

# 生理学的基盤を指標としたイカナゴの新しい資源管理法の確立

阿見彌 典子

北里大学海洋生命科学部 講師

## 【研究目的】

イカナゴは、くぎ煮や生しらすとして親しまれているだけではなく、高次捕食者の餌生物として沿岸生態系を支える重要な魚種である。しかし、瀬戸内海におけるイカナゴの資源量は減少の一途にある。この直接的な要因として、再生産に貢献する、すなわち繁殖する個体が減っている可能性が挙げられる。繁殖するか否かは、個体の生理状態に依存している。近年、栄養状態が悪く、仮に産んでも次世代が生残する可能性が低いと見込まれる時には、その年の繁殖を見送り、自身の生存のためにエネルギーを維持する現象が報告されている。これは“繁殖スキップ”と呼ばれ、個体の繁殖成功度を高めるための生活史戦略である。そこで本研究では、イカナゴにおいて繁殖スキップが生じる過程を生理学的基盤を指標として明らかにし、資源変動を引き起こす要因の特定と動態を予測する方法の確立を目指した。

## 【研究方法】

<実験 1> 夏眠中のイカナゴは数ヶ月にわたって摂餌しないことから、肥満度の低下は生存のみならず産卵親魚の生理状態にも影響を及ぼす。そこで、肥満度の違いがイカナゴの性成熟過程に与える影響を明らかにすることを目的として飼育実験を行った。まず、給餌の条件を変えて低肥満度および高肥満度の個体群を作出し、成熟状態を組織切片の観察により比較した。また、性成熟を促進するホルモン（生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン；以下、GnRH と略す）について、脳内におけるホルモン量を時間分解蛍光免疫測定法により測定した。サンプリングは成熟期を網羅して、成熟期直前（11月7日）、初期（11月26日）、中盤（12月9日）、終盤（12月23日）にそれぞれ行った。

<実験 2> 高い水温は、イカナゴの斃死率を増大させる（赤井・内海，2012）。近年は夏季の水温が 28℃まで達する日数が増加しており、生残への影響が懸念されている。一方、高水温は肥満度が減少する夏眠期の終盤に強く影響し、斃死に加えて繁殖スキップを生じさせている可能性もある。そこで夏眠期において、高水温（28℃）にさらされる時期の違いが、斃死率および性成熟に及ぼす影響を調べることを目的とした。イカナゴを自然水温および日長条件下で飼育し、夏眠を開始する初期（7月）および夏眠期の終盤（11月）に、それぞれ水温を 28℃に上昇させて 24 時間にわたって維持する処理を行った。生存した個体を成熟期（11-12月）にサンプリングし、生殖腺の発達度合を観察した。

## 【結果と考察】

イカナゴのメスは、栄養状態が悪いと繁殖しないことが明らかとなった（繁殖スキップ）。また、繁殖スキップが決定する時期は、瀬戸内海（愛媛県斎灘での採集個体）においては11月末であることが示唆された。さらに、大阪湾のイカナゴを含む瀬戸内海に生息するイカナゴでは、産卵に至るかどうかを支配する脳ホルモン量の閾値が存在することが示唆された。すなわち、生理学的指標により成熟個体群の規模を推定できる可能性が見出された。

<実験1> 肥満度が低いメスにおいては、GnRHの刺激を生殖腺に伝える内分泌系において何らかの抑制がかかり、これにより繁殖スキップが生じることが分かった。これは、イカナゴにおいて実際に繁殖スキップが起こることを証明した初の事例である。

成熟期中盤まで高肥満度群の肥満度は有意に高かったものの、終盤では同等となった。体重あたりの生殖腺の重量比（GSI）は、成熟期中盤以降において高肥満度群の方が高くなっていった（図1）。成熟期中盤において、高肥満度群のメスの生殖腺は核移動期であったのに対し、低肥満度群では染色仁期と核移動期であった。一方、オスでは両群に共通して精子形成の後期から排精期への移行期まで達していた。成熟期の終盤では、高肥満度群はメスの標本が得られず不明であったが、低肥満度群では周辺仁期と核移動期であった。また、オスでは両群ともに排精期まで達していた。なお、同様の環境条件にて別の実験で飼育していたイカナゴのメス（肥満度は高肥満度群と同等）の卵は完熟期であった。脳内のGnRH量は、成熟期の前から初期にかけては両群ともに増加した。一方、高肥満度群ではその後も有意に上昇したのに対し、低肥満度群ではほぼ一定の値に留まっていた（図2）。

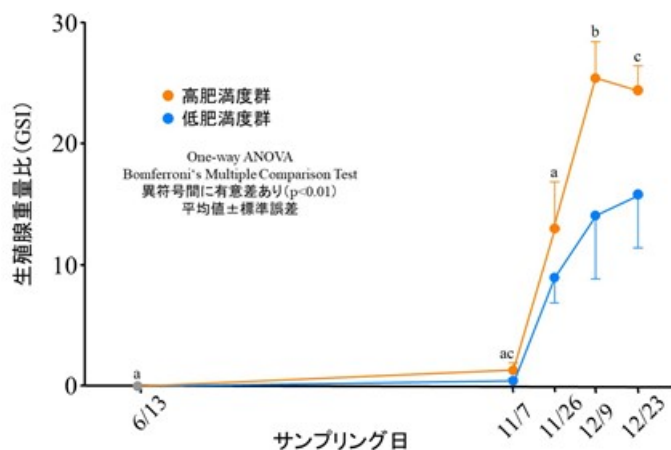


図1. 肥満度の異なる個体群における生殖腺重量比(GSI)の変化

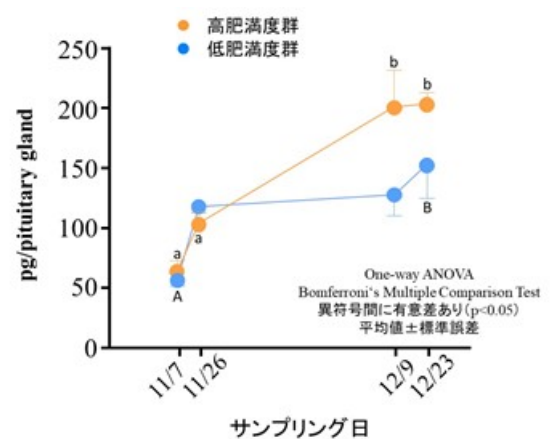


図2. 肥満度の異なる個体群における脳内GnRH量の変化

続いて、北里大学で飼育したイカナゴと、大阪湾で採集した天然個体群の脳内 GnRH 量を雌雄ごとに比較した (図 3)。その結果、肥満度が成熟にあまり影響しないオスでは、飼育と天然の個体群に差はなくいずれも高い値を示した (天然個体：平均肥満度 2.8)。一方、低肥満度群のメスでは脳内 GnRH 量は上昇せず、天然個体 (肥満度 2.5, GSI 21.6) のメスの GnRH 量は飼育個体群における低肥満度群の値に近かった。

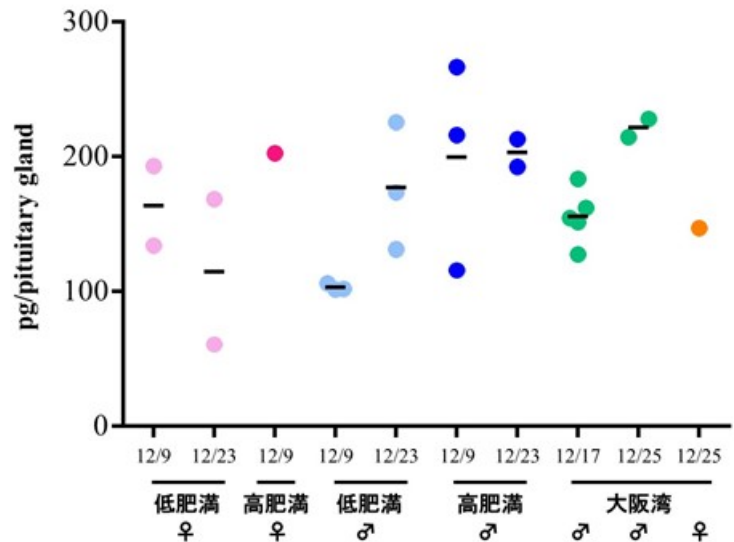


図3. 肥満度の異なる飼育個体群および大阪湾の天然個体群における脳内GnRH量の変化

すなわちイカナゴのメスでは、成熟期中盤以降に生殖腺の発達が停滞して繁殖スキップが生じることが分かった。ただし、天然の個体が実際に繁殖スキップを行っているかどうかに関しては、観察例数を増やして検証する必要がある。

<実験 2> イカナゴを高い水温 (28℃) にさらすと、さらされた時期に関係なく斃死率を著しく増大させることが明らかとなった。その斃死率は7割にも及んだことから、夏眠期における減耗の主要因となり得る可能性がある。

7月と11月に高水温で処理をした場合、累積斃死率はそれぞれ74%および67%であった (図4)。

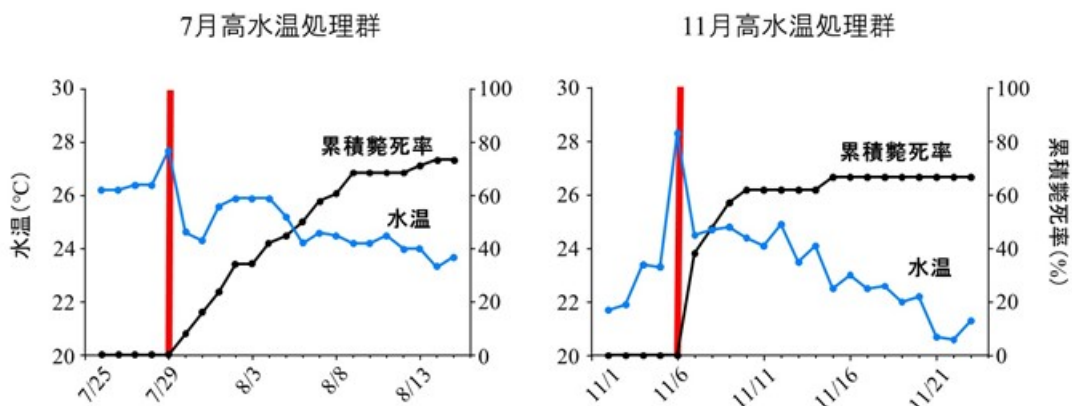


図4. 夏眠期間中の異なる時期に高水温処理を施した場合の累積斃死率

各処理群の生殖腺の発達度合いを，自然水温条件で飼育した個体の生殖腺の発達度合いと比較した．成熟の初期（11月）における生殖腺の発達度合いは，自然水温群では，メスは核移動期，オスは精子形成初期であった．7月に高水温処理したメスは染色仁期，オスでは精子形成初期であった．また，11月に高水温処理したメスは同様に染色仁期であったのに対し，オスは全て未成熟であった．また12月においては，自然水温群のメスでは完熟期，オスでは排精期直前までの個体が確認された．7月に高水温処理したメスでは第三次卵黄球期，オスでは排精期直前まで進行していた．11月に高水温処理したメスの標本は得られなかったものの，オスでは精子形成後期までの成熟が確認された．以上のことから，夏季と秋季のいずれにおいても高水温処理は高い割合でイカナゴを斃死させることが分かった．また，メスの生殖腺の発達は自然条件群と比較して遅れている可能性が示唆された．7割以上が高水温により斃死したため，個体数を増やして検討する必要はあるが，実験1の結果を考慮すると，メスは繁殖スキップを行っていた可能性が高い．

## 【結論】

本研究の結果より，イカナゴにおいて繁殖スキップが生じるかどうかが決まる時期は，成熟期の初期に相当する11月末であることが示唆された．また，瀬戸内海（愛媛県斎灘）のイカナゴの分析より，12月初旬に脳内のGnRH量が一定量（200 pg）に達していることが，雌雄に共通して最終成熟まで進行する条件であることが示唆された．こうして特定された繁殖するか否かを決定する時期と生理学的指標（GnRHの基準値）により，成熟個体群の規模を予測できる可能性が見出された．

成熟期の初期において，肥満度3.0前後を境として繁殖スキップの有無が決まるものと考えられた．また，繁殖スキップの発現条件には雌雄により差があり，低肥満度でもオスは最終成熟まで進行するものの，メスでは繁殖スキップが生じることが示唆された．繁殖スキップはいくつかの魚種で知られているものの，その詳細は明らかにされていない．本研究では，（1）繁殖スキップは性成熟の初期以降で生じること，また（2）性成熟の進行に必須である「脳-下垂体-生殖腺系」の内分泌経路が中断されることにより生じている可能性を初めて見出した．こうした知見は，イカナゴのみならず，他の水産重要魚種における加入量予測および資源管理にも応用できると期待される．

## 【引用文献】

赤井 紀子，内海 範子(2012): 瀬戸内海産イカナゴの死亡と再生産に及ぼす夏眠期における高水温飼育の影響．日本水産学会誌，78: 99-404.