

## 夏季の大和堆周辺海域におけるホタルイカ 卵稚仔の分布と海洋環境

山田 陽 巳\* ・ 窪 寺 恒 己・松 土 康 雄\*\*・角 谷 伸 之\*\*\*  
(海洋水産資源開発センター) (国立科学博物館) (三洋テクノマリン株式会社)

### 1. はじめに

ホタルイカは日本海から太平洋にかけての日本周辺海域に広く分布することが知られ、古くから富山湾において春季に大群をなして接岸することで有名である。また本種は富山湾の定置網漁業、日本海西南海域の底びき網漁業における重要な漁業資源である。

近年、富山県、福井県、兵庫県の各試験研究機関共同により、本種の生態、資源について精力的な調査研究およびそれらの取りまとめが行われている(日本海ホタルイカ資源研究チーム1991)。しかし、これらは主に富山湾、若狭湾を中心とした沿岸域におけるもので、日本海沖合域における本種の卵稚仔の分布については各府県水産試験場の月例定線海洋観測、または不定期に実施されている日本海区水産研究所の大規模海洋観測などにより月別水平分布が知られているにすぎない。

今回、大和堆周辺海域において一般海洋観測と共にホタルイカ卵稚仔を採集する機会を得、それらの分布について若干の知見を得たので報告する。

### 2. 材料と方法

ここで用いた試料は1976年7月12日～8月10日の東京大学海洋研究所所属白鳳丸(3,200トン)によるKH76-3の調査航海と1989年8月25日～9月13日の海洋水産資源開発センター用船、蒼玄丸(海洋バイオテクノロジー(株)所属, 3,200トン)による調査航海において得られたものである。

図1に1976年における調査定点を示す。卵稚仔の採集にはORI-100ネット(口径160cm長さ750cm, 網目1mm;以降ORIネットとする)およびIKMT-10 foot ネット(網目5mm;以降IKMTネットとする)を用いた。ORIネットは主に日没1時間後に表層を3ノットで約20分間曳網した。IKMTネットは毎秒1mでワイヤーを400m繰り出し、巻き上げる傾斜びきを行った。定点14ではORIネットにより同様な傾斜びきを行った。また、定点14ではワイヤーを3000m繰り出し同様な傾斜びきを行った。この間、航速はいずれの場合も3ノットを保つようにした。表1に各定点での採集データをまとめた。水温、塩分はSTD(ピセット パーマン社9060型)により測定した。

図2に1989年における調査定点を示す。卵稚仔の採集にはMTDネット(口径56cm, 長さ200cm,

現所属 \* : 西海区水産研究所

\*\* : (株) 環境生態研究所

\*\*\* : 東北緑化環境保全(株)

網目0.33mm)を用いた。定点1では日出直後に、定点2では夜間に0, 10, 20, 30, 50, 75, 100m層を同時に30分間、約1ノットで曳網した。ろ水計は表層, 50, 100m層のネットに取り付け、それらの平均値を各ネットのろ水量とした。135°Eに沿った定点3から17では表層舷側びきによる原則30分間ずつの連続採集を行い、15区間の試料を得た。ただし、定点9では100分間曳網した。曳網速度は約2.7ノットである。ろ水量は曳網毎に曳網距離×口面積×70%×ろ水率により推定した。採集個体数はろ水量1000m<sup>3</sup>当たりの密度で表した。水温、塩分はCTD(アレック電子(株)ASTD-500)により測定した。また、ベルゲン流速計(アーンデラー社RCM4, 5)を4ヶ所に約1ヵ月間設置し、水深50, 150, 300mの流向、流速を測定した。

表1. 1976年におけるホタルイカ稚仔の採集状況と採集された個体数と外套長

定点	水域	曳網時間帯	ネットの種類	ネット到達深度 (m)	採集稚仔個体数	外套長範囲 (mm)
1	冷水域	夜	IKMT	130	0	
		夜	ORI	0	0	
4		昼	IKMT	130	3	9.1-11.3
		夜	ORI	0	0	
10		夜	IKMT	185	1	測定不能
		夜	ORI	0	0	
		夜	ORI	0	0	
11		夜	IKMT	140	0	
		夜	ORI	0	0	
12		夜	IKMT	120	1	8.5
		夜	ORI	0	0	
		夜	ORI	0	0	
2	暖水域	昼	IKMT	135	1	9.5
3		昼	IKMT	130	0	
5		夜	IKMT	?	4	11.5-14.5
		夜	ORI	0	0	
6		夜	IKMT	160	3	11.9-16.3
		夜	ORI	0	0	
7		夜	ORI	0	0	
		夜	IKMT	140	0	
		夜	ORI	0	0	
8		夜	ORI	0	0	
		夜	ORI	0	0	
9		昼	IKMT	115	0	
		夜	ORI	0	0	
13		夜	IKMT	120	4	9.3-19.2
		夜	ORI	0	0	
14		昼	IKMT	1080	2	9.3-12.0
		昼	IKMT	?	0	
		夜	ORI	0	0	
15	昼	ORI	170	4	5.3- 8.3	
16	昼	IKMT	?	0		
17	沿岸域	夜	IKMT	120	8	7.3-13.0
		夜	ORI	0	0	
18	富山湾	夜	ORI	0	1	7.9

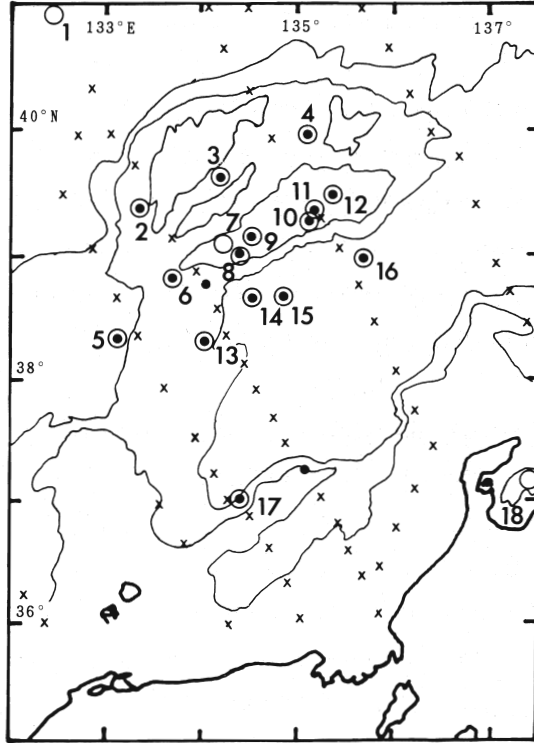


図1. 1976年における調査定点

白丸はネット採集地点, 黒丸はSTD観測地点, ×は舞鶴海洋気象台による観測定点を示す.

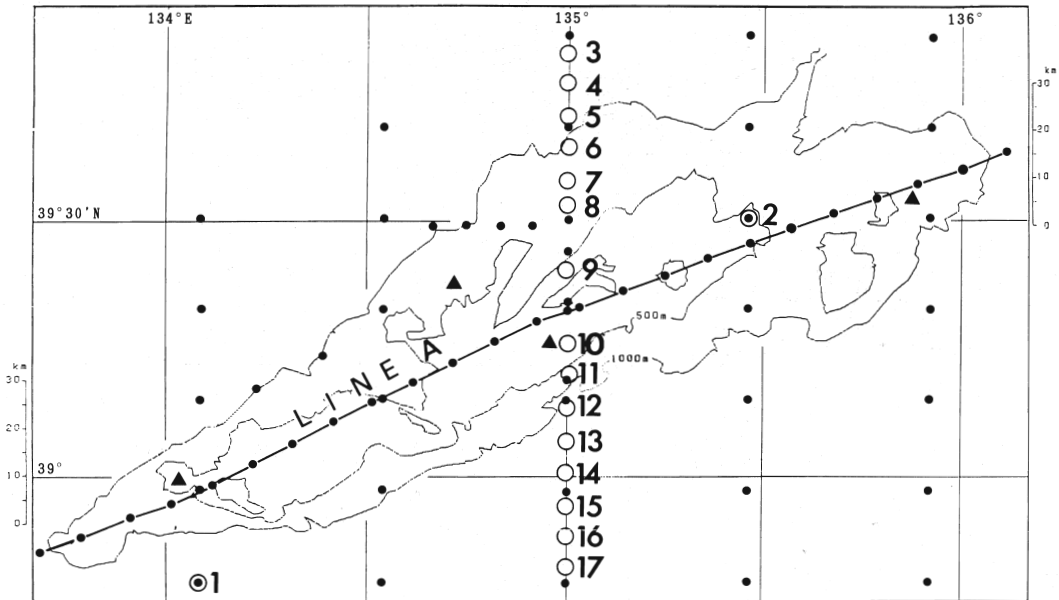


図2. 1989年における調査定点

白丸はネット採集地点, 黒丸はCTD観測地点, 黒三角は流速計設置地点を示す.

### 3. 結 果

1989年の水深0, 100mにおける水温, 塩分, 密度の水平分布を図3に示す. 表層における水温分布は水平的にその勾配は小さいという特徴が見られたが, 塩分, 密度の分布はそれに比べ入り組んだ複雑なものとなっていた. 一方, 水深100mの水平分布を見ると, 水温, 塩分とも134°30'Eから135°Eにかけて南北方向に6℃, 34.2前後の等値線が密になっており, 前線帯を形成していた. 図4にその時のラインAにおける鉛直分布を示す. 海面から水深30m程までは水温, 塩分ともに変化のほとんどない鉛直的にほぼ均一な水塊が存在していた. 水深30m付近には躍層が存在しており, 水温, 塩分, 密度ともこの層での鉛直勾配は大きく, 水温は約5℃, 塩分は約0.4, 密度は約2 $\sigma_\theta$ 変化していた. 躍層以深では水温, 塩分は西側で高く東側で低い分布傾向が, 密度は逆に西側で低く東側で高い分布傾向が見られ, 水温1℃以上, 塩分34.1以上の水塊が暖水域では水深300~400mまで分布し, 冷水域では水深200mまで分布した. その下層には水温1℃以下, 塩分34.1未満の日本海固有水が分布していた. 暖水域での流向は設置期間中ほぼ一定で, 水深50mで南西, それ以深では北西方向であった. その時の平均流速は水深50, 150, 300mで, それぞれ15.2, 35.0, 9.3cm/secであった. 一方, 冷水域では暖水域で見られたような定常的な流れよりも, 慣性周期的な流れが卓越して観測された. 1976年には暖水域が大和堆周辺海域においては北西方向に張り出し, その北側に顕著な前線帯が見られた(図5).

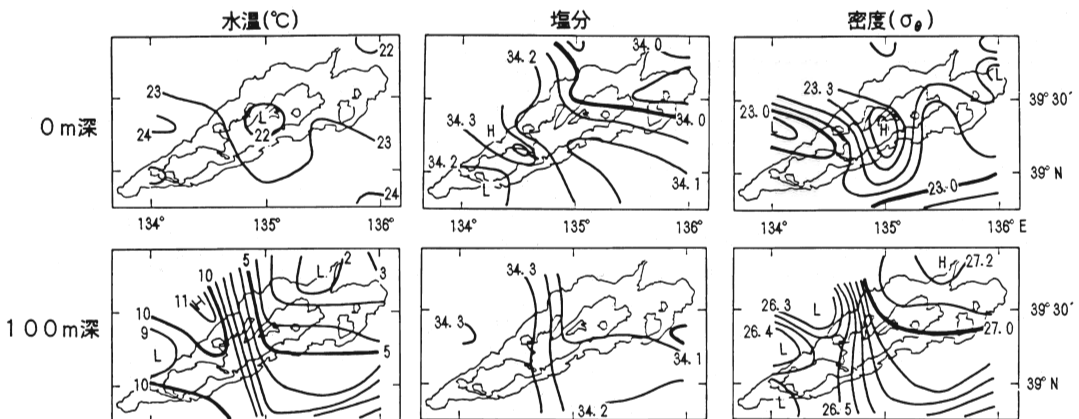


図3. 1989年夏季の水深0, 100mにおける水温, 塩分, 密度の水平分布

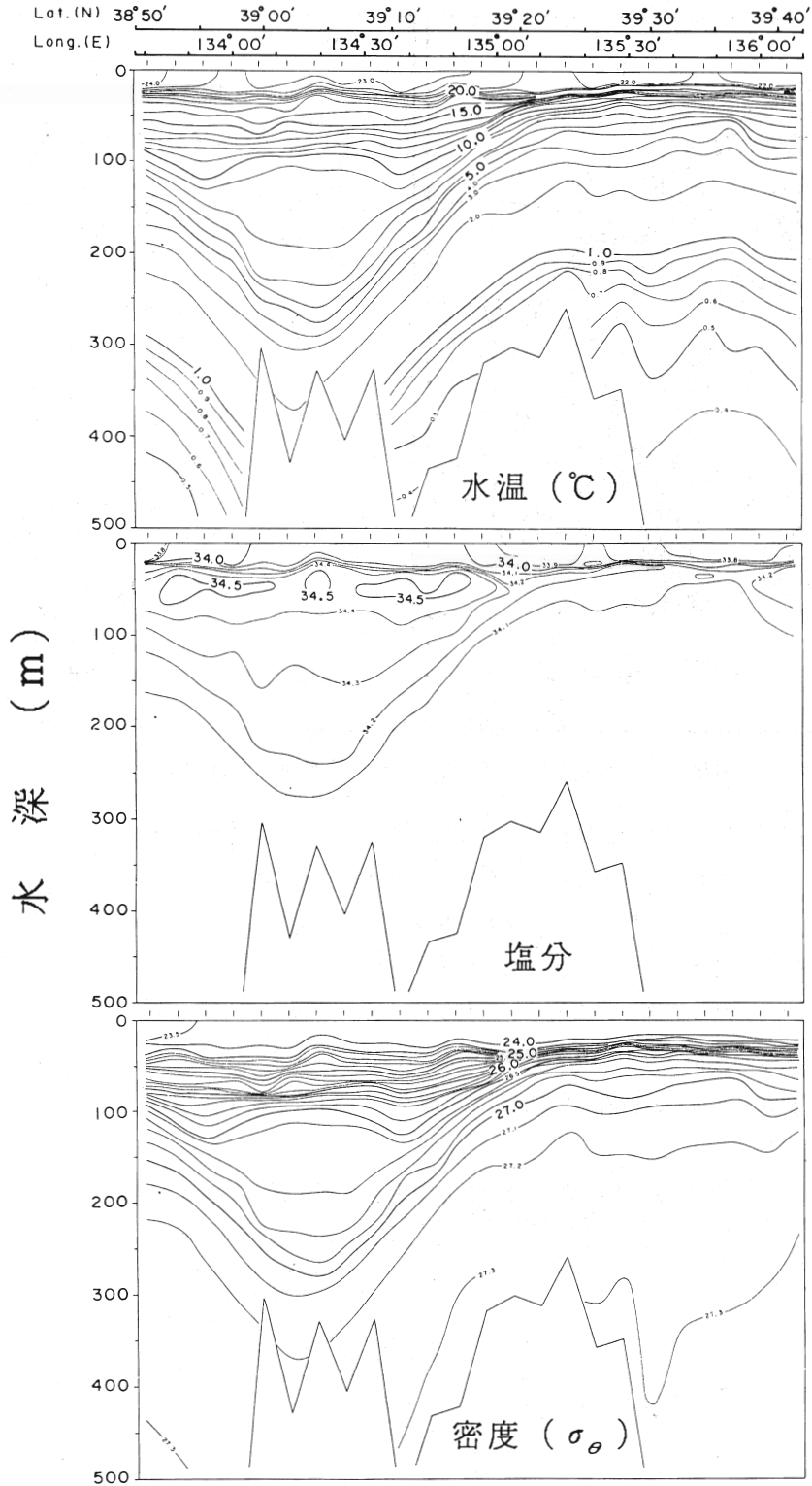


図4. 1989年夏季のラインAにおける水温、塩分、密度の鉛直分布

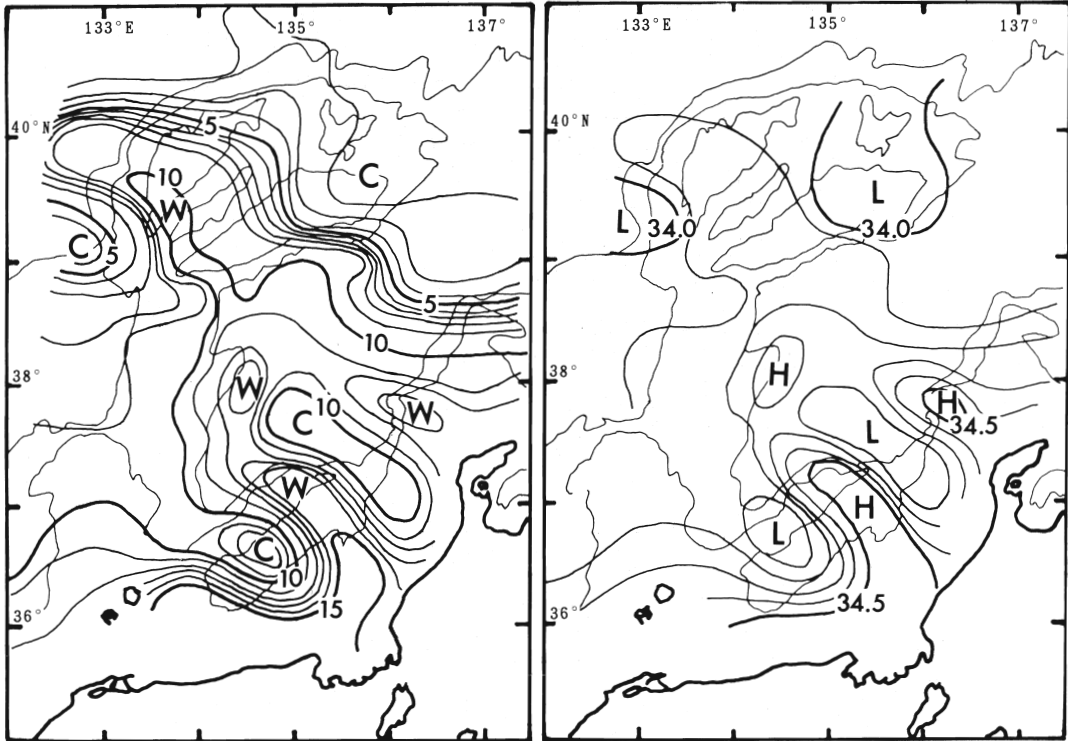


図5. 1976年夏季における水深100mの水温、塩分の水平分布

1976年のORIネットによる表層びきでは夜間にも関わらず、稚仔は富山湾内の定点18の1個体を除いて全く採集されなかった。定点15ではORIネットによる水深170mまでの傾斜びきを日中行い、外套長5.3~8.3mmの稚仔が4個体採集された。図6に1976年夏季におけるIKMTネットの傾斜びきによる稚仔密度の水平分布を示す。これをこの時の海洋環境(図5)と併せて見ると、定点4で3個体が採集されたのを除き、稚仔は水温6℃、塩分34.1以上の高温高塩の水域で多く分布する傾向が見られた。それらの外套長は7.3~19.2mmであった。表2にORIネットによる表層びきとIKMTネットによる傾斜びきの水域別昼夜別曳網回数と稚仔採集回数を示す。傾斜びきによる稚仔の採集回

表2. 1976年における水域別昼夜別曳網回数(上段)と稚仔採集回数(下段)  
ただし、沿岸寄りの定点17, 18は除く。

	冷水域			暖水域			合計
	昼	夜	計	昼	夜	計	
ORIネットによる 表層びき	0	0	0	0	0	0	0
	0	7	7	0	7	7	14
IKMTネットによる 傾斜びき (185m以浅)	1	2	3	1	2	3	6
	1	4	5	5	3	8	13

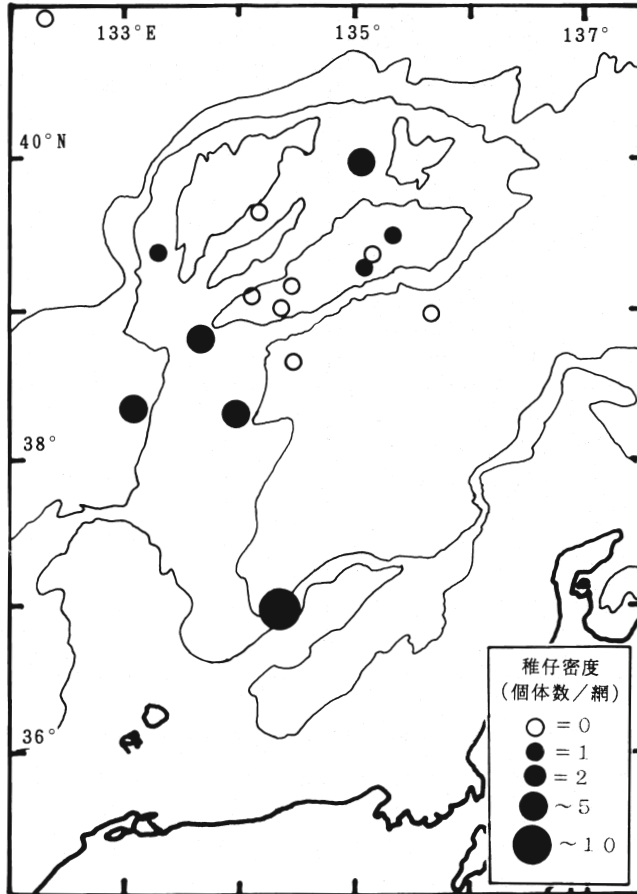


図6. 1976年夏季における1 KMTネットの傾斜びきによる稚仔の水平分布  
稚仔の外套長は7.3~19.2mmであった.

数は日中は6回中2回、夜間は9回中6回と夜間で多く採集される傾向が認められた。また定点14では日中水深185mまでの傾斜びきでは稚仔が採集されなかったが、水深1080mまでの傾斜びきにより2個体が採集された。

1989年には表層でのホタルイカ稚仔の出現は見られなかった。図7に定点1, 2における卵稚仔の鉛直分布を示す。稚仔は定点1の20~50m層で採集されたが、特に20m層に多く分布した。これらの稚仔の外套長は概ね2~3mmであるが、うち20m層から採取された1個体が約6mmであった。定点2では稚仔は全く採集されなかった。

図8に1989年の表層におけるホタルイカ卵の水平分布を示す。卵は定点1で153個と最も多く、定点2で11個と、その差は14倍に達した。135°Eに沿った定点3から17では北側で7~26個、南側で12個以下であった。卵の鉛直分布を見ると(図7)、卵の出現は定点1, 2とも30m層以浅に限られ、特に密度躍層より上層の海水密度24.0σ<sub>θ</sub>以下の層に多かった。定点1での出現量は329個で、定点2の9倍であった。

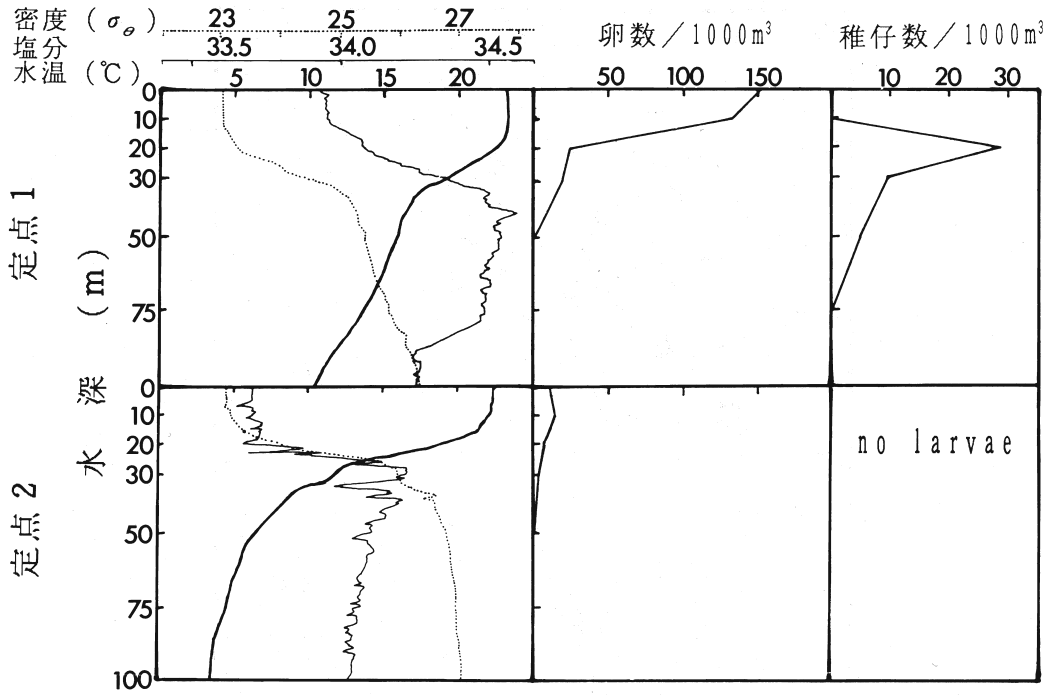


図7. 1989年夏季における水温，塩分，密度とMTDネットの多層水平びきによるホタルイカ卵稚仔の鉛直分布

上段は定点1，下段は定点2でのデータを示す．稚仔の外殻長は概ね2～3mmで，うち1個体が6mmであった．

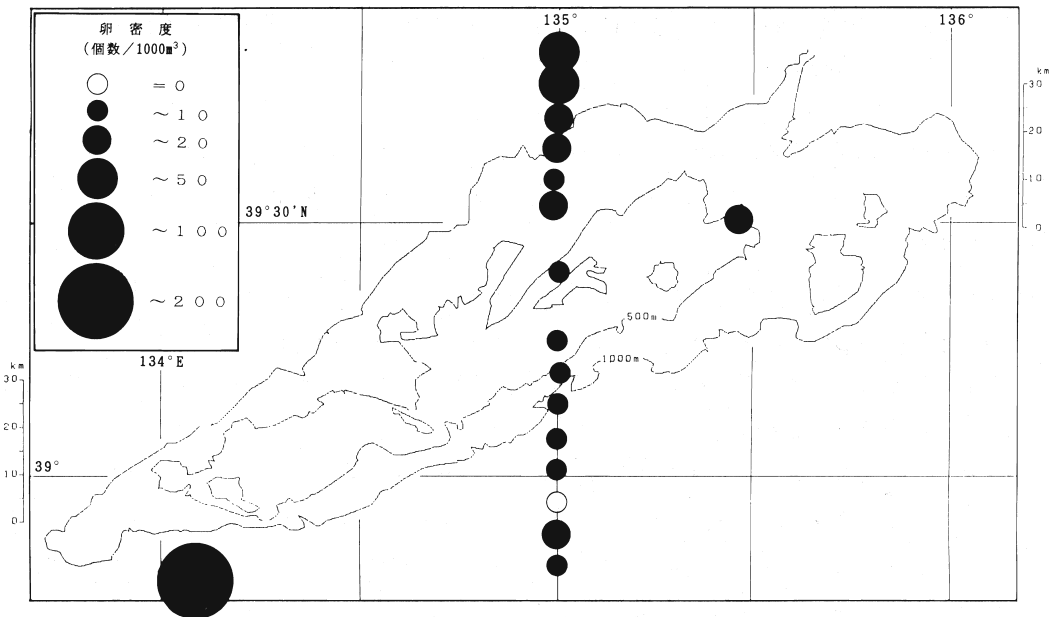


図8. 1989年夏季の表層におけるホタルイカ卵の水平分布



#### 4. 考 察

谷岡（1962）によれば水深100mの水温6℃が前線帯の中心部に相当しているとしており、本調査結果からも夏季の大和堆周辺海域には両年とも水温6℃を中心とした等水温線が密に分布する前線帯が形成されていた。そしてこの前線帯を境に高温高塩な対馬暖流系暖水と低温低塩な亜寒帯系水の水塊が分布していた。本調査定点を水深100mの水温を指標に6℃以上の暖水域と6℃以下の冷水域に区分した。表1、2における調査定点の水域区分はこれに従った。1989年は定点1が暖水域、2が冷水域に位置していたと考えられる。

1989年の調査結果より、ホタルイカ卵は暖水域に多く分布する傾向が見られ、その量は冷水域の9倍であった。しかし定点1における卵の分布量を5月の富山湾（林ら1987）、若狭湾（日本海ホタルイカ資源研究チーム1991）におけるそれと比較すると、1/10～1/100でしかない。以上の結果は日本海ホタルイカ資源研究チーム（1991）が報告した、沖合域の卵の分布は沿岸域の産卵場から対馬暖流系暖水により移送されたもので、陸棚を大きく離れた沖合には産卵場がない、という推論を支持しているように思われる。一方、林（1989）は飼育実験により水温別に卵の孵化時間を報告しており、これによれば18.9℃における孵化時間は100時間である。本調査時に観測された流速から推測される水深50mにおける対馬暖流系暖水の移動距離は、100時間で約50kmに過ぎない。さらに本海域において卵が分布する水塊の水温は20℃以上のため孵化時間はさらに短いと考えられ、夏季に大和堆周辺海域に分布する卵が本州沿岸域から対馬暖流系暖水により運ばれてきた可能性はかなり低いと考えられる。また、大和堆における6～9月の底びき網調査により若干のホタルイカ成体が漁獲され（日本海ホタルイカ資源研究チーム1991）、さらに5、6月には大和堆を含む沖合域に分布する魚類の胃内容物から雄の成熟個体が多数発見されている（沖山1978、沖山私信）ことから、その量的規模は沿岸域に比べると小さいものの日本海沖合域においてもホタルイカが産卵している可能性が示唆される。

135°Eに沿った定点での卵の分布量は北側に多く南側で少ないという結果が得られたが、これらの定点はいずれも海洋環境的にはほとんど変わらないので（図3）、この差は昼夜による分布量の差を示しているものと考えられる。すなわち、大和堆周辺海域の表層では卵の分布量は日中に多く、夜間減少する傾向が見られた。これは沿岸域における卵の分布量の日周変化（林ら1987、日本海ホタルイカ資源研究チーム1991）とほぼ一致する。このことは産卵が日中行われていることを示唆するが、今後、さらにこれらの発育段階を調査することにより産卵時刻を明確にしていく必要があろう。また発育段階を調査することにより産卵場所、産卵水深などについての新たな知見が得られるであろう。

本調査では卵は表層付近で多く採集され、50m層以深では採集されなかった。沿岸域では卵は100m以浅に広く分布するが、しばしば表層で卵の分布量が多いことが観察されている（日本海ホタルイカ資源研究チーム1991）。海洋環境的には沿岸域では50m以浅と150m以深に密度躍層が観察されたのに対し、本調査においては30～50mにかけて強い密度躍層が発達していたという違いが見られた。一方、卵の分布する水塊の海水密度を見ると若狭湾では、25.2～26.0 $\sigma_{\theta}$ で、本調査では23.5～26.0 $\sigma_{\theta}$ とほぼ一致していた。また、これらの海水密度において卵は両海域とも、より軽い表層で分布量が多

かった。このことより、ホタルイカ卵の比重は $23.5\sigma_{\theta}$ より軽いものと考えられ、卵の分布は密度に規定されるところが大きいと推測される。

MTDネットにより採集されたホタルイカ稚仔のほとんどは2～3mmであり、このサイズでは日本海に分布する他のホタルイカモドキ科稚仔との識別が困難である。しかし、採集された卵が全てホタルイカと同定されたこと、および他のネット採集個体を含めた5mm以上の大型稚仔全てが本種と同定されたことからMTDネットで採集された小型稚仔もすべて本種として、以下、考察する。

大和堆周辺海域では稚仔は卵と同様に高温高塩な暖水域に多く分布し、既往の知見（日本海ホタルイカ資源研究チーム1991）ともよく一致した。

大和堆周辺海域においては表層での稚仔の出現は昼夜ともほとんど見られなかったが、2～3mmの稚仔は日出後、密度躍層直上の20m層に多く分布していた。沿岸域においても稚仔の鉛直分布は卵のそれより深いことが知られており、若狭湾においては50m以浅と150m以深の密度躍層に挟まれて分布していた（日本海ホタルイカ資源研究チーム1991）。これより、ホタルイカ稚仔は孵化後、分布水深を下降させるが、その分布水深は密度躍層に大きく制限されるものと考えられる。

9～20mmの稚仔は夜間において水深185mまでの傾斜びきにより多く採集されたが、日中は採集されなく、昼夜による分布水深の違いが示唆された。日中の分布水深は、定点14で日中水深185mまでの傾斜びきでは採集されなかったが、水深1080mまでの傾斜びきでは2個体が採集されたことより、185m以深であることが示唆された。また、これよりやや小さい5～8mmの稚仔が日中水深170mまでの傾斜びきにより採集された。以上より、ホタルイカ稚仔は初め密度躍層に制限され表層に分布するが、発育と共に運動能力を増大させ、日中の分布水深を下降させ、10mm前後以上に成長すると夜間は185m以浅、日中はそれ以深という日周鉛直移動を行い、成体と同様な分布様式に移行すると考えられる。

## 5. 文 献

- 林 清志（1989）ホタルイカの産卵行動と卵発生及び卵の発生速度。富山水試研報，(1)，1-14。
- 林 清志・内山 勇・笠原 昭吾・南 卓志（1987）富山湾におけるホタルイカおよび数種の魚類の卵の鉛直分布。日水研報告，37，163-174。
- 日本海ホタルイカ資源研究チーム（1991）昭和63年度～平成2年度水産業関係地域重要新技術開発促進事業総合報告書（日本海におけるホタルイカの資源利用研究）。富山水試，155p。
- 沖山 宗雄（1978）日本海における中・深層性魚類・いか類マイクロネクトンの生物学。海洋科学，10(11)，895-900。
- 谷岡 克己（1962）日本海の場合（Ⅱ）—日本海にみられる冷水域，暖水域及び高かん水について—。海と空，38(4)，115-128。