

新潟県正善寺川の水質概況

—小河川を環境教育に活用するための基礎資料の一つとして—

山下 誓子*・荒川 昌一郎**・下村 博志***
(平成20年9月30日受付；平成20年11月14日受理)

要 旨

新潟県正善寺川における流下に伴う水質変化を調査した。調査項目は水温、pH、導電率、透視度、溶存酸素濃度、浮遊物質濃度、イオン状シリカ、硬度、塩化物イオン、全リン、全窒素及び化学的酸素要求量である。イオン状シリカは緩やかな減少傾向、また硬度は全体的には増加傾向が見られた。全リンと全窒素は上流部で大きく増加した後変化が緩やかになる、互いによく似た変化傾向を示した。化学的酸素要求量は変化の幅も大きかったが、変化傾向と人の居住地域の分布との関係づけが困難な区間があった。塩化物イオン濃度は小河川において人の生活の影響を知るための有益な指標であることが示された。

KEY WORDS

河川水質 river water quality 化学分析 chemical analysis
正善寺川 Shouzenji river 環境教育 environmental education

1 はじめに

水道水の多くが河川等の表流水を源としており、河川水質を保全することの重要性は論を待たないであろう。河川は水源であると同時に、しばしば使用した水の放流先でもあり、多くの河川で水質は人間活動の影響を受けている。このように河川は日常生活と深くかわり、かつ身近な存在であることから、環境教育の素材として優れている¹⁾。実際に小中学校でも簡易理化学検査法を用いた水質調査等の教育活動が各地で実践されている。ここで日常生活と関係する水質指標を扱うことは、人の生活と河川との関係について理解を深めるのみならず、日常生活において河川への負荷を最小限にする等、水環境を保全する意識を育てる上でも有効であると考えられ、指標の教育的意義についても検討されてきている¹⁾。ところで、河川の水質調査においては、短期間に河川の上流部から下流部までの様々な場所で採水し、流下に伴う水質変化を観察するのが代表的な手法の一つである。教育目的の調査では、大河川でのこのような試料採取は非常に困難であるが、小河川では全体からのサンプリングが容易である。また河川の水質変化を日常生活との関連で捉えようとする場合、大規模な工場などが存在しないことが条件となる。小河川はそのような条件を満たす川が少なくなく、それらの観点からは多くの小河川は教育目的の調査に適する。しかし小河川では流域の負荷が小規模であることも多く、生活の影響による水質の違いが観察されるか懸念されるところである。上越地域に限らず、小河川の水質変化についての調査検討例は非常に限られている²⁾。小河川で水質変化が明瞭に観察できれば、地域の環境教育の優れた素材となろう。本学のそばに正善寺川があり、それを理化学的水質調査に関する教育の素材として活用することができれば、本学にとっても有益であると思われる。そこで今回、環境教育の教材としての小河川の一例として正善寺川をとりあげ、そこで水質変化が観察されるかどうかを明らかにし、さらに観測された値が人の生活との関係で議論できるか検討することとした。

2 調査及び分析方法

2.1 正善寺川全体の観察

正善寺川は正善寺ダムで形成される正善寺湖（流域面積 6.3km²、湛水面積 35ha）を源とする、高田平野北西部を流れ関川に合流する一級河川である（図1）。正善寺湖は上越市の主要な水源の一つである。ダムから上越教育大学にかけての流域では川岸に民家が並び、山間部の農村集落の典型的な風景が見られる。流域では集落が比較的まとまって分布している。上越教育大学付近から関川合流点付近までは住宅が増加する。上越教育大学の学生及び職員宿舎は

*加茂市立須田小学校

**上越教育大学（修士課程）

***自然・生活教育学系

特に目立つ居住地域である。その下流地域では近年下水道処理区画が急速に拡大しつつある。川全体の観察を通して、下流域でもそれほど汚濁の進んだ川という印象は持たなかった。上越市による BOD75% 値の測定結果は 1.0mg/L (岩木地内) 及び 1.8mg/L (笹川橋) であり、BOD 値としては環境基準 A 類型を満たす川である⁽³⁾。周囲に水田と畑が分布しておりその影響は考えられるものの、大規模な工場や温泉水の流入などは認められなかった。

2.2 試料採取及び化学分析

今回試料採取を行ったのは正善寺ダム直下から関川合流点付近までの本流 9 地点、主な支流 3 地点の合計 12 地点である (図 1)。B1, B2, B3 以外にも小規模な流入口は正善寺川全域にわたって多数存在している。試料採取は 2006 年 8 月 1 日に行った。試料は流況付近の表層水を樹脂製容器を用いて採取した。水温, pH, 電気伝導度及び酸化還元電位については堀場製作所製 D-24 型 pH メーターに対応する電極を接続して測定した。溶存酸素濃度は東興化学研究所 TOX-90 iB 溶存酸素濃度計を用いて測定した。透視度は 50cm の透視度計を用いて現地で測定した。

実験室における分析は文献記載の方法を参考にした⁽⁴⁾。試薬は特級以上のものを用いた。イオン状シリカの分析における標準溶液には原子吸光分析用標準溶液 (和光純薬工業社製) を用いた。その他の物質の分析における標準溶液は文献記載の方法に従って調製した。使用する水は蒸留した後、日本ミリポア社製精製装置で処理して用いた。可視紫外吸光光度法における吸光度の測定は島津製作所製 UV-240 分光光度計を用いた。全リン、全窒素分析における試料の酸化分解にはオートクレーブを用いた。イオン状シリカ、硬度、塩化物イオンの測定において試料は採取後直ちに 5 種 C のろ紙でろ過したものを用いた。分析は特記しない場合、標準溶液の調製以降の操作を 3 回繰り返して行い、その平均値と標準偏差を求めた。

浮遊物質量は孔径 0.45 μm の樹脂バインダー処理済グラスファイバーろ紙を用い、一定量の試料を吸引ろ過し乾燥後、ろ過前後の質量を測定することにより求めた。この分析は繰り返さなかった。硬度は、トリエタノールアミンをマスキング剤とする pH10 のアンモニア/塩化アンモニウム緩衝系における 0.01mol/L EDTA 標準溶液によるキレート滴定法によって求めた⁽⁵⁾。イオン状シリカ濃度は、アスコルビン酸を還元剤とするモリブデンブルー吸光光度法 (測定波長 810nm) によって求めた。イオン状シリカの分析実験において、分光光度計用セル以外には樹脂製器具を用いた。化学的酸素要求量は、アルカリ性 100℃、20 分の反応条件における過マンガン酸カリウム消費量をチオ硫酸ナトリウム標準溶液の滴定によって求めた。全リン濃度は、120℃で 30 分間アルカリ性ペルオキシ二硫酸カリウムによって処理した試料をモリブデン酸アンモニウムとアスコルビン酸で発色させ、50mm セル中の 880nm における吸光度を測定し求めた。全窒素濃度は 120℃で 30 分間アルカリ性ペルオキシ二硫酸カリウムによって処理した試料を酸性条件下で石英セル中の 220nm における吸光度を測定して求めた。塩化物イオン濃度は硝酸酸性条件下において硝酸銀標準溶液を加え生成した塩化銀をニトロベンゼンで被覆し、過剰の銀イオンをチオシアン酸アンモニウム標準液によって逆滴定する方法 (Vlohard 滴定法) によって求めた⁽⁶⁾。

3 結果と考察

3.1 現地測定項目及び浮遊物質量

水温, pH, 透視度, 電気伝導度, 溶存酸素濃度, 酸化還元電位及び実験室にて測定した浮遊物質量を表 1 に示す。

今回調査する範囲で最上流部の地点 1 では、周囲に少し水田と畑があるもののダム放流地点までに人家はなかった。採水地点付近は川幅が狭く流れが急で、川底は岩石が多く見られた。採取した水の透視度は 50cm 以上であり、浮遊

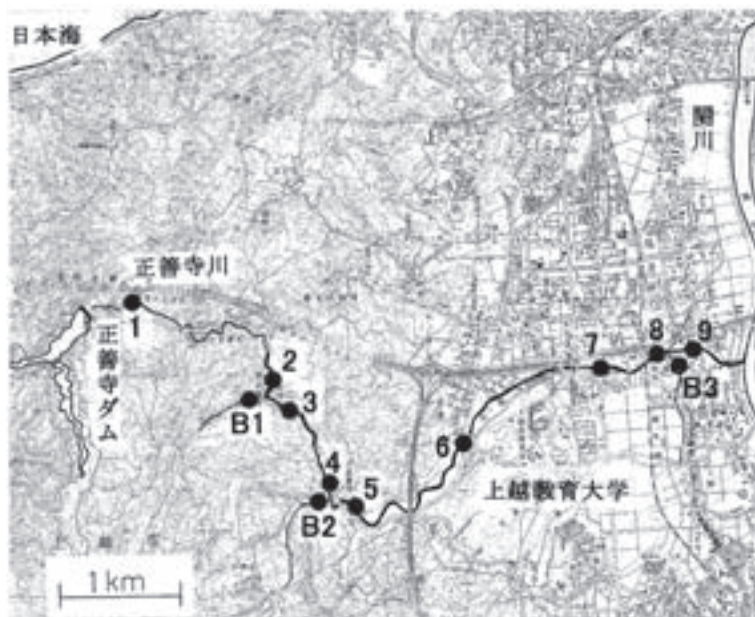


図1 正善寺川流域及び観測地点 (本図作成に国土地理院発行の 5 万分の 1 地形図「高田西部」を使用した。)

物質も 5.2mg/L と小さな値を示した。

その後集落を過ぎ地点 2 に到達する。その間に川幅がやや広がり、川底が砂質になるとともに、急速に茶色い濁りを生じていた。この濁りは上正善寺集落の手前から観察され、河床の土砂の巻上げなどによるものと考えられる。地点 2 での透視度は 12cm、濁度は 68.3mg/L で今回の調査では最も濁っていた。後述する化学的酸素要求量や全リン、全窒素あるいは塩化物イオン濃度などから、この地点で水質が人為的影響を受けていることが示唆されるものの、地点 2 の溶存酸素濃度は十分であり決して汚濁が進んでいるという地点ではなかった。その後比較的大きな支流 B1 が流入し、合流後の水を地点 3 で採水した。支流の水も透視度約 15cm、浮遊物質約 42.2mg/L で強く濁っていた。この支流の合流点付近に人家が数件あり、上流部は水田と畑が広がっている。地点 3 では、地点 2 より透視度がやや改善し、浮遊物質も大きく改善されている。その後は兩岸に水田と人家が点在する地域を過ぎ、流れがやや緩やかになった。この区間で透視度は増し、浮遊物質も僅かながら減少した。次の集落 4 で支流 B2 が流入する。この支流の上流部に水田があり、調査当時やや大規模な工事も行われていた。この支流の流れは激しかった。この支流の水の透視度は小さいが、浮遊物質はそれほど多くない。流れが急で、急速に沈降する成分を多量に含んでいたと考えられる。合流後、水はいったんせき止められ、再び流れ出した水を地点 5 で採取した。4 と 5 では、それほど大きな水質の違いは見られない。流下後地点 6 では透視度と浮遊物質が共に減少した。この地点では酸化還元電位が特異的に小さな値を示した。また溶存酸素濃度もやや低くなっている。また導電率も増加し、特異的な場所であった。その後、7, 8, 9 は透視度の変化は 22 ～ 20cm の範囲ではほぼ一定、浮遊物質は 32.2 ～ 37.6mg/L でわずかに増加傾向が見られた。溶存酸素濃度、酸化還元電位もほぼ一定値を示したが、地点 8 で導電率が大きかった。支流 B3 は非常に透明で、やや導電率が大きかった。

濁りについて本流の全体的な傾向は、最初透明だった水が地点 2 で強く濁り、4, 5 付近でやや回復し、その後再び緩やかに増加するというものである。溶存酸素濃度は川全体として概ね豊富である。酸化還元電位は 6 が特異的に小さいものの、全体としては緩やかな低下傾向が見られる。導電率は上下を繰り返すものの、全体的に上昇傾向が見られた。導電率の全体的傾向は、河川全体にイオン性物質が流入あるいは溶解する状況を示している。

表 1 現地測定項目及び浮遊物質

試料番号及び採水場所	水温 (℃)	pH	導電率 (mS/m)	酸化還元電位 (mV)	溶存酸素濃度 (mg/L)	透視度 (cm)	浮遊物質 (mg/L)
1 上正善寺	24.9	7.0	9.7	310	9.1	50 以上	5.2
2 中正善寺上向橋	24.5	6.9	10.2	264	9.4	11.9	68.3
3 中正善寺公民館前	23.7	7.0	10.3	290	9.8	17.2	29.0
4 下正善寺	24.3	7.0	11.2	226	9.3	30.5	27.2
5 下正善寺あじさいの里	23.4	6.9	10.2	218	9.7	30.6	24.8
6 岩木大学裏	24.5	6.9	12.0	116	8.7	25.6	15.4
7 藤田新田	24.2	6.8	11.0	234	9.5	22.1	32.2
8 木田 川田橋	24.6	6.7	15.7	222	9.5	20.0	33.8
9 木田 笹川橋	25.1	6.5	12.4	241	9.7	20.6	37.6
B1 中正善寺	21.7	7.0	9.1	274	10.2	15.0	42.2
B2 下正善寺	21.6	7.0	10.2	270	8.9	14.9	18.6
B3 木田 さくら川	24.7	6.7	12.4	226	9.8	45.0	8.0

3.2 イオン状シリカ、硬度、塩化物イオン

これらは採水後ろ過され真溶液の状態にあるものを分析したものである。

正善寺川で観測されたイオン状シリカの値を図 2a-I 及び II に示す。本流ではイオン状シリカは流下に伴い 6.64mg/L から 5.23mg/L まで約 20%, 単調に減少する傾向を示した。支流のシリカ濃度は 4.87 ～ 5.76mg/L の範囲であり、合流点の本流よりも低い傾向が見られた。特に山間部を流れる支流のシリカ濃度 (B1 と B2) が顕著に低い。本流のイオン状シリカ濃度の変化はこれらの支流のような、低シリカ濃度の水の流入によるものであると考えられる。シリカは反応性も低く、人間活動による付与は顕著ではないとされている。正善寺川の今回の調査でも、イオン状シリカ濃度と人間活動による負荷との間に関連は見られなかった。シリカは人間活動の影響を受けない水質指標として、変動する指標と対比させ説明する際に有効であると考えられる。

硬度をキレート滴定法で求めた結果を図 2b-I 及び II に示す。本流では 20.1 ~ 24.0mg/L の範囲で推移し、全体としては流下に伴って緩やかに増加する傾向を示した。ただし区間の途中では増減が見られる。増加が顕著であるのは区間 1 ~ 2, 6 ~ 7, 8 ~ 9 であり、2 ~ 3 の区間では減少している。本流全体として見られる緩やかな増加傾向は、主に岩石（コンクリートを含む）などからの溶解と高硬度の水の流入によるものであると考えられる。特に B3 は大きな値を示したが、これはコンクリート製の水路のような川であり、コンクリートの影響が顕著である。

正善寺川本流、支流の塩化物イオンの値を図 2c-I 及び II に示す。正善寺川では、ダムからの放流直後に 7.19mg/L の値を示していた。本流全体の傾向は、特定の区間（地点 1 ~ 2 及び地点 6 ~ 7）で顕著に増加し（16% 及び 19%）、それ以外の区間はほとんど濃度の変化はないが、僅かに減少する傾向が見られるというものである。支流については測定された 3 点とも、本流合流点上流部よりも著しく低い値を示した。塩化物イオンは全体的な希釈圧力がかかっているように思われる。そのなかで集落の存在する特定の区間で流入による濃度上昇が生じていることが明らかである。特に B2 が合流する区間 4 ~ 5 については、合流前の本流及び支流の濃度より、合流後の本流での濃度が上昇している。このことから合流点付近（地点 4, 5, B2 の範囲内）で塩化物イオンの濃度を上昇させる負荷源が存在すると推測される。この範囲に人家や工房機能を有する公民館等があり、それらの影響が現れていると考えられる²⁾。

支流が流入する以外の区間については、区間 1 ~ 2 で硬度（約 8.9%）と塩化物イオン（約 16%）が増加した。区間 3 ~ 4 では、硬度が上昇し（4.6%）、塩化物イオンの上昇はほとんど見られない。区間 5 ~ 6 は硬度（3.1%）、塩化物イオン濃度（3.8%）とも少し低下している。6 ~ 7 の区間では硬度の上昇（約 10.4%）、塩化物イオン濃度の上昇（約 18.8%）が見られた。7 ~ 8 では硬度（2.1%）、塩化物イオン（1.3%）ともわずかに減少している。明確に人の生活による負荷が存在すると推定される区間 1 ~ 2、及び 6 ~ 7 において、硬度と塩化物イオン濃度が明らかに上昇しており、両者の濃度上昇が人の生活と関係するものであることが強く示唆される。硬度はコンクリート護岸等の影響を受けており、その要素を人間生活の影響と区別するのは難しい。しかしながら塩化物イオンは人の生活との関連が明確である。塩化物イオンは人が食塩として摂取 / 排出し、内陸部の大都市を流れる河川においては人為的影響の程度を示す指標と考えられている⁽⁷⁾。今回の正善寺川のような短く、負荷の小さな河川においても、塩化物イオンを生活排水の影響を表す指標として活用することが可能であることが示された。

3.3 全リン、全窒素

水中には溶存体も含めて様々な形態の窒素やリンが存在しているが、全リンや全窒素は懸濁物も含んだ状態で全て酸化分解し、全ての形態について測定したものである。

全窒素の測定結果を図 3a- I 及び II に示す。地点 1 と 2 の採取区間で約 1.8 倍の増加を示した。その後は地点 4 付近で小さな極小値をとり、その後再び増加した。地点 1 から地点 9 までの区間に約 2.4 倍になっており、このような大きな増加はイオン性指標では見られない。しかし標準偏差が大きく、危険率 5% の分散分析を行い最小有意作法での検討を行ったところ、隣接区間としては 1 ~ 2 の区間のみで有意差が見られた。

全リンの測定結果を図 3b- I 及び II に示す。区間 1 ~ 2 で 4 倍以上増加している。その後、全窒素同様の变化傾向を示した。ただしリンの濃度は窒素の概ね 10 分の 1 のレベルである。1 ~ 9 の増加は約 6.5 倍に及んだ。全リンも危険率 5% の分散分析を行い、最小有意作法での検討を行ったところ、隣接区間としては 3 ~ 4 及び 7 ~ 8 以外で有意差が認められた。

両指標とも富栄養化の指標とみなされている。窒

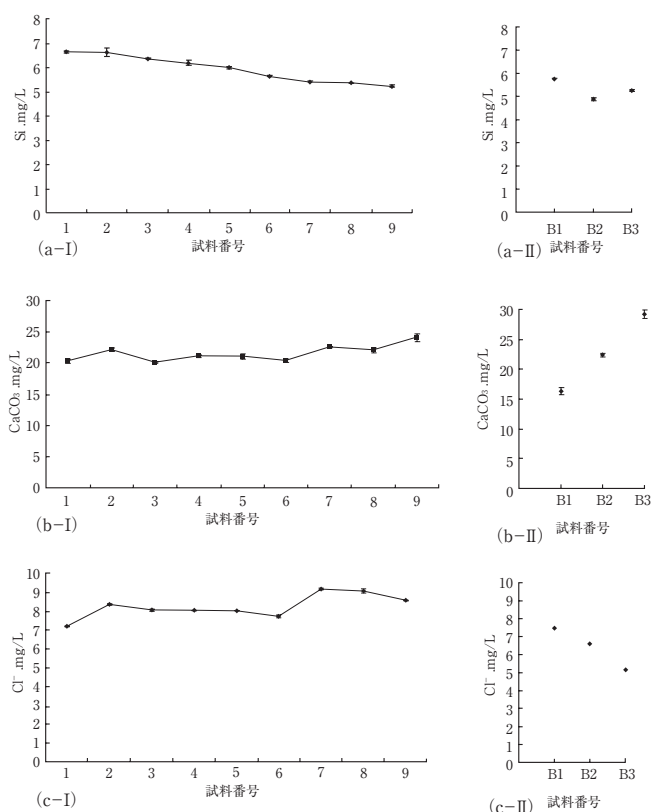


図2 イオン状シリカ (a-I:本流, a-II:支流), 硬度 (b-I:本流, b-II:支流) 及び塩化物イオン (c-I:本流, c-II:支流) の測定結果

素やリンは微生物や鉱物に固定され蓄積されるという化学的挙動の類似点がある。今回の測定でも両指標とも変化傾向が良く似ていた。さらに、両指標とも浮遊物質量、あるいは透視度と類似した変化傾向を示している³⁾。地点1では小さく、2で一挙に増加し、その後裾を引くような変化や、大きな変化率が特徴的である。これらには窒素やリンが、イオン性の物質とは異なり、直ちに水とともに流下して系外に排出されることなく、新たな負荷を積算しつつ移動してゆくという状況の反映であると考えられる。正善寺川では区間1～2、及び地点4以降が全リン及び全窒素が蓄積する区間であった。上越教育大学が存在する区間(6～7)もリンが顕著に増加する区間である。ただし同区間の窒素については統計的には有意差がなかった。また両者とも農業とも深い関わりがあり、また支流の値が決して小さいものではなかったことから起源の説明については難しい面があるものの、今回の調査から、河川において富栄養化を引き起こしうる栄養塩類の蓄積は正善寺川でも明瞭に観察されることが示された。

3.4 化学的酸素要求量

化学的酸素要求量は懸濁物も含めた試料中の主に有機物を過マンガン酸イオンで酸化分解するために必要とする酸素量である。一般的に化学的酸素要求量は値が高いほど有機汚濁が進んでいることを示す。化学的酸素要求量の測定結果を図3c-I及びIIに示す。化学的酸素要求量の最高値と最低値は約3.2倍であり大きな変動が観察された。支流においてもB1やB2のように、人の生活の影響を大きくは受けていないと期待される水も比較的高い化学的酸素要求量を示した。本流の変化の概要としては区間1～2で一挙に増加し、その後地点4で極小値をとり、その後再び増加傾向を示すというものである。変化傾向に全リン及び全窒素との類似点が見られる。ただし、区間2～3において化学的酸素要求量は同レベルで推移する点、また地点7以降減少している点が異なっている。化学的酸素要求量と塩化物イオンを対比させると、区間1～2及び6～7は両者とも増加しており、この区間では有機物を含んだ生活排水が流入している可能性が大きいと考えられる。他の区間で外部からの流入について明確ではない。有機物は自然状態でも内部生産現象があり、その影響を除外できない。また、過マンガン酸イオンによる分解率は有機物の種類により大きな差があることも知られており⁽⁸⁾、この点からも解釈が困難になる。化学的酸素要求量は教育現場でも非常にしばしば測定され、有機物量を評価するための便利な指標であるが、負荷源の特定については慎重に解釈されるべきであると思われる。

3.5 まとめと今後の課題

小河川の水質調査を通して環境教育を実施する場合、塩化物イオンが人の生活の影響を知るための指標として扱いやすい項目であると考えられる。現在河川の水質については、生活雑排水による汚濁への対策が求められており、塩化物イオンは、その起源を人の日常生活の文脈で説明しやすいことも教育上有意義な点である。なお我々は調査時に、現地で市販簡易試験器具を用いた塩化物イオンの定量も試みたが正確には測定できなかった。環境水中の塩化物イオンの定量法として今回用いたVlohard 滴定法は実験室内の分析方法としても操作が複雑であり、今後教育活動に適した簡易な分析法の開発が必要である。

注

- 1) 上越地域での環境水の教材開発を目的とした調査として、例えば次のような優れた報告がある。

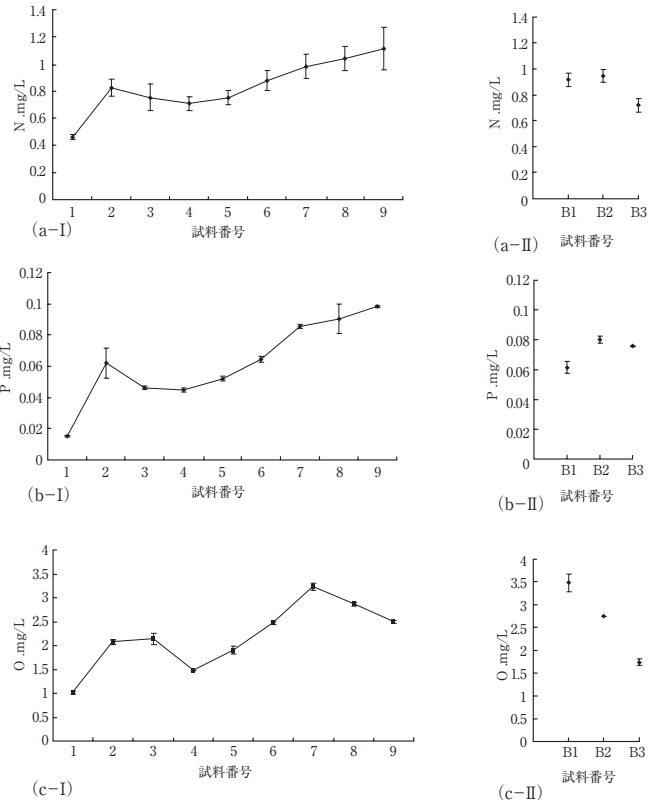


図3 全窒素 (a-I; 本流, a-II; 支流), 全リン (b-I; 本流, b-II; 支流) 及び化学的酸素要求量 (c-I; 本流, c-II; 支流) の測定結果

濁川明男 1998 珪藻群集と水質から推定される高田城跡堀の水汚濁 - 環境教育の基礎的研究 - 上越教育大学研究紀要 17, 2, 619 - 636

濁川明男ほか 2004 総合的な学習のための基礎研究「関川と水と生活と」プロジェクト報告書 上越教育大学学校教育総合研究センター

2) 合流点において、イオン状シリカ、硬度、塩化物イオンの3種類の指標に整合性があるか検討を試みた。最上流部の合流地点である地点2のシリカが約6.62mg/Lで流量 $A \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, 流入するB1が5.76mg/Lであり流量 $B \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, であるとき、合流後の流量が $(A+B) \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ であるとする。そこで $6.62A + 5.76B = 6.36 (A+B)$ が成立すると仮定しおよその比を求めると、 $B = 0.43A$ となる。この流量比を硬度の値を用いて求めると $B = 0.53A$, 塩化物イオンの値で求めると $B = 0.53A$ となった。イオンの吸着除去が十分に遅いことを仮定するなど非常に単純化したモデルであるが、このモデルではこの地点でシリカ、硬度、塩化物イオンの値に著しい差は見られず、区間2～3の水質の変化は、概ね2つの水の混合だけで説明できる。

同様の検討を区間4～5について行くと、シリカについては支流は本流の概ね18%程度という結果になった。塩化物イオンについては支流の値は低いにもかかわらず、合流後本流での濃度は僅かながら上昇しているため、塩化物イオンの流入があると推測した。硬度からは合流前後の濃度がほぼ等しく、流量比について情報が得られない。支流B3が流入する区間8～9においては、硬度から求めるとB3の水量は地点8の38%程度となった。同様に塩化物イオンから求めると約15%となり、この場合両者で大きく異なる値となった。シリカからは情報を得られない。支流の流量が15%程度であるとする、この区間で硬度は顕著に上昇していることになるが、この区間にはコンクリート構造物（笹川頭首工）があり、硬度の上昇は不合理ではない。

3) 浮遊物質の組成について検討を試みた。有機物、リン及び窒素が全て浮遊物質に含まれていると仮定し、化学的酸素要求量、全窒素、全リンの測定値を浮遊物質質量で割り、その値の推移を検討した。試料1と6が特異的に大きな値を示したが、それらを除くと本流ではリン、窒素の含有率はほぼ同一レベルである。詳細に見るとリンと窒素がわずかながら増加傾向にあり、下流に伴って浮遊物質中の栄養塩が富んでくると見える。有機物は含有率が低下する領域（7～9）もあった。支流の値は各々大きく異なり、下流に合流するものほど含有率が大きくなっていた。

引用及び参考文献

- (1) 村松隆, 國井恵子, 高取知男 1999 環境教育の河川利用 - 河川中の指標物質の探索 - 宮城教育大学環境教育研究紀要 2, 45 - 48
- (2) 佐藤芳徳 1997 新潟県名立川の水文環境 上越教育大学研究紀要 16, 2, 631 - 637
- (3) 上越市環境企画課 2007 平成19年度版上越市の環境
- (4) 日本規格協会 2003 JISハンドブック 53 環境測定 II 水質
- (5) H. H. Rump 1999 Laboratory manual for the examination of water, waste water and soil (3rd. ed.) Wiley-VCH 94-96
- (6) 高木誠司 1972 定量分析の実験と計算（改定版）第二巻 271
- (7) 半谷高久, 小倉紀雄 1995 水質調査法（第3版）丸善 230
- (8) 日本分析化学会北海道支部編 1994, 水の分析（第4版）化学同人 238

A Conspectus of the Water Quality of Shouzenji River in Niigata Prefecture

— As one of the basic data to utilize a small river for an environmental education —

Chikako YAMASHITA * · Shouichirou ARAKAWA ** · Hiroshi SHIMOMURA ***

ABSTRACT

The change of the water quality along its course was investigated in Shouzenji river flowing in Niigata prefecture. The physico-chemical parameters like temperature, pH, conductivity, transparency, dissolved oxygen, suspended solid, ionic silica, hardness, chloride ion, total nitrogens, total phosphorus, chemical oxygen demands were measured and analyzed. The chloride ion concentrations were considered to provide a good indices of small river water quality.

* Suda Elementary School, Kamo City, Niigata Prefecture

** Joetsu University of Education (Master's Program)

*** Natural and Living Science