

降水変化に伴う土砂生産を考慮した上・中流域の異常濁質流出

東北大学工学部 学生会員 ○秋本 嗣美
東北大学大学院 学生会員 川越 清樹
東北大学大学院 フェロー 沢本 正樹
東京大学大学院 正会員 滝沢 智

1. はじめに

健全な水循環系を維持するため、流域の総合的な管理が計画されている。しかしながら、地球温暖化に伴う気候変動、市街地化する土地利用等によって、流域の水循環の変化が予測される。このような変化により流域管理の複雑化が予測される。本研究の目的は、水質に影響する因子を濁質、気象、水文、土地利用データの相互関係から抽出することである。その結果、水質予測モデルに利用できる要素を導くこともできる。水質変化の予測にはノンポイント汚染源からの濁質負荷を物理過程にあてはめるモデル¹⁾が多数利用されている。しかし、これらのモデルは、水理および経験から特定された現象を流出モデルで表現しており、突発現象に対応できない。本研究では、突発現象を明らかにし、今後の物理過程モデルの発展に必要な要素を示した。

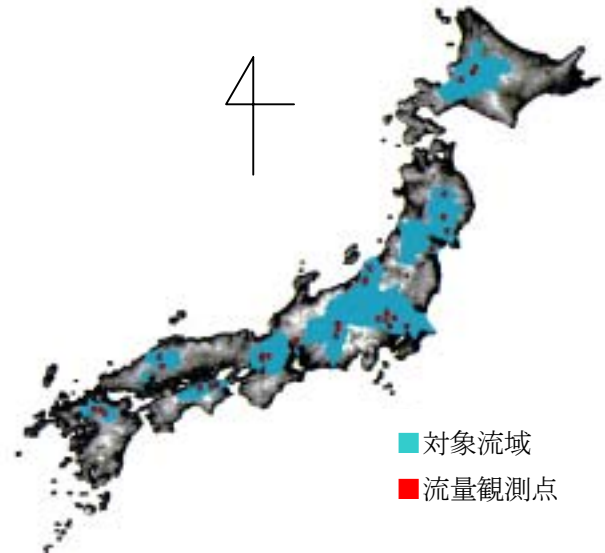
2. 対象領域およびデータセット

対象領域は日本列島全域である。流域内に多種の土地利用分布を含んだ大河川の水質を評価した。対象にした河川を図-1 に示す。

水質データに国立環境研究所の環境数値データベースを利用する。ただし、このデータの観測頻度は、月一回である。この場合、短期的な気象変化等の影響は評価できない。そこで、毎日の現地実測された大久保浄水場(荒川)のデータも利用する。水文データ(流量、水位)として国土交通省の水文水質データベースを利用する。土地利用データとして国土数値情報を利用する。気象データには気象庁の AMeDAS データを利用した。

3. 解析手法

解析対象に降水量、平均風速、日照時間、水温、SS、TN、TP、流量を利用した。なお大久保浄水場では水質データとして濁度を取り扱った。



石狩川、北上川、名取川、利根川、木曽川、天竜川、
信濃川、淀川、江の川、吉野川、筑後川

図-1 研究対象領域

解析は以下の4つの手順で行った。

- 1) 主成分分析を用いて、濁質成分と濁質影響因子(濁質の変化を支配する因子)の関係を明らかにする。
- 2) L - Q 式から濁質成分と濁質影響因子の規則的な関係と突発値を導く。
- 3) L - Q 式による係数と土地利用を比較することで濁質成分と濁質影響因子の背景を明らかにする。
- 4) 突発値の発生過程を各種データの比較から導く。

2)では濁質と濁質影響因子の関係を定量的に示す。この定量化された関係により規則的な値と突発値を分離する。突発値を分離するために L - Q 式とその信頼区間 95%を境界条件にした。 L - Q 式は式(1)で示される。

$$L = ae^{bQ} \quad (1)$$

ただし、 L ;負荷量(mg/l), Q ;流量(m^3/s), a, b ;定数である。

3)から全国各地に点在する水質ポイントを土地利用毎に整理し、 L - Q 式の係数 a, b との関係を示した。これにより、濁質を発生する周辺環境の背景を理解できる。なお、土地利用のデータは水質観測ポイントの半径 10km 内の占拠率とした。

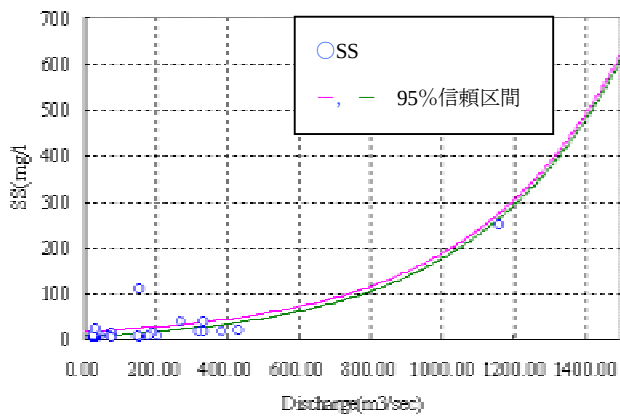


図-2 信濃川上流での L - Q 式

4. 解析結果

主成分解析分析によると、概ねの河川に対する第一主成分の寄与率は90%超であった。また、第一主成分の負荷量で、流量とSSの支配が確認された。この結果からSSについての L - Q 式を作成する。

L - Q 式を用いて、信濃川上流の濁質汚濁について説明する。図-2に L - Q 式の図化を示す。これよりデータは、概ね95%信頼区間内に分布している。ただし、2003年11月12日のみが L - Q 式から逸脱した値を示した。その他の水質観測地点も同様な傾向を示し、およそ1点から2点の突発値が存在する。

各水質観測ポイントの L - Q 式の係数を土地利用ごとに比較した結果、係数(a, b)は土地利用ごとに規則性をもち、その値は水田で $(3.25, 9.02 \times 10^{-3})$ 、市街地で $(6.12, 8.10 \times 10^{-3})$ 、山林で $(3.73, 8.63 \times 10^{-3})$ だった。この結果は、土地利用毎に濁質変化を L - Q 式で定式化できる可能性を示している。

5. 突発値の発生機構の考察

信濃川上流域で観測された2003年11月12日の突発値について評価する。突発値発生日の前後に観測された日毎の降水量を図-3に示した。また、平年的な値として2001年の降水量も示す。2003年の区間Aでは、10mm/day以上の降雨量が連続で観測されている。そして、突発値発生日前の区間Bでは無降雨の日数が多く認められている。また観測日3日前からは10mm/day程度の降雨が連続で観測された。これらを踏まえると、区間Aでの連続降雨で土砂生産が促され、区間Bでの無降雨期間に河床に土砂が緩慢に堆積し、その後、堆

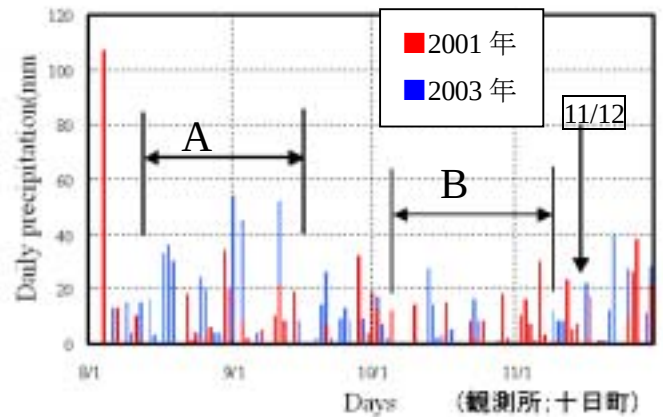


図-3 降水量変化(2003年8月-10月)

積していた土砂が微小な降雨により流されSSの値が大きくなる過程が推測される。また10月は25日間の無降雨日が観測され、河川水位もほぼ一定である。突発値観測日とその直前の降雨により河川の水位が急変し、堆積土砂が流出して突発値が観測されたと推測できる。また他の河川の突発値も無降雨期間後の微小な降雨に反応したケースが多く認められた。

6. おわりに

本研究では主成分分析、 L - Q 式を利用し、異常濁質流出の発生過程を調べた。その結果から流量とSSは指数関数で関係づけられること、突発値が連続降雨以降の無降雨期間に反応することが解明された。また土地利用と関連深いことも把握された。この結果を踏まえ今後は、更に多くの河川の情報を分析し、この過程を結論付ける。そして、これらの結果を基に濁質予測モデルを構築する。

謝辞: 本研究は、「環境省の地球環境研究総合推進費(S-4):温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究」の援助を受けました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 和田安彦, 三浦浩之: 都市型ノンポイント汚染源負荷の堆積・流出挙動モデルと流出制御に関する研究
- 2) 国土交通省河川局編: 流量年報(平成14年)