

ケンサキイカPhotoligo edulisの資源生態

誌名	山口県水産研究センター研究報告
ISSN	13472003
著者名	河野,光久
発行元	山口県水産研究センター
巻/号	5号
掲載ページ	p. 81-98
発行年月	2007年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ケンサキイカ *Photololigo edulis* の 資源生態 (総説)

河野光久

Ecology of *Photololigo edulis*

Mitsuhisa KAWANO

This paper reviewed available knowledge on the ecology of *Photololigo edulis* distributed in the southwestern Japan Sea and the East China Sea. Information on the fishery conditions and biology of the squid including management of the stock was summarized. It was revealed that the life cycle by seasonal group, especially ecology and survival during the period from spawning to larval stage, was not understood enough. Therefore, the study to elucidate this is essential in the future.

Key words : *Photololigo edulis*; Ecology; Fishery conditions

ケンサキイカ *Photololigo edulis* は、ヤリイカ科 (Loliginidae), ケンサキイカ属 (*Photololigo*) の 1 種である¹⁾。本種は青森県以南の日本周辺から東南アジア, オーストラリアに至る海域に分布するが, とりわけ九州北西沿岸域における分布量が多く²⁻⁴⁾, いか釣り漁業等の重要な漁獲対象種となっている。このため, 本種の資源研究は主に九州北西~日本海南西海域で行われてきた。中でも, 九州北西沿岸 3 県 (長崎県~福岡県) と西海区水産研究所による 1974~1976 年の共同研究および山陰 4 県 (山口県~兵庫県) による 1981~1985 年の共同研究は, 本種の資源研究を飛躍的に進歩させた研究として特筆される。これらの共同研究を中心とした 1988 年までの資源研究は, すでに新谷^{5,6)}および Natsukari and Tashiro⁷⁾によってレビューされている。しかし, これらのレビューから 20 年近く経過し, その後新たな知見が得られている。また, 沿岸域では 1982 年に福岡県に樽流し釣りが導入された後, それが隣県へも伝播し, 漁業実態に大きな変化が見られ, 資源にも少なからぬ影響を及ぼしているようである。これらのことから, 今後本種の資源研究をさらに

発展させていくために, 既往知見を再度総括しておくことは意義があると考えられる。

そこで, 本総説は過去のレビューでは引用されなかった各県水産研究機関の事業報告書を含む既往文献を網羅し, 本種の漁業実態および資源生態に関する知見を総括すると共に, 今後の研究課題を明らかにすることを目的とした。本総説では, 既往知見を①季節群, ②漁業実態, ③分布と移動, ④成長, ⑤成熟・産卵, ⑥被捕食, ⑦行動生態, ⑧資源の評価および管理, ⑨漁況予測の 9 項目で整理した。そして, 各季節群の生活史の解明, とりわけ産卵から稚仔期に至る生態の解明と生残に関わる要因の究明が不十分であることを明らかにし, このことが今後の重要な研究課題になることを示した。

1 季節群

山陰沿岸域では, 6~9 月にふ化し, 4~6 月に大型 (外套背長 20~45cm) の成熟群として漁獲される春季成熟群, 11~12 月にふ化し, 8~9 月にやや小型 (外套背長 20~30cm) の成熟群として漁獲される夏季

成熟群、および1～3月にふ化し、秋に小型（外套背長10～20cm）の未熟群として漁獲される秋季未熟群の3群が出現するとされている^{8,9)}。山田ほか⁹⁾はこれら3つの群は、ふ化時期、成熟群の出現状況、生物特性等の相違から、それぞれ異なる生活グループと考えた。一方、夏莉¹⁰⁾は、日本海南西沿岸域に分布する本種は遺伝的には1つの集団であり、山田ほか⁹⁾が生活グループと呼んだような集団は、生育環境が異なることに起因する単なる季節型ではないかと考えている（以後、これらの群を季節群として扱う。）。山田ほか⁹⁾は、秋季未熟群については成熟群が山陰沿岸域ではほとんど漁獲されないことから、越冬場は対馬東岸海域にあって、この周辺で産卵しているのではないかと推察した。しかし、河野¹¹⁾は対馬～見島間の沖合域に分布する本種の群性状を調べ、漁獲の主対象は外套背長20cm以下の小型群で、晩秋から冬季にかけての雌の群成熟率は1%以下と著しく低いことを明らかにした。九州北西沿岸域ではこれら3群に加え、秋に外套背長20～30cmで成熟する秋季成熟群が出現する¹²⁻¹⁴⁾。この群は、山陰沿岸域に出現する秋季未熟群が九州北西沿岸域へ移動し成熟したものである可能性があるが、秋季成熟群は五島南方海域から長崎県沿岸域へ北上してくるという説¹⁴⁾もあり、秋季未熟群の成熟・産卵についてはよく分かっていない。

東シナ海に分布する本種については、その生物特性や以西底びき網で漁獲されるものの分布状態からみて、九州北西沿岸域に出現する群とは直接のつながりは無いと考えられている¹⁶⁾が、今後同時サンプリング調査や標識放流等を行い、検討していく必要がある。

2 漁業実態

漁業種類

本種は山陰～九州北西海域では、沖合域で沖合底びき網（2そう曳き）により、沿岸域でいか釣り、定置網、まき網などにより漁獲されている^{14,17-20)}。また、東シナ海では以西底びき網（2そう曳き）および1991年から中型いか釣りにより漁獲されている。

漁獲量

日本海南西～九州北西沿岸域における本種の漁獲量は、県別では長崎県が最も多い（全体の約70%）。長崎県の漁獲量は1968～1975年までは増加傾向にあったが、その後減少し、1987年には9,000トンに低下した¹⁴⁾。沖合底びき網による漁獲量は1975～1988年には

1,000～4,000トンの範囲で変動しながら次第に増加した¹⁴⁾。1988年以降の九州西岸～日本海西部における漁獲量は、1988年の約25,000トンから変動しながら減少し、2001年には10,000トンを下回ったが、2002年以降増加に転じ、2005年には約14,000トンであった²¹⁾。東シナ海における以西底びき網による漁獲量は1986年までは約8,000トンであった。東シナ海南部漁場では1988年には約10,000トンの漁獲量があったが、その後減少が続き、2005年には約200トンに激減している²¹⁾。

漁期

九州北西沿岸域²²⁾では1970年代には、産卵群の来遊により3～4月に五島海域から漁期に入り、5～8月には沿岸域一円で夏いか漁が操業されていた。また、9～12月にかけてはブドウイカ（秋季未熟群？）が九州北部海域に来遊し、秋いか漁が行われていた。山陰沿岸域においても、1980年頃までは漁期は4月から12月で、漁獲量は5月頃から増加し、初夏または秋にピークを持ち、11月には減少していた²³⁾。その後1982年に樽流し釣りが福岡県に導入され、福岡県沿岸域では春季の5月と12～2月の冬季に盛漁期が見られるようになった¹⁴⁾。樽流し釣りは1984年以降山口県や佐賀県にも導入され、山口県や佐賀県沿岸域においてもそれまでほとんど漁獲がなかった冬季の漁獲量が増加した。

小川ほか²³⁾は1965～1980年の福岡県～鳥取県沿岸域における本種の漁獲量と海洋観測資料を基に、各漁場とも初漁期は水温15℃以上の水塊の出現と対応しており、水温15℃以上の水塊が漁場から消える頃に終漁期を迎え、水温最低期には漁獲は無いと報告した。しかし、樽流し釣りの導入により、15℃は漁期の指標水温として普遍的なものではなくなった。

漁期の地理的な相違をみると、長崎県沿岸域では春～夏漁、島根県沿岸域では秋漁への依存度が高く、山口県では両者の中間型である双峰型になることが多い²⁴⁾。秋漁への依存度は山陰東部海域に行くほど大きくなり、漁期も短くなる^{25,26)}。このような相違は、主分布域が秋季未熟群では対馬から見島にかけての海域にあるのに対し、春季成熟群および夏季成熟群では長崎県沿岸域にあることに起因していると考えられている²⁴⁾。

このように沿岸域の盛漁期は、地理的に異なるだけでなく、山陰沿岸域では年によっても大きく変化することが知られている。すなわち、1966～1970年には秋漁型、1971～1975年には双峰型（混乱型）、1976～1980

年には春漁型を示した^{27,28)}。このような春漁型と秋漁型の交替現象は1987年以降にはそれ以前に比べ明瞭ではなくなっている²⁴⁾。

日本海南西沖合域で操業する沖合底びき網では、漁期は禁漁期の6、7月を除く周年で、9月に漁獲量のピークが形成され、3月にも再び弱いピークが見られる²⁹⁾。

東シナ海で操業する以西底びき網では、漁期は周年にわたっているが、盛期は8月を中心とした夏～秋季である²⁹⁾。また、東シナ海南部で操業する中型いか釣りでは6～10月が漁期となっている²¹⁾。

漁場

日本海南西～東シナ海における漁場は大陸棚上に広範囲に形成される³⁰⁾。その中でも好漁場となる海域は、東シナ海ではクチミノセ周辺海域、日本海南西部では対馬の北東と南西海域、九州北西沿岸域では島嶼周辺である。

沿岸域における釣り漁場の季節的推移をみると、1970年代には漁場は初漁期の4～5月にはごく沿岸寄りの水深20～40mに形成され、漁期が進むにつれ次第に沖合へと移り、秋季には水深80～100mの海域に形成されていた^{30,31)}。そして、日本海南西沿岸域における漁場の沖合化が起きる時期は、夏の低塩分水の出現時期と一致していることから、漁場の沖合化は本種の低塩分水への忌避反応を反映した現象である可能性が強いとされていた^{23,32)}。樽流し釣りが導入されてからは、福岡県沿岸域における漁場は4～5月には水深80m以浅の天然礁域にスポット状に形成された後、夏から冬季にかけて次第に沖合化し、冬季には水深80～100mの天然礁域を中心に形成されるようになった^{19,33)}。漁場の水温および塩分に注目すると、冬漁の無かった1973～1974年には漁獲水温は18～24℃、塩分は34.1～34.7‰で、20℃付近が盛漁期の水温とされていた³⁴⁾。しかし、冬漁が成立するようになった1986～1987年には、漁場はより低温の海域でも形成されるようになり、水温13～24℃、塩分33.4～34.8‰の範囲の水塊に形成されている³³⁾。安藤³⁵⁾によれば、天然礁等漁場になりやすい場所に暖水域のフロント部や暖水域の中の低水温域が重なった場合に、特に漁場が形成されやすいとされている。山口県沿岸域では、近年5～6月に50m以浅に漁場がほとんど形成されず、水深50～125mに漁場が形成されている³⁶⁾。

沖合底びき網のCPUE（1曳網当たり漁獲量）が

高い海域は、見島～対馬海峡東水道北部海域から対馬南方海域までで、秋10月には離岸、春5月には接岸傾向を示す³⁶⁾。そして、この水域の資源の増大・減少に伴って分布域が拡大・縮小するような年変動が見られる²⁹⁾。CPUEが高い海域の底層水温と塩分は、1980年3月には水温13～15℃、塩分34.50～34.75、8月には水温10～15℃、塩分34.25～34.75、11月には水温13～19℃、塩分34.25～34.70であった。

東シナ海で操業する以西底びき網では³⁹⁾、本種は5月頃東シナ海南部の水深100m付近の陸棚上で漁獲され始め、6～7月にかけて漁場は水深79m以深の陸棚上において対馬海峡方向に大きく広がる。8月以降漁場は逆に北西部分から縮小し、10月以降は漁獲対象がその他の魚種に移行することもあり、漁場は消滅する。春から夏にかけての漁場の形成パターンは毎年ほぼ同様であるが、夏から秋にかけては年による変動がみられる。すなわち、水深100m付近の海域の表面水温がやや高く、等温線が東西方向に蛇行しているときには、漁場はより北側に広く分布する傾向がみられる。2004年と2005年には従来主漁場となっていた東シナ海南部にほとんど出漁しなかった²¹⁾。中型いか釣りの主漁場は東シナ海南部海域である²¹⁾。

漁場形成には餌生物（いわし類）の分布も関係しており、森脇・小川²⁸⁾によると、いわし類と考えられる魚群の分布におおむね対応して漁場が形成される。ただし、産卵群の分布は魚群の分布とは必ずしも一致しない¹⁴⁾。

漁獲物の外套背長組成

九州北西沿岸域では外套背長10～15cmの小型群は周年出現し、外套背長25cm以上の大型群は春季4、5月を中心に北部の壱岐・対馬・筑前海域では夏季、南部の五島・北松・西彼海域では秋季にかけて出現する⁴⁰⁾。山陰沿岸域における外套背長の経月変化は九州北部沿岸域とほぼ同様である⁸⁾。

沖合底びき網では禁漁期の6～7月を除く周年、外套背長20cm以下の小型群が主に漁獲されている^{11,29)}。月別にみると、8～10月には外套背長9～15cmの小型個体が主体を占めるが、11～3月にかけて外套背長は次第に大きくなり、外套長7～20cmの小・中型個体が主体を占める。5月には外套背長組成は小型化し、7～15cmの小型個体が主体となる。

以西底びき網で漁獲される本種の外套背長⁴⁰⁾は、7.3～33.3cmの範囲で、大部分が25.0cm以下である。季

節的には秋～冬に小さく、夏に大きい傾向がみられる。

いか釣りではスッテ（擬餌針）の大きさにより漁獲選択性があることが示唆されており⁴¹⁾、擬餌針より小さい個体（外套背長最小8 cmくらいまで）は釣獲されない⁴²⁾。

3 分布と移動

分布

ふ化直後の稚仔（外套長モード3 mm台）は表層びきネットで、やや成長すると（外套長モード6～7 mm台）底びきネットで採集可能である⁴³⁾。また、夜間に表層で昼間に底層で採集されることから、昼夜移動をしていることが推測されている⁴³⁾。

日本海南西部～東シナ海におけるヤリイカ科稚仔の分布はほとんど大陸棚上に限られ、この内、長崎県近海では10月を中心とした秋季の出現が目立つとされている⁴⁴⁾。山口県沖²⁴⁾ではヤリイカ科稚仔（外套長モード3 mm）は5～10月に北緯35度以南（水深130 m以浅）の大陸棚上に出現する。出現量は5月に最も多く、10月にかけて次第に減少する。出現域の海面水温は15～26℃、塩分は33.0～34.5である。兵庫県但馬沿岸域では5月にふ化後間もない稚仔が水深5～10 m帯でけた網にまとまって入網した事例が報告されている⁴⁵⁾。

外套長10 mm以上（モード2～6 cm）の幼いかは浜田沖³³⁾では周年採集されるが、採集個体の多い時期は7～12月にかけてである。採集水深は20～140 mで、まとまって採集されるのは水深40～120 mの範囲である。分布の中心は秋から冬および春には水深80～100 mの深所にあるが、夏にはやや浅所に分布の中心をとる傾向がある。

外套長15 cm未満の未熟な個体は、日本海南西沿岸域～九州北西海域および東シナ海に周年にわたって分布している⁴⁴⁾。

東シナ海では、本種は周年、南部沖合水域に分布するが、分布域は夏季に最も広く、逆に冬季には南部の一部水域に限られるという季節変化を示す⁴⁶⁾。また、高密度分布域については、田代⁴⁶⁾は沖合前線より黒潮側としているが、清水・星野⁴⁷⁾は、塩分33.75‰の大陸沿岸系水、特に50 m層に見られる顕著な潮境の沿岸水側で分布密度が高いとしている。主分布域の底層水温および塩分は、秋季にはそれぞれ14～23℃、33.5～34.6である⁴⁸⁾。

産卵場

産卵場は、山陰～長崎県沿岸域では、4～7月に昼いか釣り漁場が形成される水深50 m以浅の砂質底（中央粒径値0.18～1.41 mm、貝殻含有率19.6～95.6%、含泥率6.0～7.0%）で、潮通しのよい島や礁の周辺に形成されることが多い⁴⁹⁻⁶¹⁾。底質については山陰では岩礁近くの粗礫と言う漁業者もおり⁴³⁾、河野⁶¹⁾は山口県沿岸域の礫底（中央粒径値2.14 mm）で卵塊を発見している。福岡県沿岸域⁶²⁾では擬餌針による卵の混獲が2月から10月まで見られ、この内4～7月までの混獲が多い。卵の採集位置は、4月には水深40 m前後、5～6月には水深40～60 m、7月には水深60～80 mと、徐々に沖合化する。山陰沿岸域では昼いか釣りは水深100 m以深の沖合域でも行われることから、沖合域での産卵も推測されている⁴³⁾。河野⁶¹⁾は過去に産卵場が形成されていた水深50 m以浅の山口県沿岸域で水中テレビによる卵塊の探索を行った結果、卵塊はまったく発見されず、付近で操業するいか釣り漁船もいなかったこと、および漁業者に対するアンケート調査によると、漁業者は産卵場が水深50～125 mの沖合域に分散していると考えていたことから、近年春の産卵場が沖合分散化していると推測している。

夏～秋季に出現する成熟群の産卵場については、これらの群の漁場から考えて、春の産卵場よりも深所に形成されていると思われるが、卵の確認事例が極めて少ないため、野外調査を増やして、産卵場の条件等を明らかにしていく必要がある。

荒巻ほか⁶⁰⁾は産卵基質選択試験を水槽を用いて行い、底質（中央粒径値0.16～80 mm）よりも注水口付近の流速の速い場所を選択して卵嚢を多く産み付ける傾向を認めている。また、底質については、砂地（中央粒径値0.34および1.05 mm）に卵塊が形成されたことから、ある程度底質を選択していると考えている。

東シナ海においては、田代⁶³⁾は雌の熟度指数の水平分布から、産卵場は東シナ海南部、特に大陸寄りであろうと推察しているが、北部でも熟度指数の高い雌雄が同時期に分布していること、および春～秋の小型個体（外套長2 cmモード）の分布から、規模は小さいものの東シナ海南部以外の北部陸棚縁辺域においても産卵場が形成されていると考えられている⁶⁴⁾。

移動・回遊

九州北西海域では、本種は春～夏に北上回遊群として出現して、各地で産卵行動を行い、夏以降は索餌・産卵行動を主とする滞泳群が出現すると想定されてい

る^{12,15)}。また、福岡県沿岸域では春季成熟群は沖合域から産卵のため相対的に高温な沿岸域に来遊した後、沿岸域を北東方向へ移動すると考えられている⁶⁵⁾。日本海南西海域では春～夏には山陰沿岸域を北上する群(春季成熟群)と南下する群(夏季成熟群)があり、秋以降は前者の再生産群が九州西岸方面へ、後者の再生産群が日本海南西陸棚上へ南下し、越冬すると想定されている⁶⁶⁾。河野²⁴⁾は、日本海南西海域に秋に出現する群は春季成熟群および夏季成熟群の再生産群ではなく、秋季未熟群であるとして、回遊について次のような想定をしている。春季成熟群は山口県沿岸域に接岸傾向を示し沿岸域で産卵する。夏季成熟群は山口県沿岸域から壱岐、対馬や見島の北方海域へ分散するように移動し、大陸棚上で産卵する。秋季未熟群は山口県沿岸域から九州北部海域～対馬東岸付近へ移動し、これらの海域で越冬する。資源水準が高いときには、対馬以南の海域へ移動して越冬する個体が増加する。

東シナ海では、漁場の移動などから見かけ上、東シナ海南部から水温の上昇に伴い対馬海峡方向に広く回遊し、秋になると暖かい南の方に移動するような移動・回遊が推察されるが、夏季においても南部での分布量が相変わらず北部より多いことから、今後さらに検討すべきであるとされている⁶⁴⁾。

本種の移動速度は小川ほか⁶⁹⁾によれば次のとおりである。推定される移動速度はさまざまであるが、0.4ktを越えない。50海里以上移動した個体についてみると、移動速度は0.1～0.3ktである。移動速度には海域による差および夏以前と秋以降の差は見られない。また、東向きに移動したものと西向きに移動したものの間にも移動速度に有意な差は見出せない。

移動距離については、山口県沿岸域²⁴⁾では、9月に放流した個体は放流地点から20海里以内の沿岸域(60.7%)と対馬東岸付近(放流地点から約60海里)で再捕される個体が多いとされている。また、長崎県沿岸域における5～7月の標識放流結果によれば、最長移動距離は47海里(15日)である⁶⁷⁾。最も遠くへ移動した事例としては、1986年9月に山口県沿岸域で放流した1個体が、韓国済州島北部沿岸域(北緯33度34.0分、東経126度33.5分)で再捕されており²⁴⁾、この個体の直線移動距離は約225海里(15日)である。

4 成長

発育段階

田代¹²⁾は発育段階を次のとおり卵期、稚仔期、若齡

期、未成体期、成体期(前期)および成体期(成熟期)の6期に分けている。稚仔期：ふ化直後の稚仔は(全長?)約4mmで、ほぼ成体に似た形態をしており、群性は弱い。この期は短い。若齡期：(全長?)10～20mm以上、外套背長13cm未満。この期には群性が強くなる。未成体期：外套背長13cm以上18cm未満で定置網を初め、釣漁の対象となる。生殖巣は未発達。成体期(前期)：外套背長18cm以上になると生殖巣の発達が見られるようになり、卵巣卵粒が顕著になり、輸精管も乳白色になってくる。成体期(成熟期)：雌は輸卵管中に熟卵を、雄は精莢囊中に精莢を保有する。産卵後は雌雄とも斃死する。

しかし、本種はふ化直後から成体に近い形態をしており、明確な発育段階別の区分をすることは困難であるとの報告もある⁴³⁾ので、発育段階については形態のみでなく、発育に伴う行動や生態の変化についても注目して再検討する必要がある。

卵からの発育

卵発生は次のとおり近縁種と基本的に変わらない^{7,68)}。水温20℃では、産卵後1日6時間で胚盤葉が2層になる。4日13時間で胚盤葉が卵黄全部を包み、鰓・目・口・肛門・腕の原基が現れる。6日8時間で鰓の原基が現れる。8日で心臓が拍動し始め、外套腹面に色素胞が現れる。12日で墨汁嚢が黒くなる。

産卵からふ化までに要する日数は、15±0.1℃で37日、20±0.1℃で20日、25±0.1℃で14日である^{7,68)}。15℃と20℃でのふ化率は高いが、25℃では約半数がふ化せず死亡し、10℃では発生がほとんど進まず、30℃では途中で死亡するので、発生下限水温は8.9℃、発生適温は10～15℃から20～25℃であると推定されている^{7,68)}。

ふ化稚仔の外套長は1.6～2.3mmで^{7,24)}、卵黄は吸収されている。外套長12mm以上で墨汁嚢上に発光器を持つことにより、近縁種と識別される⁴⁴⁾。

年齢形質

本種の年齢形質としては、平衡石⁶⁹⁾とgladius(軟甲)⁷⁰⁾が検討されている。平衡石に形成される輪紋については、日周輪と仮定した最大日間成長率と標識放流によるそれとが一致することから、日周輪である可能性が高いとされている⁶⁹⁾。一方、Gladiusの縞模様から推定される成長速度⁷⁰⁾は、Natsukari *et al.*⁶⁹⁾の成長式と比較して、外套背長18cmの時期には約半分と

低く、逆に外套背長33cmの時期には約2倍と高く、Natsukari *et al.*⁶⁹⁾とは成長様式が一致しない。しかし、外套背長33cmの時期の成長速度は、森脇⁷¹⁾の成長速度とほぼ一致することから、成長履歴解析手法としての有効性が示唆されている。そして今後は、解析個体を増やすとともに、縞模様形成の日周性の検証が必要であるとされている⁷⁰⁾。

寿命

本種の寿命については、平衡石の成長輪数の最大値が350本であったことから、ふ化後ほぼ1年で成熟し生殖行動を行い死亡するものと考えられている⁶⁹⁾。産卵場での斃死個体の確認事例は少ないが、福岡県沿岸域では卵塊と斃死個体が一緒に1そうごち網で採集され⁵⁰⁾、佐賀県沿岸域の産卵場では卵塊と斃死直後と思われる個体が水中テレビで確認されている⁶⁰⁾。

成長

過去の測定で得られた最大外套背長は雄で502mm、雌で410mmである⁷²⁾。

森脇ほか⁷¹⁾は標識放流結果を基に成長速度を次のとおり推定した。5月4日～8月5日までの放流群では、雄 2.45 ± 0.23 mm/日(平均値±標準誤差)、雌 1.33 ± 0.16 mm/日、8月29日～11月8日までの放流群では、雄 0.76 ± 0.29 mm/日、雌 0.51 ± 0.09 mm/日で、本種は雄の方が雌より大きくなり、初夏に出現する群の方が秋に出現する群より成長が速い。

Natsukari *et al.*⁶⁹⁾は、平衡石の成長輪に基づき九州北部～山陰沿岸域における本種の成長式を次のとおり推定した。

高水温期発生群(5～10月生まれ)

$$\text{雄: } ML = 469.5 / \{1 + \exp(4.145 - 0.0156t)\}$$

$$\text{雌: } ML = 276.6 / \{1 + \exp(4.502 - 0.0220t)\}$$

低水温期発生群(11～4月生まれ)

$$\text{雄: } ML = 300.1 / \{1 + \exp(4.233 - 0.0181t)\}$$

$$\text{雌: } ML = 295.9 / \{1 + \exp(4.157 - 0.0179t)\}$$

ここで、ML:外套長(mm)、t:成長輪数(=日齢?)。

その後、夏苜⁷³⁾はNatsukari *et al.*⁶⁹⁾の成長曲線を当てはまりがよくないとし、東シナ海の本種の成長曲線には極限外套長の無い指数曲線を当てはめ、次の成長曲線を示している。

$$\text{雄: } ML = 6.5316e^{0.013t}$$

$$\text{雌: } ML = 6.2676e^{0.013t}$$

そして、この成長曲線を基に、本種は生後6ヶ月で外套長70mm弱、8ヶ月で150mm弱に達し、雌雄間の成長差はほとんど見られないとしている。さらに、夏苜⁷³⁾は九州北部～山陰沿岸域におけるNatsukari *et al.*⁶⁹⁾のデータにも指数曲線を当てはめ、東シナ海のものとの成長を比較した結果、雌雄ともに生後8ヶ月までは両海域の成長差は無く、生後10ヶ月頃には、雄で23mm程度、雌で42mm程度東シナ海のものの方が大きくなることを明らかにした。

ただし、成長輪数と外套長の関係においては個体差が大きく、その理由は成長の妨げとなる内部骨格がないので、生育環境、特に餌環境の良否によって成長が大きく異なることによると考えられている⁷³⁾。

相対成長

ヤリイカ科のいかで大型になる種は、ある程度の大きさになると2次性徴が見られる⁷³⁾。本種については、雌雄とも成長するにつれて外套が相対的に細長くなり、その傾向は雄において特に著しい⁷³⁾。

本種の体型について調べた安達・大野⁷⁴⁾は、外套長(ML)と1/4胴周囲長(L_{1/4};外套の先端から1/4部位の胴囲内径)との関係には、雌雄差は無く、両者の関係は $ML = 10.944L_{1/4}^{0.334}$ で示されることを明らかにした。また、本種の体型には外套が細長いケンサキイカ型と外套が太いブドウイカ型がある⁶⁸⁾とされているが、外套長階級別の1/4胴周囲長は基本的には正規分布を示すことから、体型の相違は個体差にすぎないとしている⁷⁴⁾。

外套背長-体重関係

外套背長(L; mm、ただし福岡県のみcm)と体重(W; g)との関係式は、

山陰沿岸域⁸⁾では、

$$\text{山口県雄: } W = 0.813 \times 10^{-2} \times L^{1.877}$$

$$\text{雌: } W = 2.419 \times 10^{-2} \times L^{1.676}$$

$$\text{島根県雄: } W = 0.389 \times 10^{-2} \times L^{2.037}$$

$$\text{雌: } W = 0.410 \times 10^{-2} \times L^{2.041}$$

$$\text{鳥取県雄: } W = 0.938 \times 10^{-2} \times L^{1.848}$$

$$\text{雌: } W = 1.020 \times 10^{-2} \times L^{1.846}$$

$$\text{兵庫県雄: } W = 0.690 \times 10^{-2} \times L^{1.923}$$

$$\text{雌} : W = 0.340 \times 10^{-2} \times L^{2.081}$$

東シナ海⁶⁴⁾では、

$$\text{雄} : W = 5.636 \times 10^{-4} \times L^{2.453}$$

$$\text{雌} : W = 4.041 \times 10^{-4} \times L^{2.536}$$

佐賀県沿岸域⁷⁵⁾では、

$$\text{雄} : W = 1.123 \times 10^{-3} \times L^{2.290}$$

$$\text{雌} : W = 4.670 \times 10^{-3} \times L^{1.990}$$

福岡県沿岸域⁶²⁾では、

$$\text{雄} : 1 \sim 4 \text{ 月 } W = 0.483 \times L^{1.978}$$

$$5 \sim 8 \text{ 月 } W = 1.190 \times L^{1.654}$$

$$10 \sim 12 \text{ 月 } W = 0.257 \times L^{2.251}$$

$$\text{雌} : 1 \sim 4 \text{ 月 } W = 0.371 \times L^{2.097}$$

$$5 \sim 8 \text{ 月 } W = 1.155 \times L^{1.681}$$

$$10 \sim 12 \text{ 月 } W = 0.194 \times L^{2.382}$$

で示されている。

5 成熟・産卵

成熟

熟度の区分について田代¹³⁾は、雄では精巣が未発達のもの未熟、輸精管が乳白色化しているものを半熟、精莢囊中に精莢が見られるものを成熟としている。また、雌では卵巣が未発達のもの未熟、卵巣中に卵粒が認められるが輸卵管には卵が見られないものを半熟、輸卵管に卵が見られるものを成熟としている。

成熟と生殖腺熟度指数 (GSI; 生殖腺重量/体重×100) との関係についてみると、雄では GSI が 0.4~0.5 以上でニードム氏囊塊が発達し、精莢を有する個体が見られ始め、0.8~1.0 以上ではその割合が増加する^{24,62)}。雌では GSI が 2.5~3.0 以上で輸卵管に卵が見られるようになる^{24,62)}。このときの纏卵腺長は 3 cm 以上で⁸⁾、纏卵腺長が 4 cm 以上に達した個体では、輸卵管内に鉛色の熟卵が多数見られるようになる⁷⁶⁾。

卵巣卵²⁴⁾は、GSI が 2.36 以上の個体では、卵径が 0.6 mm および 1.2 mm 以上にモードを持つ多峰型を示し、卵径が 1.2 mm より大きくなると輸卵管へ排卵される。そして、排卵後も卵巣卵の卵径は多峰型を示す状態が続くことから、卵径が 1.2 mm 以上で卵巣内に留まっていた卵は次に排卵される卵になると考えられ、産卵は複数回行われると推測されている²⁴⁾。輸卵管内の卵の卵径は 1.2~2.0 mm でモードは 1.6 mm である²⁴⁾。輸卵管内の卵数は、2,000 個以下の個体が多いが、体重が大きくなるほどばらつきが大きくなりながら増加する傾向を示す²⁴⁾。輸卵管内卵数の最大は 12,000 個程度である (濱田, 未発表資料)。

九州北西沿岸域の雌¹²⁾では、4 月には外套背長 18 cm 以上、生殖腺重量 8 g 以上、7 月および 10 月にはやや小型の外套背長 15 cm 以上、生殖腺重量 4 g 以上で成熟する。また、11 月には外套背長 14 cm 以上、生殖腺重量 6 g くらいで成熟しているものが若干存在する。山陰沿岸域における生物学的最小形 (外套背長) は、春には雄で 120~200 mm、雌で 160~180 mm、夏には雄で 110~180 mm、雌で 120~170 mm である⁸⁾。

交接

交接腕は雄の第 4 腕で、先端から約 2 分の 1 に相当する部分の吸盤が退化してやや長い 2 列、または互生の乳頭突起となっている⁷⁷⁾。

交接の形式は 2 通りある⁷⁸⁾。1 つは、雄が雌と同じ方向に遊泳しながら、雌の腹面から接近し、雌の外套部前端近くの腹面に全部の腕で抱きつき、生殖腕を雌の外套腔に挿入する。もう 1 つは、雄が底層部を遊泳している雌に背面より接近して、雌の頭部背面に全部の腕で抱きつき、生殖腕を雌の外套腔に挿入する。どちらも雌雄が接している時間は数秒である。交接に先だて雄は雌のすぐそばを同じ方向に平行に泳ぎ雌を追尾する。

精莢は周口膜内面では口球基部を取り巻く形で植え付けられる⁷⁷⁾。交接痕は周口膜以外に輸卵管開口部付近の外套膜内側でも観察される⁶⁴⁾。

産卵

夏苺⁷⁸⁾が実施した飼育観察によると、産卵に先立ち雌はその前日から餌をとらなくなり、他の個体から離れて遊泳するようになる。産卵は夜から明け方にかけて行われることが多い。産卵行動は次の 4 つに分けられる。①遊泳しながら、漏斗から 1 個の卵囊を出し、10本の腕の中に包み込む。②卵囊の先端と卵囊の根元を揃える。③体を斜めに立て漏斗から水を強く底に吹き付け、あたりのごみを吹き飛ばす。④体を垂直に立て、鰭を強くあおり、漏斗の口を体の後方に向け、水を強く吹き出し、その反動で卵囊の根元を数秒間底に押しつけ付着させ、さっと底を離れる。以上の動作の内③の動作は省略されたり、何回も繰り返し行われたりするので、1 個の卵囊を産み付けるのに要する時間は 4~10 分である。

卵は卵囊 (長さ 10~40 cm, 幅 0.6~1.7 cm) 中に 20~750 個^{24,50,60)}、平均 380 個⁵⁰⁾ 入って産み出される。卵囊内の卵は円に近い楕円形で、長径は 2.8~7.2 mm, 短径は

2.6~6.8mmである²⁴⁾。卵塊1個当たりの卵囊数は50~1,300個である^{24,50,60)}ので、卵囊中の平均卵数を乗じて卵塊1個当たりの総卵数は約1万~49万個と推定される。卵塊の直径は約35cm⁶⁰⁾から最大で2~3m¹²⁾になる。

荒巻ほか⁶⁰⁾の飼育観察結果によると、卵囊は最初1日に1~数個ずつ産み付けられるが、その後急激に増加する。また、卵塊の形成には最初十数個程度の卵囊が集まった小さな塊から徐々に卵囊数が増え、2日程度を要したとされている。河野²⁴⁾によると山口県沿岸域で採集された卵塊中の卵の発生段階にはかなりの幅があり、産卵後間もないものからすでに稚仔がふ化したものまでさまざまである。そして、卵塊中の発生の進んでいない卵を飼育したところ、ふ化まで18~30日かかったとされていることから、この卵塊の形成には最低十数日は要したものと推察される。

産卵場には複数の個体が群れを成して集まる⁶⁰⁾こと、近縁種の *Loligo vulgaris* では複数の個体が同所的に産卵することが知られている⁷⁹⁾こと、および卵塊中の卵の発育段階にかなり幅がある²⁴⁾ことから、複数個体が卵囊を同一場所に産み付けて卵塊を形成することが多いのではないかと推測されている²⁴⁾。

道津⁸⁰⁾によれば、1個体の親から産み出される卵囊数は50個余りに達するため、1回の産卵数は1万個を越えるとされている。輸卵管内の卵数は最大で1万個余りであるので、輸卵管内の卵が1回に産卵されるとすると、道津⁸⁰⁾の産卵数とほぼ一致する。しかし、輸卵管内の卵数はばらつきが大きいことから、1回当たりの産卵数も個体差が大きいものと推察される。生涯の産卵回数、産卵数、産卵間隔、産卵期間については不明であり、今後の研究が待たれる。

性比

山口県沿岸域では1980年春の産卵期に雌の割合が高まったと報告されている⁵¹⁾。筑前海域でも漁船別の121の標本の中で産卵期の5、6月に極端に雌の多い標本が出現したことから、本種は生殖過程のある時期に雌雄別に成群するのであろうと推察されている⁸¹⁾。しかし、山陰沿岸域では春季7月までは雄の出現率が高く、性比(♀/(♀+♂))は低い、夏には全海域で性比の上昇が観察され、終漁期近くまで続く、地理的には山口県が最も低く、東の海域ほど高いという報告もある⁸¹⁾ので、性比は生殖過程で変動するだけでなく、海域によっても、年または季節によってもかなり

変動するものと考えられる。さらに、同一時期の標本でも標本毎(漁船別)に性比が著しく異なっており、測定個体の標本数が少ない場合、標本の偏りの影響が強くなる⁸¹⁾ので、性比の時空間変動については、より詳細なデータに基づく検討が必要であろう。

外套長階級別の性比についてみると、島根県沿岸域では外套長170mm以上で性比は0.4以下となり雌が少なくなっている⁷⁴⁾。玄界灘では外套長250mm未満では性比は0.5~0.6であるが、外套長250mm以上では0.2以下となり、外套長350mm以上では0となる(濱田、未発表資料)。

産卵施設

山口県⁸²⁾は土管、U型ブロック、マブシ、ロープを山口県沿岸域に沈設し、卵の付着状況を観察したところ、卵の付着が認められなかったことから、これらの産卵施設としての効果を疑問視している。しかし、濱田ほか⁸³⁾は、福岡県沿岸域に土管礁を投入したところ、投入前には主漁場になっていなかったが、投入後土管礁周辺で産卵群が多数漁獲されたことから、周囲の砂地に産卵させるという意味で土管礁は産卵礁として有効であると考えている。

6 被捕食

食性

長崎県沿岸域^{12,84)}および山陰沿岸域⁸¹⁾で、釣りまたは定置網で漁獲された個体では、周年にわたって空胃個体が多いが、四季を通じて魚類捕食個体が最も多い。次いで軟体類捕食個体が多く、甲殻類捕食個体は少ない。胃内容物の魚類は沿岸一帯に多く出現する小型の魚類(あじ、さば、いわし類、キビナゴなどの稚幼魚)、軟体類はケンサキイカやスルメイカの幼生、甲殻類は大型の動物プランクトンやかに類と判断されている^{12,84)}。東シナ海で釣りにより漁獲された個体も魚類を捕食しているものが最も多く、次いで軟体類(いか類)、甲殻類(かに類)の順に多く捕食している¹⁶⁾。島根県沿岸域において板曳き網で採集された外套長10~80mmの個体では、周年にわたり水深(40~140m)に関わりなく、甲殻類が胃内容物の主体となっている⁸⁵⁾。

外套長別にみると⁸⁵⁾、外套長70mmまでは甲殻類捕食個体が多く、特に外套長50mmまでは内容物の90%以上を占める。外套長70~80mmになると甲殻類から魚類捕食に変わり、200mm以上では甲殻類捕食個体はまった

く見られず、軟体類捕食個体が魚類捕食個体に次いで多く見られる。また、空胃個体は外套長70～80mmで80%と最高を示す。これらの結果から、外套長70～80mmで摂餌器官や遊泳生態に顕著な変化があり、それに従って対象とする餌生物も甲殻類から魚類へと移るが、遊泳力が小さく摂餌行動が順調に行われなため、空胃個体の出現率が高くなると考えられている⁸⁵⁾。

森脇・小川²⁸⁾は餌生物であるいわし類の魚群量および漁獲量と本種の漁獲量との関係について調べ、初夏の盛漁期には有意な相関が認められるが、秋の盛漁期には明確な関係が無いこと、および初夏に漁獲されるいわし類の体長は4～5cmであるのに対し、秋のそれは12cm前後であることから、秋のいわし類は餌になりにくいと考えている。このため、餌生物に対する size preference (サイズ選択性) を今後の検討課題としている。

釣獲時間と摂餌状態との関係を見ると、九州北西沿岸域^{67,84)}では、摂餌個体の出現率は夕方に釣獲を開始した後経時的に高くなり、夜明け頃に最も高くなる。また、昼間に釣獲した個体の胃内容をみると、胃袋中に魚類などが充満した状態が観察されることから、昼間にもかなり活発に策餌を行っていると考えられている。島根県沿岸域⁸⁵⁾でも、夕方の釣獲開始から経時的に摂餌個体の出現率が高くなり、夜半から明け方に摂餌が活発化すると考えられている。東シナ海⁶³⁾では、昼間(トロール網)の摂餌指数(胃内容物重量/体重³×10²)の方が夜間(釣り)より高い値を示すことから、摂餌活動は夜間より昼間に活発であるとされている。

捕食者

本種を捕食していたことが確認されている魚種には、シイラ⁸⁶⁾(体長15.5cm以上の幼魚～成魚)、ヒラメ⁸⁷⁾(全長40～80cm)、マアジ⁸⁸⁾(尾叉長200～299mm)およびサワラ(尾叉長351～415mm; 河野, 未発表)がある。このうち、マアジについては外套長5～20mm、サワラについては外套長30～52mmの幼稚仔を捕食していた。また、長崎県沿岸域では定置網または釣りで漁獲された本種の胃内容に本種の幼稚仔と思われるものが確認されている^{12,84)}。

その他に本種とは特定されていないが、ブリ⁸⁹⁾、クロマグロ⁹⁰⁾、コシナガ⁹¹⁾などの回遊魚のほか、日本海南西大陸棚上に生息する底魚類^{92,93)}(ムシガレイ、ソウハチ、アカムツ、ハタハタ、ヒレグロ、ミギガレイ、メガレイ、ヒラメ、アンコウ、カナガシラ、マトウダ

イ、マダイ、キダイ、アカアマダイ、ナメラフグ、フサカサゴ)がいか類を捕食していたことが報告されている。今後は胃内容物中のいか類のうち本種がどの程度含まれるのかを明らかにするために、嘴や吸盤などの断片を用いていか類の種の査定を行う必要がある。これらの魚種以外にも鯨類や板鰓類などが本種を捕食していると考えられるが、知見はほとんどない。今後は捕食魚に関する情報を増やすと共に、本種を取り巻く食物網の定量的な調査を実施することが望まれる。

7 行動生態

九州北西沿岸域における釣獲試験中の観察⁶³⁾によると、本種の群は昼間には海底付近に滞泳しており、夜間点灯すると中層付近まで浮上するようである。また、産卵群は点灯後も海底付近に滞泳していることから、産卵群は灯火に対する反応は弱いものと考えられている。さらに、夜間灯火に誘引された魚類の濃群に対して、遠巻きに数尾で遊泳しながら突然魚群を襲う捕食行動も観察されている⁶³⁾が、詳細な捕食行動についての記載は見あたらない。東シナ海では本種は集魚灯の効果により表層付近まで浮上、集群して5～30m層に粒状の魚探映像として記録されている¹⁶⁾。

深田⁹⁴⁾は水中テレビを用いて擬餌の捕捉行動を観察している。それによると、捕捉行動は擬餌のやや下方から行われ、その時の遊泳速度は約1L/secと推定されている。また、針掛かりが起らない場合または針掛かりが浅い場合、捕捉行動は繰り返し行われるが、深く針掛かりの後離脱した場合は逃避行動になるとされている。

以上のように行動生態に関する知見は極めて少なく、今後野外や室内水槽での観察事例を増やしていくことが必要である。

8 資源の評価および管理

資源特性値

本種の1年当たりの自然死亡係数(M)および漁獲死亡係数(F)は、標識放流の結果から、山陰西部沿岸域では夏にM=7.019, F=0.0607, 秋にM=7.467, F=0.250, 山陰東部沿岸域では夏にM=16.974, F=1.487, 秋にM=17.983, F=1.299と推定されている⁹⁵⁾。このように、標識放流により資源特性値を推定する際には、推定値の偏りを小さくするために、放流個体数および再捕個体数を多くし、かつ放流方法、標識魚の行動、再捕状況など放流から再捕報告に至る経

過で設けられた仮定をよく検討する必要があるとの指摘がなされている⁹⁶⁾。

標識放流以外の方法については、濱田⁹⁷⁾が若齢期と産卵期に M が高くなるという仮定のもとで、BIOMASS 解析を行い、M は漁獲加入時の月齢 5 月で 0.511、月齢 7～10 月で 0.233、月齢 11、12 月で 0.511 と推定している。さらに、コホート解析を用いて、寿命までの F を春夏発生群（春季成熟群および夏季成熟群？）で 1.35、冬発生群（秋季未熟群？）で 1.72 と推定している。

豊度推定

豊度については、山田ほか⁹⁸⁾が河野ほか⁹⁵⁾の資源特性値を基に BIOMASS 解析を行い、漁期直前の資源尾数を推定している。そして、各季節群には年変動がかなりあり、1981～1984 年の山陰沿岸域では春季成熟群は減少、夏季成熟群は年変動が激しく、また、秋季未熟群は増加していることを明らかにしている。

濱田⁹⁷⁾は、玄界灘における 1991～1992 年の平均的な漁獲加入時の資源尾数をコホート解析により計算し、春夏発生群で 11 億 3,000 万尾、冬季発生群で 7 億 2,000 万尾と推定している。また、累積漁獲尾数は前者で 2,529 万尾、後者で 2,566 万尾と推定している。

その他の方法として、西海区水産研究所は東シナ海において 1988 年春、1989 年夏、1986 年秋にトロール調査を行い、調査水域全体の現存量を面積密度法により推定している⁹⁹⁾。それによると現存量は、それぞれ 35 (3.5 の誤り?)、37、12 千トンと推定されている。

計量魚探による現存量推定も試みられているが、魚種判別、TS (ターゲットストレンジス) の測定、鉛直分布の把握など課題が多いとされている⁹⁹⁾。

資源の診断および評価

資源状態については、1981～1984 年の山陰沿岸域では、①漁獲率がほぼ 10% 以下と低いこと、②土井¹⁰⁰⁾の方法により資源解析を行った結果、資源は乱獲状態とは認められないこと⁹⁸⁾、③CPUE (1 出漁日当たり漁獲量) に減少傾向が認められないことから、資源に対する漁獲の影響は小さく、漁業規制の必要性は薄いと考えられていた²⁵⁾。しかし、その後森脇¹⁰¹⁾は、1990 年までの日本海南西海域の漁獲統計を基に資源状態を検討し、東部の漁場から漁獲量の減少が始まっているように推察されること、および初夏漁期の極端な不漁現象が島根県沿岸漁場で続いていることを見出し、資

源の減少は分布の縁辺域で漁獲量の減少および不安定性として現れることから、資源状態は必ずしも楽観できないと指摘した。また、秋元¹⁹⁾も福岡県沿岸域では、1985 年以降春季に 2 そうごち網による沖合操業、および樽流し釣りによる水深 80 m 以深での漁獲量が増加しているため、産卵群の先取りによる資源の減少を懸念している。さらに、河野²⁰⁾は、1995 年までの九州北部海域を含む日本海南西海域の漁獲実態を解析し、漁獲量は比較的安定して推移しているものの、①沖合底びき網の漁獲量が 1992 年以降減少傾向にあること、②春季に沖合での資源の先取りが進んでいること、③沿岸域でいか一本釣り漁業への転換が進んでいること、④樽流し釣りの普及により漁獲強度が増していること、⑤沿岸域でも機械 (自動巻き上げ機) が導入され、漁獲効率が向上していること、⑥ 10 トン以上の自動いか釣り機搭載漁船による漁獲量が増加していることなどから、資源に対する漁獲圧がかなり増大してきていると考えている。

最近濱田⁹⁷⁾は、杓岐・対馬海域を含む玄界灘における本種の資源の現状をコホート解析により解析し、現状の %SPR¹⁰²⁾ は春夏発生群で 50%、冬発生群で 26% と推定した。さらに、主要漁協漁獲量から推定した産卵量と加入量の関係から、補償 %SPR は春夏発生群で 26%、冬発生群で 22% と推定され、冬発生群は加入乱獲に近い状態にあることを明らかにした。また、西海区水産研究所²¹⁾は CPUE (努力量当たり漁獲量) を資源動向の指標とし、近年、沖合底びき網漁業、以西底びき網漁業、中型いか釣り漁業のいずれも CPUE は減少傾向が続いており、低い水準にある。一方、山口～長崎県各県代表港におけるいか釣り漁業の CPUE はおおむね中～低水準で横ばい傾向にあると報告している。そして、これらの結果から、資源は低位、横ばいと判断している。

本種のような単年性の資源では加入尾数と資源尾数は等しく、そのため、一般に年変動が激しくなるが、本資源には複数の発生群 (季節群) が存在することにより、全体の年変動が小さくなっている可能性が指摘されていた^{64,103,104)}。しかし、以上のとおり資源の将来が危惧される状態になってきており、漁獲がどの程度資源に影響を及ぼしているのか、適正に評価しておく必要がある。

資源管理

福岡県沿岸域ではごち網が本種の卵に相当な被害を

与えているものと危惧され、その実態把握と産卵場の保護管理が必要とされている⁵⁰⁾。また、濱田⁹⁷⁾は、玄界灘における資源の現状の%SPRは、週1日の定期休漁日を設定することによって春夏発生群で55%、冬発生群で31%に回復すると推定した。そして、濱田・内田¹⁰⁵⁾は福岡県独自の管理方策として、次のとおり4項目からなる資源管理指針を提案した。①卵の保護(産卵場に保護区、保護期間を設定する。)、②漁獲努力量の削減(週1日の定期休漁日を設定する。)、③小型魚の漁獲削減(小型魚がとれる月(9月)、産卵期直前(4月)を休漁とする。網漁業で体長10cm、釣りで15cm以下を再放流する。)、④付加価値向上(鮮魚体長などの規格化等によるブランドづくり)。

広域的な資源管理方策としては、西海区水産研究所²¹⁾が、日本海・東シナ海における本種の資源評価結果を基に、現状では資源の指標値にあわせて漁獲することが現実的であろうと提言している。そして、以下のとおり2006年の ABC_{limit} (限界生物学的許容量)および ABC_{target} (目標生物学的許容量)を設定した。すなわち、 ABC_{limit} は過去3年の平均漁獲量を基に現状程度の漁獲量は適正であると考え14,000トン、 ABC_{target} は ABC_{limit} に不確実性を見込み0.8を乗じ11,000トンとした。しかし、本種はTAC(総漁獲可能量)対象種ではないため、資源が低水準にあっても、実際には何ら管理は行われていない。

本資源は複数の発生群(季節群)から成ることから、本来は発生群毎に一定の割合(開発率)で漁獲するように管理することが理想的である⁶⁴⁾。しかし、これらを含みにした努力量規制を行えば、敢えて豊度の低い発生群を必要以上に痛めつけるようなことはせず、経済効果を考慮して他のより豊度の高い発生群を利用するため、結果として努力量は各発生群の豊度に応じて投入されることが予想されている⁶⁴⁾。そして、今後は、本資源の加入尾数が決定されるまでの環境条件のみならず、本資源をとりまく種間関係などにも考慮し、その合理的な利用を図っていくことが必要になるとされている⁶⁴⁾。実際に資源管理を行うにあたっては、本種が単年性⁶⁹⁾で、かつ季節群の資源量が年によりかなり大きく変動する⁶⁵⁾こと、さらには産卵場や産卵盛期も年により変化する^{24,36,61)}ことから、同一の管理内容を継続するのではなく、管理内容を毎年適宜見直して実行していくことが不可欠である。このため、管理の成否は、適切な管理内容を盛り込むと共に、それ以上に資源変動に対応した迅速で柔軟な管理が行える体制づ

くりができるか否かに大きく依存しているように思われる。

9 漁況予測

漁況と物理環境との関係

いか釣りの漁獲量に影響を与えると思われる要因は非常に多く、天候・気圧などの気象条件、海水温・塩分・流動などの海況条件、魚の灯付きおよび漁法、餌料・捕食魚・競合する他魚種との関係などが考えられている⁴²⁾。

この内、水温と漁況との関係を調べた報告が最も多い。例えば、水温が漁獲量(魚群の来遊量)に影響するという報告には次のものがある。山陰沿岸域における春季成熟群の漁獲量は漁期前および漁期当初の水温平年偏差との間で高い正の相関を示すことから、この群の漁獲量は生息下限水温に影響されていると考えられている²⁶⁾。また、山陰沿岸域の春先4月の水温と初夏7月の漁獲量とを対比してみると、東の漁場へ行くほど、明瞭な相関が認められることから、分布の縁辺域ほど水温環境は相対的に厳しく、同じ水温の変化量に対しても本種の反応はよりシャープに現れると考えられている¹⁰⁵⁾。一方秋季未熟群の漁況に関しては、主に漁場の東側海域の水温平年偏差との間で逆相関を示すことが多いとされている²⁶⁾。水温が産卵や初期生残に影響するという報告もある^{14,109)}。山口県沿岸域では13ヶ月前の水温と漁獲量との間に正の相関が認められることから、産卵から発育初期に水温が高ければ生き残りが良くなり、漁獲量が増加すると考えられている¹⁴⁾。しかし、1997年以降山口県沿岸域の水温は平年より高めで推移している¹⁰⁷⁾にもかかわらず、近年春季成熟群の漁獲量は減少している¹⁰⁸⁾。また、福岡県沿岸域では発生期(前年の1~6月)の水温とCPUE(漁獲量/日)との間には負の相関があり、近年高水温の年が多く、漁獲量が低くなっているという報告もある¹⁰⁹⁾。

このように水温と漁況との関係は海域で異なるだけでなく、同一海域でも季節によって異なることから、水温がどのように漁況や資源に影響するのか、単に相関を調べるだけでなく、スルメイカ^{110,111)}のように飼育実験等を併用して、水温が分布や再生産に影響するメカニズムを明らかにしていくことが必要であろう。

塩分と漁況との関係については、兵庫県沿岸域の春および夏の定置網による漁獲量は1月頃に高塩分であれば多く、秋の定置網およびいか釣りによる漁獲量は

4月頃または前年漁期に低塩分であれば多いとされている²⁶⁾。また、京都府沿岸では5月上旬の沿岸表層平均塩分と4～7月の漁獲量との間には正の相関が認められている¹¹²⁾。

好不漁の原因について、対馬暖流の強弱と関連するという報告もある^{113,114)}。塩川¹¹³⁾は対馬東水道の含熱量指数(水温積分値)を対馬暖流の強弱の指標として捉え、含熱量指数が低い年には長崎県沿岸域は不漁になるとしている。また、古田¹¹⁴⁾は、福岡県沿岸域では4～5月の大型成熟群の漁獲量は4～5月の含熱量指数が平年を下回った年には好漁、6～8月の中小型未熟群の漁獲量は6～8月の含熱量指数が平年並みか平年を上回ると好漁になると報告している。

漁況と流況との関係については、山口県沿岸域では、南東流が発達したときに群が補給され、漁獲量が上昇する¹¹⁵⁾ことから、吹送流が群の補給過程に関与しているとみられている¹¹⁶⁾。一方、島根県の大社沖漁場では流れが停滞したときに漁獲が上昇し¹¹⁷⁾、浜田沿岸漁場では初夏に北東流が弱まったときほど底部冷水が発達し、群れが接岸するので漁が良くなる傾向がある¹¹⁸⁾。そして、平均流と風の応力とは有意な相関があることから、風の動向から浜田沿岸漁場での初夏の漁況をある程度予測することが可能になるとされている¹¹⁹⁾。

このように海域によって漁況と海況との関係は異なるので、海域毎にさらに観測を積み重ねて検討を加える必要があると指摘されている^{101,110)}。

その他に、満月時にはいかの灯付きが悪いということが漁業者により言われており、実際に統計学的に検討した結果、新月時の平均日別漁獲量は満月時のそれより多いという報告もある²⁶⁾。

漁況と生物環境との関係

本種の再生産関係について濱田⁹⁷⁾は、福岡県におけるいか釣りの主要漁協のCPUE(1日1隻当たり漁獲量)を用い、前年のCPUEを産卵量の相対値、翌年のCPUEを加入量の相対値とみなし、産卵量(E)と加入量(R)との関係を次のとおりBeverton & Holt型の再生産曲線で示している。

$$\text{春夏発生群} \quad R=3.81/(3.21+1/E)$$

$$\text{冬発生群} \quad R=4.50/(83.98+1/E)$$

ただし、濱田⁹⁷⁾は曲線の当てはまりの精度については示していない。

いか類の再生産水準は、このような密度依存的な要因だけでなく、密度独立的な要因によっても大きく変動すると想定されるので、今後は海洋環境変動に伴う加入量の変動についても検討する必要がある。

餌生物との関係については、1966～1980年の山陰沿岸域では、カタクチイワシの卓越期に秋漁型、マイワシの卓越期に春漁型を示したことから、餌生物(いわし類)の量変動が漁況の季節変化に影響を及ぼしていると考えられている^{27,28)}。そして、両者の量的関係を調べた河野ほか²⁵⁾は、山口県沖におけるマイワシの産卵数と春～夏(4～8月)の本種の漁獲量、および春～夏のカタクチイワシの漁獲量と秋(9～12月)の本種の漁獲量との間に有意な正の相関があることを見出している。また、森脇・小川²⁹⁾は1974～1984年の浜田沿岸漁場における初夏6～7月のマイワシの漁獲量と同じ期間の本種の漁獲量との関係を調べ、両者の間には上に凸な放物線状の関係があり、特に1980年以降マイワシ漁獲量の減少に伴い年々の漁況が悪化している傾向を見出している。そして、秋9～12月における両者の関係についても、初夏と同様に上に凸な放物線状の関係が認められたことから、いわし類の漁獲量がある一定量に達するまでは、本種はいわし類の量と共に増加するが、一定量を超過すると漁獲量は減少すると考えている。いわし類はこのような量変動だけでなく、卵・稚仔の出現時期の変化も本種の漁況へ影響を及ぼしているという報告もある¹¹⁸⁾。しかし、1987年以降の山口県沿岸漁場では、春季成熟群および夏季成熟群(1～7月の漁獲量)と秋季未熟群(8～12月の漁獲量)は似たような年変動を示し、春漁型と秋漁型の交替現象はそれ以前ほど明瞭ではなくなっている²⁴⁾。小川²⁷⁾は各季節群が外套長70～80mm頃の魚食性へと移行する時期に、マイワシとカタクチイワシのどちらの稚仔・幼魚が卓越しているかによって、漁況の季節変動が起きていると考えているが、この時期よりも内部栄養から外部栄養に変わるふ化直後の方が飢餓や捕食に対して弱いと考えられるので、この時期の生残の善し悪しが季節変動にも影響を及ぼしている可能性が高い。

その他の魚種との関係について、武田ほか²⁶⁾は、福岡県～兵庫県にかけての共通漁獲種の中で、本種に競合する魚種あるいは漁獲努力を分散させる魚種という視点から、まぐろ類等18魚種の漁獲量と本種の漁獲量との相関関係を調べている。その結果、5%以上の危険率で有意な相関が見られた魚種は、めじ(まぐろ類)、

マイワシ、ウルメイワシ、カタクチイワシ、マアジ、さば類、しいら類、とびうお類、ハモ、タチウオ、ヒラメ、スルメイカ、こういか類、たこ類の14魚種であった。これらのうち2地区以上で有意な相関の見られた魚種はウルメイワシ、マアジ、しいら類、ハモ、タチウオ、こういか類であった。しかし、ウルメイワシを除く5魚種では相関関係が地区によって逆になり、ウルメイワシについても全地区で強い相関が認められたわけではなく、本種の漁況に強い影響を及ぼす魚種は見出せなかったとしている。しかし、単にこのような相関が無かったからといって魚種間の関係が否定されてしまうわけではない。今後は、野外調査等を実施し、具体的な種間関係を明らかにする作業を並行して進めていくことが望まれる。

10 今後の主要な研究課題

近年本種の資源は低水準にある²¹⁾ため、漁業者から資源の適正な評価と漁況予測の実施が強く求められている。

これらの漁業者ニーズに対応して資源評価や漁況予測を行うためには、各季節群の生活史の解明とそれに基づく季節群の分離は必須である。本種については、生活史の中でも産卵から稚仔期に至る期間の生態に関する知見が不足している。特に秋季未熟群については、冬季を中心にふ化したものと推定されている⁸⁾が、冬季には日本海南西～東シナ海にかけて成熟群の漁獲は少ないことから、本当に冬季にふ化したものなのか、もしそうなら秋～冬の産卵場はどこにあるのか、産卵場の条件は何か、今後究明していく必要がある。ふ化日の再検討にあたっては、飼育実験等によりふ化稚仔から成体に至る体サイズ別の平衡石の日周性の確認が必要であると思われる。また、季節群の生活史を解明していく過程においては、日本海南西～九州北西海域の群と東シナ海群との関係を明らかにする作業も必要となる。

前述のとおり、外套長70～80mmの頃よりもふ化直後の方が飢餓や捕食に対して弱いと考えられることから、ふ化直後の稚仔の生態（食性・被食・分布・環境等）と生残に関わる要因を究明していくことも重要な課題となる。そのためには、稚仔を大量に採集する手法と種判別技術の開発、およびそれらを用いた毎年の量変動のモニタリングが不可欠である。

季節群毎の分布と豊度を加入初期に評価するためには、関係機関が共同で各季節群の漁期初めに、樽流し

釣りによる分布調査を実施することが1つの有効な手法になると思われる。なぜなら、樽流し釣りは漁具を流して操業するため比較的広範囲の調査が可能であり、しかも手釣りと比較して経験や技能をほとんど必要としないため、漁具を統一しておけば操業時間当たりの漁獲量として努力量の標準化が可能であるからである。このような分布調査を積み重ねていけば、スルメイカ¹⁰⁾のように精度の高い資源評価や漁況予測が可能になるかもしれない。

本種の被捕食については、定量的な研究はほとんど行われていないが、餌生物や捕食者の量変動も本種の加入量変動に影響を及ぼしていると想定されるので、さらなる研究の進展が望まれる。特に近年、サワラやクロマグロなどの捕食魚が増えている¹⁰⁷⁾ので、これらの魚種の捕食量や資源動向にも注目する必要があると思われる。

謝 辞

本総説の執筆に際しては、長崎県総合水産試験場山本憲一海洋資源科長、佐賀県玄海水産振興センター柴山雅洋副所長および福岡県水産海洋技術センター上田拓主任技師に各県のケンサキイカに関する報告書並びに資料を提供していただいた。ここに記して深く感謝する。これらの3機関とは2007年から共同で本種の資源研究を行う予定である。本総説が共同研究の推進に少しでも役立てば幸いである。

文 献

- 1) NATSUKARI, Y. (1984) : Taxonomical and Morphological Studies on the Loliginid Squids-IV. Two New Genera of the Family Loliginidae. *Venus*, 43 (3), 229-239.
- 2) 奥谷喬司 (1977) : [改訂] 世界有用イカ図鑑. 東和電機製作所, 函館市, 64-65.
- 3) 奥谷喬司 (2005) : 世界イカ類図鑑. 成山堂書店, 東京, 104-105.
- 4) 庄島洋一 (1978) : 分布. 西日本海域におけるケンサキイカ資源生態調査報告書, 11.
- 5) 新谷久男 (1988) : 日本のイカ漁業と資源XI, ケンサキイカの漁業と生活史. 水産技術と経営, 1988年3月号, 14-27.
- 6) 新谷久男 (1988) : 日本のイカ漁業と資源XI, ケンサキイカの生活様式と資源状態. 水産技術と経営, 1988年4月号, 11-25.

- 7) Natsukari, Y. and M. Tashiro (1991): Neritic squid resources and cuttlefish resources in Japan. *Mar. Behav. Physiol.*, 18, 149-226.
- 8) 山田英明・小川嘉彦・森脇晋平・岡島義和 (1983): 日本海西部沿岸域におけるケンサキイカ・ブドウイカの生物学的特性. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (1), 29-50.
- 9) 山田英明・河野光久・森脇晋平・堀 豊・武田雷介 (1986): 日本海西部沿岸域に出現する“シロイカ”(*Loligo edulis*)の生活グループ. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (2), 1-18.
- 10) 夏苺豊・西山雄峰・中西裕子 (1986): ケンサキイカのアイソザイム (予報). 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (2), 145-151.
- 11) 河野光久 (1991): 沖合底曳網で漁獲されるケンサキイカの群性状について. 西海ブロック底魚調査研究会報, (1・2), 37-46.
- 12) 田代征秋 (1977): 九州北西沿岸域のケンサキイカとその漁業. 日本海ブロック試験研究集録, (1), 81-96.
- 13) 田代征秋 (1978): 発生群. 西日本海域におけるケンサキイカ資源生態調査報告書, 22-26.
- 14) 河野光久・田代征秋・小早川 淳・秋元 聡 (1990): 山口県～九州北西部海域のケンサキイカ. 水産技術と経営, 36 (4), 18-33.
- 15) 田代征秋・立石 賢・矢田武義 (1976): 標識放流によるケンサキイカの回遊について. 長崎県水産試験場研究報告, (2), 5-11.
- 16) 田代征秋 (1979): 東シナ海ケンサキイカ漁場調査結果について. 長崎県水産試験場研究報告, (5), 45-52.
- 17) 真子 渉 (1978): 漁獲量変動. 西日本海域におけるケンサキイカ資源生態調査報告書, 59-65.
- 18) 岡島義和・尾串好隆・森脇晋平・山田英明 (1983): 4 県共同調査による“シロイカ”の漁業実態. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (1), 1-28.
- 19) 秋元 聡 (1992): 筑前海域におけるケンサキイカ資源と利用実態. 福岡県福岡水産試験場研究報告, (18), 7-140.
- 20) 荒巻 裕・野田進治・首藤俊雄 (2005): 佐賀県玄海海域におけるケンサキイカの生態-I, 一漁獲状況, 資源動態, 成熟・産卵期, 分布-I. 佐賀県玄海水産振興センター研究報告, (3), 1-7.
- 21) 西海区水産研究所 (2006): ケンサキイカ日本海・東シナ海系群. 平成18年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 208-209.
- 22) 古田久典 (1978): 漁期. 西日本海域におけるケンサキイカ資源生態調査報告書, 55-58.
- 23) 小川嘉彦・山本達雄・名角辰郎・森脇晋平 (1982): 日本海南西沿岸水域における“シロイカ”漁場の海況特性. 水産海洋研究会報, (41), 1-10.
- 24) 河野光久 (1997): 日本海南西海域におけるケンサキイカの資源生態学的研究. 山口県外海水産試験場研究報告, 26, 1-25.
- 25) 河野光久・小川嘉彦・武田雷介・山田英明・森脇晋平 (1986): 日本海西部沿岸域に生息する“シロイカ”の資源管理. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (2), 124-133.
- 26) 武田雷介・河野光久・森脇晋平・山田英明 (1986): 日本海南西部海域における“シロイカ”漁況変動の特徴. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (2), 56-67.
- 27) 小川嘉彦 (1982): “シロイカ”の漁況変動に及ぼす餌生物の量的変動の影響. 水産海洋研究会報, (41), 1-10.
- 28) 森脇晋平・小川嘉彦 (1986): 餌生物としてのいわし類の変動が“シロイカ”の漁場形成と漁況変動に及ぼす影響. 水産海洋研究会報, 50 (2), 114-120.
- 29) 森脇晋平 (1986): 日本海西部沖合水域における“シロイカ” *Loligo edulis* の分布の年変動. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (2), 12-187.
- 30) 古田久典 (1978): 漁場. 西日本海域におけるケンサキイカ資源生態調査報告書, 47-54.
- 31) 小川嘉彦・森脇晋平・山田英明・岡島義和 (1983): 日本海南西部沿岸水域における“シロイカ”一本釣漁場位置の季節変化 (予報). 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (1), 97-119.

- 32) 森脇晋平・小川嘉彦 (1985) : 浜田沿岸海域における海洋構造の季節変化にともなう“シロイカ”漁場形成位置の地理的变化. 水産海洋研究会報, (47・48), 29-35.
- 33) 高橋 実・古田久典 (1988) : いか釣り漁業からみた筑前海におけるケンサキイカ・ブドウイカの漁場形成と海洋構造. 福岡県福岡水産試験場研究報告, (14), 13-21.
- 34) 古田久典 (1976) : 筑前海域におけるケンサキイカについて一漁場と分布. 昭和49年度福岡県福岡水産試験場研究業務報告, 50-56.
- 35) 安藤朗彦 (2002) : 衛星リモートセンシング技術を用いた筑前海春季水温分布の変動といか釣り漁業との関連. 福岡県水産海洋技術センター研究報告, (12), 45-50.
- 36) 河野光久・斉藤秀郎 (2004) : 日本海南西山口県沿岸域における近年のケンサキイカの資源生態と漁業実態の特徴的变化. 山口県水産研究センター研究報告, (2), 77-85.
- 37) 古田久典 (1979) : 筑前海域におけるケンサキイカについて一Ⅳ, 沖合域の分布と群の性状. 昭和52年度福岡県福岡水産試験場研究業務報告, 35-42.
- 38) 小川嘉彦・山田英明 (1983) : 日本南西部陸棚水域における“シロイカ”の分布. 水産海洋研究会報, (44), 1-8.
- 39) 山田陽巳・時村宗春 (1993) : 以西底びき網漁場におけるケンサキイカの漁場形成. 漁業資源研究会議西日本底魚部会報, 平成5年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 28.
- 40) 古田久典 (1978) : 外套背長組成. 西日本海域におけるケンサキイカ資源生態調査報告書, 31-39.
- 41) 濱田弘之 (2000) : 資源管理型漁業推進総合対策事業 (1) ケンサキイカ. 平成10年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, 99-105.
- 42) 大野明道 (1978) : 島根県におけるケンサキイカ一本釣りの漁況変動について. 西日本海域におけるケンサキイカ資源生態調査報告書, 68-88.
- 43) 森脇晋平・中原民男・山田英明 (1983) : 日本海西部沿岸水域における“シロイカ”成熟群の来遊状況と幼イカの出現状況. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (1), 51-63.
- 44) 庄島洋一 (1978) : 卵発生・稚仔・幼イカ・未成体期. 西日本海域におけるケンサキイカ資源生態調査報告書, 14.
- 45) 名角辰郎 (1979) : 但馬浅海域のイカ類について一Ⅰ, 小型桁網に入網したイカ類. 兵庫県水産試験場研究報告, (19), 7-10.
- 46) 時村宗春 (1992) : 1991年冬季の東海・黄海の主要底魚類の分布 (海邦丸調査結果速報). 西海ブロック底魚調査研究会報, (3), 15-39.
- 47) 清水詢道・星野 哲 (1991) : 東シナ海のケンサキイカ資源について. 神奈川県水産試験場研究報告, (12), 65-72.
- 48) 入江隆彦・山田梅芳・田川 勝 (1992) : トロール調査結果からみた東シナ海ケンサキイカ資源の変動傾向. 漁業資源研究会議西日本底魚部会報, (20), 59-66.
- 49) 夏苺 豊 (1976) : ケンサキイカの産卵場の潜水観察. 貝類学雑誌, 35 (4), 206-208.
- 50) 古田久典 (1980) : 筑前海域におけるケンサキイカについてⅤ, 一産卵場と底質. 昭和53年度福岡県福岡水産試験場研究業務報告, 1-6.
- 51) 山口県 (1981) : 長門海域総合報告書. 82-87.
- 52) 山本憲一 (2002) : 壱岐周辺ケンサキイカ調査. 平成12年度長崎県総合水産試験場事業報告, 55-56.
- 53) 山本憲一 (2002) : 壱岐周辺ケンサキイカ調査. 平成13年度長崎県総合水産試験場事業報告, 43-44.
- 54) 山本憲一 (2003) : ケンサキイカ産卵場調査. 平成14年度長崎県総合水産試験場事業報告, 43-44.
- 55) 野田進治・梅田智樹・鷺尾真佐人・柴山雅洋 (2002) : ケンサキイカ増殖技術開発試験. 平成12年度佐賀県玄海水産振興センター業務報告, 12-16.
- 56) 野田進治・鷺尾真佐人・首藤俊雄・柴山雅洋 (2003) : ケンサキイカ増殖技術開発試験. 平成13年度佐賀県玄海水産振興センター業務報告, 23-32.
- 57) 野田進治・荒巻 裕・古賀秀昭 (2003) : ケンサキイカ増殖技術開発試験. 平成14年度佐賀県玄海水産振興センター業務報告, 33-41.
- 58) 荒巻 裕・野田進治・鷺尾真佐人 (2003) : 佐賀県玄海海域で発見したケンサキイカ卵塊について. イカ類資源研究会議報告 (平成14年度), 16-19.
- 59) 荒巻 裕・首藤俊雄・古賀秀昭 (2004) : ケンサ

- キイカ増殖技術開発試験. 平成15年度佐賀県玄海水産振興センター業務報告, 53-61.
- 60) 荒巻 裕・野田信治・鷺尾真佐人・藤崎 博・柴山雅洋 (2005): 佐賀県玄海域におけるケンサキイカの生態-II, 一産卵生態と環境. 佐賀県玄海水産振興センター研究報告, (3), 9-15.
- 61) 河野光久 (2006): 山口県日本海沿岸域で発見したケンサキイカ卵囊塊. 山口県水産研究センター研究報告, (4), 69-72.
- 62) 濱田弘之・内田秀和・宮本博和 (1996): 資源管理型漁業推進総合対策事業 (2) 天然資源調査. 平成7年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, 81-90.
- 63) 田代征秋 (1981): 東シナ海に分布するケンサキイカについて. 長崎県水産試験場研究報告, (7), 21-30.
- 64) 山田陽巳・時村宗春 (1994): 東シナ海におけるケンサキイカの漁業と資源研究の現状. イカ類資源・漁海況検討会議研究報告 (平成4年度), 163-181.
- 65) 濱田弘之 (1998): 標識放流からみたケンサキイカ産卵群の来遊経路. 福岡県水産海洋技術センター研究報告, (8), 9-13.
- 66) 小川嘉彦・森脇晋平・山田英明・岡島義和 (1983): 4県共同標識放流調査から推定される日本海南西部における“シロイカ”の回遊. 日本海南西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (1), 65-96.
- 67) 田代征秋 (1978): 行動. 西日本海域におけるケンサキイカ資源生態調査報告書, 16-19.
- 68) 夏苺 豊 (1995): ケンサキイカ. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (II), 93-98.
- 69) Natsukari, Y., T. Nakanose and K. Oda (1988): Age and growth of the Loliginid squid *Photololigo edulis* (Hoyle, 1885). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 116, 177-190.
- 70) 木所英昭 (1998): gladius を用いたケンサキイカの成長履歴解析. 日本海区水産研究所連絡ニュース, (82).
- 71) 森脇晋平・山田英明・武田雷介・河野光久・夏苺豊 (1986): 日本海西部沿岸水域に生息する“シロイカ” *Loligo edulis* のふ化日と成長. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (2), 19-27.
- 72) 夏苺 豊・中ノ瀬達哉・小田一成 (1986): ケンサキイカの成長 (予報). 日本海南西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (2), 134-144.
- 73) 夏苺 豊 (1999): 東シナ海産ケンサキイカの日齢と成長. 平成10年度日本近海シェアドストック管理調査委託事業報告書, 62-66.
- 74) 安達二郎・大野明道 (1984): ケンサキイカの体型の検討及び成長式の推定. 日本海ブロック試験研究集録, (2), 20-32.
- 75) 金丸彦一郎 (1996): 沿岸重要資源委託調査 (ケンサキイカ) (昭和63年~平成元年度). 平成元~3年度佐賀県玄海水産振興センター事業報告, 97-102.
- 76) 古田久典 (1975): 筑前海域におけるケンサキイカについて. 昭和48年度福岡県福岡水産試験場研究業務報告, 83-91.
- 77) 池原宏二・笠原昭吾・岡地伊佐雄・清水虎雄・浜辺基次 (1977): 日本海沿岸イカ漁業振興のための基礎知見の収集, 1. 1957~1962年に隠岐島を中心とする西部日本海の各種漁業で得られたブドウイカ *Loligo edulis budo* WAKIYA et ISHIKAWA (地方名シロイカ) の生態とその成熟過程の追跡. 日本海区水産研究所研究報告, (28), 29-49.
- 78) 夏苺 豊 (1972): ケンサキイカの水槽内での交尾, 産卵について. 昭和47年度日本水産学会秋季大会研究発表講演要旨集.
- 79) Sauer W.H, H.M.J. Smale and M.R. Lipinski (1992): The location of spawning grounds, spawning and schooling behaviour of the squid *Loligo vulgaris reynaudii* (Cephalopoda: Myopsida) off the Eastern Cape Coast, South Africa. Marine Biology, 114, 97-104.
- 80) 道津喜衛 (1973): ケンサキイカ. 長崎魚市だより, (68), 5.
- 81) 古田久典 (1978): 性比. 西日本海域におけるケンサキイカ資源生態調査報告書, 27-30.
- 82) 山口県 (1980): 長門海域総合開発調査昭和54年度調査結果報告書. 30-31.
- 83) 濱田弘之・内田秀和・宮本博和 (2000): 資源管理型漁業推進総合対策事業 (2) 天然資源調査ケンサキイカ. 平成6年度福岡県水産海洋技術セン

- ター事業報告, 87-94.
- 84) 田代征秋 (1978): 食性. 西日本海域におけるケンサキイカ資源生態調査報告書, 20-21.
- 85) 石田健次 (1981): ケンサキイカの食性からみた生態について. 島根県水産試験場研究報告, (3), 31-35.
- 86) 児島俊平 (1966): シイラの漁業生物学的研究. 島根県水産試験場研究報告, (1), 8-101.
- 87) 河野光久 (1997): 山口県沿岸海域におけるヒラメの資源生物学的研究. 山口県外海水産試験場研究報告, 26, 27-40.
- 88) 河野光久 (2007): 山口県日本海沿岸域で漁獲されたマアジの食性. 山口県水産研究センター研究報告, (5), 19-23.
- 89) 三谷文夫 (1960): プリの漁業生物学的研究. 近畿大学農学部紀要, (1), 81-300.
- 90) 萩市 (2001): 萩市八里ヶ瀬漁場調査報告書. 1-159.
- 91) 小林知吉 (2005): 日本海南西海域産コシナガ *Thunnus tonggol* の食性. 山口県水産研究センター研究報告, (3), 41-43.
- 92) 中原民男 (1969): 山口県沖合大陸棚に分布する重要底魚類の漁業生物学的特性. 山口県外海水産試験場研究報告, 11 (2), 27-40.
- 93) 山口県外海水産試験場 (1968): IV 食飼内容組成表. 山口県沖合漁場濃密調査一魚体調査結果表, 51-88.
- 94) 深田耕一 (2003): 樽流し漁法におけるケンサキイカの擬餌捕捉行動. 日本水産学会漁業懇話会報, (47), 26-27.
- 95) 河野光久・小川嘉彦・森脇晋平・山田英明・武田雷介 (1986): 標識放流による“シロイカ”資源特性値の推定. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (2), 68-74.
- 96) 鉄 健司 (1963): 日本の水産資源研究における標識放流調査について. 日本水産学会誌, 29 (5), 482-496.
- 97) 濱田弘之 (1998): 玄界灘におけるケンサキイカの資源評価. 福岡県水産海洋技術センター研究報告, (8), 15-29.
- 98) 山田英明・河野光久・森脇晋平・武田雷介 (1986): 日本海西部沿岸域に出現する“シロイカ”(*Loligo edulis*) の資源量推定. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (2), 75-90.
- 99) 山田陽巳 (1996): 計量魚探による東シナ海に分布するケンサキイカの現存量推定の可能性. イカ類資源・漁海況検討会議研究報告 (平成6年度), 16-27.
- 100) 土井長之 (1975): 水産資源力学入門. 日本水産資源保護協会月報, (127), 12-13.
- 101) 森脇晋平 (1994): 日本海南西部沿岸海域におけるケンサキイカ *Photololigo edulis* の生態とその漁況に関する研究. 島根県水産試験場研究報告, (8), 1-111.
- 102) 松宮義晴 (1996): 水産資源管理概論. 日本水産資源保護協会, 東京, 57-75.
- 103) 小川嘉彦 (1983): “シロイカ”の漁況変動のクラクリ. 水試だより (山口県外海水産試験場・山口県外海水産振興協議会), (19), 1-5.
- 104) 小川嘉彦 (1986): 日本海南西部沿岸水域の“シロイカ”資源. 水産技術と経営, 1986年3月号, 6-22.
- 105) 濱田弘之・内田秀和 (1998): 資源管理型漁業推進総合対策事業 (2) 天然資源調査. 平成8年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, 62-72.
- 106) 小川嘉彦・森脇晋平・山田英明・武田雷介 (1986): 山陰沿岸“シロイカ”漁場の海況. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (2), 28-55.
- 107) 小林知吉・堀 成夫・土井啓行・河野光久 (2005): 山口県の日本海沿岸域における海洋生物に関する特記的現象. 山口県水産研究センター研究報告, (4), 19-56.
- 108) 河野光久 (2006): いか類資源調査. 平成17年度山口県水産研究センター事業報告, 8-9.
- 109) 秋元 聡・佐野二郎・安藤朗彦・内田秀和 (2003): 我が国周辺漁業資源調査 (2) 底魚資源調査. 平成13年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, 123-127.
- 110) 桜井泰典 (2002): スルメイカの再生産機構に関する実験生物学的研究. 日本水産学会誌, 68 (3), 301-304.
- 111) 桜井泰典 (2003): スルメイカの繁殖生態と再生産機構. 水産資源管理談話会報, (30), 3-17.
- 112) 鈴木重喜・桑原昭彦・鷺尾圭司 (1983): 京都府沿岸域で漁獲されるブドウイカ, アオリイカの生

- 態的特徴について. 水産海洋研究会報, (42), 21-27.
- 113) 塩川 司 (1978): 長崎県における沿岸漁業の地域性と漁海況. 第25回漁海況ブロック会議シンポジウム報告書, 8-21.
- 114) 古田久典 (1977): 筑前海域におけるケンサキイカについて—Ⅲ, —漁況と海況との関係. 昭和51年度福岡県福岡水産試験場研究業務報告, 52-59.
- 115) 小川嘉彦 (1983): 日本海南西部沿岸漁場における“シロイカ”の漁況と流況の日々変化とその関係の一例. 水産海洋研究会報, (42), 1-9.
- 116) 小川嘉彦・森脇晋平 (1985): 浜田沿岸漁場における“シロイカ”の漁況と流況の日々変化とその関係を示す観測例. 水産海洋研究会報, (49), 7-15.
- 117) 森脇晋平 (1985): “シロイカ”漁況と流況との関係についてのノート. 水産海洋研究会報, (47-48), 191-192.
- 118) 森脇晋平・河野光久 (1987): 日本海南西部沿岸海域における1981年以降の“シロイカ”の漁況変動様式, 51 (3), 290-292.
- 119) 日本海区水産研究所 (2006): スルメイカ秋季発生系群. 平成18年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 72-75.