

審査の結果の要旨

氏名 中村 政裕

本研究は魚類における通し回遊の起源と進化について、①生まれた浸透圧環境とは異なる環境（非出生浸透圧環境と呼ぶ）への進入行動の解発機構、②通し回遊種が普遍的に備える生理特性（予備適応能）の獲得過程、また③非出生浸透圧環境への適応能獲得の遺伝子基盤などを行動学、生理学、ゲノム科学の観点から包括的に調べ、それらの結果を総合して通し回遊の起源と進化シナリオを考察したものである。

まず、第1章の諸言に続く第2章で通し回遊の進化の重要な行動要素である非出生浸透圧環境への進入行動の解発機構について、海産種のショウサイフグと海産河口偶来種のトラフグとクサフグのトラフグ属3種を用いて空腹度に着目して検討した。その結果、全種とも空腹度に関係なく非出生浸透圧環境への進入行動を示し、本属の非出生浸透圧環境への進入行動の解発には空腹度が関係ないことを示した。

第3章では、河口偶来種における非出生浸透圧環境への順応能と予備適応能の獲得過程を推定するために、河口偶来種であるウグイ、クロダイ、スズキ稚魚の3魚種を用いてこれらの性質の有無を調べた。その結果、水温を急変させた場合に河口偶来種では非出生浸透圧環境に順応できる水温帯が狭くなり、また水温を段階的に変化させた場合には、高温方向で順応可能水温帯が狭まることを明らかにした。さらに、鰓におけるイオン輸送体遺伝子の発現量と非出生浸透圧環境に対する選好性の関係性から予備適応能の有無を調べた。まず、スズキとクロダイでは CFTR (cystic fibrosis transmembrane conductance regulator) と NKCC1 (sodium-potassium-chloride cotransporter-1) が、ウグイでは CFTR と NKCC1a (sodium-potassium-chloride cotransporter-1a) がそれぞれ海水マーカーとして有用であり、またスズキ稚魚では NCC (sodium-chloride cotransporter) と NHE3 (sodium-hydrogen exchanger-3) が、クロダイでは NHE3 がそれぞれ淡水マーカーとして有用であることを明らかにした。続いて、それらの遺伝子マーカーの発現量と非出生浸透圧環境への選好度との関係を調べ、それら3種の河口偶来種において両者の間に関係性はなく、非出生浸透圧環境への進入行動には予備適応が伴わないことを明らかにした。すなわち、予備適応という通し回遊種に普遍的な生理特性は河口偶来種から通し回遊種への進化過程において獲得されたものであることを明らかにした。

第4章では、非出生浸透圧環境への適応能獲得の遺伝子基盤を明らかにするため、低張

環境への生態的依存度が異なるトラフグ属 5 種（ショウサイフグ、メフグ、メガネフグ、クサフグ、トラフグ；低張環境順応能 ショウサイフグ<クサフグ<トラフグ<メフグ=メガネフグ）を用いて低張環境順応能の遺伝子基盤を比較した。その結果、低張環境への順応能が最も低い海産種であるショウサイフグでのみ低張環境に応答して発現変動を示さない遺伝子が鰓で 4 個、腸で 3 個認められ、これらの中には海水適応に重要な CFTR が含まれることが判り、本種では低張環境への適応に際して浸透圧調節関連遺伝子が適切に調節されていないことを示した。また、低張環境への順応能が高い遡河回遊種であるメフグとメガネフグでのみ発現上昇が認められた遺伝子が鰓で 14 個、腸で 7 個あり、これらの遺伝子が低張環境への適応機構獲得に重要な役割を果たしていることを示した。すなわち、海産種のショウサイフグでは、低張環境への適応に重要ないくつかの遺伝子が適切に発現できないことが低張環境への順応能の低さに関係すること、また浸透圧調節機構がより発達した河口偶来種では重要遺伝子の適切な発現調節がされていることを明らかにした。

以上の結果を総合して、以下のような通し回遊種誕生に至る進化シナリオを提示した。すなわち、非出生浸透圧環境に対する一定の耐性と選好性を有する海産種あるいは淡水産種からより高度な浸透圧調節機構を有する河口偶来種が進化し、さらにイオン輸送に関わる重要遺伝子の発現調節システムと非出生浸透圧環境における広範な水温帯での浸透圧調節能、ならびに予備適応機構を備えることで、通し回遊種が誕生する。

以上、本研究は通し回遊の起源と進化過程について行動学・生理学・ゲノム科学など多様な観点から検討を加え、それぞれ重要な知見を研究成果として得るとともに、新たな通し回遊の進化シナリオを提示した。これらの研究成果は、学術上応用上寄与するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。

