

VII-9 重信川流域における有機物および栄養塩の挙動に関する調査研究

愛媛大学大学院 学生会員 ○菅谷真美

愛媛大学工学部 正会員 西村文武

愛媛大学大学院 学生会員 島田高伸

愛媛大学工学部 正会員 渡邊政広

1. はじめに

点源負荷は、その発生源を特定することができるため水質汚濁を防ぐ対策をとりやすい。一方で、面源負荷は、点源対策が充実してきた昨今では、水域に与える影響は比較的大きくなっているものの、その流出挙動の詳細は明らかとなっていない。このため、水質汚濁を防ぐ対策がとりにくく、流域内の水環境における水質改善を図るうえでは、面源負荷の挙動を把握することが必要となる。そこで、本研究では面源負荷対策の検討を行う際の第一段階として、面源からの流出挙動を調査することを目的とした。

2. 調査概要

愛媛県松山平野を流れる一級河川である、重信川を対象に調査を行った。調査対象地は、重信川の支流である砥部川流域とした(図1)。農耕地(水田を除く全ての農耕地)と森林の土地利用が様々な割合となるよう、調査地を選定した。農耕地は、そのほとんどがみかんなどの柑橘類、梅、キウイフルーツなどの果樹園によって占められている。調査期間は2005年7月から、2週間に1回の頻度で定期観測を行った。

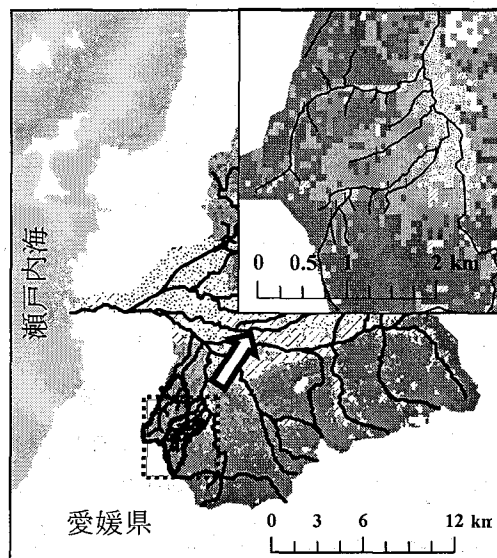


図1 調査地位置図

愛媛県は、年間降水量1200mm(平年値)を下回る降水量の少ない地域である。このため、調査日に降雨があった日は少なく、流量に影響を及ぼした降雨は2005年7月4日の調査日前日の降雨(128mm/day)のみである。他の調査日に関しては、降雨による流量の変化が確認されない程度の降雨であった。そこで、7月4日以外の調査に関しては、全て晴天時の調査として取り扱っている。

分析項目は、pH・DO・EC・水温・SS・TOC・TN・TP・DP・ $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ ・溶存イオン(Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+})である。河床断面がコンクリートで形状の安定している地点(9地点)については、流量観測もあわせて行った。

3. 原単位・L-Q式の算出

定期観測により、流量と負荷量の分かる地点については、農耕地と森林に分けて、L-Q式の算出と原単位の算出を行った。原単位の算出方法とL-Q式の算出方法を以下に示す。複数の流域ごとに式(1)が成り立つとする。近隣の流域では、気象条件等物質流出に影響を及ぼすと考えられる因子の状態が同程度であるとみなせるとして、 X_j が同等の値をとるとすると、その代表値を $\bar{X}_j$ として、複数の流域での河川での汚濁負荷量を(2)式で統合的に表現することが出来る。ここで、 a_{ij} を説明変数とし、 L_i を目的変数とすると重回帰分析により $\bar{X}_j$ を求めることが出来、これを原単位の代表値として推定することができる。

$$L_i = a_{i1} \cdot X_1 + a_{i2} \cdot X_2 + \cdots + a_{ij} \cdot X_j + \cdots + a_{in} \cdot X_n \quad (1)$$

ここで、

L_i : 河川*i*の汚濁負荷量(g/day)

a_{ij} : 河川*i*における土地利用形態*j*の面積(km^2)

X_j : 土地利用形態*j*の原単位(g/day/ km^2)

$\bar{X}_j$: 土地利用形態*j*の原単位(g/day/ km^2) (代表値)

$$\begin{pmatrix} L_1 \\ L_2 \\ \vdots \\ L_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{X}_1 \\ \bar{X}_2 \\ \vdots \\ \bar{X}_n \end{pmatrix} \quad (2)$$

L-Q 式は $L=aQ^b$ (3) で表される。式(3)では、 L ：(定期観測で得られた)負荷量の平均値(mg/s)、 Q ：(定期観測で得られた)流量の平均値(L/s)、 a 、 b ：係数である。ここで、 $b>1$ の場合は、洗い出し型、 $b=1$ は濃度一定型、 $b<1$ は希釈型となる。 b の値を求め考察を行った。

4. 結果および考察

栄養塩の負荷濃度が把握でき、かつ、流量の把握ができる地点について全窒素(TN)、硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)、全リン(TP)、溶解性リン(DP)、リン酸($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)、全有機炭素(TOC)の検討を行った。

農耕地の面積率と、L-Q 式における係数 b の関係を図 2 に示す。全窒素(TN)に関しては、L-Q 式の相関係数も高く(0.5 以上)、農耕地の面積の割合が大きくなるほど『洗い出し』の傾向が強くなり、森林の面積の割合が高くなるほど、『濃度一定型』の傾向となることが示されている。TP については、TN と同様の結果が得られたものの、DP と $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ に関しては異なる傾向が見られた。DP については、面積率と b の値の間に正の相関が見られた。 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ に関しては、明確な傾向は確認されなかった。TOC については、明確な相関は見られなかったものの、全体的に『希釈型』の傾向が見られた。

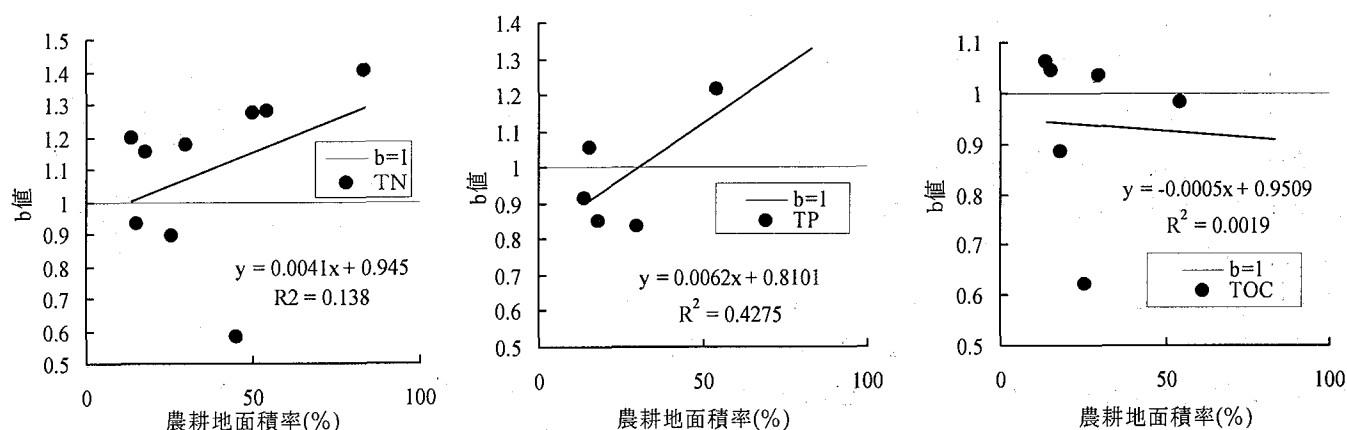


図 2 土地利用率と b 値の関係

本研究にて推算された原単位値と、既往の文献値を表 1 にまとめて示す。流域に与える負荷は、森林に比べ農耕地が 3~27 倍大きい結果となっている。また、降雨時に着目すると、農耕地からの流出負荷は晴天時のそれに比べ 8 倍~85 倍という大きなインパクトを与えて

表 1. 原単位の比較

	実測値(降雨時)		実測値(晴天時)		文献値 ¹⁾²⁾	
	森林	農耕地	森林	農耕地	森林	農耕地
SS	—	—	0.30	5.80	29~672	45~60
TN	-0.17	39.4	1.30	4.40	0.78	9.0
TP	-0.61	8.53	0.00361	0.10	0.02~0.17	0.10~0.16

いることが分かる。本研究対象地域では、果樹園地が主である農耕地から発生する栄養塩の面源汚濁負荷が大きく、その対策が改めて必要になっていることが示唆されている。

5. まとめ

柑橘類栽培を主とする農耕地からの栄養塩負荷は、森林のそれに比べ 3~27 倍大きく、また雨天時での流出インパクトは晴天時のそれよりも大きくなることを定量的に明らかにした。農耕地の面積率が高くなるにつれ、比流量が大きくなるほど流出水濃度も高くなる「洗い出し」型の流出傾向になることがわかった。有機物負荷はそこまで顕著な傾向は観察されなかった。重信川河川水の流出先は瀬戸内海であり、農耕地からの雨天時における栄養塩負荷について注意していく必要がある。

謝辞

本研究の一部は、国土交通省の受託研究により実施されました。ここに記して謝意を表します。

引用・参考文献

- 1) 山本哲也, 栗田初美: 面源負荷の流出特性と原単位設定に係わる諸問題, 茨城公技研報 10, pp.35~43, 2000 年。
- 2) 山崎晃裕, 中津川誠: 積雪寒冷地流域の土地利用と水質成分負荷量について その 1 - 河川流出負荷量からの土地利用別水質成分原単位の推定, 開発土木研究所月報, 1997。