

ダム湖畔における水路の環境整備と 流水性生物の生息場所創出効果

百瀬浩¹・木部直美²・須田真一³・河野勝⁴・林光武⁵・藤原宣夫⁶

¹ 正会員 理博 建設省土木研究所 環境部緑化生態研究室 (〒305-0804 つくば市旭1)

² 建設省 みちのく杜の湖畔公園工事事務所 (〒989-1505 宮城県柴田郡川崎町大字小野字二本松53-9)

³ 建設省土木研究所 環境部緑化生態研究室 (〒305-0804 つくば市旭1)

⁴ 西武造園株式会社 技術部 (〒359-0037 所沢市くすのき台1-11-2 西武第二ビル内)

⁵ 栃木県立博物館 (〒320-0865 栃木県宇都宮市睦町 2-2)

⁶ 正会員 建設省土木研究所 環境部緑化生態研究室長 (〒305-0804 つくば市旭1)

ダム湖畔に整備した湧水汲み場と2つのビオトープ池をつなぐ2個所の水路で、水生生物のコドラート調査と両生類のセンサスを行った。一方の水路(水路A)はU字型の練石積みで単純な断面構造を持つが、他方(水路B)は、内側の石の間に一部空隙を残すなど、生物の生息に一定の配慮がなされており、周囲の環境も樹林などが多い。両水路に実験区を設けて浮石を設置し、浮石設置の有無、設置の前後、水路の違いによる水生生物の生息状況の違いを分析した。水路Aは浮石設置の有無に関わらず生物が少なく、時間の経過と共に生物が多様になる傾向も見られなかったが、水路Bでは浮石の設置により複数の種の個体数が増加し、時間と共に環境も多様となった。また、水路Bで流水性のカジカガエルの繁殖が確認された。これらの結果を踏まえ、ダム湖畔の水路整備の手法について若干の提案を行った。

Key Words : dam lake, aquatic animals, habitat creation

1. はじめに

ダム周辺には、供用後に広大な開放水面が出現し、湖畔には森林や沢などの環境が残される。これらの環境条件を活かしながら適切な整備を行うことにより、良好な生物生息空間を形成させることが可能であると考えられる。なかでも、ダム湖に流入する沢や小水路などは、水辺や湿地を好む生物の生息が期待できる場所であり、ダム湖周辺でも重要な環境として位置づけることができる。しかしながら、通常ダム湖においては、これらの環境は出水時の侵食等に備えてコンクリートの3面張り水路等の、生物が生息しにくい環境となっていることが多い。この様な環境に運用上支障のない範囲で多自然的な整備を行うことで、ダム造成前に存在した溪流等の水辺環境を住み場所に使っていた生物の生息環境が復元できれば、ダム湖の環境改善のための有効な一手法となることが期待される。

著者らは、栃木県の山地のダム湖において、生物の生息状況や湿地の整備事例のモニタリング等により環境の改善手法を研究している^{1), 2)}。同ダム湖畔に整備したビオトープ池に導水するための水路を利用して、水路環境の整備と生物生息状況の関連を調べるた

めの実験及び観察を行ったので、その結果について報告し、ダム湖畔における水路環境整備の意義と、その手法について考えてみたい。

2. 調査地

(1) 環境整備の概要

本事例地は栃木県塩谷郡塩谷町の東荒川ダム湖畔にあり、標高は約530mである。付近の湧水を導水した湧水汲み場と、その水を導水するための水路(上側の水路A)、その先のビオトープ池(上池)を含む親水公園整備が、1997年1～3月に栃木県土木部那珂川水系ダム管理事務所によって行われた(図-1参照)。さらに、1998年2月に新規のビオトープ池(下池)が造成され、上池の水が下側の水路(水路B)を通して流れ込むよう設計された。下池の水は第3の水路を経てダム湖に流入している。

水路A (上側水路)

湧水汲み場から上池をつなぐ水路(水路A)はU字型の練石積みで、単純な断面構造を持ち、特に生物の

生息に配慮していない(図-2と写真-1参照)。勾配は一樣でなだらか(1/60程度)で水深は5cm程度である。水路両側は公園の舗装園路と乾生草地になっていて明るく乾燥した環境となっている。

水路B (下側水路)

上池と下池をつなぐ水路で、基本構造は同じくU字型だが、内側の石を完全には練り込まず、モルタルで固定しながらも一部空隙を残すように配慮している(図-3と写真-2参照)。勾配(1/10~1/25)や水深(3~25cm程度)にも変化をつけ、一部に落差や淀みを造成してある。水路長の約3分の1が樹林内にあり、比較的鬱蒼とした環境となっている(図-1参照)。また残りの下流側の部分も草地に隣接していて、水路脇に植樹が施されている。

(2) 水温

水路の水源である湧水汲み場の水温は約12℃で比較的安定している。1998年5月18日14:15~15:16(15時の気温14.5℃、天候晴)にA・B両水路の各地点で水温を測定したところ、上側の水路Aでは水源で12.0℃であったが流下と共に上昇し、出口の上池と接する部分で14.5℃となった。上池から下側の水路B

に入る地点では17.8℃で、さらに流下と共に上昇し、出口の下池に流れ込む地点では18.4℃となった。水路の水温自体はこれ以外に計測を行っていないが、上池の8個所で通年水温計測を行ったところ、冬期の最低日平均水温が5.4℃(範囲は0.5~9.8℃)、夏期の最高日平均水温が17.0℃(13.7~22.8℃)であったため、両水路の水温もほぼこれに準じた形で推移していると思われる。

(3) 水質

1997年7月7日に上池の中央部から採水して水質を計測した結果、pH 7.4、表層水温29℃、BOD 0.6、COD 1.0、SS 1.0、DO 9.5、TN 0.2、TP 0.025、濁度1未満(表示のない単位はすべてmg/l)となった。これらは、環境庁の水質汚濁に関わる環境基準(文献³⁾)では類型AAに該当する値である。

(4) 流量

水源である湧水汲み場の計画流量は117 l/minである。昼間は多くの人が水汲みを行うため、流量は減少する。また、逆に降雨時には上池の周囲から雨水が流入し、下側の水路Bの流量が増大する。正確な降雨時の流量は不明であるが、大雨の際に水路Bの実験区に

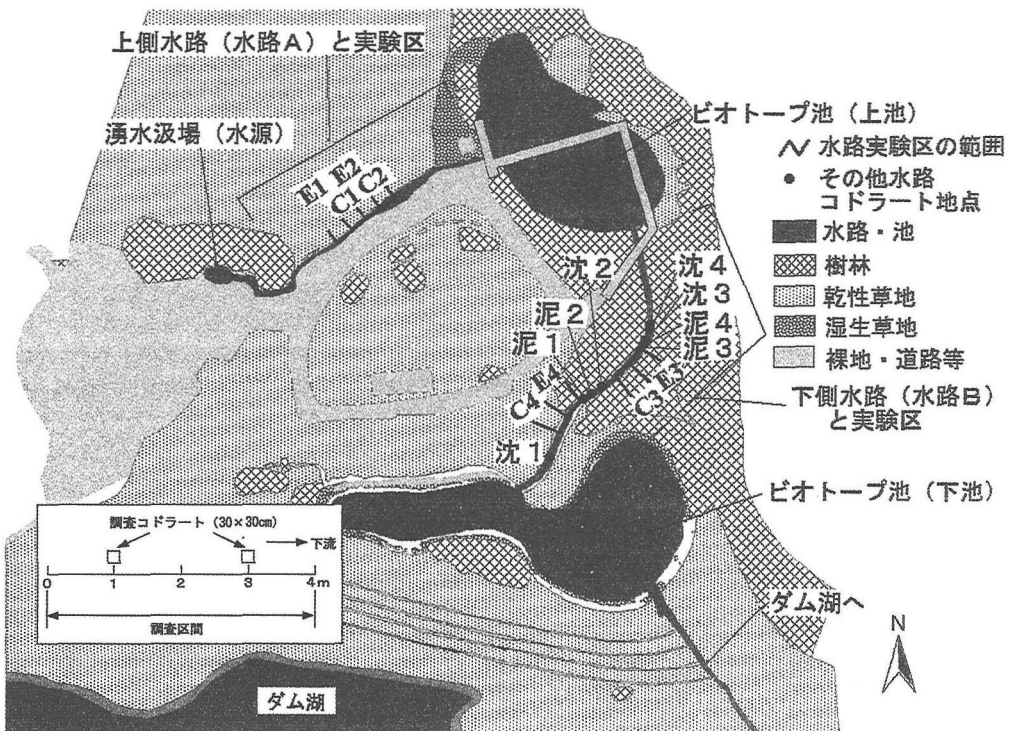


図-1 ダム湖畔のビオトープ池と水路、及び調査位置図。左下は4mの実験区内でのコドラートの配置を示す。

設置した浮石が下流に流されてしまったことがあり、このことから一時的にかなりの流量があったことが推測される。

3. 調査方法

(1) 水生動物調査

水路A（上側水路）、水路B（下側水路）の各2箇所、流路長4mの浮石設置実験区を設定した（図-1のE1～E4）。この区間内の水路には、体積が 164.86 ± 161.03 (s. d.) cm^3 の浮石を 1 m^2 あたり 84.7 ± 42.4 個設置した（写真-3参照）。設置は1998年10月に実施したが、一部の設置区で前述のように石が流失したため、1999年2月に再設置（浮石の補充）を行った。

また、同じ長さの対象区（浮石を設置しない区）を2箇所ずつ設定した（図-1のC1~C4）。各調査区内に、30×30cmのコドラートを2箇所（A、B）設け、調査地点とした（図-1の右下部分参照）。

これらの各調査地点で、浮石設置前の1998年7月30日と設置後の1999年10月15日に水生動物の調査を実施した。方法は、ブラシを用いてコドラート内の底質の表面から水生動物を洗い流し、下流側に設置した網で受けて採集し、採集した種の同定、個体数の計測を行った。浮石についても同様にバケツの水の中で表面を洗い流して採集・計測を行った。

また、水路Bでは、時間経過と共に泥やリターが堆積した場所や、沈水植物（上池から流下したイトモやパイカモ）が繁茂した場所が見られたため、これら3つの区分（泥・リター・沈水植物）を新たに設け、それぞれ4つのコドラートを設置して水生動物の調査を行った。

(2) 両生類調査

水域の環境を指標する代表的な動物群として両生類を取り上げ、これらの動物が水路を生息環境として利用しているかどうかを調べるために目視による観察調査を行った。調査は浮石設置前の1998年4月～7月に5回、設置後の1999年4月～7月に9回の計14回実施し、昼間に水路を訪れ卵塊・幼生・幼体（子ガエル）・成体の発見に努めると共に、夜間に再び調査を行い成体の声と姿の発見に努めた。

4. 結果

(1) 水生動物調査の結果

水路における調査の結果、20種類の水生動物が確認された。表-1に各コドラートで浮石設置前と後の調

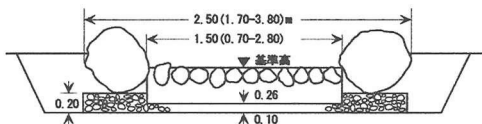


図-2 水路A（上側水路）の断面図



写真-1 水路A（上側水路）の様子。上池付近から湧水汲み場方向を見たところ

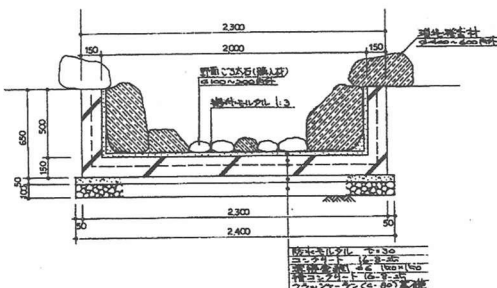


図-3 水路B（下側水路）の断面図

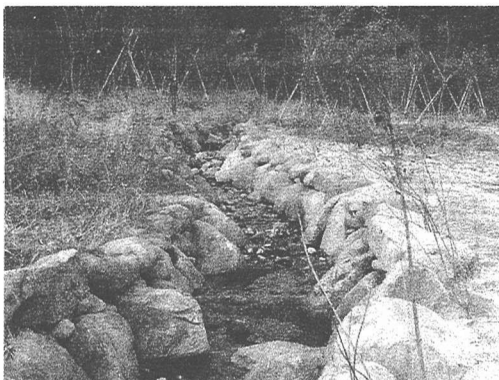


写真-2 水路B（下側水路）の様子。下流方向から
C4, F4実験区付近を見たところ

査で発見された各種の個体数を示す。また、水路の種別（環境整備の有無）、試験区の種別（浮石設置の有無）、調査時期（浮石設置前と後）の3つの要因について、これらのデータを用いて分散分析を行った結果を表-2に示す。分散分析の結果、全体的な指標の中では、調査時期の違いによる種数に有意差が見られた。また、ユスリカ亜科の一種、モノアラガイなど数種の個体数で、調査時期と水路の種別に有意差が見られた。一方、浮石設置の有無については有意差が検出されなかった。

次に、個体数等の増減がわかるように、実験条件別に整理して浮石設置前と設置後に分けて示したのが表-3である。環境整備を行っていない水路Aの浮石設置なしの区では、総個体数、多様度指数と2種の個体数が逆に減少する傾向が見られた。増加傾向が見られたのは、環境整備を行った水路Bの浮石設置区で、総個体数が増加した。個別の種では、水路Bで造網性のヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* が出現した。本種は流下してくる有機物を石の隙間に張った網を使って補足し餌とするため、浮石の設置によって生息空間が出現したためと考えられる。また、水路Aでサカマキガイとニンギョウトビケラが、水路Bでモンユスリカ亜科の一種とモノアラガイが増加した。これらの種は、浮石設置の有無に関わらず同じ増加傾向を示していることから、浮石を設置したことよりも、むしろ時間の経過による水路自体の環境の変化により



写真-3 浮石設置実験区（水路B）の様子

増加した可能性が高い。

（2）両生類調査の結果

表-4に、水路での両生類の分布調査の結果を示した。両生類は水路Aには出現せず、樹林と隣接している水路Bのみで観察された。成体の観察例が少なく、声の調査では水路内での位置を特定することが難しいことから、水路B全体での観察結果としてとりまとめた。この調査地のビオトープ池全体では、両生類がトウホクサンショウウオ *Hynobius lichenatus*、アカハライモリ *Cynops pyrrhogaster*、アズマヒキガエル *Bufo japonicus*、ニホンアマガエル *Hyla japonica*、ニホンアカガエル *Rana japonica*、ヤマアカガエル *Rana ornativentris*、ツチガエル *Rana rugosa*、シュレーゲル

表-1 水路A（上側水路）における水生動物調査の結果。各種のコドラート毎の個体数を示す。表中の「設置前」は浮石設置を行う前の1998年7月30日の調査結果を、「設置後」は設置した後の1999年10月15日の調査結果を示す。また、「生活型」は森下⁴⁾に準拠した。

水路の種別 試験区の種別 調査時期 実験区 コードラート			水路A（上側水路：環境整備なし）															
			浮石なし								浮石設置							
			設置前				設置後				設置前				設置後			
			C1 A	C1 B	C2 A	C2 B	C1 A	C1 B	C2 A	C2 B	E1 A	E1 B	E2 A	E2 B	E1 A	E1 B	E2 A	E2 B
和名	成長段階	生活型																
1 グマガトビケラ	幼虫	携巢	358	216	271	424	15	27	95	81	312	525	168	175	304	492	265	
2 ユスリカ亜科の一種	幼虫	掘潜	131	162	42	207						13	156	48			13	
3 ホソバトビケラ属の一種	幼虫	携巢		1	2	1	2	2	2	7	2	6	1	1	3	3	3	
4 モンユスリカ亜科の一種	幼虫	掘潜	12	8	7	18			12		42	11	3		15	7	16	
5 セトトビケラ属の一種	幼虫	携巢		1		1					1							
6 モンキマメゲンゴロウ	成虫	遊泳									2						1	
7 サカマキガイ		匍匐					2	2	5	13					5	6	7	5
8 ニンギョウトビケラ	幼虫	携巢					3	12	19						11	12		13
9 モノアラガイ		匍匐													3			
10 ヒゲナガカワトビケラ	幼虫	造網																
11 チャイロシマチビゲンゴロ	成虫	遊泳																
12 フタバカゲロウ	幼虫	遊泳																
13 オナシカワゲラ科の一種	幼虫	匍匐																
14 ブユ科の一種	幼虫	掘潜																
15 カワニナ		匍匐																
16 ナガレトビケラ属の一種	幼虫	匍匐									2							
17 アメンボ科の一種	幼虫	遊泳																
18 ヘビトンボ	幼虫	掘潜							3									
19 ホトケドジョウ		遊泳																
20 マルガタゲンゴロウ	成虫	遊泳																

アオガエル *Rhacophorus schlegelii*、モリアオガエル *Rhacophorus arboreus*、カジカガエル *Buergeria buergeri* の10種記録されているが、水路に出現したのはこのうちカジカガエル、ヤマアカガエル、ニホンアカガエル、モリアオガエル、ニホンアマガエル、アズマヒキガエルの6種のカエルのみであった。特に水路Bでよく見られたのはカジカガエルであり、4月下旬から6月一杯にかけてすべての調査で出現した。カジカガエルは水路A及び上池ではまったく幼生が観察されていないことから、水路Bで見られた幼生はここで産卵されたものと考えられる。一方アカガエル類の幼生と幼体は、上池で多数卵塊や幼生が見られていることから、そこから流下した可能性もある。また、モリアオガエルの卵塊は、石の隙間や草の中に産み付けられていた。

5. 考察

(1) 水路形状の改善及び浮き石設置の効果

実験の結果、数種類の動物種で生息環境に配慮した水路Bでの個体数が多かったほか、水路Bの浮石配置実験区で配置前と後で種数、総個体数の増加が認められた。また、両生類は水路Bのみで記録され、カジカガエルが多数生息して繁殖したことが確認されたほか、数種のカエル類の利用が認められた。以上のように、水路の多自然的工法や浮石の配置等の措置は生物

生息環境の創出という点で一定の効果があることが確認された。しかしながら、実験結果を細かく見ると、整備効果は水路の違いにより多少異なっていたことがわかる。図-4は、水路の水生動物の調査結果を種数と個体数で試験区別にプロットしたもので、水路の違い(AとB)、浮石設置前と設置後の計4つの組み合わせに属する調査結果のグループ毎の分布がわかるように線で囲んで示してある。図中に灰色の線で囲まれた水路Aの結果を見ると、浮石設置前の調査(点線)と設置後の調査(実線)で種数の増加が見られないだけでなく、個体数もむしろ減少したことがわかる。このように、周囲の環境や工法等から、もともとポテンシャルが低いと思われる水路Aでは、時間により、あるいは浮石設置により生息環境の改善が見られなかったことは興味深い。一方、生物の生息に一部配慮した施工を行った水路Bでは、設置前(黒の点線)と比べて設置後(黒の実線)は種数が増加する傾向が見られたほか、個体数で見ると増加した傾向と共に点のばらつきも大きくなったことが見てとれる。水路Bでは、これ以外にも沈水植物が繁茂した部分やリター・泥が堆積した部分などさまざまなタイプの環境が出現したことは、表-1の調査結果にも示したとおりである。すなわち、水路Bでは整備の実施と時間の経過により、生物の生息環境として好適な部分と好適でない部分を含めて環境がより多様になったと考えることができる。また、両生類の生息が水路Bのみで確認されたことは、水路Bの周囲が樹林や草地となっていること

表-1 (続き) 水路B (下側水路：練石配置による空隙供給等の環境整備実施)

水路B (下側水路：練石配置による空隙供給等の環境整備実施)																							
浮石なし				浮石設置								沈水植物				リター				泥			
設置前		設置後		設置前		設置後		設置前		設置後		設置後		設置後		設置後		設置後		設置後		設置後	
C3	C4	C3	C4	E3	E4	E3	E4	E3	E4	E3	E4	沈	沈	沈	沈	リ	リ	リ	リ	泥	泥	泥	泥
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	17	10	35	15	65			54	18	18	25	775	35	5	7	10	5	30		1		12	125
2		8	15	1			27	35		4	5		22	72		10	21	5	306	112			17
3			1		13	5		1					2			1	9	5	10	3			7
4					31	7	3					9	36	39					51				31
5							1	1							4				1				9
6																							
7	4	6	10	4	3	7	1	5		1		3		2				16	23				5
8					2	7								2									2
9					564	37		6				87	207	15	3	1	60	171	10	21			46
10												26		41									333
11					1	1										1			2				
12							2								1			3					
13										6										2			
14														1									
15					1																		
16																							
17															1								
18																							
19															1								
20															1								

表-2 各種要因による分散分析の結果。F値のみを示す。数字の右横の* 1つは $p < 0.05$ 、2つは $p < 0.01$ の危険率で有意差があったことを示す。各種の個体数は6個以上のコドラートに出現したもののみ示した。

	種数	総個体数	Shannon-Weanerの多様度指数	グマガトビケラ	ユスリカ亜科の一種	ホソバトビケラ属の一種	モンユスリカ亜科の一種	セトトビケラ属の一種	サカマキガイ	ニンギョウトビケラ	モノアラガイ
水路種別（環境整備の有無）	0.35	4.02	0.13	7.80 *	7.35 *	0.91	0.16	0.46	0.01	7.04 *	2.48
試験区の種別（浮石設置の有無）	0.01	0.96	0.10	2.67	1.10	0.91	1.50	0.05	2.48	0.05	0.25
調査時期（設置前と後）	7.38 *	0.00	1.82	0.25	10.39 **	3.13	1.29	0.46	4.50 *	13.27 **	2.51
水路×試験区	0.13	0.02	2.07	0.00	3.44	1.50	0.01	0.46	2.93	0.16	0.26
水路×時期	5.04 *	10.24 **	0.87	3.87	13.81 **	0.46	7.27 *	4.12	16.29 **	7.04 *	2.48
試験区×時期	0.35	2.51	1.59	3.03	3.21	3.13	0.79	0.46	0.79	0.05	0.25
水路×試験区×時期	0.01	0.36	0.59	0.05	1.83	0.17	0.18	0.05	0.57	0.16	0.26

表-3 浮石設置前と後の調査結果の比較。数値は平均±標準偏差を表す。上向き、下向きの矢印は設置前後の変化が有意に増加、減少していたもの（Man-Whitney U検定、5%）を示す。各種の個体数は6個以上のコドラートに出現したものだけについて個体数を示した。

水路の種別 試験区の種別	水路A（上側水路：環境整備なし）				水路B（下側水路：空堀供給）				
	浮石なし		浮石設置		浮石なし		浮石設置		
	調査時期	設置前	設置後	設置前	設置後	設置前	設置後	設置前	設置後
サンプリング数	4	4	4	4	4	4	4	4	4
種数	4.3 ± 1.0	4.3 ± 1.0	4.3 ± 2.1	4.8 ± 1.0	3.0 ± 0.8	5.3 ± 2.2	2.5 ± 1.3	5.5 ± 1.9	
総個体数	465.5 ± 144.1 ↓	75.5 ± 56.9	367.0 ± 156.6	296.0 ± 205.1	31.5 ± 19.7	196.3 ± 323.4	41.5 ± 36.0 ↑	349.8 ± 379.2	
Shannon-Weaverの多様度指数	1.0 ± 0.2 ↓	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.5	0.5 ± 0.3	0.7 ± 0.4	0.4 ± 0.3	0.6 ± 0.4	0.8 ± 0.4	
グマガトビケラ	317.3 ± 92.1 ↓	54.5 ± 39.4	295.0 ± 167.1	265.3 ± 202.7	19.3 ± 10.9	16.3 ± 32.5	28.8 ± 17.2	205.5 ± 379.9	
ユスリカ亜科の一種	135.5 ± 69.7 ↓	0.0 ± 0.0	54.3 ± 70.8	3.3 ± 6.5	6.0 ± 7.0	6.8 ± 13.5	11.0 ± 16.1	23.5 ± 34.0	
ホソバトビケラ属の一種	1.0 ± 0.8 ↑	0.0 ± 0.0	2.5 ± 2.4	2.3 ± 1.5	0.3 ± 0.5	4.5 ± 6.1	0.3 ± 0.5	0.5 ± 1.0	
モンユスリカ亜科の一種	11.3 ± 5.0	3.0 ± 6.0	14.0 ± 19.2	9.5 ± 7.5	0.0 ± 0.0	↑ 10.3 ± 14.1	0.0 ± 0.0	↑ 21.0 ± 19.4	
セトトビケラ属の一種	0.5 ± 0.6	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.6	0.0 ± 0.0	1.0 ± 2.0	
サカマキガイ	0.0 ± 0.0 ↑	5.5 ± 5.2	0.0 ± 0.0	↑ 5.8 ± 1.0	6.0 ± 2.8	2.8 ± 3.1	1.5 ± 2.4	1.3 ± 1.5	
ニンギョウトビケラ	0.0 ± 0.0 ↑	8.5 ± 8.7	0.0 ± 0.0	↑ 9.0 ± 6.1	0.0 ± 0.0	2.3 ± 3.3	0.0 ± 0.0	0.5 ± 1.0	
モノアラガイ	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.8 ± 1.5	0.0 ± 0.0	↑ 1151.8 ± 275.3	0.0 ± 0.0	↑ 78.0 ± 93.7	

表-4 水路における両生類の調査結果。水路Aでは両生類が観察されなかったため、水路Bの記録のみを示した。数字は観察された個体数を、* 1つが少なくとも1個体の観察例を、2つが多数（10個体以上）の観察例を示す。

	カジカガエル				ヤマアカガエル				ニホンアマガエル		モリアオガエル		ニホンアマガ		アズマビキガエル	
	成体	声	幼生		成体	声	幼体	幼生	成体	幼体	成体	声	卵	成体	成体	幼体
浮石 設置前	98/04/19	8			3											
	98/05/18		*													
	98/06/06		*	*				**								
	98/06/24	1	*	*	1			**								
	98/07/17															
浮石 設置後	99/03/25															
	99/04/04															
	99/04/18		*												1	
	99/05/02	6	*		*	*							1			
	99/05/22	3	*	*	6											
	99/06/13		*	*												
	99/06/27	1	*				**		*		1	*	3			
	99/07/09						**	*				*	2			
	99/07/28								2	1						*

が大きな要因であるように思われた。このことから、単に水路の形状などだけを問題にするのではなく、周辺の環境を含めた総合的な環境整備を計画・実施することが大切であると考えられる。

(2) 生物の生息に配慮した水路の工法に関する提案

本事例地のピオトープは広い集水域をもたないにもかかわらず、大雨による出水時に浮石が流出するという問題点が生じた。このことから、実際の施工においては流水の影響に配慮しつつ、かつ水路本来の機能を損なわない形で整備を実施することが必要であると考えられた。このためには、まず浮石を適当にせき止め

る構造を水路内に設けることが必要となる。しかし、この構造を必要以上に大きくすると、土砂が堆積して浮石を埋めてしまうことが懸念される。また、同時にごみや流木などもせき止めてしまい水があふれるといった事態も考えられる。これらの点に配慮して、現時点で妥当と思われる工法に関するアイデアをまとめたのが図-5である。配慮すべき点として、堰の部分は透水性があること。たとえばコンクリート擬木やプラスチック擬木をラフに並べるなどの方法が良いと思われる。このとき全面に堰を設けると石や土砂の移動がなくなり自然とかけ離れた状況を作り出す可能性があるため部分的に施し、状況を見なが

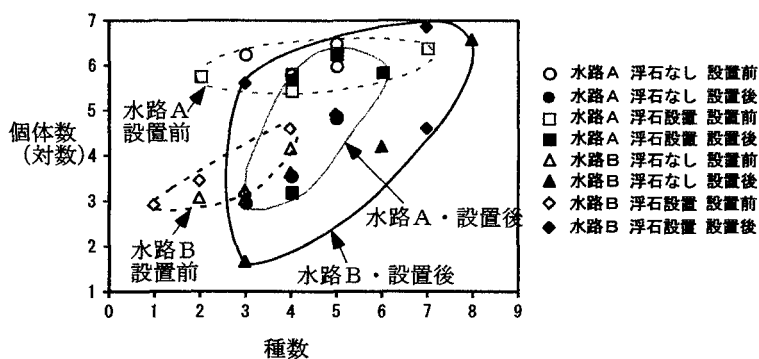


図-4 水路の水生動物の調査結果を、種数と個体数で試験区別にプロットしたもの、水路の違い、設置前と後の4つの組み合わせに属する調査結果のグループ毎の分布がわかるように、点のグループを線で囲んで示した。

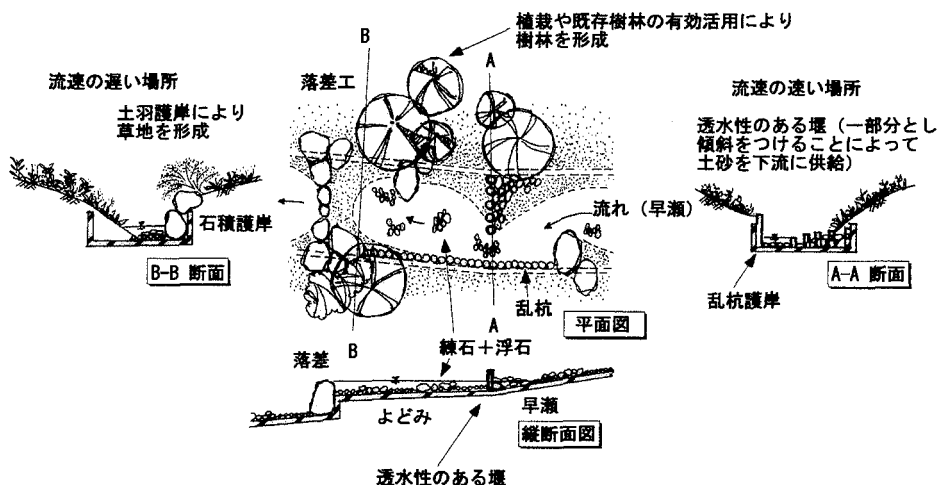


図-5 水生生物の生息に配慮した水路形状の例

ら施工していくのが良いのではないだろうか。また、使う石は現地発生材がなじみがよいであろう。段差の上流側にはたまりを作るなどすれば、より多様な環境を作り出すことが可能であろう。

本事例地では、ダム湖の周囲に水路を設置し多少の環境整備を行うことで、ダム湖造成前の環境に生息し、造成後も残存していたと考えられるカジカガエルのような流水性生物の生息環境を作り出すことができた。このように、ダム湖に隣接した公園の水路のような多分に人工的な環境でも、なるべく多自然的な工法を実施することが無駄ではないと思われる。今後、色々な場所や環境で生物の生息環境に配慮した施工を実施し、その効果をモニタリングしていく必要であると考えられる。

謝辞：本研究を行うにあたり、栃木県土木部那珂川水系ダム管理事務所の皆様に調査や資料入手に関し多大の便宜を図っていただいた。また、野外調査にあたっては日置佳之、石曽根敦子（以上建設省土木研究所）、石崎浩（栃木県真岡土木事務所）、太田望洋、水谷義昭（以上アジア航測㈱）、駒走裕之（㈱日本植生）、裏戸秀幸（㈱地域環境計画）、手塚功、木村有紀、岩城花野子の各氏に、水生動物の同定については林友彦氏にお手伝いいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 藤原宣夫, 百瀬浩, 田畑正敏, 半田真理子, 田中隆: ダム湖におけるカモ類の行動と環境選択, 環境システム研究, No. 26, pp. 37-44, 1998.
- 2) 舟久保敏, 百瀬浩, 木部直美, 藤原宣夫: 鳥類の生息環境としてのダム湖の特性 —自然湖沼との比較—, 環境システム研究, No. 27, pp. 45-53, 1998.
- 3) 建設省河川局監修・建設省建設技術協議会水質連絡会編・河川環境管理財団編: 河川水質試験方法(案)1997年版 一試験方法編一, 技報堂出版, 1997.
- 4) 森下郁子: 指標生物学〜生物モニタリングの考え方〜, 山海堂, pp. 218., 1985

RESTORATION OF STREAM ENVIRONMENT NEAR A DAM LAKE AS HABITAT FOR STREAM-LIVING ANIMALS

Hiroshi MOMOSE, Naomi KIBE, Shin-ichi SUDA, Masaru KONO,
Terutake HAYASHI and Nobuo FUJIWARA

Aquatic animals were monitored at two different artificially constructed streams near a dam lake (Higashi-Arakawa dam lake, Shioya-Cho, Tochigi prefecture) in central Japan. One (stream A) was an U-shaped, shallow stream in a park situated near the dam lake and was constructed in an open space without any structural consideration as habitat for aquatic animals. The other (stream B) was also an U-shaped stream but large stones were placed inside for the purpose of providing space between stones as habitat for animals, and the stream itself was surrounded by trees and grassland.

In both streams, we set up two 4m-long experimental blocks and placed floating stones inside them. We monitored the number of each aquatic animal species by collecting them before and after the placement of floating stones. We also censused frogs in both streams.

The number of aquatic animal species and their numbers both increased in the experimental blocks in the stream B but not in the stream A. Frogs, especially a stream-living species *Buergeria buergeri*, were found to breed in the stream B but again not in the stream A. The difference between the results from two streams seemed to be related to the difference in the surrounding environment and the original structure with or without considerations as habitat for animals.

We proposed some ideas on stream construction that would be suitable for animals to use as their habitat and yet not harmful for the primary function of the stream in time of heavy rain.