

隠岐・宍道湖・中海周辺の生物多様性調査 —生物多様性から見たイカのレチノイド代謝—

生物科学科 教授

尾崎 浩一

目 的

イカは世界的にも主要な漁業資源の一つであり、とりわけ日本の漁獲量は、世界のイカの総漁獲量の約半分を占めているといわれている。また、イカは人間の食糧としてのみならず、大型海洋生物の餌として生態学上の重要な位置を占めており、更にはその発達した神経系により、生物学における神経科学や感覚生理学の研究の発展に極めて重要な役割を果たしてきた。しかし、こうした科学、漁業資源としての重要度の高さに比して、その系統、生態、行動、生理、生殖等に関する基礎科学的な知見はまだまだ少なく、資源維持の見地からも更なる研究が望まれている。

島根県においては、「白いか」が主要な漁獲対象である。「白いか」は、一般に、初夏に捕獲される「ケンサキイカ」と、秋以降に捕獲される「ブドウイカ」に分けられているが、両者のゲノムに明瞭な差異はなく、分類学上は「ケンサキイカ (*Uroteuthis edulis*)」と命名され、同一種として扱われている。一方、ケンサキイカとブドウイカは日本海海域で異なったルートを回遊すると考えられており、また、日本海には、ケンサキイカと同じく沿岸回遊性のアオリイカや、より大規模な回遊を行う沖合性のスルメイカなど種々のイカが棲息している。これらのイカの生物学的な共通点や相違点を比較し、その特性を多面的に理解することは、基礎生物学の推進による地域文化への貢献に加え、イカ漁の安定化、特産品としてのイカの商品化を進める基盤ともなる。

イカ類の大きな特徴の一つとして、その高度に発達した眼が挙げられる。イカはこの眼を利用し、捕食や生殖など個体の生存や種の維持に必須な行動を行っている。そこで、本研究では、眼による光受容に不可欠なビタミンAの代謝機構について、種々のイカやタコなどの頭足類、および他の軟体動物間で比較検討することにより、イカの持つ生理学的、生態学的特性を明らかにすることを目的とした。

研究成果

1. Retinal-Binding Protein (RALBP) の系統と多様性

レチノイド (ビタミンA) の一種である 11-シスレチナールは、視物質の発色団として光受容に必須の生体物質である。レチノイドは一般に脂溶性であるため、生体内での代謝、運搬には、何らかの可溶化機構が必要である。我々は、スルメイカ視細胞からレチノイドを結合して可溶化する機能を持つタンパク質として RALBP を同定するとともに、このタンパク質がレチノイド代謝回路 (visual cycle) の一員として機能していることを示した。本研究では、まず、この RALBP を手掛かりにその分子系統を探り、レチノイド代謝の多様性について検討した。

RALBP のアミノ酸配列から、このタンパク質は Sec14 と呼ばれる親油性物質結合タンパク質スーパーファミリーに属することがわかった。このファミリーには、酵母の PtdIns 運搬に関与する Sec14p の他、脊椎動物の細胞性レチナール結合タンパク質 (CRALBP) や α -tocopherol 運搬タンパク質など多種のタンパク質が含まれ、親油性物質の運搬や脂質による細胞内信号伝達に重要な役割を担っている。イカの RALBP は、Sec14 ドメインと、その C 末端側にある機能未知の GOLD ドメインから構成され、CRALBP 等とはやや異なった構造を示す。RNAseq のデータ検

索により、スルメイカ RALBP と同様の構造を持つオルソログ配列がヒメイカやオウムガイにも見出され、ケンサキイカ網膜の水溶性画分からも相当量のレチノイドが検出されたことから、このタンパク質は頭足綱で広く発現し、眼でのレチノイド代謝に関与していることがわかった。

2. 肝臓に含まれるレチノイド

脊椎動物では、食物から摂取したビタミンA類を全トランスレチノールと脂肪酸からなるレチニルエステルの形で肝臓に貯蔵し、必要に応じて各組織に供給している。従って、視物質の合成に必要な 11-シスレチナールは、眼において初めて合成される。本研究では、イカ体内におけるレチノイド代謝を総合的に比較研究するため、まず、ケンサキイカについて肝臓および血液のレチノイド組成を分析した。その結果、驚くべきことに大量の 11-シスレチノールが肝臓に貯蔵され、血液中にも含まれることがわかった。11-シス形のレチノイドが、眼以外で安定に貯蔵される例はこれまで全く報告されておらず、新たな発見である。更に、肝臓においては、特に水溶性画分に多くの 11-シスレチノールが検出され、脂溶性であるビタミンAが何らかの形で可溶化されて存在することが示された。現在、その存在様式や合成・代謝機構を明らかにすべくクロマトグラフィー、電気泳動等による生化学的な分析を行うとともに、他種のイカやタコなどの頭足類、ならびに他の軟体動物を材料として、レチノイド貯蔵の多様性についての調査、研究を進めている。

社会への貢献

大学の社会に対する最も重要な役割は、地域の知的好奇心を活性化し、知的欲求すなわち文化のレベルを高めることである。本研究では、「イカ」という地域に身近な素材を用いて得られた感覚や代謝、生物多様性に関する先端の分子生物学的知見を積極的に市民に紹介し、生物科学の重要性の理解を促す目的で、松江および隠岐で2回の報告を行った。また、肝臓等でのレチノイド代謝の多様性に関する研究は、今後、イカの生態および漁獲、塩辛などの商品開発にも貢献する可能性を持つと考えられる。

次年度に向けた検討状況

今年度の研究により明らかになった RALBP の構造、肝臓における新規レチノイド代謝系の存在等について、今後、ケンサキイカとブドウイカの比較のみならず、種々の頭足類ならびに軟体動物全般における多様性を検討し、このシステムの持つ機能や、適応的ならびに系統的意味を明らかにする予定である。

公表論文・学会発表・受賞

本研究は本年度から開始した研究であるため、発表は地域連携室企画の報告会（2回）のみ。

1. 尾崎浩一：イカの眼とビタミンA 生物資源科学部ミッション研究課題松江第5回成果報告会（平成27年3月14日、くにびきメッセ）
2. 尾崎浩一：イカの視覚とビタミンA 生物資源科学部ミッション研究課題隠岐第1回報告会（平成27年3月29日、隠岐の島町ふれあいセンター）

外部資金

平成27年度科学研究費補助金（挑戦的萌芽研究）を、本研究に関連した以下の課題で申請中。

「イカの体は 11-シス形レチノイドの宝庫 ―その生成・貯蔵機構と起源を探る」