

北海道大学工学部 ○橋 治国

トヨタ自動車

中川佳久

1. はじめに

積雪地域においては融雪出水が水環境や水資源に大きな影響を及ぼす。それは水量としてばかりでなく質的にも無視できず、さらに生態系も北国として特異的なものにする。筆者らは、石狩川水系内の本・支川を対象に、融雪期の水量や水質の変動特性と流出負荷特性を明らかにしてきた。(例えば1)~3)) 本研究では、集水域面積が比較的大きい石狩川本・支川の融雪期水質を連続調査した結果を基に、その特徴を懸濁物質の組成とその藻類増殖能力(AGP)との関係を中心にまとめた。一般的な水質特性と懸濁物質の鉱物組成の解析結果は、第45回土木学会年次学術講演会²⁾(1990、「融雪期流出懸濁態栄養塩の組成—石狩川を例として—」)で報告した。

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(流域面積 14,330km²、流路延長 268.2 km)を対象とした。主たる調査地点は、中流部 St.3(納内橋 <流域面積 3,413km²>：旭川都市・産業排水の影響)と下流部 St.6(奈井江大橋<流域面積 8,838km²>：St.3の状況に加え田畑流出水の影響)である。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15回(図1の矢印)の採水を行った。藻類培養能力(AGP)試験は、このうち5回(図1の大きな矢印)である。

2.2 分析方法

水質・鉱物分析：一般成分と窒素成分については常法によった。リン成分は、おもにStandard Methods に基づく方法によった。粒度はふるい法と光透過式粒度分布測定器に、土壌組成はX線回折装置によった。(試料の処理及び分析法は文献²⁾を参照。) 流量データ：北海道開発局流量

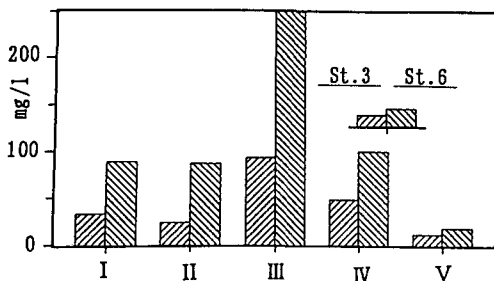


図2 AGP試験時のSS濃度

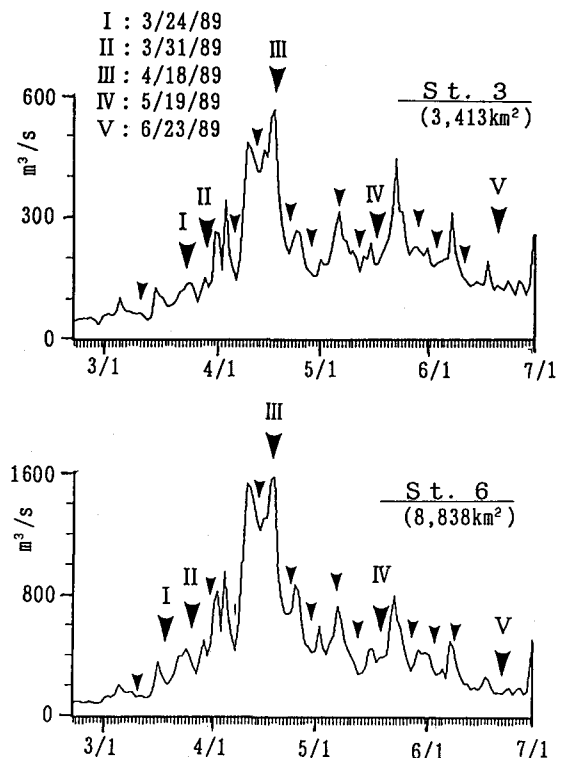


図1 融雪期の流量変化

観測所の流量データを利用した。図1に融雪期間中の日流量変化を示した。最大日流量は、St.3で562m³/s (4月18日) St.6で1,579m³/s (4月18日)である。

2. 3 藻類増殖能力 (AGP) 試験

基本的には須藤ら⁴⁾の方法に準じて行った。供試藻類はMicrocystis aeruginosa (東京大学、IAM-176)で、増殖量は有機炭素 (TOC) で表示した。温度は25±1℃、照度は1,000±100Luxの条件で実施した。試験に先立って生物利用栄養塩の形態や特性を明らかにするため、橘ら⁵⁾の提案した4種の前処理を行った。〔①無処理 (N tr.) [AGP(T)]、②高圧蒸気滅菌処理 (AC tr.) [AGP(AC)]、③ろ過処理 (F tr., 一般的な方法) [AGP(F)]、④高圧蒸気滅菌後ろ過処理 (ACF tr.) [AGP(ACF)]、懸濁物質を持つAGPをAGP(SS)として示す。〕また藻類利用可能リンと窒素量を推定するため、それぞれ試料に、窒素 (NaNO₃として、1.0 Nmg/l増加) とリン (K₂HPO₄として、0.1 Pmg/l増加) を添加した。前者を AGP +N、後者を AGP +Pとして、無添加のものについては必要に応じて AGP S と示した。

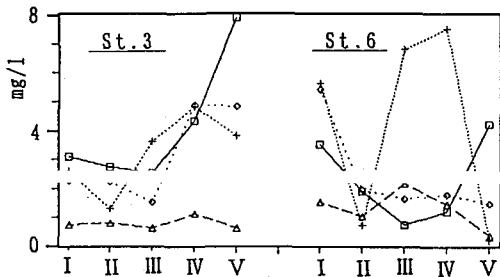
3. 結果及び考察

3. 1 水質及び懸濁物質組成の概況 (AGP試験時、詳細は文献²⁾参照。)

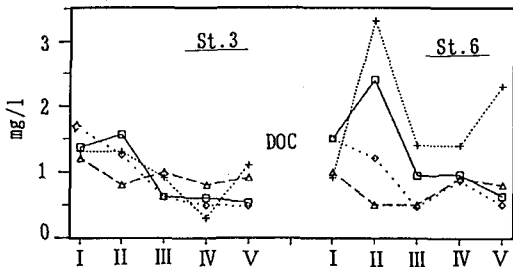
(一般的特徴) 増水時には SS をはじめ、懸濁態成分濃度が増加する。SS (図2)は、最大流量時の4月18日に最大濃度 (St.3 93.1mg/l、St.6 249.1mg/l) を記録し、畑地や市街地が広がるSt.6で濃度が高い傾向にあった。炭素と栄養塩についても、窒素を除くと懸濁態 (図3) が溶存態 (図4) よりかなり高濃度である。N/Pからは、懸濁態が溶存態の数十分の一で、流出過程における溶存成分の懸濁化が明確である地点の特徴として、St.6で、St.3に比べ溶存・懸濁態ともに炭素濃度が高く、またN/Pが溶存態で大きく懸濁態で小という地域性がみられた。経時的な濃度変化では、溶存態が融雪初期に、懸濁態が増水期に高くなる傾向があった。

(懸濁成分組成) SS 中の各成分 (P、N、C) の割合 (図5) は、増水期 (4/18、5/19) に著しく低くなり、増水にともなって栄養塩の低い土壌成分が流れてくることがわかる。X線回折による土壌組成には大きな変化はなかった。

AGP試験結果を、AGP(AC)とAGP(F)について、図6に示した。AGPは融雪初期に大きく、平野部土壌に易生物利用性栄養塩が多量に蓄積されていると推察される。また両AGPの差が大きく、懸濁態栄養塩の藻類増殖への寄与の高い。(図7に両者の関係を示した。) 栄養塩添加効果は小さく、懸濁態栄養塩のN/Pが生物体に近いことが原因の一つと思われる。



□: PON/PP (単位無し)
+: POC
◇: PON (×10) 図3 AGP試験時の懸濁態成分濃度
△: PP (×10)



□: DN/DP (/100 単位無し)
+: DOC
◇: DN
△: DP (×100) 図4 AGP試験時の溶存態成分濃度

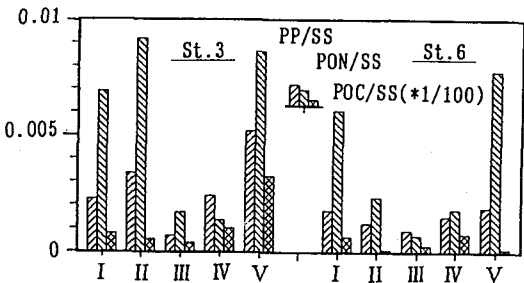


図5 SS中のP、N、Cの割合

3. 3 藻類の懸濁態栄養塩の利用

懸濁態リン (PP) と、AGP(SS) S 及びAGP(SS)+N の関係を図8に、回帰式を表1に示した。SS濃度の高いSt.6の4/18と5/19を除くと、これらに正の強い相関が認められる。回帰係数の59.5と73.4は、増水時(回帰式①、②)より大きく、晴天時(回帰式③)に近い。矢木・高村のデータから計算した純粋培養時のC/P (350) を基準とする(文献⁵⁾参照)と、融雪期においては、PP (0.1mg/lと仮定)のうちの約30%が利用され、約40%が利用可能ということになる。St.6の4/18と5/19については、3. 1で述べたように、栄養塩濃度が低い(特にPON)田畑表層以外の土壌が流出してきたためといえる。

4. 結語

融雪期には、大量の栄養塩が流出し、これが藻類を中心とした生態系に影響を及ぼす可能性を指摘した。特に懸濁態栄養塩の存在を無視できないことを明らかにした。融雪期の流域管理(土壌保全、流出制御など)や水質管理(ダム湖における流入水制御、選択取水など)が今後の課題である。

(謝辞) 本研究の遂行に対し、北海道東海大学教授 故石井次郎教授の心からのご指導を得た。ここに記して謝意を表します。

(参考文献)

- (1)橘他、土木学会年次学術講演会第2部、29、p63 5~636、1974 (2)橘他、土木学会年次学術講演会第2部、45、p912-913、1990 (3)橘他、衛生工学研究論文集、27、p33~43、1991 (4)須藤他、国立公害研究所研究報告、26、1981 (5)橘他、衛生工学研究論文集、22、p151~161、1986

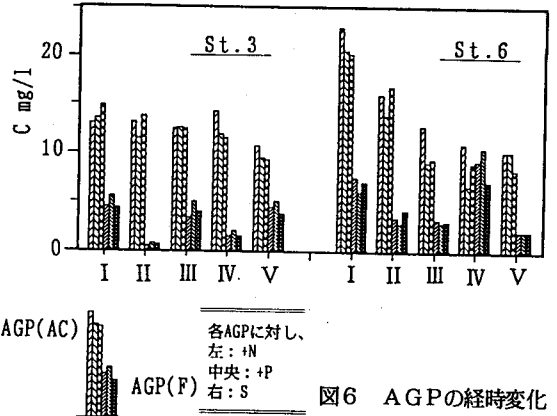


図6 AGPの経時変化

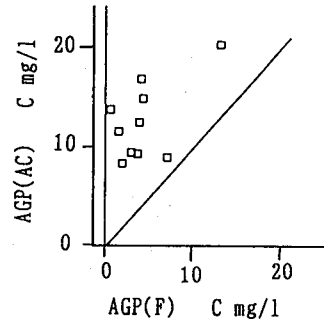


図7 AGP (F) とAGP (AC)

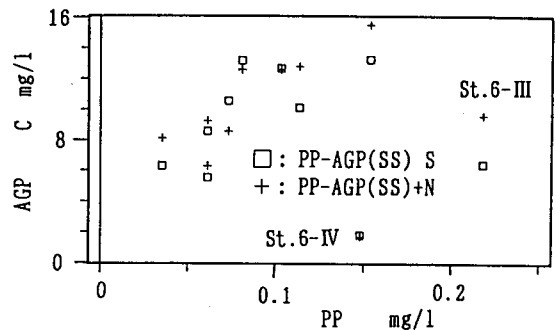


図8 PPとAGP (SS)

表1 AGPとPP濃度の関係

回帰式 (C, PP : mg/l)			
増水時 (n=30)	①	C (AGP (SS) +N) =	25. 7 PP + 4. 6 (R=0. 83)
(1985 9/1~9/21)	②	C (AGP (SS) S) =	23. 9 PP + 2. 6 (R=0. 89)
流量安定時 (n=12)	③	C (AGP (SS) +N) =	93. 4 PP + 4. 3 (R=0. 58)
(1983 4~9)	④	C (AGP (SS) +N) * =	257 PP - 2. 4 (R=0. 93)
融雪増水時 (n=8)	⑤	C (AGP (SS) +N) =	73. 4 PP + 4. 4 (R=0. 88)
(1989 3/24~6/28)	⑥	C (AGP (SS) S) =	59. 5 PP + 4. 9 (R=0. 74)
Microcystis aeruginosa (増殖時)	⑦	C =	350 PP (矢木、高村1981)

* : 高圧蒸気滅菌処理後の懸濁物質の持つAGP