

生育初期の耳石日周輪間隔の特徴を利用したアユの孵化日推定

松田直往・佐々木賀治

1. 目的

生育初期に成長停滞を経験した 2020 年級のアユでは、核から数十日分の耳石日周輪間隔パターンを利用することでこれまで困難であった高齢個体の孵化日推定が可能となった。そこで、この手法を発展させ、顕著な成長停滞を経験しなかった他の年級にも適用可能な手法を開発した。

2. 方法

表 1 に示すサンプルを用い、耳石の最長径方向に設けた計測線上で日周輪を読み取った。なお、この時期のアユは若齢で耳石日周輪も明瞭であることから、日周輪の総数による通常的手法で査定された孵化日を真値として扱った。得られた全個体分の日周輪間隔データ (図 1a) に対して、孵化日を説明変数とする局所回帰モデル (LOESS) を日付ごとにフィットし (図 1b)、データが欠損している孵化日も含めて 1 日単位で連続的な予測値を取得した (図 1c)。日付を日齢に変換して整理しなおしたものを孵化日ごとの標準的な日周輪間隔パターンとした (図 1d、以下マスタークロノロジーという)。

個体ごとの日周輪間隔パターンを全孵化日の 70 日齢までのマスタークロノロジーと照合し、ピアソンの相関係数が最大になる孵化日を推定値 1 とした (図 2a、クロスデーティング)。また、これとは別に 60 日齢時点の耳石径による LOESS から推定値 2 を得た (図 2b)。推定値 1 と推定値 2 の平均値をその個体の最終的な推定値とし、さらに両推定値の乖離が 10 日を超えた個体はオミットした (図 2c)。

2017 年級から 2022 年級について同様にマスタークロノロジーを作成し (図 3a)、本手法を適用してその性能を評価した。

3. 結果

推定値 1 はマスタークロノロジーの形状、推定値 2 は初期成長の良否に基づく推定値であり、日周輪間隔の特徴を異なる側面から評価したものである。これらの平均値をとり、さらに両推定値に乖離のある個体をオミットすることで推定精度を向上させることができた (表 2)。その結果、推定精度は年級によって異なったが、多くの個体で誤差は 10 日以内に収まり、おおまかな孵化日を推定することが可能であった (図 3)。これにより、漁期後半の高齢個体でも 70 日齢までの日周輪間隔から孵化日を推定できるようになる。

本手法では誤差 0 を中心に過小評価と過大評価がバランスよく発生し互いに相殺し合うため、個体ごとの極めて正確な孵化日を知ることは難しいものの、多個体のデータに基づいて成長解析や孵化日組成を推定する用途には適している。さらに、全ての日周輪を計数する必要がないため従来法と比較して大幅な作業効率の向上が期待できる。ただし、特に推定値 2 は成長によるバイアスを受けやすいと考えられるので推定値 1 とのずれを確認するなどの注意が必要である。

表 1 用いたサンプルの一覧

年級	採捕方法	採捕日	地点数	サンプルサイズ
2016	エリ	12/1, 12/4	4	129
	冬季沖曳	12/19	3	76
2017	エリ	12/5	7	347
	冬季沖曳	1/22	2	120
2018	エリ	12/1	7	211
	冬季沖曳	1/30, 1/31	7	206
2019	エリ	12/2	7	227
	冬季沖曳	1/22	4	79
2020	エリ	12/1	7	210
	冬季沖曳	1/5	4	120
2021	エリ	12/1~12/3	9	269
	冬季沖曳	1/28	2	59
2022	エリ	12/1	5	150
	冬季沖曳	12/28	4	120

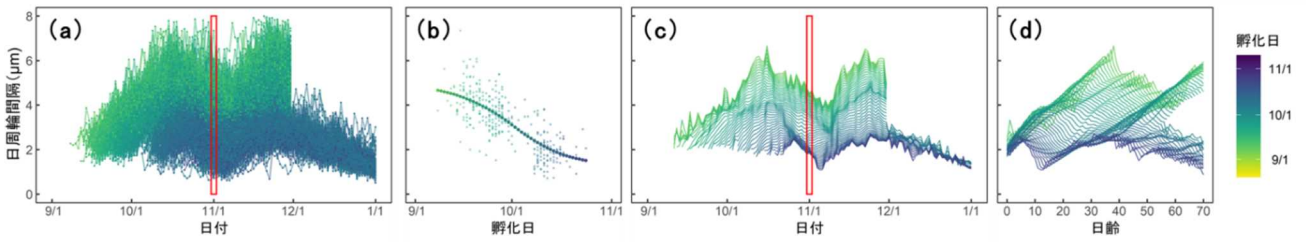


図1 マスタークロノロジーの作成過程（2020年級の例）

(a) 全個体の日周輪間隔データ、(b) LOESS をフィット。11/1 の例、(c) 日付ごとに全孵化日の予測値を取得、(d) 日齢ごとに整理（マスタークロノロジー）

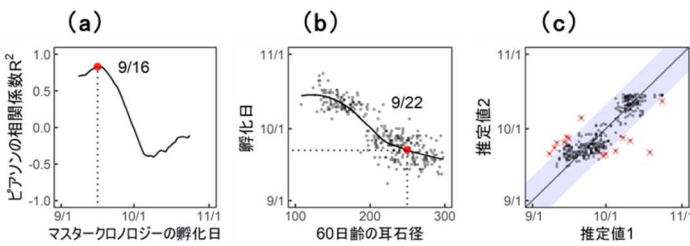


図2 孵化日の推定方法

(a) クロスデーティングによる推定値1。2020年級のある個体の例、(b) 60日齢時点の耳石径による推定値2。aと同一個体、推定値1との平均値9/19を採用、(c) このとき両推定値の乖離が10日を超えた個体はオミット

表2 年級ごとの推定誤差の分布（平均±標準偏差）

年級	推定値1	推定値2	1と2の平均	乖離個体オミット後
2016	0.4 ± 11.0	-0.2 ± 5.0	0.3 ± 6.6	-0.5 ± 4.5
2017	0.7 ± 8.9	0.0 ± 8.8	0.3 ± 6.7	-0.1 ± 5.8
2018	-1.5 ± 15.8	-0.3 ± 9.3	-0.9 ± 10.1	-0.7 ± 6.2
2019	-0.6 ± 8.7	-0.2 ± 6.8	-0.4 ± 5.8	-0.3 ± 4.6
2020	-0.1 ± 3.6	-0.1 ± 4.6	-0.1 ± 3.2	-0.2 ± 2.9
2021	0.4 ± 11.7	-0.2 ± 8.7	0.1 ± 8.5	-0.4 ± 7.1
2022	-0.8 ± 10.1	0.0 ± 6.9	-0.3 ± 6.8	-0.4 ± 4.3

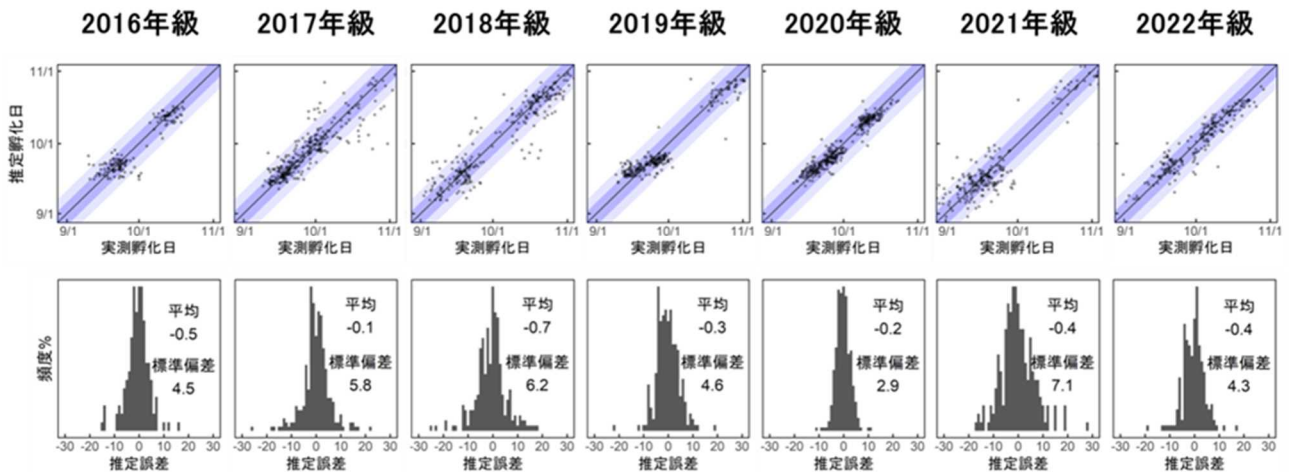


図3 他年級への適用と性能の評価

(上段) 実測値と推定値の関係。濃い塗りつぶしは誤差5日、薄い塗りつぶしは誤差10日以内の範囲を示す、(下段) 推定誤差の分布