

# カイコウオオソコエビの消化酵素と成分分析

## －カイコウオオソコエビは甘い？－

○小林 英城・秦田 勇二・坪内 泰志・高見 英人（海洋研究開発機構）

【緒言】カイコウオオソコエビ (*Hirondellea gigas*) は世界で最も深いマリアナ海溝チャレンジャー海淵（深度 10,900 m）で棲息するヨコエビの一種です（図 1）。水温 2℃、水圧 1,000 気圧という細菌でさえ増殖能が著しく低下する過酷な環境でも、多数のカイコウオオソコエビが活発に運動している姿が観察されています。しかしながら、何を食べて栄養源としているのか等、その生態については一切知られておりません。海底土に棲息する微生物を食べていると考えられていましたが、海底土の有機炭素量は 2-3  $\mu\text{g/g}$  乾燥底泥と非常に低く、また微生物も表層の 0.1%-0.01%程度しか分離されず、底泥中の微生物は栄養源としては乏しいと考えられました。前年度のブルーアース 2010 では、2009 年 7 月 10 日 YK08-09 行動・課題番号 S09-47 において多数のカイコウオオソコエビを採取した事、およびその消化酵素について分析した結果を報告しました。カイコウオオソコエビは植物性多糖を分解する酵素を持ち、また採泥コアからは植物片が見つかりました。植物性多糖の中でもセルロースは、地球上で最も多い炭水化物であり、緑藻が誕生した約 25 億年前より全地球上に拡散していると考えられます。深度 10,000 m の超深海領域では生物数や種類も少ないため、栄養素を植物片から採っていると予測されました。そこで本研究では、消化酵素の性質を調べると共にその酵素反応物について調べました。



図 1 カイコウオオソコエビ

【実験方法】採取したカイコウオオソコエビを解体し、外殻を除いた後、専用の器具を用いてすり潰しました（図 2）。そのすり潰した個体から酵素を 1 ml の蒸留水で 3 回抽出しました。抽出液に終濃度 80%飽和になるように硫酸アンモニウムを加え、酵素を含むタンパク質を沈殿させました。沈殿物を 1 ml の蒸留水に溶解し、限外ろ過カラムを用いて脱塩・濃縮を行い、最終的に 0.2 ml の粗酵素液を得ました。本粗酵素液を用いて、各種酵素の性質について酵素学的な検討を行いました。また、カイコウオオソコエビを 1 晩凍結乾燥し、粉碎後、蒸留水 1 ml で 3 回抽出を行いました。抽出液中に存在する糖質について薄層クロマトグラフィーによる解析を行いました。



図 2 外殻を除去したカイコウオオソコエビ

【実験結果および考察】カイコウオオソコエビの消化酵素の中で、特に植物性経とう分解酵素について検討を行いました。その結果、多くの消化酵素は酸性領域 (pH 5.6) で至適活性を示しました。その一方、マリアナ海溝チャレンジャー海淵の海水 pH8.0 付近ではほとんど活性を示さず、カイコウオオソコエビの消化管内は通常の動物と同様に酸性になっていることが示唆されました。さらに、カイコウオオソコエビアミラーゼの反応至適 pH が酸性という点は、消化酵素としては非常に特異な性質

でした（図3）。人や牛を含めたほとんどの動物アミラーゼはpH 7付近の中性領域で至適活性を示します。また、カイコなど植物を食べる昆虫類のアミラーゼはpH9以上のアルカリ性領域で至適活性を示します。カイコウオオソコエビアミラーゼは、これら消化酵素とは大きく異なっており、深海海底で独自進化を遂げた事が考えられました。また、アミラーゼと同様にマルトースからグルコースを生産する $\alpha$ グリコシダーゼも検出され、同様に酸性領域で至適活性が認められました。以上の点からカイコウオオソコエビは、でんぷんやグリコーゲンから

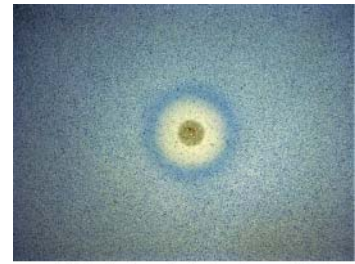


図3 カイコウオオソコエビのアミラーゼ活性

グルコース（ブドウ糖）まで分解し、栄養源として利用できることが明らかとなりました。そこで、実際にカイコウオオソコエビからグルコースが検出できるのかについて検討を行いました。その結果、非常に高濃度のグルコースが検出できました（図4）。カイコウオオソコエビの体液に含まれるグルコースは約0.15-0.3%であり、人の血液に含まれるグルコース（血糖値）の約3倍に達しました。甘さと言う点で見ると、市販のスポーツ飲料を5-10倍に薄めた程度の甘さと予想されます。カイコウ

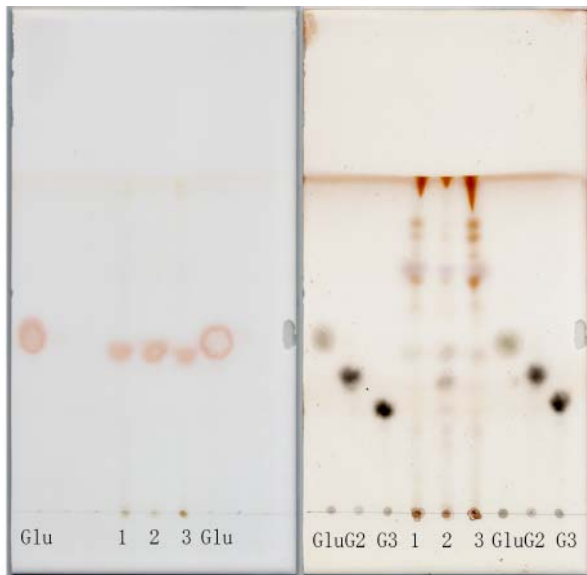


図4 カイコウオオソコエビの水溶性成分  
カイコウオオソコエビ3個体を調べた。数字は個体番号、Gluはグルコース、G2はマルトース、G3はマルトトリオースを示す。左の図はTLC展開した後、グルコースのみを呈色させ、右は全ての炭水化物を呈色させた結果を示す。

オオソコエビが大量のグルコースを含んでいたことは、深海海底の微生物相にとっても重大な意味があります。例えば大腸菌の場合、グルコースと無機塩だけで良好に生育し、多くのアミノ酸類、多糖、核酸などを合成・代謝できます。グルコースを利用できる細菌は非常に数多く存在し、その代謝産物はその他の細菌の生育を助け、豊かな微生物生態系が構築されると考えられます。実は、超深海環境の生態系を支えている栄養源は植物であり、カイコウオオソコエビは植物性多糖を分解し、グルコースとして供給していることが示唆されました。超深海では生物密度が低く、特に他種の生物と出会う機会は少ないと考えられます。したがって、生物間における食物連鎖の形成が難しく、地球上に最も多い炭水化物であるセルロースやでんぷんを栄養源として、超深海生態系を構築していると推察されました。