

小樽内川および白井川の支流における流域間の渓流水質の差異

森林総合研究所北海道支所 相澤 州平・阪田 匡司
 森林総合研究所 田中 永晴
 森林総合研究所四国支所 酒井 寿夫

はじめに

森林は溪流の最上流部に位置し、渓流水の水質形成に関わっている。森林域から流出する渓流水の水質は、気候、地質の影響を受け、水質に主に影響を及ぼす因子は対象とするスケールによって異なる(4)。一つの河川の上流域のスケールでは地質等の局所的条件が大きく影響すると考えられる。渓流水は下流になるに従い、人間の活動に伴う各種廃水の流入によって水質が変化する。供給側の流出源においても、系外からの負荷物質の影響(3,4)や森林施業等の影響(4,5)を受ける。水源である森林流域から供給される渓流水質の時間的、空間的変動を把握することは、系外からのインパクトや森林管理、水利用による渓流水質への影響を評価し、水質を適切に管理する上で重要であると考えられる。一つの河川の水源となる森林流域において、支流間の渓流水質の差異とその要因を明らかにするため、森林流域において多点で採水を行い、溶存成分濃度を調査した。本研究は森林総合研究所交付金プロジェクト 200501「森林流域の水質モニタリングとフラックスの広域評価」により行った。

調査地と方法

札幌市西部に位置する豊平川支流の小樽内川流域 14 地点(O1~O14) および白井川流域 11 地点(S1~S11) において渓流水を採取した(表-1, 図-1)。対象流域は標高 400~1488m の範囲に位置し、林相はほぼ全域が落葉樹林または針広混交林の天然林で、一部にトドマツ人工林が分布する。地質は主に安山岩または流紋岩で、一部に凝灰岩が分布する(2)。白井川流域には礫岩、砂岩、頁岩等の堆積岩が分布し、小樽内川の谷沿いを中心に石英斑岩が分布する。採水した流域はすべて森林に覆われ、人家や農地は存在しない。ただし小樽内川本流の O14 地点の流域内に札幌国際スキー場があり、白井川本流の S9 地点の流域内に豊羽鉱山がある。源流部の流域間で水質を比較するため、採水地点は林道で到達可能な最上流部に設定した。さらに、上流から下流にかけての水質の変化を把握するため、いくつかの流域では同一の沢の下流部にも採水地点を設定した。平水時の水質を比較するため、採水は降水量の少ない夏季を選び、2005年8月16日(小樽内川)および17日(白井川)に実施した。調査流域下流で最も近くに位置するアメダス観測点の黄金湯のデータ(気象庁提供資料)によると、8月2~4日に57mmの降水があった後は8月7日の1mm以外降水は観測されていない。試料はポリ容器に入

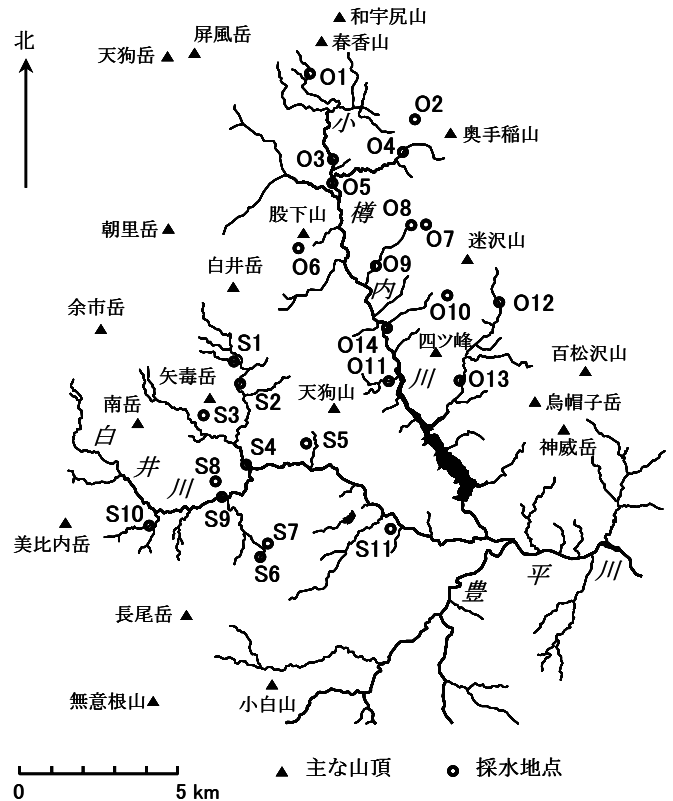


図-1 採水地点の位置

れて持ち帰り、pH、ECを測定した後0.45μmのメンブランフィルターで濾過し冷蔵した。濾過試料を用いてアニオン(Cl,NO₂,NO₃,PO₄,SO₄), カチオン(Na,NH₄,K,Ca,Mg)濃度をイオンクロマトグラフ法により、Si濃度をICP発光法により、DOC(溶存有機炭素)濃度を乾式燃焼法により測定した。DIC(溶存無機炭素)をすべて重炭酸イオン(HCO₃)として計算した。

結果

各採水地点の水質を図-2 a~eに示した。pHは多くの地点で7.0~7.7前後の値を示し、最大値は7.98、最小値は6.47であった。ECは多くの地点で5~10 mSm⁻¹前後の値を示し、最小値は4.4 mSm⁻¹、最大値は22.7 mSm⁻¹であった。S2ではpH、ECとも最大値を示したが、pHとECに相関は認められなかった。ECは小樽内川流域で低く、白井川流域で高い傾向が認められた。カチオンではCaが2

Shuhei AIZAWA, Tadashi SAKATA (Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Sapporo 062-8516), Nagaharu TANAKA (Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba 305-8687), Hisao SAKAI (Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Kochi 780-8077)

Variation in stream water chemistries in the tributaries of the Otarunai River and the Shirai River

表-1 採水地点の概要

地点名	沢の名称および位置関係	標高 m	面積 ha	地質	林相
O1	金ヶ沢 O3の上流	635	155	安山岩, 凝灰岩	落葉広葉樹林
O2	小樽内川上流部 O3の上流	710	74	安山岩	落葉広葉樹林
O3	小樽内川本流 O5の上流	520	1753	安山岩, 凝灰岩	落葉広葉樹林
O4	奥手稲の沢川 O5の上流	635	275	安山岩	落葉広葉樹林
O5	小樽内川本流 O14の上流	500	2579	安山岩, 凝灰岩	針広混交林
O6	小樽内川支流 O14の上流	690	47	安山岩	針広混交林
O7	大漁沢支流 O8の上流	755	2	凝灰岩	落葉広葉樹林
O8	大漁沢 O9の上流	605	223	安山岩, 凝灰岩	落葉広葉樹林
O9	大漁沢 O14の上流	460	408	凝灰岩, 安山岩	トマツ人工林
O10	迷沢川 O14の上流	620	40	凝灰岩	落葉広葉樹林
O11	天狗沢川	430	284	安山岩	落葉広葉樹林
O12	滝の沢川 O13の上流	570	202	凝灰岩, 安山岩	落葉広葉樹林
O13	滝の沢川	420	1229	安山岩, 凝灰岩	落葉広葉樹林
O14	小樽内川本流	399	7032	安山岩, 凝灰岩	落葉広葉樹林
S1	左股川支流 S2の上流	620	126	安山岩	落葉広葉樹林
S2	左股川 S4の上流	550	1054	安山岩, 凝灰岩	落葉広葉樹林
S3	右股川支流 S4の上流	565	39	安山岩	落葉広葉樹林
S4	右股川	420	2943	安山岩	落葉広葉樹林
S5	白井川支流	465	42	安山岩	落葉広葉樹林
S6	湯の沢川上流部	665	178	礫岩・砂岩, 凝灰岩	落葉広葉樹林
S7	湯の沢川支流	640	22	凝灰岩	落葉広葉樹林
S8	白井川支流	558	22	礫岩・砂岩, 凝灰岩	落葉広葉樹林
S9	白井川本流	475	2881	安山岩	落葉広葉樹林
S10	右大江沢 S9の上流	590	366	安山岩	落葉広葉樹林
S11	白井川支流	420	35	安山岩, 砂岩・頁岩	トマツ人工林

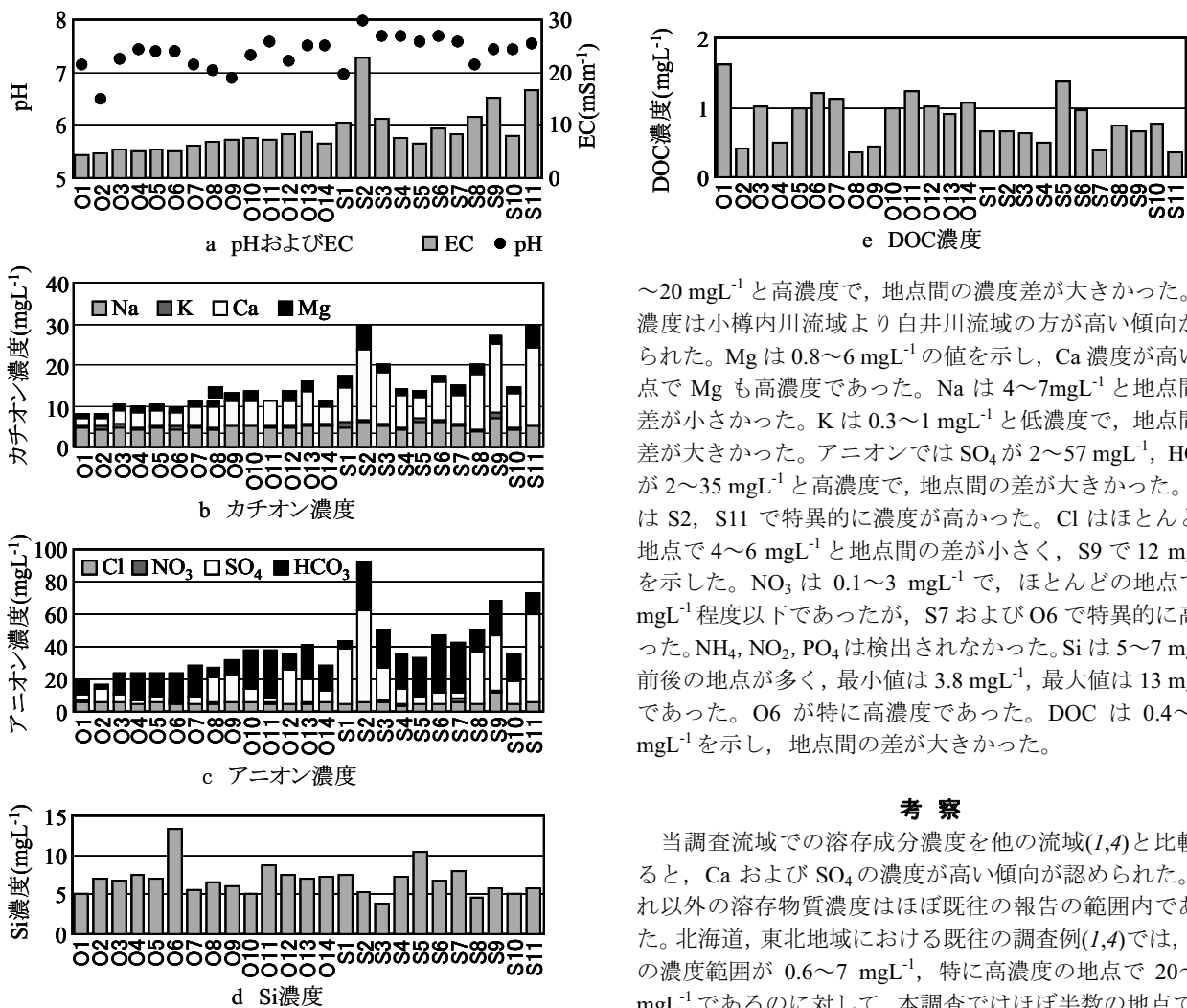


図-2 各地点の水質

~20 mgL⁻¹と高濃度で、地点間の濃度差が大きかった。Ca濃度は小樽内川流域より白井川流域の方が高い傾向が見られた。Mgは0.8~6 mgL⁻¹の値を示し、Ca濃度が高い地点でMgも高濃度であった。Naは4~7mgL⁻¹と地点間の差が小さかった。Kは0.3~1 mgL⁻¹と低濃度で、地点間の差が大きかった。アニオンではSO₄が2~57 mgL⁻¹、HCO₃が2~35 mgL⁻¹と高濃度で、地点間の差が大きかった。SO₄はS2, S11で特異的に濃度が高かった。Clはほとんどの地点で4~6 mgL⁻¹と地点間の差が小さく、S9で12 mgL⁻¹を示した。NO₃は0.1~3 mgL⁻¹で、ほとんどの地点で1 mgL⁻¹程度以下であったが、S7およびO6で特異的に高かった。NH₄, NO₂, PO₄は検出されなかった。Siは5~7 mgL⁻¹前後の地点が多く、最小値は3.8 mgL⁻¹、最大値は13 mgL⁻¹であった。O6が特に高濃度であった。DOCは0.4~1.6 mgL⁻¹を示し、地点間の差が大きかった。

考察

当調査流域での溶存成分濃度を他の流域(I,4)と比較すると、CaおよびSO₄の濃度が高い傾向が認められた。それ以外の溶存物質濃度はほぼ既往の報告の範囲内であった。北海道、東北地域における既往の調査例(I,4)では、SO₄の濃度範囲が0.6~7 mgL⁻¹、特に高濃度の地点で20~45 mgL⁻¹であるのに対して、本調査ではほぼ半数の地点で10 mgL⁻¹以上の値を示し、2地点では50 mgL⁻¹を上回った。

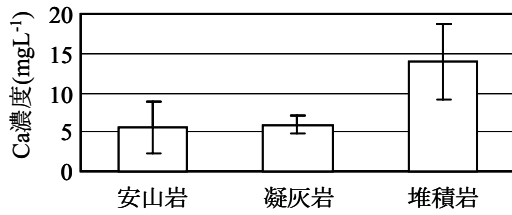


図-3 流域の主な地質と Ca 濃度

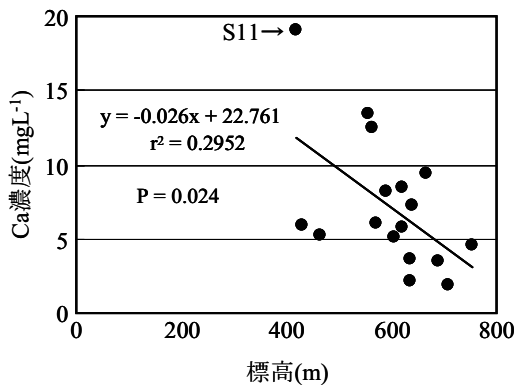


図-4 採水地点の標高と Ca 濃度

同様に Ca の濃度範囲が 0.5~10 mgL⁻¹, 特に高濃度の地点で 13~14 mgL⁻¹ であるのに対して, 小樽内川流域ではこれらの範囲内であるが, 白井川流域では約半数の地点で 10 mgL⁻¹ を超え, 3 地点で 17~19 mgL⁻¹ を示した。東北地域において SO₄ 濃度が特に高い地点は硫化鉄鉱物や鉱泉水の影響が示唆されている(4)。白井川流域では数箇所で見られる(2)ため, SO₄ 濃度が特異的に高いのは鉱泉水が流入している可能性も考えられる。

小樽内川流域に比較して白井川流域では EC および溶存イオン濃度が高く, 地点間の変動も大きかった。EC と Ca 濃度で両流域の平均値に有意な差が認められた (Welch の t 検定により EC では P=0.0071, Ca 濃度では P=0.0047)。Ca は採水地点間の濃度差が大きく, また, 他の地域より濃度が高い傾向があることから, 当調査流域の水質を特徴づけている元素であるといえる。上流部の採水地点における Ca 濃度と, 地質, 標高, 流域面積の関係を解析した。採水地点の流域の地質を安山岩, 流紋岩を主とする流域, 凝灰岩を主とする流域, 堆積岩を主とする流域に区分し,

地質毎の Ca 濃度を比較した。安山岩, 流紋岩を主とする流域および凝灰岩を主とする流域に比べ, 堆積岩を主とする流域は Ca 濃度が高い傾向が認められた (図-3)。標高と Ca 濃度は有意な負の相関が認められた (図-4)。ただし, 特異的に濃度が高く他とは地質が異なる S11 を除外すると, 有意な相関は認められなかった。Ca 濃度が標高と負の相関を示すことは他の流域でも報告されている(5,6)。当調査地では採水地点の標高は 400~800 m と比較的狭い範囲であったこと, 調査地の範囲が広く地質等他の要因の影響があるため, 標高との関係が明瞭に出なかったと考えられる。流域面積と Ca 濃度には相関が認められなかった。Ca 濃度が高い堆積岩を主とする流域は, 白井川流域のみに存在したことから, 流域内の地質の違いが, 小樽内川流域と白井川流域の Ca 濃度平均値の差の理由であると考えられる。ただし, 堆積岩を主とする流域は採水地点数が少なかったため, 傾向をより明らかにするためには調査地点を増やす必要がある。

上流と下流の水質の差には統一的な傾向が認められなかった。下流の水質は, 途中で合流する沢の水質により, 上流に比較して濃度が高くなる場合も低くなる場合もあると考えられる。上流から下流に至る水質変化を把握するためには, より狭い流域で合流する河川を網羅した調査が必要であると考えられる。

引用文献

- (1) 広瀬源・岩坪五郎・堤利夫 (1988) 森林流出水の水質についての広域的考察 (1). 京大演報 60:162-173.
- (2) 北海道開発庁 (1953) 5 万分の 1 地質図幅「定山溪」, 「銭函」および同説明書
- (3) 伊藤優子・三浦覚・加藤正樹・吉永秀一郎 (2004) 関東・中部地方の森林流域における渓流水中の NO₃ 濃度の分布. 日林誌 86(3):275-278.
- (4) 加藤正樹・池田重人・伊藤優子・金子真司・吉永秀一郎・生沢均・佐々木重行 (1999) 森林と渓流水質—その形成メカニズムと実態—. 林業科学技術振興所, 東京, 98pp.
- (5) 大類清和・生原喜久雄・相場芳憲 (1994) 森林小集水域における渓流水質に及ぼす諸要因の影響. 日林誌 76(5) : 383-392.
- (6) Peter M. Vitousek (1977) The regulation of element concentrations in mountain streams in the Northeastern United States. Ecol. Monogr. 47(1):65-87.