

美々川流域の樹林帯における水質環境と自然再生に向けて

石川 靖 柳井 清治* 工藤 ゆり子** 神代 淳一**

要 約

開発により損なわれた生態系や自然環境を取り戻す目的で施行された自然再生推進法を受けて、北海道が主体となって美々川とその流域の再生に取り組むこととなった。筆者らも委員会に参画して課題と問題点の検討を行った。その過程において、流域の樹林帯における水環境と土地利用の変化について調査を行った。その結果、樹林帯に寄与する河川水、土壌表面水、土壌中の間隙水においては、硝酸態窒素(NO_3^-)とリン酸態リン(PO_4^{3-})が栄養塩の主成分を占めていたことが明らかになった。自然再生に向けては、信頼できるデータがある1960から1970年代にあった自然環境への復元を再生目標時期とすることで委員会の合意を得た。

key word: 自然再生、樹林帯、間隙水、表面水、栄養塩

1. はじめに

北海道には、釧路湿原やサロベツ湿原を始め多くの湿原があるものの、戦前戦後の開拓政策により、開発された結果、完全に消滅したか、部分的に残っても水文や生態系的に大きく変化をなしたものは少なくない。湿地や湿原は高い生産性と共に多様な生物種が生存する特徴的な生態系であり、近年はラムサール条約等により水鳥の棲息地として国際的にその保全とワイズユースが求められている¹⁾。

このような状況下において、1997年に改正された河川法では、これまでの治水、利水に加えて河川環境の整備と保全が記載されている。また、2003年に施行された自然再生推進法（以下推進法）では、過去に損なわれた自然環境を取り戻すため、関係行政機関や地方自治団体、地域住民、NPO、専門家など地域の多様な主体が参加して、自然環境の保全、再生、創出等を行うことが目的とされている。これに伴い、国管理の区域に属する釧路湿原やサロベツ湿原では自然再生協議会が組織され、自然再生の方向や構想について議論がされてきている。これに合わせて、地方公共団体管理の区域についても、同様に自然再生を議論することが望まれてきている。

北海道が管轄する河川流域においても多数の湿原がある中で、美々川とその流域を対象に再生事業に取り組むこととなった。同時に編成された委員会に加わった筆者らは、調査研究として湿地帯における樹林が有する水質環境機能について検討した。本報では、その結果と委員会において人為開発により発生した問題点から再生に向けて議論到達した方向性と提言内容についても報告する。

*北海道工業大学創生工学部、**北海道工業大学工学部

2 美々川及び流域の現状と課題

2.1 美々川流域の特徴

石狩市から南へ、札幌市、千歳市、苫小牧市と経由して太平洋に至る地帯は石狩低地帯と呼ばれ、その南部に位置する美々川とその流域は、放水路計画等の開発²⁾の波にさらされることがあったにもかかわらず、地元関係者を中心に環境が維持され、原始と言われる姿を今日まで留めている。また、下流部に位置するウトナイ湖はラムサール条約登録湿地であり、国際的な基準による重要野鳥成長地にも選定されるなど、豊かな自然環境を有している³⁾。

美々川は、その源を右岸に位置する千歳湖と左支川源流部の湧水群に発し、途中でオホコツ川、美沢川、ペンケナイ川、パンケナイ川、ポンウェンナイ川、丹治沼川などの支流が合流して、流域で湿原を形成しながら直線的に流れてウトナイ湖に注ぐ、流域面積117.7km²、流路延長18.2kmの河川である（図1）。本川を境にして東側の流域面積は約19km²、西側は約99km²で構成され、日平均流量は2.77t/secと算出⁴⁾されており、三面張りも含めた護岸工事等はほとんどなされていない。

2.2 歴史的変遷と流域開発により抱える問題点

美々川は北海道において経済、産業活動の拠点として、古くから開発の進んだ都市圏に位置するものの、沿岸帯は未利用地が多く残っていることから原始状態の景観を有する数少ない自然河川として、広く認知されている。低湿地帯にはヨシが100~300mの幅で発達しており、その両端部の幾分乾燥したところには樹高3m前後のハンノキがさらに乾燥化が進んだところでは、ハンノキ・ヤチダモ林へ移行している⁴⁾。

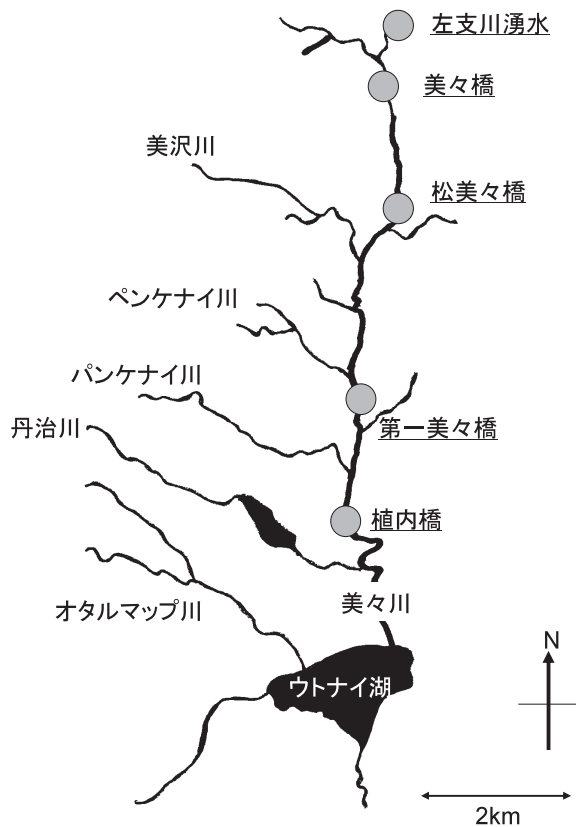


図1 美々川と主な支流、調査地点

流域は、支笏、恵庭、樽前の火山噴出物が厚く堆積した火山灰台地に囲まれており、透水性の高い土壌となっていることから、降雨は地中に浸透した後、山麓部などから湧

水となって湧き出ており⁹⁾、河川流量を保持する重要な要素となっている。接する遠浅川流域が保持している地下水が地表面上の流域界を超えて供給されている⁹⁾。美々川は主として表流水でなく、地下水（湧水）で涵養される河川であるため、一旦汚染され水量が減少するとその回復に多大な時間を要する環境にあると言える。

これまで河川改修や空港、ゴルフ場、農地等の土地利用や開発行為がなされて来ている（表1）。このため、近年、周辺湿地との分断や森林面積の減少が危惧されており、土砂流入や栄養塩類の増加などによるウトナイ湖の富栄養化⁷⁾に伴う鳥類生息環境の変化や河川における水生植物や魚類の減少が懸念されてきている。まや、農地拡大によって栄養塩類負荷の発生源が拡大している。その影響は、上流部にある湧水群に反映され、水質中の硝酸態窒素濃度が環境基準値である10mg/L以上を超える値が報告されている⁸⁾。下流に位置するウトナイ湖では水位観測が継続的に行われてきており、近年水位が低下する傾向にあることが報告されている⁹⁾。これは、流域開発に伴い地下水量が減少した結果、湧水や河川水量低下に繋がったものと考えられている。また、河川内の生態系への影響としてクサヨシが河道を覆う発生量が見られ、上流部では流れが阻害されるようになっている。開発による樹林伐採により森林面積が減少したことで、沿岸部の湿地へ外来植物が侵入しており、将来的には湿生草本群落が駆逐され、美々川本来の生態系に影響を及ぼすことが懸念されている¹⁰⁾。

表1 美々川流域における歴史の変遷と主な人為的開発状況

時代（年代）	自然要因	人的要因	
		河 川	流 域
約32,000年前	支笏火山噴火（Spfa）		
約31,000年前	支笏火山噴火（Spfl）		
約15,000年前	恵庭火山噴火（En）		
約 9,000年前	樽前火山噴火（Ta）		
1948年頃		美々川捷水路化（上流側）	
1950年以降			（新）千歳空港整備（以降継続）
1960年代		遠浅川の河川改修工事	農地拡大
1965年		勇払川下流部改修工事（1974年まで）	
1970年代			第一次ゴルフ場開発（6年間程度）
1975年		勇払川上流部改修工事（1997年まで）	
1980年代		美々川捷水路化（下流側）	第二次ゴルフ場開発（11年間程度）
1981年			
1984年		美々川河口部の河床掘下げ	第1最終処分場整備
1988年		トキサタマップ川親水路整備	
1990年		ウトナイ堰の設置工事（1998年まで）	
1991年		ラムサール条約登録（ウトナイ湖とその流域）	
1995年			第2最終処分場整備

3 調査結果から見た美々川樹林帯の特徴

3.1 樹林帯の機能

樹木が育成している環境を表す呼び方は、河畔林や沖積低地湿地帯などあるが、ここでは、委員会で用いられている樹林帯とする。樹林帯の働きとしては、日射遮断による水温上昇抑制、水生生物の餌資源としての有機物供給、魚類生息場としての倒流木供給、水質浄化、水生生物や陸上動物の生息場提供のような機能がある¹¹⁾。

美々川流域においては、植生分布、鳥類、地下水等について様々な調べられてきたが、樹林帯と水質環境の関係については取り組んだ事例はほとんど見られない。そのような状況下のため、樹林帯の効果として水質環境について、美々川流域にある樹林帯が美々川水質に及ぼす影響を検討する目的で、河川水（以下河川水）、樹林の育成している土壌に溜まっている水（以下表層水）、樹林下部から採取した水（以下間隙水）、樹林種や年輪等の調査を行った。

3.2 調査分析方法

調査は2006年8月から11月まで一月毎に行った。河川の調査地点は、下流より上流に向かって植苗橋、美々橋（道道130号）、松美々橋、美々橋、左支川湧水に設けた（美々橋名が2つあるので、道道130号にかかる美々橋は以下第一美々橋とする）（図1）。松美々橋と美々橋の右岸に生息する樹林の下部から間隙水、表層水を同時に採取した。河川

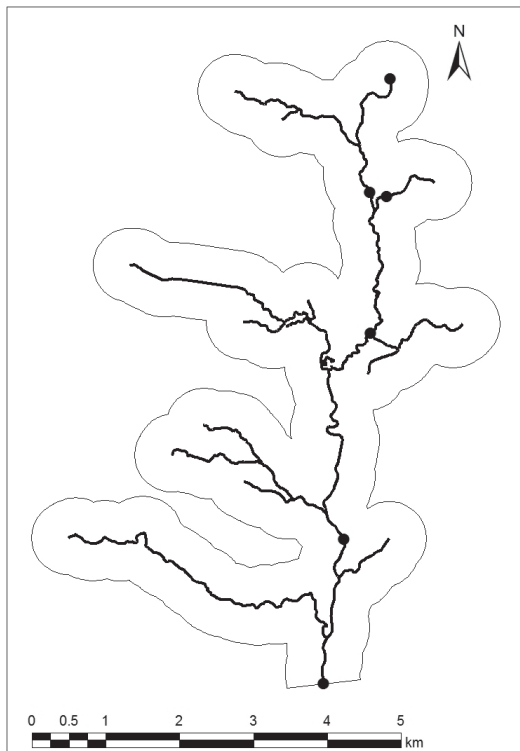


図2 500mバッファー発生流域

水はステンレス製採水缶を用いて、表層水は土層表面に溜まっている水を乱さないように採水、間隙水は樹林中心部から半径1mの地点に採水棒（ミズツール DAIKI社）を挿入しシリンジにより減圧して、表土の30cm下にある間隙水（地下水）から試水を得た。採取後、ただちに水温、pH（測定機器 Model PH-81 横河電気（株））と電気伝導度（以下EC、測定機器 EC METER CM-14P 東亜電波工業（株））を測定した。化学成分分析用の試料は冷蔵状態を保ち、実験室に持ち帰った。栄養塩の分析項目、方法や分析機器はこれまで報告したものによった¹²⁾。

樹林帯を考える上で、流域の土地利用特性の検討は重要である。支流をもとにした土地利用では、広大な流域を持つ場合、土地利用が複雑化することがある。ここで対象とする樹林帯は河川沿岸としていることから、流域の土地利用について狭い範囲で検討することが必要と考えられる。このため河川沿岸帯に生態系への影響を考慮するに当たっては、河川中心部から半径500m規模の土地利用状況について検討した（図2）。

3.3 樹林帯における栄養塩を指標とした水環境の特徴

河川水質で特徴的な傾向を示したのは、ECであった。ECは植内橋と第一美々橋は調査期間を通じて15~16mS/m、松美々橋と美々橋は21~23mS/mとほぼ一定の範囲にあり、下流部に位置する前者でイオン含有物が少ないという一般的な河川と違う傾向が示された（図3）。第一美々橋と松美々橋間で生じた差は、途中で流入してくるペンケナイ川のECが低いことによることが委員会の資料で確認されている。表層水のECは河川に近く、間隙水のECは河川のを19.7から41.9mS/mの幅広い範囲にあった。

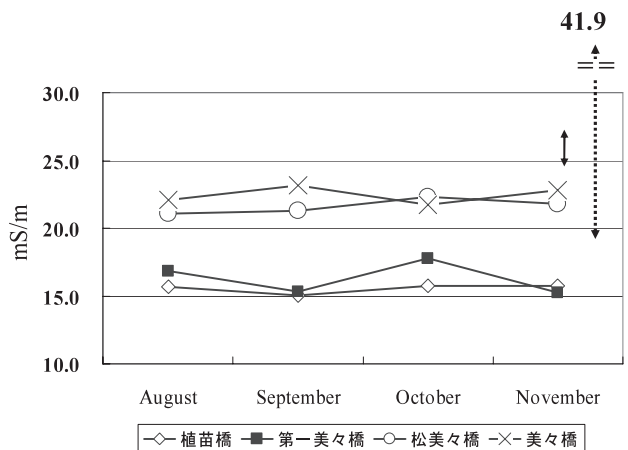


図3 ECの変動傾向

窒素、リンとも溶存態成分である硝酸態窒素（以下NO₃）、亜硝酸態窒素（以下NO₂）、アンモニア態窒素（以下NH₄）、リン酸態リン（以下PO₄）の平均値で比較を行った（図4）。図中の有機態窒素（Organic-Dissolved Nitrogen）は全

溶存成分から、各無機態窒素の濃度を差し引いたものである。

無機態窒素と有機態窒素の合算で示される全溶存態窒素(DTN)濃度は、美々橋と松美々橋において河川水で10mg/L前後であり、主成分は80%以上を占めた硝酸態窒素であった。この傾向は源流部の湧水も同様であり、ECが高い原因とも合わせて家畜糞尿由来のものであることが指摘されている⁸⁾。美々橋の表面水のDTN濃度は河川の1/2程度であったが、成分比率は河川水のものと同様の傾向にあった。一方、間隙水のDTN濃度は、河川、表面水のものに比して0.96~1.1mg/Lと低かったが、組成の半分以上は有機態窒素が占めていた。

一方、リンは窒素とは逆に、無機態リンと有機態リン(Organic-Dissolved Phosphate)の合算で示される全溶存態リン(DTP)濃度は、河川水より表面水や間隙水の濃度が高かった。成分比率は採取場所により差が見られ、いずれの採取地点においても主成分はPO₄であったが、表面水や間隙水では有機態リンの比率が河川水のものより高く、20%以上を占めていた。

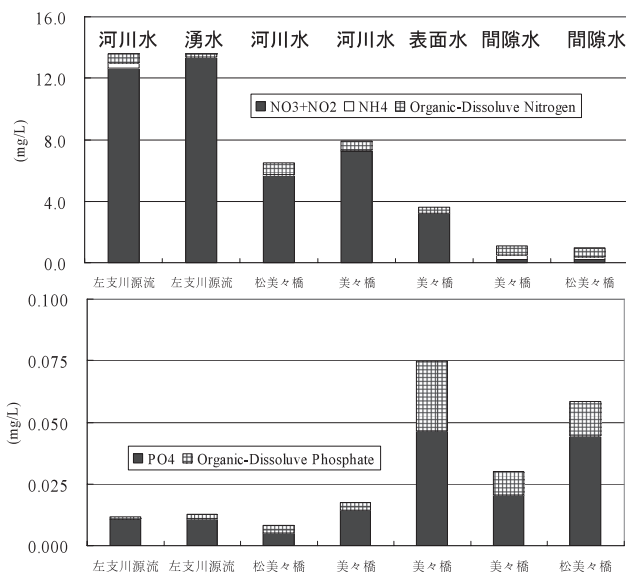


図4 各調査地点における無機態窒素とリン濃度

3.4 土地利用の特徴

橋間毎における土地利用を利用別の比率で示した(図5)。美々橋より上流の利用状況は、森林が33.2%に対して農地が24.8%、植苗橋は森林が58.9%、農地は4.9%と下流に向かうに従い、農地が減少し、森林の比率が増加した。一般的な1級河川の流域では、上流が高所に位置することから人口が希薄であることや農地開発に適した場所が少ないことから河川勾配が緩やかになる中流部に位置するような地点から下流に向かって農地や人為開発が行われる。植苗橋ではゴルフ場の比率が12%と最も高く、農地と合わせた人的利用は概ね20%程度になる。美々川は、流下勾配による高

低差が20m程度であることや上流部の方が人口定住に近いこともあって上流部から開発が行われたと推測される。一方、荒地等の比率も優占的であるが、現地を見る限りでは、湿地と樹林帯が混在しているケースが目立ったことから、全ての荒地が人為開発後の放棄地のようなものではないと考えられる。これについては今後、現地の状況に照らし合わせた定義により再分類する必要がある。

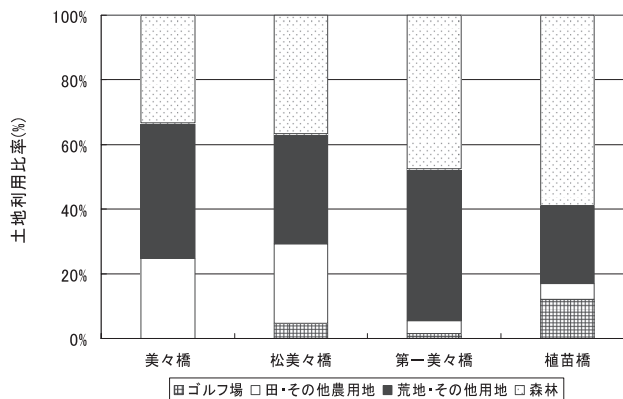


図5 500mバッファーにより求めた土地利用比率

4 美々川流域における再生に向けて

4.1 自然再生委員会における技術検討部会

2.2に示したような環境変化が報告されていることから、美々川とその流域に対して自然再生を行うべく北海道(庁)が主体となって2002年より大学、NPO、地域や関係団体からなる有識者による委員会により検討を行うこととした。既存の資料を整理し、現状・歴史的変遷の把握、課題の整理、目標、対策案の基本方針について議論を重ねてきた。その結果、流域で起きた農地開発、空港整備、ゴルフ場開発等により湧水量の減少、河川への土砂流入や底泥の堆積、湿原の減少、さらにこれらの影響が下流に位置するウトナイ湖に対し湖水位の低下、湖内流動の変化、河口部の樹林化などに反映され、全体として鳥類の生息環境への影響が懸念されることになった。

そこで、再生目標として①湖沼環境の修復、②景観・人との関わりの修復、③湿原環境の修復、④流水環境の修復を目標に、全体として水循環システムの回復を念頭に、遠浅川の再伏没化(湧水量の回復)、湖水位の上昇、樹林帯(緩衝帯)確保が主な対策案として提案された。これらの課題と技術的な問題を明らかにするために2005年から2007年まで委員会下部に美々川ワーキンググループ(以下、W.G.)、ウトナイ湖W.G.、樹林帯W.G.を設置した。筆者らは、樹林帯W.G.に所属して、①樹林帯の効果、②樹林帯確保の方法(樹林幅、樹種、成立条件)、③樹林帯の区域について詳細な検討を行った。

4.2 樹林帯の再生に向けて

河川沿岸域は、河川により形成された地形構造であるために常に多様な自然環境の影響を反映している。このような地域に成立している樹林帯は、水辺林、河畔林と呼ばれ特徴ある機能を有している。この河川と森林との相互作用については、構造、機能の面から様々な影響があることから、その維持を継続していくことが河川管理の基本理念であるのは言うまでもない¹³⁾。樹林帯の維持、再生のみを優先することなく河川環境も含めて並行的に行うことが必要である。

美々川流域においては、流域により樹林帯の比率差や河川水、表面水、間隙水の栄養塩濃度が様々に変動しており独自の環境を形成していることが明らかになった。一方で表面水や間隙水の構成する成分に影響を与える因子については明らかにされていない。樹林帯の特徴である樹種、樹高、樹幅、河川からの位置（距離）について、水質データと合わせて蓄積することが必要である。

4.3 委員会における美々川の再生の方向性

委員会としては、様々なデータの蓄積、解析を行う中で、共通認識として美々川・ウトナイ湖の自然再生の目的を、健全な水環境と水循環の回復による多様な生態系の維持と豊かな自然と共生する地域社会の形成と位置づけた。対象である再生する自然は、湧水、流水、湿地の保全・再生であり、湧水量の回復や水質の改善、流速と川幅のある河道の回復、ウトナイ湖周辺の湿地環境の回復が再生の内容である。また、自然再生の目標を1960年から1970年代にあった自然環境への再生と保全を目指すこととした。目標期間に関しては、この期間が過去に信頼できるデータが最も古く残っており、流域の大規模開発前であることや地域や関係者がイメージや記憶として残っているなどの理由から選定した。

自然再生の推進は、行政、学識者、地域が明確な役割分担をしつつ一体となっていくことが提言され、再生に向けた活動を報告するニュースレターの発行や地元で懇談会などが行われてきている⁹⁾。今後も委員会は継続して開催され、再生に向けて提言や活動を行うこととしている。

Water environment and the natural regeneration method of Bibi River and the forest zone.

Yasushi ISHIKAWA, Seiji YANAI¹⁾, Yuriko KUDOH²⁾, and Junichi ZINDAI²⁾

(1: Hokkaido Institute of Technology Department of Creative Engineering)

(2: Hokkaido Institute of Technology Department of Technology)

Abstract

The Shizensaiseisuishin- hou was enforced for the purpose to reproduce ecosystem and natural environment lost by development in 2002. Recently, many men were reported that the development in BiBi river watershed was deteriorated in the natural environment and ecosystem. Local government and the local area party would grapple with the natural regeneration. We investigated the water environment in the forest belt and the land use change in BiBi river watershed. As a result of the investigation, it was clarified that nutrients concentration of nitrate and phosphate was high in the river water, the surface water of the soil and the pore water. From the result of this investigation and other investigation, the BiBi river natural regeneration committee proposed the ecosystem 1960-1970 as a goal of the restoration. The beauty river natural regeneration committee proposed the ecosystem 1960 as a goal of the restoration.

参考文献

- 1) 辻井達一・岡田操・高田雅之(2007)：北海道の湿原.北海道新聞社.北海道.
- 2) 日本科学者会議北海道支部編(1993)：千歳川放水路計画に関する研究.研究報告書.
- 3) (財)日本野鳥の会(2006)：野鳥保護資料集第19集、ウトナイ湖・勇払原野保全構想報告書.
- 4) 北海道保健環境部編(1992)：美々川流域の自然環境の資質と現状(美々川流域自然環境調査報告書) 第2章美々川流域の自然環境等の概要, 2-38.
- 5) 池田光良・遠藤努・安田信(1997)：恵庭a火山灰中の地下水に関する二、三の知見.北海道応用地学合同研究会論文集,8:71-80.
- 6) 池田光良・三浦均也・線上広志(1999)：地下水温による北海道美々川周辺の地下水流動解析. 応用地質,40:70-85.
- 7) 北海道環境科学研究センター(2005)：北海道の湖沼改訂版.
- 8) 余湖典昭(2008)家畜糞尿処理開始後の美々川源流部の水質変化. 第42回日本水環境学会講演集.:438.
- 9) 北海道室蘭土木現業所編(2007)：美々川自然再生計画書～水環境と地域の共生に向けて～.
- 10) 一澤麻子・宮木雅美・西川洋子(2000)：美々川周辺地域の植生とその変化. 北海道環境科学研究センター所報,27:69-74.

- 11) 北海道林業試験場(2005)：河畔林のはたらきとつくり方.
- 12) 石川靖・斉藤修・三上英敏・今泉晴夫(2002)常呂川・網走川の河川水質汚染の特性 その1 ー全域調査結果ー、北海道環境研所報、28,63-79.
- 13) 柳井清治(1999)：水辺域の構造と機能，Oshimanography, 6:11-15.