

三水研年報, (5) : 61-75, 1959.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (5) : 61-75, 1959.

1955年 春季 能登半島近海におけるキウリエソの  
産卵ならびに卵・仔魚の生態

西 村 三 郎

**Observations on the Spawning and the Early Life History  
of the Pearlsides in the Adjacent Waters to Noto  
Peninsula in the Japan Sea**

BY

SABURO NISHIMURA

**Abstract**

Plankton samples taken from the adjacent waters to Noto Peninsula, Japan Sea, during the surveying cruise made in April 26 to 28, 1955, contained large quantities of the pelagic eggs and larvae of the pearlsides, *Maurollicus pennanti japonicus* ISHIKAWA (Gonostomatidae; Clupeida). Examinations into the materials have led to the following findings concerning ecologic aspects of this bathypelagic fish.

1. The samples obtained by straining the water column more than 120m deep in the offing 10 miles and more away from the coasts always contained the pearlsides eggs, and the samplings otherwise made, *i. e.*, either hauled from shallower depths or in the coastal waters, yielded no egg at all.

2. The larvae, on the other hand, showed a wider range of distribution than the eggs, *i. e.*, they were obtained also from the shallower depths as well as from the coastal waters.

3. From the above mentioned, it has hypothetically been considered that the gonostomatid fish egg, spawned out presumably in the upper layer, would sink down into middle to deep waters, as it is heavier than the ordinary surface water, and that the hatched embryo which has been deprived of the heavy gelatinous egg envelope would either float up owing to its lighter specific gravity or swim up through its own activity to the shallower layers where prominent water currents are prevailing and thus be carried away to dispersed places. Some facts in favor of this hypothesis have been mentioned.

4. The time required by the pearlsides egg to hatch out has been estimated to be 5.5 to 6.5 days under the temperature of its natural habitat.

5. An estimation has been made on the abundance of spawning of the pearlsides in the surveyed area ( $1.51 \times 10^4 \text{ km}^2$ ) and been compared with that of the sardine in the same area. The amount of daily spawning has been calculated as  $2.27 \times 10^{11}$  (C. V. 6.8%) for the former species and as  $1.72 \times 10^{12}$  (C. V. 35.5%) for the latter. Both may no

doubt be under-estimates. Taking into account the fact that only upper parts of the floating layer of the gonostomatid fish eggs were covered in the sampling, the above-given value for this fish may well be augmented by a fairly large factor in order to get a more exact figure of its spawning. As a result, it may be stated that the pearlsides stands comparison with the sardine in the magnitude of spawning. The population of the adult pearlsides having brought this spawning may exceed by far that of the sardine, as the number of eggs laid down in a single spawning may doubtlessly be much smaller in the former than in the latter.

6. Through the observations on the gut contents, the pearlsides larvae have been shown to be predators upon such minute pelagic animals as copepod eggs and larvae as well as microcopepods.

## I. ま え が き

キウリエソ *Mauroliticus pennanti japonicus* ISHIKAWA は, Lilliputians あるいは twilight fishes という名で呼ばれる海洋の中層から深層にかけてひろく分布している特異な魚類 community のなかの1員であつて、とくに日本海には多量に棲息しており、種々の大型の中層・底層魚類の重要な餌料となつているヨコエソ科 Gonostomatidae に属する小型魚である(西村, 1957)。日本海における生物的生産を考察する場合にはもちろんのこと、本種を餌料としている種々の重要水族(たとえば、スケトウダラ、ハタハタ、ニギス、ホツケ、アカガレイ、スルメイカなど)の生態を究明するうえにも、本種についての生物学的知見は重要な役割をはたすであろうと期待される。

すでに筆者は、本種の卵の海中における垂直分布の特性について論じた(NISHIMURA, 1957)。これは1954年春に富山湾口でおこなわれた採集に基づくものであつたが、その結果、本種の卵は中層浮游性であるらしいことが判明した。今回は、能登半島外浦海区において1955年4月におこなわれた採集の結果に基づいて、水平分布を中心として考察した本種の産卵および卵・仔魚の生態について報告する。

本論に進むにさきだち、この研究にいろいろとご協力を賜つた日本海区水産研究所の伊東祐方、笠原昭吾の両氏ならびに調査船第二旭丸の各位に心から感謝の意を表する。

## II. 資 料

卵・仔魚の標本は4月26日から28日にかけておこなわれたマイワシ産卵調査航海のさい23点においてなされたプランクトン採集によつて得られた。採集点の位置は第1図および付録2に示したとおりである。採集方法は通称⑨ネット(口径45cm, 長さ90cm, 篩絹GG54)の垂直曳で、採集深度は150m, 水深がそれよりも小さい場合には海底直上から曳きあげた。曳網速度はほぼ1m/sec。サンプルはただちにフオルマリン溶液で固定し、研究室に持ちかへつて検鏡に供せられた。なお、プランクトン採集と併行して水温および塩素量の測定もおこなわれた。観測線I, II, IIIに沿う水温断面を第3図に示した。

## III. 結 果

サンプル中よりキウリエソ卵および仔魚を摘出し、卵は発育段階別に計数し、仔魚については全長の測定をもおこなつた。

卵の発育段階分けは、マイワシ卵に関する中井の方式を少しく改変した次のような11段階の方式をもつた:

AP; AM; AB; Aa; Ab; Ac; Ba-b; Bc; Ca; Cb; Cc.

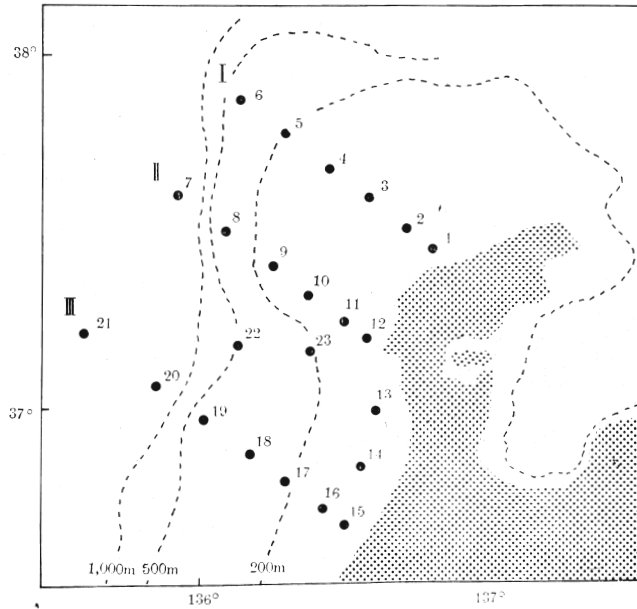
それぞれの段階の説明に関しては付録1を参照されたい。

とりまとめの結果は付録2および第2図に示した。

さて、それぞれのサンプル中に見出されるキウリエソ卵群の発育状態を観察すると、マイワシ卵などにおけると同様に、上掲のすべての段階が連続してみられることはなく、発育程度の飛躍的な差異によつて比較的判然と区別されるいくつかのグループの存在していることが認められる。これは本種の産卵が終日連続し

ておこなわれるものではなく、ある特定の時刻に集中しておこなわれるものであることを暗示する。すなわち、age category の存在を予想させる。付録2では、同一の age category に属すると思われる発育段階のものを括弧でつづんで示してある。

なお、同じ付録のなかの採集深度とはネットにとりつけた鋼索のくりだした長さを傾角で補正して求めた値である。



第 1 図 1955年4月26～28日におこなわれた調査航海の採集・観測の定線 (I, II, III) および定点の位置を示す。

#### IV. 考 察

##### 1. 卵・仔魚の分布状態

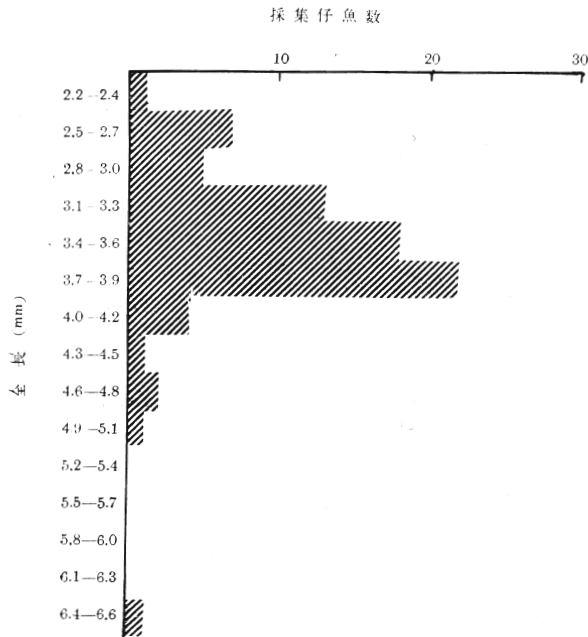
付録2から次のことがいえる：キウリエソ卵は距岸10哩以上の沖合で、120m以深より採集した場合のみ出現し、かつ、その場合には常に出現した。また、仔魚は卵よりも広範囲にわたって出現し、とくに距岸10哩以内の水深の浅いところからも採集されたことは注目に値する。

いかなる理由でこのような分布状況を示しているのか、次にこの点について少し考えてみよう。第1図には調査海域近海の200m, 500m, 1,000mの等深線をかきいれてあるが、これから、キウリエソ卵は、200m以浅の、いわゆる陸棚上にはあまり出現せず、陸棚縁辺部およびその沖合に多く出現しており、しかも、若狭湾寄りの陸棚縁辺および斜面上にはとくに多いことがわかる。すなわち、卵の分布は海底地形と関連があるように思われる。これに対して仔魚の分布は陸棚上にもみられる。しかし、若狭湾寄りの陸棚縁辺および斜面上に多いことは卵の場合と同様である。以上のことは、(1)キウリエソ卵の起源は陸棚縁辺および斜面上の海域にあり、しかも、(2)卵は主として中層以深に浮游していること、また、(3)仔魚は卵より浅い水深にも浮游しており、したがって、(4)このような浅い水深において顕著な流動によつて運搬されて仔魚はごく沿岸部にも出現するようになることを暗示していると考えられる。すなわち、キウリエソにおいては、卵と仔魚とで浮游層の深度がちがうのではないかと考えられるのである。

これらの想定の妥当性については、(1)の産卵場の問題は後に論じるとして、(2)については、もし、キウリ

エソ卵が孵化にいたるまで表層付近に浮游しつづけるものであるならば、対馬暖流沿岸分枝の陸岸に向う成分流（これは比較的浅い層に限られていると思われる）と、この季節にしばしば卓越する SW 系の風によつて\*、表層付近に発達する E~SE に偏した吹送流とによつて、この魚卵は陸岸に向つて運搬されて10哩以内の浅いところからも採集されることが期待されてよい\*\* のに、じつさいは採集されない。したがつて、キウリエソ卵は表層浮游性ではないだろうとの想定に導かれるわけであるが、さらに一步進めれば、この魚卵は主として 100m以上の深度に浮游しているものではないかとの推定に達する。卵は 120m以深からネットをひき揚げた場合にのみ採集されたことはこれを裏づけるであろう。そして、この結論はさきに筆者が報告した結果と矛盾しない (NISHIMURA, 1957)。

次に命題(4)は(3)を前提として成立するものであるが、この(3)の命題に関連しておもしろいのは仔魚の体長組成である。第 2 図に今回得られたキウリエソ仔魚の全長組成（測定不能の 2 尾を除く；本種の孵化直後の



第 2 図 採集されたキウリエソ仔魚の全長組成  
(ホルマリン液浸標本にもとづく測定)。

仔魚の全長は約 2.5mm) を示してあるが\*\*\*, この組成図をみて不思議に思われることは、全長範囲 3.7~3.9mm の仔魚がもつとも多く、それよりも小型のものほど少数しか採集されていないことである。孵化後すぐに死亡および逸散によつて減耗していくという原則からすれば、さらに、本種も、一般の硬骨魚類同様、発生初期にはその成長速度が時間に関して指数的に増加していく (SETTE, 1943) ものとすれば、体長の小さい仔魚ほど多数採集され体長が大きくなるにつれて急激に採集尾数が減少しなければならぬ筈である。この観点からすれば、本種の孵化は、今回の採集の及ばなかつた場所において多量におこなわれ、仔魚はそこから次第に移行してきたためであると考えなければ、このような体長組成の由来は理解できない。小型の仔魚が篩絹の網目からぬけ落ちるといことはまず考えられないからである\*\*\*\*。そして、これには次のふたつの場合が可能なる説明としてあげられるだろう：(1)水平的

にみて、対象海域の外部の海面において多量の孵化がおこなわれ、仔魚はそこから次第に対象海域内に流入してくるためであるとみること；この場合には、対象海域の潮上に当る若狭湾海域がとくに重要であろう。移流の点からみても、また、対象海域内における卵の分布状態からみてもその潮上にはより大きな産卵の中

\* 1955年4月18日から28日にかけての輪島測候所における観測によれば、18~20日の間は N~NE 系の風が卓越していたが、22日、とくに23日からは SSW~WSW 系の風が卓越し、この状態は28日まで続いた。今回採集された卵の移流に影響を及ぼすと考えられるのは20日以降の風である。

\*\* 能登半島外浦海区においては、200m 等深線をもちて標示される陸棚縁部はだいたい距岸 20~40哩のところを走っており、この付近で産卵されるとすれば、本種の孵化日数は今回の卵の浮游層の水温下では 5.5~6.5 日と推定されるので（後述）、表層付近の向岸流によつて運ばれるならば、孵化するまでに陸棚上の奥深く、陸岸のごく近くまで漂流してくる可能性が充分考えられる。

\*\*\* 測定はすべてホルマリン液浸標本についておこなわれた。したがつて約10%の縮少が考えられる。

\*\*\*\* 孵化後間もないと思われる全長 2.5~2.6mm の仔魚では卵黄の中央を通る断面が最大でその長軸は 0.50~0.65mm、全長 3.0~3.5mm のものでは同じ断面の長軸が 0.45~0.55mm のものもあるが、一部では卵黄を吸収しつつ直前にあり、これらのものにおいては頭部が最大断面でその長軸は 0.40~0.50mm となつている。いずれもホルマリン液浸標本についての測定であるから、約10%の縮少が予想される。これに対し、篩絹 (GG 5 $\mu$ ) の網目の大きさは 0.25~0.30mm である。ただし、曳網中はこれに張力が働いて多少伸長することが考えられる。

心が存在していたことが期待されるからである。(2)垂直的にみて、キウリエソ卵の孵化は主として深層においてこなおわれ、孵出した仔魚はしだいに浮上してきて採集の深度範囲に入るためであるとみること。この両者のうちのいずれが妥当であるのか、はたまた、この両者がともに働いているのか、ここでは判定しがたか。それはともかく、もし(2)のように考えることが許されるならば、前に推測された卵と仔魚との間の浮游水深の相違とも一致し、そして、これから流動の水深による相違を考慮することによって必然的に、じつさに観察された卵・仔魚の水平分布の相違へと導かれるわけである。

なお、このほかにも、キウリエソ卵の中・深層浮游、仔魚の表層浮游を支持すると思われる材料がある：(1)かつて、神谷 (1916) は、館山湾から得られたこの魚卵\* を水槽中で飼育して、それが普通の海水中では沈降性であることを観察した。すなわち、海水よりも比重が大きい。(2)この魚卵のいちぢるしい特徴のひとつは、多数の突起を有するゼラチン質の厚い卵被によつておおわれていることである。この卵被はおそらく

第 1 表 (㊦) ネットの表層曳† によるキウリエソ卵の採集記録。  
〔西村 (1957) より〕

採 集 期 日	採 集 点	発 育 段 階 別 採 集 卵 数					
		AP	AM	AB	Aa	Ab~Cc	不明期
Oct. 11, 1954	福 井 st. 3	3	42	5	19	1	7
Oct. 11, 1954	福 井 st. 5	0	0	30	33	16	3
Nov. 1, 1955	兵 庫 st. 3	0	2	0	0	0	0
Nov. 1, 1955	兵 庫 st. 5	0	3	0	0	1	0
Nov. 7, 1955	富 山 st. 2	0	0	0	1	2	0
Nov. 7, 1955	富 山 st. 6	0	1	1	0	2	0
Nov. 12, 1955	福 井 st. 3	0	0	4	1	3	0
Feb. 19, 1956	島 根 st. 40	0	2	3	3	0	0
June 1, 1956	福 井 st. 3	0	7	0	0	0	1

† (㊦) ネットは口径 1.5m (または 1.3m)、長さ 4.5m の大型プランクトン・ネットで、網口から  $\frac{2}{3}$  網地は 140 径のもじ網、残りの網尻  $\frac{1}{3}$  は GG : 38 の篩網よりなる。これを口径の上方  $\frac{1}{3}$  が水面上に出るようにして約 2 ノットの速度で 10 分間曳航する。

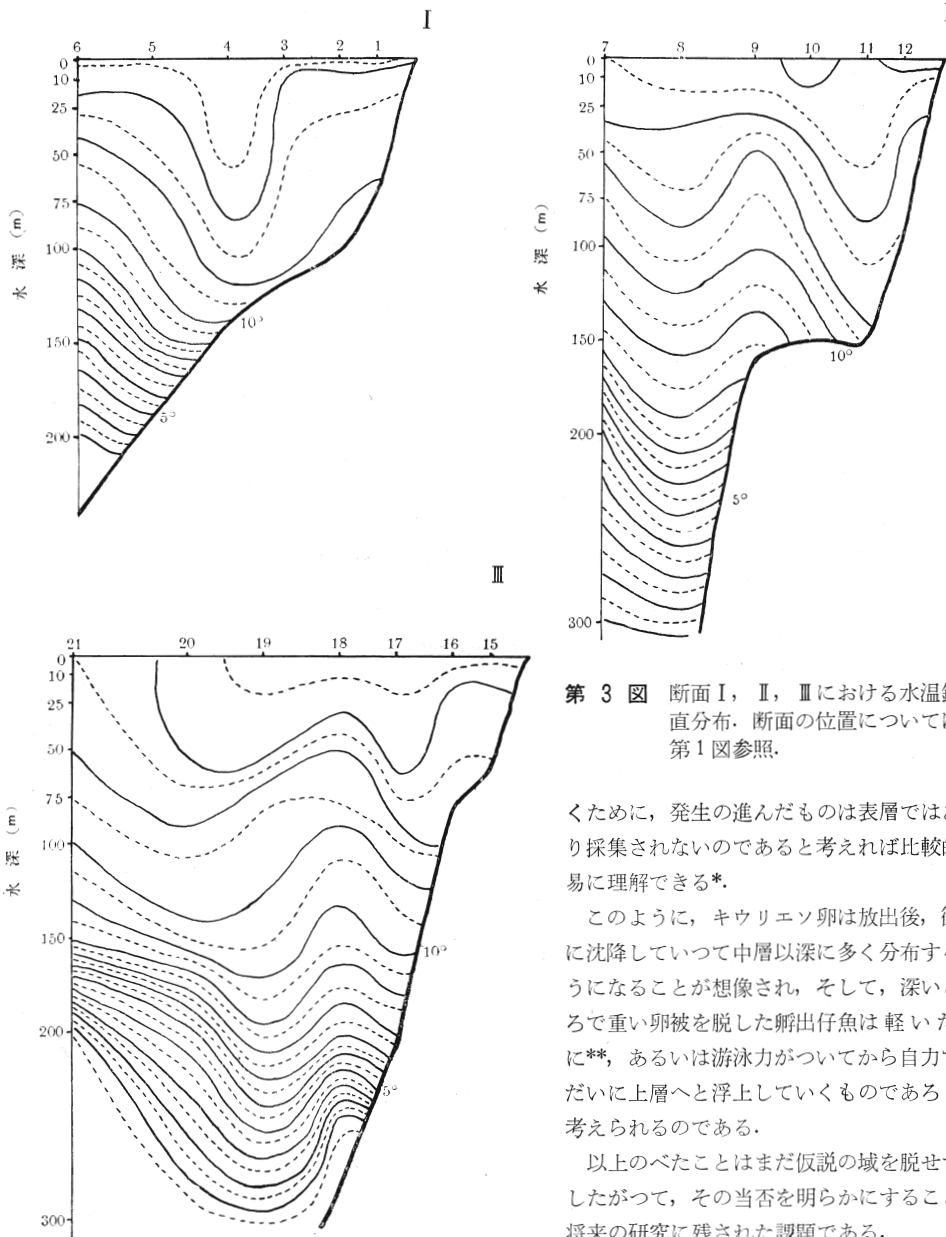
糖タンパクあるいは多糖類を主成分としたものであろうと思われ、また海水を吸収して膨潤したものである (SANZO, 1931) から、その比重は海水よりもかなり大きいであろうと考えられる\*\*。おそらく、これがキウリエソ卵の buoyancy\*\*\* をいちぢるしく減殺せしめて、その結果、この魚卵は普通の海水中では沈降するにいたるのであろう。また、卵被上の多数の突起はこの卵の沈降速度を小さくするように適応した形質にほかならないと思われる。(3)キウリエソ卵は時と場所とによつては、海面からも採集されることがあるが、

\* 神谷 (1916) の報告では“マクルス科魚卵”となっている。この問題については西村 (1957) を参照されたい。

\*\* ゼラチン質の卵被あるいは卵帯を有する魚卵はアンコウ類、イザリウオ類、フサカサゴ類などで知られており、これらはいずれも浮游性のようである。キチジ *Sebastolobus macrochir* (GÜNTHER) の卵については、ゼラチン質に包まれている時は水面下 (表層部) に沈むが、ゼラチン質から分離すれば表面に浮くといわれ (東北海区水産研究所八戸支所, 1953)、また、ミノカサゴ *Pterois lunulata* TEMMINCK et SCHLEGEL (水戸・内田, 1953) およびカリフォルニア沿岸の *Scorpaena guttata* GIRARD (ORTON, 1955) では個々の卵およびゼラチン質に包まれた卵塊ともに浮游性であるというが、これらの卵塊は中空となっているという。これらから考えると、魚卵のゼラチン質外被あるいは卵帯は海水よりも比重が大きいのではないかと推測される。また、魚卵の外被ではないが、DENTON and MARSHALL (1953) によれば、深海魚: *Chauliodus sloani* SCHNEIDER の体表を被うゼラチン質膜は海水中で沈降するといわれている。

\*\*\* キウリエソ卵は、卵被を除外すれば、きわめて浮游生活に適応した形態をそなえている：(1) Ovum の大きさに比して著しく大型の単一油球を有し (前者の直径 0.7mm に対して後者の直径 0.23~0.27mm；典型的な浮游性卵であるマイワシ卵については ovum 径 0.8mm に対して油球径 0.16~0.18mm)、(2) 卵腔が比率的に小さい (マイワシ卵ではきわめて広い)。

その場合には発生のごく初期にある卵が多く、発生の進んだものは非常に少ない。たとえば第1表に示したごとくである。これも、キウリエソは海水よりも比重が大きく、表層付近で放出されても徐々に沈降してい



第3図 断面I, II, IIIにおける水温鉛直分布. 断面の位置については第1図参照.

くために、発生の進んだものは表層ではあまり採集されないのではと考えれば比較的容易に理解できる\*.

このように、キウリエソ卵は放出後、徐々に沈降していつて中層に深く分布するようになることが想像され、そして、深いところで重い卵殻を脱した孵出仔魚は軽いために\*\*、あるいは游泳力がついてから自力で上層へと浮上していくものであろうと考えられるのである.

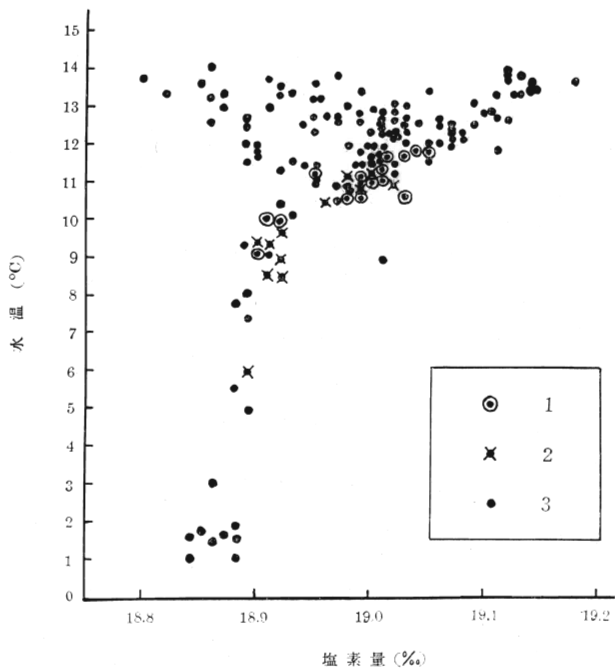
以上のべたことはまだ仮説の域を脱せず、したがって、その当否を明らかにすることは将来の研究に残された課題である.

\* これは、しかし、それぞれの発生段階の継続時間の差異、あるいは卵期における高い減耗率を仮定しても説明されるが、少くとも後者については、本種の再生産力と成魚の現存量（後述）とを考慮すれば、その可能性は低いといえるようである.

\*\* 本種はきわめて embryonic な状態で孵出するものであることが推定される：すなわち、孵化直後と思われる仔魚はまだ胚体が充分伸長せず、大型の卵黄を存し、油球の吸収もまだほとんどみられない。したがって、卵黄物質の分解消耗ならびに浸透圧的脱水による体比重の増大がまだ顕著でない時期に孵化がおこるものであろうと思われる。これと前にのべたように、ovum 自身の初期比重がマイワシなどのそれと比較してかなり小さいと考えられることを考慮すれば、孵出直後のキウリエソ仔魚はおそらくまだかなりの buoyancy を保持しているのではないかと想像される。

おわりに、もし前述したように、キウリエソ卵が距岸10哩以上の、深度 100m以深の水層に浮游しているものとすれば、この魚卵の浮游層はいかなる水型に属する水によつて占められているものであろうか。第3図は採集と併行しておこなわれた観測の結果に基づいてえがかれた水温断面図であるが、ここでは、冬季の対流期が終つて、まさに成層期に移行しようとしている典型的な断面をみることができる。100~150m層までは水温傾度が小さく、比較的均質な水が広がっている。150~200mあるいは200m層付近で水温は急激に減少しており、固有下層冷水塊（宇田，1934）との間の躍層がこの付近に存在していると認められる。したがつて、150~200mあるいは200m層付近においては比重もまた急激に増大しているものと推定され、かつまた、異種水塊の境界面においては鉛直渦拡散係数が減少して、沈降物あるいは浮上物への障壁の役目を果たすので、キウリエソ卵がこの躍層以深にも分布することは考えがたい。おそらく、キウリエソ卵は主としてこの不連続層の上に横たわる水塊中に含まれているとみてよいであろう。

第4図は今回の観測の結果を全部考慮に入れてえがかれた T-CI ダイアグラムである。図中の dotted circle および dotted cross は 10哩以上沖合のそれぞれ100mおよび150m層に横たわる水、つまりキウリエソ卵をその内部に含むと推定される水塊の、おそらくは marginal water を示している。そして、これらによつて囲まれた内部がその水塊のタイプの範囲を示すとみてよいだろう。これから、キウリエソ卵が



第4図 今回の観測の結果にもとづく T-CI ダイアグラム。  
 1. 100m層における T-CI 特性;  
 2. 150m層における T-CI 特性;  
 3. 0, 10, 25, 50, 75, 200, 300mの各層における T-CI 特性.

その内部に浮游して、その卵発生の主要な部分をおくる水塊は温度9~11°C、塩素量 18.9~19.0%（塩分 34.1~34.3%）の水であろうとの推測に達する。これは、冬季対流期における日本海の日本列島側における対流層の水の温度および塩素量（宇田，1951）にほぼ一致する。したがつて、これは冬季対流によつて形成された水であるとみられる。かくて、筆者がさきに富山湾での採集結果に基いて得たのと同じ見解に達するわけである（NISHIMURA, 1957）。

## 2. 孵化日数の推定

すでに述べたように、採集されたキウリエソ卵群には **age category** の存在が予想された。したがって、もし産卵が1日に1遍だけおこなわれるとすれば、1回の採集によって得られる卵群中に推定される **age category** の存在可能な最大個数値から孵化日数の大体を推測することができる。付録2によれば、採集の結果見出された **age category** の最大個数は **st. 20** の5個であるが、顕微鏡によって詳細に観察したところ、**age category: {Ac, Ba-b}** と **{Ca}** との間では発育段階のひらきが大きすぎ、おそらくこの間で **age category** が1個欠除しているであろうと判断された。このことは、**st. 18** および **st. 19** における **age category** の構成をみれば一層明らかである。すなわち、これらの **categorial series** における **{Ac, Ba-b}** と **{Ca, Cb}** とは、発生時間1日だけの差異に対応する発育段階の差異としてはあまりにも大きすぎる\*。これらの間には **age category** が1個（おそらく **{Bc}** と指標すべきもの）欠除していると考えなければならない。

付録2には、このようにして推定された **age category** の欠除を、じつさいに採集された **age category** が3個以上の場合について、>印をもつてその位置を示した。

したがって、**st. 20** の場合、**age category** はじつさいは6個なのであり、これで完全に連続した **categorial series** となったわけである。そしてこのシリーズのうちの第1番目の **age category** は発育段階が未分割期であつて、したがって放出直後の卵であろうこと、および、卵としては第6番目の **age category** が最後であつて、第7番目のそれはすでに前期仔魚期に移行しているであろうことも推定された。同様にして、**st. 7, 9, 22** の場合も存在可能な **age category** の最大個数は6であり、**st. 18** および **st. 19** の場合のそれは5ないし6\*\*であることが推定される。しかも、これらの場合にはいずれも、第1番目の **age category** はかなり発生の進んだ段階（**Morula** 期ないし **Blastula** 期）にある。

以上の点を考慮すると、その浮游層における水温、すなわち、9~11°Cでのキウリエソの孵化日数は5.5~6.5日と推定されるのである\*\*\*。

産卵時刻に関しては、今回の資料からは論じることができない。未分割期の卵が深夜にただ1個採集されたのみである。この問題についてはすでに筆者ののべるところがあつた。すなわち、親魚が表層付近に浮上してくる夜間に産卵がおこなわれるのであろうという見解である（西村，1957）。今回のただ1個の未分割期卵の採集例はこれと矛盾しない。はたして、この見解が正しいならば、上記の孵化日数の推定値は一層確からしいものとなるわけである。

キウリエソ卵の孵化日数については、今回のように、採集の結果に基づいて、したがって、その浮游層の水温下における値について推定をおこなったものはこれまでまつたくない。ただ、SANZO (1931) が地中海産のキウリエソ *Mauroliscus pennanti pennanti* WALBAUM について人工授精をおこなつて観察し、“水温によつて異なるが3日以内であつて、むしろ短い”とのべているのにとどまる。この飼育をおこなつた際の水温の範囲については明記されていないが、とにかく、この値からみると、今回の推定は2.5日以上長い。これはおそらく、SANZO (1931) の飼育は今回のキウリエソ卵の浮游層の水温（浮游層を100~150mとすれば9~11°C）よりもかなり高温に偏つた条件下でおこなわれたためであろう：というのは、地中海中部の表層水および接地大気の最低月平均温度はそれぞれ14°C、8°C前後であり、また *M. pennanti pennanti* WAL. の棲息深度である600m以上の深層水の温度は年間を通じて13.6°Cの一定値を保っているから（POLLAKE, 1951; 田畑・ほか, 1954）、飼育はおそらくこれらの値よりも高い水温の下でおこなわれたであろうと想像されるからである。

\* マイワソの卵発生では、伊東 (1958) によれば、**{Ac, Ba-b}** と **{Ca, Cb}** との間の継続時間は孵化時間 (= 全卵発生時間) の35%に相当する。のちに示すように、キウリエソとマイワソは孵化時間の長さに関して大差なく、その卵発生はほぼ同様な過程と速度で進むものと考えてよい。もし、キウリエソ卵において、**{Ac, Ba-b}** と **{Ca, Cb}** との間で **age category** の欠除がないとすれば、その孵化時間の長さは約3日ということになり、**age category** が、すでにかなり発生時間が経過したと思われるものを先頭にして、一度に4個も採集されている事実と矛盾する。しかし、それらの間で1個欠除しているとすれば、孵化時間は5.6日という計算になり、のちにのべるように **age category** の個数から推定される孵化時間と一致する。

\*\* その時刻までに産卵がはじまつていなければ5、はじまつていれば6となる。

\*\*\* 伊東 (1958) によれば、マイワソの孵化時間は水温10°Cにおいては6.2日であつて、したがって、キウリエソのそれと大差ないことになる。



### 3. 産卵場所について

これまで得られた結果を総合して、次に、キウリエソの産卵場所について若干考察を加えてみよう。すく上へのべたように、本種の卵の孵化日数はそれほどながくないと推定されること；あるいは、採集された卵群中には放出されてから比較的短時間しか経過していないと思われる発育段階のものが見出されたこと；さらに、この卵が浮遊している水深では流速はおそらく小さいと推定されることなどから、キウリエソの産卵は、卵の出現した場所からあまりはなれていないところでおこなわれたものと考えてよいだろう。これと関連して、卵が距岸10哩以内の浅い水域からはまったく出現しなかつたこと；200～300m等深線上ではとくに多量の卵が得られ、ことに発生初期の卵はほとんどこの水深帯上のみ出現する傾向のみられたことは注目しに値する。富山湾から佐渡にいたる海域を調査した伊東・ほか（1951）も、本種の卵\* は200m等深線以浅においてはみられないとのべている。

これから、日本海沿岸におけるキウリエソの産卵は200m等深線付近およびそのやや沖寄り、すなわち陸棚縁辺および斜面部においてとくに盛んにおこなわれるのではないかとこの想定が得られる。すでに筆者は、日本海における本種の昼間の棲息深度を150～160m以上、とくに250～300m付近に多いと報告した（西村、1957）。すなわち、キウリエソは特殊な場合を除き、150～160m以浅の海域には棲息しないと考えられ、これが、10哩以内の浅い水域から本種の卵が得られなかつたことの原因であろう。また、陸棚縁辺および斜面部というのは、本種の最多棲息層が海底と切りあう部分であつて、このことが、あるいは、この地帯で卵の多数採集されたこととなんらかの関係を有するものかもしれない。これと関連して、陸棚あるいは礁堆の縁辺部で、キウリエソがその重要な部分を構成していると考えられる D. S. L. (MARSHALL, 1951; 西村, 1960) がとくにしばしば出現すること、あるいは、この部分で釣獲されたスケトウダラ・その他の捕食性魚類の胃内からキウリエソが多数発見されるという報告（田畑, 1956）は興味ぶかい。

### 4. 産卵量の推定

すでに筆者がのべたように、キウリエソの卵は日本海においてはきわめて普通に、かつ多量に採集される（西村, 1957）。次に、キウリエソの産卵が量的にみてどの程度のものであるかについて、今回得られた資料に基づき、同じ海域において同様に盛んにおこなわれるマイワシの産卵と比較・対照しながら考察してみよう。

産卵量推定の対象海域としては、採集定線より外側へ10哩拡大した面積をとつた。そして、この海域を、卵の分布状態を考慮して、キウリエソの場合には5区に、マイワシの場合には3区に層別化した（第5図および第6図）。

田中（1955a, b）によれば、この対象海域に存在した卵の1日当り産出量の推定値  $S$  およびその分散  $V(S)$  は次式で与えられる：

$$S = \frac{1}{bkf\pi R^2} \sum_h A_h \frac{\sum n}{M_h}, \quad V(S) = \frac{1}{(bkf\pi R^2)^2} \sum_h A_h^2 \frac{S_h^2}{M_h};$$

$$\text{ただし } S_h^2 = \frac{1}{M_h - 1} \left\{ \sum n^2 - \frac{1}{M_h} (\sum n)^2 \right\}.$$

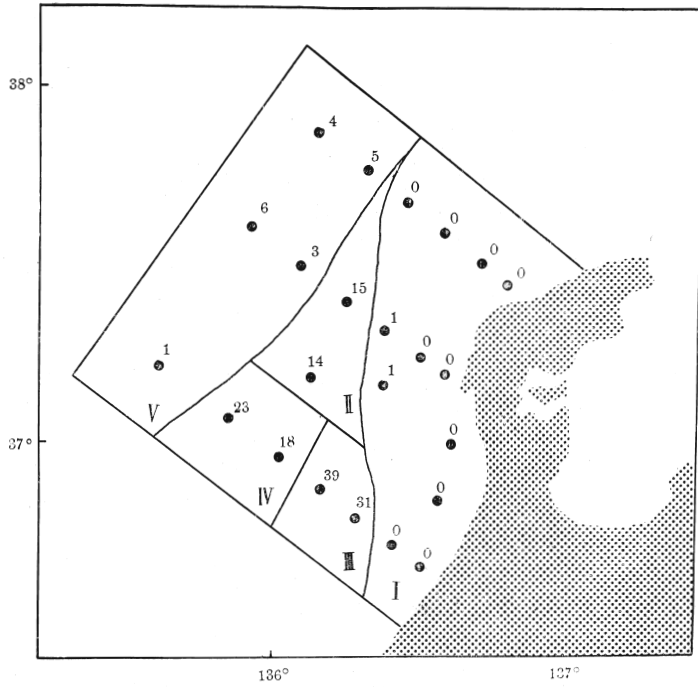
ここに、 $b$ ：平均孵化時間、 $k$ ：卵の平均存在時間と平均孵化時間との比、 $f$ ：プランクトン・ネットの濾水率、 $R$ ：プランクトン・ネットの口半径、 $A_h$ ：層別化された第  $h$  区の面積、 $M_h$ ：第  $h$  区内にある採集点数、 $n$ ：第  $h$  区内の各点での採集卵数。

これらの式は次のような仮定の下に導かれたものである：

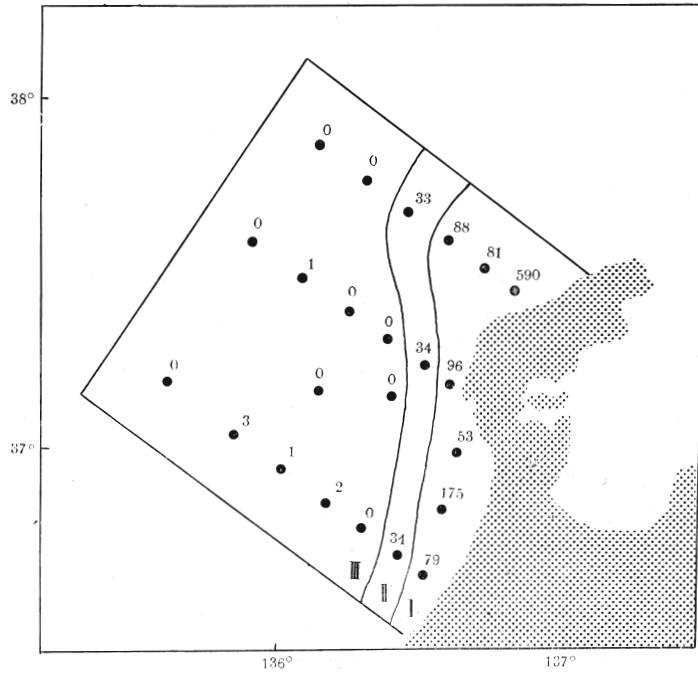
- (i) 採集は卵の存在する時間・空間からのランダム・サンプルとする。
- (ii) 卵の、この海域からの流出、あるいはこの海域への流入はないものとする。
- (iii) 卵の浮遊層は完全にカバーされているものとする。

しかし、今回の場合は、そのいずれもげんみつには満足されず、とくに (iii) については、この条件は表層浮遊性であるマイワシ卵については満足されているが、キウリエソ卵については、水温断面図（第3図・

\* 原文においては“マクルラス卵”となっている。



第 5 図 キウリエソ産卵量推定の対象海域およびその層別化；数字はそれぞれの定点におけるキウリエソ採集卵数.



第 6 図 マイワシ産卵量推定の対象海域およびその層別化；数字はそれぞれの定点におけるマイワシ採集卵数.

からみて、ときに130~150m以深にも相当分布している場合があると思われるので、これから計算された値はおそらくかなり過少に傾くことが推測される。

なお、孵化時間については、キウリエソのそれは、細かくみれば、この海域の北部と南部とで多少相違するようであるが、ここでは一律に6.0日とする。マイワシのそれについては、この海域の10m層の平均水温12.5°Cをとって、伊東(1958)の式から計算して4.5日とする。卵の平均存在時間は、キウリエソ、マイワシともに不明なので、ここでは孵化にいたるまで減耗がないとして、ともに、 $k=1.0$ とおく。ブラシントン・ネットの減水率については、伊東・西村(1958)の実験結果から、 $f=0.5$ とおく\*。ネットの口径は45cmであるから、 $\pi R^2=1.59 \times 10^{-7}$  (km<sup>2</sup>)。各区分の面積は海図上の面積から計算した。すなわち、海図上の面積をプラニメーターで求め、これを各区分の中心緯度と海図の標準縮尺の緯度とによつて補正したのち、標準の縮尺で拡大した。計算の結果を下に示す(単位: km<sup>2</sup>)。

対象魚類	区 分				
	I	II	III	IV	V
キウリエソ	5,620	1,410	1,020	1,470	5,560
マイワシ	3,050	1,740	10,270	-	-

このようにして得られた産卵量の推定値、その分散および変動係数を第2表に示した。これらの値は、卵期における減耗を考慮に入れていないから、いずれも過少推定であろう。とくにキウリエソ卵については、前述したように、採集がその全浮游層をカバーしていない可能性もあり、さらに対象海域内の分布状態から考えて、卵はその沖合にもかなり存在していることが想像されるの

第2表 調査の対象海域(1.51×10<sup>4</sup>km<sup>2</sup>)におけるキウリエソおよびマイワシの1日当り産卵量の推定値

魚 種	1日当り産卵量	分散	変動係数
キウリエソ	2.27×10 <sup>11</sup>	2.38×10 <sup>20</sup>	6.8%
マイワシ	1.72×10 <sup>12</sup>	3.74×10 <sup>23</sup>	35.5%

で、計算の範囲をもつと沖合にまで拡大して考えると、この海域一帯におけるキウリエソのじつさいの産卵強度は上掲の数値をはるかに上まわるであろうと推測される。これに対して、マイワシ卵については、その全浮游層がカバーされており、また、マイワシの産卵は沿岸部に限つておこなわれ、卵は速く沖合にまでは分布しないから、その推定産卵量は対象海域の範囲を沖合に拡大することによつてはほとんど増加しないだろう。

以上の点を考慮すると、キウリエソの産卵はマイワシのそれに比肩しうるほど盛んにおこなわれていたのではないと思われる。さらに、これらの卵が由来したところの親魚の存在量に関しては、キウリエソはマイワシをはるかに上まわるであろうと思われる。なぜならば、キウリエソ雌魚の卵巣内成熟卵数はマイワシのそれに比較するときわめて少く、1回の放卵数もマイワシのそれよりはるかに少いだらうことはほとんど疑いを容れないからである\*\*。したがつて、その存在量はおそらく莫大なものであろう。日本海の中層ないし底層に棲息する種々の捕食性魚類がキウリエソを多量に摂取していることも当然と理解されるのである。

### 5. 仔魚の餌料

キウリエソ仔魚の摂餌生態については、これまでまったく調査されることがないようである。この点に関して、今回の調査結果から若干の知見を得ることができたので、すでに得られていた他の1記録とあわせて

\* げんみつという点、キウリエソ卵の場合とマイワシ卵の場合とはfの値は相違するであろう：両者の浮游層の深度が異つており、また、採集は垂直曳によつたから、深層に浮游しているキウリエソ卵に対してfの値が大きい。これによる偏りは、しかし、キウリエソ卵の浮游層が完全にカバーされていない可能性が考えられるので、相殺される傾向にある。

\*\* 伊東(1955)によれば、マイワシの卵巣内成熟卵数は4,000~60,000である。これに対して、キウリエソについて筆者が少しばかり調べた結果では次のとおりで、せいせい300個であり、マイワシの1/200にすぎない：288, 205, 155, 132, 114, 24, 9, 9, 2。また、このように卵巣内成熟卵数が大きくちらばっているのは分割放卵(spawning in instalments)の可能性を暗示していると思われるが、はたして1卵にどのくらい放卵されるものかは不明である。マイワシについても分割放卵の可能性が考えられている(伊東, 1954)。

ここに記載する。

キウリエソ仔魚を、卵黄吸収完了を岐点として、それ以前のものを前期仔魚、以後のものを後期仔魚とすれば、今回採集されたのは前者38尾、後者39尾となる。これらのうちで、明らかに腸管内に餌料生物を含んでいるもの、あるいは、残滓・油滴などの存在が認められるものを摂餌個体として計数したところ、そのような個体は前期仔魚では0、後期仔魚では12尾見出された。後者のうちで、明瞭に餌料生物を腸管内に認めえたのは2尾で、1尾(全長3.8mm, st. 4 採集)は *Oncaea* sp. の copepodite 幼生1個体を摂取しており、他の1尾(全長3.9mm, st. 18 採集)は *Calanus helgolandicus* (CLAUS) の卵を1個摂取していた。

さらに、1954年5月9日、石川県水産試験場の調査船によつて、猿山岬沖で採集されたキウリエソ後期仔魚(全長約4mm)は *Oncaea venusta* PHILLIPI の成体1個体を摂取していた。

資料が僅少で、まだ一般的にいうことはできないが、以上からみて、キウリエソ後期仔魚は、ほかの多くの海産硬骨魚類の仔魚と同様、主として橈脚類の卵および幼体ならびに小型橈脚類を摂取しているものと思われる。

## V. 要 約

1955年4月26~28日に能登半島近海においておこなわれた罾ネット垂直曳によるプランクトン採集の結果に基づいて、この海域におけるキウリエソの産卵ならびに卵・仔魚の生態について考察を加え、次の知見をえた。

1. キウリエソ卵は距岸10裡以上沖合で120m以深から垂直採集した場合のみえられ、かつ、その場合には常にえられた。
2. これに対して仔魚はごく沿岸部からも、また浅い水深からも採集された。
3. このような卵と仔魚との採集上の相違を説明するために、両者の分布状態に関する次の作業仮説が提示された：キウリエソ卵は比重が海水よりも大なるために、たとえ表層付近で放出されても徐々に沈降していき、孵化は中層以深のところでおこなわれる。いつぼう、孵化した仔魚は浮上して表層付近に達し、表層において顕著な流動にはこぼれてごく沿岸帯にも分布するにいたる。この仮説を支持すると思われる事実をいくつか挙げた。
4. Age category の存在可能な個数から、キウリエソ卵の孵化時間は、その浮游層の水温下では5.5~6.5日と推定された。
5. 調査の対象海域(1.51×10<sup>4</sup>km<sup>2</sup>)内におけるキウリエソの1日当り産卵量を推定し、これを同じ海域におけるマイワシのそれと比較した。計算の結果、前者に対しては2.27×10<sup>11</sup>(C.V. 6.8%)、後者に対しては1.72×10<sup>12</sup>(C.V. 35.5%)という値をえた。いずれも過少推定であろう。とくにキウリエソについては、採集がその卵の全浮游層をカバーしていない可能性があり、また、マイワシ卵はほとんど沿岸帯に限られて分布するのに対し、キウリエソ卵は調査海域の沖合にもかなり分布していることが考えられるので、能登半島近海全域を考慮すると、その産卵強度はマイワシのそれと匹敵するか、あるいはそれをしのぐのではないかと思われる。さらに、これらの卵を産出した親魚の数量については、両者の抱卵数からみて、キウリエソはマイワシをはるかにりようがするであろうと推定される。
6. 腸管内容物の観察から、キウリエソ後期仔魚の餌料は橈脚類の卵・幼体および小型橈脚類であろうと考えられる。

## 文 献

- DENTON, E. J. and N. B. MARSHALL (1958). The buoyancy of bathypelagic fishes without a gas-filled swimbladder. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 37 (3): 753-767.
- 伊東祐方 (1954). 大羽いわしの卵巣卵の検討. 日本海イワシ資源調査概要 (1954年): 92-109. (騰写).
- (1955). マイワシの有効卵数. 日本海イワシ資源調査概要 (1955年): 43-50. (騰写).
- (1959). マイワシの孵化時間と水温との関係. 日水研年報, (4): 25-31.
- ・ほか (1951). 日本海北部に於ける回游性魚類の資源調査 第1報. 日水研年報, (1): 1-40.

- ・西村 三郎 (1959). プラクトン・ネットの濾水率に関する実験. 日水研年報, (4): 57—64.
- 神谷 尚志 (1916). 館山湾に於ける浮游性魚卵並に其稚児. 水講試験報告, 11 (5): 1—92.
- 川畑 幸夫・ほか (1954). 気象の事典. 東京堂, 572pp.
- MARSHALL, N. B. (1951). Bathypelagic fishes as sound scatterers in the ocean. *J. mar. Res.*, 10 (1): 1-17.
- 水戸 敏・内田恵太郎 (1958). ミノカサゴの卵発生と仔魚期. 九大農学芸雑誌, 16 (3): 381—385.
- 西村 三郎 (1957). 日本近海産“マクルラス卵”の分類学的所属について. 日水研年報, (3): 1—11.
- (1960). キウリエソを飽食したスケトウダラ. 採と飼, 22 (印刷予定).
- NISHIMURA, S. (1957). Vertical distribution of the floating eggs of *Maurolicus japonicus* ISHIKAWA, a gonostomatid fish, in the sea. *Ann. Rept. Jap. Sea reg. Fish. Res. Lab.*, (3): 13-22.
- ORTON, G. L. (1955). Early developmental stages of the California scorpionfish, *Scorpaena guttata*. *Copeia*, 1955 (3): 210—214.
- POLLAK, M. J. (1951). The sources of the deep water of the eastern Mediterranean Sea. *J. mar. Res.*, 10 (1): 128-152.
- SANZO, L. (1931). Uova, larva e stadi giovanili di Teleostei. Clupeoidei; Salmonoidei; Stomiatoidei. *Fauna e Flora del Golfo di Napoli*, Monografia 38.
- SETTE, O. E. (1934). Biology of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) of North America. Part 1: Early life history, including the growth, drift, and mortality of the egg and larval populations. *U. S. Dept. Interior, Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull.* 50: 149-237.
- 田畑 嘉六 (1956). 中部日本海沖合漁礁開発と D. S. L. 石川水試, 19pp. (騰写).
- 田中 昌一 (1955 a). 産卵総量の推定—I. 垂直曳による推定法及びその問題点. 日水会誌, 21 (6): 382—389.
- (1955 b). 産卵総量の推定—II. 九州西方海面におけるマイワシ産卵量の推定. 日水会誌, 21 (6): 390—396.
- 東北海区水産研究所八戸支所 (1959). キチジ *Sebastolobus macrochir* (GÜNTHER) 卵の発生. 底魚情報, (21): 16—18.
- 宇田 道隆 (1934). 日本海及びその隣接海区の海況 (第1次). 水試報告, (5): 57—190.
- (1951). 日本海海況変動について (予報) (附: 昭和23年冬春日本海側沿海のアミ大漁と海況). 日水研3周年記念論文集: 291—300.

付 録 1.

キウリエソ卵の發育段階分け:

記 号	説 明
AP	未分割期
AM	Morula 期
AB	Blastula 期
Aa	AB 以後, 卵を側面から観察して, 胚膜がその外縁に直交する卵黄の直径の $\frac{1}{2}$ を占めるまでの期間
Ab	Aa 以後, 卵黄の直径を前述の方法で観察して, その $\frac{1}{2}$ が胚膜によつて被われるまでの期間
Ac	Ab 以後, 胚膜が卵黄の全面を被い, 胚口が閉じるまでの期間
Ba-b	胚口が閉じてから, 尾芽の先端が油球付近に達し, まだ尾芽の隆起が顕著でない期間
Bc	尾芽が顕著に隆起し, その先端が卵黄を離れるまでの期間
Ca	尾芽が卵黄から離れて伸長し, その遊離した部分の長さが卵黄に接着した部分の長さの $\frac{1}{2}$ になるまでの期間
Cb	同じく尾芽の遊離部分の長さが接着部分のそれと等しくなるまでの期間
Cc	Cb 以後, 孵化するまでの期間



付 録 2 (続 き).

採集点 番 号	北 緯	東 経	時 刻	距岸距離	採集水深	卵	仔 魚
20	37°04'	135°51'	Apr. 28, 0127	45 M	146m	{AP 1 {Aa 4 {Ac 6 {Ba-b 7 > {Ca 3 {Cc 2	7
21	37°13'	135°37'	0428	60	144	{Ac 1	0
22	37°11'	136°05'	0823	27	148	> {Aa 1 {Ac 3 {Ba-b 3 > {Ca 5 {Cc 2	10
23	37°10'	136°23'	1039	15	132	{Cc 1	10