

大気降下物による琵琶湖への汚染物質負荷量の評価

Estimation of the deposition by rain water of major ions and other pollutants in Lake Biwa, central Japan

橋本 尚己^{1*}, 永淵 修¹, 中澤 暦², 木下 弾¹, 伊勢崎 幸洋²

Naoki Hashimoto^{1*}, Osamu Nagafuchi¹, Koyomi Nakazawa², Hazumu Kinoshita¹,
Yukihiro Isezaki²

¹滋賀県立大学環境科学部, ²滋賀県立大学大学院環境科学研究科

¹The University of Shiga Prefecture, ²The University of Shiga Prefecture

1. はじめに

琵琶湖におけるポイントソースからの汚染物質負荷量は、法律による規制基準値の設定、または排水処理技術の進歩により著しく改善されてきている。しかしながら琵琶湖の水質は未だ環境基準を達成していない。その要因としてノンポイントソースからの汚染物質負荷が考えられる。琵琶湖流域での汚濁負荷量を発生源種でみると、ノンポイント汚染に係る汚濁負荷量の割合が増加傾向にある。1990年から2000年の10年間にノンポイント負荷量は5~14%増加し、2000年には全体の4~6割を占めるに至っている。

ここで、汚染物質の琵琶湖への直接的な供給ルートを考えてみると、河川・地下水・直接大気降下物の3ルートがある。この上記3ルートの汚染源について、國松は上記3ルートにおける琵琶湖への物質負荷量寄与率は65%、7%、28%と報告している。

國松の研究では湖面降水負荷量について、滋賀県草津市で採取された降水のみを試料として用いた。しかし、琵琶湖のような巨大な湖において、たった一箇所のデータを代表させては、負荷量について過小評価または過大評価されている可能性がある。

そこで本研究では、琵琶湖集水域の複数の調査地点における調査結果を用い、大気降下物による琵琶湖への汚染物質負荷量を評価することを目的とする。

調査方法

琵琶湖周辺の朽木、摺墨、彦根、草津、の4地点を調査地とし、林外雨を試水として採取した。採水期間は1989年1月~2009年12月までである。採水頻度は2009年4月以前では月に一度行い、2009年4月以降は週に一度または隔週に一度採水を行った。

本研究における測定項目は主要イオン (SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+})、富栄養化物質のリン (TP、DP、 $\text{PO}_4\text{-P}$)、窒素 (TN、DN、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$) とした。

各調査地点における琵琶湖への負荷量 (t) は次式で求めた。

降水量 (mm) × 濃度 (mg/L) × 10^{-1} × 琵琶湖の面積 (km^2)

琵琶湖集水域のデータを用いて琵琶湖に対する降下物による汚染物質負荷量を推定するために、今回の報告では以下の二つの方法 (B1、B2) を試してみた。また、國松のデータ (K) としては草津市のデータ (2000-2008) を用いた。

B1

朽木、摺墨、彦根、草津で算出された負荷量を単純に4分の1倍ずつし、それらの合計を琵琶湖への負荷量とした。

(朽木負荷量+摺墨負荷量+彦根負荷量+草津負荷量) / 4 = 琵琶湖への負荷量 (t)

B2

調査地点を線で結び、その中点から調査地点ごとに琵琶湖に対する寄与率を求めた。そこから算

出された各サイトの寄与率は、朽木26.7%、摺墨15.3%、彦根41.0%、草津17.0%である。

結果・考察

Kとの差が10%未満の物質はB1ではTN (105.9%)、DN (107.6%)、DP (96.1%)、 $\text{PO}_4\text{-P}$ (105.3%)、 Ca^{2+} (94.5%)、B2ではDP (97.2%)、 $\text{PO}_4\text{-P}$ (107.4%)、 Ca^{2+} (100.3%)であった。

差が10%~50%の物質はB1では降水量 (69.3%)、 $\text{NH}_4\text{-N}$ (83.2%)、TP (88.7%)、 SO_4^{2-} (69.4%)、 nssSO_4^{2-} (78.4%)、 $\text{NO}_3\text{-N}$ (119.2%)、B2では降水量 (72.4%)、TN (111.4%)、DN (112.7%)、 $\text{NH}_4\text{-N}$ (83.9%)、TP (89.0%)、 SO_4^{2-} (74.0%)、 nssSO_4^{2-} (83.1%)、 $\text{NO}_3\text{-N}$ (129.7%)であった。

差が50%以上出たものは、B1、B2ともにCl (23.0%、25.2%)、 Na^+ (27.0%、29.2%)、 K^+ (22.7%、24.9%)、 Mg^{2+} (28.9%、31.8%)であった。

Cl、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} といったKとB1、2の差が50%以上もの差が出たものは全て、起源を海塩とするものであった。B1とB2の差は海塩の影響が大きい朽木、摺墨の寄与率が異なるためである。Cl、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} の4イオンの負荷量は國松のデータでは22.7~31.8%と、かなりの過小評価がされるということになる。

$\text{NH}_4\text{-N}$ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 nssSO_4^{2-} といった、11.0~29.7%の過大評価、または過小評価された物質は、起源を都市域や海塩とするものであった。

結論

琵琶湖集水域に降下する降水は、海塩や周辺地域に影響され、地域により異なることが明らかになった。

大気降下物による琵琶湖への汚染物質負荷量の評価は以前まで國松による評価が知られてきたが、著者の研究と比較すると過大評価や過小評価がされていることが明らかになった。やはり琵琶湖のような巨大な湖に対する大気降下物による負荷量を測るには、複数の調査地点があることが明らかになった。

キーワード:大気降下物

Keywords: Atmospherich deposition, Anion, Cation, ionic loads