

伊勢湾産イカナゴの夏眠場所*1

中村元彦*2・船越茂雄*2・向井良吉*2・家田喜一*2・石川雅章*2・柳橋茂昭*3

Estivation grounds of Japanese sandeel *Ammodytes personatus* GIRARD in and around Ise BayNAKAMURA Motohiko*2・FUNAKOSHI Shigeo*2・MUKAI Ryoukichi*2・IEDA Kiichi・
ISHIKAWA Masaaki and YANAGIBASHI Shigeaki*3

Abstract

Distribution and bottom quality of the estivation grounds of sandeel *Ammodytes personatus* GIRARD in and around Ise Bay was examined by angling without bait (Buntinkogi) and experiments using water tank. The estivation grounds were widely distributed at a depth of 20 to 50m along the coast of Atsumigaikai in Enshu-nada Sea; most sandeel were collected around Deyama district at the mouth of Ise Bay. Some were collected at the mouth of Mikawa Bay. There was a difference between the distribution of the estivation grounds of 1-age fish and those of 0-age fish. This suggested that the estivation grounds were ecologically separated by each age group to avoid the space competition. The sandeels prefer medium-sized sandy bottom with particle diameter ranging from 0.5 to 2.0 mm as estivation grounds. These bottom conditions were widely distributed along the coast of Atsumigaikai. Density of estivating sandeel in water tanks increased in proportion to the abundance of accommodated fish. Mean and maximum densities of the estivating sandeel were estimated about 200 and 1,000 individs./m², respectively. These results indicate that the maximum capacity of Deyama district as the estivation ground would be about 40 hundred millions individuals.

キーワード：イカナゴ，夏眠場所，底質選択性

はじめに

イカナゴは夏眠という特異な生態をもつことで知られている。夏眠生態については、これまで瀬戸内海、¹⁻⁴⁾ 仙台湾周辺、^{5,6)} 筑前海⁷⁾ 等において夏眠時期、夏眠場所、底質選択性などについて報告されてきた。伊勢湾産イカナゴについても、水温及び夏眠開始時の栄養蓄積量と夏眠期間、夏眠開始時の栄養蓄積量と夏眠中の生残率、成熟⁸⁾ や、夏眠場所、底質選択性についての断片的な報告^{9,10)} はあるもののまとまったものはない。

伊勢湾産イカナゴについては、現在、解禁日及び終漁日の決定を中心とした漁業者による資源の自主管理が進められ大きな成果が上がっている。¹¹⁾ 筆者らは、イカナゴの資源管理型漁業をサポートするために、これまで種々の研究を行ってきたが、¹²⁻¹⁴⁾ 今回、夏眠場所や底質選択性などの夏眠生態について新しい知見を得たので報告する。なお、夏眠調査は現在も継続中であるが、こ

の小論では1990年から1992年の3ヶ年の結果についてまとめた。

材料と方法

1) 夏眠調査

夏眠調査は、Fig.1に示した漁具を使って空釣りによって行った。調査は1990年7月18日から12月14日の期間に延べ7日37回、1992年6月26日から11月18日の期間に延べ6日46回行った。このうち7月22日から24日には出山海域において微細分布調査を行った。これらの調査時期、調査場所などをFig.2, 3に示した。

空釣り調査では、長さ5mの鉄棒に鉛製の空釣り針(文鎮)30個をつけ、鉄棒には10mのロープ(径8mm)4本と、これに10mのロープ(径10mm)と8mのチェーン(9mm)をつけた漁具を使用した。鉄棒には直径12cmの4つのコロ(車)を付け、鉄棒が海底に食い込むことを防いだ(Fig.1)。この空釣り漁具をひき網の長さ

* 1 平成5年度日本水産学会春季大会において口頭発表した。

* 2 愛知県水産試験場(Aichi Fisheries Research Institute, Miya, Gamagori, Aichi 443, Japan)

* 3 生物生態研究社(元愛知県水産試験場)

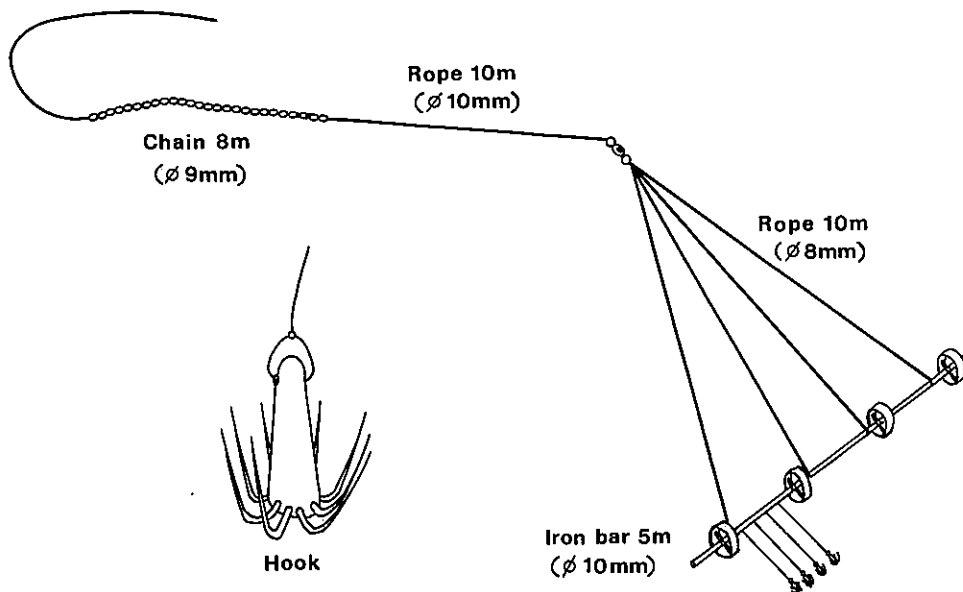


Fig.1 Schematic diagram of angling without bait (Buntinkogi) used to collect sandeels under estivation.

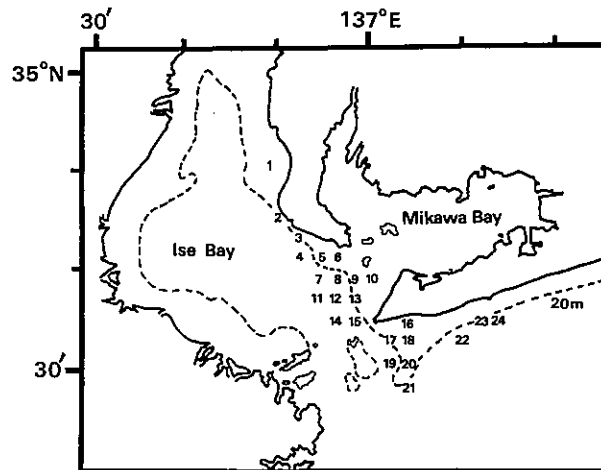


Fig.2 Station locations where sampling of estivating sandeels were carried out, 1990.

を水深の約5倍に保ちながら当水試調査船「はつかぜ」で5分間曳航し、夏眠中のイカナゴを採集した。なお、1991年7月には、操業時間と採集尾数の関係を探るために空釣り漁具の操業時間を3分、5分、10分と変えて採集個体数の比較を行った。採集数は1,000mあたりの個体数に換算して表示した。採集したイカナゴは研究室に持ち帰り、体長、体重を測定した。また、2歳魚以上と推定された個体については耳石を鏡検し年齢査定を行った。

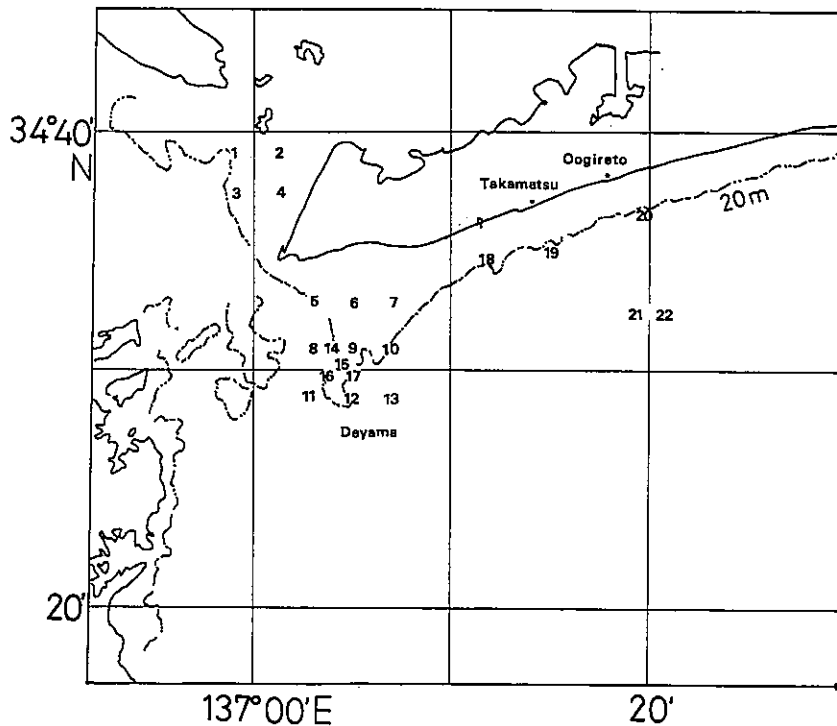


Fig.3 Station locations where sampling of estivating sandeels were carried out, 1990.

2) 夏眠場所の底質選択性

(1) 天然海域

1992年6月26日及び7月22日から24日の夏眠調査時に筒型採泥器によって空釣り調査地点の砂泥を採集し、実験室に持ち帰ってふるいにかけて粒径割合を算出した。この粒径割合と空釣り1,000mあたりイカナゴ採集個体数を比較して底質選択性を検討した。

(2) 飼育実験

1992年8月に底質選択性の実験を行った。

プラスチック製の箱(縦×横×深さ:43×30×14cm)に、粒径が0.5mm以下, 0.5~1.0mm, 1.0~2.0mm, 2.0~4.0mm, 4.0mm以上の砂を5cmの厚さで敷き、これらを1つずつ100ℓのパンライト水槽の底に沈め、5つの試験区を設けた。実験は、無給餌・流水式で行い、イカナゴは1試験区に20尾収容した。潜砂率は3日目と8日目に調べた。

(3) 収容個体数と潜砂密度

1992年8月に収容個体数と潜砂密度の実験を行った。100ℓのパンライト水槽に上記のプラスチック製の箱に粒径1~2mmの砂を5cmの厚さで敷いたものを1つずつ沈め、収容密度を変えた8つの試験区を設けた。飼

育方法等は底質選択性の実験と同様にした。

結 果

1) 夏眠場所

1990年7月18日から12月14日の期間に空釣り調査で採集された地点をFig.4に示した。計7回の調査で採集され

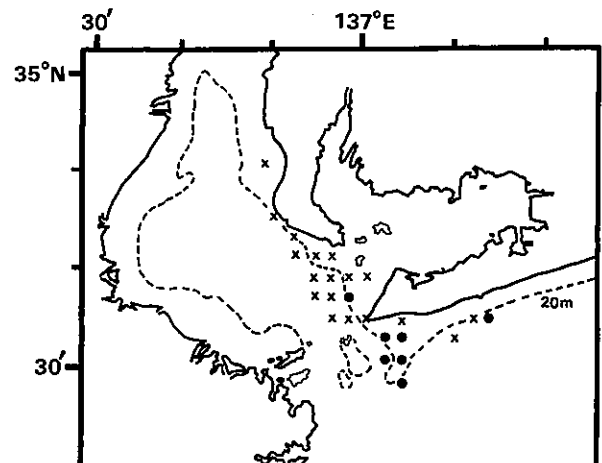


Fig.4 Locations where estivating sandeels were collected, 1990.

Crosses : Sampling stations
Closed circles : Stations at which estivating sandeels were collected

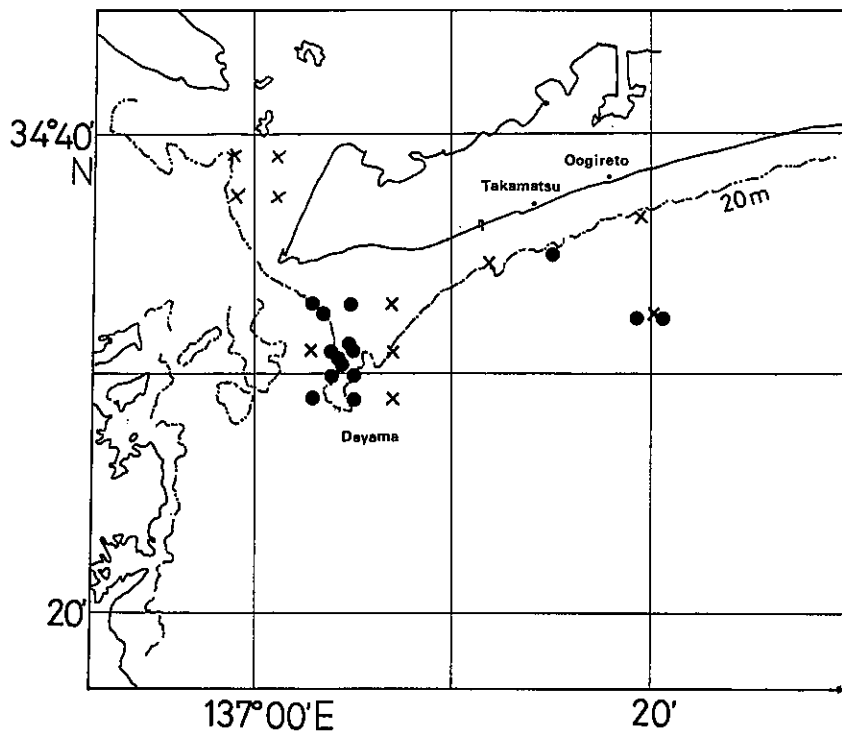


Fig.5 Locations where 0-age estivating sandeels were collected from Jun. to Nov., 1992.

Crosses : Sampling stations

Closed circles : Stations at which estivating sandeels were collected

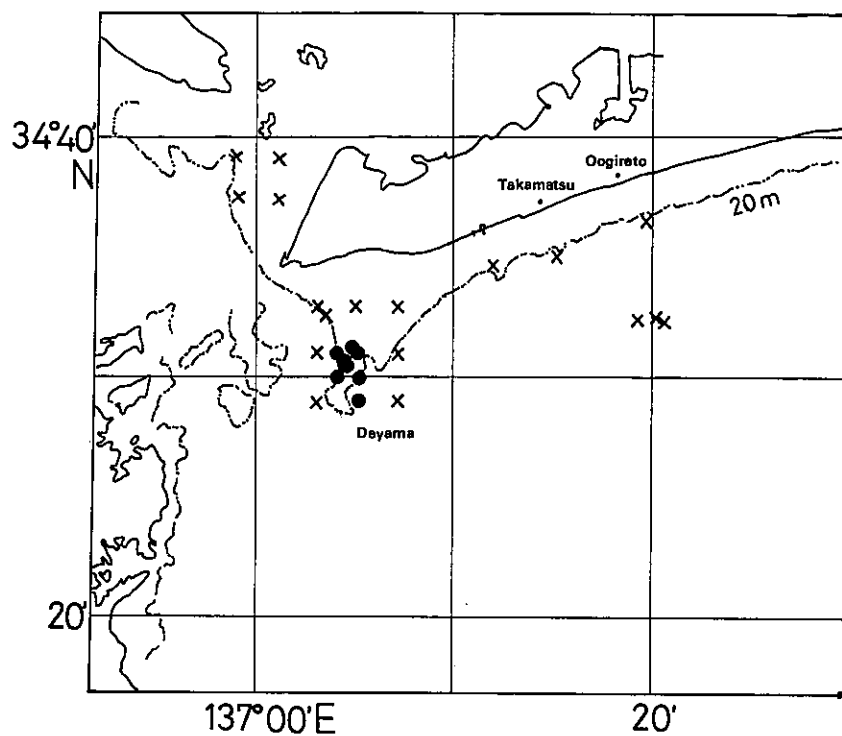


Fig.6 Locations where 1-age estivating sandeels were collected from Jun. to Nov., 1992.

Crosses : Sampling stations

Closed circles : Stations at which estivating sandeels were collected

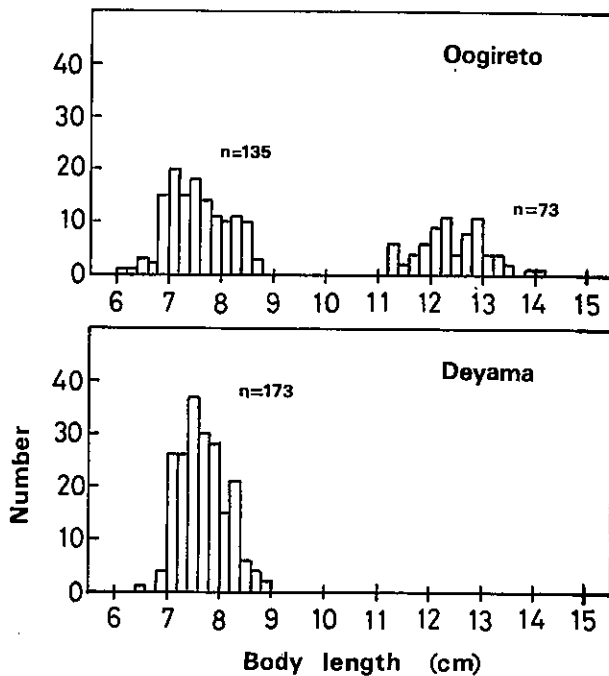


Fig.7 Distributions of body length of sandeels under estivation collected in Deyama area and off Oogireto, 1992.

た夏眠中のイカナゴは合計1,232尾であった。夏眠中のイカナゴは、湾内ではわずかに中山水道付近で採集されたのみで、分布の中心は水深20mの等深線が沖に張り出した渥美外海出山海域にあった。採集地点の水深は20m付近を中心にそれより浅い海域で、調査地点中最も東寄りの渥美外海赤羽沖でも採集された。

1992年6月26日から11月18日の期間に空釣調査で採集された地点をFigs.5, 6に示した。

6月23日以降、イカナゴは伊勢・三河湾内から湾口にかけての船びき網では全く漁獲されなくなった。また、6月26日に行った第1回空釣り調査において夏眠イカナゴが採集されたことから、6月下旬にはすでに大部分のイカナゴが夏眠に入ったと考えられた。出山海域の空釣り調査で採集されたイカナゴには、体長7.0cm台と12cm台にモードをもつ2つの群がみとめられ (Fig.7), 耳石調査結果から前者は当歳魚、後者は1歳魚と推定された。当歳魚、1歳魚の分布は、いずれも1990年同様出山海域に集中していたが、当歳魚は東寄りの高松沖水深20~44mでも採集された。この年は800~1,000億尾の当歳魚の大発生があったことから、分布域は例年に比べかなり東側海域まで広がり、駿河湾奥部でも確認された。この結果から夏眠場所は資源量の増加にともなって拡大していくと考えられた。

出山海域及びそれより東側の高松沖、オオギレト沖で採集されたイカナゴの体長と肥満度の関係を見ると (Fig. 8), 6月26日の出山海域の当歳魚には、肥満度約4.4を境とする肥満度の高い群と低い群の2群がみとめられ、低い群の肥満度はオオギレト沖の群とほぼ同じ範囲の値を示している。また、出山海域の1歳魚の肥満度は、これらのほぼ中間値を示している。約1ヶ月後の7月22日になると6月26日に出山海域でみられた肥満度の高い群は姿を消している。この日の高松沖海域の当歳魚は出山海域の群とほぼ同じ範囲の値を示している。また、出山海域の1歳魚の肥満度はやや低下し、ばらつきが大きくなっている。6月26日と7月22日の結果をみれば出山海域とそれよりも東側の海域で夏眠に入った群の間には体長及び肥満度における差はみとめられなかった。8月21日には、出山海域の当歳魚の肥満度には明

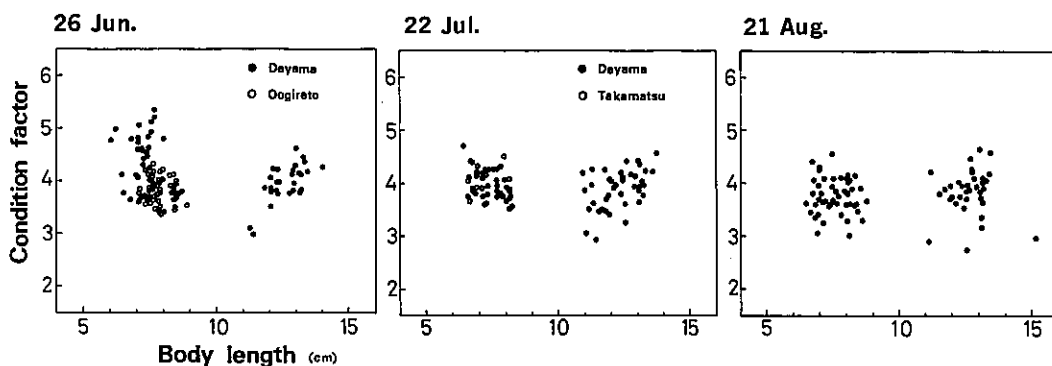


Fig.8 Relationships between body length and condition factor of sandeels under estivation collected in Deyama area and off Takamatsu and off Oogireto, 1992.

らかな低下がみとめられたが、1歳魚には目立った肥満度の低下はみとめられなかった。

Fig. 5及びFig. 6に示した結果のうち、7月22日から24日に行った出山海域の微細分布調査結果を拡大して図9に示した。当歳魚は、南北に伸びる帯状の海域で多く採集され、1,000m当たり1,000尾を越える海域が2ヶ所みとめられた。一方、1歳魚は当歳魚より狭い海域で多く採集され、1,000m当たり1,000尾を越える高密度域には当歳魚との間に分布のずれがみられ、当歳魚との競合が回避されている可能性が示唆された。

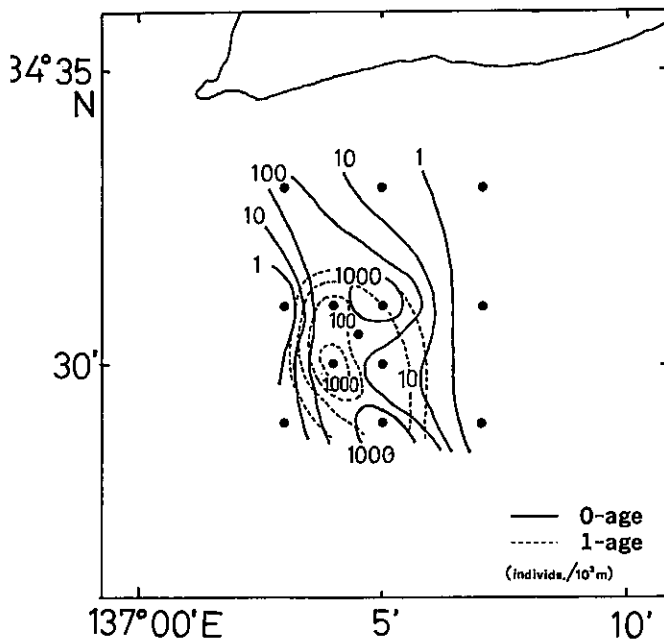


Fig.9 Distributions of 0-age and 1-age sandeels under estivation in Deyama area, 1992.

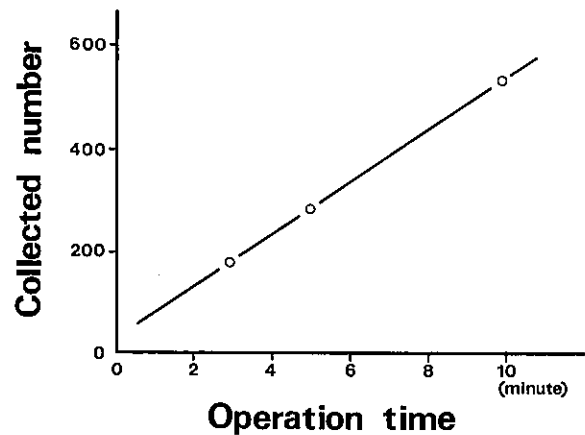


Fig.10 Relationships between operation times of angling without bait and collected numbers of sandeels under estivation in Deyama area, 1991.

1991年7月の夏眠調査時に空釣り漁具の作業時間を3分、5分、10分と変えた場合の採集個体数の変化をFig. 10に示した。作業時間と採集個体数は直線関係を示し、狭い範囲内では、夏眠魚が比較的均一に分布していることが示唆された。また、この関係のy軸切片を空釣り漁具の瞬間漁獲量とみなし、空釣り漁具の落下面積を考慮すると、この夏眠調査区域における夏眠魚の潜砂密度は235個体/m²と推定された。

2) 夏眠場所の底質

(1) 天然海域

1992年6月26日及び7月22日から24日の夏眠調査におけるイカナゴ採集点の底質の粒径は、0.125mm以上であり、空釣り1,000mあたり600尾以上の採集点では、0.5~2.0mmの砂が40%以上、さらに2,303~5,006尾の高

Table 1. Relationships between size compositions of particles in sandy bottom and collected numbers of sandeels in the estivation grounds in Deyama area, 1992.

St.	Size composition of sands in bottom layer (%)							Collected no. of sandeels(individs./10 ³ m)	
	<0.063mm	0.063 ~0.125	0.125 ~0.25	0.25 ~0.5	0.5 ~1.0	1.0 ~2.0	2.0<	0-Age	1-Age
7	0.1	12.4	78.0	4.6	2.3	1.9	0.7	0	0
8	0.2	7.0	82.8	6.7	1.5	1.5	0.3	0	0
2	0.3	4.2	80.5	6.9	2.6	2.7	2.8	0	0
13	0.2	3.5	81.4	10.8	2.4	1.6	0.1	0	0
6	0.3	4.4	79.6	11.9	1.6	1.5	0.7	3	0
11	0.2	3.1	60.2	32.4	2.2	1.7	0.2	5	0
5	0.1	1.0	20.8	58.4	9.6	4.7	5.4	103	0
14	0.5	0.5	3.1	20.2	31.9	21.6	22.2	640	194
15	0.4	0.1	3.0	15.3	15.5	28.1	37.6	604	62
9	0.1	0.1	0.5	6.6	27.0	37.7	28.0	2,454	10
12	0.2	1.0	3.2	7.7	26.8	24.3	36.8	5,006	43
16	0.1	0.5	1.0	5.1	25.1	32.9	35.3	375	1,928
17	0.0	1.0	1.4	3.1	10.2	24.0	60.3	42	38

密度採集点では、51.1~64.7%を占めていた(Table 1)。一方、粒径2.0mm以上の砂が60%以上の点では、採集尾数は80尾と急減した。イカナゴ採集尾数の少ない0.5mm以下の中砂や細砂主体の場所では、バカガイが優占していた。

(2) 飼育実験

1992年8月の底質選択性実験では、粒径が0.5~1.0mm, 1.0~2.0mm, 2.0~4.0mmの3つの試験区では、実験3日後に全ての個体が潜砂したが、0.5mm以下及び4.0mm以上の試験区の8日後の潜砂率は、それぞれ50%, 75%とやや低かった(Table 2)。粒径0.5~4.0mmの砂を好むという結果は、粒径0.5~2.0mmの砂を好むという野外での採集結果とおおむね一致した。

潜砂密度は、水槽への収容密度の増大とともに大きくなった。収容密度が160尾/m²以下では全ての個体が潜砂したが、収容密度が397尾/m²以上では潜砂率は減少した。潜砂密度の最大値は1,270尾/m²で、前年の実験値(790尾/m²)より大きくなった(Table 3)。

Table 2. Relationships between size compositions of particles in sandy bottom and estivating rates of sandeels in the water tank, 1992.

Water tank	Size of sands (mm)	Rate of estivating sandeels (%)
B-1	~0.5	50
B-2	0.5~1.0	100
B-3	1.0~2.0	100
B-4	2.0~4.0	100
B-5	4.0~	75

Table 3. Relationships between the abundance of accommodated fish in water tanks and estivating rates of sandeels, 1992.

Water tank	No. of sandeels in water tank (individs. /m ²)	Density of estivating sandeels (individs. /m ²)	Rate of estivating sandeels (%)
A-1	16	16	100
A-2	40	40	100
A-3	79	79	100
A-4	159	159	100
A-5	397	286	73
A-6	794	230	29
A-7	1,587	444	28
A-8	3,968	1,270	33

3) 夏眠中の個体数密度の変化

1992年の出山海域5点の空釣り1,000m当たり平均採集数は、1歳魚では7月下旬から11月中旬までに1桁以上減少したが、当歳魚はほとんど変化しなかった(Fig. 11)。

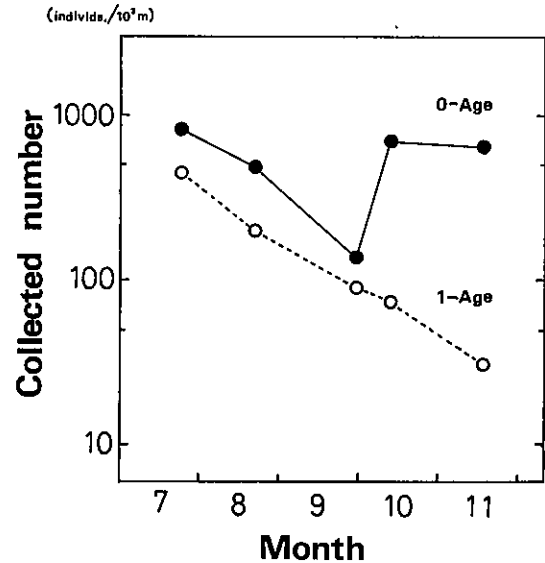


Fig.11 Monthly changes of collected numbers of sandeels under estivation, 1992.

考 察

これまでの調査で、イカナゴの夏眠場所は、漁業者が瀬と呼ぶ底質がやや荒い砂の海域の中に分布することが明らかになった。このような海域の中でもイカナゴはとくに粒径0.5~2.0mmの砂を好んで夏眠していることが明らかになった。このような海域は、魚群探知機(周波

数50ないしは200kc)で調査すると、音波が深くまで届くために特徴的な映像が得られる。魚探調査によれば、瀬は渥美外海沿岸の通称出山海域の水深20m付近と高松沖から静岡県境の水深20～50mに分布している(Fig.12)。

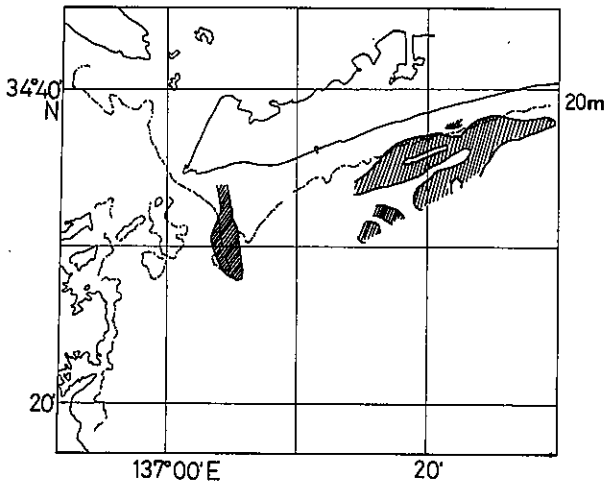


Fig.12 Distributions of estivation grounds along the coast of Atsumigaikai examined by a fish finder.

しかし、これら全てがイカナゴにとっての夏眠場所になるわけではなく、例えば出山海域では、イカナゴの好む粒径0.5～2.0mmの砂が40%以上を占める海域の面積は、瀬の面積約13km²に対して約4 km²と狭かった。一方、伊勢湾口の神島南7 kmに位置する瀬木寄瀬と鯛島礁にはさまれた海域にもイカナゴの夏眠場があることが確認されており、¹⁰⁾この海域の面積は約6 km²と推定されている。1992年のように大発生後に100億尾以上の大量の当歳魚が残るような年には、出山海域や神島南海域だけでは夏眠魚を収容しきれないために、夏眠場所はこれらの海域を中心として周辺域に広がっていくと考えられる。このような場合には、イカナゴの好む粒径0.5～2.0mmの砂場以外の場所でも夏眠が行われると考えられる。

しかし、1991年の予備実験では、同じ粒径の砂床でも、硫化水素臭を発する汚れた底質区の潜砂密度は通常区の1/2以下という結果が得られており、伊勢・三河湾に近接した出山海域にとって湾内における富栄養化と底質悪化の進行は脅威である。

夏眠場所の収容力の大きさは、資源管理によって翌年の親魚を残す場合に重要なポイントとなる。1992年の実験では、潜砂密度は、水槽への収容密度に比例して大き

くなったが、最大値は1991年の予備実験では790尾/m²、1992年の実験では1,270尾/m²であった。この結果から最大潜砂密度が1,000尾/m²前後にあることが推察される。この数値から出山海域約4 km²の瀬の最大収容尾数を推定すると約40億尾となる。ほとんどの年の夏眠魚の推定尾数は20億尾ないしはそれ以下であり、出山海域だけで収容可能であるが、1992年の大発生年のように推定140～370億尾もの大量の夏眠魚がいる場合には、前述したように夏眠場所を拡大せざるを得なくなる。なお、平均潜砂密度は、1991年の空釣り調査からの推定値が235尾/m²、1992年の飼育実験が200～300尾/m²とおおむね200尾/m²程度であることが推定される。潜砂密度は、砂底の厚さとも関係があり、例えば砂底の厚さを変えた1991年の予備実験によれば、5 cm区及び8 cm区の潜砂個体数に差はなかったが、2 cm区の潜砂個体数は5 cm区の1/4と少なかった。しかし、天然海域では、この程度の砂底の厚さは問題とはならないであろう。

夏眠覚醒後のイカナゴは、数日後には産卵行動に移るので、⁸⁾産卵場所は夏眠場所付近であることが想定される。1992年の予備実験では、1月9日に観察された産卵は、粒径0.5～2.0mmの砂床区、1月11日に観察された産卵は粒径0.25～0.5mmと0.5～1.0mmの砂床区、1月17日の産卵は粒径1.0～2.0mmの砂床区で行われ、粒径4.0mm以上の礫底区を除く4種類の粒径の砂床で産卵が確認された。このことから産卵時の底質選択性は夏眠時に比べゆるやかで、夏眠場所にくらべ産卵場所が広範囲に及ぶことが示唆された。実際、ソリネットによる卵採集調査では、底質選択性はみとめられていない。¹⁶⁾

イカナゴは夏眠という特異な生態をもち、しかも夏眠場所には強い底質選択性がみとめられた。したがって、愛知県及び三重県の船びき網漁業にとって最も重要な資源であるイカナゴ資源を保護していくためには、今後とも夏眠場所の保全が不可欠の課題である。

要 約

- ・イカナゴの夏眠場所は、渥美外海の水深20m等深線が沖に張り出した出山海域を中心に形成され、湾口域の中山水道でも夏眠魚が採集された。
- ・夏眠場所では、当歳魚と1歳魚の分布にはずれがみられ、分布の競合が回避されている可能性が示唆された。
- ・飼育実験と夏眠調査からイカナゴの好む夏眠場所の砂の粒径は、0.5～4.0mm、とくに0.5～2.0mmであることが判明した。このような場所は、渥美外海沿岸の

出山海域から静岡県境の水深20~50mに広く分布していた。

- ・平均潜砂密度は、200尾/m²程度、最大潜砂密度は1,000尾/m²程度と推定され、潜砂密度は夏眠魚の増加に比例して大きくなった。この結果から夏眠場所である出山海域約4 km²の最大収容尾数は約40億尾と推定された。
- ・産卵時の底質選択性は夏眠時に比べゆるやかであり、産卵場所は夏眠場所に比べて広範囲に及ぶことが示唆された。
- ・硫化水素臭を発生する汚れた底質の潜砂密度は急減することから伊勢・三河湾口に近接した出山海域にとって湾内における富栄養化と底質悪化の進行は脅威である。

文 献

- 1) 井上 明・高森茂樹・国行一正・小林真一・仁科重己(1967) イカナゴ漁業の生物学的研究。内海区水研報 (25), 1-335.
- 2) 井上 明・川上太左英・北原 武 (1971) イカナゴの現存量推定のための予備調査。JIBP-PMセクション昭和45年度研究業績報告, 1-4.
- 3) 浜田尚雄 (1979) 関西国際空港漁業環境調査報告。第3分冊 漁業生物編 (上), 720-768.
- 4) 反田 実・日下部孝之・中嶋昌紀・佐野雅基・青木隆一 (1993) 明石海峡周辺における夏眠期イカナゴの分布。平成5年度水産学会春季大会講演要旨集, 108.
- 5) H.Hashimoto and K.Kawasaki (1980) Population studies of the sand eel, *Ammodytes personatus* GIRARD, in Sendai Bay and its neighborhood. Tohoku Jour. Agri. Res, 31 (4), 173-179.
- 6) 小林徳光・永島 宏・児玉純一・菊池喜彦・小林一郎・佐藤孝三 (1991) 仙台湾に生息するイカナゴの生態と資源。東北海域におけるイカナゴの生態と資源, 東北水研, 39-57.
- 7) 吉田久典 (1983) 筑前海域日本におけるイカナゴ親魚 (夏眠魚), 稚仔の分布について。昭和56年度福岡水試業務報告, 13-16.
- 8) 柳橋茂昭・船越茂雄・向井良吉・中村元彦 (1997) 伊勢湾産イカナゴの夏眠期における生き残り成熟、産卵機構。愛知水試研報, 4, 23-31.
- 9) 船越茂雄・向井良吉・中村元彦・柳橋茂昭 (1993) 伊勢湾産イカナゴの夏眠生態。日本水産学会春季大会講演要旨集, 310.
- 10) 西村昭史・土橋靖史・向井良吉・柳橋茂昭・中村元彦 (1993) 伊勢湾産イカナゴの夏眠場所。日本水産学会春季大会講演要旨集, 439.
- 11) 船越茂雄 (1996) 伊勢湾イカナゴ資源の管理。全漁連資源管理型漁業手引きシリーズ5, pp57.
- 12) 愛知県 (1991) 広域資源培養管理推進事業報告書, pp117.
- 13) 愛知県 (1992~1994) 資源管理型漁業推進総合対策事業報告書 (広域回遊資源).
- 14) 三重県 (1992~1994) 資源管理型漁業推進総合対策事業報告書 (広域回遊資源).
- 15) 愛知県・三重県 (1993) イカナゴ資源管理推進指針。太平洋中ブロック資源管理推進指針。太平洋中ブロック資源管理型漁業推進協議会, 1-26.
- 16) 西村昭史・土橋靖史・山田浩且 (1993) 伊勢湾産イカナゴの産卵場所。日本水産学会春季大会講演要旨集, 430.

