

## ベトナム国フオン川流域における無機態窒素濃度の季節的変動の推定

### Estimation of Seasonal Variation in Concentration of Inorganic Nitrogen in Huong River Basin

○近森秀高\*・前田守弘\*・Le Van Thang†

CHIKAMORI Hidetaka\*, MAEDA Morihiko\*, Le Van Thang†

**1. はじめに** 近年、目覚ましい経済的発展が伝えられるベトナム国では、環境問題もまた顕在化しており、河川の水質も悪化の一途をたどっているとされる。

河川の水質改善のためには、現在の負荷量を定量的に把握し将来予測を行うことが必要であるが、アジア諸国では解析の基礎となる水文水質データの入手が容易でない場合が多く、ベトナム国もこの例外ではない。とくに、観測機器の設置が難しい流量データの入手が困難な場合が多い。

ここでは、ベトナム国中部の古都フエ (Hue) 市を貫流するフオン (Huong) 川流域を対象に、比較的入手が容易な日雨量データを基にタンクモデルを用いて流量時系列を発生させ、これにL-Q式を適用して、無機態窒素濃度の季節的变化を推定した結果を報告する。

**2. 解析対象流域および解析対象資料** フオン川は、ラオス国境近くを源を発生し、ベトナム国中部フエ市市街地を貫流し、タムジャンラグーン (Tam Giang Lagoon) に注ぎ込まれた後、東シナ海へ流れ出る流域面積2,830 km<sup>2</sup>の河川である (Fig. 1)。年平均雨量は海岸側で2,500mm、上流の山地で3,500 mm程度であり、ベトナム国内でも有数の多雨地帯である。降雨は9月～12月に集中しており、この時季にフエ市街はたびたび水害に見舞われている。

解析には、フオン川下流部の河口堰であるタオ・ロン・ダム (Tao Long Dam) において2007～2009年の3年間に観測された日雨量データと、フオン川流域上流部2箇所、下流部1箇所での観測された月雨量、月平均気温、月日照時間、月平均湿度 (比湿) を用いた。

L-Q式を決定するための水質データには、フエ大学資源環境バイオテクノロジー研究所 (IREB) が毎月モニタリングしている無機態窒素 (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> および N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) の濃度を用いた。IREBは、フオン川の下流域10箇所での水質観測を続けているが、ここでは、市街地の直上流の1観測点 (SH4) と、下流側の2観測点 (SH5 および SH7) を対象とした。

**3. 流出解析** フオン川の流量データが得られていないため、各観測点における無機態窒素の濃度から総負荷量を推定することは不可能である。そこで、ここでは菅原の4段タンクモデルに菅原が提示している標準的パラメータを用いて流出解析を行い、流出高を再現することにした。

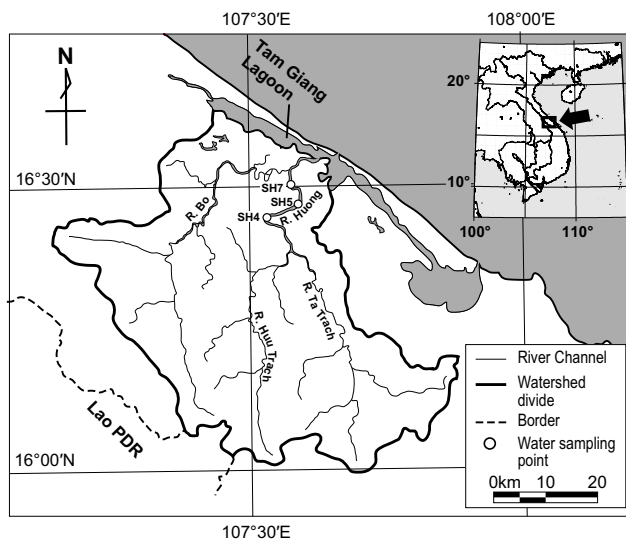


Fig. 1 Huong River Basin (2,830 km<sup>2</sup>)

\*岡山大学大学院環境生命科学研究科, Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University

†フエ大学資源環境バイオテクノロジー研究センター,

Institute of Resources, Environment and Biotechnology, Hue University

キーワード: 環境影響評価, 水環境, 水質

蒸発散量の推定には、Penman 式を用いたが、月平均風速のデータが得られなかったため、全月について 1 m/s と仮定して推定した。

得られた日流出高の再現結果を Fig. 3 に示す。なお、同図に示した日流出高は全観測地点に共通とした。

**4. L-Q 式の推定** SH4, SH5 および SH7 の 3 観測点における無機態窒素の濃度

に、流出解析により得られた観測日の計算日流出高 ( $Q$ ) を乗じることにより、無機態窒素の日流出高 ( $L$ ) を算出した。結果の一例として、Fig. 4 に、SH7 観測点における L-Q 関係を両対数紙上にプロットした図を示す。なお、同図に、 $L = BQ^n$  の形式で得られる近似式による直線を併示する。SH4, SH5, SH7 観測点における L-Q 式は、それぞれ  $L = 0.133Q^{1.131}$ ,  $L = 0.315Q^{1.005}$ ,  $L = 0.294Q^{1.064}$  となった。これらの式を見ると、冪数  $n$  の値は全地点でほぼ同様であるのに対し、係数  $B$  は、下流側の SH5 と SH7 で上流側の SH4 の 2 倍以上であり、この相違が、負荷量の差となって現れることが推察される。

**5. 無機態窒素負荷量の推定** タンクモデルにより再現された流量に L-Q 式を適用することにより、無機態窒素負荷量の季節的変化を推定した結果の一例を Fig. 5 に示す。この図を見ると、市街地よりも上流側の SH4 観測点に比べ、下流側の SH5 および SH7 観測点における無機態窒素負荷量が年間を通して大きくなっている。このことは、市街地からの無機態窒素の負荷がフォーン川の水質に大きな影響を与えていることを明示している。各観測点における年間の無機態窒素負荷量の推定値を示した Fig. 6 でも、下流側の SH5 および SH7 における負荷量が大いことが示されている。

以上の検討結果から、雨量を用いた簡易な流出解析による再現流出高と水質観測データとを併用することにより、フォーン川における無機態窒素負荷量を概算できることが示された。このような手法は、観測データの入手が難しい諸外国の流域では有効な手法であると思われる。

**謝辞** 本研究は、科研費 (22580474, 代表：前田守弘) の助成を受けたものである。

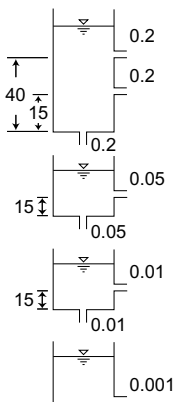


Fig. 2 Representative parameters of Tank Model (mm-d unit)

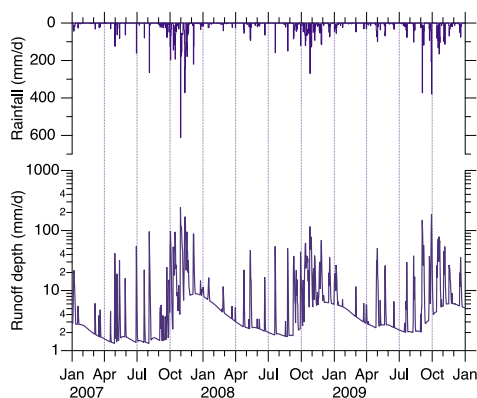


Fig. 3 Simulated runoff depth

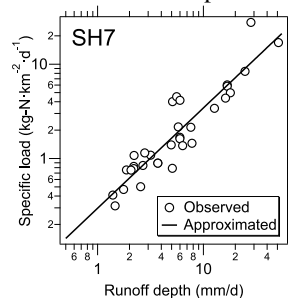


Fig. 4 Relationship between runoff depth ( $Q$ ) and specific load of inorganic nitrogen ( $L$ )

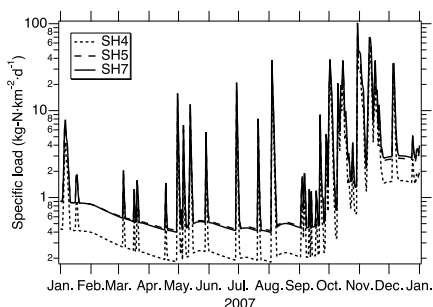


Fig. 5 Time variation in specific load of inorganic nitrogen in 2007

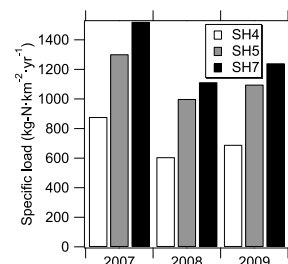


Fig. 6 Annual specific load of inorganic nitrogen