

富士川水系を流下する窒素とリンの輸送動態

Fluvial transport of nutrients along the river-to-ocean continuum in the Fuji River watershed

岩田 智也^{1*}, 青山隼人²

Iwata Tomoya^{1*}, Hayato AOYAMA²

¹ 山梨大学生命環境学部, ² 北海道大学環境科学院

¹University of Yamanashi, ²Hokkaido University

水系における窒素・リンの輸送動態の把握は、河川だけでなく下流の湖沼や沿岸域における富栄養化対策においてきわめて重要である。そのため、河川からの負荷量を予測する栄養塩輸送モデルが数多く開発されてきた。しかし、それらの多くは河川生物群集による水柱からのN・P取込み過程を重視していない。一方で、河川の生態系代謝が水系における栄養元素の輸送動態に大きく関わっていることが、海外の実証研究により明らかとなりつつある。しかし、河川による生元素の取込み速度や沿岸域への輸送量の調節を流域スケールで示した研究はない。そこで本研究は、河川の生態系代謝を明示的に組み入れたN・P輸送モデルを用いて、河川による栄養塩除去機能が沿岸域への栄養塩輸送に果たす役割を評価することを目的とした。

2010年9-10月に富士川流域の計107河川において、物理環境の計測と河川水の水質測定(全窒素TNと全リンTP)を行った。次に、野外調査で得られたTN・TPフラックスをもとに、N・P輸送モデルを構築した。既存の空間回帰モデルを参考に、流域からの窒素・リン発生プロセス、発生源から河川までの輸送プロセスおよび河川内での減衰プロセスを定式化した。ただし、河川内減衰項は、水温T、光合成有効放射Iおよび栄養塩濃度Cを考慮した反応速度式を用いて定式化し、実測値と予測値をもとにした最適化によりパラメータ推定を行った。

最適モデルで得られた窒素・リンの比流出量は、TN・TPともに水田や果樹園が最も高く、陸域からのTN発生量の46%、TP発生量の66%が農地から流出していた。また、流域の土地利用は河川の栄養塩除去効率にも影響していた。輸送モデルで推定された取込み速度Uは、栄養塩濃度や水温が高い農地・市街地河川で高かった。しかし、水柱から河床へのN・P原子の鉛直移動速度 v_f は、農地・市街地河川で低下していた。すなわち、農地や市街地河川の生物活性は高いものの、栄養塩濃度が高いために除去効率はむしろ低下していることを意味している。

しかしながら、河川生態系は流域の物質循環に大きく貢献していることも明らかとなった。富士川水系の河川生物による水柱からの除去量を試算したところ、TNは25t/d、TPは0.3t/dとなった。これは陸域発生源からの流出量のそれぞれ78%および44%に匹敵しており、河川の生態系代謝は陸域から海洋への栄養塩輸送量を調節していることを示している。本研究により、河川の栄養塩代謝は流域内における窒素・リンの保持や回転に大きく貢献していること、さらには土地利用によってその機能が低下している可能性も示された。河川生態系の機能保全を考慮した流域管理を行うことが、陸域から沿岸域へと流下する窒素とリンのフラックスを抑制するために重要である。

キーワード: 水系網, スパイラルメトリクス, 栄養塩, 流域代謝

Keywords: Drainage networks, spiral metrics, nutrients, basin metabolism