

河川環境資源の活用と地域活性化に向けた活動 (最上川流域において)

山形県 米沢中央高等学校・科学部

1. はじめに

人々は、絶えず水の傍で生き続け、文化を紡いできた。科学部は、もっとも大切に身近な水を研究対象に掲げ、部の創設以来38年にわたって調査研究を続けている。すなわち河川、湖沼、地下水などのいわゆる陸水と呼ばれる水を中心に、様々な角度から探究してきた。その関連分野は測量、地質、水質(水文)、気象、化学分析、生物など広範囲におよぶ。また調査範囲は、北は岩手県八幡平から南は福島県磐梯山まで、東北各地をフィールドとしてきた。とくに東北地域の火口湖の調査研究では7火山(岩手山、栗駒山、鳥海山、御所山、蔵王、吾妻、磐梯山)12湖沼、河川では秋田県玉川温泉を抱える雄物川水系、山形、宮城、福島3県にまたがる蔵王、吾妻両火山周辺の河川など広範囲におよぶ。そのほか山形県内を中心とした各地の湧水調査も進めている。このようななかで、常に活動の根底に据えてきたのが地域の河川研究である。とくに県民の母なる川「最上川」の最も上流域で生活する自分達にとって、最上川流域全体を調査研究し、問題点を見い出して解決へ向けた活動をすることこそが、次代を生きる自分達に課せられた大きな目標と受けとめてきた。とくに近年は最上川の水質調査とともに景観の見直しと河川環境改善に重点をおいている。

2. 調査研究の方法

2-1. 測定・化学分析の方法

研究方法の一つに、現地調査と合わせて水中に含まれる各種物質の化学分析を重要視してきた。その方法を列記すると次のようになる。

測定項目		測定・分析方法
現地調査	湖盆計測、河川水深、調査地点計測等	トランシットレベル、音響測深器、鉛錐、携帯用GPS
	気温	棒状水銀温度計
	水温	棒状水銀温度計と電導度計を併用
	流量	流速計による流速と断面積を乗じて算出
	pH, R _p H	pH比色計(SZK)
	電導度	電導度計(東邦電探EST-3型とセントラル科学UC-35型)
	濁度	携帯用濁度計(Hach社2100P型)
	透明度	透明度板(Secchi disk)を使用
化学分析	DO(溶存酸素)	現地で固定しWinkler法で分析
	T-Re(全蒸発残留物)	110℃送風定温乾燥の後デジタル分析天秤で計量
	Na ⁺ , K ⁺	原子吸光光度計で測定
	Ca ²⁺ , Mg ²⁺	デジタルビューレットを使用し、EDTAによる滴定法と原子吸光光度計
	Fe	分光光度計によるオルトフェナントリン法
	Cl ⁻	分光光度計によるチオシアン酸第二水銀法
	SO ₄ ²⁻	分光光度計による硫酸バリウム比濁法
	SiO ₂	分光光度計によるモリブデン黄法
	PH ₄ .3Bx(アルカリ度)	デジタルビューレットを使用した滴定法
	COD(化学的酸素要求量)	過マンガン酸カリウムによる常法
	PO ₄ ³⁻ (リン酸)	分光光度計によるアスコルビン酸法
	NO ₃ ⁻ -N	分光光度計によるカドミウム還元法
	界面活性剤(洗剤)	Detergent試薬による比色
	TOC(全有機炭素)	全有機炭素計(島津TOC-5050A)

2-2.最上川本流の水質・景観一斉調査

河川は流域の様々な性状を反映し、連続的に流れていくものである。したがって、陸上からの単な

るポイント調査では、本来の河川を知るのに、おのずと限界がある。また、最上川はかつて舟運で栄えた河川でもあり、現在でも舟で流下すること

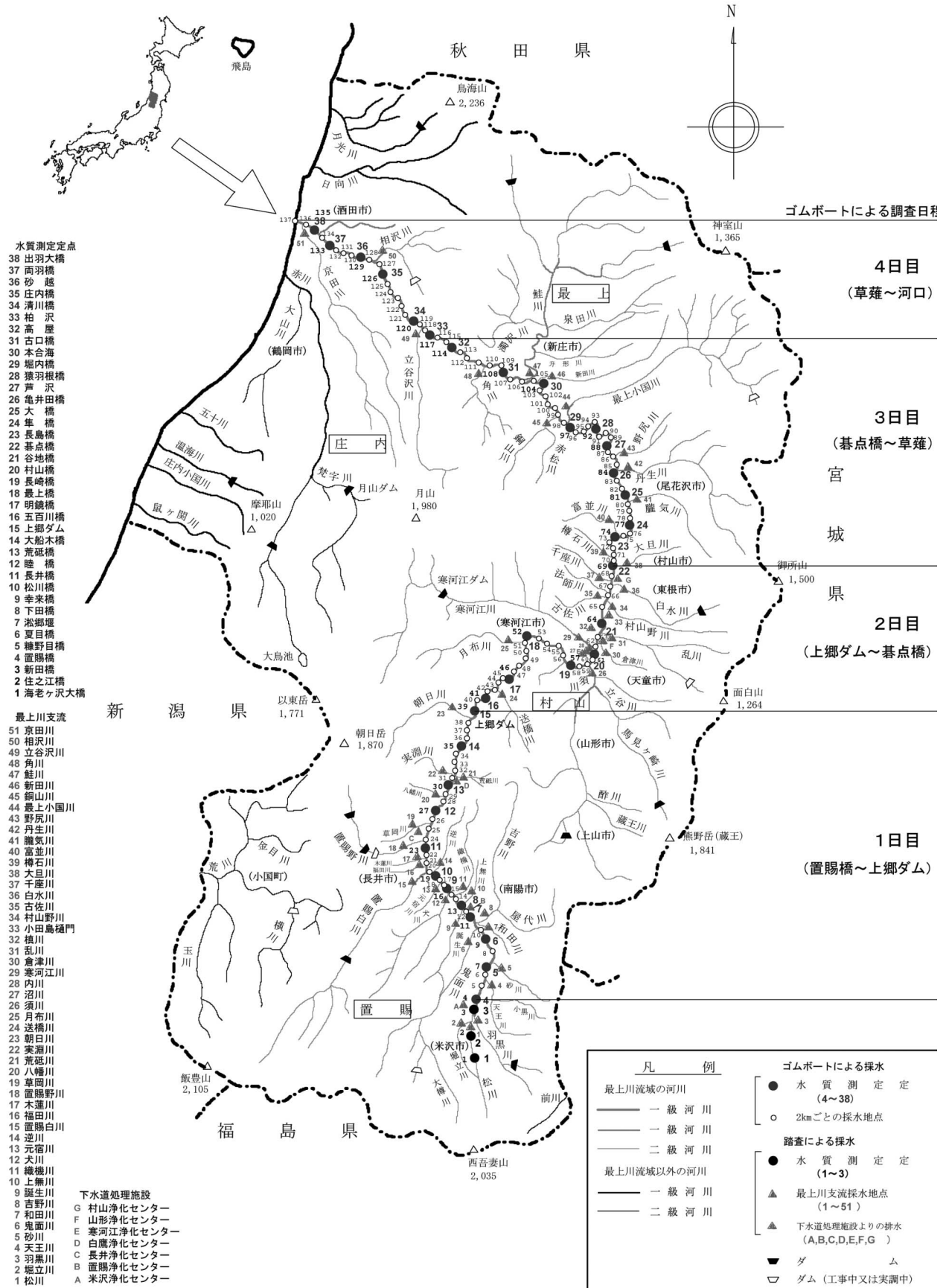


図1 最上川調査 採水位置図

が可能なのではと考えた。そこで詳細な下見と慎重な検討を重ねた結果、1993年以降は、毎年7月下旬（一学期終業式の翌日から）に3泊4日をかけ米沢から酒田まで幹川流路長の90%にあたる205kmをゴムボート（船外機付きレスキュー用）で流下している。その採水位地図を図1に掲げる。すなわち35の定点（主要な橋が目標）で採水と現地観測おこない、途中の景観調査も同時に実施した。あわせてマスコミを通したり、川面のボートから流域の市民へ河川愛護を訴えてきた。さらに出発点の上流にあたる1.海老が沢大橋、2.住之江橋、3.新田橋の3箇所は出発当日に車で回って調査採水を行っている。この38ヶ所については20項目の測定分析のほか重金属など必要に応じて数項目の確認分析を実施した。さらに2000年からは水質汚濁に関わる濁度、 Cl^- 、 PO_4^{3-} 、 $NO_3^- - N$ 、CODの各項目について、携帯用GPSによる現場測定と5万分の1地形図（国土地理院）の照合により2km間隔で採水し、先の定点とあわせて総計137地点での測定・分析を行っている。なお採水にあたっては、各地点における水質を代表させるため、主流中央部での採水に心掛けた。なお1993年より以前は車を利用して、およそ5～10年ごとに、米沢から酒田までの調査ポイントを回り採水と現地測定をおこなった。さらに代表的な支流（38～51河川）についても、天候の最も安定した秋季に流量と水質の調査をし、同時に最上川本流沿いの下水道浄化センター（6～7箇所）からの放流水の流量・水質も調査した。さらに最上川上流域最大の都市・米沢市の市街地を流下する堀立川と郊外の水田地帯を流れる誕生川において、月2回の流量、水質の定点観測ならびに1時間毎の一昼夜観測を3年以上継続している。なお調査方法は国土調査法水質作業規定準則におおむね従い、化学分析は科学・学術研究として一般に受入れられている方法を用いた。そして分析結果の確認は、通常の学術研究でも受入れられているイオンバランス誤差5パーセント内に収まるまで検討と再分析を繰返した。その他、本川唯一のダム湖（上郷ダム）の測量ならびに水質調査を実施した。

3. 最上川の概況

最上川は、その流域（流域面積7,040km²）の全てが山形県一県に収まり、本川の長さが229kmで、



写真1. ゴムボートによる調査風景

一県一河として我国最大級である。その源流を南部県境に横たわる吾妻山系に発し、北流を続けながら県土を縦貫する。やがて大きく西に向きを変え、庄内平野を横切って日本海に達する。この間5つの盆地と、5箇所の狭窄部を交互に通過する（図1）。したがって景観は庄内平野に入るまで上・中流的な様相の繰返しである。そして支流や狭窄部よりもたらされる砂礫は、盆地部に堆積し、下流まで運ばれにくい構造になっている。ちなみに300～400年前の舟運時代に難所として恐れられた狭窄部の河床には、当時開削した水路が、いまでも埋没することなく残っており、現在も観光舟下りの水路として活用されている。流域の形状は一次支川がほぼ均一に分布する羽状流域をなす。河床勾配は米沢盆地で約1/300、白川合流付近で1/1700、最大の狭窄部である五百川峡で1/600、山形盆地で1/2000、出羽丘陵を横断する先行谷が

表1. 流域の形態に関する計測値

流域面積：7040km ²	本川流路延長：229km
平均幅員：30.7km	形状係数：0.134
河川密度：0.37km ⁻¹	



写真2. 舟運時代の難所・五百川峡谷を下るボート

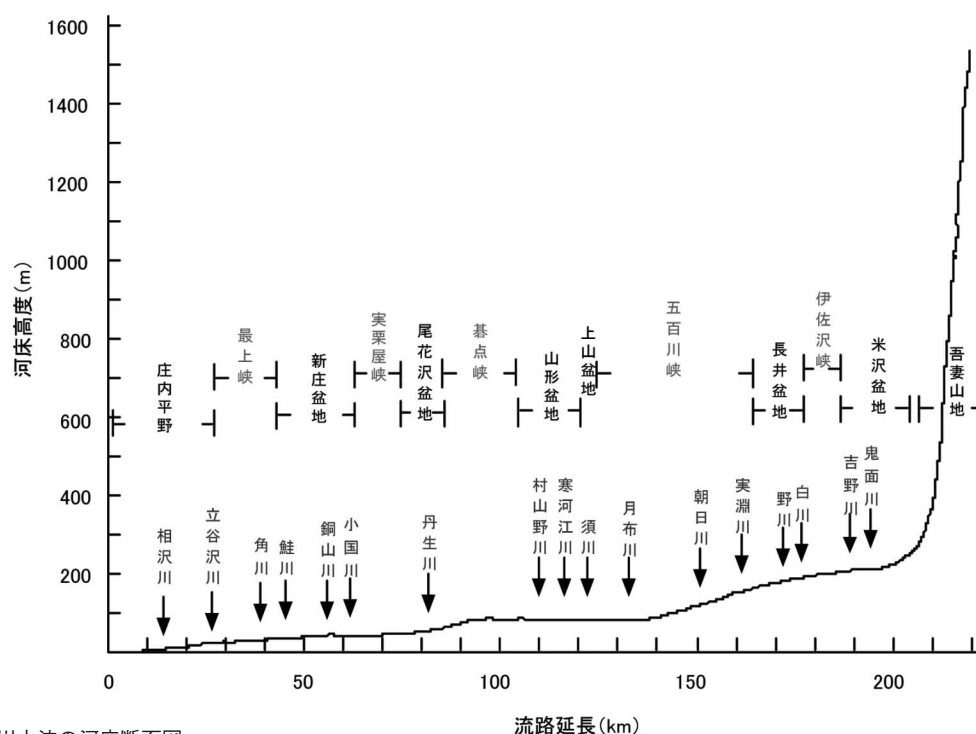


図2. 最上川本流の河床断面図

らなる最上峡で1/1000、そして河口付近で1/1700となる。とくに流域の急増する場所は、全流程の15%地点（白川合流）、45～50%地点（須川、寒河江川合流）、70～75%地点（小国川、鮭川合流）の3箇所に現れる。これらの支川の源流には我国でも有数のブナ帯森林の塊が分布し最上川の豊富な水量維持(全国4位)に重要な役割を果たしている。ちなみに山形県におけるブナの天然林は13万6千ヘクタール(県土の14.6%)を占め全国一の面積となっている。

4. 最上川における水質組成の変遷

最上川は全長229kmの大きな河川である。したがって源流域の米沢市から河口域の酒田市まで流下するなかで、各流域の影響を受けて水質も変化していくのは当然である。そこで主な溶存成分を当量濃度に換算し、カチオン、アニオンの大小関係から推定した最上川本流の化学組成について、これまでの調査結果を並べ比較検討したのが図3である。ただし、これまでの調査のなかでも、できるだけ天候が安定し、条件の似通った年を選出して比較した。

これによれば30年ほど前の1978年時における最上川本流の水質パターンは、まず上流域の米沢盆地と中流域にあたる山形盆地の一部が火山による

酸性水の影響を反映した水質組成(Ca^{2+} - SO_4^{2-} 型)を形成し、その間にあたる最上川最大の狭窄部である五百川峡谷を中心とする周辺が比較的自然な状態に近い水質組成(Ca^{2+} - HCO_3^- 型)となる。さらに最下流域の庄内平野は、風送海塩や油田塩水の影響を受けた水質組成(Na^+ - Cl^- 型)となり、その上流部にあたる新庄盆地周辺は流域の食塩泉の影響による Ca^{2+} - Cl^- 型となる。つまり流下とともに5段階に変化するのが最上川本来の水質形成といえる。

しかし、近年は Na^+ 型が大きく広がり、これまでにない水質タイプを見せている。これは流域における利水の絶対量が増し、それだけ人為的影響を受けた Na^+ - Cl^- 型や Na^+ - HCO_3^- 型の水量比率が増してるものと考えられる。なお2006年は、原流域にある旧硫黄鉱山の影響が降水により一層促進され上流域において Ca^{2+} 型が広がったものと見られる。さらに本流の水質形成に大きな影響をあたえる主要な支流について、本流との合流点に近い場所で現地調査と採水を実施し、本流と同様の化学分析を行った。この結果、主要溶存成分の当量濃度から算出した支流の水質組成は表2のようになる。ただし Na^+ 型が最も広がった2001年の結果でみる。

表から読み取れように、38河川中22河川が

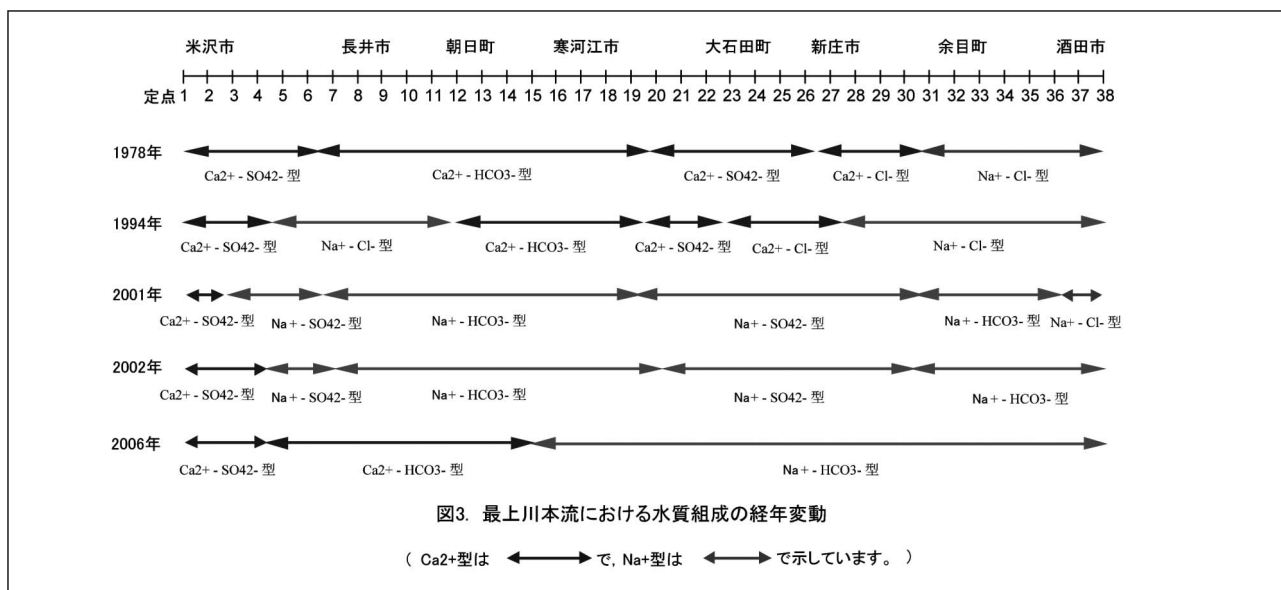


図3. 最上川本流における水質組成の経年変動

表2. 最上川水系における支流の溶存主成分（2001年）

溶存主成分	支流番号（図2の最上川採水位置図における支流番号）
$\text{Na}^+ - \text{HCO}_3^-$	22河川（3, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 15, 18, 23, 25, 29, 38, 40, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51）
$\text{Ca}^{2+} - \text{HCO}_3^-$	12河川（6, 9, 16, 17, 19, 22, 28, 31, 32, 33, 36, 49）
$\text{Ca}^{2+} - \text{SO}_4^{2-}$	2河川（26, 34）
$\text{Na}^+ - \text{SO}_4^{2-}$	1河川（30）
$\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$	1河川（41）

$\text{Na}^+ - \text{HCO}_3^-$ 型を示し、他の水質組成を圧倒している。とくに上流域と中流域の支流に多いのが目立つ。ちなみに30年前の1978年の支流調査では17河川中10河川が $\text{Ca}^{2+} - \text{HCO}_3^-$ 型を示し、 $\text{Na}^+ - \text{HCO}_3^-$ 型はわずかに2河川であった。そして $\text{Ca}^{2+} - \text{HCO}_3^-$ 型の10河川のうち、2001年には7河川が $\text{Na}^+ - \text{HCO}_3^-$ 型に変わっており、支流自体での Na^+ 型の拡大が伺われる。つまり支流における何等かの人為的影響が増しており、それが本流の水質形成に反映されていると考えられる。

5. 最上川におけるCOD(化学的酸素消費量)の変遷

最上川本流の水質組成には人為的影響による変化がみられる。そこで有機物汚濁の指標と関係の深いCOD（化学的酸素要求量）について解析する。いま最上川本流を2km間隔で採水し、先の38ヶ所の定点と合わせて総計137地点で測定分析した

CODの結果（2001年）を図4に掲げる。これによれば米沢市街地上流から酒田市の河口まで全流程137地点全てで 2mg/L 未満の値を示し、最高でも流れの停滞する上郷ダム（本流にかかる唯一のダム）におけるダム湖（定点の15地点）の 1.75mg/L にすぎない。

降雨の影響を受けない時期に限っているとしても、これだけの流域人口を抱える大河川としては比較的低い値に収まっている。すなわちCOD値から見た最上川は良好な状態にあると言える。さらに流程による変動を詳細に見ると、米沢市街地の upstream では 0.1mg/L の極めて低い値を示し、生活排水の加わる市街地下流部で一気に急増する。そして流下とともに周辺地域の支川を合わせながら増加を続け、下田橋と幸来橋の間（定点の8～9地点）でピークの 1.68mg/L に達する。注目すべきは、この地点のCOD値が全流程中で最も高くなる傾向にある。今後、最上川の水質改善を考える場合、この地域における負荷のメカニズムを明らかにすることは極めて重要なことと考えられる。ただ幸いなことに、このような上流部の汚れも最上川最大の狭窄部である五百川峡谷（定点の13～18地点、約40km）を流下することで低下する。これは峡谷部における清流の流入や流域からの負荷の減少、さらに生物的浄化や空気との混合による、いわゆる自浄作用が効果的に発揮するためと考えられる。この結果、上流域の負荷が中流部の村山盆地にはストレートに運ばれていない。そして再び村山盆地から新庄盆地にかけて増加するものの最上峡が

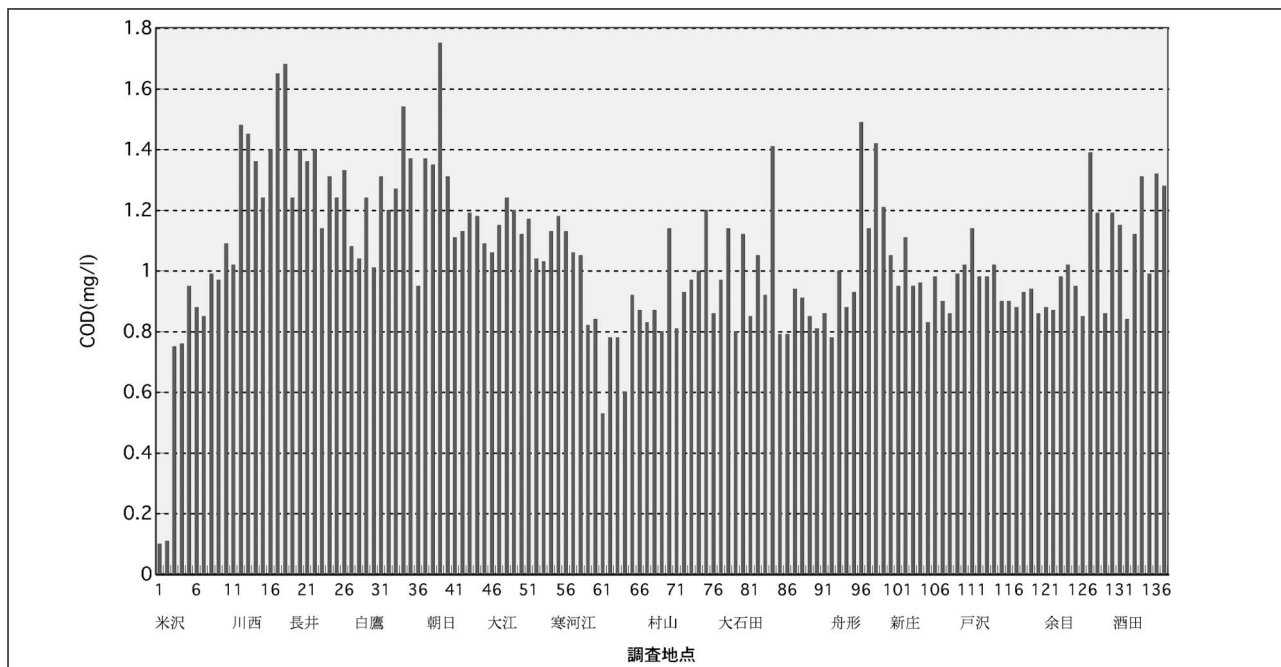


図4. 最上川本流のCOD (2001年7/25～28)

ら庄内平野の入口で減少し、日本海に達する。全体としては盆地と峡谷の連なる独特の地形により最上川の水質は極端な悪化を免れていると言える。つまり最上川は峡谷部を通過することで再生しているとも言える。

ここで最上川本流における過去50年におけるCODの経年変動を、過去の調査結果と合わせて見ることにする。いま分りやすいように上流部、中流部、下流部それぞれの各流域を代表する3ヶ所の定点、すなわち幸来橋（図2の9地点）、明鏡橋（17地点）、庄内大橋（砂越）（36地点）における経年変

化を示したのが図5である。これによれば、いわゆる高度経済成長期にあたる1960年代から1970年代は3地点とも高い値を示し、全流程にわたって汚れがひどかったことが分る。とくに上流部では6mg/Lを超えており、一層汚れが目立っている。しかし、いわゆるオイルショック後の1980年前後から1990年にかけては減少傾向をたどり、現在は1960年のレベルと同程度で推移している。これは工場排水の改善や法的規制、さらに下水道の整備などにより河川に対する汚濁物質による負荷の減少が大きいと見られる。

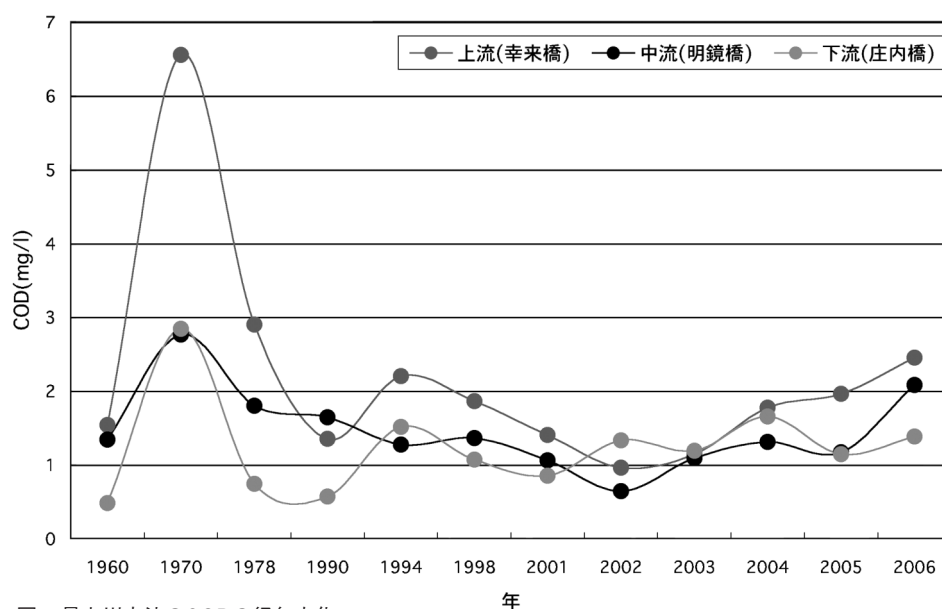


図5. 最上川本流のCODの経年変化

6. 啓蒙・啓発に向けたボランティア活動

1) このような長年の調査を単なる高校生の研究活動に終らせることなく、最上川のさらなる河川環境改善と郷土の大河川の積極的な活用に向けて一般市民向けの冊子を出版して無料配付を続けている。内容は最上川水系における水質の変遷と現状を科学的に解説するとともに、ゴムボートからでないと見られないような貴重な景観を多くの写真で紹介している。「母なる川・最上川の水質」(B5版、55ページ)、「最上川の水質2006」(B5版、23ページ)を、これまで学外の一般市民に対して2700部ほど配付している。



写真3. 最上川の冊子

2) 部員による河川清掃

科学部が所有する機材(ボート等)や自作の熊手を使い、陸上からでは撤去しにくい河岸林に絡まるビニール類、淀みに浮遊するプラスチック類、岸辺に散乱するゴミなどを拾集している。このことは、科学部単独で行うほかに地域のNPO(県民ネット最上川)と連携して市民も参加して毎年実施している。場所は最上川上流部20km区間である。



写真4. 河川清掃(2005年3月)



写真5. 河川観察会(2005年9月)

3) 河川観察会

最上川流域の各地を会場に毎年開催しているNPO県民ネット最上川主催の河川観察会において、幼稚園児から高齢者までの一般市民をゴムボートに乗せて案内したり、パックテストによる水質検査の指導を科学部員が担当している。これまで12回の河川観察会で約600名ほどの一般市民がボート体験をし、最上川への関心と河川愛護を働きかけている。とくに次世代を担う子供達には人気がある。

7. さいごに

40年間にわたる調査研究資料は地域における極めて重要な資料でもあり、市民から大きな期待と支持を受けている。また最上川は全国でも名立たる舟運文化が花開いた河川でもあり、300年以上も前に開削された最上川の舟運水路は、現在もほぼ完全な状態で残っている。ある意味では最上川の大きな文化遺産でもあり、現在も最上川の浄化作用に重要な役割を担っている。今後は、この舟運水路の深さ、幅、位置取りなどの測量により、その立体構造を明らかにして歴史的河川構築物を再発見し、地域の活性化につなげていく。

顧問教諭 佐藤五郎 井上俊和

部員名

我妻智彦	吉岡大敏	小杉明寛
齋藤椋太	佐藤心利	佐藤大介
鈴木朝彦	高山寛史	藤崎仁人
真島寛和	濱田龍一	渡辺隆晃
青木卓未		