

白石川上流部における水生生物の群集構造に関する現地調査*

福島大学共生システム理工学類 松澤 英昭
 福島大学共生システム理工学類 菅野 理恵
 福島大学共生システム理工学類 横尾 善之

1 はじめに

河川水中の水生生物の空間分布は、出水の前後では変化することが予想される。その変化は、水生生物のサイズや運動能力、さらには周辺環境条件に依存していると考えられる。このため、出水の前後では、水生生物の群集構造の空間分布が変化すると推測される。水生生物の群集構造の距離変化については糠澤ら (2010) が山形県の大井沢川で現地調査を行なっており「地点間の地理的距離と群集相違度 θ には強い相関がある」と述べている。しかし、地点間の距離と群集相違度 θ の関係は大井沢川以外の河川でも成立するのか、については明らかではない。また、糠澤ら (2010) の地理的距離と群集相違度 θ の関係を詳しく見ると、地理的距離が 2km の地点で群集相違度 θ が頭打ちになるように見えるが、この点についても検証されていない。そこで本研究は、出水前後の水生生物の群集構造の空間分布の変化の把握に向けた第 1 段階として、平水時の水生生物の群集構造に関する現地調査を行い、糠澤ら (2010) の調査では明らかになっていない 2 つの点について考察した。

2 方法

2.1 調査地点

本研究では宮城県南部を流れる白石川を対象流域とした。調査は、七ヶ宿ダムの上流に位置する 6 地点において行った (図-1)。

2.2 水生生物のサンプリング

水生生物のサンプリングは、平成 23 年 11 月 16 日に図-1 に示す

全 6 地点で 1 回行った。各調査地点では、流れが緩やかなところ、水深が浅いところの条件を満たす 3 箇所を横断方向に選び、コドラート付きサーバーネット (30cm×30cm) を用いて定量サンプリングを行った。採集した水生生物はその場で特級エタノールを用いて固定した。サンプルは研究室に持ち帰り、LED 付顕微鏡を用いて日本産水生昆虫図鑑 (川合禎次・谷田一三, 2005)、原色川虫図鑑 (丸山博紀・高井幹夫, 2000) に従い可能な限り細かい分類レベルまで同定した。



図-1 白石川上流部の調査地点

* Community structure of aquatic biota in the upper Shiroishi river basin by Hideaki Matsuzawa, Rie Kanno and Yoshiyuki Yokoo

2.3 河川環境データ

調査地点全6地点では、水生生物のサンプリングと同時に河川環境調査も行った。水深はスタッフを用いて河川の横断方向に向かって3箇所計測し、その平均値として計算した。流速は電磁流速計（JFE アドバンテック、AEM1-D）を用いて測定した。粒径はサンプリングを行った箇所の石の長径を目視により5cm刻みで記録した。水温は水温計で計測した。

2.4 地点内の種多様性

地点内の種多様性を生物種の数を表す分類群数 S と Shannon-Weiner 多様度指数 H' (Shanon, 1948) により評価した。種多様性は群集内の種の豊富さと均等度の2つの要素によって決まる。一般に種の数が多いほど群集は多様であると言える。しかし群集に含まれる種の数が同程度であっても特定の種の個体数が多く他の個体数が少ない場合は種間の均等性を欠くため多様性は低くなる。Shannon-Weiner 多様度指数 H' は種多様性の2つの要素である種の豊富さと均等度を区別なく表す指数であり以下の式で算出される。

$$H' = -\sum \left(\frac{x_i}{N} \right) \log \left(\frac{x_i}{N} \right) \dots (1)$$

ここで x_i は i 分類群の個体数密度を N は全分類群の総個体数密度を表す。

2.5 各地点間の種多様性

各地点間の群集構造の類似性を Pianka の類似度指数 α (Pianka, 1973) を用いて評価した。次式で示す α は0から1の間の値をとり、1に近づくほど群集間の種構成と出現比率は類似する。

$$\alpha = \sum \frac{P_{Ai} \cdot P_{Bi}}{\sqrt{\sum P_{Ai}^2 \cdot \sum P_{Bi}^2}} \dots (2) \quad p_{Ai} = \frac{n_{Ai}}{N_A} \dots (3) \quad p_{Bi} = \frac{n_{Bi}}{N_B} \dots (4)$$

ここで N_A , N_B は地点 A, B の総個体数を n_{Ai} , n_{Bi} は地点 A, B における i 分類群の個体数を表す。

また、各地点間の群集構造の違いを群集相違度 θ により評価した。群集相違度 θ は類似度指数 α を用いて $\theta=1-\alpha$ と定義した。

3 結果

3.1 河川環境データ

調査の際に得られた河川環境データを表-1に示す。流速は P.06, 水温は P.05 でそれぞれ高い値を示した。しかしこれらの環境データの間に関連は見られなかった。

表-1 河川環境データ

調査地点	P.01	P.02	P.03	P.04	P.05	P.06
水深(cm)	40.0	33.3	36.7	46.7	25.0	33.3
流速(m/s)	0.69	0.74	0.76	0.68	0.81	1.61
粒径(cm)	10	10	5	5	5	5
水温(°C)	8.0	7.5	7.5	8.0	8.5	8.0

6地点において総個体数は最少で16個体(P.06)、最多で91(P.05)個体となった。分類群数 S は8(P.06)から21(P.03)の間で変動した。Shannon-Weiner多様度指数 H' は1.84(P.06)から2.79(P.03)の間で変動した。採集した水生生物として、カゲロウ目12分類群、カワゲラ目6分類群、トビケラ目11分類群、甲虫目2分類群、双翅目7分類群が確認された。

総個体数、分類群数 S とShannon-Weiner多様度指数 H' の関係を見るために図-3および図-4を作成した。図-3より分類群数 S とShannon-Weiner多様度指数 H' には相関があることは明らかである。図-4を見るとP.04では総個体数が多いにもかかわらずShannon-Weiner多様度指数 H' の値が低くなっている。ここで図-2を見るとP.04においてはエリユスリカ亜科の属不明種の存在比が極端に大きくなっている。つまりP.04のShannon-Weiner多様度指数 H' の値が低くなるのは種多様性を構成する要素の1つである均等度が低いためだと考えられる。

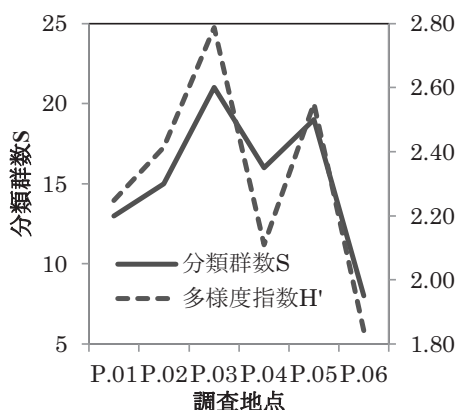


図-3 分類群数 S と多様度指数 H' の関係

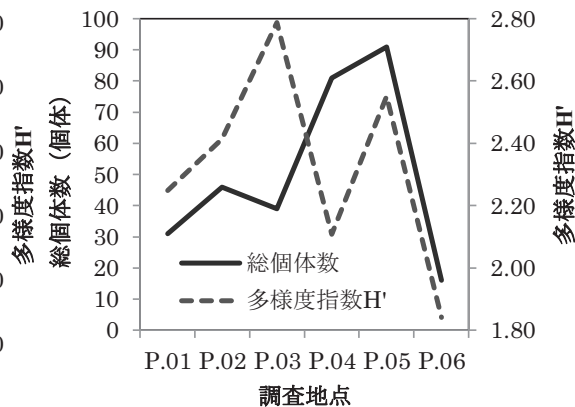


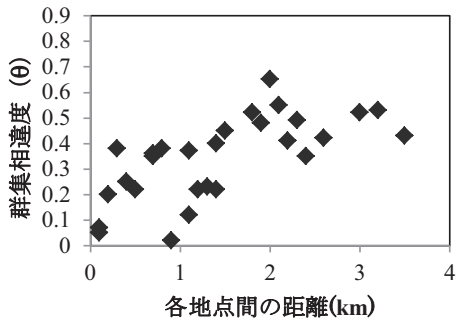
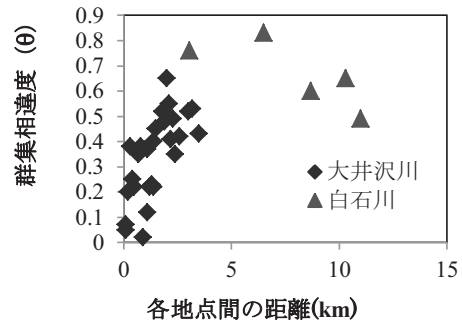
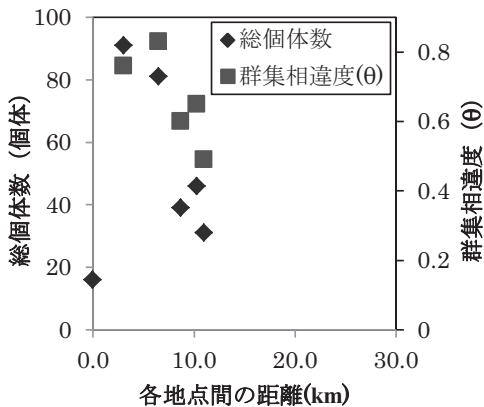
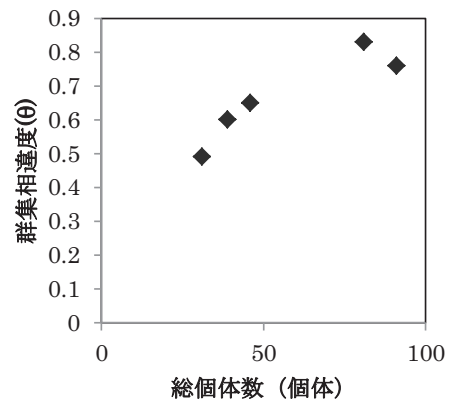
図-4 総個体数と多様度指数 H' の関係

3.3 群集相違度 θ と距離の関係

図-5は、糠澤ら(2010)がとりまとめた山形県大井沢川における地点間の直線距離と群集相違度 θ の関係である。2km地点までは、距離が離れるにつれて群集相違度 θ も増加し、2km地点を超えると群集相違度 θ は頭打ちになっているように見える。図-6は図-5のデータに本研究の調査結果を加えたものである。図-5において2km地点で頭打ちになると予想された群集相違度 θ は、本研究の結果を合わせるとその後は減少していく可能性が示された。

3.4 総個体数、群集相違度 θ と距離の関係

図-7は総個体数、群集相違度 θ と各地点間の距離の関係を表したものである。総個体数が多いところでは群集相違度 θ が高くなっている。そこで、総個体数と群集相違度 θ の関係を調べたところ(図-8)、この2つには明確な相関があることが明らかになった。したがって、図-6で確認された距離の増加に伴う群集相違度 θ の減少は、総個体数が減少したためと言える。つまり、図-6の結果は、最上流(P.06)から下流に向かって総個体数が増加したことにより群集相違度 θ が上昇したが、その後は総個体数が減少したために群集相違度 θ が減少に転じたと理解できる。

図-5 群集相違度 θ と距離の関係 (糠澤ら, 2010)図-6 各地点間の直線距離と群集相違度 θ 図-7 総個体数, 群集相違度 θ と距離の関係図-8 群集相違度 θ と総個体数の関係

4 まとめ

本研究は、出水前後の水生生物の群集構造の空間分布の変化の把握に向け、その第1段階として、平水時の水生生物の群集構造に関する現地調査を行った。今回の現地調査で得られた結果を以下に示す。

- ① 群集相違度 θ と地点間の距離の関係において、2km 地点で頭打ちになると予想された群集相違度 θ はその後減少していく傾向が見られた。
- ② 総個体数と群集相違度 θ の間には明確な相関が見られた。
- ③ 群集相違度 θ が減少に転じたのは、総個体数が減少したためである。

一方、今回の現地調査では群集相違度 θ が 2km 地点で一度頭打ちになる理由が明らかにはならなかった。大井沢川においては偶然 2km 地点で群集相違度 θ が高くなったと仮定すると、2km 地点付近に群集相違度 θ を高くする要因つまり水生生物の個体数を多くする何らかの環境的要因が

あった可能性がある。なお、本研究で計測した水深、流速、粒径、水温と総個体数の間に有意な相関は見られなかったため、その他の環境要因、例えば溶存酸素量や水素イオン濃度、電気伝導度あるいはこれらすべての要因が水生生物の個体数に関係している可能性もあり、これらの関係についてはさらに検討する必要がある。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金（若手研究 B, 21760381, 代表：風間聡）の成果の一部である。本研究の実施にあたっては、東北大学の風間研究室の糠澤桂氏および新井涼充氏、福島大学の塘忠顕教授および塘研究室の大平創氏からご助言やご支援をいただいた。ここに謝意を記す。

参考文献

- 川合禎次・谷田一三 (2005), 日本産水生昆虫一科・属・種への検索, 東海大学出版.
- 丸山博紀・高井幹夫 (2000), 原色川虫図鑑, 全国農村教育協会.
- 糠澤桂, 渡辺幸三, 風間聡 (2010), 透過型・不透過型砂防ダムの存在する山地溪流における底生動物群集の種多様性, 土木学会水工学論文集, 第 54 巻, pp.1285-1290.
- Pianka, E. R. (1973), The structure of lizard community, *Annual Review of Ecological Systems*, Vol.4, pp.53-74.
- Shanon, C. E. (1948), A mathematical theory of communication, *Bell System Technical Journal*, Vol.27, pp.379-423.