

氏名(本籍)	アアン ジョハン ワヒュデイ (インドネシア)			
学位の種類	博士(環境学)			
学位記番号	博甲第6536号			
学位授与年月日	平成25年3月25日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審査研究科	生命環境科学研究科			
学位論文題目	Biogeochemical Role of <i>Gaetice depressus</i> (Crustacea, Varunidae) in Boulder Shore Ecosystem (転石海岸生態系におけるヒライソガニ(甲殻類、モクズガニ科)の生物地球化学的役割)			
主査	筑波大学教授	理学博士	濱 健 夫	
副査	筑波大学准教授	博士(理学)	廣 田 充	
副査	筑波大学准教授	博士(農学)	上 條 隆 志	
副査	筑波大学助教	博士(理学)	和 田 茂 樹	

論 文 の 内 容 の 要 旨

我が国の海岸線として広く分布する転石海岸は、転石の存在により三次元的な生息域確保されるため、特異的な生態系を形成している。転石の存在は、1) 生物の付着面積を増加させる、2) 水の流れを減少させる、3) 有機物の循環に重要なデトリタスの蓄積量を増加させる、および4) 動物への避難場所の提供、等の影響を与える。このような特性をもつ事から、転石海岸はカニ類の絶好の生殖場所となっており、特にヒライソガニ(*Gaetice depressus*)は転石海岸において広く観察されている。従来の研究から、ヒライソガニの成育密度は他のカニ類よりも高いことが知られており、転石海岸における食物連鎖およびそれに伴う物質循環において、重要な役割を果たしているものと予想される。この役割の解明のためには、ヒライソガニの、成育密度、食物源と栄養段階、摂食量と排泄量などの推定が有効であると考えられる。

本研究では、静岡県下田市の恵比須島に広がる転石海岸を研究対象とし、2010年から2011年に渡り、1) ヒライソガニの成育密度の潮位および季節による変化の観測、2) ヒライソガニおよび一次生産者の有機物の炭素・窒素安定同位体および植物色素組成の測定、3) ヒライソガニの摂食速度の測定、4) ヒライソガニの排泄速度の測定を実施した。

恵比須島転石海岸に定点を設けてヒライソガニの固体数を計数した結果、観測期間を通して、平均 $41.4 \pm 3.4 \text{ ind m}^{-2}$ の値が得られた。この個体密度は、同海岸に生息する大型底生動物の中では最大の値である事が明らかとなった。別途計測した個体あたりの重量(湿重量)の平均値から、単位面積あたりの湿重量として、 37.1 gm^{-2} が推定された。

ヒライソガニの食物源と栄養段階を、胃内容物の解析、炭素・窒素安定同位体比、及び植物マーカー色素の3種類の方法を用いて推定した。胃内容物の解析の結果、同種は主として大型藻類からなる独立栄養生物を摂食し、それに加えて従属栄養生物も摂取することが推定された。一方、大型藻類、転石に付着する付着藻類、海水の懸濁粒子、他種の大型底生動物など、広範な生物について炭素・窒素同位体比を比較することにより、ヒライソガニの食物源としては、下記の順に重要である事が推定された。1) 大型緑藻類(*Monostroma*

sp., *Ulva* spp., *Ulvaria* sp.)、2) 付着性および浮遊性小型藻類、3) 紅藻類 (*Gloiopeltis complanata*, *Gl. Furcata*)、および4) 従属栄養生物 (主としてデトリタス状となった死体)。また、胃内容物および多種の植物について得られた植物マーカー色素の結果も、ヒライソガニが大型藻類を主として食していることが明らかとなった。同種が独立栄養生物に加えて従属栄養生物起源の有機物も食物源として用いていることから、同種は雑食性と判断される。しかしながら、量的には独立栄養生物を主として用いていることが明らかとなったことから、栄養段階としては第2段階に属すると考えられる。

ヒライソガニの摂食速度は、調査対象の転石海岸において「キャッチーリリース法」により推定し、排出速度については、実験室内の水槽において排泄された糞粒の有機炭素・窒素量の測定により推定した。実験の結果、個体あたりの摂食量は炭素、窒素において、それぞれ $0.61 \text{ mgC ind}^{-1} \text{ h}^{-1}$ 、および $0.06 \text{ mgN ind}^{-1} \text{ h}^{-1}$ と推定された。この値に、年間平均の個体密度を乗ずることにより単位面積あたりの摂食量として、 $25.2 \text{ mgC m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 、および $2.6 \text{ mgN m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ の値が得られた。一方、排泄量は、個体あたりとして $0.14 \text{ mgC ind}^{-1} \text{ h}^{-1}$ 、および $0.02 \text{ mgN ind}^{-1} \text{ h}^{-1}$ 、単位面積あたりとして $5.6 \text{ mgC ind}^{-1} \text{ h}^{-1}$ および $0.7 \text{ mgN m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ と推定された。また、これらの値からヒライソガニの同化率を算出し、有機炭素および有機窒素について、それぞれ78%および74%と推定された。また、従来報告されているヒライソガニの摂食活動の日周変化を考慮し、1日あたり、単位面積あたりの摂食量は年間平均で $346 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ であった。

ヒライソガニの摂食活動が転石海岸において果たす役割を推定するため、本研究で得られた摂食速度を、従来の研究で得られた独立栄養生物の現存量 (年間平均値: $1,880 \text{ mgC m}^{-2}$) と比較したところ、1日あたり独立栄養生物の18.4%を補食する結果となった。これから、同海岸の独立栄養生物のヒライソガニによる捕食を通した回転時間が5日程度である事が推定される。ヒライソガニ以外の底生動物も考慮すると、調査対象の転石海岸における回転時間は数日と推定され、この値は外洋域において報告されている値とほぼ同様である。これから、転石海岸においては、ヒライソガニを代表とする大型底生動物の摂食により、炭素、窒素等の生元素は高い速度で循環していることが明らかとなった。

審査の結果の要旨

本研究は、我が国の海岸線として重要である転石海岸に生息するヒライソガニの食性、およびその摂食・排泄活動の生物地球化学的役割について、観測および実験を通して明らかにしたものである。食性の解析においては、単一の方法による推定ではなく、胃内容物、炭素・窒素安定同位体比に加え、近年食物連鎖の研究に用いられ始めた植物マーカー色素を含めた、3種類の手法を用いることにより総合的に解析した点は、本研究の信頼性を高める上で評価できる。その結果、従来の研究では特定されていなかった食性および栄養段階について、雑食性ではあるが第2栄養段階に近い位置を占める事を明らかにすることができた。また、転石海岸における生物地球化学的役割を明らかにするため、カニ類ではこれまでほとんど実施されてこなかった現場における摂食実験、および実験室における排泄実験を行うことにより、摂食速度と排泄速度を実測することが可能となった。ヒライソガニは東アジアに広く分布することから、本種について得られた両速度は、他の転石海岸における食物連鎖、物質循環の理解のため、基盤となる情報となると期待される。

推定された摂食速度を、報告されている同海岸の独立栄養生物の現存量と比較したところ、ヒライソガニなどの底生動物の摂食による独立栄養生物の有機炭素の回転時間は、数日程度である事が推測された。これは、転石海岸生態系における初めての推定例であり、転石海岸生態系における生元素循環の活発さ、および循環におけるヒライソガニの役割の大きさを示す先駆的な研究として高く評価できる。

平成25年1月23日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員

によって合格と判定された。

よって、著者は博士（環境学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。