

仙台市内の山林(青葉山)から流出する汚濁負荷量原単位についての研究

東北工業大学 学生会員 ○熊谷 秀樹
学生会員 高橋 恵
正会員 中山 正与

1.序論

生活水準が上がり、下水道整備が進展すると共に、点源から公共用水域へ流入する汚濁負荷量が減少し、面源汚濁源を起点とした汚濁負荷対策が必要になっている。また自然負荷が大きい割合を占める河川流域を対象に汚濁解析を実施する場合には、水質予測の精度は自然負荷の評価精度に左右される。そこで面源汚濁源の1つである森林域に的を絞り東北大学植物園内を流れる小河川において、森林域からの汚濁負荷量の流出特性を把握するため、晴天時や降雨時に採水を行い水質調査を行ってきた。

今回は継続的に行ってきた調査、実験を基に面源汚濁負荷源となる森林域からの流出負荷量を算出した。流出負荷量は地域によっても異なるので、仙台で流出負荷量を評価することを研究目的にした。

2.調査対象区域

調査対象区域は、東北大学植物園内の小河川である。この植物園の標高は60～145mで流域内勾配は約9.1%、面積は約52万㎡である。植生はモミ林をはじめ、コナラ林、アカマツ林、アカシデ林、スギ林、芝生、ヨシ原で構成されている。東北大学植物園の流域は裏沢、本沢、深沢に分かれており、本年度の調査対象区域である本沢の流域面積は212000㎡であり、裏沢(19000㎡)、深沢(72000㎡)と比べて流域面積が大きい。今回は一番下流にあるA地点の流出負荷量原単位の算出を行った。

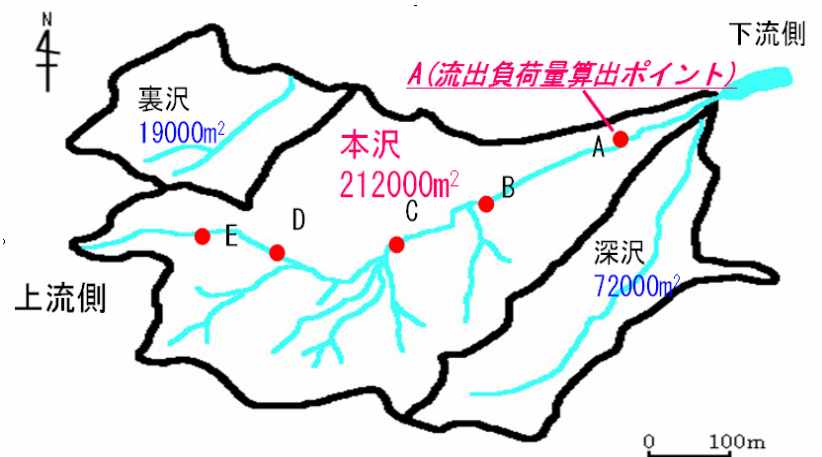


図-1 流出負荷量算出ポイント

3.流出負荷量評価方法および分析項目

(1)流出負荷量の評価方法と調査期間

原単位の評価については主に区間代表法とL-R法の二つがある。¹⁾

今回は L-R 法を使用する。降雨の降り始めから水位が元に戻るまでの流出負荷量をできるだけ正確に計算できるように実測する。降雨時の水質変動を考慮することができる方法である。

調査期間は 2003 年～2010 年までであり、降雨時として 2003 年～2006 年のデータを使用し、晴天時として 2007 年～2010 年までのデータの平均値を使用した。

(2)分析項目

分析項目はTOC、BOD、COD、 Cl^- 、濁度、窒素、リンである。窒素についてはT-N、 NH_4-N 、 NO_2-N 、 NO_3-N を測定した。

キーワード 森林域 小河川 東北大学植物園 地下水 洪水 流出負荷量

連絡先 仙台市太白区八木山香澄町35-1 東北工業大学 工学部 建設システム工学科 TEL:022-305-3537

4.結果と考察

(1)汚濁負荷量(L)の算出方法

汚濁負荷量(L)は地下水流出負荷量(L_B)と洪水流出負荷量(L_R)を足した値である。

式は $L=L_R+L_B$ を使用する。

(2)地下水流出負荷量(L_B)

1年間を5月～10月までの多雨期とその他の少雨期に分ける。定期調査データからピックアップした雨の影響を受けていないデータ、または低～平水時のデータから計算する¹⁾。2007年～2010年の中で2009年を除く3年間分の平均を計算した。5月～10月までの**多雨期は184日**、**少雨期は181日**として算出を行う。

計算結果を表-1、表-2に示す。

式は $L_B=(T_w C_{BW} Q_{BW}+T_d C_{Bd} Q_{Bd})$ を使用する。ここで添字wは多雨期、dは少雨期を表し、T、C_B、Q_Bはそれぞれ期間、地下水流出の平均濃度と平均比流量である。

(3)洪水流出負荷量(L_R)

洪水流出負荷量と流量のデータからL-Q式を求め、これに雨量データから推定した1降雨毎の流量を代入し、1年間を積算して計算する¹⁾。2003年から2006年までの使用出来るデータを使い降雨から算出を行う。

雨量(Ri)とそれに対応する流量の増加分(比流量: Qi)の関係式をA式とする。また、流量の増加分(Qi)に対応する負荷量の増加分(比流出負荷量: Li)の関係式をB式とする。

B式は $Li=a(Qi)^b$ の形になっている。係数a、bは、洪水時のデータから算出した。計算結果を表-3に示す。

A式とB式により、それぞれの雨量(Ri)に対応する比流出負荷量(Li)が求まるので、1年間の雨量データを用いて、1年間の洪水負荷量(L_R)を算出する。式 $L_R=\sum Li=\sum a Qi^b$ である。

(4)流出負荷量の算出結果

流出負荷量の算出結果を表-4に示す。BOD、T-P、NH₄-Nは洪水流出負荷量(L_R)の方が地下水流出負荷量(L_B)より多く流出した結果となった。それぞれ82、82、72%が洪水により流出した。

COD、T-Nは地下水流出負荷量(L_B)の方が洪水流出負荷量(L_R)より大きくなった。

5.まとめ

今回の計算結果から求められた値は一般的な河川よりはCOD、T-N、T-Pは若干低い値となった。比較した一般的な河川の中には完全に人の手が入っていない場所は少なく、青葉山は他の森林にくらべても自然が保存されている為、低い値になったと考えられる。また今回の実験で降水量が少なくても、100mm近い降雨が多くあった年の方が流出負荷量は多くなった。

特に洪水流出負荷量(L_R)の方が地下水流出負荷量(L_B)より多く流出したBOD、T-P、NH₄-Nでは10%以上流出負荷量は多くなった。今後は植物園の植生や地形などの関係を明らかにすることが課題である。

【参考文献】

1)國松孝男,須戸幹: 森林からの汚濁負荷とその評価,水環境学会誌, Vol. 20 No. 12. pp6-10. 1997

表-1 多雨期の結果

	流量 (m ³ /d)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	CH (mg/l)	T-N (mg/l)
2007年	339.54	3.0	27.2	30.9	2.41
2008年	281.91	3.8	19.8	38.6	2.92
2010年	343.81	2.9	18.2	27.5	3.33
平均	321.75	3.2	21.7	32.4	2.89

表-2 少雨期の結果

	流量 (m ³ /d)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	CH (mg/l)	T-N (mg/l)
2007年	165.92	2.2	17.4	38.3	1.97
2008年	201.92	3.2	11.1	43.6	2.36
2010年	221.26	2.7	11.3	31.6	2.96
平均	196.37	2.7	13.3	37.8	2.43

	NO3-N (mg/l)	NO2-N (mg/l)	NH4-N (mg/l)	T-P (mg/l)	TOC (mg/l)
2007年	1.396	0.043	0.18	0.043	0
2008年	1.657	0.110	0.36	0.083	0
2010年	1.261	0.012	0.34	0.085	3.478
平均	1.438	0.055	0.29	0.070	3.478

	NO3-N (mg/l)	NO2-N (mg/l)	NH4-N (mg/l)	T-P (mg/l)	TOC (mg/l)
2007年	1.376	0.017	0.31	0.046	3.595
2008年	1.532	0.043	0.31	0.052	0
2010年	1.500	0.001	0.14	0.080	1.715
平均	1.469	0.020	0.25	0.059	2.655

表-3 式Bの回帰式

	$L=a \cdot Q^b$		
	a	b	r ²
BOD	3.813	0.833	0.7396
COD	6.621	1.122	0.9833
T-N	0.672	1.057	0.9360
T-P	0.048	0.708	0.9422
NH ₄ -N	0.136	0.667	0.9954

・ L: g/km², Q: m³/km², r²: 寄与率

表-4 流出負荷量の算出結果

単位(kg/ha/年)	L _B	L _R	合計
BOD	2.6	11.9	14.5
COD	15.9	12.3	28.2
T-N	2.4	1.4	3.8
T-P	0.06	0.28	0.34
NH ₄ -N	0.24	0.63	0.87