

(31) 多摩川中流域人工造成ワンドの推移と魚類相

A Study on Transition and Fishfauna of Artificial Wand-Pool
in the Middle Reaches of Tama-gawa River

君塚芳輝*

Yoshiteru KIMIZUKA

ABSTRACT; Morphological transition and fishfauna were studied in the 2 wando-pools, midstream of the Tama-gawa River, Tokyo. During this study, 24 fish species and subspecies were captured in 4 sampling sites. Wand-pools are located at erosional zone of the stream, accordingly wand-pool was scoured by overflow running water in swelling period as planned.

KEYWORDS ; wando-pool, fishfauna transition, scour inducement, erosional arrangement, spring-fed wando

1. はじめに

ワンドが魚類など河川の生物に有効な機能を果たすことは広く知られるようになった。多摩川中流の東京都調布地区に造成された2連のワンド周辺を対象として、3年間の魚類相の推移を調査し、併せてワンドの構造的環境の変貌について継続観察、水衝部に設けることで出水時の洗掘を誘導するという計画時の構想の成否を検討した。本研究は、河川において発生する洪水が堤外地内の生物とその棲息環境に及ぼす影響について総合的に調査研究する『多摩川フラッシュ研究』の一環として実施した。

2. 調査方法

2.1 調査地点の概要

多摩川中流域の二ヶ領上河原頭首工下流左岸の多摩川調布地区における2連の人工ワンドに於いて、1995年9月21日から1997年7月13日まで8次にわたる魚類現地調査を実施した。調査対象は上流ワンド（河口から25.8km）と下流ワンド（25.2km）の双方で、それぞれワンド内（実験区）と平行する本流（対象区）の各2地点、合計4地点の継続調査を実施した。1996年8月期と1997年7月期については、下流側ワンドの内外（sts. 3, 4）のみ調査を行なった（図1）。

出水によるワンドの形状変化については、魚類相調査時のほかにも適宜観察を行なった。

2.2 魚類現地調査

魚類の調査にあたっては、投網と手網による調査を併用した。下流ワンドの内外（sts. 3, 4）については、

本研究の一部には河川環境財団の河川整備基金と、とうきゅう環境浄化財団の研究助成を利用した。

* 東京都調布市 Choufu-si, Tokyo

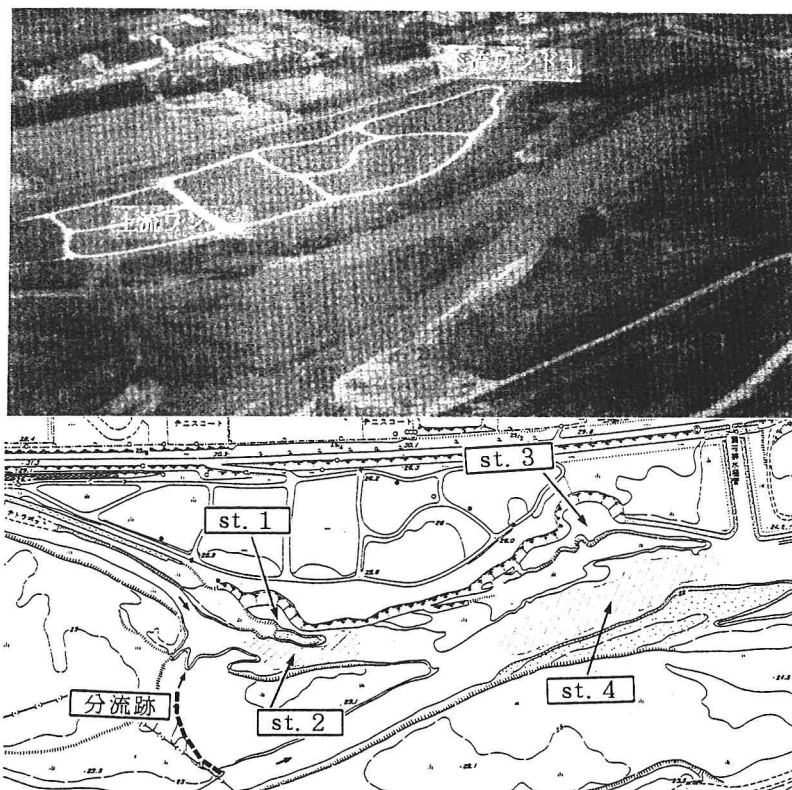


図 1 多摩川調布地区ワンド周辺調査地点位置

st. 1 25.8km地点の小形ワンド内（上流ワンド）

st. 2 25.8km付近のワンド横本流

st. 3 25.2km地点の大形ワンド内（下流ワンド）

* 本流に連なる流出湧水流も調査対象に含めた

st. 4 25.2km付近のワンド横本流

多摩川漁業協同組合の横田光夫氏の協力を得て、舟上からも投網採集を行なった。投網はサイズ（網丈・目合）の異なる複数種類を用いた。

採集した魚類は、現地で種類別個体数と全長の最小～最大範囲を測定し、再放流した。同定の困難な小形個体については、ホルマリン固定して研究室に持ち帰って分析した。外来肉食魚であるオオクチバス・ブルーギルは、水域への影響に考慮して現場から除去した。

3. 調査結果

3.1出現魚種

現場周辺の水域からは、以下に示す 8 科 23 種・亜種、1 雑種（以下種類とする）が出現した。

◎ウナギ科 1 ウナギ

◎コイ科 3 タモロコ、4 ムギツク、5 ニゴイ、6 カマツカ、7 モツゴ、8 ウグイ、9 アブラハヤ、10 カワムツ B 型、11 オイカワ、12 キンブナ、13 ギンブナ、14 ゲンゴロウブナ、15 コイ、16 コイトフ

ナミカツキ、17タイリクバラタナゴ

◎ドジョウ科 18ドジョウ

◎ナマズ科 19ナマズ

◎タイワンドジョウ科 20カムルチー

◎サンフィッシュ科 21オオクチバス、22ブルーギル

◎ハゼ科 23ヨシノボリ（橙色型）、24ウキゴリ（淡水型）

地点別の出現記録の詳細を表1に示した。なお魚類の分類は、中村(1984)と益田ほか(1988)に従った。

表1 出現魚種の経年変化一覧

和 名		st.No.	1995				1996								1997																	
			9/21				3/04		6/06		8/04		9/10		2/18		4/22		7/13													
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4										
ウ	ナ	ギ													○																	
ア		ユ	○						○	○				○						○												
タ	モ	ロ	コ	○	○	○	○			○	○		○	○			○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○				
ム	ギ	ツ	ク						○																		○					
ニ		ゴ	イ	○					○					○													○					
カ	マ	ツ	カ	○	○	○	○			○				○	○			○	○		○	○	○	○	○	○	○					
モ		ツ	ゴ	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
ウ		グ	イ	○		○	○			○		○		○	○	○				○	○						○					
ア	ブ	ラ	ハ	ヤ	○			○		○		○		○													○					
カ	ワ	ム	ツ	(B型)					○	○																						
オ	イ	カ	ワ		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
キ	ン	ブ	ナ		○	○				○	○			○			○		○		○				○	○						
ギ	ン	ブ	ナ		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
ゲン	ゴ	ロ	ウ	ブナ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		○	○	○	○	○	○	○	○					
コ			イ		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
コイとフナの雑種							○								○						○											
タイリクバラタナゴ									○																							
ド	ジ	ョ	ウ		○			○	○						○						○	○	○	○	○	○	○					
ナ		マ	ズ								○				○										○	○						
カ	ム	ル	チ	ー	○	○			○					○	○			○														
オ	オ	ク	チ	バス			○		○									○														
ブ	ル	ー	ギ	ル				○	○		○	○																				
ヨシノボリ(橙色型)					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
ウキゴリ(淡水型)					○																											
季 節 種 類 数 計					7	9	14	8	10	5	13	7	8	9	10	10	8	6	6	10	11	12	6	6	8	6	9	8	7	7	11	8

st. 1, 上流ワンド内; st. 2, 上流ワンド横本流; st. 3, 下流ワンド内; st. 4, 下流ワンド横本流。

地点別の出現種類数では、下流大形ワンド内(st. 3)が21種類で最多、上流小形ワンド内(st. 1)が13種類で最少となった。

3. 2周辺の既往記録との比較

本研究の結果は、近傍の多摩川・多摩川原橋下流（27.5km；建設省石原観測所付近）で昭和55年度から実施されている東京都調査による結果（18種類）とも良く一致する（東京都環境保全局水質保全部，1998）。

本研究で採集されたムギツク・アブラハヤ・ウキゴリ（淡水型）の3種類は、この水域周辺から新記録である。コイ科のムギツクは、琵琶湖水系から放流用アユ（コアユ）の種苗に混入して進出してきたものと推

定した。多摩川水系では、平井川・秋川（あきるの市）、多摩川中流（福生市）などで最近の記録がある。ムギツクは卵稚仔を守る性質のある他種の魚、天然分布域の西日本ではドンコ・オヤニラミなど、に託卵行動を行なうことが知られている。本水域での再生産や託卵行動の有無については未解明である。

ウキゴリは、体側斑紋と生活型から明確な3型に分けられている（石野，1987；明仁親王，1984）。本調査では下流ワンド（st. 3）から流出する細流で、淡水型1個体が出現した。本種は主に大田区の調布取水堰より下流に棲息しており、工事のための堰門扉開放などに伴って溯上した可能性が高いが、海産・河口産アユ（稚アユ）の種苗に随伴して進入したことも考えられる。

3.3注目すべき出現種

本研究で注目すべき種としては、コイ科のアブラハヤ（*Moroco steindachneri*）と甲殻類のヌカエビ（*Paratya compressa inprvsa*）が挙げられる。

アブラハヤは多摩川水系の本支流の上流域に広く分布する種類であるが、本流での分布の下限は福生市の52km（標高130m）付近であり、標高30m程度（25.2km）の本水域での出現は特記すべきであろう。本研究では、7次の調査のうち6回、下流ワンド内の流出細流で各1個体が出現している。

下流ワンド内には常に多量の湧水・伏流水が湧出しており、量の多寡はあるものの、これまで水涸れ（＝流出水の枯渇）は観察されていない。水銀棒状温度計（0.1℃単位）により水面下10cmで測定したワンド内の水温は、造成直後を除くと16.3-18.1℃とほぼ安定しており、夏季には気温より最大9.0℃低く、冬季には5.6℃高かった（表2）。

湧水の特色である安定水温が、本来は上流域に分布するアブラハヤがこの標高25m付近の地点での棲息を可能にしたものと推定される。なお甲殻類のヌカエビも多摩川水系での流程分布は支流秋川・平井川の下流や、拝島・福生付近の湧水付近に限られている。アブラハヤと異なり、本・支流の上流域には分布しない。

アブラハヤ・ヌカエビの両種は、台風等の出水時に本来の分布域から強制的に流下させられ、たまたま大量の湧水に恵まれた本地点で棲息しているものと推定した。大形の湧水ワンドが形成した新たな棲息域と言えよう。

表 2 ワンドと本流の水温と気温

	1		2		3		4	
	ワンド		本 流		ワンド		本 流	
	W T	A T	W T	A T	W T	A T	W T	A T
11960304	7.9	10.5	7.9	10.5	12.1	12.4	15.7	12.4
	9:55		9:58		13:20		13:30	
0910	21.0	20.0	20.6	21.0	18.1	24.0	21.5	26.9
	9:23		9:50		11:05		13:40	
19970218	7.2	9.1	9.3	9.1	16.3	11.9	10.7	16.3
	10:30		10:32		12:00		13:58	
0422	17.2	18.2	17.1	18.2	16.8	20.1	17.7	23.1
	9:28		9:30		11:50		14:05	
0713	未調査				17.3	26.3	22.4	26.3
					13:25		13:30	
1124	未調査				17.9	18.2	16.3	18.2
					13:41		14:30	

上段は温度（℃）；下段は測定時刻を示す。

環境調査のみ行なった記録も含む。

4. ワンドの特徴と推移

ワンドの構造的環境の変貌について調査し、水衝部に設けることで出水時の洗掘を誘導するという計画時の構想の成否を検討した。

4.1ワンドの役割

ワンドとは、河川の低水路が出張った箇所を指す外来語であると推定されている（上田，1987）が、「川が陸地に流入した所」の意から「湾処」の字を宛てたり、ひらがなで示される場合もある。ワンドの成立は、水制工周辺への土砂堆積や低水路の蛇行によるなどいくつかの起源があるが、共通して魚類の産卵や生長、出水時には避難の場所として重要な機能をもつ（君塚，1990）。

4.2社会的評価の変遷

かつてワンドは洪水時に洗掘が発生することなどを恐れ、低水路の流線化や直線化、低水護岸の設置などの際に埋め立てられてきた。本来ワンドは低水路の変動などによって河川自身が形成するものであるが、1980年代の後半に入ってから、その環境機能が評価され、既存のワンドは保全、かつてあった場所では再造成が行なわれるようになってきた（田中・中澤，1992）。

近年は低水路の構造的多様性の回復を目指す最先端技法の一つと理解され、「水辺の楽校プロジェクト」（密着型・訪問型）の計画でも、核施設として位置付けられている（君塚，1997）。

4.3 調布地区ワンドの特徴

多摩川調布地区のワンドは、下流側は194x44mの大きさで1993年春に、上流はサイズ20x5mで1994年春に、それぞれ完成した（坂本，1995）。両ワンドの特徴を列記すれば以下の通りである。

(1) 復元型

この付近は、かつて低水路の蛇行と砂礫堆の移動が活発で植生でカバーされない石河原であり、また昭和30年代までは堤外地での砂利採取が行なわれたこともあって、多数の湧水ワンドが見られた場所である。近傍の堤内地側でも砂利採取跡に湧水池群が見られた。調布地区のワンドは、この付近にかつてあったワンド群の復活を目指した「復元型」と位置付けられる。なお用地の一部は、堤外民有地のゴルフ練習場を国有地として買収しワンドに造成したことも市民に評価されている。二ヶ領上河原頭首工の下流であるため被圧伏流水の湧出に期待したが、掘削中に想定した湧水が発生したため、当初の本流水を導入する流水型から流出口のみを設けた静水（巾着）型に設計変更を行なった。地形・地下水・河床材料などの条件から、ワンドの造成はできるだけかつてあった位置で行なうのが望ましい。

(2) 洗掘誘導型

調布地区2ワンドの最大の特徴は、この「洗掘誘導型」である（君塚，1995）。

1) 下流大形ワンドの特徴

下流ワンドでは、上流端の位置を水衝部である右岸側からの分流の合流点に敢えて設定した。その結果、増水時にはワンド上流端部からの越流水がワンド内部を掃流する（図2）。

下流ワンド付近の多摩川本川の勾配は約1/500程度（建設省資料）である。ワンド内は水面が水平であるのに対し、本流は流軸方向にほぼ200mの延長をもつ平瀬～早瀬で、計算上は上下流端で約40cmの水位差を形成するため、本流の増水時にはこのギャップが越流水によるワンド内部の掃流に寄与することとなる。

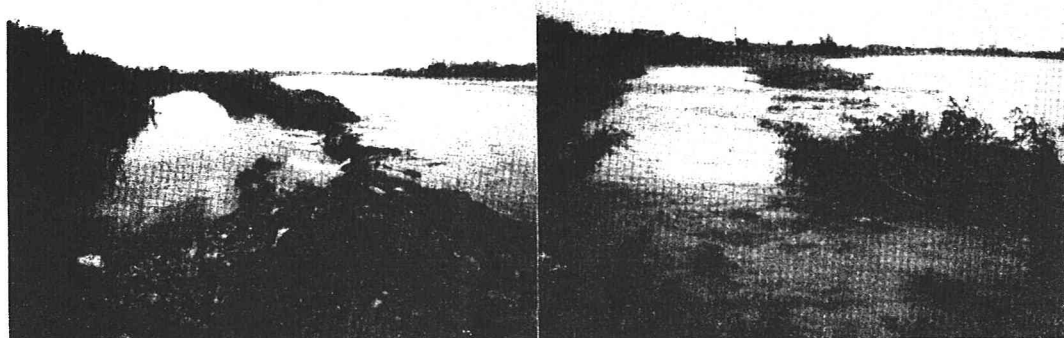


図2 下流ワンド(st. 3)上流端からの出水時の越流

増水時にワンド上流から流入する流水は、流入表土・落葉や動物遺骸などの負荷でワンド河床に堆積した堆積物を掃流除去し、また浸蝕と堆積を発生させることで水際や河床の微地形を変化させる効果がある。竣工時には高水堤防と同等の急峻な勾配であったワンド水中も、出水の度ごとに細砂が堆積し、一部の地点では遠浅の地形に変化してきた。砂底・砂礫底にすむコイ科のカマツカは、下流ワンド内(st. 3)ではこの部分

だけで出現している。

2) 上流小形ワンドの特徴

上流ワンドでも2つの分流が合流する部分に、籠マットを骨格とした水制工を突き出してワンドを造成した。この水制工は、堤防側にセットバックして埋設された隠し（引き）護岸と連結されている。当初計画では流軸と直角な部分の天端構造を砂防河川の落差工のような逆台形の切欠き付き（図3）で構想したが、実際には水制工天端部が平坦に施工されたため、越流の頻度が少なくなった。また施工時には右岸側から分流が合流しており、本流の蛇行点でもある二重の水衝部を形成していた（図1）。その後の低水路の変動で右岸側からの分流が消失したため、出水時のワンド内の洗掘作用を減殺して細長い砂州を一方的に発達させる結果となった。

このワンドで特記されるのは、当初造成した水制工の下流側で、流軸方向に細長い砂州が自然形成されたことである。大規模出水後は、その延伸方向、幅、高さなどが変動する（図4）。微地形の測量は行っていないが、出水量、土砂の混入具合、出水ピークの規模や変動幅などが関与していることが推定される。しかしその性格上、時期によっては細い砂州の発達でワンド内部が殆ど閉塞状態になり、また水深80cmと浅く伏流水の湧出も僅少であるため、ワンド内の水交換の不順で内部の水質が悪化する状況が観察された。

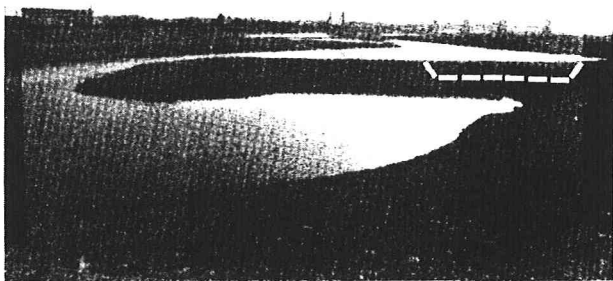


図3 分流が合流する水衝部に設定した上流ワンド(st.1)
破線：当初計画された逆台形の切欠き

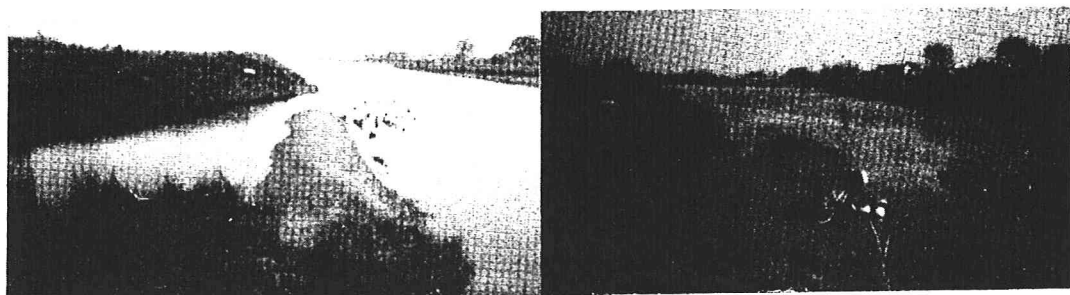


図4 上流ワンド(st.1)における砂州の発達

左, 1995年5月17日；右, 1996年3月28日

1997年春に、水質改善の目的から管理者によりこの砂州が開削された。下流側に曲げた水制工の先端の下流側に発達した細い砂州の変遷を十分に追跡調査できないまま改変されたことは、今後に十分な知見を残せない点で残念な対応であった。河川管理者に、ワンド造成と維持管理に関する意義の理解とその申し送りを望みたい。

3) 共通理念

これまでのワンドは、竣工時の概形が永く保たれるように、流路の水裏側に設けられることが多かった。しかしこれらのワンドでは当然ながら堆積が発生して水面が退縮、内部の水質も悪化する帰結となる。多摩川調布地区のワンドでは、これまでと逆に、位置を敢えて水衝部に設けることで、川自身に維持管理させる方針で計画・設計した。出水時に本川から越流水が流入してワンド内をフラッシュアウトする、この洗掘の効果を期待して水衝部に設けたことが、「洗掘誘導型ワンド」の思想である（図5）。

4) 水循環への配慮

①下流ワンド

ワンドの造成にあたっては、集水域からの湧水・伏流水の循環（透水性）に配慮して、周囲に護岸や法覆工を設けず、出水時の洗掘を防ぐ目的で高水堤防側の後背部にのみ、籠マットを埋設している。完成5年後の現在まで豊富な湧水に恵まれている結果は、深い水深設定と透水性素材の採用が堤内地側からの水循環を断絶させない効果があったと判断してよからう。なお当時の常法では籠マット表面への覆土は50cm厚程度であったが、洗掘による露頭に配慮して150cm厚以上の現場土砂で覆っている。現在までワンド内で籠マットの露頭は発生していない。

上流ワンドの本流との間を隔てる部分の上流側は、当初は土砂のみであったが、上流側が複数回の洗掘を受けて敷高や幅が減少したため、後に籠マットを芯に一部補強している。季節や本流の水位にもよるが、ワンド内の上流側からも伏流水の湧出が見られることがある。

なお計画段階では、万が一湧水・伏流水が湧出しない場合を考え、平水時でも流入するような切り欠き部を上流に設けた流水型で計画したが、下流側から掘り進むうちに大量の湧出が見られたために、工事中に市民や専門家と協議して、巾着型に設計変更した経緯がある（君塚、1995；図5）。

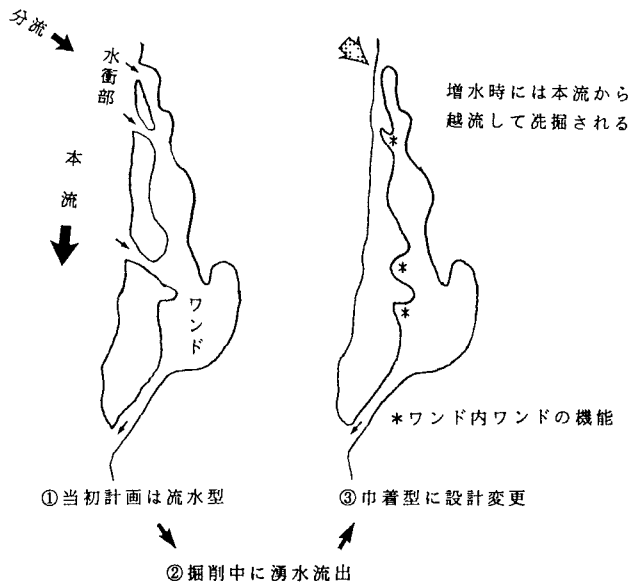


図5 下流ワンドの設計変更の考え方

②上流ワンド

上流ワンドでもワンドの骨格となる水制工は籠マットで施工したが、中央部に切欠きが未形成で、また右岸側からの分流（図3）の消失もあって、越流を受けて内部が掃流される頻度が少なくなったため、当初想定したフラッシュアウトが少なくなったことは今後の課題である。

(5)地域遺伝子への配慮

上下流の両ワンドとも、工事の際に発生した草本・木本類の一部を現場近くに仮移植して養生、完成後の植生復元に再利用した。この取組みは、構造面では植生でカバーすることで、安定迄の降雨や増水による法面の洗掘を防ぐ効果がある。生物の視点からは、他所からの植物資源の導入による地域個体群の攪乱を、種レベルばかりでなく遺伝子レベルで守る効果があり、高く評価したい。近年、多摩川水系の直轄区間の事業では、この「既存植生復元工法」が標準的に採用され、地域によっては市民団体が植え戻し作業にボランテ

ィア参加をしている。

(6)法面保護溝の設置

下流ワンドの周囲には、図6のような溝が設けられている。これは、下流ワンドが堤防側のかなり広い範囲の高水敷からの雨水を受ける位置にあるため、雨水の直接流入による洗掘を防止する配慮である。法面洗掘は、埋設した籠マットの露頭や、ワンド水中への土砂流入による埋没を招くため、できるだけ防止することが望ましい。下流側にはワンドからの流出細流と府中用水の水門（調布排水樋管）と護岸があるため、この溝は上流側で本流に排水されている。



図 6 下流ワンド周囲に設けられた法面保護溝

誘導すべき洗掘と、防ぐべき洗掘があることを記録しておきたい。

(7)余計な装飾が無い

下流ワンドでは、当初木工沈床や蛇籠などが一部法尻に露頭した形で使用される構想があった。しかし、正しく使えば環境配慮となるこれら伝統工法も人工物であり、より自然性の高いワンドを造ることを目指し、むしろ出水による水際の変化に期待して、高水堤防を守る目的で必然性がある籠マットの埋設のみで対応した経緯がある。

(8)洪水への期待

両ワンドがある調布地区では、ワンド造成後に堤防法尻まで冠水するような大規模出水の履歴がない。そのため、全面が冠水した後のワンドでどのような形状、法面、底質の変化が起こるかは未解明である。下流ワンドではヘラブナ（＝ゲンゴウロウブナ）釣りにおける練り餌の使用とその残滓の投棄による底質の悪化が発生している（松崎ほか，1997）。

また外来の抽水植物であるオオフサモの繁茂による水面の減少と水質悪化、堆積による陸化が進行中である（図7）。上流ワンドでも河道の変動で右岸側からの分流が消失し、また洪水が発生しないため上流端からの越流頻度が著しく少なくなった。出水の減少は、砂洲の発達と固定化によるワンドの閉塞を招き、また湧水の減少にも起因すると思われる水質悪化の進行が認められている。

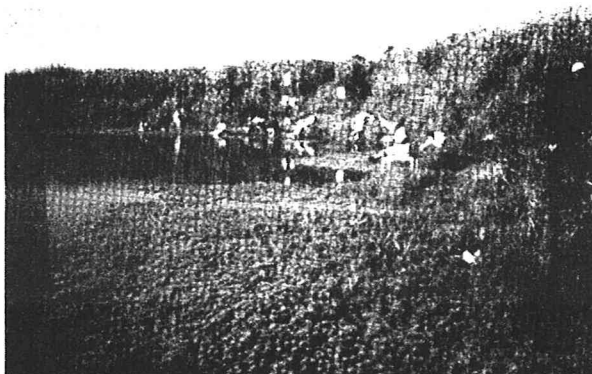


図 7 下流ワンド内へのオオフサモの侵入

5. おわりに

『洪水は川を蘇えさせる』という仮説のもと、多摩川調布地区に造成された2連のワンドについて3年間の魚類調査を実施し、併せて出水によるワンド周辺形状の変化を観察した。

現場周辺の水域からは、8科23種・亜種、1雑種の魚類が出現した。本来の流程分布域の下限を越えるアブラハヤ・ヌカエビの出現は、豊富な湧水による流下再生産の結果と推定された。

調布地区のワンドは洗掘誘導型で計画・施工されたが、本研究の範囲では高水堤防に達する程の大規模出水の履歴がなく、ワンドの推移については未解明な部分が残った。しかし、少なくとも現況での汚泥堆積やオオフサモによる陸化は、ワンド内がフラッシュアウトを受ける必要性を裏付けていることを強調したい。

『洪水は川を蘇えさせる』という仮説のもと、今後とも本研究を継続していきたいと考えている。

引用文献

- 明仁親王(1984) ウキゴリ類, 「日本産魚類大図鑑」(益田 一ほか編), p. 265, pl. 252. 東海大学出版会, 東京.
- 石野健吾(1987) ウキゴリ類-すみ場所への適応と分化, 「日本の淡水魚類 その分布, 変異, 種分化をめぐって」(水野信彦・後藤 晃編), pp.189-197. 東海大学出版会, 東京.
- 君塚芳輝(1990) 河川改修による魚類の生息環境の変化-近頃の魚の悩み(中)-, にほんのかわ, (49): 21-39. 君塚芳輝(1995) ニヶ領上河原堰下流ワンド群, リバーレポートTamagawa(多摩川センター), (1):10-11.
- 益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫(編)(1988) 日本産魚類大図鑑(第2版), 東海大学出版会, 東京.
- 松崎浩憲・玉井信行・河原能久・牧野一正・佐藤康晴・清川 仁(1997) 多摩川人工わんどの特性と維持管理への提言, 第3回河道の水理と河川環境に関するシンポジウム論文集(土木学会), 3:231-236.
- 中村守純(1984) 原色淡水魚類検索図鑑(第8版), 北隆館, 東京.
- 坂本和雄(1995) 上河原地区の人工ワンド施工事例報告, 「河川におけるワンドの設計と施工技術」講習会要旨集, 3:1-16.
- 田中俊幸・中澤藤江(1992) 人と生物との共生をめざした河川空間づくり, 造園雑誌, 55(4):344-347.
- 東京都環境保全局水質保全部(1998) 平成8年度水生生物調査結果報告書, 東京都環境保全局水質保全部水質監視課.
- 上田 穰(1987) ワンドー淀川の治水技術-, 大阪春秋, (50):29-33.