

15. 寒地河川をフィールドとする環境と共存する流域、河道設計技術の開発

研究期間：平成18年度～22年度

プロジェクトリーダー：寒地水圏研究グループ長 吉井厚志

研究担当グループ：寒地水圏研究グループ（寒地河川チーム、水環境チーム、流域負荷抑制ユニット）

1. 研究の必要性

寒冷地域である北海道は年間降水量の半分程度を降雪が占めており、融雪時の流出機構や結氷現象が河川環境に与える影響は大きく、旧川河道が多く残されている等の固有の河川環境を有する。また、北海道は日本の食糧基地であり、他県に類を見ない広大な農地等の土地利用形態も有している。さらに、近年北海道の主要な産業として北海道の自然環境を生かした観光が注目を集めており、自然環境の一端を形成する良好な河川及びその周辺の環境の多様性の確保やそれらの保持、再生と農業の持続的発展との共存が重要な課題となっている。以上を踏まえ、国民の安全と流域の土地利用を踏まえた良好な河川環境創出のための河道設計技術の開発が望まれている。

2. 研究の範囲と達成目標

本重点プロジェクト研究では、治水と環境が並立する流域の河道設計技術を開発するために、寒冷地フィールドを対象範囲とし、以下の達成目標を設定した。

- (1) 治水安全度を向上させつつ河川環境の再生を試みる技術の開発
- (2) 魚類の生活史を通じた生息環境における物理環境を定量的に評価する技術開発
- (3) 河川下流域の生態系を支配する塩水遡上の結氷時における挙動が解明
- (4) 大規模農地を中心とする流域から流出する環境負荷抑制技術の確立

3. 個別課題の構成

本重点プロジェクト研究では、上記の目標を達成するため、以下に示す研究課題を設定した。

- (1) 蛇行復元等による多様性に富んだ河川環境の創出と維持の手法の開発（平成18年度～22年度）
- (2) 冷水性魚類の自然再生産のための良好な河道設計技術の開発（平成18年度～22年度）
- (3) 結氷時の塩水遡上の現象解明と流量観測手法の開発（平成18年度～22年度）
- (4) 大規模農地から河川への環境負荷流出抑制技術の開発（平成18年度～22年度）

このうち、平成18,19年度は(1)、(2)、(3)、(4)の4課題を実施している。

4. 研究の成果

本重点プロジェクト研究の個別課題の成果は、以下の個別論文に示すとおりである。なお、「2. 研究の範囲と達成目標」に示した達成目標に関して、平成18,19年度に実施してきた研究と今後の課題について要約すると以下の通りである。

- (1) 蛇行復元等による多様性に富んだ河川環境の創出と維持の手法開発

15 寒地河川をフィールドとする環境と共存する流域、 河道設計技術の開発

標津川の蛇行復元プロジェクト（水理模型実験を含む）において、以下のことが明らかになった。

低水路満杯程度の流量において、河道内に設置する堰の有無による差異は以下のとおりとなる。

- 1) 河岸浸食については堰有りがやや大きい。堰保護のためにも、部分的に河岸保護を要する。
- 2) 蛇行部への分水は、堰有りがやや大きい（大規模出水時）。
- 3) 蛇行部への土砂堆積傾向は、堰無しの方が多く、閉塞の恐れがある（蛇行部河道維持には堰の設置が有効）

今後の課題として、

- 1) 大規模出水時では分岐部水位が高いため、堰の有無による蛇行部への分水の程度に大きな差は見られなかったが、分岐部水位の低い中小洪水（年最大流量程度）規模、平水流量による河道の変化、堆積傾向、合流点の浸食状況を把握する必要がある。
- 2) 実際の施工を考慮した最終河道線形案による確認を行う必要がある。

現地施行が予定されている H、J 区間（蛇行復元が予定されている旧河道区間）の上流に位置する蛇行復元試験地のこれまでの河道変形の調査結果から夏期の大規模出水が分流部の閉塞インパクトになっていることが明らかにされつつある。一方で、このようにして閉塞傾向となった分流部は融雪出水期間中にこのような堆積が解消される傾向にあることも明らかにされつつある。今後はこの知見に基づき、H、J 区間の河道維持の状況を把握することを目的とした実験を実施する必要がある。この実験は、実施済の実験と同様の河道形状・線形での実験を行うこととするものの、既往最大流量規模、その後融雪規模、さらにその後平水流量とする流量を 3 ステージに変化させて実施されることが望まれる。また、この実験を通して、現在、数値計算結果に基づき提案されている H、J 区間の分流部の設置が予定されている分流堰の高さについても検討の余地が残されている。

蛇行復元試験地において確認されている砂州へのヤナギの侵入についても、河道の維持管理上、引き続き検討を進める必要がある。

(2) 冷水性魚類の自然再生産に良好な河道設計技術の開発

冷水性魚類の産卵環境、幼魚越冬環境、遡上降海環境について、以下のことが明らかになった。

- 1) 河床勾配が大きく変化する河川溪流流域において、河床勾配を相対河床勾配で表現することで、サクラムスの産卵環境と河床勾配の関係を定量的に明らかにし、河床勾配、河床材料を変量とした場合、狭い領域に産卵床の分布が集中することを確認した。
- 2) 越冬期の生息密度が異なる区間における越冬場の特徴を把握し、生息密度が低い区間においては、護岸工の下流端部などを工夫することにより新しい越冬環境を創出できることが確認された。越冬場所の流速は大部分が流速 10cm/s 以下であり、越冬場所 1 個所あたりの生息数の多い個所では流速がほとんどなく、越冬環境は流速に大きく影響されることが確認された。
- 3) 溪流河川の魚道上流部において魚道流入流量と魚道及び水通しから流出する全流量との比が魚道断面、水制構造によってどのように変化するのかを実験的に明らかにし、水制設置による魚道直上流部での流況の変化特性を流況の撮影記録及び水制周辺の平面流速ベクトルから示した。特に、水制長の違いにより魚道に接近する流況が大きく異なる事を示し、それぞれの流況の変化特性を明らかにした。

今後も、河川工作物等現場への河道設計に反映させていくために、生息環境の保全や改善に関する基礎的な水理実験等に継続して取り組んでいく必要がある。

(3) 結氷時の塩水遡上の現象解明と流量観測手法の開発

結氷時かつ感潮域における流量観測手法の開発を念頭に置いた現地観測および結氷過程の現地観測結果を解析し以下の事が明らかとなった。

- 1) 今回の常呂川における観測結果から、感潮域の非結氷時で成立する流量推定式³⁾は、感潮域の結氷時においても成立する可能性があることが分かった。また流量推定式の係数が、結氷時と非結氷時で異なる事が明らかとなった。
- 2) 平均流速の挙動および測定時間による差異の検討から、結氷時の感潮域において ADCP の測定時間を長くしても、その観測期間の横断面流量の精度は向上しない。また ADCP の測定時間の違いによる平均流速の違いは、小さいという事が分かった。今回の天塩川における検討結果から、非定常流れである結氷時の感潮域において ADCP の測定時間を 1 測定当たり 10 秒とすれば、ある瞬間の横断面内の平均流速に近づき、その観測期間の横断面流量の精度が向上する事が分かった。
- 3) 現地観測結果から氷板と晶氷の経時変化を分類し、十分に解明されていない氷板と晶氷の挙動を把握した。また、氷板の形成に晶氷の氷化が寄与する可能性が示唆された。

(4) 大規模農地から河川への環境負荷流出抑制技術の開発

大規模農地を貫流する河川における環境負荷物質の流出形態について、以下のことが明らかになった。

- 1) 調査対象河川 A 川の環境負荷物質の移動形態の検討では、大規模酪農地域を貫流する A 川流域に観測箇所 4 点を設置し、2006 年、2007 年の 2 カ年間に渡って、流量データ、水質データを収集した。収集したデータより、水質負荷物質として窒素に着目して、出水時におけるその挙動を検討した。結果として、農用地が土地利用の過半を占める調査対象流域（平水時の平均全窒素濃度は D 橋で 0.94mg/l、E 橋で 1.05mg/l、F 橋で 0.83mg/l、G 橋で 0.95mg/l）では、出水時における溶存性の硝酸態窒素と全窒素では流出の挙動が若干異なり、それは出水時の表面・中間流成分と地下水流成分の影響を受けることが考えられた。しかしながら、収集したデータはまだ 2 カ年分だけであり、検討結果を検証するためにも今後もデータを蓄積していくことが重要と思われる。
- 2) 傾斜草地からの肥料成分流出抑制にむけた予備的試験においては、今回調査した圃場は傾斜角が 2° であり、比較的緩やかな傾斜と考えられることから、今後は、比較的傾斜の大きい圃場での調査を実施する必要がある。また、室内試験に関しては、圃場からサンプルを採取する方法の良否及びスラリーを散布してから降雨開始までの放置時間等、追試験実施に向けた検討を行う必要がある。
- 3) 大規模酪農地域における河川水質と土地利用条件に関しては、平水時における河川の全窒素濃度変動に与える影響は飼養頭数密度と河畔草地割合が強いと考えられることがわかった。すなわち、飼養頭数密度が高いことはふん尿発生量が多いことを示し、畜舎周辺からの直接的な流出だけでなく、草地への過剰な還元にもつながる。また、河畔草地割合が高いことは草地からの汚濁物質流出に対する緩衝機能が小さいことを示し、平水時でも汚濁物質の流出しやすい状況にあることが推測されることがわかった。
- 4) 草地酪農流域に整備された浄化池の機能は夏期平水時には浄化効果が見られたことや、草地酪農地域における緩衝帯の機能については、調査対象斜面で地下水の NO₃⁻を最大限浄化するには林帯幅として 25m 程度が必要であることを明らかにした。また、草地酪農流域に適用可能な流出モデルの開発においては、良好な再現結果が得られた。

15 寒地河川をフィールドとする環境と共存する流域、 河道設計技術の開発

5) B湖における環境負荷物質の挙動では、A川が流入するB湖では現地調査と数値計算より、流況と水質変動の再現を試みた。その結果、A川から供給される環境負荷物質がB湖に与える影響が大きいことが明確になった。この手法を用いることにより、陸域での環境負荷物質の低減対策がB湖の環境にもたらす効果を予測、評価することが可能となる。今後はB湖内で生じる他の現象も数値モデルで考慮し、さらに精度向上を図っていく予定である。

今後、さらにデータを蓄積するとともに、環境負荷物質の流出対策事業の効果について検証を深めていく事が肝要と思われる。

DEVELOPMENT OF DESIGN TECHNIQUES FOR ENVIRONMENTALLY SOUND RIVER BASINS AND CHANNELS IN COLD REGIONS

Abstract : This research will address 1) the development of technology for river environment restoration, such as the current meander restoration, 2) river channel design for restoration of sound river environments by quantitatively understanding the physical habitat of organisms, and 3) clarification of the mechanism of saltwater intrusion in ice covered rivers, which strongly influences the ecosystem at the lower reaches. Additionally, techniques for reducing the environmental load from large-scale farmland in the basin will be established.

Key words : river environment restoration, river channel design, saltwater, environmental load, large-scale farmland