

緩勾配山地河川における倒流木と魚類生息環境に関する研究

学位論文内容の要旨

近年、従来の河川行政に対する批判が相次ぎ、近自然的な河川管理を求める動きが生じている。国土保全を目的とする治山・治水にとって、本来、河川環境の保全も重要な課題であり、今後、取り組むべき問題である。しかし現状では、環境保全型の河川管理に利用できる知見は不十分で、他分野との境界における積極的な研究が必要である。本論では、これまで危険物と考えられてきた倒木や流木（以下、倒流木と記す）と魚類生息との関係について論じる。

まず第1章では、倒流木の影響と調査解析方法について述べた。河川内の倒流木は、様々な災害を引き起こすことが知られている。我が国は、流木災害の発生しやすい自然・社会条件を持っているため、倒流木に関する研究のほとんどは防災的視点から行われてきた。一方、巨大な針葉樹の林を流れる北米の河川では、早くから倒流木の生態学的重要性が指摘され、河川生態系に対する影響が研究されてきた。北米では、適切な管理を行えば災害の危険を減らし、多くの恩恵を享受できると考えられている。我が国でも、今後の河川管理のために、倒流木の生態学的意義を知ることは重要である。本論では、倒流木が多いにも関わらず、これまで調査されなかった北海道北部の緩勾配山地河川に着目した。これらの河川は、中・小型の広葉樹の河畔林を流れており、倒流木の魚類生息への影響も予想された。

第2章では、道北の緩勾配山地河川における倒流木の実態について論じた。調査は、主に猿払川水系二ノ沢で行った。倒流木の平均的サイズは、河畔林の樹木サイズを反映し、直径 20.3cm、長さ 2.16 mと比較的小さかったが、倒流木量はアラスカ南東部の河川と同程度であった。ただし、同地域でも河川によって倒流木量は異なり、他の調査結果も合わせると、道北の緩勾配山地河川の倒流木量は北米より少なかった。倒流木の供給形態は、流路の蛇行が著しいため、河岸洗掘による供給が主であった。流送木は、未流送木よりもサイズが小さく、流路に対し平行で、腐朽度が高かったが、流送木の95%は長さ3m（流

路幅の79%)以下であった。倒流木による淵形成は、淵全体の約4割であり、北米西海岸ほど高率ではなかったが、これは大型木が少ないことや流路の屈曲による淵形成が多かったためと考えられた。淵を形成していた倒流木には、サイズが大きく、流路に直角で、腐朽度も小さいという特徴があった。倒流木量と淵量には正の相関が認められ、特に淵の個数と倒流木量の相関は高かった。

第3章では、倒流木量の異なる2流域を比較し、サクラマス幼魚の生息に対する制限要因を探った。調査地には問寒別川水系にある谷次数の2次流域で、河畔林内を流れ倒流木量も多い炭鉱の沢と、河畔域の多くが牧草地化され倒流木が少ない上ヌカナン川を選定した。各流域とも1次谷と2次谷にそれぞれ5つの調査区を設定し、サクラマス生息密度を夏、初冬、春に調査し、生息場所特性を表す環境要素(水温、川幅、淵量、カバー量など)も測定した。2流域の生息場所特性の大きな違いは、倒流木量と最高水温であり、特に2次谷で差が顕著であった。サクラマス生息密度は、初冬の当年魚、夏および春の高齢魚で2次谷の密度に差が認められ、炭鉱の沢の方が上ヌカナンより高密度であった。サクラマス生息密度に対し生息場所変量を用いた重回帰分析を行ったところ、夏の最高水温と初冬の倒流木カバーが最も重要な環境要素であることが明らかになった。サケ科魚類では、代謝の低下する越冬期に複雑なカバーが必要であることや、高水温が強い生理的ストレスになることがいわれてきたが、実際に、河畔林の消失が倒流木量の減少や日光の入射による水温上昇を通じて、サクラマス生息の制限要因となっていることが示唆された。特に、影響が顕著な2次谷は、将来スマルト化して降海する個体の主要な生息場所と思われ、スマルト生産への悪影響が推察された。

第4章では、倒流木を実験的に除去し、河川地形や魚類生息に対する倒流木の影響の検証を試みた。長さ100mの除去区と対照区を設け、秋に地形や生息場所特性、魚類生息密度を調査した後、除去区内の倒流木を除去し、翌春および翌秋に再調査を行った。倒流木の除去後、除去区では、一時的に堆積量が増加した。地形の変化は、対照区では倒流木に規制され、除去区では流路平面形状に規制される傾向が認められた。淵量は倒流木除去後も体積はほとんど変化せず個数のみが減少したとともに、カバー量も減少した。魚類生息密度は、サクラマスで明瞭な減少が認められた他、フクドジョウでも若干の密度低下が認められた。これらの実験結果を他の研究結果と比較検討したところ、緩勾配蛇行河川における倒流木の除去は、流路屈曲部での側方洗掘による淵の再形成と砂礫堆の発達をもたらし、淵体積の減少は生じにくいと考えられた。すなわち

倒流木は、カバーと淵個数を増加させることで魚類の生息に好適な環境を提供していることが確認された。

第5章では、前章までの結果をふまえ、北海道の緩勾配山地河川における倒流木の意義と今後の河川管理に際しての倒流木の取り扱いについて論じた。緩勾配山地河川では、緩い勾配と狭い川幅のため、倒流木の安定性は急勾配山地河川より高いと考えられ、さらに河床材料が小さく、大礫のような倒流木に代わる構造物も存在しないため、倒流木の影響が明瞭に現れやすく淵量も個数の増加が期待できると考えられた。また倒流木の影響は、サクラマスなどサケ科魚類で大きいと考えられたが、一般に緩勾配河川は、低標高の平野部にあるため、我が国では、高水温が障害となって北海道以外でのサケ科魚類の生息は困難である。このように、北海道の緩勾配山地河川においては、比較的小型の倒流木であっても魚類生息に対する影響が現れやすく、影響を受けやすいサケ科魚類の生息も可能なため、倒流木の存在は魚類資源の保全を考える上で極めて重要といえる。一方、実際の河川管理では、倒流木の災害危険性が問題となるが、流路幅よりやや短い倒流木が特に危険と考えられた。災害の防止策としては、従来、我が国で考えられた方法の他に、倒流木を河岸に固定する方法や大型で安定な倒流木を導入し他の倒流木の移動を抑止する方法も考えられた。我が国の急勾配山地河川では、安定な倒流木が少ないため、大型倒流木の導入による防災手法の適用は困難と思われたが、緩勾配河川でならば実現の可能性はあると考えられた。ただし、防災上の安全性を確かにするために、倒流木の固定や流下阻止工など防災施設の併用が必要な場合もある。倒流木の保全には、供給源である河畔林の保全が極めて重要であり、開発などの際には緩衝林帯を設ける必要がある。倒流木の影響は場所により様々であるため、今後の河川管理は、画一的なやり方を止め、地域の特性に適した方法で行わなければならない。これまで我が国では、魚類資源の管理者も、生息場所の保全をあまり重要視しなかったため、治水・利水主導の河川管理を牽制する役割を十分に果たしてこなかったが、資源管理者と河川管理者との協同によって生息場所の保全・造成を念頭に置いた資源管理方法の構築が必須である。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 新 谷 融
副 査 教 授 笹 賀一郎
副 査 教 授 前 川 光 司
副 査 助 教 授 中 村 太 士

学位論文題名

緩勾配山地河川における倒流木と魚類生息環境に関する研究

本論文は、5章で構成され、図 24、表 15、引用文献 150 編を含む 142 頁の和文論文であり、他に 5 編の参考論文が添えられている。

流域自然環境の長期的保全は治水・治水の基本的命題であるが、近年の河川行政の治水・利水偏重への批判から、自然環境保全型流域管理への移行が切望されている。しかし、河川生態情報の蓄積不足から、環境保全型流域管理手法の早期構築が困難となっている。本研究は、これまで流域環境要素のなかでも、防災的視点から危険物と考えられてきた倒流木の魚類生息への影響を明らかにしたものであり、その成果は以下のように要約される。

第 1 章では、倒流木の流域影響とその研究方法について論じている。我が国では、流木災害の発生しやすい自然・社会条件のため、防災的視点からの倒流木研究がほとんどであるが、流域生態系での倒流木の重要性を指摘し、生態的視点からの倒流木研究の意義を提起している。そして、我が国でも倒流木が多く、魚類生息への影響も予想される北海道北部緩勾配山地河川を研究流域に選定しその流域諸特性について述べている。

第 2 章では、倒流木の実態調査結果からその分布特性を抽出している。倒流木の供給は河岸洗掘によるものが多くその平均サイズは比較的小さいこと、そのうち流送木は未流送木に比べ流路に平行で、その長さは流路幅の 80 % 以下と小さく腐朽度も高いこと、などを明らかにしている。また、倒流木で形成された落込型淵は全淵の約 40 % を占め、流路屈曲による側方洗掘型淵形成に次いで多いこと、淵形成の倒流木はサイズが大きく流路に直角で腐朽度も小さいこと、そして淵量とくに淵個数と倒流木量との相関が高いことなどから、淵形成における倒流木の重要性を示唆している。

第 3 章では、倒流木量の異なる 2 流域（河畔林の保全流域と牧草地化流域）を比較し、主要生息魚類であるサクラマスが生息密度の季節変化（夏、初冬、

春)と生息環境要素(水温,勾配,水面幅,水深,底質,淵量,カバー量)の計測結果から,サクラマス生息に対する環境要素について検討している。サクラマス生息密度は,当年魚については春には産卵床密度の高い区域,夏は最高水温が低く水面幅の狭い区域,そして初冬は倒流木カバーの多い区域で高いこと,また高齢魚(1才以上)にあっては夏は最高水温の低い区域,初冬は倒流木カバーの多い区域で高い傾向を抽出している。初冬の当年魚,春および夏の高齢魚(1才以上)に関しては,流域・谷次数間で大きな差異が認められ,これらは倒流木量と最高水温に起因することを明らかにしている。とくに河畔林保全流域でより高密度であること,そして当年魚・高齢魚ともに夏の最高水温と初冬の倒流木カバーが最も重要な環境要素であることから,河畔林消失による倒流木減少と水温上昇がサクラマス生息に大きな影響を及ぼすことになることと指摘している。

第4章では現地野外実験により倒流木の河川微地形や魚類生息への影響を実証している。地形・生息環境と魚類生息密度の調査を秋に実施し,その後に倒流木を除去した。翌年の春と秋の再調査結果から,倒流木除去によって土砂堆積の増加とともに対照区では倒流木に規制されていた地形変化が,流路平面形状に規制される傾向が現出したこと,そして淵个数とカバー量が減少したこと,さらには魚類生息密度の減少については他魚種にくらべサクラマスにより明瞭に現出したこと,などを確認している。この実験結果と他の研究事例との比較検討から,緩勾配河川での倒流木は,淵个数とカバー量を増加させることによって好適な魚類生息環境を形成するものと推察している。

第5章では,倒流木の河川管理手法について論じている。緩勾配山地河川では,倒流木の安定性が急勾配山地河川より高いこと,とくに巨大石礫が分布しない流域では倒流木の影響がより明瞭に現れやすいものであること,またこの倒流木の影響が大きいサケ科魚類は北海道以外の我が国の緩勾配河川では高水温のため生息が困難であることなどを考察している。したがって,サケ科魚類の生息域である北海道の緩勾配山地河川の倒流木は,小径木でも魚類への影響が現れやすく,魚類資源保全上極めて重要な流域環境要素であると結論している。そして防災と生態系保全とを兼ね備えた倒流木管理手法として,倒流木の固定法や大型倒流木導入による既存倒流木の移動抑止法を新たに提起している。また倒流木の保全管理にはその供給源である河畔林の保全と河畔水辺域の緩衝林帯造成を含む流域管理手法の構築が必須であることを論じている。

以上のように本研究は,流域環境要素としての倒流木の淵・カバー形成機構と魚類生息との関連について新知見を提示したものであり,その成果は学術的・応用的に高く評価される。よって審査員一同は,阿部俊夫は博士(農学)を受けるに十分な資格を有するものと認めた。