

新潟市における大型底生動物による 河川水域環境評価と評価法の検討*

猪股 秀子**・斎藤 和子**・小林 秀昭**・岸 洋志**

キーワード ①河川水域環境評価 ②大型底生動物 ③平均スコア値(ASPT 値)

要 旨

新潟市の信濃川水系や阿賀野川水系を中心として、大型底生動物による河川水域環境評価を2005～2009年度の5年間実施し、河川水域環境の実態とその指標となる平均スコア値の妥当性について検討した。主な河川では平均スコア値は上流から下流になるに従い小さくなる傾向が見られた。また、平均スコア値は水質理化学要因と河川環境要因の両要因に基づく水環境の総合的な評価指標として有用と考えられた。

1. はじめに

日本における大型底生動物による河川水域環境評価法については、1992年環境庁水質保全局からマニュアル(案)¹⁾が提示され、全国の河川環境を统一的に評価できる標準的な指標が示されている。また、その指標の妥当性については、1996年に全国公害研協議会環境生物部会²⁾で全国的な調査研究を実施し、水質理化学要因と河川環境要因を総合的に評価する指標として、その有用性を検証している。この結果を踏まえ、2000年に環境庁同局から再度、マニュアル(案)³⁾が示された。

このたび、本市の信濃川水系や阿賀野川水系を中心として、前記マニュアルに基づき、大型底生動物による河川水域環境評価を実施した。その結果から、本市における河川水域環境の実態について評価するとともに、マニュアルに示された指標の本市およびその周辺の河川での妥当性について検討したので報告する。

2. 調査方法

2.1 調査期間

2005～2009年度の5年間(毎年5月実施)。

2.2 調査地点

信濃川3地点、阿賀野川5地点、西川4地点など13河川合計33地点(図1)で、一部の河川では、市外の上流(14地点)も調査対象とした。なお、信濃川の最下流域は、採集困難であったため、調査対象としなかった。

2.3 調査手法

マニュアルに基づき、底生動物を採集、分類(同定4)し、スコア表により調査地点ごとに平均スコア値(以下、ASPT 値)を算出した。また水質理化学要因として9項目、河川環境要因として8項目を選定し調査した(表1)。なお、今回の調査地点では、全般的に流速の早い地域がほとんどないため、BODではなくCODを用いた。

2.4 解析方法

ASPT 値と水質理化学要因および河川環境要因

*Investigation of the Distribution in Water Quality and the Average Score Per Taxon based on Zoobentos at the Rivers of Niigata City

**Hideko INOMATA, Kazuko SAITOU, Hideaki KOBAYASHI, Hiroshi KISHI (新潟市衛生環境研究所) Niigata City Institute of Public Health and Environment

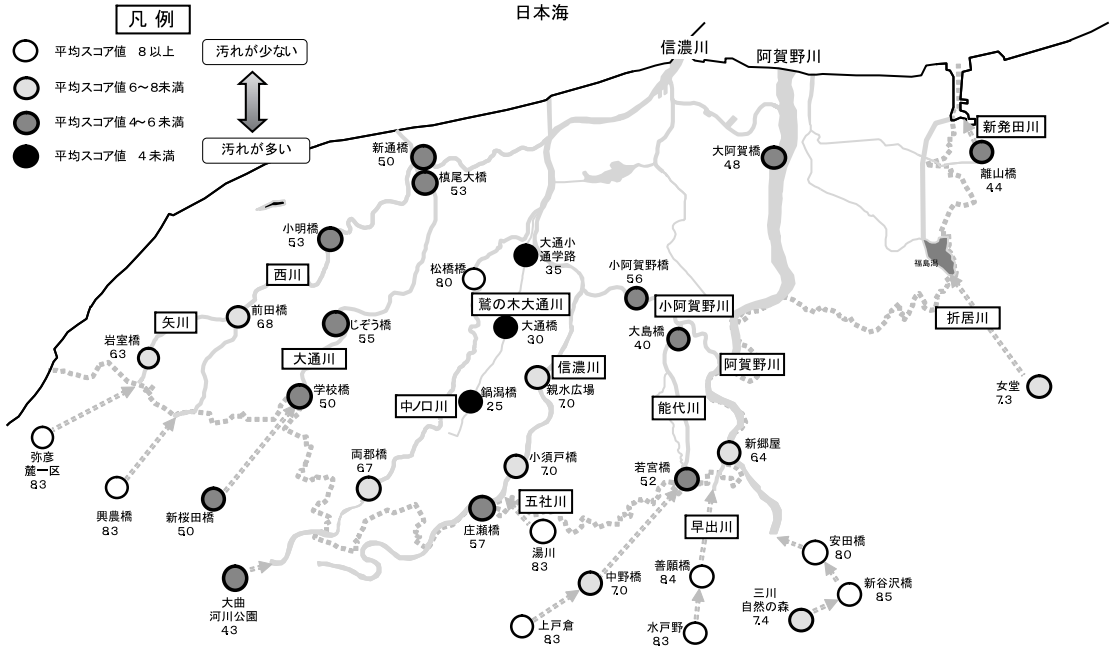


図1 新潟市およびその周辺における河川調査地点とASPT値の分布(2005~2009年度)

表1 水質理化学要因および河川環境要因とASPT値との関連

| | 平均値 | 標準偏差 | 単相関係数(n=33) |
|------------------|-------|-------|-------------|
| 水質理化学要因 | | | |
| 1 気温(℃) | 20.0 | 2.7 | -0.277 |
| 2 水温(℃) | 16.1 | 2.2 | -0.583 |
| 3 透視度(度) | 56 | 23 | 0.675 |
| 4 溶存酸素(mg/l) | 9.1 | 1.2 | 0.632 |
| 5 COD(mg/l) | 3.3 | 1.5 | -0.757 |
| 6 総窒素(mg/l) | 0.78 | 0.40 | -0.636 |
| 7 総リン(mg/l) | 0.084 | 0.072 | -0.653 |
| 8 クロロフィル a(μg/l) | 3.0 | 3.6 | -0.319 |
| 9 電気伝導率(ms/m) | 11 | 5 | -0.290 |
| 河川環境要因 | | | |
| 1 護岸区分 | 1.5 | 0.5 | 0.461 |
| 2 水際線区分 | 2.1 | 0.8 | -0.672 |
| 3 河畔区分 | 1.9 | 0.8 | -0.421 |
| 4 川幅(m) | 51.7 | 65.1 | -0.070 |
| 5 水深区分 | 3.3 | 1.2 | -0.642 |
| 6 流速区分 | 2.1 | 0.9 | -0.526 |
| 7 底質区分 | 1.7 | 0.5 | -0.716 |
| 8 海拔高(m) | 5.3 | 3.7 | 0.847 |

表2 河川環境要因区分とASPT値の関連

| 項目 | 区分 | 順序尺度 | 調査地点数 | ASPT値 | | |
|-------|-----------|------|-------|-------|------|-------|
| | | | | 平均値 | 標準偏差 | t検定*1 |
| 護岸区分 | 矢板・コンクリート | 1 | 14 | 5.2 | 1.6 | ** |
| | 自然地 | 2 | 19 | 6.8 | 1.5 | |
| 水際線区分 | 礫(川原, 小石) | 1 | 9 | 7.9 | 0.6 | *** |
| | 植物生息 | 2 | 11 | 5.9 | 1.3 | |
| | 護岸 | 3 | 13 | 5.1 | 1.6 | |
| 河畔区分 | 樹林地 | 1 | 11 | 7.2 | 1.5 | ** |
| | 田畑 | 2 | 14 | 5.7 | 1.8 | |
| | 住宅地 | 3 | 8 | 5.5 | 1.1 | |
| 水深区分 | ~10cm | 1 | 5 | 5.1 | 0.4 | ** |
| | 10~20cm | 2 | 4 | 7.3 | 0.8 | |
| | 20~30cm | 3 | 1 | - | - | |
| | 30cm~ | 4 | 23 | 5.4 | 1.5 | |
| 流速区分 | 少し早い | 1 | 12 | 7.5 | 1.2 | ** |
| | ゆるやか | 2 | 6 | 5.2 | 1.8 | |
| | 非常にゆるやか | 3 | 15 | 5.4 | 1.4 | |
| 底質区分 | 礫 | 1 | 11 | 7.8 | 0.7 | ** |
| | 泥 | 2 | 22 | 5.3 | 1.4 | |

1: t検定の結果は有意のもののみ記載した。: p<0.05, **: p<0.01

の関連を検討するため、変数増減法による重回帰分析を行った。なお、質的変数に関しては、区分ごとにASPT値の傾向や区分内容を把握検討し、順序尺度として数量化した(表2)。

3. 結果および考察

3.1 底生動物の採集状況について

スコア評価対象の62科のうち34科54.8%が採集された。また、1~10の全スコア値に分布してお

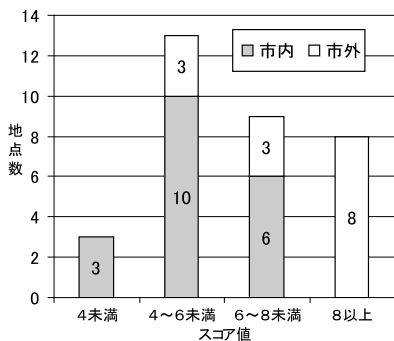


図2 平均スコア値分布

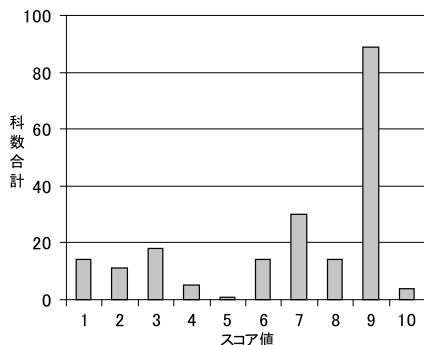


図3 スコア値別科数合計

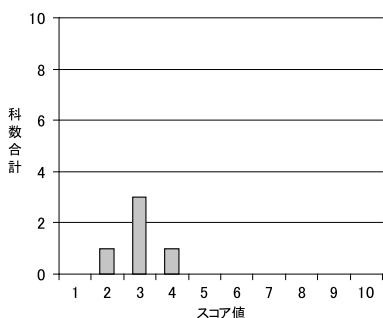


図4 ASPT値4未満

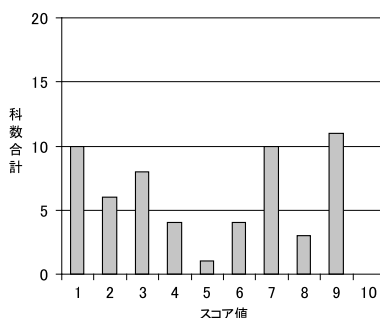


図5 ASPT値4~6未満

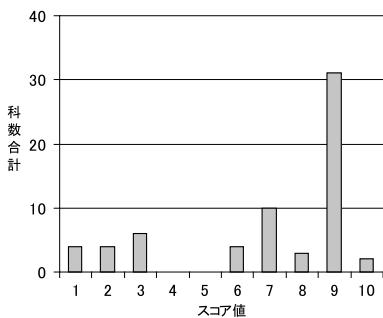


図6 ASPT値6~8未満

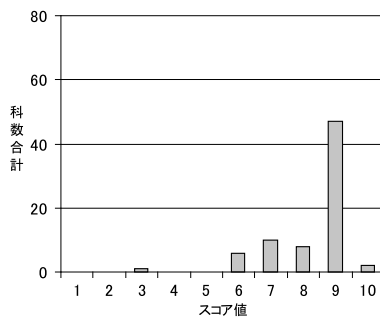


図7 ASPT値8以上

り、今回の調査地点は多様な水域範囲であった。

3.2 ASPT 値の分布状況

新潟市およびその周辺の河川における ASPT 値は、図 1 のとおりで、最大値8.5、最小値2.5、平均値±1SDは6.12±1.7であった。また、図 2 にスコア区分ごとの分布を示す。市内の河川19地点の最多区分はASPT値が4～6未満で53%(10地点)であった。一方、上流の市外の河川14地点では最多区分は8以上で57%(8地点)であった。

3.3 主な河川の ASPT 値の傾向について

ASPT 値は阿賀野川(8.5→4.8)や西川(8.3→

5.0)では上流から下流になるに従い小さくなる傾向があったが、信濃川の3調査地点では上流から5.7, 7.0, 7.0で一定の傾向は見られなかった。

3.4 本調査における指標の妥当性について

(1) ASPT 値とスコア値別の科数合計値について

図 3 に、採集された底生動物のスコア値別の科数合計値の分布を示す。前述のとおり、今回採集された科数はすべてのスコア値にわたっていたが、スコア値別の科数合計値は、中央値の付近が少なく両端が多く、10が少ない分布傾向を示して

表3 重回帰分析に使用した要因間の単相関係数行列

| | 気温 (°C) | 水温 (°C) | 透視度 (度) | 溶存酸素 (mg/l) | COD (mg/l) | 総窒素 (mg/l) | 総リン (mg/l) | クロロフィルa (µg/l) | 電気伝導率 (ms/m) | 護岸区分 | 水際線区分 | 河畔区分 | 川幅 (m) | 水深区分 | 流速区分 | 底質区分 | 海拔高 (m) |
|---------------|------------|------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-----------------|--------|--------------|--------|-----------|--------------|--------|--------|------------|
| 気温(°C) | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 水温(°C) | 0.422 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 透視度(度) | -0.216 | -0.604 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | |
| 溶存酸素(mg/l) | -0.156 | -0.635 | 0.520 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | |
| COD(mg/l) | 0.341 | 0.624 | -0.596 | -0.840 | 1.000 | | | | | | | | | | | | |
| 総窒素(mg/l) | 0.325 | 0.686 | -0.627 | -0.841 | 0.836 | 1.000 | | | | | | | | | | | |
| 総リン(mg/l) | 0.456 | 0.684 | -0.599 | -0.759 | 0.906 | 0.866 | 1.000 | | | | | | | | | | |
| クロロフィルa(µg/l) | 0.057 | 0.538 | -0.468 | -0.062 | 0.189 | 0.231 | 0.324 | 1.000 | | | | | | | | | |
| 電気伝導率(ms/m) | 0.007 | 0.401 | -0.286 | -0.705 | 0.609 | 0.491 | 0.533 | 0.029 | 1.000 | | | | | | | | |
| 護岸区分 | -0.469 | -0.629 | 0.221 | 0.722 | -0.701 | -0.729 | -0.733 | -0.106 | -0.498 | 1.000 | | | | | | | |
| 水際線区分 | 0.328 | 0.667 | -0.637 | -0.829 | 0.833 | 0.813 | 0.829 | 0.266 | 0.522 | -0.782 | 1.000 | | | | | | |
| 河畔区分 | 0.258 | 0.559 | -0.521 | -0.574 | 0.612 | 0.733 | 0.724 | 0.278 | 0.412 | -0.673 | 0.716 | 1.000 | | | | | |
| 川幅(m) | -0.223 | 0.301 | -0.359 | 0.211 | -0.191 | -0.011 | -0.102 | 0.645 | -0.228 | 0.318 | -0.055 | 0.041 | 1.000 | | | | |
| 水深区分 | 0.080 | 0.633 | -0.677 | -0.595 | 0.527 | 0.640 | 0.580 | 0.343 | 0.203 | -0.432 | 0.708 | 0.652 | 0.371 | 1.000 | | | |
| 流速区分 | -0.293 | 0.169 | -0.542 | -0.323 | 0.300 | 0.355 | 0.221 | 0.193 | 0.079 | -0.050 | 0.402 | 0.370 | 0.315 | 0.585 | 1.000 | | |
| 底質区分 | 0.131 | 0.633 | -0.839 | -0.689 | 0.659 | 0.726 | 0.667 | 0.372 | 0.339 | -0.477 | 0.823 | 0.683 | 0.247 | 0.885 | 0.714 | 1.000 | |
| 海拔高(m) | -0.314 | -0.731 | 0.751 | 0.736 | -0.774 | -0.738 | -0.702 | -0.416 | -0.354 | 0.514 | -0.787 | -0.551 | -0.229 | -0.704 | -0.496 | -0.787 | 1.000 |

注)斜体太字の数字は相関係数の絶対値が0.8以上

いた。この分布傾向は、スコア評価対象を示す62科のスコア表そのもののスコア値ごとの科数の分布傾向と同様であり、本調査での採集の偏りは少ないと考えられる。

また、本調査ではASPT値が高くなるに従って科数合計値は増加する傾向であった。河川環境が良好な地域では、多数の科の生物が生息することが今回の調査でも確認された。

また、ASPT値ごとに分布を見ると、ASPT値が4未満(図4)や8以上(図7)の調査地点では、それぞれ主にスコア値が4以下、スコア値8以上の底生動物が採集され、分布に一定の方向性が見られた。

なお、採集方法について牧野ら⁵⁾がサンプリング回数の妥当性を検討し、移動距離を3mとして3回以上でASPT値が安定するとしているが、これはASPT値が7.9と高い地点での検討であった。今回の調査ではASPT値が4~8未満の地点が多く、そこではスコア値が1~10までの多様な底生動物が分布していることが分かった(図5, 6)。このことから、採集に当たっては採集回数や採集場所などを考慮して多数の科の採集を図る必要性が示唆された。

(2)要因間の相関について

表3に今回選定した要因間の単相関係数行列を示す。各要因間での相関係数の絶対値が0.8以

上と比較的高い相関が見られる項目は、表3の斜体太字の12組で、水質理化学要因内、河川環境要因内、および水質理化学要因と河川環境要因間のそれぞれの要因群内、群間にも存在している。このことから、河川水域評価には総合的な評価指標が必要であることが改めて示唆された。

(3)河川環境要因とASPT値との関連について

表2に河川環境要因の中で質的変数の区分内容と区分別のASPT値の平均、標準偏差およびt検定の結果を示す。

流速区分を除く各要因区分では、ASPT値に底生動物の生息環境の条件に合致する一定の傾向が見られた。また、総調査地点が33地点と例数が比較的少ない中でも、各区分間で有意を示す項目が見られた。護岸区分については、今回のコンクリートの調査地点3地点では矢板と同様な形態をしていたので、表のように2区分とした。

また、流速区分については、今回の調査地点全体が急峻な地域がなく、緩やかな流れであるため、大きな違いがなかったものと考えられる。今後、地域特性を加味した区分内容や区分数の検討整理が必要と考えられる。

(4)水質理化学要因および河川環境要因とASPT値との関連について

表4に重回帰分析の結果を示す。重回帰係数はR=0.89(F検定:p<0.01)で、選択された項

表 4 重回帰分析(変数増減法)による要因分析結果

| 選定項目 | 単相関係数 | 偏回帰係数 | 偏相関係数 |
|------|--------|--------|---------|
| COD | -0.757 | -0.436 | -0.439* |
| 河畔区分 | -0.421 | 0.444 | 0.314 |
| 流速区分 | -0.526 | -0.391 | -0.358 |
| 海拔高 | 0.847 | 0.249 | 0.565** |
| 定数項 | | 6.230 | ** |

重相関係数 $R=0.89$ (F検定: $p<0.01$)

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$

目は偏相関係数の絶対値の大きい順に、海拔高($p<0.01$)、COD($p<0.05$)、流速区分(ns)、河畔区分(ns)の4項目であった。山崎ら²⁾はASPT値と周辺環境測定値の関連を重回帰分析で解析し、水質理化学要因以外にも、河川環境要因として海拔高がもっとも偏相関係数の大きな絶対値を持つ項目として示しており、今回の調査結果と共通していた。また、今回の調査地点での海拔高の平均 ± 1 SDは 5.3 ± 3.7 で分布に大きな差がないが、単相関係数でも0.85と今回選定した全項目の中で最高値を示した。また、有意性はないが、河川環境要因の河畔区分(樹林地、田畑、住宅地)が選択されていること、底質区分がASPT値と強い単相関を持つことなどからも、底生動物による総合的な水環境評価の有用性を改めて確認できた。

なお、海拔高と比較的高い相関を持つ項目としては、底質区分、水際線区分、CODなどがあり(表3)、環境保全施策の推進はASPT値に反映す

ると考えられる。

4. ま と め

- ① 阿賀野川や西川では、ASPT値は上流から下流になるに従い小さくなる傾向が見られたが、信濃川の3調査地点では一定の傾向は見られなかった。
- ② 新潟市およびその周辺域では、ASPT値による水環境の総合的な評価指標は有用と考えられた。
- ③ 今後、さらに調査地点の経年変化の追跡により、河川環境要因の変化とASPT値の変化との関連性を調査していきたい。

一 文 献

- 1) 環境庁水質保全局：大型底生動物による河川水域環境評価のための調査マニュアル(案)，p21，1992。
- 2) 山崎正敏，野崎隆夫，藤澤明子，小川剛：河川の生物学的な水域環境評価基準の設定に関する研究，全国公害研究会誌，vol. 21，p114-145，1996。
- 3) 環境庁水質保全局：平成11年度水生生物等による水環境評価手法検討調査，p19，2000。
- 4) 川合禎次編集：日本産水昆虫検索図説，東海大学出版会，1985。
- 5) 牧野和夫，山崎正敏，石渡進一，牧野隆夫：[大型底生動物による河川水域環境評価のための調査マニュアル]の精度に関する検討，全国公害研究会誌，vol21，p 35-42，1996。