

II-119

森林集水域からの水質成分の流出特性（VI）

—北大農学部付属雨竜地方演習林内小河川の増水時水質—

北海道大学工学部 正会員 橋 治国、赤木良次、学生員 吉田邦伸
北海道開発局石狩川建設部 正会員 岡下 淳
北海道大学低温科学研究所 小林大二、石井吉之

1. 緒言 筆者らは、北海道内の森林集水域河川を対象に、栄養塩を中心とした水質成分の変動特性や流出特性を明らかにしてきた。本研究では、わが国で最低気温を記録した北海道北部母子里に位置する北大農学部付属雨竜地方演習林内小河川の水質特性について、増水時（融雪期、降雨時）の水質の特徴とその流出負荷特性を中心に報告する。

2. 研究方法 **2.1 対象河川概況** 北大農学部付属雨竜地方演習林（母子里作業所）の小河川を調査対象とした（図1）。母子里地区はわが国で数少ない極寒の地で、冬期には -30°C を越えることが多い。河川集水域は、エゾマツ、ミズナラ等の針広混交林で、林床にはチシマザサが密生している。表層土は、シルトとクレイ質で、第三期の安山岩質凝灰岩質シルト岩、砂岩等で構成されている。集水域面積は 1.28km^2 、流路長約 2.5km である。

2.2 調査方法 調査地点は、図1に示した河川2ヶ所（Pt. A、Pt. C）と湧水1ヶ所（Pt. SP3）である。Pt. Aに自動採水器（ISC0-3700）を設置し、融雪期～夏季初期には6時と18時、それ以後は18時を定時として採水した。降雨時には1～3時間間隔で、Pt. AとPt. SP3において採水した。流量、気温・水温、電気伝導度および雨量は、Pt. Aで自動観測した。今回は1993年4月～10月の分析結果から、融雪期と降雨時を中心にその水質を解析した。

2.3 分析項目 富栄養化関連成分（形態別の窒素・リン化合物、有機炭素など）と主要無機成分等、約30項目を対象とした。

3. 結果の要約

3.1 演習林内小河川の一般的水質 4月～10月の水文状況と代表成分の濃度変化を図2に示す。平均気温は 4.8°C 、平均水温は 7.1°C 、降水量は 716.5mm である。春の融雪期の流量は他の季節と比較して非常に多く、5月7日に最大 $0.392\text{m}^3/\text{s}$ を観測した。代表成分の季節的濃度変化は、 SO_4^{2-} をはじめ SiO_2 等の一般無機成分でかなり小さく、一方窒素（特に溶存態）などは融雪期に濃度が高くなるなど、流量変化と対応した本集水域特有の傾向が認められる。さらに栄養塩の窒素については、TNが $0.2\sim 1.0\text{mg/l}$ とかなり高濃度で、その8割をDNが占めるなどの特徴が認められる。また NO_3^- -Nは、一般にTNの7～8割を占める¹⁾が、本集水域では3割と少なく、その分DONが4割と高くなる傾向がある。低温域では、微生物による有機物分解が進まないことが原因として考えられる。リンについては、TPで $0.01\sim 0.05\text{mg/l}$ と低い、流量増加時の

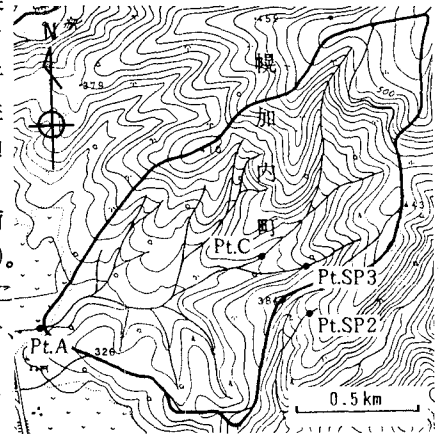


図1 対象水域

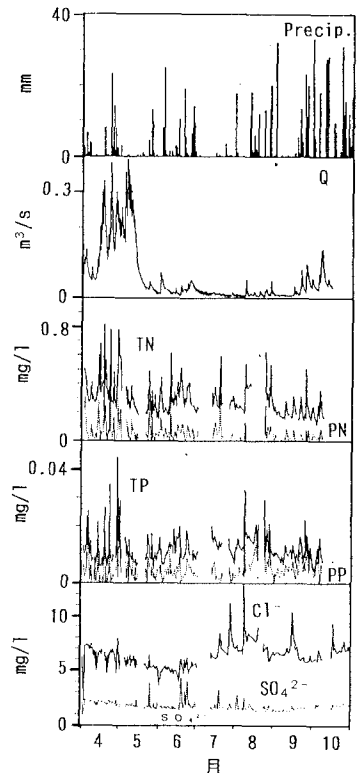


図2 水質の季節変化(1993年)

PP濃度の短期的な上昇など他集水域と共通した特徴が認められた。

他に夏～秋期の K^+ 濃度の上昇など特異的な変化が認められた。

3.2 融雪期の水質 融雪期の流出量が調査期間中の8割を示したように、多積雪地帯ではこの時期の水質や水質成分の流出負荷が環境に及ぼす影響は大きい。栄養塩である窒素、リン濃度は、初期増水時に増加して地表蓄積物の洗い出し効果が認められ、PPで顕著である。主要無機イオンには目立った変化は認められなかった。表1に季節別比成分流出負荷量（定期調査）を示したが、水の流出量に対応して融雪期は夏季の数倍にも及んでおり、栄養塩のTNで7倍にもなった。水質成分流出量は、融雪期に集中している。PN/PPを含めTN/TPが高いように、窒素は冬期間に流出し易い形態で蓄積することがわかる。年間総流出負荷量（推定）は、TN 約326、TP 11.3kg/year/km²で、他に比較し若干少ない。¹⁾

3.3 降雨時の水質（図3、8月11日～12日） 28mmの降水量に対し、流量は最大 0.054m³/sとなった。（先行降雨から10日間以上経過。）

TNは流量の増加と共に濃度を増し、最大 0.54mg/lに達した。その濃度増加が主にDON濃度の増加にあり、融雪期と同じ傾向を示したが、これらは寒冷地の特徴といえる。TPは、最大0.033mg/lまで増加したが、これはPPの増加による。主要無機イオンでは、 Cl^- と K^+ （図略）が特徴的に増加した。 Cl^- については、湧水（Pt.SP3）で

先行的に濃度が増加し、蓄積性についての検討が必要となった。詳細は講演時に述べる。

3.4 水質成分の流出特性 水質成分の流出パターンを表2に示した。

（定期調査）水質成分の多くのn値が融雪期で大きく、冬期の蓄積と高流量による洗いだし効果を認めることができる。特にDONのn値が大きく、寒冷地においては有機態窒素の動態解析に興味を持たれる。一般成分についてはn値が1に近いが、土壌起源の Ca^{2+} 、

Mg^{2+} で1より小さく、希釈型の傾向が強い。

本研究は、文部省特定研究（代表教授小林大二）による共同研究の成果の一部である。

（参考文献）(1)橘 治国他 「融雪期における山地森林域河川からの栄養塩流出」、衛生工学研究論文集、27巻、pp33-43、1991

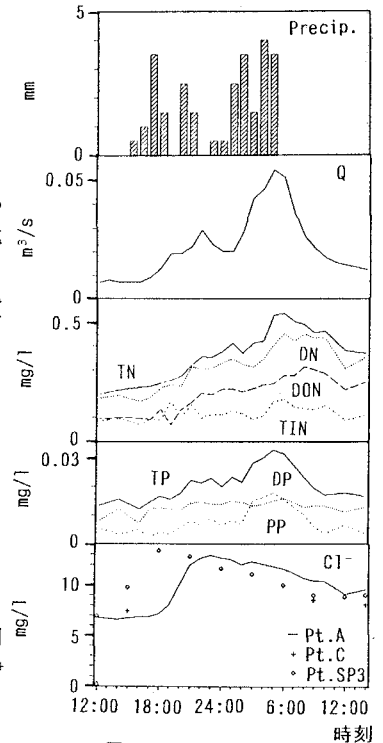


図3 降雨時の水質変化
（1993年8月11～12日）

表1 季節別比流出負荷量
(kg/day/km²)

季節	融雪期 (4~5/11)(6~8/11)(9~11/11)	夏季 91	秋期 120	78
試料数	91	120	78	
流量*	9.5	1.2	1.9	
NH_4^+-N	0.156	0.039	0.045	
NO_2^--N	0.004	0.003	0.003	
NO_3^--N	1.47	0.140	0.073	
DON	0.607	0.236	0.296	
DN	2.65	0.417	0.416	
PN	0.673	0.095	0.080	
TN	3.52	0.510	0.406	
DRP	0.019	0.005	0.001	
PRP	0.009	0.003	0.002	
DP	0.061	0.013	0.010	
PP	0.050	0.009	0.013	
TP	0.111	0.023	0.023	
Cl^-	57.4	9.55	12.1	
SO_4^{2-}	18.3	2.45	3.29	
SiO_2	80.7	20.0	27.2	
TN/TP	31.8	22.2	21.6	
DN/DP	43.5	32.1	41.6	
PN/PP	17.5	10.6	6.15	

*: ×1000m³/day/km²

表2 比流量と比成分流出量
($L=kQ^2$: L:g/S/km², Q:m³/S)

季節	融雪期 67~91	年間 265~289
試料数		
	k n 相関係数	k n 相関係数
NH_4^+-N	0.043 0.77 0.64	0.027 0.89 0.76
NO_2^--N	0.0035 0.59 0.54	0.0052 0.55 0.59
NO_3^--N	0.061 1.18 0.96	0.038 1.26 0.97
TIN	0.13 1.04 0.98	0.056 1.20 0.93
DON	0.021 1.21 0.82	0.13 0.90 0.78
DN	0.0069 1.40 0.75	0.015 1.26 0.84
PN	0.12 1.16 0.97	0.18 1.08 0.97
TN	0.13 1.19 0.96	0.19 1.11 0.97
DRP	0.0017 0.98 0.77	0.0022 0.93 0.77
PRP	0.00030 1.15 0.70	0.0019 0.79 0.68
DP	0.0057 1.01 0.94	0.0082 0.94 0.92
PP	0.0026 1.03 0.67	0.0037 1.00 0.82
TP	0.0077 1.05 0.92	0.013 0.97 0.95
Cl^-	5.41 1.02 0.99	6.95 0.97 0.98
SO_4^{2-}	1.87 1.01 0.98	1.40 1.07 0.99
SiO_2	16.1 0.90 0.98	25.2 0.82 0.99
SS	2.64 1.00 0.59	0.39 1.43 0.85