

河川の水位・流量の周年／経年変化と河川生態環境

THE STAGE/ FLOW REGIME AND ITS LONGTERM CHANGE IN VIEW OF THE RIVER ECO-SYSTEM

綾 史郎¹・紀平 肇²・松波 由佳³・井田 康夫¹

Shirou AYA, Hajimu KIHARA, Yuka MATSUNAMI and Yasuo IDA

¹正会員 博(工) 大阪工業大学 工学部土木工学科 (〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1)

²非会員 清風中学校・清風高等学校 (〒543-0031 大阪市天王寺区石ヶ辻町 12-16)

³正会員 修(工) 中央復建コンサルタンツ(株) 第1設計部 (〒532-0004 大阪市淀川区西宮原 1-8-29)

This paper deals with the flow/stage regime of the river in view of the river eco-system, especially the propagation of fish. The characteristic stage and discharge of the 8-day and the 22-day, i.e., the 8th and the 22nd largest values in the year or between May and July are proposed in consideration for the flooding of the river and the formation of the temporary waters, where the spawning and propagation of fish is held. Their importance was verified through the field observation of the spawning and small fry in the temporary waters in the Yodo River. The longterm change of the characteristic stages at Takahama, the Yodo River was also investigated, and it is found that the suitable area for fish propagation becomes quite smaller in the last 30years because of the riverbed degradation.

Key Words: River eco-system, flow regime, stage regime, fish, propagation

1. はじめに

河川とその周辺の環境の形態上の一般的な特徴として、1)様々な地形(粘土、シルト、砂、礫、石等の土の種類、水面からの標高)と様々な流れ(表流水、水深、流速、水面積、水質、地下水)により多様な景観が構成され、それが空間的に変化する、2)その変化は緩やかであって、流下方向、川幅方向に連続的であることをあげることができる。さらに、大きな特徴として、3)これらの景観は様々な時間、空間のスケールを有する流量、水位の変化に伴い、変化、更新される。すなわち、河川とその周辺では、再起期間 1 年程度の小出水、雨季、乾季のような周年的変化、ならびに大、中出水などによる経年的変化による更新によって、多様な生態環境を生み出していることを上げることができる。

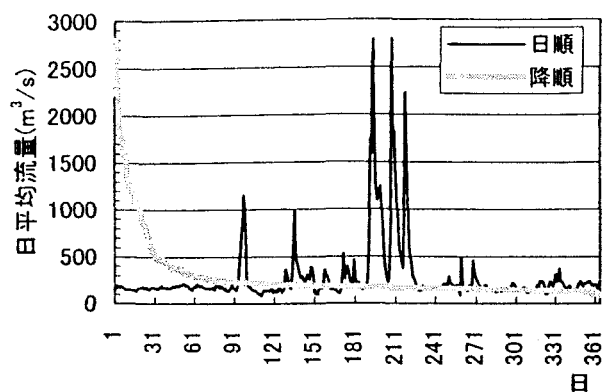
魚類の生態環境について見れば、産卵、孵化等の繁殖活動には梅雨期の出水と水位変化が重要^{1)・2)}であるし、イタセンパラの生活史にとっては年間の水位変化が極めて重要な要素の一つであることが近年の研究³⁾で明らかにされた。植生についてみれば、土質や、冠水頻度、冠水日数によって異なった生育域が生じるし、また、出水の再起期間に応じて、異なった群落を構成するであろう。

以上のことより、本論文では淀川水系を対象に、河川の年間の流量、水位の変化を調べるとともに、魚類の繁殖環境の観点からみて重要な水位の指標について提案した。さらに、出水時の冠水領域の観点から位況の経年変化を調べ、淀川の魚類の繁殖環境の経年変化について述べた。

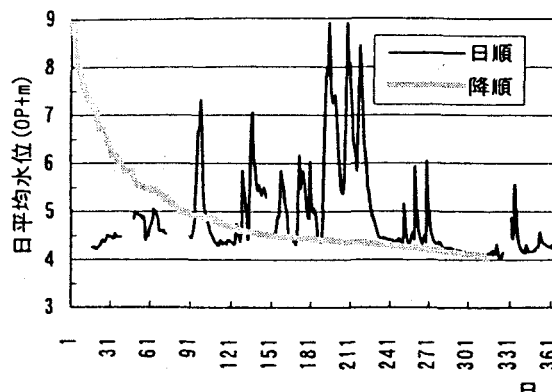
2. 河川生態環境と位況

(1)一時水域と 8 日水位、22 日水位

西南日本の平地河川では、梅雨期を中心とした 4 月～7 月における出水による河川水位の上昇は、コイ、フナ、ナマズ、ドジョウ等の多くの魚類の生殖、産卵行動の重要な要素である。すなわち、この時期、これらの魚類は平水時は陸地であるが、増水により冠水した一時水域に侵入し、水中に没している草やその根に産卵、放精する。受精した卵は 1 ～数日後には孵化する。一時水域は水流が穏やかで、水深も浅く、暖かで、餌となる植物プランクトンや原生生物が豊富で、また、隠れ場所が多く、捕食者も少なく、仔魚にとって絶好の環境である。仔魚は成長を続け、より大型の餌を摂取し、稚魚となる。稚魚には、冠水により一時水域が再び本流と結ばれる移動の時機を待ち、本川へ移動して行く



(a)枚方水位観測所 (26 km) 1997 年流況図



(b)高浜水位観測所 (33 km) 1997 年位況図

図-1 淀川水系 33km 付近の流況図。

ものもあれば、また、一時水域で一生を終えるものもある。一時水域から脱出できなかった稚魚は一時水域に侵入した捕食性魚類やゲンゴロウ類やトンボの幼虫、鳥などの捕食により減少する¹⁾。また、水域が干出すれば、仔稚魚は死滅するが、他の水生生物とともにバクテリアにより分解され、栄養塩として残る。プランクトンには休眠卵や芽胞として地中で生存し、次の冠水を待つものもある¹⁾。イタセンバラの場合は、秋期まで存続するような一時水域で成長を続け、秋期、一時水域のイシガイやドブガイ等の二枚貝に産卵する。冬期に一時水域が干上がると成魚は死滅するが、卵は貝の中で孵化し、仔魚は貝の鰓の中で越冬し、5 月中下旬頃、二枚貝から泳出し、一時水域を独占使用して成長する³⁾。梅雨時の冠水期以降は他の仔稚魚とともに生活する。従って、一時水域の干出もまた、栄養塩の蓄積、餌生物の保存や捕食者の除外の意味から非常に重要である。

従来、河川の水位(流量)観測所で得られた日平均水位、流量は降順に並べられ、年最高値、95 日(豊水)値、185 日(平水)値、275 日(低水)値、355 日(渇水)値、最低値および年平均値等が整理される。しかし、河川生態系の観点からはこのような整理法は必ずしも十分ではなく、前述の一時水域の形成と消滅は水域が形成される河川地形の年間の冠水頻度、冠水日数、河床材料等と密接に関係している。特に、魚類の繁殖に注目すれば、5 月～7 月における諸量が重要であろう。本論文では、年間或いは 5～7 月の 3 ヶ月間の水位、流量を降順に並べ、上から 8 番目の 8 日水位、8 日流量、および 22 番目の 22 日水位(流量)について検討した。8 日水位とは標高が最高水位から 8 日水位までの領域がその年(3 ヶ月間)に、1～7 日間冠水したことを意味しており、標高が 7 日水位から 8 日水位までの領域がその年(3 ヶ月間)の内、合計で 7 日間冠水したことを意味している。また、1 回の出水での冠水日数を 2～3 日と考えると、期間内に 2～3 回の冠水頻度を持つ領域であることも意味している。同様に 22 日水位は標高が 21 日水位と 22 日水位間の領域の期間内の冠水日数が合計 21 日であり、冠水頻度が(1 回の冠水日数を 4 日として)5 回程度であることを示している。これらの値は水文状況により年毎に変わる。

また、一時水域の存続日数は冠水日数の他に、冠水の間隔、河床の透水性、窪地の大きさ、深さ等に関係する。例えば、後述の図-2(a)に示される旧ワンドは OP+8m 前後を越えると冠水するが、図-1(b)の位況図からは 1997 年には 3 回合計 8 日前後冠水した。冠水の間に旧ワンドが干し上がることが無ければ、一時水域は連続 30 日以上存続したものと推定される。従って、成魚の旧ワンドへの侵入と脱出の機会は各々 3 回、合計 8 日間あり、最初の出水で産卵、孵化した稚魚の一部には最長 1 ヶ月程度旧ワンドで成長し、最後の出水で淀川本川へ脱出することができたものもいたであろう。

(2) 淀川水系高浜水位観測所における位況と河川環境

図-1(a)、(b)は淀川水系 26km の枚方水位流量観測所および 33km の高浜水位観測所における 1997 年の一年間の流況と位況を示したものである。流況図(図-1(a))より 1997 年の年最大流量は 2800m³/s であり、最小流量は約 80m³/s である。河況係数は 35 程度となる。図-1(b)は同様に高浜水位について示したものである。これらの図より 1997 年淀川では 1～3 月、10～12 月のほとんどの日が豊水流量 229m³/s 以下であり、1000 m³/s 程度以上の出水は 4、5 月に各 1 回、2000 m³/s を超える出水が 7 月に 2 回、8 月に 1 回あった。西南日本では雨期は概ね 6、7 月の梅雨期と 8 月から 10 月の台風期であり、河川の流量、水位もこの期間に上昇するが、この期間以外は水位、流量の変化は比較的乏しい。このような日流量の周年変化に対応して、高浜の日平均水位は最低水位 OP+4.035m を記録しているが、4、5 月の 1000m³/s 程度の出水に対して OP+7m 程度の水位を記録し、7、8 月の 2500m³/s 規模の 3 回の大きな出水で最高水位は OP+8.91m と平時時に比べて、4m 上昇した。9 月以降、台風期の大きな出水はなく、500m³/s 程度の出水が 2 回あり、水位は 6m を 2 回越えたが、それ以外は平穏であったことが分かる。表-1 には 1997 年の枚方流況と高浜位況をまとめたが、通常の値に加え、最大(高)値、最大から 8 番目、22 番目の値、平均値、最小(低)値を加え、同様なことを 5 月 1 日～7 月 31 日までの 92 日間について

行ったものを併記した。これは、前述のようにこの期間が多
くの魚類の繁殖にとって最も重要な期間に相当することに
注目したものである。8 月以降台風による出水がある場合
は最高値、8 日値、22 日値には通年のものと 5-7 月のもの
に少し、違いがある。また、1年間のうち、270(=365-95)日は
水位差にして最低水位+100cm の間に収まっており、流量
差は最低流量の 3 倍程度の間に収まっており、1997 年の
淀川では主として5月～8 月の 4 ヶ月を除いた年間の2/3
の期間はほぼ同じような状況にあったと考えられる。

(3) 高浜の水位変化と冠水帯

図-2(a)、(b)に高浜水位観測所付近 33.0km、32.8km の
横断面図(1998 年測量)に表-1の水位のいくつかを記した。
32.8km 断面は左右の堤防間は 700m を超える雄大なもの
であるが、1997 年には両堤防間を満杯の水を流れることは
無く、最大流量である 2800m³/s では幅約 350m の低水路
部を兩岸一杯に流れるが、最高水位 OP+8.91m はゴルフ
場として利用されている左岸高水敷高さより 3m 近く低いも
のであった。一方、平水位は OP+4.43m であり、水路幅も
50m 程度に狭くなり、滞筋は右岸に集中する。このように、
淀川では高水敷が冠水するような大出水は少なく、通常の
出水に伴う水位変化は低水路の内部に限定され、この
33km 付近では冠水帯は左岸側の低水護岸側岸に広がる。

3. 淀川左岸楠葉付近における魚類の産卵

紀平らは 1998 年以来、高浜水位観測所の対岸側の左岸
33km 付近の楠葉付近の一時水域(一時タマリ)において仔
稚魚の調査を続けている。この付近は図-2の断面図、図
-3の平面図に示されるように滞筋が右岸にあり、左岸側
には広い寄州が発達している。寄州は常時は水面上に出
ている砂礫の裸地であり、微高地に一部ヨシ等の植生が見
られる。左岸側高水敷はゴルフ場として利用されているが、
ゴルフ場と寄州の間には中間帯が存在し、中間帯とその周
辺は凹凸に富んでいるのが特徴である。すなわち、中間帯
と寄州の境界付近は地盤高がやや低く、増水時には冠水し、
一時的に水面となるタマリ群(以下、本流タマリと呼ぶ)が縦
断方向に発達している。中間帯はヨシ、セイタカヨシ、セイ
タカアワダチソウ、カナムグラ、ヤナギ類、ノイバラ等の草本、
木本で覆わ
れているが、1970 年初頭まではワンドとして存在した窪地
(以下、旧ワンドと呼ぶ)や中間帯を貫流するような溝状の
低地(以下、中間帯一時水路と呼ぶ)(写真-1)が存在する。
すなわち、1998 年度の測量結果によると、水位が OP+
4.5m になると本流タマリの窪地に水が浸入、複数のタマリ
が形成され、OP+5.0m では寄州と中間帯の間には本流タ
マリが長く形成され、両者は寸断される。OP+5.0～5.5m
になると寄州は分離し、中間帯一時水路の上流側から水が
浸入開始する。OP+5.5～6m になると寄州は微高地を除

表-1 淀川 33 kmの流況と位況

特性量	枚方流況(m³/s)		高浜位況(OP+m)			
	1997年		1997年		’72-’97年	
	通年	5-7月	通年	5-7月	通年	5-7月
最高(最大)	2800	2800	8.91	8.91	10.25	9.28
8日	1590	1350	7.84	7.59	8.33	7.86
22日	859	467	6.72	6.16	7.60	7.07
46日		268		5.37		6.26
豊水(95)	228		4.92		6.20	
平均	285		4.90	5.64	5.97	6.49
平水(185)	177		4.43		5.73	
低水(275)	155		4.19		5.45	
濁水(355)	120		欠測		5.18	
最低	98	98	4.04	4.32	5.11	5.41

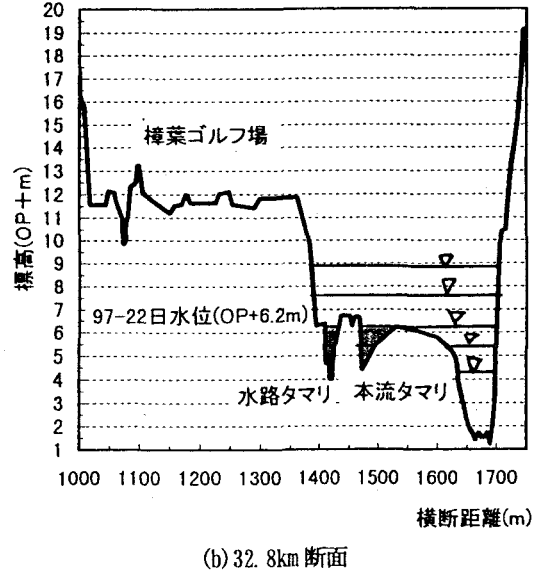
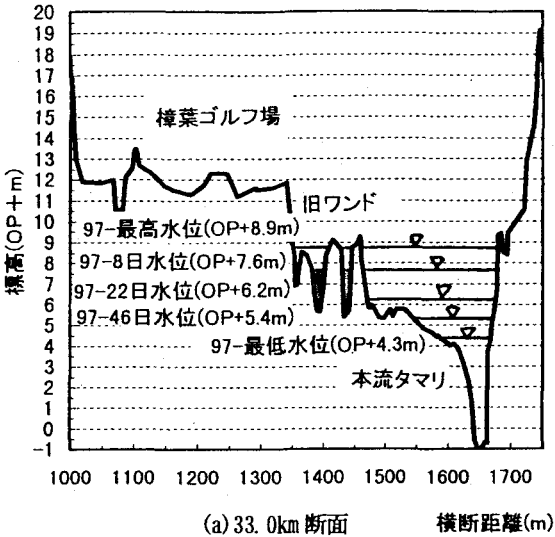


図-2 32.8/33 km横断面図と特性水位

いて冠水している。中間帯一時水路は下流側からも浸水を
始める。OP+6.0～6.5m で中間帯一時水路部は貫流する
が、一時水路の路床高さは様でなく凹凸があり、減水し、
冠水が終了した後にも水路の凹部には水域として残る部分

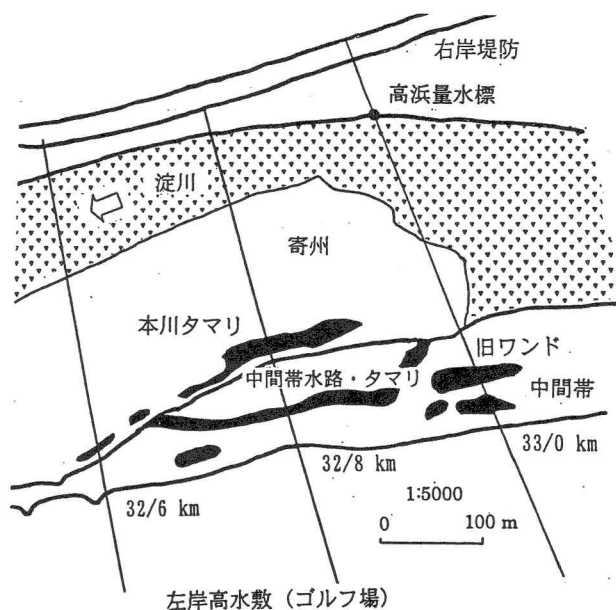


図-3 高浜/樟葉(33 km) 付近の平面図.

(以下、水路タマリとよぶ)がいくつか存在する。OP+7.5～8m 以上では中間帯の天端の低部が冠水し、旧ワンドに水が浸入する。このように、本流タマリ、中間帯一時水路と水路タマリ、旧ワンドは中小の出水により1年に数回冠水し、一時的に水面となり、止水域(一時水域)となるが、その大きさ、継続時間、冠水頻度等は標高と出水規模により、異なったものとなっている。

紀平らによれば、梅雨期の増水時の一時水路には大型のコイ、フナ、ナマズ等が水路上下流端より本川からの水の浸入とともに遡上する(河川水位が更に上昇し、一時水路が貫流すれば、下流端から遡上する)。遡上した魚は追い掛け回し、背鰭を水面に覗かせ、腹を草に擦り付けるなどの産卵行動を行っているのが観察され、これらの一時水域(止水域)が多く魚類の産卵に利用されていることが見出された。すなわち、1999 年夏の調査では、最も標高の低い本流タマリではオイカワ、モツゴ、ニゴイ、コイ、フナ類の仔稚魚が、水路タマリではスジシマドジョウ、カマツカ、フナ、および判別不明の多くの仔稚魚が、また、旧ワンドではフナ類のほか、ビワコオオナマズを含むナマズ類の仔稚魚が多く観察された。さらに、本流で観察された魚種が 9 種以下であったのに対し、本流タマリ、水路タマリではタビラを除く本流で見られたすべての魚種を含む 20～23 種の魚種と多くの仔稚魚が観察された。このように、河川の平水時の流路の周辺に点在する一時水域は多くの魚類の生活場所、産卵場所、仔稚魚の生活場所として極めて重要な生態的機能を有していることが分かる。

前出の図-2には 1998 年度測量による 32.8/33.0km の横断面図に高浜水位観測所の 1997 年の日平均水位資料から求められた 5 月～7 月の最高水位、8 日水位、22 日水位、46 日水位、最低水位が記入されている。同図より多くの仔稚魚が観察された、本流タマリ、水路タマリ、旧ワンド等の



写真-1 一時水域 (中間帯水路を下流から望む)。

一時水域が 5 月～7 月の最低水位～最高水位の区間に存在し、1997 年には、本流タマリが 46 日前後、水路タマリが 21 日前後、旧ワンドが 7 日前後冠水し、淡水魚類の産卵適地が 8 日水位～22 日水位とその周辺の窪地に存在していることが分かる。

4. 水位の経年変化と生態環境の変化

(1) 高浜の位況の経年変化

高浜水位観測所の 1972 年から 1997 年(1996 年は欠測)までの 5 月～7 月の水位変動を解析し、各年毎に表-1 に示す 6 種の水位を求め、図-4 にこれらの 25 年間の経年変化を示した。同図から明らかなように、高浜付近では河床低下が進行中であり、25 年間で 2m 程度低下した。また、1994 年はリタンペリオド 200 年程度の大洪水のあった年であり、出水が無かったため最高水位と最小水位の差も小さいが、この年も含めて 5～7 月の産卵期間中、平均水位と最高水位の差は 2.777m であり、魚の産卵に焦点をあて、この 5-7 月の平均水位を OP+5.50m にとれば、平均の 22 日、8 日、最高水位は、OP+6.076m、6.860m、8.277m となる。

(2) 鶴殿(30 km)と水無瀬(34 km)の環境変化

図-5 は高浜水位観測所から 3km 下流の 30km 断面(左岸牧野パークゴルフ場地先)の横断面図に位況を示したものである(水面勾配を計画河床勾配に一致すると仮定して、図-4 の値から 0.75m を減じたものが 30km 付近の水位の特性値となる)。左岸ゴルフ場と淀川本川の間細い領域は 1970 年代、1980 年代には 1～7 日程度の冠水が期待できる冠水帯であったが、河床低下が進行するに連れて、乾燥化が進行し、1990 年代には年 1 回程度しか冠水しない

年が5年以上あったものと推察される。また、右岸側は有名な鶴殿のヨシ原の下流端付近に相当するが、ヨシ原は標高OP+9~10mに広がっていることが図-5より読み取れる。これを図-4の位況の経年変化と対応させて見ると、1970~80年代にはほとんどの年でヨシ原は年1回以上の冠水を受けていたが、近年1989~1992年、1994年、1997年と冠水しない年が増え、右岸でも高水敷の乾燥化が進行していることが分かる。

図-6は高浜水位観測所から上流1kmの水無瀬付近34km断面の横断面図を示したものである。この断面では右岸側標高OP+11m以上の高水敷が水無瀬ゴルフ場として利用されているが、ゴルフ場の地先から淀川低水路までの間には30km断面と同様に、1970年代、1980年代には年数日以上水没する冠水帯が大きく広がっていたが、1990年代に入ると冠水帯は低水路際の極めて狭い領域に限定されるようになっていることも分かる。

淀川下流域城北ワンド付近では1980年代以降、年間的水位変化が極めて乏しく、また、冠水帯も少なくなっていることが、著者らの研究により明らかになっている⁴⁾。三川合流部下流樟葉付近でも1970年代と現在の冠水帯の広がりと比較すると、本報の図-5、6の横断面図で示されたように冠水領域(一時水域の形成場)は大きく減少し、鶴殿、ならびに城北ワンド群周辺は魚類の産卵場所の観点からは河川生態系として特異な存在であることが分かる。

5. 結論

河川の流量、水位の周年変化、経年変化と河川の生態環境の関連について考察するために、淀川水系のいくつかの水位・流量観測所における長年の資料を用いて、従来より河川工学で用いられている流況、位況に係わる諸量について解析した。特に、魚類の産卵に注目して、高水敷の冠水の観点より位況について詳しく調べ、最高水位のほか、新しく8日水位、22日水位を提案し、淀川水系におけるそれらの経年的変化についても明らかにした。淀川の城北ワンド群付近では周年の水位変動が乏しいため、産卵場所としてのワンドの生態学的機能の劣化が進行したと考えられたが、自然性が比較的良く残されているとされていた30kmより上流の楠葉以北においては、水位変動は大きい。河床低下の進行により冠水地帯の減少と高水敷の乾燥化が進行中であり、ヨシ原保存の観点ばかりではなく、魚類の生息環境の観点からも放置できない状態にあることが明らかにされた。

これらの事例は河川環境の在り方を考える上で極めて示唆的である。すなわち、城北ワンド群、鶴殿ヨシ原は淀川に残された貴重な自然として、河川管理者はもとより多くの関係者により保存の努力が注がれている場所ではあるが、既にその生態学的機能の劣化は進行し、危機的状況にある。また、その保存とは構造的なもののばかりではなく、水理・

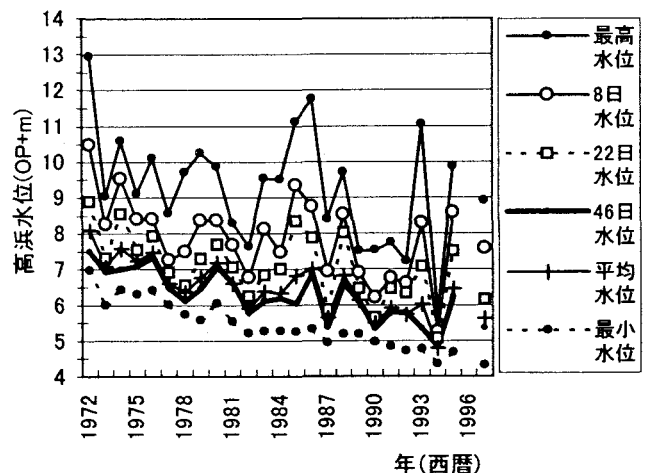


図-4 高浜位況の経年変化

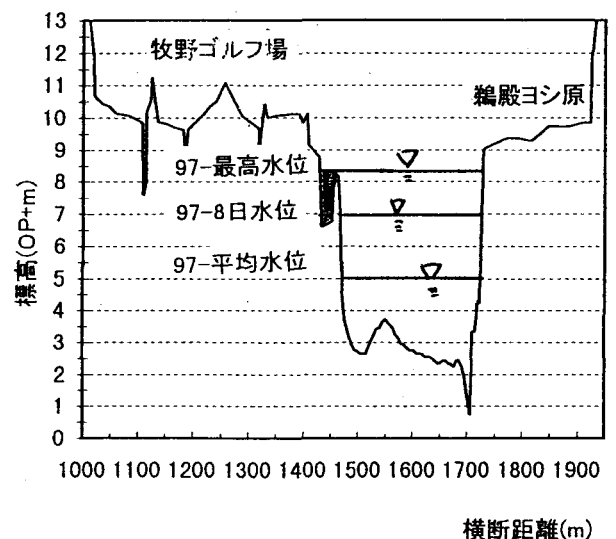


図-5 鶴殿付近(30.0km)の横断面図と特性水位

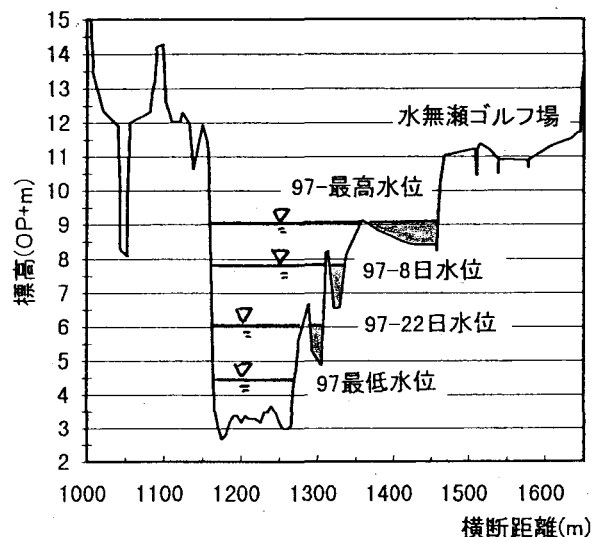


図-6 水無瀬付近(34.0km)の横断面図と特性水位

水文的な要素そのものを維持・保存しなければいけないことを意味している。

河川管理の目的に河川環境の保全と整備が加わり、河川環境の観点からの適切な流況、位況の指標が設定されるべきものと考えられるが、今回提案した 8 日値、22 日値のほかに、対象とする河川や魚種とその生活史によって異なった指標が存在するものと思われる。また、植生の観点からは、魚類とは異なった指標を設定し得るものであろう。

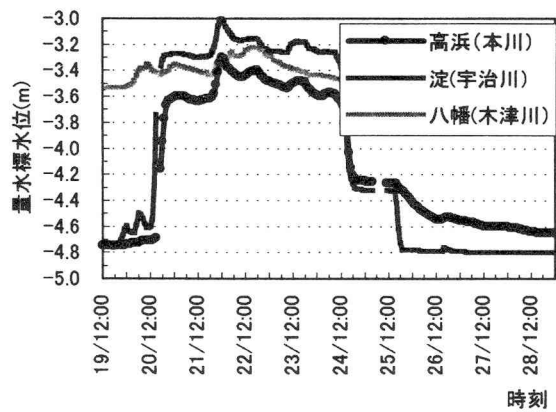
謝辞： 資料の提供、収集にご尽力を頂いた建設省近畿地方建設局淀川工事事務所、河川環境管理財団大阪研究所の各位に謝意を表します。また、貴重なご議論を頂いている淀川水系イタセンパラ研究会の諸氏に深く感謝します。

参考

本論文投稿後、2000 年 4 月 19 日～27 日に付図- 1 に示すような小出水があり、1.4m 程度の水位上昇が約 4 日間続き、本川タマリ、中間帯水路タマリが冠水した。この出水により大量のコイ、フナ、ナマズが本川タマリ、中間帯水路

参考文献

1) 斎藤 憲治：” 淡水魚の繁殖場所としての一時水域”、日本の希少淡水魚の現状と系統保存、長田芳和・細谷和海編、緑書房、194-204、1997。
2) 長田芳和：” 淡水魚の減少要因と回復への道”、日本の希少淡水魚の現状と系統保存、長田芳和・細谷和海編、緑書房 330-357、1997。
3) 小川 力也、長田芳和：” 河川氾濫原のシンボルフィッシューイタセンパラ”、森 誠一編、淡水生物の保全生態学、信山社サイテック、pp. 9-18、1999。
4) 松波 由佳・綾 史郎・矢田 敏晃：淀川ワンド群の形成・衰退とその生態学的意義、河川技術に関する論文集、第 5 巻、pp. 93-98、1999 . (2000. 4. 17 受付)

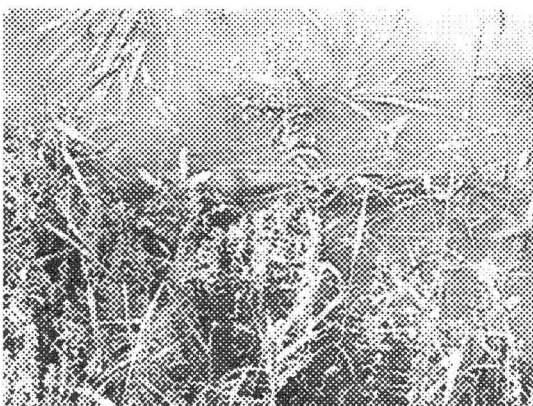


付図-1 水位-時間曲線(2000 年 4 月淀川)
(近畿地建データベース速報値).

に侵入し、産卵、放精した後、水位降下時に脱出し、一部はタマリに残り残された。水温が冷たく、水位降下も早かったため、孵化したのはごく一部であり、本川に戻った稚魚も少ないと思われる。この冠水状況を以下の写真に示す。



付写真-1 中間帯一時水路と本川(2000 年 4 月 23 日).



付写真-2 中間帯水路タマリに残されたコイ
(2000 年 4 月 28 日).



付写真-3 本流タマリ下流(2000 年 4 月 28 日)
水面の波紋は大型魚の遊泳による。