

Respiratory Adaptation of the Intertidal Burrow-Dwelling Eel Goby
Odontamblyopus lacepedii, (Gobiidae: Amblyopinae).
ワラスボの呼吸生理学

長崎大学大学院生産科学研究科
ゴンザレス・トマス・タコルダ

第1章 General introduction

有明海に生息するハゼ科魚類は、魚類における水生から陸生への移行の様々な段階を呈しており、脊椎動物の陸上進出を考察する上で重要な示唆を与えると考えられる。そのような観点から、従来トビハゼ・ムツゴロウについて多くの研究がなされてきたが、この移行の最も初期の段階を示すと考えられるワラスボ (*Odontamblyopus lacepedii*) については、その生態および生理ともに全く研究がなされていない。本研究ではワラスボの巣穴環境への呼吸適応の生理、およびそれを支える呼吸及び循環器系の形態を明らかにし、さらにマレーシア産大型トビハゼ *Periophthalmodon schlosseri* と形態学的比較を行なうことによって、ハゼ科魚類の陸生への移行過程について考察を行なった。

第2章 Burrow morphology and its respiratory environment

ワラスボの巣穴を樹脂鋳型法で作成し、その形態を調査した。ワラスボの巣穴は干潟表面に2~7個の開口部をもっており、その1つに特徴的なマウンドが存在した。また、水平方向の広がりや深度より大きいというトビハゼ・ムツゴロウ類の巣穴には見られない特徴を示した。巣穴坑道の分岐部は拡張しており、ワラスボが巣穴内で体の方向を転換することを可能にしていると推測された。ワラスボの巣穴を満たす水の酸素分圧(PO_2)は干潟干出直後には7 kPa程度あるものの、干出1.3時間後には2.3 kPaと極めて低い値を示した。

第3章 Gas exchange physiology

実験的にワラスボを低酸素環境に曝露したところ、 PO_2 が20.7 kPaの飽和条件下では全く空気呼吸が認められなかったものの、6.2 kPaで約3分の1の個体が、1.0 kPaでは全ての個体が空気呼吸を行なった。低酸素環境下では、ワラスボは水面上に口を突出させ、口腔内に空気を保持することによって空気呼吸を行なった。Tidal volumeは口腔体積とほぼ等しく、空気呼吸の度に口腔内の空気が完全に更新されていることが推測された。干潟の巣穴開口部直上にCCDカメラを設置して行なった調査でも空気呼吸

が確認された。Breath-holing duration は 1 kPa 条件下では全観察時間の 90% に達し、干潟の巣穴内ではワラスボはほとんどの時間を空気呼吸のために費やしていると考えられる。

第 4 章 Respiratory vasculature

ワラスボの鰓は組織学的には水生ハゼ科魚類であるハゼクチの鰓に類似しており、その血管系の構造にも空気呼吸に伴う特殊化は認められなかった。口腔および鰓腔内壁に毛細血管が高密度に分布しており、空気呼吸表面は口腔と鰓腔上皮であることが確認された。空気呼吸表面で酸素化された血液は体静脈によって心臓へ灌流されており、この点でも空気呼吸に伴う特殊化は見られなかった。第一出鰓動脈末端部および第一出鰓動脈と第二出鰓動脈の連絡部に、血流調節に関わると推測される構造が認められた。空気呼吸を行なっている間に口腔および鰓腔への血流を確保する機構については確認できなかった。

第 5 章 Comparison of respiratory vasculature with *Periophthalmodon schlosseri*

P. schlosseri の鰓は高度に退縮しており、二次鰓弁内血管の構造にも血管抵抗を減ずる構造が認められた。ワラスボ同様に口腔および鰓腔内壁に毛細血管がに分布していたが、その密度はワラスボより有意に高く、鰓弓表面や鰓弁出鰓動脈側にも及んでいた。このことは *P. schlosseri* において空気呼吸がワラスボより重要であることを示唆している。*P. schlosseri* の血管系はワラスボ同様、典型的な魚類の基本構造を保持していたが、inferior jugular vein が非常に発達しており、この静脈が口腔および鰓腔からの酸素化血を心臓へ還流する主要な流路と考えられる。

第 6 章 General discussion

本研究によって、ワラスボが低酸素水中で空気呼吸を行なうことが初めて明らかになった。循環系の基本構造はワラスボ・*P. schlosseri* ともに典型的魚類の構造を保持しており、ハゼ科魚類ではこの点に関しては空気呼吸の進化につれた特殊化が起こっていないことが明らかになった。しかし、鰓は空気呼吸を高度に発達させた *P. schlosseri* では構造的な特殊化が認められ、空気呼吸に関わるガス交換表面が鰓から口腔および鰓腔表面に移行していることが強く示唆された。ハゼ科魚類では Amblyopinae 亜科に属するワラスボは低潮時に干潟上に進出することなく巣穴内にとどまっているが、空気呼吸の能力をすでに発達させており、巣穴内低酸素環境に対する適応として獲得した空気呼吸能力がハゼ科魚類における陸上進出を促す前適応であったと考えられる。再生産に関しても、ワラスボでは産卵場所の特定はなされていないが、トビハゼで確認されたような、巣穴内空気貯蔵による再生産を行っている可能性が示唆された。