

道内河川水質の地域による傾向と経年変化

Regional Characteristics on Long-term Change in Water quality of Major Rivers in Hokkaido

赤岩 孝志* 山下 彰司**

Takashi AKAIWA, and Shoji YAMASHITA

北海道は積雪寒冷地域であり、広大な森林域の他、大規模な畑作・酪農地を有するなど、特徴的な土地利用を示している。このことから、北海道内の各河川の水質も特徴的な挙動を示すと考えられる。そこで、近年までの道内各河川の水質・水文データを収集し、水質成分の流出傾向の経年的な推移をL-Q式を用いて整理した。さらに、積雪寒冷地に特有の融雪出水が年間の水質成分の流出挙動に及ぼす影響についても整理した。その結果、北海道では、BOD等の点源由来と考えられる負荷は近年抑制されているが、COD等の自然の面源由来と考えられる負荷は大きく変化していなかった。また、融雪出水の影響においても、同じ寒冷地でも気象条件の差異によって全く異なる傾向を示した。

《キーワード：積雪寒冷地域；水質；経年変化；融雪出水》

Hokkaido is largely covered with forests, large-scale farming areas and dairy farming. These land use is known to affect the water quality of rivers in cold, snowy regions such as Hokkaido.

The authors collected data on water quality, water level and discharge from rivers in Hokkaido, and used the L-Q equation to examine time-series changes in the concentration of substances.

It was found that environmental load from point sources, as indicated by BOD, has been on the decline, whereas environmental load from non-point sources, as indicated by COD, has not been on the decline. The impact of snowmelt flooding was found to vary from region to region according to climate.

《Keywords : cold, snowy region; water quality; time-series change; snowmelt flooding》

1. はじめに

北海道は寒冷地気候に属し、冬期に多量の積雪が生じる。また大規模な畑作・酪農地が展開されている他、広大な森林域を有するなど土地利用も特徴的である。こうした中で、過去に橘らの研究¹⁾にみられるように石狩川などの一部の河川の融雪期の水質挙動の調査事例が報告されている。

また、高度経済成長以降、水質問題の深刻化等を背景に、水質汚濁防止法や環境基準の設定、その後の法的規制の改正や基準の強化など様々な対策がとられてきた²⁾。表－1に河川に関連する各種法整備の例を示す。

そこで本研究では、それぞれ流域の土地利用条件や気候条件の異なる道内の各河川を対象として、各水質成分の総流出量の推移や年間の流出挙動の比較・検討を行い、寒冷地河川の水質流出特性のレビューを行うことを目的とし、道内河川水質の過去からの経年変化および地域による傾向を取りまとめた。

表－1 河川水質に関わる法整備の沿革

年度	河川水質関連法律・基準	関連内容
1958年	水質保全法・工場排水規制法	問題水域を指定し、業種に応じて排水規制。調和条項が含まれ、経済発展優先。
1970年	水質汚濁防止法	環境基準を設定し、工場・事業所からの排水を一律規制。調和条項の廃止。
1972年	水質汚濁防止法改定	無過失損害賠償制度の導入。
1985年	水質汚濁防止法の改定	指定の湖沼およびそれに流入する水域に対して窒素・リンの排水基準導入。
1989年	水質汚濁防止法改定	地下水汚染の未然防止等制度化。
1990年	水質汚濁防止法改定	生活排水対策の制度化。
1993年	環境基本法制定	水質環境基準健康項目の拡充・強化等。
1996年	水質汚濁防止法改定	地下水汚染浄化対策、事故時の油による汚染対策等。

2. 検討手順

対象とする河川は北海道内の一級河川の本川と、規模の大きい支川の計28河川とした。水質データおよび流量データは原則として本支川各流域の最下流にあたる観測所のデータを用いるが、流路延長が長く上流と下流で大きく流域の特性が変わる河川においては上流と下流を分けるなど、各河川の特性等に合わせて使用するデータを決定し、暦年でまとめた。なお、検討河川が多いためA～Z、およびAA、ABのアルファベットで呼称することとする。

水質項目として、有機物指標からBOD（生物化学的酸素要求量）、COD（化学的酸素要求量）、富栄養化関連指標からT-N（全窒素）、T-P（全リン）、そしてSS（浮遊物質）、DO（溶存酸素）を対象とし、 $L/A = a \cdot (Q/A)^n$ の式（以下L-Q式）を求めた。

L/A は流出比負荷量(g/s/km²)、 Q/A は比流量(m³/s/km²)、 a と n は定数である。データは基本的に月1回観測の年12回分であるが、1960～70年代には観測数の少ないケースも複数あり、各年毎の式ではL-Q式の信頼性が低いと考えられる。そこで1966年から1970年のデータを用いて求めた式を1970年の式というように、便宜的に5年間のデータを用いてL-Q式を推定した。ここでは数十年オーダーの水質変遷を扱うため、5年毎に整理した式でも長期的な傾向を読み取れると考えた。L-Q式と実測値との相関係数は、データ数の少ない1970年の式を除けば、全ての項目で0.75～0.97の間であった。

石狩川を対象とした既往の研究³⁾で橘らは、パラメータ $n \approx 1$ のとき流出形態は出水で濃度が大きく変化しない濃度一定型、 $n > 1$ のとき出水で水質成分が流出する洗い出し型、 $n < 1$ のとき出水により水質成分が希釈される希釈型と分類している。洗い出し型の傾向が強いときは、流域の地表層部に水質成分の原因物質が多く含まれる面源由来の汚濁であることを示し、希釈型の傾向が強いときは、出水に左右されない排水などの点源由来の汚濁であることを示していると考えられ、この分類は今回対象とした河川群でも適用できると考えられる。そこで本研究では過去の文献⁴⁾により $n > 1.1$ を洗い出し型、 $1.1 \geq n \geq 0.9$ を濃度一定型、 $0.9 > n$ を希釈型と定義した。

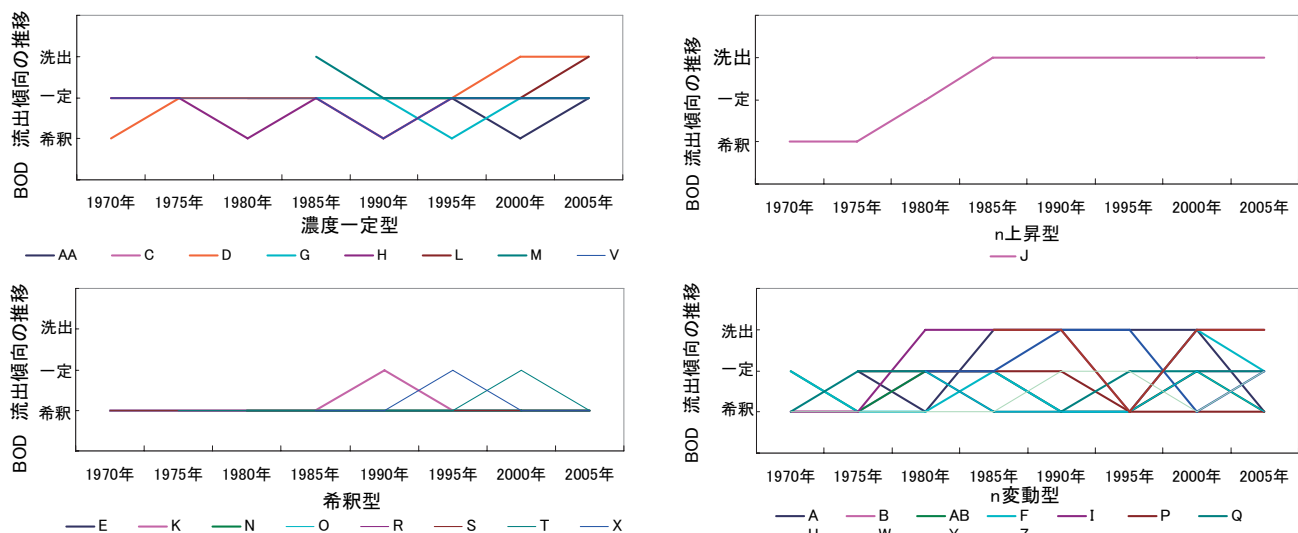
また、日流量(m³/s)から日総流量を計算し、L-Q式を用いて日総流出負荷量を算出して、各年の1月1日から12月31日までを合計した年間の比総流出負荷量(kg/y/km²)も求めた。同様に、日総流量から比総流量(103m³/y/km²)も求め、経年的な推移を把握する。

3. 結果・考察

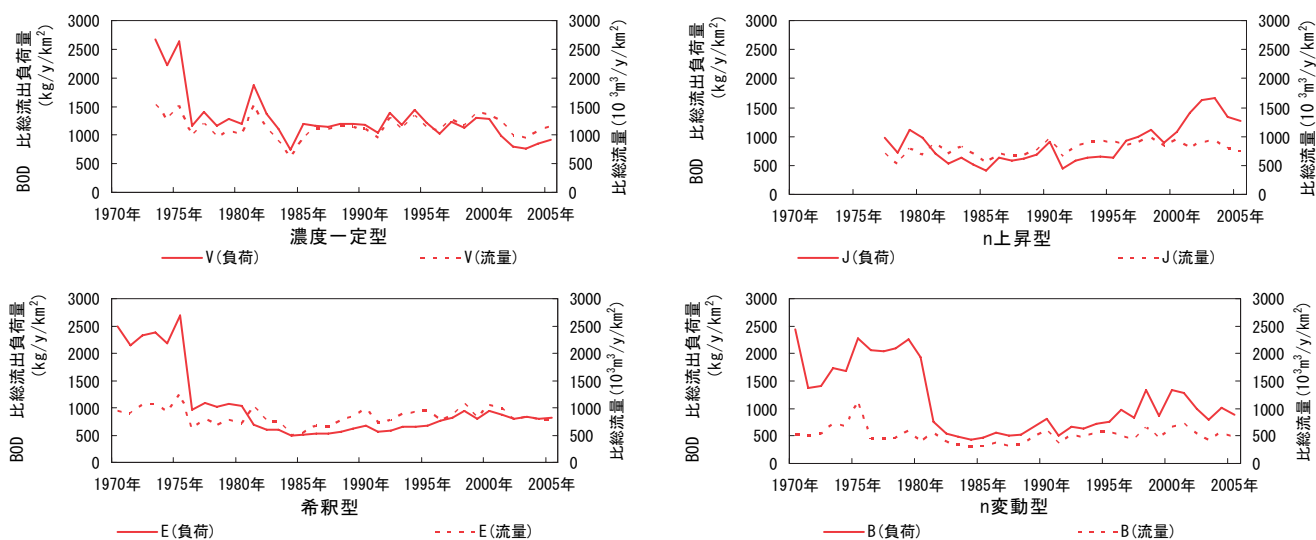
3.1 BOD

河川的环境基準としても設定されているBODにおいてL-Q式の定数 n の推移を整理する。定数 n の傾向から河川を濃度一定型、希釈型、 n 上昇型、 n 変動型の4グループに分類し、それぞれの定数 n の推移を図－1に示す。

濃度一定型は一部河川において洗い出し型、希釈型へと変わる年代もあるが、基本的に濃度一定型を保つ河川のグループである。土地利用割合⁵⁾では市街地利用が0.5%未満の河川が多く、森林も60～70%台の河川がほとんどのため、流出は安定的であることがこの傾向をとる理由と考えられる。希釈型は濃度一定型と同数の河川が属しており、基本的に希釈型の傾向を示す河川グループである。濃度一定型に比べ市街地利用



図－1 BOD L-Q 式における定数 n の推移と分類(洗出: $n>1.1$, 一定: $1.1\geq n\geq 0.9$, 希釈: $0.9>n$, アルファベットは河川の仮称)



図－2 各グループ代表河川の BOD 比総流出負荷量・比総流量の推移

の高い河川が多く、人為的な流出が多いことが希釈型となった理由と考えられる。 n 上昇型は一河川のみが属しており、過去は希釈型だった流出傾向が濃度一定型を経て洗い出し型へと変遷していることが特徴である。このことは、過去は市街地からの排水等による点源の影響が大きかったが、排水規制等の法整備による点源からの負荷減少とともに面源の影響の方が強くなっていったのではないかと考えられる。最後の n 変動型は最も多くの河川が属しており、その流出傾向は年代ごとに変化し一定しない。各河川流域の土地利用も共通の傾向は見出せないが、流域面積が1000km²程度やそれ以下の河川が若干多く、他のグループに比べて流域内の負荷源の変化に敏感な事などが理由として推察された。 BOD の流出傾向は以上のように4グループに分類されたが、洗い出し型の強い河川は全体的に少なく、 BOD は比較的点源の影響の強い水質成分だ

と考えられる。

次に、各グループにおいて可能な限り過去のデータが揃っている中で流域面積の大きい河川を一河川ずつ選び、算出した年間の BOD 比総流出負荷量と、比総流量の経年変動を図－2に示す。 n 上昇型については1970年代前半のデータがないが、ほぼ全グループで、排水規制の始まった1970年代前半から1970年代中ごろにかけて比総流出負荷量が減少しているとわかる。比総流量は経年変動程度の差異しか見られないことから、これは流域内の BOD の流出が減少したことによると考えられる。これは比較的点源の影響が強い BOD において、排水規制等の法整備²⁾が十分な効果を挙げている結果だと推察された。

以上より、 BOD の流出は排水等の点源が主な負荷源であり、排水基準の導入など法的規制の整備により、河川への負荷量は減少していることが示された。

3.2 COD

次に、湖沼等の環境基準として設定されている有機物指標である COD について検討する。

BOD と同様に、図-3 に L-Q 式の定数 n の推移により分類したグループを示す。濃度一定型や希釈型を示す傾向の強い BOD と違い、多くの河川が洗い出し型を示した。洗い出し型グループにおいても1970年代は希釈型や濃度一定の傾向を示す河川もいくつかあるが、近年では全ての河川が洗い出し型となっている。既往文献⁶⁾⁷⁾より、COD は泥炭地に多く存在する腐植質と相関が高いことなどが明らかにされており、北海道には泥炭地層が広く分布していることが、COD の流出において洗い出し傾向の強い理由ではないかと推察された。濃度一定型は3河川のみで、土地利用は2河川で農地利用が30%後半、残る1河川で市街地利用が40%後半と差が大きく、土地利用形態の違いよりも先に述べた土壌等の条件の影響が強いのではないかと考えられる。希釈型は1河川のみで、この河川流域には大規模な工場等があることからその排水の影響が強く出ていると推察された。最後の n 変動型だが、BOD と同じく土地利用形態に共通の傾向はないが、流域面積が大きい河川も含んでいる。また、BOD の n 変動型に属する河川と異なる河川が多く、 n が変動する理由は BOD と異なることが示唆された。

さらに、比総流出負荷量の推移を図-4 に示すと、希釈型は BOD と同様に1970年代前半に負荷量が減少する傾向をみせるが、他のグループでは比総流出負荷量は過去から大きく変化していない。

以上より、COD の流出傾向は洗い出し型が強く負荷が面源に由来する傾向をみせており、流出負荷量も

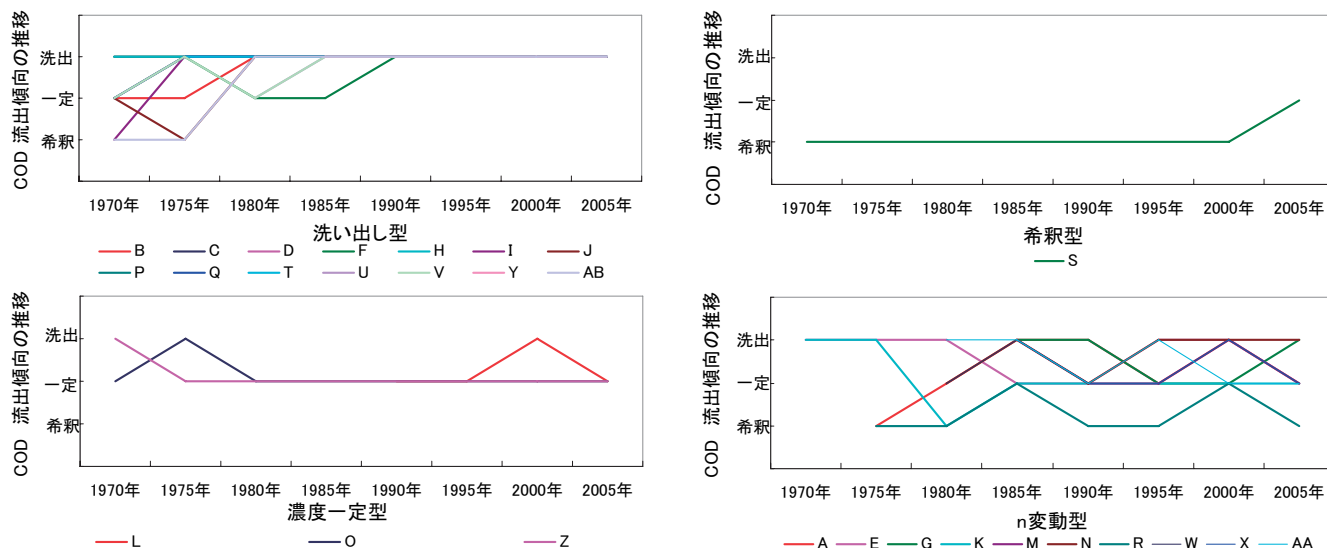


図-3 COD L-Q 式における定数 n の推移と分類(洗い出し: $n>1.1$, 一定: $1.1\geq n\geq 0.9$, 希釈: $0.9>n$)

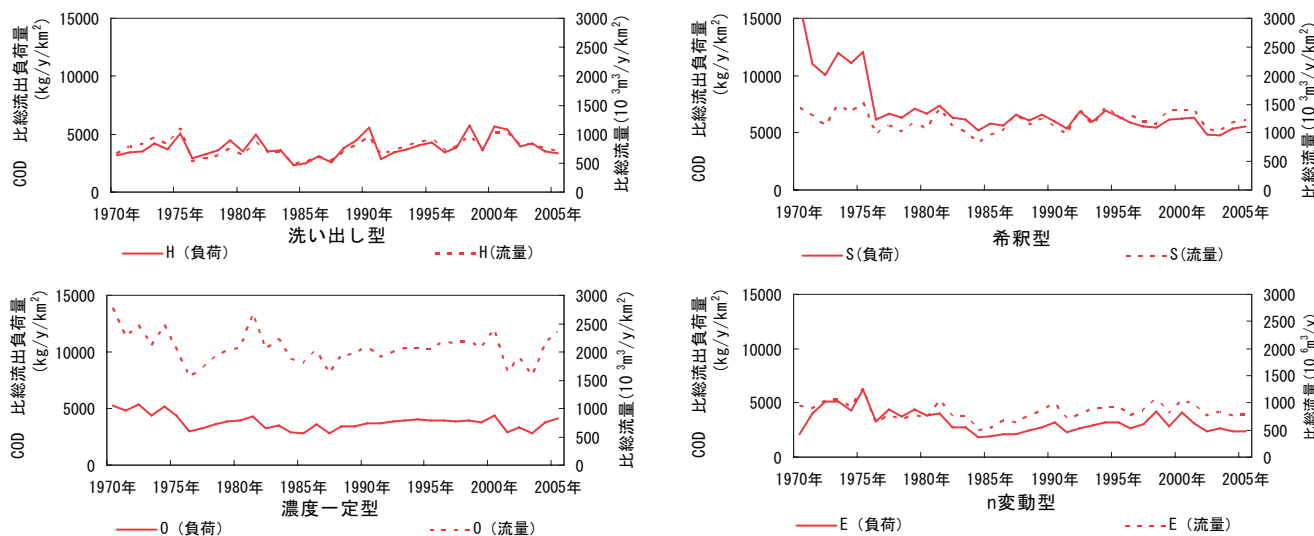


図-4 各グループ代表河川の COD 比総流出負荷量・比総流量の推移

過去から大きく変化していない。その理由としては、負荷源として人為由来ではなく自然由来のCOD原因物質の流出の影響が大きいなどの理由が考えられる。

3.3 SS

次にSSの経年変化について検討する。前項と同じように、 $L-Q$ 式の定数 n の推移を図-5に示した。

流出傾向は全ての河川で洗い出し型を示しており、中には $n > 2.0$ というように非常に強い洗い出し型を示している河川も複数確認された。この理由は洪水等の流量上昇に伴う土砂や堆積物の流出など物理的なものと考えられる。

図-6にSSの比総流出負荷量の経年変化を示す。図をみると、比総流量と関係なく突発的に大きな比総流出負荷量を示す年があり、総流量や流域の土地利用以外に流出を促す要因があると示唆された。

そこで、比総流量と関係なく大きな比総流出負荷量が生じる理由を確認するため、気象庁の気象統計情報(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>)より、河川流量データ等の観測所上流部の気象観測地点におけるアメダスデータから各年の最大日降

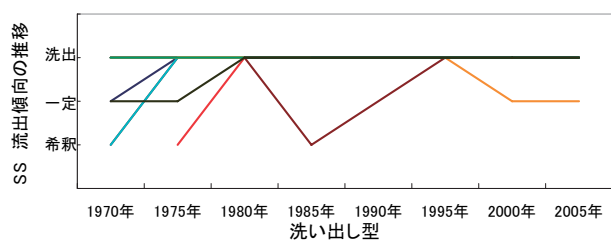


図-5 SS $L-Q$ 式における定数 n の推移と分類
(流出: $n > 1.1$, 一定: $1.1 \geq n \geq 0.9$, 希釈: $0.9 > n$)

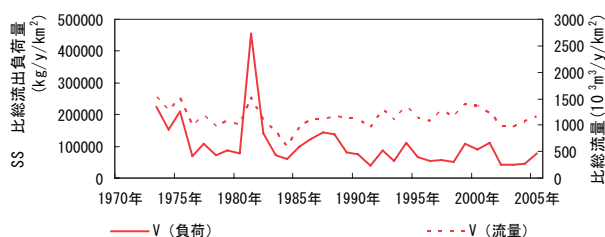


図-6 代表河川のSS比総流出負荷量・比総流量の推移

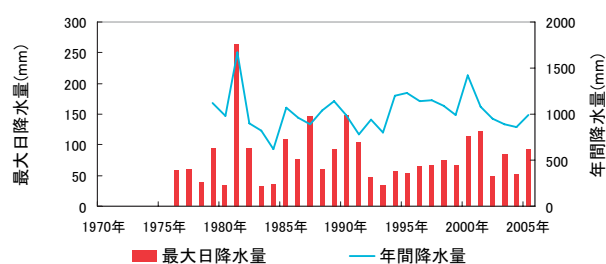


図-7 V河川上流における降水量の推移

水量および年間の降水量の推移を図-7に整理し、SS流出との関係を検討した。

図-7を見ると、SSの比総流出負荷量の多い1981年に250mmを超える強い降雨が起こっていることがわかる。また、年間降水量では2000年前後にも1981年と同程度の降水量があるにもかかわらず、SSの流出量ははるかに少ない。以上のことから、高い最大日降水量を示した年次においては、高水による河岸や高水敷上からの土砂供給や、山地斜面から降雨により洗い出された細粒土砂が河川に供給される事により、SSが非常に大きい流出負荷量を示すと考えられる。

以上より、SSにおいては降雨による流域土砂の洗い出しなど、気象・地形などの流域の環境が流出負荷量に強い影響を与えていると示唆された。

3.4 T-N、T-P

次の項目として富栄養化関連項目であるT-N(総窒素)、T-P(総リン)の経年変化について検討する。

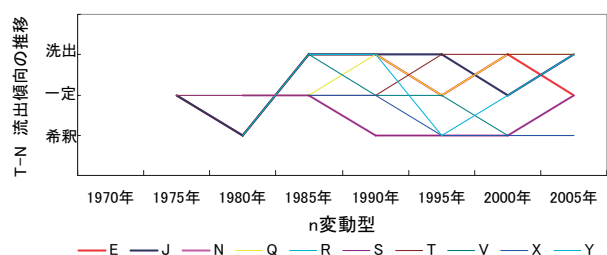
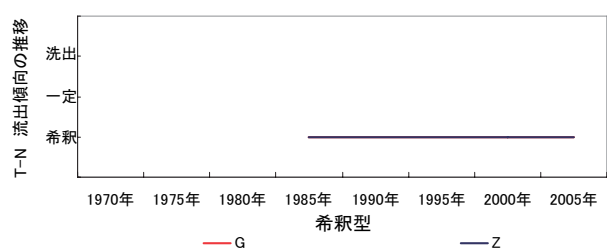
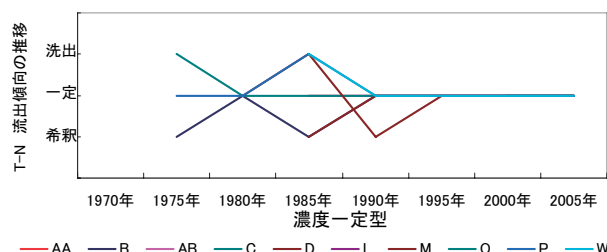
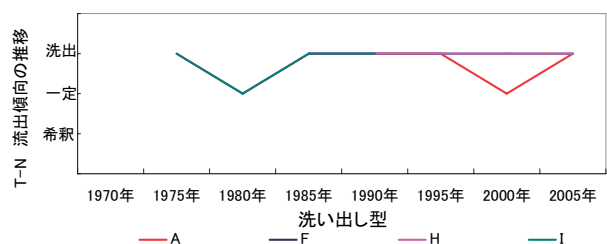


図-8 T-N $L-Q$ 式における定数 n の推移と分類
(流出: $n > 1.1$, 一定: $1.1 \geq n \geq 0.9$, 希釈: $0.9 > n$)

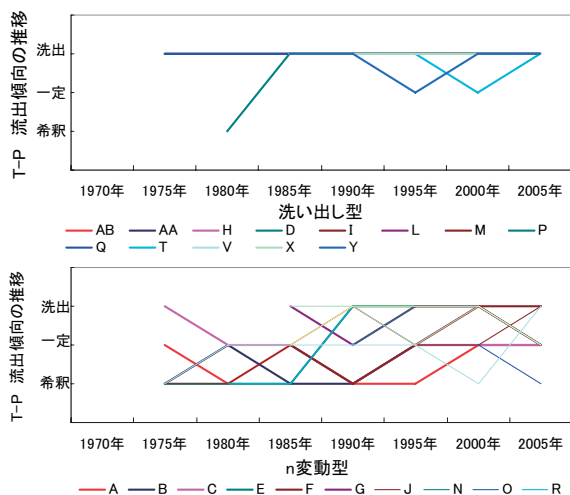


図-9 T-P L-Q式における定数nの推移と分類
(流出: $n>1.1$, 一定: $1.1\geq n\geq 0.9$, 希釈: $0.9>n$)

図-8にT-Nの、図-9にT-PのL-Q式の定数nの経年変動ごとにグループ分けしたものをそれぞれ示す。

T-Nの洗い出し型グループは4河川が属しているが、I河川については1990年代以降のデータが存在しないため近年も洗い出し傾向を持続しているかは不明である。残る3河川は土地利用で農地利用が38.5～38.9%、森林が54.86～61.35%となっており、流域の農地や山林由来⁸⁾の窒素分の流出などの面源負荷の影響で洗い出し型傾向をとりやすいのではないかと推察される。濃度一定型グループは森林域が流域の70%以上を占める河川が多く、人為利用が少ないため点源の影響は小さいと推測される。また、森林からの流出量は土壌や下草の状態などの影響により違いがあり⁸⁾、森林域の窒素蓄積量も洗い出し型グループと異なり少ないと考えられる。希釈型グループはG河川が流域面積500km²程度、Z河川が1000km²程度の中小流域の河川であり、ともに市街地利用が10%を超えていることから、市街地等からの排水等の点源の影響が強いことが希釈傾向を示す理由と推察できた。最後にn変動型グループでは、市街地利用の平均が10%程度と洗い出し型グループ、濃度一定型グループより高い傾向があり、点源・面源両方の負荷が強いため、流出傾向も年代ごとに変動しているのではないかと推察された。

一方、T-Pは既往文献¹⁾等により、その多くが懸濁態で流域に蓄積されていると示されている。このことから洗い出し型が強い成分と推測されるが、図-9の定数nの推移をみると洗い出し型グループとn変動型グループに分類される。そこで、図-10に洗い出し型グループとn変動型グループにおけるSSのL-Q式の定数nとT-PのL-Q式の定数nの相関を示した。洗い出し型グループはn変動型グループに対してSSの定数nが高い傾向があり、T-P、SS間の相関も高

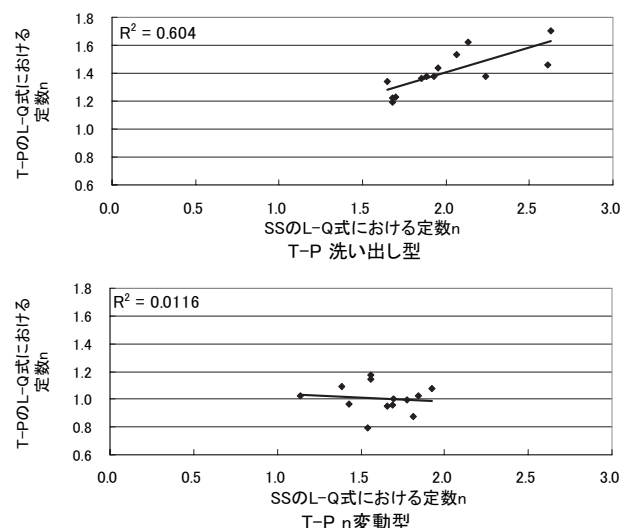


図-10 SSとT-PのL-Q式の定数nの相関

くなっていることから、SSの洗い出し傾向がとくに強い河川において、懸濁態で流域に蓄積されているT-Pは洗い出し型を示し、SSの洗い出し傾向が比較的弱い河川においては土地利用等の影響も受け流出傾向が変動すると考えられる。

次に、図-11、図-12にT-N、T-Pの比総流出負荷量のグループ別の経年変動をそれぞれ示す。図-11をみると、希釈型グループは1980年代前半以前のデータがないが、とくに面源から窒素分が流出していると考えられる洗い出し型グループは窒素・リンの排水基準が導入された1980年代後半以降も比総流出負荷量は増加傾向にあり、点源・面源両方の負荷を強く受けると考えられるn変動型グループでも若干の増加傾向が横ばい傾向を示した。また、人為利用が少なく流出が安定的と考えられる濃度一定型河川は1970年代に緩やかな減少傾向をみせた後横ばいとなっており、排水基準導入後の変化は大きくない。

次に、T-Pの比総流出負荷量の推移をみる。洗い出し型グループにおいてはT-Pの定数nとSSの定数nには相関があると示されたため、図-13にP河川と対照用にn変動型グループのE河川のSSの比総流出負荷量のグラフも示す。P河川ではSSの年比総流出負荷量の高い年次にT-Pの年比総流出負荷量も高い数値を示していることがわかる。このことは、洗い出し型グループの河川においてはリン成分が出水時に生産土砂とともに流出する傾向がある⁹⁾ことを示し、これらの河川でT-PのL-Q式の定数nの値が高く、洗い出し傾向が強く現れる理由であると考えられる。一方、E河川では上記のような傾向は見られず、T-Pの流出形態は洗い出し型グループの河川とは異なっていることが示された。そのT-Pの流出形態の違いは流域環境の違いによる栄養塩の形態的な特性¹⁰⁾との関連が深いと考えられる。

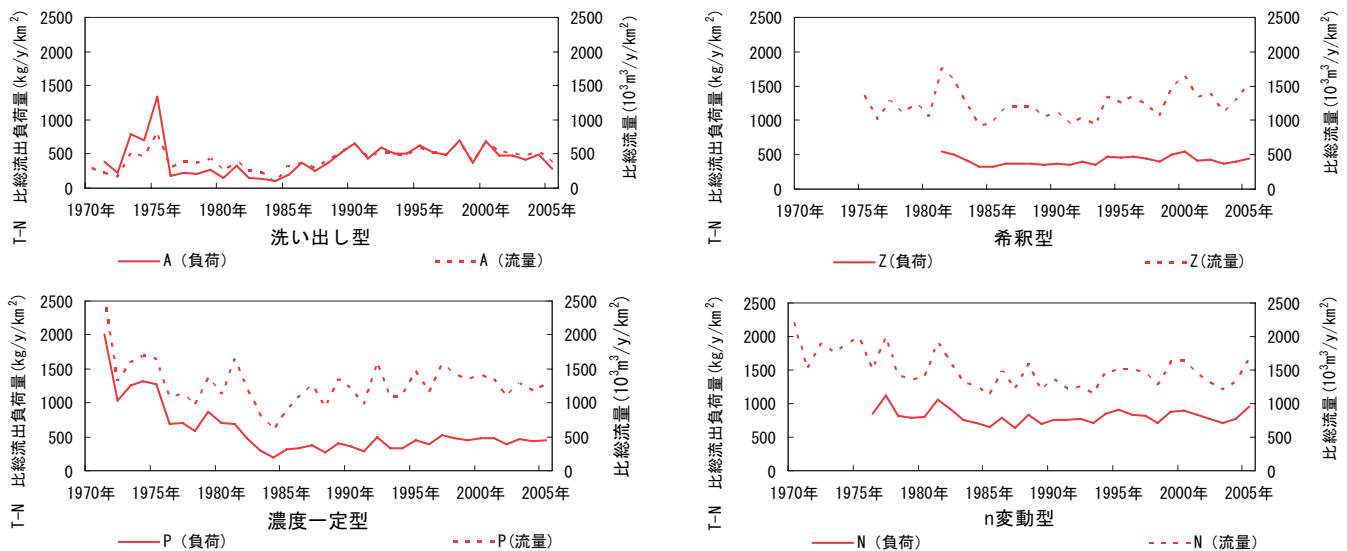


図-11 各グループ代表河川のT-N比総流出負荷量・比総流量の推移

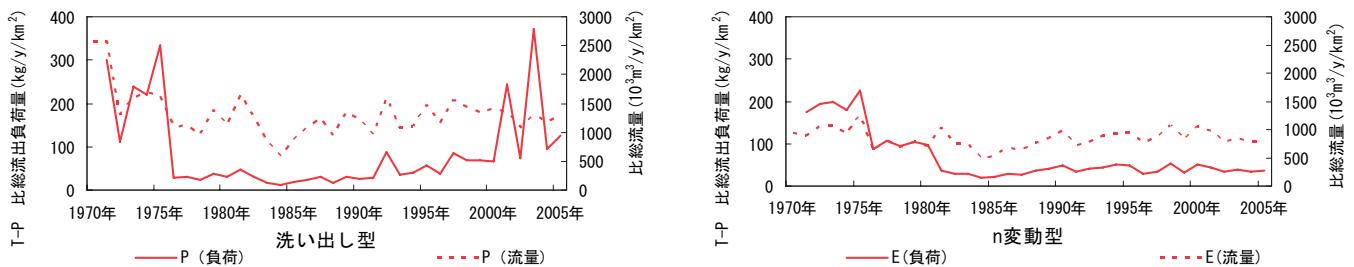


図-12 各グループ代表河川のT-P比総流出負荷量・比総流量の推移

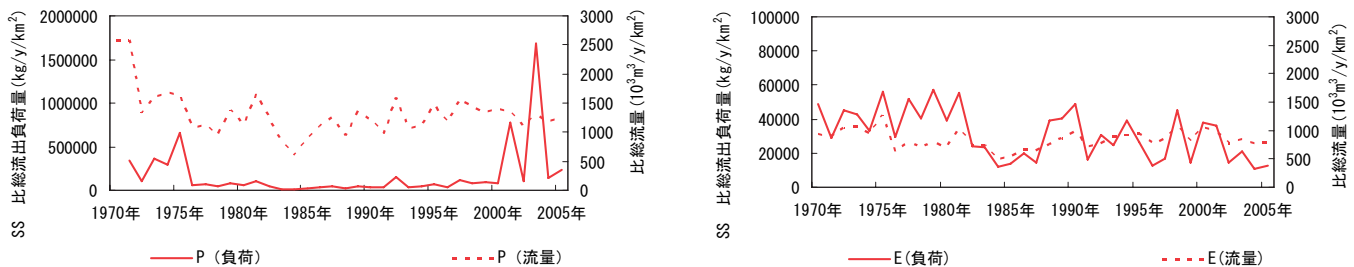


図-13 T-P洗い出し型グループとn変動グループの河川におけるSSの比総流出負荷量

3.5 DO

最後にDOの経年変動を検討する。

図-14に各河川の年比総流出量と比総流量の相関を示すと、全河川の相関がほぼ同一の直線上にのっており、およそ年比総流量 $10^3 \text{ m}^3/\text{y}/\text{km}^2$ あたり $10 \text{ kg}/\text{y}/\text{km}^2$ （濃度に換算するとおよそ $10 \text{ mg}/\ell$ ）となっている。

DO以外の水質成分においては経年的な推移や河川間における流出形態、比総流出量の差がみられるにも関わらず、いずれの河川でもDOの濃度が一定を保っていることなどから考えると、北海道内の各河川においては流下の際に混合される酸素のみで十分なDOが確保される環境下におかれており、河川水中のDOは過去からほぼ飽和状態で安定していると推察される。

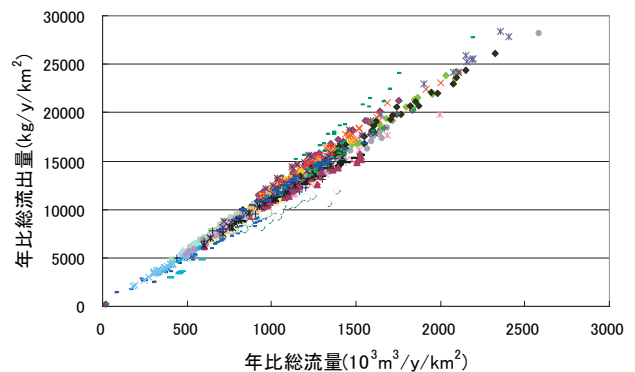


図-14 年比総流量とDO年比総流出量の関係

4. 年間の流出挙動と融雪出水

積雪寒冷地である北海道は冬期に多量の積雪が生じ、春期に融雪出水となって流出する。このことから、既往の研究¹⁾に見られるように、融雪期に多量の水質成分が流出するなど、年間の流出挙動についても特徴的な傾向がある。そこで、経年変動のみでなく、年間の流出挙動についても検討を加える。

流域の土地利用規模が同程度かつ降水条件が異なる河川を比較する。対象とした河川は表－2のとおりで、少雨・小雪の農地利用の多い河川としてH河川、流域の土地利用は山林が多く降水量・降雪量が平均的な河川としてP河川、そして流域に豪雪地点をもつ河川としてN河川を選定した。降水量等のデータは、各河川の上流域のアメダスデータである。

さらに、希釈型傾向の強い成分としてBOD、洗い出し型傾向の強い成分としてSSを選択し、各河川そ

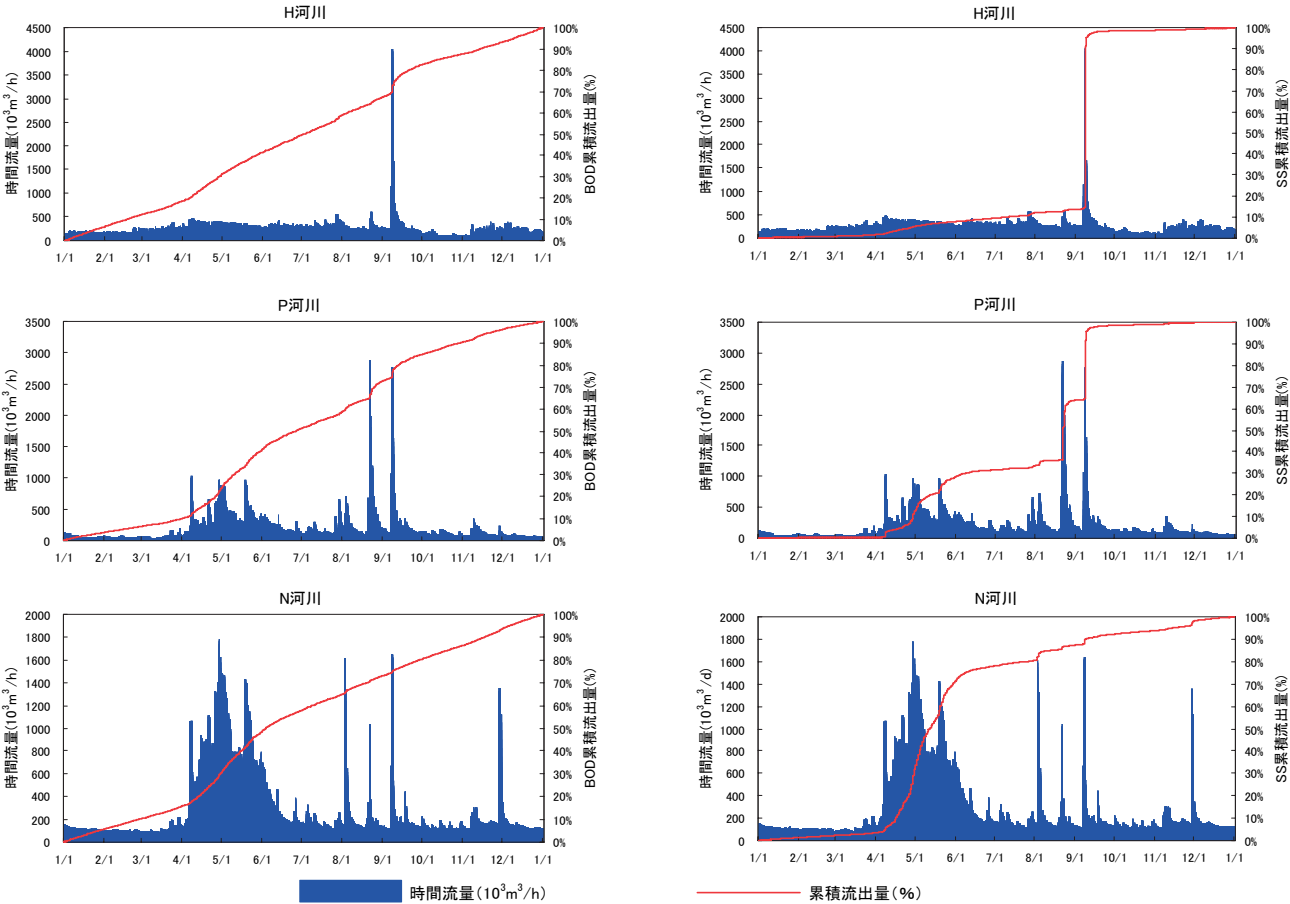
表－2 選出した河川の降水環境(平年値)

河川	市街地 割合 (%)	農地 割合 (%)	山林 割合 (%)	年降水量 平年値 (mm)	降雪合計 平年値 (cm)	最深積雪 平年値 (cm)
H	0.07	38.58	61.35	769	314	39
P	0.17	22.67	77.16	1312	624	90
N	0.18	37.47	62.35	1499	1135	193

れぞれの水質成分の年間の流出挙動について、2005年1月1日から12月31日までのデータを用いて時間流量および水質成分の累積流出量で示したグラフが図－15である。

図－15より、時間流量の年間の挙動は降雪の条件により明らかな違いがあることがわかる。小雪地域であるH河川においては融雪出水のある春期においても、流量は冬期に比べて微増する程度にとどまり、夏期と大きな差が見られない。次にP河川に着目すると、4月から6月初旬にかけて流量が大きくなっており、融雪出水をはっきりとわかる。最後に、流域に多量の降雪のあるN河川では、融雪出水期に年最大の時間流量を記録しており、融雪による河川流量への影響の大きさがわかる。

水質成分の累積流出量においても明確な違いがみられる。希釈型傾向にあるBODでは時間流量の増加に伴う流出負荷量の増加は緩やかと考えられるが、融雪出水による増水がほとんど見られないH河川では9月の降雨出水を除いてほぼ一定割合で累積流出量が増加するのに対して、融雪出水による増水期間がはっきりしている残り2河川では4月から5月にかけて累積流出量曲線の傾きに明らかな変化が見られた。しかし、



図－15 2005年における日流量の年間挙動とBOD、SSの累積流出量 (H河川、P河川、N河川)

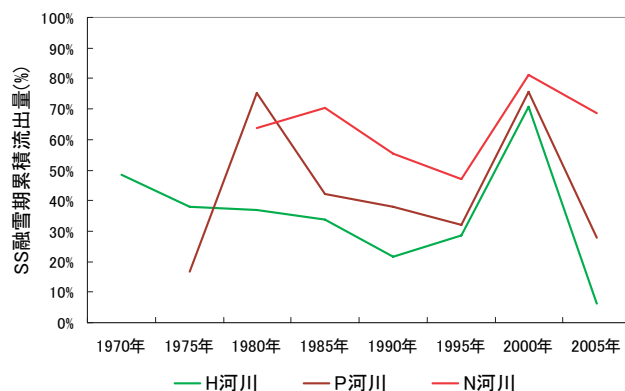
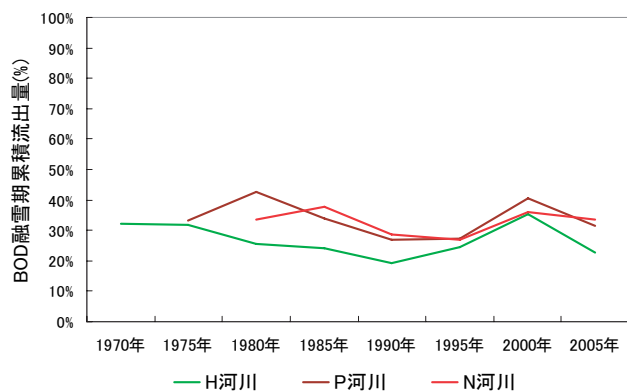


図-16 年間の流出量に対する融雪出水期の水質成分(BOD、SS)流出量の割合(%)の推移

融雪出水の規模の大きさの違いによる差は明確には現れておらず、希釈傾向の強い成分においては流量に非常に大きな差が現れない限り流出負荷量に与える影響は小さいことがわかる。

一方、洗い出し型の強いSSでは小雪地域のH河川では春期にも増水がほとんどないために、年間のSS流出負荷量のほとんどが9月の降雨出水期に流出している。8月、9月に大規模な降雨出水に見舞われているP河川でも降雨出水によるSS流出負荷量は年間流出の中で大きな割合を示すが、時間流量が降雨出水時より遥かに小さい融雪出水期でもSSの累積流出量は一度の降雨出水期と同程度の流出量を示し、流量の増加が長時間に及ぶ融雪出水期全体では大規模降雨と同程度の水質成分が流出していると見られる。多雪地域のN河川ではさらに顕著であり、夏期の降雨出水の時間流量の規模が融雪出水期の時間流量と同程度まで及んでいるにも関わらず、SSの累積流出量のほとんどは融雪出水期のものであり、継続的に大きな時間流量を示す融雪出水期が年間の水質成分の流出挙動において重要な位置を占めていることが示された。

ここで、日流量の増大する範囲として4月1日から5月31日までを融雪出水期とし、1970年から2005年までの融雪出水期の水質成分(BOD、SS)の流出量を5年ごとに算出、図-16にその年の年間総流出量に対する割合(%)の推移を示した。

希釈型傾向の強いBODでは、小雪地域のH河川は他の2河川に比べてやや低い割合を示すものの、およそ30%～40%の範囲で収まっており、経年的な変動も大きくない。一方、洗い出し型傾向のSSでは年次によって割合が非常に大きく変動している。これは、夏期や秋期に大きな降雨出水がある時はその出水により多量のSSが流出し、相対的に融雪出水期に占める流出量の割合が小さくなり、逆に降雨出水がない場合は融雪出水期の流出量割合が増大する、などの理由が考えられる。しかしながら、多雪地域のN河川にお

いては、融雪出水期の割合が最低でも50%程度の累積流出量を占めており、多量の雪解けによる水質成分の流出に与える影響が特に大きくなっていることがわかる。

以上より、寒冷積雪地域である北海道では、年間の流出挙動において融雪出水の与える影響は大きく、またその影響は各流域の気象条件によって大きく異なっていることがわかった。

5. おわりに

積雪寒冷地域であり、多量の降雪等の気象条件や広大な森林や農地など特徴的な土地利用を示す北海道において、河川の各水質成分は土地利用形態や土壌、気象条件など成分ごとに異なる要因でその流出傾向が異なることが分かった。本研究で対象とした河川群について、表-3に水質成分ごとの流出傾向を示す。

各成分により流出要因が異なると考えられるため、河川間で一致した特徴等は見られないが、全河川で洪

表-3 各河川の水質別流出傾向

区分	河川名	水質観測点	BOD	COD	SS	T-N	T-P
網走 四川	網走川	A 大曲	n変動	n変動	洗い出し	洗い出し	n変動
	常呂川	B 上川沿	n変動	洗い出し	洗い出し	濃度一定	n変動
	湧別川	C 中湧別	濃度一定	洗い出し	洗い出し	濃度一定	n変動
	渚滑川	D ウツツ橋	濃度一定	洗い出し	洗い出し	濃度一定	洗い出し
道東 河川	十勝川本川	E 茂岩	希釈	n変動	洗い出し	n変動	n変動
	音更川	F 音更	n変動	洗い出し	洗い出し	洗い出し	n変動
	札内川	G 札内	濃度一定	n変動	洗い出し	希釈	n変動
	利別川	H 利別	濃度一定	洗い出し	洗い出し	洗い出し	洗い出し
	釧路川上流	I 標茶	n変動	洗い出し	洗い出し	洗い出し	洗い出し
	釧路川下流	J 広里	n上昇	洗い出し	洗い出し	n変動	n変動
天塩	天塩川上流	K 名寄大橋	希釈	n変動	洗い出し	—	—
	天塩川下流	L 天塩大橋	濃度一定	濃度一定	洗い出し	濃度一定	洗い出し
	名寄川	M 真敷別	濃度一定	n変動	洗い出し	濃度一定	洗い出し
中小 河川	尻別川	N 名駒	希釈	n変動	洗い出し	n変動	n変動
	後志利別川	O 今金	希釈	濃度一定	洗い出し	濃度一定	n変動
	沙流川	P 富川	n変動	洗い出し	洗い出し	濃度一定	洗い出し
	鶴川	Q 鶴川	n変動	洗い出し	洗い出し	n変動	洗い出し
	留萌川	R 大和田	希釈	n変動	洗い出し	n変動	n変動
石狩 上流	石狩川上流	S 伊納	希釈	希釈	洗い出し	n変動	n変動
	忠別川	T 睦橋	希釈	洗い出し	洗い出し	n変動	n変動
	美瑛川	U 西一区	n変動	洗い出し	洗い出し	—	—
石狩 下流	石狩川下流	V 石狩大橋	濃度一定	洗い出し	洗い出し	n変動	洗い出し
	幾春別川	W 西川向	n変動	n変動	洗い出し	濃度一定	n変動
	夕張川	X 清観橋	希釈	n変動	洗い出し	n変動	洗い出し
	千歳川	Y 梶の沢	n変動	洗い出し	洗い出し	n変動	洗い出し
	豊平川	Z 雁来	n変動	濃度一定	洗い出し	希釈	n変動
	雨竜川	AA 雨龍橋	濃度一定	n変動	洗い出し	濃度一定	洗い出し
	空知川	AB 赤平	n変動	洗い出し	洗い出し	濃度一定	洗い出し

水による河岸の浸食や降雨による斜面からの供給等によると思われる洗い出し型傾向を示すSSや、地質条件に左右され则认为られるCODでは広い湿原域(泥炭地層)等を有する道東域の河川には洗い出し型が多いなど、各成分の特性から一定の傾向が見られる項目も存在する。

また、比総流出量の経年変化においては、点源由来の負荷の影響が強いと认为られるBOD等は各種法制的規制の強化などにより近年抑制されているが、CODなどは排水等の点源よりも自然由来と认为られる面源の影響が大きく、過去からその流出量は大きく変化していない。また、流域の土地利用のみならず降水等の気象条件も流出要因となるSSやT-Pなどは総流出量においても大きな洪水のあった年に大規模な流出が発生するなど特徴的な挙動を示す。さらに、年間の流出挙動においては融雪出水期が重要な位置を占めており、その影響は降雪量の違いなどでまったく異なる。

以上のことから、多様な環境を内包する北海道において、各河川ごとに流域の土地利用や気象等、様々な要因に配慮し、河川と水質成分の特性に合わせた施策が必要になると认为られる。

謝辞：

本報告の作成にあたって、対象とした道内の各河川の水質・水文データの収集について、国土交通省北海道開発局の各開発建設部の水質調査担当者の方々に多大なご協力を頂いた。また、財団法人河川環境管理財団の玉川 尊氏には内容について多岐にわたるご助言を賜った。ここに記して、謝意を表する。

参考文献

- 1) 橘治国、清水達雄、中川佳久：石狩川の融雪期水質、水文・水資源学会、vol.9、No.5、pp.444-456、1996.1
- 2) 宇野源太、土永恒彌、福永勲、福島実、鶴保謙四郎：水質環境の概説、環境技術研究協会、pp.1-4、1993.3
- 3) 橘治国、吉澤香、山田俊郎、阿部正明：石狩川の特 定汚 染、寒地技術論文・報告集、12巻、pp.76-80、1996.11
- 4) 山本浩一、二村貴幸、坂野章、日下部隆昭、末次忠司、横山勝英：濁度計による懸濁態栄養塩負荷推定に関する研究、河川技術論文集第9巻、pp.515-520、2003.6
- 5) 北海道開発局：第7回河川現況調査 北海道編、1996.3
- 6) 谷昌幸、近藤鍊三、筒木潔：十勝太平洋沿岸泥炭地における湖沼・河川の水質特性、水環境学会誌第22巻、第3号、pp.232-237、1999.3
- 7) 永洞真一郎：北海道における腐植物質研究の重要性、北海道環境科学研究センター所報、第26号、pp.82-87、2000.3
- 8) 井上隆信：山林・農地からの栄養塩流出負荷、第13回ジョイントシンポジウム海域から見た陸域流出の問題とその構造、pp.21-26、2005.4
- 9) 吉川泰弘、渡辺康玄：物質輸送に与える大規模洪水の影響、北海道開発土木研究所月報、No.628、pp.2-17、2005.9
- 10) 橘治国、大江史恵、岡下淳：寒冷地森林河川の水質、第29回日本水環境学会年会講演集、pp.120、1995.3



赤岩 孝志*
Takashi AKAIWA

寒地土木研究所
寒地水圏研究グループ
水環境保全チーム
研究員



山下 彰司**
Shoji YAMASHITA

寒地土木研究所
寒地水圏研究グループ
水環境保全チーム
上席研究員