

多摩川における増水が生物の分布に及ぼす 影響(フラッシュ効果)についての研究

1998年

亀 山 章

東京農工大学農学部教授

目 次

1. 研究の概要	1
2. 増水における河川の水質の変化	5
3. 魚類調査	19
4. 底生動物	46
5. 植 生	69
6. 増水による種子の散布	88
7. ワンドの分類と作法	93
8. 研究のまとめ	123

1. 研究の概要

1) 研究の目的

河川はそこに生育・生息する生物にとって、上流から下流までの本川と支川からなるひとまとまりの環境複合である。ここで言う環境複合とは、河川の環境要素である水質・水量・水深・流速・底質の状態・縦横断形態・植生などによって、河川の個々の場所で作られ、質的に異なる個々の環境が、モザイク状に複合的に集積してひとつの河川の全体の環境をつくりだしているとする見方である。

多くの場合、海につながるひとつの水系は、他の水系から独立して存在しており、そこに生息する生物はひとつの水系から他の水系に移動することはできない。したがって、河川の環境複合はひとつの水系で独立的に完結しており、そこに生息する生物相の保全は、それぞれの河川の環境複合のなかにおいて個別に対応すべきものとなる。

河川の環境複合は、河川の生物の多様性にとって重要な役割を果たしている。すなわち、ひとつの河川のなかにも多様な環境が存在して、それらが複合的に集積すると、全体として多様な生物相の生息を可能にするからである。

河川の環境複合が、主として流水の作用によって相互に関連づけられていることは、河川の生物相の保全にとってもっとも基本的な要因である。

河川の環境複合が維持されるメカニズムのなかで、増水による攪乱が果たす役割はとくに重要であり、そのメカニズムの解明は保全生物学的に大きな意味を持っている。

増水時の河川では、流量が急速に増加し、流速も著しく早くなる。そのため流水の破壊力は著しく増加し、河床の地形と植生を破壊して、同時に河床や河川敷内にある汚染物質を下流に流送する。このような現象をフラッシュ現象といい、フラッシュ現象によってもたらされる影響や効果をフラッシュ効果という。

増水による攪乱の影響には、濁水の破壊力による河床の地形の変化と裸地の形成、植生の破壊とその後の再生、動物相の破壊とその後の再生、生物の分布域の変動、などがみられる。特に、河川における生物の分布の変動には平常時の河川の状態からは説明のつかないものがあり、河川における生物の分布域の拡大と縮小には増水を契機として生じていると推定されるものがある。

この研究では、増水時とその後が生じる魚類・底生動物・植物などの移動の実態を調査することにより、増水にともなう生物の分布域の変動に関するフラッシュ効果について明らかにすることを目的としている。同時に、増水時における水質や水温の変化を測定して、フラッシュ効果に関する因果関係を解明することも目的としている。

この研究で得られる知見は、近年における河川の自然の保全や、多自然型工法などに役立てられることが期待される。

2) 既往の研究の概要

河川のフラッシュ効果に関する既往の研究は、とうきゅう環境浄化財団の研究助成を受けて多摩川水系で行われたものが多い。その主なものは、以下のようである。

増水が河辺植生に及ぼす影響については、「増水による河辺植生及び立地変化と復元に関する研究（曽根伸典）」、「多摩川河川敷の植生の多様性についての研究（佐伯敏郎）」があり、増水による植生の破壊とその後の復元について明らかにしている。

増水が水生昆虫群集に及ぼす影響については、「洪水による南浅川上流域の水生昆虫群集の破壊と現存量の推移（小倉紀雄）」があり、洪水による水生昆虫群集の破壊の実態とその後に現存量が復元していく過程について明らかにしている。

増水による生物の移動については、植物を対象とした「多摩川河川敷の固有植物群落構成種の生活史と存続に関する研究（井上健）」があり、萌芽的な研究がなされている。

フラッシュ効果に関するこの他の研究としては、亀山（1994）による「河川生物相の保全に果たすフラッシュ効果の役割」が、この研究の予備的な段階に位置付けられるものである。また、研究分担者の君塚（1994）は、「魚類の生息環境としての生物学的環境思考」のなかで、河川横断工作物が魚類の分布の拡大を阻む要因となっていることを指摘している。さらに、研究分担者の倉本（1984、1987）は、多摩川河辺植生の変化とその要因についての実態調査を行い、増水が植生の変化に大きくかかわっていることを示唆している。

3) 調査地の概要

この研究は多摩川を対象河川として、実態調査にもとづいてすすめることとした。

調査地は東京都調布市染地2丁目地先を流れる多摩川中流域として、ニヶ領上河原堰下流左岸につくられた人工ワンドとそれに平行する本流を調査地とした。人工ワンドは河口から25.2kmにある下流ワンドと、25.8kmにある上流ワンドからなっている。下流ワンドが先につくられ、その後に上流ワンドがつくられた。

下流ワンドは、長さ194m、最大幅44mの細長い巾着型であり、水深は最深部で4.5mである。工事は1992年12月～1993年3月に施工された。形状は当初は上流から流れ込むタイプのものが考えられていたが、掘削の際に大量の伏流水が湧出したことから、上流側に開口部を設けずに湧水のみ依存し、下流側に流出口をもつ巾着型のものに変えられた。ワンドの構造は、当初は蛇籠や木工沈床などの工法を用いるものとして計画されていたが、専門家のアドバイザーの意見を参考にして素掘りの構造とされ、洪水による洗掘を防ぐために、水衝部にフトン籠を入れて、法面にはオギやヤナギ類を植栽した（坂本、1995）。

上流ワンドは、長さ55m、最大幅20mの細長い形であり、水深は下流ワンドよりも浅く約0.8mにされた。工事は上流ワンドの1年後の1994年春に完了した。形状は中規模の増水でも上流から流れ込むことができるタイプにされているが、平常時には湧出する伏流水に依存している。

4) 調査・研究の構成

この研究は、以下のような構成ですすめられた。

(1) 研究の総括

各調査・研究の相互の調整を行い、研究全体をとりまとめて総括する。

(2) 水質調査

平常時と増水時における、ワンド内と本流の水質を測定して比較する。平常時の測定は魚類調査と底生動物調査を行う日と同一日とした。増水時の測定は、台風などの襲来による増水の機会に調査することとした。

(3) 魚類調査

ワンド内と本流の魚類を調査して、比較する。特に、上流ワンドと下流ワンドの双方でワンドの形成後の推移を継続的に測定して明らかにする。また、増水後の魚類の変化についても調査する。

(4) 底生動物

ワンド内と本流の底生動物を調査して、比較する。特に、上流ワンドと下流ワンドおよび本流における底生動物の生息状態の相違を明らかにする。

(5) 植生

ワンド内の魚類や底生動物の生息環境として重要な水生植物群落について、その構造と分布の状態を調査する。また、河川敷の植生の増水による変動をみるために、ワンドの周囲の植生の現況を調査する。

(6) 種子散布

増水は河川敷の植物の種子散布の機会として重要であると考えられることから、増水時に運ばれる種子を採取して播種実験を行い、実証的に明らかにする。

(7) ワンドの地形測量と形態の分類

増水によるワンドの形状の変化を調査するための基礎的作業として、ワンドの地形測量を行う。また、各地のワンドの形態を分類して、ワンドの造成方法についての知見を得る。

5) 調査・研究の体制

上に述べた一連の調査・研究は、以下のような体制で行われた。

(1) 現地調査・分析・報告書作成

- 亀山 章（東京農工大学農学部）
- 君塚芳輝（淡水魚類研究者）
- 倉本 宣（明治大学農学部）
- 春田章博（㈱カーター・アート環境計画）
- 日置佳之（建設省土木研究所環境部）
- 逸見一郎（㈱地域環境計画）
- 小野三津子（㈱生態計画研究所）
- 池谷祐子（㈱カーター・アート環境計画）
- 裏戸秀幸（㈱地域環境計画）
- 佐々木孝太郎（㈱地域環境計画）
- 福田 宏（㈱地域環境計画）

(2) 研究方法・調査手法の検討

上記メンバーに加えて、以下の研究者が参加した。

勝野武彦（日本大学生物資源科学部）

北村眞一（山梨大学工学部）

養父志乃夫（和歌山大学システム工学部）

6) 調査期間

調査は、1995年度～1997年度の3年間にわたって継続的に行われ、1998年4月にその成果が取りまとめられた。

（亀山 章）

【文献】

1. 亀山 章：1 水辺のリハビリテーション，水辺のリハビリテーション，1-16，ソフトサイエンス社，1993
2. 亀山 章：河川生物相の保全に果たすフラッシュ効果の役割，水辺環境，No.13，7-10，1994
3. 君塚芳輝：魚類の生息環境の保全と再生，水辺のリハビリテーション，55-71，ソフトサイエンス社，1993
4. 君塚芳輝：魚類の生息環境としての生物学的水循環思想，水環境学会誌，17(8)，24-27，1994
5. 君塚芳輝：水辺多様化手法としてのワンドの保全と造成，河川におけるワンドの設計と施工技術，1-16，工業技術会，1995
6. 倉本 宣：多摩川河辺植物群落の帯状分布とその人間活動による変化，造園雑誌，47(5)，257-262，1984
7. 倉本 宣・曾根伸典：多摩川における固有植物群落の保全と河川敷の利用，造園雑誌，48(5)，169-174，1985
8. 倉本 宣：多摩川の河辺植生の変化とその要因，応用植物社会学研究，No.16，13-23，1987
9. 倉本 宣・竹中明夫・鷺谷いづみ・井上 健：多摩川におけるカワラノギクの保全生物学的研究，造園雑誌，55(5)，199-204，1992
10. 倉本 宣・井上 健・鷺谷いづみ：多摩川中流の流水辺における河辺植生構成種の分布特性についての研究，造園雑誌，56(5)，163-168，1993
11. 倉本 宣：多摩川におけるカワラノギクの保全生物学的研究，緑地学研究，No.15，1-120，1995
12. 倉本 宣・鷺谷いづみ・井上 健：多摩川におけるカワラノギクの個体群の分断化とその保全における種子散布の役割，ランドスケープ研究，58(5)，113-116，1995
13. 坂本和雄：上河原地区の人工ワンド施工工事例報告，河川におけるワンドの設計と施工技術，301-313，工業技術会，1995

2. 水質・流量

1) 研究の目的と概要

(1) 研究の目的

水質に関する河川のフラッシュ効果とは、汚濁が進行した河川において、台風等により増水した直後に、上流から清冽な水が大量に流入することにより、一時的に汚染が希釈され、河川全体が清流と同じような状態になる、というものである（図2-1）。

この研究では、この仮説にもとづき、増水時の水量と増水直後の河川の水質変化を明らかにすることを目的として、多摩川の中流域を対象として調査を行った。

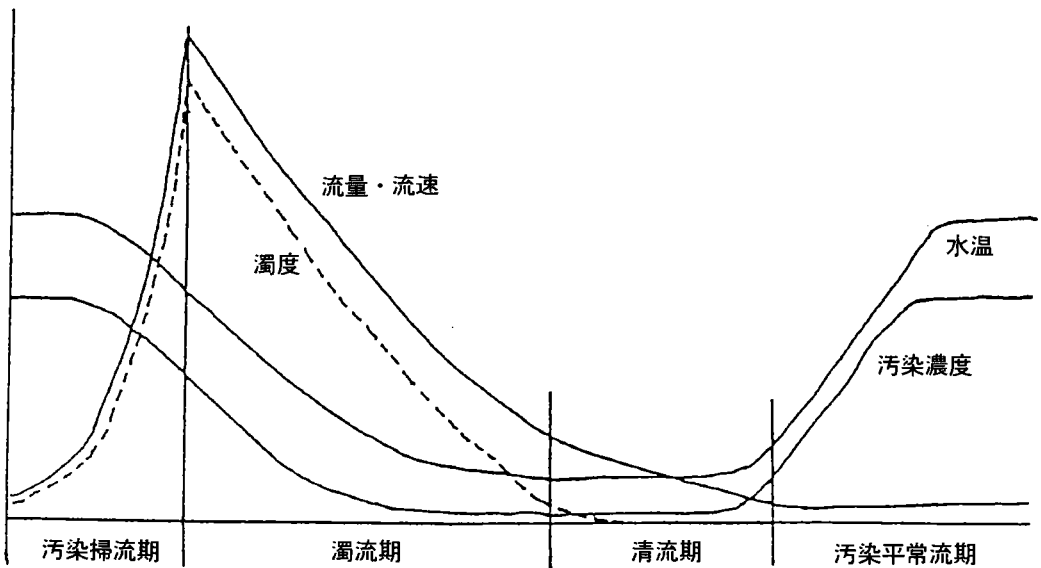


図2-1 増水時の水量・水質の模式

(2) 過去の研究と課題

1994年6月から8月にかけて、多摩川の中流域である浅川沿いの七生水路において、清流域に生息するホトケドジョウが確認された。浅川上流部では生息が確認されているが、BODが5.0mg/l以上である浅川の中流域を移動して七生水路に到達するには、増水によって流されてきたという一般説のほかに、増水後、フラッシュ効果により中流域の水質の汚染が一時的に希釈された結果、自力で下流域へと移動してきたのではないかと考えられた。

そのため、河川のフラッシュ効果を明らかにするためには、増水時の流量と増水直後の河川の水質変化を計測することが必要と考えられた。

(3) 調査の方法

(a) 調査地点

調査地については、第1章で述べた。調査地における採水地点の詳細を図2-2に示した。

(b) 調査時期

この研究では、増水時の流量と増水による水質の変化を把握することを目的としている。したがって、増水時の水質の模式(図2-1)をもとに、以下の時期に調査を行うこととした。

①平常時(増水直前の平常時)

②増水時から増水後を経て平常時に戻るまでの期間

これをもとに、この研究期間中に増水の発生を待ち、表2-1に示す合計2回の調査を行った。

(c) 調査項目

調査項目を表2-2に示した。

表2-1 調査日

調 査	調 査 日	概 要
第1回	1995/9/21	小規模の増水(9/17、193.87m ³ /sec)の4日後
	1996/3/4	平常時(1995/9/21に対応)
第2回	1996/9/10	平常時(1996/9/22～9/26に対応)
	1996/9/22～9/26	大規模の増水(9/22、515.86m ³ /sec)
	1997/4/22	平常時(1996/9/22～9/26に対応)

表2-2 調査項目一覧

調 査 状 態	第 1 回		第 2 回		
	平 常 時	増 水 時	平 常 時	増 水 時	平 常 時
調 査 年 月 日	1996/3/4	1995/9/21	1996/9/10	1996/9/22	1997/4/22
調 査 地 点	No.1, 2, 3, 4, 5, 6	No.1, 2, 3, 4	No.2, 3, 6	No.2	No.1, 2, 3, 4
水深 (m)		○			
天候		○			
気温 (°C)		○			
水温 (°C)		○			
色相		○			
pH		○		○	○
DO (mg/l)		○			
BOD (mg/l)	○	○	○	○	○
SS (mg/l)	○	○	○	○	○
EC (μS/cm)		○	○	○	○

*: 参考値

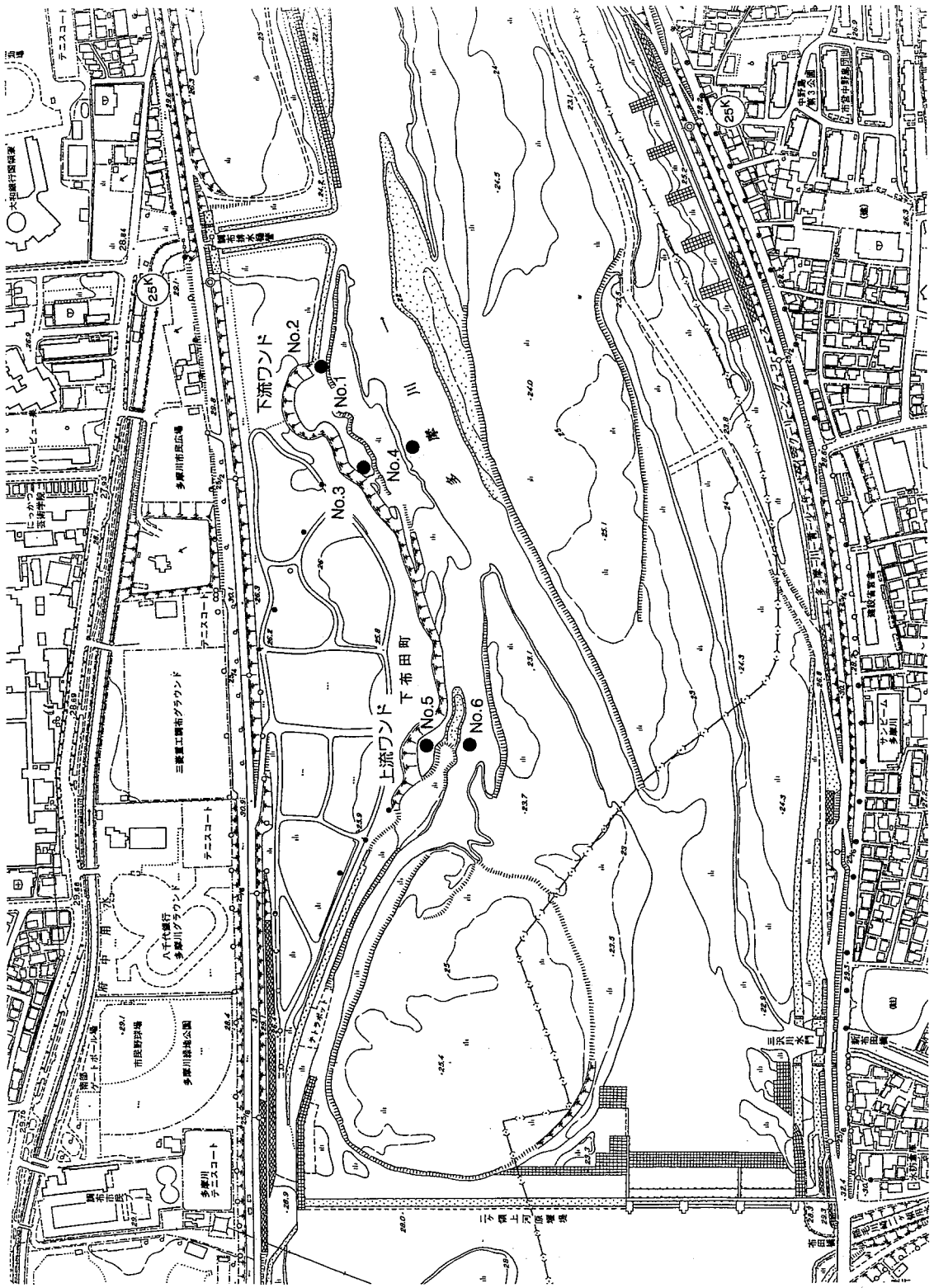


図 2-2 調査対象地 (縮尺 1 : 2,500)

2) 調査の結果

(1) 多摩川における流量、水位、水質の状況

増水時の調査結果の解析に先立ち、多摩川の平常の状態や季節変動などを把握することを目的として、既存の資料をもとに、流量、水位、水質について整理した。

(a) 流量

図2-3は、1993年～1996年の4年間における日流量の月平均値を、速報値によってみたものである。これによると、流量がそれぞれの年の年平均を越えるのは7月から10月までであり、どの年も7月と9月が多い。一方、表2-3は、1993年～1996年の4年間において $50\text{ m}^3/\text{sec}$ 以上の流量があった日の流量と日数の関係をみたものである。この4年間の最大値は、1996年9月22日の $515.86\text{ m}^3/\text{sec}$ であった。

また、増水時から平常時に至る流量の推移をみるために、日流量が $200\text{ m}^3/\text{sec}$ を越える増水のあった日の前3日間および後7日間の流量を調べて図2-4に示した。最大流量日の前の流量のパターンは、漸増して最大になるもの（たとえば、1995年7月）と、突発的に増加するもの（たとえば、1996年9月）があった。しかし、どの場合でも、最大流量日の翌日にはほぼ半減しており、その後は、早いもので2日、おそくても3日～4日で増水前のレベルに復旧している。

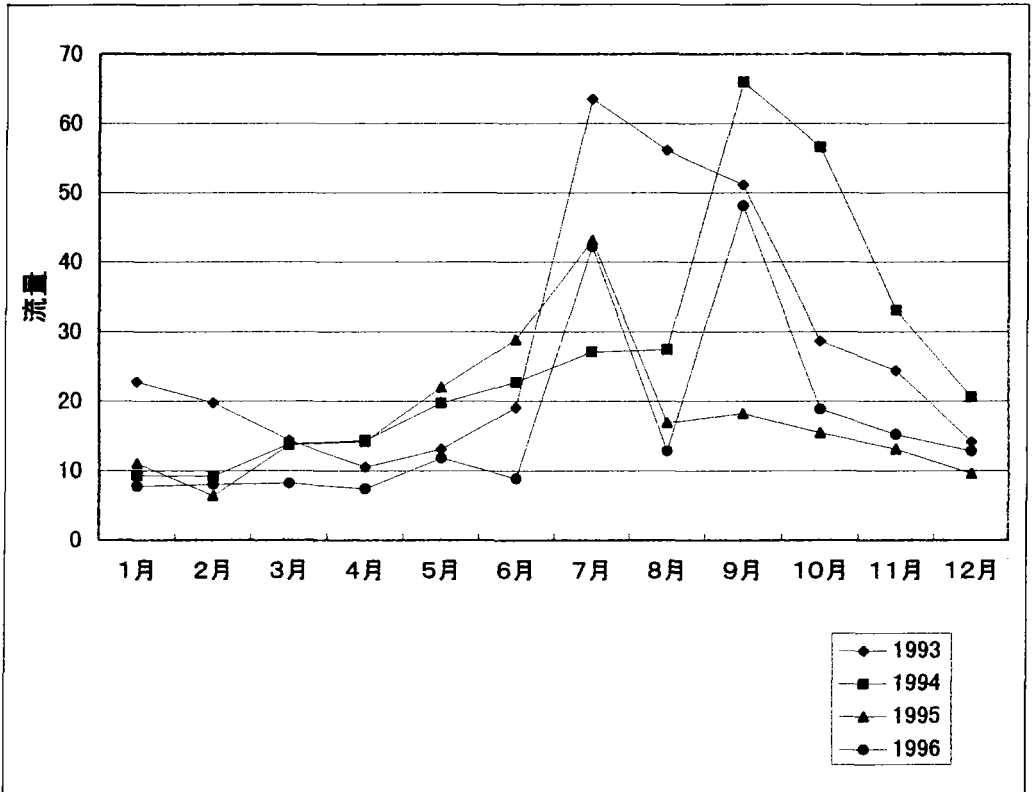


図2-3 日流量の月平均（多摩川、観測所：石原）

表 2 - 3 50 m³/sec 以上の流量があった日の流量と日数 (1993年 ~ 1996年)

流量 (m ³ /sec)	1993	1994	1995	1996
50.00 ~ 100.00	25	27	13	7
100.01 ~ 150.00	6	3	2	0
150.01 ~ 200.00	5	1	1	1
200.01 ~ 300.00	0	2	1	1
300.01 ~ 400.00	1	0	0	1
400.01 ~ 500.00	0	0	0	0
500.01 ~	0	0	0	1
合 計	37	33	17	11

単位：日 (ただし注記のないもの)

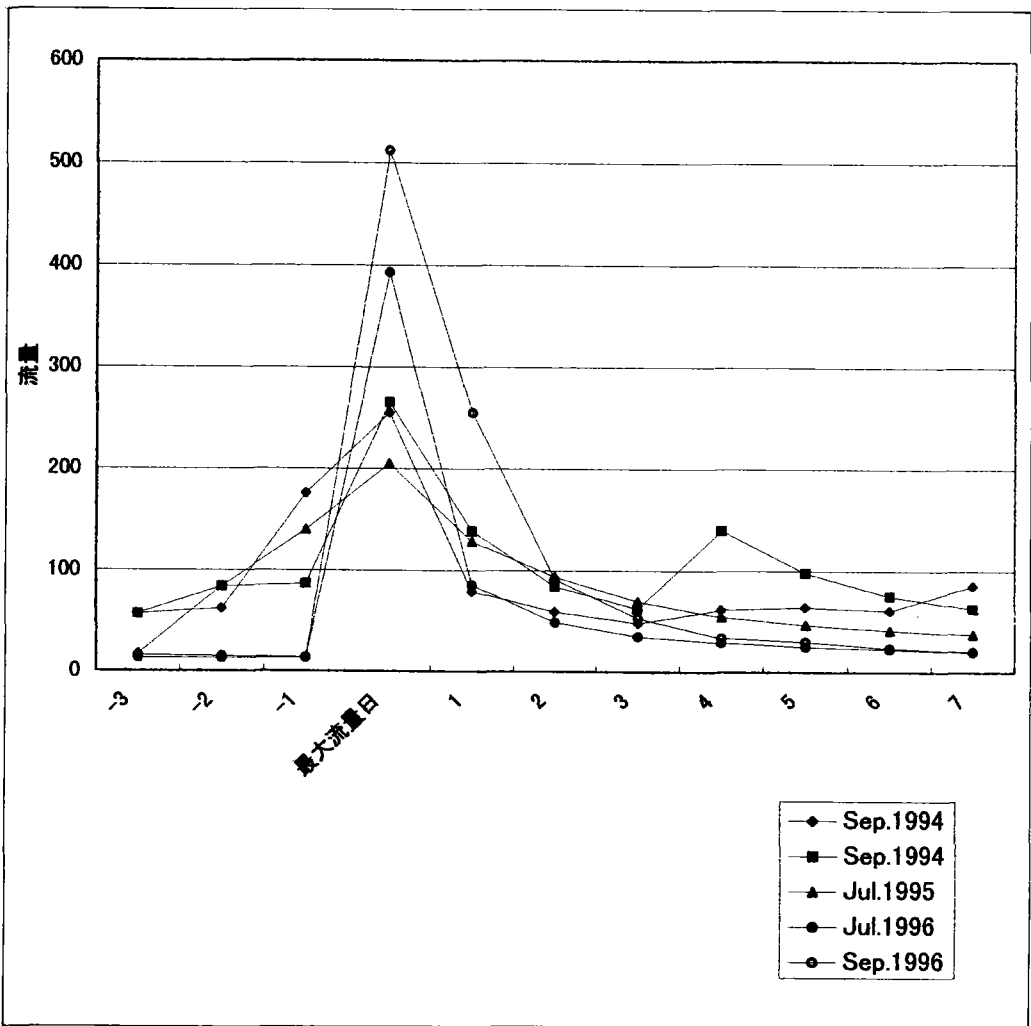


図 2 - 4 最大流量日前後の流量 (多摩川、観測所：石原、速報値)

(b) 水位

図2-5は、1993年～1996年の4年間における日水位の月平均を、速報値によってみたものである。これによると、各月の水位がそれぞれの年の年平均を越えるのは7月から10月までであり、どの年も7月と9月が最も高い。これは、流量の変化と同一であった。

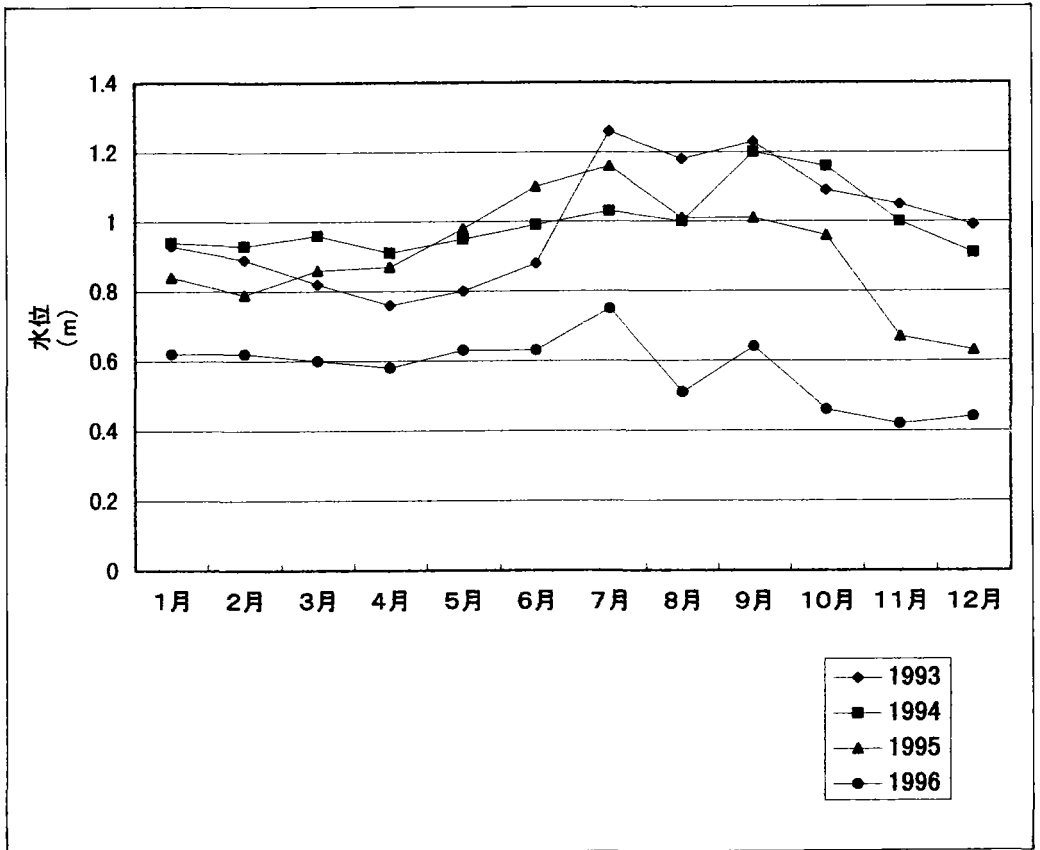


図2-5 日水位の月平均（多摩川、観測所：石原、速報値）

(c) 水質

表2-4に、1995年の多摩川原橋における、pH、DO、BOD、COD、SSの各項目の月別計測値を示した。この測定地点は、調査地点にもっとも近い定期観測地点であり、建設省が測定機関である。この年の10月は、その他の月と異なる傾向を示しているが、これは、測定日の前日の10月2日に小規模な増水（流量の速報値による）があり、これによる希釈があったためと考えられる。

この結果によると、pHは、年平均では7.4であり月による変動は少ない。DOは、年平均は8.9mg/lであり3月、7月、8月が低く、とくに8月は年間のうちで最低値（5.9mg/l）を示した。BOD、COD、SSは、年平均は、それぞれ、5.5mg/l、6.2mg/l、4.8mg/lである。

これらの結果を、生活環境の保全に関する環境基準の基準値と比較すると、年平均ではBOD

表2-4 多摩川の水質（多摩川、観測所：石原、1995、速報値）

（9：30採水）

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
pH	7.4	7.5	7.2	7.1	7.5	7.4	7.2	7.6	7.7	7.4	7.6	7.6	7.4
D O mg/l	9.2	9.4	8.6	8.9	9.0	8.9	8.2	5.9	9.4	11.1	9.1	9.2	8.9
BOD mg/l	4.8	6.2	6.4	7.4	7.1	3.9	3.3	5.6	5.8	1.7	6.3	7.1	5.5
COD mg/l	5.6	7.2	7.3	6.7	6.3	5.7	4.6	6.9	6.0	4.7	6.5	7.2	6.2
S S mg/l	5	7	8	5	3	4	4	9	3	1	4	2	4.6
測定日	11	7	7	11	9	6	11	1	5	3	7	5	

Dが高いのでD類型であるが、増水直後の10月3日には、DO、BOD、SSの項目が改善されてA類型になっている。

また、流量の結果によると、年平均を越える流量があるのは7月から10月までであったが、この期間は、水質においても比較的改善される期間である。ただし、8月は、DOが低下して、BOD、COD、SSが増加するなど、年間を通じて水質が悪化する月であった。

(2) 増水による流量と水質の変化

(a) 流量の変化

調査した日の河川の状態を明らかにするため、表2-5と表2-6に、それぞれの調査の前後7日間の流量を速報値から求め、その水位の推移をみた。

表2-5 第1回調査の前後7日間の日流量（多摩川、観測所：石原、速報値）

平 常 時		増 水 時	
年 月 日	流量 (m ³ /sec)	年 月 日	流量 (m ³ /sec)
1996/02/06	26.44	1995/09/14	5.57
1996/02/27	9.18	1995/09/15	6.74
1996/02/28	8.48	1995/09/16	32.41
1996/02/29	7.85	1995/09/17	193.87
1996/03/01	21.50	1995/09/18	50.19
1996/03/02	9.09	1995/09/19	25.99
1996/03/03	7.86	1995/09/20	18.99
*1996/03/04	7.44	*1995/09/21	16.64
1996/03/05	6.87	1995/09/22	14.60
1996/03/06	6.65	1995/09/23	14.12
1996/03/07	7.17	1995/09/24	14.08
1996/03/08	11.63	1995/09/26	13.74
1996/03/09	7.59	1995/09/27	12.95
1996/03/10	6.45	1995/09/28	12.13
1996/03/11	6.30	1995/09/28	11.68

注：*は調査日を示す

表 2 - 6 第 2 回調査の前後 7 日間の日流量 (多摩川、観測所：石原、速報値)

平 常 時		増 水 時		平 常 時 ^(注)	
年 月 日	流量(m ³ /sec)	年 月 日	流量(m ³ /sec)	年 月 日	流量(m ³ /sec)
1996/09/03	13.94	1996/09/15	20.39	1997/04/15	
1996/09/04	12.46	1996/09/16	15.96	1997/04/16	
1996/09/05	12.09	1996/09/17	14.41	1997/04/17	
1996/09/06	11.91	1996/09/18	13.52	1997/04/18	
1996/09/07	11.34	1996/09/19	13.17	1997/04/19	
1996/09/08	11.24	1996/09/20	12.95	1997/04/20	
1996/09/09	30.66	1996/09/21	13.29	1997/04/21	
*1996/09/10	34.62	*1996/09/22	515.86	*1997/04/22	
1996/09/11	15.77	*1996/09/23	255.22	1997/04/23	
1996/09/12	13.36	*1996/09/24	91.36	1997/04/24	
1996/09/13	13.02	*1996/09/25	52.92	1997/04/25	
1996/09/14	60.85	*1996/09/26	33.64	1997/04/26	
1996/09/15	29.96	1996/09/27	29.96	1997/04/27	
1996/09/16	15.96	1996/09/28	23.72	1997/04/28	
1996/09/17	14.41	1996/09/29	20.44	1997/04/29	
		1996/09/30	38.70		
		1996/10/01	34.50		
		1996/10/02	25.67		
		1996/10/03	22.48		
		1996/10/04	22.45		
		1996/10/05	18.76		

注：*は調査日を示す。

注：1997年の速報値は未発表である。

第 1 回調査 (表 2 - 5) は、増水時の調査を 1995 年 9 月 21 日に行った。日流量の速報値によると、このときの流量は 16.64 m³/sec であった。これは、9 月 17 日 (4 日前) の中規模な増水 (流量は 193.87 m³/sec) に起因するものであった。調査した日は清流期の状態であったと考えられる。また、対照である平常時は (1996 年 3 月 4 日) は、流量は 7.44 m³/sec であり、この時期の平均的な流量レベルであった。

第 2 回調査 (表 2 - 6) は、増水時の調査を 1996 年 9 月 22 日～9 月 26 日まで行った。日流量の速報値によると、このときの流量は 515.86 m³/sec ～33.64 m³/sec であった。調査を開始した 9 月 22 日は、増水の最も流量の多いとき (流量は 515.86 m³/sec) で、これは、過去 5 年間で最大規模の増水であった。調査は濁流期から清流期の状態を把握したものと考えられる。また、対照である平常時は、その直前 (12 日前) の 1996 年 9 月 10 日と 1997 年 4 月 22 日である。流量は、それぞれ 34.62 m³/sec と未発表であり、この時期の平均的な流量レベルであった。

調査地のワンドの水位は、観測開始の 9 月 22 日の 18:00 には平常時より 3 m ほど上昇していた。翌 23 日の 6:00 には水位は半減し、26 日の 18:00 には通常の水位にもどっている。このとき

の本流の日流量（観測所：石原、速報値）によれば、22日に最高値を示し、26日に通常レベルにもどっていた。ワンド内の水位の変化は、本流の日水量の変動と連動していた。水位の変化から見ると、9月22日の時点で濁流期に入り、以降は清流期に入ったことがわかる。

また、9月22日から9月26日までのあいだは、1日に2回（6:00と18:00）の連続観測をおこなったが、その際に、増水による地形の改変と植生への影響についても観察した。その結果、ワンド周辺の地形は改変されることがなく、また、河川敷の植生が破壊されている部分は確認されなかった。

(b) 水質の変化

①第1回調査

調査の結果をとりまとめ、表2-7に示した。

一般的な傾向として、ワンド内の水質は多摩川本流より良好である。たとえば、平常時の近接する位置のBODを用いて比較すると、下流ワンド（No.3）では2.1mg/l、上流ワンド（No.5）では0.9mg/lに対して、本流（No.4）は8.0mg/lであった。この傾向はSSにおいても同様にみられた。ワンドには本流からの流入がないので、ワンドの水質は本流に依存するのではなく、ワンド内の湧水に強く影響を受けているものと考えられる。また、増水時は本流が清流化するので、見かけ上の差は少なくなるが、ワンド内の水質は本流より良好である傾向は変わらない。

水温、pH、DOなどを測定した増水時の傾向は以下のようである。

水温：

調査時の気温は23.0℃～25.8℃であった。このときの水温は、多摩川本流では22.4℃であったが、ワンドでは18.5℃～18.8℃であり、本流より低い値を示した。

pH：

pHはワンド内では7.1～7.5であり弱アルカリ性を示した。本流（7.7）よりは中性に近い。

DO：

DOは、ワンド内で1.5～2.4mg/lときわめて低く、ワンドの水が湧水によるものであることを裏付けている。本流では6.0mg/lであり、これは、生活環境の保全に関する環境基準のB類型である。

BOD：

ワンド内では、0.7mg/lから1.0mg/lと低い値を示した。本流でも1.6mg/lと低く、平常時と比較すると清流化していることがわかる。また、ワンド内と本流の差は少ない。

SS：

SSは、ワンド内では全域で1mg/lであった。本流では4mg/lであり高い数値であるが、平常時（8mg/l）と比較すると低下している。

EC：

ECは、ワンド内本流の差はわずかであった。

表 2-7 第 1 回調査の結果

調 査 状 態	第 1 回		第 1 回		第 1 回		第 1 回		第 1 回		第 1 回	
	平常時	平常時	平常時	平常時	平常時	平常時	増水時	増水時	増水時	増水時	増水時	増水時
調査年月日	1996/3/4	1996/3/4	1996/3/4	1996/3/4	1996/3/4	1996/3/4	1995/9/21	1995/9/21	1995/9/21	1995/9/21	1995/9/21	1995/9/21
調査地点	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.1	No.1	No.2	No.3	No.4	No.3	No.4
調査時刻							10:50	11:00	12:20	12:40		
水深 (m)						4.5			0.3	0.4		
天候						晴	晴	晴	晴	晴		
気温 (°C)						23.0	23.0	23.0	24.0	25.8		
水温 (°C)						18.8	18.6	18.6	18.5	22.4		
色相						緑青	緑青	緑青	黄褐 (淡)	褐色		
pH						7.2	7.1	7.1	7.5	7.7		
DO (mg/l)						1.5	1.7	1.7	1.7	6.0		
BOD (mg/l)	<0.5	1.9	2.1	8.0	0.9	1.0	0.7	0.7	0.7	1.6		
SS (mg/l)	1	2	4	6	5	1	1	1	1	4		
EC (μS/cm)						200	199	199	199	220		

注：空欄は未測定。

②第2回調査

調査の結果をとりまとめ、表2-8に示した。

2回目の調査は、増水時における多摩川本流（No.4）の水質の変化を時系列的に把握することを目的として、増水期間中に2回/日（6:00と18:00）の観測を続け、時間の経過とともに各項目がどのように変化するかを調べた。このときの増水では、ワンド内に本流の水が大量に流入していたために、ワンド内の水質は本流と同じであると考えて測定を省いた。対照としての平常時の調査は、その増水の直前と異なる季節の2期について行った。表2-6の調査結果をもとに、各項目ごとに整理し図2-6に示した。

増水時の水質は以下のものであった。

水温：

水温は、調査を開始した9月23日の6:00に最低の15℃を示し、その後はほぼ18℃であった。24日の18:00の値はやや停滞している部分で測定したため高い値を示したと考えられる。

pH：

pHは、調査を開始した9月22日の18:00に7.0になったが、それ以後は7～8のあいだを推移した。pHは、増水期間中の変化も少なかったが、平常時との差は少なく、増水などによって変動しないものであると考えられた。

BOD：

BODは、調査を開始した9月22日の18:00に4.5mg/lと最大値を示し、翌23日の6:00には1.5mg/lに低下し、その後は変化していない。この値は、平常時である1997年4月22日の7.4mg/lや、位置は異なるが1996年9月10日の4.8mg/lと比較すると低い値であり、増水による希釈化により水質が清冽になっていることが示唆される。

SS：

SSは、調査を開始した9月22日の18:00に580mg/lと最高値を示し、時間の推移とともに急速に低下して、9月25日以降は平常時のレベルにもどった。また、SSは、異なる2期の平常時を比較しても同一レベルにあり、季節による変動は少ないものと考えられる。

EC：

ECは、調査を開始した9月22日の18:00に96 μ S/cmと最低値を示したが、その後は漸増する傾向を示した。24日には調査直前の平常時（9月10日）の値である196 μ S/cmを越えて増加を続け、それから調査終了まで時間とともにさらに増加を続けていた。

また、平常時のECの値は、9月10日では196 μ S/cmであったが4月22日のときには386 μ S/cmであり、季節によって変動するものと考えられる。

3) 増水によるフラッシュ効果

本研究では、2回の増水のデータから、増水による流量と水質の変化を明らかにした。第1回調査の結果からは、増水時には平常時に比較して、BOD、SSともに低くなり、とくに、多摩川本

表 2 - 8 第 2 回調査の結果

調 査 状 態	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回	第 2 回			
	平常時	平常時	平常時	平常時	平常時	増水時	増水時	増水時	増水時	増水時	増水時	増水時	増水時	増水時	増水時	増水時	平常時	平常時	平常時		
調査年月日	1996/9/10	1996/9/10	1996/9/10	1996/9/10	1996/9/10	1996/9/22	1996/9/23	1996/9/23	1996/9/23	1996/9/24	1996/9/24	1996/9/24	1996/9/24	1996/9/25	1996/9/25	1996/9/26	1997/4/22	1997/4/22	1997/4/22	1997/4/22	
調査地点	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.4	No.4	No.4	No.4	No.4	No.4	No.4	No.4	No.4	No.4	No.1	No.2	No.3	No.4	
調査時刻							18:00	6:00	18:00	6:00	18:00	6:00	18:00	6:00	18:00	6:00					
水深 (m)							2.79	1.53	1.09	0.82	0.68	0.58	0.47			0.40					
天候																					
気温 (°C)																					
水温 (°C)							16.0			18.0	20.0	18.3									
PH							7.0	8.1	7.7	1.3	7.7	7.6	7.6	7.6	7.5	7.5	6.8	6.8	6.8	6.8	7.4
DO (mg/l)																					
BOD (mg/l)		0.7	0.8	4.0	4.8	5.9	4.4	1.3	1.7	1.3	0.9	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	0.7	0.8	0.8	4.9
SS (mg/l)		<5	<5	12	12	16	580	320	87	29	14	11	11	11	8	8	2	6	3	3	9
EC (μS/cm)		338	326	196	298	193	96	175	192	218	236	260	257	260	289	370	368	386	386	370	370

注：空欄は未調査、水深はワンドの調査地点 No. 4 で計測した。

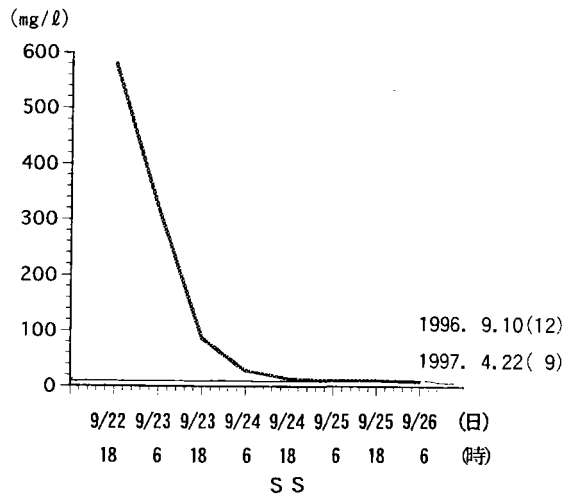
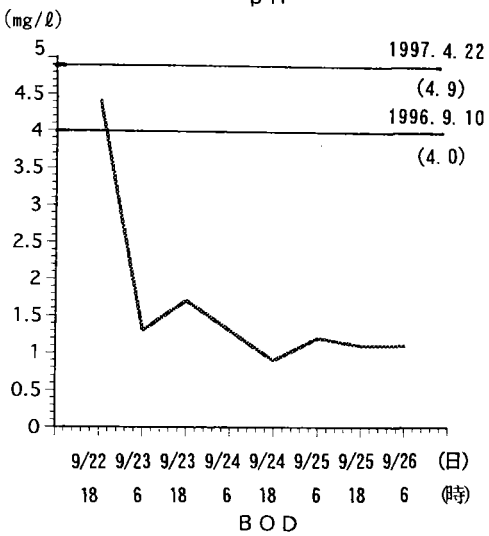
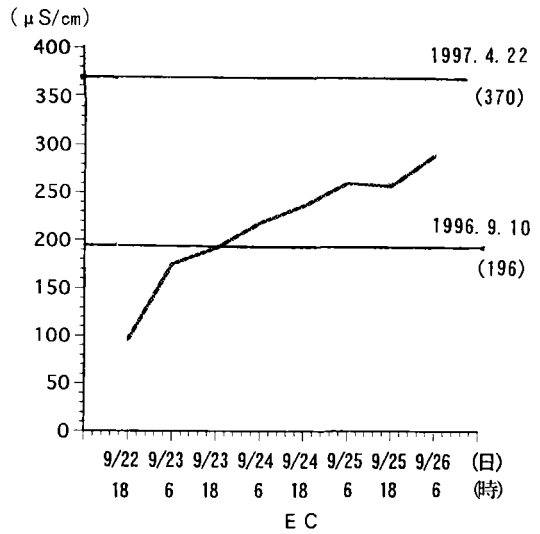
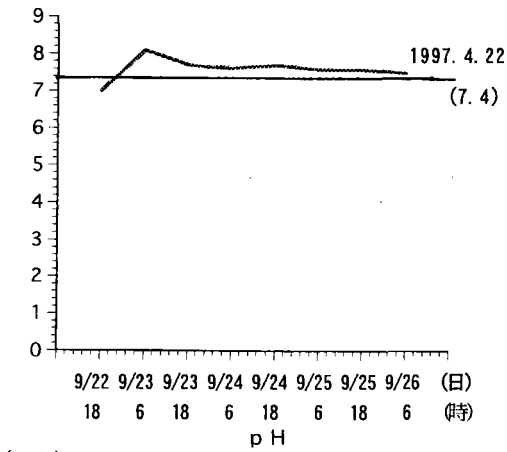
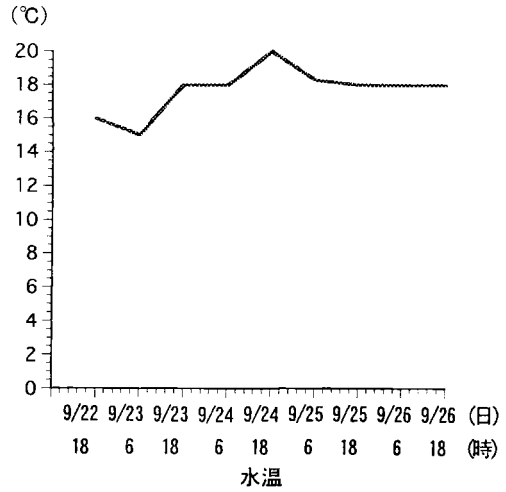
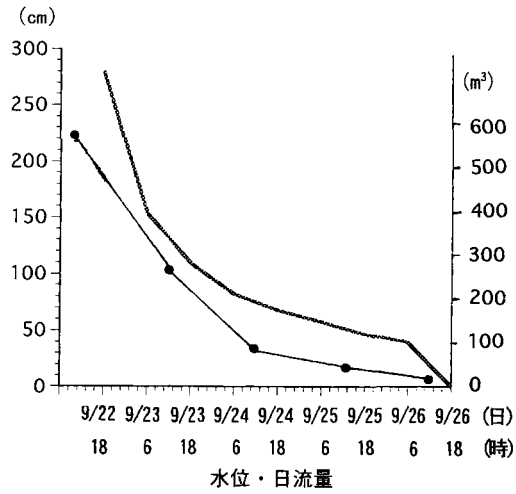


図 2 - 6 調査地点 No. 4 における水質の変化 (1996年9月22日～9月26日)

流では希釈されて20%～70%までに減少し、湧水に依存している平常時のワンドの水質に近いレベルに達していることがわかった。

また、第2回調査では、多摩川本流における水質の変化を連続観測により調査した。その結果、BODやSSは、増水とともに急速に高くなるが、その低下も急であり、2日～3日後には平常時のワンドに近い水質になり、増水による希釈によって水質が清冽になるフラッシュ効果の発生が示唆された。一方、pHやECでは、フラッシュ効果の発現が明瞭ではなかった。pHは、増水期間中の変動や平常時との差異がきわめて少なかった。また、ECは、増水初期には雨水レベルまで低下し清冽になるが、増水の中期には平常時を越えて増加する傾向を示した。

河川の増水によるフラッシュ効果は、必ずしもすべての項目で起こるわけではないが、生物の生息に影響を与える主要な水質項目のいくつかは改善されることが明らかになった。

(春田章博・池谷祐子・倉本 宣・亀山 章)

【文 献】

1. 亀山 章：第1章水辺のリハビリテーション，水辺のリハビリテーション，1-10，ソフトサイエンス社，1993
2. 亀山 章：河川生物相の保全に果たすフラッシュ効果の役割，水辺環境，No.13，7-10，1997
3. 建設省河川局・関東建設弘済会：水質年表，平成4年～平成7年
4. 建設省関東地方建設局京浜工務所：日流量年表（速報値），平成5年～平成8年
5. 建設省関東地方建設局京浜工務所：日水位年表（速報値），平成5年～平成8年

3. 魚 類 調 査

河川において発生する洪水が、河川敷内（堤外地）の生物とその棲息環境に及ぼす影響について調査研究する『多摩川フラッシュ研究』の一環として、中流の調布市に設けられた2連の人工ワンド周辺の魚類相の推移を調査した。また両ワンドの計画から維持管理までの経緯、構造的環境の推移の観察を実施した。

本研究の展開途上で得られた全国のワンドについての情報に基づき、ワンド形式のパターン分類と、今後の造成計画への提言を7章で試みた。

1) 調査方法

(1) 調査地点の概要

二ヶ領上河原堰下流左岸の多摩川調布地区における人工ワンド群〔写真3-1〕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。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2地点、合計4地点の調査を実施した。なお1996年8月期と1997年8月期については、下流側ワンド（sts. 3, 4）のみ調査を行なった。調査地点番号は以下の通り設定した（図3-1）。

- st. 1 25.8km地点の小形ワンド内（上流ワンド）〔写真3-2〕
- st. 2 25.8km付近のワンド横本流〔写真3-3〕
- st. 3 25.2km地点の大形ワンド内（下流ワンド）〔写真3-4〕
- st. 4 25.2km付近のワンド横本流〔写真3-5〕

st. 3のワンドでは、本流に連なる湧水流〔写真3-6〕も調査対象に含めた。

(2) 魚類現地調査

魚類の調査にあたっては、多摩川漁業協同組合の横田光夫氏の協力を得て、投網と手網による調査を実施した。投網は網丈と目目の異なる複数種類を用い、下流ワンドの内外（sts. 3, 4）については舟からも投網を使用した〔写真3-7〕。

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。

2) 調査結果

現場周辺の水域からは、以下に示す8科24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
- ◎アユ科
 - 2 アユ

◎サケ科

3 サケ

◎コイ科

4 タモロコ、5 ムギツク、6 ニゴイ、7 カマツカ、8 モツゴ、9 ウグイ、10 アブラハヤ、
11 カワムツB型、12 オイカワ、13 キンプナ、14 ギンプナ、15 ゲンゴロウブナ、16 コイ、
17 コイとフナの雑種、18 タイリクバラタナゴ

◎ドジョウ科

19 ドジョウ

◎ナマズ科

20 ナマズ

◎タイワンドジョウ科

21 カムルチー

◎サンフィッシュ科

22 オオクチバス、23 ブルーギル

◎ハゼ科

24 ヨシノボリ（橙色型）、25 ウキゴリ（淡水型）

3-1	3-2
3-3	3-4
3-5	3-6
3-7	3-8

写真3-1 多摩川調布地区の2連の人工ワンド
左側が上流小形、右手が下流大形

写真3-2 25.8km地点の上流小形ワンド内 (st. 1)

写真3-3 25.8km付近のワンド横本流 (st. 2)

写真3-4 25.2km地点の下流大形ワンド内 (st. 3)

写真3-5 25.2km付近のワンド横本流 (st. 4)

写真3-6 下流ワンドから本流に連なる湧水流 (st. 3)

写真3-7 舟からの投網 (sts. 3, 4 で使用)

写真3-8 下流ワンドの特徴

上流端の位置を右岸側から分流の水衝部に設定した



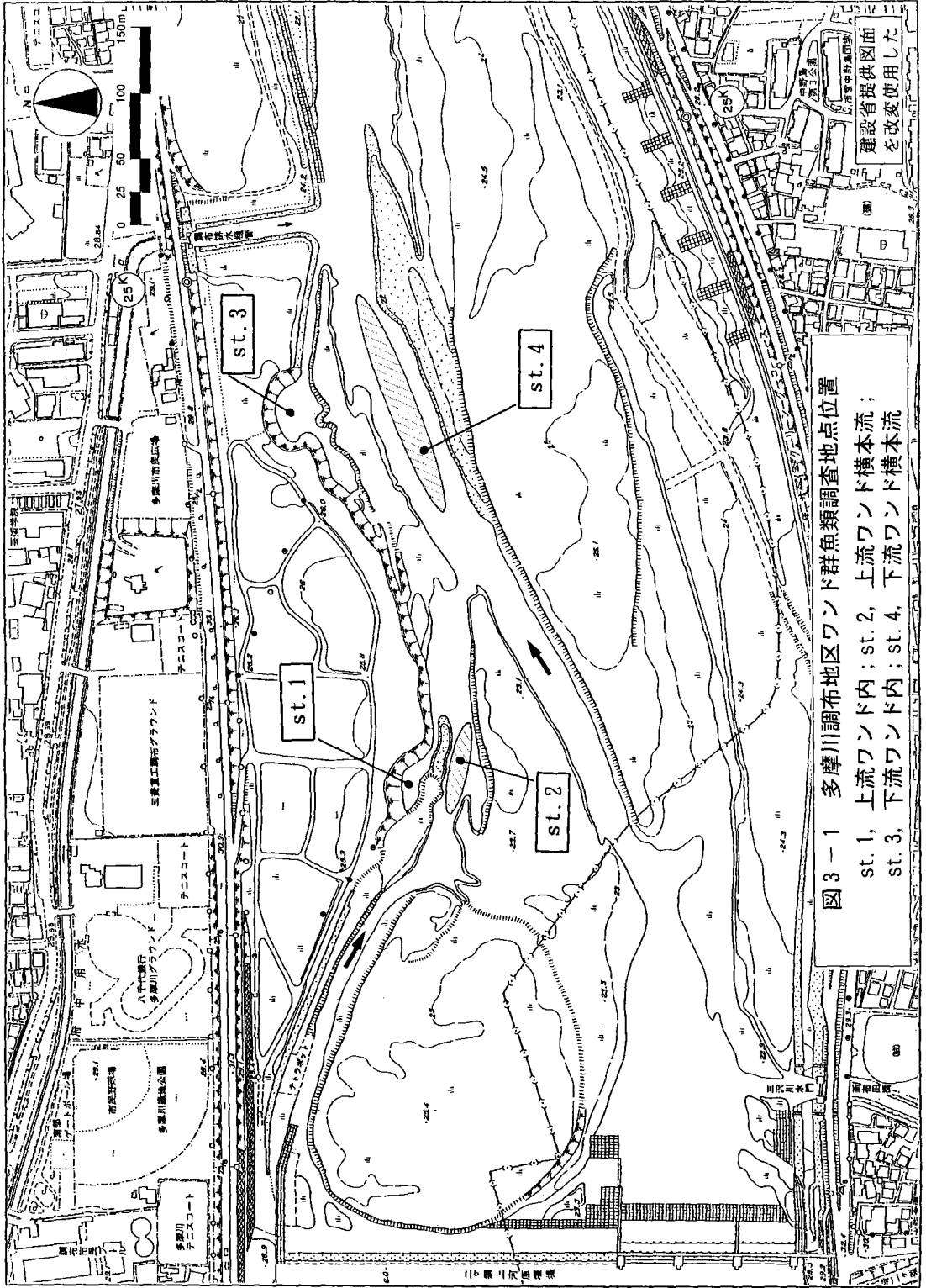


表 3 - 2 - 1 出現魚種の経年変化 (st. 1)

和名	1995	1996			1997	
	9/21	3/04	6/06	9/10	2/18	4/22
タモロコ		1 54				6 54-80
カマツカ		2 43-48				1 73
モツゴ	54 23-52	352 46-94	100 12-68	93 15-87	110 26-57	241 25-94
ウグイ		1 80				1 70
カワムツ (B型)			1 47			
オイカワ	62 16-28	788 22-108	45 31-64	13 18-93	81 19-62	332 16-118
キンブナ						6 78-96
ギンブナ	26 46-158	311 52-260	29 75-328	18 32-270	2 77-84	26 38-225
ゲンゴロウブナ	14 78-310	163 47-366	36 60-319	4 131-301		14 95-256
コイ	2 60-215	6 74-480	19 18-269		1 430	
カムルチー	3 101-149			2 61-77		
オオクチバス					1 177	
ブルーギル		1 35	4 47-52			
ヨシノボリ (橙色型)	3 10-12	6 41-65	8 12-57	22 20-52	1 53	63 23-67
季節種類数計	7	10	8	6	6	9

表の上段は個体数、下段は全長 (TL) の最小-最大範囲 (単位mm)

コイ科のムギツクは、琵琶湖水系から放流用アユ (コアユ) の種苗に混入して侵出してきたものと推定される。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。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。

ウキゴリは、体側斑紋と生活型から3型に分けられる (明仁親王, 1984)。本調査では下流ワンド (st. 3) の流出細流で、淡水型1個体が出現した。本種は大田区の調布取水堰より下流には棲

表 3 - 2 - 2 出現魚種の経年変化 (st. 2)

和名	1995	1996			1997	
	9/21	3/04	6/06	9/10	2/18	4/22
ア ユ	1 181		3 150-171	1 212		1 85
タ モ ロ コ	2 33- 81		2 58- 63	7 45- 67	4 56- 72	
ム ギ ツ ク			1 76			
ニ ゴ イ	28 80-183		9 141-154	1 176		
カ マ ツ カ	7 51-129			11 71-134	3 55-108	5 74-140
モ ツ ゴ	55 47-110	4 38- 88	8 15- 70	169 25- 94	8 51- 67	142 25- 94
ウ グ イ				2 70- 80		1 122
オ イ カ ワ	105 30-104	135 21-101	144 15-105	346 15-118	26 30- 88	180 35-101
キ ン ブ ナ	2 76- 80					
ギ ン ブ ナ	30 58- 91	2 150-290	4 32-122	4 66- 96	1 107	
ゲンゴロウブナ	1 99			2 72-280		1 334
コ イ		2 440-460	19 18-269			
ド ジ ョ ウ						1 58
ヨシノボリ (橙色型)		4 53- 56	2 47- 60	36 22- 52	13 41- 55	24 50- 60
季節種類数計	9	5	9	10	6	8

息しており、工事のための堰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）の種苗に随伴したことも考えられる。

4) 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と甲殻類のヌカエビが挙げられよう。

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、本流における下限は福生市の52km（標高130m）付近であり、標高25m程（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、8次の調査の内6回、下流ワンド内の流出細流で各1個体のみが出現している。

表 3 - 2 - 3 出現魚種の経年変化 (st. 3)

和名	1995	1996				1997		
	9/21	3/04	6/06	8/04	9/10	2/18	4/22	7/13
タモロコ	1 31-49							3 24-29
カマツカ	16 30-45							1 22
モツゴ	41 28-79	12 52-86	60 48-88	34 27-67	29 28-81	92 23-80	1 32	13 15-44
ウグイ	1 56	1 79			3 60-84			
アブラハヤ	1 68	1 52	1 25	1 32	1 71			1 25
オイカワ	52 18-110	1429 30-120	15 22-125		160 25-109	271 24-116	204 20-46	
キンブナ	1 42		1 180	1 32	2 55-56	4 31-80		2 34-40
ギンブナ	102 44-400	21 70-335	70 133-345	36 15-59	28 41-335	14 78-340	23 251-380	2 32-65
ゲンゴロウブナ	46 230-392	34 69-405	20 133-345	+	54 70-360	33 310-390	51 49-55	+
コイ	16 37-580	15 390-615	6 20-500	4 27-44	15 40-574	5 460-610	12 425-612	1 20
コイとフナの雑種		1 335			1 60		1 372	
タイリクバラタバゴ			1 52					
ドジョウ	2 33-51	1 131						3 35-122
ナマズ				1 85				3 40-54
カムルチー	8 82-121	1 78			1 50	1 622		
オオクチバス		1 121						
ブルーギル		20 39-66	14 55-91					
ヨシノボリ (橙色型)	2 45-50	1 57	8 50-54	1 37	7 41-47	13 38-64	2 49-55	1 23
ウキゴリ (淡水型)	1 100							
季節種類数計	14	13	10	7	11	8	7	10

確認のみの種類は合計に合算していない

表 3 - 2 - 4 出現魚種の経年変化 (st. 4)

和名	1995	1996				1997		
	9/21	3/04	6/06	8/04	9/10	2/18	4/22	7/13
ウナギ					1 565			
アユ			12 140-180					
サケ						3 60-65		
タモロコ	20 43-74		1 71	4 39-57	12 35-81	11 41-75	5 64-73	7 30-59
カマツカ	10 50-92	1 65	5 76-162		3 61-76	2 52-95	2 165-177	
モツゴ	13 70-91		1 72	31 35-77	29 28-81	7 22-64	1 53	12 15-45
ウグイ			2 170-218	1 64	3 93-150			2 25-29
カワムツ (B型)			1 31					
オイカワ	185 12-192	149 37-65	336 18-134	135 51-109	521 32-123	86 29-119	84 24-126	25 17-100
キンブナ								2 23-30
ギンブナ	11 45-75	2 96-304	4 20-42	1 154	16 24-296			
ゲンゴロウブナ		3 32-330			4 122-151			
コイ	3 25-90	3 273-430	5 20-540		6 53-407	4 348-450	3 394-493	1 34
ドジョウ		1 122			3 29-112		3 94-121	
ナマズ					2 97-111			3 55-122
カムルチー	2 84-142							
ヨシノボリ (橙色型)	4 45-48	3 51-6	1 55	29 39-60	52 34-59	53 40-59	23 48-69	3 33-45
季節種類数計	8	7	10	6	12	7	7	8

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、これまで水涸れは観察されていない。アブラハヤは、いずれもワンド下流の湧水流で採集されている。ワンドの水温は安定しており、かつ気温や本流水温との差が大きく、夏季には最大で本流と9.0℃の水溫

差が認められた。湧水の特徴である安定水温が、本来は上流域に分布するアブラハヤが、この標高30mの地点での棲息を可能にしたものと推定される。なおヌカエビも多摩川水系での流程分布が支流秋川・平井川の下流や拝島・福生付近の湧水流に限られている。アブラハヤと異なり、本・支流の上流域には分布していない。

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もたらした新たな棲息域と言えよう。

5) ワンドの推移

本章では、生物から見たワンドの役割、調布地区の特徴や出水後の形状推移などについて論述する。全国のワンドのパターン分類については第7章で論述する。

(1) ワンドの役割

ワンドとは河川の低水路川が出っ張った箇所を指す外来語である。その設立にはいくつかの起源があるが、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。本来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、近年は河川の構造的多様性の回復の手段として復元が盛んに取り組まれるようになった。

(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、低水路の流線化や低水護岸の設置などの際に埋め立てられてきた。しかし1980年代の後半に入ってから、その環境機能が評価されるようになり、既存のワンドは保全、かつてあった場所については再造成が行なわれるようになってきた(田中・中澤, 1992)。現在は河川の構造的多様性を回復させる最先端技法の一つとなり、「水辺の楽校プロジェクト」(密着型・訪問型)でも核として位置付けられている(君塚, 1997)。

(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194×44mの大きさと1993年春に、上流は20×5mの大きさと1994年に、それぞれ完成した。両ワンドの特徴を列記すれば以下の通りである。

(a) 復元型

この付近は、かつて低水路の蛇行と砂礫堆の活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ため、多数の湧水ワンド群が見られた場所である。二ヶ領上河原頭首工(堰)の下流であって被圧された伏流水が期待でき、近傍の堤内側にも湧水が見られたことから、湧水を持つワンドが多かった記憶と聞き込みがある。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」である。なお用地の一部は、堤外民有地のゴルフ練習場を買収してワンドに造成している。想定した湧水が湧出したため、図3-2のように設計変更を行なった。

ワンドの造成は、かつてあった位置で行なうのが至当である。

(b) 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、上流端の位置を右岸側から合流してくる分流の水衝部に敢えて設定した〔写真3-8〕。その結果、増水時にはワンドの上流端部からの越流水がワンド内部を掃流する〔写真3-9〕。

下流ワンド付近の多摩川本川の河道勾配は約1/500である。ワンド内は水平面であるのに対し、本流は流軸方向にはぼ200mの延長をもつ平瀬～早瀬で、上下流端で計算上は約40cmの落差を形成するため、本流の増水時にはこのギャップが溢流水によるワンド内部の掃流に寄与することとなる。

増水時にワンド上流から流入する流水は、ワンド河床の汚泥など堆積物を除去し、また浸蝕と堆積が発生することで水際の微地形を変化させる効果がある。(君塚、1998)

3-9 ①	②
③	④
⑤	⑥
⑦	⑧
⑨	⑩

写真3-9 下流大形ワンド上流端の洗掘状況

- ①1993年7月10日
- ② 8月7日
- ③ 8月29日
- ④ 12月26日
- ⑤1994年4月5日
- ⑥ 8月21日
- ⑦ 8月25日
- ⑧ 8月25日
- ⑨1995年5月16日
- ⑩ 5月17日



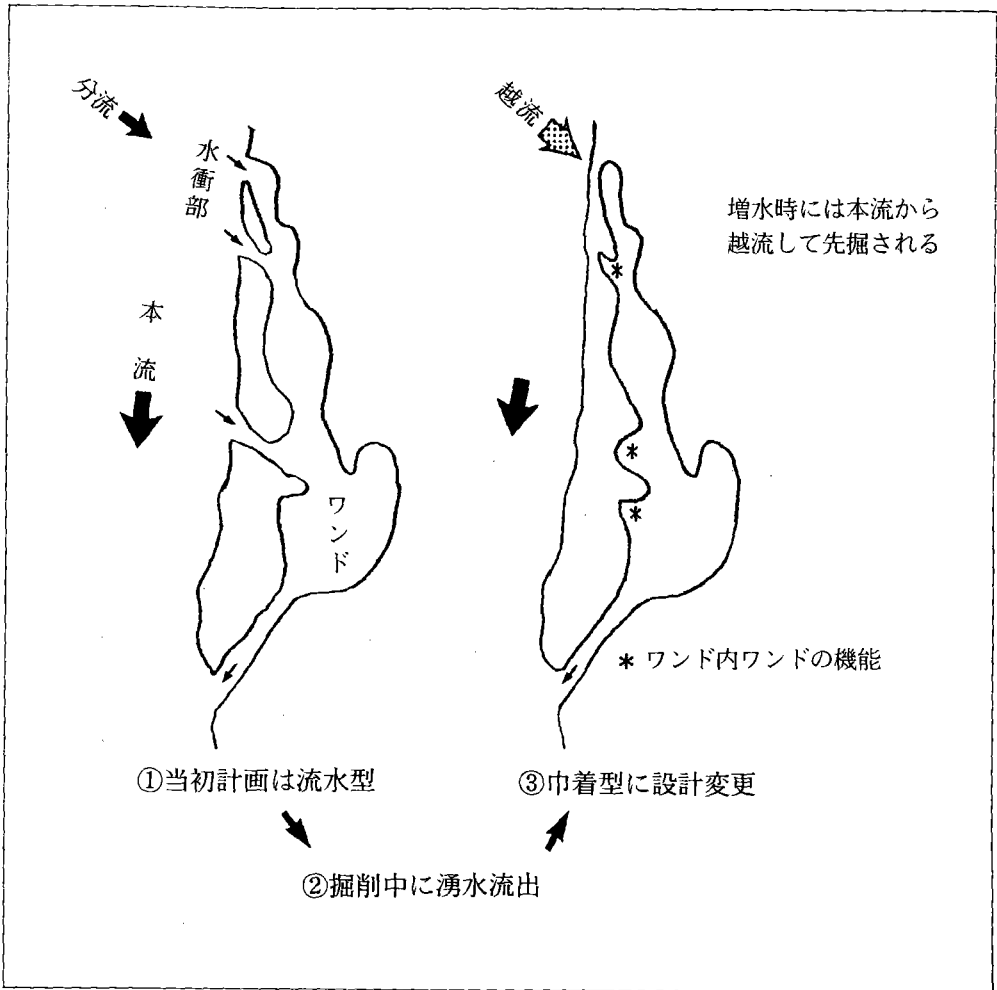


図3-2 下流ワンドの設計変更の考え方 (st. 3)

君塚(1995)を改変

写真3-10の部分は、竣工時には高水堤防と同等の急峻な勾配であったが、出水の度ごとに細砂が堆積し、画面のように遠浅の地形に変化してきた。砂底・砂礫底にすむカマツカは、ワンド内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〔写真3-11〕。増水後は水制工天端の植生が倒伏していることが観察される〔写真3-12〕。この水制工は、堤防側にセットバックして埋設されている隠し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構造を砂防河川の落差工のような逆台形で発想したが、実際には水制工天端が平坦に施工されたため、越流の頻度が少なくなっていることが残念であった。

3-10	3-11 a
3-11 b	3-11 c
3-12 a	3-12 b
3-13 a	3-13 b

写真 3-10 ワンド内にできた緩傾斜部 (st. 3)

写真 3-11 基物形成型で造成した上流小形ワンド (st. 1)

a, 全景

b, 水制工外側

c, 水制工天端 (籠マット露頭)

写真 3-12 出水後の植生の倒伏状況 (st. 1)

a, 1994年 8月21日

b, 1996年 9月23日

写真 3-13 出水後のワンドの変化① (st. 1)

出水後に砂洲の延伸方向, 幅, 高さなどが変化

a, 1995年 5月17日

b, 1996年 3月28日



このワンドで注目されるのは、当初造成した水制工の下流側に、出水後に細長い砂洲が発達することである。大規模出水後は、その延伸方向、幅、高さなどが変化する〔写真3-13〕。微地形の測量は行なっていないが、出水量、土砂の混入具合、出水ピークの変動様式などが関与しているのであろうことは興味深い。

上流ワンドではその性格上、時期によってワンドが砂洲で殆ど閉塞状態になり、水交換の不順で内部の水質が悪化する状態が観察される。1997年春に、水質改善の目的でこの発達砂洲が開削されたことは、誠に残念な管理対応であった。河川管理者に、ワンド造成と維持管理に関する理念の伝承が必要と思われた。

(c) 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。

3-13 ①	②
③	④
⑤	⑥
⑦	⑧

写真 3-13 出水後のワンドの変化② (st. 1)

①1994年 4月 5日

② 5月 4日

③ 10月14日

④1995年 2月11日

⑤1996年 3月28日

⑥ 5月17日

⑦ 9月22日

⑧1997年 5月16日



(d) 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、周囲に護岸や法履工を設けず、出水時の洗掘を防ぐ目的で高水堤防側の後背部にのみ、籠マットを埋設した〔写真3-14〕。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、堤内地側からの水循環を断絶させない効果があった結果と判断してよかろう。なお当時の常法では籠マット表面への履土は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た。現在まで籠マットの露出は発生していない。

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〔写真3-9〕、後に籠マットを芯に補強している〔写真3-15〕。季節や本流の水量にもよるが、こ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、上流に平水時でも流入するような切り欠き部を設けた“流れ型”で計画〔写真3-16〕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（図3-1）。ワンド内に残った流入部になる筈の凹部は、ワンド内ワンド的役割を果たすことを目的に残した。工事中の柔軟な設計変更の姿勢は大いに評価されて良い。

② 下流ワンド

下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、中央部の切欠きの窪み形成が不十分であったため、越流頻度が少なくなったことが残念である。

(e) 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〔写真3-17〕。この取組みは、構造面では法面を植生でカバーすることで安定迄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る。近年、多摩川水系ではこの植生復元工法の普及が進み、好ましい対応として市民にも研究者にも高い評価を受けている。

(f) 法面保護溝の設置

下流ワンドの周囲には、写真3-18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かなり広い範囲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）があるため、この溝は上流側で本流に排水されている。誘導すべき洗掘と、防ぐべき洗掘があることは興味深い。

(g) 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法尻に露頭した形で使用される計画があった。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、出水による水際の変化に期待して籠マットの埋設のみで対応した経緯がある。

(h) 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がどのような形状・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（＝ゲンゴウロブナ）釣りにおける練り餌の使用とその投棄による底質の悪化、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〔写真3-19〕。

一方上流ワンドでも、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溢水頻度が著しく少なくなった。洪水の減少は、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。

3-14	3-15 a
3-15b	3-15 c
3-16	3-17
3-18	3-19

写真3-14 高水堤防側後背に籠マット埋設工事中（st. 3）
水循環への配慮は奏功した模様

写真3-15 上流端への籠マット追加埋設（st. 3）
a, 上流端上流観
b, 上流端下流観
c, 埋設籠マット

写真3-16 当初計画の案内提示（st. 3 脇）
湧水が出ない場合を考慮して着工時は流れ型で計画

写真3-17 植生復元への配慮（st. 3）
現場発生の既存植生を養生後に植戻し（手法は上流も共通）

写真3-18 法面保護溝（st. 3）
雨水の直接流入による法面洗掘を防止する配慮

写真3-19 必須な維持管理（st. 3）
オオフサモの侵入による水面減少と陸化



摘 要

『洪水は川を蘇えらせる』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年間に8次の魚類調査を実施し、併せて形状の変化を観察した。

現場周辺の水域からは、8科24種・亜種、1雑種の魚類が出現した。本来の流程分布域を外れるアブラハヤ・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。

(君塚芳輝)

【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, 変動, 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(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回河道の水利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.
- 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.

4. 底 生 動 物

1) 調査地

調査地は、多摩川の二ヶ領上河原堰下流左岸調布地区の人工ワンド群とした。調査地点は下流及び上流ワンド内に各1地点、各ワンド横の本流にそれぞれ2地点ずつ（流心と岸際）の合計6地点を設定した。なお、調査当初は下流ワンドの中央にもう1地点設けていたが、採泥器を用いて採集を行った結果、資料が全く得られなかったため、調査地点から省いた。図4-1に調査地点の位置を示すとともに、表4-1に、調査地点の概要を示す。

2) 調査の時期及び調査方法

(1) 調査日程

現地調査は以下の日程で実施した。

- ・ 1995年9月21日：調査地における底生動物相の把握
- ・ 1996年2月4日：調査地における底生動物相の把握
- ・ 6月11日：調査地における底生動物相の把握
- ・ 9月10日：中規模出水中（後）における底生動物相及び量の変化の把握
- ・ 9月27日：中規模出水中（後）における下流ワンド内の底生動物相及び量の変化の把握
- ・ 1997年2月18日：調査地における底生動物相の把握
- ・ 4月22日：調査地における底生動物相の把握
- ・ 10月29日：調査地における底生動物相の把握

(2) 調査方法

本調査では、現地調査の他、既存文献による資料の収集も行った。現地調査では、各調査地点において定量採集及び定性採集を行った。詳細は以下に記すとおりである。

(a) 定量採集

各調査地点において、0.5㎡の範囲に生息する底生動物の種数及び個体数を調査した。捕獲には網目が1目1mmのタモ網を用いた。得られたサンプルは全て持ち帰り、室内で種の同定及び、個体数の計上を行った。

(b) 定性採集

種相を把握する目的で、定量採集でカバーできない環境（沈水植物や抽水植物が生育している場所など）を、広範囲にわたり任意に調査した。捕獲には網目が1目1mmのタモ網を用いた。得られたサンプルは、なるべく現地で種の同定を行い、再放流するように努めた。現地で同定できなかったものに関しては、室内に持ち帰り、種の同定を行った。

3) 現地調査

(1) 現地調査結果

本調査の結果、総計6綱15目29科71種の底生動物の生息を確認した。確認種の一覧は、

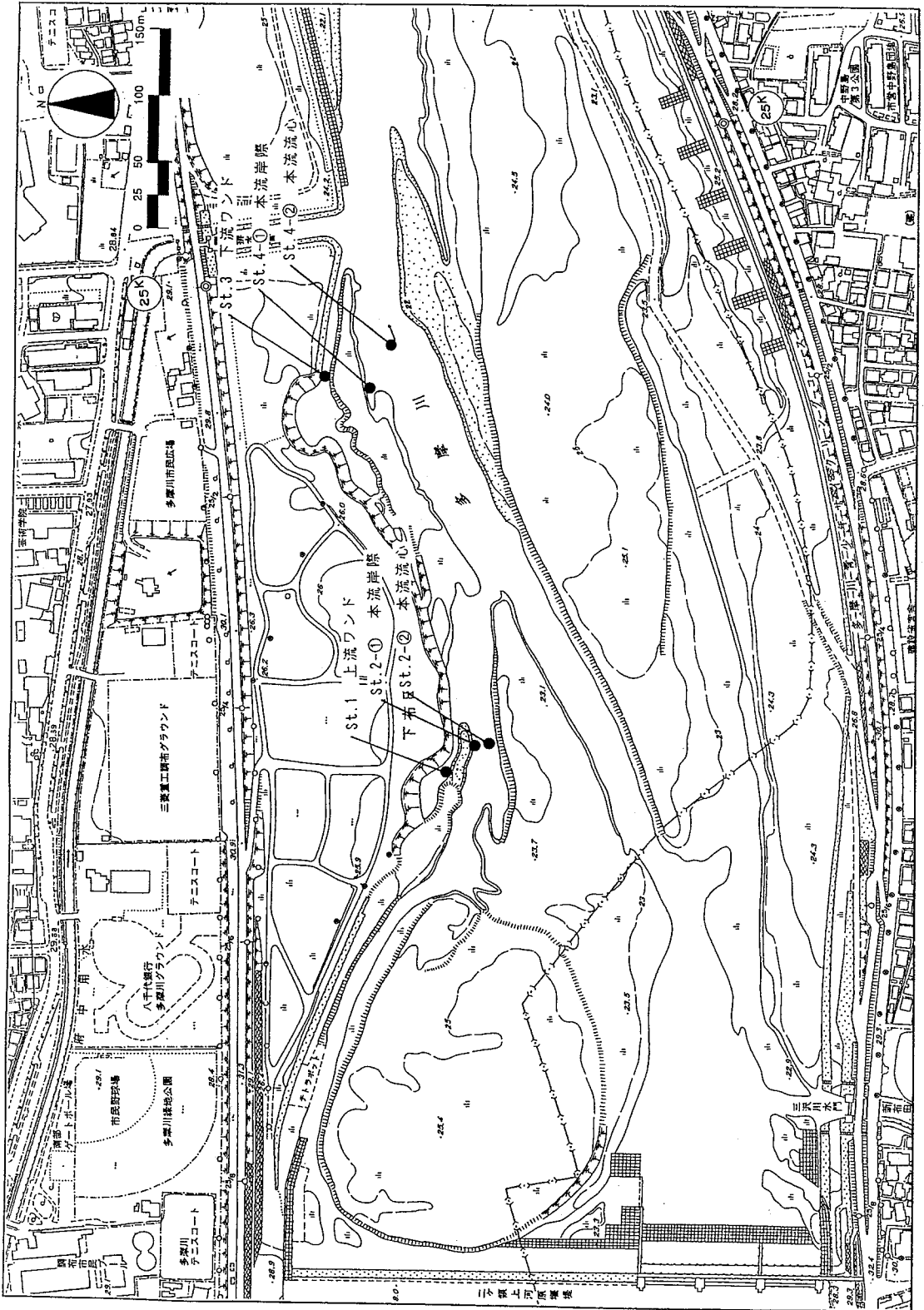


図 4-1 底生動物調査地点位置

表 4 - 1 調査地点の概要

調査地点 (河口からの距離)	調査時期	水温 (°C)	pH	調査地点の概要
st. 1 上流ワンド (25.8km)	1995年 9月	23.0	7.3	水深は深いところで1~2m程度。底質は泥である。ほぼ完全に滞水しており、伏流水の湧出は、ほとんどないものと思われる。
	1996年 2月	7.4	9.8	
	6月	22.9	10.0	
	9月	21.0	7.1	
	1997年 2月	7.7	8.5	
	4月	18.6	9.3	
st. 2 - ① 本流岸際 (25.8km)	1995年 9月	20.7	6.7	水深は30cm前後。底質は礫で、粒径は平均15cm程度。流れは緩い。
	1996年 2月	16.4	7.3	
	6月	21.7	7.5	
	9月	20.5	7.1	
	1997年 2月	9.2	8.1	
	4月	17.5	7.4	
st. 2 - ② 本流流心 (25.8km)	1995年 9月	22.9	7.4	水深は1~2m程度。底質は礫で、粒径は平均20cm程度
	1996年 2月	15.2	7.3	
	6月	19.8	7.0	
	9月	20.5	7.1	
	1997年 2月	9.2	7.7	
	4月	17.4	7.3	
st. 3 下流ワンド (25.2km)	1995年 9月	19.2	6.6	水深は、深いところで4~5mある。底質は大半がリター（落ち葉等の堆積物）であるが、流れ出しの部分は砂礫である。伏流水の湧出量が多く、見た目の水質は良好である。
	1996年 2月	14.0	7.1	
	6月	18.0	6.7	
	9月①	19.6	6.5	
	9月②	19.2	6.7	
	1997年 2月	16.1	6.9	
st. 4 - ① 本流岸際 (25.2km)	1995年 9月	21.0	6.8	早瀬の岸際部分。水深は30cm前後。底質は、砂礫であるが、その上に泥が薄く堆積している。流れは緩い。
	1996年 2月	12.9	7.2	
	6月	20.6	7.0	
	9月	22.4	6.7	
	1997年 2月	10.8	7.2	
	4月	18.9	7.4	
st. 4 - ② 本流流心 (25.2km)	1995年 9月	23.2	7.4	礫底の早瀬。水深は30cm前後。礫の粒径は平均15cm~20cm程度。流れは速い。
	1996年 2月	16.7	7.3	
	6月	20.8	7.1	
	9月	22.0	6.7	
	1997年 2月	10.2	7.3	
	4月	17.8	7.3	
10月	17.7	7.0		

注) ① : 1996年 9月10日、② : 1996年 9月27日

表4-2に示すとおりである。

調査地における底生動物の種相は、河川中～下流域の水質が汚濁傾向にある水域に普通に見られるものであった。瀬などの流水環境ではサホコカゲロウやコガタシマトビケラ、ミズムシ、シマイシビル、岸際やワンド等の流れの緩やかな環境では、ユスリカ類やイトミミズ類が優占していた。また、個体数は少ないながら、主に河川上流域に生息するチラカゲロウやエルモンヒラタカゲロウ、シロタニガワカゲロウ、フタバコカゲロウ、オオヤマカワゲラが確認された。

本研究の開始から2年間で、高水堤防法尻まで冠水するような大規模な出水は記録されなかった。中規模程度の出水は記録されており、その直後の調査(1996年9月)では、本流の種相及び個体数に若干の変化が見られたものの、出水の影響をあまり受けていないワンド内では、顕著な変化は見られなかった。

以下に、各地点ごとの調査結果の概要を記す。

st. 1 上流ワンド

本調査の結果、合計5綱9目13科26種の底生動物を確認した。調査箇所は岸際に抽水植物が繁茂する、泥底の止水環境である。生息が確認された底生動物の個体数は、全体的に少数であった。種相は、フタバカゲロウやイトトンボ類、シオカラトンボ、コフキトンボ、コシアキトンボなど、止水性の種が多く見られた。

st. 2-① 本流岸際

本調査の結果、合計5綱11目16科23種の底生動物を確認した。調査箇所は礫底の淵の岸際に見られる弱流水環境である。本地点では、ミズムシやヒル類が比較的多く見られたが、確認された底生動物の個体数は、全体的に少数であった。

st. 2-② 本流流心

本調査の結果、合計5綱9目11科19種の底生動物を確認した。調査箇所は礫底の淵であり、水深は1～2m程度と深い。主な確認種は、コガタシマトビケラやミズムシ、ヒル類であった。確認された底生動物の個体数は、全体的に少数であった。

st. 3 下流ワンド

本調査の結果、合計5綱12目16科34種の底生動物を確認した。調査箇所はワンド流出部に見られる礫底の弱流水環境である。本地点ではユスリカ類やミズムシ、イトミミズ類が多数見られた。また、本流ではほとんど確認されていない止水性の種(フタバカゲロウ、イトトンボ類、ウスバキトンボ、アメンボ類、マツモムシ等)が集中して見られた。

st. 4-① 本流岸際

本調査の結果、合計4綱11目16科27種の底生動物を確認した。調査箇所は本流の岸際付近に見られる泥底の弱流水環境である。本地点ではユスリカ類やイトミミズ類が多数見られた。

st. 4 - ② 本流流心

本調査の結果、合計5綱10目15科31種の底生動物を確認した。調査箇所は本流の流心に見られる礫底の早瀬である。本地点ではサホコカゲロウやコガタシマトビケラ、ミズムシ、シマイシビルが多数見られた。

(2) 現地調査結果の考察

底生動物群集は、その運動方法と営造物の違いにより、いくつかの生活型に分けられる。津田（1953, 1962）は河川の底生動物群集の生活型を、次の6つの型に分けている。

- ・造網型：分泌絹糸を用いて、捕獲網を作る種群。
- ・固着型：強い吸着器官をもって、他物に固着している種群。
- ・匍匐型：主な移動手段として、匍匐運動をする種群。
- ・携巣型：筒巣を持つ多くの毛翅目幼虫。匍匐運動をするが、筒巣を持つ点において匍匐型とは別として考える。
- ・遊泳型：主な移動手段として、遊泳する種群。
- ・掘潜型：砂又は泥に潜っていることが多い種群。

このような水中における生活様式の違いは、水流による影響の受け易さ、言い換えれば流され易さと関連があると考えられる。従ってここでは、現地調査で確認された底生動物を生活型別に分類して、現地で得られたデータを解析する事とする。

現地調査で確認された底生動物を生活型別に分類すると、造網型（1科1種351個体）、固着型（3科6種233個体）、匍匐型（10科15種637個体）、携巣型（1科1種37個体）、遊泳型（9科16種203個体）、掘潜型（5科32種709個体）となる（表4-3参照）。

現地調査結果でも記したが、1996年9月の中規模出水直後の調査では、底生動物の種相や個体数に若干の変化が見られた。

各調査地点のデータを総合して調査地全体で見ると、出水後の個体数の減少率は、遊泳型や掘潜型が大きく、造網型や匍匐型が小さいという結果が得られた（表4-4参照）。これは、主に遊泳して移動する遊泳型や、砂や泥など流されやすい底質中に生息する掘潜型の種群は流され易く、瀬の礫間に網を張って生息する造網型や、礫間などを匍匐移動する匍匐型の種群は流されにくいためであると考えられる。

各調査地点ごとの考察は、生活型別に平水時と出水後（9月10日、9月27日）の個体数を対比させたグラフの図4-2と合わせ、以下に記す。

st. 1 上流ワンド

中規模程度の出水では、越流が起こらない安定したワンド。1996年9月の出水時も、越流によるワンド内の掃流は認められなかったが、調査箇所は下流端であったため、本流の水を若干かぶっていた。本調査で確認された種群の中で匍匐型以外は、出水後に個体数の若干の減少が見られた（図4-2参照）。最も出水の影響を受けやすいと考えられる掘潜型にも、個体数の

表 4 - 3 底生動物の生活型分類

生活型	科 名	種数	個体数
造網型	シマトビケラ科	1	351
合 計	1 科	1 種	351 個体
固着型	サカマキガイ科	1	0
	グロシフォニ科	3	55
	イシビル科	2	178
合 計	3 科	6 種	233 個体
匍匐型	ヒラタカゲロウ科	2	12
	トンボ科	4	11
	カワゲラ科	1	2
	ナガレトビケラ科	1	28
	ヒラタドロムシ科	2	1
	ミズアブ科	1	1
	ミズムシ科	1	548
	キタヨコエビ科	1	2
	テナガエビ科	1	28
	ザリガニ科	1	4
	合 計	10 科	15 種
携巣型	クダトビケラ科	1	37
合 計	1 科	1 種	37 個体
遊泳型	フタオカゲロウ科	1	1
	コカゲロウ科	5	184
	マダラカゲロウ科	1	3
	イトトンボ科	3	12
	カワトンボ科	1	0
	アメンボ科	2	1
	マツモムシ科	1	0
	ツブゲンゴロウ科	1	1
	ガムシ科	1	1
	合 計	9 科	16 種
掘潜型	サナエトンボ科	5	3
	ユスリカ科	23	604
	ヤマトシジミ科	1	7
	ミズミズ科	1	1
	イトミミズ科	2	94
合 計	5 科	32 種	709 個体

注) 個体数は、定量採集のデータのみを対象とした。

表 4 - 4 1996年 9 月の出水後の調査地における底生動物の減少率

	造網型	固着型	匍匐型	携巢型	遊泳型	掘潜型
平水時*の個体数	51	36	92	0	34	114
出水後①の個体数	43	20	83	35	8	34
減少率 (%)	16	44	10	—	76	70

※平水時の個体数は、平均値をとった。小数点以下は四捨五入して、整数値を得た。

大幅な減少は認められないことから、ワンド内には出水の影響がほとんど及んでいないことが伺えた。

なお、匍匐型は増水後に個体数が増加しているが、これは調査時期がこの種群の出現期と重なったことと、この種群に影響を及ぼすほど、ワンド内が増水しなかったためと推察される。

st. 2 - ① 本流岸際

本地点は蛇行部の水裏部分にあたるため、1996年 9 月の中規模出水時も流れは緩やかであり、若干の砂泥の堆積も認められた。出水後の調査結果で、最も流されやすいと考えられる掘潜型の個体数が増加していた（図 4 - 2 参照）。これは、前述したとおり本地点は蛇行部の水裏部分にあたるため、上流から流されてきた掘潜型の種群が、本地点に沈着したためと推察される。

st. 2 - ② 本流流心

本地点は礫底の淵である。1996年 9 月の中規模出水後は、水深が深いこともあり、流れはあまり速くなかった。出水後の個体数の減少は、掘潜型のみで認められた（図 4 - 2 参照）。これは出水による水流の影響が、掘潜型以外の種群に及ばなかったためと考える。

なお、造網型と匍匐型は、出水後に個体数が増加しているが、これは前述したように出水による影響があまりなかったことと、調査時期がこれらの種群の出現期と重なったことによると推察される。

st. 3 下流ワンド

本地点は中規模以上の出水で、本流の水衝部にあたる上流端より越流するため、上流ワンドと比較すると不安定な環境である。1996年 9 月の中規模出水では、短時間であるが上流端からの越流が認められた。

図 4 - 2 のグラフを見てもわかるとおり、増水後の個体数の減少は、掘潜型で顕著に認められた。掘潜型は、泥や砂など流されやすい底質中に生息するほか、ユスリカ類やイトミミズ類など、物に捕まることができない種群が多く含まれるため、最も流されやすい種群であると考えられる。

また、固着型や匍匐型では、越流が認められなかった一回目の出水後に個体数が増加しているが、これはこれらの種群の出現期と重なったことによると推察される。上流端からの越流が認められた二回目の出水後には、これらの種群も個体数の減少が認められた。

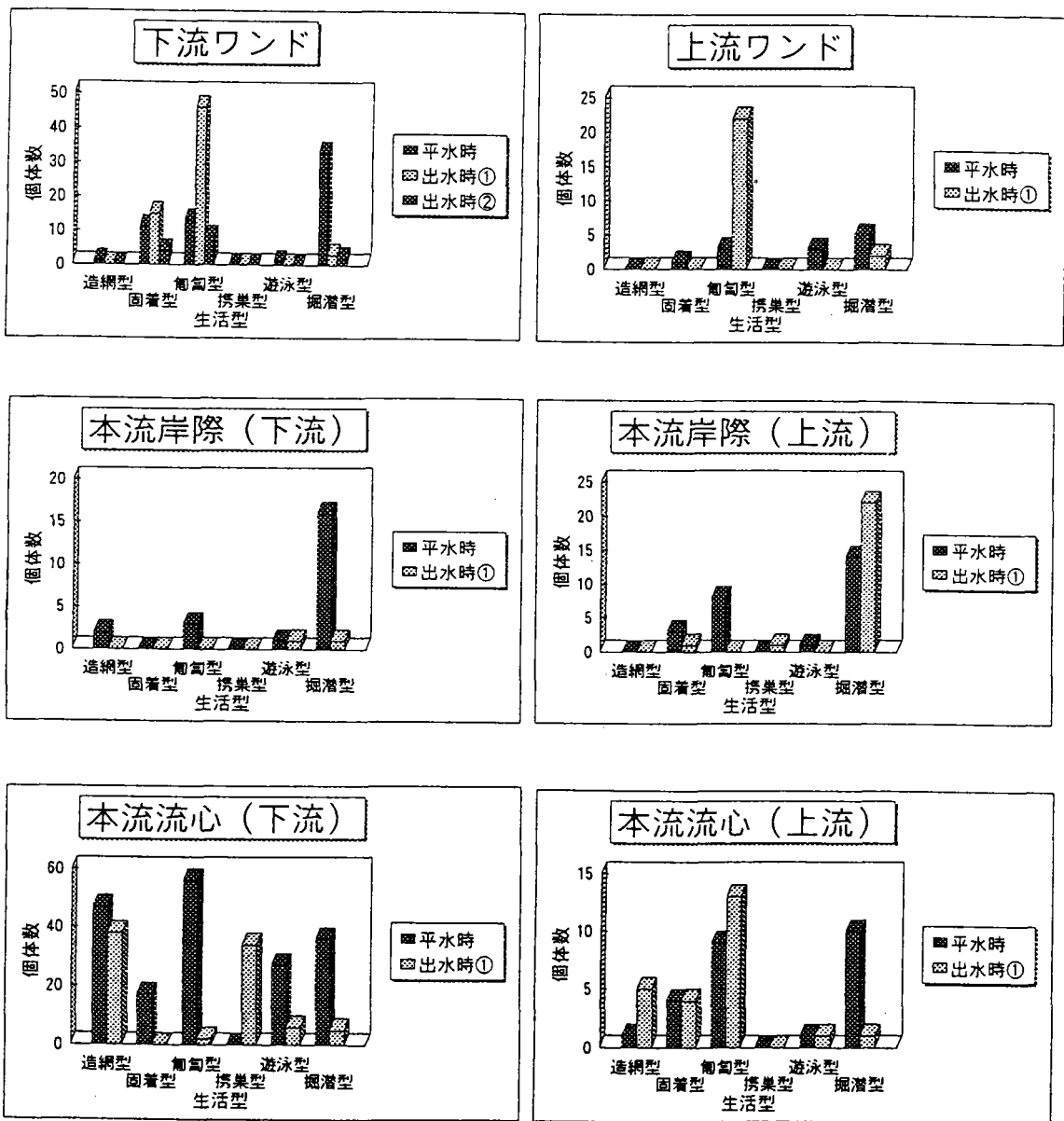


図 4 - 2 平水時、出水後の生活型別個体数の変動

st. 4 - ① 本流岸際

本地点は早瀬の岸際部分にあたる。平水時は流れが緩やかな環境であるが、1996年9月の中規模出水後には、完全に早瀬の一部となっていた。本地点で確認された各種群(生活型)は、増水後の調査で個体数が顕著に減少した(図4-2参照)。これは調査箇所が、平水時には泥が堆積していた場所であり、出水による底質の攪乱で、底生動物に及ぼす影響が大きかったためと考えられる。

st. 4 - ② 本流流心

本地点は礫底の早瀬である。1996年9月の中規模出水後は、確認されたほとんどの種群で、個体数の減少が顕著に見られた（図4-2参照）。個体数の減少が見られた種群の中で、造網型は個体数の減少が少なかった。造網型は、瀬の礫間に網を張って生息するため、流されにくいと考えられる種群である。この種群の個体数があまり減少しなかったということは、1996年9月の出水程度では本地点の河床の攪乱があまり起こらないことを示唆している。

なお、出水後に携巣型の個体数の増加が認められるが、これは調査時期がこの種群の出現期と重なったためと推察される。

4) 調査資料の解析

(1) 参照した調査資料

東京都環境保全局水質保全部により毎年実施されている水生生物調査の結果を参照することとした。この調査では、都内河川、海域で定点調査がなされており（定点は、調査回数が年4回と年1回の2種類）、多摩川では、支流も含めて16地点の定点が設定されている。その中から、本調査に関係すると思われる定点を参照地点として選定し、最近5年間（1990年～1994年）のデータを用い、底生動物の分布状況等について検討を行うこととした。

(2) 参照地点

参照地点は、調査が年4回実施されている定点とし、現地調査との比較地点として調査地に最も近傍な定点、及び流下する種の供給源となっている上流の定点を選定することとした。選定した定点は、調査地に近傍な地点として、「多摩川原橋定点」（調査地点より約2.5km上流側）、上流の地点として、「拝島橋定点」（調査地点より約20km上流側）と支流の「秋川・東秋川橋定点」（調査地点より約23km上流側）とした。これらの定点では、各調査回において、30cmコドラート（面積0.09）による定量採集が3回反復されて行われており、出現種別の個体数が記録されている。

なお、参照地点の各年度別の調査実施期日は、表4-5に示すとおりである。1991年度において、10月と11月の秋季2回の調査が行われている他は、基本的に年4回の四季別調査が行われている。

(3) 調査資料の解析内容及び結果

ここでは、調査資料から調査地近傍及び、流下する種の供給源である上流側の底生動物の分布特性を把握することを目的とし、調査資料の解析を行った。参照地点は前述の通り、下流側の調査地近傍の多摩川原橋と、上流側の拝島橋及び、秋川・東秋川橋とした。以降、多摩川原橋を「下流部」、拝島橋と秋川・東秋川橋を「上流部」として表記する。

データの解析手順は以下に記すとおりである。

(a) 出現状況のタイプ分類

各調査回の底生動物の出現状況を、以下に示すように「上流部のみ出現」、「上流部と下流部両方に出現」、「下流部のみ出現」の3つの出現タイプに分類し、それぞれをタイプa、b、cとした。

表 4 - 5 参照地点の調査実施期日

年 度	季節	多摩川原稿	拝 島 橋	秋川・東秋川橋
1990年度	春季	5月18日	5月17日	5月11日
	夏季	8月24日	8月23日	8月22日
	秋季	11月16日	11月14日	11月14日
	冬季	2月7日	2月5日	2月5日
1991年度	春季	5月22日	5月21日	5月20日
	夏季	—	—	8月30日
	秋季	10月3日	10月3日	—
		11月27日	11月25日	11月25日
冬季	2月19日	2月19日	2月19日	
1992年度	春季	5月21日	5月19日	5月19日
	夏季	8月21日	8月20日	8月19日
	秋季	11月16日	11月12日	11月12日
	冬季	2月4日	2月2日	2月2日
1993年度	春季	5月18日	5月17日	5月17日
	夏季	8月25日	8月24日	8月23日
	秋季	11月25日	11月24日	11月24日
	冬季	2月17日	2月16日	2月16日
1994年度	春季	5月11日	5月10日	5月10日
	夏季	8月18日	8月4日	8月3日
	秋季	11月25日	11月24日	11月24日
	冬季	2月14日	2月13日	2月13日

この出現状況の整理は、季節別の底生動物の変動を把握するために季節別とした。

- ・出現タイプ a : 上流部のみに出現
- ・出現タイプ b : 上流部及び下流部両方に出現
- ・出現タイプ c : 下流部のみに出現

(b) 分布型の評価

(a)で分類した1990年～1994年の5年間の出現タイプを季節別で整理し、その状況から各種についてA～Dまでの分布型として評価した。この評価内容を以下の表4-6に示すとともに、ここまでの調査資料の整理結果を表4-7に示した。

(c) 分布特性の評価

(b)で得られた季節別の分布型を総合し、種の分布特性として「上流」、「上流+流下」、「上～下流」「下流」の4タイプの評価を与えた。この評価の内容を表4-8に示すとともに、分布特性ごとに調査資料を整理し、种群の季節変化及び季節別の平均個体数をまとめた結果をそれぞれ表4-9、表4-10に示した。

表 4 - 6 底生動物の分布型の評価内容

分布型	5年間の季節別の出現タイプ	分布型の意味する内容
A	すべてa	上流部のみで生息し流下していない種
B	aとb、aとc、aとbとc	基本的の上流部に生息し流下が見られた種
C	b、bとc	上流から下流まで広く生息している種
D	すべてc	下流にのみ生息している種

注) 各季節について、出現回数が5年間のうち3回未満の種は評価から除いた。夏季については、1991年度の調査が下流部で行われていないため、4年分の結果で評価を行い、出現回数が1回のみは評価から除いた。

表 4 - 7 (1) 出現種の年度別出現タイプと分布型 (春季)

綱名	目名	科名	種名	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	分布型
昆虫	カゲロウ	フタオカゲロウ	チラカゲロウ	a	a	a	a		A
			コカゲロウ	b	a	b	b	b	B
		コカゲロウ	シロハラコカゲロウ	a	a	a	a	a	A
			コカゲロウ属の一種 ①		a	a	a	a	A
			コカゲロウ属の一種 ②	a	a	a			A
			コカゲロウ属の一種 ⑤	a	a	a		a	A
			フタバコカゲロウ	a	a	a	a		A
			フタバコカゲロウ属の一種 ①	a	a	b	a	b	B
		ヒラタカゲロウ	シロタニガワカゲロウ	a	a	a	a	a	A
			エルモンヒラタカゲロウ	a	a	a	a	a	A
			ウエノヒラタカゲロウ	a	a	a			A
			サツキヒメヒラタカゲロウ	a	a		a		A
			ヒメヒラタカゲロウ	a	a	a	a		A
		トビロカゲロウ	トビロカゲロウ属の一種	a	a	a	a		A
		マダラカゲロウ	ヨシノマダラカゲロウ	a	a	a	a	a	A
			クシゲマダラカゲロウ	a		a	a	a	A
			エラブタマダラカゲロウ	a			a	a	A
			アカマダラカゲロウ	a	a	a	a	b	B
			マダラカゲロウ科の一種		a	a	a		A
		ヒメカゲロウ	ヒメカゲロウ属の一種	a	a	a	a	a	A
	カワカゲロウ	キイロカワカゲロウ	a	a	a	a	a	A	
	カワゲラ	カワゲラ			a	a	a	a	A
	ハエ	ガガンボ	<i>Eriocera</i> sp.	a	a	a	a	a	A
			<i>Antocha</i> sp.	b	a	a	a	a	B
		ユスリカ	モンユスリカ亜科の一種	a	b	a	a	a	B
			エリユスリカ亜科の一種	b	b	b	b	b	C
			<i>Chironominae</i> sp.	c	c	c			D
ユスリカ亜科の一種	b	c	b	b	b	C			
トビケラ	ヒゲナガカワトビケラ	ヒゲナガカワトビケラ	a	a	a	a	a	A	
	シマトビケラ	ウルマーシマトビケラ	b	a	a	a	a	B	
		コガタシマトビケラ	a	a		b	a	B	
	ナガレトビケラ	ヤマナカナガレトビケラ	a	a		a	a	A	
ウズムシ	ウズムシ	プラナリア	a		a	a	a	A	
ミミズ	ナガミミズ	イトミミズ	c	b	c	b	b	C	
		ミズミミズ	b	b	b	b	b	C	
		ツリミミズ	a	b	c		c	B	
ヒル	Arhynchobdellida	イシビル	b		c	b	b	C	
		イシビル科の一種	b		b	c	c	C	
甲殻	ワラジムシ	ミズムシ	ミズムシ (甲殻綱)	c	c	b	b	b	C

表4-7(2) 出現種の年度別出現タイプと分布型(夏季)

綱名	目名	科名	種名	1990年	1991年	1992年	1993年	分布型		
昆虫	カゲロウ	フタオカゲロウ	チラカゲロウ	a	a	a	a	A		
			コカゲロウ	トビロコカゲロウ	a			a	A	
				サホコカゲロウ	b	b	b	b	C	
				シロハラコカゲロウ		a	a		A	
				ヨシノコカゲロウ	b	a			B	
				コカゲロウ属の一種 ①	a	b	a	b	B	
				コカゲロウ属の一種 ②	b	a	a	a	B	
				コカゲロウ属の一種 ④				a	A	
				コカゲロウ属の一種 ③	b	b	a	b	B	
			フタバコカゲロウ	a	a	a	a	A		
			フタバコカゲロウ属の一種 ①	b	b	a	a	B		
			フタバコカゲロウ属の一種 ②	c	b			B		
			ヒラタカゲロウ	キブネタニガワカゲロウ		a			a	A
				シロタニガワカゲロウ		a	a	a	A	
				エルモンヒラタカゲロウ	b	b	a	a	B	
				ウエノヒラタカゲロウ		a	a		A	
				ヒメヒラタカゲロウ	b	a		a	B	
				サツキヒメヒラタカゲロウ	b	a		a	B	
				トビロカゲロウ	ヒメトビロカゲロウ	a	a		a	A
			トビロカゲロウ属の一種	a		a	a	A		
		マダラカゲロウ	クシゲマダラカゲロウ	a	a	a	a	A		
			エラブタマダラカゲロウ	a		a	a	A		
			アカマダラカゲロウ	b	b	a	a	B		
			マダラカゲロウ科の一種	a	a			A		
		ヒメカゲロウ	ヒメカゲロウ属の一種		a		a	A		
		モンカゲロウ	モンカゲロウ	a	a		a	A		
		トンボ	サナエトンボ	オナガサナエ	a			a	A	
		カワゲラ	カワゲラ	カミムラカワゲラ	a	a	a	a	A	
				オオヤマカワゲラ		a		a	A	
				クラカケカワゲラ属の一種	a			a	A	
		コウチュウ	ヒラタドROMシ	ヒラタドROMシ	a			a	A	
				マルヒラタドROMシ属の一種(幼虫)	a		a	a	A	
		ハエ	ガガンボ	<i>Eriocera</i> sp.	a	a	a	a	A	
				<i>Antocha</i> sp.		a	a	a	A	
			ユスリカ	モンユスリカ亜科の一種	c	b		a	B	
				エリユスリカ亜科の一種	b	b		b	C	
				<i>Einfeldia</i> sp.		c		c	D	
				Chironominae sp. ①	c	c	c	b	C	
			ユスリカ亜科の一種	b	b	a	b	B		
		トビケラ	ヒゲナガカワトビケラ	ヒゲナガカワトビケラ	a	a	a	a	A	
			シマトビケラ	ナカハラシマトビケラ	c			a	B	
				ウルマーシマトビケラ	b	a	b	a	B	
				コガタシマトビケラ	b	b	b	b	C	
			ナガレトビケラ	ヤマナカナガレトビケラ			a	a	A	
				ムナグロナガレトビケラ	a	a	a	a	A	
			ヤマトビケラ	ヤマトビケラ属の一種	c			a	B	
			クダトビケラ	クダトビケラ属の一種		a		a	A	
ウズムシ	ウズムシ		ブラナリア	a	a	a	a	A		
ミミズ	ナガミミズ	イトミミズ	エラミミズ	c	c			D		
			イトミミズ科の一種		c	b	a	B		
		ミズミミズ	ミズミミズ科の一種	c	b	a		B		
		ツリミミズ	ツリミミズ科の一種	a	c		a	B		
ヒル	ウォビル	グロシフォニ	グロシフォニ科の一種	c	c		c	D		
	Arhynchobdellida	イシビル	シマイシビル	b	b		c	C		
			イシビル科の一種		c		c	D		
甲殻	ワラジムシ	ミズムシ	ミズムシ(甲殻綱)	b	b	b	b	C		

表 4-7 (3) 出現種の年度別出現タイプと分布型 (秋季)

綱名	目名	科名	種名	1990年	1991年 (前)	1991年 (後)	1992年	1993年	1994年	分布型	
昆虫	カゲロウ	フタオカゲロウ	チラカゲロウ	a	a	a	a	a	a	A	
			コカゲロウ	サホコカゲロウ	b	c	a	b	b	b	B
				コカゲロウ属の一種 ①	b	a		a	a		B
				コカゲロウ属の一種 ②	a	a		a		a	A
				コカゲロウ属の一種 ⑤	a		a	a		c	B
				フタバコカゲロウ	b	a	a	a	a	a	B
				フタバコカゲロウ属の一種 ①	b		b	b	a	b	B
		ヒラタカゲロウ	シロタニガワカゲロウ	a	a		a	a	b	B	
			エルモンヒラタカゲロウ	b	a	a	a	b	b	B	
			ウエノヒラタカゲロウ	a		a	a	a		A	
			ヒメヒラタカゲロウ	a	b	a	a		a	B	
			サツキヒメヒラタカゲロウ		a	a	a	a		A	
		マダラカゲロウ	オオクママダラカゲロウ	b		a	a	a	a	B	
			オオマダラカゲロウ	a		a		a	b	B	
	アカマダラカゲロウ		a	a	a	a	b	a	B		
	カワカゲロウ	キロカワカゲロウ	c			a	a	a	B		
	トンボ	サナエトンボ	オナガサナエ	a			a	a	a	A	
	カワゲラ	カワゲラ	カミムラカワゲラ	a	a	a	a	a		A	
			フタツメカワゲラ属の一種	a	a	a	a	a	a	A	
		ミドリカワゲラ	ミドリカワゲラ科の一種	a		a	a		a	A	
	コウチュウ	ヒラタドROMシ	ヒラタドROMシ	a			a	a	a	A	
			マルヒラタドROMシ属の一種 (幼虫)	a	a	a	a	a	a	A	
	ハエ	ガガンボ	<i>Eriocera</i> sp.	a		a	a	a	a	A	
			<i>Antocha</i> sp.	a		a	a	a	a	A	
		ユスリカ	エリユスリカ亜科の一種	b	c	b	b	b	b	C	
			<i>Chironominae</i> sp. ①	c		c	c	c	c	D	
ユスリカ亜科の一種			c	a	c	a	a	c	B		
トビケラ	ヒゲナガカワトビケラ	ヒゲナガカワトビケラ	a	a	a	a	a	a	A		
	シマトビケラ	ナカハラシマトビケラ	a			a	a	a	A		
		ウルマーシマトビケラ	b	a	a	b	b	a	B		
		コガタシマトビケラ	a		a	b	b	b	B		
	ナガレトビケラ	トランスクィラナガレトビケラ	a		a		a	a	A		
		ナガレトビケラ属の一種	a		a	a	a	a	A		
ヤマトビケラ	ヤマトビケラ属の一種	a			a	a	a	A			
ウズムシ	ウズムシ	プラナリア	a		a	a	a	b	B		
ミミズ	ナガミミズ	イトミミズ	c		c	c	b	b	C		
		ミズミミズ	b		b	b	b	b	C		
		ツリミミズ	a		c	a		c	B		
甲 殻	ワラジムシ	ミズムシ	ミズムシ (甲殻綱)	c	a	b	b	b	c	B	

(4) 解析結果の考察

調査資料を解析した結果得られたデータに基づき、以下の項目について考察を加えた。

(a) 個体数と流下の関係

それぞれの分布特性における、種数の季節変化の状況を表 4-11 に示した。

「上流」種群では、夏季と冬季に種数が増加し、「上流+流下」種群では、夏季において分布型が A から B へと変化する種が多くみられた (表 4-9、表 4-11 参照)。また、「上流+流下」種群は、「上流」種群よりも出現個体数が大きい傾向にあった。

「上流」種群は、すべて幼虫期を水中で過ごす水生昆虫であるが、多くの水生昆虫は、成虫となる時期が春季、夏季に大別されることが知られている (水野・御勢 1993)。「上流」

表4-7(4) 出現種の年度別出現タイプと分布型(冬季)

綱名	目名	科名	種名	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	分布型	
昆虫	カゲロウ	フタオカゲロウ	チラカゲロウ	a	a	a	a	a	A	
			コカゲロウ	c		c	a		B	
		ヒラタカゲロウ	シロハラコカゲロウ	b	a	a	a	b	B	
			フタバコカゲロウ	b	a	a	a	a	B	
			フタバコカゲロウ属の一種 ①	a	a	a	a		A	
			シロタニガワカゲロウ	a		b	a	a	B	
			ユミモンヒラタカゲロウ	a			a	a	A	
			ナミヒラタカゲロウ	a	a	a	a	a	A	
			エルモンヒラタカゲロウ	b	b	b	b	b	C	
			ウエノヒラタカゲロウ	a	a	a	a	a	A	
		サツキヒメヒラタカゲロウ	a	a	a	a	a	A		
		トビロカゲロウ	トビロカゲロウ属の一種	a			a	a	A	
		マダラカゲロウ	オオクマダラカゲロウ	a	a	a				
			オオマダラカゲロウ	a	a	a	a		A	
			フタマダラカゲロウ	a	a	a	a	a	A	
			ヨシノマダラカゲロウ	a	a	a	a	a	A	
			エラブタマダラカゲロウ			a	a	a	A	
	アカマダラカゲロウ		a	a	b	a	b	B		
	カワゲラ	アミメカワゲラ	コグサミドリカワゲラモドキ属の一種		a		a	a	A	
			ミドリカワゲラモドキ属の一種	a	a	a		a	A	
		カワゲラ	カミムラカワゲラ	a	a	a	a		A	
			フタツメカワゲラ属の一種	a	a	a	a	a	A	
	ミドリカワゲラ	オオヤマカワゲラ		a	a	a	a	A		
	コウチュウ	ヒラタドROMシ	ミドリカワゲラ科の一種	a	a	a	a	a	A	
	ハエ	ガガンボ	マルヒラタドROMシ属の一種(幼虫)		a	a	a	a	a	A
			<i>Eriocera</i> sp.	a	a	a	a	a	A	
		ブユ	<i>Antocha</i> sp.	a	a	a	b	b	B	
		ユスリカ	アシマダラブユ属の一種		a	a	a	a	A	
			モンユスリカ亜科の一種	a	b	b	b	b	B	
			エリユスリカ亜科の一種	b	b	b	b	b	C	
			Chironominae sp. ①	c	c	c		c	D	
	ユスリカ亜科の一種	c	c	c	c	c	D			
	トビケラ	ヒゲナガカワトビケラ	ヒゲナガカワトビケラ	a	a	a	a	a	A	
		シマトビケラ	ナカハラシマトビケラ	a			a	a	A	
			ウルマーシマトビケラ	a	a	b	b	a	A	
			コガタシマトビケラ	a	a	b	b	b	B	
		ナガレトビケラ	ヤマナカナガレトビケラ	a	a	a	a	a	A	
トランスタイラナガレトビケラ			a	a			a	A		
ナガレトビケラ属の一種			a	a	a	a	b	B		
ヤマトビケラ	ヤマトビケラ属の一種	a		a	a	a	A			
ウズムシ	ウズムシ	ブラナリア	a	a	a	a	b	B		
ミミズ	ナガミミズ	イトミミズ	エラミミズ			c	c	c	D	
			イトミミズ科の一種	b	b	b	b	b	C	
		ミズミミズ	ミズミミズ科の一種	b	b	b	b	b	C	
		ツリミミズ	ツリミミズ科の一種	a		a		b	B	
ヒル	ウオビル	グロシフォニ	グロシフォニ科の一種		c	c		c	D	
	Arhynchobdellida	イシビル	シマイシビル		a	b		c	B	
甲殻	ワラジムシ	ミズムシ	ミズムシ(甲殻綱)	b	c	b	b	c	C	

種群では、春季、秋季の繁殖時期の後、孵化した幼虫の出現が、種数の増加に寄与していることが推察される。

「上流+流下」の種群で分布型の変化と個体数の関係を考察するため、分布型Aと分布型B、Cの季節について平均個体数を比較し、表4-12に示した。

表4-8 底生動物の分布特性の評価内容

分布特性	季節別の分布型	分布特性の意味する内容
上流	すべてA	上流部のみで生息し流下していない種
上流+流下	Aと共にB、Cを含む すべてB	基本的に上流部に生息し季節、年度により流下がみられた種
上～下流	Bと共にC、Dを含む すべてC	上流から下流まで広く生息している種
下流	すべてD	下流にのみ生息している種

表4-9 (1) 分布特性別の種一覧及び季節変化 (上流)

表中英字は分布型

網名	目名	科名	種名	春	夏	秋	冬	
昆虫	カゲロウ	フタオカゲロウ	チラカゲロウ	A	A	A	A	
		コカゲロウ	トビイロコカゲロウ		A			
			コカゲロウ属の一種 ④		A			
		ヒラタカゲロウ	キブネタニガワカゲロウ		A			
			ユミモンヒラタカゲロウ				A	
			ナミヒラタカゲロウ				A	
			ウエノヒラタカゲロウ	A	A	A	A	
		トビイロカゲロウ	ヒメトビイロカゲロウ			A		
			トビイロカゲロウ属の一種	A	A		A	
		マダラカゲロウ	フタマタマダラカゲロウ					A
			ヨシノマダラカゲロウ	A				A
			クシゲマダラカゲロウ	A	A			
	エラブタマダラカゲロウ		A	A			A	
	マダラカゲロウ科の一種		A	A				
	ヒメカゲロウ	ヒメカゲロウ属の一種	A	A				
	モンカゲロウ	モンカゲロウ		A				
	トンボ	サナエトンボ	オナガサナエ		A	A		
	カワゲラ	アミメカワゲラ	コグサミドリカワゲラモドキ属の一種					A
			ミドリカワゲラモドキ属の一種				A	
		カワゲラ	カミムラカワゲラ			A	A	A
フタツメカワゲラ属の一種			A			A	A	
オオヤマカワゲラ					A		A	
クラカケカワゲラ属の一種					A			
ミドリカワゲラ	ミドリカワゲラ科の一種				A	A		
コウチュウ	ヒラタドロムシ	ヒラタドロムシ			A	A		
		マルヒラタドロムシ属の一種 (幼虫)			A	A	A	
ハエ	ガガンボ	<i>Eriocera</i> sp.	A	A	A	A		
	ブユ	アシマダラブユ属の一種				A		
トビケラ	ヒゲナガカワトビケラ	ヒゲナガカワトビケラ	A	A	A	A		
	ナガレトビケラ	ヤマナカナガレトビケラ	A	A		A		
		ムナグロナガレトビケラ			A			
		トランスクィラナガレトビケラ				A	A	
	ヤマトトビケラ	ヤマトトビケラ属の一種			A	A	A	
	クダトビケラ	クダトビケラ属の一種			A			

表 4 - 9 (2) 分布特性別の種一覧及び季節変化 (上流 + 流下)

表中英字は分布型

網名	目名	科名	種名	春	夏	秋	冬
昆虫	カゲロウ	コカゲロウ	シロハラコカゲロウ	A	A		B
			ヨシノコカゲロウ		B		
			コカゲロウ属の一種 ①	A	B	B	
			コカゲロウ属の一種 ②	A	B	A	
			コカゲロウ属の一種 ⑤	A	B	B	
			フタバコカゲロウ	A	A	B	B
			フタバコカゲロウ属の一種 ①	B	B	B	A
		ヒラタカゲロウ	シロタニガワカゲロウ	A	A	B	B
			エルモンヒラタカゲロウ	A	B	B	C
			ヒメヒラタカゲロウ	A	B	B	
	サツキヒメヒラタカゲロウ		A	B	A	A	
	マダラカゲロウ	オオクママダラカゲロウ			B	A	
		オオマダラカゲロウ			B	A	
		アカマダラカゲロウ	B	B	B	B	
	カワカゲロウ	キイロカワカゲロウ	A		C		
ハエ	ガガンボ	<i>Antocha</i> sp.	B	A	A	B	
	ユスリカ	モンユスリカ亜科の一種	B	B		B	
トビケラ	シマトビケラ	ナカハラシマトビケラ		B	A	A	
		ウルマーシマトビケラ	B	B	B	B	
	ナガレトビケラ	ナガレトビケラ属の一種			A	B	
ウズムシ	ウズムシ	ブラナリア	ナミウズムシ	A	A	B	B
ミミズ	ナガミミズ	ツリミミズ	ツリミミズ科の一種	B	B	B	B

表 4 - 9 (3) 分布特性別の種一覧及び季節変化 (上 ~ 下流)

表中英字は分布型

網名	目名	科名	種名	春	夏	秋	冬
昆虫	カゲロウ	コカゲロウ	サホコカゲロウ	B	C	B	C
			フタバコカゲロウ属の一種 ②		C		
	ハエ	ユスリカ	Chironominae sp. ①	D	C	D	D
			ユスリカ亜科の一種	C	B	B	D
			エリユスリカ亜科の一種	C	C	C	C
	トビケラ	シマトビケラ	コガタシマトビケラ	B	C	B	B
ミミズ	ナガミミズ	イトミミズ	イトミミズ科の一種	C	B	C	C
		ミズミミズ	ミズミミズ科の一種	C	B	C	C
ヒル	Arhynchobdellida	イシビル	シマイシビル	C	C		B
			イシビル科の一種	C	D		
甲殻	ワラジムシ	ミズムシ	ミズムシ (甲殻綱)	C	C	B	C

表 4 - 9 (4) 分布特性別の種一覧及び季節変化 (下流)

表中英字は分布型

網名	目名	科名	種名	春	夏	秋	冬
昆虫	ハエ	ユスリカ	<i>Einfeldia</i> sp.		D		
ミミズ	ナガミミズ	イトミミズ	エラミミズ		D		D
ヒル	ウオビル	グロシフォニ	グロシフォニ科の一種		D		D

表 4-10 (1) 分布特性別の季節別個体数 (上流)

網名	目名	科名	種名	春	夏	秋	冬	
昆虫	カゲロウ	フタオカゲロウ	チラカゲロウ	23.3	9	10	9	
			コカゲロウ		13.5			
		ヒラタカゲロウ	コカゲロウ属の一種 ④		71			
			キブネタニガワカゲロウ		7			
			ユミモンヒラタカゲロウ					2
			ナミヒラタカゲロウ					10.4
			ウエノヒラタカゲロウ	9	11.5	10.5	9.2	
		トビロカゲロウ	ヒメトビロカゲロウ			15.3		
			トビロカゲロウ属の一種	3.8	28		2.3	
		マダラカゲロウ	フタマタマダラカゲロウ					25
			ヨシノマダラカゲロウ	50.4				19.8
			クシゲマダラカゲロウ	81.5	8.5			
			エラブタマダラカゲロウ	4.7	9		14.3	
			マダラカゲロウ科の一種	40.7	1.5			
		ヒメカゲロウ	ヒメカゲロウ属の一種	3.4	5.5			
	モンカゲロウ	モンカゲロウ			3			
	トンボ	サナエトンボ	オナガサナエ		1.5	1.5		
	カワゲラ	アミメカワゲラ	コグサミドリカワゲラモドキ属の一種					16.7
			ミドリカワゲラモドキ属の一種				10.5	
		カワゲラ	カミムラカワゲラ			5	7.6	16
			フタツメカワゲラ属の一種	19			13.7	12.4
			オオヤマカワゲラ			3.5		4.5
			クラカケカワゲラ属の一種			1.5		
		ミドリカワゲラ	ミドリカワゲラ科の一種				5.3	22.0
	コウチュウ	ヒラタドROMシ	ヒラタドROMシ			1	5.8	
			マルヒラタドROMシ属の一種 (幼虫)			34.3	28.8	50
	ハエ	ガガンボ	<i>Eriocera</i> sp.	11.8	3	9.2	5.6	
ブユ		アシマダラブユ属の一種					1.8	
トビケラ	ヒゲナガカワトビケラ	ヒゲナガカワトビケラ	160	37.5	74	77.8		
	ナガレトビケラ	ヤマナカナガレトビケラ	14.5	8		4.4		
		ムナグロナガレトビケラ			11.5			
		トランスクィラナガレトビケラ				2.5	10	
	ヤマトビケラ	ヤマトビケラ属の一種			2	4.5	14.8	
クダトビケラ	クダトビケラ属の一種			3				

表中の数字は1調査回あたり平均個体数 (0.09m²×3)

表 4-12によると、カゲロウ類の多くの種で、分布型 B、C を示す季節では、個体数が非常に多い傾向にあることが示されている。特にヒラタカゲロウ科、コカゲロウ科で顕著であった。これらの種群では、個体数の季節的な増減に伴い、分布の型が変化していることが示唆される。その他のマダラカゲロウ類他の種では、季節的個体数の変動と分布の関係については不明である。

以上により、ヒラタカゲロウ類、コカゲロウ類は、個体数の増加とともに、流下により分布を下流側へ広げる傾向が示唆されたが、マダラカゲロウ類、トビケラ類等はこの相関は明らかではない。

表 4-10 (2) 分布特性別の季節別個体数 (上流+下流)

綱名	目名	科名	種名	春	夏	秋	冬
昆虫	カゲロウ	コカゲロウ	シロハラコカゲロウ	31.8	18		284.4
			ヨシノコカゲロウ		231.5		
			コカゲロウ属の一種 ①	18.3	100.8	64.5	
			コカゲロウ属の一種 ②	36	38.5	3	
			コカゲロウ属の一種 ⑤	9.5	12.5	6.5	
			フタバコカゲロウ	15.8	27.8	12.5	239.2
		フタバコカゲロウ属の一種 ①	228.6	5.8	109.2	1.5	
		ヒラタカゲロウ	シロタニガワカゲロウ	21.6	64.7	250.8	419
			エルモンヒラタカゲロウ	137.6	204	281.5	226.6
			ヒメヒラタカゲロウ	18.3	186	149.4	
	サツキヒメヒラタカゲロウ		21.7	260.7	3.5	5.8	
	マダラカゲロウ	オオクママダラカゲロウ			18.6	27.5	
		オオマダラカゲロウ			30.5	40.3	
		アカマダラカゲロウ	111	4.3	38.8	107.4	
	カワカゲロウ	キイロカワカゲロウ	5.4		2.3		
	ハエ	ガガンボ	<i>Antocha</i> sp.	44.6	27.7	43.4	14.4
		ユスリカ	モンズユリカ亜科の一種	27	5		12.4
トビケラ	シマトビケラ	ナカハラシマトビケラ		5.5	26.5	27.7	
		ウルマーシマトビケラ	58.5	6.3	15.2	101.2	
	ナガレトビケラ	ナガレトビケラ属の一種			6.6	19.8	
ウズムシ	ウズムシ	プラナリア	ナミウズムシ	16.8	15.5	10.8	4.8
ミミズ	ナガミミズ	ツリミミズ	ツリミミズ科の一種	4.3	4.7	2.5	7

1 調査回あたり平均個体数 (0.09m²×3)

表 4-10 (3) 分布特性別の季節別個体数 (上~下流)

綱名	目名	科名	種名	春	夏	秋	冬
昆虫	カゲロウ	コカゲロウ	サホコカゲロウ	235	100.5	11	2.7
			フタバコカゲロウ属の一種 ②		11.5		
	ハエ	ユスリカ	Chironominae sp. ①	144.2	16.3	93.8	387.4
			ユスリカ亜科の一種	9.3	8.5	9.8	36
			エリユスリカ亜科の一種	14.8	6	2.2	25
トビケラ	シマトビケラ	コガタシマトビケラ	63.3	379	11	41.6	
ミミズ	ナガミミズ	イトミミズ	イトミミズ科の一種	95	20.7	12.4	48.8
		ミズミミズ	ミズミミズ科の一種	69	8.7	22.8	51.6
ヒル	Arhynchobdellida	イシビル	シマイシビル	32.5	31.7		15.7
			イシビル科の一種	6.3	4.5		
甲殻	ワラジムシ	ミズムシ	ミズムシ (甲殻綱)	303.4	63.5	36.5	383

1 調査回あたり平均個体数 (0.09m²×3)

表 4-10 (4) 分布特性別の季節別個体数 (下流)

綱名	目名	科名	種名	春	夏	秋	冬
昆虫	ハエ	ユスリカ	<i>Einfeldia</i> sp.		14		
ミミズ	ナガミミズ	イトミミズ	エラミミズ		13.5		8.4
ヒル	ウオビル	グロシフォニ	グロシフォニ科の一種		7.3		3.3

1 調査回あたり平均個体数 (0.09m²×3)

表 4-11 分布特性別の種数

分布特性		春季	夏季	秋季	冬季	種数
上流		12	24	12	21	34
上流+流下	A	11	5	5	5	22
	B	6	13	13	10	
	C			1	1	
上~下流	B	2	3	4	2	11
	C	7	7	3	5	
	D	1	1	1	2	
下流			3		2	3
種数合計		39	56	39	48	70

表 4-12 分布型の違いによる個体数の比較

網	目	科	種名	分布型	
				A 平均	B, C 平均
昆虫	カゲロウ目	ヒラタカゲロウ	エルモンヒラタカゲロウ	137.6	237.4
			シロタニガワカゲロウ	43.2	334.9
			サツキヒメヒラタカゲロウ	10.3	260.7
			ヒメヒラタカゲロウ	18.3	167.7
		コカゲロウ	シロハラコカゲロウ	24.9	284.4
			コカゲロウ属 sp.①	18.3	82.7
			コカゲロウ属 sp.②	19.5	38.5
			コカゲロウ属 sp.⑤	9.5	9.5
			フタバコカゲロウ	21.8	125.9
			フタバコカゲロウ sp.①	1.5	114.5
		マダラカゲロウ	オオマダラカゲロウ	40.3	30.5
			オオクママダラカゲロウ	27.5	18.6
		カワカゲロウ	キイロカワカゲロウ	5.4	2.3
	トビケラ目	シマトビケラ	ナカハラシマトビケラ	27.1	5.5
ナガレトビケラ		ナガレトビケラ属 sp.	6.6	19.8	
ハエ目	ガガンボ	<i>Antocha</i> sp.	35.6	29.5	
ウズムシ	ウズムシ	DugesIIDae	ナミウズムシ	16.2	7.8

(b) 種の生活形と流下の関係

種の生活から、流下について考察すると、ヒラタカゲロウ類、コカゲロウ類は、礫面を歩行、遊泳する種であるため、その点からも流下しやすい種群であるものと考えられる。ついで、礫間を歩行するカワケラ類、マダラカゲロウ類があり、一方、シマトビケラ類は、礫間に小石により巣をつくるため流下しにくいものと考えられる。特に大型で強固な巣をつくるヒゲナガカワトビケラは、より流下しにくく、個体数が多いながら、分布特性が「上流」となっていることが示唆される。

5) 総括

本研究による現地調査では、中規模程度の出水があった際には、底生動物の種相や個体数に変化が認められた。しかしながら、高水堤防法尻まで冠水するような大規模な出水は起きておらず、本来の目的である「フラッシュ作用が底生動物に及ぼす影響とその効果」を探るためのデータは得られていない。ここでは、調査地においてフラッシュが起きた際、底生動物にどのような影響が及び、その結果もたらされる効果として、どのようなことが考えられるかについて、現地調査及び調査資料の解析の結果得られたデータを用い、推察を加えることとする。

河川においてフラッシュが起こると、底生動物の生息基盤となる底質が攪乱、洗掘され、そこに成立していた底生動物群集は全て破壊される。このためフラッシュ後は、底生動物の生息密度が低くなっており、フラッシュ前の種相が安定している時期よりも、外部から新たな種の進入、定着が容易であると考えられる。小倉(1895)は南浅川上流域において洪水後の水生昆虫群集の現存量の変動を調べ、水質がやや汚濁傾向にある水域では、洪水後は礫間の堆積物や先住種が一掃され、生息場所が増加することにより、洪水後一定期間を経た後は水生昆虫群集の現存量が洪水前よりも増加することを指摘している。このようにフラッシュ後は、生き残った種にとっては、分布拡大の好機であると考えられる。では、河川の上流域に生息する底生動物は、フラッシュ後に中～下流域へどのように進入してくるのだろうか。

現地調査による出現種のうち、調査資料の解析の結果、分布特性が「上流」、「上流+流下」に該当する種を表4-13に示した。これらの種は、上流を生息の本拠とし、流下してきた個体であると考えられる。

これらの種群では、調査資料解析で「上流」の分布特性とされた種が、6種を占めている。この結果から、分布特性が「上流+流下」とした種に加えて、これ以外にも上流から多くの種が流下し

表4-13 現地調査出現種のうち上流からの流下と考えられる種

網	目	科	種名	分布特性	出現時期(年/月)
昆虫網	カゲロウ目	フタオカゲロウ	チラカゲロウ	◎	1997/2
		ヒラタカゲロウ	エルモンヒラタカゲロウ	○	1995/9, 1997/2, 10
			シロタニガワカゲロウ	○	1995/9, 1996/2, 9
		コカゲロウ	フタバコカゲロウ	○	1997/10
		マダラカゲロウ	アカマダラカゲロウ	○	1995/9, 1997/2
		サナエトンボ	オナガサナエ	◎	1996/9, 1997/2, 10
	カワゲラ目	カワゲラ	オオヤマカワゲラ	◎	1997/2
	トビケラ目	ナガレトビケラ	ナガレトビケラ科 sp.	○	1997/10
		クダトビケラ	クダトビケラ属 sp.	◎	1996/6.9
	コウチュウ目	ヒラタドROMシ	ヒラタドROMシ属 sp.	◎	1997/10
			マルヒラタドROMシ属 sp.	◎	1997/10

注) 分布特性: ◎は「上流」、○は「上流+流下」

ていることが推察される。

現地調査結果や調査資料の解析では、流下の要因には種的生活型の差異や、季節的な個体数の変動が関与していることが示唆されたが、表4-13を見ると平水時の調査回である1997年10月、1995年9月等に表中の種群に多くの流下がみられていることから、上流からの流下には水量の増減は関与していないことが伺える。

また、河川の上流側へ行くほど、水量が少なくなるためフラッシュの影響は小さくなり、残存する底生動物は多いと考えられる。

以上から底生動物はフラッシュ後、基本的に上流から流下して進入し、個々の種の生息に適した環境（水質・流速・底質など）へ定着すると考えられる。しかしながら、底生動物の生息は環境条件（水質・流速・底質など）に左右されるため、フラッシュ後に環境の変化（水質の改善や河床構造の変化など）が見られなければ、結局はフラッシュ前の種相へ遷移していく。

調査地の下流ワンドのように、湧水量が豊富で本流部分よりも水質が良好な場所が存在し、さらにそこからの流れ出し部分の環境（礫の粒径や流速など）が、上流域の環境に近いものであれば、前述したような上流域に生息し、なおかつ流れやすい生活型を持つ種群が、スポット的に分布域を拡大する可能性があると考えられる。

本研究の期間中は、高水堤防法尻まで冠水するような大規模な出水（フラッシュ）は認められず、前述の推察を裏付けるデータが得られていない。従って、フラッシュ後の調査に関しては、今後の課題として残されるところである。

（逸見一郎、裏戸秀幸、佐々木孝太郎、福田 宏）

【文 献】

1. 小倉 紀雄：洪水による南浅川上流域の水生昆虫群集の破壊と現存量の遷移，（財）とうきゅう環境浄化財団研究助成77，1985
 2. *津田 松苗・御勢 久右衛門・森岡 昭雄：大和竜門地方の流水動物群集の研究，奈良県総合文化調査報告書，1953
 3. 津田 松苗：水生昆虫学，北隆館，1962
 4. 東京都環境保全局水質保全部水質監視課：平成2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，1992
 5. 東京都環境保全局水質保全部水質監視課：平成3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，1993
 6. 東京都環境保全局水質保全部水質監視課：平成4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，1994
 7. 東京都環境保全局水質保全部水質監視課：平成5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，1995
 8. 東京都環境保全局水質保全部水質監視課：平成6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，1996
 9. 水野 信彦・御勢 久右衛門：河川の生態学，築地書館，1993
- （*印を付したものは直接参照できなかった）

5. 植 生

1) 目 的

近年、動植物の生息・生育環境の確保を目的として、多くの河川でワンドづくりが行われている。多摩川調布ワンドは、1993年3月にこうした目的で人工的に造成されたワンドである。本章では、造成後数年を経たワンドの水辺植生の調査結果を報告する。水辺の植生を把握することは、①ワンドの植生遷移の方向やスピードを明らかにする ②造成されたワンドが植生の生育基盤としてどのように機能しているか(地形・土壌・水環境と植生の関係)を明らかにする ③成立している植生の動物の生息環境としての役割を明らかにするための基礎資料となる、という3つの意義が認められる。

2) 方 法

調査区域を図5-1に示した。調査区域は下流ワンドとした。

(1) 植物相ワンドの水際1m以内及び水中に生育している植物の種をリストアップした。植物相の調査は1996年7月25日と1997年8月14日に行った。

(2) 植生

調査目的に照らして、調査範囲は水際線から1m以内の陸上部及び水中とした。

(a) 植生図化

ワンドを踏査しながら主要な群落について群落調査を行うとともに、優占種により植分の広がりを図化した。図化の凡例は、単独の種が優占している場合にはその種を凡例名とし、複数の種が同程度の優占度を持つ場合には、それらの種の組み合わせを凡例名とした。植生図のベースマップには1996年4月20日に軽気球で撮影した空中写真を縮尺1/250に調整したものを用いた。植生図化のための現地調査は1996年7月25日に行った。

(b) ライントランセクト調査

8本のラインを設定してワンドと水路の横断方向にライントランセクト調査を行った。トランセクト上で50cmごとに水深、底質の厚さをcm単位で記録した。底質の厚さは測量棒を水底に立て、調査者の力で垂直方向に挿入して、棒を入れることのできなくなる深さから水深を差し引いた値とした。また、ラインの片側50cmの幅で植物種名と被度を記録した。すなわちトランセクト上に、細長く50cm四方の方形区を設けて植生調査を行った。ライントランセクト調査は1997年8月14日に行った。

3) 結 果

(1) 植物

表5-1に示した43種が確認された。生育型別の内訳は、木本3種、多年草27種、1～越年草が13種で、種数では多年草が大半を占めていた。また、在来種は31種、帰化種は12種で、帰化植物の種数割合は約28%であった。

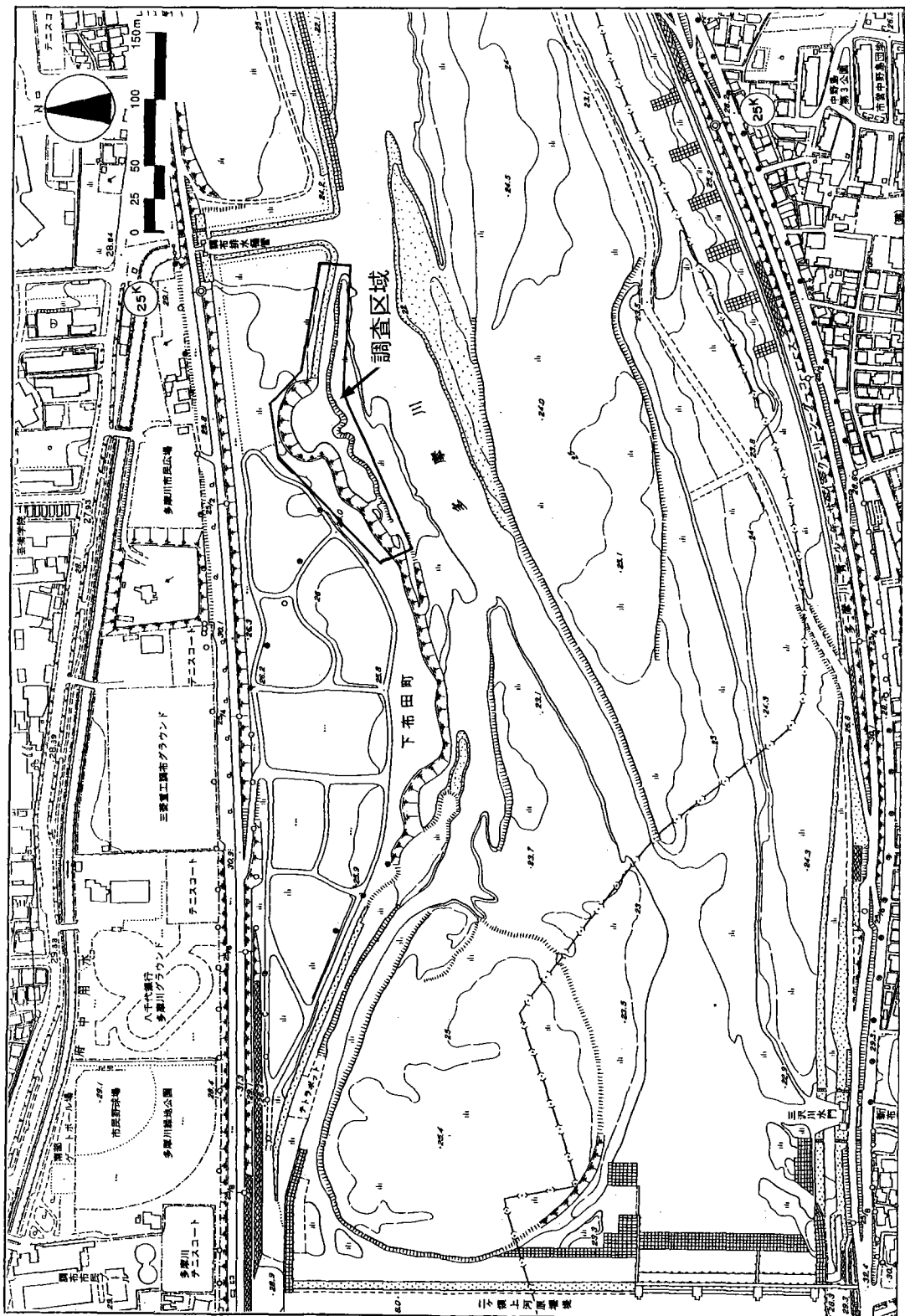


図 5-1 調査区域図

表5-1 多摩川調布ワンドの水辺植物

種名	学名	科名	生活型	在来/帰化	確認年
オオブタクサ	<i>Ambrosia trifida</i>	キク	1年草	帰化 北米	96/97
セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i>	キク	多年草	帰化 北米	96/97
ヨモギ	<i>Atemisia altissima</i>	キク	多年草	在来	96/97
ヒメムカシヨモビ	<i>Erigeron canadensis</i>	キク	1~越年草	帰化 北米	97
ヘラオオバコ	<i>Plantago lanceolata</i>	オオバコ	多年草	欧州	97
クコ	<i>Lycium chinense</i>	ナス	落葉低木	在来	97
ヒルガオ	<i>Calystegia japonica</i>	ヒルガオ	つる性多年草	在来	97
オオフサモ	<i>Myriophyllum brasiliense</i>	アリノトウグサ	多年草	帰化 南米	96/97
スズメノエンドウ	<i>Vicia hirsuta</i>	マメ	多年草	在来	97
ヘビイチゴ	<i>Duchesnea chrysantha</i>	バラ	多年草	在来	97
イヌガラシ	<i>Rorippa indica</i>	アブラナ	多年草	在来	97
グンバイナズナ	<i>Thisapi arvense</i>	アブラナ	多年草	在来	97
タネツケバナ	<i>Cardamine flexuosa</i>	アブラナ	越年草	在来	97
カタバミ	<i>Oxaris corniculata</i>	カタバミ	多年草	在来	97
ヤナギタデ	<i>Polygonum hydropiper</i>	タデ	1年草	在来	96/97
ミゾソバ	<i>Polygonum thunbergii</i>	タデ	1年草	在来	96/97
オオイヌタデ	<i>Polygonum lapathifolium</i>	タデ	1年草	在来	97
ナガバギシギシ	<i>Rumex crispus</i>	タデ	多年草	帰化 ユーラシア	96/97
ギシギシ	<i>Rumex japonicus</i>	タデ	多年草	在来	97
スイバ	<i>Rumex acetosa</i>	タデ	多年草	在来	97
ヤブガラシ	<i>Cayratia japonica</i>	ブドウ	つる生多年草	在来	96/97
ウシハコベ	<i>Stellaria aquatica</i>	ナデシコ	越年~多年草	在来	97
ホソアオゲイトウ	<i>Amaranthus patulus</i>	ヒユ	1年草	帰化 南米	97
カラハナソウ	<i>Humulus lupulus</i>	クワ	つる性多年草	在来	97
アオツツラフジ	<i>Cocculus trilobus</i>	ツツラフジ	つる性木本	在来	97
タチヤナギ	<i>Salix subfragilis</i>	ヤナギ	落葉高木	在来	96/97
キシヨウブ	<i>Iris pseudacorus</i>	アヤメ	多年草	帰化 欧州	96/97
クサイ	<i>Juncus tenuis</i>	イグサ	多年草	在来	96/97
ウキクサ	<i>Spirodera polyrhiza</i>	ウキクサ	1年草	在来	97
アオウキクサ	<i>Lemna paucicostata</i>	ウキクサ	1年草	在来	97
メリケンガヤツジ	<i>Cyperus eragrostis</i>	カヤツリグサ	多年草	帰化 南米	96/97
コゴメガヤツリ	<i>Cyperus iria</i>	カヤツリグサ	1年草	在来	97
シマズメノヒエ	<i>Paspalum dilatatum</i>	イネ	多年草	帰化 北米	96/97
キシウズメノヒエ	<i>Paspalum distichum</i>	イネ	多年草	在来	96/97
オギ	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	イネ	多年草	在来	96/97
ヨシ	<i>Phragmites communis</i>	イネ	多年草	在来	96/97
ツルヨシ	<i>Phragmites japonica</i>	イネ	多年草	在来	96/97
クサヨシ	<i>Phalaris arundinacea</i>	イネ	多年草	在来	96/97
オヒシバ	<i>Eleusine indica</i>	イネ	1年草	在来	97
メヒシバ	<i>Digitaria ciliaris</i>	イネ	1年草	在来	97
カラスムギ	<i>Avena fatua</i>	イネ	1~越年草	帰化 欧州・西亜	97
コカナグモ	<i>Eloдея nuttallii</i>	トチカガミ	多年草	帰化 北米	96/97
エビモ	<i>Potamogeton crispus</i>	ヒルムシロ	多年草	在来	96/97
43種				在来31/帰化12	

- 1996年7月25日調査と1997年8月14日調査の2回確認したものは96/97と、1997年の調査でのみ確認したものは97と表記した。
- 調査範囲は水中と水際から水平距離で1m以内の陸上
- 上記のうち、多年草は27種、1~越年草は13種、木本は3種であった。
- 本表に記した他、カブ、トマトが見つかった。栽培地からの逸出と思われる。この両種を加えると確認種は45種となる。

(2) 植生

(a) 植生図

優占種とその組み合わせによる現存植生図を図5-2に示した。植生の分布は以下のようであった。

水際部では、クサヨシ、オギ、ヨシといったイネ科の多年生大型抽水植物やヤナギタデ、ミゾソバといったタデ科の1年生草本が群落を形成していた。これらの種は純群落をつくる場合と、イネ科植物とタデ科植物が各々上層と下層を成す群落をつくる場合とがあった。またオオブタクサ、メリケンガヤツリのような帰化植物がヨシ、クサヨシに混じって生える群落も認められた。水際部の群落の被度はそのほとんどが100%近くであった。

水際部のうち、ワンドが広がった部分（以下「広拡部」と呼ぶ）では数カ所で裸地化していた。これは釣り人による踏圧が原因と考えられる。タチヤナギは広拡部を除く水際のところどころに単木的に生育していた。

水中には、オオフサモ群落、コカナダモ群落及びこれら2種の混生群落が認められた。群落被度は70%と高いものから5%程度の低いものまで幅があった。エビモは広拡部の上端付近でオオフサモ、コカナダモと混じって生育していたが、単独の群落は認められなかった。オオフサモはときに陸生形になって、水際部でも生育していた。水深の浅い、水際線ぎりぎりの場所ではキシウズメノヒエがヤナギタデと混生して群落を形成していた。

(b) 植生断面図

ライントランセクト調査に基づく植生断面図を図5-3に示した。各々のラインの概要はつぎのようであった。

多摩川 調布ワンド現存植生図(1996)

Actual Vegetation Map of Choufu Wando, Tamagawa River, Tokyo 1996

凡例 logende	群落名	community name
	タチヤナギ樹群	<i>Salix subfragilis</i> comm.
	オギ群落	<i>Miscanthus sacchariflorus</i> comm.
	オギ-オオブタクサ群落	<i>Phragmites-A. trifida</i> comm.
	ヨシ群落	<i>Phragmites communis</i> comm.
	ヨシ-オオブタクサ群落	<i>P. communis-A. trifida</i> comm.
	オオブタクサ群落	<i>Ambrosia trifida</i> comm.
	クサヨシ群落	<i>Phalaris arundinacea</i> comm.
	クサヨシ-メリケンガヤツリ群落	<i>P. arundinacea-C. aragrostis</i> comm.
	クサヨシ-オオブサモ-メリケンガヤツリ-ヤナギタデ群落	<i>P. arundinacea-M. aquaticum-C. aragrostis-P. hydropter</i> comm.
	ヤナギタデ群落	<i>Polygonum hydropter</i> comm.
	ヤナギタデ-オギ群落	<i>P. hydropter-M. sacchariflorus</i> comm.
	ヤナギタデ-クサヨシ群落	<i>P. hydropter-P. arundinacea</i> comm.
	ヤナギタデ-オオブタクサ群落	<i>P. hydropter-A. trifida</i> comm.
	ヤナギタデ-ミソソバ群落	<i>P. hydropter-Polygonum thunbergii</i> comm.
	ヤナギタデ-メリケンガヤツリ群落	<i>P. hydropter-Polygonum thunbergii-Cyperus aragrostis</i> comm.
	ヤナギタデ-キシウスズメノヒエ群落	<i>P. hydropter-Pasalum distichum</i> comm.
	ミソソバ群落	<i>Polygonum thunbergii</i> comm.
	キシウスズメノヒエ群落	<i>Pasalum distichum</i> comm.
	オオブサモ群落	<i>Myriophyllum aquaticum</i> comm.
	コカナダモ群落	<i>Eldoa nuttallii</i> comm.
	オオブサモ-コカナダモ群落	<i>M. aquaticum-E. nuttallii</i> comm.
	オオブサモ-コカナダモ-エビモ群落	<i>M. aquaticum-E. nuttallii-P. arispus</i> comm.
	裸地	no vegetation

調査日 1996/7/25
 survey date July 25th, 1996
 調査者 亀山 亮、倉本 寛、日置 俊之、小野 三津子
 surveyer Akira KAMEYAMA, Noboru KURAMOTO, Yoahiyuki HIOKI, Mitsuko ONO

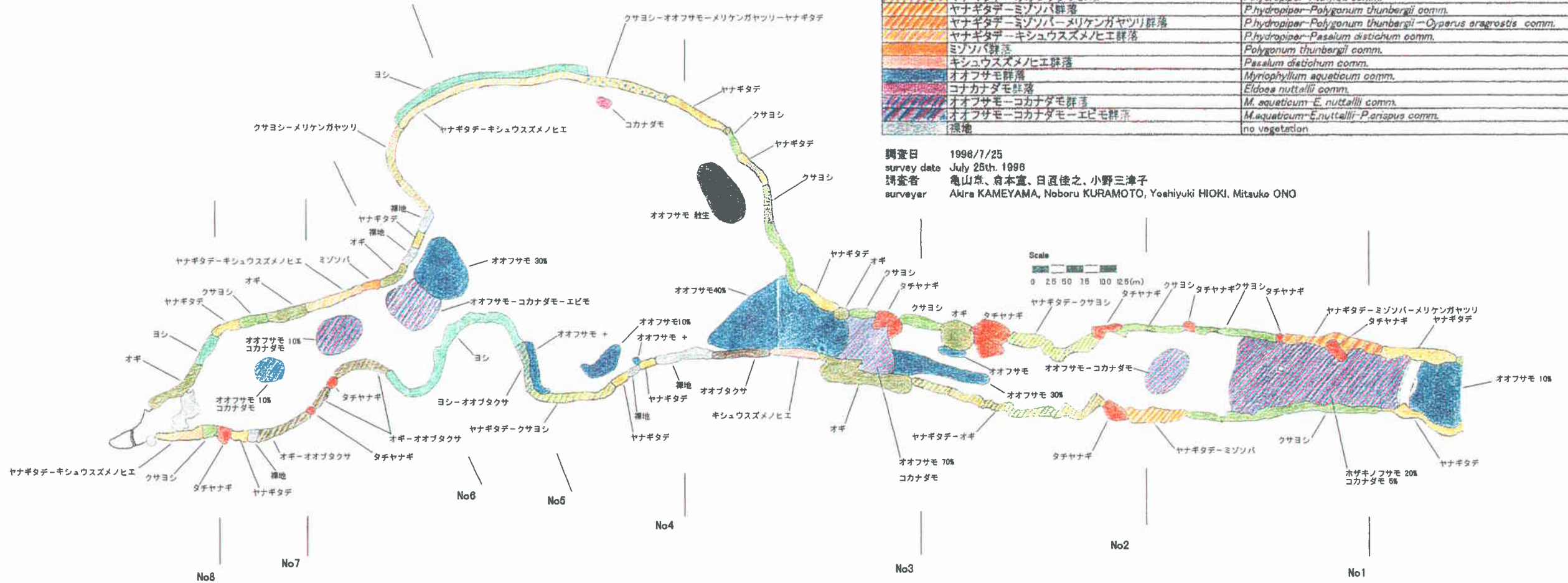


図5-2 現存植生図

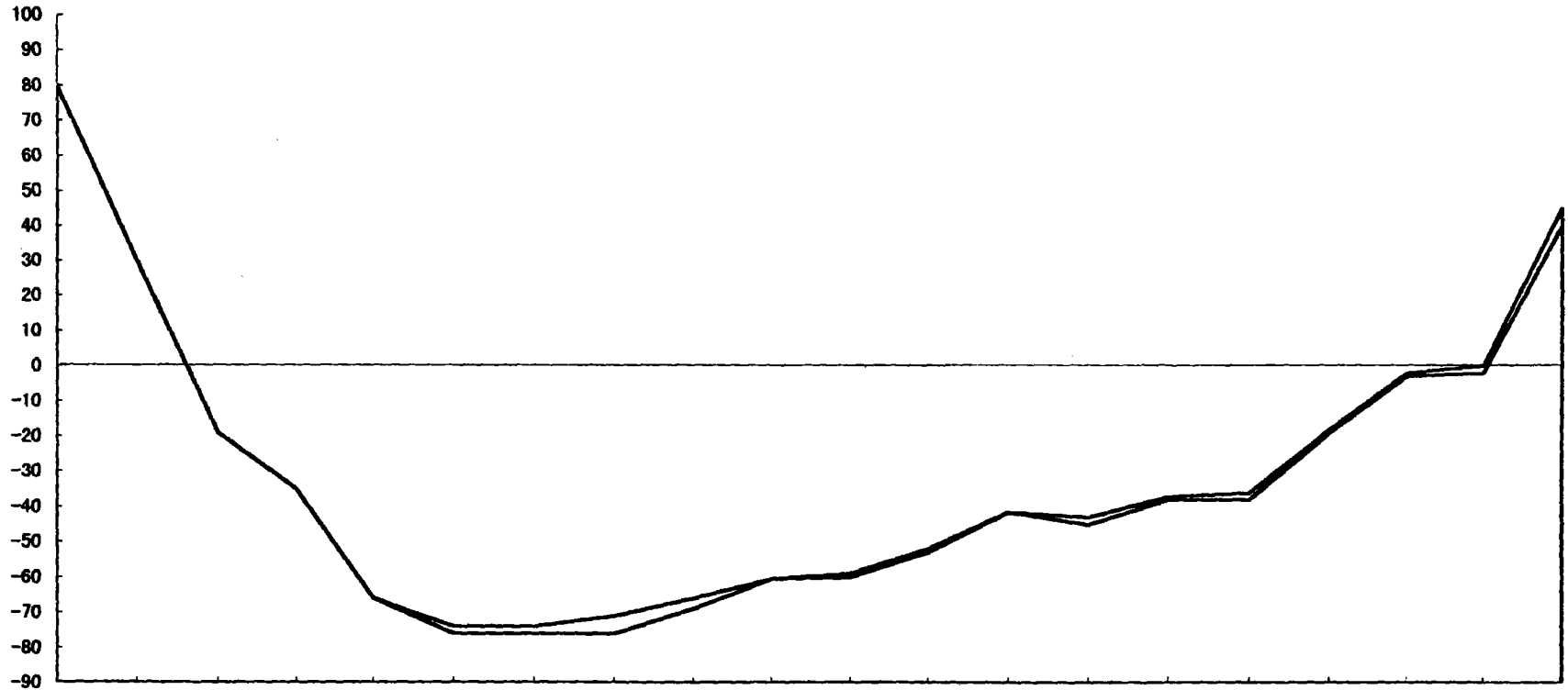
①ラインNo.1

ワンド下部、本流と合流点に近い直線部にあたる。水域幅員は9.5m、最大水深は75cmであった。底質は流心付近と水際部では砂、それ以外の部分では礫または砂であった。泥厚は全般に極めて薄かった。

左岸陸上部では上層にオオブタクサが、下層にキシウスズメノヒエが優占する群落がある。

り、それにセイタカアワダチソウ、ミゾソバが混じっていた。左岸の近くの水中ではミゾソバが優占していた。水流中の底質が砂または砂利のところではオオフサモまたはコカナダモが優占する群落があった。この両種が混生する場所では両方とも被度が低かった。右岸の近くの水中では、ミゾソバが優占し、これにヤナギタデが混じっていた。右岸陸上部ではキシウスズメノヒエ、カラスムギ、ヘラオオバコが混生していたが全体に被度は低かった。

ライン No.1



	砂	砂	石	石	石	砂	砂	砂利	砂利	石	砂利	砂利	石	砂利	砂利	砂利	砂	砂・泥	砂	
	-	-	-	-	-	2cm	2cm	5cm	3cm	-	1cm	1cm	-	2cm	1cm	2cm	1cm	1cm	2cm	5cm
オオフサモ	-	-	-	-	-	60%	30%	-	-	-	-	5%	5%	上10%	上100%	上90%	上75%	上5%	-	-
コカナダモ	-	-	-	-	-	65cm	70cm	-	-	-	-	32cm	16cm	15%	12%	15%	17%	16%	-	-
キシウスズメノヒエ	50%	40%	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%	-	5%	5%
	15%	35%	25%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38%	-	22%	32%
ミゾソバ	5%	5%	30%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15%	80%	30%	-
	15%	15%	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38%	46%	47%	-
カラスムギ	-	15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%
	-	35%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77%
オオブタクサ	40%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	55%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
セイタカアワダチソウ	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヤナギタデ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%	5%
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68%	63%	-
ヘラオオバコ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22%

図5-3 植生断面図

②ラインNo.2

直線部の中間付近にあたる。水域幅員は7.7m、最大水深は75cmであった。底質は砂利または礫で、一部にはコンクリートブロックもあった。泥厚は全般に極めて薄かった。

左岸陸上部はキシウズメノヒエが優占し、オオイヌタデ、ススキなどが混じる群落に被っていた。

左岸の水際線ではオオイヌタデが優占していた。左岸の近くの水中ではキシウズメノヒエが優占していた。水流中の底質が砂または砂利のところではコカナダモが群落をつくり、それにわずかにオオフサモが混じていた。右岸の近くの水中では、コゴメガヤツリが散生していた。右岸陸上部ではオオブタクサが高い被度で優占し、これにオオイヌタデ、ギンギシが混じていた。

ライン No.2



	砂・泥	砂・泥	石	石	砂利	石	砂利	石	ブロック	砂利	砂利	砂利	砂利	砂利	砂利	泥	砂
	2cm	3cm	-	-	2cm	-	2cm	-	-	4cm	1cm	1cm	1cm	3cm	1cm	5cm	57cm
オオフサモ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	上5%	上10%	-	-	-	上5%	-
コカナダモ	-	-	-	-	5%	60%	50%	30%	-	5%	10%	上50%	上20%	上5%	-	-	-
オオイヌタデ	15%	70%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15%	5%
キシウズメノヒエ	98%	110%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61%	70%
イヌカラシ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
コゴメガヤツリ	-	6%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%	5%	-	-
ギンギシ	-	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%
スイバ	-	23%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16%
ススキ	10%	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
オオブタクサ	-	75%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アオケイトウ?	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イヌヒエ?	34%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

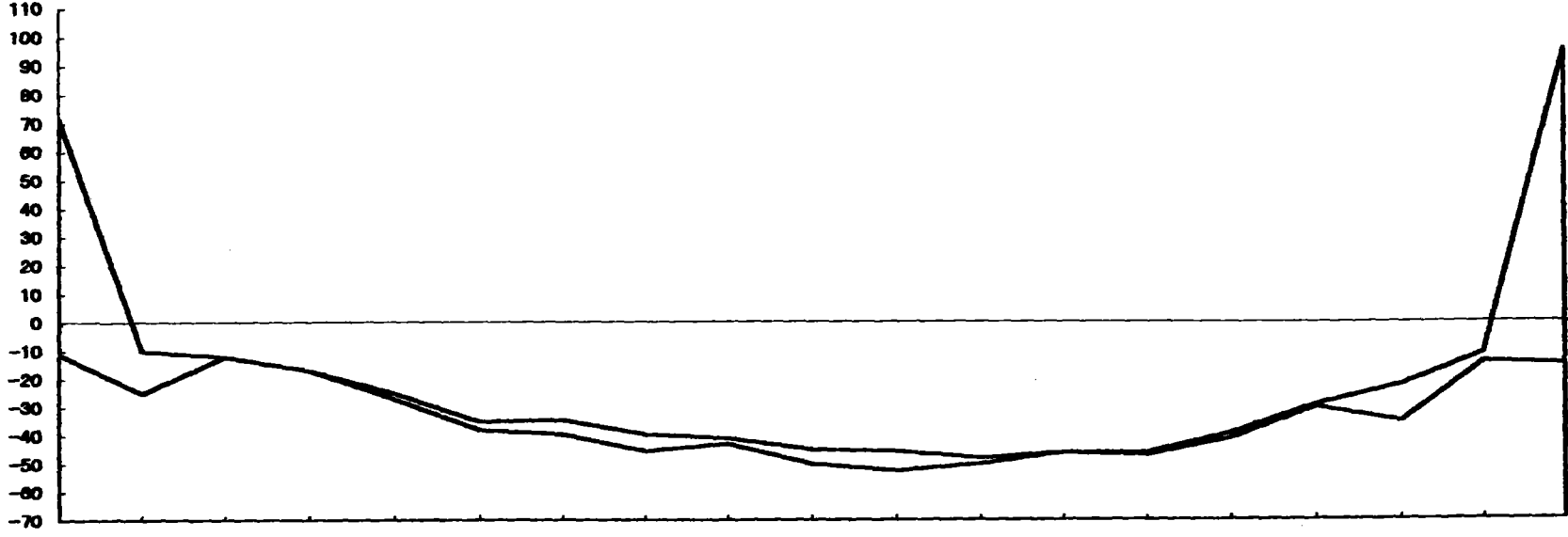
図5-3 植生断面図

③ラインNo.3

直線部だが、広拡部との接点近くにあたる。水域幅員は7.5m、最大水深は約50cmであった。底質は砂利または礫で、水際近くは泥であった。泥厚は全般に薄かったが水際付近では10cm内外の泥の堆積が見られた。

左岸陸上部にはオギが生え、クコが混じっていた。水流中では概ねオオフサモが優占していたが、水深がもっとも深いところではコカナダモが優占していた。右岸付近の水中にはキシウスズメノヒエも見られた。右岸陸上部ではススキ、ギシギシなどが散生していた。

ライン No.3



	泥・砂	泥	石	石	砂利	砂利	砂利	砂利	砂利	砂利	砂利	砂利	石	砂利	砂利	泥	泥	泥	砂・泥
	83cm	5cm	-	-	2cm	3cm	5cm	6cm	2cm	5cm	7cm	2cm	-	1cm	2cm	1cm	13cm	3cm	110cm
オオフサモ	-	20%	90%	95%	60%	5%	5%	20%	20%	上5%	80%	-	-	20%	10%	5%	-	-	-
コカナダモ	-	24cm	25cm	15cm	13cm	5cm	18cm	19cm	20cm	22.5%	10.5cm	-	-	15cm	6cm	5.5cm	-	-	-
キシウスズメノヒエ	-	-	-	-	-	33cm	15cm	6cm	10cm	4%	11cm	15.5cm	20.5cm	20cm	-	-	-	-	-
オギ	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15%	5%	5%	-
ススキ	114%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19%	21%	47%	-
ヨモギ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40%	30%	5%	15%
クコ	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82%	118%	94%	26%
クサヨシ	74%	-	-	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%
タネツケバナ	-	-	-	19%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%
ギシギシ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19%
カブ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヨグンハイナスナ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
タネツケバナ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イネ科 sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヒルガオ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
スイバ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

図 5 - 3 植生断面図

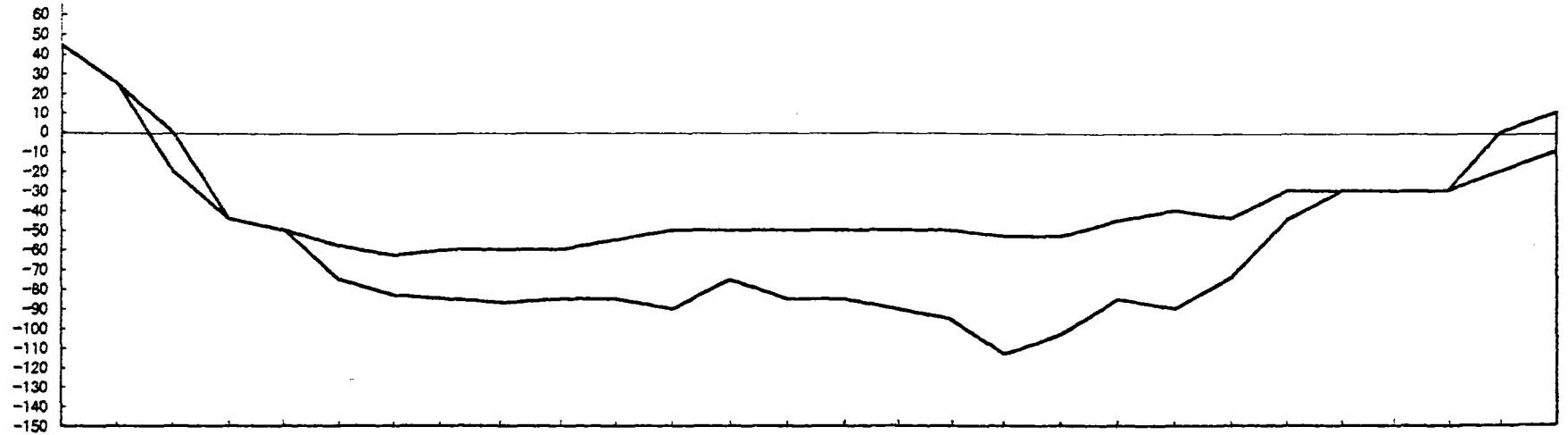
⑥ラインNo. 6

ワンド上部の狭隘な部分と広拡部の境界付近にあたる。水域幅員は13m、最大水深は60cmであった。底質は水際付近が左右両岸とも礫で、その他の大部分は、砂、砂・泥、泥であった。泥厚は水際を除いて全体に厚く、もっとも厚い箇所では60cmであった。

左岸陸上部では、オギ、ホソバアオゲイトウ、オヒシバなどが散生していた。左岸の水際線付近は急に水深が深くなっていたが、ここではクサヨシが優占していた。左岸からの距離

1 m～5 m付近では水深が50cm前後で推移していたが、ここではオオフサモとエビモがほぼ同じ程度の被度で生えていた。右岸からの距離が3 m以内の場所ではオオフサモが高い被度で群落を形成していた。右岸側陸上部でもっとも水際に近いところではオオフサモ（陸生型）が優占し、これにクサヨシが混じっていた。より陸側に入った場所ではヨシが密生していた。

ライン No.6



	砂・泥	砂・泥	泥	石	石	砂	砂	砂・泥	砂・泥	砂・泥	砂・泥	砂・泥	砂	砂	砂	砂	砂・泥	泥	泥	泥	泥	砂・泥	砂・泥	石	石	石	泥	砂・泥
	-	-	20cm	-	-	17cm	20cm	25cm	27cm	25cm	30cm	40cm	25cm	35cm	35cm	40cm	45cm	60cm	50cm	40cm	50cm	30cm	15cm	-	-	-	20cm	20cm
オオフサモ	+	-	-	-	5%	15%	15%	15%	-	15%	-	10%	+	-	-	-	20%	-	-	-	30%	90%	100%	100%	95%	100%	40%	-
	5%	-	-	-	55cm	60cm	60cm	60cm	-	60cm	-	35cm	20cm	-	-	-	50cm	-	-	-	5%	10%	20%	25%	30%	25%	20%	-
エビモ	-	-	-	-	10%	15%	10%	15%	15%	15%	20%	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	55cm	60cm	55cm	40cm	30cm	45cm	45cm	40cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ウキクサ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15%	-	r	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	-	0%	-	
クサヨシ	-	-	60%	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	10%	30%
	-	-	55%	35%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25%	-	35%	40%
オギ	10%	10%	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%	-
	100%	50%	50%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30%	-
ヤナキタテ	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	-	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20%	-
ヨシ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	100%
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60%	220%
ホソバアオゲイトウ	5%	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50%	45%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
オシバ	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヒシバ	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アオツグラフジ	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アブラナ科 sp.	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カタハミ	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

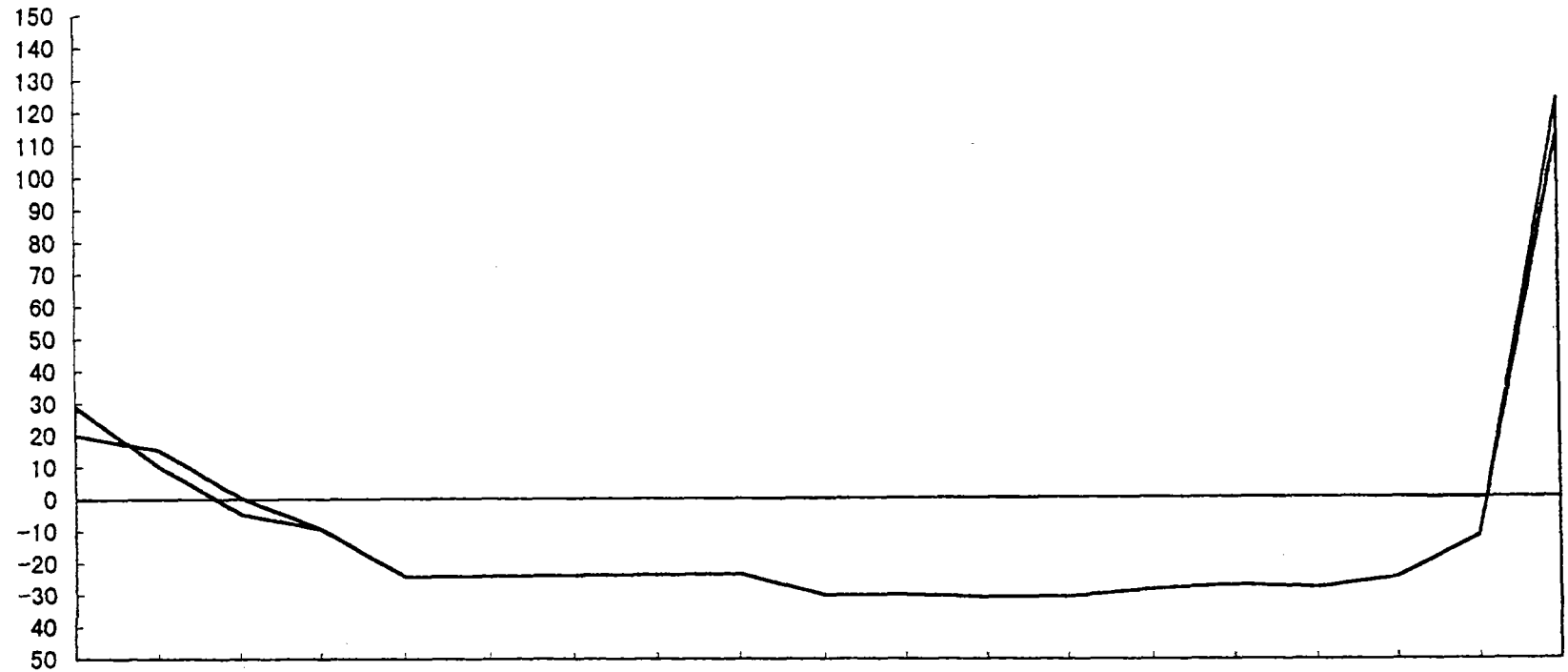
図 5 - 3 植生断面図

⑥ラインNo.7

上部の狭隘部の間付近である。水域幅員は7.5m、水深は最大でも30cmと浅かった。底質は左岸水際部が砂・泥、泥であったのを除いてはすべて礫であった。

左岸では陸上部から水中部まで全体にキシウスズメノヒエの被度が高く、これにヤナギタデが混じっていた。左岸から2.5m以上離れた地点から右岸近くまでは無植生であった。右岸から50cmの地点から陸上部にかけてはオギが高密度で生えていた。

ライン No.7



	砂・泥	砂・泥	泥	石	石	石	石	石	石	石	石	石	石	石	石	石	石	砂		
	0cm	5cm	5cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10cm		
キシウスズメノヒエ	70%	70%	70%	60%	50%	50%	50%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
ヤナギタデ	+	10%	30%	20%	30%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
オギ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70%	60%	100%	
セイカアワダチソウ	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90%	120%	130%
スズメバ	30%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
オオバコ	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20%	-	

図 5 - 3 植生断面図

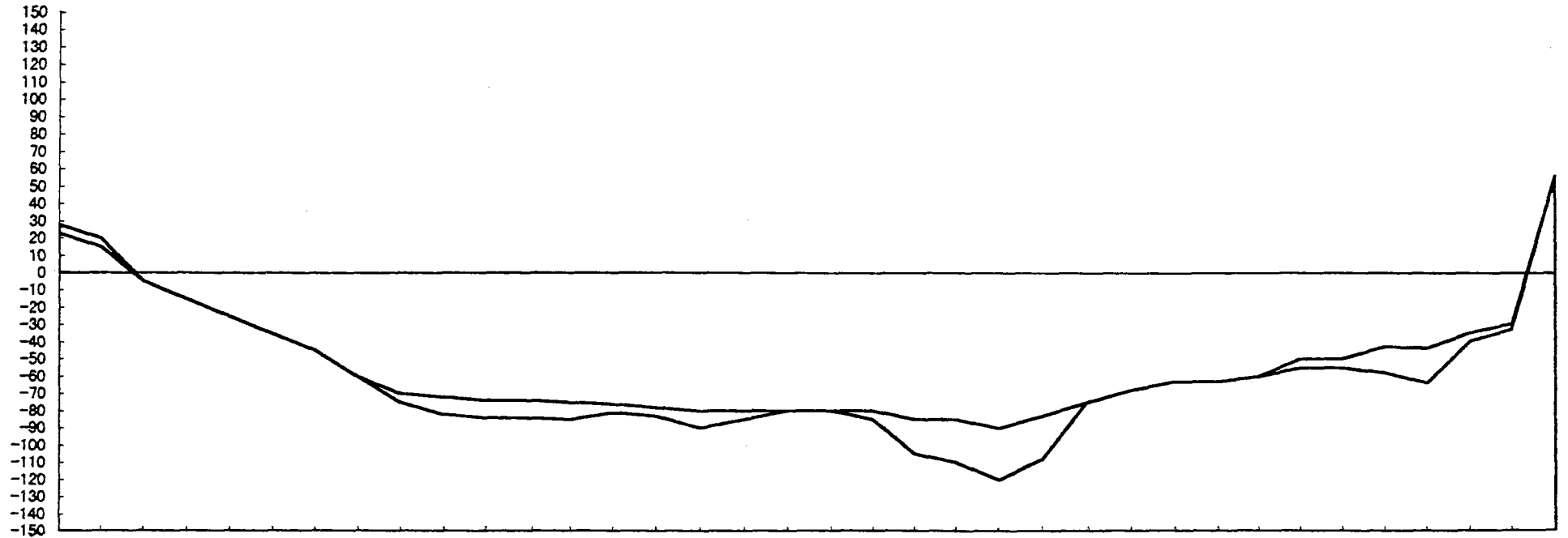
⑥ラインNo.8

上部の狭隘部の上端付近で、幅が広がった地点にあたる。水域幅員は17m、水深は最大で80cmであった。底質は左右両岸の水際部に砂・泥、泥があったのを除いては砂・礫または礫であった。泥厚は全体に薄かった。

左岸では陸上部から水中部までヤナギタデの被度が高く、陸上部ではこれにオギとキシ

ウスズメノヒエが、また水中ではキシウスズメノヒエのみが混じていた。中央部ではオオフサモがところどころに生えていたが、最大水深地点付近では50%と高い被度であった。左岸水際にはタチヤナギが生え、陸上部ではオギとセイタカアワダチソウが同じ割合で生えていた。

ライン No.8



	5cm	5cm	-	-	-	-	-	-	5cm	10cm	10cm	10cm	10cm	5cm	5cm	10cm	5cm	-	-	5cm	20cm	25cm	30cm	25cm	-	-	-	-	5cm	5cm	15cm	20cm	5cm	3cm	-
オギ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20%	-	-	5%	20%	15%	-	-	-	55%	30%	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
オオフサモ	30%	100%	30%	15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80cm	-	-	70cm	75cm	75cm	-	-	-	50cm	60cm	70cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
タチヤナギ	30%	90%	80%	50%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
キシウスズメノヒエ	40%	-	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
オギ	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30%	
セイタカアワダチソウ	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200%	
ヤナギタデ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30%	
タチヤナギ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250%	
オギ	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
オオフサモ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15%	
タチヤナギ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15%	
オギ	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
オオフサモ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70%	
タチヤナギ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80%	
オギ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250%	
オオフサモ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250%	
タチヤナギ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250%	

図5-3 植生断面図

4) 分析と考察

(1) 水草

水中に生える植物には、生育に適した水深と底質がある。調査地における水草の好適生育環境を求めるために、ライン調査データを用いて、種ごとに実際に生育していた水深と底質の組み合わせを求め、グラフを作成した(図5-4 a. b. c.)。

オオフサモは、水深40cmから160cmまで幅広い範囲に出現した。陸側にも生育していたのは陸生型をつくるためである。水深に対する適応性は広いが、とくに10cmから50cmの範囲では被度が80%を越える調査区が多く、この水深がオオフサモにとって好適な水深ではないかと考えられる。泥厚と出現頻度や被度の間には一定の傾向は認められず、泥のあるなしにかかわらず生育が可能と考えられる。

エビモは、出現した調査区自体が6コドラートと少なく、被度も最大で20%しかなかった。出現した水深は50cmから65cmの範囲に集中しており、水深の選択幅は狭いものと考えられる。泥厚は、20cm以上の厚いところに4回出現しており、泥の厚い場所に生育する傾向が認められる。本種の生育可能範囲ではオオフサモの生育が旺盛であるため、競合している可能性が強い。

コカナダモは、水深20cmから75cmの範囲に出現した。もっとも高かった被度は70%であるが、10%以下のコドラートが多く、一面に被うよりも散生する場合が多い。泥厚は5cm以下の場所が圧倒的に多く、最大でも5~9cmである。調布下流ワンドにおいてはコカナダモが泥の厚いところには生えないという傾向がはっきりしている。このため本種は下流側の直線部と上流側の狭隘部に多く見られ、広拡部ではほとんど見られない。コカナダモの生育環境に関して今回得られた結果は、他の場所における既存の知見とは必ずしも一致しない。琵琶湖ではコカナダモが水深2m以上で、泥の厚く堆積した場所に優占することが報告されている(浜端1996)。しかし、その一方、角野(1994)の日本水草図鑑には京都の鴨川の浅水域と思われる場所でコカナダモが川一面に広がった写真が掲載されており、広く見ると本種の生育好適域は必ずしも一定ではないことを示している。

上記のうち、大きな勢力を持っていたのはオオフサモとコカナダモの2種で、いずれも帰化植物である。在来種であるエビモはごく限られた範囲に生育していたに過ぎない。また、今回の調査では浮葉植物と中・小型の抽水植物はまったく出現しなかった。

造成後4年たった時点における調布ワンドは、水草の種、生育型のバランスのいずれから見ても多様性が高いとは言いがたい状況にある。その原因としては ①やわらかい泥が堆積したことによって種子の定着や発芽が阻害されている、②コイなどの大型魚による被食が多い、③特定の種、とくにオオフサモによって他の種の生育が阻害されている、といったことが考えられる。このうち、泥の堆積とオオフサモについては今回の調査でかなりその阻害状況が認められたが、魚類などによる食害については憶測の域を出ておらず、今後さらに調査をして明らかにする必要がある。

多摩川のような大河川にワンドを造成した場合、泥の堆積や帰化植物の繁茂によって必ずしも水草の多様性が高くなるとは限らないことが、今回の調査から示唆できた。泥の堆積厚が増水時のフラッシュによってどの程度減り、その結果として水域の植生がどのように変化するかについては、今後、調査を続けて確認する必要がある。しかし、調布下流ワンドのようになり

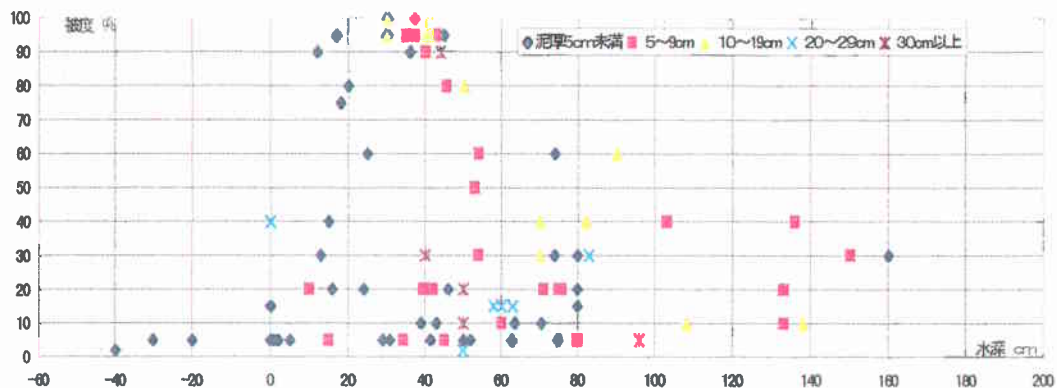
ばち型で水深が深い構造では、増水時にも底泥がフラッシュされにくいと考えられる。堆積泥や有機物のフラッシュを考えるならば、ワンドの断面構造はすりばち型よりも皿形の方がよいと考えられる。

浜端（前出）は、オオフサモのように大発生する沈水植物は、底質から栄養塩類を吸収して大群落をつくることから、スカベンジャー（清掃屋）として位置づけるべきだとしている。沈水植物がワンドからの過剰な栄養塩類の除去に役立つとすれば積極的な藻刈りを行うことが適当と考えられる。これと合わせて、釣人が行っている餌まきを規制するなどの処置をとることが、下流ワンドの富栄養化対策として必要と考えられる。

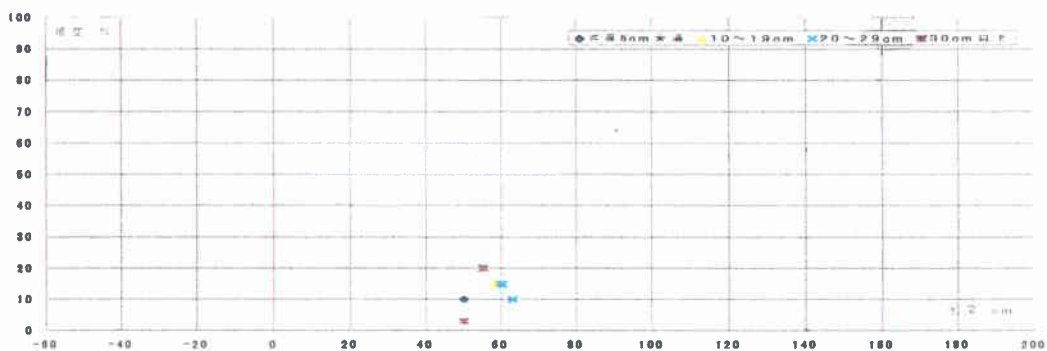
(2) 陸上植生

群落を構成する種の数少なく、ヨシ、オギ、クサヨシなどのイネ科大型多年草とヤナギタデ、ミゾソバなどのタデ科1年草、それにオオブタクサ、メリケンガヤツリなどの帰化植物といった限られた種が水際陸上部の植生を構成していた。ワンドの水際部は、4年前の造成時に切土によって土が露出した。造成時には、付近に生えていたタチヤナギやオギを仮置きしてのり面に移植したとされている。現在、成立している群落は、このときに移植された植物と、仮置きされた植物とともに戻された表土に入っていた種子や根系、それにその後、水散布、風散布、鳥散布などによってもたらされた種子に由来するものと考えられる。また、流水によって植物体の一部が漂着し、それが定着した植物もある可能性がある。多摩川では、中・下流域の河川敷で帰化植物群落が大繁茂しているため、帰化植物の種供給ポテンシャルが高いものと考えられる。こうしたバックグラウンド環境のもとでは、切土のような人為であれ、フラッシュのような自然であれ、裸地ができたあとには帰化植物群落が形成される可能性が極めて高いと考えられる。

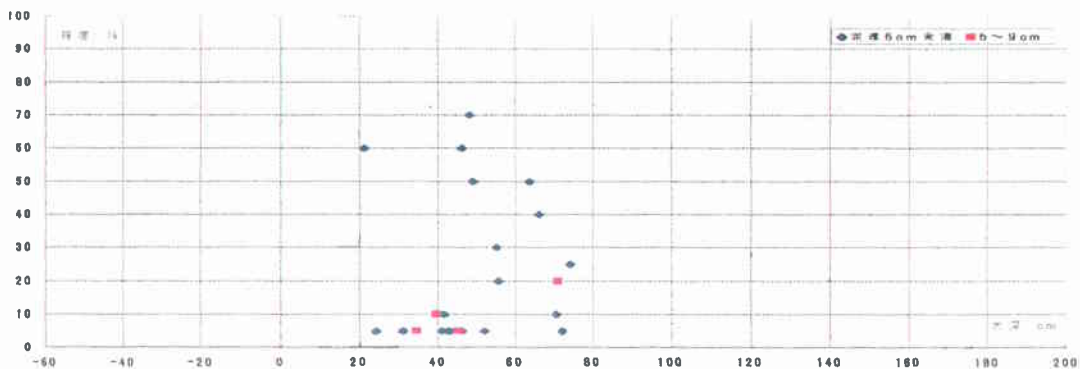
一般に、多摩川のような富栄養化した河川では、好窒素性の植物の生育が有利となることが指摘されている（奥田1996）。調布下流ワンドの水際植生にも好窒素性の群落であるナガバギシギシギシ群集の標徴種であるナガバギシギシ、ギシギシ、ウシハコベなどが出現しており、そうした傾向が表れている。



a. オオフサモの被度と水深・泥厚



b. エビモの被度と水深・泥厚



c. コカナダモの被度と水深・泥厚

図5-4 水草の生育環境

5) 謝 辞

水谷義昭氏（アジア航測）、伊藤隆氏（岐阜県）、岡林志保子氏（東洋工学校）、羽田雄一郎氏（明治大学）には現地調査やデータの取りまとめについてお手伝いをいただいた。記して感謝したい。

（日置佳之、亀山章、倉本宣、小野三津子）

【参考文献】

1. 浜端悦治（1996）沈水植物の特性，奥田重俊・佐々木寧編（1996）河川環境と水辺植物－植生の保全と管理－，ソフトサイエンス社。
2. 角野康郎（1994）日本水草図鑑，文一総合出版。
3. 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，新しい河川整備・管理の理念とそれを支援する河川技術に関するシンポジウム論文集，土木学会水理委員会基礎水理部会。
4. 奥田重俊（1996）河川に発達する植物群落，奥田重俊・佐々木寧編（1996）河川環境と水辺植物－植生の保全と管理－，ソフトサイエンス社。
5. 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・巨理俊次・富成忠夫編（1982）日本の野生植物 草本，平凡社
6. 多自然型川づくりの取り組みとポイント，多摩川，山海堂。

6. 増水による種子の散布

1) 研究の目的

増水時には多くのものが水流によって運ばれる。礫や砂が水流によって運ばれることは小学校の理科で習った。種子のなかにも水流によって運搬されるものがあり、水流散布として知られている。カワラノギクの種子散布を検討したときには、水流散布の可能性を示唆する結果が得られている（倉本ら1995）。降雨時の増水において汚濁の流出が大きいことが明らかになっているので（高尾1979）、種子の散布も増水時に盛んになっている可能性がある。そこで、ここでは1996年9月の増水による種子散布を検討するために、水流による漂着物に含まれる種子の量と種組成を検討した。

2) 調査地と調査方法

調査は多摩川中流の調布市の二ヶ領上河原堰下流左岸の人工ワンド群と、あきる野市草花のカワラノギクの地域個体群の生育地で行った（図6-1）。調査地1は人工ワンド群の下流ワンドの本流側の中央、調査地2は下流ワンドの本流側の上流端、調査地3はカワラノギクの局所個体群で、調査地4はカワラノギクの局所個体群で調査地3の50m下流である。

増水時の漂着物は、ピークの水位に沿って帯状に堆積する。この堆積物を利用して、増水の最大水位を記録することもある（洪水痕跡調査測量）。各調査地において50cm間隔の3か所で試料を採取した。その際、10cm×10cmの面積における漂着物をすべて採取し、その下に土壌がある場合には厚さ5cm採取した（図1）。調査地4では、漂着物の下には礫しかなかったので、土壌は採取できなかった。

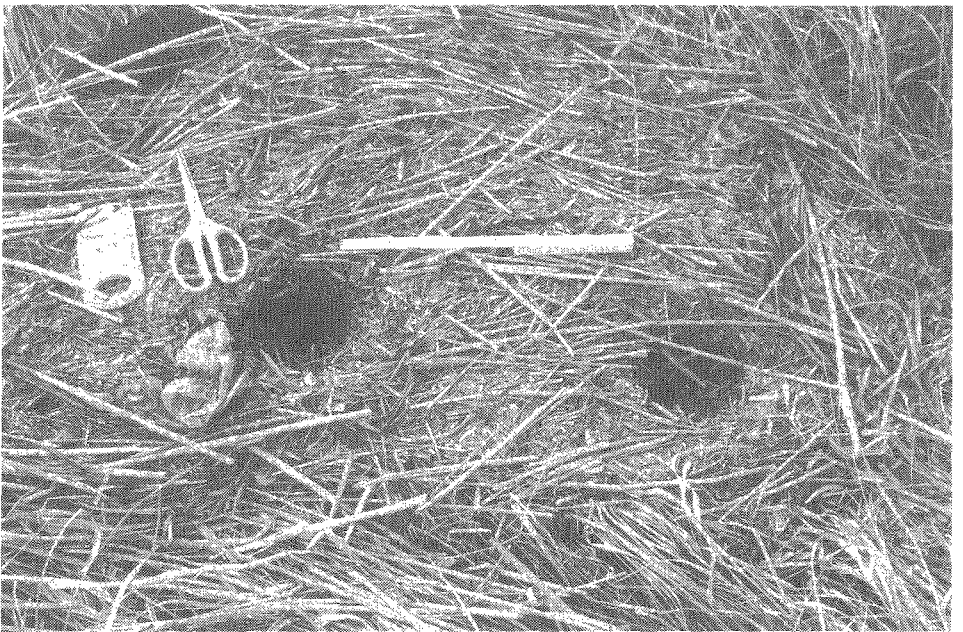


図6-1 資料の採取

試料の採取は、調査地1と2は1996年12月10日に、調査地3と4は1997年1月5日に行った。

調査地1の漂着物上にはヤエムグラ、ネズミホソムギ、エゾノギシギシ、ヨモギの実生が見られた。調査地2の漂着物上にはヤエムグラ、ヤハズエンドウ、ネズミホソムギ、エゾノギシギシ、ナガバギシギシの実生が見られた。調査地3の漂着物上にはヤエムグラ、ネズミホソムギ、エゾノギシギシ、コモチマンネングサの実生が見られた。調査地4の漂着物上にはヤエムグラの実生が見られた。

漂着物と土壌を風乾したのち、1997年11月に全量を秤量した。漂着物を8mmメッシュのふるいにかけて、種子を含まない粗大な植物遺体などを除去したのち、再び秤量した。直径9cmのプラスチックシャーレにふるいにかけての漂着物と土壌をそれぞれ入れて秤量し、半数は4週間の低温湿潤処理を施した。種子のなかには発芽に変温を要求するものがあることが知られているので（Grime 1981）、明条件25℃16時間、暗条件15℃8時間の恒温槽で、約1ヶ月間発芽実験を行った。発芽した実生は種名が判別できるまで栽培した。実生の同定は沼田・吉沢（1978）によった。

3) 結果

合計301本の実生が出現した。

累積発芽数の経時変化（図6-2）をみると、実験開始後29日から31日後には新たな発芽は見られなくなった。そこで、実験を31日で打ち切ることにした。このときの発芽数を供試した試料の重量で補正して、採取した試料全量当りに換算したものを最終発芽数とよぶことにする。

低温湿潤処理を行った処理区は無処理区よりも発芽の開始が早い傾向が認められた（図6-2）。

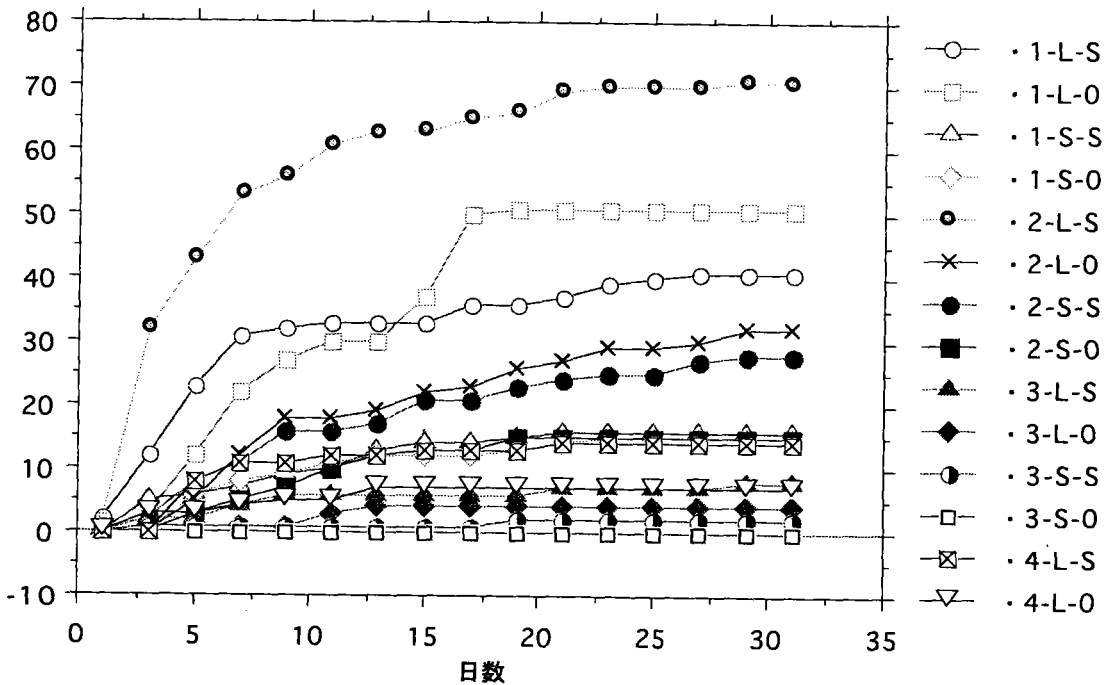


図6-2 累積発芽数の経時変化

最終発芽数を無処理区と低温湿潤処理区とで比較すると、低温湿潤処理区で多い傾向がみとめられた（図6-3）。

出現した実生は多い順に、ヨモギ、オオアレチノギク、ネズミムギ、メマツヨイグサ、ナギナタガヤ、ギシギシおよびナガバギシギシ（識別が困難であったので込みにして扱う）、アメリカアゼナ、ヒメムカシヨモギ、オオイヌタデの順であった（表6-1）。未同定の種が残されているものの、現在までに同定した種は調査地1で24種、調査地2で21種、調査地3で7種、調査地4で6種であった。漂着物と土壌との種構成の類似度は、調査地1で34%、調査地2で44%、調査地3で25%であった。なお、調査地4では土壌の採取は行えなかったため、比較は行えない。

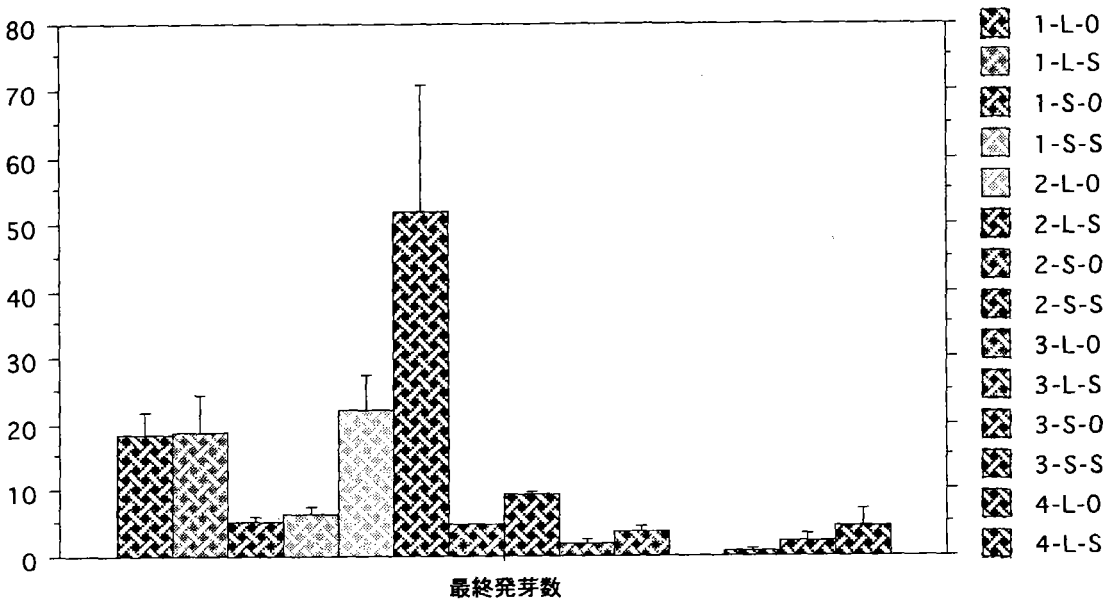


図6-3 処理区ごとの最終発芽数

4) 考察

(1) 種子の移動

漂着物および土壌には多数の種子が含まれていた。漂着物と土壌とから出現した実生の種構成の類似度は低く、種組成はかなり異なっていた。

このことから、漂着物に含まれる種子と土壌に含まれる種子とは異なった植生で生産されたと考えられる。増水時に土壌は移動せず、漂着物のみが移動し、漂着物に含まれる種子が他の場所から運ばれてきたという可能性がある。

(2) 処理の影響

低温湿潤処理を行った処理区は無処理区よりも発芽の開始が早かったことは、低温湿潤処理期間中に発芽に先立つ種子の吸水が行われ、発芽の適温に移されると速やかに発芽したと考えられる。

表 6 - 1 発芽した実生の種構成

処 理	種 類																	処 理 区 計													
	ヨモギ	オオアレチノギク	ネズミムギ	メマツヨイグサ	ナギナタガヤ	ギシギシ・ナガバギシギシ	アメリカアゼナ	ヒメムカシヨモギ	オオイヌタデ	ムシクサ	アオスゲ	スカシタゴボウ	エゾノギシギシ	ハキダメギク	スズメノカタビラ	タチイヌフグリ	ヒエガエリ		オランダガラシ	タネツケバナ	エノコログサ	アメリカセンダングサ	キュウリグサ	ウシハコベ	チチコグサモドキ	ケアリタソウ	ツメクサ	カラスノエンドウ	カラスノコグサ	ヒメジョオン	オニウシノケグサ
1-L-O	14	5	3			2		3	1	1	1		1												1						32
1-L-S	17	1	3					1	4		1																	1		27	
1-S-O			3				3	1					1					1							1	1				11	
1-S-S	1			2			1	1	1				1	2	1	1	1	1								1		1		15	
2-L-O	8	30	5	1	2			1	1			1							1			1	1							52	
2-L-S	12	4	4	2	6	1		1		1	1	1																	1	34	
2-S-O	1		2	1	4	1	4	2																						15	
2-S-S	1		1	1	4	1	2	1		1					1	1		1						1						16	
3-L-O				3		1							1																	5	
3-L-S	1					1					1																			3	
3-S-O					1																									1	
3-S-S								1		1																				2	
4-L-O				2	1	2		1		1																				7	
4-L-S				4		2																								7	
種 計	55	35	23	19	18	11	10	9	7	6	5	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	214

最終発芽数が低温湿潤処理区で無処理区よりも多い傾向がみとめられたことは、予想されたとおり、低温湿潤処理で発芽が促進されたことを示唆している。

(3) 増水によって運ばれる種子の季節性

試料採取時にすべての調査地で観察されたヤエムグラは発芽実験では全く出現しなかった。このことは、漂着物に含まれる種子のなかには秋の長雨などで発芽して、試料採取時に種子としては残っていないものがあることを示している。今回は9月の増水の漂着物を冬に採取したが、直ちに採取していれば、ヤエムグラのような種の実生が出現したと推定される。植物によって永続的な埋土種子集団を持つ種と季節的な埋土種子集団を持つ種があることが知られている (Grime 1979)。漂着物に含まれる種子にも発芽実験で実生が出現した永続的な埋土種子集団を持つ種とヤエムグラのような季節的な埋土種子集団を持つ種の両方が含まれていた。このことは、増水の時期によって漂着物に含まれる種子の種組成が変化することを示唆している。

(4) 多自然型川づくりとの関連

多自然型川づくりにおいては、植物の生育基盤を造成しておけば水流によって種子が供給されて植生が成立するという考え方がある。しかし、この調査で出現した植物のなかにはネズミムギ、ナギナタガヤ、メマツヨイグサ、ナガバギシギシなどの帰化植物が多く含まれていた。

カワラノギクの局所個体群のある調査地3、4においても丸石河原の固有種は出現しなかった。帰化植物の優占した河川においては選択的な植生管理を行わなければ、帰化植物をさらに繁茂させる危険性があることを指摘しておかなくてはならない。

(倉本 宣)

【文 献】

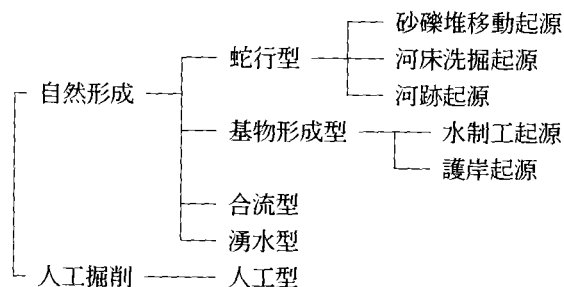
- Grime, J. P. (1979) *Plant Strategies and Vegetation Process*. 222pp. John Wiley & Sons.
- Grime, J. P., Mason, G., Curtis, A. V., Rodman, J., Band, S. R., Mowforth, M. A. G., Neal, A. M. & Shaw, S. (1981) A comparative study of germination characteristics in a local flora. *J. Ecol.*, 69 : 1017-59.
- 倉本宣・鷺谷いづみ・井上健(1995) 多摩川におけるカワラノギクの個体群の分断化とその保全における種子散布の役割. *ランドスケープ研究* 58 (5) 113-116.
- 高尾克樹(1979) 降雨時に生じる都市河川の汚濁流出. *公害研究* 8 (3) : 66-72.
- 沼田真・吉沢長人(1978) 新版・日本原色雑草図鑑. 414pp. 全国農村教育協会.

7. ワンドの分類と作法

多摩川調布地区におけるワンドの調査研究を補完すべく、全国における自然形成や人工掘削のワンドについての調査と成立に関わるパターン分類を行ない、今後のワンドの保全と再生についての提言を行なった。

1) ワンドの形態分類の試み

ワンドはその成立の起源から、以下のように分類することが可能である。



以下にそれぞれの特徴について述べる。

(1) 蛇行型

(a) 砂礫堆の移動起源

砂礫堆の移動に伴って蛇行が下流側に移動して行く際に、水衝部の淵の上流側に元の淵が残存して形成されるタイプ〔写真7-1；東京都多摩川〕。ワンドの奥部には、流軸と平行に、あるいは斜め上流側から伏流水が湧出してくる事例がかなり多く見られる〔写真7-2〕。形成の履歴から見て、ワンド横の低水路は早瀬であるため、ワンド上流端では水面高に差が生じており、側方向からの湧水はこの伏流に起因するものと思われる。蛇行型のワンドは、写真7-3の大分県山国川のような小規模なものから、写真7-4・5の多摩川のような大規模なものまで見られる。砂洲の発達に伴って、ワンドが流軸方向に成長していく場合も多い〔写真7-6；長野県信濃川水系千曲川〕。蛇行型は中流域に多く形成されるが、下流域でも見られることがある〔写真7-7；大阪市淀川〕。

蛇行型ワンドの殆どは水衝部の上流側（蛇行の外側）に見られるが、希に水裏部（蛇行の内側）で見られる場合もある〔写真7-8；北九州市柴川〕。

蛇行型ワンドは、蛇行が移動したかつての流路の跡であるため、出水時には上流側からのフラッシュアウトを受け易い構造のものが多く、湧水の存在もあって水質は良好な場合が多い。本川との接続状態も開放的で良好である。

砂礫堆の移動を起源とする蛇行型ワンドの発生は、護岸で低水路が固定されず、自由な変動が保全されていることが絶対条件である。生物の視点からは、治水上の要求は高水堤防の強化や控え護岸（セットバック）などで対応し、低水路の直接的な固定はできる限り回避し

てほしい。

3章で述べた多摩川調布地区のワンドのうち、下流側の大形ワンドは蛇行型を想定して造成されたものである。

7-1	7-2
7-3	7-4
7-5	7-6
7-7	7-8

写真7-1 蛇行型ワンド①（多摩川中流；東京都府中市）

写真7-2 蛇行型ワンドの湧水
上流と本流側側方から湧き水が見られる

写真7-3 蛇行型ワンド②（山国川中流；大分県中津市）
画面左上方にワンド

写真7-4 蛇行型ワンド③（多摩川中流；東京都調布市）
上流端からは少量の湧水

写真7-5 蛇行型ワンド④（多摩川中流；東京都世田谷区）

写真7-6 蛇行型ワンド⑤（信濃川水系千曲川；長野市）

写真7-7 蛇行型ワンド⑥（淀川下流；大阪市淀川区）

写真7-8 蛇行型ワンド⑦（紫川中流；北九州市小倉北区）
蛇行型ワンドでも稀に水裏部で見られることも



(b) 河床洗掘起源

写真7-9は、多摩川水系浅川（八王子市）で河床の土丹層（＝固化した粘土）の柔らかい部分が洗掘されてできた小ワンドである。撮影時には、ウグイ稚魚の群泳が観察された。

(c) 河跡起源

写真7-10は利根川の旧流路である古利根沼（千葉県）で、かつての蛇行の跡が結果的に大規模なワンドとなったものである。河跡湖は本流と接続していることで、ワンドの役割を果たす。

(2) 基物形成型

(a) 水制工起源

流軸の横断方向に突き出した水制工などを基礎に、その後土砂が堆積して閉塞した静水面が形成されるタイプのワンド〔写真7-11；多摩川〕。この形式では、大阪市の淀川下流が典型事例である〔写真7-12〕。この周辺では、蛇籠製の水制工を流軸と直角に付き出し、流路中央に主流線を安定させて水深を確保、結果として堤防を守り船運路の確保に貢献した。時間経過とともに水制工の周辺には土砂が堆積し、現在のようなワンドの静水域が形成された。淀川のワンド群では、平水時でも本流と接続するものと、独立したものとがある。水制工に透水性素材である蛇籠が用いられているため、連続したワンド群の間で表流あるいは伏流で水の流動が起こっている場合も多く見られる〔写真7-13〕。

淀川ワンド群では、かつての埋め立てから保全と再生に方針が転換され、高水堤防法尻にブランケットを設けることで埋め立てが回避されるようになった〔写真7-12〕。この上流側では、菅原城北大橋〔写真7-14〕の新設に当たり、ワンド内への橋脚設置を避けるために、斜張橋に設計変更して橋脚を減らしたことで著名である。橋上の路面排水も、ワンド内への流下を避け、本流に導かれている。

基物形成型は、基礎となる部分は人工物であるものの、ワンドは川自身が形成してきたものである。

3章で述べた調布地区のワンドのうち、上流側の小形ワンドは籠マット水制を基礎とした基物形成型を想定して造成されている。

(b) 護岸起源

低水路の中にある護岸は、周囲との堅さの違いによって生ずる洗掘で前面にS型の淵を形成することがある。

写真7-15の横浜市鮎川の事例では、旧流路を利用した拡幅部に円弧型に設けた石による護岸に、降雨時には斜め上流から雨水排水樋管の出水が当たって洗掘を受け、逆に平水時には本流の堆積作用により砂洲が発達することで、結果として画面のような小ワンドが形成維持されているものと推定される。撮影時には、メダカの利用が観察されている。

写真7-16aの荒川水系新河岸川（東京都）で発生したワンド状水面である。左岸側の堤防護岸新設のために高水敷の裏側が掘削され、この部分だけ河積が大きいため前面の土砂がそのまま放置された結果形成された。上流側は開口しており、水衝部に当たるため出水時には内部がフラッシュアウトされていた。

7-9	7-10
7-11	7-12
7-13	7-14
7-15	7-16a

- 写真7-9 蛇行型ワンド⑧（多摩川水系浅川；八王子市）
河床土丹層の部分洗掘で形成
- 写真7-10 蛇行型ワンド⑩（古利根沼；千葉県我孫子市）
利根川の蛇行跡が大規模ワンドに
- 写真7-11 基物形成型ワンド①（多摩川中流；東京都福生市）
- 写真7-12 基物形成型ワンド②（淀川下流；大阪市都島区）
典型的な基物形成型
- 写真7-13 ワンドの水循環（淀川下流；大阪市都島区）
ワンド間の水の流動は重要
- 写真7-14 菅原城北大橋（淀川下流；大阪市豊島区-東淀川区）
- 写真7-15 基物形成型ワンド③（境川水系鮠川；横浜市栄区）
護岸，砂嘴，雨水排水で造られるワンド
- 写真7-16 工事に現われたワンド（荒川水系新河岸川下流；東京都北区）
a，護岸工事でワンドが形成



魚類の安定棲息が難しい単断面の新河岸川下流域において、モツゴ・ヌマチチブ・シモフリシマハゼなどの魚類が毎年出現する場所であったが、その後前面の土砂が撤去されてワンドは完全に消失した〔写真7-16b〕。

(3) 合流型

支流や農業用水路などの合流点で水面が広がっている場所は、結果的にワンドの役目を果たすことがある。写真7-17は岐阜県羽島市の長良川中流域で、画面右手（上流側）に排水機場の樋管があり、複雑な水面形状が優良なワンドの役目を担っているものと推定される。写真7-18の引地川の事例は農業用水の合流点であるが、この程度の水面でも、水生生物には優良な場所となりうる。多摩川水系程久保川合流点などでは、合流点付近の河積を活用した人工ワンドの試みが展開されている（君塚、1994）。

写真7-19aは荒川の大規模調節池彩湖〔19b；埼玉県〕の流出口に設けられた拡幅部である。堤外地に設けられたこの部分は、貯溜水を排出する際の流速を緩和するために設けられたと思われるが、本川と無落差でつながっており、ワンドの役目を果たしている。

調節池も平水時に出入口のいずれかが本川と無落差で接続していれば、ワンドとしての活用が期待できる。写真7-20は多摩川水系野川（小金井市）の調節池であるが、画面右側に湧水があり、雨量の多い時には写真のように周囲のU字溝から溢れて内部が湿地状を呈することがある。この調節池は設置から20数年間1度も本川からの流入がない。むしろ本川の水（の一部）を上流から導入し、若干の掘削を行なって要求貯溜量を確保した上で常時湛水を行なうワンドとしての活用を提案したい。調節池や調節池はワンドの有力候補地である。

(4) 湧水型

河川敷内に豊富な湧水が見られる場所では、結果的にワンドの役目を果たしている。写真7-21は福岡県室見川で頭首工の直下流に現われた湧水ワンドである。頭首工やダムの直下では、上流の湛水部で被圧された水が伏流して湧出する場合があります、湧水ワンドが形成され易い。

7-16b	7-17a
7-17b	7-18
7-19a	7-19b
7-20	7-21

写真 7-16 工事中に現われたワンド（荒川水系新河岸川下流；東京都北区）
b, 高水敷撤去で消失

写真 7-17 合流型ワンド①（長良川中流域；岐阜県羽島市）
樋管の合流点の複雑な形状がワンドの役目

写真 7-18 合流型ワンド②（引地川中流；神奈川県藤沢市）
小規模な農業用水の合流点もワンドの役目

写真 7-19 合流型ワンド③（荒川水系彩湖；埼玉県和光市・戸田市）
a, 彩湖流出口の拡幅部
b, 彩湖

写真 7-20 合流型ワンド④（多摩川水系野川第1調節池；東京都小金井市）
湧き水と本流水の導入でワンドとしての活用を

写真 7-21 湧水型ワンド①（室見川中流；福岡県福岡市）
頭首工の直下の湧水がワンドを形成



写真7-22aは多摩川中流域の広大な高水敷上に形成された湧水ワンドである。この場所は、上流に羽村取水堰があって流量が2t/sと安定、出水頻度が著しく低いため、近況では22bのように外来種のオオフサモに覆われて陸化が進行中である。

堤内地側からの湧水があると思われる高水堤防法尻に近接した湧水ワンドでは、河川管理上何らかの対策が必要な場合もある。写真7-23の多摩川の例では、堤防法尻に異型ブロックを埋設することで、洗掘を防ぎながら水循環に配慮する対応がなされている。

写真7-24は長良川（岐阜県）の既存のワンドを保全するために引き護岸で対応した事例である。低水路法線はワンド付近で堤防側にセットバックされ、水循環の保全に配慮した有孔鋼矢板（トレンチシートパイル）と改良沈床を埋設した護岸が設けられた。有孔矢板は既存の矢板に孔を開けたもので、従来品を遮水矢板と称するのに対し、基礎矢板あるいは有孔矢板と呼称するようになった。現場左岸が輪中地域で、堤内地のほうが低い地形のため、排水機場の負担緩和のためにも、できるだけ堤外地への水循環を阻害しないことが必要であり、ワンドへの水供給のためにも配慮が望まれた結果の新工法である。有孔矢板は本地点での使用が嚆矢である。

写真7-25は熊本県嘉島町（緑川水系矢形川）の下六嘉湧水で、巨大な湧水をプールとした事例である。飲用可能な水質のため、木製の枠を造って25mの公式サイズのプールとして活用している。写真7-26も同じ矢形川支流の車川湧水で、豊富な湧水がワンドを形成している。静水域で砂底のため周辺では少ないタイリクシマドジョウなどが棲息している。

(5) 人工型

近年は全国各地で人工ワンド造成の取組みが急激に増加している。これら人工ワンドについて、パターン別に概観してみたい。生きものの視点から若干のコメントも試みた。

(a) 蛇行型

このタイプは砂礫堆の移動に伴って変化していくためか、取組み事例が比較的少ない。これに該当すると判断されたのは、淀川下流に設けられた再生ワンドである〔写真7-27〕。この付近では、かつて多くのワンドが埋め立てられた補償措置として、市民・研究者の協力で建設省淀川工事事務所により造成された。この周辺のワンドは本来水制工による基物成型であるが、この再生ワンドは低水路の線形から見て、蛇行型として再生されたものと類別される。周囲は巨岩で護岸されているので、蛇行型ではあるがワンドの移動や成長はできない。

ワンドの移動を固定するかどうかの理念に関わる問題ではあるが、このワンドの位置はかつての水衝部であって、現在は流軸方向では水裏に近く、また河口堰が設けられていることから、今後の出水で内部が洗掘されるかどうかは不明である。また外周には、空石積みではあるが巨石の護岸が設けられており、“ワンドの移動”や“下流方向への成長”は期待できない。「蛇行型ワンドの移動を許容するか否か」は、既往ワンドの推移を観察しながら、今後の検討課題である。

河跡起源については、低水護岸の設置や流路のショートカットによって失われたワンドを再生するというパターンで、各地での実践が始まっている。

写真7-28は荒川下流域で造成された三日月形のワンドである。低水護岸が設けられていない時には蛇行していた（であろう）範囲での再生は、改変の進んだ水域での基本的な姿勢の一つと思われる。直接的な低水護岸は設けず、高水堤防側にセットバックした蛇籠の法履工が設けられている。但し、本流の増水時にも積極的に内部がフラッシュアウトされるような構造ではなかったため、ワンド内では土砂堆積と浮游ごみ漂着が問題となっており、ハゼ類の減少などを招いている（君塚、未発表）。

7-22 a	7-22 b
7-23	7-24
7-25	7-26
7-27	7-28 a

- 写真7-22 湧水型ワンド②（多摩川中流域；東京都あきるの市）
 a, オオフサモ侵入直後
 b, オオフサモで水面が消失
- 写真7-23 湧水型ワンド③（多摩川中流域；東京都日野市）
 堤防に近接するため法尻に異形ブロック埋設で保全
- 写真7-24 湧水型ワンド④（長良川中流域；岐阜県羽島市）
 有孔鋼矢板と改良沈床の護岸で湧水ワンドを保全
- 写真7-25 湧水型ワンド⑤（緑川水系矢形川支流；熊本県嘉島町）
 巨大な湧水を木製プールで活用
- 写真7-26 湧水型ワンド⑥（矢形川支流車川湧水；嘉島町）
 湧水ワンドは自然の遊泳場
- 写真7-27 蛇行型人工ワンド①（淀川下流；大阪市東淀川区）
 埋め立てワンドの代償として再生、変動は期待できない
- 写真7-28 蛇行型人工ワンド②（荒川下流；東京都足立区）
 a, 三日月形ワンド満潮時



単断面の都市河川でも、かつての蛇行跡を川のために再利用して蛇行型ワンドを設ける取組みが行なわれている。隅田川（荒川）水系の石神井川では、ショートカットされた河川残地を地区公園として管理していた地元北区により、写真7-29のように蛇行ワンドが造成された。当初は法面は土羽で水面は本流と同じレベルで計画されたが〔29c〕、河川競技の結果、現況では本川との間に落差を設け、湛水分は上流から地下の管で導水する構造で、平水時には生物学的水循環が成立しない構造である。増水時に流下した魚類が進入し、そのまま生息していることは確認されている。71,000万円という造成費は他に類例を見ないようであり、本流と同じレベルのワンドへの改善に期待したい。

写真7-30は、単断面かつ近年の水質汚濁ワースト1前後を漂流する綾瀬川に設けたワンドの整備である。水面は僅かに膨らんでいるが、水際はコンクリートと巨石で固められており、緩傾斜や水と直接に接する土羽部分が無いのは誠に残念である。

写真7-31は高規格道路のインターチェンジのループ内を利用して設けられた実験的に造られた農業用水路のワンドである。2面張りのボックス構造であった水路を角落して塞ぎ止め、蛇行水路と大小2連のワンドを造った。これは建設省関東地建のエコロードモデル事業の一環で、生物の進入状況も調査されている。同様の試みは東名高速道路の大井松田インターチェンジのループでも行なわれている。

(b) 基物形成型

第3章で論述したように、多摩川調布地区の上流小形ワンドは、代表的な基物形成型人工ワンドである。

写真7-32は、T字型の石積みにより造成された犀川（石川県）の3連のワンドである。

基物形成型を意図したものと思われるが、立地が落差工上流の湛水域であるためか、土砂堆積とごみ流入が進行し、設置後数年で2区画は水面がほぼ失われ〔32b〕、残りの1面も既に1/3程度は陸上植物が侵入している〔32c〕。撮影時は雪解けの増水時のため、平水になるとさらに水面が退縮するものと思われる。ここでは、まず流速が早い順流部での設置が望ましかったし、上流側の高水敷敷高を低くして高水掃流水路を掘る、対岸に水制工を設けるなど、増水時にワンド内のフラッシュアウトを促すような仕掛けを併置することを希望したい。

急勾配で中洲・寄洲の少ない単断面に近い流路状態であるこの犀川でのワンド造成は、多様性の回復に有効な手段であり、今後の積極的な取組みに期待したい。

7-28b	7-29 a
7-29b	7-29 c
7-30	7-31 a
7-31b	7-32 a

写真7-28 蛇行型人工ワンド②（荒川下流；東京都足立区）
b, 干潮時

写真7-29 蛇行型人工ワンド③（隅田川水系石神井川；東京都北区）
a, ワンド全景
b, 洪水で土砂堆積
c, 計画は土羽でレベル…

写真7-30 蛇行型人工ワンド④（荒川水系綾瀬川；埼玉県草加市）
水際に緩傾斜土羽部があれば良かったが…

写真7-31 蛇行型人工ワンド⑤（荒川水系農業用水；埼玉県行田市）
a, 上流側小形ワンド
b, 下流側大形ワンド

写真7-32 基物形成型人工ワンド（犀川；石川県）
a, T字型水制で造成



音無もみじ緑地整備工事のお知らせ
(河川工事)

この工事は、音無もみじ緑地に接する石神井川の護岸の一部を親水護岸に改修し河川空間を、利用し易い環境を創出し、あわせて音無もみじ緑地の再整備を行うもので平成6年3月頃には下部の様に完成する予定です。利用者の皆様には大変ご迷惑をおかけすることになりますが、ご理解とご協力をお願いいたします。

工事件名 音無もみじ緑地整備工事
 工事区間 北区滝野川4丁目2番地先

工事概要 音無もみじ緑地整備面積約6000㎡ 護岸整備延長 約111m
 (アンプカートの幅約6.95m) ☆竹野超治 監理



(c) 合流型

合流型の代表的な例としては、多摩川水系の浅川（1次支川）と程久保川（2次支川）の合流点で再掘削されたワンドが挙げられよう〔写真7-33〕。直線化された程久保川を、合流点の大きな河積を利用して、140mにわたって再蛇行化させたもの。旧川は放水路として存置された。1級河川の直轄区間を環境のために曲げたのは日本初である。

本来の意味でのワンドではないが、程久保川の流程の多くが改修により単断面となり単純化しているため、この蛇行区間全体が本川に対してワンドの役目を果たすことに期待して命名された。

当初は平坦にしておいた河床は、出水ごとにS型淵→平瀬→早瀬→M型淵という河川形態型を川自身が再形成した〔33b〕。当初は魚類の進入状況も良好であったが、大規模出水がなく、また直線状の旧川がフラッシュアウトの影響を緩和してしまうため、最近では河床の砂・砂礫底や浮き石が減少し、一時は安定棲息していたカマツカ・シマドジョウなどが見られなくなっている問題点も認められている（君塚、未発表）。

福岡県の筑後川と支流甲良川の合流点では、引き堤防が行なわれた豊富な河積を利用したワンドが造成された〔写真7-34〕。意欲的な試みではあるが、淵を造らせるべき部分が張り出して緩傾斜化されるなど、もう少し瀬と淵などの“めりはり”を川自身に造らせる仕掛けが欲しかったようと思う。

大規模な河川の高水敷内の用水路も、本流と接続させることによってワンドの役目を与えることができる。東京都葛飾区の江戸川下流域に連なる新八水路〔写真7-35〕では、江戸時代から使われていた農業用水路を市民参加で再掘削し、その後の生物調査も市民と区のボランティア活動で行なわれている。水路内への魚類の進入も盛んで、少なくともモツゴ・ギンブナ・ゲンゴロウブナ・タイリクバラタナゴ・メダカ・カダヤシの再生産が確認された。本流を含めた1地点43種類の出現は内水面の東京都記録である（表7-1）。

7-32b	7-32c
7-33a	7-33b
7-34	7-35a
7-35b	7-35c

写真7-32 基物形成型人工ワンド（犀川；石川県）

- b, 土砂で埋没
- c, 残る水面も少ない

写真7-33 合流型人工ワンド①（多摩川水系程久保川；東京都日野市）

- a, 造成直後
- b, 3年後の安定状態

写真7-34 合流型人工ワンド②（筑後川水系甲良川；福岡県久留米市）

引き堤を利用して一体整備

写真7-35 合流型人工ワンド③（江戸川水系新八水路；東京都葛飾区）

用水路を市民が再掘削，ボランティア調査で東京都記録を達成

- a, 再掘削直後
- b, 市民の継続調査
- c, 魚を本流と比較展示



表7-1 東京都葛飾区新八水路における魚類調査記録 葛飾柴又新八水路 魚からの便り-19

調査次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21																	
日 程	3/17	4/28	6/09	7/13	8/10	9/16	10/19	11/24	1/19	3/22	4/26	5/31	6/21	7/28	8/16	9/15	10/25	11/23	1/18	3/21	4/19																	
和名	地点	本流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流	新八流																	
ウナギ			○									○		○							○	○																
アユ		○	○																			○																
サケ										○											○																	
タモロコ						○								○	○																							
スゴモロコ	○		○	○	○	○				○		○	○	○	○	○	○				○	○																
ビワヒガイ			○									○			○	○																						
ニゴイ		○	○		○	○	○		○	○		○		○	○		○																					
カマツカ		○	○	○	○	○						○	○	○	○	○	○																					
モツゴ		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																
マルタ			○	○	○	○									○	○	○	○				○																
オイカワ			○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○																
ハス		○				○				○		○	○	○	○	○	○					○																
ワタカ																○																						
ハクレン				○																																		
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								○																														
ヤリタナゴ				○																																		
タイリクバラタナゴ				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																
ドジョウ			○		○	○	○					○		○	○	○						○																
カラドジョウ														○	○	○																						
メダカ			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○																
カダヤシ					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																
ボラ		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																
カムルチー					○	○	○									○																						
スズキ			○	○	○	○	○					○	○	○	○	○																						
オオクチバス			○	○	○	○	○	○		○	○			○	○	○	○																					
ブルーギル									○																													
チチブ													○		○																							
ヌマチチブ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																
ヨシノボリ(橙色型)	○		○		○	○				○	○		○		○		○				○	○																
ピリンゴ					○	○							○	○																								
ウキゴリ(淡水型)										○																												
マハゼ			○	○	○	○	○	○					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																
地点種類数合計	11	18	41	21	29	11	13	14	13	7	6	4	7	2	6	8	9	8	7	12	8	16	11	11	15	10	11	8	11	9	3	8	1	7	5	9	10	7

1998年4月19日現在の集計

(d) 湧水型

写真7-36は、多摩川水系の浅川高水敷に流入する湧水流を緩傾斜化すると同時に設けたワンドである。ここではホトケドジョウ・アブラハヤの再生産が確認されている。

写真7-37は、緑川水系矢形川（熊本県）に流入する日量15万トンの浮島湧水内に設けられたワンド内ワンドである。以前の湧水池には緩傾斜部が少なかったため、親水整備と併せて湧水流入部にワンドが造られた。

7-36	7-37
7-38a	7-38b
7-39	7-40a
7-40b	7-40c

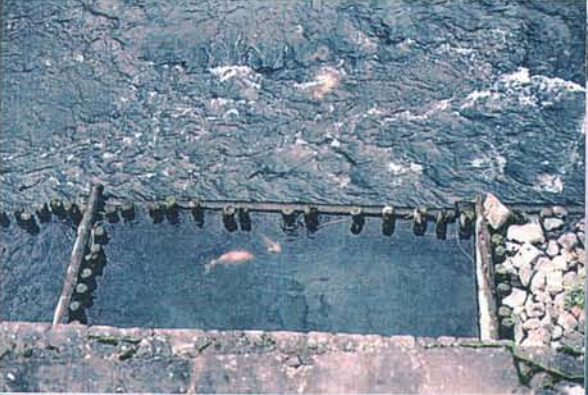
写真7-36 湧水型人工ワンド①（多摩川水系浅川；日野市）
緩傾斜化した湧水流に設けたワンド

写真7-37 湧水型人工ワンド②（矢形川支流浮島湧水；嘉島町）
巨大湧水内に設けたワンド内ワンド

写真7-38 ワンドモドキ（多摩川水系平井川；あきるの市）
a. 施行直後；1年後

写真7-39 直線区間のワンド（坪井川；熊本市）
一部を抜いた木工沈床も洗掘で維持される立派なワンドとなる

写真7-40 上流開口水裏型ワンドは埋まる（白川；熊本市）
a. 施行直後（上流から）
b. 堆積進行中（下流から）
c. ほぼ埋没（同上）



2) ワンドを造る作法（配置計画論）

一連の本研究を通じて、ワンドの作法とでも言うか、ワンドの理念や原則について考えてみたい。

(1) まず保全

ワンドの保全に関しては、暈上げ・拡幅・ブランケット設置などによる高水堤防の強化、（旧河川法での）低水路法線の変更、一定の蛇行を許容する引き護岸、などの対応法があり、既に一定の成果を上げている。「まず保全」が基本的スタンスであることを銘記したい。

(2) なぜ造るかを明確に

近年はワンドが河川の多様性の付加に寄与することが広く認識され、再生も盛んに取り込まれるようになってきているが、例えば7-38のような3面コンクリート張りで流軸と直角な自称ワンド（多摩川水系平井川；東京都）など、工事の被害のほうが大きく、本来のワンドとは無縁のものである。

瀬・淵の形成が明確で、堤防内では蛇行の変動が自由に許容されているような環境の多様に優れた河川では、必ずしも人工的にワンドを造成する必要がない。なぜ造るのか、造成する必然性があるのか否かを計画段階から明確にすることが必須である。本研究で提言したタイプ分けした目標設定も重要と思う。

ワンドとは、「川の水面が膨らんでいけば良い」というものではないことを強調しておこう。

(3) ワンドは水衝部に

ワンドは、出水時に内部がフラッシュアウトされるような水衝部に造ることが有効である。水裏側に造られたワンドは、体積が起こって経年的に退縮が発生する。

但し直線区間でも、写真7-39（坪井川；熊本県）のように単断面の都市河川で木工沈床の一部に石を入れない区画を設けた場合、増水時に空隙区間の内部が掃流されて堆積が起こり難いようなケースも稀にはある。写真では空隙の下流側区画も若干の洗掘を受けている。このような場合にはワンドとしての機能が川によって維持されよう。

(4) ワンドは下流開口で

ワンドの本流への開口部は、必ず下流に向けるべきである。上流向きに開口させると、出水時に内部に土砂が堆積して埋まってしまう。また直角な合流では、出水時にワンド内部の掃流が十分に発生し難い。

写真7-40の白川（熊本県）の例は、水裏に位置して上流向き開口のワンドであるが、時間経過とともに退縮し、現在は痕跡を残すのみとなった。法面が小形連接ブロックで覆われていることも、ワンドの変動を認めないスタンスであり、「川にワンドを造らせる」という視点からは残念な過剰整備と思われる。“高水敷に余裕があるから”という理由で水裏に下流開口のワンドを造るべきでない。

(5) ワンドは移動させるのか？

多摩川調布地区下流ワンドでは、中小規模の出水時にワンド内を清流させる右岸からの分流が、砂礫堆の移動による砂嘴の伸長で合流点を下流に移動させつつある。出水の規模が異な

り、その度の微地形測量も行なっていないので即断できないが、結果としてワンド上流での溢流発生地点も下流側に動いている模様である。

上記の結果から、蛇行型を基本ワンドを造成する場合、川によってワンドが自分で移動するのを許容するかどうか、計画段階からの議論が大切と思われた。

(6) 水循環に考慮せよ

ワンドにはフラッシュアウトが必須とは言え、洪水は人工的に発生させにくいので、平水時にも内部の水が流動するように、ワンド周辺では流軸方向・横断方向ともに水循環に考慮することが大切である。伏流水や湧水がワンドを守ることを銘記したい。

(君塚芳輝)

【文 献】

君塚芳輝（1985）多摩川下流域の魚類相。「大田区の水生生物」，pp 7 - 52. 東京都大田区.

君塚芳輝（1994）魚類の生息環境としての生物学的水循環思考. 水環境学会誌 17(8) ; 24 - 27.

君塚芳輝（1997）水辺の楽校をつくる。ソフトサイエンス社，東京.

君塚芳輝（1998）多摩川中流域人工造成ワンドの推移と魚類相. 環境工学研究論文集（日本土木学会）35:285-293.

東京都北区（1998）平成9年度北区河川生物生息調査報告書. 東京都北区建築環境部環境保全課.

8. 研究のまとめ

1) 研究の要約

多摩川フラッシュ研究の3年間の成果は、以下のように要約される。

(1) 水質調査

水質調査では、3年間の調査期間のなかで最大の増水であった1996年9月の増水時に、多摩川本流における水質の変化を連続観測した結果、増水の2～3日後に増水による希釈によってBODが低下して水質が清冽になり、本研究の仮説とされたフラッシュ効果のモデルが実証された。一方、pHは増水期間中の変動や平常時との差異がきわめて少なく、ECは増水初期に低下するが増水の中期には平常時を越えて増加する傾向を示した。

このように、増水によるフラッシュ効果は、生物の生息に影響を与える主要な水質項目のいくつかについてみられることが明らかにされた。

しかし、今回の3年間で発生した増水は、いずれも小規模のものであり、最大のものも中程度の規模であったために、河床の植生や地形を改変するようなフラッシュの効果は調査地ではみられなかった。

多摩川の本流とワンドの水質を比較すると、水質汚濁がすすんでいる本流に比べて豊かな湧水を有するワンドの水質は清冽であり、清流に生息する魚類や底生動物の生息が可能であることが示唆された。

(2) 魚類調査

魚類調査では、多摩川調布地区に造成された2つのワンドで8科24種・亜種、1雑種の魚類の出現が確認された。とくに、下流ワンドでは多摩川の本来の流程分布域を外れるアブラハヤとヌカエビが出現し、ワンドの造成が多摩川における魚類の種の多様化に役立っていることが明らかにされた。これは、ワンドの豊富な湧水による流下再生産の結果と推定された。

調査地のワンドは洗掘誘導型で計画・施工されたが、調査を行なった期間内では高水堤防に達するほどの大規模な出水がなかったために、ワンド内に汚泥の堆積やオオフサモの著しい増殖などがみられ、ワンド内がフラッシュアウトされる必要性が指摘された。

(3) 底生動物調査

調査期間内では大規模な出水によるフラッシュはみられなかったが、底生動物の調査から以下のような考察がなされた。

底生動物は上流から下流に常に流下しているが、フラッシュによって河床構造や底質などの環境が変化すると、そこを新たな生息地として利用することができる。しかし、フラッシュ後に以前と同様の環境に戻れば、底生動物はフラッシュ前の種相に遷移していくものと考えられる。

調査地の下流ワンドのように、本流よりも水質が良好な湧水が豊富に存在し、そこからの流れ出し部分の礫の粒径や流速などが上流域の環境に近いものであれば、より上流域に生息する種群が新たに分布域を拡大する可能性があると考えられる。

(4) 植生調査

ワンド内の水生植物は、浮葉植物はなく、沈水植物は帰化植物のオオフサモとコカナダモが優占しており、ワンドは水草の多様性に役立っていないことが明らかにされた。これは、ワンドの底質が軟弱な泥質であることによるものであり、コイによる被食の可能性があることも考えられる。

水際部の植生は、ヨシやオギなどの大形イネ科草本とタデ科草本、およびメリケンカルカヤなどの帰化植物が優占しており、種の多様性が少ないことが明らかにされた。

帰化植物の繁茂や底質の泥質化は、各地の河川でみられる近年の傾向であるが、調査地におけるこれらの植生に対する増水の影響は、調査した期間内では観察することができなかったために、作成した植生図をもとにして今後の研究を行いたい。

(5) 種子散布調査

増水によって運ばれた漂着物のなかには種子が多く含まれており、増水が種子の散布に役立っていることが明らかにされた。また、採取した土壌から発芽した種と漂着物から発芽した種の間には組成の類似度が低く、両者はかなり異なっており、中程度の規模の増水では土壌は移動せずに、漂着物に含まれる種子が他の場所から運ばれてきた可能性が考えられる。

増水で運ばれた種子のなかには帰化植物の種子が多いことから、多自然型川づくりにおいて、植物の生育基盤を造成しておけば水流によって種子が供給されて植生が成立する、という考え方は、帰化植物をさらに繁茂させる危険性があることが指摘される。

(6) ワンドの地形測量と形態の分類

増水によるワンドの形状の変化を追跡調査するための基礎的作業として、ワンドの地形測量を行った。測量にはトランシットとレベルを用いたが、ラジコンで操作できるカメラを搭載した気球を使って上空からの写真撮影も行った。

多摩川のワンドを位置づけるために、全国の自然形成と人工掘削のワンドを、自然形成の、①蛇行型、②基物形成型、③合流型、④湧水型、人工掘削の人工型、の5つの型に分類した。また、これからのワンドの保全と再生のありかたについて考察し、その理念と原則を作法としてまとめて、ワンドの保全の優先性、ワンドの造成の目的の明確化、ワンドを水衝部につくることの有効性、ワンドの形態の下流開口の重要性、ワンドを移動させるか否かの選択、ワンドにおける水循環への配慮の重要性について提言した。

2) 研究の総括

今回のフラッシュ研究は、増水によるフラッシュ効果を明らかにすることと、河川敷に人工的につくられたワンドにおける生物の生育状況とフラッシュ効果との関係について明らかにすることを目的として行われた。

フラッシュ効果については、当初に考えていたフラッシュによる水質の変化のモデルを水質調査で現象的に明らかにし、フラッシュの際に上流から大量の底生動物や植物の種子が運ばれることを、底生動物調査と種子散布調査で実態的に明らかにした。

また、ワンド内の生物の生育状況は、魚類調査・底生動物調査・植生調査によって把握され、豊

富な湧水を有するワンドでは、増水によるフラッシュで上流から運ばれてきた上流域や支流の魚類や底生動物が定着して生息できることが明らかにされた。これは、ワンドの造成が河川における生物相の多様化に役立っていることを示すものである。

これらの研究を通じて、河川の生態系を保持するためには、フラッシュが必要であることを明らかにすることができた。

さらに、これらの知見と全国におけるワンドの形態の分類を通じて、ワンドの保全と再生のあり方についてまとめた。

今回の調査で測量されたワンドの地形の資料は、今後の増水による地形の改変を知るうえで役立つものと考えられる。

3) 研究の課題

調査期間の3年間で発生した増水は、いずれも小規模のものであり、最大のものでも中程度の規模であったために、河床の植生や地形を改変するようなフラッシュの効果は調査地ではみられず、また、魚類や底生動物への影響も十分にとらえることができなかった。

この研究は始められたばかりであり、経験となる業績が乏しいために、今後多くの課題を残している。とくに、大規模な増水については今後も注意深く見守って、適切な調査を行いたいと考えている。

(調査者全員)

「^たま^かわ^わにおける^{ぞうすい}増^{せい}水^{ぶん}が^{およ}生物^{およ}の^{ぶん}分布^{およ}に^{およ}及^{およ}ぼ^{およ}す
^{えいきう}影響^{こう}（^{こう}フラッシュ^{こう}効果^{けん}）^{けん}についての^{けん}研究^{けん}」

（研究助成・学術研究VOL. 27 - No. 191）

著 者 ^{かめ} 亀 ^{やま} 山 ^{あきら} 章
発行日 1999年 3月31日
発 行 財団法人 とうきゅう環境浄化財団
〒150-0002 渋谷区渋谷 1-16-14
（渋谷地下鉄ビル内）
TEL (03)3400-9142
FAX (03)3400-9141
