HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Application of stoichiometric approaches for identification of relationships between resources and benthic invertebrates in stream ecosystems [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	太田, 民久
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第11354号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55519
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Tamihisa_Ohta_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

生物圏科学専攻：博士（環境科学）　　氏 名　太田 民久

学 位 論 文 題 名

Application of stoichiometric approaches for identification of relationships between resources and benthic invertebrates in stream ecosystems

（河川生態系における資源-底生無脊椎動物関係をひもとく生態系化学量論的アプローチ）

資源―消費者間系は生態系の構造の基本的な構成単位であり、その媒体となる栄養塩に着目した研究が非常に多く行われている。そして同様の研究は河川生態系を舞台にして、栄養段階間および陸域と水域間の繋がりといった様々なスケールで実施されている。さらに人為的な環境改変が生態系に与える影響を評価する際にも着目すべき関係性である。生態学的化学量論（Ecological stoichiometry）は資源と消費者の化学量比から，消費者の成長や繁殖の制限元素および余剰排出元素を予測する概念であり、資源-消費者関係を考える上で非常に有用である。本研究では生態学的化学量論の概念を用いて河川生態系の重要な構成要員である底生無脊椎動物と彼らの資源との関係性を様々な角度から解明しようと試みた。まず、河川生態系内の資源-消費者系に着目し、1）光環境の変化に伴い藻類の化学量比が変化することで栄養段階間の生態系プロセスに与える影響、2）腐食食者の多様性と落葉分解率の間に存在するポジティブな関係性が生じるメカニズムに両者の化学量比がもたらす影響を検証した。さらに河川と陸域の繋がりおよび人為的撹乱の影響に着目し、3）陸域から流入する栄養塩の可給性の変化が、河川底生甲殻類に与える影響、4）近年増加している人為的な窒素負荷量の増大が河川分解系に与える影響を検証した。

第1章では、河川生態系の資源-消費者系に関する先行研究をまとめた。

第2章では、河川生態系における藻類と藻類食者に着目し、周辺環境が栄養段階間の生態系プロセスに与える影響を、生態学的化学量論の概念を用いて検証した。河川生態系における藻類食者は，一次消費者として河川の重要な構成種である。彼らの餌資源である付着藻類は炭素（C）を光合成によって獲得し，窒素（N）やリン（P）は水塊から取り込む。このため生産者のCの獲得量は主に光によって規定され，NおよびPの獲得量は主に周辺環境の栄養塩濃度によって規定される。このことから，生産者のC/N比およびC/P比は光条件と周辺環境の栄養塩濃度との間のバランスによって決定される可能性が高い。そのため，特に貧栄養な河川においては光強度が上昇すると組織内におけるCの含有量が上昇し，付着藻類のC/N比およびC/P比が上昇すると考えられる。そこで申請者は，河川藻類食者であるヒラマキミズマイマイを用いて飼育実験を行った。その結果，光強度の弱い環境（餌資源量が乏しい）と光強度の強い環境（C/N比およびC/P比が上昇）下では巻貝の成長が抑制され，中程度の光強度で最大になるという結果となった。一方，巻貝の生殖腺に含まれるリンの含有濃度は光強度の強い環境ほど増加する傾向がみられた。

第3章では腐食食者の多様性と落葉分解速度との関係性を生態学的化学量論の概念を用いて検証した。生物多様性と落葉分解速

度などの生態系機能との間にポジティブな関係性があることは長年報告されている。しかしその全メカニズムの解明には至っていないのが現状である。私は生態学的化学量論の概念を応用し，そのメカニズムの解明を試みた。落葉リターのC/NおよびC/P比が樹種間で大きく異なることは広く知られている。しかし近年、分解者の体組織も同様にC/NおよびC/P比が分類群間で大きく異なることが分かってきた。つまり，単位体積あたりの体を構成するために必要な栄養塩量が分解者分類群間で異なることが考えられる。そこで我々は，体組織の化学量比により落葉リターに対するアプローチが異なり、その結果様々な化学量比の腐食食者が存在する方が，落葉リターの分解効率が上昇するのではないかと予測した。私は室内実験を行い，マイクロコズムに様々な組み合わせで落葉リターと腐食食者を投入し，落葉リターの分解率を検証した。その結果，様々な化学量比の腐食食者がマイクロコズム内に存在すると分解率が上昇するという結果が得られた。

第4章では陸域から河川へ供給される栄養塩の可給性と河川底生甲殻類との関係を検証した。陸域から河川へ流入する栄養塩量は集水域の植生や施行により変化することが知られている。しかし、その流入量の変化が河川生態系の構成生物におよぼす影響は検証が進んでいない。私は植物の落葉リター中のカルシウム(Ca)の濃度が樹種間で大きく異なることに着目した。日本国の森林の約19%を覆うスギを含むヒノキ科の落葉リターは他の樹種(広葉樹，マツ等)と比較して3から5倍程度Ca濃度が高い。その結果，スギ林土壌のCa濃度は他の樹林と比較して著しく高いことが知られている。しかし，集水域の植生が河川へのCa流出量を変化させ，河川生態系の生物にまで影響しているという研究は皆無であった。我々は貧Ca生態系である北海道大学和歌山研究林において野外調査および野外実験を行った。その結果、集水域がスギ林からなる河川では広葉樹林や皆伐林と比べ、河川性甲殻類の密度や生存率が有意に高いことが実証された。

第5章では人為的な生態系への窒素負荷量の増大が河川の落葉分解系に与える影響を検証した。窒素をはじめとする栄養塩負荷量の増大は落葉表面の真菌バイオマスを増加させることで落葉の栄養的価値を高めることで、腐食食者群集に影響することが知られている。しかし、栄養塩負荷量の増大とともに環境中の光強度の増大も落葉表面の真菌バイオマスを増加させ、腐食食者の成長や落葉分解率に影響を与えることが知られている。栄養塩負荷量および光強度は河川環境中で容易に変動しやすいため、両者の相対的な影響力や相乗効果を検証することは重要である。私は環境中の窒素負荷量および光強度を操作する河川野外操作実験を行った。その結果、落葉分解速度は、光強度の強い環境下で窒素負荷量が増加した場合のみ、有意に増加した。また河川底生無脊椎動物群集も同環境下でのみその群集構成が有意に変化した。またその原因としては落葉表面の菌類バイオマスや落葉中の微細有機物粒の増加が影響したことが考えられた。

第6章では、本研究により得られた知見を統合し、資源-河川底生無脊椎動物系と栄養塩との関係に対する総合的な考察を行った。また、生態学的化学量論の概念を用いた今後アプローチをに関しても考察を行った。

今回着目した栄養塩を介した資源-消費者関係を今後も検証していくことは、河川を含む森林生態系の構造を包括的に理解することに繋がると考えられる。