

混合正規分布を用いたアユ資源全体の体長組成と ALK の推定

佐々木 賀治・尾崎 友輔・松田 直往（琵琶湖保全再生課）

1. 目 的

水産試験場ではアユの漁獲標本を収集してその体長をモニタリングしているが、漁具のサイズ選択性の影響を受けた漁獲標本からは母集団である資源全体の体長組成を把握することはできなかった。一方、ふ化日については、時期をずらした複数回のヒウオ曳調査により資源全体の組成を比較的偏りなく推定することが可能であると考えられる。そこで、このことを利用して資源全体の体長組成を推定する手法を開発するとともに、その応用として age-length key (ALK) の作成を試みた。

2. 方 法

2023 年級のエリおよび沖曳網漁獲標本 (N=415) について耳石日周輪解析を行い、ふ化日と成長履歴を推定した (図 1)。12 月 1 日、25 日および 1 月 14 日を分析対象とし、日付ごとにふ化日 - 体長関係の直線回帰によりふ化日に対する体長の期待値を求めた後、誤差項の標準偏差を体長に比例する (変動係数が一定) と仮定して計算した (図 3)。次に、各ふ化日の体長組成を、得られた体長の期待値と標準偏差をパラメータとする正規分布の確率密度関数で表し、ヒウオ曳調査によるふ化日組成における割合 (図 2) で重みづけしたうえで足し合わせ、混合正規分布とすることで資源全体の体長組成を推定した (図 4)。これを、同時期にエリ漁で漁獲された標本の体長組成と比較した。

また、得られた混合正規分布に基づいて、各体長におけるふ化日の割合を計算することにより、ALK を作成した (図 5)。この ALK を用いて、同時期のエリ漁獲標本の体長組成 (図 4) をふ化日組成に変換し、耳石から推定されたふ化日組成と比較した (図 6)。

3. 結 果

図 4 に示すように、資源が成長しながら漁獲加入していく様子を再現することができた。資源全体の体長組成を用いることにより、これまで別々に調べられてきたふ化日組成と成長の良否を統合的に評価することが可能となり、将来予測も容易になると考えられる。また、1 月 14 日には資源のピークである体長 50 mm 前後の群が効率よく漁獲されておらず、この時期の不漁との関連が示唆された。このように、資源全体の体長組成は漁況予測や不漁原因の推定へ活用できると考えられる。そのほか、刺網の操業開始時期の決定や目合選定など、効率的な操業の参考情報としても利用できる可能性がある。

また、資源全体の体長組成から作成した ALK によって、詳細な凹凸までは再現できないものの、おおまかな範囲が一致するふ化日組成を得ることが可能であった (図 6)。その形状はヒウオ曳調査によるふ化日組成 (図 2) を基本として、これを滑らかに歪めたものとなった。この ALK によって漁獲標本の体長組成から得られるふ化日組成やふ化日別漁獲尾数は、ヒウオ曳調査による初期加入資源のふ化日組成 (図 2) と整合的であることが特徴であり、ふ化日別の資源評価モデルを開発する際に利用しやすいと考えられる。

一方、これらの手法は、ヒウオ曳調査から得られるふ化日組成 (図 2) が正確であることを前提としたものであり、産卵調査の結果からもその妥当性を検証しておくことが望ましい。また、ふ化日依存的な自然死亡や漁獲死亡、河川遡上による移出を考慮していないため、特に体長組成については時期が進むにつれて不正確になることに留意する必要がある。

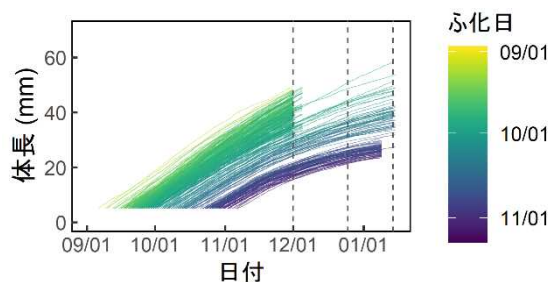


図 1 耳石から推定された個体ごとの成長履歴
※破線は分析対象とした日付を示す

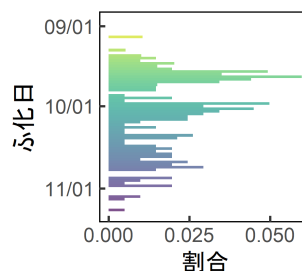


図 2 ヒウオ曳調査による
資源全体のふ化日組成

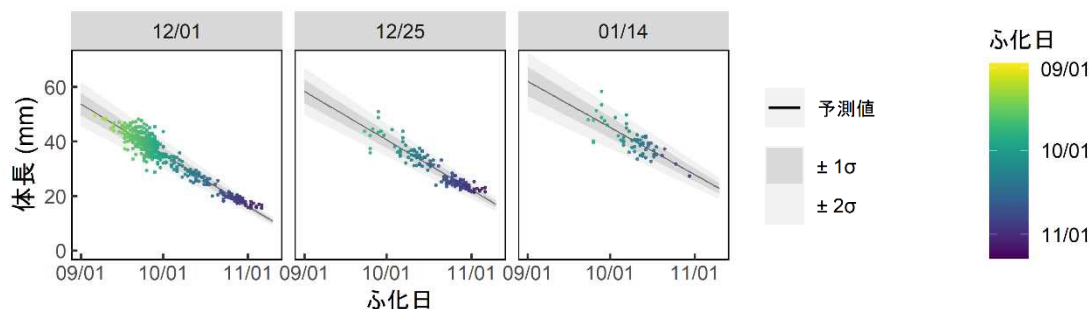


図 3 日付ごとのふ化日-体長関係と直線回帰モデル

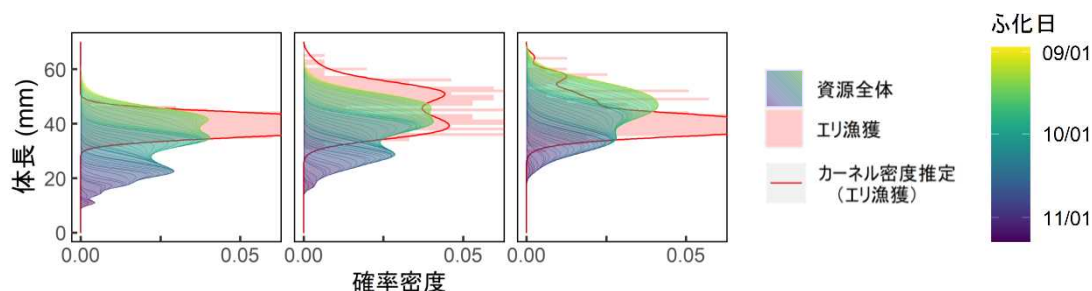


図 4 推定された資源全体の体長組成とエリ漁獲標本の体長組成。ヒストグラムは軸非表示

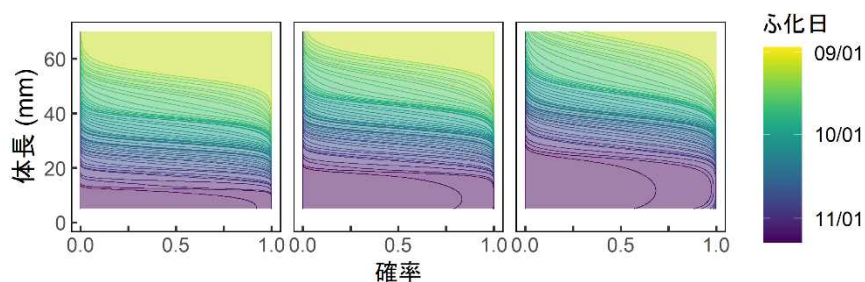


図 5 資源全体の体長組成から作成された ALK

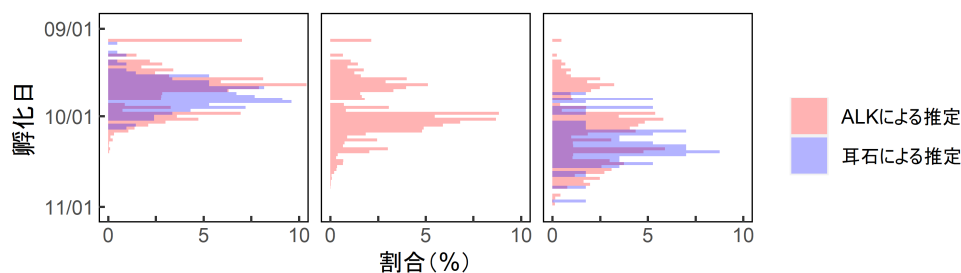


図 6 ALK と耳石から推定されたエリ漁獲標本（それぞれ別の標本を使用）のふ化日組成