

四万十川流域における面源汚濁の流出特性に関する調査

高知高専専攻科 学生員 ○谷脇基文, 徳島文理大学 学生員 門田景司
 (株)響建設 正会員 久米可菜子, 高知高専 正会員 山崎慎一
 高知大学 正会員 藤原 拓, 大年邦雄, 呉高専 正会員 山口隆司

1. はじめに

流域の水環境管理を行なうためには、流域における各種発生源からの正確な流出負荷量の把握が重要である。近年では、山林など面源も負荷発生源と考えられるようになってきたが、面源についての調査はあまり行なわれていないのが現状である。面源からの排出負荷量は単位面積当りで見れば小さいが、流域に占める山林の割合は大きく、山林面積が流域全体の約 97%を占める四万十川流域における平成 14 年度の汚濁負荷量調査では、全流出負荷に占める面源負荷の割合が比較的大きいことを確認している¹⁾。しかし、その面源負荷の算出に用いた原単位は、調査流域によって非常に幅があるため、今後は、様々な気候、風土の条件で実測したデータのさらなる蓄積が重要である。そこで本研究は、四万十川の上流に位置する高知県津野町と梶原町の人為的な汚濁負荷が流入しない 4 箇所の小流域において、降雨量と流量、BOD、窒素、リン等の水質を定期観測し、流域における面源汚濁負荷の流出特性を把握し、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 に高知県津野町と梶原町において調査した 4 箇所の小流域の位置を示す。調査対象の小流域は、四万十川上流の人為的な汚濁負荷が流入しない高知県津野町烏出川の 2 箇所（津野 1、津野 2）と梶原町家籠戸の 2 箇所（梶原 1、梶原 2）である。津野 1 と 2 の流域面積は各々 0.79 km²、0.31km²で、流域の樹種は天然林が 85～100%を占めている。梶原 1 と 2 は、流域面積 0.88km²、0.51km²で、樹種は人工林が 100%を占めている。また、平成 8 年から 13 年にかけて津野町と梶原町で観測された平均年間雨量が各々 3140mm、2550mmであり、全国平均 1586mm（平成 13 年）と比べて、非常に雨量の多い地域といえる。

水質の定期観測は月に 2 回程度とし、これまで平成 16 年 3 月 5 日から平成 17 年 2 月 25 日まで計 24 回の採水と分析を行っている。流量は、流域下流に設置されたパーシャルフリューム型流量観測堰の圧力式水位計によって自動計測される水位より算出した。

2.2 水質分析の方法

水質測定項目を表 1 に示す。定期観測では、気温、水温等の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、全窒素（TN）、全リン（TP）などの分析を行なった。BOD は DO 電極法（YSI 製 58 型）で分析し、TN はカドミウム還元法、TP はアスコルビン酸（モリブデン青）法によって吸光度分析計（HACH 製 DR2010）を用いて分析した。硝酸やリン酸などのイオン類はイオンクロマトグラフィー（DIONEX 製 DX-120）で分析を行った。

2.3 流出特性の評価と原単位の算出方法

BOD、TN、TP の排出負荷の流出特性は、各々の水質に比流量を乗じた比負荷量 L と比流量 Q より L-Q 曲線を作成し、その曲線式 ($L = a \cdot Q^b$) より得られる係数 b 値によって評価した。また、原単位は作成した L-Q 曲線に、平成 16 年 3 月～平成 17 年 2 月まで自動計測された日間平均比流量を代入して積算した。

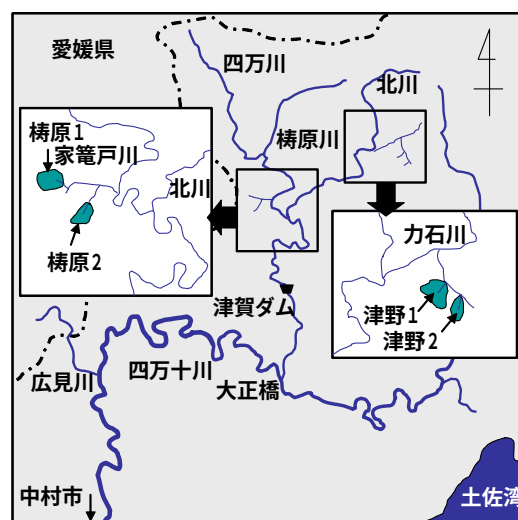


図 1 四万十川流域における調査地点

表 1 水質測定項目

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

キーワード：四万十川、面源汚濁、流出特性、原単位

連絡先：〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知高専建設システム工学科 TEL/FAX088-864-5671

3. 結果および考察

3.1 流量と水質の変化

各調査地点の平成16年3月～17年2月の比流量の経日変化を図2に示す。比流量の平均は、津野1, 2で0.096, 0.154 $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$, 梶原1, 2で0.074, 0.115 $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ であった。定期観測で得たBOD, TN, TPを表2に示す。BOD, TN, TPは4地点で顕著な差はみられず、BODは $<0.1\sim1.4\text{mg/L}$ （平均0.5 mg/L ）、TNは $0.19\sim1.39\text{mg/L}$ （平均0.50 mg/L ）、TPは $<0.01\sim0.07\text{mg/L}$ （平均0.016 mg/L ）であった。

3.2 BOD, TN, TPの流出特性と原単位

図3に津野1のBOD, TN, TPのL-Q曲線、表3にBOD, TN, TPのL-Q曲線式から得られたb値を示す。BODのL-Q曲線は4地点ともに相関係数が低く、b値の信頼性は低い。TNとTPのL-Q曲線は相関係数が比較的高く($r^2=0.7\sim0.9$)、TNのb値は1.06～1.23, TPは1.31～1.60を得た。TN, TPのb値は4地点ともに1以上で洗い出しの傾向があり、特にTPはその傾向がTNより著しいことが分かった。

表4に4地点におけるBOD, TN, TPの原単位を示す。4地点の原単位はBOD, TN, TP各々8.2～14.3 $\text{kg}/\text{ha}/\text{y}$, 11.9～27.8 $\text{kg}/\text{ha}/\text{y}$, 0.4～1.7 $\text{kg}/\text{ha}/\text{y}$ であり、これまで実測された他の地域の山林の原単位³⁾の最大値と本研究で得られた原単位の最大値を比較すると、BODは約4倍、TNは約2倍、TPは約3倍も大きい値を得た。この原因として、この地域の降雨量が全国平均よりも多いことに加え、平成16年度の年間降雨量が津野1, 2で5270mm, 梶原1, 2で4190mmと著しく多かったためと考えられる。そこで、平成16年3月～17年2月の月間平均の雨量と比流量の関係式に平年（平成8年～13年）の月間平均雨量を代入して平年の比流量を予測し、L-Q曲線から負荷を算出して平年の原単位を予測した（表5）。予測した原単位は文献値に近い値を得ることはできたが、今後も定期観測を継続して、原単位の精度を向上させる必要がある。

4. まとめ

- 1) 四万十川4流域の定期観測の結果、BODは $<0.1\sim1.4\text{mg/L}$, TNは $0.19\sim1.39\text{mg/L}$, TPは $<0.01\sim0.07\text{mg/L}$ の値を得た。
- 2) L-Q曲線によるTNのb値は1.06～1.23, TPは1.31～1.60となり、洗い出しの傾向があることがわかった。
- 3) 4地点の原単位は、BOD, TN, TP各々8.2～14.3 $\text{kg}/\text{ha}/\text{y}$, 11.9～27.8 $\text{kg}/\text{ha}/\text{y}$, 0.4～1.7 $\text{kg}/\text{ha}/\text{y}$ の値を得た。

謝辞：本研究は、社団法人日本水環境学会中国・四国支部の助成を得て実施された。記して深謝いたします。

参考文献

- 1) 久米ら：四万十川流域におけるBOD, 窒素, リンの排出負荷, 四万十・流域圏学会第3回学術研究発表会概要集, pp.33-34, 2003
- 2) 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

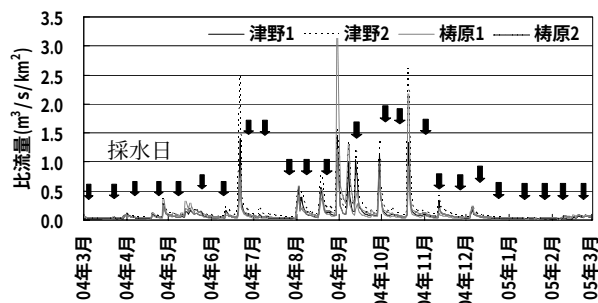


図2 比流量の経日変化

表2 定期観測時のBOD, TN, TPの水質

	BOD	TN	TP
津野1	$<0.1\sim1.3$	$0.21\sim1.39$	$<0.01\sim0.07$
津野2	$<0.1\sim1.0$	$0.19\sim1.00$	$<0.01\sim0.04$
梶原1	$<0.1\sim1.1$	$0.28\sim0.80$	$<0.01\sim0.02$
梶原2	$<0.1\sim1.4$	$0.22\sim0.83$	$<0.01\sim0.04$

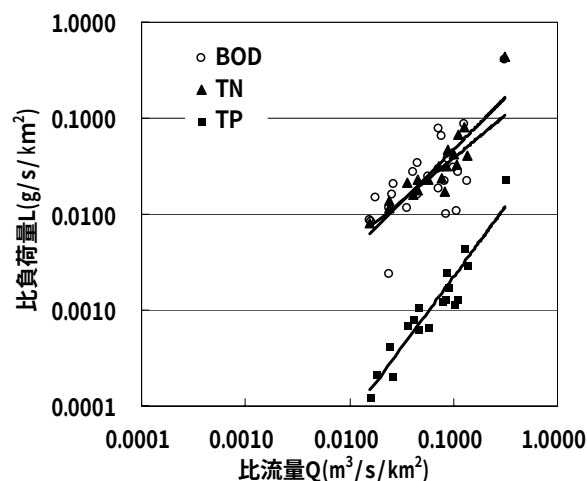


図3 津野1におけるBOD, TN, TPのL-Q曲線

表3 BOD, TN, TPのb値

	BOD	TN	TP
津野1	0.90	1.09	1.47
津野2	0.73	1.16	1.60
梶原1	0.92	1.06	1.31
梶原2	0.74	1.23	1.32

表4 各調査地点の原単位 ($\text{kg}/\text{ha}/\text{y}$)

地点名	BOD	TN	TP	備考
津野1	11.0	15.2	1.1	実測値
津野2	14.3	27.8	1.7	実測値
梶原1	8.2	11.9	0.4	実測値
梶原2	9.7	22.5	0.9	実測値
山林	1.8～3.6	0.3～14	0.1～0.51	文献値 ³⁾

表5 平年の降水量からの予測した原単位 ($\text{kg}/\text{ha}/\text{y}$)

地点名	BOD	TN	TP	備考
津野1	7.7	8.9	0.4	平年
津野2	11.0	14.6	0.5	平年
梶原1	6.2	8.1	0.2	平年
梶原2	7.2	10.0	0.4	平年