

図 4 - 7 長良川平均河床縦断面図

4) 考察

これらを総合すると、堰本体着工時点では地盤沈下やそれまでの浚渫あるいは砂利採取により計画高水流量を流下させるに十分な河積が確保されており、新たな浚渫は不要だったと判断される。

また、土地利用のために河道を固定している限り、上流から流送されてくる土砂は河口周辺の海域から河道内に溜まらざるを得ないため、大規模な浚渫をしてもいずれその効果が薄れていくのは避けられない。長良川でも、浚渫部には土砂堆積による埋戻しが発生しており、埋め戻しされている範囲内では、河口堰本体着工後に新たに行われた浚渫は治水に必要であったということができなくなっている。これらは、治水目的では河口堰の建設が不要であったことを示していると言える。

しかしながら、その堆積に通常の河川管理の範囲で対応できるかどうか、その有効性を判断する基準であると考えられ、浚渫された部分が埋め戻されたからといって、短絡的に、「有効であったとは評価できない」とはいえない。その場合、当初、どの程度の浚渫が必要であったのかという議論が避けられないが、そうであれば、埋め戻しがあったとしても、長良川河口堰の浚渫は、現在の浚渫区間の洪水流下の状況から判断して、有効性を失っていないともいえる。

(2) ブランケット工の適切性

河口堰により平常時の堰上流水位が TP+1.3m ~ +0.8m となり、それまでの水位より高く、漏水が発生する可能性がある。このため、高水敷の表面に厚さ 60cm 程度の粘性土を被覆するブランケットや平面排水施設が、堰地点から 25km 付近まで、堤防沿いに 50m から 70m 幅で造成された。

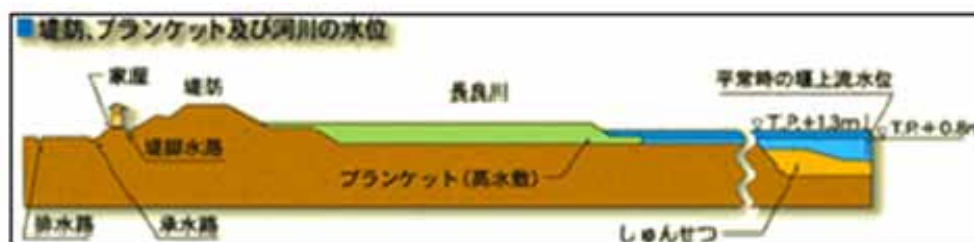


図4 - 8 堤防、ブランケット及び河川の水位

治水の手段として浚渫を選択した場合には、全体的な地盤沈下のため相対的に堤防の高さを増大させることになり、堤体構造が脆弱となるため、堤防の安全性を向上させるため、また洪水時の浸透を抑制するため、ブランケット造成工事が行われる。造成以前の堤体付近の河道横断形状と造成後を比較すれば、洪水敷の造成によって堤防の安全度が向上した状況がよく理解できる。

ブランケットは河道内における一種の埋立てであり、河積を減少させるだけでなく、浚渫量を増大させる。漏水対策には堤防の天端あるいはのり尻に鋼矢板などを用いる別の工法もある。しかし、堤防の基盤が土であることを考慮すると、それと馴染みにくい鋼製の止水矢板の導入は堤敷に余裕を持たせることのできない場合など、浸透抑制に他の方法がない場合に限られるべきであるという考えもある。

治水の手段として浚渫を選択したことが効果的であったかという議論はあるが、浚渫という手段を選択した場合に、長良川下流部の治水対策としてブランケット工を採用したことが適切であったかどうかは、現時点では、簡単には判断できない。

4 - 2 治水効果の検証

1) 事業者による治水効果の検証

治水の効果として、事業者は、1970年(昭和45年)の河床と2004年(平成16年)の最高水位と比較して2mの水位低下効果があったとし(図4-9)、また、1972年(昭和47年)の河床と1999年(平成11年)の実績水位と比較して1.1mのピーク水位の低下と氾濫注意水位以上の継続時間の短縮があったとしている(図4-10)。また、表4-1のように、浚渫後の墨俣地点(39.1k)における実績洪水におけるピーク水位および氾濫注意水位以上の継続時間の観測値を浚渫前の計算値と比較して、浚渫によりピーク水位を低下させることができ、氾濫注意水位以上の継続時間も短縮されることを示し、浚渫の効果があったとしている。

ただし、なぜか、図4-9では1970年(昭和45年)の河床と2004年(平成16年)の最高水位と比較し、図4-10では1972年(昭和47年)の河床と1999年(平成11年)の実績水位と比較して、浚渫の効果を述べている。

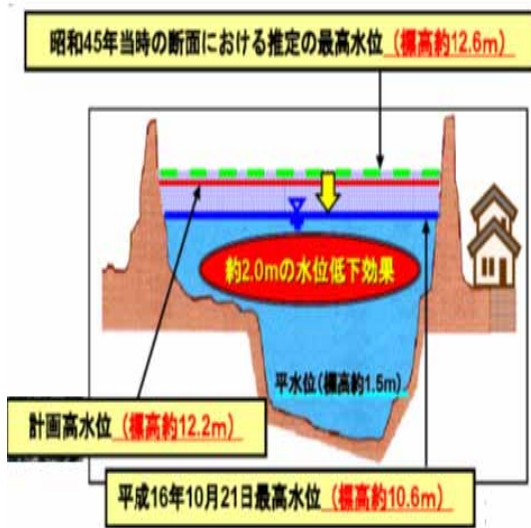


図 4 - 9 浚渫によるピーク水位の低下

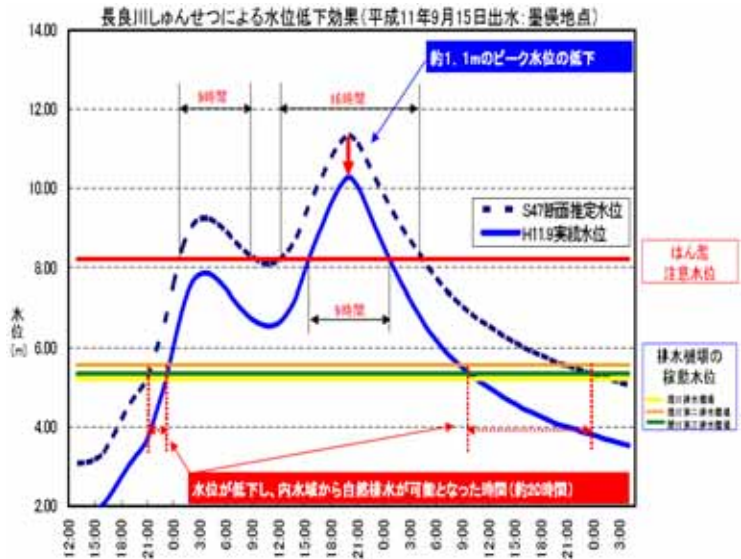


図 4 - 10 氾濫注意水位以上の継続時間の短縮

年月日	出要因	墨俣地点 ピーク流量	ピーク水位 低下量	はん濫注意水位以上の継続時間		
				しゅんせつ 前	しゅんせつ 後	短縮時間
平成11年9月15日	台風18号	約5,900m ³ /s	約1.1m	25時間	9時間	16時間
平成12年9月12日	台風14号	約4,900m ³ /s	約1.2m	15時間	9時間	6時間
平成14年7月10日	台風4号	約4,400m ³ /s	約1.6m	13時間	4時間	9時間
平成16年10月21日	台風23号	約8,000m ³ /s	約2.0m	12時間	8時間	4時間

表 4 - 1 浚渫によるピーク水位低下量および氾濫注意水位以上の継続時間の短縮時間

2) 河床の変化と浚渫の効果の判断

しかし、図 4 - 11 に示されるように、長良川の平均河床高は地盤沈下、浚渫、砂利採取により、年々変化しており、工事実施基本計画が策定された 1970 年（昭和 45 年）以降は激しい地盤沈下によって河床は低下し、その後地盤沈下は収束に向かったものの、1988 年（昭和 63 年）に河口堰事業の大規模浚渫が開始されたことで河床は低下を続け、1998 年（平成 10 年）の浚渫終了後は土砂が堆積しだして河床は上昇に転じる。

一連の浚渫が 1971 年度（昭和 46 年度）から開始されていることから、28 年間にわたる浚渫全体の効果を検討するために、その直前の 1970 年（昭和 45 年）時の河床形状を使ったとしても、地盤沈下および砂利採取による影響を明記していないことは誠実さを欠くと言わざるを得ない。浚渫前の河床として、図 4 - 5 では 1970 年（昭和 45 年）を用い、図 4 - 6 では 1972 年（昭和 47 年）の河床を用いるなど、整合性もとれていない。

しかし、図 4 - 1（浚渫前後の水位比較）では、計画河床にすれば、水位が計画高水位を下回ることが示された。同じ基準で比較するならば、計画河床における計算水位を観測水位と比較して、所定の効果が得られているかを検証すべきである。河床が大きく変動している長良川について、河口堰本体着工後から現在までの間の浚渫の効果を示すのに、地

盤沈下が進行中で河床がまだ高かったころの 1970 年（昭和 45 年）あるいは 1972 年（昭和 47 年）の河床を用いた計算水位を実績降雨での観測水位と比較し、それをまるで河口堰本体着工後から現在までの間の浚渫の効果であるかのように、地盤沈下によるものも含んだ水位低下をすべて浚渫によるものであるかのように示していることは、長良川河口堰の必要性を過大にみせかけていることになり、不適切である。

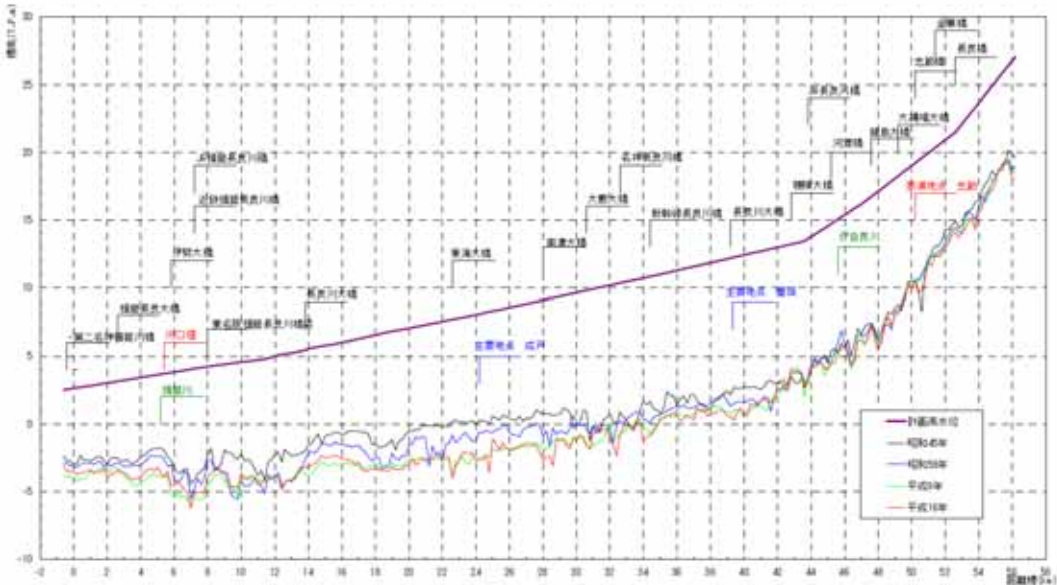


図 4 - 1 1 長良川の平均河床高
 （河口から 30km までの最近のデータが図 4 - 7 に示されています）

3) 浚渫の効果を判断するために用いるべき河床形状

浚渫には長期間を要し、まだ計画河床になっていないなら、浚渫直前の河床を用いた計算水位を観測結果と比較すべきであり、もし計算水位が計画高水位を下回るようであれば、浚渫は不要だったことになる。浚渫の効果を評価するに当たって、仮に浚渫工事の最終段階に近い 1988 年（昭和 63 年）時の河床形状を用いれば、より低下した水位が推算されると思われる。事業者は、長良川河口堰を必要とした浚渫の効果を判断するため、ぜひそれを示して議論に供すべきである。

なお、2004 年（平成 16 年）10 月出水では墨俣地点で 8,000m³/sec という計画規模にほぼ匹敵する洪水でありながら、図 4-5 に示したように、計画高水位を 0.4m 超えただけであった。

このことは計画高水位を 1cm たりと超えてはならないという立場からすれば由々しきことであるが、1963 年（昭和 38 年）の流量改訂時に計画高水位を 0.5m 引き上げた際に仮に 1m 引き上げておけば問題がなかったことになり、説得性をもたない。計画高水位の引き上げは当時の堤防の余裕高が 2.5m を 2m に縮小したことで実現したものであるが、当時の設計基準（案）では 8,000m³/sec という計画高水量に対する余裕高は 1.5m としてもよく、計画高水位を 1m 引き上げるのも可能な選択肢であった。

この洪水で計画高水位を超えず、被害もなかったことについては、地盤沈下が大きく影響しており、浚渫の必要性が検証されたとは認められない。

4 - 3 塩害対策の検証

(1) 講じられてきた塩害対策

塩害には利用水への支障と地下水・土壌の塩分化がある。伊勢湾に面している木曾三川下流部では、塩水が河川上流に侵入するため、古くから塩害に悩まされてきた。昭和 30 年代に地下水の大量の汲み上げによる地盤沈下が発生し、塩水の河川上流への遡上を招いたため、次の対策が実施された。

1) 長島町の塩害対策

長良川の河口部にある三重県長島町ではかんがい用水として逆潮を利用していた。1959 年(昭和 34 年)の伊勢湾台風後地下水に切り替えたが、それは、最初に汲み上げた浅層地下水の塩水化を招き、ついで、切り替えた深層部の地下水も塩水化したため、塩害から逃れることができなかった。

この状態は、1978 年(昭和 53 年)に木曾川の馬飼頭首工(木曾川大堰)から導水による表流水への切替えと堤防沿いの排水路の整備の完了まで継続したが、それらによって、塩害はほぼ解消しているけれども、河口堰よりも下流の地域では 1994 年(平成 6 年)のような渇水時には軽微とはいえやはり被害が発生している。

2) 高須輪中の塩害対策

高須輪中ではかつて揖斐川 15K 地点から取水していたが、塩害は発生していない。現在は揖斐川 24K 地点から常時取水し、かんがい期(4 ~ 9 月)には長良川 25K 地点と 27K 地点からも取水しているが、塩害は発生していない。

3) 高須輪中以外の海津町の塩害対策

高須輪中以外の海津町ではこれまで塩害はまったく発生していないが、大江川や地下水を農業用水として利用しているため、塩害対策が農水省の事業として行われた。

「昭和 38 年度以降改修総体計画」には治水のための 1300 万 m³ もの大規模な浚渫が含まれているが、塩水が 30K 地点まで遡上し、図 4 - 8 に示されるように、取水への支障や地下水の塩分化が懸念された。

(2) 長良川河口堰の塩害防止機能

1) 事業者の予測

マウンド浚渫後の塩水遡上に関する実測データはない。

事業者側の当初の予測では、25km 付近の塩化物イオン濃度は 6,000mg/L であった(長良川河口堰に関する技術報告, 1992)。事業者の模式図(図 4 - 8)では、30 km 付近まで塩水が遡上することになっている。

このため、河口堰事業により、ブランクット工、承水路、暗渠排水管等が実施され、塩害対策はさらに充実された。

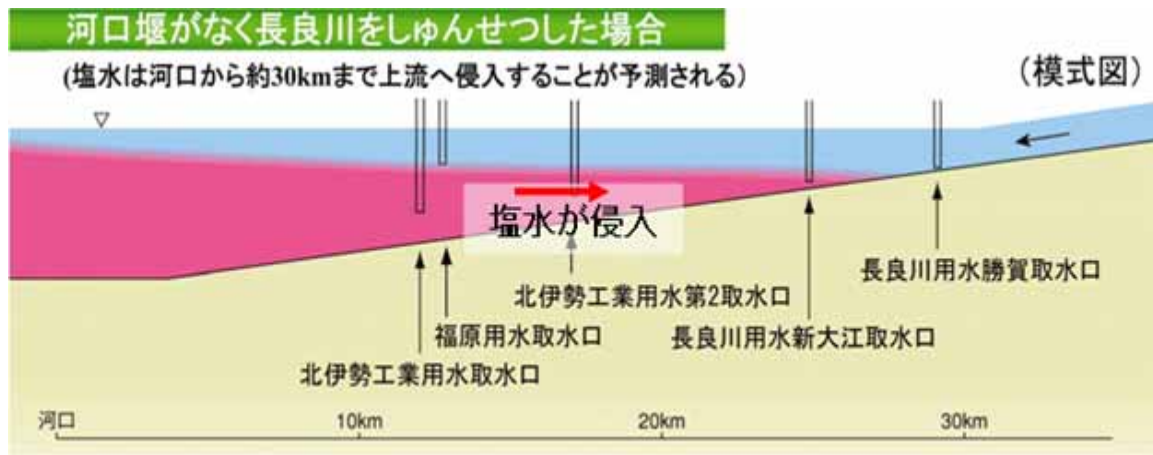


図4 - 8 浚渫による塩水の遡上



図4 - 9 浚渫による塩水の遡上と地下水の浸透

2) 考察

マウンド浚渫後の塩水遡上に関する実測データはない。浚渫した場合、長良川河口堰が無ければ、どのくらい塩水が遡上するかは分からないのである。

事業者の示す模式図は、あくまで模式図であり、長良川の河床は模式図のようにはなっておらず、常に変化している。既に、河口堰建設後も堆積物が蓄積しており、現在の河床の三次元的な構造に即して、塩水がどこまで遡上するかは不明である。

しかしながら、長良川河口堰運用開始以後は、堰上流域が淡水化され、長良川沿岸地点では地下水の塩分濃度は低下傾向にあることから、ブランク工のように専門委員会では「適切性に疑問なところがある」との意見も出されているが、塩害対策は一定の成果を挙げたと評価できる。

ただし、隣接する木曽川の実測データでは、塩化物イオン濃度が 100mg/L となる距離は最長で 19.2km であった（木曽川水系連絡導水路事業環境レポート（案），2009）。長良川が木曽川に比べて塩水遡上距離が長い理由について合理的な説明ができなければ、長良川での予測値は過大であった可能性があり、これらの塩害対策は過剰であったことになる。

5 検証：費用負担

(1) 計画時点での費用と便益

1) 費用

公共事業が実施されるためには、便益 / 費用(B / C)が 1 を超えることが前提となる。長良川河口堰の場合、治水では洪水防御に伴う便益の発生、利水では水利用に伴う便益の発生がそれぞれ見込まれ、両者を足した総便益が総建設費用(建設費 + 維持管理費)を上回ることから事業実施に至ったことになっているはずである。

表 5 - 1 は長良川河口堰建設費の負担総額を建設費のみ(上段)、利子を含めた実負担額(下段)に分けて示したものである。上段の建設費は 1,493 億円となっているが、これに建設時の利子負担(313 億円)が加わり、長良川河口堰の建設費は 1,806 億円となる。一方、利水に関しては借入金等で賄われ、その後 23 年間かけて支払いが行われるため、愛知県、三重県、名古屋市の利水自治体はそれぞれ建設費の 1.5 ~ 2 倍程度の負担金を実際には支払うことになる。

表 5 - 1 長良川河口堰建設費の負担総額

					(100万円)
	治水	利水			建設費合計
		水道用水	工業用水	計	
愛知県	6,021	34,563	12,172	46,735	
三重県	6,021	11,799	26,629	38,428	
名古屋市		8,308		8,308	
岐阜県	6,021				
国	37,780				
計	55,844	54,670	38,801	93,471	149,315

	治水	利水負担額		
		水道用水	工業用水	計
愛知県	6,021	59,682	20,065	79,747
三重県	6,021	20,254	38,165	58,419
名古屋市		16,515		16,515
岐阜県	6,021			
国	37,780			
計	55,844	96,451	58,230	154,681

資料) 各自治体より

さらに 1995 年(平成 7 年)に運用が開始されてからは堰の維持管理費として運用開始当初は 15 億円前後、現在は 9 億円前後がかかっている(表 5 - 2)。これを各県が利水については開発水量割合に応じて、治水については愛知、岐阜、三重 3 県が治水負担費用の 15% ずつを支払っている。そしてこれらの費用は水道、工業用水道が事業化された後、その使用料金によって賄われることになる。

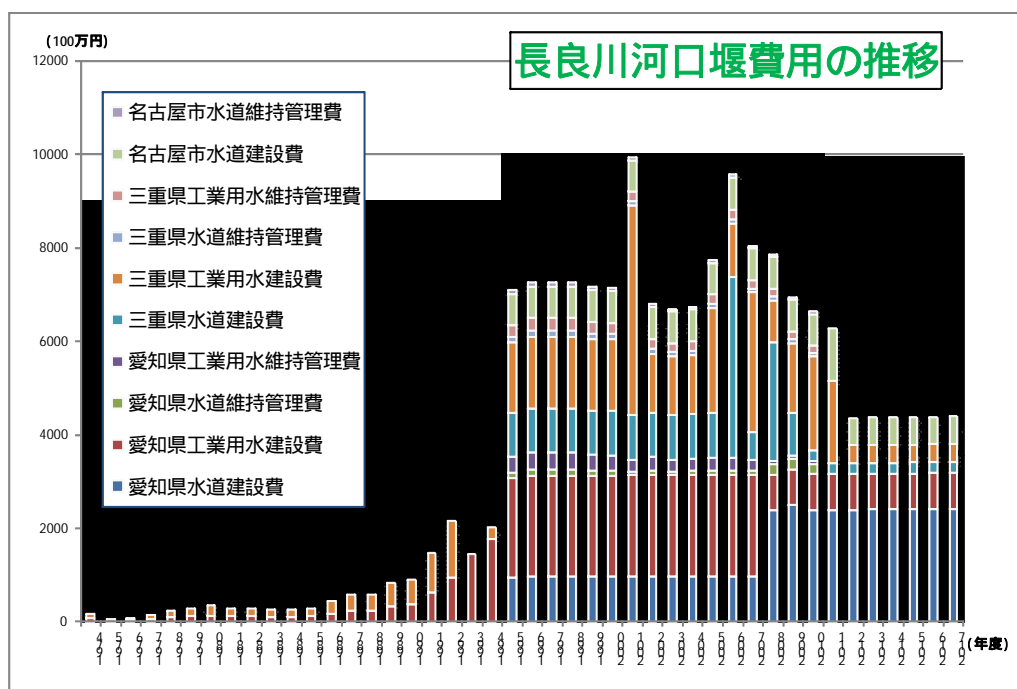
表 5 - 2 長良川河口堰維持管理費の推移

						(100万円)	
	愛知県水道	愛知県工水	三重県水道	三重県工水	名古屋市水道	治水負担額	合計
1995	119	348	118	266	83	549	1,483
1996	125	365	124	279	87	582	1,562
1997	126	365	124	279	87	579	1,560
1998	125	366	124	280	87	572	1,554
1999	112	328	111	250	78	532	1,411
2000	109	319	108	244	76	462	1,318
2001	87	254	86	194	61	433	1,115
2002	99	289	98	221	69	441	1,217
2003	85	248	84	190	59	410	1,076
2004	91	266	90	203	63	408	1,121
2005	93	273	92	208	65	457	1,188
2006	93	272	92	207	65	405	1,134
2007	81	238	81	182	57	405	1,044
2008	221	76	75	169	53	350	944
2009	226	79	77	174	54	338	948
2010	210	74	72	162	51	327	896
計	2,002	4,160	1,556	3,508	1,095	7,252	19,573

資料) 各自治体より

2011年現在、長良川河口堰開発水量を水源として事業化されているのは愛知県水道と三重県水道で、両事業は水道料金に費用を転嫁して徴収されている。一方、愛知県、三重県の工業用水は事業化されていないため、使用料金による徴収はできていない。名古屋市は事業化できていないものの、異常渇水時には使用可能であるという理由から、水道料金による徴収が行われている(図5-1)。

図 5 - 1 長良川河口堰建設費・維持管理費の自治体別推移



資料) 各自治体より

注) 治水に関する国・自治体負担費用は含まれていない。
維持管理は2010年度までで、それ以降は含まれていない。

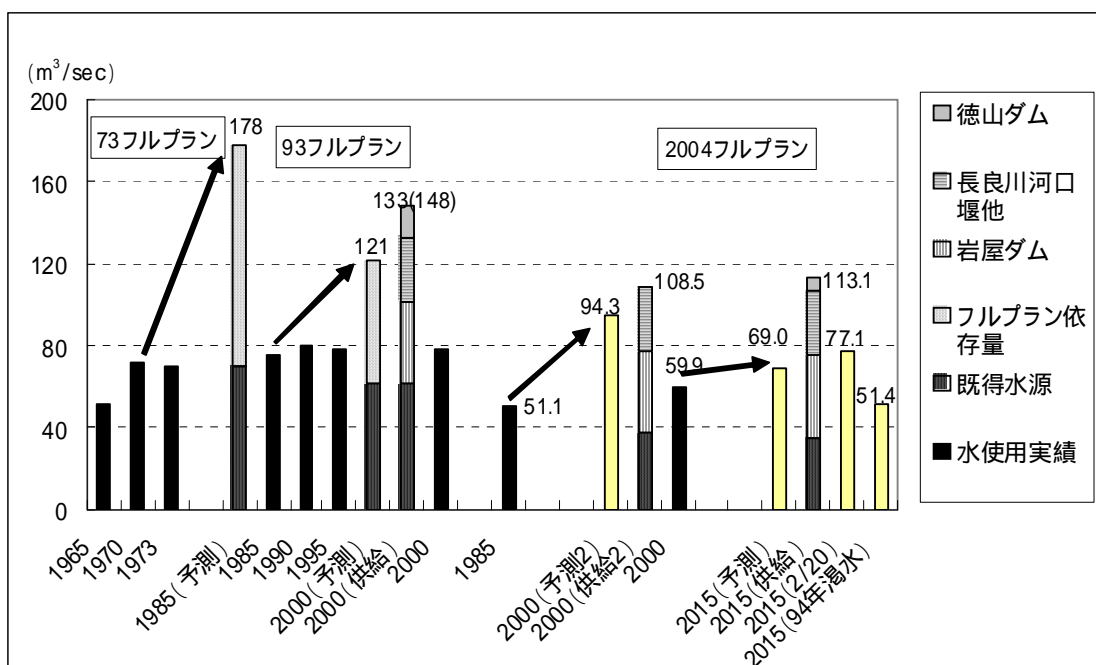
このほか、長良川河口堰に関わる費用負担としては各自治体の関連事業と水源地への補助金がある。長良川河口堰は木曽三川の真ん中を流れ、下流には水を必要とする都市が存在しない。木曽川水系下流地域で水を必要とする地域のほとんどが木曽川、揖斐川を越えたところにある。従って河口堰によって利用可能な水資源が開発されたとしても、それを末端消費地に運ぶためには導水路建設が不可欠であり、その費用は決して無視することができない。愛知県は長良導水事業、三重県は中勢水道事業を事業化し、それぞれ数百億円のコストがかかったとされている。

また愛知県と名古屋市は水源基金制度を創設して水源地補助（この場合は高須輪中地域が対象となる）を行っている。これまで要した費用は約 46 億円に上っている。

2) 便益

長良川河口堰建設に伴う便益は洪水防御に伴うものと、利水に伴うものが存在する。これらについての詳しい評価は困難であるが、計画時点において費用を上回る便益が存在したことは間違いない。利水面について言えば、計画が具体化された時期は高度経済成長期にあたり、どれだけ水を確保しても足りないと思われていた時期である。木曽川水系フルプランでも 1968 年フルプランや 1973 年フルプランにおいて著しい水需要増加が予測されており、長良川河口堰はそうした水需要増加に対処する貴重な水源施設として位置づけられていた（図 5 - 2）。その点において河口堰建設に伴う水資源開発の便益は著しく大きなものであったと思われる。

図 5 - 2 木曽川水系フルプランの需要予測と実績



資料) 伊藤 (2005) より作成

注) 図の右側の実績、予測値は 2004 年フルプランによるもの。既得水源から地下水使用実績を差し引いて計算する等、図左側の従来予測と異なった前提を採用したことから、従来の実績、予測値よりも値が小さくなっている。

では実際にそうした計画通りの便益は発生したのであろうか。愛知県企業庁は国交省のダム供給能力の低下説明に従って、水源ダム・河口堰開発水量の縮小に応じ、現在使われていない徳山ダム開発水量（2.3m³/sec）、長良川河口堰開発水量（8.39m³/sec）等を全て既存水道事業、工業用水道事業に割り振っている。この対応は今後、割り振られた開発水量が全て導水路によって消費地とつながり、実際に使用可能となり、さらには割り振られた消費地において水道料金、工業用水料金によって支払われる状況が発生すれば、便益は発生したと考えてよいであろう。少なくとも水源施設の建設費用を水使用者が支払うという理屈が成立するからである。

しかし、逆にどれだけ理屈は成り立とうとも、ダム・河口堰によって開発された水が消費地とつながらず、またそれらを理由として料金による支払いがされない場合は、水資源開発に伴う便益は発生していないと考えるべきであろう。これに関する具体的な検討は次項で行う。

（２）費用負担の問題点

このような形で運用されている長良川河口堰事業において、費用負担の点から指摘されている問題点を以下で検討したい。

１）治水負担額の大きさ

長良川河口堰は利水と治水の両目的を有した多目的事業であることから、堰建設費においても治水負担分と利水負担分に分けて支払いがされている。しかし、ダムと異なり、河口堰には貯水容量がないため、これまで治水目的に相当する費用負担額に関してどれだけ支払ったらよいのかという問題が提起されてきた。

本委員会でも議論になったが、長良川河口堰事業に関連して実際に洪水の安全な流下に効果を発揮しているのは浚渫事業である（浚渫による洪水の安全な流下の大きさをめぐる議論はここでは問題としない）。したがって、浚渫事業に伴う費用が洪水の安全な流下に必要な費用である。長良川河口堰そのものは塩害防止が本来の目的であり、河口堰建設費に治水関連費用を含めるのは間違っているという主張がされてきた。しかし、実際の建設費用負担においては総額 1,806 億円の約 30%である 558 億円が治水負担として支払われている。

この意味するところは、治水が本来の費用（塩害防止ではせいぜい数億円）を大きく上回って建設費用を負担したために、長良川河口堰の建設費の利水負担分が大きく圧縮されたことである。これにより、長良川河口堰は大変安価な水源として認識されることとなった。しかし、この理解は後述するように明らかに誤っている。

２）環境影響費用

上の費用欄において、長良川河口堰の総建設費用を「建設費＋維持管理費」で説明したが、これには欠けている項目がある。大きな項目としては環境影響費用がある（他に水源地対策費用があるが、これについては一定の対応がされているため、ここではふれない）。

今回、長良川河口堰の開門を検討する委員会が立ちあがった最大の理由は、長良川河口堰が運用を開始して 16 年が経過する中で、長良川さらには伊勢湾の環境に大きなマイナ

スの影響を与えているという懸念があるからである。実際、本委員会においてそうした懸念は科学的な証拠のもとで事実として提示されている。したがって、長良川河口堰の建設費用を計算する場合、この環境影響にかかわる費用をどのくらいに見積もるかによって、今後の開門をめぐる方向性は大きく変わってくる。本委員会は現在発生している便益と開門に伴って発生が予想される費用を足した値を上回るものとして考えている。

3) 周辺施設費

長良川河口堰事業に関わる費用負担としては、堰本体の建設費とは別に各自治体の関連事業、主には導水路事業がある。したがって、長良川河口堰の費用便益問題を考えていく場合、現在使われている 15.9%の開発水量を導水するためにかかった費用だけでなく、まだ使われていない 84.1%の開発水量を導水する事業にかかる費用についても検討しなければならない。それらを考慮した場合、長良川河口堰の開発水量は決して安価な水ではない。

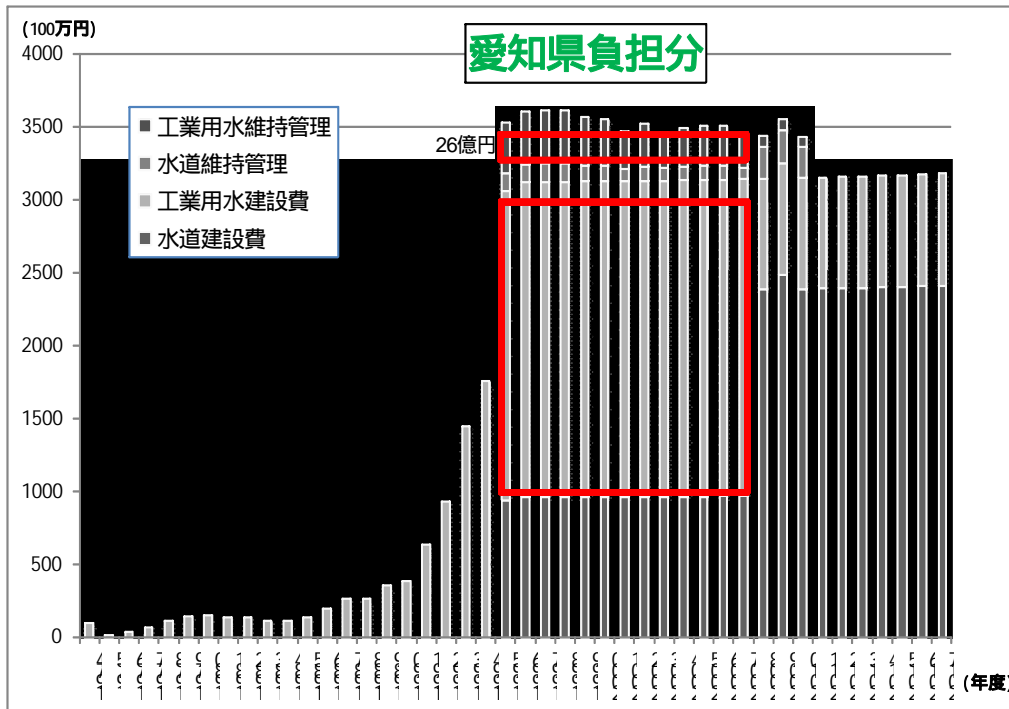
愛知県企業庁スタッフの説明では、これから必要とされる導水路事業にかかる費用は決して高くないとされているが、それは明らかに長良川河口堰湛水部の中流部（木曾川水系連絡導水路計画の下流部導水路予定地）を想定しているからである。しかし、そこでの導水は長良川の環境に大きな影響を与えるおそれ大きいことから国交省が禁止している地点でもある。長良川の環境を犠牲にした計画は導水路費用を節約するかもしれないが、環境影響費用をさらに増加させる可能性が高く、認められるものではない。

4) 発生していない便益

現在、長良川河口堰は開発水量の 15.9%しか使用されていない。愛知県の場合、使われていない開発水量のうちの $5.46\text{m}^3/\text{sec}$ は、それぞれ愛知用水地域 ($0.94\text{m}^3/\text{sec}$) と尾張地域 ($4.52\text{m}^3/\text{sec}$) に割り振られ、料金徴収も開始されているが、残された工業用水分 ($2.93\text{m}^3/\text{sec}$) については事業化のめどは立っていない。ここにおいて愛知県企業庁の説明は破たんしている。その理由は「3 検証：利水」の注で述べたことからここでは繰り返さないが、事業化できない水源施設を水余り施設と呼ぶとすれば、少なくとも工業用水部門において長良川河口堰は明らかに水余り施設となっている。

図 5 - 3 は愛知県の負担する長良川河口堰建設費・維持管理費の推移を見たものである。図の赤線で囲んだ部分は長良川河口堰開発水量の工業用水確保分を水道用水へ転用する際に移転された費用分である。この転用の根拠はダム供給能力の低下にある。しかし、今後河川流量が回復し、ダム供給能力の低下が止まり、さらには供給能力が上昇した場合、この転用は明らかに必要のないものであり、費用負担の工業用水から水道用水への転嫁は全くする必要のない作業であった。国交省、愛知県企業庁ともこうした作業を急ぐことによって長良川河口堰の利水面での有効性を高めようとしてきたが、あまりにも急ぎ過ぎており、その結果、本来負担する必要のない建設費用が水道ユーザーである一般市民にのしかかってしまっている可能性が高い。

図 5 - 3 愛知県の負担する長良川河口堰建設費・維持管理費の推移



資料) 愛知県より

注) 治水に関する負担費用は含まれていない。

6 開門調査の実現に向けて

6 - 1 開門調査の必要性

「長良川河口堰の最適な運用」とは、「塩害防止」、「利水」、「環境改善」の利益のバランスの最適値を達成する運用である。

河口堰の開門調査が「環境改善」になる可能性が極めて高いことから、河口堰の目的である「塩害防止」、「利水」が他の方法でも達成されること、あるいは、ゲートを弾力的に運用することでも達成されることが示されれば、河口堰開門は「環境改善」の利益により、より良い運用になる。

6 - 2 開門すれば何がどう改善されるか

本節では、河口堰のゲートを開けることにより、変化する水・底質環境と、それにより影響を受けると考えられる水生生物について、その想定される効果を述べる。

(1) 環境

浮遊藻類発生量と発生頻度は減少する。溶存酸素濃度は、空間的（河口からの距離、水深）、時間的（流量、潮日）に、異なる増加、または減少の機構が想定されるが、最も深刻な堰下流の貧酸素状態は解消される可能性が大きい。

底質は、概ね粗粒化、有機物含量の減少が期待できる。

1) 栄養塩

負荷量が減少する。底層の貧酸素化による栄養塩、特に燐の回帰が好氣的環境に変わるため、負荷量が減少する

2) 浮遊藻類

発生量及び発生頻度が減少する。

堰運用後の浮遊藻類の発生は、流達（滞留）日数の長期化が原因であるため、滞留が解消されれば、発生量、発生頻度が減少する傾向が強くなるものと思われる。浮遊藻類の種類組成も、汽水性の種類の群集に変化する。ミクロキスティス（アオコ）等の藍藻類は淡水性の種であるため、発生しない。

浮遊藻類の減少は、堰上流の湖沼型の貧酸素状態（昼間の過飽和と夜間の貧酸素）の解消につながるものと考えられる。一方、懸濁物食者、例えばシジミ、ユスリカ等の堆積物食者の密度減少も予想される。

3) 河口堰上流の溶存酸素

濃度の鉛直分布が変化する。

堰上流の酸素状態は、流況や潮日により変化する。引き潮時、全層が淡水域であれば、

流れによる鉛直混合が促進され、さらに藻類発生抑制により底層の貧酸素は解消され均一な酸素濃度分布になる。一方、底層への塩分侵入により、底層に貧酸素層が形成される場合も考えられる。これは、淡水に比べ、塩水の酸素飽和濃度が低く、また密度差による混合が阻害されるためである。

4) 河口堰下流の溶存酸素

濃度が増加する。

堰下流では、小潮効果の緩和により、底層水が停滞する時間が短くなり、極端な貧酸素状態や無酸素状態は改善される。

ゲートの開放は、堰上下流での、貧酸素状態を全く解消するわけではなく、堰の建設・運用以前の状態に戻すのみであるが、従来の河口域では、短期間の貧酸素環境下でも、シジミ類等の生育には不都合は認められず、底生生物相は回復に向かう効果があると考えられる。

5) 堆積物

粗粒化、有機物含量が減少する。

流れ、潮汐運動の回復、及び有機物負荷源としての浮遊藻類発生抑制のため、粗粒化と有機物含量の減少が期待できる。一方、河口域では、本来、流速の低下と塩分の侵入のため、細粒物質が沈降する場であり、現在の人工的な淡水域の一部では、部分的には細粒化と有機物含量増加が生じるかもしれない。

(2) 生物相

分布や密度を規定するいくつかの要因が交絡しており、一要因の解消が直ちに資源量の回復につながるとは言えない。極端に地域個体群密度が低下した生物や、漁等人の生活の変化に係る項目については、不可逆的な変化が生じている可能性が大きく、自然の営みに任せた回復だけではなく、何らかの修復措置が提案されなければならない。

1) ヤマトシジミ

堰上下流で分布範囲が拡大し、天然更新も回復する。

下流での塩分濃度の低下及び上流部での上昇、底質の粗粒化、貧酸素状態の緩和により、成貝の生息環境は改善され、分布が拡大するものと考えられる。また、汽水環境に戻ることにより幼生の生息条件が改善され、天然更新も期待できる。

2) マシジミ

堰上流での分布制限、淡水域での回復、極端な個体数増加の抑制が生じる。

塩分の侵入、懸濁態有機物の供給減少は、現在の堰上流淡水域での生息密度を低下させる方向に働く。一方、貧酸素や底質の細粒化による生育障害は緩和されるものと考えられる。

3) 不快昆虫

ユスリカは減少する。アミメカゲロウは不明である。

ユスリカは、ごく特殊な種類を除き、水生昆虫の幼虫は、塩分の侵入する汽水域に分布しない。汽水化により、生息密度は減少する。また懸濁態の有機物負荷の減少も、密度減少の方向に働くものと考えられる。

アミメカゲロウは、発生した種類の分類的位置、及び生態が不明であるため判定できない。

4) アユ、サツキマス

アユは、堰の開放により、仔魚の降下、稚魚の遡上環境、及び産卵場の瀬の状態は改善されることは確かではあるが、減少要因の一つ（重要な要因ではあるが）が解消されたにすぎない。今後、中流域、沿岸域の生息環境の維持、改善、適切な放流等も合わせて検討されなければならない。

サツキマスは、堰の開放により、資源量の回復は期待できるが、伝統的な漁は崩壊している。

5) その他回遊魚・汽水魚類群集

運用前の種類組成に回復する。

堰上流域への塩分の遡上回復、移動障害の回復により、従来の魚類相に戻ることが予測できる。揖斐川からの移入が期待できるため、短期の回復も見込める。

(3) 水草(ヨシ帯)

修復には長期間を要する。

干満による水位変動の回復は、回復要因として働く。一方、既に限度を超えた個体群の縮小により、自然条件下での再生産を危ぶむ意見もある。また、ヨシは回復しても、従来のヨシ帯を生息場としていた動植物の情報は乏しく、ヨシ帯の自然の再生については判断できない。

(4) 景観、人と自然との付き合い

堰やブランケット等の構築物を作る景観については、当然のことながら変化は生じない。またヨシ帯の早急な回復は見込めない。

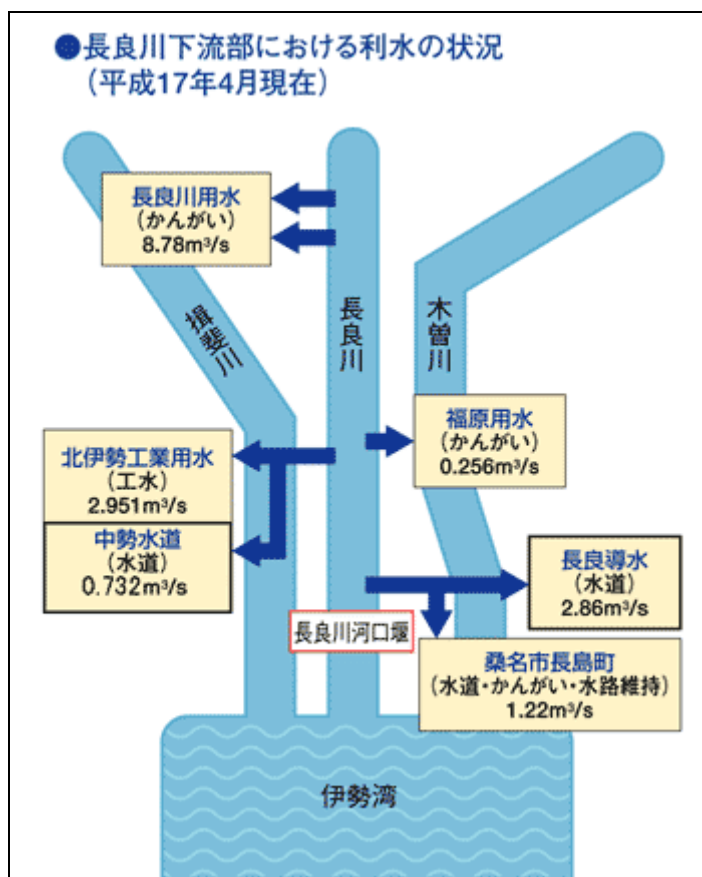
潮干狩りや釣り等の利用は河口堰建設以前の状態に復帰することは可能となる。湛水域を利用したジェット・スキー等の利用は減少するものと思われる。

伝統的な漁については、何らかの社会的支援がなければ、回復は難しい。

6 - 3 開門調査への支障と解決策

(1) 利水の代替性

図6 - 1は長良川河口堰に関連して取水を行っている水利団体である。ここから長良川河口堰を開門した場合の利水の代替性について、1)愛知県水道(長良導水)、2)三重県水道(中勢水道)、3)北伊勢工業用水(長良川自流)、4)長良川用水(農業用水)、5)その他(桑名市長島町(水道・かんがい・水路維持)、福原用水(かんがい))に分けて考察する。



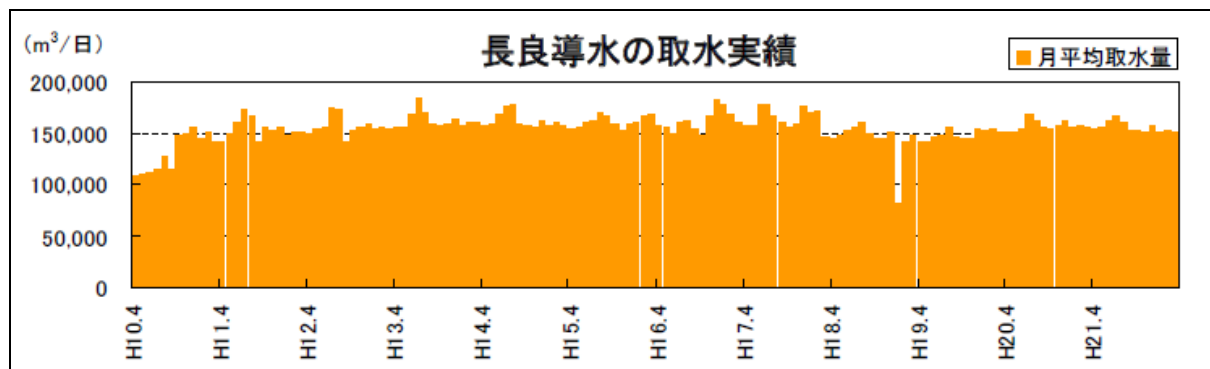
資料) 独立行政法人水資源機構長良川河口堰管理所 H P

図 6 - 1 長良川下流部における利水の状況

1) 愛知県水道 (長良導水)

長良川河口堰から当初の水道水利権 2.86m³/sec を取水し、知多半島地域に送水している。利用実態は近年 2.1 m³/sec 程度に落ち着いており、日量平均の使用量は 16 万 m³ 程度である (図 6 - 2)。河口堰が開門すれば、塩害は必ず発生するであろう。したがって、開門調査を行う場合、代替水源が不可欠である。最も可能性の高い代替水源は岩屋ダムに確保された愛知県工業用水水利権未利用分の利用である。

図 6 - 2 長良導水の取水実績



資料) 国土交通省中部地方整備局水資源機構中部支社 (2010)

表 6 - 1 岩屋ダム開発水量と水利権

取水口	県市別	上水・工水	開発水量	水利権 当初	(m ³ /sec)	
					水利権 2010年	水利権なし
川合	岐阜	上水	0.40	0.40	0.40	0.00
白川	岐阜	上水	0.99	0.75	0.75	0.24
		工水	1.00	0.18	0.18	0.82
鵜沼	岐阜	上水	0.38	0.00	0.00	0.38
		工水	3.33	0.00	0.00	3.33
犬山	愛知	上水	4.78	4.78	4.78	0.00
	名古屋	上水	7.80	7.80	4.00	3.80
朝日	名古屋	上水	4.14	4.14	3.43	0.71
尾西	愛知	上水	2.44	2.44	2.44	0.00
馬飼	愛知	工水	6.30	3.78	2.01	4.29
		上水	1.00	1.00	1.00	0.00
	三重	工水	7.00	7.00	5.38	1.62
(合計)			39.56	32.27	24.37	15.19

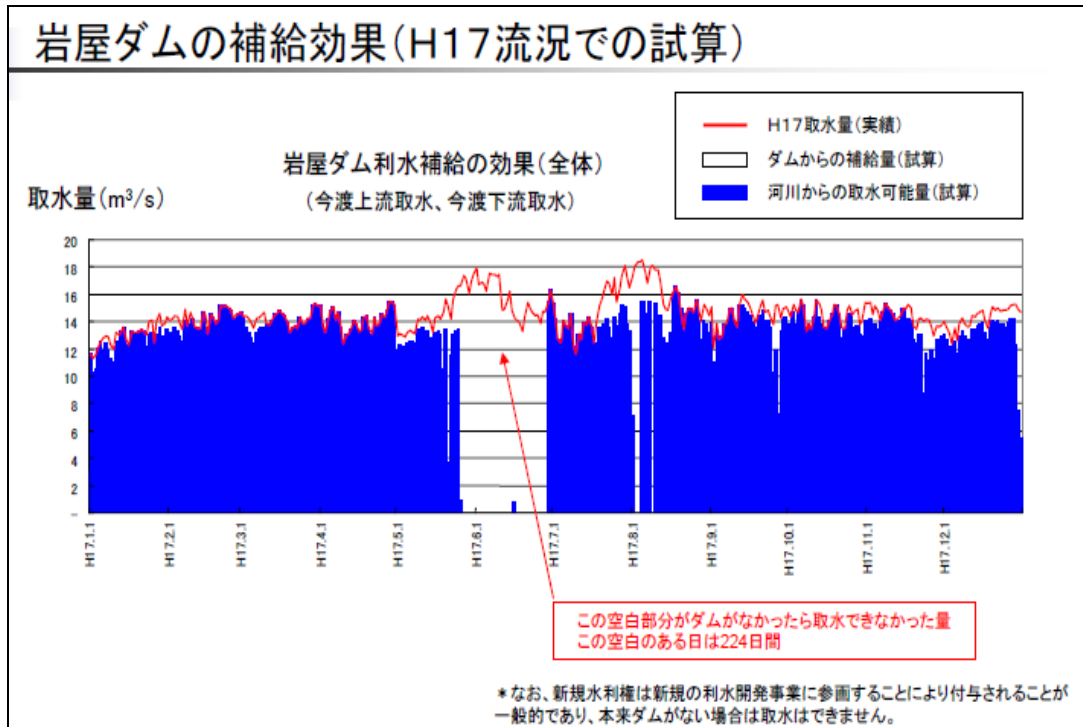
資料) 在間正史の整理より

表 6 - 1 は岩屋ダムの開発水量と現在の水利権状況を示している。国交省によれば、木曾川水系フルプラン施設は利水安全度が大きく低下していることから、利水団体の水利権更新に伴い、岩屋ダムをはじめとする木曾川水系フルプラン水源施設は現行のダム供給能力に見合った水利権に縮小される場合があるという。しかし、実際の水利権付与作業は利水団体の水消費実態に合わせて行われており、表 5 - 1 では名古屋市の水道水利権等に一部水消費実態に合わせた水利権縮小がみられる一方、愛知県の水道水利権のように開発水量一杯の水利権を付与されているものもある。

その上で岩屋ダムについて説明すると、開発水量が 39.56m³/sec なのに対して、現在付与されている水利権が 24.37m³/sec で、これだけでは国交省によってダム供給能力が 17.4m³/sec とされた岩屋ダムからさらに取水を求めるのは困難である。しかし、付与された水利権が全て消費されているわけではなく、実際の消費量を計算した富樫(2010)によれば、実際の水消費量に長良導水、中勢水道、北伊勢工業用水分を含めた値が 17.8 m³/sec 前後に落ち着くことから、対象とする長良導水の代替水源は国交省によるダム供給能力の低下を前提としても、岩屋ダムに求めることができることになる。

富樫の主張を証明するものとして図 6 - 3 を示す。2005 年の渇水時の岩屋ダムの補給効果を示す図であるが、その中に 2005 年の岩屋ダム依存利水団体の取水実績が掲載されている。これを見る限り、5 月後半から 8 月後半にかけての夏期間を除いて岩屋ダム依存利水団体の取水量は 14 ~ 15m³/sec 程度にとどまる。夏期間についての水源の手当については後述する。

図6 - 3 岩屋ダムに依存した利水団体の取水実績（2005年）



資料) 富樫プレゼン資料

国交省、愛知県企業庁はダム供給能力の減少によって岩屋ダムを含め、木曽川水系には代替水源を提供する余裕は全くないと説明するが、岩屋ダムについて見たように、決してそのようなことはない。さらに既述したように、ダム供給能力の減少論理については問題点を指摘することができ、現実のダム運用は2/20 渇水年を前提としても今少し緩い運用が可能であると思われる。従って、岩屋ダムの未利用水利権を使用した代替水源案は合理性を持つ。

その上で夏期期間の水源手当を含めた水源強化案について3点述べる。

第一は、2004年のフルプラン改正によって木曽川水系の水源から矢作川の水源へ転用された味噌川ダムの愛知県水道用水開発水量 1.756m³/sec(2/20 渇水年 1.48 m³/sec)の一時的使用である。実際の使用実績によって使用可能量は変わるものの、使い勝手の大変良い水源であることは間違いない。

第二は、農業用水水利権の一時転用である。木曽川には犬山下流だけで75 m³/secに及ぶ河川自流水依存農業用水水利権が存在する。上述の岩屋ダム開発水量、味噌川開発水量がほぼ年間利用可能に対して、農業用水水利権は4月～9月の灌漑期間において大きいものの、10月～3月にはほとんど水利権が付与されておらず、その点では灌漑期間限定の使用ではあるが、上述した夏期期間の不足分を埋める水利権としては最適であり、岩屋ダム開発水量を補完するものとして考えられる。

第三は、これらの水源において何らかの制約がある場合は、後述する木曽川河川維持用水の利用を考える。

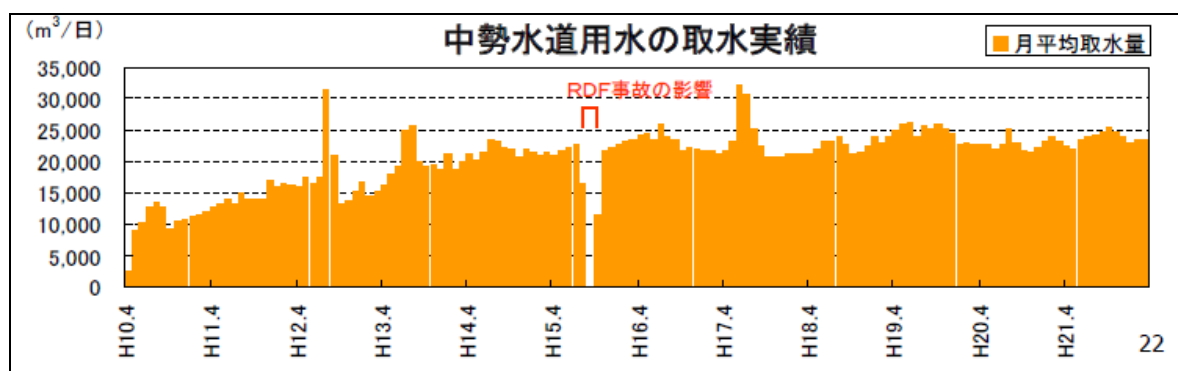
なお、長良導水による知多半島地域への給水ラインであるが、長良川からの取水以前は木曽川の馬飼頭首工より木曽川用水を通じて木曽川の水を取水していた。愛知県企業庁へ

の確認事項として、現在においても大きな改修工事を伴うことなく木曾川からの取水は可能とのことであり、その点において上述した木曾川を水源とする代替水源策はいずれも大きな費用を伴うことなく実施が可能である。

2) 三重県水道（中勢水道）

三重県の中勢水道は北伊勢工業用水取入口から取水し、中勢地域（津市、松阪市）に送水している。現在は、開発水量 $2.84\text{m}^3/\text{sec}$ のうち、 $0.732\text{m}^3/\text{sec}$ （日量 $58,800\text{m}^3$ ）を水利権として設定している。しかし、図6-4より取水実績を見ると、月平均取水量では日量 $2\sim 2.5$ 万 m^3 にとどまっていることがわかる。

図6-4 中勢水道用水の取水実績



資料) 国土交通省中部地方整備局水資源機構中部支社 (2010)

取水口の位置からして、河口堰が開門すれば、塩害は必ず発生するであろう。したがって、開門調査を行う場合、代替水源が不可欠である。最も可能性の高い代替水源は、愛知県が協力することを想定すれば、上述した長良導水と同じく、岩屋ダムに確保された愛知県工業用水水利権未利用分の利用である。それ以下の説明も長良導水の説明と原則同じになる。異なる部分があるとすれば、三重県が独自に有する水源での対応の可能性であるが、現時点で検討結果が終了しておらず、これ以上の言及は避けたい。

なお、中勢力水道による津、松坂への給水ラインであるが、三重県工業用水道が木曾川の馬飼頭首工より北伊勢工業用水道へ給水しており、北伊勢工業用水道は途中で中勢水道をつながっていることから、大きな改修工事を伴うことなく給水は可能と思われる。

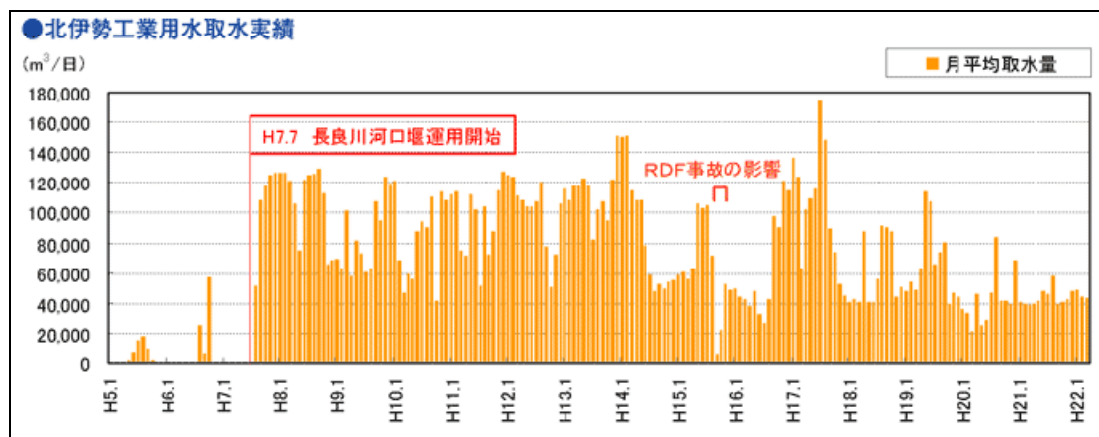
3) 北伊勢工業用水（長良川自流）

長良川河川自流を取水する北伊勢工業用水 ($2.951\text{m}^3/\text{sec}$) については、取水口の位置からして、河口堰が開門すれば、塩害は必ず発生するであろう。したがって、開門調査を行う場合、代替水源が不可欠である。

最も可能性の高い代替水源は、愛知県が協力することを想定すれば、中勢水道と同じく、岩屋ダムに確保された愛知県工業用水水利権未利用分の利用である。それ以下の説明も長良導水、中勢水道の説明と原則同じになる。異なる部分があるとすれば、三重県が独自に有する水源での対応可能性である。北伊勢工業用水道の水源には、長良川と木曾川（岩屋ダム）、員弁川があり、全体として日量 83 万 m^3 の給水能力を有している。それに対して

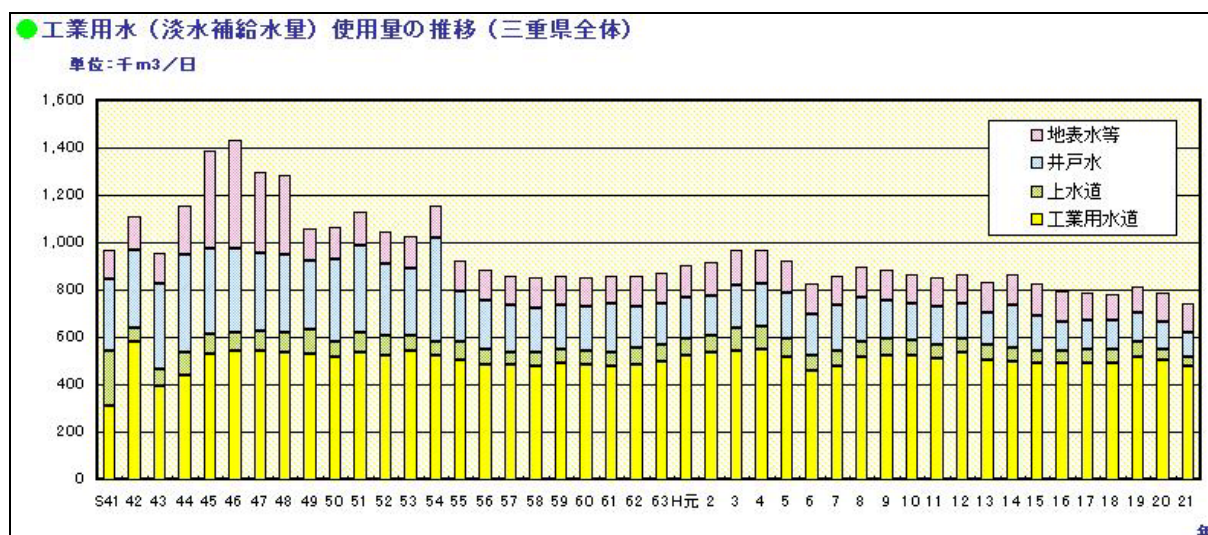
使用水量は図 6 - 5 の通りである。

図 6 - 5 北伊勢工業用水の取水実績



資料) 独立行政法人水資源機構長良川河口堰管理所 H P

図 6 - 6 三重県の工業用水（淡水補給水量）使用量の推移



資料) 三重県企業庁 H P

図 6 - 6 は三重県全体の使用量の推移を示しているが、県全体の施設能力において北伊勢工業用水の能力が約 90%を占めることから、北伊勢工業用水道の動向をほぼ示していると考えてよいであろう。図 6 - 6 によれば、工業用水道の使用実績は 40 数万 m³ であり、施設能力との間に 40 万 m³ の余剰水量が存在する。従って状況によっては愛知県から代替水源を用意しなくてもよいかもしれない。【現時点ではしっかりとした確認が取れていないことから、関係者に確認する必要がある。】

4) 長良川用水（農業用水）

岐阜県高須輪中地域の農業用水で水利権は 8.78 m³/sec と大きいですが、塩分が上るとされた地域の中でもかなり上流にあるため、塩害との関係はほとんどないと思われる。

5) その他(桑名市長島町(水道・かんがい・水路維持) 福原用水(かんがい))

福原用水(0.256m³/sec) 桑名市長島町(1.22m³/sec)の用水については、現在実質的な使用においてほとんど影響はないと思われる。

長島町の用水は現在、水道としては使っておらず、灌漑としての使用もないと聞いている。町内の水路維持のために流しているのが実際であり、大きな問題はないと思われる。

福原輪中の用水も具体的な灌漑目的での使用はないと聞いている。【確認作業中】

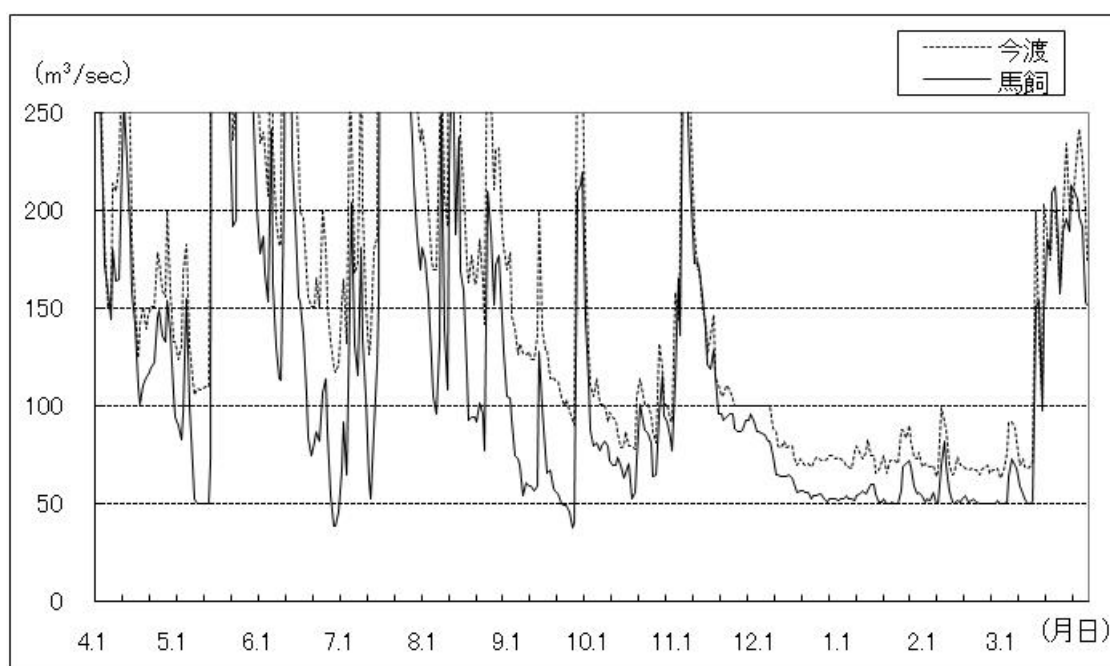
6) 異常渇水リスクへの対応

木曾川の基準点流量を開門調査時だけ変更してそこから取水するのがここでの提案である。木曾川には4つの基準点流量が設定されているが、そのうち、下流部の水利システムの根幹となっている今渡流量ルール 100m³/sec と馬飼流量ルール 50m³/sec の取水制限ルールの緩和を行う。

長良川河口堰開門に伴う都市用水代替水源は最大 3m³/sec(愛知県水道、三重県水道と三重県工業用水)程度なので、馬飼流量ルール 50m³/sec を 45m³/sec にし、その差の 5m³/sec を取水できるようにすれば問題はない。河川流量に不安のある時は不特定容量(阿木川、味噌川ダム)を使わせてもらうか、河川流量に食い込んで取水させてもらう。

上述したように季節的には農業用水を使い、その補助的な役割を担わせるやり方もある。図6-7は1987年度の木曾川今渡地点、馬飼地点の河川流量の推移を示している。1987年度は国交省の言うところの2/20 渇水にあたる年のため、この年度において馬飼流量 50m³/sec を大幅に食い込むことなく取水が可能であることがわかる。この点で木曾川流量ルールに大きな迷惑をかけることなく開門調査が可能であると言えよう。

図6-7 1987年の馬飼・今渡地点河川流況



資料) 伊藤達也(2005)『水資源開発の論理』より引用

元資料) 名古屋市『名古屋市水道の取水実績』1987年度版より作成

(2) 塩害の可能性

河川管理者は、数値シミュレーションにより、15K 付近に存在していたマウンド（河床突起部）が深さ約 2m の浚渫で撤去されることにより 30K 付近まで塩水が遡上すると予測している。前述したように、長良川が木曾川に比べて塩水遡上距離が長い理由について合理的な説明ができなければ、長良川での予測値は過大であった可能性がある。

浚渫後の土砂堆積により、15K 付近では約 1.5m の河床上昇があり、マウンドが再形成されつつあると認められる。また、すでに実施されている承水路および暗渠排水管の漏水対策工により耕作地への塩水の侵入は阻止されている。

したがって、長良川用水勝賀取水口（29.5K）には塩水遡上がなく、同新大江取水口（25.1K）には塩水遡上があったとしても上層取水などの工夫により塩害を回避できる可能性が大きいと判断される。なお、地下水及び土壌への塩水侵入についても、個々の水利用や土地利用の形態によっては具体的な被害が生じるおそれもあり、そのような場合には、被害が生じないような対策が必要となる。

(3) 堆積物流出の影響

河口堰堆積物は、天然湖沼やダム湖のそれとは異なり、大規模な出水時には必ずゲートを開けているため、相当の量が排出され、経年的に蓄積している土砂は多くない。河口堰の開放により、有機物含量が多く、また嫌氣的な状態にある堆積物の流出が、一時的に下流及び海域の酸素消費を引き起こす可能性は否定できないが、予想される堆積物の流出量や、開放に伴う河川の流れや潮汐運動の回復により、鉛直方向の循環が期待できることから、長期的には、底層の酸素状態は、好転する可能性が多いと考えられる。仮に、約 100 万トンの堆積物が 1 年間に流出したとしても、懸濁物質の増加や酸素濃度の減少は、それぞれ 0.1mg/L 以下の規模となる。

黒部川・出し平ダム開放により懸念された堆積物による漁場の埋没や固化は、長良川河口堰の場合は、堆積量が年間の流量から想定される堆積量に比べ小さいこと、また公調委裁定（平成 16 年（ゲ）第 3 号）でも指摘されたように、通常の堆積環境下ではスクメタイトの形成の可能性はないことから、否定できる。

内分泌攪乱物資等の、生物・人体影響について、積極的に否定はできないが、生起の可能性は著しく低いと考えられる危険性については、開門による他の危険性（浮遊藻類発生によるトリハロメタン生成等）の低下や便益（漁業の再生）の増加と対照すれば、容認できる範囲と判断できる。

7 どのように開門するか

(1) 開門についての意見

本委員会で出された開門についての意見、及び文書として記録されている提案は、次のとおりである。

- 1) 長良導水、中勢水道、北伊勢工業用水、(福原用水、長島町)の代替水源が手当てできた時点で長期的な堰開放が可能となる。
- 2) 頻繁な開閉は、環境上の効果が得られにくく、操作上の問題も生じる可能性がある。これは、漁業資源の観点からも、地域の利益を最大化する視点から無視できない
- 3) 回遊魚の遡上、降下時期の開放が必要である(自然保護協会保護委員会河口堰問題小委員会, 2000)。
- 4) 夏季の高水温、渇水期の浮遊藻類の発生、貧酸素環境の拡大が深刻となる時期の開放が必要である。(自然保護協会保護委員会河口堰問題小委員会, 2000)。最も水が必要とされる時期の開放では、代替水源の確保が不可欠となる。
- 5) 堰上流の窪みでの貧酸素化の懸念は、底生動物がほとんど存在しないことから、派生する影響は軽微である。貧酸素化については、その規模や程度について見極めることが必要である。水産業等の利用価値への影響、人の生存に深刻な影響を及ぼさない範囲で、最大限、河口本来の性質に戻すとの内在的価値を重視する視点から、判断をすべきである。
- 6) 塩害、利水の代替性、堆積物流動化、開門方法などについては、開門調査の実現に向けて極めて重要な課題である。
- 7) 長良川河口堰の運用は水資源機構が担っているが、その建設及び運用に係る費用は、国、愛知県、岐阜県、三重県及び名古屋市が負担している。したがって、長良川河口堰の運用についても、これら費用負担者が、県民、市民に説明をしながら、協議をしつつ行っていくべきことは当然である。長良川河口堰の開門調査は、長良川河口堰の運用の最適化を実現するためのものであり、その利益は、愛知県民や名古屋市民だけではなく、流域の住民が受けるものである。したがって、開門調査に当たっては、河口堰に関わる国、県市、機関、更に漁協や県民・市民と協力しつつ、行うべきであって、それによる利益や費用負担の在り方についても、関係者で協議をすることが望ましい。また、一旦決定したことは変えないという作法ではなく、時代やニーズの変化に対応して、長良川河口堰に係る全体費用の圧縮、費用負担方式の変更、費用負担の決定プロセスについても、国や県市が対等の立場で改善策を提案することが必要である。

(2) 開門方法および調査期間

以上の議論から、委員会は、次のような開門方法および調査期間を提案する。

1) 予備調査

長良川でのマウンド浚渫後の塩水遡上の予測値は過大であった可能性があり、第一に、この点を検証することを目的として予備調査を行う。

800m³/sec以上の出水があった時点から、一定期間ゲートを全開し、塩化物イオン濃度の分布を測定する。ゲート閉鎖の目安は、マウンドで塩水遡上が止められていた頃と同程度の、15km付近で5,000mg/Lとする。順次、水量の少ない時期へと調査を移し、湧水水量まで行う。最大遡上距離は、22.6kmでの塩化物イオン濃度を20mg/L以下とする。湧水期には、満ち潮時のオーバーフロー、アンダーフローなどのゲート操作も加え、上記2基準を達成する。予備調査期間は1～2年を要すると考えられる。

2) 本調査

800 m³/sec以上の出水が生じ、直近の出水以降の堰付近の堆積物が流出した時点より、長期的な開放を開始する。開放後は、既存の水質連続観測施設の塩分濃度資料と実測、及び数値モデルに予測により、長良川用水に農業用水基準（電気伝導度 0.3mS/cm, 30mS/m）を超える塩分が流入する危険性があるときのみ堰を閉鎖し、原則開放する。観測点と長良川用水取水口付近の塩分濃度との関係については、開放以前に再検討を要する。検討終了までは、安全を配慮した運用とする。

試験開放期間は、少なくとも5年以上、季節ごとに変化する環境変化の全過程、河口堰の運用により、深刻な影響を受けたと考えられる生物の全生活史についての観察を要する。

8 開門して何を調査するか

長良川開門調査は、次のような協議機関及び委員会により、企画され、実施され、評価され、次年度の計画が検討されることが望ましい。また、具体的な調査項目としては、治水、利水、塩害、環境がある。治水については現在も洪水時は全開しているため、大きな問題はない。利水については代替水源の有効性を確認することが必要であり、塩害については、塩水がどこまで遡上するかを監視することが必要となる。

1) 協議機関の設置

河川管理者、施設管理者、関係自治体の協議機関を中心的な機関とし、広く漁業関係者、県民・市民が参加できる「長良川河口堰開門調査協議機関（仮称）」を設置することを提言する。

2) 具体的調査項目及び方法を検討する委員会の設置

開門調査は、具体的な調査項目や方法を検討し、実施しなければならない。このため、「長良川開門調査専門委員会（仮称）」を協議機関の下に設置することを提言する。本委員会は、事務局から独立して、委員自らドラフトを書き、議論し、検討してきた。また、全面的に公開して議論してきた。独立性と公開性を担保しながら、検討を進めてきた。協議機関の下に設けられる委員会も、独立性と公開性を保障した委員会となることを望む。

3) 環境の改善効果を最大化し、開門による支障を最小化する。

開門調査は、長良川河口堰の運用の最適化を目指すものであるから、その基本的考え方は、「環境の改善効果を最大化し、開門による支障を最小化する」ことにある。環境上の効果については、環境影響評価制度における技術指針に準じ、また、支障の最小化は、費用対効果を最大限にすることを検討することが考えられる。

この観点から、長良川河口堰の利水に関する水道会計上の課題を解決し、資源の効率的利用と県民・市民の利益のために、水利権の柔軟な活用や費用負担ルールの変更を含め、柔軟かつ幅広く検討することが望ましい。

引用文献

- 伊藤達也（2005）『水資源開発の論理 - その批判的検討 - 』成文堂
- 伊藤達也（2008）『水資源計画の欺瞞 - 木曾川水系連絡導水路計画の問題点 - 』ユニテ
- 国土交通省中部地方整備局河川部・独立行政法人水資源機構中部支社（2011）「専門委員会発表レジュメ」
- 国土交通省中部地方整備局木曾川下流工事事務所・独立行政法人水資源機構長良川河口堰管理所（2007）「INFORMATION 長良川河口堰」
- 国土交通省中部地方整備局水資源機構中部支社（2010）「平成 22 年度第 1 回中部地方ダム等管理フォローアップ委員会長良川河口堰定期報告書【概要版】」
- 田口晶一（2011）「専門委員会発表レジュメ - 愛知県営水道・工業用水道事業と長良川河口堰水源について - 」
- 富樫幸一（2010）「