

山地小流域における現地観測に基づく原単位の推定

前橋工科大学大学院 学生員 坂田慶太郎
 前橋工科大学 正会員 土屋 十園
 前橋工科大学 学生員 小菅 香苗

1. はじめに

富栄養化の要因物質である窒素、リンなどの流域からの流出に関する調査・研究は、水環境保全における総量規制を図る意味において重要な課題である。しかし、非特定汚濁源の負荷量の定量化は現地観測で困難な場合が多い、したがってこれら物質の森林、山地での観測事例は特定の流域に限られていて少ない。

本研究では、利根川上流域の山地小流域（桜川流域）とよう幼齡林帯の集水域において現地調査を行い、その調査結果から解析を試みた。森林小流域においては、土地利用の違いにおける汚濁負荷流出の検討と原単位の事例が少ないスキー場及び森林域における年間の汚濁負荷流出原単位の推定を行った。また、幼齡林帯の集水域では、年間の水質、流量調査から流出負荷量の算定を行い、幼齡林帯（裸地域）における原単位の推定を行った。

2. 対象流域の概要

桜川は、群馬県川場村西部に位置し、利根川水系薄根川支川の1つであり、主に山地森林・農地流域を流下する1級河川である。流路延長は、約10.55km、河川勾配は約1/12（標高差910m）となっている。流域面積は、約17.283km²であり流域面積の約84%が森林で占められている。土地利用形態は、上流域がスキー場、中流域が主に森林地域、下流域が森林地域、畑地、水田となっている。

幼齡林帯の集水域は、川場村東部に位置し、流域面積約0.093km²、流域全体が樹齢10年前後のナラヤクヌギなどからなる幼齡林帯である。2001年の年間総雨量は、地点雨量で1291mm、年間総流量は、140mm（13,058m³）であった。

3. 流出負荷量の算定

3.1 桜川流域 st.1（上流） st.2（中流） st.3（下流）各地点におけるCOD、T-N及びT-Pの2001年年間流出負荷量の算定を行った。st.3地点における流量は、10分間隔で自動水位測定器により測定し、H-Q式より算出した。また採水、水質分析項目は、st.1地点、st.2地点及びst.3地点において月1回COD、T-N及びT-Pについて行った。

st.1地点、st.2地点の年間流出負荷量は、年間総流量と年平均水質濃度から算定した。st.3地点においては、流量と水質調査結果より相関式（図-1）を作成し算定した。流出負荷量算定結果は、表-2に示すとおりである。

3.2 裸地流域 幼齡林帯集水域においてCOD、T-N及びT-Pの2001年年間流出負荷量の算定を行った。幼齡林帯における流量は、集水域の末端に量水堰（三角堰）を設け水位

表-1 流域概要*

	st.1流域(%)	st.1st.2流域(%)	st.2st.3流域(%)	全体域(%)
スキー場	1.567(70)	———	———	1.567(9)
森林	0.675(30)	11.251(100)	2.605(69)	14.531(84)
畑地	———	0.033(0)	0.38(10)	0.413(2)
水田	———	———	0.772(21)	0.772(5)
合計	2.242(100)	11.284(100)	3.757(100)	17.283(100)

*流域面積は累加値である

単位: km²

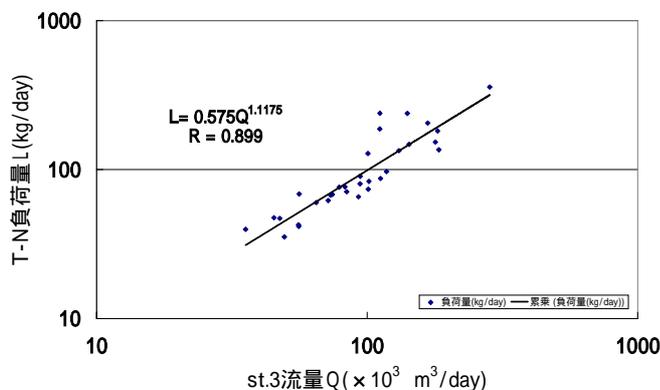


図-1 st.1地点における負荷量、流量相関図

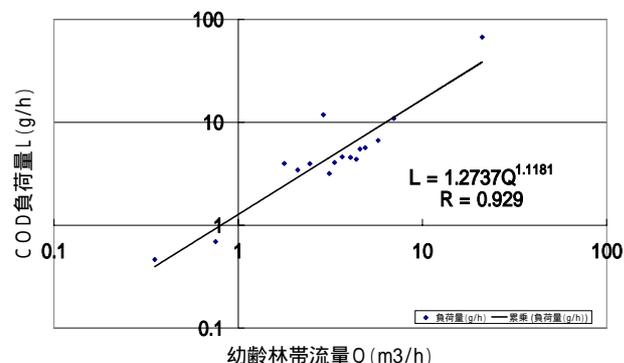


図-2 幼齡林帯における負荷量、流量相関図

キーワード：汚濁負荷原単位、スキー場、幼齡林帯、点源負荷、面源負荷

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460-1 Tel.027-265-0111 Fax.027-265-3837

を 10 分間隔で自動測定し流量に換算した。採水、水質分析項目は、月 1 回 COD、T-N、T-P について行った。裸地域における年間流出負荷量は、流量と水質調査結果より相関式（図 - 2）を作成し算定した。流出負荷量算定結果は、表 - 2 に示すとおり COD:2.194、T-N:2.575、T-P:0.006 であった（いずれも単位は kg/ha・year）。

表 - 2 年間流出負荷量算定結果

項目 地点	2001年 年間流量	年平均水質濃度 (mg/L)			年間流出負荷量 (kg/y)			年間流出負荷量 (kg/ha・y)			
		COD	T-N	T-P	COD	T-N	T-P	COD	T-N	T-P	
桜川 流域	st.1*	4973.112	2.51	0.648	0.048	12490.8007	3223.886	238.826411	55.713	14.380	1.065
	st.2*	9123.630	2.28	0.938	0.040	20789.1043	8561.007	361.968032	15.370	6.329	0.268
	st.3**	34132.549	2.87	0.954	0.064	96677.453	30690.336	1652.280	55.938	17.758	0.956
幼齡林帯**	13.085	1.51	1.833	0.050	20.409	23.947	0.060	2.194	2.575	0.006	

* 負荷量は流量と平均濃度より算定 ** 負荷量は相関式より算定

(流量単位: $\times 10^3 \text{ m}^3/\text{y}$)

4. 汚濁負荷流出原単位の推定

4.1 桜川流域 桜川流域において COD、T-N 及び T-P のスキー場、森林域における年間汚濁負荷流出原単位の推定を行った。表 - 3 は点源における発生源別使用原単位である。まず、表 - 3 の点源原単位より st.1 流域、st.2 流域における点源による排出負荷量を算出した。発生源としては st.1 流域においてスキー場施設、st.2 流域においてキャンプ場施設がある。結果は表 - 4 に示すとおりである。次に、面源のみからの流出負荷量を算出するために st.1 流域、st.2 流域それぞれの年間流出負荷量から点源の年間排出負荷量を差し引いた。結果は、表 - 5 に示すとおりである。最後に、面源のみからの年間流出負荷量を面積あたりに換算すれば年間汚濁負荷流出原単位が推定できる。結果は、表 - 6 に示すとおりである。リンについては、点源からの排出負荷量が流出負荷量を超過するという結果のため推定することができなかった。

表 - 3 発生源別使用原単位¹⁾

区分	項目	単位	COD	T-N	T-P
生活排水	全体	g/人・d	29.3	12.00	1.17
	し尿	g/人・d	10.1	9.00	0.77
	雑排水	g/人・d	19.2	3.00	0.40

表 - 4 排出負荷量一覧

区分	排出源	COD		T-N		T-P	
		st.1	st.2	st.1	st.2	st.1	st.2
事業所排水	501人上槽 (kg/d)	6.655	1.66	6.814	1.700	0.664	0.166
	501人未満槽 (kg/d)	0.197	—	0.086	—	0.027	—
	小計 (kg/d)	6.852	1.66	6.900	1.700	0.691	0.166
	合計 (kg/d)	8.512		8.600		0.857	
年間総排出負荷量 (kg/y)		2501	606	2518	621	252.24	60.50
合計 (kg/y)		3106.807		3138.977		312.736	

表 - 5 面源負荷量算定結果

流域	COD (kg/y)	T-N (kg/y)	T-P (kg/y)
st.1流域	9989.89	705.39	—
st.1 ~ st.2流域	7692.40	4716.62	62.643
幼齡林帯	20.409	23.947	0.06

表 - 6 汚濁負荷流出原単位推定結果

	COD	T-N	T-P
森林域	6.817	4.180	0.056
スキー場	60.815	2.701	—
幼齡林帯	2.194	2.575	0.006

(単位: kg/ha/year)

4.2 裸地流域 幼齡林帯集水域において COD、T-N 及び T-P の年間汚濁負荷流出原単位の推定を行った。集水域は、全域が成長過程にある幼齡林帯であることから、年間流出負荷量を面積あたりに換算すれば年間汚濁負荷流出原単位が推定できる。結果は、表 - 6 に示すとおりである。

5. 原単位の推定結果

森林からの推定原単位は、文献値¹⁾²⁾と比較し大きな違いは見られず妥当性のある結果であった。スキー場からの原単位は、COD:60.815 (kg/ha・year)となり森林域の約 10 倍という結果となった。これは、スキー場においてオフシーズン中植生管理の施肥による影響であると思われる。また、スキー場と同じように植生管理を行うレジャー施設としてゴルフ場からの原単位³⁾と比較を行った。その結果、スキー場からの原単位はゴルフ場からの原単位に対し COD 約 1/2 倍、T-N 約 1/5 倍という低い結果であった。幼齡林帯においては、文献値⁴⁾と比較すると文献値の範囲より低く見積るという結果であった。

6. まとめ

森林原単位は文献値と比較して妥当性のある推定結果であった。

スキー場からの面源負荷量は、ゴルフ場ほど発生せず、その原単位は COD 1/2 倍、T-N 1/5 倍であった。

【参考文献】

- 1) 日本下水道協会：流域別下水道整備総合計画調査指針と解説(1999) 2) 国松孝男、村岡浩爾 編著：河川汚濁のモデル解析，p49 3) 梅本諭、駒井幸雄ら：第 30 回日本水環境学会年会講演集(1996)，p389 4) 相場芳憲ら：日本林学会誌 vol.55(11)，p297 5) 土屋、坂田ら：水文・水資源学会 2002 年研究発表会要旨集，p162-163