

II-430

融雪期流出懸濁態栄養塩の組成

-石狩川を例として-

北海道大学工学部

正会員 橘 治国

トヨタ自動車

正会員 中川佳久

北海道東海大学

石井次郎

1. 緒言 積雪地域における融雪期の栄養塩の流出は年間量に対して占める割合が高く¹⁾、その実態の把握は環境影響や栄養塩流亡という視点から重要である。筆者らは、石狩川の融雪期を対象に、栄養塩の流出特性や流出機構についての調査を開始した。流出栄養塩については懸濁態が優占し、またこれらの藻類など生物による直接摂取も無視できない²⁾ことから、その形態と担体である懸濁物質の組成や粒径について重点的に調査することとした。

2. 研究方法 2.1 調査方法 対象水域と調査地点: 石狩川本・支川を対象とした。図1に水域の概況を示したが、中流St.3(納内橋:旭川都市・産業排水の影響)と下流St.6(奈井江大橋:St.3に加え田畑流出水の影響)を基準地点とした。調査期間: 1989年3月10日から6月23日を調査期間とし、週1回を原則として採水した。最大増水時付近では週2回、減水期は2週に1回採水した。

2.2 分析方法 水質分析: 一般成分と窒素成分については水の分析³⁾等の常法によった。リン成分は Standard Methods⁴⁾

に基づいて分画したほか、有機懸濁態をSTS法⁵⁾で、無機懸濁態をChang-Jackson (C-J) 法のWilliams変法⁶⁾により分画定量した。懸濁物質は40 lの試水を連続遠心分離(約15,000rpm)して採取し、凍結乾燥して保存した。

粒度・鉱物分析: 粒度分析は、ふるい($d > 44 \mu$)と光透過式粒度分布測定器(SK-2000)($d < 44 \mu$)によった。また定方位試料によるX線回折(Geigerflex RAD2 SYSTEM)によって鉱物分析を行った。各試料について加熱、塩酸処理、エタノールリコール処理等の前処理を行い同定した。流量データ: 北海道開発局流量観測所の時刻流量データによった。

3. 結果の要約 3.1 流量変化(図2-基準地点の流量変化):

3月下旬に始まった積雪融水は4月中旬に最大流量となり、下旬から小さな流量ピークを記録しながら6月中旬に終息する。最大流量は、St.3で $561.9 \text{ m}^3/\text{s}$ 、St.6で $1578.5 \text{ m}^3/\text{s}$ でいずれも4月18日に観測した。3.2 水質変化〔一般成分(代表成分について)〕 (図3-SS、TOC、 Cl^-) 流量変化に伴ってSSおよびTOCの濃度が変化した。しかし最大値はSSで4月18日 249.1 mg/l (St.6)、TOCは5月19日に 8.92 mg/l (St.6)と、その発生時期が異なった。図3-1に $(\text{TOC}_{\text{SS}}/\text{SS}) \times 100$ を併せて示した。値はSS濃度ピーク時に低い値となり、その傾向はSt.6で大きい。流出してくるSS組成に差が認められる。 Cl^- 等の無機イオンは高流量時に一時低下しながら全体的には漸次低下し、SS成分とは傾向が異なった。

〔栄養塩〕(図4-窒素、リン) 窒素は無機イオンを、リンは懸濁態を優占型として流出する。窒素については融雪初期に高濃度の $\text{NO}_3^- - \text{N}$ が

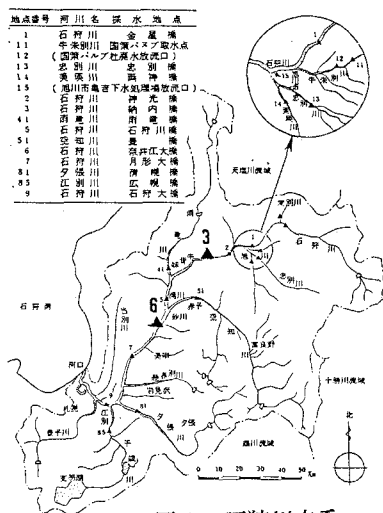


図1 石狩川水系

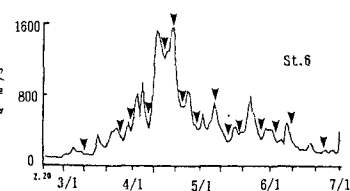


図2 流量変化(St.6、2/20~6/30/'89)

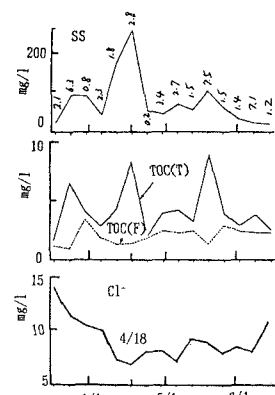


図3 代表成分の濃度変化(St.6)

認められるが以後激減し、冬季蓄積成分であることがわかる。リンは懸濁物質と挙動をともにする。

3. 3 粒径分布と粘土組成 (St.6について、図5-粒径分布の例、図6-鉱物分析の例)： 粒径分布は平均φが5~8で、シルトが優占する。増水時(4月18日)は分布幅が広がる(S.DEVとKURTが大、図7-Q、S.DEV)が、降雨増水時のようにφが小さくなることはない。粘土鉱物として、モンモリロナイト、クロライト、イライト、カオリナイトそして微量のケルゲリンが存在した。融雪初期や低水時に都市内河川に多いカオリナイトの割合が高く、St.3でその傾向が明確であった。カオリナイトの濃度が懸濁態リン濃度と一番高い相関性($r=0.80$)を示したことから、St.3での高濃度の懸濁態リンは、都市域から多量に流出してくるものと推察される。下流St.6ではクロライトの割合が高い傾向にあった。

3. 4 懸濁態リン化合物の分画： STS法ではAs-P、RNA-P、Protein-Pが優占した。(図8-濃度変化と構成割合) C-J法ではFe-PとAl-Pが優占したが、St.1や増水時にCa-Pの濃度が高くなった。(図9-濃度変化と構成割合) 一般にSTS法での有機リンはC-J法の無機リンよりSSとの相関性が高いようで、両者の供給源は同じではないことがわかった。最大リン濃度を示した4月18日は、SSと対応してRNA-PやProtein-Pなど有機リン濃度が高くなったが、無機リンについてはFe-PやAl-PよりCa-P濃度の上昇が顕著であった。有機リンは広く土壤に含まれ流れとともに大量に流出してくることがわかる。融雪前期と後期は底泥に多いFe-Pや、パルプ排水や下水で割合の高いAl-Pの濃度が高く、この点からはリンが都市などの人為的供給源からかなり流出してくることが理解できる。粘土種と関連しては、やはりカオリナイトやイライトが有機リン、Fe-P、Al-Pと高い濃度相関性があり、特定鉱物の都市域での挙動解析に興味をもたれる。

3.5 懸濁態栄養塩の流出と藻類増殖(講演時に述べる。)

参考文献 1) 年講(44回)、p900, 1989 2) 衛生工学研究論文集、Vol.22, p151, 1986 3) 分析化学会道支部、化学同人、1981

4) APHA, AWWA, WPCF Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, p4-166, 1989 5) J.D.H. Williams et al Soil Sci., Soc. Amer. Proc., Vol.35, p250, 1971 6) S.C. Chang and M.L. Jacson Soil Science, Vol.84, p133, 1957 7) 陸水学会要旨(53回)、p26, 1988

研究遂行に際し、研究室諸氏、北海道開発局の協力を得た。記して謝意を表します。

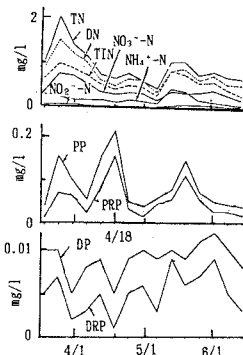


図4 栄養塩の濃度変化 (St.6)

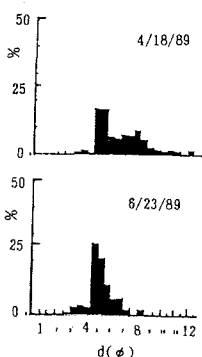


図5 粒径分布の例 (St.6)

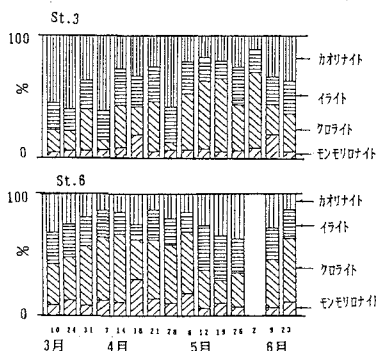


図6 粘土鉱物の割合

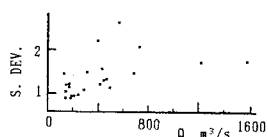


図7 流量と粒径分布標準偏差

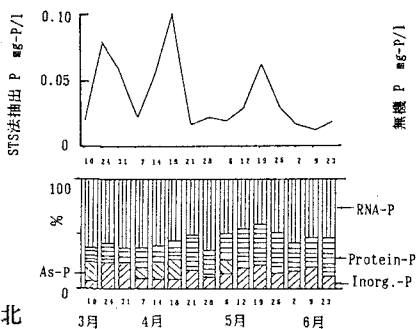


図8 有機リン化合物の濃度と割合の変化 (St.6)

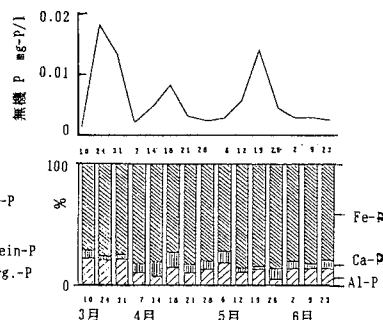


図9 無機リン化合物の濃度と割合の変化 (St.6)