

学 位 論 文 題 名

山地小河川における底生昆虫群集の生息場所環境

学位論文内容の要旨

地球環境の保全が人類の長期的存続に不可欠であるとの視点から、陸域水辺生物圏である河川流域の保全手法の構築が重要視されてきた。そしてこれまで、生産・生活環境基盤の保全のために河道・河床環境が人為的に改変され、これらによってもたらされてきた水生生物の減少が、人類の生存環境の保全上から問題視されるようになってきた。このため我が国では価値観の変化に伴って、河川流域を生態的に保全する手法の構築が現在求められている。しかし、生態保全的な流域管理に資する科学的知見は極めて少なく、とくに底生昆虫に関連する河川河床環境に関する知見は少ない。そこで、本論文は底生昆虫の生息環境としての河川流域環境特質の把握を試みたものである。

第1章は、研究方法であり河川の環境評価に関わる底生昆虫の研究事例とともに、研究対象河川の選定と現地調査方法について述べた。底生昆虫は多様な種が多様な場所に生息することから、河川水質の評価を主として、総合的河川環境の評価指標として一部利用されてきたが、我が国においては、その評価法は緒に着いたばかりで未確立である。対象河川とした北海道北部天塩川水系の2河川流域（間寒別川流域の冷水沢とヌポロマポロ川、およびパンケナイ川）の概況については、冷水沢が森林から牧草地へと流れる小河川で、流域生物環境としての河畔植生が流程に沿って大きく変化しながらも、流域物理環境（河床勾配、流路幅、底質構成等）に大きな違いはないこと、一方パンケナイ川とヌポロマポロ川が流域地質や河川規模はほぼ同様であったが、前者の河畔域は河畔林であるのに対して後者のそれはササ地であることなどについて述べた。

第2章では、流域環境のうち河畔植生の違いで明瞭な冷水沢において、植生タイプと底生昆虫群の対応実態について明らかにした。3つの植生タイプ（森林区、移行区および草地区）の調査区間ごとで河川流域物理環境に大きな違いはない。一方で、各樹冠密度は森林区間から草地区間になるにつれて小さくなっている。各調査区間において底生昆虫の総生息密度、タクサ数、各摂食機能群密度およびクラスター分析を用いて分類された群集タイプの違いについてそれぞれ検討した。その結果、夏季、秋季ともに総生息密度は森林区よりも移行区・草地区において高かった。また、夏季のタクサ数も森林区よりも移行・草地区で高かった。さらに秋季の落葉を摂食する破碎食者(shredder)の生息密度は森林・移行区よりも草地区で低かったが、細粒有機物を摂食する収集食者(collector-gatherer)や濾過食者(collector-filterer)、あるいは捕食者(predator)の生息密度は夏季、秋季ともに森林区よりも移行区・草地区において高かった。また、群集タイプは植生タイプに対応した出現様式を示した。

第3章では、河畔林に囲まれた森林性河川（パンケナイ川）とササ地河川（ヌポロマポ

ロ川)において、底生昆虫群集と河川環境との河川縦断分布について比較検討した。両河川に、10 調査区間を設定し、各調査区間の河道物理環境要素(水深、流速、底質タイプ構成等)と、春季および秋季の餌環境要素(流下細粒有機物量、付着藻類量等)を計測した。さらに、春季および秋季に底生昆虫を採取して、総生息密度およびタクサ数を算出した。そして、各生息場所変量、総生息密度、タクサ数および群集組成の違いについて、河川比較を行うとともに、各生息場所変量と総生息密度およびタクサ数との関係について検討した。その結果、季節間・および河川間においても群集組成の縦断的变化が確認された。この群集組成の縦断変化パターンは、総生息密度およびタクサ数の縦断変化のパターンと異なっていたことから、群集組成の変化パターンと、総生息密度およびタクサ数のパターンでは関与する要因や機構が異なっている可能性が推測された。さらに、春季のササ地川において、総生息密度およびタクサ数が下流になるほど増加していたものの、他の河川(パンケナイ)や秋季の両河川においてはこの傾向が認められなかった。このような底生昆虫の縦断変化は餌となる堆積細粒有機物量で説明された。細粒有機物量と河床構成礫の中礫(礫径16-64mm)割合と強い相関関係が認められた。このことから、中礫からなる河床間隙が細粒有機物量の増加につながり、さらには生息密度やタクサ数の違いが発現したものと推測された。

第4章では、河川サブユニットスケール解析により、物理環境と餌環境との視点から底生昆虫の微生息場所である河床微環境特性について検討した。森林河川(パンケナイ川)の流程に沿って設定した10 調査区間において、それぞれの区間内の10 地点から、春季および秋季に底生昆虫を採取した。さらに、それぞれの地点において、微環境要素(底質割合、流速、堆積細粒有機物量等)を計測した。得られた底生昆虫生息密度をもとに2元指標種分析(TWINSPAN)を用いて、採取したサンプルを類似性の高い群集にグループ化した。そして、グループ化された各群集タイプと河床微環境とについて比較検討を行った結果、群集タイプの違いには河床微環境のなかでも河床底質構造と流速が主に寄与していたこと、とくに堆積有機物が少ない春季には、粗度の大きい河床底質構造が重要な因子であることが示唆された。

第5章では、前章までの結果を踏まえ、底生昆虫の生息場所として重要な河川環境要因について総合的な考察を加え、生態保全的流域管理のあり方について論じた。すなわち、河川環境のなかでも河床物理環境要因である河床底質構造と、これに依存した餌環境要因である堆積有機物量が底生昆虫の河床生息環境として複合的に重要であることが明らかになったことから、従来物理環境のみの視点でとらえられてきた河床構造に、生態的流域管理のためには、河床底質構造とともに河床堆積有機物の視点を加えるべきことを提起した。

さらに、底生昆虫の生息環境には底質構造が直接的、あるいは有機物の堆積場所の創出により間接的に重要であることが示されたことは、多様な底生昆虫群集を維持するためには、河床底質構造の不均一性の維持に関する技術開発の必要性を提示している。適度な人為的河床攪乱(砂礫供給)を要する河川の動的環境の維持は、従来の防災計画の目的とはときに矛盾する面もあり、既存の河川管理計画では限界がある。

したがって、土砂を下流に流すことを含めた流域土砂管理の方向性や平水時あるいは小降水時には物質の流下を妨げない排砂型ダムはじめとする新技術展開の必要性が指摘される。このような河川の動的環境維持の技術開発にあたっては、底生昆虫の生息環境の視点が生態保全的流域管理手法構築に不可欠であることを指摘した。

学位論文審査の要旨

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

学 位 論 文 題 名

山地小河川における底生昆虫群集の生息場所環境

本論文は、5 章からなる図 15、表 14 を含む総ページ数 100 の和文論文であり、他に参考論文 2 編が添えられている。

これまで生産・生活環境の基盤構築のために行われてきた流域改変は、河川水生生物の減少をもたらしてきたため、近年自然環境保全の視点から河川環境の新たな保全手法構築が求められている。しかし、生態保全的河川管理手法構築に資する科学的知見は極めて少なく、なかでも底生昆虫生息に係る河道・河床環境特性に関する知見は皆無に近い。本論文は、生態保全的河川管理手法の構築のため、底生昆虫生息場である河道・河床環境の構造解明を目的としたものであり、その成果は以下のように要約される。

第 1 章の研究方法では、河川環境に関わる底生昆虫研究小史と河川生態保全の視点から、河川水質の評価指標として一部利用されてきた底生昆虫生息に係る河川環境評価手法確立の意義・課題について論じている。ついで研究対象 3 河川の選定にあたって、流域地質・河川規模と河川物理環境（河床勾配、河川流路幅、底質構成等）の類似性および流域環境のなかでも河道河畔環境の異質性（森林・草地・ササ地）を取りあげたことを述べている。

第 2 章では、河畔環境（植生）の縦断的差違が明瞭な流域において、河畔植生タイプと底生昆虫群集との対応関係について検討し、森林・移行・草地区間ごとの河川物理環境に大きな違いがないことを確認するとともに、底生昆虫の各調査区間の総生息密度・タクサ数・各摂食機能群の生息密度、および各タクサ生息密度をもとにした群集タイプなどについて検討している。その結果、総生息密度（夏・秋季）およびタクサ数（夏季）ならびに摂食機能群の収集食者(collector-gatherer)・濾過食者(collector-filterer)・捕食者(predator)の生息密度（夏・秋季）は移行区・草地区において高く破碎食者(shredder)の生息密度（秋季）は草地区で低いこと、さらに、群集タイプも河畔植生タイプに対応した出現様式を示すことなどを指摘している。

第3章では、森林河川・ササ地河川の河道物理環境要素（水深、流速、河床礫組成等）・餌環境要素（流下・堆積有機物量、付着藻類量等）と底生昆虫の総生息密度およびタクサ数などから、底生昆虫群集と河道環境の季節的空間分布について比較検討を行っている。各生息場所の河道環境要素と総生息密度・タクサ数・群集組成とについて比較検討した結果、季節・河川間におけるこれらの河道縦断的变化とともに、春季のササ地河川でみられる総生息密度およびタクサ数が下流になるほど増加する傾向が森林河川では認められずまた秋季にはいずれもこの傾向が認められないこと、さらに総生息密度およびタクサ数の縦断変化パターンが群集組成の縦断変化パターンとは異なっていることなどを確認している。とくに、底生昆虫の縦断変化は餌となる堆積細粒状有機物量とこれに強い相関を示す河床中礫（礫径 16-64mm）割合とから説明し得ることから、河床中礫の間隙量が細粒状有機物堆積量の増加につながり、その結果、生息密度やタクサ数の違いがもたらされるものとしている。

第4章では、物理環境と餌環境との視点から、底生昆虫微生息場所の河床環境特性と群集タイプの関連について検討している。森林河川における底生昆虫生息密度（春・秋季）と河床環境要素（流速、河床礫組成、堆積有機物量等）ならびに生息密度をもとにタイプ区分した底生昆虫群集組成について検討した結果、群集タイプの違いには河床環境のうち河床礫組成と流速が主に寄与していること、とくに河床礫組成の寄与が堆積有機物量の少ない春季に顕在化することから、底生昆虫生息に影響を与える河床環境は河床礫組成（大礫割合）と堆積有機物量とであることを明らかにしている。

第5章では、底生昆虫の生息場所となる河道・河床環境について総合的考察を加え、河床環境の河床礫組成とこれに依存した河床堆積有機物量が底生昆虫生息の主要環境要素であることが明らかになったことから、さらに生態保全的河川管理のあり方について論じている。すなわち、従来物理環境のみの視点でとらえられてきた河道・河床構造について、生態的河川管理項目としての河床底質構造（河床礫組成と河床堆積有機物）の重要性を指摘し、さらに、河床・河道・河畔を含めた流域管理の方向性を提起するとともに、砂礫供給や流砂型河川構造物配置などによる底質構造維持の必要性を指摘している。

以上のように、本論文は生態保全的河川管理の視点から河川底生昆虫生息に係る河道・河床環境特性を明らかにしたものであり、その成果は学術・応用両面から高く評価される。よって審査員一同は布川雅典が博士（農学）を受ける十分な資格があるものと認めた。