

学位論文題名

A Biological Study of Egg Masses
and Paralarvae of the Squid *Todarodes pacificus*

(スルメイカの卵塊と幼生に関する生物学的研究)

学位論文内容の要旨

スルメイカ (*Todarodes pacificus*) は、日本列島周辺の沿岸から沖合いにかけて生息する半外洋性 (nerito-oceanic) で単年生のアカイカ科イカ類 (Ommastrephidae; 以下、スルメイカ類と略す) である。スルメイカ類は、漁業資源として重要種であるにもかかわらず、その繁殖生態と初期生態については、未だ不明な点が数多く残されている。例えば、このイカ類の雌が産出する卵塊の海洋中での存在、およびふ化幼生の初期餌料は、全く明らかにされていない。しかし、スルメイカ類の中でスルメイカは、沿岸域に沿って夏には北日本へと索餌回遊し、冬には南日本に向けて産卵回遊し、その漁業も発達しているため、生活史全般を通した生物・資源学的調査結果が蓄積されている。また、北海道南部海域では、定置網漁業やイカ釣り漁業から、飼育実験のための生きた個体の入手が容易である。

そこで、本研究では、スルメイカが産卵する卵塊とふ化後の幼生の分布と生物学的特性の解明に焦点を絞り、飼育実験とフィールド調査によって、次のような項目について調べた。すなわち、1) スルメイカが産出する卵塊のふ化までの性状とふ化幼生の行動と生残過程、2) 再生産海域における幼生 (paralarvae)

の分布特性と海洋環境との関連、3) ふ化後の幼生の口器（主にピーク）と消化器官系の発達を明らかにすることを目的とした。

最初に、スルメイカの産出卵塊について、1995年と1996年に水槽内で産卵された3個の卵塊の観察に基づき、ふ化までの卵塊の性状とふ化後の幼生の行動と生残過程を調べた。これには、北海道南部の定置網および釣りで採集した未熟なイカを、当学部付属臼尻水産実験所のレースウェイ型ろ過循環水槽（容量15トン）で約1-2ヶ月間給餌飼育した。その間に、飼育中の雌は成熟し、交配（mating）して産卵に至った。

産出された卵塊は、透明なゼリー状の球形を呈し、ほぼ中性の浮遊特性を示した。卵塊は外表層を包卵腺由来のゼリーが覆い、その中に輸卵管腺由来ゼリーが一定間隔で卵を保っていた。3個の卵塊の直径は、80cm、75cm、および40cmであり、卵塊内にはそれぞれ200,000、190,000、および21,000個の卵が含まれていた。いずれの卵塊も、ふ化まではその形状を保っており、ふ化の段階でばらばらに崩壊した。CCD内視鏡観察から、産卵からふ化までの間、卵塊表面の包卵腺ゼリー膜が動物プランクトンの侵入を阻止していることが観察された。また、崩壊した卵塊内の卵は、その発生途中で原生動物とバクテリアにより全て白濁して死亡することなどから、卵塊表面ゼリーが食害生物の卵塊内侵入を阻止していると判断された。94年の2個の卵塊は、水温18-19℃の条件下で4-6日目にふ化した。ふ化幼生は、すぐに活発な鉛直方向の移動を行い、その多くは水面直下で遊泳していた。幼生は、水槽内では約6-7日間後に全て死亡したが、これは飢餓によるものと思われる。なお、95年の卵塊は、産出

卵自体が親イカ由来のウィルスもしくはバクテリア感染をしており、発生途中でほぼ全卵が死亡していたが、正常発生卵塊と同様に約5日後に崩壊した。

次に、冬季のスルメイカの再生産海域の一部とされる薩南海域から四国太平洋側での幼生の分布特性について調べた。解析に用いた標本は、1995年と1996年の2月に、水産庁北海道区水産研究所所属の調査船「北光丸」に乗船して、ノルパックネットおよびボンゴネットで採集した幼生である。これらの標本は、種査定の後に、各採集点毎に個体数と各個体の外套長を計測し、海洋観測データと併せて、幼生の分布特性と海洋環境の関係の解析に用いた。

スルメイカ幼生の分布は黒潮フロントの位置と密接に関係しており、フロントの北側の沿岸水塊内で生まれたふ化幼生は、黒潮によってふ化後に北東方向に運ばれると推定された。これは沿岸で発生した幼生が、最初に黒潮フロント渦に取り込まれ、その後黒潮流に移流されると考えられた。また、スルメイカの幼生が多数採集された地点間でも、ふ化幼生が占める割合の高い採集点は、表面水温が18℃よりも高水温である傾向がみられた。さらに、幼生の採集個体数が多い地点においても、数回繰り返して実施したネット採集間で幼生個体数のばらつきが大きかったことから、本種幼生はパッチ状に分布している可能性が強く示唆された。本調査海域の各採集点ごとの幼生の外套長組成は、0.8mmから14.6mmと幅広いサイズ分布を示しており、冬季における調査海域周辺の産卵場と産卵期は、時空間的に分断しないで連続していると推定された。しかし、各採集点の外套長組成を水塊区分別に見ると、東シナ海を含めた九州南西海

域に 1mm 前後のふ化直後の幼生の出現が特に多いことから、この海域が主要な産卵場であると考えられた。さらに、紀伊水道および土佐湾の沿岸海域でも一部産卵していると推定された。

最後に、スルメイカ類の初期餌料が未だ不明であるため、摂餌と摂餌後の消化に関わるピークと消化器官系のふ化後の幼生の発達過程から、初期餌料解明の糸口を探った。その結果、外套長 1.2mm 未満のふ化後 4-5 日目までの幼生は、上顎と下顎が分離せず融合し、開口していないことが初めて明らかとなった。すなわち、ふ化後 4-5 日目までの幼生は摂餌できないことを意味している。その後、外套長 1.2mm から約 3.3mm の範囲の幼生には、上・下顎の分離発達の過程で下顎に鋸刃状の細歯 (minute teeth) が出現する。この細歯は、ふ化後 2 日目の開口前の下顎に形成され、外套長 4.4mm までに消失し、その後は成体と同じ上・下のピークとなる。この口器の発達から、ふ化後開口した幼生は、下顎の細歯を用いて餌料を噛むのではなく、それを啜 (くわ) えているか、もしくは腕で捕捉した甲殻類などの餌生物の外殻内の柔らかい組織や体液を吸引する可能性が考えられた。

一方、消化器官系の発達では、外套長 6.2-8.1mm の間に、薄い膜状の胃壁から成体と同じ筋肉質へと発達する。すなわち、このサイズ以下のスルメイカ幼生は、成体と同じようにピークで砕破した甲殻類や魚類の肉片を、筋肉質の胃中で消化する機能を持たないと推定できた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 島 崎 健 二
副 査 教 授 小 城 春 雄
副 査 助 教 授 桜 井 泰 憲
副 査 助 教 授 磯 田 豊

学 位 論 文 題 名

A Biological Study of Egg Masses and Paralarvae of the Squid *Todarodes pacificus*

(スルメイカの卵塊と幼生に関する生物学的研究)

スルメイカは、日本列島周辺に生息する半外洋性 (nerito-oceanic) で単年性のアカイカ科イカ類 (スルメイカ類) である。このスルメイカ類は、漁業資源として重要種であるにもかかわらず、その繁殖と初期生態には不明な点が数多く残されている。例えば、スルメイカ類の雌が産出する卵塊の海洋中での存在、およびふ化幼生の初期餌料は、世界でも全く明らかにされていない。現在、世界でもスルメイカ類の長期飼育実験と人工授精によるふ化幼生の育成実験を実施しているのは、北大水産学部だけであり、申請者の研究の進展に国内外のイカ類研究者から期待が持たれていた。

本論文は、スルメイカが産卵する卵塊とふ化後の幼生の分布と生物学的特性の解明に焦点を絞り、飼育実験とフィールド調査によって、産出卵塊のふ化までの性状、ふ化幼生の行動と生残過程、再生産海域における幼生の分布特性と海洋環境との関連、およびふ化後の幼生の口器 (主にビーク) と消化器官系の発達などについて新知見を求めている。かかる内容の本論文の審査にあたり、審査委員が評価した結果の概要は次の通りである。

1995年と96年に当学部付属臼尻水産実験所の水槽で数ヶ月飼育して産卵させたスルメイカの3個の卵塊の水槽内での挙動を観察し、卵塊のふ化までの詳細な性状を初めて明らかにした。例えば、卵塊外層を包卵腺由来ゼリーが覆い、食害生物の卵塊内侵入を阻止すること、その中に輸卵管腺由来ゼリーが卵を一定間隔で保つこと、卵塊はふ化までは崩壊せず、中性の浮遊特性を持つなどの新知見を得ている。また、ふ化幼生は、ふ化直後から活発な鉛直移動を行い、その多くは水面直下で遊泳し、約1週間以内に飢餓のため全て死亡した。

次に、95・96年2月のスルメイカの再生産海域の一部とされる薩南海域にお

ける幼生の分布・豊度と海洋環境の関係を調べている。解析に用いた標本は、水産庁北海道区水産研究所所属の調査船「北光丸」に、申請者が乗船して、ノルパックネットとボンゴネットで採集された幼生であり、以下のような知見を得ている。黒潮フロントの内側の沿岸水域で産卵された卵塊と幼生は、輸送されて黒潮と沿岸水の混合水域に取り込まれ、その後の成長に伴って黒潮流に移流される可能性を明らかにした。また、ふ化幼生の出現する水域の表面水温は 18℃より高温であること、幼生がパッチ状に分布すること、冬季の主要な産卵場は東シナ海を含む九州南西海域であり、一部紀伊水道と土佐湾などの沿岸水域でも産卵していることなどを推定している。

さらに、ふ化幼生の初期餌料が不明であるため、人工授精によるふ化幼生と再生産海域で採集した標本を用いて、口器と消化器官系の発達から初期餌料解明の糸口を探っている。その結果、外套長 1.2mm 未満のふ化後 4-5 日目までの幼生は、上顎と下顎が分離せず融合し、開口していないために摂餌できないことを初めて明らかにした。その後、外套長 1.2mm から約 3.3mm の範囲の幼生には細歯 (minute teeth) が出現し、この細歯は外套長 4.4mm までに消失し、その後は成体と同じ上下のピークとなる。また、胃壁は外套長 6.2-81mm の間に薄い膜から筋肉質に発達することなどから、幼生期には成体と同じように固いピークで碎破した甲殻類や魚類の肉片を摂餌できず、同時に筋肉質の胃中で消化する機能を持たないと推定している。これらのことから、幼生期においては、ふ化直後には摂餌できず、体表からのアミノ酸類の取り込みを今後精査する必要があること、例え開口しても細歯しか持たないために成体とは異なった有機懸たく物や動物プランクトンの体内組織などを最初の餌とする可能性を指摘している。これらの新知見は、今後の初期餌料の探索の新たな手がかりとなるものである。

以上のように、本研究はスルメイカ類の再生産過程とふ化後の幼生の初期生態について、スルメイカの卵塊の性状と幼生の初期生態に関して多くの新知見を得ており、今後のスルメイカ類の研究の発展に大きく寄与するものであり、国際的にも高く評価される研究と位置づけられる。審査委員は、本論文が博士 (水産学) の学位請求論文として相当の業績であると認定した。