

## 環境教育のための河川利用 [2] - 広瀬川本流と支流の学習 -

村松 隆\*・森田衣子\*\*

広瀬川の本流域（関山、作並宿、白沢、滝の瀬、牛越橋）と支流域（新川、青下川、大倉川、芋沢川）の水質調査を行った。作並宿流域と芋沢川流域における温泉水の混入は、河川水の導電率を高め、広瀬川水質の流域特性を現す主要な要因となっている。新川は上流域における本流の導電率を低下させ、白沢地区における青下川と大倉川は本流の導電率変化にほとんど寄与していない。青下川と芋沢川の化学的酸素要求量は他の流域の値に比べて高い。さらに、芋沢川は温泉水（赤坂温泉）の流入によって高い導電率を示し、下流の水質に影響を与えている。導電率と化学的酸素要求量は、本流水質に及ぼす支流の効果や働きなどを学ぶための重要な指標である。

キーワード：環境教育・広瀬川・水質調査

### 1. はじめに

前報<sup>1)</sup>では、宮城県内の主要河川である広瀬川、名取川、七北田川の水質調査を行い、河川中の物質の探索と環境教育への利用を検討した。ナトリウムイオン、塩化物イオン、カルシウムイオン、硫酸イオンは、これら河川に共通した主要イオン成分で、流域によって濃度が異なり、流域の自然を理解する上で有用である。さらに、広瀬川本流の源流域より下流域における水質調査<sup>2)</sup>では、イオン成分以外に、導電率、溶存酸素、化学的酸素要求量、硬度などの指標値も、流域の自然環境に依存して変化し、河川学習に活用できることが確かめられた。

本報では、広瀬川本流以外に支流についても水質調査を行い、本流と支流の特徴を把握し、本流水質に及ぼす支流の働きなど、河川の実態に関する環境学習への利用を検討した。

### 2. 水質調査

図1に広瀬川の調査地点を示す。本流として関山（源流）、作並宿（上流）、白沢（上流）、滝の瀬（中流）、牛越橋（中下流）の5箇所、主要な支流として、新川、青下川、大倉川、芋沢川の4箇所を選んだ。測定項目は、水温、pH、導電率、含有イオン（ $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ ）、溶存酸素（DO）、生物化学的酸素要求量（BOD）、化学的酸素要求量（COD）である。調査は平成12年7月より10月まで、毎月1回の割合で、比較的安定した天候条件の下で行った。



図1. 水質調査地点

\*宮城教育大学附属環境教育実践研究センター，\*\*宮城教育大学生涯教育総合課程自然環境専攻

また、牛越橋では、日の出から日没まで、1時間おきに水温、pH、溶存酸素、導電率を測定した。

### 3. 調査結果

#### 3-1. 牛越橋での定点測定

牛越橋における日の出から日没までの定点測定結果を図2に示す。水温、pH、溶存酸素は、明け方頃より上昇し、15時から16時頃をピークに下降に転じている。pHと溶存酸素の変化は、河川水中植物による光合成効果によるものであり、リモートセンシングで調べた水田水（田尻町）の場合<sup>3)</sup>とよく似た変化を示している。河川が水田水と異なり流水系であるにも拘わらず、光合成効果を明瞭に観測することができ、植物と河川との関わりを理解する学習に活用できることが分かった。

河川水質は、様々な環境因子の影響を受けて変化している。一日の中で影響を受ける指標は、水温、pH、溶

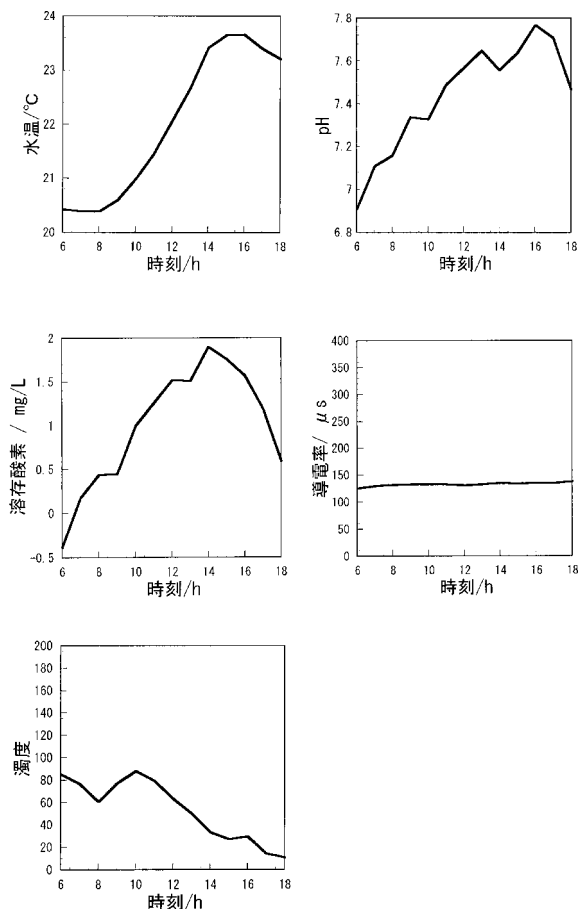


図2. 牛越橋における定点測定結果 (9月19日, 2000年)

存酸素、濁度である。濁度は、水量や流速などによっても大きく変動するが、導電率（イオン含有量）はほとんど変化しない。

#### 3-2. 広瀬川本流と支流の水質

図3、図4、及び図5に水質測定結果を示す。広瀬川に含まれる主要なイオンは、ナトリウムイオン、カルシウムイオン、塩化物イオン、硫酸イオンの4種類で、その他にカリウムイオン、マグネシウムイオン、硝酸イオンなどが少量含まれる。特に、ナトリウムイオン、カルシウムイオン、塩化物イオン、硫酸イオンは、周囲の環境因子（温泉や流域の地理、地質構成など）によって影響を受ける。上流域の作並温泉と中流域の芋沢川では、温泉水の流入により本流水質に特徴的な変化が認められた。関山（源流）はイオン含有量の少ない清水であるが、作並宿での温泉水の流入によりナトリウムイオン、カルシウムイオン、塩化物イオン、硫酸イオンの含有量が増加する。この結果、作並宿流域の導電率は高い値を示す（図3）。この温泉成分は、途中の新川の合流によって希釈され白沢に至る。白沢では青下川と大倉川が合流するが、これらの支流は、本流の導電率変化にほとんど寄与しない。新川が青下川や大倉川とは異なった役割をもつことが分かる。白沢から滝の瀬までの間は、イオン含有量に顕著な変化は認められないが、芋沢川の合流地点では、赤坂温泉水の流入によりナトリウムイオンと塩化物イオンの濃度が増加し、導電率も高くなる。その後、牛越橋では、本流による希釈が進み、導電率は低下する。

広瀬川のBOD値（図5）は、0.5から2.0の間で変動

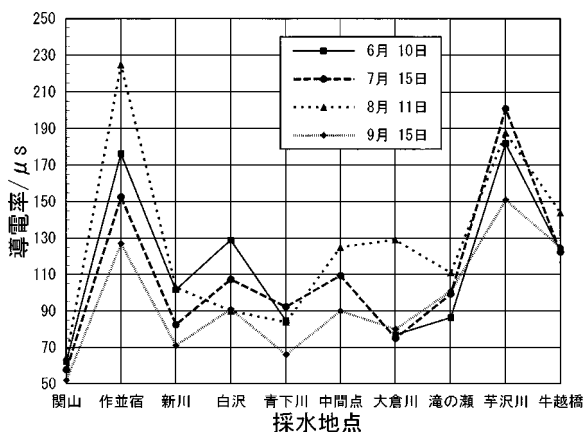


図3. 水質測定結果（導電率）

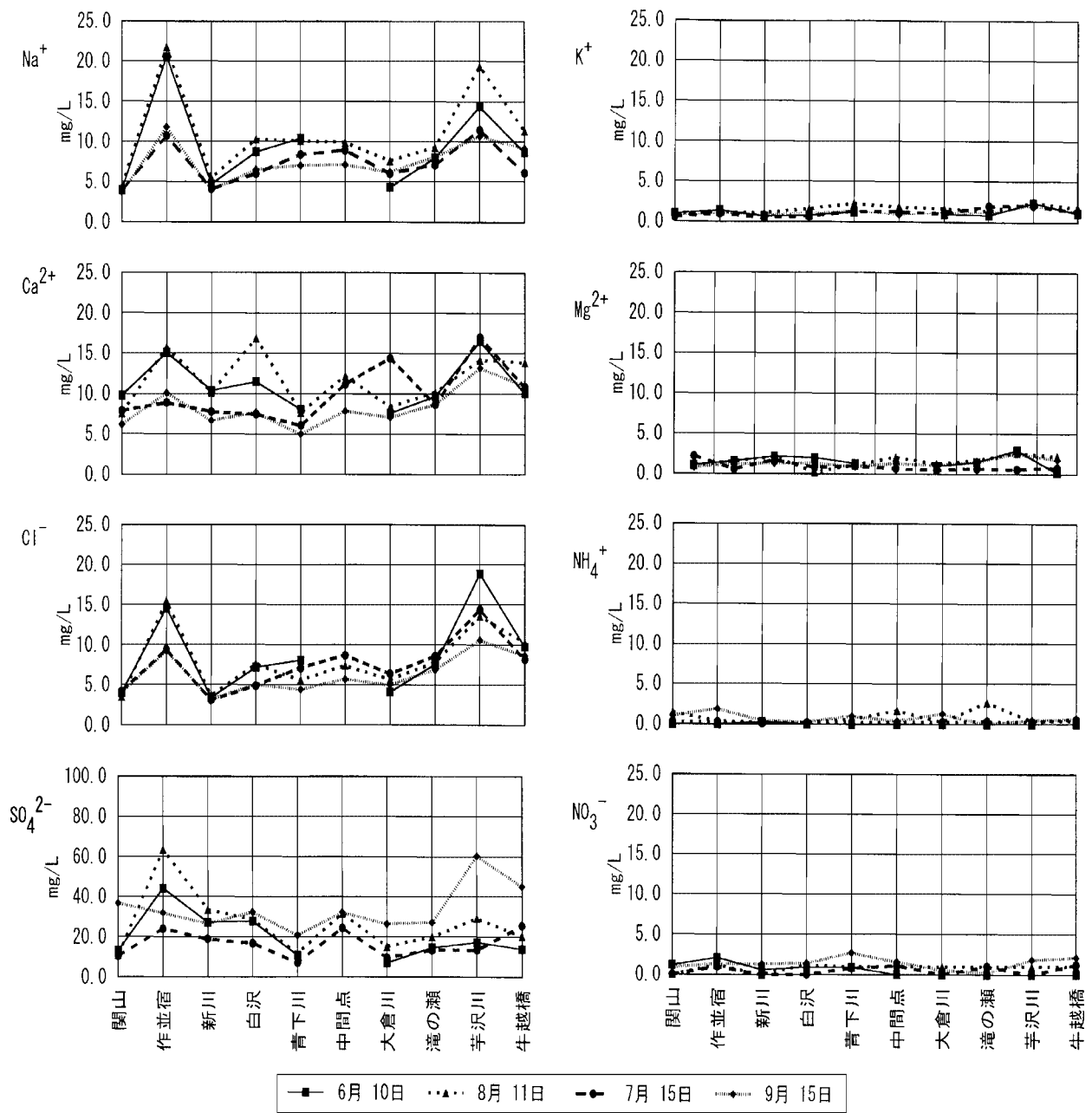


図4. 水質測定結果 (含有イオン)

している。一方、CODは、青下川と芋沢川の両支流で高い値が観測された。BOD測定結果と併せて考えると、青下川と芋沢川が生物分解しにくい有機物により汚濁していることが予想される。特に、芋沢川周辺は、土地改良や水田など人的作用がなされている地域であり、生活排水以外に、例えば水田への有機肥料や農薬等の散布など、種々な人的因子が汚濁指標 (COD) に影響を与えていることも考えられる。芋沢川は、かつて有機汚濁の大きい河川であったが、現在は、BOD値が環境基準 (3 mg/L) 以下になっている。しかし、保全の立

場からも今後、継続した監視が必要である。

芋沢川は、他の流域と異なって、導電率とCODが高い。そこで、芋沢川支流の上流部から下流部にかけて水質調査を行った。芋沢川は蒲沢川と赤坂川の2つの支流をもつので、図6に示す5ヶ所の地点 (●印) で水質を調べた。調査結果を図7に示す。図7から分かるように、赤坂川ではナトリウムイオンと塩化物イオンが寄与して導電率の高い値が観測され、他の支流に比べて温泉水の影響が顕著に現れていることが分かる。蒲沢川は温泉水の影響も幾分現れているが、芋沢上流

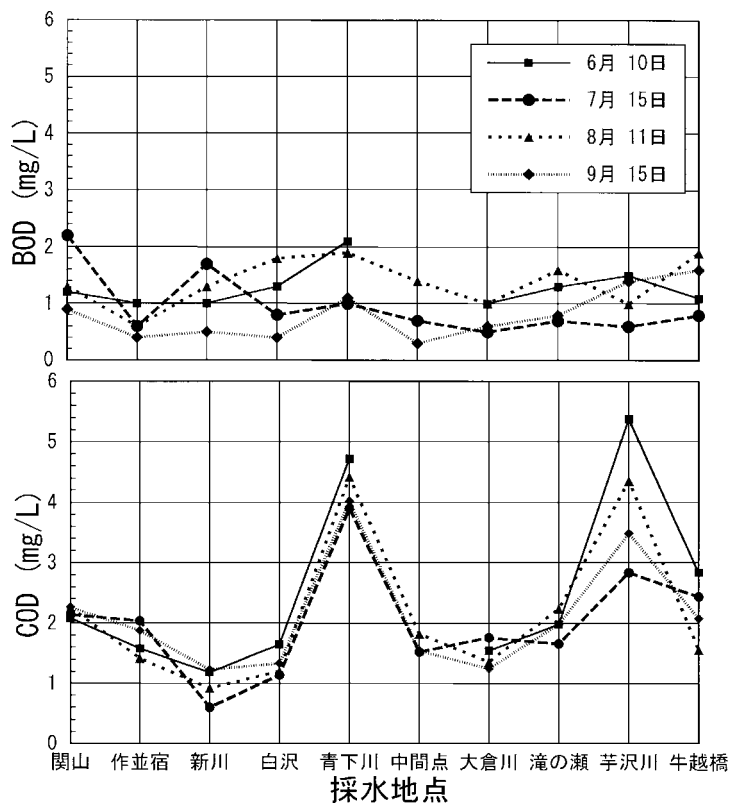


図5. 水質測定結果 (BODとCOD)

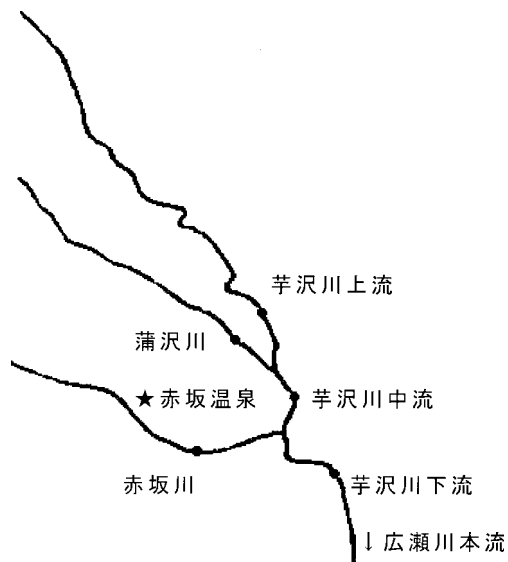


図6. 芋沢川水質調査地点  
(10月30日, 2000年)

についてはその影響はほとんどみられない。化学的酸素要求量については、蒲沢川と芋沢川中流での値が広瀬川本流の値に比べて幾分高くなっている。

#### 4. 河川学習への利用

広瀬川の本流と支流の水質調査により、本流水質に及ぼす支流の働きが流域によって異なることが分かった。これは導電率測定やCOD測定で簡単に確かめることができる。その働きの違いの要因を、自然発生源と人為的起源に結びつけて考察することができ、河川の自然や人との関わり方の学習に役立つ。CODは、広瀬川の特徴を表しており、学校教育の中でも取り上げることのできる指標の一つである。COD測定については、小中学校でもよくパックテストが行われている。パックテストは、初心者向けの簡便な方法であるが、広瀬川のCOD値は概して低いので、本流と支流の違いを調べる目的にはあまり使えない。実際に行った広瀬川のパックテストでは、流域による違いはほとんど認められなかった。本来、COD測定には、JIS規格に基づく分析法が適していると思われるが、操作に熟練が必要で、学校での実践には、より簡便な手法の検討が望まれる。たとえば、中学校レベルの実験には、JIS法による操作手順を簡略化した簡易分析法<sup>5)</sup>やCODメータを用いた方法などが適当である。

現在、広瀬川を用いた環境学習を展開している学校

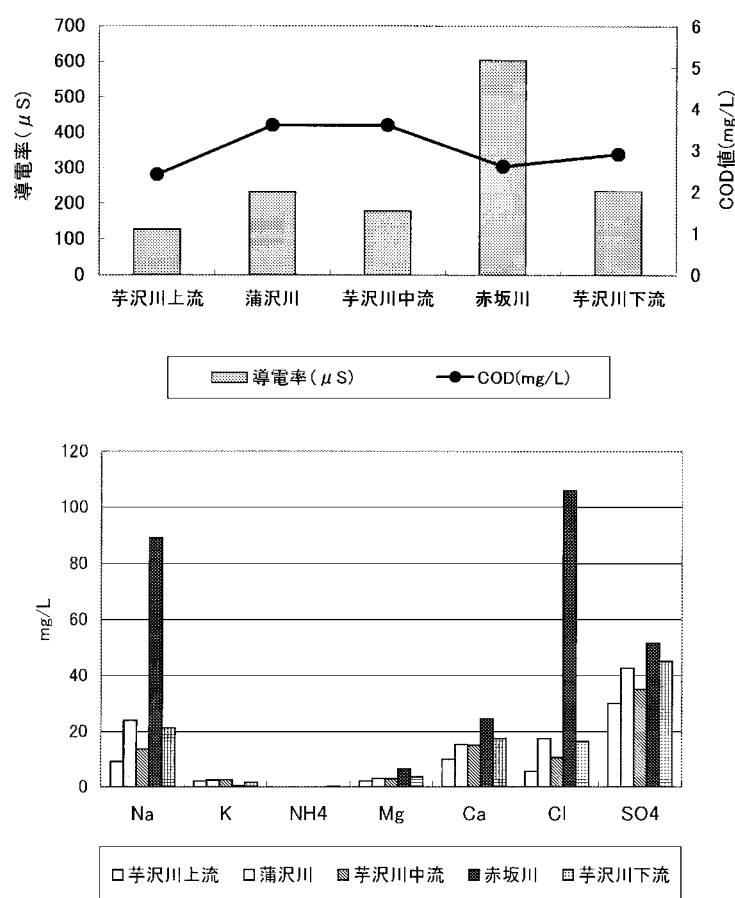


図7. 芋沢川水質調査結果

はそれほど多くはなく、学区内に広瀬川がある場合がほとんどである。学習内容も、水生昆虫や河原の石などを題材にしたものが多く、水質調査も生物調査に補足する手段としてパックテストによる調査がほとんどである。本来、水質調査は環境評価を定量的に行える特徴をもっている。指標項目をうまく選べば、自然水の浄化と循環、河川の仕組みと役割、川と生きもの、川と人との関係など、広瀬川を多くの環境学習に役立てられる。本研究における水質調査から、広瀬川環境学習に役立つ物質科学的要素を大きく2つにまとめることができる。

(1) 温泉水の影響

温泉成分を環境指標として、導電率などの簡単な測定から、目には見えない「イオン」という物質が自然の水の中に多く溶けていること、そのイオンが流域の水質に影響を与えていることなど、流域の性格や特徴を学びとることができる。

(2) 広瀬川の支流の働き、人為的影響

新川は、関山源流と似た水質の清水である。一方、芋

沢川は、人為的影響の大きい河川である。両河川の質の違いは、河川学習を進める上で有用な素材となる。しかも、芋沢川水質調査は、河川に及ぼす人の働き（たとえば、水田と河川との関係、農薬の投与、富栄養化とその影響、土地利用による自然の改変、汚染がもたらす環境影響、自然の修復力など）を類推する学習に役立つと考えられる。

5. 実践活動

仙台市内中学校生徒（科学クラブ生徒10名、担当教諭1名）を対象に、夏休みを利用して2日間にわたって広瀬川水質調査を行った。調査地点は、広瀬川上流の作並宿、白沢、芋沢川合流地点、及び牛越橋である。1日目は、教室において広瀬川水質の概要と調査方法の説明を行い、2日目に現地における調査を実施した。調査項目は、pH、導電率、溶存酸素（DOメータ）、化学的酸素要求量（CODメータ）である。

生徒による観測結果は次のようであった。①作並宿での導電率は他の流域に比べて最も高く、支流が合流

し下流（白沢）に進むにつれて次第に値が低くなっていく。②芋沢流域付近の導電率は高く、牛越橋では低く観測された。③pHはメータ値、試験紙ともおよそ中性を示し、流域による違いは認められなかった。④溶存酸素はいずれの流域でも大きな違いは認められず、およそ飽和溶存酸素量に近い値が観測された。⑤化学的酸素要求量は芋沢川で高い値が観測され、その他の流域では低値であった。

広瀬川には多くの導電性物質（イオン）が含まれており、川の流域によって含有量が異なること、広瀬川の豊富な水量と速い流れの中で、導電性物質が希釈され、支流の役割をはっきりと認識させることができた。また、芋沢川でのCOD測定は、下流の水質に影響を与えることなど、人との関わりを考察する学習に役立てられた。

以上の取り組みは、中学生を対象とした「河川の仕組み」に関する学習の試行として行ったもので、広瀬川の特徴である温泉成分に着目し、その含有量変化を適当な流域で調査することで、身近な河川の仕組みや働きを実感させることができた。

本研究は、宮城教育大学環境教育実践研究センタープロジェクト研究「水環境に関わる実験観察法のファイル化と学校での教材開発」の補助と、河川情報センター研究開発助成を受けて実施したものである。関係者各位にお礼申し上げる。

## 参考文献

- 1) 村松隆、國井恵子、高取知男、環境教育のための河川利用—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巻、pp. 45-48 (1999).
- 2) 村松隆、國井恵子、広瀬川の水質分析—水質と環境教育—、宮城教育大学環境教育研究紀要、2巻、pp. 49-55 (1999).
- 3) 見上一幸、村松隆、岩渕成紀、國井恵子、中澤堅一郎、加藤忠、斎藤智、野外フィールドのリモートセンシングと自然環境教育I、宮城教育大学環境教育研究紀要、1巻、pp. 23-32 (1998).

- 4) 工場排水試験方法、日本工業規格JISK0102(1993).
- 5) 村松隆、環境水に関する実験—有機汚濁とその指標、宮城教育大学理科教育研究施設年報、31巻、pp. 23-29 (1995).