

道内農山村地域の河川管理に関する工学的研究

学位論文内容の要旨

陸域表面上の水の流れは、浸食されて作られた山や峡谷から、運搬された土砂が堆積して作られた平地、そして海へと向かう川の流れの過程で、多種多様な形を見せる。滝、瀬、淵、瀬、湖、網状、複列、州、蛇行、沼、湿原、島、盆地、扇状地など、水が作る地形は様々である。狭く急峻な国土条件下で水を治めるためには、水と土砂の多様な流れとその形成過程を知り、人為的な制御による水の流れや地形の変化を予測することが必要不可欠であるゆえに河川工学的研究が着実に進められてきた。

本研究は北海道内の水源地域、農山村地域を主な対象とし、谷底平地の洪水頻発、融雪時期の変化、河川環境技術の未成熟という3つの河川管理上の課題に着目し、河川工学上の基礎的知見の充実に研究目的とした。

まず最初に2章において、北海道内の水管理や水辺景観についての事例研究を行った。これは道内の水源地域の歴史的、地理的な特徴や、水辺景観の特徴など現状把握と分析を行い、本研究の導入とした。最初に水辺景観をとりあげている理由としては、3章～5章のテーマでもある河川地形や河川生態系は、人間の視覚で捉えられた切り口では水辺景観であること、そしてその機能つまり観光など地域振興や野外教育などの事例を示すことにより、各章へと展開する導入としての役割を意図した。

本研究の背景の1つは、近年、日本各地の水源地域とも重なる谷底平地において洪水被害が頻発しており、そのような地域における治水、防災対策の一助とすることがあげられる。治水対策が十分でなく、過疎や高齢化の進む中山間地域において避難誘導対策、防災教育などを充実して、地形条件に適合する形で土地利用が誘導されるように減災対策を進めていくことが重要と考えられ、谷底平地の氾濫形態と形成過程の把握が、減災対策を含めた防災対策を進める上での基礎的知見として重要であると考え、3章で研究を進めた。

3章の谷底平地の形成と中規模河床形態では、土砂水理実験結果、谷底平地の地形データ、各種河川のデータとの比較などにより、厚別川の地形形成過程の考察を行った。現地河川と水理実験との比較を行う上での着目点の1つが、流路の側壁による拘束蛇行流との対比である。谷底平地を流れる河川は谷壁により、氾濫域が制限され、大流量時ほど地形形成能力が大きいと考えられる。一方、谷幅が大きな沖積平野では、Bankful discharge つまり年最大平均流量程度と言われる河道内流量を超える流量時には氾濫流は広い谷全体に拡散してしまうため、河道内流量によって蛇行波長が決定され、安定的に自由蛇行が発達すると言われている。このような観点から研究を進めた。

まず水理実験結果から大流量時に形成された河床の形状特性が水みち形成後も維持され、大流量時の砂州波長と同じ蛇行波長の水みちが形成されことを地形形状解析の結果から示した。次に厚別川の地形データを用いて2重フーリエ解析を行った結果、複列とその2倍の波長を持つ単列との2つの河床波成分が共存している結果を得た。以上を総合的に考察して谷底平地全体の河道平面形の

成因は年 1 回規模の出水ではなく、谷幅規模の大規模出水により形成された可能性を示した。

次に 4 章の背景として、環境への配慮をしていない従来型の河川改修や砂防事業等により瀬や淵が消失し、河川環境に大きな影響を与え、各地で批判を浴びるケースも見られ、そのような河川の環境対策の一助とすることがあげられる。河川生態学の最小基本単位である瀬淵といったハビタットの区分は定性的に行われてきたが、もしハビタット区分が定量的に可能であれば、現場の河川技術者の技術的な判断にとって大変、有効であり、そのような目的で 4 章の研究を行った。例えば平瀬か早瀬かを区分する基準は、上下流の相対的な状況や調査者の主観に左右される。また連続的な空間を 3 つの区分に類型化するよりも、淵の傾向や瀬の傾向が物理的指標によって連続的な数値として表すことが可能であれば、そのようなハビタット区分の曖昧さは解消する。

最初に急流礫床河川である群別川において、縦断面図による区分つまり水面勾配、河床の凹凸からの河床地形の区分を行い、早瀬-平瀬-淵の 1 サイクルが単列交互砂州の半波長とほぼ一致している点を、河床形状の形成時の水理量の把握および右岸側と左岸側の縦断面などから検討した。沖積河川における単列砂州ほど規則性はみられないものの、河床地形の縦断面区分のベースとなる縦断面が中規模河床形態における単列砂州領域の河床形態と密接に関連していることを明らかにした。さらに複数の急流河川における実測データから水面勾配およびフルード数によって、定量的なハビタット区分(瀬淵の地形区分)が可能であることを河川工学の既往知見から整理した。

さらに、実際の中小河川を対象に底生魚類の生息環境改善において「早瀬」の造成を行う現地改良実験を行った結果、流速を大きくし、大粒径を維持することができ、底生魚類生息密度が高くなる結果を得た。

次に 5 章の積雪寒冷地における融雪期の水資源管理では、まずマスカーブを用いて近年の流況の把握を行い、渇水時には融雪期の貯留を早めるなどの工夫が必要なことを示した。次に渇水傾向を予測する上で重要な融雪時期などの予測を検討した。標高の低い地点は標高が高い地点よりも早い時期に融雪などの気象現象が起きることに着目して、気象データ、水文データからの予測を試みた。その結果、桜の開花日など低標高地域の気象データを用いることによって、融雪出水のピーク流量の生起日などの概略予測が可能なことを示した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 清 水 康 行

副 査 教 授 泉 典 洋

副 査 准教授 木 村 一 郎

学 位 論 文 題 名

道内農山村地域の河川管理に関する工学的研究

近年、洪水氾濫域である沖積平野を対象とした河川工学の進展は著しい。一方で最近洪水が頻発している谷底平地、中山間地域などの研究は少なく、今後の研究が必要な場といえる。

本論文は過疎化が進む農山村地域を主な対象とし、谷底平地の洪水頻発、河川環境技術の未成熟、融雪時期の変化という3つの河川管理上の課題に着目し、河川工学上の基礎的知見の充実を研究目的としており、河川上流域における今後の河川管理への応用が期待できる。

序章では、研究の背景と目的、従来の研究にさらに補充すべき部分を明らかにした。

2章では、北海道内の水管理や水辺景観についての事例研究を行った。これは道内の水源地域の歴史的、地理的な特徴や、水辺景観の特徴など現状把握と分析を行い、本研究の導入とした。最初に水辺景観をとりあげている理由としては、3章～5章のテーマでもある河川地形や河川生態系は、人間の視覚で捉えられた切り口では水辺景観であること、そしてその機能つまり観光など地域振興や野外教育などの事例を示すことにより、各章へと展開する導入としての役割を意図した。

3章の谷底平地の形成と中規模河床形態では、土砂水理実験結果、谷底平地の地形データ、各種河川のデータとの比較などにより、厚別川の地形形成過程の考察を行った。現地河川と水理実験との比較を行う上での着目点の1つが、流路の側壁によって拘束された流れとの対比である。谷底平地を流れる河川は谷壁により、氾濫域が制限され、大流量時ほど地形形成営力が大きいと考えられる。一方、谷幅が大きな沖積平野では、Bankful discharge つまり年最大平均流量程度と言われる河道内流量を超える流量時には氾濫流は広い谷全体に拡散してしまうため、河道内流量によって蛇行波長が決定され、安定的に自由蛇行が発達するとされている。このような観点から研究を進めた。

まず水理実験結果から大流量時に形成された河床の形状特性が水みち形成後も維持され、大流量時の砂州波長と同じ蛇行波長の水みちが形成されことを地形形状解析の結果から示した。次に厚別川の地形データを用いて2重フーリエ解析を行った結果、複列とその2倍の波長を持つ単列との2つの河床波成分が共存している結果を得た。以上を総合的に考察して谷底平地底面の河道地形の成因は年1回規模の出水ではなく、谷幅規模の大規模出水により形成された可能性を示した。

次に4章の背景として、環境への配慮をしていない従来型の河川改修や砂防事業等により瀬や淵が消失し、河川環境に大きな影響を与え、各地で批判を浴びるケースも見られ、そのような河川の環境対策の一助とすることがあげられる。河川生態学の最小基本単位である瀬淵といったハビタットの区分は定性的に行われてきたが、もしハビタット区分が定量的に可能であれば、現場の河川技術者の技術的な判断にとって大変、有効であり、そのような目的で4章の研究を行った。例えば平瀬が早

瀬かを区分する基準は、上下流の相対的な状況や調査者の主観に左右される。また連続的な空間を3つの区分に類型化するよりも、瀬の傾向や瀬の傾向が物理的指標によって連続的な数値として表すことが可能であれば、そのようなハビタット区分の曖昧さは解消する。

最初に急流礫床河川である群別川において、縦断面図による区分つまり水面勾配、河床の凹凸からの河床地形の区分を行い、早瀬-平瀬-瀬の1サイクルが単列交互砂州の半波長とほぼ一致している点を、河床形状の形成時の水理量の把握および右岸側と左岸側の縦断面形などから検討した。沖積河川における単列砂州ほど規則性はみられないものの、河床地形の縦断面区分のベースとなる縦断面形が中規模河床形態における単列砂州領域の河床形態と密接に関連していることを明らかにした。さらに複数の急流河川における実測データから水面勾配およびフルード数によって、定量的なハビタット区分(瀬淵の地形区分)が可能であることを明らかにした。

5章の積雪寒冷地における融雪期の水資源管理では、まずマスカーブを用いて近年の流況の把握を行い、渇水時には融雪期の貯留を早めるなどの工夫が必要なことを示した。次に渇水傾向を予測する上で重要な融雪時期などの予測を検討した。標高の低い地点は標高が高い地点よりも早い時期に融雪などの気象現象が起きることに着目して、気象データ、水文データからの予測を試みた。その結果、桜の開花日など低標高地域の気象データを用いることによって、融雪出水のピーク流量の生起日などの概略予測が可能であることを示した。

これを要するに、著者は谷底平地の地形形成、瀬や淵の定量的区分、融雪期の水管理などにおいて新しい知見を示し、河川工学の発展に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。