

創出した水域における空間と生物群集の対応関係の把握 — 国営みちのく杜の湖畔公園 分流池を事例として —

A Study on Relationships Between Space Units and Biotic Communities

— A Case Study of Man Made Off-Stream Pond in Michinoku Lakewood National Government Park —

太田望洋^{*}、日置佳之^{**}、田中隆^{**}、河野勝^{***}、須田真一^{**}、裏戸秀幸^{****}、養父志乃夫^{*****}

Bohoyou OHTA, Yoshiyuki HIOKI, Takashi TANAKA, Masaru KHONO,

Shinichi Suda, Hideyuki URATO, Shinobu YABU

Abstract: The authors tried to clarify the relationships between space units and biotic communities of man made off-stream ponds by a case study. An experimental pond excavated in the reed wetland located in Mitinoku Lakewood National Government Park, Miyagi Prefecture, north-east part of Japan. The construction work completed in March of 1996. Both abiotic and biotic condition data were collected from July 1996 to February 1997. Consequently, four different types of space units were identified as followings.

① type 1; shallow, high speed stream, gravel bottom

② type 2; shallow, low speed stream, sand bottom

③ type 3; shallow, extremely low speed stream, mud bottom

④ type 4; deep, extremely low speed stream, mud bottom

These four types of space units were identified mainly by stream velocity and depth of water. And each types had their own species composition of benthic fauna classified by life forms. Identification and mapping of physio-bio (physiological and biological) space units are useful for management or recreation of ponds and streams for benthic fauna.

KEYWORDS: monitoring, off-stream pond, abiotic condition, physio-bio space units, benthic fauna

1. はじめに

近年、「自然との共生」が社会的課題となり、これに対応して生物の生育・生息空間（＝ビオトープ、以下「生息空間」と記す）を創出する事業が各地で実施されるようになった。造成される生息空間の形態には様々なタイプのものがあるが、これまでにつくられたものは漠然と生物の生息を期待したものが多く、その設計や管理の技術が確立されているとは言い難い。

流水を伴う空間を新たに造成すると、その形態に応じて侵食、堆積などの作用が加わり、一定の環境条件

^{*} アジア航測株式会社 Asia Air Survey Co., Ltd.

^{**} 建設省土木研究所 Public Works Research Institute, Ministry of Construction

^{***} 西武造園(株) Seibu Landscape Co., Ltd.

^{****} ㈱地域環境計画 Regional Environment Planning Inc.

^{*****} 和歌山大学システム工学部 Faculty of System Civil Engineering, Wakayama Univ.

を有する空間が形成され、新たに生じた環境条件を選好する生物が侵入・定着する。しかしながら、形成される空間と生育・生息する生物との対応には不明なことが多く、個別の事例において手探りで空間の設計が進められているのが現状である。

生息空間の設計・管理の技術を確立するためには、生物と空間の対応関係を個々の事例地でのモニタリングの蓄積により明らかにしていく必要がある。しかし、モニタリングの必要性は指摘されている（たとえば桜井 1996）ものの、現在行われているモニタリングの多くは出現種リストの経年的な比較にとどまり、上記のような形成される空間と生物の対応関係に着目したものは少ない。

本研究は、こうした認識のもとに、生息空間の設計・管理の基礎として空間と生物群集の対応関係を明らかにすることを目指すものである。

2. 研究目的

生息空間の創出を目的として空間を造成する場合、空間の形態は、異なる形状を持つ部位を組み合わせた多様なものとすることが多い。この場合、形成される生息空間全体は、一定程度均質な環境条件を持ちかつ一定の生物群集が存在するいくつかの単位空間に分けることが出来ると考えられる。モニタリング結果を設計、管理に生かすことを視野にいと、単位空間は物理的環境条件に基づいて定量的に表現することが有効と考えられる。

生息空間を物理的環境要素を用いて区分することにより環境特性を明確にし、生物との対応を把握した研究は、自然河川においては既に行われている（井上・中野 1994）が、生物の生育・生息を目的に創出された空間での研究例は少ない。

本研究は、事例調査地において、物理的環境要素の測定に基づき区分した空間（以下「空間タイプ」と記す）と生物群集との対応を実証しようとした。

3. モニタリング対象地

事例調査は、国営みちのく杜の湖畔公園内のヨシ群落が一様に広がる立地に創出された河川分流型の生息空間（以下「分流池」という）で行った。

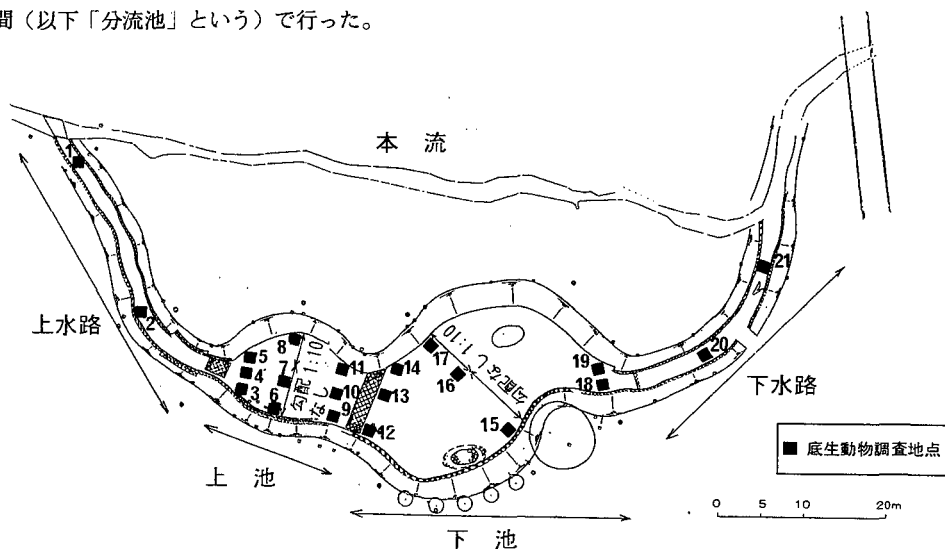


図1 分流池平面図

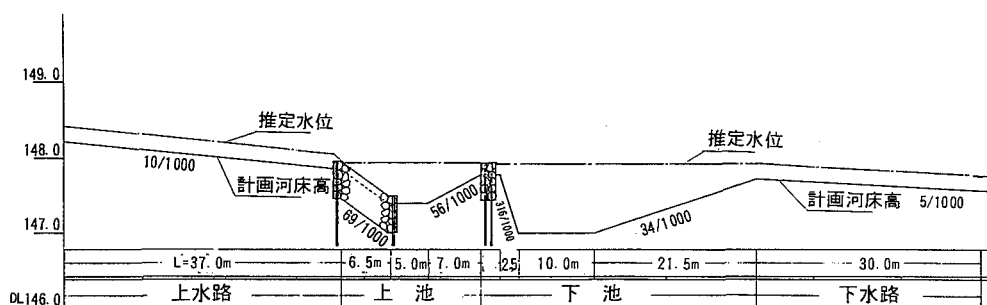


図2 分流池縦断面図

国営みちのく杜の湖畔公園は宮城県川崎町に位置する。分流池（図1）は、勾配、流路幅、水深の異なる空間を連結させることにより、多様な生物の定着を期待して造成された。敷地内を流れる旧農業用水路（以下「本流」という）を分流し、流れのある水路（同「上水路」）～緩い流れがある浅い池（同「上池」）～流れの非常に緩い深い池（同「下池」）～流れのある水路（同「下水路」）を経て、本流に合流する構造になっている（図1, 2）。

なお、本流の平均河床勾配は9/1000、流量は1996年11月14日の計測では、本流上流部で5702m³/日、分流池導入部で3024m³/日であった。基盤となる掘削面の土性は礫を多く含む埴質壤土であり、上水路の導入部に玉石を、上池および下池の中心部～左岸にかけて休耕田の土壌を搬入して整備した。動植物の自然な定着を期待して、動植物の移植は行わなかった。造成工事は1996年2月に開始され同年3月に竣工した。なお、分流池は釜房ダムの湛水により、毎年4月～6月中旬まで水没し、それ以後水位の低下によって再び地上に現れる。

4. 調査方法

水生生物の生息に影響を及ぼす物理的環境要素としては、水温、水質、水深、流速、底質、水生植物が考えられるが、分流池においては、抽水植物、沈水植物や水面を大きく覆う程生育した陸上植物が見られなかったため、植物以外の項目について調査した。生物は、底生生物を調査対象とした。これは、底生生物に利用する空間スケールが小さいものが多く、その生息はその場の環境に影響されやすいため、空間タイプと群集の対応を把握するのに比較的適していると考えたためである。また、空間タイプの配置を明確にするため、測量を行なった。調査日は、水温は1996年7月30日および11月12日、水質は同8月27日、水深、流速、底質は同7月31日および11月14日、測量および底生動物は同11月11～13日である。各項目の調査方法を以下に述べる。

4.1 物理的環境

1) 水質、水温

上池、下池、本流の上流部および下流部の各1地点で、水質および水温を調査した。BOD、T-N、T-Pは採水後持ち帰り室内で分析し、PH、DO、電気伝導度、濁度は水質計測用センサーを使用して現地で測定した。水温は最高・最低温度計を設置して測定した。

2) 水深、流速、底質

各部位の上流部、中心部および下流部に流路を横断する調査ラインを設置した。ラインごとに0.3～1m間隔で測点を設け、水深および水深の60%の深さにおける流速を測定し、底質を確認した。流速の測定は電磁流速計（ケネック社 VM-601型：本機は低速度の流速を正確に測定できる）を使用した。底質は表層のものを標準的な粒径のサンプルと比較して確認した。その区分は現地での確認が可能な区分として、竹門・谷田の

簡便階級（竹門ら 1995）に習い、石（50～250mm）、砂利（4～50mm）、粗砂（1～4mm）、細砂（0.125～1mm）、泥（＜0.125mm）とした。なお、11月14日調査時は調査ライン間に補助調査ラインを設置し、補助調査ラインについても水深と底質を調査した。また、底質の分布境界を平板測量し、底質分布図を作成した。

4.2 底生生物

分流池では、図1に示すように各調査ライン上に調査点を1から3地点設置し、コドラート調査を行った。本流では、代表的な環境を捉えられるように調査範囲を設定し任意採集を行った。コドラートは30×100cmとし、底質が礫質の地点では石礫をすくいにとってバットに移し、個体を採集した。砂、泥の地点では、間口幅と網で採った距離の積がコドラートと同面積になるように底質を手網ですくいとった。採集後、10%ホルマリン水溶液で固定して研究室に持ち帰り、種の同定および種別の個体数の記録を行った。

4.3 測量

平板測量を行い、分流池の基図（原図縮尺1/200）を作成した。なお、調査用の横断ラインに設置した杭の位置、砂の堆積により形成された洲の位置および範囲も測量し、基図上に記入した。

5. データ分析

データ分析は、①物理的環境要素から分流池（上水路、下水路を含む）をいくつかの空間タイプに区分し、生息空間の構造を把握すること、②空間タイプごとに底生生物群集の相違を確認することの2つの視点から行った。

5.1 空間区分

1) 底生生物調査地点の空間タイプの抽出

各地点の水温および水質調査結果を比較し、各部位の差違の有無を確認した。水温、水質には差違がないことを確認した上で、分流池の空間を水深、流速、底質の3項目のデータを用いて抽出した。空間タイプの抽出は、3つの要素により総合的に行うために、主成分分析とクラスター分析によった。データは、物理的環境要素と底生生物を同時期に行った11月の調査結果を用いた。水深、流速はコドラート内に位置する計測点のデータの平均値とし、底質はその大きさにより5段階の順位変数で表示した（泥：1，細砂：2，粗砂：3，砂利：4，石：5）。次に、個々の環境要素を標準化した値を用いて主成分分析を行い、第1主成分と第2主成分の主成分スコアから求めたユークリッド距離を用いてクラスター分析を行った。

2) 分流池全体の空間タイプの図化

1)で抽出された空間タイプの分流池全体における広がりを把握するために、空間区分図を作成した。作成にあたり、空間区分図作成基準を定め、底質分布図と調査ラインおよび補助調査ラインの水深データから推定して作成した。なお、空間区分図作成基準の作成にあたり、調査結果から各底質が分布する流速域の傾向を整理し、底質の分布がその場所の流速の状況を概ね表していることを確認した。その結果底質と水深のみにより1)で区分された空間タイプと同様の空間が概ね図化できると判断した上で作成した。

5.2 底生生物

空間タイプごとの底生生物群集の相違の有無を把握するため、相違を判断する目安として、出現種数および個体数、生活型構成、特徴的に出現する種、優占種を空間タイプ別に整理した。

なお、空間タイプごとに特徴的に出現する種を把握するにあたっては、選択度指数（Jacobs 1974）を用いて各空間に対する出現種別の選好性を算出した。計算式を以下に示す。

$$Dsa = (rs - pa) / (rs + pa - 2rs \cdot pa)$$

Dsa ：種sの空間タイプaへの選択度、

rs ：sが出現した調査地点のうちaの占める割合、 pa ：全調査地点のうちaの占める割合である。選択度指数 Dsa は、ここではそれぞれ異なる地点数を持つ空間タイプにおける出現頻度から、各空間タイプに対する選好性の高さを相対的に表す指数である。指数は-1から+1の範囲の値をとり、数値が大きいほど選好性

が高いことを示す。

6. 結果

6.1 物理的環境要素

1) 水質、水温

水質、水温の調査結果を（表1，2）に示した。水質、水温ともに分流池の各部位による大きな相違は認められず、分流池の水質、水温はほぼ同一であると言える。なお、水質階級は生活環境に係わる基準に照らし合わせると「A」に分類され、清冽な水域といえる。

表1 分流池部位別の水質

	上流	上池	下池	下流
BOD(mg/l)	1.4	1.1	1.4	1.4
総N(mg/l)	1.00	0.88	1.00	0.82
総P(mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
DO(mg/l)	9.2	9.2	9.6	9.3
PH	7.8	7.9	7.8	7.9
EC(mS/cm)	0.13	0.13	0.13	0.12
濁度(NTU)	5	7	8	6
透視度	>50	>50	>50	>50
水温(℃)	19.5	19.6	19.8	19.8

調査日:1996年8月27日

表2 分流池部位別の水温

測定場所	1996年7月30日		1996年11月12日	
	最高	最低	最高	最低
上流	27.5℃	22.0	11.0	10.0
上池	28.5	22.0	11.5	10.0
下池	28.0	22.5	11.0	10.0
下流	28.0	22.0	10.5	9.5

2) 底生生物調査地点の空間タイプ区分

主成分分析による第1主成分までの寄与率は70.1%、第2主成分までの寄与率は92.8%で、第1主成分には底質と流速、第2主成分には水深が大きく寄与した（表3）。クラスター分析の結果、底生生物調査地点は異なった特徴をもつ4つの空間タイプに区分された（図3）。まず、第1主成分により、流速が大きく底質が大きいグループ（空間タイプA）と、流速が小さく底質が小さいグループおよび両者の中間的な特徴をもつグループ（空間タイプB）に大別された。流速が小さく底質が小さいグループは第2主成分の特性により2つのグループ（空間タイプC，D）に分けられた。Aは流速、底質共に最も大きいことで特徴づけられ、水深は浅い。Bは流速が小さく底質はやや小さく、水深が浅い。C、Dは流速、底質共に最も小さいという共通の特徴を持つが、水深がCで浅く、Dで深い（表4，5）。

表3 主成分分析結果

	第1主成分	第2主成分
固有ベクトル		
水深	-0.48	0.88
流速	0.61	0.40
底質	0.63	0.27
累積寄与率(%)	70.1	92.8

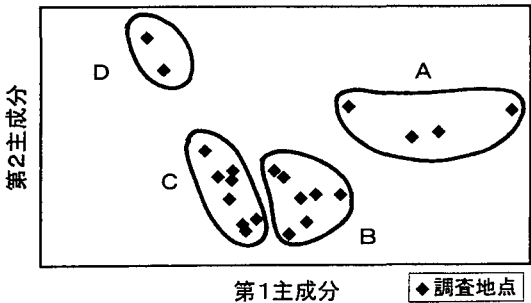


図3 空間タイプの主成分軸上の配置

表4 空間タイプの特性

空間タイプ	水深(cm)	流速(cm/s)	底質
A (n=4)	mean SD 14.5±10.8	21.5±8.8	4.3±0.5
B (n=7)	13.9±6.1	4.7±3.0	2.4±0.7
C (n=8)	23.6±8.4	1.9±1.2	1.0±0
D (n=2)	68.0±5.0	1.0±0	1.0±0

表5 空間タイプの特性

空間タイプ	水深	流速	主な底質
A	浅い	大	砂利
B	浅い	小	砂
C	浅い	微小	泥
D	深い	微小	泥

3) 各底質の分布流速域

各流速値における底質の分布を図4に示した。分析には7月31日および11月14日のデータを使用した。なお、石は搬入したもののため分析対象から省き、粗砂は確認された計測地点数が少なかったため、細砂の区分に含め、砂として表示した。

泥は流速1～6cm/sまで、砂は流速1～16cm/sまで出現していた。砂利は例外的に流速3、5cm/sに出現しているが、その他は14～48cm/sで出現していた。底質の分布はその場所の流速の状況と対応しており、区分された空間タイプの底質と流速の対応(表4)と同様であった。なお、泥および砂は流れの作用により堆積したものと考えられるが、砂利は水路の導入部が本流の河床より約40cm高い構造になっており、また、上流の河床の主な底質は粗砂で砂利が少なかったことから、基盤の土層から細粒分が流出して露出したものと考えられる。

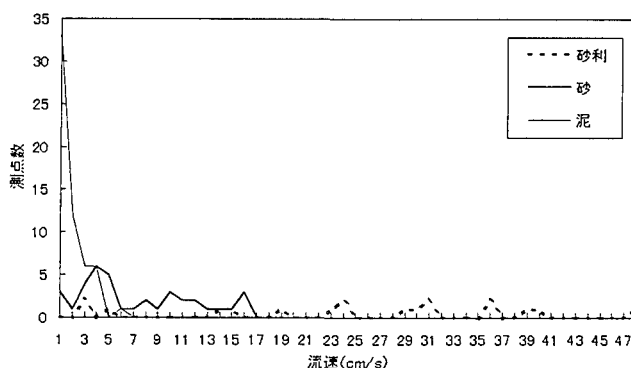


図4 各流速値における底質の分布

4) 分流池の空間タイプの配置

空間タイプの特性および底質の分布する流速域の傾向から、以下に示す基準を定めた。この基準に基づき、調査ライン、補助調査ラインのデータおよび底質分布図から推定し、分流池の空間区分図を作成した(図5)。また、空間区分図から形状の異なる部位別に各空間タイプの面積を測定した(表6)。

空間区分図作成基準

空間タイプA：底質が石、砂利 空間タイプC：底質が泥で水深が45cm未満
空間タイプB：底質が粗砂、細砂 空間タイプD：底質が泥で水深が45cm以上

空間タイプAは水路の大部分を占め、空間タイプBは上池の上流部および水衝部にあたる右岸から中心部にかけてと、下池の上流部に広がっていた。空間タイプCは上池の中心部から左岸水際部および下池の左岸水際部から下流部に分布していた。空間タイプDは下池の大部分を占めていた。なお、上池の空間タイプBの分布域には砂の堆積により形成された洲が存在していた。上池は河床勾配が大きい部位から小さい部位の変換面であることから、特に堆積作用が激しいと考えられる。

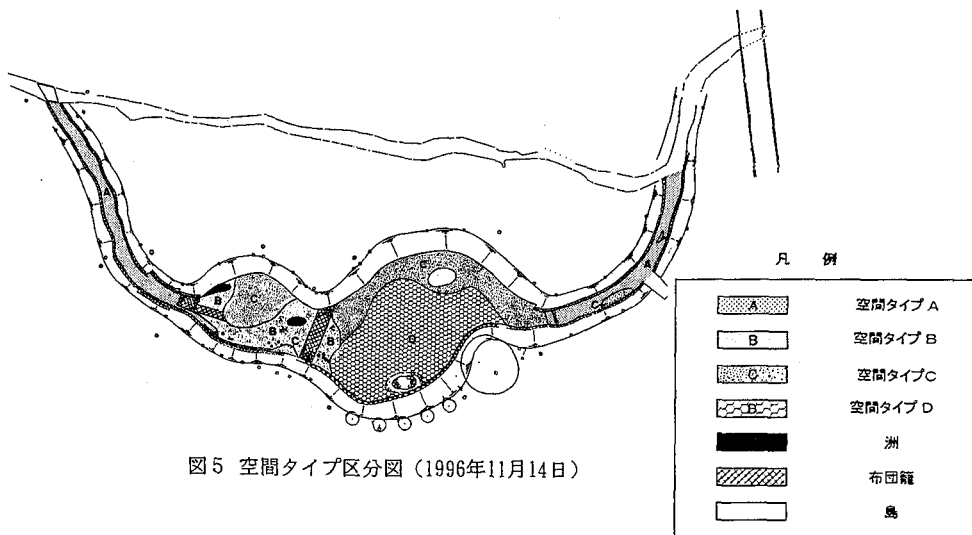


図5 空間タイプ区分図(1996年11月14日)

表6 各部位に占める空間タイプの面積および比率

	A		B		C		D		合計 面積
	面積	比率	面積	比率	面積	比率	面積	比率	
上水路	57	100.0%	0	0.0	0	0.0	0	0.0	57
上池	5	4.3	64	54.7	48	41.0	0	0.0	117
下池	0	0.0	17	4.7	116	32.0	230	63.4	363
下水路	48	92.3	0	0.0	4	7.7	0	0.0	52
合計	53	—	81	—	168	—	230	—	532

6. 2 底生動物

1) 出現種数および個体数

各調査地点における個体数と出現種数を図6に示した。

出現種数、個体数ともに空間タイプAが多く、その他の空間タイプでは少ない傾向がみられた。特に空間Bで少なく、地点4を除くと出現種数は5種以下、個体数10個体以下だった。空間タイプAのうち、地点1の種数、個体数が特に多かったが、この地点は搬入した石が浮き石状態で層をなしており、底生動物の生息場所として最も良く機能していると考えられる。また、地点17は個体数が多かったが総個体数123個体のうちカユスリカ属の1種が99個体を占める単調な群集だった。

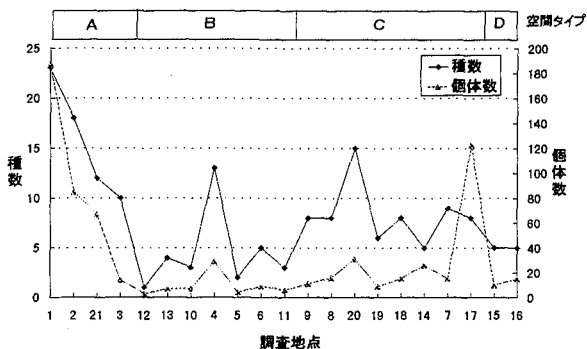


図6 調査地点別の出現種数および個体数

2) 生活型構成

各調査地点における出現種の生活型構成比を図7に示した。なお、移動性が高いため採集の偶然性が高いアメリカザリガニ、ヌカエビは分析対象から除いた。

いずれの空間タイプでも細かい底質の環境に適応した形態を持つ掘潜型の割合が最も高かった。また、空

間タイプB、C、Dでは掘潜型が50～100%と特に高いのに対して、空間タイプAでは流速が大きい礫質の環境に適応した形態を持つ、造網型、固着型、匍匐型、携果型などが含まれ、掘潜型以外の生活型が40～70%となっていた。

3) 空間タイプの選好性による出現種区分

算出した選択度指数から、出現種を空間タイプの選好性に共通の傾向があるグループに整理し、同時にそれぞれの種の本流での出現の有無も記録した(表7)。なお、出現回数が1回の種、移動能力が高いため採集の偶然性が高い種は分析対象から除いた。

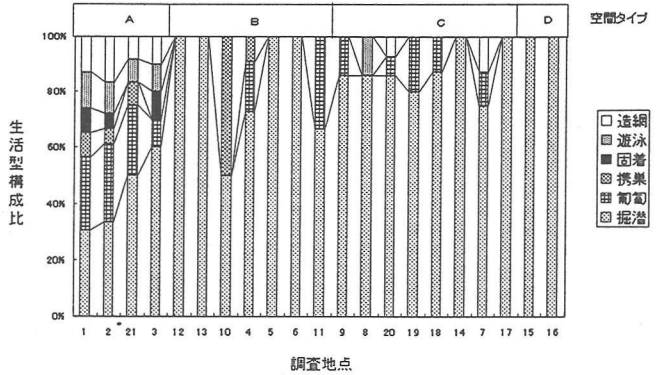
特定の空間タイプに高い選好性を持つ種が各空間タイプで抽出された。空間タイプAに高い選好性を持つ種(以下「指標種A」という)が11種と多

く、空間タイプCに高い選好性を持つ種(同「指標種C」)は3種、空間タイプB、Dに高い選好性を持つ種(同「指標種B」、「指標種D」)は1種と少なかった。指標種Aはトビケラ目、カゲロウ目および双翅目が多数を占め、生活型は造網型、匍匐型、携果型、固着型および掘潜型で構成されていた。指標種Bはガガンボ亜科の1種(1)、指標種Cはカユスリカ属の1種、トウヨウモンカゲロウおよびセンブリ属の1種、指標種Dはオオユスリカで、いずれも生活型は掘潜型だった。特定の空間に高い選好性を示さず複数の空間に出現する種(以下「共通種」という)は7種

で、そのうち6種が掘潜型で1種が匍匐型だった。

指標種の本流での出現の有無をみると、指標種Aは全種が本流で出現していた。それに対して、指標種Bのガガンボ亜科の1種(1)、指標種Cのカユスリカ属の1種、指標種Dのオオユスリカは本流で出現していなかった。共通種は7種のうち5種が本流で出現していた。

各調査地点における種区分ごとの出現種数の内



注)
造網型: 流速の速い場所の石面上に、巣と捕獲網を造って生活するもの
遊泳型: 移動の際は遊泳して生活するもの
固着型: 流速の速いところで他物に固着してあまり移動せずに生活するもの
携果型: 簡巢を持ち移動しながら生活するもの
匍匐型: 石面や水底を這って生活するもの
掘潜型: 砂や泥のなかに潜って生活するもの

図7 調査地点別の生活型構成比

表7 選択度指数による出現種区分

種区分	目	種 名		生活型	空間タイプ				本流
		和 名	学 名		A	B	C	D	
指標種A	カゲロウ	シロガリカゲロウ	<i>Ecdynurus yoshidae</i>	匍匐	1.0				○
	カゲロウ	サホカゲロウ	<i>Baetis sahoensis</i>	遊泳	1.0				○
	カゲロウ	キロガリカゲロウ	<i>Potamanthus kamonis</i>	掘潜	0.6	-0.2	-0.3		○
	カゲラ	フナムシカゲラ属の1種	<i>Neoperla</i> sp.	匍匐	1.0				○
	トビケラ	ニギョウトビケラ	<i>Goera japonica</i>	携果	0.9	-0.2			○
	トビケラ	ウルマシマトビケラ	<i>Hydropsyche ulmeri</i>	造網	1.0				○
	トビケラ	カサシマトビケラ	<i>Cheumatopsyche brevilleatus</i>	造網	0.8		-0.1		○
	トビケラ	ヒゲナカトビケラ	<i>Stenopsyche marorata</i>	造網	1.0				○
	双翅	カガホ'亜科の1種(2)	<i>Tipula</i> sp.(2)	掘潜	1.0				○
	双翅	ウスハヒカガホ'亜科の1種	<i>Antocha</i> sp.	固着	1.0				○
	双翅	ハマダナカレア'	<i>Atherixibis japonica</i>	掘潜	1.0				○
指標種B	双翅	カガホ'亜科の1種(1)	<i>Tipula</i> sp.(1)	掘潜	0.2	0.7			
指標種C	双翅	カユスリカ属の1種	<i>Procladius</i> sp.	掘潜			1.0		
	カゲロウ	トウヨウモンカゲロウ	<i>Ephemera orientalis</i>	掘潜	0.1		0.5	0.1	○
指標種D	双翅	セブリ属の1種	<i>Sialis</i> sp.	掘潜	-0.2	-0.6	0.5	0.2	○
	双翅	オオユスリカ	<i>Chironomus plumosus</i>	掘潜			0.4	0.7	
共通種	トンボ	サナトホ'科の1種	<i>Gomphidae</i> sp.	掘潜	0.0	-0.3	0.0	0.4	○
	トンボ	ミヤマサナエ	<i>Anisogomphus maackii</i>	掘潜	-0.2	-0.1	0.1	0.2	○
	双翅	ハモユスリカ属の1種	<i>Polypedilum</i> sp.	掘潜	-0.2	-0.2	0.2	0.2	○
	カゲロウ	シリナマダカゲロウ	<i>Acerella lonbicaudata</i>	匍匐	0.4	-0.6	0.3		○
	双翅	モンユスリカ亜科の1種	<i>Macropelopia</i> sp.MA	掘潜	-0.1	0.0	0.2		
	双翅	ゴモカレア'	<i>Atrichops morimotoi</i>	掘潜	0.2	-0.2	0.2		
	貧毛	イハミズ'科の1種	<i>Tubifex</i> sp.	掘潜	0.2	0.2	-0.1		○

注) 表中の数字は出現種の各空間タイプにおける選択度指数。選択度指数はその値が大きいほど選好性が高いことを表し、-1から+1の値をとる。選択度指数-1の空間タイプでは表中に数値を記入していない。表中の○印はその種が本流で出現していることを表す

出現種区分
指標種A～D : 空間タイプA～Dの特定の空間タイプの選択度が高い種
共通種 : 特定の空間タイプの選択度が低くなく、複数の空間タイプに出現する種

訳を図8に示した。空間タイプAは指標種Aが多いことにより、出現種数が多くなっていた。なお、空間タイプBに属する地点4と空間タイプCに属する地点20は例外的に出現種数が多く、両地点とも他の空間タイプの指標種、やや多くの共通種が出現していた。地点4は上水路から上池の導入部、地点20は下水路内の泥の堆積部分といった他の空間タイプとの境界に位置することから、中間的な環境条件を有することによるものと思われる。

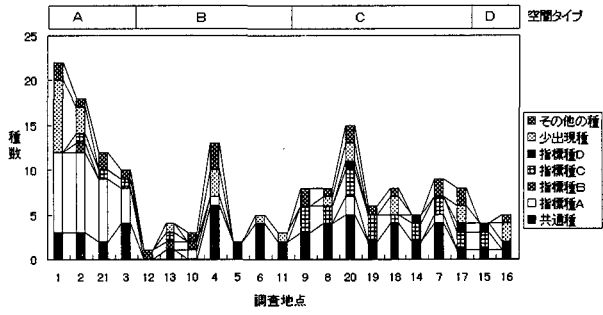


図8 調査地点別の出現種の内訳

4) 優占種

調査地点別に、個体数による優占種を整理した(表8)。空間タイプAでは指標種Aのコガタシマトビケラ、空間タイプDでは、指標種Dのオオユスリカが全ての調査地点で優占種となっていた。空間タイプBおよびCでは、指標種が優占種になる場合が多いものの、異なる種が優占種となる地点もみられた。なお、優占種の生活型は、空間タイプAの優占種は造網型で、その他の空間の優占種は掘潜型だった。

表8 調査地点別の優占種

空間タイプ	地点番号	優占種		種区分	生活型
		種名	種数		
A	1	コガタシマトビケラ	1	指標種A	造網
	2	コガタシマトビケラ	1	指標種A	造網
	21	コガタシマトビケラ	1	指標種A	造網
	3	コガタシマトビケラ	1	指標種A	造網
B	10	カガシノミ科の1種(1)	1	指標種B	掘潜
	12	カガシノミ科の1種(1)	1	指標種B	掘潜
	13	カガシノミ科の1種(1)	1	指標種B	掘潜
	4	Polypodium属sp.	1	共通種	掘潜
	5	イモミズ科の1種	1	共通種	掘潜
	11	イモミズ科の1種	1	共通種	掘潜
C	6	イモミズ科の1種、ハモンユスリカ属の1種	2	共通種	掘潜
	9	カスリカ属の1種	1	指標種C	掘潜
	14	カスリカ属の1種	1	指標種C	掘潜
	17	カスリカ属の1種	1	指標種C	掘潜
	20	カスリカ属の1種	1	指標種C	掘潜
	8	センブリ属sp.	1	指標種C	掘潜
	18	ハモンユスリカ属の1種	1	共通種	掘潜
	19	シバガマダラカゲロウ	1	共通種	掘潜
	7	ミヤマサナエ	1	共通種	掘潜
D	15	オオユスリカ	1	指標種D	掘潜
	16	オオユスリカ	1	指標種D	掘潜

6. 3 分流池創出の結果

調査及び解析の結果明らかになった造成時の空間形態－形成される空間タイプ－底生生物群集の対応関係は図9のようになった。対応関係を形状の異なる部位ごとに述べる。

①水路

一定のやや大きい勾配、狭い流路幅を持つ上・下水路では、流速が大きく、細粒分の流出により礫質が露出していた。形成されたのは水深が浅い、流速が大きい、底質が砂利という特性を持つ空間タイプAであり、底生生物群集は、匍匐型、造網型、固着型など流速が大きい水域に生息する生活型の種が多く含まれていた。これらは、他の空間タイプでは出現せず、本流で出現していた。さらに、種数および個体数が多く、他の空間タイプと異なる特性を持っていた。また、優占種は常に指標種であるコガタシマトビケラであった。

②上池

水路に連結し、緩い勾配、広い流路幅を持つ上池では、堆積作用を受け、砂または泥が堆積していた。形成されたのは水深が浅い、流速が小さい、底質が砂の空間タイプBと、水深が浅い、流速が非常に小さい、底質が泥の空間タイプCであった。底生生物群集は、両空間ともに、主に掘潜型で構成され、種数および個体数は少なかった。各空間の指標種が優占種となる場合が多かったものの、その他の種が優占種となる地点もあった。

③下池

緩い勾配、上池より広い流路幅、大きい水深を持つ下池は、堆積作用を受け、泥が堆積していた。形成されたのは、水深が深い、流速が非常に小さい、底質が泥の空間タイプDと空間タイプCであった。空間タイプDの底生生物群集は、空間タイプBおよびCと同様に主に掘潜型で構成され、種数および個

体数は少なかった。優占種は常に指標種であるオオユスリカであった。

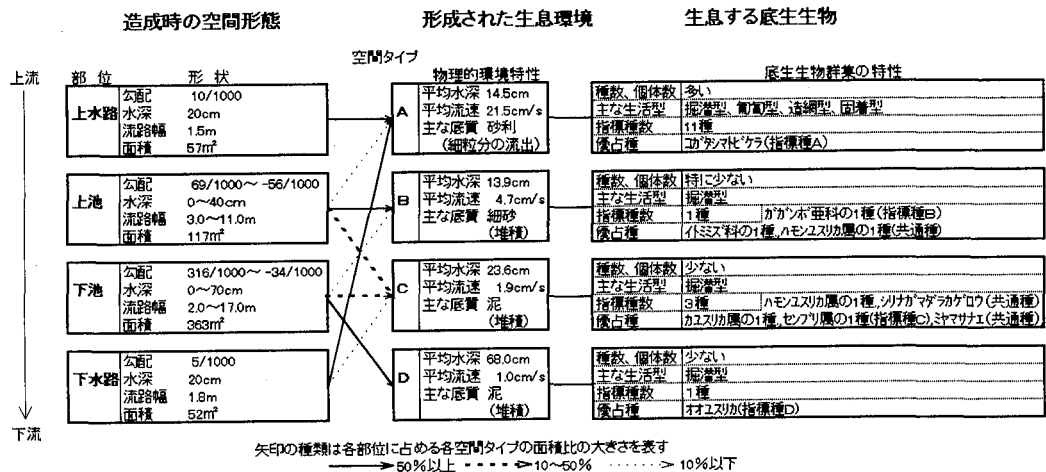


図9 分流池で確認された空間形態－生息環境－底生生物の対応関係(1996年11月14日時点)

7. 考察

事例的研究により、形状の異なる部位ごとに均質な環境条件を持つ空間タイプが形成されていることが確認された。また、各空間タイプに指標種が存在し、指標種が優占種となる場合が多かったことから、空間タイプごとに底生生物群集の相違があると言える。物理的環境要素に基づいて区分した空間タイプは底生生物群集との間に対応関係が認められた。

なお、空間タイプごとの底生生物群集の相違は確認されたものの、空間タイプAでは生活型組成、指標種数、出現種数および個体数が他の空間タイプと大きく異なるに対して、空間タイプB、C、Dは指標種の存在以外は明瞭な相違が確認されなかった。また、空間タイプB、Cの優占種は一定でなかった。この要因としては、①水生植物が生育していないため、水生生物の生息に必要な環境条件が満たされていないこと、②上池は堆積作用が激しく、環境条件が安定していないため底生生物の定着が困難であること、③下池は広い開水面を有し、流速が非常に小さく、泥質の空間からなるが、このような環境は本流に存在していないため、主要な供給源となる本流にこの環境での生息に適した種が少ないこと、④分流池は造成後1年目であり、生物の侵入・定着が進んでいないこと、⑤空間タイプB、C、Dは砂泥底に生息する生物の多くには、生息環境として大きな差異がないことが予想される。

今回用いたモニタリング手法は、多様な環境を包含する生息空間の特性を、空間タイプの抽出・図化により、明確に把握することが可能である。このため、この手法を用いれば、生息空間の管理や改修を計画する場合、対象とする部位および内容を現況に適合したものにする事が可能になると考えられる。

8. 今後の課題

モニタリングにより、多様な構造に造成した分流池の環境特性と底生生物群集を把握できた。しかし、今回の調査は、造成後1年目だったため、夏～秋季に飛来して水中に産卵し、調査時に卵の状態にいる種については把握できていない。また、生息空間の構造は変化し続けるものであり、把握できたのは調査時における時間的一断面である。今後、同じ手法により継続してモニタリングを行うことにより造成の効果を追跡することが可能になると考える。なお、今回は水生植物が生育していないため調査項目に含めなかったが、今後

生育がみられた場合は、空間の区分を行う項目の一つとして調査および解析を行う必要がある。

創出した生息空間でモニタリングを行う意義は、調査地での管理・改修計画への調査結果の利用の他に、他の事例地で同様な空間を設計する場合に、形成される生息空間の予測に資するデータを提供することが挙げられる。今回の調査結果は、形状の異なる部位ごとに形成された空間タイプを把握出来たものの、空間タイプが形成されるメカニズムは把握していない。そのため、形成される生息空間を予測するデータとしては不十分である。今後、形成される生息空間の予測に関する研究が必要である。

9. 謝辞

国営みちのく杜の湖畔公園工事事務所のみなさんには調査に多大なご協力を頂いた。また、建設省土木研究所緑化生態研究室百瀬浩博士には研究を進める上で貴重な御助言を頂いた。記して感謝します。

参考文献

- 1) 井上幹生・中野繁:小河川の物理的環境構造と魚類の生息場所, 日本生態学会誌Vol. 44, No. 2 : pp151-160, 1994
- 2) Jacobs, J.:Quantitative measurements of food selection: a modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index, *Oecologia*14, pp413-417, 1974
- 3) 桜井善雄:多自然型川づくりとビオトープ(2), 多自然研究No. 5, pp3-10, 1996
- 4) 竹門康弘・谷田一三・玉置昭夫・向井宏・川端善一郎:棲み場所の生態学, 平凡社, pp29, 1995