

氏名	鈴木紀雄 すずき のり お
学位の種類	理学博士
学位記番号	論理博第255号
学位授与の日付	昭和43年11月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	淡水魚の鰓の構造とガス交換の機能

論文調査委員 (主査) 教授 森 圭一 教授 森下正明 教授 加藤幹太 教授 加藤 勝

論文内容の要旨

主論文は、淡水魚の鰓の表面積や鰓の各部分の長さなどと、ガス交換量やガス交換率との関係をしらべて、鰓の構造がいかに魚に対して、直接的な酸素不足（環境水が低酸素圧の場合）や相対的な酸素不足（運動や成長の盛んな場合）が起こらないように適応した状態を示しているかを考察したものである。

32種（うち9種は鰓弁数のみ調査）の淡水魚をしらべた結果、直接的酸素不足や相対的酸素不足にさらされる魚類は鰓の表面積が大きい。

鰓弁（gill filament）の数は、同じ体重（または体長）のものを比較しても、よく生長する魚種や運動の盛んな魚種ほど多くなっている。

鰓弁片（Secondary lamella）の長さや鰓弁片間の距離の比（ l/d ）は溶存酸素量の少ないところにすむ魚で大きく、酸素の豊富なところにすむ魚で小さい。この値は主として鰓弁片の長さの変化による。鰓弁片の長さや l/d の値は、運動の非常に活発な魚種でも体重の増加につれて急に大きくなる。

以上新しく見出した結果を、ガス交換の面から理論的に考察して次のような結論を導いた。

鰓弁の数が多いとガス交換の効率是不変だがガス交換量が大きくなる。さらに、鰓弁数が多いと呼吸水量に比較して、呼吸運動に要するエネルギーが節約でき、それだけエネルギーの損失が少なくなる。したがって、成長の盛んな魚や運動の盛んな魚には、鰓弁の数が多いいことは都合がよい。

l/d の値が大きいこと、鰓が呼吸水と接触する時間がその値の2乗に比例して長くなるので、環境の溶存酸素量が少なくなっても、生理的死腔が大きくなることなく、酸素のとりこみ率も低くならない。さらに鰓弁片の長さが長いと、血流量や呼吸水量に影響を与えてガス交換の効率は高くなり、溶存酸素量の少ないところにすむ魚種でも血液の酸素分圧が低くなることはない。また、非常に運動の盛んな魚では、 l/d の値が大きいので、呼吸水量が多くなっても生理的死腔が増大することがない。

このように、もし対応処置がなければ、直接的酸素不足や相対的酸素不足にさらされる可能性のある魚は、それぞれ考えられる酸素不足の状況に応じて、ガス交換の上でそのような事態が起こらないように、鰓

の構造が変化していることを明らかにした。

参考論文1～9および13は、すべて生物の適応や変異に関する問題を取り扱っており、ジョウジョウバエ、フジツボ、七面鳥、フナなどを実験材料に選んで、生物の変異の起こり方を環境との関係や系統との関係から考察を行なったものである。参考論文10～12は陸水生物学上の問題を取り扱っており、その中で10は魚類生産の基礎資料として魚類の標準代謝量を求めたものであり、また11～12はびわ湖の性質を長期的に追跡する研究の一環として底生動物についてしらべたものである。

論文審査の結果の要旨

従来淡水魚の鰓の構造と機能については若干の生理学および形態学的研究があったが、鰓の細部の構造がガス交換と関係して変化する種々の様式を、環境の状態や魚の生活様式とむすびつけ、実際のデータの裏付けのもとに、理論的に考察したものはなかった。

もともと魚の呼吸の際にみられる酸素不足に対する適応には、大きく分けて2つの様式がある。環境水の酸素不足に対するばあい（直接的酸素不足）と、魚の生長や活動が盛んで、したがって魚の酸素要求が大きくなる状態に対するばあい（相対的酸素不足）の二つになる。このような酸素不足の生ずる条件に対し、魚の鰓の構造はどのように適応しているか。申請者は淡水魚32種を用いて、まず実際の鰓の形態の計測データを集め、つぎのようなことを明らかにした。

まず、いずれの様式の酸素不足にさらされるばあいでも、一般に鰓の表面積が大きくなるという事実がある。

また直接的酸素不足に対しては、鰓弁片の長さ(l)と鰓弁片間の距離(d)との比(l/d)が大きくなる。すなわち、環境水中に溶けている酸素の量が少ないところにすむものは l/d の値が大きくなる傾向がある。この際特に l の値が大きくなるものが多い。

相対的酸素不足に対しては、鰓弁の数を多くして対応する。また特に運動が非常に活発な魚種では、体重の増加につれて l/d の値が急に大きくなる。

これらの事実はいずれも新しく発見されたものであるが、これを鰓におけるガス交換の面から理論的に考察して、つぎのような結論をみちびいた。

l/d が値が大きいと、鰓が呼吸水と接触する時間が長くなり、環境の酸素量が少なくなっても、生理的死腔が小さくなり、酸素のとりこみ率が高くなるはずである。特に鰓弁片の長さが長いと、血流量や呼吸水量に影響を与えてガス交換の効率が高くなり、溶存酸素量の少ないところにすむ魚でも血液の酸素分圧を高く保つことができると考える。

つぎに鰓弁の数が多いと、ガスの交換量は、効率が変わらないままで、大きくなるはずである。また鰓弁数が多いと、呼吸水量に比べて呼吸運動に要するエネルギーが節約できるはずである。すなわち生長の盛んな魚や運動の盛んな魚には鰓弁の数が多いとつごうがよいはずである。特に運動が非常に盛んな魚では、 l/d の値が大きく、呼吸水量が大きくなっても生理的死腔が増大することがないのでつごうがよからう。

このような理論的結果を、自然の種々の環境にすむ魚にあてはめると、その観察にもとづく生態と

よく一致し、形態—生理—生態—環境をむすぶ一貫した説明の可能なことが分った。こうしてこの研究は、自然のいろいろな環境とそこにすむいろいろな生態をもつ魚を、呼吸に関する形態と生理を仲介として結びつけ、その適合性の因果を理論的に証明したもので、陸水生物学の新しい境地を開拓したものとして高く評価できる。

参考論文は、主とし動物の適応現象と、免疫反応を利用する系統学に関するものであり、いずれも高い内容を持ち、それぞれの方面で新境地を開いたものとして注目されている。

以上申請者の研究は、魚類の形態学、生理学、生態学および環境学を広くむすぶ陸水生物学の新しい境地を開いたもので、参考論文に示された研究能力と併わせ考えて、理学博士の学位論文として十分の価値があるものと認める。