

## VII-13 自然系汚濁負荷の流出特性に関する研究

高知高専専攻科 学生員 ○谷脇基文、久米可菜子  
高知大学 正会員 藤原 拓

高知高専 正会員 山崎慎一  
呉高専 正会員 山口隆司

### 1. はじめに

昨年度の四万十川流域の汚濁負荷量調査では、全流出負荷に占める山林などの自然系（非特定汚染源）からの流出負荷の割合が比較的大きいことが分かった<sup>1)</sup>。しかし、その流出負荷の算定に用いた原単位の文献値は流域によって非常に幅があり、本来その対象流域にできるだけ近い流域環境で実測した原単位を用いることが望ましい。本研究は、高知県伊野町の宇治川支流早稲川流域に設置された流量観測堰において、BOD、窒素、リン等の水質と流量を定期観測して、早稲川流域の流出負荷から自然系の原単位を算出することを目的とする。

### 2. 調査方法

#### 2.1 対象流域と観測方法

図1に高知県伊野町宇治川支流早稲川の周辺地図を示す。対象流域は、伊野町北部に位置する宇治川支流早稲川に流入する河道延長1.58km、流域面積0.52km<sup>2</sup>の小支線流域（林地75%、畑23%、水田2%）である。定期観測は、2週間に1回土曜日13:00とし、平成15年8月28日～12月20日まで計9回の観測を行った。

#### 2.2 水質分析の方法

観測項目および水質評価指標を表1に示す。定期観測では、まず環境条件を現地で多項目水質計（TOADKK製WQC-24）を用いて測定後、試料を採水してBOD、窒素、リンなどの分析を行った。BODはDO電極法、窒素はカドミウム還元法による吸光度分析、リンはアスコルビン酸法による吸光度分析、硝酸やリン酸などのイオン類はイオンクロマトグラフ（DIONEX DX-120）で分析した。

#### 2.3 流量データの入手

流量を算出するための水位は、流量観測堰（四角堰）に設置された圧力式水位計により10分毎に自動計測され、この水位を水位－流量曲線に代入して流量を算出した。

#### 2.4 原単位の算出方法

原単位(kg/ha・y)は、まずBOD(T-BOD)、全窒素(TN)、全リン(TP)の各々の水質に流量を乗じた流出負荷L(g/sec)と流量Q(m<sup>3</sup>/sec)で式(1)のL-Q曲線を作成し、そのL-Q曲線に平成15年1月～12月の1年間自動計測された流量を代入し積算して年間流出負荷(kg/y)を求め、それを流域面積(ha)で除して算出した<sup>2)</sup>。

$$L = a \cdot Q^b \quad a, b : L-Q \text{ 曲線より求まる係数} \quad \cdots (1)$$

### 3. 結果と考察

#### 3.1 定期観測による水質と流量の変化

図2に定期観測時の流量の変化を示す。流量は降雨の影響を受けた9月13日、11月29日、12月13日で増加しているが、その他の降雨の影響を受けていない日の流量は平均で4.0L/secであった。図3にT-BOD、

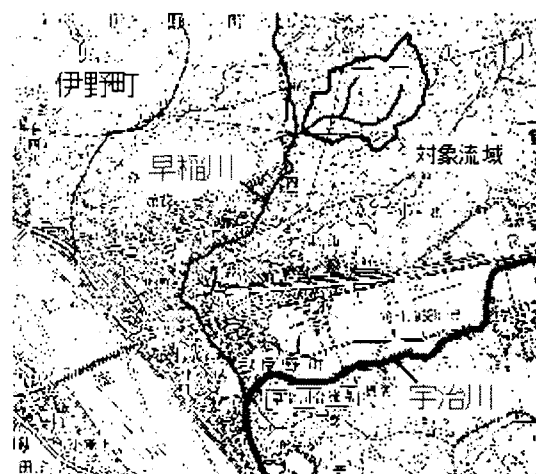


図1 早稲川の周辺地図

表1 観測項目及び水質評価指標

|        |                                                                                |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 環境条件   | 気温、水温、DO、pH、電気伝導度、濁度                                                           |
| 有機汚濁指標 | T-BOD、D-BOD、TOC、DOC、SS、VSS                                                     |
| 栄養塩類   | TN、DN、NO <sub>2</sub> 、NO <sub>3</sub> 、NH <sub>4</sub> 、TP、DP、PO <sub>4</sub> |
| イオン類   | Na、K、Mg、Ca、F、Cl、Br、SO <sub>4</sub> 、アルカリ度                                      |

TN および TP の変化を示す。T-BOD、TN、TP の各々の平均値は 0.45mg/l、1.37mg/l、0.015mg/l であった。降雨による流量の増加に起因する濃度の増加について、T-BOD はその影響をさほど受けず、変動範囲は 0.12~0.63mg/l であった。TN と TP は晴天時の濃度より降雨時は高くなる傾向がみられた。

### 3.2 T-BOD、TN、TP の L-Q 曲線

図 4 に T-BOD、TN、TP の L-Q 曲線を示す。本調査で得られた L-Q 曲線の相関係数は、T-BOD が 0.928、TN が 0.995、TP が 0.905 となり、比較的高い値を得ることができた。これらの曲線式を使って年間流出負荷を算出するが、さらに精度の高い流出負荷の予測を行うためには、今後測定回数を増やして相関性を検討していく必要がある。また、L-Q 曲線の式(1)の係数 b 値より各水質成分の流出特性が把握できる。b>1 の場合は流量増加に対して成分濃度が増加し、b=1 近辺であれば流量の変化に関わらず濃度はほぼ一定、b<1 の場合は流量増加で成分濃度が減少する。早稲川の T-BOD の b 値は 1.09 となり、降雨などで流量が増加しても濃度はさほど変化しないが、TN と TP は各々 1.13、1.11 となり流量増加に対して濃度が若干増加する傾向を示すことがわかった。

### 3.3 T-BOD、TN、TP の原単位

表 2 に本研究で得た早稲川流域と国内の他の非特定汚染源の T-BOD、TN、TP の原単位を示す<sup>3)</sup>。早稲川の BOD の原単位は 8.9 kg/ha・y であり、文献値 1.8~3.6 kg/ha・y と比較すると 2.5 倍以上の高い値となった。TN の場合も、文献値 0.3~14kg/ha・y に対し、早稲川は 31.4kg/ha・y と高い値を得た。TP については、早稲川が 0.30kg/ha・y となり文献値と同等の値であった。早稲川の BOD と TN の原単位が文献値より高くなった原因として、文献値の地域の年間降雨量 1000~2400mm に比べて伊野町の年間降雨量 (3015mm) が多いことや、対象流域に農地が 25% 含まれ、土壌成分や肥料の流出の影響があることなどが考えられる。

### 4. まとめ

1) L-Q 曲線より、早稲川の T-BOD は降雨で流量が増加しても濃度はさほど変化しないが、TN、TP は若干増加傾向を示すことがわかった。

2) 早稲川の前単位は、国内の他の非特定汚染源地域と比べて、T-BOD と TN は高く、TP は同等の値を得た。

### 5. 参考文献

- 1) 久米ら：四万十川流域における排出負荷と将来水質の予測、平成 15 年度土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集、pp.365-366、2003
- 2) 非特定汚染源負荷調査マニュアル、環境庁、1990
- 3) 湖沼等の水質汚濁に関する非特定汚染源負荷対策ガイドライン、環境庁、2000

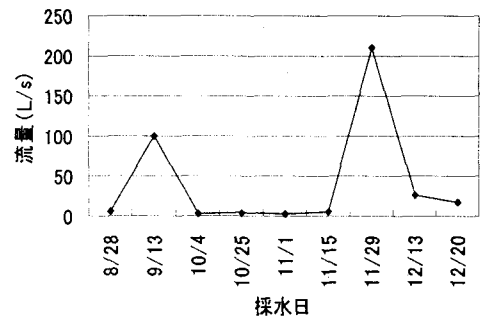


図 2 流量の変化

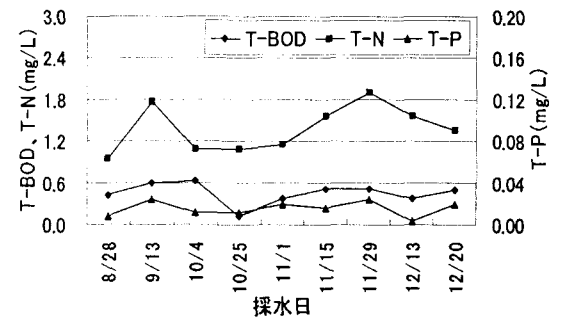
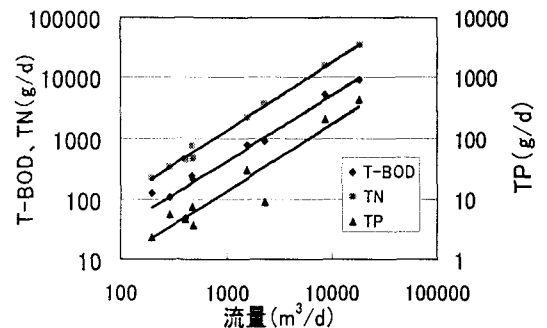


図 3 T-BOD、TN、TP の変化



$$\begin{aligned} \text{T-BOD} &: L=0.218Q^{1.09} \quad (r^2=0.928) \\ \text{TN} &: L=0.534Q^{1.13} \quad (r^2=0.995) \\ \text{TP} &: L=0.006Q^{1.11} \quad (r^2=0.905) \end{aligned}$$

図 4 T-BOD、TN、TP の L-Q 曲線

表 2 早稲川流域と非特定汚染源の前単位

| 地域  | 単位      | BOD     | TN      | TP       |
|-----|---------|---------|---------|----------|
| 早稲川 | kg/ha・y | 8.9     | 31.4    | 0.30     |
| 山林  | kg/ha・y | 1.8~3.6 | 0.3~14  | 0.1~0.51 |
| 水田  | kg/ha・y | —       | 4.6~37  | 0.1~5.05 |
| 畑地  | kg/ha・y | —       | 2.4~238 | 0.1~2.43 |