

## 審査の結果の要旨

氏名 青木 良徳

我が国で重要な水産資源のひとつであるカツオ (*Katsuwonus pelamis*) の日本周辺での漁獲量は減少傾向にある。漁獲量の減少要因の解明と高精度の資源評価には、その基礎として、回遊生態、特に北上回遊の機構を明らかにすることが重要である。本研究では、遊泳深度、水温、腹腔内温度（体温）、照度を連続的に計測できる小型電子記録計を本種に装着して放流し、回収された記録計より得られたデータおよび数理モデル解析により、本種の北西太平洋における北上回遊の機構をエネルギー収支の観点から明らかにすることを目的とした。

第1章の緒言に続く第2章では、北西太平洋での本種の回遊の実態を把握するために、2012～2015年2～3月に亜熱帯海域、6～7月に房総半島沖から、腹腔に電子記録計を装着して放流し、再捕された41個体から得られたデータの解析を行った。照度データから個体の遊泳海域（経緯度）を推定したところ、2～9月に亜熱帯海域から三陸沖まで移動していた。その間、3～4月に表面水温は最低値（19°C）を示したものの、放流個体は全期間を通じて致死水温とされる18°C以下の水域に進入することはなかった。鉛直水温プロファイルをもとに分類された6海域のうち、南側の海域（亜熱帯域・四国東海沖・境界海域）では表層混合層の発達が認められ、放流個体も混合層内を幅広く遊泳していた。北側の海域（黒潮域、黒潮系暖水域、親潮系冷水域）では表層水温は亜熱帯域と同程度であったが、表層付近より水温躍層が発達し、18°Cの水深は南側の海域に比べ浅い深度に分布していた。放流個体の遊泳水深も一日の大半が表層に限定されていた。

平均体温は、表層から一時的に水温18°C以下の水深へ移動した場合でも、18°C以上に保たれていた。数理（熱収支）モデルを用いて魚体の全熱交換係数を推定し、得られた値を潜行・浮上時と比較したところ、北側の海域では、浮上時のほうが潜行時に比べて約2～3倍高い値を示し、南側の海域（約1.5倍）よりも大きくなった。このことから本種は、低水温環境下への潜行時には体温の低下を抑制し、浮上時には表層水温の熱を素早く体内に取り込むことで体温を回復させる体温調節機能を有しており、とくに北側の海域では、その

能力を発揮しながら質の高い餌の獲得を可能にしていると考えられた。

第 3 章では飼育実験により摂餌に伴う体温上昇より摂餌量の定量化を試み、得られた餌量と体温上昇の関係から前章で解析に用いた個体の摂取エネルギーを海域ごとに比較した。その結果、亜熱帯域では日間平均摂取エネルギーが 134 kcal であったのに対し、親潮系冷水域では 253 kcal となった。移動に要したコストを推定し回遊中の余剰エネルギーを算出したところ、日間余剰エネルギーは亜熱帯域では平均 28 kcal であったのに対し、四国東海沖では、66 kcal と 2 倍以上に増大し、親潮系冷水域では 151 kcal とさらに増大した。本種は黒潮域以北の海域で高い余剰エネルギーを獲得しており、これにより成長やエネルギーの体内蓄積を可能にしていることが示唆された。

第 4 章では数理（動的エネルギー収支）モデルを用いて北上群の産卵エネルギーを算出し、本種の北上回遊の生態学的意義を考察した。計算に必要な各種パラメータは、孵化時間・成長曲線・体長体重関係・バッチ産卵数などの情報をもとに誤差が最小になるよう推定された。計算条件として北上群と滞留群で孵化後 360 日間は同一の水温・餌環境とし、その後北上群のみ野外放流調査の結果から得られた水温・摂餌量の情報を与え、620 日後からは再び同一環境を与えた。その結果、北上群の成長は、回遊の開始当初は低水温環境のために滞留群より低かったが、黒潮域以北まで北上を続けることで高水温と豊富に存在する餌料の獲得により、550 日以後に滞留群を上回り、産卵数も 680 日以後にわずかに上回った。以上から、本種は北上回遊を行うことで熱帯・亜熱帯海域に滞留するよりも高い繁殖成功率を得ていることが示唆された。

第 5 章の総合考察では、以上の解析結果によって明らかになった北西太平洋におけるカツオの回遊の機構から、本種が北上回遊を行うことの究極要因について考察した。また、記録計を用いた行動計測と数理モデルを組み合わせた行動研究の意義についても議論した。

以上、本研究では、電子記録計から得られた情報より、本種の水平・鉛直的な空間分布変化を水温・餌環境に対する内的状態を介した応答行動として捉えることができた。回遊中のエネルギー収支モデルを構築することで、本種の北上回遊の適応的意義を考察することもできた。いずれの成果も本種の適正な資源管理に向けての生態学的基礎をなすものと考えられた。よって審査員一同は、本論文が学位（農学）に値するものと判断した。