

水資源取得の自然環境に及ぼす影響について

榊 原 愼 吾

1. はじめに

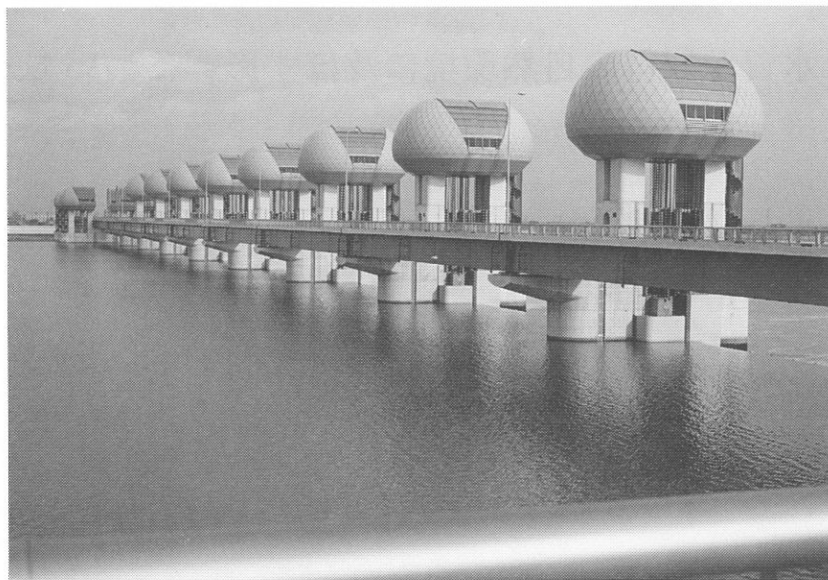
長良川は木曽三川（木曽川・長良川・揖斐川）の一つとして古くから濃尾平野を潤し、流域住民の暮らしと文化を育んできた大河である。しかしその一方で、たびたび激甚な洪水被害をもたらし、流域住民の生活を絶えず脅かしてきた川でもある。

長良川河口堰は、このような長良川流域の治水対策として、また、発展する中部圏の水資源を確保するための利水施設として計画された。建設事業は、1988年（昭和63年）から堰本体の工事が着工し、1993年（平成5年）度末までにゲートの据えつけを完了し、堰本体関係の工事は事実上完成した。

しかしながら、一方では河口堰の建設が防災・自然環境に及ぼす影響に対する心配から、堰建設反対運動も活発化し、堰工事本体の完成を目前に控えた1993年（平成5年）12月、当時の五十嵐建設大臣が現地視察をおこなった結果、それまでの各種調査や検討結果の内容を最終的に確認するため、1994年度一年間をかけて防災・環境・塩分等の調査を、実際にゲート操作をおこないつつ実施することとなった（1994年2月）。

なお、1994年9月より活断層に関する「地下地質構造調査」が追加実施されてきたが、たまたま兵庫県南部大地震が起きたことと関連して、地震・津波に対する河口堰の安全性を再度確認するための検討も実施された。

筆者は1963年（昭和38年）11月に結成された木曽三川河口資源調査団（KST）の一員に加わり、主としてアユの生態に関する調査を長良川についておこなってきた。このような過去の研究実績から、1994年から1年間実施された



図版 1 長良川河口堰

「長良川河口堰に関する調査」¹⁾ 項目のうち、主として回遊性魚類のそ上・降下状況や魚介類の生息状況および水質等の環境に及ぼす影響について検討した結果をここに報告する。

2. 調査の実施状況

現地における調査は、1994年4月1日から1995年3月31日までの1年間実施された。この間、すべてのゲート进行操作しての調査は、1994年4月16日の1日間、5月19日から21日までの3日間、9月18日から10月27日までの40日間、12月1日から12月23日までの23日間、そして1995年2月1日から2月15日までの15日間、それぞれ実施された。

これらの調査のうち、5月調査では、アユを始めとする回遊性魚類が魚道をそ上する状況の確認が、9月調査では、仔アユの降下状況の確認、輪中への浸

透水対策の効果の検証、12月調査では水質、サツキマス等の降下の確認が、そして2月調査では水質、魚類のそ上・降下状況の確認がおこなわれた。

なお、1994年は過去100年間で最も少雨の年となり、9月までは大きな出水もなく、このため夏期におこなう予定であった湛水域の塩分を排除しておこなうゲート操作ができず、実際にゲートを操作した状態での水質等の実施データの収集はおこなわれなかった。

3. 環境に関する調査項目

1) 水質

- (1) 水質状況
- (2) 水質改善対策

2) 魚類等のそ上・降下状況

- (1) 呼び水式魚道、ロック式魚道、せせらぎ魚道、デニール式魚道および堰上流域におけるそ上状況
- (2) 魚類の降下状況
- (3) アユふ化水路におけるふ化状況

3) 動植物や魚介類の生息状況

魚介類、底生生物、藻類、植物、鳥類、両生類、は虫類、ほ乳類、昆虫類の生息状況

4. 長良川河口堰の水質、特に水温とDOの状況

長良川河口堰と類似した構造の筑後大堰、利根川河口堰等10の堰と、琵琶湖、諏訪湖、中海・穴道湖の3つの湖における1994年度夏期の水温とDOを比較した結果は、次のとおりである。

- 1) 各水域とも全般的に高温となっているが、表層と底層の水温差は小さく、

既設河口堰では3℃程度までであり、明瞭な温度躍層は形成されていない。湖の中でも水の交換率の低い諏訪湖は、最大6℃程度の差が生じ、明らかな温度躍層が形成されていた。

2) 各水域とも全般的に高いDO値が観測されているが、利根川河口堰、中海・穴道湖の底層部の一部ではDOの顕著な低下がみられた。

3) 水の交換率の低い諏訪湖では明瞭な温度躍層が形成され、それにとまって底層DOの低下が顕著であった。

4) 以上のように、長良川河口堰と類似の堰と湖の1994年の夏期水質、DOの状況から、長良川河口堰では1994年夏のような異常渇水時においても明瞭な温度躍層が形成される懸念は少なく、それにとまらぬDOの著しい低下の恐れは少ないと推定される。

5. 堰上流部の水質悪化の懸念

一般に河川や湖沼の水質悪化は、水の流れが悪く、そこに発生した植物プランクトンによって起こることは、諏訪湖に大発生したアオコの事例からも明らかである。特に水が停滞すれば水質の汚濁は一層ひどくなる。

堰建設後の湛水域の水質悪化についての懸念については、「長良川河口堰をめぐる諸問題」で既報²⁾したとおりである。長良川河口域には常時3,000万 m^3 が貯水されているから、渇水期に流量が激減すれば滞留日数が長くなり、諏訪湖のように植物プランクトンが大量発生する可能性がある。

これを裏付けるような現象の起きていることが報道されている（毎日新聞1995年9月3日）。すなわち、建設省中部地建が1995年の夏におこなった調査によると、長良川河口堰の上流で8月下旬から9月始めにかけ、異臭や水道水のかび臭の原因となるアオコの発生していたことがわかった。また同年8月29日から9月3日にかけて、堰直上流の伊勢大橋附近から上流約400m間の右岸で、水のよどみに緑色の物質が線状または面状に浮遊しているのが発見された。

これらの地点で採取した水を分析した結果、藍藻類の植物プランクトンでアオコの代表種であるミクロキスティスが1 ml中に細胞数で約126,000個が、同

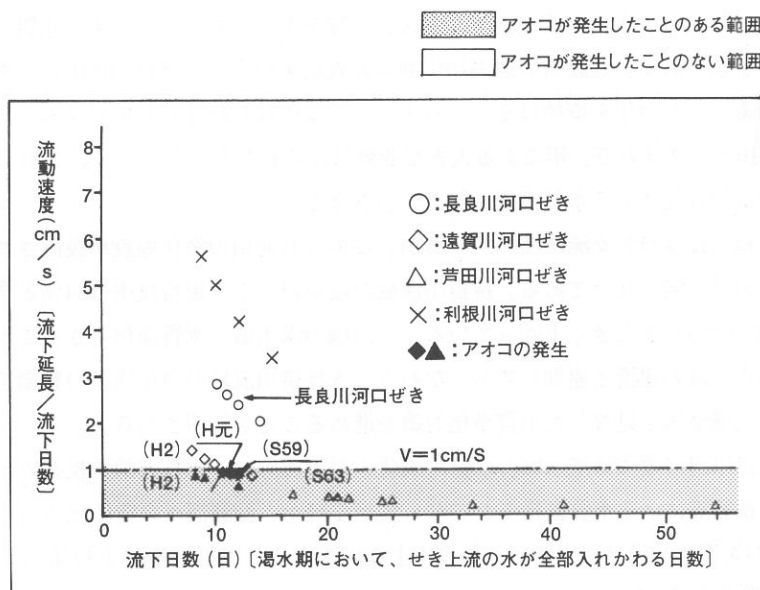


図1 既設のせきにおけるアオコの発生状況

じくアナベラが52,000個が検出された。

1994年と1995年は連続して異常渇水であったが、このような渇水が続けば諏訪湖と同じくらいの量の植物プランクトンが河口堰上流部に発生する可能性のあること、また大量発生する植物プランクトンはアオコとは限らないという予測が既に指摘されている³⁾。アオコは水質の富栄養化を示すバロメーターである。

西条（1992年）は長良川における渇水状況を過去10年間の流量で調べたところ、春から秋にかけて、1日の平均流量が $50 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下の日が4週間続いた回数が7回あったことを知った。また河川の渇水期である12月から2月にかけての流量が $50 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下であるとき、水が湛水域を通過するのに7、8日を要する。このときの流速は 3.3 cm/s となる。特に河口堰は川の最下流であるから、窒素、リンなどの栄養塩類が蓄積しやすく、このことが植物プランクトンの異常増殖を促すこととなる。

ところで、湛水域の富栄養化に直接、影響をもたらす長良川上流の水質の状態が懸念される。建設省の過去10年間の調査結果のうち、長良川水中に含まれる窒素とリンの年平均値はそれぞれ1リットル中に1.2～1.6ミリグラム、0.08～0.16ミリグラムで、年による大きな変動はみられなかったという。これらの値は富栄養化による水質汚濁を起こす引き金となる。

長良川には24の支流が注いでいるが、このうち河川の浄化施設が設置されているのは2河川だけである。長良川流域の岐阜県の下水道普及率は34％と全国平均（50％）を大きく下回っている。河口堰の湛水域の水質浄化もさることながら、堰の建設と連動しておこなわなければならない長良川流域の浄化施設の整備を急ぎ、流域全体を見渡した水質浄化対策を進めることが切望される。

長良川河口堰には湛水域の水質汚濁防止対策として、水質自動監視装置、総合監視船等による水質監視をおこなっているほか、底層部への空気流入のためのDO対策船を設けているが、長良川上流域を含めた水質汚濁防止対策に取り組むことが急がれる。

6. 堰の建設が魚類のそ上・降下等に及ぼす影響

長良川の鵜飼に代表されるように、長良川はアユを始めとする魚類、特に回遊性魚類の豊庫である。したがってその河口域に設置される河口堰による稚アユのそ上または仔アユの降下への影響とその対策は、堰の建設当初からの課題であった。このため木曽三川河口資源調査団（KST）の最重点調査項目に掲げられ、これらの研究成果は同調査団報告^{4～6）}にまとめられている。

長良川河口堰にはそのときの研究成果を採用した次のような魚道が設置されている。

魚道の緒元

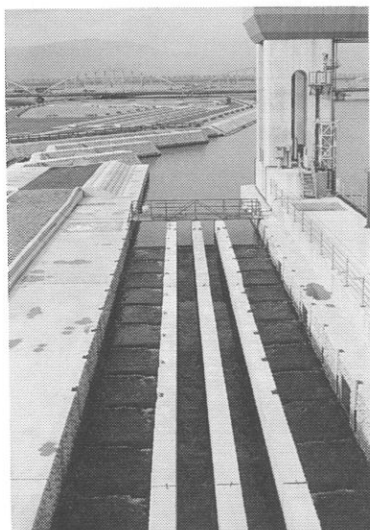
①型式 ロック式魚道（右岸側は閘門兼用）

規模 左岸（有効幅30m）、右岸（有効幅15m）

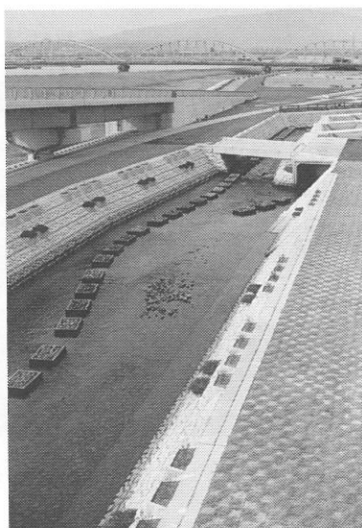
②型式 呼び水式魚道（呼び水式水路と階段昇降式魚道）

規模 左岸（有効幅9m）、右岸（有効幅7m）

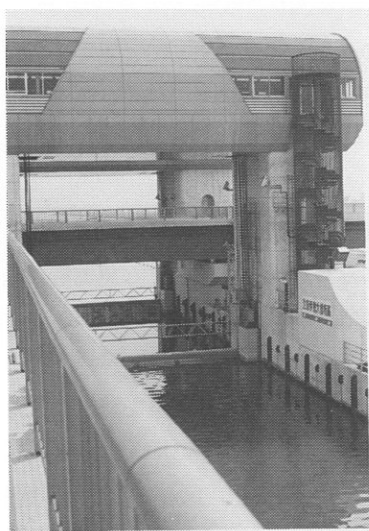
水資源取得の自然環境に及ぼす影響について（榊原）



階段式魚道 右岸呼び水魚道



せせらぎ魚道



ロック魚道



左岸呼び水魚道 階段式魚道

図版 2 各種の魚道

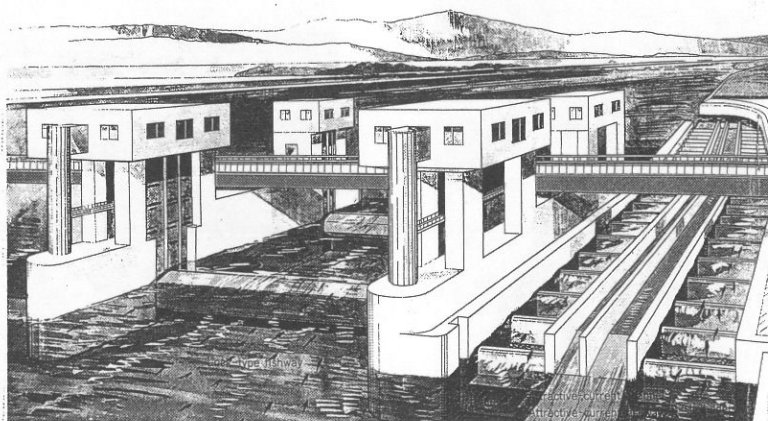


図2 長良川河口堰のロック式魚道（左）と呼び水式魚道（右）

③型式 セセラギ魚道

6・1 調査の目的

河口堰に設けられた魚道が、回遊性魚類のそ上・降下に対して、どのように機能しているか、ゲート操作時の稚アユのそ上および仔アユの降下状況等を明らかにすることである。

6・2 河口堰に設けられた魚類等のそ上・降下に関連した施設

長良川河口堰には、これまでの堰やダムにみられないユニークな魚道等の施設がある。これらの魚道の概要は図版2、図2および図3に示されている。

6・2・1 呼び水式魚道

アユを含め多くの魚類は走流性を示す。そこで稚アユのそ上性を誘発するために、毎秒約200㎥の流水を中央の魚道から送り、その両側の水路から流速40～60㎥の流水をおこなえば、中央の高流水によって魚道出口から遠方にいる稚アユが誘引され、これらが好選好流速帯の40～50㎥の魚道に集まり、魚道をそ上することとなる（小山ら、1965年⁷⁾）。また、泳力の比較的小さな底生魚やエビ・カニ類がそ上しやすいように一連の魚梯（階段部）の流路の底に玉石が

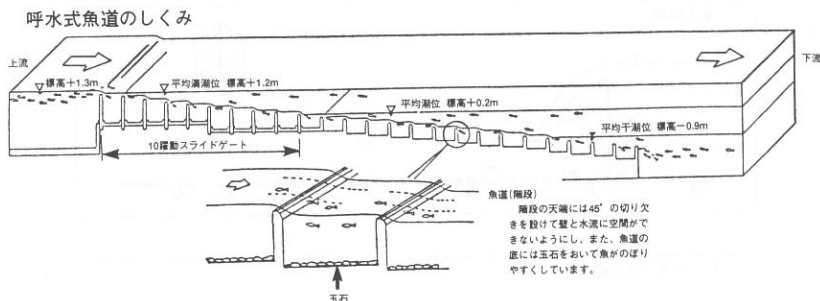


図3 呼び水式魚道

敷きつめられた玉石魚道となっている。

さらに、カニ類のそ上対策として、魚道隔壁には潜孔が設けられるとともに魚道側壁には凹凸構造が施されていて、水路底の玉石の敷設とあいまってそ上効果が挙がるような措置がとられている。

6・2・2 ロック式魚道（図4）

ゲートの操作は、まず下流ゲートを開け、上流ゲートをしめることによって堰直下に魚を集める（a）。魚が集まったとき、下流ゲートを閉じるとロック内の水位が上る（b）。次に上流側ゲートを開くと同時に下流ゲートを少し上げると、走流性によって魚は湛水域に移行することとなる（c）。

なお、カジカ類やウナギ等の夜間にそ上する魚類や底生魚、エビ・カニ類の休息や逃避に有効と考えられる植石が魚道内および周辺上下流に配置されている。

6・2・3 セセラギ魚道

水路底に粗石を配置するとともに水路を蛇行させることにより、自然界の小川等で一般に見られる多様な流れの状態を水路内に設け、せせらぎ魚道と名付けた。この魚道は河口堰右岸溢流堤に設けられている。この魚道によって底生魚を始めとする泳ぐ力の小さな魚類やエビ・カニ類のそ上が可能であろう。

6・2・4 多自然型岸辺の造成

回遊性魚類のそ上環境や魚類の生息環境を整えるため、堰上下流の可能な場所の岸辺に浅瀬を設け、必要に応じてヨシ等の植栽をおこなうなど、多自然型

水資源取得の自然環境に及ぼす影響について（榊原）

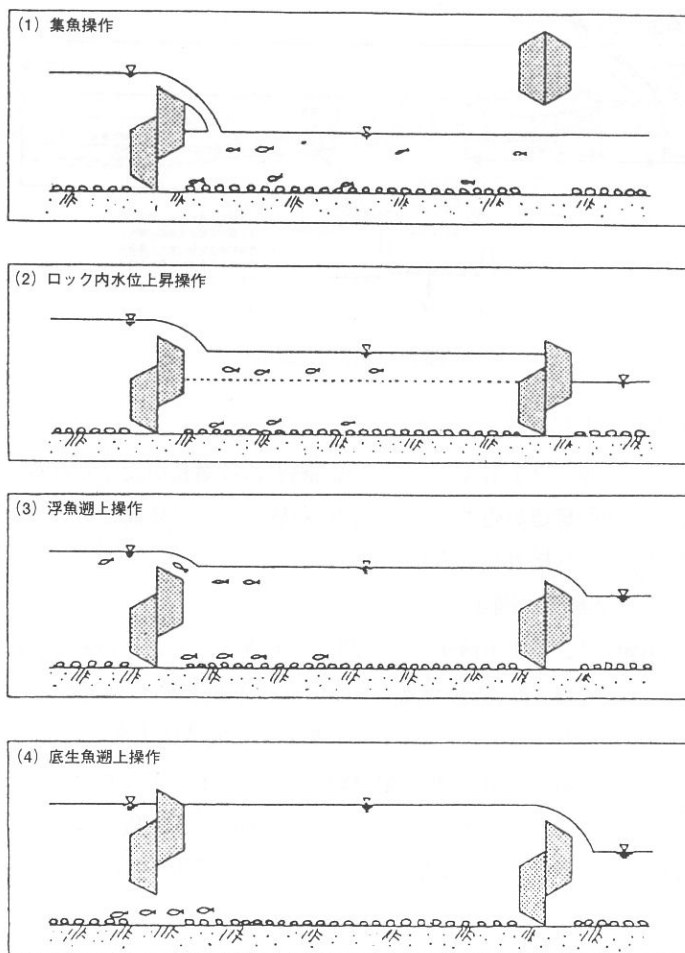


図4 ロック式魚道のゲート操作の例

岸辺が造成されている。

6・2・5 アユふ化水路（人工河川）の設置

堰という構造物による稚魚のそ上量を維持しつつ、長良川におけるアユの生産量を増やすため、KST調査団の伊藤隆らによって開発されたアユ種苗の人工生産施設⁸⁾が河口堰近傍に設けられている。ここでふ化した仔アユが直接堰

水資源取得の自然環境に及ぼす影響について（榊原）

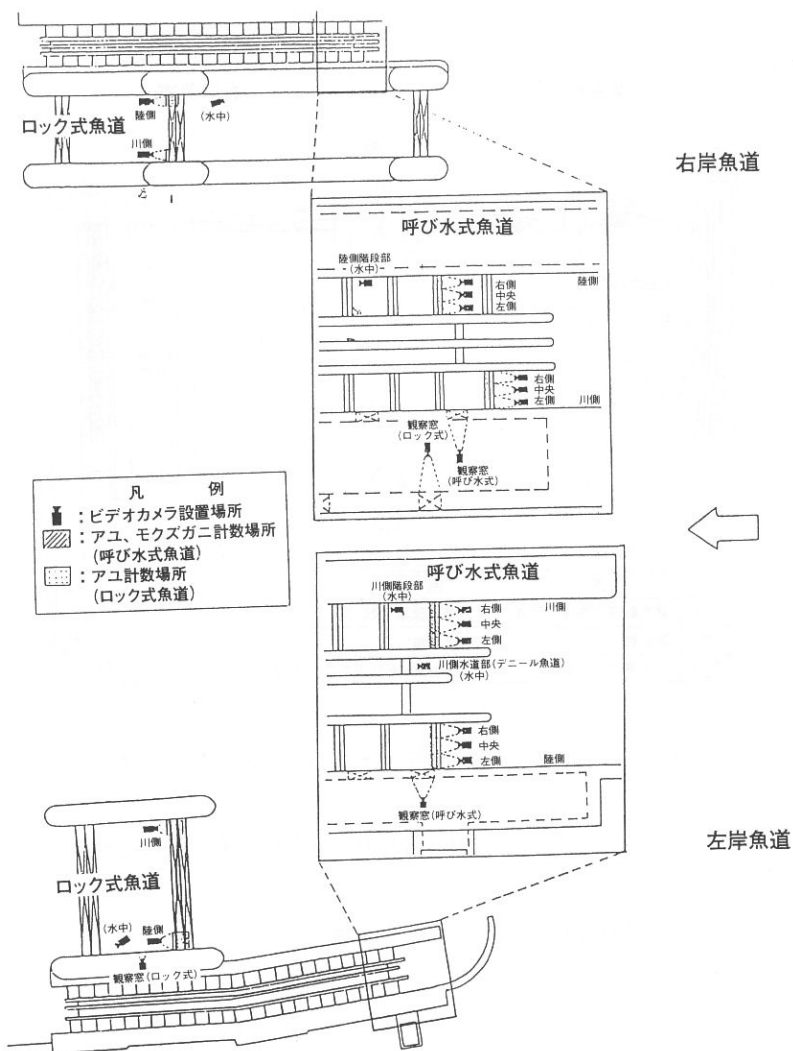


図5 魚道における遡上状況調査位置図

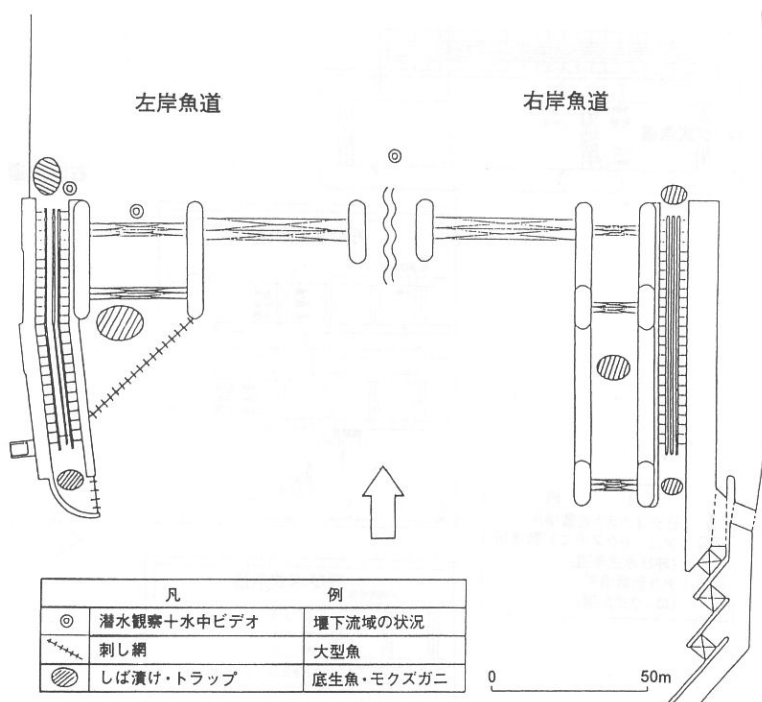


図6 魚道等における遡上状況調査位置図（採捕調査、潜水観察）

下流へ降下できるよう、アユふ化水路が河口堰右岸の溢流堤に設置されている。

6・3 呼び水式魚道における魚類の遡上状況

6・3・1 調査方法

魚道および堰上下流における回遊性魚類等の遡上状況の調査は、1994年5月19日から21日の3日間、次の4通りの方法でおこなわれた。

1) 目視観測

アユとサツキマスについては、日の出10分前から日の入り10分後まで、10分間観測し、10分間休憩、10分間観測のサイクルの繰り返りで、魚道の遡上数が数えられた。観測は左右岸魚道の階段部計4か所に2名ずつ計8人の観測員が

水資源取得の自然環境に及ぼす影響について（榊原）

表1 呼び水式魚道及びロック式魚道におけるアユの遡上状況
（日の出から日の入りまでの計測実数、単位：尾）

調 査 日		5月19日	5月20日	5月21日	合 計
天 候		晴れ	晴れ	曇り	
水 温（9時）		17.6	18.2	18.5	
呼び水式魚道	左岸陸側階段部	4,600	14,083	19,337	37,920
	左岸川側階段部	29	2,313	3,236	5,578
	右岸川側階段部	10	21	1,718	1,749
	右岸陸側階段部	9,712	4,692	5,159	19,563
	小 計	14,351	21,109	29,350	64,810
左岸 ロック式魚道 上流側ゲート	上段ゲート陸側	352	2	92	446
	上段ゲート川側	103	363	354	820
	小 計	455	365	446	1,266
合 計		14,806	21,474	29,796	66,076

※ロック式魚道における目視観測は浮魚遡上操作（享ーバパフロー）時に上流側上段ゲート上の両端部のみを対象として実施。またアンダーフロー操作時にゲート下を通過した魚類は目視観測は困難。従って、観測遡上数は魚道を通過した全てのアユを示すものではない。

※右岸ロック式魚道（閘門兼用）においては、通船のための操作が頻繁な行われたため、ロック式魚道としての魚類の遡上状況の目視計測は行っていない。

配置された。またモクズガニについては、魚道に設けられたマニラロープや凹凸つき側壁を伝ってそ上する数を調べた。

2）採捕調査

昼夜を問わず魚道を利用する魚種を確認するため、左右岸の魚道上流端に刺し網（目合い：外網121mm、内網66mm）が設置された。また小型底生魚類等については、ミニトラップが左右岸の魚道上流および下流端に設置された。

3）ビデオカメラによる撮影

昼間に魚道をそ上する魚種を確認するために、ビデオカメラが左右両側に設けられている観察窓を通して撮影された。また魚道の階段部の直上流に上部から撮影するため、左右の魚道上に各3台が、また呼び水式水路の上流端の水中に1台ずつ設置された。

4）魚数カウンター

センサーから発信する超音波の魚体からの反射波を捉えて、魚道をそ上する

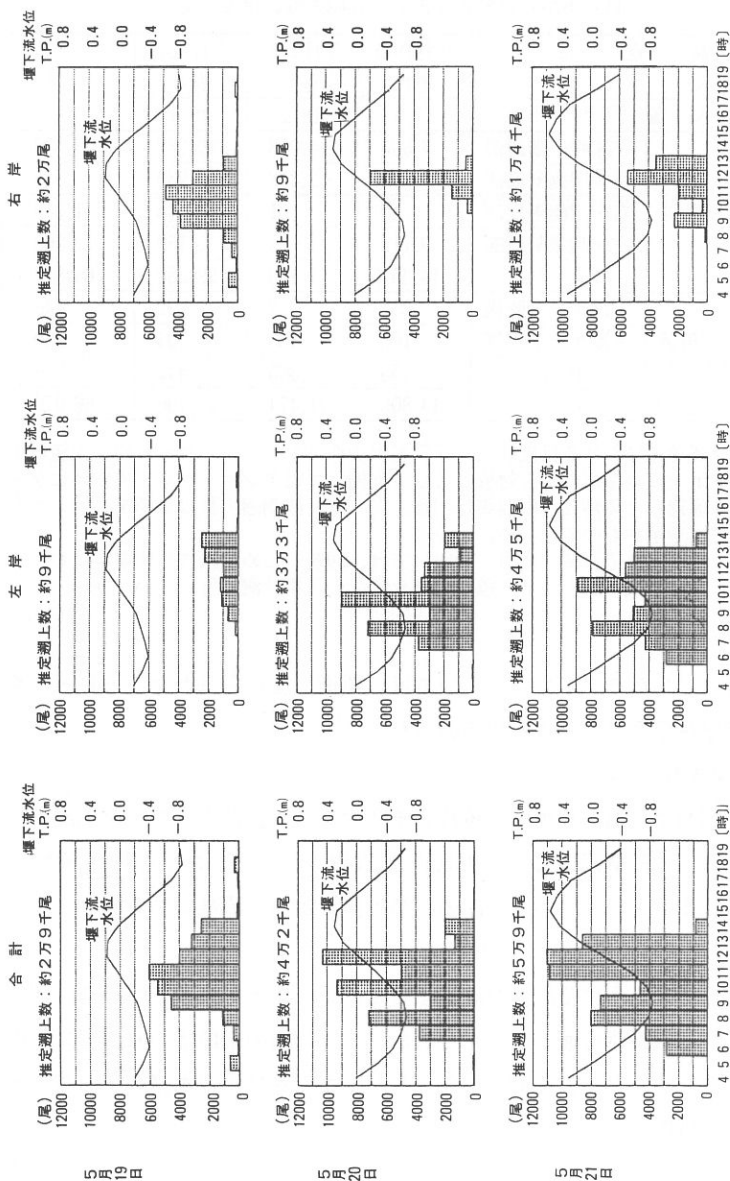


図7 呼び水式魚道アユの遡上状況（目視観測）

魚数を計測するため、カウンターシステムの設置が予定されたが、十分な反射波を捉えることができなかったため、この方法による調査は中止された。

6・3・2 調査結果

調査された5月19日、20日、21日の3日間における稚アユのそ上数の目視観測による計測数は表1、図7に示される。

呼び水式魚道における稚アユのそ上状況は、19日約1万4千尾、20日約2万1千尾、21日約2万9千尾と日を追うにつれて増加し、3日間のそ上数は左岸約4万3千尾、右岸約2万1千尾であった。また左右岸の魚道のうち陸側魚道と川側魚道を比べると、左右岸とも陸側魚道の方が格段にそ上量が多かった。

長良川におけるアユのそ上経路を調べた伊藤らによれば、稚アユは主として岸よりの浅瀬をのぼり、流心部をのぼるものは少ないという。またそ上する稚アユの胃の内容物は藻類のみであり、浅瀬の藻類のみを摂餌していることがわかった⁹⁾。すなわち岸寄りの浅瀬をそ上していることが食性からも立証された。

そ上時間帯は、5時頃から18時頃の間であり、そ上量の多い時間帯は日によって若干の違いがあるが、おおむね6時から14時の間であった。なお、この間における堰下流の潮位は、干潮位（T.P. -0.4~0.8m）から満潮位（T.P. +0.2~0.6m）であった。

また、観察された稚アユは非常に小型であることから、この時期のそ上アユはそ上盛期を過ぎたいわゆる三番子に相当する。

また、左右岸の魚道上流出口に設置した刺し網による採捕状況は表2の通りである。

ビデオカメラによる稚アユのそ上状況の観察は、魚道壁面の観察窓、魚道階段部の陸上および水中からのビデオカメラによっておこなわれたが、多数の稚アユがスムーズにそ上する状況が確認された。

ビデオによる稚アユのそ上数の計測は、低速度で再生した画面を目で読みとる方法によっておこなわれたが、水面の乱れでアユの魚影が識別しにくかったり、同時に、しかも連続して多数のアユがそ上するような場合は、魚影の識別が困難であった。

ところで、ビデオ計測の場合と直接、目視して計測したときとで、どれほど

水資源取得の自然環境に及ぼす影響について（榊原）

表2 呼び水式魚道及びロック式魚道における採捕状況
〔魚道上流〕（刺し網） 単位：尾

魚 種	左岸呼び水式魚道	右岸呼び水式魚道	左岸ロック式魚道	合 計
* サツキマス	1	0	4	5
* シラウオ	1	0	0	1
ニゴイ	0	18	18	36
ウグイ	1	19	41	61
メナダ	0	4	8	12
ボラ	2	5	12	19
コノシロ	0	92	72	164
スズキ	2	9	4	15
フナ類	1	8	20	29
サッパ	0	2	1	3
カマツカ	1	0	0	1
コイ	0	1	0	1
ウロハゼ	0	1	0	1

注）＊印：回遊性魚類等

の差があるのだろうか。ビデオによる個体数の計測は、目視計測と同じ地点で同時刻に撮影した映像を低速度で再生しながら、同じ画面を5人で計測し、その平均値でもってそ上数とした。表3は両者による計測結果を比較したものである。

この表に明示されるように、目視計測によるそ上数に対するビデオ計測のそ上数の割合は、10分間の計測で60～90%、1時間のそ上推定尾数で約76%であり、目視計測の方が多かった。

6・4 ロック式魚道におけるそ上状況

6・4・1 調査方法

調査は1994年5月19日から21日までの3日間、日の出10分前から日没後10分後までのそ上数を10分間隔で数えた。そ上数はロック式魚道上流側ゲートの両端部をそ上する個体数を調べた。そ上状況は管理棟に設置したビデオカメラで撮影し、それをモニターテレビにより10分間観測、10分間休憩のサイクルで、

水資源取得の自然環境に及ぼす影響について（榊原）

表3 目視計測とビデオ計測によるアユの遡上数の比較
（左岸呼び水式魚道の陸側階段部）

計 測 時 間 帯	①魚道における 目視計測			②ビデオテープの 再生による計測			②／① (%)		
	左側 (2 m)	右側 (1 m)	合 計	左側 (2 m)	右側 (1 m)	合 計	左側	右側	合計
① 10:20～10:30	185	1,379	1,564	125	819	944	68	59	60
② 10:30～10:40	185	1,379	1,564	361	1,298	1,659	—	—	—
③ 10:40～10:50	317	1,498	1,815	283	1,345	1,628	89	90	90
④ 10:50～11:00	317	1,498	1,815	940	439	1,379	—	—	—
⑤ 11:00～11:10	1,016	344	1,360	716	280	996	70	817	3
⑥ 11:10～11:20	1,016	344	1,360	51	560	611	—	—	—
①③⑤合計	1,518	3,221	4,739	1,124	2,444	3,568	74	76	75
②④⑥合計	1,518	3,221	4,739	1,352	2,297	3,649			
①～⑥合計	3,036	6,442	9,478	2,476	4,741	7,217	82	74	76

注) ビデオ計測値は、5人で計測した最小値と最大値を除く平均値
目視計測の②④⑥は休憩時間のため、直前の値と同一と仮定

リアルタイムで計測された。

6・4・2 調査結果

ロック式魚道での稚アユのそ上観測は、オーバーフロー操作時だけの計測であったため、計測可能な時間が短く、確認数は呼び水式魚道に比べて少なかったが、稚アユは約1,300尾のそ上が確認された。

6・5 まとめ

1) 回遊性魚類、主として稚アユの呼び水式魚道とロック式魚道におけるそ上状況を、1994年5月19日から21日までの3日間、主に目視計測によって調査された。

2) 呼び水式魚道については、アユがスムーズにそ上している状況とともに3日間で約6万5千尾のそ上が確認された。なお、計測の休憩時間を考慮して補正された推定そ上数は約13万尾であった。

3) 長良川における稚アユのそ上最盛期が4月中、下旬であること⁵⁾、調査をおこなった時期がそ上盛期を過ぎていることから考えて、河口堰の魚道は

十分に機能していることが確認された。

4) 魚道上端部に設けた刺し網によって、サツキマスを始めとする大型魚およびハゼ、カニ類のそ上が確認された。

7. 堰の建設が仔アユの降下に及ぼす影響

長良川の主産卵場所は、河口から約42km地点の穂積大橋附近の底が転石の河床と考えられている¹⁰⁾。堰が完成し、ゲートがおろされると、湛水域には常時3,000万 m^3 が貯水される結果、流れがおそくなり、このために産卵場所でふ化した仔アユの堰への到達時間が長くなることが予想される。このために仔アユが降海するまでの時間が餌をとらないで下る時間（絶食生残時間）より長くなることも予想される。そこで長良川産卵場所から河口までの数地点でプランクトンネットで仔アユを採捕し、産卵場所から堰までの仔アユの降下に要する平均日数を、全ゲート操作時とゲート解放時について比較した。

7・1 調査方法

調査期間の1994年6月9日から1995年2月までの間で全ゲートをおろしたのは、9月18日から10月27日までの間であった。調査地点は親魚の主産卵場である穂積大橋（河口から42km）から河口堰までの6地点である（図8）。

仔アユの採集は、調査地点の橋上または船上からロープでノルバックネット（口径45cm）を水深の $\frac{1}{2}$ の中層に設置し、採集1回当たりのネットろ過水量が概ね40～50 m^3 となるように採集した。採集した仔アユはその場でホルマリン固定し、個体数を計測した。計測した個体数は、水1 m^3 当たりの尾数として整理した。

仔アユの降下期間および降下量を調べるため、長良川主産卵場に近い穂積大橋地点において1994年9月16日から1995年1月11日までの間、原則として5日に1回、定時（19時）に橋上からネットで仔アユを捕集した。このとき用いたネットは図9に示される。

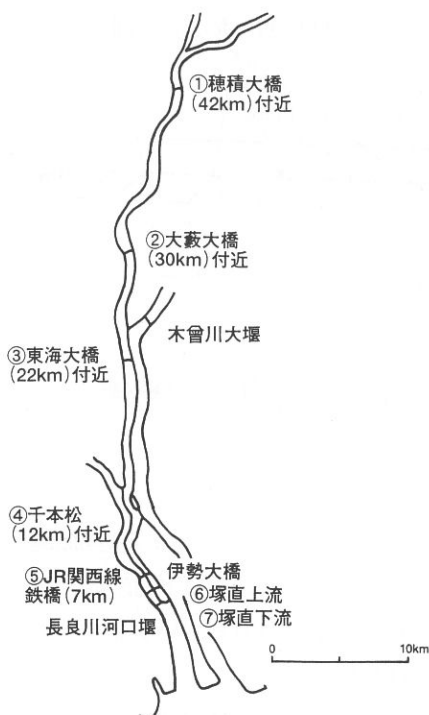


図8 仔アユ降下調査位置図

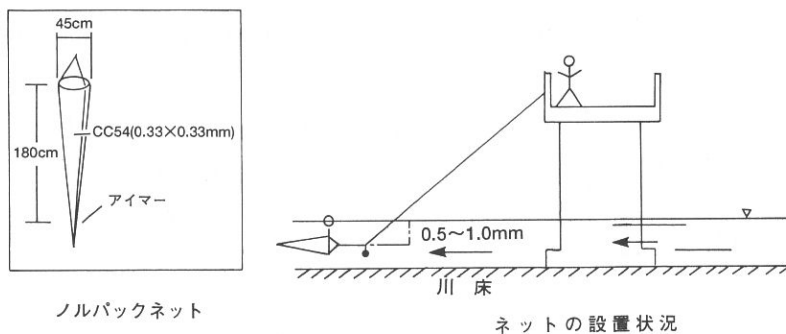


図9 仔アユ降下調査ノルバックネット

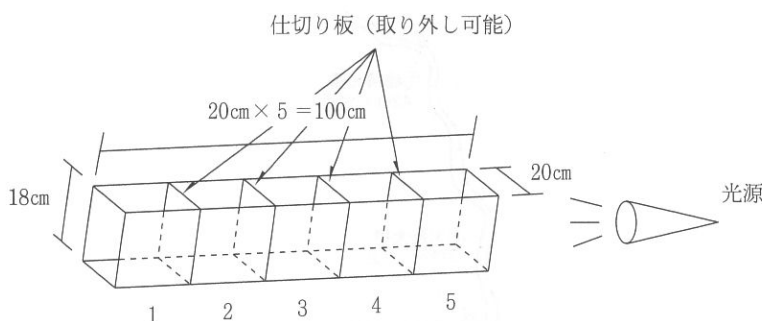


図10 活性状況試験装置

7・2 調査結果

1) 主産卵場である穂積大橋附近（河口から約42km地点）から堰直上流まで降下に要する平均日数は、墨俣地点の日平均流量が約 $60 \sim 80 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度の状態では、おおむね4日程度と推定される。いうまでもなく出水があればその規模に応じてそれは更に短縮される。

2) 全ゲートを下げたことによる仔アユの降下日数の遅れは、千本松原（12km）地点では、おおむね0.5日程度、堰地点までは1日程度のおくれであった。

3) 全ゲート操作時とゲート解放時の汽水域までの降下速度を比較すると、最大降下速度はゲート解放時の方が大きい、平均的降下速度には大きな差はなかった。

4) 仔アユが堰を降下するときの影響を間接的に調べるため、図10の実験装置により、堰直上と直下で採集した仔アユについて、光に反応して移動した個体数を比べたところ、両者のアユに有意的な差のないことから、仔アユが堰を降下するときの衝撃はほとんどないものとする。

8. 水需要と長良川河口堰

長良川河口堰構想は、治水・利水両面からの必要性から生じたものである。

8・1 治水上の必要性

長良川はこれまでに伊勢湾台風（昭和34年9月）を始め、昭和35年、36年のいわゆる昭和の3大洪水で、当時の計画高水流量を大幅に上回る洪水に見舞われ、いたるところで破堤・氾濫したため、抜本的な治水対策として河川の凌渇と、それに伴う塩水の侵入を防止するための堰の設置の検討が中部地方建設局河川部で進められた。

8・2 利水上の必要性

日本の戦後高度経済発展は重工業を中心として進められた結果、工業用水の確保のためいろいろな方策がとられた。昭和40年代前半までは東海3県における工業用水不足から、水取得のための河口堰への依存度がきわめて高かったので、40年代後半から工業生産活動の鈍化に伴って、工業用水の需要は横這いか漸増の状態で推移し、逆に地域によっては給水能力過剰を招いているところもある。

しかし、長期的展望に立ったとき、将来とも水の供給の安定が見込まれるかについても検討してみる必要がある。

8・3 都市用水と木曽川水系への依存度

東海三県における総人口は、厚生省人工問題研究所によれば、昭和60年（1985年）度の約1,023万人から平均12年（2,000年）には約1,107万人と約84万人（8.2%）の増加が見込まれている。また水道および下水道の普及率の向上を予測すれば、昭和60年が94.3%であるのに対し、平成12年では98.8%が予想されている。このように将来における新しい水需要に対処するためには、現在の木曽川水系の給水能力からみて、どのような水資源の開発が必要であるかを検討

水資源取得の自然環境に及ぼす影響について（榊原）

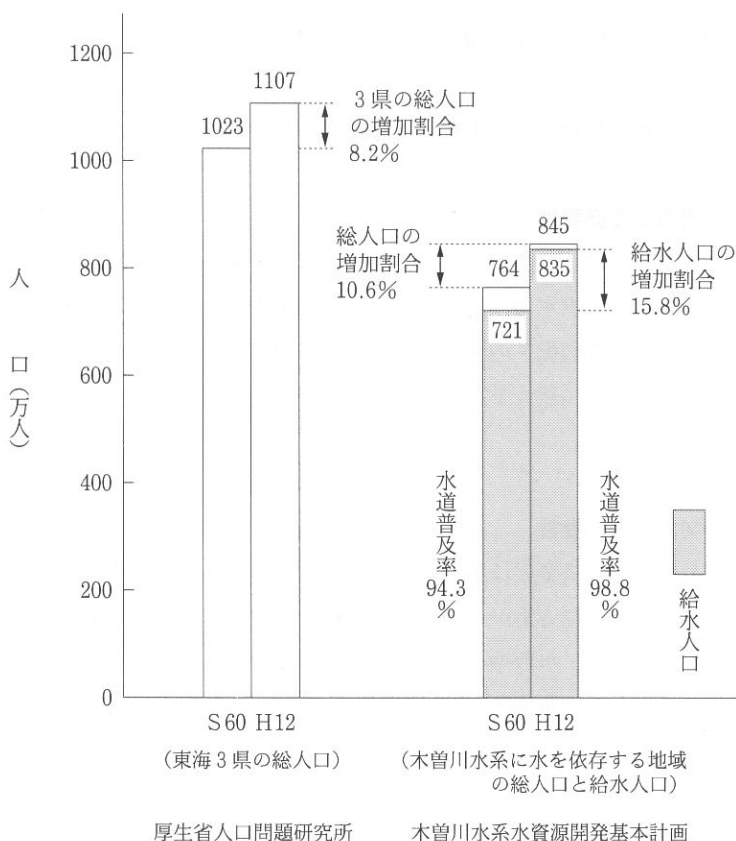


図11 木曽川水系における水の需要と給水計画

してみる必要がある。

8・3・1 都市・工業用水の需要予測

上述したように、都市用水の需要量は生活水準の向上、水道および下水道普及率の向上、核家族化の進行等に影響されるが、ここには昭和60年度と平成12年度を比較した表を示した¹¹⁾。

以上のように都市用水、工業用水の需要予測の結果、平成12年（2,000年）において東海三県で必要な水の総需要は約121m³/sが見込まれる。

水資源取得の自然環境に及ぼす影響について（榊原）

表 4 水道用水の実績と計画

指 標	昭和60年度	平成12年度
総人口（千人）	7,638	8,451
水道普及率（％）	94.3	98.8
給水人口（千人）	7,206	8,348
一人一日平均給水量（ℓ／人日）	364	449
一日平均給水量（千 m^3 ／日）	2,624	3,750
一日最大取水量（ m^3 ／s）	40.3	63.3

表 5 工業用水の実績と計画

指 標	昭和60年	平成12年
工業出荷額（億円）	176,762	395,750
補給日数（千 m^3 ／日）	3,195	4,968
m^3 ／s 換算	37.0	57.5

2,000年度における東海三県の水需要と給水計画を予測したのが次の図12である。

水の供給は、木曽川水系に依存するものと、地下水等木曽川水系以外の他の水源に依存するものとがある。供給源としての地下水等の占める割合はかなり高いが、濃尾平野では地下水の過剰汲み上げにより、広域的な地盤沈下を生じているので、これ以上に地下水に依存することはできない。したがって2,000年度供給可能な給水源は、既設の岩屋ダム、牧尾ダム以外に新規に開発される施設に依存せざるを得ない。

平成12年度において木曽川水系に依存する約83 m^3 ／sの都市用水のうち、牧尾ダム、岩屋ダムで取得される約63 m^3 ／sを引いた約20 m^3 ／s（水道用水約14 m^3 ／s、工業用水約6 m^3 ／s）が新たに供給すべき水量となる。このための施設として、三重用水、阿木川ダム、味噌川ダム、長良川河口堰がある。

なお、最近では水の循環利用が進み、したがって工業用水の増加は、この点からみて期待薄である。

水資源取得の自然環境に及ぼす影響について（榊原）

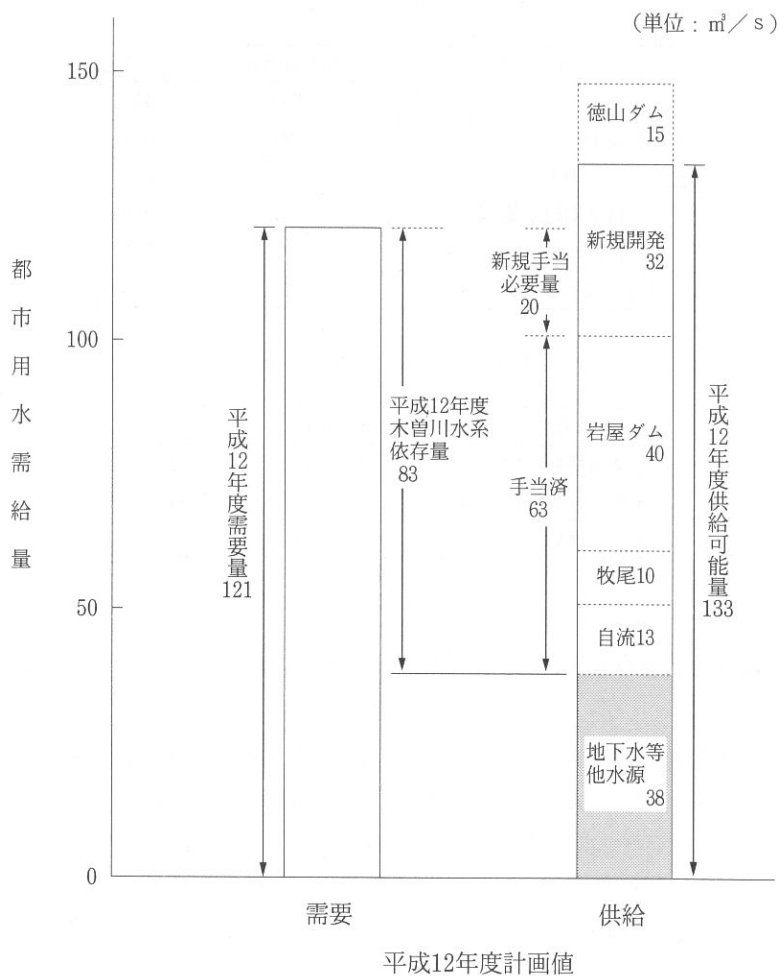


図12 都市用水需給量

以上のように、水需要は地域的には水余りの状態もみられるが、木曽川水系に依存する地域の着実な発展のためには、長期的な視野に立って安定的な水供給の確保が不可欠な条件となる。

8・4 経済変動と水需要

木曽川水系の地域で水事情が逼迫した状態にあった愛知県、名古屋市および三重県は、長良川河口堰で取水される毎秒22.5トンの利水中の工業用水の計画配分を愛知県6.39トン、三重県8.41トンと定めた。しかし三重県四日市市コンビナートの生産活動の低迷から、長良川河口堰からの2トンと、岩屋ダムからの2トン計4トンを愛知県に配分するという合理的な水利用が図られた。

しかしバブル経済崩壊後の景気低迷の事情は東海三県いずれも同じである。これに伴って給水計画も大幅な変更を余儀なくされている。上述のように三重県から水利権の一部の譲渡を受けた愛知県では昭和60年以降、工業用水の需要は横這い状態が続き、2,000年の水需要予測に達しないという「水余り」状況の見通しとなった。このため愛知県での工業用水の取得が始まる当初の予定2,000年から2,007年にずれこむことが確実視されるようになった。このため愛知県では利水予定の工業用水を上水に切り替えることを含め、河口堰で取得した水の有効利用の検討を始めるに至った。

名古屋市は河口堰から毎秒2トンの水利権を確保しているが、そこから水を引く恒久施設の導入計画はいまだ未決定である。しかし河口堰建設負担金の償還が1994年度から始まっている。建設費負担金の一部を水道料金値上げに振り向けることに反対する立場の人を考慮して、渇水時に仮設ポンプで長良川から木曽川に水を引き、振り替え取水した分を木曽川の渇水時に利用することが検討されている。

いづれにせよ、社会環境や経済情勢の変動に影響されて、将来の給水計画の見通しは困難ではあるが、既に完成した河口堰建設費の各自治体負担金の償還は始まっており、これが自治体発展に影を投げかけている。次表は長良川河口堰の各自治体水利権と負担金一覧表である（宮野）¹²⁾。

表 6 長良川河口堰の各自治体利水量と負担金の比較

自治体	利水量 (m ³ /s)	負担金 (元利償還金) (億円)
三重県	上水 2.84	290
	工水 8.41	787
	小計 11.25	1,077
愛知県	上水 2.86	292
	工水 6.39	513
	小計 9.25	805
名古屋市	上水 2.00	207
総 計	22.5	2,087

9. 開発と環境保全との関係

長良川河口堰は建設計画がたてられてから35年目の1995年3月に、総工費約1,500億円を要した国家的利水プロジェクトの産物である。

昭和40年後半から始まった高度成長の終焉に伴って水需要の伸びがとまったこと等に端を発して、建設工事の一時中止や再検討を求めた河口堰工事反対運動が全国的規模にまで発展し、現在も引続いている。

河口堰の建設計画については、当初からいろいろな異論が続出したが、これらの反対論は帰するところ、建設計画の決定に際し、国民に対する情報公開が不十分であること、環境アセスメントが不十分であったため、建設工事による環境改変や生態系破壊への懸念等であった。

これまで大規模の国家的プロジェクトの立案の段階から、国民の目が閉ざされ、きわめて閉鎖的環境の中で進められてきた傾向が強い。

建設省は長良川河口堰問題を契機として、大規模公共事業を点検し、国民が納得できる機関として「ダム事業審議委員会」設置を提唱し、全国11のダム事業ごとの審議会づくりを進めている。こうした公共事業に客観的で透明性のある検討が加えられるということは、本当の意味での社会的な合意形成の場が開かれたという点からも、新機関の設置は評価される。

事業者（建設省）はその委員会の意見を尊重して「事業を継続して実施するか、計画変更して実施するか、あるいは中止するのか」を判断することになっている。

しかしこの委員会制度なるものは、建設省地方建設局長の諮問機関で、単なる行政の内部機構、省内機関に過ぎない。したがって行政の場を超えて客観的に公共事業の是非を判断し、決定できる権限はない。欧米では得られた情報は公開され、全面的に住民参加のもとに行われており、審議の結果によっては計画の変更や中止も可能である。

こうした計画決定の権限を持つ審議会では、環境アセスメントの果たす役割はきわめて大きい。アセスメントの対象も単なる自然生態系への影響や河川工学的な立場からの安全性にとどまらず、その地域の経済的発展の展望や洞察までも含むものとなろう。開発と環境保全という対極的な姿も、環境に対する人々の価値観の変化を表しているように思う。

謝 辞

本論文作成にあたっては、水資源開発公団中部支社建設部審議官橋恒氏から多大の資料と助言を賜った。謹んで感謝の意を表します。

文 献

- (1) 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（第1巻～第4巻）1995年7月
- (2) 榊原慎吾 長良川河口堰をめぐる諸問題 大阪経済法科大学創立20周年記念論文集第5巻 283～313頁、1992年11月
- (3) 西条八束ほか 長良川河口堰事業の問題・中間報告書 日本自然保護協会、1990年8月
- (4) 伊藤猛夫・二階堂要・野田一郎・榊原慎吾 のぼりアユの生態 木曽三川河口資源調査報告1 27～57頁、1964年

水資源取得の自然環境に及ぼす影響について（榊原）

- (5) 同上 のぼりアユの生態Ⅱ 木曽三川河口資源調査報告 2 51～78頁、1965年
- (6) 榊原慎吾・伊藤猛夫 北伊勢工業用取水口からの仔アユの吸入 木曽三川河口資源調査報告 5 63～70頁、1967年
- (7) 小山長雄・滝沢達夫 魚道の放水管理および予測される魚道効果 木曽三川河口資源調査報告 4（上） 145～161頁、1967年
- (8) 伊藤隆・岩井寿夫・古市達也 アユ種苗の人工生産に関する研究Ⅷ 木曽三川河口資源調査報告 2 825～881頁、1965年
- (9) 福島博・小林艶子 長良川アユの消化管より得た珪藻 木曽三川河口資源調査報告 3 203～214頁、1967年
- (10) 和田吉弘・稲葉左馬吉 長良川におけるアユの産卵から仔アユの降下までⅨ 降下経路の解析 木曽三川河口資源調査報告 4（上） 13～28頁、1967年
- (11) 建設省河川局・水資源開発公団 長良川河口堰について 34～38頁、1993年9月
- (12) 宮野雄一 長良川河口堰事業の財政負担と費用便益分析 長良川河口堰建設と環境・防災・事業アセスメント 12～19頁、1992年