

魚類における内温性の適応的意義

渡辺佑基¹

¹ 国立極地研究所

Ecological significance of endothermic fishes

Yuuki Watanabe¹

¹NIPR

Among >30,000 fish species, only tunas and some sharks have evolved the ability to maintain red muscle temperatures higher than ambient water temperature. To explain this remarkable convergent evolution, two ecological, non-mutually exclusive, hypotheses were proposed: thermal niche expansion and fast cruising speed. The thermal niche hypothesis is widely supported, as endothermic fishes experience wide temperature ranges by moving latitudinally and vertically. However, the cruising speed hypothesis, and the benefits to the species, has not been fully examined. In this study, I compiled routine swim speeds and maximum annual migration ranges, recorded with modern animal-tracking tools, for a range of ectothermic and endothermic fishes, and other swimming endotherms (penguins, seals, and whales). Using phylogenetically informed allometry, I show that swim speeds and migration ranges of endothermic fishes are about 2.6 times greater than ectothermic fishes, and comparable to other non-fish endotherms. Although fast cruising speeds increase prey encounter rates, this advantage is largely offset by high metabolic costs associated with endothermy. Thus, an ecological benefit of endothermic fishes is the ability to cruise at faster speeds, which enables wider annual migrations and provides these fishes with greater capabilities of modulating seasonal resource fluctuations, similar to birds and mammals.

マグロ類とサメの一部は、体温をまわりの水温よりも高く保つ特殊な生理機構を備えている。このような魚類には稀な内温性のメリットとして、(1) 低水温海域へニッチを拡大できる、(2) 高い有酸素代謝によって高速遊泳を維持できる、の二点が古くから提唱されてきた。近年の人工衛星を使った追跡調査により、(1) のニッチ拡大仮説はおおむね支持されているものの、それと両立可能な(2) の高速遊泳仮説については、今まで十分に検討されてこなかった。そこで本研究では、軟骨魚 17 種、硬骨魚 29 種、計 46 種の遊泳速度データを集め、比較検討した。その中にはマグロ 3 種、サメ 3 種、計 6 種の内温性魚類が含まれていた。体サイズと系統関係の影響を考慮しながら比較すると、内温性魚類は外温性魚類に比べて 2.6 倍速く泳ぐことがわかった。ただし速度が速い分、Cost of transport (単位距離を泳ぐのに必要なエネルギー) の推定値も高く、内温性の適応的意義はエネルギー効率ではないことが示唆された。内温性魚類の年間の回遊距離は、外温性魚類よりも有意に長く、むしろ海生哺乳類やペンギンの値に近かった。つまり内温性魚類は定常的に速く泳ぐことができるため、一年間という時間的な制約の中でより広い範囲の海を探索することができる。これが魚類における内温性の適応的意義の一つであると結論した。