

VII-18 四万十川流域における面源汚濁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、 徳島文理大学 学生員 門田景司
 響建設 正会員 久米可菜子、 高知高専 正会員 山崎慎一
 呉高専 正会員 山口隆司、 高知大学 正会員 藤原 拓

1. はじめに

工場排水など点源からの汚染源対策が進んだ現在、山林など面源からの流出負荷を把握することが水環境管理の観点から重要になってきている。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⁾。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 つの小流域において、降雨量と流量、BOD、窒素、リン等の水質を定期観測し、四万十川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 と表 1 に高知県津野町と梶原町において調査した 4 つの小流域の位置と諸元を示す。調査対象の小流域は、四万十川上流の人為的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 と梶原 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。これに対し、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。水質の定期観測は月に 2 回とし、これまで平成 16 年 3 月 5 日から 12 月 24 日まで計 20 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 2 に示す。定期観測では、水温、pH、DO 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）で分析を行ない、全窒素はカドミウム還元法、全リンはアスコルビン酸（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²⁾

BOD、TN、TP の排出負荷の流出特性は、各々の水質に流量を乗じた流出負荷 L と流量 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。原単位(kg/ha/y)は、作成した L-Q 曲線に、平成 16 年 1 月～12 月まで自動計測された日間平均流量を代入して積算し、年間流出負荷(kg/y)を算出し、流域面積(ha)で除して算出する。

3. 結果および考察

3.1 流量と水質の変化

各調査地点の定期観測による比流量の経日変化を図 2 に示

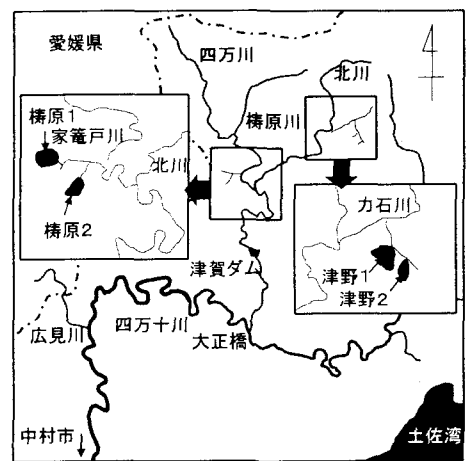


図 1 四万十川流域における調査地点

表 1 調査地点の諸元

地点名	所在地	流域面積 (km ²)	樹種比率(%)		斜面方向
			人工林	天然林	
津野1	津野町	0.79	15	85	北東
津野2	烏出川	0.31	0	100	北
梶原1	梶原町	0.88	100	0	東
梶原2	家籠戸	0.51	100	0	北

表 2 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

す。晴天時の比流量の平均は津野 1、2 でそれぞれ 0.037、0.060m³/s/km²、梶原 1、2 で 0.033、0.043 m³/s/km²であった。比流量は 4 地点ともに 5 月頃から増加傾向を示し、10 月までは比較的高い。降雨の影響を受けたと思われる日の比流量の平均は晴天時と比較すると 3 倍ほど高くなっている。BOD、TN、TP の定期観測で得た水質を表 3 に示す。BOD、TN、TP は 4 地点間でさほど顕著な差はみられず、全体では BOD は 0.1~1.4mg/L、TN は 0.19~1.39mg/L、TP は<0.01~0.07mg/L の水質を得た。

3.2 BOD、TN、TP の流出特性と原単位

図 3 に BOD の L-Q 曲線、表 4 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(r²=0.2~0.5)、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(r²=0.7~0.9)、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 以上となり、流量増加に対して成分濃度が高くなる傾向があり、特に TP はその傾向が TN より著しいことが分かった。

表 5 に 4 地点における BOD、TN、TP の原単位と、他の流域で実測された原単位を示す。4 地点の原単位は BOD、TN、TP 各々 7.7~14.1kg/ha/y、12.2~29.1kg/ha/y、0.4~1.8kg/ha/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⁾と比較すると、BOD と TP は約 4 倍、TN は約 2~40 倍も大きい値を得た。原因として降雨量の多さが影響していると考えられる。平成 8 年から 13 年にかけて津野町新田と梶原町で観測された年間平均雨量が各々 3140、2550mm であるのに対して平成 16 年度は津野 1、2 で 5000mm を超え、梶原 1、2 でも約 4000mm と著しく多かった。このことが四万十川 4 流域の原単位を他地域に比べて大きくした原因の一つであると考えられる。

4. まとめ

- 1) 四万十川 4 流域の定期観測の結果、BOD は 0.1~1.4mg/L、TN は 0.19~1.39mg/L、TP は<0.01~0.07mg/L であった。
- 2) TN の b 値は 1.06~1.23、TP は 1.31~1.60 となり、4 地点ともに 1 以上で、流量増加に対して成分濃度が高くなる傾向があり、特に TP はその傾向が TN より著しいことが分かった。また、4 地点での原単位は BOD、TN、TP 各々 7.7~14.1 kg/ha/y、12.2~29.1 kg/ha/y、0.4~1.8kg/ha/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・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

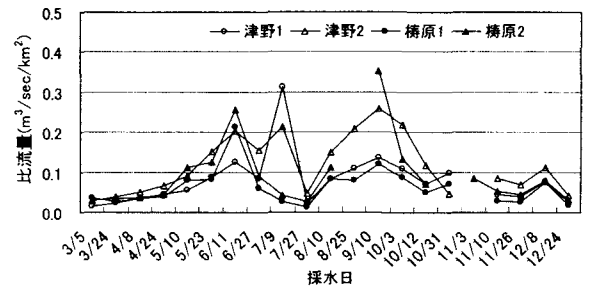


図 2 比流量の経日変化

表 3 定期観測時の BOD、TN、TP の水質 (mg/L)

	BOD	TN	TP
津野1	0.1~1.3	0.21~1.39	<0.01~0.07
津野2	0.1~1.0	0.19~1.00	<0.01~0.04
梶原1	0.1~1.1	0.28~0.80	<0.01~0.02
梶原2	0.1~1.4	0.22~0.83	<0.01~0.04

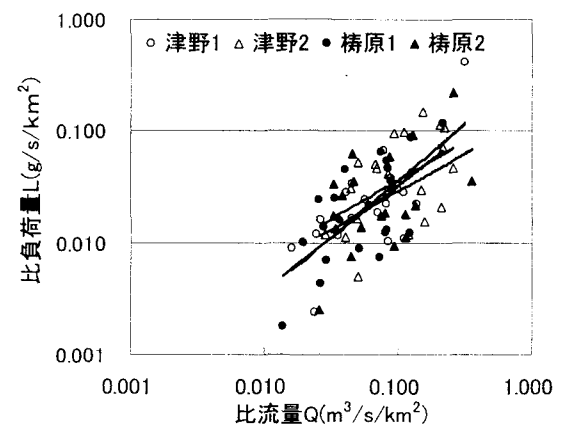


図 3 BOD の L-Q 曲線

表 4 BOD、TN、TP の b 値

	BOD	TN	TP
津野1	1.02	1.09	1.50
津野2	0.70	1.16	1.60
梶原1	0.94	1.06	1.31
梶原2	0.68	1.23	1.32

表 5 各調査地点の原単位 (kg/ha/y)

地点名	T-BOD	TN	TP	備考
津野1	11.4	15.7	1.2	実測値
津野2	14.1	29.1	1.8	実測値
梶原1	7.7	12.2	0.4	実測値
梶原2	8.9	23.8	1.0	実測値
山林	1.8~3.6	0.3~14	0.1~0.51	文献値 ³⁾