

群馬県内の利根川に30年間生じているSS発生域の主成分分析を用いた検討

前橋工科大学大学院 ○学生会員 三崎貴弘 前橋工科大学 フェロー会員 土屋十園

1. はじめに

近年、群馬県内のアユ漁獲数は減少傾向にある。県内の利根川におけるアユの放流数と漁獲数の推移を群馬県水産試験場の資料より作成した図を図-1に示す。図-1より、1980年には県内の河川全体で1115万尾の記録をした。しかし、1981年以降の漁獲数は減少し、2003年には放流数約212万尾に比べて漁獲数約53万尾と大きく減少しており、良好なアユ生息環境が維持されているとは言えない状況にある。大伴ら¹⁾は、アユ漁獲数の減少について利根川で発生する濁度が付着藻類の増殖を抑制していると推察している。

このような状況において、著者らは現在遡上してきたアユの生息環境を、特に生育時に主な餌となる付着藻類の生産量について、利根川上流域において定量的に求めることは重要であると考え検討してきた。この結果、津田²⁾が濁水による光量不足が主として珪藻類の増殖に影響を及ぼすと指摘の通り、藻類の増殖速度と濁度による負の関係(図-2を参照)があることを明らかにした³⁾。本報では、濁度の主因であるSSに着目し、群馬県内で計測されている水質調査地点のデータ⁴⁾を活用し、SSの発生地点について検討を行ったので、これに関して報告する。

2. 研究の概要

本研究では、群馬県環境保全課が纏めている1972-2005年の水質測定結果の水質調査地点⁴⁾を図-3に示す。図-3より、群馬県利根川上流域より、岩本、吾妻橋(吾妻川)、大正橋、群馬大橋、福島橋、上武大橋、刀水橋、利根大堰の8箇所を用いる。使用データは、SS(mg/L以下単略)、DO、BOD、NH₄-N、遊離アンモニア(NH₃⁺)、水温(°C)及びpHの7つのデータとする。この内、NH₃⁺はNH₄-Nが水中で水温やpHなどにより一定の割合で解離した物質であり、魚類や水生生物に対して毒性が高い物質である⁵⁾。また、東京都の神田川におけるアユ遡上の水質要因として、NH₄-N濃度の低下が、NH₃濃度の低下に繋がっていると推察されている⁶⁾。

図-1より、1981年を境にアユ漁獲数は減少しているため、1972-1981年と1982-2005年にデータを分け、それぞれの年平均値を用いて主成分分析を行い、各調査地点の特色を明らかにする。この結果、1981年前後の差として、固有ベクトルの値がSSは増加、DOと水温及びpHは減少が確認された。このため、4項目に影響を及ぼしている吾妻橋と群馬大橋及び福島橋の3地点について、1975-2003年のデータを用いてさらに経年変化に着目し主成分分析を行った。

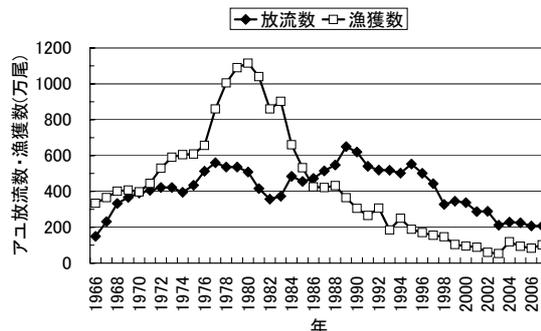


図-1 群馬県内のアユ放流数と漁獲数の推移

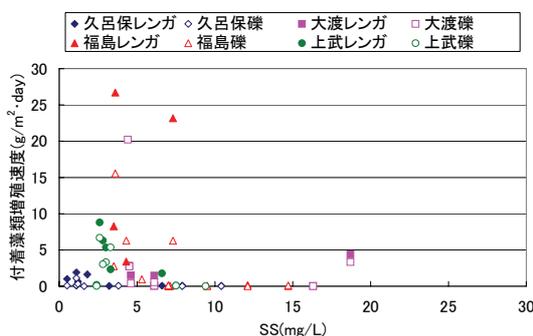


図-2 群馬県内のアユ放流数と漁獲数の推移

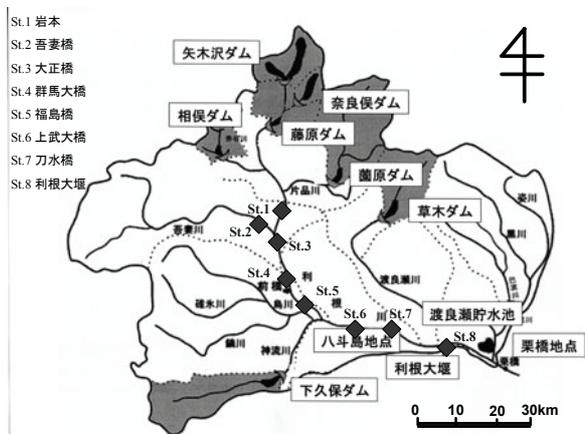


図-3 群馬県を流れる利根川と調査地点

なお、主成分分析は7つのデータを相関行列により解析を行い、固有値が1.0以上となる様に各主成分を採用する。

3. 解析結果と考察

1972-1981年と1982-2005年の主成分分析結果を表-1に、2期間の第1主成分と第2主成分の得点分布を図-4と図-5に、吾妻橋と群馬大橋及び福島橋の3地点の主成分分析結果を表-2に、吾妻橋の第1主成分と第2主成分の得点分布を図-4にそれぞれ示す。

表-1より、1972-1981年と1982-2005年の第1主成分はDO

の固有ベクトルの値が低く、他の項目が高いため、人為的な汚濁指標となると推察される。1972-1981年の第2主成分はDOやNH₃が高く、BODとNH₄-Nが低いために、有機物やアンモニウムの分解と推測される。一方、1982-2005年の第2主成分はSSやNH₃が高く、pHが低いために、浮遊性粒子と遊離アンモニウムによる影響と考えられる。図-4と図-5より、1981年前後の差としてSS増加、DOと水温及びpH減少に関わっていると考えられる調査地点は、吾妻橋と群馬大橋及び福島橋と推測された。また、吾妻橋は大正橋(利根川本川と吾妻川の合流地点直下の橋)に大きな水質汚濁を与えていると言える。これは、大正橋(群馬県渋川市:2009年3月現在人口8万5千人)の下流に位置する群馬大橋(群馬県前橋市:2009年3月現在人口32万2千人)の方が大正橋より人為的な汚濁指標(Z₁)が少なく、大正橋周辺で大きな汚染源が確認されないことから推察される。

表-2より、他の地点と比べて、吾妻橋ではSSの固有値と累積寄与率が高いことが確認された。図-4と図-5の考察と併せて、本報では吾妻橋について主成分分析により検討する。吾妻橋の第1主成分はSSが高く、他の項目が低いため、SSと推察される。第2主成分はSSとBOD及びNH₄-Nが高いため、浮遊性有機物やアンモニウムによる汚濁と推測される。また図-6より、第1主成分得点と第2主成分得点の分布は、アユ漁獲数が上昇している1975-1981年より減少している1982-2003年に、SSや浮遊性有機物やアンモニウムによる汚濁が上昇していることが確認された。

4. おわりに

1972-2005年の群馬県水質測定結果のデータを用いて、利根川本川と吾妻川の8箇所主成分分析によるSS発生地点の検討を行った。この結果、利根川本川で生じるSSは、1つには吾妻川由来であることが確認され、アユ漁獲数が減少した1981年を境にSSの発生は増加している。今後、吾妻川流域を含めた利根川上流域のSS発生域やその構造について、DOと水温及びpHの低下を含めて調査を行っていく。

<参考文献>

- 1) 大伴舞, 土屋十園: 群馬県内の利根川本川におけるアユ減少の要因に関する研究, 土木学会関東支部第34回技術研究発表会, II-34, 2007.3.
- 2) 津田松苗: 汚水生物学, pp24-25, 北陸館, 1971.
- 3) 三崎貴弘, 土屋十園: 河川的光環境と濁度が付着藻類の増殖に及ぼす影響, 土木学会環境システム研究, Vol33, pp437-444, 2008.10.
- 4) 群馬県環境保全課: 水質測定結果, 1972-2005.
- 5) 菊池幹夫, 若林明子: アンモニア汚染の環境リスク評価, 東京都環境科学研究所年報, pp143-148, 1997.
- 6) 風間真理, 小倉紀雄: 神田川におけるアユ遡上の水質要因に関する研究, 水環境学会誌, Vol.24, No.11, pp745-749, 2001.

表-1 1972-1981年と1982-2005年の主成分分析結果

| 水質項目 | 1972-1981年 | | 1982-2005年 | |
|-------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 第1主成分(Z ₁) | 第2主成分(Z ₂) | 第1主成分(Z ₁) | 第2主成分(Z ₂) |
| 固有値 | 4.93 | 0.93 | 4.42 | 1.57 |
| 寄与率 | 70% | 13% | 63% | 22% |
| 累積寄与率 | 70% | 84% | 63% | 85% |
| 水質項目 | 固有ベクトル | | | |
| SS (mg/L) | 0.40 | 0.10 | 0.19 | 0.66 |
| DO (mg/L) | -0.27 | 0.70 | -0.39 | 0.11 |
| BOD (mg/L) | 0.43 | -0.22 | 0.44 | -0.06 |
| NH ₄ -N (mg/L) | 0.42 | -0.19 | 0.47 | 0.02 |
| NH ₃ ⁺ (mg/L) | 0.33 | 0.56 | 0.26 | 0.56 |
| 水温 (°C) | 0.41 | 0.33 | 0.46 | -0.11 |
| pH | 0.37 | 0.00 | 0.35 | -0.46 |

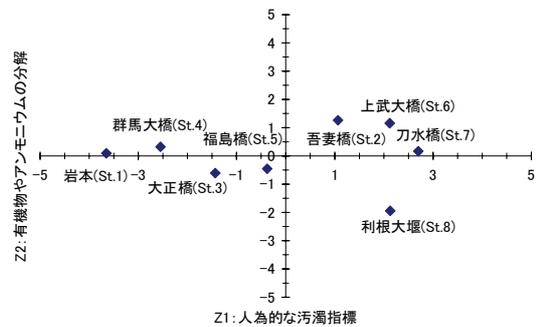


図-4 Z₁とZ₂の得点の分布(1972-1981年)

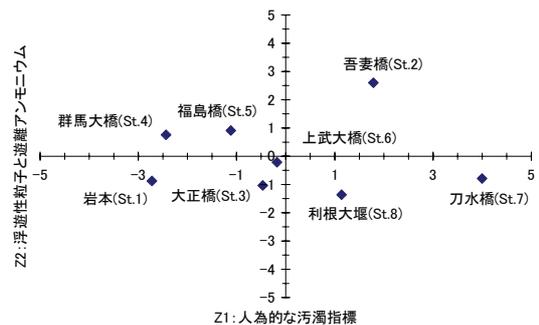


図-5 Z₁とZ₂の得点分布(1982-2005年)

表-2 3地点の主成分分析結果(1975-2003年)

| 水質項目 | St.2 吾妻橋 | | | St.4 群馬大橋 | | | St.5 福島橋 | | |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Z ₁ | Z ₂ | Z ₃ | Z ₁ | Z ₂ | Z ₃ | Z ₁ | Z ₂ | Z ₃ |
| 固有値 | 2.70 | 1.44 | 1.17 | 2.66 | 1.54 | 1.17 | 2.01 | 1.52 | 1.06 |
| 寄与率 | 39% | 21% | 17% | 38% | 22% | 17% | 29% | 22% | 15% |
| 累積寄与率 | 39% | 59% | 76% | 38% | 60% | 77% | 29% | 50% | 66% |
| 水質項目 | 固有ベクトル | | | | | | | | |
| SS (mg/L) | 0.25 | 0.32 | 0.64 | -0.09 | -0.15 | 0.82 | 0.07 | 0.36 | 0.70 |
| DO (mg/L) | -0.22 | -0.61 | -0.30 | 0.39 | 0.37 | 0.28 | 0.15 | -0.42 | 0.44 |
| BOD (mg/L) | -0.01 | 0.55 | -0.50 | 0.08 | 0.65 | 0.14 | -0.37 | -0.46 | 0.02 |
| NH ₄ -N (mg/L) | -0.20 | 0.45 | -0.31 | -0.53 | 0.31 | 0.21 | -0.27 | -0.35 | 0.46 |
| NH ₃ ⁺ (mg/L) | -0.54 | 0.11 | 0.30 | -0.53 | 0.22 | 0.09 | -0.64 | 0.12 | 0.13 |
| 水温 (°C) | -0.53 | -0.01 | 0.25 | -0.15 | -0.53 | 0.28 | -0.59 | 0.26 | -0.17 |
| pH | -0.53 | 0.12 | -0.01 | -0.50 | 0.03 | -0.32 | 0.00 | 0.53 | 0.24 |

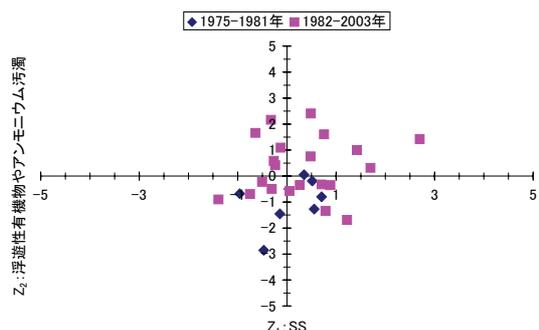


図-6 Z₁とZ₂の得点分布(吾妻橋:1975-2003年)