

From the Dean's Office

学部長室から

# 羽ばたく

毎年、自宅の車庫にツバメが巣作りをし、ひな鳥が巣立っています。巣立ちの時期には、親鳥の後を必死に追って羽ばたいているひな鳥がいたり、まだ巣に残っているひな鳥がいたりします。自分は飛べると信じて初めて巣から飛び立つ瞬間をどのように決断しているのだろうかといつも不思議に思っています。今から35年ぐらい前の学生時代の話ですが、チョウの羽ばたきの研究をされていた他の専攻の先輩が、やっとなり解析のための連続写真を撮られたと喜んでおられたのを覚えています。当時のカメラの性能を考えると大変な挑戦をされたことと思います。

大学は、毎年、多数の卒業生を社会に送り出しています。学生たちにとって大学は、社会で羽ばたくための力を身につける学びの場であり、人間的な成長の場でもあります。就業経験としてインターンシップに参加する学生も増えています。

これからの学生の活躍の場はより一層世界に広がり、外国人と働く機会も我々の頃に比べて格段に多くなるものと思います。文化的な背景の異なる人々との交流を若い時に経験することがとても大切になっています。本研究科でも学生が海外で学ぶ機会をできるだけ多く持てるように、短期海外留学や海外実習に参加する学生への経済的な支援を通して背中を押しています。挑戦をしてやり遂げる経験をすることで、学生はとても頼もしくなります。世界の人々と共に働き大きく羽ばたいてくれるチャレンジ精神に富んだ人材が多く育ってほしいと思っています。



東京大学大学院農学生命科学研究科長・農学部長  
丹下 健

「なぜキンギョは海で生きられないのか」、そんな素朴な疑問を抱いたことはありませんか。私たちは、魚類の浸透圧調節研究を進めることで、魚が様々な水環境に適応する仕組みを明らかにするとともに、基礎研究に根差した応用研究を展開しています。



水圏生物学専攻  
水族生理学研究室  
か ね こ と よ じ  
金子豊二 教授



# なぜキンギョは海で生きられないのか?

Why can't a goldfish live in the sea?

## 教えて! Q&A

### 浸透圧

浸透圧とは半透膜を隔てて水と水溶液を置いた場合に生じる圧力差と定義される物理化学的用語ですが、血液の浸透圧はもっぱら無機イオン(主にナトリウムイオンと塩化物イオン)によって規定されるため、血液浸透圧は塩分濃度とほぼ同義と考える構いません。

### 浸透圧調節

浸透圧調節とは血液などの体液の浸透圧を生理的な許容範囲内に維持する仕組みのことです。魚の場合は、浸透圧調節器官(鰓、腎臓、腸)の調節のとれた働きによって浸透圧が調節されています。中でも鰓の塩類細胞は、塩類の取り込みや排出を担っています。

### 塩類細胞

魚類の鰓などに分布する塩類輸送に特化した細胞(図3)。塩類細胞の外側に接する細胞膜(頂端膜)と体内側の細胞膜(側底膜)には様々なイオン輸送タンパクが局在し、それによって塩類細胞の輸送特性が決まります。塩類細胞が輸送する塩類はナトリウム(Na<sup>+</sup>)や塩化物イオン(Cl<sup>-</sup>)に限らず、カルシウム(Ca<sup>2+</sup>)の取り込み、カリウム(K<sup>+</sup>)やセシウム(Cs<sup>+</sup>)の排出にも関わっていることが分かってきました。また、鰓が未発達な発育初期の魚では、体表に塩類細胞が存在し、鰓に代わって浸透圧調節を行っています(図4)。

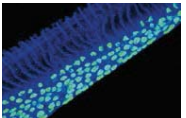
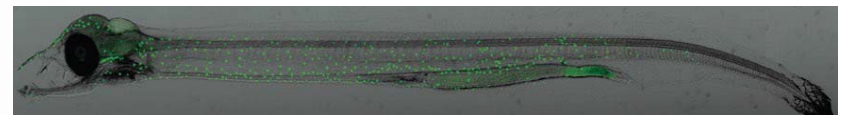


図3. 鰓の塩類細胞(テラヒア)  
鰓は魚の呼吸器官であると同時に浸透圧調節器官でもある。鰓の塩類細胞(緑色に染色)は各種の塩類を輸送することで、血液の浸透圧を調節している。

図4. 仔魚期ウナギの塩類細胞  
鰓が発達する前の仔魚期のウナギでは、塩類細胞(緑色に染色)は体表に広く分布する。



図1. 魚の浸透圧調節  
魚の血液の塩分濃度(浸透圧)は、環境水の塩分濃度に問わず海水の1/4~1/3の値に保たれている。

海に囲まれた日本では海の魚も川の魚も馴染み深いものが多く、コイやキンギョが淡水魚で、ヒラメやイワシが海水魚であることは誰もが知っています。淡水魚の多くは海水では生きられず、海水魚は淡水に入ると死んでしまいます。このように淡水または海水を「狭塩性魚」と言います。一方で、淡水と海水の混じり合う河口付近に棲む魚は、淡水と海水の双方に適応できる「広塩性魚」です。ウナギやサケのように一生をかけて海と川を回遊する「通し回遊魚」も広塩性の魚です。

魚の血液の塩分濃度(浸透圧)は、環境水の塩分濃度に関わらず海水の1/4~1/3の値に保たれています。淡水の魚は体中の塩類が流失しがちですが、不足する塩類を鰓の塩類細胞がエネルギーを使って取り込んでいます。逆に、血液よりも塩分濃度が高い海

水で暮らす海の魚は、体に流入する過剰な塩類を鰓の塩類細胞が排出することで塩類のバランスを保っています(図1)。淡水魚の塩類細胞は塩類の取り込みに、また海水魚の塩類細胞は塩類の排出にそれぞれ特化しています。これに対し、広塩性魚の塩類細胞は、環境水の塩分濃度に応じてその機能を切り替えることができます。つまり、淡水で塩類を取り込んでいた塩類細胞が、海水に入ると掌を返したように塩類を排出するようになります(図2)。このような塩類細胞

の機能の可塑性の有無が、魚類の狭塩性と広塩性を分かつ水嶺なのです。また、浸透圧調節の

基礎研究によって得られた成果は、魚の増養殖にも応用されています。たとえば、浸透圧調節には多大なエネルギーが費やされますが、浸透圧ストレスを低減した環境で魚を飼育すれば、その分のエネルギーが成長に廻され、高成長が期待できます。



図2. 狭塩性魚と広塩性魚の塩類細胞  
狭塩性魚の塩類細胞は塩類の取り込みや排出のいずれかに特化しているが、広塩性魚の塩類細胞は環境水の塩分濃度に応じてその機能を切り替えることができる。