告代理人を務めた河口堰建設差止請求訴訟での大きな論点の一つであった。塩害問題、特に岐阜県に関係がある高須輪中の地下水・土壌の塩水化による塩害発生の可能性について検討し、河口堰のゲートを開放しても塩害は発生しないことを明らかにする。

2 河川下流部の水の流れと塩水遡上形態

河川下流部は、上流から流下してくる河川水と海から遡ってくる海水（塩水）がぶつかりあって混じり合うところであり、混じり合うところを汽水域、さらに海水の影響を受けるところを感潮域という。河川水は流量変動しており（区切りとして、最大、35日、豊水、平水、低水、渇水、最小）、海水も潮汐変動している（月齢変動で大潮と小潮、日間変動で満潮と干潮）。河川水の流量変動と海水の潮汐変動の組み合わせによって、両者の混合形態、従って塩水の遡上形態が異なってくる。河川水（流量大）と海水（大潮時）の力が強いとよく混じり合い、塩分濃度は水深方向では変化せず縦断方向で上流になるにつれて急速に小さくなる（強混合）。河川水（流量小）と海水（小潮時）の力が弱いと混じり合わず、密度の大きい塩水が楔状に下層を遡り（塩水楔といわれる）、塩分濃度は水深方向で下層が大きく縦断方向ではあまり変化しない（弱混合）。

長良川の弱混合と強混合の塩水遡上状態は、図1のように観測されている。

図1 長良川の河床と塩水遡上状態（浚渫・河口堰建設前）



建設省河川局『長良川河口堰に関する技術報告』1992年4月より

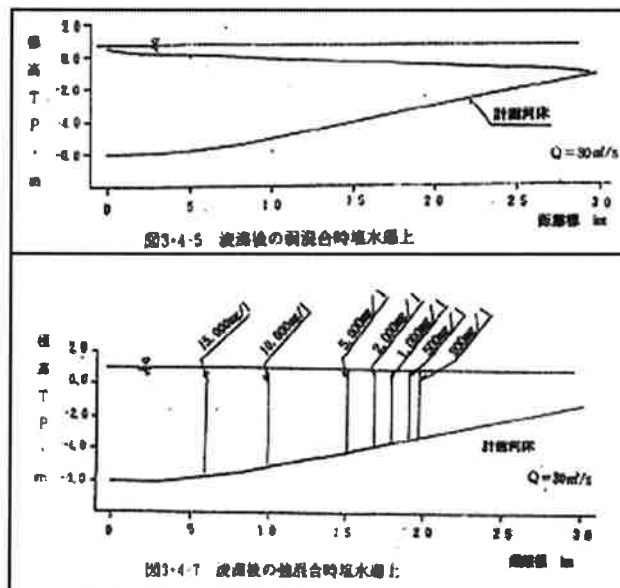
3 河口堰建設の論理

旧建設省は、河口堰建設の論理として以下の「四段論法」によっていた。

- ①長良川下流部の流下能力の増大ために、河道浚渫が必要。
- ②河道浚渫によって15km地点付近の河床突起部（マウンド）を除去するので、そこで止められていた塩水がより上流まで遡上する。
- ③塩水遡上の拡大によって堤内地に塩害が発生する。
- ④塩害防止のために潮止めとして河口堰が必要。

上記②はどういうことかということ、浚渫前は、図1のように15km付近に標高TP-2m程度の河床突起部（マウンド）があり、塩水の遡上を止めていたが（特に弱混合時）、浚渫後は、図2のように浚渫によって河床突起部を除去するので、より上流まで塩水が遡上するようになる（特に弱混合時）と説明されている。

図2 長良川の河床と塩水遡上状態（浚渫後）



建設省河川局『長良川河口堰に関する技術報告』1992年4月より

その結果、上記③のように、長良川右岸の岐阜県高須輪中において、長良川から堤内地に浸透してくる浸透水が塩水化し、堤内地の地下水と土壌の塩分濃度（塩化物イオン濃度、以下同じ）が表1のように予測され、水稻の耕作障害を起こして塩害が生じる可能性があるというものである。

表1 旧建設省の塩分濃度予測

河口からの距離	河川水 (mg/L)	地下水 (mg/L)	土壌 (mg/kg)
15km付近	11,000程度	7,000程度 (1,000~10,000)	600程度 (150~2,000)
20km付近	10,000程度	5,000程度 (1,000~7,000)	500程度 (150~1,000)
25km付近	6,000程度	1,000程度 (200~1,500)	150程度 (50~300)

「塩分濃度」とは塩化物イオンの値を示している。

建設省河川局『長良川河口堰に関する技術報告』1992年4月より

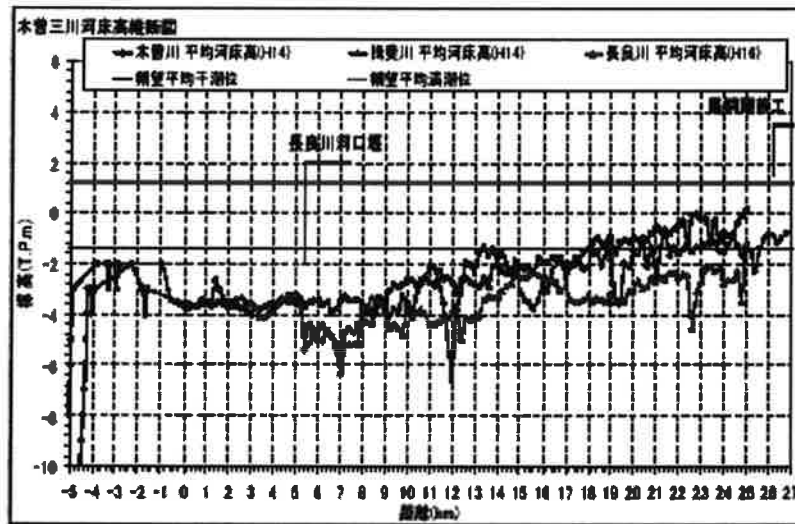
4 浚渫後に長良川の河床はどうなったか (②の検討)

上記のように、河道浚渫によって15km地点付近の河床突起部を除去するので、そこで止められていた塩水がより上流まで遡上することが河口堰建設の理由、つまりゲート閉鎖の理由である。

長良川は河口堰建設時に浚渫されたが、現在、河床はどのようになっているのか。

長良川の現在の河床状態（平均河床高、2004年度測量）は図3の一番下の▲印の線である。上から木曾川、揖斐川、長良川である。13km～17kmの区間をみると、一番下の長良川は、15km付近で標高TP-2mとなって突起している。現在の長良川は、15km付近で浚渫前と同程度のTP-2mの河床突起部が再び形成されているのである。

図3 木曾三川河床高縦断面図



国土交通省木曾川下流河川事務所 自然再生検討会『第2回・第3回検討会の意見と対応説明資料』2010年2月より

そうすると、上記②のように、浚渫前は図1のように15km付近の標高TP-2m程度の河床突起部によって塩水の遡上が止められていたとすると、現在は、河口堰のゲートを開放して塩水の遡上があっても、塩水はそこで止められて、さらに上流まで遡上しないことになる。

5 旧建設省の地下水・土壌の塩水化予測は精確か (③の検討)

(1) 旧建設省の地下水・土壌の塩水化予測方法

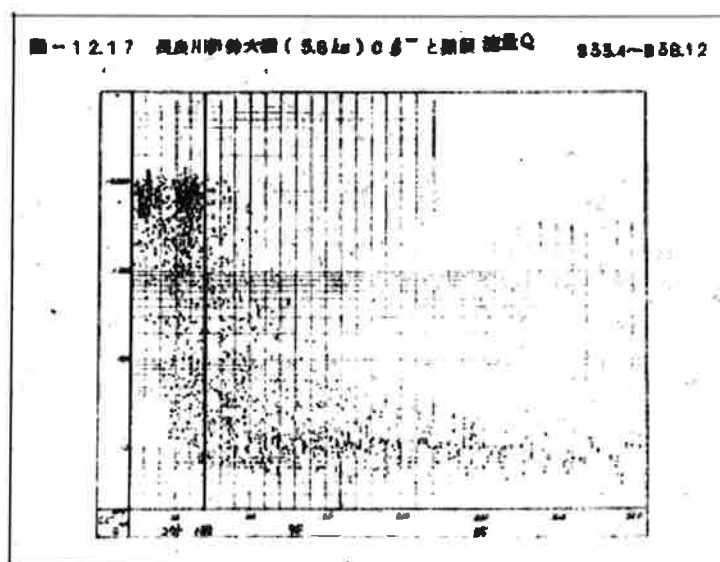
旧建設省の地下水・土壌の塩水化予測（建設省河川局『長良川河口堰に関する技術報告』1992年4月）は、以下の順序で塩水化を予測している。

- ①全ての流量で強混合・弱混合が等しく出現（a）、弱混合は河口濃度塩水・淡水の二層化（b）を前提として、河川流量（渇水、低水、平水、豊水、35日、 $500 \text{ m}^3/\text{s}$ ）、潮汐月変化＝塩淡水混合形態（大潮＝強混合、小潮＝弱混合）、潮汐日変化＝潮位（ $2/3$ 、平均、 $-2/3$ ）を組合せ、これらの生起確率を用いて求められた組合せ別の塩分濃度を合計した年間平均の塩分濃度期待値を河川水塩分濃度として予測。
- ②①の河川水塩分濃度から、河川水と地下水の塩分濃度観測値相関により、地下水塩分濃度を予測。
- ③②の地下水塩分濃度から、地下水と土壌の塩分濃度観測値相関により、土壌塩分濃度を予測。

(2) ①aの仮定は、長良川での弱混合が発生する流量実態に合っているか

長良川では、弱混合は、図4のように、流量 $70 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度（平水185日流量）以下のときに発生している。横軸が流量で、縦軸が塩分濃度であるが、流量 $70 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度を境にして、それより流量が少ないと塩分濃度は $10,000 \text{ mg/L}$ 付近が多いが、それより流量が多くなると塩分濃度は急激に低下して $100 \sim 10 \text{ mg/L}$ 程度になっている。

図4 長良川の流量と塩分濃度の関係（伊勢大橋 5.8km地点）



建設省木曾川下流工事事務所『長良川河口堰調査報告書 昭和40年改訂版』1966年3月より

したがって、① a の全ての流量で弱混合が生じるという仮定は、実態を反映しないものであり、河床そして上流側の河川水の塩分濃度を実際よりも過大に設定することになる。

(3) ① b の仮定は、長良川での弱混合時の塩分濃度実態に合っているか

① b の仮定は、弱混合時の塩分濃度は計算値(図2参照)のように、塩淡水が二層化し、上層は0mg/L、下層は河口塩分濃度18,000mg/Lとなる前提に立っている。

実際にそうなのかを観測結果で検証する。弱混合時の観測結果は図2の上図である。塩淡水が境界を成していて塩水は全て18,000mg/Lではない。図4でも塩分濃度は10,000/L程度以下である。塩水遡上は楔状であるが、塩分濃度は、上流および上層に向かうにつれて小さくなっていく。弱混合と強混合の中間の緩混合的な混合形態なのである。

したがって、① b の弱混合を河口濃度塩水・淡水の二層にする仮定は、河床そして上流側の河川水塩分濃度を実際よりも過大に設定することになる。

(4) 小括

旧建設省の地下水・土壌の塩水化予測は、①において、河床そして上流側の河川水の塩分濃度を実際よりも過大に設定しているため、これを前提とした②以下で過大な地下水と土壌の塩分濃度を予測しているのである。

6 実態に基づく地下水・土壌の塩分濃度の修正

(1) 修正方法

- ①河川流量と弱混合・強混合の組み合わせを、実態に基づき修正。
- ②各地点の弱混合時の河床塩分濃度を、観測値(図1の上図)に基づき修正。
- ③①と②を使用して、技術報告と同じ方法で、河川塩分濃度の期待値を計算。
- ④③から、技術報告と同じ方法で、地下水・土壌の塩分濃度を求め、技術報告と比較。

(2) 計算結果とまとめ

堤内の地下水と土壌の塩分濃度を、技術報告と同じ方法で推定するとして、実態に基づいてより精確なものに修正すると、表2、特にケース④の通りとなる。

地下水・土壌の塩分濃度は塩害を起こさない濃度(水稻被害は塩分濃度600mg/Lから発生)である。

旧建設省の予測は、混合形態は強混合・弱混合しかなく、また弱混合の発生はどの流量でも起こる、その河川塩分濃度は上層淡水と下層塩水に二分され塩水は全て18,000mg/L

としており、長良川の実態に反している。その結果、堤内の地下水・土壌塩分濃度を過大に予測しているのである。

表2 実態に基づく河川水、地下水、土壌の塩分濃度予測値

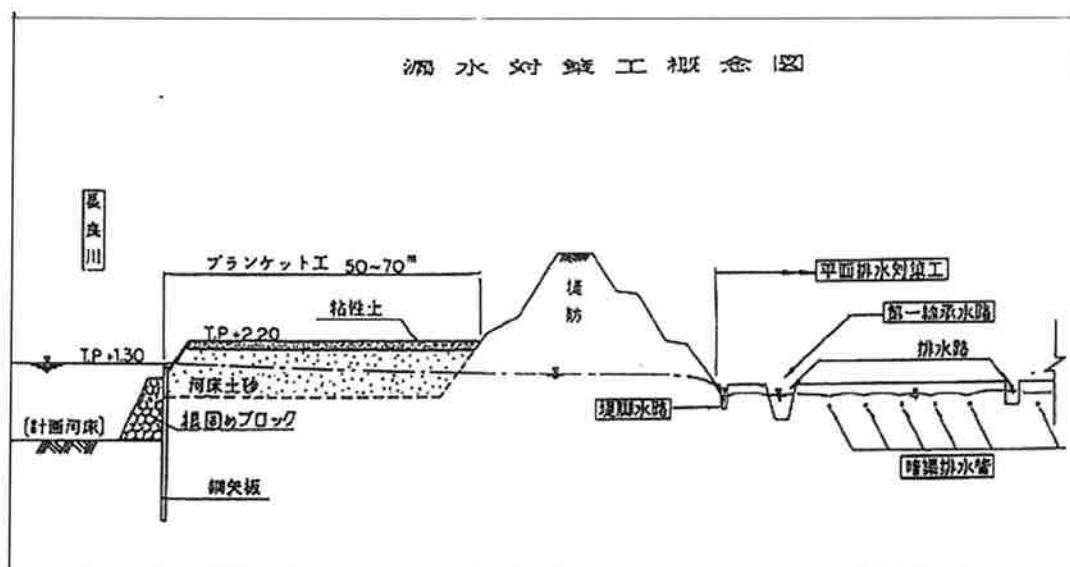
河川塩分濃度				
(a) 水面から八割水深				単位：mg/L
ケース		15km地点	20km地点	25km地点
技術報告		11,000	10,000	6,000
①		4,400	2,400	650
②		3,800	2,200	610
③		3,400	2,100	610
④		2,600	1,500	470
(b) 水深方向平均値				単位：mg/L
ケース		15km地点	20km地点	25km地点
技術報告		5,600	4,100	2,000
①		2,300	1,100	200
②		2,000	900	200
③		1,800	900	200
④		1,400	700	200
堤内地下水、土壌の塩分濃度			単位：地下水mg/L、土壌mg/kg	
ケース		15km地点	20km地点	25km地点
技術報告	地下水	7,000	5,000	1,000
	土壌	600	500	150
①	地下水	400	150	70
	土壌	50	30	15
②	地下水	300	150	70
	土壌	40	30	15
③	地下水	300	150	70
	土壌	40	30	15
④	地下水	200	150	60
	土壌	30	30	15
① 八割水深での塩分濃度について、弱混合時は、計算上の塩水楔先端からの河床での実測による濃度変化と同じ変化としたケース。				
② ①に加えて、豊水流量以上時は、弱混合と強混合が各1/2（弱混合出現を半分にする）としたケース。				
③ ②に加えて、35日以上流量時は全て強混合（弱混合出現はない）としたケース。				
④ ①に加えて、平水流量時は、弱混合と強混合が各1/2、豊水流量以上時は全て強混合としたケース。				

7 河川浸透水は耕作層の下で排除される（高須輪中漏水対策工）

高須輪中では、河口堰の補償工事として、図5のように、河川からの浸透水を集水して排除する漏水対策工（第一線承水路と耕作層下の暗渠排水管）が設けられている。

したがって、仮に塩水が長良川から堤内に浸透してきても、耕作層の下で排除されて、耕作層に影響しないようになっているので、水稻障害は発生しない。

図5 高須輪中漏水対策工概念図



長良川河口堰建設所『長良川河口堰事業における漏水対策工の効果について』1988年8月より

8 まとめ

①15km付近に河床突起部が再び形成されていて塩水遡上を止められること、②地下水・土壌の塩分濃度予測は実態に反した過大なもので実態に基づけば塩害を起こさない濃度となること、③漏水対策工が設けられているので塩水化した浸透水は耕作層の下で排除されること、以上により、河口堰のゲートを開放しても、高須輪中の地下水・土壌の塩水化による水稻障害は発生の可能性がないことが明らかである。