

## ブリの親魚養成と自然産卵

|       |                                                                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| メタデータ | 言語: Japanese                                                                                        |
|       | 出版者:                                                                                                |
|       | 公開日: 2025-04-24                                                                                     |
|       | キーワード (Ja):                                                                                         |
|       | キーワード (En):                                                                                         |
|       | 作成者: 有元, 操, 津崎, 龍雄, 宿輪, 仁                                                                           |
|       | メールアドレス:                                                                                            |
| URL   | 所属:                                                                                                 |
|       | <a href="https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014313">https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014313</a> |

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



## ブリの親魚養成と自然産卵

有元 操\*・津崎 龍雄\*・宿輪 仁\*

(1987 年 9 月 24 日受理)

ブリの再生産に関する調査研究の歴史は古く、内田<sup>1)</sup>は昭和 29 年に男女群島女島において始めて本種の人工授精に成功し、三谷<sup>2)</sup>は漁業生物学的立場から本種の産卵および初期生活史を明かにした。一方、種苗生産を目的とした研究は、昭和 35 年頃から始められ、原田<sup>3)</sup>、長崎水試<sup>4)</sup>、藤田<sup>5)</sup>、高知水試<sup>6)</sup> および煤田・落合<sup>7)</sup>によって数多くの基礎的知見が得られている。日本栽培漁業協会でも昭和 52 年から本種の種苗生産技術開発を開始し、翌 53 年に古満日事業場でホルモン処理後人工授精による採卵（以下人工採卵と呼称）に成功している<sup>8)</sup>。また、五島事業場でも昭和 56 年から人工採卵技術の向上と水槽内自然産卵の開発を継続している。そして、人工採卵については、幾つかの問題を残しつつも、2000 万尾程度のふ化仔魚が安定して得られるようになっている<sup>9)</sup>。

しかし、本種の自然産卵については、古満日事業場<sup>10)</sup>や岩本・道津<sup>11)</sup>および落合・煤田<sup>12)</sup>の報告がある程度で、陸上水槽における量産例はない。当場では、59 年に養成親魚を産卵期前に陸上水槽に収容して始めて自然産卵に成功し、続いて 60 年にも同様な成果を得ているが、大量に採卵するまでには至らなかった。この原因として、産卵期前における養成方法あるいは陸上の産卵水槽での養成環境に問題があると考えられた。62 年には、これらの点に改善を加えつつ陸上水槽で自然産卵試験を行ったところ、大量の受精卵が得られ、ようやく所期の目標に近づくことができた。本報では、昭和 57～62 年の間の親魚養成経過と自然産卵試験結果を取纏めて報告する。

### 親魚養成

自然産卵を行わせる場合、天然親魚をそのまま使用するか、あるいは一定期間それを養成して使用するかいずれかの方法が取られている。しかし、天然ブリは、その成熟状態が来遊群毎に異なるだけでなく、漁獲あるいは環境の変化による影響を受けやすいことや漁獲の年変動が大きく安定した確保が難しい面もあり、そのまま採卵用親魚として使用するには問題がある<sup>13)</sup>。したがって、自然産卵供試魚には、人為的環境に馴致させたものを使用するのが有効と考えられる。

供試魚は主に当場周辺海域の定置網で漁獲された天然魚を養成したものであるが、時には人工生産魚（58 年当場で種苗生産したもので表 2 の親魚系群 E）を用いたばあいもあった。各試験群の呼称は表 1 に示すとおりで、試験の実施年、親魚の由来（親魚系群 A～F）、天然魚と人工魚の区別（天又は人工）と養成年数（満年数）の組み合わせで示した。なお、表に記載した年齢は鉄<sup>14)</sup>に準拠したものである。

#### 親魚の養成と管理の方法

(1) 養成施設 生殖腺成熟度調査並びに産卵試験に供するための予備飼育は、当場地先海面に設置された円形小割生簀（径 10 m×水深 6 m、網目 90 mm）を 1 ないし 2 面使用し、収容密度を 0.3～0.4 尾/m<sup>3</sup> として行った。ただし、親魚系群 E のみは、角型小割生簀（5×5×深さ 5 m、網目 6 節）を使用（同 0.9 尾/m<sup>3</sup>）して飼育した。

陸上での試験水槽には、屋内親魚回遊水槽（円形ドーナツ型：400 m<sup>3</sup>、図 1）と屋外水槽（角型：60 m<sup>3</sup> ないし八角形：90 m<sup>3</sup>、上面寒冷紗で被覆）を用いた。

その概要については表 2 に示す通りで、陸上水槽への親魚の収容は、10 月から翌年 1 月にかけて実施したが、時には 3～5 月に行なった事例もある。試験は 6 月までには終了し、親魚は再び先述の小割生簀に戻し、次年度の試験に供試した。

(2) 餌料と投餌方法 61 年までの養成では、餌料として冷凍サバと冷凍アジを主体とし、これに、ビタミン

\* 日本栽培漁業協会五島事業場（〒853-05 長崎県南松浦郡玉之浦町荒川郷字フウセンド）

表 1 親魚養成試験供試魚の来歴および本文における呼称

| 親魚<br>系群 | 親 魚 の 来 歴 |                  |             | 入 手<br>尾 数 | 平均尾叉長 (cm) (範囲)<br>平均体重 (kg) (範囲)<br>平均肥満度 (範囲) |                                                        |              | 試験群の呼称       |              |              |              |  | 自然産卵試験の<br>実施年度 |
|----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|-----------------|
|          | 入手年月      | 場                | 所           |            | 漁 法                                             | 57年                                                    | 58年          | 59年          | 60年          | 61年          | 62年          |  |                 |
| A        | 57年 3 月   | 長崎県下島<br>及び福江島   | 厳原町<br>玉之浦町 | 定置網        | 200                                             | 81.4 (76.4~93.0)<br>9.4 (7.6~12.9)<br>17.4 (13.7~22.9) | 天然魚<br>(3~5) |              |              |              |              |  | 57年度            |
| B        | 57年 4 月   | 同県福江島<br>町及び玉之浦町 | 三井楽<br>玉之浦町 | 定置網        | 300                                             | 74.4 (65.0~81.0)<br>7.0 (4.4~8.7)<br>16.8 (11.8~22.9)  | 天然魚<br>(3~4) | 天 1<br>(4~5) |              |              |              |  | 58年度            |
| C        | 58年 5 月   | 同県福江島<br>浦町      | 玉之          | 定置網        | 140                                             | 82.1 (77.0~89.0)<br>7.0 (6.1~8.0)<br>12.4 (11.2~13.7)  | 天然魚<br>(4~5) | 天 1<br>(5~6) | 天 2<br>(6~7) |              |              |  | 59.60年度         |
| D        | 58年 4 月   | 同県福江島<br>三井楽町    |             | 定置網        | 320                                             | 75.2 (66.0~82.0)<br>7.6 (5.0~9.6)<br>17.9 (14.0~22.0)  | 天然魚<br>(3~4) | 天 1<br>(4~5) | 天 2<br>(5~6) | 天 3<br>(6~7) |              |  | 59.61年度         |
| E        | 58年10月    | 五島事業場            | 人工生産種苗      |            | 100                                             | 28.8 (26.0~31.0)<br>0.5 (0.3~0.7)<br>20.2 (14.8~27.9)  | 人工魚<br>(0)   | 人工 1<br>(1)  | 人工 2<br>(2)  |              |              |  | 60年度            |
| F        | 60年 5 月   | 長崎県福江島<br>玉之浦町   |             | 定置網        | 155                                             | 71.5 (65.0~82.0)<br>6.1 (4.5~9.0)<br>16.7 (13.6~18.9)  |              |              | 天然魚<br>(3~4) | 天 1<br>(4~5) | 天 2<br>(5~6) |  | 61.62年度         |

剤 (1%) を添加して投餌し、さらに産卵期前にはオキアミを併用した。

表3に示すように、62年の親魚系群Fの養成では、冷凍サバに加え卵質の向上効果をねらって南極産オキアミ<sup>15)</sup>と添加剤を加えたモイストペレットを使用した。このモイストペレットは、市販のブリ用配合飼料に魚肉ミンチ (冷凍サバ)、南極産オキアミ、冷凍イカを配合飼料1に対してそれぞれ0.5, 0.25, 0.25の割合で混合し、これにビタミン剤と肝油 (10%) を添加したものである。さらに、10月以降にはこれらに加え定置網で漁獲された生鮮魚とイカ類を投餌し、肥満度の増大維持を目的に冷凍イカナゴも用いた。

投餌量は1回当たりほぼ飽食量としたが、投餌回数については、落合<sup>16)</sup>と楳田、落合<sup>17)</sup>の報告を参考にし、61年10月までの養成では、3~4日に1回を目安としたが、これは肥満度状態により適宜調整した。一方、62年の親魚系群Fの61年10月以降の養成では、2日に1回を目安とした。

(3) 生殖腺の成熟状況調査 陸上水槽での養成期間を対象に59年の試験区1と2および60年の試験区2で行なった。59年の試験では、58年12月中旬に生簀より親魚回遊水槽 (試験1) と屋外水槽 (試験2) にC天1群を収容し、両試験区間で水温設定条件を変えて成熟過程の比較試験を行なった。60年の試験では、前年の試験に用いた同群のC天2を59年12月中旬に屋外水槽に収容して行なった。(表2)。調査は定期的に魚体サンプリングによって行なった。調査項目は表4に示す通りである。

この間の水温管理の考え方の詳細については、自然産卵の項、2, (1), 59年および60年での記述を参照されたい。

## 養成結果

(1) 摂餌状況 親魚系群Fの養成水温と日間摂餌率\*の関係を図2に示した。

本種の日間摂餌率\*は、養成開始当初から10月にかけて徐々に高くなり2%以上になることもあったが、水温が16℃以下となる12月以降から低下し始め、3, 4月には0.5%以下の水準となった。5月に入ると摂餌率は再び上昇を始め、水温が25℃を越える7~8月に一時的な低下が見られたが、10~12月には2%台、時には3%を越える高い値を示した。注目されるのは、水温が13℃以下となる2月頃と本種の産卵期に当たる4~5月には、時には全く摂餌しないことであった。このように、本種の摂餌率には一定の季節変動が見られるが、水温変動パターンとは必ずしも一致せず、それよりもやや位相の遅れた変化を示した。これは、成熟や産卵と密接に関係しているものと推測される。

(2) 成長および肥満度の変化 親魚系群Fの尾叉長、体重および肥満度変化の経過は図3に示すとおりであり、養成開始時には平均尾叉長71.5 cm、平均体重6.1 kgであったものが、満1年後にはそれぞれ79.2 cm、8.6 kg、2年後には89.7 cm、11.8 kgに成長した。しかし、年によっては、1~6月の期間に低水温と産卵に伴う摂餌量の低下でほとんど増重しなかったこともある。また、産卵期に続く6~7月には体重低下が認められた。肥満度\*\*

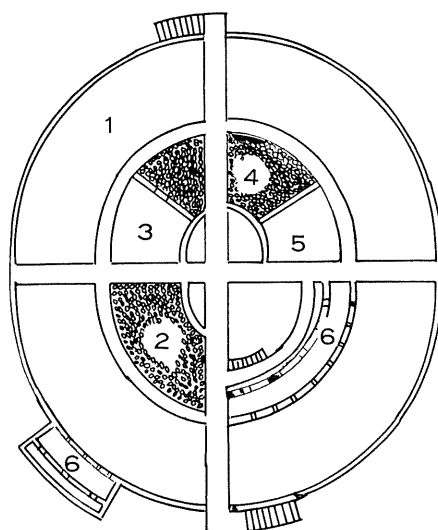


図1 親魚回遊水槽 (400 m³)

- 1: 回遊水槽 (縦 22 m, 横 20 m, 幅 3.8 m, 深さ 2 m)  
 2: 第1ろ過水槽 (40 m³) 3: 沈殿水槽 (20 m³)  
 4: 第2ろ過水槽 (40 m³) 5: 採水槽 (20 m³)  
 6: 採卵水槽 (幅 1 m, 深さ 1 m)

\* 日間摂餌率 (%) =  $[F / ((N_0 + N_t) / 2) \times (W_0 + W_t) / 2] \times 100$

$N_0, N_t$ : 養成開始および  $t$  期間後の尾数 (尾)

$W_0, W_t$ : 養成開始および  $t$  期間後の平均体重 (kg)

$F$ : 養成期間中の総投餌量 (kg)  $t$ : 養成期間 (日)

\*\* 肥満度 = (体重 (g) / (尾叉長 (cm))<sup>3</sup>)  $\times 10^3$

表 2 生殖腺成熟度調査および

| 年度 | 試験<br>番号 | 試 験 期 間<br>水 温 (°C)      | 親魚系群<br>供試尾数    | 平均尾叉長(cm) (範囲)<br>平均魚体重(kg) (範囲)<br>平均肥満度 (範囲)                              | 収 容 水 槽<br>容 量 (m³) |
|----|----------|--------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 57 | 1        | 3/14~ 5/12<br>15.1~19.7  | A天然<br>200(?) * | 81.4 (76.4~93.0)<br>9.4 ( 7.6~12.9)<br>17.4 (13.7~22.9)                     | 親魚回遊水槽<br>400       |
| 58 | 1        | 10/27~ 5/30<br>16.8~22.8 | B天 1<br>120(56) | 73.5 (62.4~79.0)<br>5.7 ( 3.9~ 6.9)<br>14.4 (11.8~18.0)                     | 親魚回遊水槽<br>400       |
| 59 | 1        | 12/12~ 5/ 1<br>14.4~21.2 | C天 1<br>88(?)   | 84.2 (78.0~88.4)<br>10.2 ( 6.9~11.9)<br>17.0 (14.5~18.9)                    | 親魚回遊水槽<br>400       |
|    | 2        | 12/12~ 4/20<br>11.6~16.0 | C天 1<br>12(?)   | 84.2 (78.0~88.4)<br>10.2 ( 6.9~11.9)<br>17.0 (14.5~18.9)                    | 屋外水槽<br>60          |
|    | 3        | 5/ 2~ 6/20<br>17.4~19.2  | D天 1<br>15(7)   | 79.0 (70.0~87.0)<br>8.7 ( 6.4~11.4)<br>17.5 (15.4~18.7)                     | 親魚回遊水槽<br>400       |
| 60 | 1        | 12/19~ 5/29<br>13.2~20.0 | C天 2<br>70(?)   | 86.2 (80.0~95.0)<br>11.9 ( 9.8~13.9)<br>18.5 (16.2~20.5)                    | 親魚回遊水槽<br>400       |
|    | 2        | 12/19~ 4/23<br>14.0~16.9 | C天 2<br>21(10)  | 86.2 (80.0~95.0)<br>11.9 ( 9.8~13.9)<br>18.5 (16.2~20.5)                    | 屋外水槽<br>90          |
|    | 3        | 5/11~ 5/29<br>18.5~19.8  | E人工 2<br>40(20) | 63.6 (61.0~65.0)<br>4.9 ( 4.0~ 5.4)<br>18.9 (17.6~19.8)                     | 親魚回遊水槽<br>400       |
| 61 | 1        | 4/ 8~ 6/17<br>15.0~21.5  | F天 1<br>20(?)   | 80.0 (69.0~87.0)<br>9.1 ( 6.3~12.0)<br>18.3 (17.5~20.7)<br>80.0 (69.0~87.0) | 親魚回遊水槽<br>400       |
|    |          | 5/ 1~ 6/17<br>16.7~21.5  | F天 1<br>23(?)   | 9.1 ( 6.3~12.0)<br>18.3 (16.2~19.8)<br>85.3 (84.0~87.0)                     | 親魚回遊水槽<br>400       |
|    |          | 5/14~ 6/17<br>17.0~21.5  | D天 3<br>16(7)   | 11.8 (10.8~13.3)<br>19.0 (18.2~20.2)                                        | 親魚回遊水槽<br>400       |
|    | 2        | 1/13~ 4/24<br>14.2~19.5  | F天 1<br>19(8)   | 78.8 (68.0~86.0)<br>8.8 ( 5.9~11.5)<br>17.6 (13.9~19.4)                     | 屋外水槽<br>90          |
|    | 3        | 1/13~ 4/21<br>13.5~19.9  | F天 1<br>20(12)  | 78.8 (68.0~86.0)<br>8.8 ( 5.9~11.5)<br>17.6 (13.9~19.4)                     | 屋外水槽<br>60          |
|    | 4        | 1/13~ 5/ 2<br>14.3~19.5  | F天 1<br>20(7)   | 78.8 (68.0~86.0)<br>8.8 ( 5.9~11.5)<br>17.6 (13.9~19.4)                     | 屋外水槽<br>90          |
| 62 | 1        | 12/17~ 6/18<br>14.0~22.4 | F天 2<br>54(23)  | 85.7 (76.5~89.0)<br>12.3 ( 9.2~13.4)<br>19.4 (18.4~20.5)                    | 親魚回遊水槽<br>400       |

\* 雌の尾数

自然産卵試験の概要

| 産 卵 手 法 |      |      | 成熟度調査 | 飼 育 用 水 |     |        | 換水率<br>(回転/日) | 比重( $\sigma_{15}$ )<br>$P_H$ |
|---------|------|------|-------|---------|-----|--------|---------------|------------------------------|
| 加温      | 水槽刺激 | ホルモン |       | 浸透海水    | 生海水 | 循環ろ過海水 |               |                              |
| ●       |      |      |       | ●       |     | ●      | 9.0~12.0      | 1.0196~1.0255<br>7.20~8.20   |
| ●       |      |      |       | ●       | ●   | ●      | 9.0~12.0      | 1.0160~1.0260<br>7.55~8.05   |
| ●       | ●    |      | ●     |         | ●   | ●      | 5.5~ 9.0      | 1.0256~1.0271<br>7.50~8.32   |
|         |      |      | ●     |         | ●   |        | 3.5~ 6.0      | 1.0260~1.0279<br>7.98~8.38   |
|         |      |      |       |         | ●   |        | 2.5~ 3.5      | 1.0256~1.0267<br>8.15~8.35   |
|         |      |      |       |         | ●   | ●      | 6.6~ 8.4      | 1.0257~1.0278<br>8.15~8.50   |
| ●       |      |      | ●     |         | ●   |        | 3.2~ 4.8      | 1.0255~1.0276<br>8.21~8.55   |
|         |      |      |       |         | ●   |        | 2.4~ 3.6      | 1.0257~1.0271<br>8.16~8.30   |
|         |      |      |       |         | ●   |        | 2.5~ 3.2      | 1.0256~1.0275<br>8.14~8.21   |
|         |      |      |       |         | ●   |        | 2.5~ 3.2      | 1.0260~1.0275<br>8.12~8.31   |
|         |      |      |       |         | ●   |        | 2.5~ 3.2      | 1.0255~1.0275<br>8.12~8.31   |
| ●       | ●    |      |       |         | ●   |        | 4.1~ 6.1      | 1.0254~1.0274<br>8.20~8.35   |
| ●       | ●    |      |       |         | ●   |        | 4.0~ 5.2      | 1.0254~1.0273<br>8.19~8.29   |
| ●       | ●    | ●    |       |         | ●   |        | 3.8~ 4.1      | 1.0252~1.0272<br>8.14~8.30   |
| ●       | ●    |      |       |         | ●   |        | 2.3~ 3.3      | 1.0245~1.0274<br>—           |

表 3 昭和 62 年親魚系群 F に投与した餌料の種類と投餌量

| 年     | 月   | 投餌<br>回数 | 冷 凍 魚 (kg)       |                 |               |                | 生 鮮 魚 (kg)    |                |                |                | モイスト<br>ペレット<br>(kg) | 総投餌量<br>(kg) | 養成場所       | 飼育<br>尾数<br>(尾) |
|-------|-----|----------|------------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|--------------|------------|-----------------|
|       |     |          | サ                | バ               | イカナ<br>ゴ      | マアジ            | スルメ<br>イカ     | マアジ            | サ              | バ              |                      |              |            |                 |
| 昭和61年 |     |          |                  |                 |               |                |               |                |                |                |                      |              |            |                 |
|       | 7 月 | 10       | 408.0            |                 |               |                |               |                |                |                | 122.0                | 530.0        | 海面小割       | 94              |
|       | 8 月 | 8        | 210.0            |                 |               |                |               |                |                |                | 82.0                 | 292.0        | 〃          | ～70             |
|       | 9 月 | 9        | 270.0            |                 |               |                |               |                |                |                | 108.0                | 378.0        | 〃          | ～69             |
|       | 小 計 |          | 888.0<br>(74.0)* |                 |               |                |               |                |                |                | 312.0<br>(26.0)      | 1200.0       |            |                 |
| 昭和61年 |     |          |                  |                 |               |                |               |                |                |                |                      |              |            |                 |
|       | 10月 | 20       | 131.0            | 132.0           |               |                | 17.0          | 68.0           |                | 52.0           | 240.0                | 640.0        | 海面小割       | ～68             |
|       | 11月 | 18       | 52.0             | 209.0           |               |                | 30.0          | 24.0           |                | 77.0           | 184.0                | 576.0        | 〃          | 68              |
|       | 12月 | 16       | 16.0             | 161.0           | 5.0           |                | 27.5          | 62.0           |                | 42.6           | 124.0                | 438.6        | 親魚回遊<br>水槽 | ～54             |
| 昭和62年 |     |          |                  |                 |               |                |               |                |                |                |                      |              |            |                 |
|       | 1 月 | 11       | 53.0             | 68.0            | 7.0           | 50.0           |               |                |                | 5.0            | 65.0                 | 248.0        | 〃          | 54              |
|       | 2 月 | 13       |                  | 24.0            |               | 36.5           |               |                | 54.0           |                | 33.0                 | 147.5        | 〃          | 54              |
|       | 3 月 | 18       |                  | 6.5             | 3.0           | 36.5           |               |                | 62.0           |                | 13.0                 | 121.0        | 〃          | 54              |
|       | 4 月 | 18       |                  | 2.0             | 8.0           | 9.5            |               |                | 17.0           |                | 2.5                  | 39.0         | 〃          | 54              |
|       | 5 月 | 15       | 26.0             | 2.5             |               | 3.0            |               |                | 16.0           |                | 2.0                  | 49.5         | 〃          | 54              |
|       | 6 月 | 8        | 70.0             |                 |               |                |               |                |                |                | 36.0                 | 106.0        | 〃          | 54              |
|       | 小 計 |          | 348.0<br>(14.7)  | 605.0<br>(25.6) | 23.0<br>(1.0) | 135.5<br>(5.7) | 74.5<br>(3.1) | 154.0<br>(6.5) | 149.0<br>(6.3) | 176.6<br>(7.5) | 699.5<br>(29.6)      | 2365.1       |            |                 |
|       | 合 計 |          | 1236.0<br>(34.7) | 605.0<br>(17.0) | 23.0<br>(0.6) | 135.5<br>(3.8) | 74.5<br>(2.1) | 154.0<br>(4.3) | 149.0<br>(4.2) | 176.6<br>(5.0) | 1011.5<br>(28.4)     | 3565.1       |            |                 |

\* 総投餌量に対する割合%

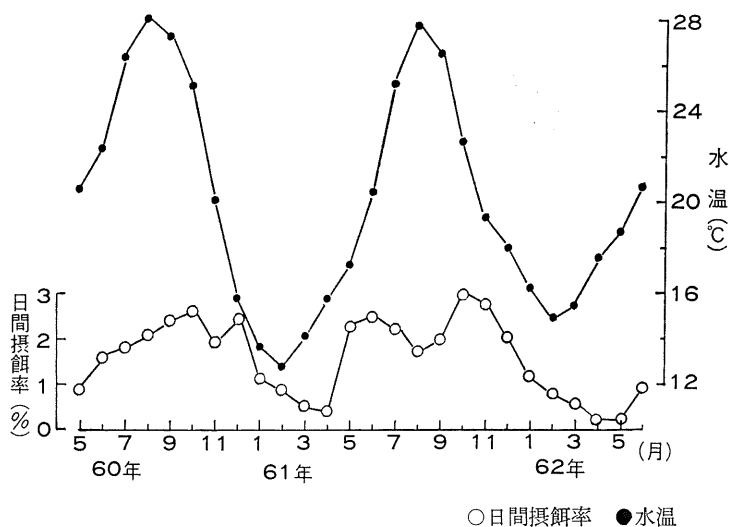


図 2 親魚系群 F の養成水温と日間摂餌率

は、養成開始時に平均 16.7 で、開始直後に 13.3 まで低下したのを除き 16~20 の間を推移した。当場に近い長崎県福島三井楽町の漁協の定置網で漁獲される産卵期の天然ブリの肥満度は 17.8 (15.7~20.9, 62 年調査) であったので、これと比較すると、61 年 4 月における養成親魚の肥満度 18.2 は大差ないといえよう。

なお、自然産卵試験で成熟過程にある親魚の肥満度の変化は生殖腺の成熟と関連して特に注目されるのでより詳細に追跡してみた。表 4 に示すように、親魚回遊水槽で行なった 59 年試験 1 では、収容時の 12 月 12 日には

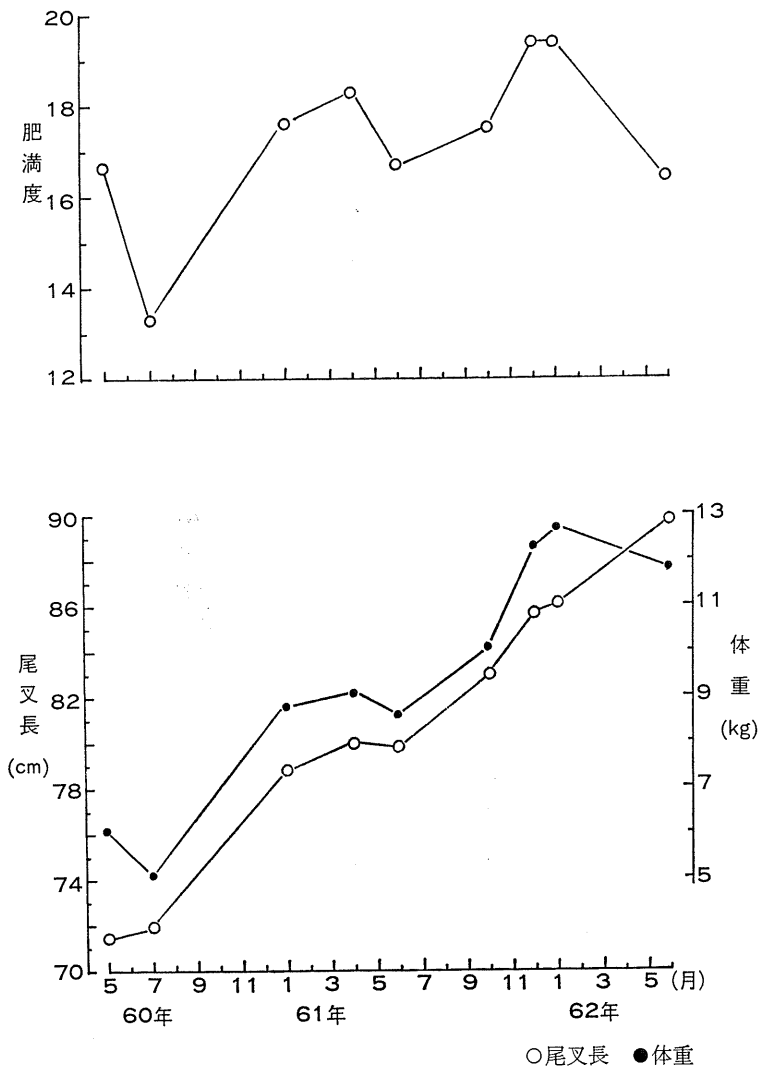


図 3 親魚系群 F の成長と肥満度の変化

15.7 (14.5~16.5) で、その後徐々に高くなり 3 月上旬には 17.5 (17.0~18.1) となったが、3 月下旬以降 16.0 以下の個体が見られ、明かに低下が伺える。同様に、屋外水槽に収容した 59, 60 年度試験 2 でも、4 月 20 日以降肥満度の低下が認められている。

(3) 生殖腺の成熟状況 生殖腺の成熟状況を表 4 に示した。

59 年試験 1 の雌では、収容時の 12 月~2 月にかけて、生殖腺指数 (G.I.) \* 3.0 以下、平均卵巢卵径\*\* 300  $\mu$ m 以下であったが、3 月中旬には、それぞれ 7.7, 686  $\mu$ m と成熟が進んだ個体が現われた。しかし、3 月下旬にはそれぞれ 9.8, 698  $\mu$ m と数値は高いものの卵巢内には多くの退行卵が認められる個体があった。一方、雄の G. I. は、収容時 0.5 であったのが 3 月初旬には 8.9 となり腹部を軽く圧すると放精し精子には活性が認められた。その後、さらに成熟は進み 3 月下旬には 18.9 となった。

同年の試験 2 の雌では、2 月上旬から 4 月にかけては、G. I. は 3.0 以下、平均卵巢卵径も 400  $\mu$ m 以下と未熟であったが、4 月中旬にはそれぞれ 7.6, 640  $\mu$ m と急速に成熟した個体が現われた。雄の G. I. は 3 月上旬には 0.6 と低かったが、4 月上旬には 6.5 という個体が現われ、試験 1 と同様雄が雌よりも早く成熟する傾向にあった。

\* 生殖腺指数 (G. I.) = (生殖腺重量 (g) / (尾叉長 (cm)<sup>3</sup>) )  $\times 10^4$

\*\* 卵巢内卵の最大卵径群の平均



表 4 生殖腺成熟度調査結果

| 年度    | 試験<br>番号 | 調査<br>月日 | 魚体重<br>(kg) | 尾叉長<br>(cm) | 肥満度  | 生殖腺重量<br>(g) | 生殖腺<br>指 数 | 平均卵巣卵径<br>( $\mu$ m) |
|-------|----------|----------|-------------|-------------|------|--------------|------------|----------------------|
| 昭和59年 | 試験 1     | 12月12日   | 9.8         | 84.0        | 16.5 | ♀ 56         | 0.9        | —                    |
|       |          |          | 10.2        | 86.0        | 16.0 | ♀ 60         | 0.9        | —                    |
|       |          |          | 6.9         | 78.0        | 14.5 | ♂ 26         | 0.5        | —                    |
|       |          | 2月6日     | 10.2        | 88.0        | 15.0 | ♀ 102        | 1.5        | 166(100~230)         |
|       |          |          | 11.7        | 88.0        | 17.2 | ♀ 140        | 2.1        | 243(130~400)         |
|       |          |          | 11.4        | 87.0        | 17.3 | ♀ 110        | 1.7        | 206(160~270)         |
|       |          |          | 9.3         | 83.0        | 16.3 | ♀ 80         | 1.4        | 175(110~250)         |
|       |          | 3月8日     | 12.6        | 90.0        | 17.3 | ♀ 320        | 4.4        | 457(300~540)         |
|       |          |          | 10.0        | 82.0        | 18.1 | ♀ 350        | 6.3        | 575(360~720)         |
|       |          |          | 12.4        | 90.0        | 17.0 | ♂ 646        | 8.9        | —                    |
|       |          | 3月21日    | 11.6        | 90.0        | 15.9 | ♀ 562        | 7.7        | 686(525~800)         |
|       |          | 3月31日    | 8.0         | 80.5        | 15.3 | ♀ 510        | 9.8        | 698(450~830)         |
|       |          |          | 12.6        | 90.0        | 17.3 | ♂ 1375       | 18.9       | —                    |
|       |          | 4月9日     | 10.0        | 88.0        | 14.7 | ♀ 150        | 2.2        | 200(120~300)         |
|       |          |          | 11.3        | 87.0        | 17.2 | ♀ 720        | 10.9       | 658(550~740)         |
|       | 試験 2     | 2月6日     | 11.0        | 85.0        | 17.9 | ♀ 80         | 1.3        | 151(90~200)          |
|       |          |          | 10.2        | 87.0        | 15.5 | ♀ 72         | 1.1        | 131(80~180)          |
|       |          | 3月8日     | 10.0        | 85.0        | 16.3 | ♀ 100        | 1.6        | 252(200~320)         |
|       |          |          | 8.6         | 82.0        | 15.6 | ♂ 32         | 0.6        | —                    |
|       |          | 4月9日     | 12.8        | 91.0        | 17.0 | ♀ 210        | 2.8        | 381(300~480)         |
|       |          |          | 8.6         | 80.5        | 16.5 | ♂ 340        | 6.5        | —                    |
|       |          |          | 10.3        | 83.0        | 18.0 | ♂ 290        | 5.1        | —                    |
|       |          | 4月20日    | 12.5        | 93.0        | 15.5 | ♀ 614        | 7.6        | 640(500~700)         |
| 昭和60年 | 試験 2     | 12月19日   | 11.5        | 91.8        | 14.9 | ♂ 11.5       | 0.1        | —                    |
|       |          |          | 6.5         | 79.0        | 13.2 | ♂ 2.0        | 0.0        | —                    |
|       |          |          | 9.7         | 85.0        | 15.8 | ♂ 9.5        | 0.2        | —                    |
|       |          | 2月13日    | 11.8        | 89.0        | 16.7 | ♀ 90.2       | 1.3        | 197(80~280)          |
|       |          |          | 9.9         | 82.0        | 18.0 | ♂ 16.1       | 0.3        | —                    |
|       |          |          | 10.8        | 87.0        | 16.4 | ♂ 27.5       | 0.4        | —                    |
|       |          |          | 12.2        | 89.0        | 17.3 | ♂ 38.0       | 0.5        | —                    |
|       |          | 3月13日    | 10.5        | 82.0        | 19.0 | ♀ 109.2      | 2.0        | 346(260~420)         |
|       |          |          | 11.1        | 84.0        | 18.7 | ♂ 151.9      | 2.6        | —                    |
|       |          |          | 9.5         | 80.0        | 18.6 | ♂ 36.5       | 0.7        | —                    |
|       |          |          | 9.3         | 83.0        | 16.3 | ♂ 83.5       | 1.5        | —                    |
|       |          | 4月12日    | 11.9        | 85.0        | 19.4 | ♀ 539.0      | 8.8        | 673(540~770)         |
|       |          |          | 10.7        | 82.0        | 19.4 | ♀ 269.2      | 4.9        | 513(420~600)         |
|       |          |          | 13.4        | 87.0        | 20.3 | ♀ 333.6      | 5.1        | 613(410~770)         |
|       |          |          | 12.3        | 87.0        | 18.7 | ♀ 375.2      | 5.7        | 561(420~730)         |
|       |          |          | 13.3        | 90.0        | 18.2 | ♀ 857.0      | 11.7       | 675(600~800)         |
|       |          |          | 14.2        | 95.0        | 16.6 | ♂ 992.1      | 11.5       | —                    |
|       |          | 4月23日    | 10.0        | 83.0        | 17.5 | ♀ 513.8      | 9.0        | 759(600~850)         |
|       |          |          | 9.2         | 80.0        | 18.0 | ♀ 173.8      | 3.4        | 493(380~580)         |
|       |          |          | 9.5         | 84.0        | 16.0 | ♂ 484.7      | 8.1        | —                    |

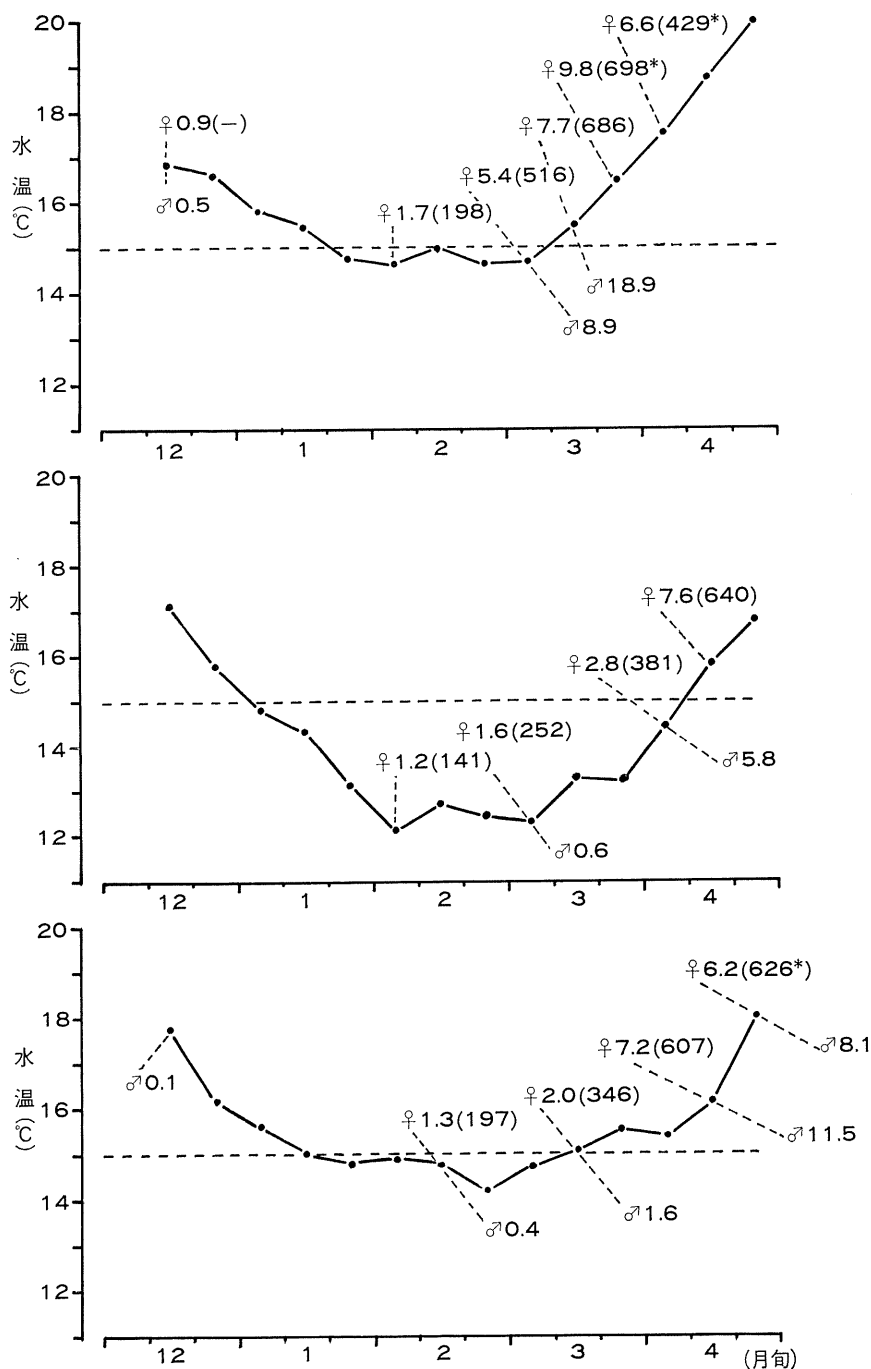


図 4 陸上水槽養成期間中の水温変化 (図中の曲線) とブリの平均生殖線指数 (水温曲線の上側♀, 下側♂) および卵巣卵の平均卵径〔( ) の数値, \* 印は萎縮卵を含む〕の関係  
上段: 昭和 59 年試験 1 中段: 昭和 59 年試験 2 下段: 昭和 60 年試験 2. 図中の点線は 15°C を示す。

60 年の試験 2 の雌では, 2 月中旬から 3 月中旬には何れの個体も G.I. は 2.0 以下, 平均卵巣卵径 400  $\mu\text{m}$  以下であったが, 4 月中旬にはそれぞれ 11.7, 675  $\mu\text{m}$  と成熟が進んだ個体が現われた。しかし, 4 月下旬にはそれぞれ 3.4, 493  $\mu\text{m}$  と卵径が小さくなった個体が現われた。

この間の養成水温変化と生殖腺指数並びに平均卵巢卵径との関係を図4に示した。雌では、水温が17°C 近くになる頃（例えば59年試験1では3月下旬から4月上旬）には、人工採卵可能な成熟段階（平均卵巢卵径650  $\mu\text{m}$ 以上）まで進むと思われる。しかし、その後17°C を境として卵巢卵の萎縮が見られるようになる。雄では、水温が上昇期に入り、水温が15°C 近くに達すると急速に成熟が進むと考えられる。雌雄の成熟過程の差を生殖腺指数を手掛かりに見てみると、冬季の12月から3月初旬にかけての水温下降期では雌の方がやや値が高い。水温上昇期に入り水温が高くなるにしたがって、雄の方が急速に高くなる傾向にあった。さらに、卵巢卵の成熟過程を組織学的にみると、水温が15°C 近くになる3月上旬～4月上旬には第一次卵黄球期に達し、さらに水温が17°C 台に上昇する4月上旬～下旬には第三次卵黄球期に達し、最終成熟の直前まで成熟は進行しているが、その後退行卵の出現により卵巢組織の崩壊が認められている<sup>18)</sup>。

## 自然産卵

既に述べたように、57年度より海上生簀で養成した親魚を、毎年晩秋から春にかけて陸上水槽に移し、産卵水槽の環境管理、産卵刺激（温度刺激）等について種々の試行を繰り返し、自然産卵手法の開発に努めてきた。そして、62年になって、ようやく自然産卵によって大量の受精卵を得ることができた。以下、親魚管理の最終段階で実施した飼育環境管理と産卵刺激等についての試験経過並びに、各年の試験の結果提起された問題点について次年度どのような考え方で解決を図ったかについて述べる。

**材料と方法** 各年の試験実施概要を表2に示した。基本的には、親魚養成の項の1、(1)～(3)に述べた通りであるが、親魚養成の最終段階として特記すべき事項を以下に説明する。

(1) 収容方法 親魚養成の項、1・(1)参照。

海面小割生簀で養成した親魚を陸上水槽に収容する際、淡水浴により *Benedenia* sp. の駆除を行なったが、62年度の試験では、自然産卵試験期間中にも *Benedenia* 駆除を実施した。これは、自然産卵に悪影響を及ぼす可能性のあるものを出来るだけ除去しようという配慮によるものである<sup>19)</sup>。

(2) 投餌 親魚養成の項、(2)および養成結果の項、(1)参照。

(3) 飼育水槽の管理

1) 親魚回遊水槽 使用海水には浸透海水（40～70  $\text{m}^3/\text{時}$ ）あるいは生海水（40～70  $\text{m}^3/\text{時}$ ）に加え、循環ろ過海水（100～150  $\text{m}^3/\text{時}$ ）を使用したこともある。

本水槽での本種の遊泳速度は過大と考えられたため、これを抑制する目的で、61年は水槽内に構造物（1×1×1 m、植毛板製）を、62年度は水槽内の1か所に仕切網（幅3.8 m、深さ2 m、網目6節）を設けた。

2) 屋外水槽 生海水を使用し、換水量は8～12  $\text{m}^3/\text{時間}$ とした。

3) 照明 親魚回遊水槽では、屋根がスレート構造となっているために晴天時でも100 lux 以下と暗いことや、夜間、何らかの外的刺激を受けて親魚が水槽壁へ衝突あるいは水槽外へ飛び出したりする現象（57年、A天然魚）が見られたので照明を施すこととした。57年から60年にかけては、屋間は蛍光灯（48基×40 W）または水銀灯（8基×400 W）、夜間には蛍光灯（12基×40 W）であるいは白熱灯（500 W）を調整して照明を行なったが、59、60年の各試験2では、全く照明は行わなかった。また、61年では、夜間のみ白熱灯で照明を行なった。62年では、天窗（幅1.8 m×長さ25.0 m、ポリカーボネイト樹脂製の波板）を設け、夜間のみ白熱灯で照明を行なった。なお、屋外水槽については、特に照明は行っていない。

4) 産出卵の回収 親魚回遊水槽では、それに付設された採卵水槽内に採卵ネットを設置した。採卵後、洗卵及びメスシリンダーでの計量を経て、浮上卵のみをふ化水槽（逆円錐型、有効水量：1  $\text{m}^3$ ）に収容し、流水（20°C加温海水、30回転/日）と通気を併せて行なった。なお、洗卵の際、ネットでゴミと卵を分離する方法をとったが、62年度の途中からは洗卵は行わず、集卵バケツの浮上卵をピーカーですくってメスシリンダーへ移す方法に変えた。

**試験結果** 採卵試験の結果を表5に纏めて示した。

(1) 57年～61年までの結果

1) 57年 供試魚が漁獲直後の天然魚であったため、5月中旬までほとんど摂餌せず、産卵に至らなかった。飼育水は、浸透海水と循環ろ過海水で、pH が7.20まで低下し、比重も降雨により1.0196まで低下したこともあった（表2）。回遊速度は4.0～4.6 km/時であった。

表 5 自然産卵試験結果

| 年度   | 試験<br>番号 | 採卵月日<br>産卵時刻 | 総採卵数<br>浮上卵数<br>(万粒) | 受精卵数<br>ふ化仔魚数<br>(万粒) | 浮上卵率 (%)<br>受精率 (%) | ふ化率<br>(%) | 平均卵径<br>平均油球径<br>(μ) |
|------|----------|--------------|----------------------|-----------------------|---------------------|------------|----------------------|
| 59年度 | 3        | 5月21日        | 139.7                | 28.8                  | 23.6                | 2.1        | 1204                 |
|      |          | 12:00～13:00  | 33.1                 | 0.6                   | 87.3                |            | 305                  |
|      |          | 5月26日        | 96.6                 | 0                     | 0.6                 | 0          | 1293                 |
|      |          | (一)          | 0.6                  | 0                     | 0                   |            | 310                  |
|      |          | 合計           | 236.3                | 28.8                  | 14.3                | 2.1        |                      |
|      |          | 合計           | 33.7                 | 0.6                   | 85.4                |            |                      |
| 60年度 | 3        | 5月11日        | 111.9                | 4.1                   | 4.8                 | 0.0        | 1174                 |
|      |          | 19:00～20:00  | 5.4                  | 0.0                   | 75.9                |            | 299                  |
| 61年度 | 4*       | 3月29日        | 520.4                | 53.7                  | 17.8                | 17.7       | 1164                 |
|      |          | ～4月17日       | 92.7                 | 9.5                   | 57.9                |            | 281                  |
|      |          | 4月23日        | 247.1                | 57.0                  | 36.5                | 36.8       | 1186                 |
|      |          | ～4月26日       | 90.1                 | 21.0                  | 63.3                |            | 296                  |
|      |          | 合計           | 767.5                | 110.7                 | 23.8                | 27.6       |                      |
|      |          | 合計           | 182.8                | 30.5                  | 60.6                |            |                      |
| 62年度 | 1-1      | 5月5日         | 200.2                | 35.8                  | 19.1                | 17.3       | 1194                 |
|      |          | 4:00～5:00    | 38.3                 | 6.2                   | 93.5                |            | 309                  |
|      | 1-2      | 5月7日         | 114.3                | 29.4                  | 34.1                | 19.7       | 1183                 |
|      |          | 4:00～5:00    | 39.0                 | 5.8                   | 75.4                |            | 289                  |
|      | 1-3      | 5月14日        | 73.8                 | 0                     | 53.0                | 0          | 1185                 |
|      |          | —            | 39.1                 | 0                     | 0                   |            | 278                  |
|      | 1-4      | 5月15日        | 361.4                | 304.7                 | 86.1                | 80.2       | 1183                 |
|      |          | 6:00～7:00    | 311.3                | 244.3                 | 97.9                |            | 299                  |
|      | 1-5      | 5月23日        | 101.5                | 0                     | 47.6                | 0          | 1228                 |
|      |          | —            | 48.3                 | 0                     | 0                   |            | 298                  |
|      |          | 合 計          | 851.2                | 369.9                 | 55.9                | 69.3       |                      |
|      |          |              | 476.0                | 256.3                 | 77.7                |            |                      |

\* ホルモン打注後の産卵試験 (打注回数2回)

本試験では、供試魚と飼育水の質に問題が残された。

2) 58年 岩本・道津<sup>11)</sup>の報告を参考に、冬期の最低水温を 17°C として試験を行った。2月上旬から4月中旬まで 17°C 台を維持させ、その後5月上旬には 20°C とした。

供試魚は、目視観察では2月下旬に最も成熟したと思われたが、その後急激にヤセはじめ産卵には至らなかった。本試験では、成熟と水温との関係に問題が残された。

3) 59年 本種の成熟と水温との関係を明らかにすることを目的に3例の試験を行った。試験1ではC天1群を供試材料として、親魚回遊水槽に収容した。ここでは、落合、楳田<sup>17)</sup>、古満目事業場<sup>10)</sup>の報告および當場で認められた人工採卵時における自然排卵例<sup>20)</sup>に基づいて、成熟、産卵に要する積算水温を 1470°C (1月16日から4月20日の間日水温の和)と想定し、1月中旬より2月上旬の間は加温を併用しつつ徐々に水温を下降させ 14°C 台とし、3月上旬までその温度を維持させた。水温上昇は3月中旬より開始し4月上旬には 18°C 台とし(図4)、その後、4月20日までの間に 18.5~19.5°C の間で水温刺激を加えた。なお、この間、成熟度調査を併せて実施した(親魚養成の項、1. (3))。試験3では、産卵期直前(5月2日)に、D天1群を親魚回遊水槽に収容した。水温は自然海水温とし、試験期間中は 17.4~19.2°C であった。なお、試験2では、親魚養成の項、(3)で述べたように成熟度調査のみを行った。

試験1では、前述したような成熟状態で水温刺激を与えたが産卵は確認できなかった。その要因には成熟度調査のためのサンプリングの影響や3月中旬から4月上旬までの急激な水温上昇(14.5~18.5°C)が考えられる。

試験3では、産卵は2回(5月21日、同26日)確認され、総採卵数 236.3 万粒、受精卵数 28.8 万粒を得

たが、ふ化管理で水温低下 (18.5°C) をまねき、0.6 万尾 (ふ化率\* 2%) のふ化仔魚を得たに留まった。産卵時刻は卵発生の状態から推定すると、第 1 回目は同日 12 時から 13 時頃と推定されたが、2 回目は、全て未受精卵であったため、産卵時刻は不明である。この産卵期間中の水温は 18.5~18.6°C と、温度変動幅は小さく比較的安定して推移した。

本供試魚の海面小割生簀での養成水温は、2 月上旬~3 月上旬までは 12.5~13.0°C であったことから、本種の自然産卵を可能にする冬場の最低水温は、従来考えられてきた 15.0~17.0°C よりも低いと考えられる。

4) 60 年 59 年度の自然産卵事例を参考に、自然海水温での自然産卵に主眼を置いた試験を行った。水温範囲は試験 1 では 13.2~20.0°C、試験 3 では 18.5~19.8°C であった。なお、設定した 3 試験区のうち試験 2 では前述したように生殖腺の熟度調査のみを実施した。

試験 1 では、59 年 12 月中旬に C 天 2 群を親魚回遊水槽に収容して行った。試験 3 では、E 人工 2 群を、5 月中旬に親魚回遊水槽に収容した。

試験 1 では、親魚管理の項、(3) で述べた成熟状況より判断すると、4 月上旬頃に最も成熟が進んでいたと思われるが、産卵には至らなかった。試験 3 では、収容 1 日後の 5 月 12 日に産卵し、総採卵数 111.9 万粒を得たが、浮上卵率\*\*が 5% と低かった。なお、産卵時の水温は、18.5°C であった。

5) 61 年 これまでの自然産卵事例が、いずれも親魚回遊水槽で短期養成した親魚からであったことから、親魚回遊水槽の環境あるいは養成方法に何らかの問題があったと判断された。そこで、親魚回遊水槽で短期間養成を行って産卵させることを目的に、収容時期を見直すこととした (試験 1)。一方、成熟調査結果からみると、陸上水槽で養成した親魚は、17°C 近くになるとすでに人工受精による採卵が可能で、この頃、ホルモン処理と同様な刺激さえ与えれば排卵することも可能と想定し、水温刺激時期を異にする比較試験 (試験 2, 3) も合わせて行った。この水温刺激時期を決定するに当たって、別に、試験 2, 3 と同じ飼育条件下でホルモン処理による産卵試験も併せて実施した (試験 4)。

試験 1 では、4 月 8 日 (F 天 1 群)、5 月 1 日 (F 天 1 群)、5 月 14 日 (D 天 3 群) の 3 回に分けて、親魚回遊水槽に収容した。親魚収容時期の決定には、海面水温の 15°C、17°C、18°C を基準に収容を考えたが、本年度は水温が例年に比べ 1~2°C 低く、それぞれ 15.0°C、16.5°C、17.0°C となった。試験 2, 3 並びに 4 では、F 天 1 群を 1 月中旬に屋外水槽に収容した。養成水温は、2 月下旬まで 15°C 以下とならないように加温し、その後昇温させ 4 月上旬には 18°C 前後になるように設定した。

試験 1 では、6 月 17 日まで試験を行ったが、何れの場合にも産卵は認められなかった。また、前述したように、水槽内に構造物を設置した結果、遊泳速度は 3.5~4.1 km/時となり、例年 (4.0~4.6 km/時) に比べるとやや低下したものの、効果的な改善策とはならなかった。

一方、試験 2, 3 での親魚の成熟状況は、飼育条件をほぼ同様に設定して並行的に実施した試験 4 から見ると、3 月下旬には平均卵巢卵径 700  $\mu\text{m}$  前後に達し、ホルモン打注で産卵可能な状態まで進んでいたと推定された。そこで、試験 2 では、3 月末から 4 月下旬まで 16.8~19.2°C の水温範囲で計 6 回の水温刺激を与え、試験 3 では、4 月上旬から下旬まで 17.0~19.0°C の水温範囲で計 3 回の水温刺激を行ったが、両試験とも産卵は認められなかった。この試験終了後の卵巢卵には多くの退行卵が認められた。

試験 4 では、ホルモン処理を 3 月 26 日と 4 月 21 日の 2 回実施した。3 月 22 日には平均卵巢卵径 554~698  $\mu\text{m}$  と未熟な個体も見られたが、1 回目のホルモン打注時 (3 月 26 日) には平均卵巢卵径 642~719  $\mu\text{m}$  となり、産卵が期待できる成熟状態に達していた。2 回目には、卵巢卵には退行卵はほとんど見られず、産卵直前と思われる透明卵が認められる個体もあった。水温刺激は、17.7~19.5°C の水温域で 4 月下旬まで計 8 回与えた。本試験では、3 月 29 日から 4 月 26 日の間に総採卵数 767.5 万粒を得、30.5 万尾のふ化仔魚を得た。雌 1 尾当たりの産卵数は、雌 7 尾が全て産卵に関与したと仮定しても、109.6 万粒となり、人工採卵におけるこれまでの最高事例 (90.8 万粒) を上回る結果となった。この間の産卵回数は、卵の発生段階より推定すると 16 回と考えられ、本種が長期に渡って多回産卵することは確かなようである (表 5)。図 5 に産卵期間中の産卵刺激時の水温変動と産出卵数との関係を示した。産卵数のピークは 2 回認められる。いずれも、ホルモン打注後 2 日ないし 3 日経過した後であると同時に、水温が 18°C 近くから 19°C 前後に上昇する途上である。しかし、その後の水温刺激は、

\* ふ化率 (%) = (ふ化仔魚数 / 受精卵数)  $\times$  100

\*\* 浮上卵率 (%) = (浮上卵数 / 総採卵数)  $\times$  100

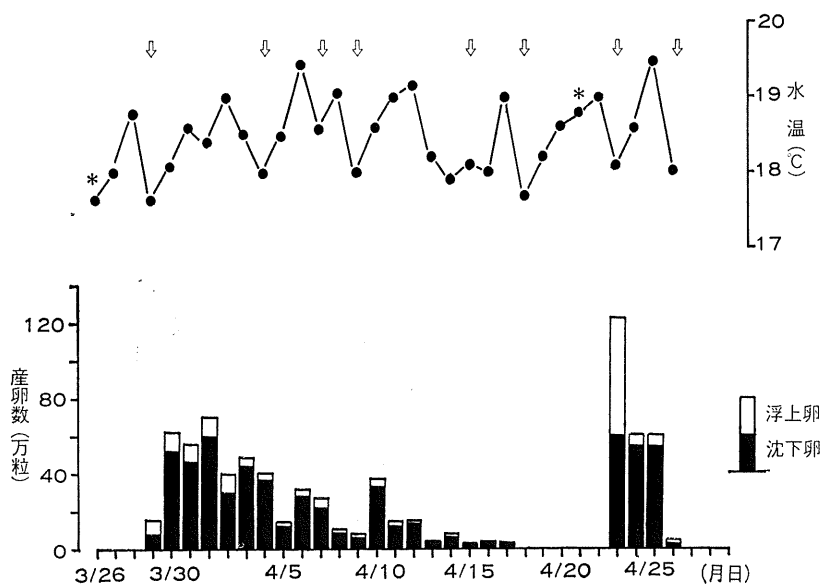


図 5 昭和 61 年試験 4 における産卵刺激としての水温変化と産出卵数の関係

\* はホルモンの打注日 ↓印は水温刺激 ●—●養成水温

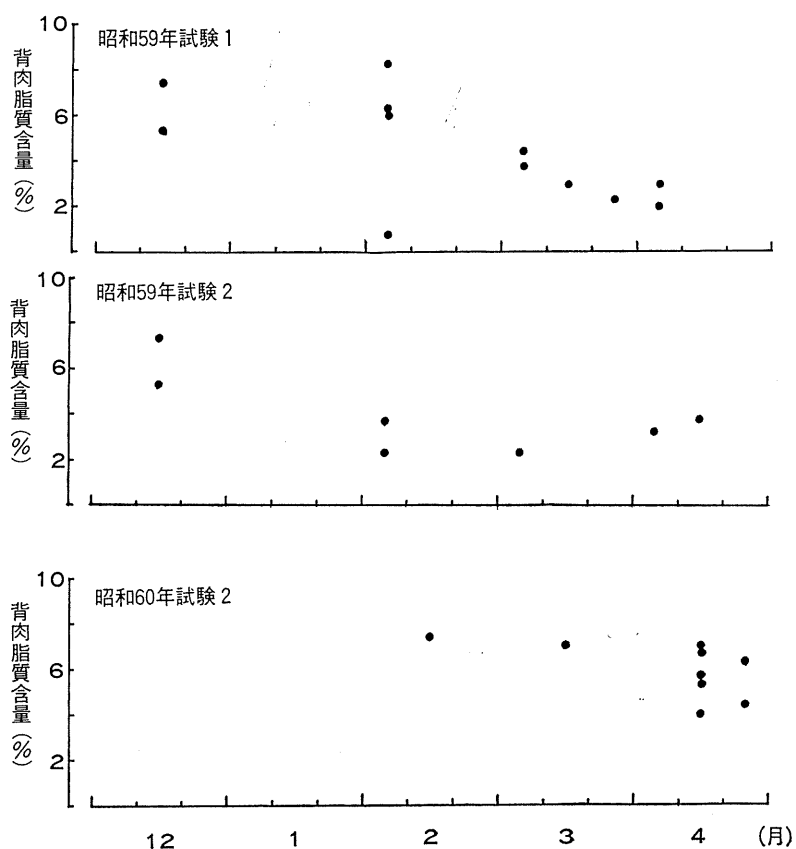


図 6 陸上水槽養成過程における雌の背肉脂質含量の変動 (新聞, 1984・1985)

必ずしも効果が認められているとは言えない。したがって、卵巣卵の成熟段階や他の産卵刺激との組み合わせを十分考慮した水温刺激を検討する必要がある。

本年の試験より、本種を自然産卵させるには、卵成熟過程および産卵時期に見合った水温のコントロールが必要であり、また、水温刺激を与えるばあいには、それが有効に働くような成熟段階で行なうべきであると考えられ、同時に、水温刺激の際の温度変動幅についても検討が必要と思われた。

(2) 62 年の試験結果 57~61 年の試験では、親魚回遊水槽で長期養成した親魚の産卵は認められなかった。その原因の 1 つとして、親魚管理の項、(2) で述べた長期間収容した親魚の肥満度の低下が背肉脂質含量の不足を生ぜしめ、それが何らかの障害をもたらしているのではないかと推察した。図 6 に前記肥満度の変化に対応して背肉脂質含量がどのように変化したかを示した<sup>21)</sup>。59 年試験 1 の場合には、収容時に背肉脂質含量が 5~8% であったが、収容直後から低下し 3 月末には 3% 以下となる個体が見られている。また、同年の試験 2 でも同様な傾向が見られ、2 月以降には背肉脂質含量が 3% 以下までに減少している。60 年試験 2 の場合には、2 月中旬から 3 月中旬にかけては 8% 前後と高く推移しているものの、4 月に入ると背肉脂質含量が 4% に低下している個体も見られた。

落合らは<sup>19)</sup>、本種は越冬や成熟・産卵活動のために軀幹部筋肉に脂肪を蓄え、このことが、本種の成熟・産卵に非常に重要な役割を果たすことを報告している。また、志水ら<sup>22)</sup>の報告によれば、養成魚および天然ハマチともに背肉脂質含量は 9 月から翌年 1 月にかけて 8~20% と急激に高くなり、その後徐々に低下し 5 月には 5~15% 前後を維持すると報告している。これらのことから、陸上水槽で養成中の親魚では、背肉脂質が著しく少ないことが窺われる。このような背肉脂質の不足を防止するために、肥満度を秋期の養成段階から高め、さらに親魚回遊水槽での回遊速度を抑制することで肥満度の維持を図ることとした。

供試魚は、前年に親魚回遊水槽で自然産卵試験に用いた F 天 2 群を 61 年 12 月中旬に親魚回遊水槽へ収容した。収容時期は、本種の成熟が日長変化に現われる変異に影響される可能性があること、さらに馴致期間を考慮して、冬至 (12 月 22 日) 以前とした。同時に、海上生簀から陸上水槽への移送後の急激な照度変化を避けるため、回遊水槽内の照度を高めることとした。収容時の肥満度は、19.4 (18.4~20.5) で、これまでの試験では最も高い数値となった (表 2)。

水温設定は、親魚養成の項、(1) で述べた低水温 (水温 13°C 以下) と親魚の摂餌量との関係並びに 15°C 以上の水温域におけるの雌雄の成熟速度の差を考慮して、2 月上旬より 3 月上旬までの最低水温を 14°C とした。また、産卵水温に向けての水温上昇は、自然産卵事例 (59 年、60 年各試験 3) 並びにこれまでの人工採卵試験結果 (5 月下旬以降水温が 19°C 以上に達すると採卵が困難になる) を基に 4 月 20 日以降水温が 18.5°C となるようにした (図 7)。水温刺激は、4 月 25 日より 5 月 30 日まで計 7 回繰り返し与え、この際の水温変動幅は、産卵

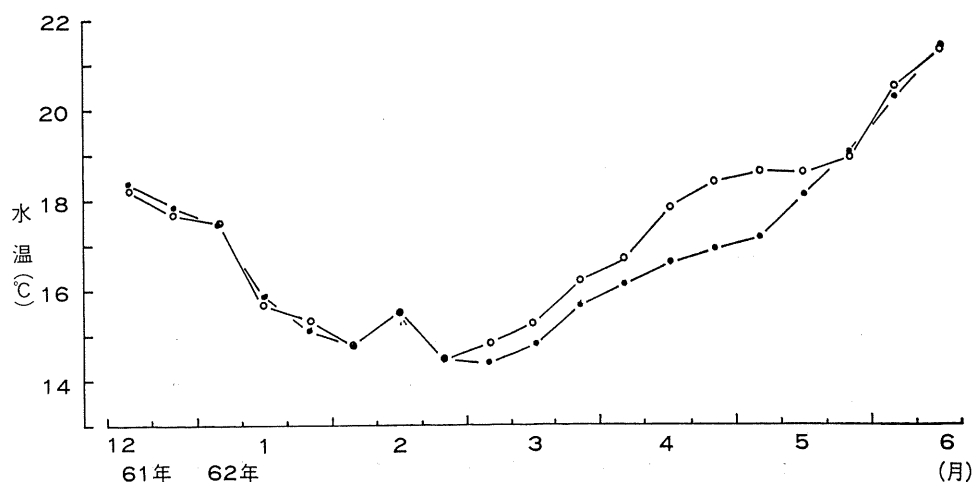


図 7 昭和 62 年試験 1 における自然産卵試験期間中の養成水温と自然海水水温の経過

○養成水温 ●自然海水水温

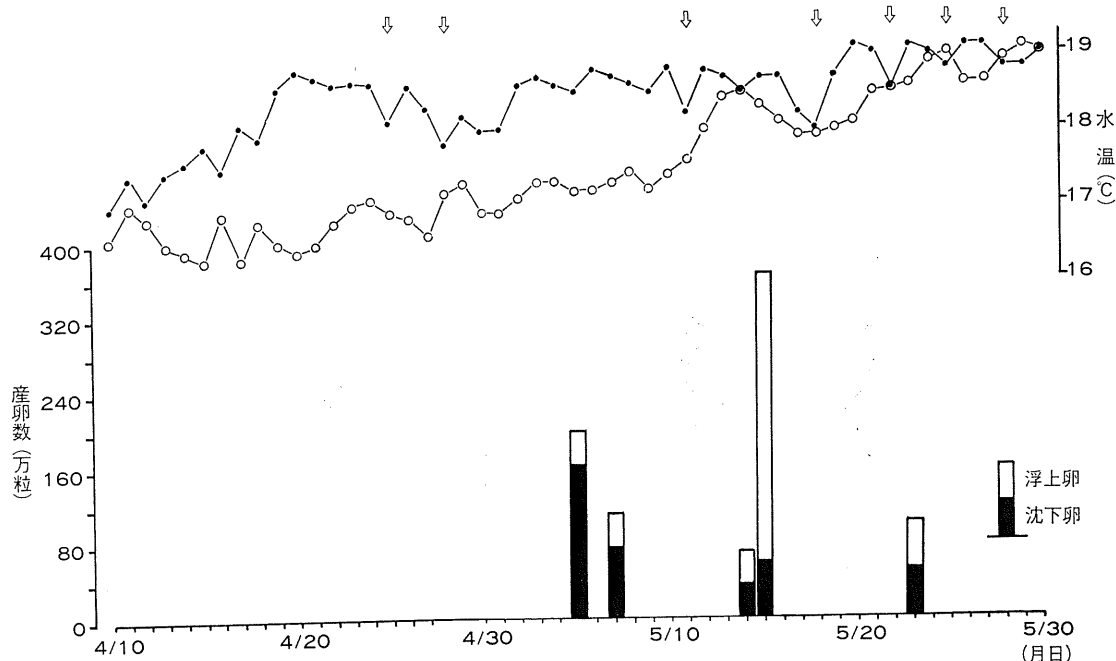


図 8 昭和 62 年試験 1 における産卵刺激としての水温変化と産出卵数の関係  
↓印は水温刺激 ●養成水温 ○自然海水温

適水温域を 18.0~19.0°C と想定し、この範囲内で行なった (図 8)。なお、刺激時期は、親魚の摂餌状況並びに腹部の膨満状態を目安とした。

今年の試験では、親魚回遊水槽の 1ヶ所に仕切網を設けたが、回遊速度は 1.2~2.0 km/時 (61 年度 3.5~4.1 km/時) となり、その効果が見られた。また、肥満度は、1 月下旬の測定では平均 19.4 と収容時と変わらず、その後の目視観察でも 4 月下旬まではこの程度の値を維持していたように思われた。なお、天窓を設置したために、水面上の照度は晴天時には 1000~2500 lux となり、従来の 100 lux 以下と比較すると、はるかに明るくなった。

このような新しい飼育条件下で、表 5 に示すように、最初の産卵は 5 月 5 日に確認され、さらにその後 5 月 23 日までの 19 日間に 5 回の産卵が確認された。本試験では総採卵数 851.2 万粒を得、ふ化仔魚 256.3 万尾が得られた。浮上卵の平均卵径および平均油球径は、それぞれ 1183~1228  $\mu\text{m}$ , 278~309  $\mu\text{m}$  で、62 年 F 天 2 群の人工採卵で得られたそれ (平均卵径 1170  $\mu\text{m}$ , 平均油球径 286  $\mu\text{m}$ ) と比較すると、卵径のみがやや大きい傾向にあった。産卵期間中の雌 1 尾あたりの採卵数は、雌 23 尾が全て産卵に関与したと仮定して 37.0 万粒であり、本年度の人工採卵における同系群の事例の 51.4 万粒をはるかに下回った。目視観察によれば雌の全てが産卵に関与したとは思われない。また、今回の結果を 59, 60 年各試験 3 と比べると、産卵水温は 18.0~19.1°C (図 8) で大差は無いが、産卵は早朝 (4~7 時) 行なう傾向にあり、この点で前例 (12~13 時, 19~20 時) と異なった。しかし、産卵行動は確認出来ず、産卵前日の夕刻に一つの大きな群を形成して回遊するのが見られたに留まった。

本年度の試験における水温刺激と産卵との関係について図 8 に示した。産卵は、水温刺激を与えた後早くて 2 日、遅い時には 9 日間経過したのちに認められており、かつ、各産卵回次により水温刺激を与えてからの産卵までの所要日数は大きく異なった。したがって、水温刺激が安定した効果をもたらしたかどうかについてはなお検討の余地が残され、特に水温刺激の間隔が卵巣卵の成熟速度に見あったものであったかどうかについてはさらに注意深く観察する必要がある。なお、産卵時の水温がいずれも 18.5°C 前後ではほぼ一致していることは注目される点である。

1 回目および 2 回目の採卵では、沈下卵中の発生停止卵の占める割合は、それぞれ 80%, 93% であり、ほとんどの卵が受精後発生を停止したと判断された。この時の水槽および採卵ネット内の卵には発生停止卵があまり見られなかったことからみて、卵回収以降の作業に問題があると思われた。このため、3 回目以降の採卵では、材料と



方法の項 (1, (5)) で述べたように洗卵作業の改善を行なったところ、4 回目の採卵では沈下卵中の発生停止卵の占める割合は 7% と低く、浮上卵率も 86% 高くなった。ただし、3 回目と 5 回目では全てが未受精卵であったために、浮上卵率は洗卵作業に関わらず低い。このようなことから推察すると、本種の受精卵はマダイ等の卵に比べ洗卵作業による物理的刺激を受けやすいものと考えられ、採卵および卵管理を慎重に行なう必要がある。

### 結果の要約と今後の問題点

以上のように、当事業場で行なってきた養成親魚による自然産卵試験では、昭和 62 年になってようやく計画的産卵に向けての条件設定の足掛かりを得たが、今後、解決すべき問題も多く残されている。

親魚仕立てについては、既に述べたように養成親魚を最終の成熟段階に到達せしめるような技術が一応出来上がっている。残された問題は自然排卵を如何に確実に生起させるかであり、こういう観点から、今回の自然産卵に寄与したと考えられる諸要因について考察するとともに、さらに解明すべき諸問題について指摘したい。

1) 親魚養成における肥満度についての考え方 62 年度の成果と関連して著者等が特に注目しているのは、肥満度の維持を試みたことの効果である。

煤田・落合<sup>7)</sup> は本種の養成魚の生殖腺が天然魚と比較して小さいことを指摘し、この原因として、落合ら<sup>14)</sup>は投餌量過多による肥満が考えられるとしている。また、肥満度と粗脂肪総量とは相関度が強く、天然ブリの粗脂肪総量に近ずけるためには、養成魚では、1 月頃の肥満度が 15 前後となるように飼育することを推奨している。このような考え方によって、61 年度までの当場の親魚養成では、産卵期の肥満度が天然魚と同じ程度 (肥満度 18.0 前後) になるように投餌回数を調整してきた。その結果、人工採卵では、2000 万尾程度のふ化仔魚が安定して得られるようになった。しかし、この考え方によって行なった親魚回遊水槽での長期養成試験では、自然産卵は成功しなかった。

このため、62 年度の試験では、親魚の脂質量の不足に着目し、餌料の改善と投餌回数の増加によって肥満度を秋期の養成段階から高めるとともに、親魚回遊水槽での運動量を抑制して、その低下を防ぐことにした。そのときの成長と肥満度については図 2 に示すとおりである。著者等は脂肪の蓄積増大を図ったことが卵巣の十分な成熟の進行 (生殖腺指数) を可能にし自然産卵に至った重要な要因となったのではないかと考えている。しかし、逆に落合ら<sup>14)</sup>が言うように、親魚の成熟、産卵を阻害している可能性も残されてはいる。同時に今年の試験では、飼育水温や水槽照度等についても条件が変化しており、当然これら諸要因が複雑に交錯している可能性もある。したがって現段階では、著者等の考え方を確認するには至っていない。

2) 産卵水槽の温度コントロール 自然産卵を支える基本的な条件と考えられる。養成親魚を陸上水槽で管理した場合、雌では雄より早く、水温 12°C 台でも成熟は進むようであるが、その速度は極めて遅い。水温が 15°C 以上に転ずると成熟速度はやや早くなり、16°C 前後で急速に進み、17°C 近くになるとすでに人工授精による採卵が可能 (平均卵巣卵径 650  $\mu$ m 以上) な状態まで進む。雄では、12°C 台の水温では成熟はほとんど進まないが、15°C 辺りから急速に進行すると考えられる。このような雌雄の成熟過程の差を考慮しつつ、過去の自然産卵事例を参考に 4 月下旬から 5 月上旬に 18.5°C になるように水温を徐々に上昇させるという考え方を取った。このような水温管理の有効性についてはなお再現性を確認する必要がある。特に成熟速度は、摂餌量はもちろんのこと餌料の質、養成容器やその他の環境要因にも影響されると思われるため、今後この点についての解明も必要であろう。

3 例の自然産卵結果から見れば、本種の自然産卵は 5 月上旬～下旬にかけて、18.0~19.1°C の狭い水温帯で行なわれている。一方、当場で人工採卵が可能な時期は、4 月下旬～5 月上旬で、水温は 16.3~19.5°C である。両者間の相違についても今後検討を行ない、産卵水槽の温度管理に資する必要がある。

3) 自然産卵に関連する他の要因 水槽上屋に天窓を設置して照度の増大を図った効果については今後も注意深く見守る必要がある。照度の増大が水槽内の親魚の運動量を増大させる可能性があるが、一方、海上生簀から暗い屋内水槽への移槽に伴う急激な照度低下や日長変化の乱れが成熟リズムを壊す可能性があり、これを防除する効果があると思われるからである。

もうひとつ、1) で述べた餌料組成の改善効果も注目する必要がある。62 年の試験では、従来の餌料を大幅に改善して表 3 に示すような餌料組成とした。当面、肥満度の維持を目的とした措置であることは先に述べたが、餌料の質はストレスへの耐性や卵質の向上にも密接に関連していると思われるので、さらに、吟味しておく必要がある。

4) 温度刺激 62 年には、水温刺激によって、5 回の自然産卵が確認され、総採卵数は 851.2 万粒で、1 尾当

たりの採卵数は 37 万粒と計算された。産卵個体数は、目視観察より数尾程度であったと推定され、今回の試験では産卵関与個体数が少なかった点で改善の余地が残される。この点で特に重要と思われることは温度刺激が成熟過程の適正な時期に与えられたか否かということであろう。今回、成熟状況は、親魚に与えるストレスを考慮して、卵巣卵の成熟過程調査を行わず、把握することはできなかった。このため、温度刺激を与える時期の選定に当たっては、産卵期前に見られる親魚の摂餌率の低下や目視観察による腹部の膨満状態を目安としたが、この方法では確実性の点で問題が残る。今後はさらに確実な水温刺激の時期の把握が必要であると同時に刺激として与える温度変化の幅についても、なお、試験の積み重ねが必要であろう。

## 謝 辞

本試験は五島事業場水田洋之介場長指導のもとに、当场職員各位の協力により実施されたもので、試験を進めるにあたっては、当協会西日本支部古沢徹第 1 技術部長より種々の有益な助言をいただいた。また、高知大学煤田普助教授、養殖研究所繁殖生理部の大池一臣主任研究官\*、新聞脩子主任研究官、新井茂室長および広瀬慶二室長には、本種の成熟過程について栄養学的、組織学的、生理学的な御教示を戴くとともに、試料の分析をお願いした。なお、本報告の取纏めにあたり、ご指導と原稿の校閲を当協会須田明常務理事にいただいた。以上の方々に謹んで感謝の意を表する。

## 参 考 文 献

- 1) 内田恵太郎・道津喜衛・水戸 敏・中原官太郎 (1958) ブリの産卵および初期生活史。九州大学農学部学芸雑誌, 16(3): 329-342.
- 2) 三谷文夫 (1960) ブリの漁業生物学的研究。近畿大学農学部紀要, 1: 175-218.
- 3) 原田輝男 (1966) ブリの増殖に関する研究。近畿大学水産研究所報告, 3: 40-54.
- 4) 長崎県水産試験場 (1966) 海産魚種苗生産技術研究報告, II: 1-11.
- 5) 藤田矢郎・道津喜衛・原田輝男 (1965) ホルモン刺激によるブリの人工採卵。日本水産学会昭和 40 年秋期大会講演要旨集: 308.
- 6) 高知県水産試験場 (1971) 「ブリの種苗生産に関する研究」結果報告書, 1: 11-29.
- 7) 煤田 普・落合 明 (1971) 産卵前後における養成ブリの成熟について。魚類学雑誌, 18(4): 175-181.
- 8) 日本栽培漁業協会 (1983) 栽培漁業技術開発の歩み: 47-51.
- 9) 日本栽培漁業協会 (1986) 日本栽培漁業協会事業年報, 昭和 60 年度: 21-24.
- 10) 古満目親魚養成前進基地 (1978) 陸上水槽におけるブリの自然産卵。栽培技研, 7(2): 51-54.
- 11) 岩本 浩・道津喜衛 (1980) 東九州における網生質養殖ブリの産卵。日本水産学会昭和 55 年秋期大会講演要旨集: 219.
- 12) 落合 明・煤田 普 (1986) ブリの自然産卵に関する 2, 3 の知見。親魚養成に関する研究報告会資料 (プリント).
- 13) 日本栽培漁業協会 (1983) 日本栽培漁業協会事業年報, 昭和 57 年度: 20-23.
- 14) 藤田矢郎 (1980) ブリの生態。養魚講座 4 ハマチ・カンパチ (緑書房): 20-22.
- 15) 日本栽培漁業協会 (1985) 日本栽培漁業協会事業年報, 昭和 59 年度: 19-20.
- 16) 落合 明・鍋島 浩・煤田 普・長谷川泉 (1980) 産卵期中のブリ生殖腺の成熟と体部組織脂肪の量的変化について。日水誌, 46(4): 407-412.
- 17) 落合 明・煤田 普 (1979) ブリの成熟と産卵に関する研究資料。日本栽培漁業協会研究資料, (12).
- 18) 大池一臣 (1985, 1986) 五島事業場における養成ブリの卵形成状態。親魚養成に関する研究報告会資料 (プリント).
- 19) 松本 淳・河野一利 (1985) シマアジの採卵について。栽培技研, 14(1): 35-42.
- 20) 日本栽培漁業協会 (1984) 日本栽培漁業協会事業年報, 昭和 58 年度: 16-22.
- 21) 新聞脩子 (1984・1985) 五島事業場における養成ブリの血液成分と脂質の経時的変動。親魚養成に関する研究報告会資料 (プリント).
- 22) 志水 寛・多田政実・遠藤金次 (1973) ブリ筋肉化学組成の季節変化—I。日水誌, 39(9): 993-999.

---

\* 現南海海区水産研究所