

VII-8 四万十川流域における面源汚濁の流出負荷原単位に関する研究

旭シンクロテック株式会社 正会員 ○松田宗洋、須崎市役所 正会員 谷脇基文
高知高専 正会員 山崎慎一、高知大学 正会員 藤原 拓、正会員 大年邦雄
呉高専 正会員 山口隆司

1. はじめに

本研究室において平成 13 年度に行なわれた四万十川流域の汚濁負荷量調査では、面源（山林などの自然地域）からの流出負荷が比較的大きいことが確認された¹⁾。また、流域の水環境管理を適切に行なうためには、流域からの正確な汚濁負荷量の把握が重要であるが、現在、点源に比べて面源は全国的に調査例が少ないのが現状である。そこで本研究では、人為的な汚濁負荷が流入しない四万十川上流の高知県高岡郡津野町と梶原町の 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、四万十川流域における山林からの自然系汚濁負荷の流出特性や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 に調査地点とその概要を示す。調査地点は、四万十川上流の人為的汚濁負荷が流入しない高知県高岡郡津野町烏出川の 2 箇所（津野 1 と津野 2）と梶原町家簗戸の 2 箇所（梶原 1 と梶原 2）の 4 地点である。津野 1 と 2 の流域面積は各々 0.79 km²、0.31 km²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 0.88 km²、0.51 km²で、樹種は人工林が 100%を占めている。

水質の定期観測は月 2 回程度とし、平成 16 年 4 月 11 日～12 月 9 日まで計 16 回の採水と分析を行なった。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観測される水位より算出した。

2.2 水質の分析方法及び原単位の算出方法

表 2 に分析項目を示す。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分析計（TOADKK 製 WQC-24）によって測定後、試料を採取して実験室へ持ち帰り、BOD、SS 等の有機汚濁指標、窒素（TN）、リン（TP）等の栄養塩類、Na や K 等の各種イオン類の分析を行った。BOD は DO 電極法（YSI 製 58 型）、TN はカドミウム還元法、TP はアスコルビン酸法による吸光度分析、Na や K 等のイオン類はイオンクロマトグラフィーで分析した。

原単位（kg/ha・年）は、まず T-BOD、TN、TP の各々の水質に比流量 Q （m³/s・km²）を乗じた比負荷量 L （mg/s・km²）と比流量 Q で式（1）の L - Q 曲線を作成する。この L - Q 曲線式に平成 16 年 4 月 1 日～11 月 30 日の自動観測された日平均比流量を代入して積算し、算出した。

$$L=a \cdot Q^b$$

a, b : L - Q 曲線より求まる係数 ……(1)

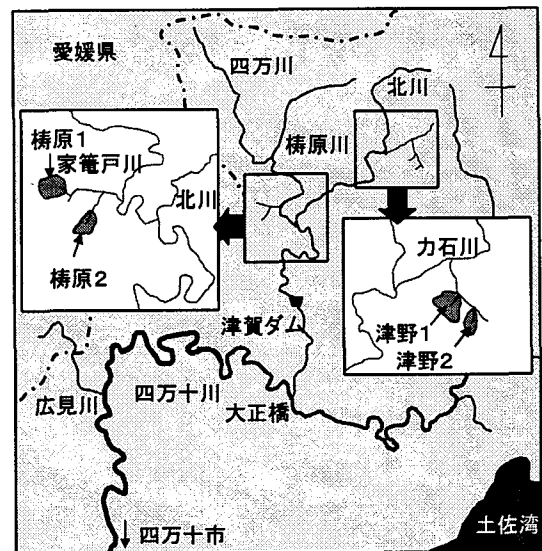


図1 四万十川流域における調査地点

表1 対象流域の概要

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	家簗戸	0.51	100	0	北

表2 分析項目

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

3. 調査結果及び考察

3.1 定期観測における水質と流量の変化

図2に津野1における平成16年4月1日～11月30日の日積算雨量と日平均比流量の経日変化を示す。本調査期間における比流量の平均値は、津野1と2で $0.061\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$ 、 $0.081\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$ 、梶原1と2で $0.053\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$ 、 $0.059\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$ であり、この値は、過去に四万十川流域で観測されてきている比流量($0.05\sim 0.07\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$)と同程度であった。

表3に各地点におけるT-BOD、TN、TPの平均水質と標準偏差を示す。4地点のT-BODは $0.52\sim 0.58\text{mg/L}$ 、TNは $0.29\sim 0.42\text{mg/L}$ 、TPは $0.015\sim 0.022\text{mg/L}$ であった。これらは非常に清澄な水質であるが、地点間での顕著な相違は確認されなかった。

3.2 四万十川流域の流出特性と原単位

図3に津野1におけるT-BOD、TN、TPのL-Q曲線を示す。L-Q曲線式より、T-BODのb値は1.37となり流量増加に対して成分濃度が增加する洗い出し型、TNとTPは各々1.07、1.03となり、流量変化に関わらず成分濃度が変化しない濃度一定型であることが判明した。ただし、T-BODとTNのL-Q曲線式は相関係数が比較的低いため、今後も継続調査を行って再検討する必要がある。

表4にT-BOD、TN、TPの原単位を示す。T-BOD、TN、TPの原単位は、降雨量の違い(日積算降雨量の平均値は津野1、2で8.7mmと9.0mm、梶原1、2で4.8mmと7.6mm)により、梶原より津野の方が若干高い傾向がみられた。本調査結果はTN、TPで他流域の原単位と比較してその範囲内であるが、台風19号(9月6日)時の流量は正確に測定されていない可能性があり、この日の流量は除いて算出している。そのため、実際はこの原単位よりも高くなることを留意しておく必要がある。

4. まとめ

1) L-Q曲線より、T-BODは洗い出し型、TNとTPは濃度一定型となったが、解析精度が低いため今後も継続調査を行って再検討する予定である。

2) T-BOD、TN、TPの原単位は、降雨量の違いにより梶原より津野の方が若干高い傾向がみられた。

5. 参考文献

- 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、p.33-34、2003
- 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

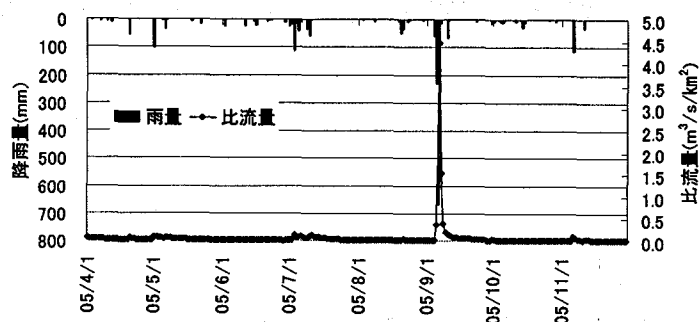
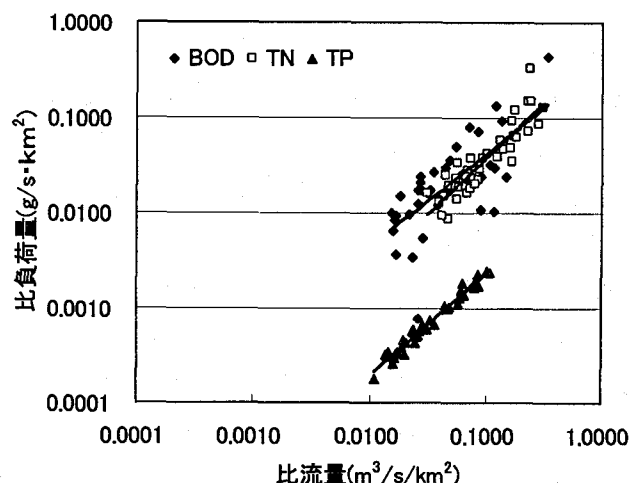


図2 津野1の日積算降雨量と日平均比流量との変化

表3 各地点の平均水質と標準偏差(単位:mg/L)

	T-BOD	TN	TP
津野1	0.58 ± 0.31	0.35 ± 0.11	0.022 ± 0.003
津野2	0.57 ± 0.30	0.29 ± 0.09	0.020 ± 0.002
梶原1	0.57 ± 0.25	0.42 ± 0.10	0.015 ± 0.005
梶原2	0.52 ± 0.25	0.29 ± 0.11	0.020 ± 0.005



$$\text{T-BOD} : L=1.7574Q^{1.3739}, R^2=0.6785$$

$$\text{TN} : L=0.443Q^{1.071}, R^2=0.8625$$

$$\text{TP} : L=0.0246Q^{1.0316}, R^2=0.9760$$

図3 津野1のT-BOD、TN、TPのL-Q曲線

表4 各地点のT-BOD、TN、TPの原単位

	原単位(単位:kg/ha・年)			備考
	T-BOD	TN	TP	
津野1	7.2	5.5	0.34	実測値
津野2	10.0	4.8	0.38	
梶原1	6.8	4.1	0.17	
梶原2	8.3	3.7	0.31	
山林	—	0.3~12.7	0.06~1.27	文献値 ²⁾