

Memoirs of the Faculty of Agriculture of Kinki  
University No. 3, 1965

ブリの増殖に関する研究  
—特にいけす網養殖における餌料と成長との関係—

原 田 輝 雄

目 次

緒 論		
0. 1	は し が き	1
0. 2	研 究 史	2
0. 3	謝 辞	3
第 1 章	研究材料と研究方法	
1. 1	研 究 材 料	5
1. 2	研 究 方 法	5
第 2 章	養殖ブリの特異形態	
2. 1	ま え が き	10
2. 2	実験および調査の方法	10
2. 3	実験および調査の結果	11
2. 3. 1	養殖ブリの成長に伴う形態の変化	11
2. 3. 2	養殖ブリと天然ブリの形態の比較	20
2. 4	総括および論議	23
第 3 章	種 苗	
第 1 節	人 工 ふ 化	24
3. 1. 1	ま え が き	24
3. 1. 2	実験の材料および方法	24
3. 1. 2. 1	天然卵のふ化	24
3. 1. 2. 2	人工受精ならびにふ化	25
3. 1. 2. 2. 1	親 魚	25
3. 1. 2. 2. 2	人 工 受 精	25
3. 1. 2. 2. 3	ふ 化	25
3. 1. 2. 3	ふ 化 子 魚	26
3. 1. 2. 3. 1	ふ化子魚の状態	26
3. 1. 2. 3. 2	ふ化子魚の輸送	27
3. 1. 2. 3. 3	ふ化子魚の飼育	27
3. 1. 3	実 験 結 果	27
3. 1. 3. 1	天然卵からのふ化	27

3. 1. 3. 1. 1	天然卵の採集	27
3. 1. 3. 1. 2	天然卵のふ化	28
3. 1. 3. 2	人工受精およびふ化	28
3. 1. 3. 2. 1	親魚の熟度と受精率	28
3. 1. 3. 2. 2	卵の生残率のふ化槽による相違	31
3. 1. 3. 3	ふ化子魚	36
3. 1. 3. 3. 1	ふ化子魚の状態	36
3. 1. 3. 3. 2	ふ化子魚の輸送	37
3. 1. 3. 3. 3	ふ化子魚の飼育	37
3. 1. 4	論議	38
<b>第 2 節</b>	<b>稚魚</b>	<b>38</b>
3. 2. 1	ま え が き	38
3. 2. 2	実験方法	39
3. 2. 2. 1	稚魚の大きさと餌付け中の死亡	39
3. 2. 2. 2	魚体の大きさと餌付状態	39
3. 2. 2. 3	稚魚の大きさによる成長の相違	39
3. 2. 3	実験結果	39
3. 2. 3. 1	稚魚の大きさと餌付け中の死亡	39
3. 2. 3. 1. 1	異なる時期に漁獲された稚魚	40
3. 2. 3. 1. 2	同時に漁獲された稚魚	41
3. 2. 3. 2	魚体の大きさと餌付き状態	42
3. 2. 3. 3	稚魚の大きさによる成長の相違	43
3. 2. 4	論議	43
<b>第 4 章</b>	<b>成 長</b>	
<b>第 1 節</b>	<b>養殖場の相違による成長</b>	<b>46</b>
4. 1. 1	ま え が き	46
4. 1. 2	実験および調査の方法	46
4. 1. 3	実験および調査の結果	47
4. 1. 3. 1	第 1 養魚場	47
4. 1. 3. 2	いけす網養殖場	54
4. 1. 3. 3	第 1 養魚場といけす網養殖場におけるブリの成長の比較	57
4. 1. 3. 3. 1	0 年 魚	57
4. 1. 3. 3. 2	1 年 魚	64
4. 1. 3. 3. 3	2年魚・3年魚および4年魚	65
4. 1. 3. 4	天然ブリとの成長の相違	66
4. 1. 3. 5	施設費および管理費	66
4. 1. 4.	総括および論議	67
<b>第 2 節</b>	<b>環境要因と成長</b>	<b>70</b>
<b>第 1 項</b>	<b>水 温</b>	<b>70</b>
4. 2. 1. 1	ま え が き	70

4. 2. 1. 2	実験および調査の結果	70
4. 2. 1. 2. 1	低水温に対する抵抗力	70
4. 2. 1. 2. 1. 1	水温を徐々に低下させた場合	70
4. 2. 1. 2. 1. 2	種々の低水温に保つた場合	72
4. 2. 1. 2. 1. 3	ブリの養殖場の水温低下による被害	73
4. 2. 1. 2. 2	高水温に対する抵抗力	78
4. 2. 1. 2. 2. 1	水温を徐々に上昇させた場合	78
4. 2. 1. 2. 2. 2	種々の高水温に保つた場合	78
4. 2. 1. 2. 3	ブリの成長に及ぼす水温の影響について	81
4. 2. 1. 2. 3. 1	0年魚・1年魚・2年魚・および3年魚の成長と水温	81
4. 2. 1. 2. 3. 2	異なる水温で飼育した0年魚の成長	86
4. 2. 1. 3	総括および論議	88
4. 2. 1. 3. 1	低水温に対する抵抗力	88
4. 2. 1. 3. 2	高水温に対する抵抗力	88
4. 2. 1. 3. 3	成長に及ぼす水温の影響	89
4. 2. 1. 3. 4	結 論	89
<b>第 2 項 比 重</b>		<b>89</b>
4. 2. 2. 1	ま え が き	89
4. 2. 2. 2	実験・調査の方法および結果	90
4. 2. 2. 2. 1	比重を徐々に低下させた場合の魚体の抵抗力	90
4. 2. 2. 2. 2	種々の低比重海水に収容した場合の抵抗力	90
4. 2. 2. 2. 3	比重低下による被害	92
4. 2. 2. 3	論 議	94
<b>第 3 項 溶 存 酸 素 量</b>		<b>95</b>
4. 2. 3. 1	ま え が き	95
4. 2. 3. 2	実験・調査の方法および結果	95
4. 2. 3. 2. 1	ブリが窒息するまでの溶存酸素量	95
4. 2. 3. 2. 2	溶存酸素量の欠乏による被害	96
4. 2. 3. 3	論 議	100
<b>第 3 節 餌 料 と 成 長</b>		<b>101</b>
<b>第 1 項 給 餌 量</b>		<b>101</b>
4. 3. 1. 1	ま え が き	101
4. 3. 1. 2	実験の材料および方法	101
4. 3. 1. 2. 1	養 殖 場	101
4. 3. 1. 2. 2	供 試 魚	101
4. 3. 1. 2. 3	餌 料	101
4. 3. 1. 2. 4	実験期間および測定	102
4. 3. 1. 3	実 験 結 果	103
4. 3. 1. 3. 1	マアジを餌料として給与した場合	103
4. 3. 1. 3. 2	カタクチイワシを餌料として給与した場合	111

4. 3. 1. 4	論 議	118
<b>第 2 項</b>	<b>餌 料 の 種 類</b>	<b>120</b>
4. 3. 2. 1	ま え が き	120
4. 3. 2. 2	実 験 方 法	120
4. 3. 2. 3	実 験 結 果	121
4. 3. 2. 3. 1	実 験 番 号 I	121
4. 3. 2. 3. 2	実 験 番 号 II	127
4. 3. 2. 3. 3	実 験 番 号 III	131
4. 3. 2. 3. 4	実 験 番 号 IV	133
4. 3. 2. 3. 5	実 験 番 号 V	137
4. 3. 2. 4	総括および論議	143
<b>第 3 項</b>	<b>切 断 魚 肉 と 粉 碎 魚 肉</b>	<b>145</b>
4. 3. 3. 1	ま え が き	145
4. 3. 3. 2	実 験 方 法	145
4. 3. 3. 3	実 験 結 果	147
4. 3. 3. 3. 1	日間給餌率10%を基準とした場合	147
4. 3. 3. 3. 2	日間給餌率 20%を基準とした場合	153
4. 3. 3. 3. 3	飽食するまで給餌した場合	154
4. 3. 3. 3. 4	紛碎肉餌料と切断肉餌料の魚体内摂取歩溜まり	156
4. 3. 3. 4	論 議	156
<b>第 4 項</b>	<b>給 餌 回 数</b>	<b>157</b>
4. 3. 4. 1	ま え が き	157
4. 3. 4. 2	実 験 方 法	157
4. 3. 4. 3	実 験 結 果	159
4. 3. 4. 3. 1	実験番号 I の実験 (毎回飽食するまで給与する場合)	159
4. 3. 4. 3. 2	実験番号 II の実験 (1回の飽食量を分けて給餌する場合)	164
4. 3. 4. 3. 3	実験番号 III の実験 (消化速度の調査)	167
4. 3. 4. 4	論 議	168
<b>第 4 節</b>	<b>成 長 に 伴 う 日 間 給 餌 率 ・ 日 間 成 長 率 ・ 増 重 倍 率 ・ 餌 料 効 率 ・ 減 耗 率 の 変 化</b>	<b>170</b>
4. 4. 1	ま え が き	170
4. 4. 2	実 験 方 法	171
4. 4. 3	実 験 結 果	171
4. 4. 3. 1	雑 魚	171
4. 4. 3. 2	0 年 魚	174
4. 4. 3. 3	1 年 魚	176
4. 4. 3. 4	2 年 魚	179
4. 4. 3. 5	3 年 魚	182
4. 4. 3. 6	4 年 魚	183
4. 4. 3. 7	体重と日間給餌率, 日間成長率, 増重倍率および餌料効率との関係	187
4. 4. 3. 8	年令と成長度	189

4. 4. 4	論 議	191
<b>第 5 節</b>	<b>成長に関する理論的考察</b>	<b>192</b>
4. 5. 1	給餌量と増重量との関係	192
4. 5. 2	飽食量と体長との関係	199
4. 5. 3	飽食量と体重との関係	200
4. 5. 4	飽食量と水温との関係	204
4. 5. 5	BERTALANFFY の成長式の適用	206
4. 5. 6	飽食量と体重および水温との関係	209
4. 5. 7	適正給餌量の決定	211
<b>第 5 章</b>	<b>魚 病</b>	
<b>第 1 節</b>	<b>Benedenia seriolaе による被害とその駆除法</b>	<b>215</b>
5. 1. 1	ま え が き	215
5. 1. 2	実験および調査の方法	216
5. 1. 3	実験および調査の結果	216
5. 1. 3. 1	<i>B. seriolaе</i> の成長	216
5. 1. 3. 2	寄生しやすい環境および被害状況	219
5. 1. 3. 3	低比重に対する <i>B. seriolaе</i> の抵抗力およびその駆除法	222
5. 1. 3. 3. 1	低比重海水に対する <i>B. seriolaе</i> の抵抗力	223
5. 1. 3. 3. 2	ブリ・カンパチの淡水および低比重海水に対する抵抗力	225
5. 1. 3. 3. 3	淡水処理中の溶存素量の変動	226
5. 1. 3. 4	淡水処理による駆除が魚の成長に及ぼす影響	227
5. 1. 4	総括および論議	229
5. 1. 4. 1	予 防 法	229
5. 1. 4. 2	駆 除 法	229
<b>第 2 節</b>	<b>過食による死亡</b>	<b>230</b>
5. 2. 1	ま え が き	230
5. 2. 2	実験および調査の方法	230
5. 2. 2. 1	高水温時の過食による死亡	230
5. 2. 2. 2	水質悪化時の過食による死亡	231
5. 2. 2. 3	低水温時の過食による死亡	231
5. 2. 3	実験および調査の結果	231
5. 2. 3. 1	高水温時の過食による死亡	231
5. 2. 3. 2	水質悪化時の過食による死亡	233
5. 2. 3. 3	低水温時の過食による死亡	236
5. 2. 4	論 議	236
<b>第 6 章</b>	<b>ブリの養殖の問題点と今後のあり方についての考察</b>	
6. 1	ま え が き	238

6. 2	考	察	238
6. 2. 1	種	苗	238
6. 2. 2	餌	料	239
6. 2. 3	養	殖 場	239
6. 2. 4	魚	病	240
6. 2. 5	養殖魚の	販売	241
摘	要		242
引	用	文 献	254
P L A T E			258

# 緒 論

## 0・1 は し が き

ブリ *Seriola quinqueradiata* TEMMINCK et SCHLEGEL はわが国近海を回遊する魚で成長に伴い呼び名が変わるので日本人には出世魚として親しまれ高級大衆魚として広く用いられている。ブリの増殖は1930年ころ、香川県においてハマチ（0年魚）の養殖としてはじめられた。関西地方ではおよそ体重500～2,000gの大きさのブリをハマチと呼んでいるが、地方によってハマチと呼ばれる大きさにかかなりの差異が認められる。ハマチ養殖はその後しだいに広まって第2次大戦前は香川、兵庫、徳島などの瀬戸内海沿岸の各県でかなり盛大に行なわれていた。しかし、戦時中は魚類統制で中断し、後統制の解除とともに再びはじめられた。筆者がブリの養殖に着手したのは1954年で、当時ブリの養殖は香川県安戸池（戦後再開された）で行なわれているだけであった。したがって、戦前調査されたハマチ養殖に関する2,3の記録があったほかは研究業績はほとんど見当らなかった。筆者は1953年、広大な海水養魚場を付属する近畿大学水産研究所へ海産魚の増殖研究の夢をもって赴任し、同大学総長の指示によって各地の養殖場、水族館を視察した。その結果、有用海産魚のうち手はじめとして成長が速く、かつ、飼育しやすいブリの養殖を立案し、1954年から実施に移ったのが本研究に着手した動機である。それ以来7年有余筆者は養魚場に臨んだ養魚監視所に起居し、ブリと接触する時間を長く持つことにつとめて、ブリの養殖に専念した。

筆者はまず海産魚の養殖の発展には養殖場を手軽に設置する必要を感じ、養殖場の研究に着手した。まず、いけす網内における成長と内湾を区画した従来の広い養殖場におけるそれとを比較し、合成繊維漁網を用いたいけす網養殖法を考案した。ついで、実験方法としていけす網養殖法を採用し、種々の給餌方法による飼育比較実験によって、餌料と成長との関係を明らかにした。つぎに養殖の集約化に伴って発生するある種の寄生虫（吸虫の1種）の予防とその駆除法を研究し、また、しばしば起こって大害を与える過食による死亡についても究明した。さらに最近では養殖用種苗の不足に対する解決策として、人工ふ化養殖実験を行ない。また、親魚の養殖にもつとめている。これらが筆者が行なった研究の主要な部分であるが、とくに比較実験による成長の究明に重点が置かれている。本論文は第1章においていけす網養殖法と従来の広い養魚場による養殖法とについて、研究方法の特色を述べ、第2章において養殖ブリの形態的特異性について触れ、第3章ではブリの人工ふ化と、天然産稚魚の飼育について種苗問題を追求し、第4章では、養殖場、環境要因および餌料と成長との関係について検討し、第5章では寄生虫や過食による死亡などの魚病についての予防法・治療法などを明らかにし、最後に第6章では当面しているブリ養殖上の問題点と今後のあり方

について考察を加えた。

近年沿岸漁業の不振に伴い、各地でハマチ養殖が盛んに行なわれるようになった。瀬戸内海漁業調整事務局の調査では、瀬戸内海沿岸のハマチ養殖用種苗の需要は、1957年には約20万尾、1958年には約42万尾、1959年には約85万尾、1960年には約216万尾、1961年の需要見込は約506万尾であって、年々倍増以上のすばらしい伸びを示している。最近はさらに、沿岸漁業の構造改善の重要な部分に海産魚の養殖が取り入れられるよう計画されており、天然の海からの漁獲量の減少とともにブリの養殖にかけられている期待は大きく、養殖の研究も要望されるところが少なくない。本研究はなお不備な点も少なくないが、前記の要望の一端をみたすためにあえてとりまとめることにした。今後さらに研究の完成につとめ、ブリ養殖業の発展に寄与したいと念願する次第である。

## 0・2 研 究 史

香川県大川郡引田町安戸池において野網佐吉氏がハマチの養殖に着手したのが世界におけるブリ養殖事業の草分けとされている。その時期については、松本(1935)や堀(1936)によれば1930年とされているが、現在安戸池においてハマチ養殖事業を営んでおり最初から安戸池におけるハマチ養殖事業にたずさわってきた引田漁業協同組合長野網和三郎\*によれば、着手は1928年である。1930年および1931年に香川県水産試験場が元玉藻城天主閣(高松市)を囲む内堀でハマチの養殖試験を行なったが成長はよくなかった(松本, 1935)。岸は1933年ごろ、兵庫県福良においてハマチの短期養殖をはじめ、また、内海養魚株式会社は1934年から香川県喜兵衛島において島と島との間の海峡を築堤によって区画しハマチ養殖をはじめた。そのほか、このころになると香川・兵庫・徳島など瀬戸内海沿岸の各県下で事業に着手するものが現れた。愛知県水産試験場(1936, 1937, 1938)は1935~1938年2面の池でハマチ養殖の継続試験を行ない、成長度・水温・比重・経済効果などの知見を報告した。一方、1年魚以上の蓄養については、田中(1931)は朝鮮洛山湾における経過を報告し、福井県水産試験場(1935)は常神湾における試験結果を報告した。その後第2次大戦中における魚類の統制のため1941年からまず喜兵衛島養魚場が、そして、1943年までには安戸池養殖場ほか休業し、ハマチ養殖事業はすべて中断されることとなった。戦後魚類の統制解除によって1951年安戸池が養殖業を再開したが、ほかに養殖をはじめめるものなく、1954年近畿大学が和歌山県西牟婁郡白浜町においてハマチの養殖に着手し、原田(1956, 1957, 1958a, 1958b, 1959a, 1959b, 1959c)はその結果についてブリの魚病、餌料と成長との関係、いけす網養殖法、寄生虫の駆除法などを報

\* 1951年4月8日 引田漁業協同組合野網和三郎氏からの書簡

\*\* 1960年5月25日 隔山三吉氏の談話

\*\*\* 1961年4月17日 喜兵衛島養魚場藤田氏の談話



告した。その後1956年ころから養殖に着手するものが現われはじめ、1958年からはハマチの養殖は急激に増加し、それに伴い試験研究も各地で行なわれはじめている。畑中(1958)は水槽においてブリを飼育しその食物消費量と成長について報告し、茂野(1959, 1960)は宮崎県沿岸の流れ藻についたブリ稚魚の飼育について報告し、橘高(1959)は兵庫県福良および三重県尾鷲における養殖結果にもとづいてハマチ養殖の2, 3点について検討を加え、楠田(1959)は京都府伊根町におけるハマチのいけす網養殖の結果について報告し、三木・高芝(1960)は尾鷲湾におけるブリ子の網いけす養殖について報告した。黒田(1960)は瀬戸内海におけるハマチ養殖のがい要について、赤井(1960)は岡山県におけるかん水養殖場について報告し、野網(1960)はかん水養殖に対する所見を発表した。一方、養殖用種苗確保のためのブリの人工ふ化の研究については、内田(1954)および内田・道津・中原・水戸(1958)の報告があり、内田ほか3氏は1954年にはじめてブリの人工受精を行ない、数千個の受精卵から2個の子魚を得た。原田(1961)は1960年ブリの人工ふ化実験を行ない20%のふ化率で約2,000個の子魚を、さらに1961年には60%のふ化率で約30,000個の子魚を得たが、子魚を養殖用種苗として育成するにはいたらなかった。

### 0・3 謝 辞

本研究の完成をみるにいたったのは京都大学教授川上太左英・松原喜代松両博士の長年にわたる懇切な御指導のたまものであり、ことに川上太左英博士には本論文を詳細に御校閲いただいた。ここに厚くお礼申しあげる。

また、本研究を行なう機会を与えられ、常に激励と厚い御配慮をいただいた近畿大学総長兼理事長世耕弘一氏に対し、この機会に厚くお礼申しあげる。近畿大学教授松井佳一博士には本研究を進めるに当たりいろいろと御指導をいただき、また便宜をはかっていただいた。近畿大学農学部長榎本中衛博士、京都大学教授清水亘博士、京都大学教授木俣正夫博士、三重県立大学教授川本信之博士、近畿大学講師佐藤庄太郎博士、近畿大学教授平尾子之吉博士、近畿大学教授中村浩博士および京都大学講師落合明博士にはかずかずの御指導と御助言をいただいた。山口左伸博士には寄生虫について種々御指導をたまわった。京都大学瀬戸臨海実験所内海富士夫博士、時岡隆博士および山路勇博士にはいろいろと有益な御助言をたまわり、また、何かと便宜をはかっていただいた。これらの方々に対し心から謝意を表するしだいである。近畿大学助教授三谷文夫氏には実験の整理に格別なお骨折をいただいた。心から厚くお礼申し上げる。ハマチ養殖の調査に関しては、引田漁業協同組合長野網和三郎氏・丸泰水産株式会社長隔山三吉氏・三重県水産試験場河村高知氏をはじめその他の方々・和歌山県水産試験場山本宣夫場長および宮本技師その他の方々に種々御協力をいただいた。いけす網用合成繊維漁網に関しては東洋レーヨン株式会社および日本漁網船具株式会社から格別な

御協力をいただいた。ブリ人工ふ化実験については大洋漁業株式会社下関支社定置漁業部長沢田都次氏，同次長石津峻氏，池田兵造氏，堀秀喜氏，久保正芳氏，浜口博史氏，長崎県南松浦郡富江町の福島彌造氏，西本英次氏，同郡玉の浦町玉の浦漁業協同組合の諸氏から種々御協力をいただいた。これらの各位に対し深甚な謝意を表す。また養殖魚の出荷や市場の調査について大阪中央卸売市場株式会社大木および和歌浦魚市場株式会社から格別な御協力をいただいた。養殖実験に際し白浜，浦神，江川などの漁業協同組合はじめ和歌山県下の各漁業協同組合からも格別な御協力をいただいた。また，餌料の冷蔵については日本冷蔵株式会社，薬品については武田薬工株式会社のそれぞれ御協力をいただいた。これら各位に対し厚く御礼申しあげる。

最後に本研究の養殖実験は近畿大学水産研究所職員熊井英水，榎田晋，村田修，中村元二，柏山美代子，岩城美好の諸氏ならびに元職員下岸靖明，芝博進，楠田理一，岩城恒男の諸氏はじめ従業員各位の御尽力によるものである。上記の方々に改めて深く感謝の意を表す。

# 第 1 章 研究材料と研究方法

## 1・1 研 究 材 料

養殖実験に用いた種苗は、三重県・和歌山県・高知県などの沿岸で漁獲された0年魚であって、体重0.3~700g, 体長3.0~37.0cmの範囲のものである。1年魚の養殖実験用種苗は近畿大学第1養魚場またはいけす網養殖場において養殖した0年魚の越年したものである。2年魚, 3年魚および4年魚についても同様で、毎年越年させて0年魚から養殖したものである。餌料には主として瀬戸内海産のイカナゴ, 和歌山・三重・鳥取・京都・福井の各府県産のマアジ, 大阪湾産および和歌山県産のカタクチイワシ, 岩手・宮城・茨城・千葉・和歌山の各県産のサンマなどを用いた。実験を行なった養殖場は、主として和歌山県西牟婁郡白浜町所在の近畿大学第1養魚場(面積46,544m<sup>2</sup>) 第2養魚場(面積2,810m<sup>2</sup>) および白浜町古賀浦湾に設置されたいけす網養殖場であるが、一部は三軒家谷湾に設置されたいけす網養殖場をも利用した。したがって、本研究においては養殖場を示す場合、和歌山の文字を省略して呼ぶことがある。第17図は本研究の大半を行なった近畿大学水産研究所白浜実験場, その付属第1養魚場, 古賀浦湾いけす網養殖場および付近の地形を示した写真である。第1図からわかるように、第1養魚場の外海に当たる古賀浦湾にいけす網養殖場がありそれに面して水産研究所白浜実験場の建物がある。古賀浦湾は田辺湾のうちの最も奥深い湾であり、台風などの荒天の際にも安全度が高く、湾内にはブリの養殖場のほかに真珠・カキなどの養殖筏が約500台設置されている。養殖場の環境については第4章第1節においてさらに詳細に述べる。

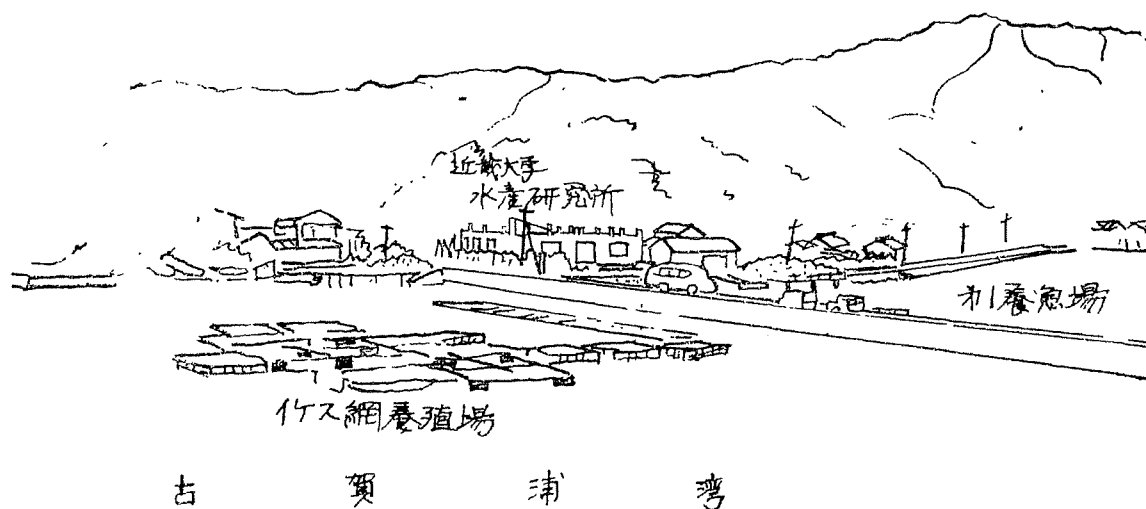
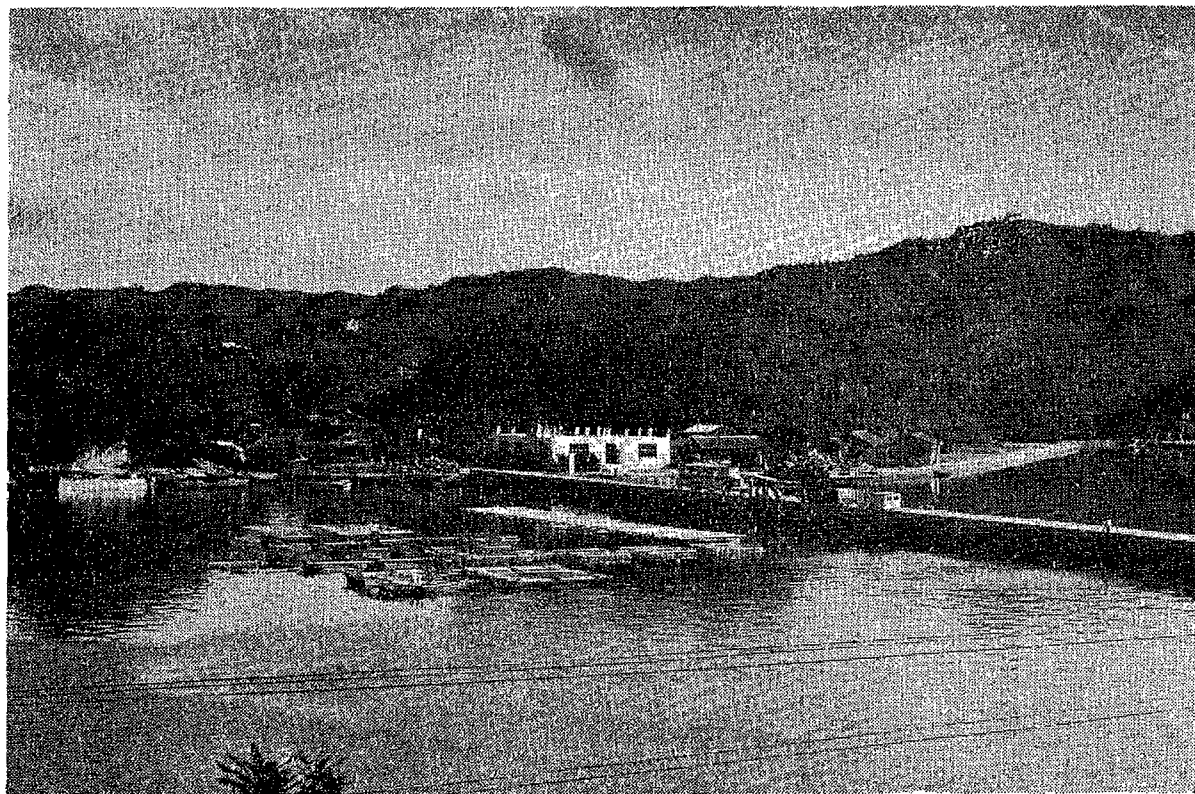
高水温・低水温・低比重・溶存酸素量の欠乏などに対する抵抗力を調べるための水槽実験に用いた供試魚は、第1養魚場またはいけす網養殖場において養殖したブリである。

人工ふ化実験の際には、長崎県男女群島女島定置漁場において漁獲されたブリを用い、天然産ブリの調査には大阪中央市場に入荷した各地のブリおよび和歌山県沿岸で漁獲されたものを用いた。

## 1・2 研 究 方 法

従来海産魚の養殖の研究には狭い水槽が用いられることが多かったが、筆者は従来水槽実験のほかに種々の広さの合成繊維製のいけす網を多数作製し、これらを用いて養殖比較実験を行ない、同時に内湾を区画した広い養魚場においても養殖実験を行なった。これが本研究の特色である。いけす網養殖法については第4章第1節で述べるように、養殖場が狭い割合に自然に近い環境で飼育することができ、かつ、供試魚の全部を容易に取りあげることができるので、実験や調査に適當である。また、広い養殖場における飼育も、水槽内の飼育にくらべ自然に近い状態で行なうことがで

きる。そこで、筆者は水温・低比重・溶存酸素量の欠乏に対するブリの抵抗性などの基礎的な実験は屋内水槽で行ない、餌料と成長との関係を研究するような養殖比較実験はいけす網養殖場で行ない、さらに、規模を大きくした事業化試験は広い第1養魚場、第2養魚場および比較的広いいけす網養殖場で行なった。



第1図 近畿大学水産研究所白浜実験場同付属第1養魚場  
および同付属古賀浦湾いけす網養殖場。

合成繊維を用いたいけす網による飼育比較実験の方法は、たとえば、容積の等しいいけす網を多数作製し、この中に供試魚を収容して各いけすを各実験区とし、種々の給餌法によって飼育して10～30日という比較的短い期間ごとに全部の魚をとりあげて調査測定を行ない、給餌の相違による魚体の成長度、餌料効率、減耗率および肥満度の相違を比較研究するものである。その際供試魚を収容した各いけす網は環境条件がなるべく等しくなるような内湾の海面に設置し、いけす網内の溶存酸素量が不足または不平等にならないよう収容供試魚数に注意した。

本研究は広くブリの養殖、繁殖助長および繁殖保護にわたっているので総括してブリの増殖という語を用いたが、その主要な部分は養殖である。本論文では、稚魚をある期間飼育して大きくするだけのいわゆる養成も養殖の中に含まれるものとして、とくに区別する必要のない限り、一般に養殖という語を使用することとする。また、魚の年令の呼び方は、満年令とし、ふ化後満1年までのものを0年魚、満1年過ぎから満2年までのものを1年魚、満2年過ぎから満3年までのものを2年魚というように呼ぶこととする。

つぎに、給与した餌料の重量を給餌量と称し、魚が摂取した餌料の重量を摂餌量と称することとする。したがって、厳密には給餌量と摂餌量とは同一のものではなく、摂餌量は給餌量より小さいのが普通である。給与した餌の一部は魚が摂取する前に多少流失するのが普通であるから、摂餌量は魚類の養殖中においては正確に測定しにくい。これに反し、給餌量は正確に測定される。また、魚類養殖事業上は給与する餌の量が重要な問題である。それゆえ、筆者は多くのばあい摂餌量と区別して給餌量という語を使用することとし、摂餌量は給餌量から推定することとする。

また、本研究では成長という語を広く用い、体長・体重の変動(成長量)、日間成長率、増重倍率、餌料効率、減耗率、肥満度などすべて成長に含めて論ずる場合が多い。成長度とは、成長量、日間成長率および増重倍率を含めたものを称することとする。養殖魚の測定は、その後の飼育実験のために生きているまま体重および尾さ体長について行なった。本研究ではとくにことわりのないかぎり体長とは尾さ体長を意味することとする。

増重倍率( $W_m$ )、餌料効率( $fe$ )、減耗率( $N$ )、肥満度( $F$ )、日間給餌率( $fd$ )はつぎの式によって求めた。

$$W_m = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \circ$$

$$fe = \frac{W_2 - W_1}{F_0} \circ$$

$$N = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \circ$$

$$F = \frac{Wt}{Lt^3} \times 1000$$

$$fd = \frac{\frac{F_0}{t}}{\frac{W_1 + W_2}{2}}$$

ここに表わす記号は

$W_1$  : 実験開始時魚体重 (g)

$W_2$  : 実験終了時魚体重 (g)

$Wt$  : t 日の魚体重 (g)

t : 日数

$F_0$  : t 日間の給餌量 (g)

$Lt$  : t 日の尾さ (又) 体長 (cm)

$n_1$  : 実験開始時尾数

$n_2$  : 実験終了時尾数

である。

本論文にあらわれるおもな魚種の学名はつぎのとおりである。

魚 種 名	学 名
ブ リ	<i>Seriola quinqueradiata</i> TEMMINCK et SCHLEGEL
カ ン パ チ	<i>Seriola purpurascens</i> TEMMINCK et SCHLEGEL
シ マ ア ジ	<i>Caranx delicatissimus</i> (DÖDERLEIN)
マ ア ジ	<i>Trachurus japonicus</i> (TEMMINCK et SCHLEGEL)
マ ダ イ	<i>Chrysophrys major</i> TEMMINCK et SCHLEGEL
ヘ ダ イ	<i>Rhabdosargus sarba</i> (FORSKÅL)
ク ロ ダ イ	<i>Mylio macrocephalus</i> (BASILEWSKY)
キ ギ ヌ	<i>Mylio latus</i> (HOULTUYN)
カ タ ク チ イ ワ シ	<i>Engraulis japonicus</i> (HOULTUYN)
イ カ ナ ゴ	<i>Amodytes personatus</i> (GIRARD)

サ        ン        マ  
ス        ズ        キ  
ヒ        ラ        メ  
ボ                ラ  
ウ        ナ        ギ  
カ        フ        マ        ス

*Cololabis saira*

(BREVOORT)

*Lateolabrax japonicus*

(CUVIER)

*Paralichthys olivaceus*

(TEMMINCK et SCHLEGEL)

*Mugil cephalus*

(LINNE)

*Anguilla japonica*

(TEMMINCK et SCHLEGEL)

*Salvelinus fontinalis*

(MITCHILL)

## 第2章 養殖ブリの特異形態

### 2.1 ま え が き

各地の養殖場から出荷された養殖ブリと、各地で漁獲された天然ブリとが市場に並べられると、両者の間に外観上明らかな相違が認められる場合が多い。その相違は市場における商品価値決定に影響を及ぼしている。鮮度と体重とがほぼ等しいと認められる養殖ものと天然ものの価格をくらべると、養殖場や漁場によってかなりの相違があるが、1954年には養殖ものは天然ものより約10%安かった。ところが、年々両者の価格の差は少なくなり、1958年には両者の差はほとんどなくなり、さらにその後は、逆に養殖ものの価格が天然ものよりも高くなり、1960年には約10%の差を生ずるにいたった。その原因は養殖技術の向上も一因であろうが養殖もののすぐれた味と、高い採肉歩止まりとが次第に消費者に知れ渡り、それが価格に反映したものと思われる。それで養殖ものであるか、天然ものであるかの識別は商品価値決定の上からかなり重要となっている。天然ものの形態については、初期生活史について内田・道津・中原・水戸(1958)の研究があり、成魚にいたるまでの形態の変化について三谷(1960)の研究があるが、養殖ものについての業績はほとんど見当たらない。筆者は1954年から1960年までの7年間第1養魚場およびいけす網養殖場で養殖されたものと、市場に集荷された各地の天然ものについて養殖上関係の深い形質、とくに肥満度や体長と体重の関係などについて比較し、養殖ものの特異な形態について検討した。

### 2.2 実験および調査の方法

0年魚を第1養魚場およびいけす網養殖場において飼育し、それに引続いて1年魚、2年魚、3年魚および4年魚をいけす網養殖場で飼育し、一定期間ごとに取り上げて、体長・体高・体幅・体重などを測定した。第1養魚場で飼育した場合はマアジ・カタクチイワシ・サンマなどを餌料として用い、いけす網養殖場において飼育した場合は、餌料としてマアジを用い飽食するまで給与した。一方、大阪中央市場に入荷した各地の天然産ブリおよび和歌山県沿岸で漁獲された天然ブリについても、体長・体高・体幅・ひれの長さ・体重などを測定した。それらの測定の結果から、体長に対する体高・体幅・ひれの長さなどの割合、体長と体重との関係式および肥満度などを計算した。それらの結果にもとづき、ほぼ等しい時期に漁獲され、体長のほぼ等しい天然ものの個体と養殖ものの個体とを比較し、養殖ものの特異形態を明らかにした。

肥満度 ( $F$ ) , 比体高 ( $H$ ) , 比体幅 ( $D$ ) , 比き長 ( $fi$ ) はそれぞれつぎの式によって求めた。

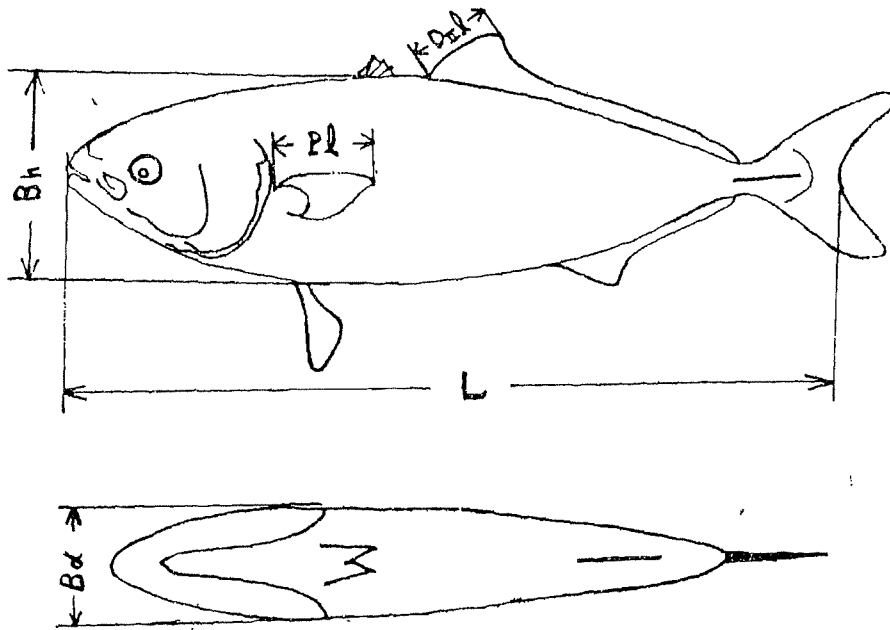


$$F = \frac{W}{L^3} \times 1000$$

$$H = \frac{Bh}{L}$$

$$D = \frac{Bd}{L}$$

$$fi = \frac{Fl}{L}$$



第 2 図 魚体部位の測定方法を示す。  
L, 尾さ体長, Bh, 体高; Bd, 体幅; Pl, 胸ひれの長さ; D<sub>2</sub>l, 第 2 背ひれの長さ。

ここに表わす記号は第 2 図に示したように,

W : 供試魚の体重 (g),      Bd : 体幅 (cm)      L : 体長 (cm)  
Bh : 体高 (cm)      Fl : ひれの長さ      Pl : 胸びれの長さ (cm)  
D<sub>2</sub>l : 第 2 背びれの長さ (cm)

である。

なお, 本実験を行なった養殖場は和歌山県白浜町所在の本学第 1 養魚場および古賀浦湾に設置されたいけす網養殖場である。養殖場については, 第 4 章第 1 項に述べてあるのでここでは省略することとする。

## 2・3 実験および調査の結果

### 2. 3. 1 養殖ブリの成長に伴う形態の変化

0 年魚から 4 年魚までの養殖ブリの外形の写真を PLATE 1 に示した。

## I) 0 年 魚

1958年8月から1959年3月まで第1養魚場（面積46,544m<sup>2</sup>）において、夏季はややひかえめに、秋季および冬季はほぼ飽食するまで餌料を給与して養殖した場合の0年魚の体長・体重・肥満度・比体高・比体幅を第1表に示し、肥満度の変動を第3図に示す。また、1958年7月から1959年5月まで、和歌山県白浜町地先古賀浦湾に設置したいけす網養殖場（3.6m×3.6m×2.4m、面積13m<sup>2</sup>）において、0年魚にマアジを飽食に給与して養殖した場合の体長・体重・肥満度を第2表に示し肥満度の変動を第3図に示す。

第1表 0年魚養殖中の体長、体重、体幅、肥満度、比体高および比体幅  
（1958年8月から1959年3月まで第1養魚場において養殖した場合）

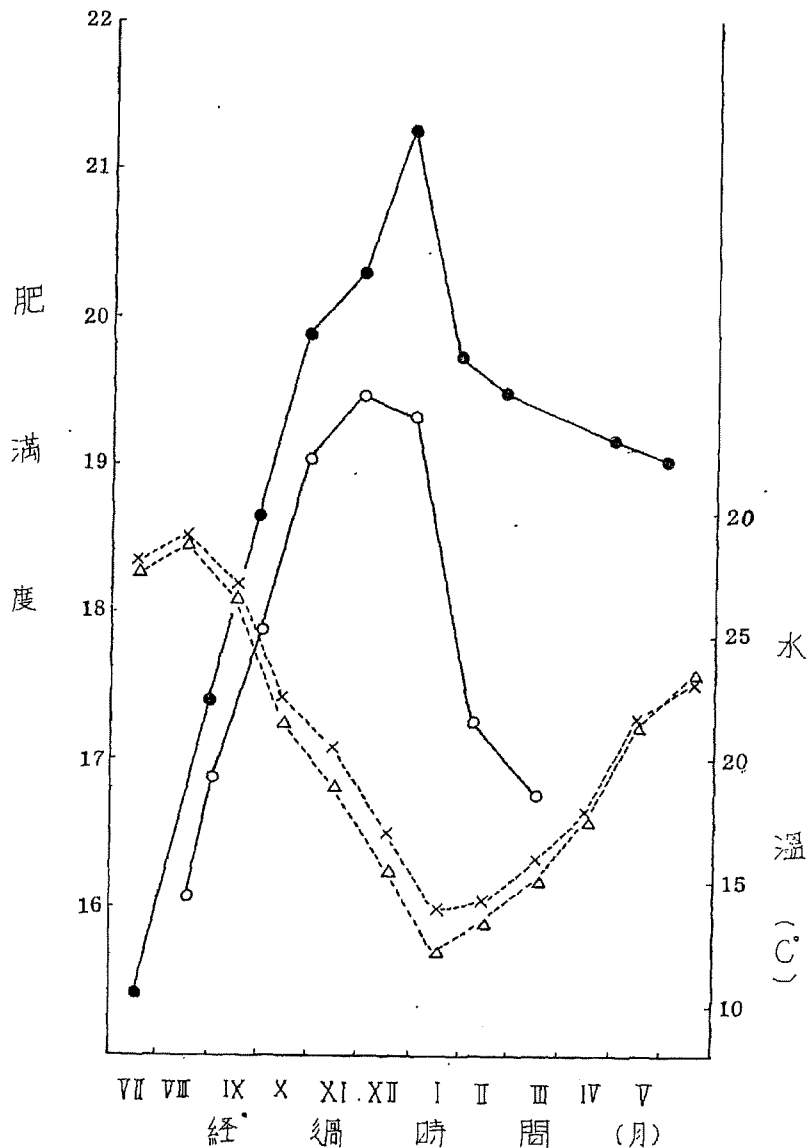
月 日	体 長 (cm)	体 重 (g)	体 高 (cm)	体 幅 (cm)	肥 満 度	体 高 体 長	体 中 体 長
8. 11	26.6	303	6.4	3.9	16.10	0.241	0.147
9. 1	29.4	429	7.3	4.5	16.88	0.248	0.153
10. 1	32.9	636	8.4	5.3	17.87	0.255	0.161
10. 31	36.1	896	9.3	6.0	19.04	0.258	0.166
12. 1	37.9	1,054	10.2	6.7	19.36	0.269	0.177
1. 1	38.9	1,136	10.3	6.8	19.31	0.265	0.175
2. 3	39.0	1,025	9.9	6.4	17.28	0.254	0.164
3. 13	38.9	986	9.6	6.3	16.76	0.247	0.162

第2表 養殖0年魚の体長、体重および肥満度（1958年7月から1959年5月まで  
いけす網養殖場においてマアジを飽食するまで給与して飼育した場合）

月 日	体 長 (cm)	体 重 (g)	肥 満 度
7. 16	20.4	131	15.43
8. 30	28.5	403	17.41
9. 29	32.3	629	18.65
10. 30	35.9	920	19.88
11. 29	38.0	1,113	20.29
12. 29	38.3	1,195	21.27
1. 28	39.2	1,188	19.72
2. 27	40.1	1,256	19.48
3. 17	40.8	1,333	19.62
5. 1	42.9	1,513	19.16
5. 31	45.4	1,783	19.03

肥満度 第1表、第2表および第3図からわかるように、養殖の初期においては肥満度は小さいが、養殖時間の経過とともに増大し11月末～12月ころに最大に達し、その後は減少する傾向がみられる。

いけす網において養殖した個体の方が第1養魚場において養殖した個体よりも肥満度は常に大きかった。その原因は、いけす網の広さが狭いことといけす網のものには餌料を飽食に給与したためと思われる。

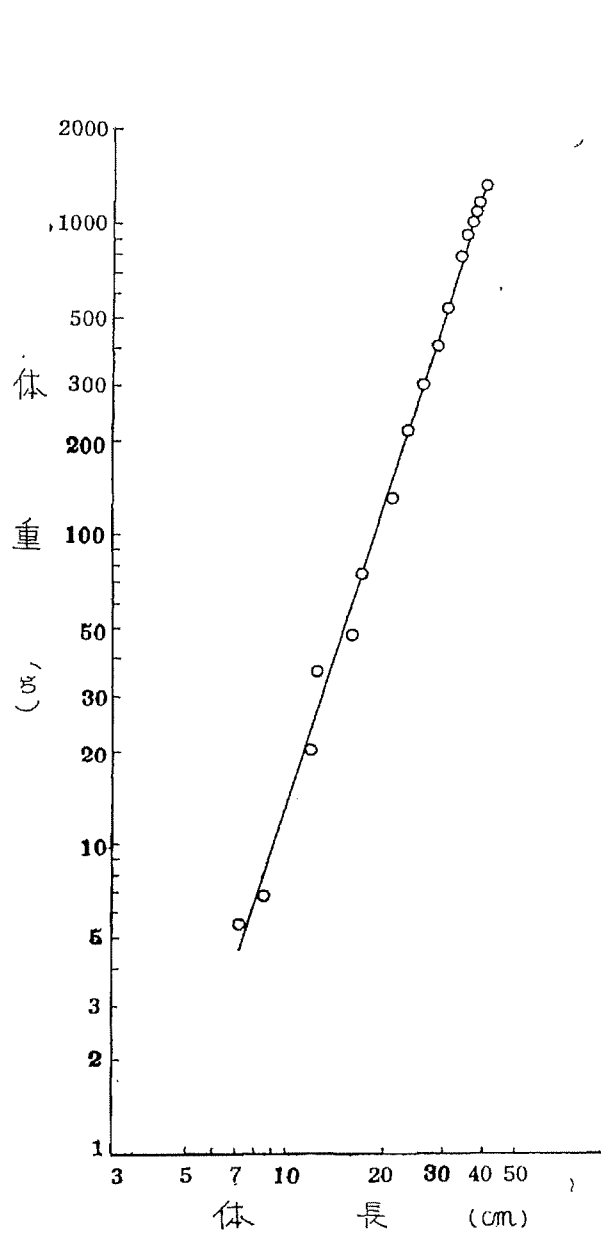


第3図 養殖期間中の0年魚の肥満度の変動。○, 1958年8月から1959年3月まで第1養魚場において養殖した場合の肥満度; ●, 1958年7月から1959年5月までいけす網養殖場において養殖した場合の肥満度; △, 第1養魚場の午前10時の表層水温; ×, いけす網養殖場の午前10時の表層水温。

### 体長と体重との関係

養殖期間中に測定した0年魚の体長 ( $L$ , 単位cm) と体重 ( $W$ , 単位g) との関係を図4に示す。両対数をとれば直接的であり、つぎの式で表わされる。

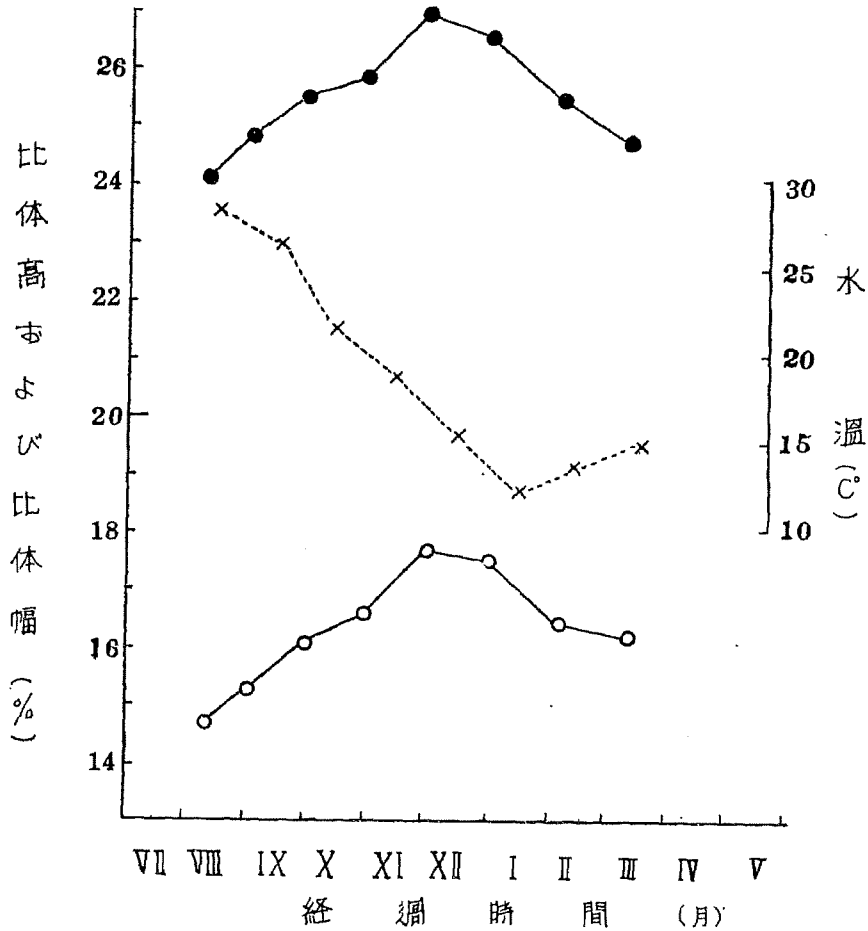
$$W = 6.16 \times 10^{-3} L^{3.33}$$



第4図 0年魚の体長と体重との関係 (いけす網養殖場でマアジを餌料として飽食給与で飼育した場合)。

### 比体高および比体幅

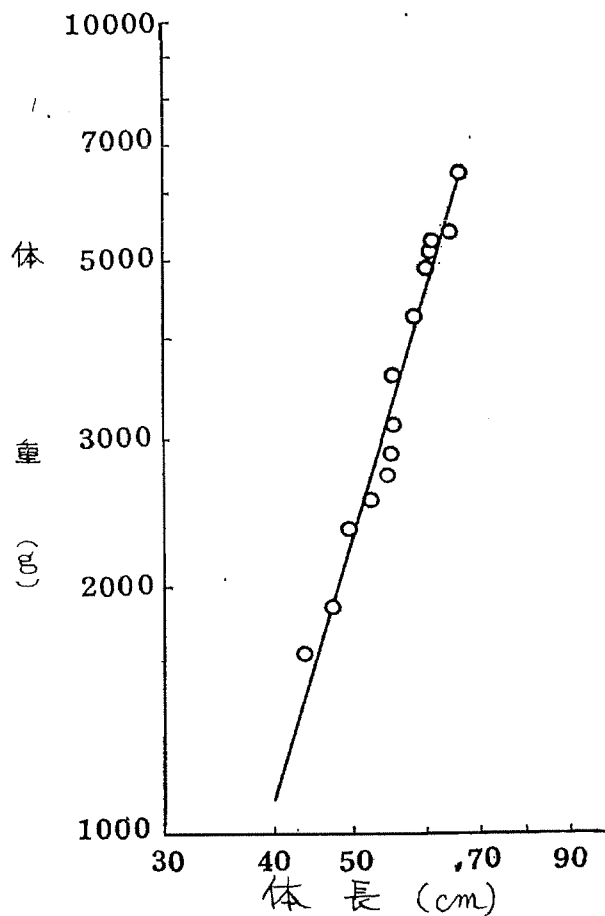
第5図は1958年8月から1959年3月まで第1養魚場において0年魚を養殖したばあいの比体高および比体幅の変動を示したものである。



第5図 養殖0年魚の比体高および比体幅の変動（1958年8月から1959年3月まで第1養魚場において養殖した場合）。

●, 比体高; ○, 比体幅; ×, 午前10時表層水温。

第1表および第3図からわかるように、比体高、比体幅ともに、夏から秋にかけて増大しはじめ、11月から12月にかけては最大に達し、その後は減少する傾向がみられる。その変動の様子は、肥満度とよく一致しており、肥満度が大きいときは、比体高も比体幅も大きい。比体高の最少は実験開始時の0.241であるが、最大の時は12月1日の0.269であった。比体幅も最少は実験開始時の0.147であったが、12月1日には最大となり、0.177であった。



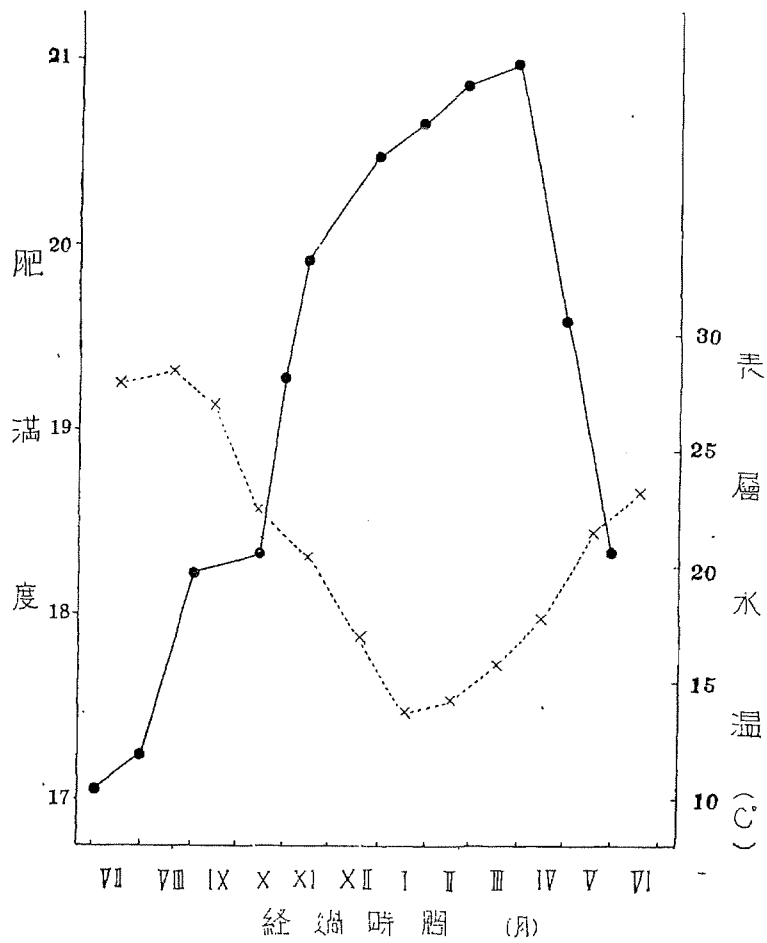
第 6 図 養殖 1 年魚, 2 年魚の体長と体重との関係 (いけす網養殖場でマアジを餌料として飽食給与で飼育した場合)。

## Ⅱ) 1 年魚・2 年魚および 3 年魚

### 体長と体重との関係

1957年から1958年まで, いけす網養殖場において, マアジを餌料として飽食に給与し, ブリを 1 年魚から 2 年魚まで飼育し, その間における体長 ( $L$ , 単位 cm) と, 体重 ( $W$ , 単位 g) とを測定して両者の関係を求めると, 第 6 図に示すとおりとなる。すなわち, 両対数をとれば体長と体重との関係は直線的で, つぎの式で示される。

$$W = 2.82 \times 10^{-3} L^{3.48}。$$



第 7 図 養殖1年魚の肥満度の変動 (いけす網養殖場でマアジを餌料として飽食給与で飼育した場合)。●, 1年魚肥満度; ×, 表層水温。

第 3 表 養殖1年魚の体長・体重および肥満度 (いけす網養殖場でマアジを餌料として飽食給与で飼育したばあい)。

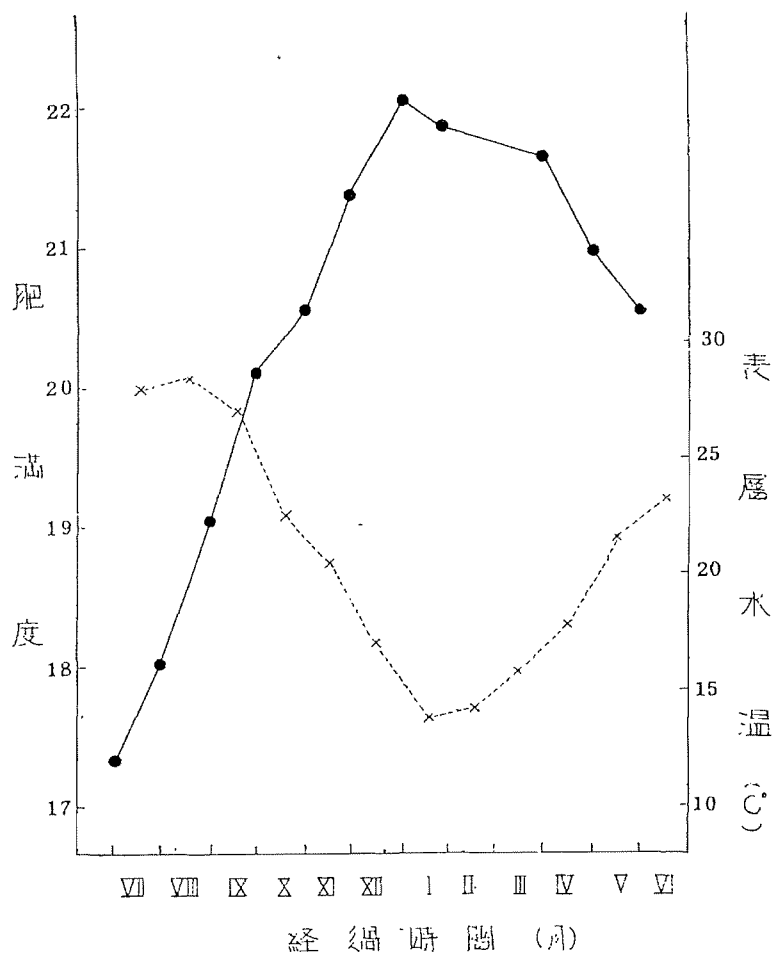
月 日	体 長 (cm)	体 重 (g)	肥 満 度
7. 1	42.5	1,309	17.05
31	44.8	1,550	17.24
8. 30	46.2	1,797	18.22
10. 14	49.1	2,169	18.32
30	50.2	2,438	19.27
11. 14	51.1	2,656	19.91
12. 29	53.1	3,063	20.46
1. 28	53.2	3,106	20.63
2. 27	53.8	3,250	20.87
4. 1	54.6	3,413	20.97
5. 1	55.4	3,330	19.57
31	57.0	3,390	18.31

## 肥 満 度

1年魚の体長，体重および肥満度を第3表に示し，肥満度の変動を第7図に示す。

第7図および第3表からわかるように，肥満度は秋から冬にかけて大きく，春になると急に減少する傾向がみられる。2年魚の体長，体重および肥満度を第4表に示し，肥満度の変化を第8図に示す。

第8図および第4表からわかるように，2年魚の場合にも，肥満度は夏から秋にかけていちじるしく増大し，11月下旬～3月下旬に最大となり，春になるといちじるしく減少する傾向がみられる。



第8図 養殖2年魚の肥満度の変動（いけす網養殖場においてマアジを餌料として飽食給与で飼育した場合）。  
●，2年魚肥満度；×，表層水温。

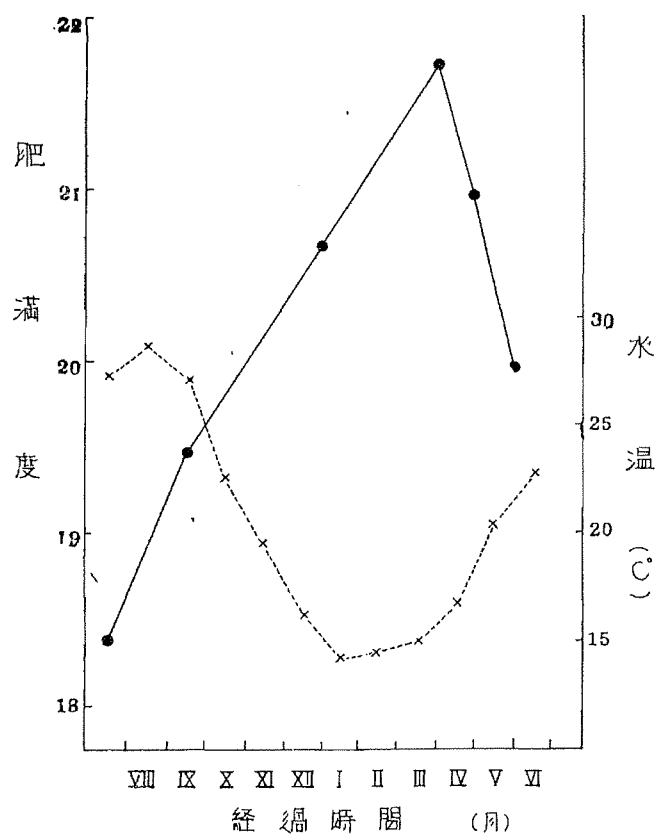
3年魚の体長・体重および肥満度を第5表に示し，肥満度の変化を第9図に示す。



第 4 表 養殖 2 年魚の体長・体重および肥満度 (いけす網養殖場においてマアジを餌料として飽食給与で飼育したばあい)。

月 日	体 長 (cm)	体 重 (g)	肥 満 度
7. 1	54.2	2,760	17.33
7. 31	54.4	2,902	18.03
8. 30	54.9	3,153	19.05
9. 29	55.9	3,514	20.12
10. 30	59.0	4,219	20.54
11. 29	60.9	4,829	21.38
12. 29	62.0	5,255	22.05
1. 28	62.5	5,336	21.86
4. 1	63.1	5,441	21.66
5. 1	63.1	5,271	20.98
5. 30	63.7	5,314	20.56

第 9 図および第 5 表からわかるように 3 年魚の場合にも、肥満度は夏から秋にかけていちじるしく増大し、冬季に最大となるが、春 4 月以後になると減少する傾向がみられる。



第 9 図 養殖 3 年魚の肥満度の変化 (いけす網養殖場でマアジを餌料として飽食給与で飼育した場合)。●, 3 年魚肥満度; ×, 表層水温。

第 5 表 養殖 3 年魚の体長・体重および肥満度 (いけす網養殖場でマアジを餌料として飽食給与で飼育した場合)

月 日	体 長 (cm)	体 重 (g)	肥 満 度
7. 16	66.0	5,282	18.37
9. 14	65.2	5,400	19.48
12. 31	67.5	6,357	20.67
3. 31	67.9	6,800	21.72
4. 30	68.7	6,793	20.95
5. 30	69.2	6,614	19.96

### 体高および体幅と体長との関係

0 年～3 年の体高と体長との関係を第10図に示す。横軸に体長( $L$ , 単位 cm), 縦軸に体高 ( $Bh$ , 単位 cm) をとると, 体長 8 cm の稚魚から養殖を開始した場合, 養殖魚の体長と体高の関係はつぎの式であらわされる。

$$Bh = 0.27L - 0.5 \quad \circ$$

また, 0 年～3 年魚の体長と体幅との関係を第11図に示し, 横軸に体長 ( $L$ , 単位 cm), 縦軸に体幅 ( $Bd$ , 単位 cm) をとると, 体長 8 ～ 74cm の養殖魚の体長と体幅との関係はつぎの式であらわされる。

$$Bd = 0.2L - 0.2 \quad \circ$$

### 2. 3. 2 養殖ブリと天然ブリの形態の比較

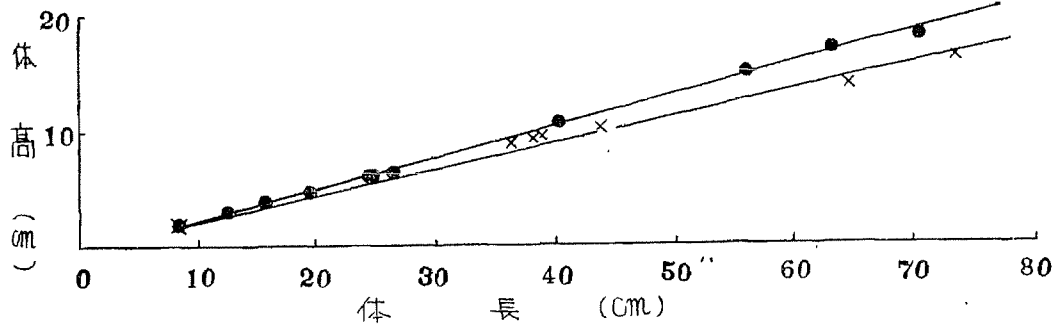
養殖魚においても, 季節によって, 肥満度・比体高・比体幅などにかかなり大きな変動があり, また, 養殖場の広さによっても相違があるが, 天然産のものにおいても同様に, 季節や産地によってもかなりの変動が認められる。それで, ほぼ同じ季節に同程度の体長をもつブリについて, 養殖ブリと天然ブリとの肥満度・比体高・比体幅などを比較してその結果を第 6 表, 第10図および第11図に示した。

また, 養殖ブリと天然ブリのひれの長さの比較を第 7 表に示す。

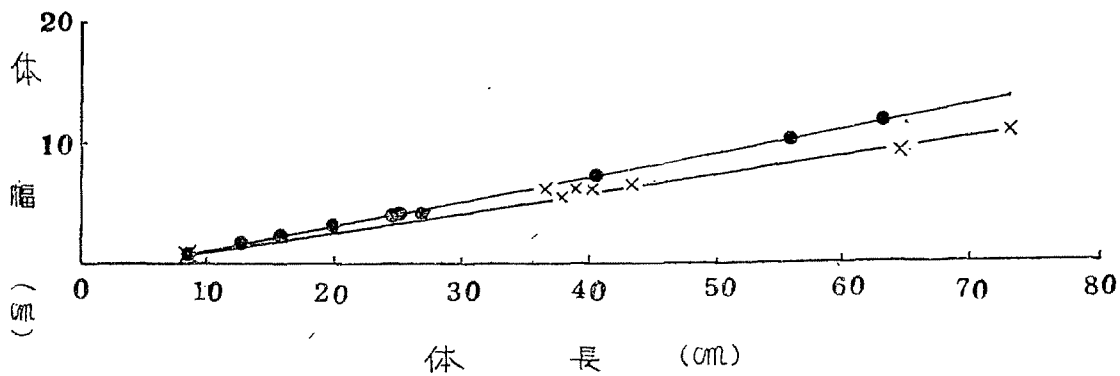
第 6 表, 第10図および第11図からわかるように, 一般に養殖魚は天然産のものにくらべて, 肥満度, 比体高および比体幅が大きい傾向にある。しかし, 冬季養殖場の水温が低下した時は, 養殖魚の方が肥満度が小さくなることもある。また, 第 7 表からわかるように, 体長に対する胸びれおよび第 2 背びれの長さの割合は, 養殖魚の方が小さい傾向にある。したがって, 養殖魚は天然産のものにくらべ, 外観は太短かく, かつ, 肥満しているようにみえる。

第 6 表 第 1 養魚場およびいけす網養殖場において養殖したブリと各地で漁獲された天然ブリとの体長・体重・体高・体幅・肥満度・比体高・比体幅などを示す。

天然別	産地	測定月日	体長 (cm)	体重 (g)	体高 (cm)	体幅 (cm)	肥満度	比体高	比体幅
天然	紀州	10. 13	36.2	765	8.9	6.1	16.13	0.246	0.169
養殖	第1養魚場	10. 21	36.2	840	9.3	6.0	17.71	0.257	0.166
〃	いけす網	10. 21	36.1	923	9.5	6.1	19.61	0.263	0.169
天然	日本海	12. 23	38.1	839	9.4	5.7	15.16	0.247	0.150
養殖	第1養魚場	12. 27	38.2	990	9.7	6.3	17.76	0.254	0.165
〃	いけす網	12. 21	38.8	938	—	—	16.05	—	—
天然	—	11. 27	38.9	950	9.4	6.0	16.14	0.240	0.154
養殖	第1養魚場	12. 1	39.0	1,040	9.8	6.6	17.53	0.251	0.169
天然	豊後水道	11. 26	39.8	963	—	—	15.27	—	—
養殖	第1養魚場	12. 4	39.9	1,125	10.0	6.6	17.71	0.251	0.165
〃	いけす網	12. 3	40.2	1,200	10.4	7.0	18.47	0.259	0.174
天然	対馬	3. 15	40.1	1,108	10.1	6.3	17.18	0.252	0.156
養殖	第1養魚場	3. 13	40.1	1,046	9.3	6.6	16.23	0.232	0.165
〃	いけす網	3. 17	40.2	1,333	—	—	19.62	—	—
天然	紀州	3. 15	43.1	1,253	9.9	6.6	15.62	0.230	0.153
養殖	いけす網	5. 1	42.9	1,513	—	—	19.16	—	—
天然	対馬	11. 26	55.7	2,414	—	—	13.97	—	—
養殖	いけす網	11. 29	55.4	3,675	—	—	21.61	—	—
天然	—	11. 29	64.6	3,160	13.7	9.3	11.72	0.212	0.144
養殖	いけす網	12. 29	64.6	6,075	—	—	22.54	—	—
天然	対馬	11. 26	69.2	4,300	—	—	12.98	—	—
養殖	いけす網	12. 28	69.4	6,350	17.0	12.3	19.00	0.245	0.177
天然	—	11. 29	73.6	5,100	15.5	11.0	12.79	0.211	0.149
養殖	いけす網	12. 28	73.3	8,050	18.3	13.7	20.44	0.250	0.187



第 10 図 いけす網養殖場においてマアジ餌料の飽食給与で飼育したブリと各地の天然産ブリの比体高を示す。×, 天然産; ●, 養殖もの。



第 11 図 いけす網養殖場においてマアジ餌料の飽食給与で飼育したブリと各地の天然産ブリの比体幅を示す。×, 天然産; ●, 養殖もの。

第 7 表 第 1 養魚場およびいけす網養殖場において養殖したブリと各地の天然産ブリのひれの長さの相違を示す。

天然別	産地	測定月日	体長 (cm)	体重 (g)	胸びれ (cm)	第2背びれ (cm)	胸びれ体長	第2背びれ体長
天然	紀州	10.13	36.2	765	4.6	3.4	0.127	0.094
養殖	第1養魚場	11.16	36.3	791	4.6	3.1	0.127	0.085
"	"	12.1	36.4	900	4.6	3.2	0.126	0.088
天然	日本海	12.23	38.1	839	5.1	3.7	0.134	0.097
養殖	第1養魚場	11.16	38.5	1,028	5.0	3.6	0.130	0.094
天然	紀州	11.29	64.6	3,160	8.2	—	0.127	—
養殖	いけす網	12.30	61.6	4,280	7.5	—	0.122	—

この傾向は、広い面積で養殖されたものよりも、狭いいけす網で養殖されたものに顕著である。また養殖年数が多くなるほど養殖ものと天然ものの肥満度の相違は大きい傾向がみられる。

#### 2・4 総括および論議

上に述べた実験結果から養殖ブリの肥満度、比体高および比体幅にはかなり大きな季節的変動があることが認められる。一般に夏から秋にかけて増大し、初冬に最大となり、冬から春にかけて減少する傾向にある。この原因は主として養殖場の水温の変動によるものと思われ夏から秋にかけては、環境が成長に適し、水温が下降しはじめるため、肥満度などが増大し、冬から春にかけては、水温が低下し過ぎて成長に適さず、水温が上昇の傾向にあるため、肥満度などが減少するものと思われる。養殖魚の中では採肉歩止まりが高いものが望まれるが、肥満度の大きい魚は採肉歩止まりも高いと考えられるから、出荷時期としては、秋から初冬の間が適当と思われる。

養殖魚が天然のものにくらべ冬季を除き肥満度、比体高および比体幅が大きい原因は、主として養殖場の広さと、餌料の量によるものと思われる。養殖魚は狭い場所で飼育されるため、運動量が少なく、また餌料も十分に与えられるので、よく肥満するものと思われる。冬季に養殖魚が天然ものよりも肥満度が小さいのは、水温によると思われ、天然の海のブリは、適水温を追って回遊することができるが、養殖場に閉じこめられた魚は冬季の低温による影響を受け、摂餌活動が低下し、肥満度が低下するものと思われる。養殖魚は肥満度、比体高および比体幅が大きく、比き長が小さい。この傾向は、養殖魚の出荷時期である秋から初冬に顕著である。出荷された養殖魚が天然産のものにくらべ、太短く、特異な形態を呈するのは、このためであろう。

# 第 3 章 種 苗

## 第 1 節 人 工 ふ 化

### 3・1・1 ま え が き

ハマチの養殖用の種苗は現在のところ天然に浮遊する稚魚の採捕によって供給され、人工ふ化養殖法によっては全く供給されていない。ところが、近年沿岸漁業振興の一策としてハマチ養殖が各地で益んに行なわれるようになった結果、養殖数量が増加したため、最近では天然の稚魚を採捕するだけではその需要を満たすことが不可能となった。一方、定置網などのブリ漁場では最近不漁のところが多くないが、天然産のブリ稚魚を養殖用種苗として多量に採捕することは、ブリ漁場の漁獲量にも将来悪影響を与えるのではないかと憂慮される。したがって、人工ふ化養殖法の完成によって養殖用種苗を生産し、ブリの資源量の増大をはかることは、養殖業の立場からも、また、ブリ漁業の立場からも強く要望されているところである。

ブリの人工ふ化については、いままで、内田（1954）および内田ほか 3 氏（1958）の研究があるだけであるが、それによると、ふ化率はきわめて低く、数千個の受精卵のうち、ふ化したものはわずか 2 個であったという。そこで、筆者は 1960 年 4 月 15 日から 5 月 15 日まで 31 日間、長崎県男女群島に滞在し、付近の海面から採捕されたブリの天然卵ならびに二重落し網で漁獲された成熟親魚の卵についてふ化実験を行なった。女島は五島列島福江島の西南 70km にあたる男女群島の中の離れ島であって、数名の灯台員のほか定住者がなく、漁期だけに滞在する漁民との連絡も、福江島から数日に一度という不便なところである。女島漁場の性格については、すでに、石津（1956）、道津ほか 3 氏（1956）、内田ほか 3 氏（1958）および三谷（1959）の報告にもあるとおり、同漁場ではブリの産卵群の漁獲が多く、熟卵・熟精を得る可能性が大きいので、同漁場を実験場として選んだものである。ついで 1961 年には 4 月中旬から 5 月下旬まで前記女島定置漁場および五島列島福江島の富江において、前年度に引続きブリの人工ふ化ならびにふ化後の子魚の飼育実験を行なった。

本節では天然卵および人工受精卵について、ふ化方法の相違によるふ化率への影響・受精卵の輸送・ふ化稚魚の飼育などについて述べる。

### 3. 1. 2 実験の材料および方法

#### 3. 1. 2. 1 天然卵のふ化

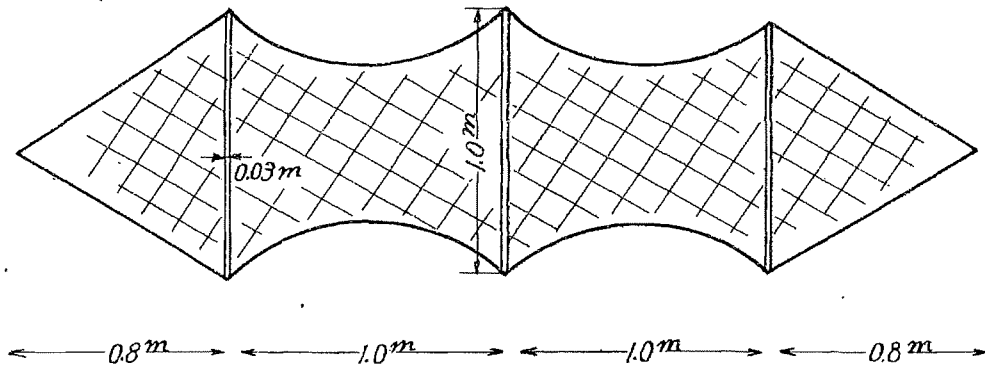
人工受精用親魚が入手されるまでの間、女島近海からブリの天然卵を採集し、これを陸上のふ化槽に収容して卵内発生を観察し、あわせてふ化率を調査した。天然卵の採集には口径 30cm および

20cm, 50目の表層引卵採集用ネットを用い, 出漁時に操作した。

### 3. 1. 2. 2 人工受精ならびにふ化

#### 3. 1. 2. 2. 1 親 魚

採卵用親魚としては, 落し網の箱網部に入った体重6, 110~9, 500g のものを用いた。また, 漁獲



第 12 図 プリ蓄養いけす網

されてから採卵されるまでの時間には, そのときの事情にによって3つの場合がある。すなわち, 漁獲直後に船上で採卵された場合, いったんせまいいけす網に入れ, 陸岸まで運搬した後採卵された場合, および2日または3日いけす網に蓄養した後, 採卵された場合である。親魚の蓄養に用いたいけす網を第12図に示す。

#### 3. 1. 2. 2. 2 人 工 受 精

受精法としては次の2法によった。

I) 船上または陸上へ取りあげられた直後の生きている雌魚の腹部を手で押し, 生殖孔から流出する卵を容器に収容する。ついで, 同様にして, 生きている2~3尾の雄魚から, 精液を流出させて卵に注ぎかける方法。

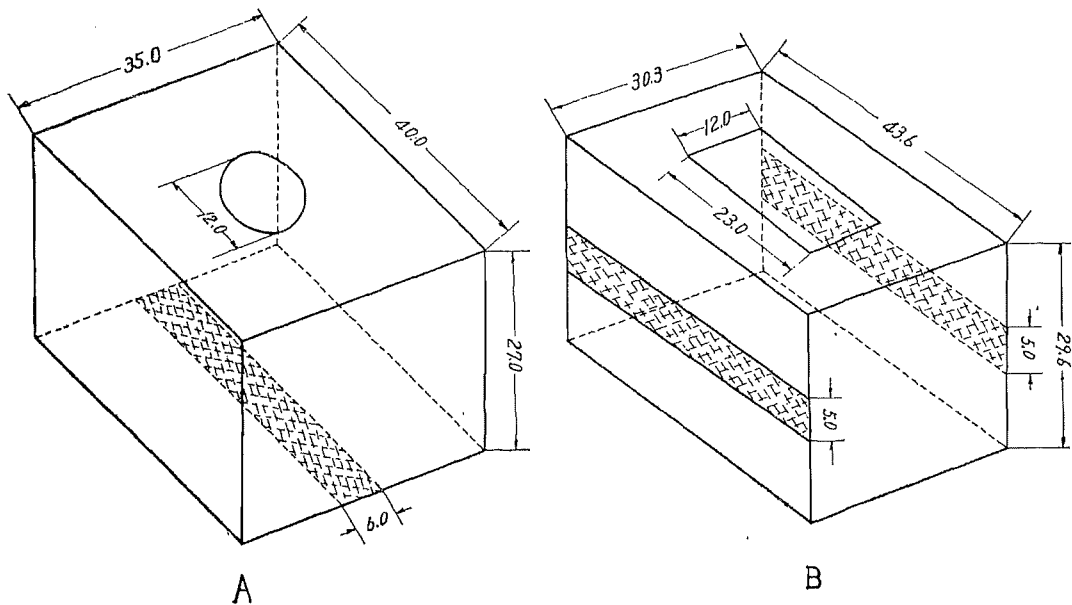
II) 卵を容器に収容する際, 少量の海水を容器に入れておき, その海水中に卵を流出させ, ついで精液を注ぎかける方法。

これら受精卵は, 受精海水を数回とりかえ, よく洗って余分の精液を取り除いた後, 所定のふ化槽に収容した。

#### 3. 1. 2. 2. 3 ふ 化

海産魚卵のふ化器については, すでに数種のもものが考案されているが(藤田, 1933), 女島は交通不便で良港がないという立地条件にあるので, ふ化槽としては第13図, PLATE 4F および

PLATE 5, Gに示すとおり、次の種類のものを用いた。すなわち、



第13図 海上木製ふ化槽の寸法

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 陸上 | { | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 室内静止水槽で温度は調節せず、6時間ごとに水をかえるもの。</li> <li>b. 屋外静止水槽で温度は調節せず、6時間ごとに水をかえるもの。</li> <li>c. 常時注水（流水式）で温度は調節、空気吹き込みのもの（PLATE 4, F）</li> <li>d. 水槽を動揺させ、温度は調節、6時間ごとに水をかえるもの。</li> </ul> |
| 海上 | { | <ul style="list-style-type: none"> <li>e. 木箱の一部に50～100目の網を張り、海面に浮かべる。<br/>木箱の内部はポリエチレンシートを張り、箱ふたの一部はポリエチレンシートだけとするもの。（第13図およびPLATE 5, G）</li> <li>f. 細孔を開けたポリエチレン袋を海面に浮かべたもの<br/>(PLATE 5, G)</li> </ul>                |

### 3. 1. 2. 2. 4 受精卵の輸送

1961年4月18日および5月18日、女島から五島列島富江まで6時間、大洋漁業株式会社運搬船新洋丸の甲板に受精卵を収容した水槽をのせて輸送した。

### 3. 1. 2. 3 ふ化子魚

#### 3. 1. 2. 3. 1 ふ化子魚の状態

ふ化した子魚は、陸上および海上に設置した種々の飼育水槽に収容し、飼育中の形態の変化・遊泳状態・死亡などについて調査した。飼育水槽としては前記ふ化槽のうち a, c, および e を使用した。



### 3. 1. 2. 3. 2 ふ化子魚の輸送

I) 1960年5月13日ふ化した子魚を、5月15日海上保安庁の女島灯台への連絡船「うぐいす」丸(77.25トン)の甲板に乗せて、女島から五島列島中の福江島玉の浦まで輸送した。稚魚の輸送方法は、ポリエチレン袋に詰めたものと、甲板上の水槽中に前記eのふ化箱を浮かべたものとの2種類を用いたが、当日は風雨を伴う荒天であったため、それは後に述べるように稚魚の輸送に致命的な悪影響を及ぼしたように思われる。

II) 1961年5月18日および5月22日、女島から五島列島富江まで6時間ふ化魚を(PLATE 5, H. I)に示したような試薬びん・管びん・ポリエチレン袋などに入れた大洋漁業株式会社運搬船新洋丸の甲板に乗せて輸送した。

### 3. 1. 2. 3. 3 ふ化子魚の飼育

1961年の実験でふ化した子魚に原生動物、フジツボ幼生などを与えて飼育した。

## 3. 1. 3 実 験 結 果

### 3. 1. 3. 1 天然卵からのふ化

#### 3. 1. 3. 1. 1 天然卵の採集

1960年4月18日から5月3日までの間、女島東方沿岸に敷設されたブリ落とし網付近の海面から卵採集用網で集められた天然ブリ卵の数を第8表に示す。

第8表 1960年4月18日から5月3日までの間に、男女群島女島近海から表層引卵稚魚ネットで採集されたブリ卵の採集記録。

採 集 日	採 集 時 刻	採 集 個 数
4月18日	06.30 ~ 08.00	12個
// //	13.00 ~ 14.00	10
// 19	07.00 ~ 08.30	32
// 20	07.00 ~ 08.30	0
// 21	07.00 ~ 08.30	30
// //	13.00 ~ 14.00	65
// 26	06.30 ~ 07.00	4
// //	12.00 ~ 13.30	0
4 28	07.00 ~ 08.30	0
// 30	06.30 ~ 08.00	0
5 1	06.30 ~ 08.00	0
// 2	06.00 ~ 08.00	0
// 3	06.30 ~ 08.00	0

### 3. 1. 3. 1. 2 天然卵のふ化

第1回実験 1960年4月18日に採集された卵22個のうちから、発生が比較的進んでいると思われる卵5個を選び、これらを直径20cm. 海水1.2lを入れた半円形のアルマイト製容器のふ化槽に収容し、それを海水を満たしたバケツの中の海水の温度を調節することによって、ふ化槽の水温を18~20°Cに保つように装置した。ふ化槽内の水は、3~4時間ごとに半分を新しい海水と入れかえた。その結果、供試5卵のうち最初の1個が19日午前1時（採集後18時間30分）にふ化し、19日午後7時までさらに3個、合計4個がふ化したが、残りの1個は21日になってもふ化しなかった。したがって、ふ化率は80%である。採集当時の天然卵は、いずれもふ化槽の水面に浮かんでいたがふ化の数時間前にはふ化槽の底に沈下し、ふ化の際にふわりと水面に浮かんできた。採集当時発生の進んでいなかった天然卵はふ化率が悪かった。

第2回実験1960年4月21日に前回とはほぼ同じ海面から卵採集用ネットで採集された天然ブリ卵95個を、縦29cm, 横20cm, 深さ25cmの角形ガラス容器（海水13l入り）に収容し、この容器を直径46cm, 深さ16cmの円形水槽中に入れて、水槽の水温を調節することによって、内側のふ化槽の水温を18.5~20.5°Cに保った。翌22日午後8時半まで（採集後37時間30分）ふ化数は18卵であった。したがって、ふ化率は19%である。天然卵の採集は以後の人工受精の実験のため中止した。

### 3. 1. 3. 2 人工受精およびふ化

#### 3. 1. 3. 2. 1 親魚の熟度と受精率

定置網で漁獲される親魚のうち、雄は多数あり、かつ、放精しているものが少なくないが、雌は少数で、しかも、熟卵を放出しているものはきわめてわずかであった。1960年には女島滞在中10回の人工受精実験を行なったが、卵は完熟でないと受精しない。すなわち、漁獲時放卵しない雌の腹部を切開して卵を取り出し、精液をかけても全く受精しなかった。放卵中のものでも、せまい蓄養いけす網に長期間入っていたものでは受精率は低下するのが認められた。

第9表 採卵用ブリ親魚（♀）の蓄養時間の長短による受精率の相違を示す。

受 精 時 間 月 日 時 分	網いけす蓄養時間 時間 分	受 精 率 (%)
4. 29. 07. 30	0 (漁獲直後)	94.3
4. 29. 12. 10	4. 40	30.0
4. 30. 06. 00	22. 30	35.0
5. 1. 18. 00	58. 30	0
5. 22. 08. 00	72. 30	0

すなわち、第9表に示したように、4月29日に漁獲されたものは放卵中であったが、それらを5

月2日まで直径1m, 長さ3.6mの円形網いけすで蓄養し, その間に取りあげて採卵受精したところ, 漁獲直後は94.3%であった受精率は, 4時間40分後では30%, 22時間30分後では35%, 58時間30分以後では全く受精しなかった。なお, 実験には雌2尾の卵に雄3尾の精液をかけ各回とも同一の親魚を用いた。受精に用いた卵の直径は1.22~1.30mm (10個測定) で平均1.252mmであった。

これらの実験から, 卵の熟度が受精に大きく関係し, 完熟卵を得ることが受精率を高めるうえに重要であることが認められる。

親魚の性比は, 雌が少なく, 雄が多く, その値はほぼ3:7であった。親魚の形態は, 放卵・放精前のものは腹部が大で, 肥満度も大きい, 放卵後はやせ型となり肥満度は小さくなる。第10表は1960年4月16日に漁獲された放卵前の親魚の魚体各部の長さおよび重量・肥満度・生殖せん指数などを示したものである。

第10表 1960年4月16日女島漁場で漁獲された採卵用ブリ親魚の魚体測定記録

$$\left( \text{肥満度} = \frac{\text{体 重}}{(\text{尾さ体長})^3}, \text{生殖せん指数} = \frac{\text{生殖せん重量}}{(\text{尾さ体長})^3} \right)$$

測 定 個 所	性 別					
	♀	♀	♂	♂	♂	♂
体 重 (g)	8,700	8,400	8,700	8,700	8,500	9,400
体 高 (cm)	19.2	18.7	20.4	19.7	19.3	21.5
体 幅 (cm)	14.0	14.0	15.6	13.9	14.2	14.9
全 長 (cm)	89.2	89.8	89.2	93.8	87.5	95.3
尾 さ 体 長 (cm)	82.8	83.2	82.0	86.9	81.3	87.5
胸 ひ れ (cm)	10.3	9.6	9.7	9.9	9.4	10.8
腹 ひ れ (cm)	9.3	10.1	9.2	10.4	9.8	10.7
し り ひ れ (cm)	5.4	5.6	5.1	5.5	5.0	5.7
尾 ひ れ (cm)	14.7	14.1	14.6	16.3	14.0	15.3
第 i 背 ひ れ (cm)	3.1	3.0	2.9	2.8	2.5	3.3
第 ii 背 ひ れ (cm)	7.0	7.8	6.9	7.9	7.0	7.8
生殖せん重量 (g)	550.0	660.0	1,070.0	660.0	—	—
肥 満 度	15.326	14.585	15.779	13.257	15.818	14.031
生殖せん指数	9.68	11.460	19.232	10.057	—	—
$\frac{\text{生殖せん重量}}{\text{体 重}}$	90.0632	0.0786	0.1230	0.0759	—	—

女島滞在中, 熟卵をもっているブリが漁獲されたのは, 1960年には4月22日~5月11日であるが, その間の同漁場沿岸表層水の温度は, 1960年では17.6~21.0°Cであった。同島滞在中の4月16日から5月14日までの同海域での表層水温および比重 ( $S_{15}$ ) を第11表に示す。

第 11 表 1960年 4月15日から 5月14日までの女島沿岸表層水温および比重

月 日	天 候	測 定 時 刻	水 温(°c)	比 重 (15°c)
4. 15	晴	17時00分	18. 1	1. 0253
16	—	—	—	—
17	曇	10. 00	17. 8	1. 0264
18	快 晴	10. 00	18. 5	1. 0254
19	雨	10. 00	18. 5	1. 0258
20	曇	10. 00	18. 3	1. 0257
21	晴	10. 00	19. 8	1. 0262
22	晴	10. 00	20. 3	1. 0262
23	雨	10. 00	19. 6	1. 0263
24	雨	10. 00	19. 8	1. 0262
25	小 雨	10. 10	19. 0	1. 0262
26	曇	10. 00	18. 7	1. 0260
27	晴	10. 00	19. 0	1. 0260
28	晴	10. 00	19. 0	1. 0259
29	晴	10. 00	19. 0	1. 0257
30	晴	10. 00	19. 1	1. 0258
5. 1	晴	10. 10	19. 7	1. 0258
2	晴	10. 20	20. 0	1. 0259
3	晴	10. 00	21. 0	1. 0262
4	雨	10. 00	18. 3	1. 0255
5	曇	10. 00	19. 8	1. 0240
6	曇	10. 00	19. 0	1. 0249
7	曇	10. 00	17. 6	1. 0255
8	晴	10. 00	19. 8	1. 0252
9	雨	16. 30	18. 9	1. 0256
10	雨	10. 00	17. 8	1. 0254
11	晴	13. 00	19. 7	1. 0258
12	曇	10. 00	18. 9	1. 0257
13	曇	10. 00	19. 0	1. 0258
14	曇	10. 00	19. 8	1. 0263
		平 均	19. 1	1. 0257

### 3. 1. 3. 2. 2 卵の生残率のふ化槽による相違

第1回実験 1960年4月22日午前8時40分落し網に入ったブリのうち、体重 8,300g の雌と体重 8,700g の雄との間で、乾法および湿法によって人工受精し、両方式のものを混合してそれらの受精卵をそれぞれ下記に示すような異なる7つの条件のもとにふ化させた。

- a. 水温を19~21°Cに調節した8 l入りガラス水槽（縦17cm・横 21cm・深さ24cm）に卵50個を収容し、陸上室内に静置した。
- b. ポリエチレン袋（5 l入り）の数カ所に針で穴をあけ、卵40個を収容して、女島桟橋横の海面に浮かべた。実験期間中の同海面の水温は19.0~20.5°C、比重（ $S_{15}$ ）は1.0260~1.0263であった。
- c. 底の1部に幅6cm、長さ40cmの大きさの50目の網を張った木箱（縦35cm・横40cm・深さ27cm）に卵1,200個を収容し桟橋横の海面に浮かべた。底の網を張った部分を除き、木箱の内側にはポリエチレンシートを張り、動揺による卵の衝撃を防いだ。また、木箱の天井の一部には孔を開け、ポリエチレンシートを通じて光が入るようにした。水温は19.0~20.5°Cであった。
- c'. 受精後28時間30分までcの容器中に収容し、発生の進んだ卵15個をとり出して、陸上の静止水槽（縦48cm・横33cm・深さ27cm）に移し、温度の調節を行なわない。水槽内の水温は17.5~20.5°Cであった。
- d. 陸上の静止水槽（縦51cm・横35cm・深さ27cm）に卵500個を入れ、日中は屋外に出し、夜は室内に入れて温度をあるていど調節した。水槽内の水温は18.0~22.0°Cであった。
- e. 陸上の静止水槽（縦48cm・横33cm・深さ27cm）数個に、それぞれ卵50個・200個・800個ずつ収容し、昼夜とも屋外に放置した。水槽内の水温は昼夜による温度差がはげしく16.5~23.5°Cであった。
- f. 5 l入りポリエチレン袋に卵50個を収容し、1時間ごとに空気を吹き込み、また6時間ごとに水をかえ陸上に置いた。実験期間中の水温は17.5~20.5°Cであった。

その結果は、第12表に示すように、時間の経過とともに、ふ化槽によって卵の生残率に大きな差があらわれた。

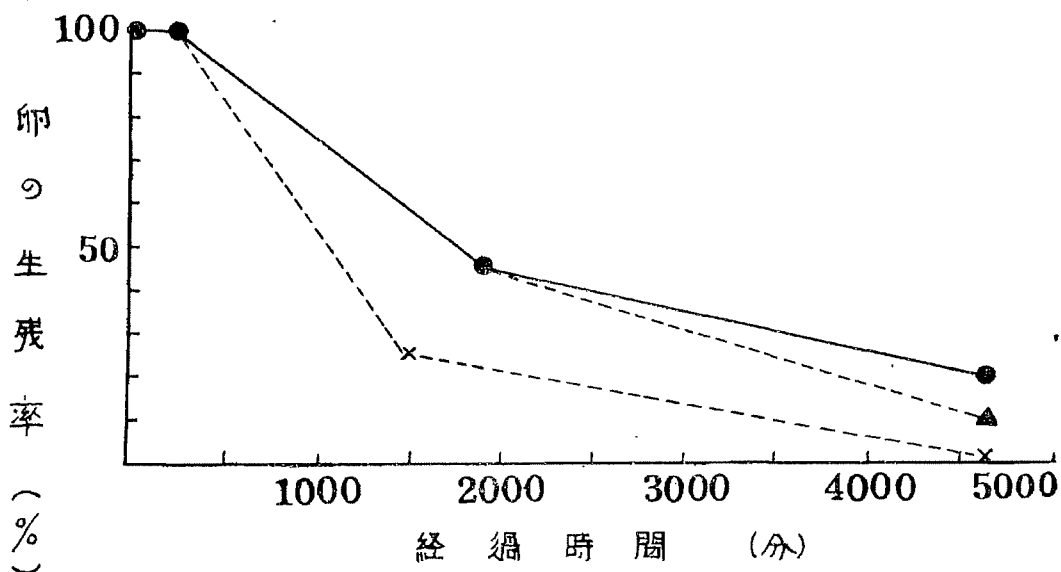
すなわち a. d. e. f など、全期間を陸上に置いたふ化槽は、発生の初期たる桑実期までに全部が発生を停止し、受精後24時間40分に調べたときには生残率は0%であった。これに反して、b, c, c' など海上に浮かべたふ化槽では、発生の進んだもののがかなりあり、受精後30時間20分~40分に調べたときには生残率は20~23%であった。その後しけのため b は流失してその後の経過は不明と

第 12 表 ふ化槽の種類別によるプリ卵の生残率の相違 I (1960年 4月22日 受精)

\*印は海面に浮かべた期間の生残率

a. b. e. f			b			c			c'		
開始 終了 日時分	所要時間 時間. 分	生残率 (%)	開始 終了 日時分	所要時間 時間. 分	生残率 (%)	開始 終了 日時分	所要時間 時間. 分	生残率 (%)	開始 終了 日時分	所要時間 時間. 分	生残率 (%)
22.08.40	1.20	97.0	22.08.40	1.50	97.0	22.08.40	2.10	97.0	22.08.40	2.10	97.0
22.10.00			22.10.30			22.10.50			22.10.50		
22.10.00	23.20	0	22.10.30	28.30	20.0*	22.10.50	28.30	20.7*	22.10.50	28.30	23.1*
23.08.20			23.15.00			23.15.20			23.15.20		
			しけで流失			23.15.20	17.40	20.7*	23.15.20	32.10	73.3
					24.09.00	24.23.30			ふ化開始		
					24.09.00	13.00	36.0	25.05.30	38.10		
					24.22.00			ふ化開始			
					25.02.00	17.00					
計	24.40	0				61.20	ふ化開始 65.20	7.2	62.50	ふ化開始 68.50	16.4

な っ た が、c は 流 失 を 免 れ、ふ 化 す る ま で 発 生 の 進 行 状 態 が 観 察 さ れ た。そ の 結 果、c の ふ 化 率 は 7.2% で あ っ た。一 方、c の 一 部 を 陸 上 へ 移 し た c' で は、そ の ふ 化 率 は 16.4% で あ っ た。こ の よ う



第 14 図 受精卵のふ化槽による生残率の比較。●, 海上に浮かべたふ化槽: ▲, 海上ふ化槽収容後陸上に移した場合: ×, 陸上静止ふ化槽。

に、c よりも c' の方がふ化率が高かったわけは、しけのため、c のふ化槽の卵は大きな衝撃を受けたのに反し早く陸上へ移した c' はその害がなかったためと思われる。しけがますます激しいので、c は受精後 48 時間 20 分に一部を陸上へ移したのであるが、引き続き海上ふ化槽に放置した c の残部は受精後 53 時間 20 分に調べたところ、しけのため卵は砕けて生存しているものは 1 個もなかった。ふ化は c の場合では受精後 61 時間 20 分からはじまり、65 時間 20 分に終了したが、c' の場合では 62 時間 50 分からはじまり、68 時間 50 分に終了した。ふ化の数時間前には、すでに前述したように、c、c' いずれの場合もすべての卵はふ化槽の底に沈下した。

第 2 回 実 験 1960 年 4 月 29 日 午前 7 時 50 分 二重落し網に入った雌 1 尾 (体重 8,400g) と雄 2 尾 (8,600g と 8,100g) の間で乾法で受精させ、直ちに海面に浮かべた網製ふ化器に入れて、棧橋まで移動させ、第 1 回の実験の際使用した c のふ化箱と、網製ふ化器とに収容した。c のふ化槽には 3,000 個収容した。ところが、設置後数時間たったころ (正午ごろ) に大量の重油が流れてきて卵に粘着し、大被害を受けた。とくに、網製ふ化器の卵は被害が大きかった。すなわち、受精後 56 時間 10 分後に木箱中の卵を検査したところ、順調に発生しているものは約 90 粒で、収容受精卵のわずか 0.29% であった。そこで一部を 2 l 入りの陸上静止水槽に移し、水温を 19.0 ~ 21.9°C に調節したところ、15 卵中 3 個がふ化した。一方引き続き海面 (水温 19.0 ~ 20.0°C) に置いた木箱中の卵は、19 卵中 3 個がふ化した。これらの経過を表示したものが第 13 表である。

第 13 表 ふ化槽の種類別によるブリ卵の生残率の相違 II (1960 年 4 月 29 日受精後海面に重油が流れてきた場合を示す)。\*印は海面に浮かべた期間の生残率

開 始 終 了 月 日 時 分	所要時間 時間 分	生残率 (%)	開 始 終 了 月 日 時 分	所要時間 時間 分	生残率 (%)
4. 29. 7. 50 (受 精) 4. 29. 10. 00	2. 10	94.3	4. 29. 7. 50 (受 精) 4. 29. 10. 00	2. 10	94.3
4. 29. 10. 00 5. 1. 16. 00	54. 00	0.29* 重油の被害	4. 29. 10. 00 5. 1. 16. 00	54. 00	0.29* 重油の被害
5. 1. 16. 00 5. 1. 23. 10 ふ化開始	7. 10 ふ化開始 90. 35	21.4	5. 1. 16. 00 5. 2. 9. 00	17. 00	15.3*
計	65. 45	0.058	計	73. 10	0.042
54 時間海面に浮かべた木箱ほかは、陸上水槽			受精後はすべて海面に浮かべた木箱		

これらの結果からみると、海面上に浮かべた木箱が陸上の静止水槽にくらべふ化率がよくないがこれは重油の被害を受けた卵が、引き続き重油のある海面に長く置かれたためと思われる。

第3回 実験 1960年5月11日午前6時40分～6時50分に、二重落し網に入った雌3尾(8,300g・7,800g・7,300g)と雄5尾(6,100g～7,900g)との間で乾法によって受精し、ポリエチレン袋・バケツ・網かごなどに卵を収容して陸へ運搬し、陸上および海面に設置した種々のふ化槽に受精卵を収容して、卵の発生およびふ化状態を調査した。

その結果は、第14表および第14図に示すように全期間を陸上の静止水槽に収容した卵はふ化率がきわめて低く、発生の初期たる桑実期までに大部分の卵が発生を停止した。一方、海面に浮かべた木製ふ化槽(側網)では、受精後31時間20分経過しても発生を続けるものが約47.5%あった。

これを陸上の静止水槽に移したもの(b. c. d)と、引き続き側網の木製ふ化槽に収容したものと、底網の木製ふ化槽に収容したものとに分けて、その後の発生を調べたところ、側網のふ化槽によるものが最も生残率がよく、ついで、陸上の静止水槽に2日目に移したものがよく、底網の木製ふ化槽によるものが最も悪かった。底網の木製ふ化槽によるものが不良であったわけは、波が荒かったため卵が衝撃で被害を受けたものと思われる。

また、第15表に示すように、陸上の水槽は常時注水し、空気を吹き込み、温度を調節したものと、1日4回水を交換し、温度を調節したものと、1日4回水を交換し、温度を調節しないものおよび5ℓ入りポリエチレン袋に卵を入れ、水槽内で動揺させたものとの4種類についてふ化率を比較した。その結果、ポリエチレン袋に入れて動揺させたものが最もふ化率が高かった。しかしこのポリエチレン袋製ふ化槽も、海面に浮かべた木箱側網張ふ化槽とくらべると、ふ化率ははるかに及ばない。しかし、同じく海面に浮かべたふ化槽であっても、網かごでは全くふ化しなかったが、これはふ化期間中に相当な荒い波により衝撃を受け、損傷または破砕したためと思われる。

今回の実験では、多数の卵がふ化したが、大部分の卵は前回同様ふ化の数時間前に一たん底に沈下した。しかし、少数のものは水面に浮いたままふ化した。

これら実験の結果

- 1) ふ化率では、海面に浮かべた木製ふ化槽(側網)のものが最高であった。
- 2) 発生中の生残率では海面に浮かべたポリエチレン袋のものも比較的良好であった。
- 3) 陸上水槽のふ化率は一般に不良であったが、動揺させたものがそのうちでは最も良好であった。
- 4) 荒天で波浪の高いときには、網かごや、底網の木製ふ化槽のふ化率は不良であった。

などの諸点が明らかとなったが、これらからブリの卵の発生を進めるには温度・水質のほか、適



第 14 表 ふ化槽の種類別によるブリ卵の生残率の相違 Ⅱ (1960年5月11日受精)

\*印は海面に浮かべた期間の生残率

開始時間 終了時間 日 時 分	所要時間 時間 分	a	b	c	d	e	f	g	
		陸上静止 水槽 %	1日海上 他陸上%	1日海上 他陸上%	1日海上 他陸上%	2日海上 他陸上%	3日海上 側網 %	3日海上	1日側網 2日底網%
11. 6. 40 (受精) 11. 10. 30	3.50	99	99	99	99	99	99	99	
11. 10. 30 12. 14. 00	27.30	0.05	47.5*	47.5*	47.5*	47.5*	47.5*	47.5*	
12. 14. 00 13. 12. 40	22.40		23.3	22.4	24.7	33.2	42.5*	0*	
13. 12. 40 13. 13. 20 ふ化開始	40								
14. 12. 00 ふ化終了	23.20								
計	54.40 ふ化開始 77.20	0.05	10.8	10.4	11.5	—	20.0	0	

第 15 表 ブリ卵ふ化率の陸上と海上における場合の比較 (1960年5月11日受精)

水槽の種類	陸 上				海 上	
	静止水槽 (7.6ℓ) 温度調節 常時注水 空気吹込	静止ポリエ チレン水槽 (13.1ℓ) 1日4回 水交換	静止ポリエ チレンた ら (13.2ℓ) 1日4回 水交換	ポリエチレ ン袋(5ℓ) 貯水槽内で 動 揺	木 箱 (35.2ℓ) 側網張り	網 か ご (15ℓ) ハイゼックス 60目
水温の範囲	(°C) 18.8~20.4	18.0~20.2	17.7~21.7	18.8~20.2	18.9~19.8	18.9~19.8
海水比重	1.0258~1.0262	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
供試卵数	160	100	2,000	100	12,000	4,000
ふ化時間 時間 分	—	—	67.20	68.20	55.75	—
ふ化率(%)	0	0	0.05	1.0	20.0	0

当な動揺も有効ではないかと考えられる。そして、海面に浮かべたふ化箱のふ化率が良好である理由は水温・水質・動揺などが、自然の状態に近いと思われる。

第4回および第5回実験 1961年には4月18日および5月18日の2回、女島定置網場落し網で漁獲されたブリから人工受精卵を得、ふ化実験と受精卵の輸送実験を行なった。受精卵は1960年の実験に用いた卵よりも透明度が高く、完熟に近いものと認められた2回の実験ともに室内静止水槽および海上ふ化槽の両方で発生状態を観察したが、室内静止水槽でもふ化率は約50%で高かったが、海上ふ化槽の方がやや高く約60%で、ふ化した子魚の元気さも海上ふ化槽の方がよかった。

4月18日および5月18日の2回、受精卵を新洋丸上に設置した水槽で、温度をなるべく一定に保ちながら女島から富江まで輸送したが、輸送卵も海上ふ化槽・陸上静止水槽ともにふ化した。ふ化率は陸上静止水槽で約30%であった。

これらの実験結果から

- 1) 受精卵のふ化率は、卵の熟度に大きな関係がある。
- 2) 完熟卵で受精後よく洗ったものは、陸上静止槽でもふ化率は良好である。
- 3) 海上ふ化槽のふ化率は良好でふ化子魚の元気がよい。
- 4) 輸送後(7時間)の受精卵のふ化率もよくふ化子魚も元気である。

などの諸点が明らかになった。

内田ほか(1958)によれば、ブリ卵のふ化は、卵が海水表面に浮かんだまま全発生過程をとげて発生段階で沈下する現象は見られなかったというが、筆者が静止水槽で観察したところでは、天然卵の場合にかぎらず人工受精卵の場合にも、少数の受精卵は水面に浮いたまま全発生過程をとげてふ化したが、大部分はふ化の数時間前にふ化槽の底に沈下し、ふ化の際に表層または中層に浮上することが認められた。

### 3. 1. 3. 3 ふ 化 子 魚

#### 3. 1. 3. 3. 1 ふ化子魚の状態

ふ化した子魚を静止水槽中で観察すると、表層または中層で、頭を上にし、体を垂直またはななめにしておき、ときどき、びくびくとはげしく泳ぐことがある。また、底に沈下して体を横たえていることもある。生きていた時は体をまっすぐにしているが、死ぬと魚体が曲がる。卵を収容したふ化槽の種類によって、ふ化稚魚の元気さや寿命に相違がみられた。すなわち、海面に浮かべたふ化箱でふ化した子魚は陸上の水槽でふ化した子魚にくらべて元気がよく、体ものびのびとしており寿命も長かった。1960年の実験では稚魚輸送まで2日間、1961年の実験ではふ化後8日と11時間まで生存した。また、発生初期を海面に浮かべたふ化槽で過ごし、ついで、陸上のふ化槽に移した

卵からふ化した子魚は、海面に浮かべたふ化槽に収容された期間が長いものほど元気があり、体のびのびとしていた。

1960年5月13日～14日にふ化し、陸上の水槽においた子魚は、5月15日午後までに死亡したものが多かったが、海面に浮かべた木箱でふ化し、そのまま木箱中にあった子魚は5月15日午後になってもまだ多数が生存していた。

1961年の実験では、ふ化後3日から摂餌動作をはじめ、水平に泳ぐようになり、ふ化後6日間はきわめて元気であるが、ふ化後7日頃から元気が乏しくなり、ふ化後9日までに死亡した。ふ化子魚の形態の変化を PLATE 7 に示す。

### 3. 1. 3. 3. 2 ふ化子魚の輸送

1) 1960年5月13～14日にふ化し、海面に浮かべたふ化槽に収容していた子魚を、女島灯台への連絡船「うぐいす」丸(77.25トン)に乗せ、5月15日午後2時女島を出港し、五島列島福江島玉の浦港まで輸送した。輸送中は、船上の水槽に子魚の入った木箱のふ化槽を浮かべ、ときどき水槽の水をかえた。しかし、途中風雨を伴うしけにあい、露天甲板上に水槽があったため、水の交換が予定どおりできず、水温は15.5°Cに低下し、午後8時半玉の海港に到着したときは、子魚は全部死亡していた。死亡の主な原因は水温の低下であると考えられる。

2) 1961年5月18日天然卵からふ化後5日目の子魚を PLATE 5 HI に示したように管びんと試薬びんに収容しそれを海水を入れた水槽中に入れて女島から富江まで(7時間)輸送したが、到着時管びんは1個体輸送してそれが生存し、試薬びんは4個体中3個体が生存した。到着後4日と2時間まで生存した。

また、1961年5月22日人工受精卵からふ化後3日の子魚を、酒の空びん(1升入り)・ポリエチレン袋・ポリエチレンボールなどに入れて女島から富江まで輸送したところ富江到着時には2,252個体中1,755個体生存し、到着後6日と4時間生存した。

この実験から水温を一定に保ち、動揺を少なくすれば、ふ化後間もない子魚の輸送も可能なことが明らかになった。

### 3. 1. 3. 3. 3 ふ化子魚の飼育

1961年の2回の実験では、ふ化子魚はふ化後3日から摂餌活動をはじめたので、*Ciliata*, *Flagellata* などの原生動物を給与したところ、摂餌動作は認められたが、ふ化後8日と11時間で死亡した。一方無給餌の群でもふ化後8日と5時間生存した。この結果から本実験においては、餌料の効果があったとは思われない。子魚の飼育は直径20cmの静止水槽で行なったが、水の交換直後に死魚があらわれた。フジツボ幼生・*Brine Shrimp* 幼生も与えたが、大きすぎて摂餌は認められなかった。

### 3. 1. 4 論 議

発生の進んだ天然ブリ卵を陸上の静止水槽に移したとき、そのふ化率は良好であり、また、人工受精卵も海面に浮かべた木箱のふ化槽に収容している時間が長いほど、ふ化率は良好であったことから考えて、今後さらに、ふ化率の向上をはかるには、海面に浮かべるふ化槽を、しけの場合にも卵が安全なように改良することおよび陸上にふ化槽をおいても、人工受精卵を海面に浮かんだ天然卵に近い環境に置くようくふうすることが必要である。また、卵の熟度がふ化率に大きな影響があるから、熟卵を得るように努力すべきである。本実験に用いた親魚は、いずれも落とし網の箱網部または二重落しに入ったものであるが、陸上の静止水槽のふ化率が低く、海面に浮かべたふ化箱が比較的高かった。海面に浮かべたふ化箱のふ化率が良好なわけは、水温・水質が適当であることも原因するであろうが、動揺が大きな関係をもつものと思われる。動揺が卵の発生に好影きよを与え、る原因については、

- ① 動揺によって卵に付着した精液その他の汚物を除去して卵を常に清潔に保つこと。したがって微生物が卵に集まることも防止できる。
- ② 動揺によって卵が常に新鮮な海水と接触し酸素の補給、老廃物の除去に役立つこと。
- ③ 動揺によって卵が受ける重力の作用が変化し、これが卵の発生をうながす刺激となること。

などが考えられる。とくにブリのように透明度の高い波の動揺の大きな近海・沿岸などで産卵する魚では、完熟卵を得ること、受精卵をよく洗い、その後の管理も清潔に保つことが心要で、そのためには、受精卵を収容したふ化槽を適当な動揺のある清潔な海に浮かべるのも良好なふ化率を得る一方法と思われる。

1960年の実験でふ化率が低かった原因の1つは卵の熟度が低かったことが考えられる。今後、ふ化子魚の飼育には、餌料の研究のほか飼育水槽の改良の研究も必要であろう。

## 第 2 節 稚 魚

### 3. 2. 1 ま え が き

ブリ養殖用種苗としては、親魚から採卵して、人工受精を行ない、ふ化した子魚を用いるのが理想的であるが、前節で述べたように、まだこの方法は完成されていない。したがって、現在では、天然の海においてある程度成長した稚魚を採捕し、これを種苗として養殖に用いている。本節では稚魚という語を天然から漁獲されるハマチ養殖用種苗としてのブリ幼魚の意味に広く用いることとする。

養殖が始まった当初の数年間、主として熊野灘において釣獲される体長10~20cm、体重20~100gの稚魚を用いていたが、1940年ごろ隔山\*が和歌山県勝浦沖において活魚運搬船の舵に巻き

脚注 \*1961年2月21日隔山三吉氏の談話による。

つきついた流れ藻を除去する際、多数の小さなブリ稚魚が藻についているのを認め、これを網を用いて採捕し、養殖用種苗として用いて以来養殖用ブリ稚魚の網取り法が始められた。その後は、稚魚の採捕は1本釣り法と網取り法が併用されたが、近年各地でハマチ養殖が開始されるようになって流れ藻についての稚魚の採捕が試みられ、宮崎県（茂野，1959），高知，鹿児島，大分，三重，和歌山および徳島の各県沿岸においても採捕されるようになった。また，京都府や福井，長崎各県下においても採捕が試みられている。

現在では体長 4.0～25.0cmの稚魚を網または釣によって漁獲しているが，網としてはすくい網，まき網が主で，また，地引網や定置網に入ったものも利用されている。そのうち，すくい網とまき網によって漁獲される稚魚は比較的魚体が小さく，地引網，定置網，釣などによって漁獲される稚魚は魚体が大きい傾向にある。そこで，養殖用稚魚としてはどの程度の大きさの魚体が適当であるかを明らかにするために，本実験ならびに調査を行なった。

### 3. 2. 2 実 験 方 法

#### 3. 2. 2. 1 稚魚の大きさと餌付け中の死亡

I) 5～9月までの間に，網および釣で漁獲された種々の大きさのブリ稚魚を，マアジを餌料として餌付けを行ない，餌付けまでの死亡の状況を調査し，稚魚の大きさと死亡率との関係を検討した。

II) 5月6日にまき網で漁獲された稚魚を，魚体の大きさによって大・中・小・の3段階により分け，1段階のものをそれぞれ2個のいけす網に収容して，それらの網を白浜町古賀浦と白浜町島島沖の養殖場に設置した。餌付けにはマアジおよびイカナゴの粉碎肉を用い，各いけす網に収容された供試魚の20日間の死亡率を比較した。

#### 3. 2. 2. 2 魚体の大きさと餌付状態

1954年から1960年までの間に行なった稚魚の餌付け中の観察によって，魚体の大きさと稚魚の餌付けまでの日数について検討した。

#### 3. 2. 2. 3 稚魚の大きさによる成長の相違

6月および9月に白浜町富田浦の地引網で漁獲された稚魚を，それぞれ，等しい大きさのいけす網（3.6m×3.6m×2.4m）で別々に飼育し，6月に漁獲された小さい稚魚を種苗とした場合と，9月に漁獲された大きい稚魚を種苗とした場合とについて，その成長を比較した。

### 3. 2. 3 実 験 結 果

#### 3. 2. 3. 1 稚魚の大きさと餌付中の死亡

### 3. 2. 3. 1. 1 異なる時期に漁獲された稚魚

I) 1960年5月23日高知県沖でまき網で漁獲された稚魚14,367尾を、活魚運搬船生長丸で和歌山県白浜町古賀浦湾へ輸送し、5月25日から6月13日まで20日間いけす網養殖場において(3.6m × 3.6m × 2.4m) 餌付けを行なった。稚魚の平均体長は5.9cmであった。餌付け期間中の死亡率8.1%であった。また、その期間中の1m層の水温は最高22.8°C 最低19.0°Cであった。

II) 1960年6月19日白浜町富田浦の地引網で漁獲された稚魚529尾を活魚船で白浜町古賀浦湾へ輸送し、6月20日から7月9日まで20日間いけす網養殖場(3.6m × 3.6m × 2.4m)において餌付けした。到着時の稚魚の平均体重は86.2g, 平均体長18.5cmであった。餌付期間中の1m層の水温は最高27.5°C, 最低21.0°Cであった。餌付け期間中の死亡率は1.1%であった。

III) 1960年7月9日釣で漁獲された稚魚12,226尾を活魚運搬船大商丸で三重県浜島町から和歌山県白浜町古賀浦へ輸送し7月11日から7月31日までいけす網養殖場(3.6m × 3.6m × 2.4m)で餌付けを行なった。到着時の稚魚の平均体重は88.3g 平均体長19.2cmであった。餌付け期間中の1m層の水温は最高28.8°C, 最低24.0°C 死亡率は1.7%であった。

IV) 1960年9月21日白浜町富田浦の地引網で漁獲された稚魚350尾を活魚運搬船で白浜町古賀浦まで輸送し、いけす網養殖場(3.6m × 3.6m × 2.4m)において餌付けを行なった。到着時の稚魚の平均体重は644.5g, 平均体長53.4cmであった。餌付け期間中の1m層の水温は最高27.6°C, 最低22.7°C, 死亡率は1.7%であった。

V) 1957年7月5日熊野灘で釣によって漁獲された稚魚8,331尾を、三重県尾鷲湾に設置されたいけす網に収容して7月8日まで餌付けし、7月9日尾鷲から和歌山県白浜町古賀浦湾へ活魚運搬船で輸送しさらに、7月12日までいけす網(3.6m × 3.6m × 2.4m)で餌付けした。この期間の死亡の状況は第16表に示したように、輸送前まで515尾で死亡率6.18%, 輸送中には106尾で1.27%, 輸送後3日間には186尾2.23%であって、合計すると、7月5日の漁獲後から7月12日午後6時までの7日間に807尾の死亡があり、死亡率は9.7%であった。

死亡魚の平均体重は時間の経過とともに小さくなっている。すなわち、餌を摂取しない個体が時間の経過とともにやせて死亡したと考えられ、したがって、死亡の原因は魚体の損傷による餌付け不良のためと思われる。

これらの実験結果から、稚魚の餌付け開始時期としては水温18~26°Cの5月中旬~7月上旬が適当と思われ、また、養殖種苗に適当な大きさとしては、平均体重が2.7gでは小さすぎ、644.5gでは大きすぎて、ともに、死亡率が高い傾向があることがわかる。

第 16 表 稚魚漁獲後・輸送中・餌付け中の死亡記録 (1957年 7月 5日熊野灘で漁獲した稚魚を尾鷲から白浜まで輸送し, 7月12日まで餌付けした場合)

調査日時	死亡魚の平均体重 (g)	死亡数	死亡率 (%)	備考
6日 06.00	128.6	55	6.18	餌付中
// 17.00	125.6	39		
7 08.00	126.8	47		
// 17.00	125.3	34		
8 06.00	113.3	72		
// 17.00	124.9	31		
9 04.00	—	237		
9 22.00	—	14	1.27	輸送中
// 02.00	—	40		
10 09.00	118.1	52		
10 09.30	111.0	89	2.23	餌付中
// 16.30	99.4	26		
11 09.30	104.6	45		
// 17.00	113.6	4		
12 09.30	103.1	16		
// 18.00	94.9	6		
計		807	9.68	

### 3. 2. 3. 1. 2 同時に漁獲された稚魚

5月5日および6日に高知沖で漁獲された稚魚を5月7日活漁運搬船生長丸で和歌山県白浜町古賀浦湾へ輸送し, 大・中・小の3段階により分けて, いけす網(3.6m×3.6m×2.4m)を古賀浦湾および島島沖に設置した。餌付けは到着した日から行なったが, 死亡率の調査は大きさ別にした翌日の5月10日から5月29日までの20日間について行なった。その結果は, 古賀浦湾の養殖場も島島沖の養殖場と同様な傾向を示し, 魚体の大きいものほど死亡率が低く, 魚体の小さいものほどその死亡率が高かった。

すなわち, 第17表からわかるように, 平均体重2.6gの群では島島沖養殖場のものが死亡率1.2%, 古賀浦湾養殖場のものが1.3%であるが, 平均体重1.6gの島島沖の群においては7.3%, 平均体重1.4gの古賀浦湾の群においては10.6%というように魚体の小型化に伴って死亡率は増加し, さらに, 平均体重0.8gの島島沖の群においては実に46.3%, 平均体重の0.7gの古賀浦湾の群においては

第 17 表 餌付けをされる魚体の大きさと餌付け期間中の死亡率との関係（5月10日から29日までの20日間いけす網養殖場において、カタクチイワシおよびマアジの粉碎肉を餌料として餌付けを行なった場合）

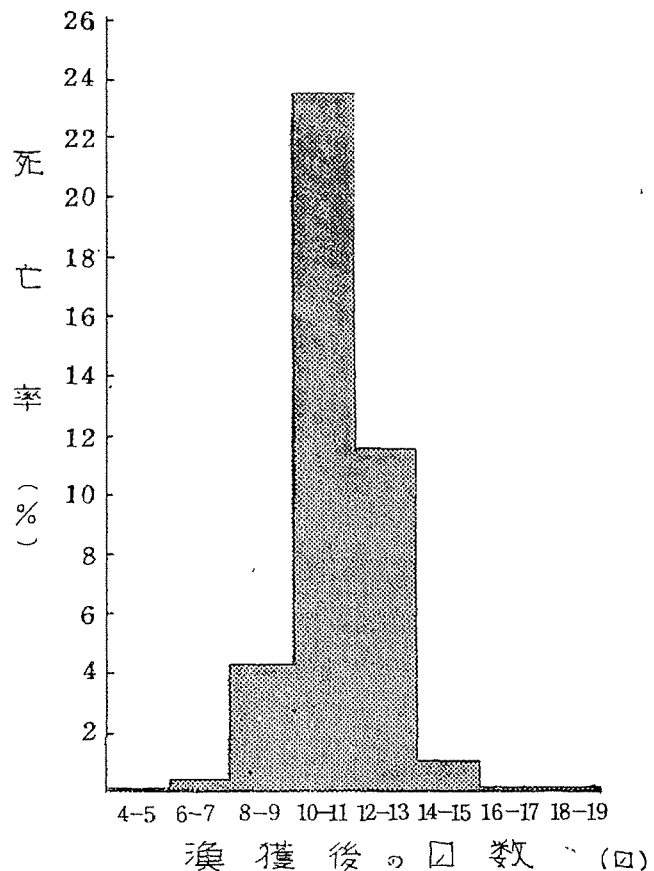
区 分	島 島 沖 養 殖 場					古 賀 浦 湾 養 殖 場				
	平均体重 (g)	平均体長 (cm)	放養尾数	死亡数	死亡率 (%)	平均体重 (g)	平均体長 (cm)	放養尾数	死亡数	死亡率 (%)
小	0.8	4.3	18,875	8,730	46.3	0.7	4.1	13,071	5,445	41.7
中	1.6	5.3	7,481	548	7.3	1.4	5.0	9,292	986	10.6
大	2.6	6.3	7,935	95	1.2	2.6	6.2	3,389	44	1.3

41.7%というように、魚体が小さいと死亡率がいちじるしく高い。

平均体重が0.7~0.8gの稚魚の死亡率が高かった原因については、長い輸送に対する抵抗力がそれより大きな個体にくらべて小さかったことも考えられるが、天然のブリ稚魚の胃内容物について三谷（1960）が報告しているように、体長3~4cmのブリでは、食性が甲殻類から魚類への過渡期にあるとすれば、この程度の大きさの稚魚を魚肉だけで餌付けすることは不適當であり、したがって、死亡率が高いのではないかと考えられる。

### 3.2.3.2 魚体の大きさと餌付き状態

漁獲稚魚の餌付き状態を観察すると、体重2~30gのものは餌付き早く、漁獲当日から一部のもの摂餌し、3日後にはほとんどのものが餌につく。ところが、40~80gの稚魚では餌付きがややおそく、ほとんどのものが餌につくにはほぼ5日を要する。餌付きまでの時間は水温が高い方が短い傾向があるが100g以上の魚体の場合は餌付きまでに6~10日間を要する。1.5g以下の稚魚では運動範囲が狭く、魚肉餌料を摂餌する意欲が少ないので給餌回数を多くし、いけす網全般にゆきわたるように餌料をさん布する必要がある。このように小さい稚魚で漁獲後数日中に餌につかないものは魚体が小さいから体力消耗し、やせ衰えて死亡する。



第 15 図 稚魚餌付け中の死亡率と経過日数との関係（まき網で漁獲した平均体重0.7gの稚魚をいけす網養殖場で餌付けした場合）



第15図は5月6日にまき網で漁獲した稚魚のうち、平均体重0.7g、平均体長4.1cmの個体13,071尾を白浜町古賀浦に設置したいけす網(3.6m×3.6m×2.4m)に収容して、イカナゴおよびマアジの粉碎肉で餌付けした場合の漁獲日数と死亡率(収容時の尾数に対する死亡数の百分率)を示したものである。

第15図からわかるように、漁獲後6～7日で死亡が目立ちはじめ、10～11日で最高に達し、16～17日後となるとほとんど死亡しないようになる。この期間の1m層の水温は最高21.3°C、最低17.6°Cであったがこのような水温範囲では0.7g前後の個体は10日前後で体内の栄養を消費しつくし、衰弱死するものと思われる。

### 3.2.3.3 稚魚の大きさによる成長の相違

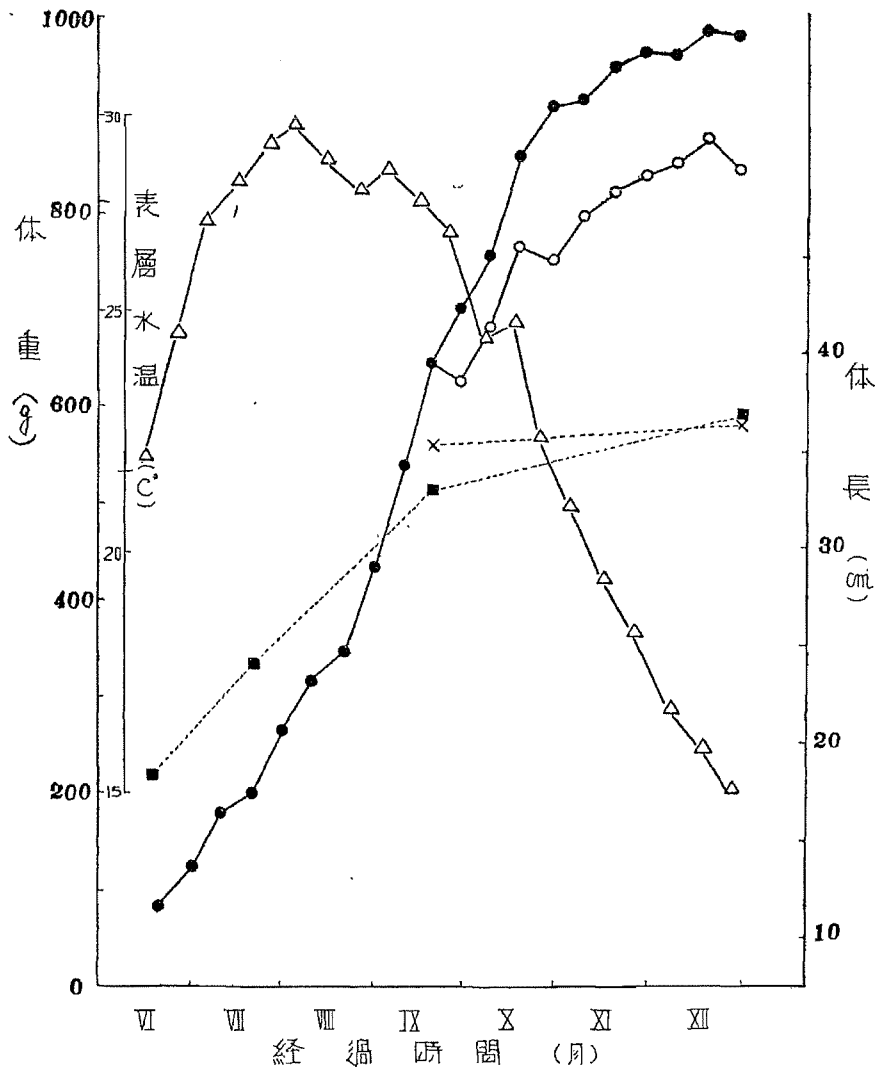
1960年6月19日白浜町富田浦の地引網で漁獲された稚魚529尾を、白浜町古賀浦湾のいけす網養殖場(3.6m×3.6m×2.4m)において6月20日から12月31日まで195日間飼育し、その間10～11日ごとに平均体重を測定した。実験開始時の平均体重は86.2g、平均体長は18.5cmであった。

また、同年9月21日同じく白浜町富田浦の地引網で漁獲された稚魚350尾を、同じく白浜町古賀浦湾のいけす網養殖場(3.6m×3.6m×2.4m)において9月22日から12月31日まで101日間飼育しその間10～11日ごとに平均体重を測定した。実験開始時の平均体重644.5g・平均体長35.4cmであった。このとき、6月20日から飼育したブリとちょうど体重が同じであった。第16図は両方の場合の成長度を平均体重および平均体長について比較したものである。その後の成長は第16図からわかるように、6月20日から飼育している方は順調に成長し、12月31日に平均体重977g、平均体長36.8cmに達したが、9月22日から飼育した方はいったん体重が減少してから増加し、12月31日には平均体重842g、平均体長36.5cmに達したに過ぎなかった。

すなわち、平均体重86.2gの稚魚から養殖した方が、平均体重644.5gの稚魚から養殖した方より成長がかなり良好であった。この原因は、体重86g前後の稚魚はいけす網内の遊泳になれやすく、餌付きも早くていけす網養殖場の環境によく適応できたが、体重644.5gにまで成長した天然産稚魚はいけす網養殖場という環境になれにくく、その後の成長があまり良好でなかったものと思われる

### 3.2.4 論 議

稚魚の出現時期については内田(1955)、島根水試(1958)、三谷(1960)ほか多数の報告があるが、4月下旬には高知、和歌山両県の沖にも大量の稚魚が出現する。それゆえここ数年前から4月下旬～5月上旬にかけて養殖種苗の採捕が始められている。近畿大学水産研究所では1960年には6月2～3日に平均体重3.1gの稚魚を、和歌山県と高知県の間の沖合で採集し、5月4日から餌料を給与し養殖をはじめたこともあり、また5月5～6日に漁獲した稚魚を5月7日から餌料を給与し



第 16 図 6月20日平均体重 86.2g の稚魚から養殖した場合と、9月22日平均体重 644.5g の稚魚から養殖した場合の平均体重および平均体長の変化。●, 6月20日稚魚体重; ○, 9月22日稚魚体重; ◆, 6月20日稚魚体長; ×, 9月22日稚魚体長; ▲, 午前10時半表層水温。

て養殖したこともあるが、上に述べた実験からわかるように、体重 1g 以下の魚体では餌付きがよくなく、死亡率が高かった。また7月以降に漁獲された稚魚は、魚体も大きく漁法もまき網では漁獲が困難だから釣獲によるものが多くなり、また水温の上昇によって環境も悪化するので、餌付け中および輸送中の死亡率が高くなる。9月に漁獲される稚魚はすでに0年魚の成長量のおよそ半分まで成長しているため餌付きも悪く、その後の成長も不良で、養殖種苗としては不適當と考えられる。それゆえ、養殖用種苗として適當な時期は、5月上旬～7月上旬の水温 18～26°C であると思われる。水温が上昇するほど餌付け中や輸送中の死亡率が高くなる傾向にあるので、最も適當な水

温は20～24℃である。適当な稚魚の大きさとしては2～130gと考えられる。とくに、8～50gの稚魚は餌付きがよいこと、輸送に便利なこと、いけす網の目合がかなり大きくてもよいことなどの諸点から最適と考えられる。この程度の大きさの魚体が出現するときの沿岸の水温はほぼ20～24℃である。時期としては三重、和歌山、高知、宮崎、鹿児島などの太平洋沿岸ではほぼ5月中旬～6月中旬である。5月上旬以前に漁獲される体重1g以下の稚魚の餌付けについては、単に魚肉だけでなく、甲殻類や合成餌料を用いる研究を進めれば死亡率を低下させることができるかもしれない。

## 第 4 章 成 長

### 第 1 節 養殖場の相違による成長

#### 4.1.1 ま え が き

ブリの養殖場としては1955年ごろまでは香川県の安戸池・喜兵衛島養魚場・兵庫県福良漁業協同組合養魚場などにみられるように、内湾の一部または島と島の間を築堤もしくは網仕切によって区画したものが大部分であり、それらの養殖場では養殖事業としても良好な成績をおさめることが多かった。一方、海上に浮かべたいけす網養殖場でブリを飼育することは漁獲後の稚魚を餌付けするために短期間行なわれていただけで、ブリを長期間いけす網内で養殖することはほとんど行なわれなかった。兵庫県福良港では1933年ごろから岸、隔山\*が舟と舟との間に網を張り、その中でブリを飼育する養殖法を行なったが、網地の腐食や管理などの関係から養殖期間は短く数カ月以内であり、魚体の成長は広い内湾を区画した養殖場より劣り、体重600g以下でほとんど取りあげていた。最近楠田(1959)は舞鶴湾において、また、三重県水産試験場(1960)は熊野灘において、ハマチのいけす網養殖を試験し、それぞれ良好な成績をおさめている。現在は、静岡・三重・和歌山・高知・大分・宮崎・福井などの諸県および瀬戸内海沿岸の一部の県において、いけす網養殖場がいちじるしく増加する傾向にある。

また、1年魚以上のブリの蓄養については、田中(1931)および福井県水産試験場(1935)の業績がある。田中の洛山湾における蓄養の場合には蓄養による十分な肥大成長は認められず、また、福井水試による常神湾の蓄養の場合にも蓄養期間中に体重の増減があり、4カ月後に取りあげた時には蓄養開始時よりも体重は減少して、収支経済では支出が収入の2倍という大欠損を生じている。このように、ブリの蓄養成績は従来あまりかんばしくないが、そうかといって成績のよい広い養殖場を作るため内湾の一部を区画するには多大の経費を要し、船舶の航行に障害をもたらすところが少なくなく、天恵の一部の地方を除いては良い養殖場を得ることはなかなか困難である。

そこで、筆者らは1954年から1958年までの5年間内湾の一部が道路で区画された第1養魚場および合成繊維製のいけす網養殖場においてブリを長期間飼育し、両者について養殖場の環境、ブリの成長状態、施設の繁簡および管理の難易などを比較・検討した(原田・熊井, 1959)。

#### 4.1.2 実験および調査の方法

※ 1960年5月25日隔山三吉氏の談話による。

I) 1954年から1960年までの7年間、第1養魚場(面積 4,6544m<sup>2</sup>) (第17図)において毎年ブリの0年魚を養殖し、養殖場の環境とブリの成長とを調査した。1955年には、第1養魚場において1年魚を0年魚と混養し、1年魚の成長度を調査した。

II) 1954年および1955年には、第1養魚場に設置したいけす網養殖場で0年魚を養殖し、その成長を調査した。1956～1960年には古賀浦湾の一部に設置したいけす網養殖場(第17図)において毎年0年魚を飼育し、また、いけす網養殖場において1年魚、2年魚、3年魚および4年魚を連続飼育した。

III) 第1養魚場の0年魚は主として熊野灘から漁獲された稚魚をいけす網養殖場において体重約100gまで養殖したものを種苗としたものであって、放養後10～11日ごとに100尾を漁獲して全体重および個々の体長を測定した。測定魚の採集に当っては朝の給餌前に餌に集まる個体をたも網または釣によって漁獲したが、群によって個体に多少の大小があるので、なるべく平均に漁獲されるように注意した。

IV) いけす網養殖場の0年魚は熊野灘から漁獲された稚魚をそのまま引きつづいていけす網養殖場で飼育した場合が大部分であるが、中にはいつたん第1養魚場へ放養後再びいけす網養殖場に取り入れた場合もある。10～15日ごとに朝食給与前のもの約100尾を無作意に取りあげて、全体重および個々の体長を測定した。

V) 餌料はマアジ・カタクチイワシ・イカナゴ・サンマ・キビナゴなどの冷凍または生鮮品が主であって、春、夏、および秋には1日に朝・夕の2回、冬季には1日1回給与した。

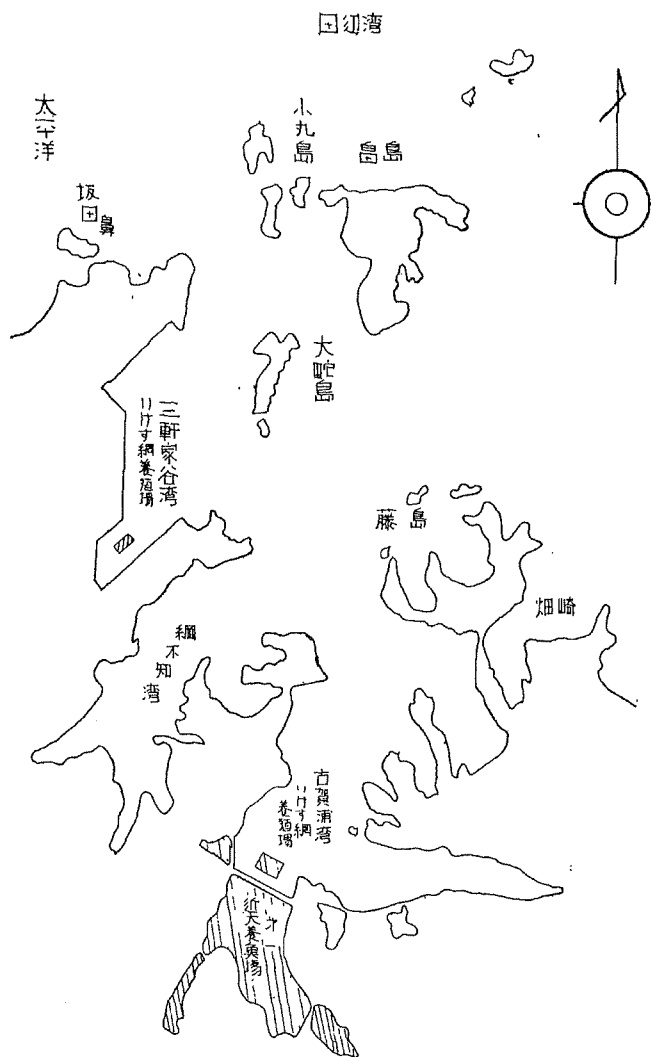
養殖の初期にはこれら小魚を粉碎したが、以後、供試魚の成長に従って大きな魚の場合には切断し、小さいものではそのまま与えた。

### 4.1.3 実験および調査の結果

#### 4.1.3.1 第1養魚場

第17図および18図は第1養魚場の位置および水深を示したものである。

第17図および第18図からわかるように、第1養魚場は和歌山県田辺湾の一部古賀浦湾の奥部にあって、天然の入江が道路によって仕切られたものである。面積は46,544m<sup>2</sup>であるが浅い部分が多く干潮時の平均水深は0.95mであって、干潮時に水面から露出する部分が全体の14%である。最深部は干潮時に5.0mであるが、3.0mよりも深い部分はわずかに全体の1.4%である。底質は砂泥



第 17 図 近畿大学第 1 養魚場およびいけす網養殖場の位置

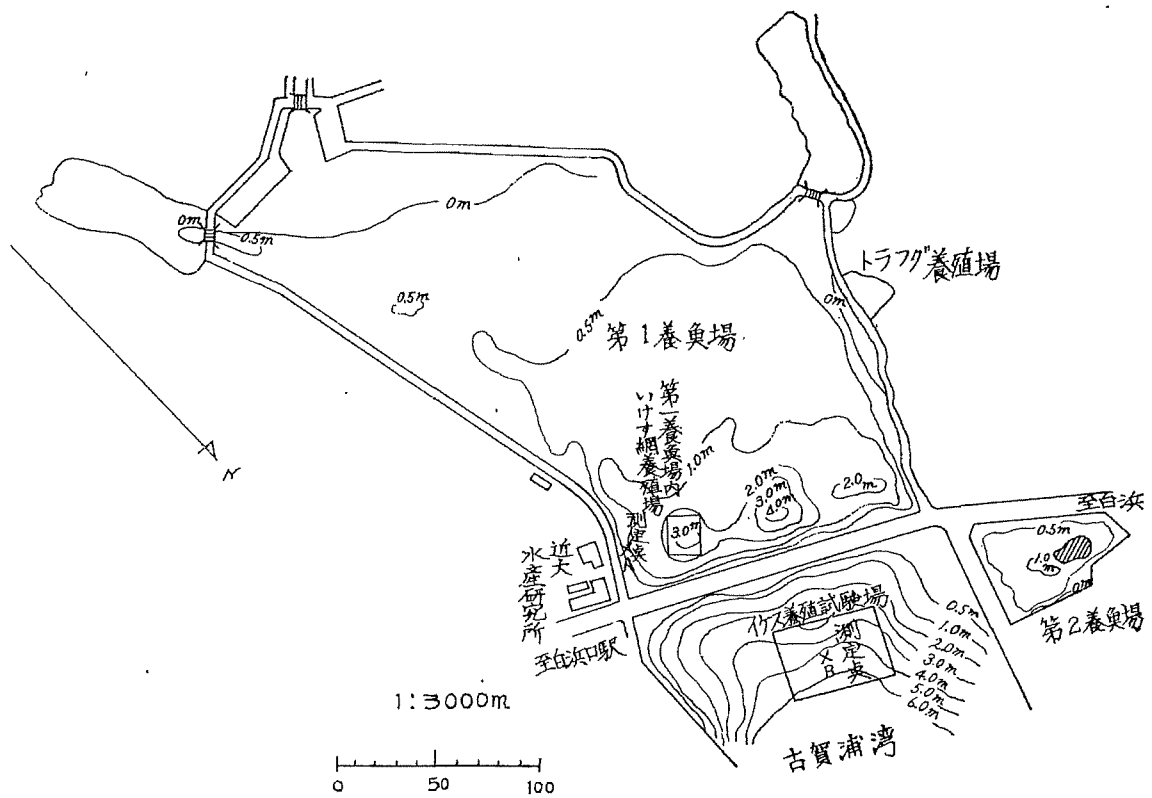
であるが降雨の際は付近の山野から流入する淡水のために養魚場内の比重が低下し、表層水はほとんど淡水に近くなることがある。

第 18 表からわかるように、15°C における表層水の比重は降雨の多い 4～9 月に低く、秋、冬季の 11～3 月に高い傾向が認められる。しかし、4・2・2 において述べるように降雨などで表層水の比重が低下した場合深部の比重は高いのでブリは深部に沈んでいる。

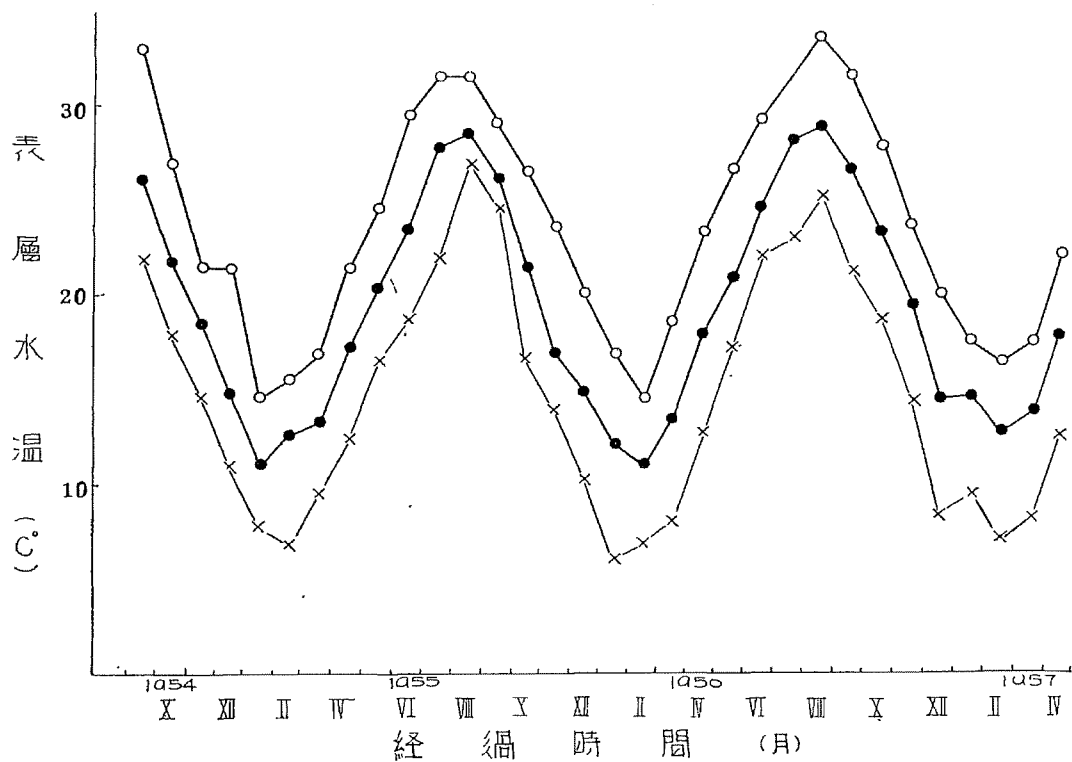
第 1 養魚場の位置は湾奥にあって水深が浅いため、第 19～21 図および第 22 図からわかるように、外海にくらべ水温が夏季にはより一層上昇し、冬季にはより一層低下しブリの好適水温の期間は外海にくらべると若干短かい。

第 18 表 第 1 養魚場の各月ごとの比重 (1954年 9 月から 1961年 3 月までの 6 年 7 カ月間、毎日午前 10 時に測定した表層水の比重を水温 15°C に換算して各月ごとに平均した値)

年 月	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961
1	—	1.0253	1.0245	1.0254	1.0254	1.0248	1.0254	1.0247
2	—	1.0247	1.0244	1.0243	1.0229	1.0192	1.0258	1.0264
3	—	1.0224	1.0209	1.0256	1.0221	1.0244	1.0252	1.0256
4	—	1.0234	1.0229	1.0228	1.0230	1.0235	1.0233	—
5	—	1.0232	1.0211	1.0230	1.0238	1.0222	1.0232	—
6	—	1.0186	1.0236	1.0248	1.0236	1.0244	1.0217	—
7	—	1.0220	1.0235	1.0247	1.0243	1.0221	1.0243	—
8	—	1.0241	1.0253	1.0237	1.0226	1.0226	1.0227	—
9	1.0199	1.0245	1.0218	1.0212	1.0216	1.0219	1.0241	—
10	1.0244	1.0218	1.0244	1.0247	1.0213	1.0232	1.0247	—
11	1.0255	1.0248	1.0245	1.0251	1.0245	1.0246	1.0244	—
12	1.0252	1.0255	1.0257	1.0255	1.0243	1.0241	1.0255	—



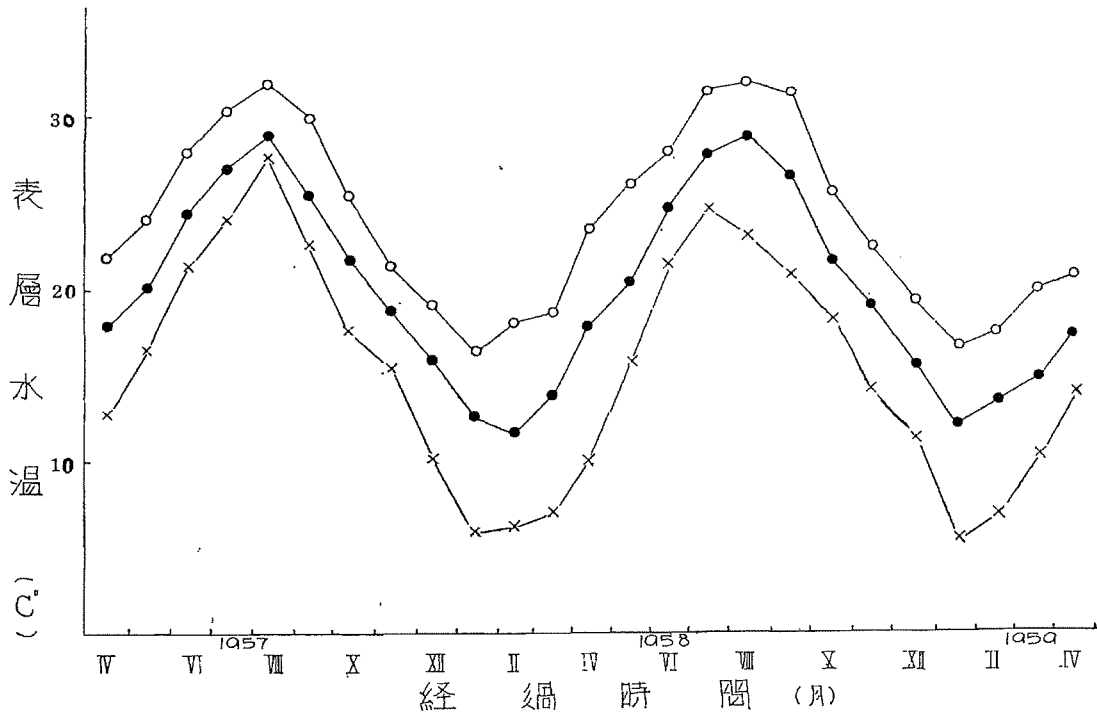
第 18 図 近畿大学第 1 養魚場および古賀浦湾いけす網養殖場。



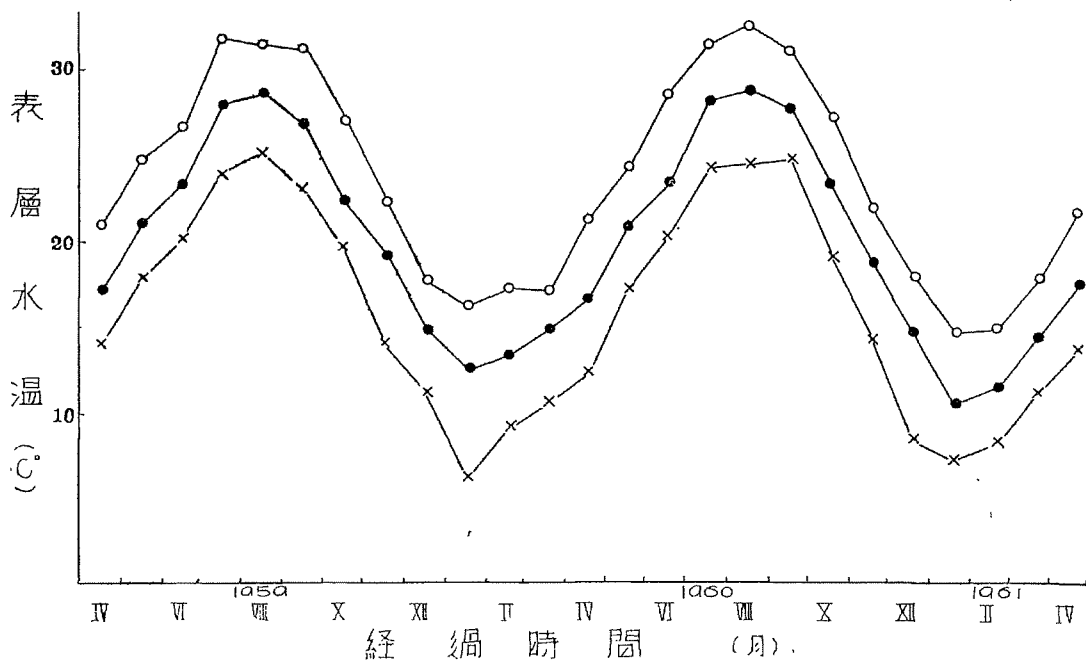
第 19 図 1954年9月から1957年4月までの2年8カ月間における第1養魚場の水温の変化。●, 午前10時表層水温; ○, 1m層最高水温; ×, 1m層最低水温。

第19～21図は最近数年間における第1養魚場の水温変化を図示したものであり、第22図は古賀浦湾のそれを示したものである。

第19～21図からわかるように夏季には最高水温が30°Cを越えることがしばしばあり、また、冬



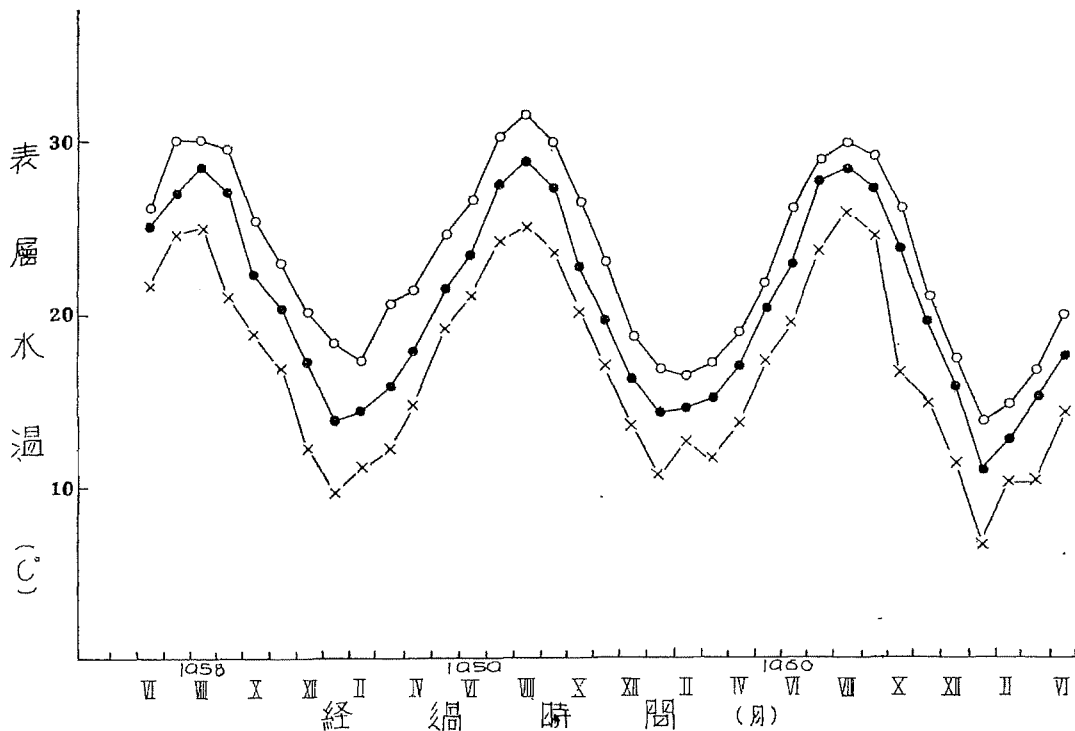
第20図 1957年4月から1959年4月までの2年1カ月間における第1養魚場の水温の変化。  
●, 午前10時表層水温; ○, 1m層最高水温; ×, 1m層最低水温。



第21図 1959年4月から1961年4月までの2年1カ月間における第1養魚場の水温の変化。  
●, 午前10時表層水温; ○, 1m層最高水温; ×, 1m層最低水温。



季には最低水温が  $10^{\circ}\text{C}$  以下になることも少なくない。養魚場内の溶存酸素量は一般に水温の低下した冬季および養魚の少ない春季に多く、高温時でかつ魚体も成長して数量が多い夏季および秋季には少ない。



第 22 図 1958年4月から1961年3月までの3カ年間における古賀浦湾第1養魚場の外海の水温の変化。●，午前10時半表層水温；○，1m層最高水温；×，1m層最低水温。

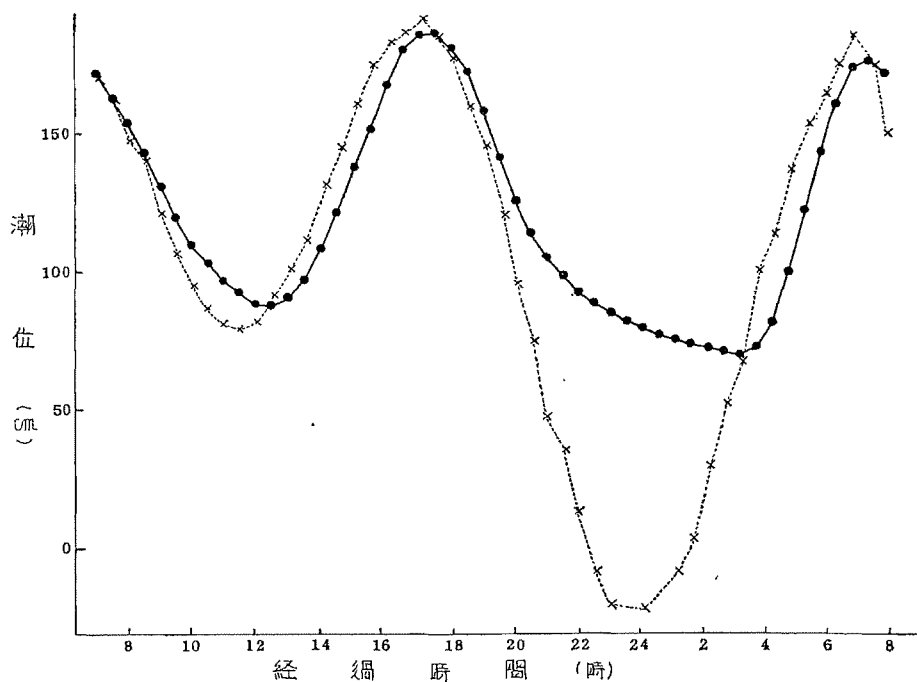
第19表からわかるように、第1養魚場内の溶存酸素量は古賀浦湾のものにくらべ少なく、とくに9月にはその傾向がいちじるしい。これは9月には養魚場内のブリの成長が盛んで摂餌量が多く水温が比較的高いためと思われる。

養魚場内の水の交換は道路下に敷設された9個(直径1m)の水門を通じ、潮の干満によって自然に行なわれている。養魚場内の干満の差は潮せきの大小によって異なるが、ほぼ0.5~1.2mであって、外海にくらべてはるかに小さい。第23図および24図は第1養魚場内とその外海である古賀浦湾の潮位を比較して示したものであるが、それらからわかるように、第1養魚場内と古賀浦湾との潮位の差が大きいのは大潮時であって小潮時にはその差は比較的小さい。養魚場の平均水深は干潮で0.95mであるので、小潮時には養魚場内の満潮時の水量の約35%が入れかわることになる。また、大潮時には満潮時の水量の約56%が入れかわることになる。しかし、実際には養魚場から古賀浦湾へ出た水の一部は再び養魚場内に入るので交換率はこれよりかなり低いものと思われる。

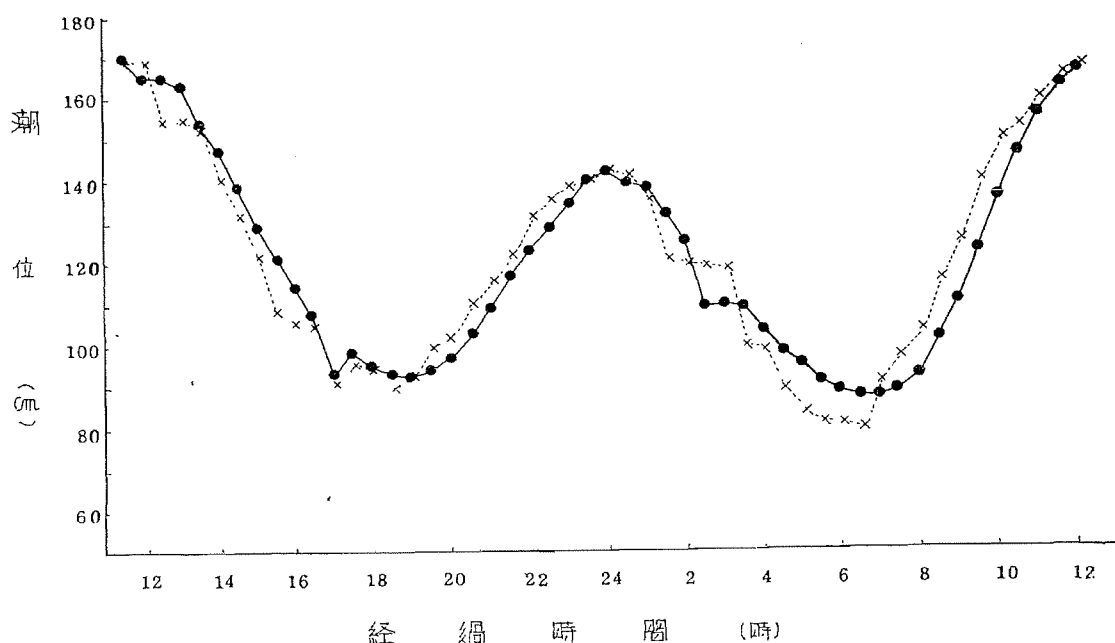
養魚場内外の海水の交換を促進するため水門の金網を毎日掃除し、また、付着生物除去および防腐のため3カ月ごとに金網を取りかえた。

第 19 表 第 1 養魚場とその外海である古賀浦湾における表層水の溶存酸素量の比較。

採水月日	溶存酸素量		採水月日	溶存酸素量	
	第 1 養魚場	古賀浦湾		第 1 養魚場	古賀浦湾
1960年 3. 1	5.63 <sup>cc/L</sup>	5.96 <sup>cc/L</sup>	1960年 9. 8	3.13 <sup>cc/L</sup>	4.72 <sup>cc/L</sup>
// 31	6.05	6.54	// 15	2.41	4.65
4. 15	5.87	6.07	10. 15	4.79	4.96
// 30	4.33	4.80	// 30	4.41	5.39
5. 15	5.58	5.90	11. 15	6.04	5.64
// 30	5.71	6.37	// 30	4.13	5.12
6. 14	6.66	5.51	12. 16	5.18	5.39
// 29	4.66	5.79	1961年 1. 14	6.38	7.75
7. 13	5.56	5.99	// 30	6.18	6.13
// 31	4.76	5.47	3. 1	6.83	7.65
8. 15	4.42	4.60	// 17	5.40	6.26
// 20	5.98	6.07	// 30	5.03	5.96
// 30	4.87	4.79			



第 23 図 第 1 養魚場内とその外海である古賀浦湾の大潮時の潮位。●, 第 1 養魚場潮位; ×, 古賀浦湾潮位。



第 24 図 第 1 養魚場内とその外海である古賀浦湾の小潮時の潮位。●，第 1 養魚場潮位；  
×，古賀浦湾潮位。

第20表は1954年以来毎年第1養魚場に放養した主な魚類および繰り越魚類の尾数を示したものである。

第1養魚場内に混養した主な魚類はマダイ・クロダイ・キダマ・ヘダイなどのタイ科魚類およびシマアジが主で、このほかフグ類・ハゼ類・スズキ・ボラ・ウナギなど少量の魚類も含まれている。その他の水族にはガザミ・フジツボ・カキの類が少量生息し、秋から春にかけてはアナアオサが浅い部分に現われる。

第 20 表 第 1 養魚場に放養した魚類および主な在来魚類の尾数を示す。

魚 類 年	ブリ 0 年魚	ブリ 1 年魚	タイ科魚類	シマアジ	そ の 他
1954	18,223尾	一尾	1,000尾	一尾	1,000尾
1955	26,000	200	9,000	30	1,500
1956	9,468	—	6,000	648	2,000
1957	22,230	—	5,000	450	2,000
1958	20,500	—	5,000	16	2,000
1959	20,231	—	5,000	5,800	2,000
1960	12,343	—	5,000	6,380	2,000

#### 4.1.3.2 いけす網養殖場

いけす網養殖場は1954年および1955年には第1養魚場内に設置したが、1956年から1961年までは第1養魚場の外海である古賀浦湾の一部に移した（第17図）。

いけす網の種類はつぎの5種類とした。

- a. 縦0.9m×横0.9m×深さ2.4m,面積0.81m<sup>2</sup>
- b. // 1.8 // × // 1.8 // × // 2.4 // 3.24 //
- c. // 3.6 // × // 3.6 // × // 2.4 // 12.96 //
- d. // 5.4 // × // 5.4 // × // 2.4 // 29.16 //
- e. // 7.2 // × // 7.2 // × // 2.4 // 51.84 //

上に述べた *a, b* および *c* は木枠に網を結びつけ水面に浮かべるのであるが、*d* および *e* は浮樽または空缶の上にのせた木または竹で組んだ枠に網をくくりつけて水面に浮かべたものである。このような網いけすを1個または数個連結して干潮時に、いけす網の底が海底に達しないように水深5 m以上のところへ錨とワイヤーまたはロープで海底に固着した。ワイヤーまたはロープには若干の余裕をもたせ、潮の干満に応じていけす網が上下するように設置した。網の張り方としてはフグ・クロダイその他の魚類からの食害や浮遊物からの破損を防ぎ、さらに目の届かぬ網の破れからの養魚の逃亡を防止するため、内網の外にさらにもう一重の網を張り、二重として安全度を高くした。

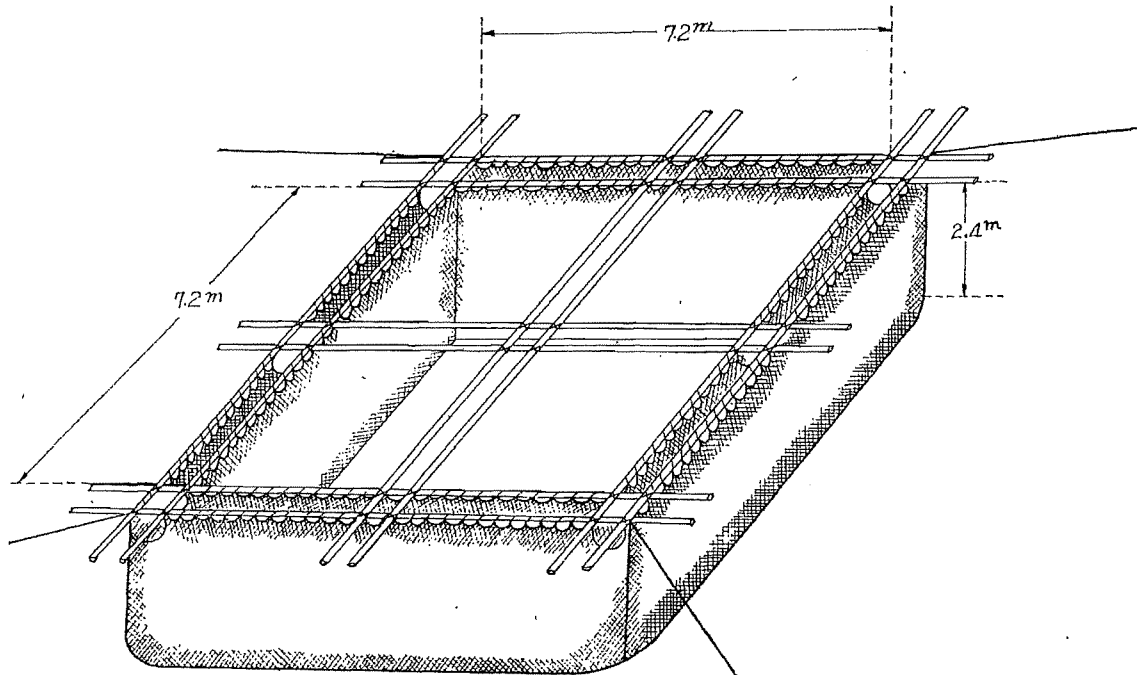
第25図は上に述べた *c* および *e* のいけす網の構造を図示したものであり、第26図はそれらを海上に設置した写真である。

いけす網の深さは2.4mに仕立てたが、枠にくくりつけると実際は底が網の重さで湾曲して垂れ下がるので2.4mより深くなり、上記 *e* のいけす網では最深部が約5mに達した。

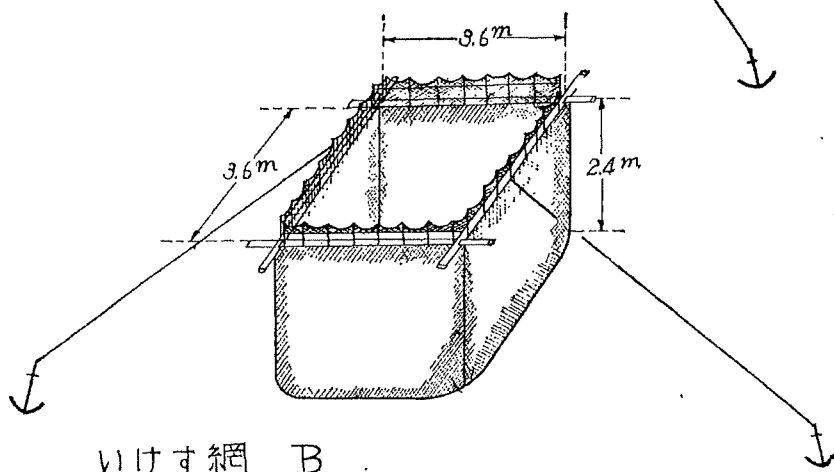
網地はクレモナ（塩化ビニール）・クレハロン・（塩化ビニリデン）・旭鱗（ナイロンと塩化ビニリデン）などの商品名をもつ合成繊維であって、魚体の成長に伴い網糸の太さおよび目合を大きくした。網糸の太さおよび目合については、網糸の太さ6本180経のもじ網、6本120経のもじ網、6本80経のもじ網、12本18節、18本14節、21本11節、24本10節、24本8節、30本7節などの本目または蛙又結節の網地を用いた。

いけす網の内と外との海水の交換は、網に海藻や泥が付着するといちじるしく阻害されるので、4～30日で網地を取りかえた。第21表はブリを養殖中のいけす網について、内外の水温および溶存酸素量を比較したものである。いけす網の外の表層水（ただし、水面下30cmにおける）の流速は小潮時には毎秒0～8cm、大潮時には毎秒0～15cmである。いけす網内のブリの群泳が活発でない

場合には網の周辺部はほぼいけす網外の流速と等しいが、中央部は魚の運動によって流速が小さい場合がある。ブリの群泳が活発な場合には、いけす網の中央部から外側に向う流れが起り、その流速はいけす網外の潮の流速より大きいことが少なくない。



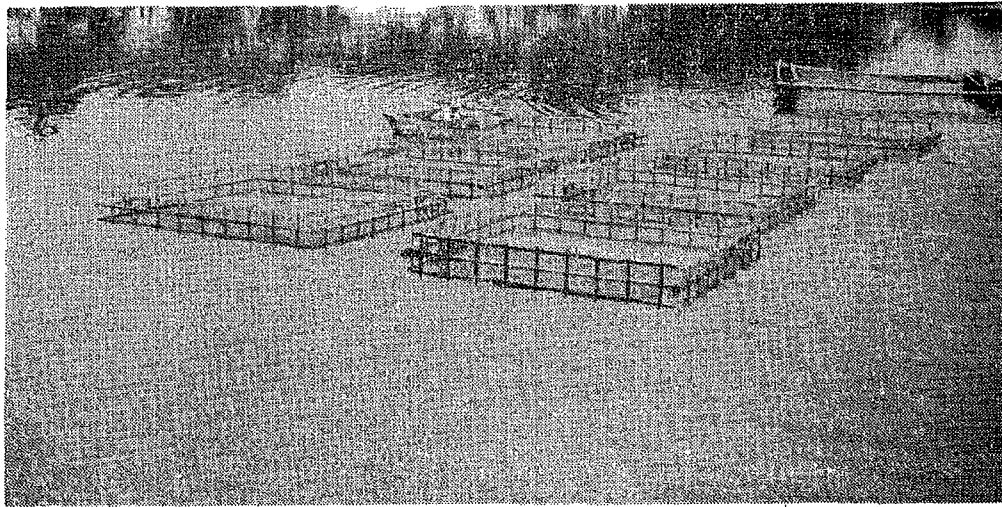
いけす網 A



いけす網 B

第 25 図 実験に用いたいけす網の構造図。

- A, (7.2m × 7.2m × 2.4m) のいけす網;
- B, (3.6m × 3.6m × 2.4m) のいけす網。



第 26 図 第25図のいけす網。A (右上) いけす網および  
B (手前) いけす網を海上にうかべたところ。

第21表からわかるように、いけす網内とその外側とでは水温・溶存酸素量共に大差がないが、ただ、いけす網の内の方が溶存酸素量が少ない傾向が認められる。1960年2月から1961年3月までの

第 21 表 いけす網 (7.2m×7.2m×2.4m) 内と、いけす網から15m離れた外海の10cm層の  
水温および溶存酸素量を示す。

項目 月 日	いけす内外別	水 温 (°C)	15°C 比 重	溶 存 酸 素 量 (cc/L)	いけす内外 酸素量の差 cc/L	放養魚の重量 (kg)
1960年 2. 15	いけす内	13.7	1.0261	6.67	+0.10	2,040
	// 外	13.9	1.0261	6.77		
3. 31	// 内	15.4	1.0257	6.50	+0.04	289
	// 外	15.3	1.0261	6.54		
4. 15	// 内	17.4	1.0248	6.11	-0.07	297
	// 外	17.1	1.0239	6.04		
5. 30	// 内	21.2	1.0244	5.90	0	323
	// 外	21.0	1.0244	5.90		
6. 14	// 内	21.2	1.0244	5.63	-0.10	333
	// 外	21.2	1.0244	5.53		
7. 13	// 内	27.7	1.0246	6.06	+0.02	415
	// 外	27.3	1.0243	6.08		
8. 20	// 内	29.0	1.0247	6.11	+0.01	440
	// 外	29.2	1.0250	6.12		
8. 30	// 内	27.4	1.0234	4.67	+0.13	459
	// 外	27.5	1.0232	4.80		

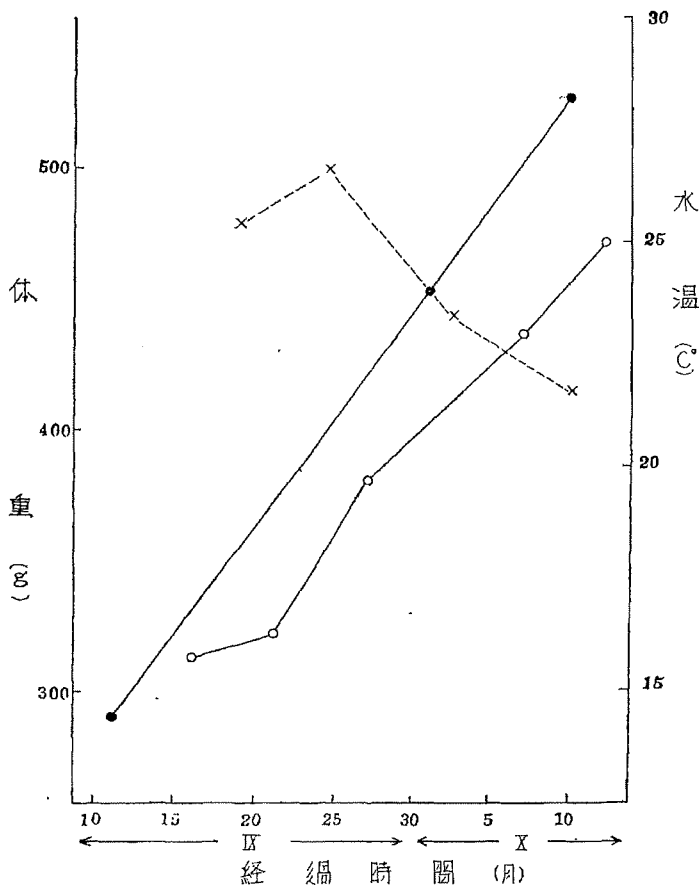
間に26回測定したうち、いけす網の内の方が溶存酸素量が少ない場合は15回であった。

#### 4.1.3.3 第1養魚場といけす網養殖場におけるブリの成長の比較

##### 4.1.3.3.1 0年魚

I) 1954年9月16日第1養魚場の深い部分の水面に、縦3.6m×横3.6m×深さ2.4mのいけす網を設置し、第1養魚場において養殖中のブリ0年魚をいけす網養殖場に100尾収容して、5日間予備飼育した。そして、9月21日からマアジを餌料として1日2回飽食するまで給与し、10月12日まで養殖した。

第27図はいけす網養殖場および第1養魚場におけるブリの成長を示したものである。第27図からわかるように、実験開始時の9月21日には平均体重322gであったが終了時の10月12日には470gに成長した。一方、約18,000尾放養している第1養魚場では、9月11日の平均体重は290gであったが、10月10日には525gに成長した。いけす網内で養殖したブリの実験期間中の餌料効率 $\eta$ は0.136、死亡による減耗は全くなかった。



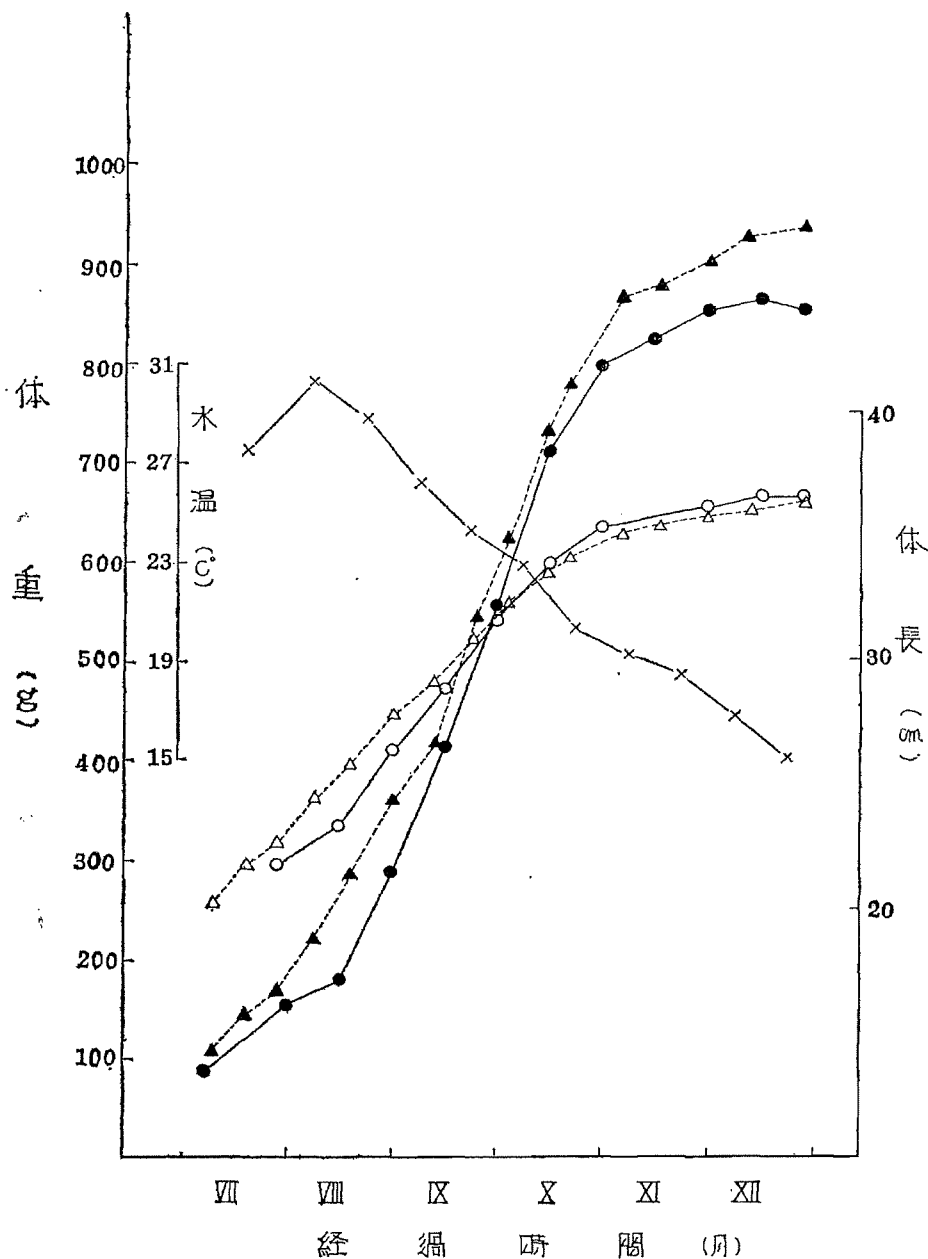
第27図 第1養魚場およびいけす網養殖場の0年魚の平均体重の変化(1954年9月から10月までの1カ月間、第1養魚場とそこに設置されたいけす網養殖場において飼育された場合)。●, 第1養魚場; ○, いけす網養殖場 ×, 午前10時表層水温。

この実験から、いけす網養殖場に飼いつけた0年魚は面積13m<sup>2</sup>程度の狭いいけす網養殖場でもかなり良好な成長をすることが認められる。

II) 1957年には、養殖の初期からいけす網養殖場において飼育することを試みた。第1養魚場内に、縦3.6m×横3.6m×深さ2.4mのいけす網を設置し、7月9日に平均体重109g、平均体長20.2cmの0年魚50尾を収容し、2月28日までにマアジ22.36kg、カタクチイワシ119.8kgおよびサンマ17kgを餌料として給与した。一方、第1養魚場には7月0年魚22,230尾を放養し、12月30日までにマアジ76,720kg、カタクチイワシ61,680kg、ウルメイワシ195kg、キビナゴ65kgおよびサンマ3,598kgなどを餌料として給与した。その結果、いけす網養殖場で養殖したものでは12月29日に平均体重935g、

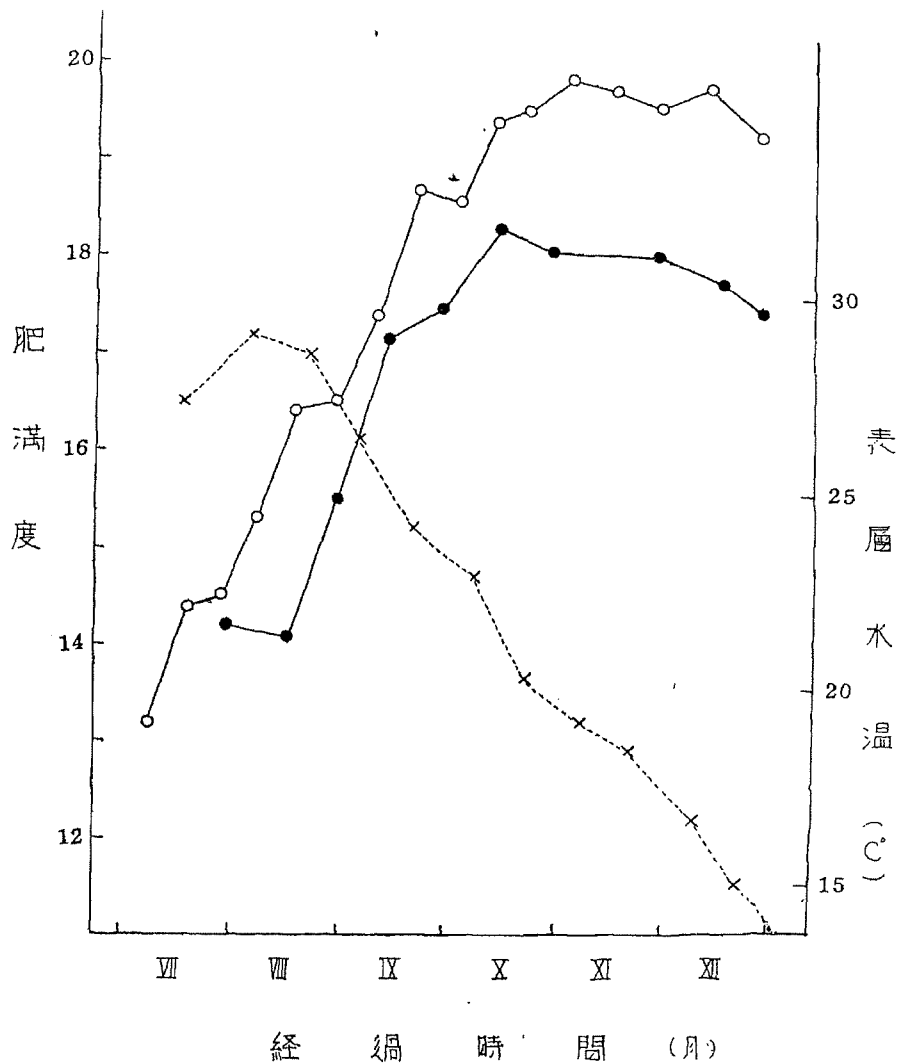
平均体長36.5cmに達したが、第1養魚場で養殖したものでは平均体重851.2g、平均体長36.6cmに成長した。実験期間中の平均体重および平均体長の変化を第28図に示す。

第28図からわかるように、いけす網養殖場では第1養魚場に比べ、体重は大きかったが体長は小さかった。したがって、第29図からわかるように、肥満度はいけす網養殖場において養殖されたものの方が大きくなるのがわかる。いけす網養殖場において養殖されたブリは天然産のものにく



第 28 図 第 1 養魚場およびいけす網養殖場の 0 年魚の平均体重と平均体長の変化 (1957 年 7 月から同年 12 月までの 6 カ月間、第 1 養魚場とその中に設置されたいけす網養殖場において飼育された場合)。●, 第 1 養魚場における体重; ○, 第 1 養魚場における体長; ▲, いけす網養殖場における体重; △, いけす網養殖場における体長; ×, 午前 10 時表層水温。





第29図 第1養魚場およびいけす網養殖場における0年魚の肥満度の変化(1957年7月から同年12月までの6カ月間、第1養魚場とその中に設置されたいけす網養殖場において飼育された場合)。●, 第1養魚場における肥満度; ○, いけす網養殖場における肥満度; ×, 午前10時表層水温。

らべ外観が太短かいことはすでに第2章でも触れたことである。

第29図は第1養魚場およびいけす網養殖場の0年魚の肥満度の変化を図示したものである。

第22表からわかるように、実験期間中の減耗はいけす網養殖場においては死亡によるもの10%、逃亡によると思われるもの10%で合計20%であった。第1養魚場では死亡を確認したもの0.7%、不明の原因によるもの13.6%で合計14.3%であった。実験期間中のいけす網養殖場の餌料効率は、0.132であった。この実験からいけす網養殖場においても管理に注意すれば、広い第1養魚場にくらべブリの成長に大差ないことがわかる。

第 22 表 第 1 養魚場とそのなかに設置されたいけす網養殖場の比較 (1957年 7 月から同年 12 月まで両養殖場において 0 年魚を飼育した場合)

	第 1 養 魚 場	第 1 養 魚 場 内 い け す (3.6m×3.6m×2.4m)
面 積 (㎡)	46,544	13
最 深 部 (m)	5	4
放 養 尾 数 (尾)	22,230	50
1 ㎡ 当 たり 尾 数 (尾)	0.48	3.8
死 亡 率 (確 認) (%)	0.7	10
減 耗 率 (%)	14.3	20
餌 料 効 率	0.1153	0.1320

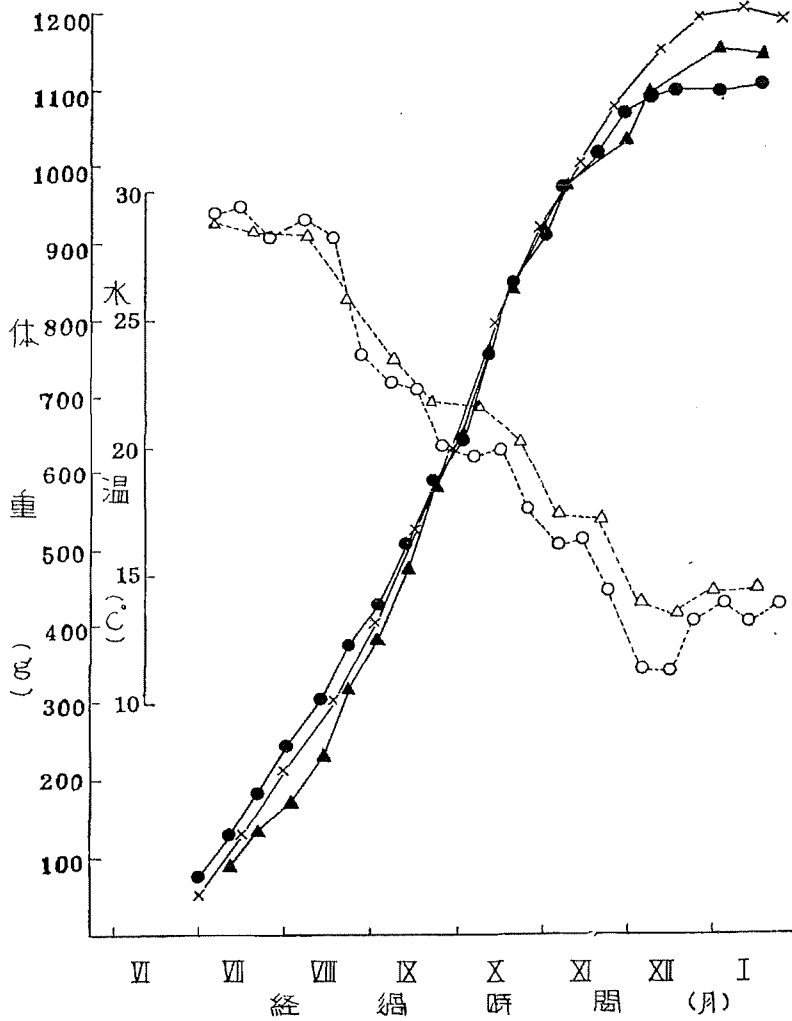
第22表は実験期間中の第1養魚場とその中に設置されたいけす網養殖場の面積、最深部、放養尾数、単位面積当りの放養尾数、確認死亡率、減耗率（死亡を含む）および餌料効率を表示したものである。

なお、古賀浦湾に縦 5.4m×横 5.4m×深さ 2.4m のいけす網を設置し 0 年魚 1,000 尾を収容して飼育したが、12 月末には 900g に成長し、第 1 養魚場よりむしろ体重は大きかった。

Ⅱ) 1958 年 7 月から 1959 年 1 月までの 7 カ月間、古賀浦湾の一部に、縦 3.6m×横 3.6m×深さ 2.4m (面積 13m<sup>2</sup>) のいけす網 (a) および縦 7.2m×横 7.2m×深さ 2.4m (面積 52m<sup>2</sup>) のいけす網 (b) を設置し、それぞれに 0 年魚を収容して、第 1 養魚場の 0 年魚の成長と比較した。いけす網 (a) には 0 年魚 30 尾を収容し、マアジを餌料として毎日飽食するまで給与した。いけす網 (b) には 0 年魚 2,556 尾を収容し、また、第 1 養魚場には 20,500 尾を収容して、いずれもカタクチイワシ、マアジおよびサンマを主として給与した。

その結果を第 30 図および第 23 表に示した。第 30 図および第 23 表からわかるように、いけす網養殖場のブリの成長は第 1 養魚場に劣らず、むしろすぐれている。とくに冬季水温が低下したときこの傾向がいちじるしい。これは、いけす網養殖場の設置してある古賀浦湾の冬季における水温が第 1 養魚場のそれにくらべ高いためと思われる。

いけす網 (a) の方がいけす網 (b) より狭いにもかかわらず成長がよかったのは、給餌率が高かったこと、放養密度が低かったことなどが影響したものと思われる。いけす網 (b) においては、放養密度は第 1 養魚場の 100 倍であったが、減耗率はわずか 4.4% であって、第 1 養魚場の 13.3% にくらべはるかに小さい。また、いけす網養殖場においては減耗率のうちで不明の原因によるものが少なく、死亡を確認する割合が高いことがわかる。



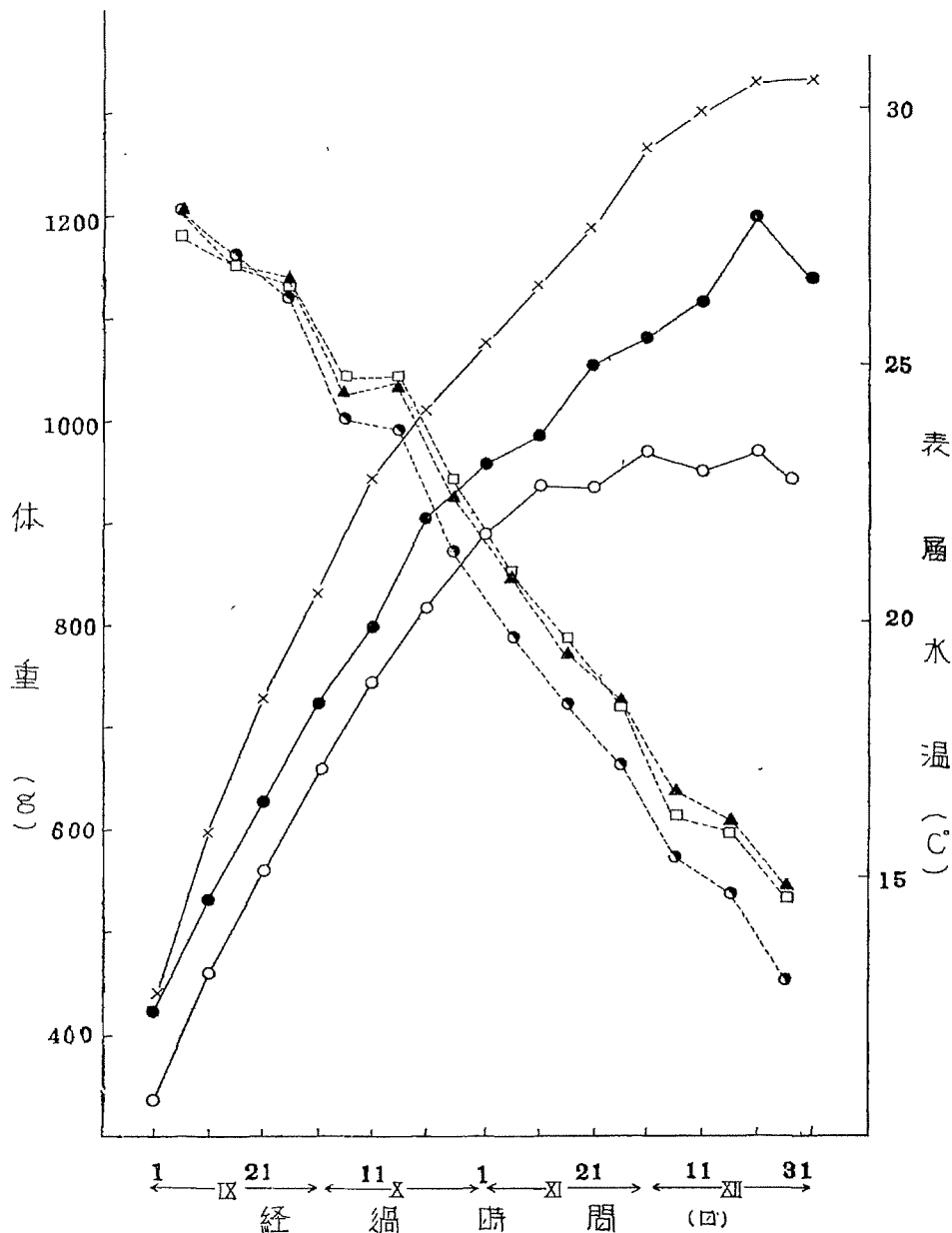
第 30 図 第 1 養魚場およびいけす網養殖場(a). (b) における 0 年魚の平均体重の変化 (1958 年 7 月から 1959 年 1 月までの 7 カ月間, 第 1 養魚場に設置されたいけす網養殖場(a)(縦 3.6m × 横 3.6m × 深 2.4m) および, その外海である古賀浦湾の一部に設置されたいけす網養殖場 (b) (縦 7.2m × 横 7.2m × 深 2.4m) において 0 年魚を飼育した場合)。  
 ●, 第 1 養魚場におけるものの体重; ×, いけす網養殖場(a)におけるものの体重; ▲, いけす網養殖場(b)におけるものの体重; ○, 第 1 養魚場午前 10 時表層水温; △, 古賀浦湾午前 10 時表層水温。

第 23 表 第 1 養魚場ならびにいけす網養殖場の(a) (3.6m × 3.6m × 2.4m) と同 (b) (7.2m × 7.2m × 2.4m) の比較 (1958 年 7 月から 1959 年 1 月までの 7 カ月間 0 年魚を飼育した場合)

	第 1 養魚場	古賀浦湾 いけす	
		b (7.2m × 7.2m × 2.4m)	a (3.6m × 3.6m × 2.4m)
面積 (㎡)	46,544	52	13
最深部 (m)	5	5	4
放養尾数 (尾)	20,500	2,556	30
1 ㎡ 当り尾数 (尾)	0.43	49.3	2.3
死亡率 (確認) (%)	1.1	2.6	6.7
減耗率 (%)	13.3	4.4	13.3
餌料効率	0.130	0.138	0.149

この実験から、適当な場所に設置されたいけす網養殖場におけるブリの成長は、環境のよくない広い内湾を区画した養殖場におけるもののそれよりもむしろ良好であることがわかる。

Ⅶ) 1960年9月から同年12月までの4カ月間、第1養魚場、古賀浦湾に設置されたいけす網(a) (7.2m×7.2m×2.4m) および、さらに外洋に近い三軒家谷湾に設置されたいけす網(b) (7.2m×7.2m×2.4m) に0年魚をそれぞれ12,343尾, 1,409尾および1,866尾収容し、カタクチイワシおよびマアジをおもな餌料として給与して飼育した。この期間中における午前10時の表層水温の変化



第31図 0年魚の平均体重および水温の変化(第1養魚場ならびに古賀浦湾(a)と三軒家谷湾(b)に設置されたいけす網において養殖した場合)。x, 三軒家谷湾いけす網で養殖されたものの体重; ●, 古賀浦湾いけす網で養殖されたものの体重; ○, 第1養魚場に放養されたものの体重; □, 三軒家谷湾表層水の午前10時半における水温; ▲, 古賀浦湾表層水の午前10時半における水温; ●, 第1養魚場表層水の午前10時における水温。

を第31図に示す。第31図からわかるように、夏季には第1養魚場の水温が最も高かったが、9月下旬以降は低かった。

各養魚場における午前10時の表層水の月ごとの平均比重を第24表に示す。第24表からわかるように、海水の比重は12月を除き三軒家谷湾水が最も高く、古賀浦湾水がそれにつぎ、第1養魚場の水が最も低かった。これは降雨や河川のために淡水の流入が第1養魚場では多いためである。

第24表 1960年9月から同年12月までの4カ月間における第1養魚場、古賀浦湾および三軒家谷湾の午前10時表層水温および海水比重の各月平均値を示す。

年月	第1養魚場		古賀浦湾		三軒家谷湾	
	表層水温(°C)	15°C比重	表層水温(°C)	15°C比重	表層水温(°C)	15°C比重
1960 9	27.3	1.0241	27.3	1.0253	27.3	1.0254
10	23.0	1.0247	23.8	1.0256	24.1	1.0257
11	18.4	1.0244	19.6	1.0249	19.7	1.0250
12	14.4	1.0255	15.8	1.0254	15.7	1.0251

第25表 1960年8月15日から同年12月16日までの第1養魚場、古賀浦湾および三軒家谷湾の溶存酸素量を示す。

年月日	第1養魚場		古賀浦湾		三軒家谷湾	
	水温(°C)	酸素量(cc/L)	水温(°C)	酸素量(cc/L)	水温(°C)	酸素量(cc/L)
1960 8.15	28.3	4.42	28.5	4.60	28.5	5.46
9.15	27.1	2.41	26.9	4.65	27.1	4.89
10.15	24.0	4.79	24.6	4.96	25.3	5.96
30	20.1	4.41	22.0	5.39	22.4	6.14
11.15	16.5	6.04	18.8	5.64	18.5	7.02
30	16.0	4.13	16.2	5.12	17.2	5.60
12.16	14.8	5.18	16.0	5.39	16.9	6.39

各養殖場表層水の溶存酸素量を第25表に示す。第25表からわかるように、溶存酸素量は三軒家谷湾の水が最高で、ついで、古賀浦湾のものが多く、第1養魚場のものが最低であった。これは三軒家谷湾が最も外海に近く、絶えず新しい水と交換されているためと思われる。

第31図からわかるように、三軒家谷湾に設置されたいけす網養殖場に収容されている魚体の成長が最もよく、ついで古賀浦湾に設置されたいけす網のものが良好であった。

第26表はこの実験が行なわれた各養殖場について面積、最深部の深さ、放養尾数、単位面積当りの放養尾数、確認死亡率、減耗率(死亡も含む)および餌料効率を示したものである。

第 26 表 第 1 養魚場ならびに古賀浦湾と三軒家谷湾に設置されたいけす網養殖場の比較  
(1960年9月から同年12月までの4カ月間、各養殖場で0年魚を飼育した場合)

	第 1 養 魚 場	古 賀 浦 湾 イ ケ ス	三 軒 家 谷 湾 イ ケ ス
		7.2m×7.2m×2.4m	7.2m×7.2m×2.4m
面 積 (m <sup>2</sup> )	46,544	52	52
最 深 部 (m)	5	5	5
放 養 尾 数 (尾)	12,343	1,409	1,896
1 m <sup>2</sup> 当 り 尾 数 (尾)	0.27	27.1	36.5
死 亡 率 (確 認) (%)	1.2	1.3	1.2
減 耗 率 (%)	17.4	3.1	1.2
餌 料 効 率	0.1207	0.1358	0.1431

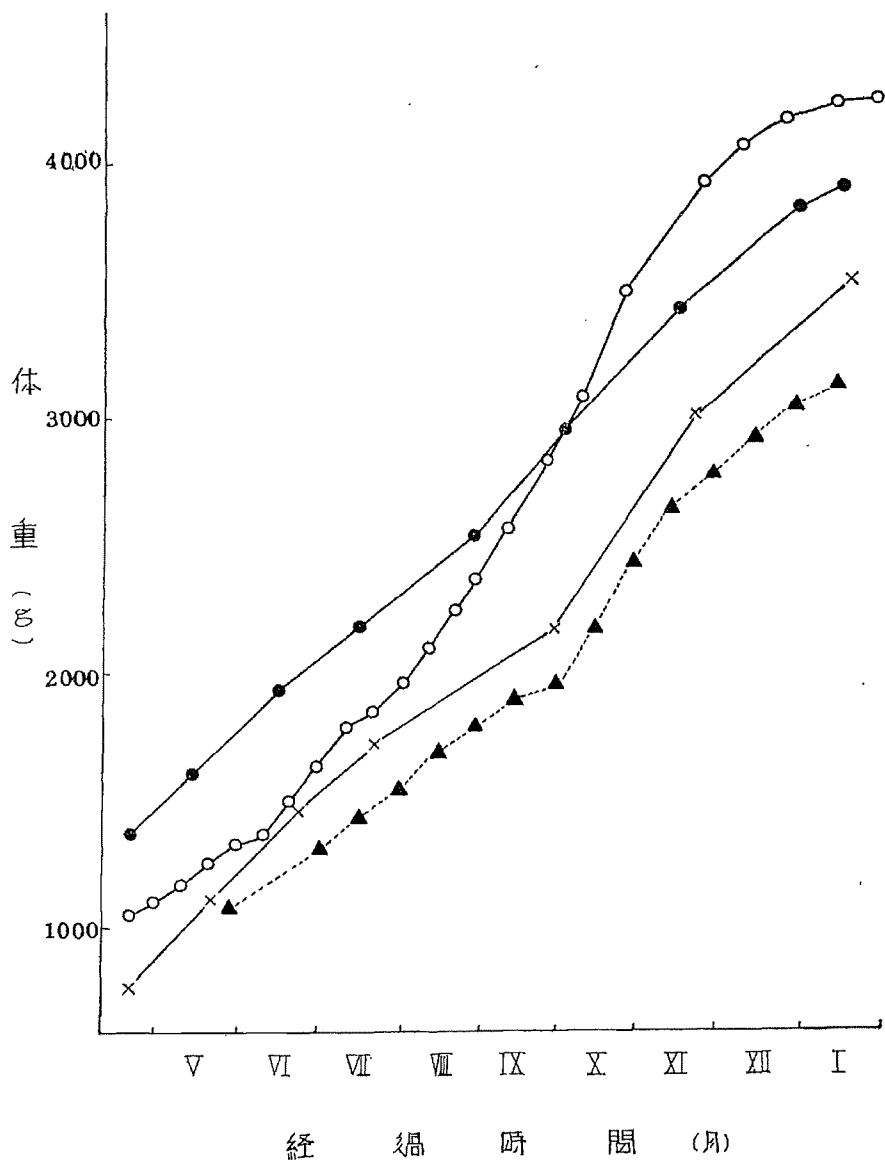
#### 4.1.3.3.2 1 年 魚

I) 1954年第1養魚場で養殖した0年魚を越冬させ、1956年1月まで養殖した。その間1955年4月22日に測定した結果では平均体重706gであったが、実験期末の1956年1月19日には3,537gに成長した。

II) 1957年に養殖した0年魚を越冬させ、1959年1月13日まで、3.6m×3.6m×2.4mのいけす網養殖場で餌料としてマアジを給与して養殖した。その間1958年5月29日測定した結果では、平均体重1,088g、体長38.8cmであったが、実験期末の1959年1月13日には平均体重3,125g、体長53.1cmに成長した。

III) 1958年にいけす網で養殖した0年魚を越冬させ、1959年12月17日まで養殖した。その間、1959年4月22日に測定した結果では平均体重1,359.8g、体長42.0cmであったが、実験期末の同年12月17日には平均体重3,865g、体長57.4cmに成長した。これらの1年魚の平均体重の変化を第32図に示す。

第32図からわかるように、1年魚においても適当な場所に設置された相当な広さをもついけす網養殖場におけるものは、環境のよくない広い内湾を区画した養殖場におけるものよりもその成長はすぐれている。



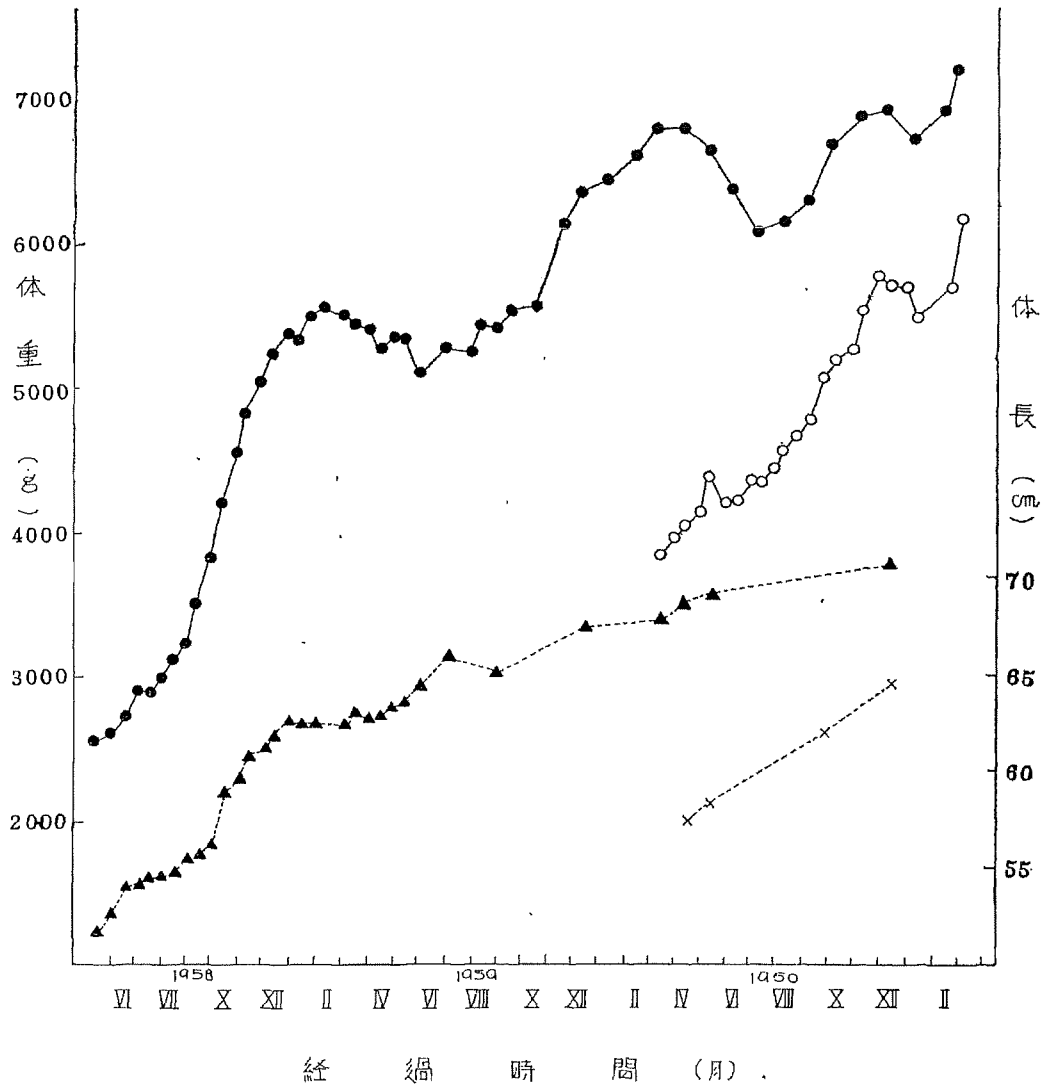
第 32 図 第 1 養魚場と古賀浦湾に設置されたいけす網養殖場においてそれぞれ 1 年魚を養殖した場合の平均体重の変化。○, 1960年にいけす網(7.2 m×7.2m×2.4m)で養殖された魚の体重; ●, 1959年に前記同様のいけす網で養殖されたものの体重; ▲, 1957~1959年にいけす網(3.6 m×3.6m×2.4m)で養殖されたものの体重; ×, 1954~1956年に第 1 魚場で養殖されたものの体重。

#### 4. 1. 3. 3.3 2 年魚, 3 年魚および 4 年魚

いけす網養殖場で養殖した 1 年魚を越冬させ, 引き続きいけす網で養殖した場合の平均体重の変化を第 33 図に示す。

第 33 図からわかるように, いけす網養殖場のブリの成長度は高年魚になるほど低くなるが, なお多少の成長を続けていることがわかる。

いけす網養殖場で養殖したブリのうち, 最大なものは体重 8,050g, 体長 73.5cm であった。



第 33 図 いけす網養殖場において養殖された 2 年魚、3 年魚および 4 年魚の体重と体長との変化。●, 1956 年産ブリ体重; ○, 1958 年産ブリ体重; ▲, 1956 年産ブリ体長 ×, 1958 年産ブリ体長。

#### 4. 1. 3. 4 天然ブリとの成長の相違

いけす網養殖場において養殖したブリの成長度は、天然産のものにくらべ 0 年魚および 1 年魚の期間には高いが、2 年魚以上になると低い傾向が認められる（第 4 章第 4 節第 81～82 図参照）。三谷（1960）が若狭湾産の天然ブリについて調査したところによると、生後満 1 年の平均体長は 30cm 内外であった。また、満 2 年のものについてもいけす網養殖によるブリの方が大きかったが満 3 年魚ではほぼ等しく、満 4 年魚では天然産のものの方が体長が大きいように思われる。

#### 4. 1. 3. 5 施設費および管理費

第 1 養魚場を外海と区画するための築堤は全長 167m あるが、これは道路を建設する目的でできたものである。したがって、養魚場のために実際に要した経費は水門および金網の設置費だけである。しかし、道路のためでなく養魚場として築堤する場合、その施設費を見積ると、時価最低 1,000 万



円を要するであろう。ここで毎年0年魚20,000尾を生産し、施設費を金利を含めて1年に100万円の割合で償却するとすれば、ブリ1尾当たりの償却費は50円以上となる。一方、縦7.2m×横7.2m×深さ2.4mのいけす網の施設費は第27表に示したように現在約128,000円である。ここで0年魚2,000尾を生産し施設費を1年に64,000円（半額）の割合で償却するとすれば、ブリ1尾当たりの償却費はおよそ32円となる。したがって、いけす網養殖場で0年魚を生産する経費は第1養魚場におけるよりも施設費において1尾当たり18円以上少ないことになる。

第27表は縦7.2m×横7.2m×深さ2.4mのいけす網養殖場の施設費の内訳を示したものである。

第27表 縦7.2m×横7.2m×深さ2.4mのいけす網養殖場の施設費の内訳を示す。

項 目	数 量	単 価	金 額
網 (予備網を含む)	3個	30,000円	90,000円
枠	1組	5,000〃	5,000〃
錨	80Kg	100〃	8,000〃
ワイヤ	120m	50〃	6,000〃
浮 (予備を含む)	8個	1,500〃	12,000〃
そ の 他			7,000〃
計			128,000円

つぎに管理費については、いけす網養殖場においては、養殖単位が小さく、時々いけす網の取りかえをする必要があるので養魚池より手数がかかり、人件費が多額である。0年魚1尾を生産するに要する人件費は、第1養魚場では20,000尾を生産するために3人を要し、その人件費は1人1ヵ月15,000円の賃金とすれば6ヵ月間には27,000円である。また、養殖魚を漁獲する網引のためにも特別な経費を要し、これを100,000円とすれば合計370,000円であって、養魚1尾当り18.5円である。一方、いけす網養殖場では2,000尾を生産するいけす網筏1台を管理するのに0.5人を要するが、取上時には特に経費を要しない。したがって、1人1ヵ月15,000円の賃金とすれば6ヵ月間に45,000円を要する。すなわち、養魚1尾の生産のための人件費は22.5円である。したがって、管理のための人件費はいけす網養殖場の方が1尾当たり約4円多くかかる。その他の管理費は両者に大差がないと認められるので、結局、いけす網養殖場の方が第1養魚場に比べ1尾当たり14円以上生産費が安いことになる。

#### 4.1.4 総括および論議

以上の実験結果を総括すると、適当な場所に設置されたいけす網養殖場では、内湾を区画した広い面積をもつ第1養魚場に比べ水の交換がきわめてよく、いけす網の内と外との水温・溶存酸素量

などの差はきわめて少ない。また、水温の変化も少なく淡水の影響もわずかで水の比重が高い傾向にある。したがって、いけす網の外の水がよい場合には放養密度は内湾を区画した養殖場に比べはるかに大きくても養殖可能である。いけす網で養殖された魚体は体長にくらべ体重が大きく、したがって、肥満度が大きく、外観は太短い。これはいけす網内が狭く運動量が小さいためと思われる。

内湾を区画した養殖場における0年魚の成長度は、松本(1935)によれば、高松市玉藻城内のほりにおいて養殖した場合には12月12日に平均体重506gであり、香川県安戸池におけるものの1930~1934年の成長度は、9~11月末ごろの販売時には体重750g内外、最大1,100gであった。福良かん水養殖場の記録(兵庫県水産課ほか, 1959)によれば11月19日に平均体重937.5gであった。

筆者が第1養魚場において養殖した結果では、12月末において1954年には平均体重720.4g, 1956年には838.5g, 1958年には1,136.3g, 平均体長38.9cm, さらに、1960年には体重967g, 体長37.5cmであった。

いけす網養殖場における0年魚の成長度については、いけす網養殖場で楠田(1959)は678g, 三木・高芝(1960)は970gまで養殖したと報告しているが、筆者は1957年平均体重935g(12月29日)1958年には1,150g(12月31日), 1960年には1,327g(12月31日)まで養殖した。内湾を区画した養殖場で養殖された1年魚の成長は、第1養魚場では1956年1月に平均体重3,537.4gであった。

いけす網によって養殖された1年魚の成長度については、三木・高芝(1960)によれば3,158g(1959年11月)と報告しているが、筆者が養殖した結果では、1958年には12月に3,063g, 1959年には11月17日に3,431g, 同年12月29日に3,817g, 1960年には12月28日に4,170g, 体長58.1cmであった。また、いけす網養殖場においては、2年魚, 3年魚および4年魚も引きつづいて養殖することができ、最も成長したものは体重8,050g, 体長73.5cmに達した。これらの結果から、適当な場所に設置されたいけす網養殖場においては、0年魚・1年魚ともにその成長は広い内湾を区画した養殖場のものと同大差なく、環境のよくない内湾を区画した広い養殖場よりむしろ良好な成長をすることも考えられる。いけす網内のブリの成長が養殖場の容積の割合に良好である原因の一つは、いけす網内でブリは常に群をなして円形に遊泳する習性があり、運動量が比較的大きく、その円運動によりいけす網内外の水の交流が促進され、成長に好適な環境を保つためと考えられる。

つぎに、放養密度については、松本(1935)や堀(1936)によれば安戸池においては1954~1960年の放養密度は1m<sup>2</sup>当り0.2~0.6尾であった。また、赤井(1960)によれば、岡山県現寺湾養殖場においては1957年には1m<sup>2</sup>当たり0.21尾であったが、1958年には1m<sup>2</sup>当たり1.0尾放養したところ同年8月18日夜半から翌朝にかけて養殖中のすべての0年魚が死亡した。近畿大学第1養魚場では1m<sup>2</sup>当り0.2~0.5尾であった。ところが、いけす網養殖場においては三木・高芝(1960)は8角

形のいけす網で0年魚を1 $m^2$ 当たり約3.6尾を飼育したが、筆者は1958年に4角形のいけす網で1 $m^2$ 当たり49.3尾および58尾、1960年には27.1尾および36.5尾という高い密度で飼育して、じゅうぶんの効果をあげることができた。

これらから、適当な場所に設置されたいけす網養殖場においては、内湾を区画した養殖場に比べ水の交流がよく20~100倍というきわめて高い放養密度で養殖できると考えられる。

養殖場へ放養してからのブリの減耗率については、まず、内湾を区画した養殖場、たとえば安戸池では10~50%（松本、1935）、福良かん水養魚場では10%（兵庫県水産課ほか、1959）、近畿大学第1養魚場では11~18%であった。いけす網養殖場でのそれについては、尾鷲湾で1.9%（三木・高芝、1960）、古賀浦湾および三軒家谷湾で1.2~4.4%であった。減耗の原因については、前者の場合は不明なものが多いが、後者の場合には管理をじゅうぶんにし、かつ、網を2重にして逃亡に注意すれば、不明の原因による減耗は少なく、したがって、減耗率も比較的少なくすることができる。そのほか、いけす網養殖場においては死亡魚を収容するのに便利という利点もある。

餌料効率については、内湾を区画した養殖場では、ブリ以外の混養生物の摂取する餌料の割合が正確にはわからないので養魚池といけす網とについて、その効率を比較することは困難であるが、両者には大差はないものと思われる。生産費については、内湾を区画して大きい養殖場を作る場合天然の良い条件に恵まれた養殖場を除いては、区画に多大の経費を要し、かつ、できた養殖場の放養密度も小さい、したがって、新たに施設するとすれば、いけす網養殖場の方が経費が安くつく場合が多い。最近、内湾を区画するのに合成繊維漁網または金網を使用するところが多くなってきたが、経費が安くつく反面、荒天の際網が破れる被害も少なくない。そのほか、いけす網養殖場の利点としては、簡単に小規模でも施設でき、環境のよい場所へ移動可能であり、測定・調査・寄生虫の発見・駆除・販売などのために容易に取上げることができ、死亡魚の収容も容易である。また、小単位であるので各いけすによって魚体の大小を選別でき、いろいろな養殖法を同時に行なうことができる。そのうえ面積が小さいので船の航行にさしつかえも少ない。一方、欠点としては、面積が小さくブリの運動量が制約されること、しけの時流失の危険が大きいこと、いけす網の交換や規模が小さいため給餌など管理に手数を要することなどがあげられる。

上に述べたように、いけす網養殖には2・3の欠点はあるが、長所の方がむしろ多く、わが国沿岸には適地が少なくない。したがって、今後はいけす網養殖法がさらに研究改良されて、ブリだけでなく、その他の海産魚の養殖にも適用され、養殖事業としても、また、実験研究の上からも普及発展することが期待される。

## 第 2 節 環境要因と成長

### 第 1 項 水 温

#### 4. 2. 1. 1 ま え が き

ブリの養殖に係る環境条件のうち、もっとも影響の大きいものは水温であると思われる。ブリの0年魚を養殖するための水温については愛知県水産試験場(1936)、福良かん水養魚場(1959)、楠田(1959)の諸報告がある。ブリ以外の魚類の高水温に対する抵抗についての研究は多く、畑(1950)は数種のマス稚魚について、FRY(1956)はメジナほか数種の魚類について、また、高井(1959)はマアナゴについて耐温性に関する研究を報告している。

しかし、ブリの低水温や高水温に対する抵抗力、あるいは、成長におよぼす水温の影響などについて実験的に詳細に検討された業績はほとんど見当たらない。

筆者は水槽にブリを飼育して、種々の水温に対する魚体の抵抗力を測定する実験を行ない、前記の諸問題について調査するとともに、0年魚だけでなく、1年魚以上のものについても数カ年間飼育実験を行なって、ブリの養殖に及ぼす水温の影響を検討した。

#### 4. 2. 1. 2 実験・調査の方法および結果

##### 4. 2. 1. 2. 1 低水温に対する抵抗力

##### 4. 2. 1. 2. 1. 1 水温を徐々に低下させた場合

1961年1月7日にブリ0年魚4個体と1年魚17個体を片面ガラス張りのコンクリート製水槽(885 l)に収容し、まず、養殖場の水温と等しい10.2°C(比重 $S_{15}$  1.0252)に保つ。その後、徐々に低温の海水を注入し、かきまぜながら水温を低下させ、ブリの遊泳状態を観察し、仮死にいたるまでの時間を測定した。実験に用いた供試魚の体重ならびに体長、体高、体幅などを第28表に示す。第28表を見ればわかるように供試個体は0年魚では体重700~860g、体長34.4~37.6cmである。また、1年魚では体重3,500g、体長56.5cmであった。実験中は水槽中の溶存酸素量が不足しないように、温度を調整した新しい海水を入れるとともに空気を吹き込んだ。

第 28 表 水温低下に対する抵抗力の実験に用いたブリの年令、体重、体長、体高および体幅を示す。

	年 令	体 重 (g)	体 長 (cm)	体 高 (cm)	体 幅 (cm)
A	0 年 魚 (9 カ月)	700	34.4	8.8	5.5
B	〃	860	36.7	9.6	5.7
C	〃	840	37.2	9.3	6.1
D	〃	860	37.6	9.1	6.0
E	1 年 魚 (1 年 9 カ月)	3,500	56.5	16.3	10.4

第29表は水温を徐々に低下させていった場合、時間の経過に伴って供試魚の動作がどのように変化していくかを示した観察記録である。

第29表からわかるように、10.2~8.0°Cの範囲では、中層から低層を正常に泳いでいた供試魚は7.3~5.9°Cの範囲まで水温を低下させると、(実験開始後3時間45分~4時間26分経過)つぎつぎと表層を敏速に泳ぎはじめ、6.3~5.9°Cの水温では(4時間14分~26分経過)水面に鼻上げをし、さらに、5.8°C(4時間29分経過)になると尾を下におろして間もなく仰天し、4.0°C(6時間3分経過)までに全部の供試魚が底に沈下した。3.6°C(6時間26分経過)からえらぶたを張り出

第29表 水温を徐々に低下させた場合のブリの行動を示す。  
表中のA. B. C. D. Eはそれぞれ第28表における魚体記号

水温(°C)	経過時間(分)	ブリの活動状況
10.2	0	正 常
9.0	2時間22分	//
8.0	3 15	//
7.3	3 45	1年魚E 表層を勢いよく泳ぐ
6.4	4 05	0年魚A 表層を勢いよく泳ぐ
6.3	4 14	0年魚A および1年魚E水面に鼻上げする
5.9	4 25	0年魚C 表層を泳ぐ
//	4 26	0年魚B 鼻上げする 0年魚D 表層を泳ぎ鼻上げする
5.8	4 29	0年魚C 底に仰天して横たわる 0年魚A 口を上にし、尾部を下にして垂直となる
5.6	4 35	0年魚B 口を上にし、尾部を下にして垂直となる
//	4 37	1年魚E 同 上
5.5	4 39	0年魚D 同 上
5.2	4 58	0年魚A CおよびD 底に沈み仰天する 1年魚E 底に沈み仰天する
4.0	6 03	0年魚B 底に沈み仰天する したがってA. B. C. D. E全部底に仰天する
3.7	6 24	1年魚E 底を仰天のまま泳ぎまわる
3.6	6 26	1年魚E えらぶたを張り出し、口を大きく開いて苦しみ泳ぐ
//	6 27	0年魚A 同 上
//	6 30	0年魚Cを取り出し13.0°Cの海水中へ移す
3.7	6 35	0年魚A 口を開いたまま底に仰天して動かず(仮死)
//	6 36	1年魚E 同 上
//	6 41	0年魚D えらぶたを張り出し口を大きく開いて苦しみ泳ぐ
//	6 43	0年魚D 口を開いたまま底に仰天して動かず(仮死)
3.8	6 48	0年魚B 同 上

し、口を大きく開いて苦しそうに泳ぎ、それから2～3分後には底に沈下し、仰天して動かず、仮死状態となり、ついで、完全に死亡した。なお、実験開始後6時間30分、水温3.6°Cのとき0年魚の1個体を13.0°Cの海水中に移したが、1時間後には元気を回復して正常に泳いでいた。

#### 4.2.1.2.1.2 種々の低水温に保つた場合

##### I) 水 温 9°C

1960年2月5日、水温12°Cから水温9°Cに調節した水槽に、0年魚2個体(840g・780g)を収容したが、10時間経過しても仮死にいたらなかった。

##### II) 水 温 8°C

1960年3月10日、16°Cの飼育水槽から、水温8.0°C、比重( $S_{15}$ )1.0245に調節した249l入り水槽に、0年魚2個体(A:体重720g・体長35.0cm, B:体重785g・体長36.4cm)を収容し、供試魚の活動状態を観察した。

8°Cの水槽に収容直後は正常に泳いでいたが、42分後にはA・B両個体ともに表層をはげしく泳ぎまわった。1時間45分後A個体は横転し、2時間15分後B個体も横転した。5時間15分後にはA個体が口を開いたまま動かず仮死に陥り、5時間30分後にはB個体も同様に仮死に陥り、その後完全に死亡した。

##### III) 水 温 7°C

1960年2月5日に水温12.8°Cの養殖場から、0年魚2個体(A:体重660g・体長33.7cm: B:体重815g・体長36.1cm)を7.0°Cに調節した249l入りの水槽に収容し、ブリの活動状態を観察した。

7°Cの水槽に収容後しばらく正常に泳いでいたが、4時間5分後A個体が表層をはげしく泳ぎまわり、4時間55分後他のB個体が水面で鼻上げをはじめ、6時間50分後にはA個体は横転しはじめた。そして、表層で遊泳と横転を繰り返し、10時間後にいたっても仮死しなかった。そこで、2個体とも13.0°Cの海水中に移したが、収容後も4分後には横転していた魚体は正常に泳ぎはじめた。しかし、2時間半後にはA個体は再び横転し、その後死亡した。しかし、B個体の方は10時間後も生存していた。

##### IV) 水 温 6°C

1960年3月10日に水温15.1°Cの養殖場から、0年魚2個体(A, 体重800g・体長36.0cm: B, 体重750g・体長36.5cm)を6.0°Cに調節した249l入りの水槽に収容し、ブリの活動状態および仮死までに要する時間を測定した。

15.1°Cから6.0°Cの水槽に移した後しばらくは正常に泳いでいたが17分後にA・B両個体ともに表層をはげしく泳ぎまわり、21分後にはともに底に仰天してゆっくり泳いでいた。48分後A個体が

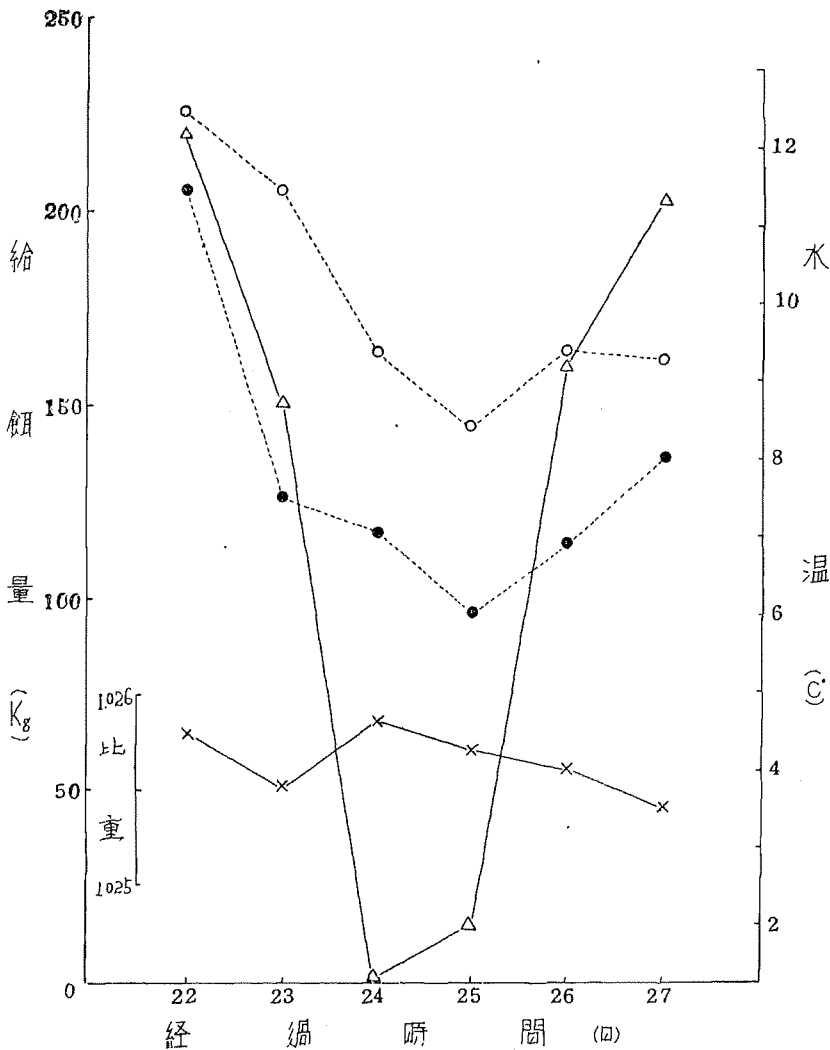
えらぶたを大きく張り出し、口も大きく開けたまま閉じず、50分後には呼吸が停止し、ひれをけいれん的に動かし仮死状態となった。B個体は8時間58分後にえらぶたと口を大きく開き、ひれをけいれん的に動かして仮死状態となった。

以上述べたところから、低温に対する抵抗は供試魚の個体によっても差があり、また、生息している水温との温度差によって差があることが認められる。9°C以上ならば正常な活動状態をつづけるが、8°C以下となる水温差がはなはだしい場合や、供試魚の生理状態に異状があって抵抗力が弱い場合には死亡する。健康な個体ならば7°Cで数時間は死なず、抵抗力の強いものは6°Cでも数時間生存する。徐々に水温を低下させた場合には魚体の低抵抗力は比較的強いが、7°C付近から平静を失いはじめ、6°Cに下がると鼻上げしはじめ、5°C底に仰天し、4~3°Cで仮死状態となる。

#### 4. 2. 1. 2. 1. 3 ブリの養殖場の水温低下による被害

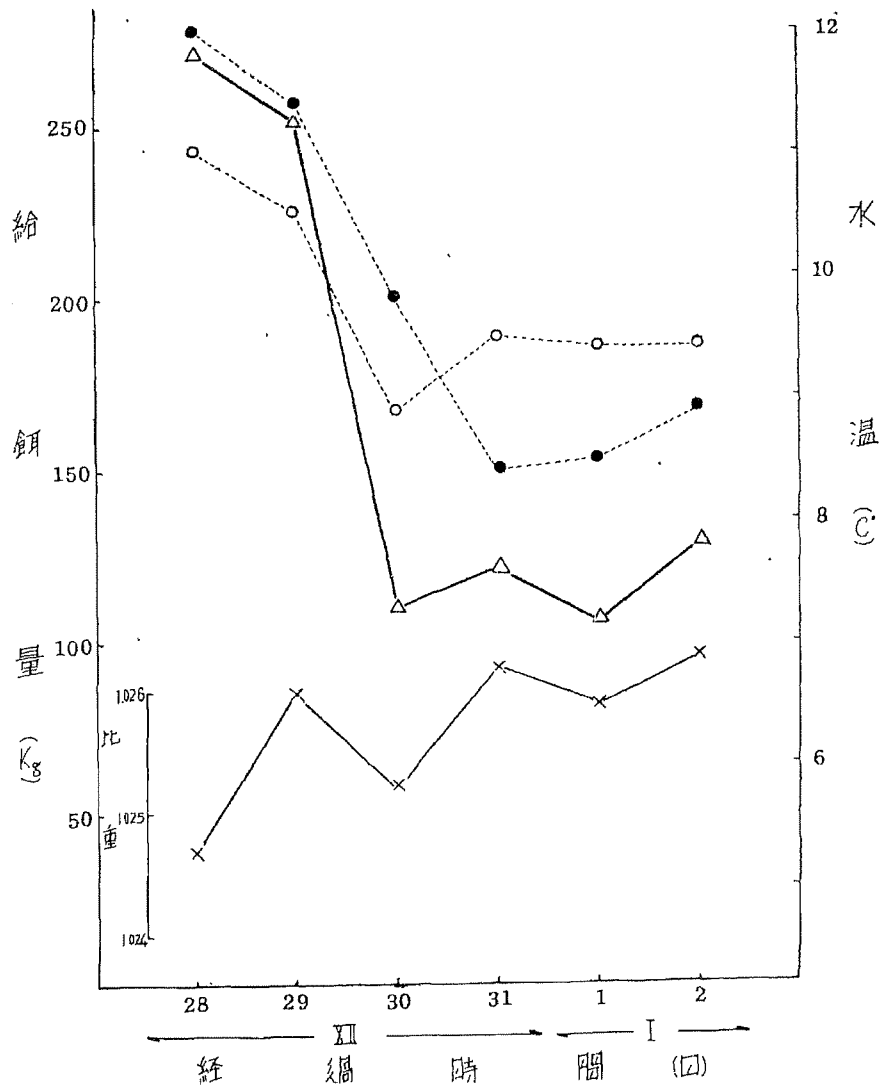
##### I) 水温の低下とブリの摂餌量の減少

ブリの養殖場において水温が急激に低下すると、たとえ放養中のブリが死亡するまでには至らな



第34図 ブリの養殖場の水温の低下と給餌量との関係 (1960年1月22日から同月27日までの期間第1養魚場において飼育された0年魚の場合)  
 ○, 午前10時の表層水温;  
 ●, 養魚場 1m層最低水温;  
 △, 給餌量; ×, 15°C 比重

くても、ブリの摂餌量が減少する。したがって、成長が停止し、または体重が減少する現象がしばしば起こる。この現象は晩秋から冬にかけて多く現われ、水温  $20^{\circ}\text{C}$  以下の場合や給餌量が常に飽食量である場合に起こりやすい。日間給餌率が低い場合にはたとえ水温が低下しても、それが軽度ならば摂餌活動が認められる。



第 35 図 ブリ養殖場の水温の低下と給餌量との関係 (1960年12月23日から1961年1月2日までの期間第1養魚場において飼育された0年魚の場合)。

●, 1m層最低水温; ○, 表層水温; △, 給餌量; ×,  $15^{\circ}\text{C}$ 比重。



第30表 第1養魚場において養殖した0年魚に飽食量に達するまで餌料を給与した場合の低水温時における摂餌状態を示す。

年月日	午前10時 表層水温 (°C)	1 m 層 最高水温 (°C)	1 m 層 最低水温 (°C)	給 餌 量 (Kg)	養 殖 魚 の 量	
					個 体 数	重 量 (Kg)
1958.1.16	12.3	14.4	12.1	253,125	14,597	13,794
17	10.4	12.9	9.9	199,875	14,571	13,770
18	9.9	13.7	6.8	197,625	14,557	13,757
1959.1.15	13.4	15.0	10.4	25,000	10,905	11,996
16	14.8	14.8	11.0	0	10,904	11,994
17	13.2	13.0	8.8	0	10,904	11,994
18	11.2	11.2	6.6	0	10,855	11,941
19	9.5	11.2	5.4	6,000	8,773	9,650
20	9.1	11.2	7.3	336,000	8,767	9,644
21	10.3	12.5	8.7	210,750	8,303	9,133
1959.2.10	12.2	12.8	11.3	0	4,125	4,216
11	8.8	11.3	8.8	0	3,787	3,870
12	4.8	12.5	6.9	48,750	3,473	3,549
13	11.2	14.5	7.5	67,875	3,165	3,235
1960.1.22	12.5	12.0	11.5	220,700	14,148	11,460
23	11.4	12.0	7.5	150,700	14,103	11,423
24	9.4	10.0	7.1	0	13,691	11,090
25	8.4	12.1	6.1	15,000	13,216	10,705
26	9.4	12.4	6.9	159,000	12,953	10,492
27	9.3	13.0	8.0	203,000	12,924	10,468

第34図および第35図は第1養魚場の水温の低下と養殖中の0年魚の給餌量との関係を示したものである。

また第1養魚場において、養殖中の0年魚に飽食量に達するまで餌料を給与した場合の低水温時における給餌量を第30表に示す。摂餌量は給餌量から推定される。

第34図、第35図および第30表からわかるように、水温の低下によって0年魚の摂餌量は減少するが、この期間がしばらく（数日）続くと、比較的低い温度でも再び摂餌するようになることがわかる。たとえば、日間の最高水温が11~12°Cである場合でも摂餌した。

第 31 表 いけす網内の 1 年魚, 2 年魚 3 年魚および 4 年魚に飽食量に達するまで  
餌料を給与した場合の低水温時における摂餌状態を示す。

年月日		午前10時 表層水温 (°C)	1 m 層 最高水温 (°C)	1 m 層 最低水温 (°C)	給餌量 (g)	養 殖 魚 の 量	
						個 体 数	重 量 (kg)
1959. 2. 21	1 年 魚	17.0	17.3	16.5	469	6	19.2
22	//	15.9	17.0	16.0	649	//	
23	//	14.1	14.9	12.5	293	//	
24	//	12.2	14.0	11.5	191	//	
25	//	11.8	13.1	12.0	971	//	
1961. 1. 8	2 年 魚	11.3	11.5	10.7	1,100	12	68.3
9	//	11.6	11.9	11.1	1,080	//	
10	//	11.4	12.0	10.4	0	//	
11	//	10.0	11.9	10.5	0	//	
12	//	7.7	11.6	8.6	300	//	
1961. 1. 8	3 年 魚	11.3	11.5	10.7	280	3	17.0
9	//	11.6	11.9	11.1	120	//	
10	//	11.4	12.0	10.4	0	//	
11	//	10.0	11.9	10.5	20	//	
12	//	7.7	11.6	8.6	300	//	
1961. 1. 8	4 年 魚	11.3	11.5	10.7	630	7	48.0
9	//	11.6	11.9	11.1	780	//	
10	//	11.4	12.0	10.4	660	//	
11	//	10.0	11.9	10.5	540	//	
12	//	7.7	11.6	8.6	600	//	

第31表にはいけす網内で養殖中の 1 年魚, 2 年魚, 3 年魚および 4 年魚に飽食量に達するまでマアジを餌料として給与した場合の低水温時における摂餌状態を示してある。このうち, 2 年魚, 3 年魚, 4 年魚は同一場所・同一期間の摂餌状態を示したものである。第31表からわかるように, 水温低下による影響は 4 年魚が最も少なく, 3 年魚がこれについているが, このことから高年魚ほど低温による影響が少ないことがわかる。

また低温による無給餌の期間がしばらく続けば, かなりの低温においても摂餌することがわかる。2・3・4 年魚はいずれも日間の最高水温が 11~12°C である場合にも摂餌している。

## Ⅱ) 水温の低下による養殖中のブリの死亡

冬季水温が低下しそのため, 養殖場の 0 年魚が死亡することは瀬戸内海沿岸ではしばしば起こる

ことが知られている。また、和歌山県白浜町においても、白楽荘別館の養魚池は1959年1月5日朝水温が5.2°Cに低下し、放養中のブリ約150尾が全部死亡した。

第1養魚場では、1955年から1961年までの7年間、水温低下によって放養中のブリの一部が凍死することはあっても、放養魚の全部が凍死することにはなかった。この養魚場で観察したところでは、水温が8°C内外まで低下して凍死に近づくと、ブリは養魚場の表層近くをはげしく泳ぎ、時々水面で音を立てる。それに続いて、頭を少し上にして表層をよたよたとゆっくり泳ぐものがあらわれ、ついで腹部を上にして底に沈下する。

第32表および33表は、第1養魚場の水温と養殖中の0年魚の死亡状態とを表わしたものである。第32表および第33表から10°C内外に水温が低下するとブリの死亡が多くなることがわかる。しかし死亡率が比較的低いわけは、この程度の水温の低下では抵抗力の弱いものが先に死亡し、大部分の抵抗力の強いものはまだ死亡するにいたらなかったためであると思われる。

第32表 第1養魚場における水温の低下とブリの死亡記録(1960年度)

年月日	15°C 比重 (S 15)	午前10時 表層水温 (°C)	1 m 層 最高水温 (°C)	1 m 層 最低水温 (°C)	午前10時 溶存酸素量 (cc/L) 10cm層	死亡数	死亡率 (%)
1960 1.22	1.0258	12.5	12.0	11.5	5.78	0	0
23	1.0255	11.4	12.0	7.5	—	0	0
24	1.0259	9.4	10.0	7.1	—	0	0
25	1.0257	8.4	12.1	6.1	—	33	0.24
26	1.0256	9.4	12.4	6.9	—	10	0.08
27	1.0254	9.3	13.0	8.0	6.34	2	0.02
28	1.0261	10.5	11.5	7.4	—	1	0.01
29	1.0258	10.7	12.6	7.5	—	0	0

第33表 第1養魚場における水温の低下とブリの死亡記録(1961年度)

年月日	15°C 比重 (S 15)	午前10時 表層水温 (°C)	1 m 層 最高水温 (°C)	1 m 層 最低水温 (°C)	午前 10時 溶存酸素量 30cm層 (cc/L)	死亡数	死亡率 (%)
1961 1.10	1.0238	12.0	12.2	11.0	7.01	0	0
11	1.0209	10.4	11.8	10.1	6.52	0	0
12	1.0180	6.2	9.8	8.0	6.62	3	0.04
13	1.0190	6.8	10.5	7.8	6.71	23	0.35
14	1.0218	8.3	10.2	7.8	6.38	1	0.02
15	1.0233	8.7	10.3	7.5	7.54	4	0.06
16	1.0236	10.6	10.2	8.9	7.44	5	0.08

#### 4.2.1.2.2 高水温に対する抵抗力

##### 4.2.1.2.2.1 水温を徐々に上昇させた場合

1960年9月20日、水温28.0°Cの養魚場から、27.8°Cの角形定温水槽（45ℓ入り）に0年魚1個体（体重370g、体長28.8cm、体高7.4cm、体幅4.4cm）を収容し、徐々に水槽の水をかきまぜながら加熱して水温を上昇させ供試魚の状態を観察し、死亡するまでの時間と水温とを測定した。実験中の水槽へは時々実験水槽と等温度の海水を補給し、また、空気の気ほうを送って溶存酸素量の減少を防いだ。

その結果は第34表に示したように、収容12分後31°Cから遊泳状態に異常をきたし、はげしく泳ぎまわり、34分後36.3°Cから体を傾斜させ、39分後37.1°Cでえらぶたと口を大きく開いて張り出し、40分後に呼吸停止が認められた。

第34表 水温を徐々に上昇させた場合のブリの抵抗力を示す。

水温(°C)	経過時間(分)	ブリの活動状態
27.8	0	正 常
29.0	4	〃
30.0	9	〃
31.0	12	表層を速く泳ぐ
31.7	15	頭部を少し上に向け体を傾斜して呼吸する
32.7	19	口を水面に出して呼吸する
32.8	20	激しく泳ぎまわる
33.6	24	苦しそうにとびはねまわる
34.9	30	同 上
36.3	34	体を傾斜して泳ぎまわる
36.7	36	体を傾斜したまま底に沈み静止
36.8	37	急に激しく泳ぎまわる
37.1	39	底に仰天し鰓蓋を開き張りだして大きく呼吸する
37.3	40	口および鰓蓋を大きく開いたまま呼吸停止する、ブリの体硬直

##### 4.2.1.2.2.2 種々の高水温に保った場合。

###### I) 水 温 30.0°C

1960年10月4日、水温24.0°C、比重(S<sub>15</sub>)1.0257の水槽から0年魚1個体（体重430g、体長28.6cm）を水温23.7°C、比重(S<sub>15</sub>)1.0260の定温水槽に収容し、徐々に水温を上昇させ30.0°Cに達して後はその温度に保ったが、10時間後にいたるも死亡しなかった。

## Ⅱ) 水 温 31.0°C

1960年10月4日, 水温 24.0°C, 比重( $S_{15}$ )1.0257の水槽から0年魚1個体(体重410g, 体長29.2cm)を水温23.8°C, 比重1.0260の定温水槽に収容し徐々に水温を上昇させ, 31.0°Cに達して後はその温度に保った。

収容後しばらく正常であったが, 24分後(29.0°C)には魚体の色が淡くなったように認められ, 20分後(30.0°C)には激しく表層を泳ぎ回わり, 33分後には31.0°Cに達し, 表層をさらに激しく泳いで外に出ようとし, 4時間45分後(31.0°C)には体を傾斜させ, 5時間51分後(31.0°C)には頭部を連続的に出入させて激しく動き, 6時間6分後大きく口とえらぶたを開いて2~3回呼吸して後けいれん的に体を震わせ呼吸を停止した。31°Cに達してから5時間33分後であった。

## Ⅲ) 水 温 32.0°C

1960年9月24日, 水温26.8°C, 比重( $S_{15}$ )1.0256の水槽中から, 水温26.9°C, 比重( $S_{15}$ )1.0258の定温水槽中へ0年魚1個体(体重290g, 体長27.4cm)を収容し, 徐々に水温を上昇させ32.0°Cに達して後はその水温に保った。

収容後しばらくは正常であったが, 23分後32.0°Cに達するころには表層を敏速に泳ぎはじめた。53分後(32.0°C)では体色が淡く感じられ, 2時間40分後には時々底で魚体を傾斜させるようになり, 4時間15分後には(32.0°C)口を水面に出して呼吸し, 4時間22分後(32.0°C)には激しく泳ぎ, 口とえらぶたを大きく開き, 4時間23分後に呼吸が停止した。32.0°Cになってから4時間後であった。

## Ⅳ) 水 温 33.0°C

1960年9月25日, 水温27.2°C, 比重( $S_{15}$ )1.0256の水槽から, 水温27.3°C, 比重( $S_{15}$ )1.0256の定温水槽中へ0年魚1個体(体重250g, 体長26.7cm)を収容し徐々に水温を上昇させ, 33.0°Cに達して後はその水温に保った。

収容後しばらくは正常であったが, 22分後(32.3°C)には激しく泳ぎ回った。25分後に33.0°Cに達し, 1時間後には口を水面に出して呼吸し, 1時間10分後(33.0°C)には横転し, 1時間30分後(33.0°C)には呼吸が停止した。33.0°Cになってから1時間5分であった。

## Ⅴ) 水 温 34.0°C

1960年9月24日, 水温27.4°Cの水槽から, 水温28.2°C比重( $S_{15}$ )1.0258の定温水槽中に0年魚1個体(体重280g, 体長27.0cm)を収容し徐々に水温を上昇させ, 34.0°Cに達して後はその温度に保った。

収容時は正常であったが, 11分後(31.0°C)に魚体の色が淡くなり18分後(32.7°C)には表層を激しく泳ぎまわった。40分後には水温は34.0°Cに達した。55分後(34.0°C)には魚体を傾斜させ

て泳ぎ、58分後(34.0°C)にはえらぶたと口を大きく開き2〜3回動かして呼吸を停止した。34.0°Cに達してから33分後であった。

また1856年10月2日、水温24.9°Cの水槽中から、体重563gの0年魚1個体を、水温34.3°Cに保った定温水槽に収容したところ、12分後に魚体は横転し24分後に口を水面に出して呼吸し、42分後に底に仰天し、54分後に呼吸は停止した。

#### Ⅵ) 水 温 35.0°C

1960年9月20日、水温28.2°Cの養魚場から0年魚1個体(体重340g, 体長20.0cm)を水温28.8°Cの桶に移し、それから水温28.6°Cの定温水槽(45l入り)に収容し、徐々に水温を上昇させ、35°Cに達してからはその温度に保った。

定温水槽に収容直後の魚体は正常であったが、13分後(31.0°C)から異常となり、26分後(34.0°C)には魚体を傾斜させて表層を激しく泳ぎ回わり、30分後に35.0°Cに達した時は魚体を横にして泳いだ。36分後(35.0°C)には頭部を上尾部を下にして魚体を垂直に保ち、口を水面に出して呼吸し、46分後(35.2°C)には底に仰天し、49分後(35.0°C)には呼吸が停止した。35.0°Cに達してから19分後であった。

#### Ⅶ) 水 温 36.0°C

1960年9月20日、水温28.0°Cの水槽から0年魚1個体(体重380g, 体長29.4cm)を28.7°Cの定温水槽中(45l入り)に収容し、徐々に水温を上昇させ、36.0°Cに達して後はその温度に保った。

収容直後は正常であったが、9分後(35.0°C)には表層を活ばつに泳ぎはじめ、17分後(33.0°C)には口を水面に出して呼吸し、29分後には36.0°Cに到達したが、以後この温度付近に保った。32分後には36.1°Cには体が傾斜しはじめ、35分後(36.4°C)には水面上をはね回わり、37分後(36.0°C)にはえらぶたを大きく開き、ついに呼吸は停止した。36.0°Cに達してから8分後であった。

#### Ⅷ) 水 温 37.0°C

1960年9月20日、水温28.0°Cの養魚場から0年魚1個体(体重360g, 体長27.8cm)を28.9°Cの定温水槽中(45l入り)に入れ徐々に水温を上昇させ、37.0°Cに達して後はその温度を保った。

収容直後は正常であったが、約8分後(30.5°C)から異常な泳ぎ方を示し、19分後(33.0°C)には上層を激しく泳ぎ回わり、34分後(36.0°C)に体を傾斜させて泳ぎはじめ、36分後(37.0°C)には底に沈下して仰天し37分後(37.0°C)にはえらぶたを大きく開いて呼吸し、39分後(37.0°C)には呼吸が停止した。37.0°Cになってから呼吸停止までわずかに3分間であった。

#### 4.2.1.2.3 ブリの成長に及ぼす水温の影響について

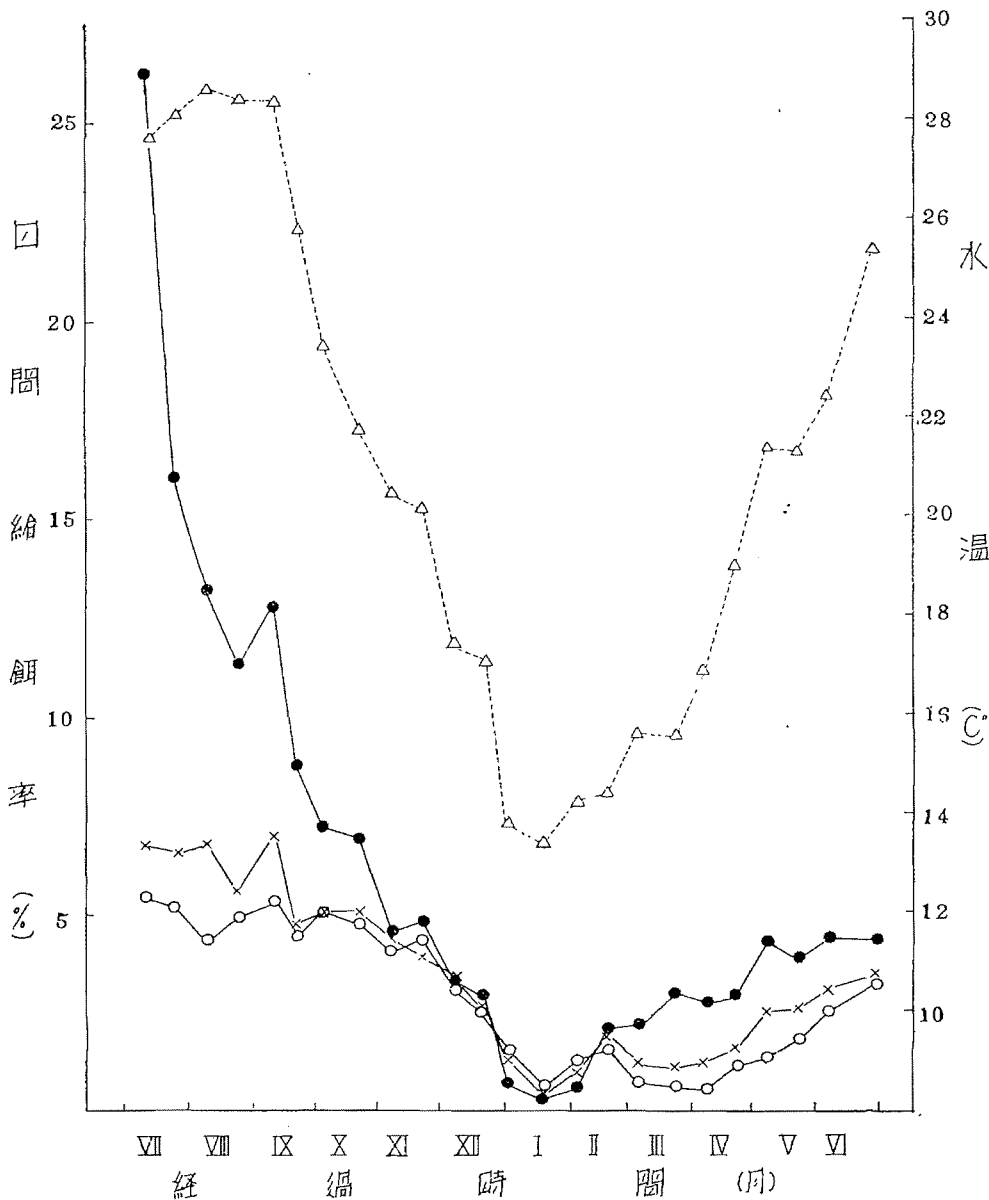
##### 4.2.1.2.3.1 0年魚, 1年魚, 2年魚および3年魚の成長と水温

1958年7月から1959年5月までの11カ月間0年魚, 1年魚および2年魚を, また, 1959年6月から1960年5月までの1カ年間1年魚, 2年魚および3年魚を古賀浦湾に設置されたたいけす網養殖場で, 年令別に飼育して実験期間中の水温を測定し, 3者の成長状態をそれぞれ比較した。

餌料にはマアジを切断したものまたはそのままのものをを用い, 春, 夏, 秋には1日2回, 冬には1日1回それぞれ飽食するまで給与した。水温・比重は午前10時半に毎日測定し, 体重は15~30日ごとに全部の個体につき測定した。

##### 1) 日間摂餌率

給与した餌の全量を残らず供試魚が摂取するとはかぎらないから, 供試魚の摂餌量は正確には測



第 36 図

0年魚, 1年魚, 2年魚の  
日間給餌率と水温との変  
動(1958年7月から1959  
年6月までの1カ年間い  
けす網養殖場でマアジ  
餌料を飽食量に達するまで  
給与した場合)。●, 0  
年魚日間給餌率; ×, 1  
年魚日間給餌率; ○, 2年  
魚日間給餌率; △, 午前  
10時半表層水温。

定できない。しかしなるべくむだのないよう注意して、飽食量に達するまで給与した場合の餌料の量から摂餌量を推定することができる。したがって、日間摂餌量は日間給餌量にほぼ比例し両者には大きな差はないものと考えられるから、ここでは日間給餌率の資料を示し、これから日間摂餌率を検討する。

1958年7月から1959年5月まで餌料を飽食するまで給与して飼育した場合のブリ0年魚、1年魚、2年魚の日間給餌率を第36図に示す。

第36図からわかるように、0年魚の日間給餌率は7月にはきわめて高いが、時間の経過とともに減少し、水温の最も低い1月には給餌率もきわめて低い。そして、2月以後水温が上昇するにつれて日間給餌率も上昇している。1年魚の日間給餌率も7～9月には高いが、その後は水温の下降とともに低下して、冬季水温の最低の時には給餌率も最低となる。そして、2月に入って水温が上昇しはじめると、それに伴い給餌率も上昇する。ところが、水温が $16.0^{\circ}\text{C}$ まで上昇すると給餌率はかえって減少し、水温が $20.0^{\circ}\text{C}$ を越えるまでは給餌率は低い。5月に入り水温が $20.0^{\circ}\text{C}$ 以上になると給餌率は水温に伴い再び上昇しはじめる。2年魚も1年魚の場合とほぼ同様な傾向を示しているが、7～10月の水温 $20.0^{\circ}\text{C}$ 以上では給餌率は1年魚より低く、1月の水温 $14.0^{\circ}\text{C}$ 以下では反対に1年魚より高く、その後は1年魚よりも低い。これらの日間給餌率の変動から日間摂餌率を推定すると、0年魚、1年魚、2年魚ともに日間摂餌率は水温に伴って下降し、あるいは上昇する傾向が認められるが、春季水温が $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ の範囲では1年魚・2年魚とも水温の上昇に反して、一時摂餌率が低下する時がある。これはブリの生殖時期に当たるため1年魚、2年魚では生殖に関係する生理により、摂餌率が低下するものと考えられる。一般に水温が $15^{\circ}\text{C}$ 以上の場合には摂餌率は0年魚が最も高く、1年魚がこれにつき、2年魚が最低である。しかし、冬季に水温が $14^{\circ}\text{C}$ 以下になった場合には全く逆で、2年魚が最も高く、1年魚がこれにつき、0年魚が最低である。

## Ⅱ) 日間成長率

第37図は0年魚・1年魚・2年魚の日間成長率を示したものである。第37図からわかるように、0年魚の日間成長率は7月から11月までの水温 $20^{\circ}\text{C}$ 以上のときにはきわめて大きいですが、1月の水温 $14^{\circ}\text{C}$ 以下ではきわめて低く、むしろ、負の値を示している。春になって水温が上昇しはじめるとともに、日間成長率も上昇する。

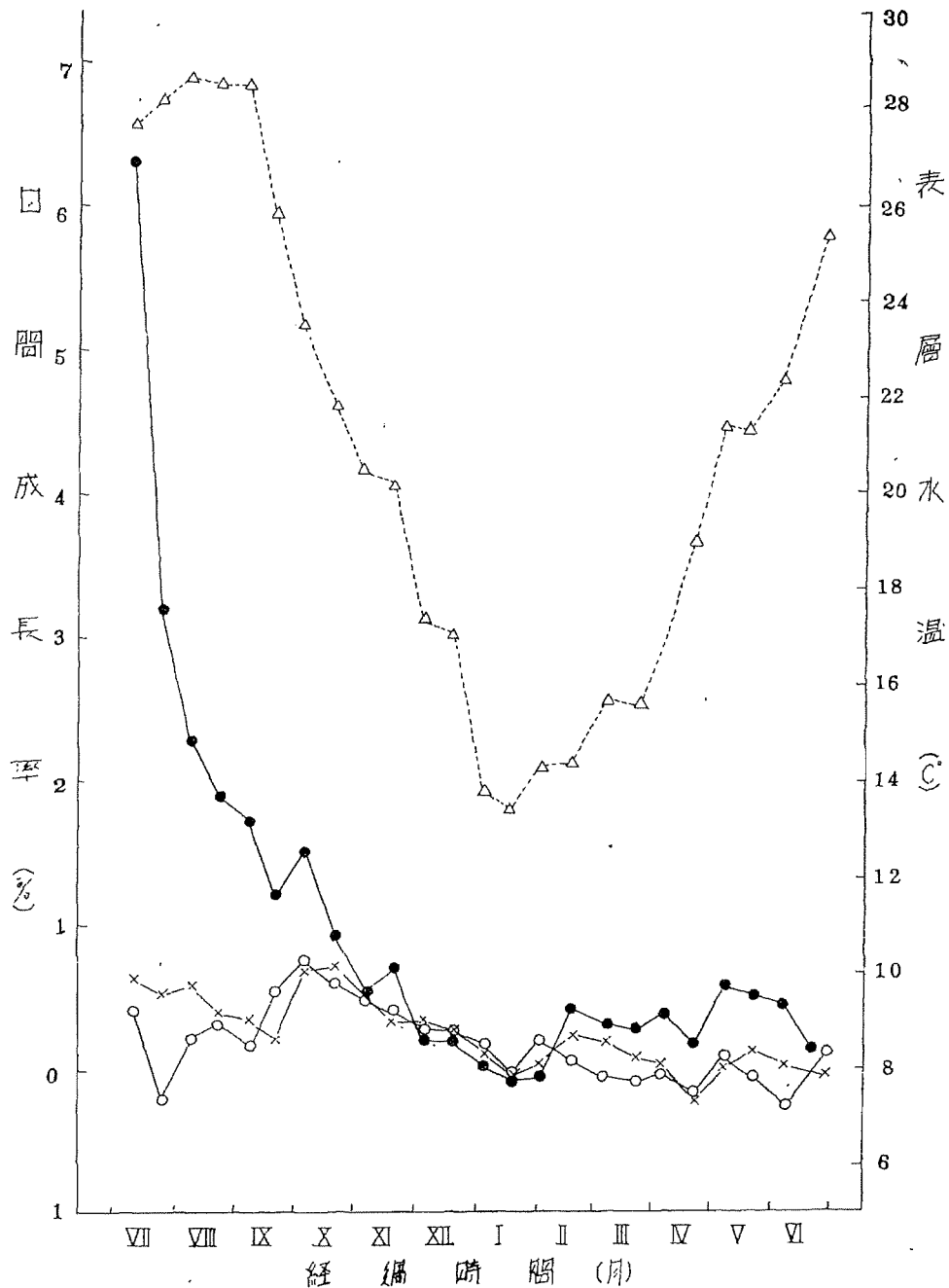
1年魚の日間成長率は7月から12月までは比較的大きいが、1月に水温が $14^{\circ}\text{C}$ 以下になると日間成長率も低下して負の値となる。しかし、2月から3月にかけて再び上昇する。そして、4月から6月にかけて再び低下して負の値を示すことが少なくない。

2年魚の日間成長率は7月から8月にかけては比較的小さいが、9月から12月にかけては(水温

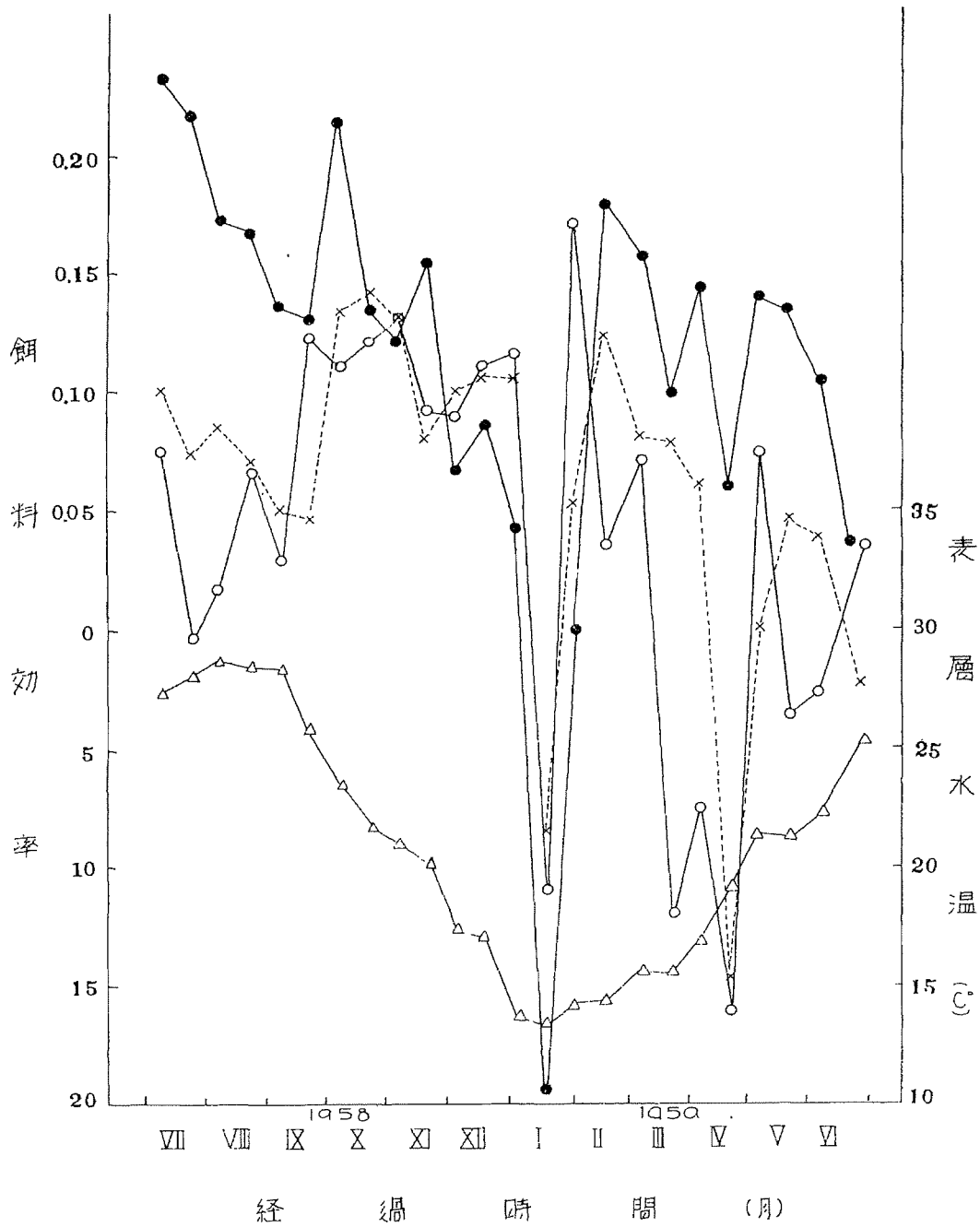


17.0~26.0°C) 比較的大きく, 1月(水温14.0°C以下)には再び小さくなって負の値を示す。2月にいったん上昇するが, 3月から6月にかけて(水温16~22°C)再び低下して負の値を示すことが少なくない。

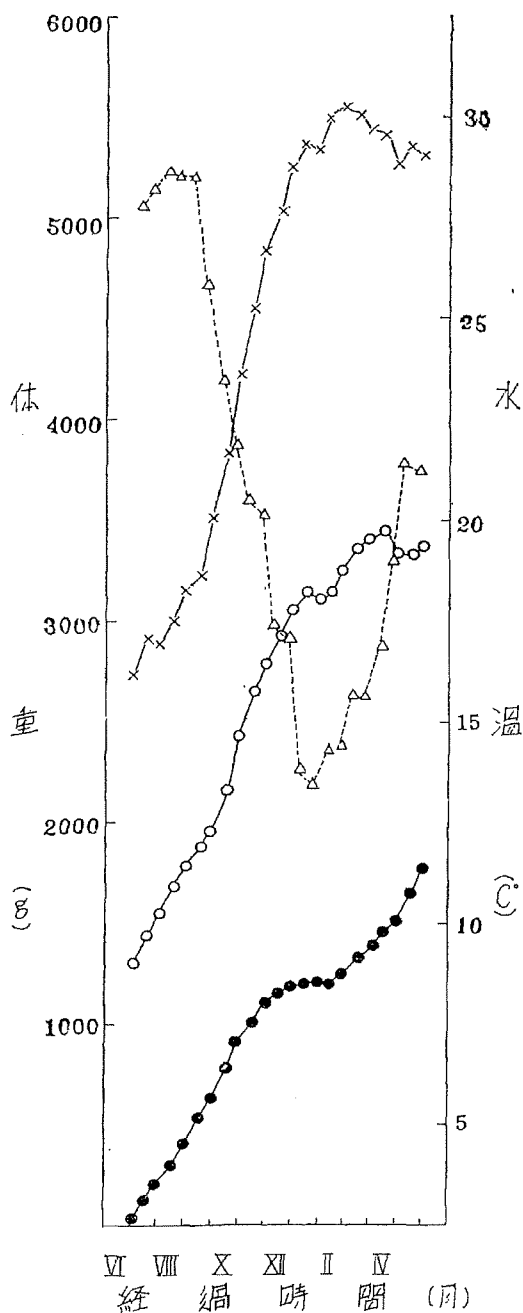
0年魚・1年魚・2年魚ともに日間成長率は8月から11月には大きい。1月の水温14°C以下では小さい傾向が認められる。しかし, 供試魚の年令によって日間成長率が大きくなる水温には若干の差異があるようである。すなわち, 0年魚では比較的高水温時に成長率が高いが, 年令が進むに



第 37 図 0年魚, 1年魚, 2年魚の日間成長率と水温の変動 (1958年7月から1959年6月までいけす網養殖場でマアジ餌料を飽食に給与した場合)。  
 ●, 0年魚日間成長率; ×, 1年魚日間成長率;  
 ○, 2年魚日間成長率; △, 10時半表層水温。



第 38 図 0年魚, 1年魚, 2年魚の餌料効率と水温との変動(1958年7月から1959年6月までの1カ年いけす網養殖場でマアジ餌料を飽食量に達するまでに給与した場合)。  
 ●, 0年魚餌料効率; ×, 1年魚餌料効率; ○, 2年魚餌料効率;  
 △, 午前10時半表層水温。



第39図 0年魚、1年魚、2年魚の体重と水温との変動（1958年7月から1959年6月までの1カ年間にけす網養殖場でマアジ餌料を飽食量に達するまで給与した場合）。●、0年魚の体重、○、1年魚の体重；×、2年魚の体重；△、午前10時半の表層水温。

第39図からわかるように、0年魚の成長は水温20°C以上では良好であるが、20°C以下になると成長量は下降し、14°C以下では成長せずに、むしろ体重が減少する場合がある。しかし、越冬後は水温の上昇とともに成長もよくなり、20°C以上になれば成長はさらに良好になる。

1年魚の成長は第39図および第40図からわかるように、7月から12月までは比較的良好で、とく

従い高い成長率を示す時の水温が低下していく傾向が認められる。14°C以下の低水温で養殖された場合における成長率の低下は、若年魚ほど著しい傾向が認められる。すなわち1月の日間成長率は2年魚が最大で、1年魚がこれにつき、0年魚が最小であった。3月から6月の、水温15~22°Cの間において、1年魚および2年魚の日間成長率が低く、負の値を示すのは生殖の生理に関係があるものと思われる。

### Ⅲ) 餌料効率

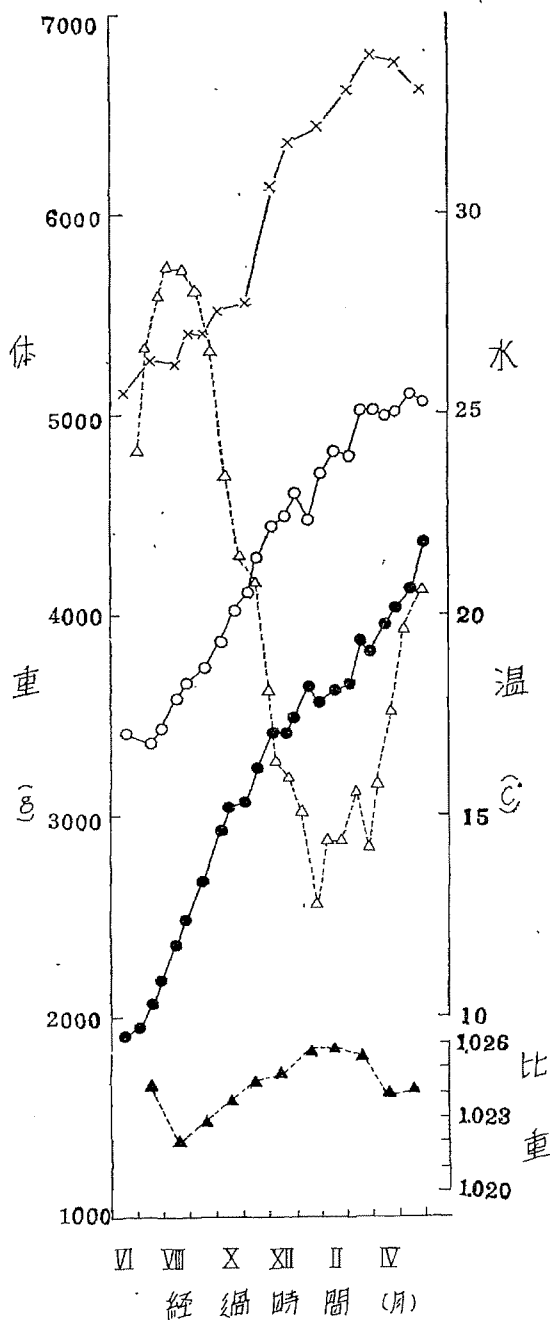
第38図は0年魚・1年魚・2年魚における餌料効率を示したものである。

第38図からわかるように、7~11月の水温20°C以上のときには餌料効率は0年魚が最大で、1年魚がこれにつき、2年魚が最小である。また、12~1月の水温20°C以下では、0年魚が最小であり、2月下旬以降6月まで（水温14~22°C）は0年魚が最大、2年魚が最小という傾向が認められる。

ブリの年齢によって、餌料効率が大きくなる時期については、若干の相違がある。一般に、0年魚では1・2年魚より高水温側で餌料効率が大きく、1年魚および2年魚では低水温側で餌料効率が大きい傾向が認められるが、とくに、2年魚においてこの傾向が著しい。

### Ⅳ) 成長量

第39図は1958年度、また、第40図は1959年度における0年魚・1年魚・2年魚および3年魚の成長状態を示したものである。



第40図 1年, 2年魚, 3年魚の体重と水温との変動 (1959年6月から1960年5月までの1カ年間, いけす網養殖場でマアジ飼料を飽食量に達するまで給与した場合)。  
 ●, 1年魚体重; ○, 2年魚体重;  
 ×, 3年魚体重; △, 午前10時半表層水温; ▲, 10時半15°C比重。

とそのときの水温とを示したものである。

第41図からわかるように, 水温の高低とブリの成長との間には密接な関係が認められ, とくに9

に0年魚では成長が悪くなる12月の水温 15~20°C のときでも0年魚ほどには成長は悪くならない。しかし, 1月に水温 14°C 以下になると体重は減少するが, 2月下旬から3月にかけて水温が上昇しはじめると再び成長は良好となる。

2年魚の成長は第39図および第40図からわかるように, 8月から12月までは, すなわち, 水温 15°C 以上においては成長は良好である。とくに, 0年魚の成長が悪くなる12月の水温 15~20°C のときでも0年魚ほどには悪くならず, 1年魚よりもやや良好である。

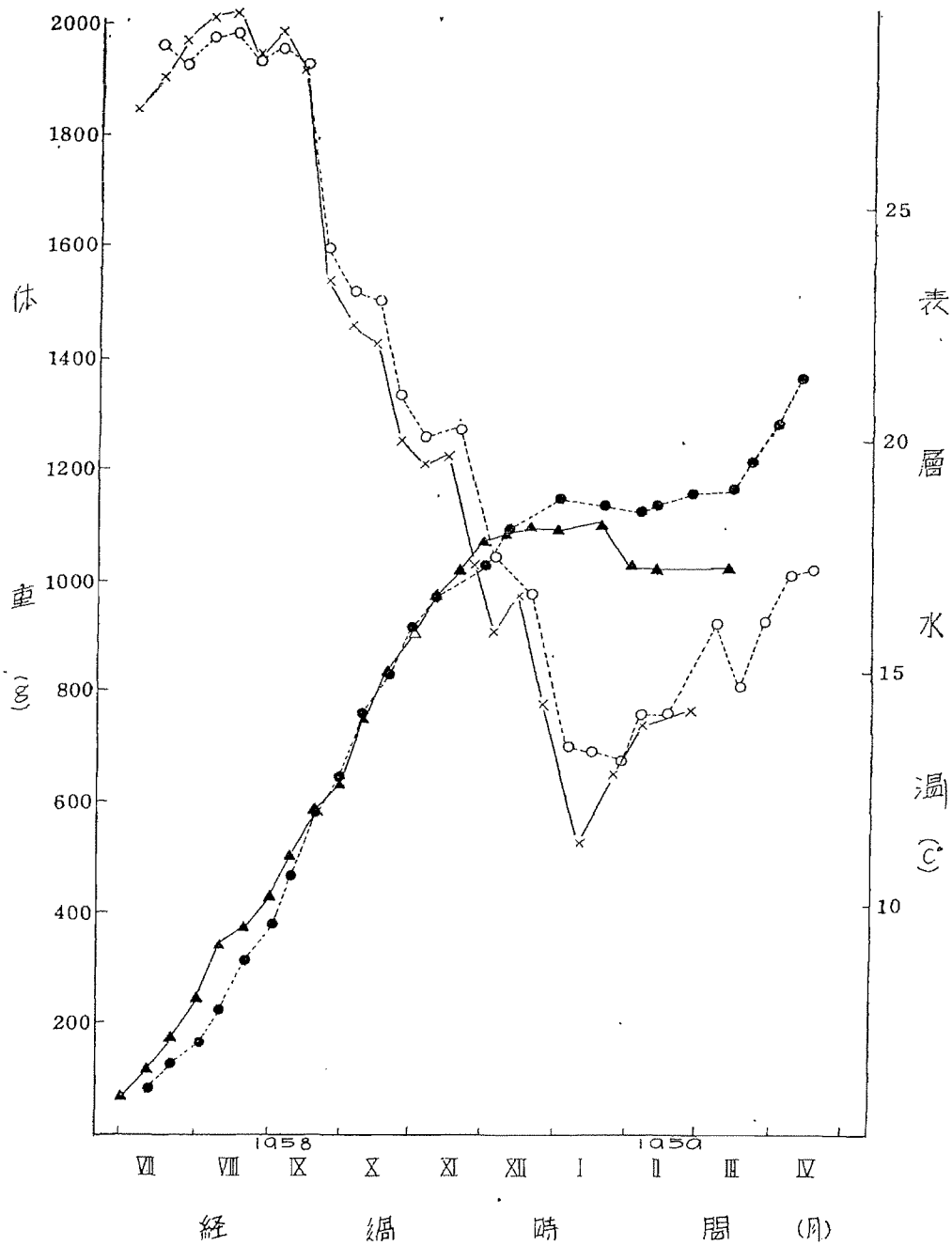
1月の水温 14°C 以下では体重が減少するが, 水温が上昇して 14°C 以上となると再び体重は増加しはじめる。しかし, 2~3月ごろ水温が 16°C に達すると体重は増加しない。

3年魚の成長は第40図からわかるように, 夏季の高温時, すなわち, 24~29°C においては成長はあまり良好ではないが, 秋の 16~23°C の範囲ではきわめて良好である。さらに, 水温が 15°C 以下に低下しても体重は減少せず, ゆるやかに上昇している。しかし, 4月に入り水温 16°C 以上に達すると体重は減少しはじめる。

#### 4.2.1.2.3.2 異なる水温で飼育した0年魚の成長

1958年7月から1959年4月まで, 第1養魚場(面積 46,544 m<sup>2</sup>) および古賀浦湾の一部に設置されたいけす網養殖場(面積 52m<sup>2</sup>) で, マアジおよびカタクチイワシを餌料として0年魚を飼育し, 両養殖場における成長状態を比較した。

第41図は前記2カ所の養殖場におけるブリの成長状態



第 41 図 1958年7月から1959年4月までの10カ月間、第1養魚場およびいけす網養殖場においてマアジおよびカタクチイワシを餌料として0年魚を飼育した場合の水温とブリの成長とを示す。

▲, 第1養魚場ブリ体重; ×, 第1養魚場表層水温;  
●, 古賀浦湾いけすブリ体重; ○, 古賀浦湾表層水温。

月以降において、いけす網養殖場の水温が第1養魚場のそれより高まるにつれて、いけす網養殖場のブリの成長が良好となり、1~2月の低水温時における両者の差は顕著であることが認められる。その原因については必ずしも水温だけとはかぎらないので、ブリの成長に及ぼす他の要因についても考えてみる。全体の面積においては成長の低い第1養魚場の方が広く、放養密度も第1養魚

場の方が小さい。海水の比重では第1養魚場の方がやや低いていどで大差なく、(両者の差は月により比重( $S_{15}$ ) 0~0.0013である)、その他の要因についても両者に大差がないと考えられる。したがって、水温の相違がやはりブリの成長の相違を生じた主因と考えられる。

#### 4.2.1.3 総括および論議

##### 4.2.1.3.1 低水温に対する抵抗力

水温を徐々に低下させた場合には、7.3°C以下で異常な遊泳をはじめ、6.3°C以下で鼻上げし、5.8°C以下で底に仰天しはじめ、3.6~3.8°Cで仮死に陥った。また、一定の低水温に保った場合には9°Cでは10時間たっても死亡せず、8°Cでは5時間15~30分で仮死に陥り、7°Cでは10時間たっても死亡せず、6°Cでは43分後と8時間58分後に仮死に陥った。

一定の低水温に保った場合と、水温を徐々に下げた場合とを比較すると、後者の方がより低水温まで生存し、抵抗力が強いことがわかる。この原因は徐々に水温を低下させた場合にはブリが低温という環境に適応することが容易であったためと思われる。

また、一定の低水温に保った場合、7°Cでは10時間たっても死亡せず、8°Cでは5時間余で仮死に陥った。その原因は7°Cの場合は12.8°Cの水槽中からブリを移し入れたが、8°Cの場合では16.0°Cから移し入れたため水温差が7°Cの方では5.8°Cであるが、8°Cの方では8°Cで、8°Cの方が大きかったことおよび抵抗力に個体差があったためと考えられる。

このように実験前に順応していた温度によって魚類の耐温性が異なることは DOUDROFF (1942) のメジナの幼魚を用いた実験からも明らかにされている。

養殖場における低水温によるブリの死亡も、8°C以下の水温から異常が認められ、7~5°Cではほとんど死亡することが認められる。したがって水温が徐々に低下した場合短時間ならば水温が6°Cとなっても生存するが、8°C以下の水温に長時間ブリを保つことは危険であると考えられる。

##### 4.2.1.3.2 高水温に対する抵抗力

水温を徐々に上昇させた場合は、31.0°Cから異常な遊泳をはじめ、36.3°Cから体を傾斜させ、37.1°C(39分後)で呼吸が停止した。一方、一定の高水温に保った場合では、30.0°C以下では死亡しなかったが31.0°Cでは6時間6分後に呼吸が停止し、32.0°Cでは4時間後に、33.0°Cでは1時間5分後に、34.0°Cでは54分後に、35.0°Cでは19分後にそれぞれ呼吸が停止した。

これらの結果から、ブリの高水温に対する抵抗力には若干の幅はあると思われるが、水温31.0°C付近に限界があるものと考えられる。短時間ならば33.0°Cに達しても生存するが、長時間この温度以上に保つことは危険であると思われる。

#### 4.2.1.3.3 成長に及ぼす水温の影響

摂餌率・成長率・餌料効率・成長量などの実験結果から、ブリの0年魚、1年魚、2年魚および3年魚の成長状態と水温との関係を考察すると、成長好適水温は一般に若年魚ほど高く、また低水温の成長への影響も若年魚ほど著しい傾向が認められ、0年魚の成長好適水温は実験水温の範囲では20~29°Cと考えられ、特に最適水温は22°C以上にあると考えられる。1年魚~3年魚においては20~15°Cにおいても成長は0年魚に比べ良好である。2年魚以上の高年魚では春季水温が16°C付近に達すると、その後の水温の上昇にもかかわらず、約20°Cに達するまで2~3カ月間は成長の低下がみられる。1年魚においても多少この傾向は認められる。このころは生殖時期に当たるので、生殖に関する生理のために摂餌量の減少・成長率の低下・餌料効率の低下などが起こり、魚体重が増加しないものと思われる。

男女群島や五島列島周辺にブリの産卵群が回遊する水温は16~21°Cであって、熟卵ブリの回遊は18~21°Cであるが、これは養殖した2年魚・3年魚の成長が停止する水温と一致している。

異なる水温で飼育した0年魚の成長の実験は、水温を除く他の要因が必ずしも全く同一とは考えられないから厳密な比較にはならないが、水温以外の他の要因から受ける影響は大きくないと考えられ、また、水温と成長とが正の相関関係にあると認められるので、この結果から飼育水温の相違がブリの成長に大きな影響を与えると考えられる。

#### 4.2.1.3.4 結 論

以上述べたところから、ブリ0年魚の養殖場としては養殖期間を通じ水温20~29°Cのところを望ましい。しかし、わが国沿岸にはこのようなところは少ないので、これにできるだけ近い水温範囲のところを望ましい。高年魚まで養殖する場合には、冬季水温が14°C以下とならぬところが望ましいが、短時間ならば8°Cに低下しても越冬可能である。高年魚になると好適水温が低下することは、自然の海におけるブリの年令と回遊水温との関係を考えるうえにおいて興味深い。

## 第 2 項 比 重

### 4.2.2.1 ま え が き

ブリの養殖場は沿岸に設置されるのが便利であって、現在では沿岸の内湾の一部を区画するか、島と島の間を仕切るか、または、沿岸の一部にいけす網を設置するかして養殖場とするのがほとんどである。このように、沿岸にある養殖場では、降雨または河川の流入によって養殖場内の海水が希釈され、海水の比重が低下することが多少は起こるものである。ところが川本(1959)が指摘しているように海水の比重と魚類との関係について深く研究された論文はきわめて少なく、淡水流入

による低比重海水に対するブリの抵抗力およびその被害についての研究はほとんど見当たらないようである。

筆者は養殖中の0年魚を種々の低比重海水中に収容して、その抵抗力を調べ、また、養殖実験中に起こった淡水流入による被害を調査した。

#### 4.2.2.2 実験・調査の方法および結果

##### 4.2.2.2.1 比重を徐々に低下させた場合の魚体の抵抗力

1960年11月6日、体重720gおよび650gの0年魚2個体を、比重( $S_{15}$ )1.0255、水温20.6°Cのいけす網養殖場から、比重( $S_{15}$ )1.006、水温17.2°Cに調整した角形水槽(885l入り)に移し入れ、所定の比重・水温に調整した新しい海水を注ぎ入れながら、74時間13分までこの状態で保ったが、供試魚の体色が多少淡くなったかに感じられたほかは2個体とも異常は認められなかった。ついで、比重( $S_{15}$ )1.004、水温17.2°Cに調整した角形水槽(885l入り)に前記実験に使用した720gのブリ1個体を移し、海水を交換し空気を吹き込みながら75時間31分の間この状態に保ったが、供試魚には異常は認められなかった。さらに、引き続き水温16.7°C、比重( $S_{15}$ )1.002に調節した水槽(885l入り)に保ったところ、移し入れてから63時間7分後に仰天し、72時間35分後に呼吸が停止した。

##### 4.2.2.2.2 種々の低比重海水に収容した場合の抵抗力

###### I) 比 重 1.0000 (淡水)

1960年11月5日、比重( $S_{15}$ )1.0257・水温21.0°Cの養殖場から、水温18.2°Cの淡水(上水道水)中に0年魚2個体(A; 体重340g, 体長28.4cm; B; 体重630g, 体長33.5cm)を収容し、供試魚の活動状態を観察し、呼吸停止までの時間を測定した。第35表は淡水中に収容した0年魚の活動状態の観察記録である。

第35表からわかるように、A個体では23分後に体が傾斜しはじめ、31分後には底に仰天し50分後に呼吸および運動が停止した。B個体では28分後に体が傾斜しはじめ、39分後に仰天し、59分後に呼吸および運動が停止した。

また、同年11月17日に0年魚2個体(A: 体重810g, 体長35.2cm; B; 体重700g, 体長34.3cm)を比重( $S_{15}$ )1.0251、水温18.5°Cの養殖場から、比重( $S_{15}$ )0.9996、水温16.4°Cの淡水水槽中に収容し、抵抗力を調査した結果、A個体では25分後に体が傾斜しはじめ、50分後に呼吸および運動が停止した。B個体では30分後に体が傾斜しはじめ、81分後に呼吸および運動が停止した。

この実験から、0年魚が淡水中に収容された際はほぼ20~30分後に体が傾斜しはじめ、50~80分後に呼吸および運動が停止することがわかる。



第 35 表 淡水中に収容した 0 年魚の活動状態。

A; 0 年魚 (体重340g, 体長28.4cm, 体高7.0cm, 体幅 4.2cm)

B; 0 年魚 (体重630g, 体長33.5cm, 体高8.3cm, 体幅 5.4cm)

時 間(分)	水 温(°C)	比 重	活 動 状 態
0	18.2	0.999	正 常
18	..	..	A. 水面に鼻上げする
23	..	..	A. 体を傾斜する
28	..	..	B. 体を傾斜して泳ぐ
31	..	..	A. 2~3度はげしく泳ぎまわり仰天する
38	..	..	A. えらぶたを張り出して大きな呼吸をする
39	..	..	B. 仰天して大きな呼吸する
45	18.1	..	A. 口とえらぶたを開いたままけいれんに小刻みに体を動かす
50	..	..	A. 呼吸停止, 体のけいれんの運動停止
54	..	..	B. はげしく表層を泳ぎまわり, 口とえらぶたを開いて体をけいれんに小刻みに動かす
59	18.0	..	B. 呼吸ならびにけいれんの小刻み運動停止

Ⅰ) 比 重 1.002

1960年11月12日, 比重 ( $S_{15}$ ) 1.0254, 水温 18.6°C の養殖場から, 比重 ( $S_{15}$ ) 1.0020, 水温 16.7°C の水槽中に 0 年魚 2 個体 (A; 体重680g, 体長35.8cm; B; 体重780g, 体長36.4cm) を収容したところ, A 個体は 5 時間27分後に底に沈んで仰天し, 6 時間42分後に呼吸が停止した。B 個体は 6 時間52分後底に仰天し, 7 時間 7 分後に呼吸が停止した。

Ⅱ) 比 重 1.004

1960年11月 9 日, 比重 ( $S_{15}$ ) 1.0258, 水温21.4°C の養殖場から, 比重( $S_{15}$ )1.004, 水温 17.2°C に調整した水槽中に, 0 年魚 2 個体 (A; 体重850g, 体長35.6cm; B; 体重 950g, 体長 37.4cm) を収容したところ, 74時間経過しても, 2 個体ともに死亡せず生存した。

Ⅲ) 比 重 1.005

1954年11月21日, 比重( $S_{15}$ )1.0257, 水温18.3°C の養殖場から, 比重 ( $S_{15}$ ) 1.005, 水温 15.8°C に調整した水槽中に 0 年魚 2 個体 (A; 体重814g; B; 体重686g) を収容したところ, A 個体は収容後 7 時間 2 分で横転しはじめ, 10時間12分後に呼吸が停止した。B 個体は16時間55分後に横転しはじめ, 19時間22分後に呼吸が停止した。

Ⅳ) 比 重 1.006

1955年 5 月 7 日, 比重 ( $S_{15}$ ) 1.0249, 水温19.1°C の養殖場から, 比重( $S_{15}$ )1.006, 水温 18.2°C に調整した水槽中に769gの 0 年魚 1 個体を収容したところ, 66時間28分後に横転して泳ぎはじめ,

78時間58分後に垂直になって底に沈んで仰天し、91時間15分後に呼吸が停止した。

また、11月6日比重 ( $S_{15}$ ) 1.0255, 水温20.6°Cの養殖場から、比重 ( $S_{15}$ ) 1.006, 水温 17.2°C に調整した水槽に調整した水槽に0年魚2個体(体重 720g および 650g)を收容した実験では、4.2.2.2.1で述べたように、74時間13分後においても死亡しなかった。さらに、11月11日比重 ( $S_{15}$ ) 1.0258, 水温21.2°Cの養殖場から、0年魚2個体(体重850gおよび860g)を比重 ( $S_{15}$ ) 1.006, 水温 20.2°C に調整した水槽中に收容したところ、24時間37分後においても死亡せず、正常に遊泳していた。

以上述べたところから、低比重に対するブリの抵抗力には個体差が認められるが、大部分のものは比重1.006以上ならば10時間以上生存するものと思われる。また、比重1.002の海水中でも数時間生存し、淡水中でも20~30分間は安全であると思われる。

#### 4.2.2.2.3 比重低下による被害

第1養魚場は常時小川から少量の淡水が流入しているが、豪雨の際は付近の山から集まる雨水が養魚場へ集中的に流入して、一時養魚場の比重が低下する。第36表はその1例として、1958年8月26日の豪雨後の水深と比重との関係を示したものである。第36表からわかるように、淡水は海水より比重が小さいので、養魚場の表層を占め、底層への影響は比較的少ない。

第 36 表 1958年8月26日午前11時45分、豪雨直後における第1養魚場の水深別比重  
(降雨量は8月23日午前10時から24日午前10時までに20.5mm, 8月24日午前10時から25日午前10時までに27.3mm, 8月25日午前10時から26日午前10時までに156mm合計206.8mmであった)

水 深 (m)	水 温 (°C)	現 場 比 重	15°C 比 重( $S_{15}$ )
0 (表層)	29.3	1.0094	1.0126
0.5m 層	—	1.0102	—
1 "	28.0	1.0143	1.0173
2 "	28.0	1.0161	1.0191
3 "	27.6	1.0189	1.0219
4 "	27.9	1.0203	1.0234
5 "	28.0	1.0208	1.0240

しかし第1養魚場では、干潮時の平均水深は0.95mであって、3mよりも深い部分は全面積の約 $\frac{1}{70}$ に過ぎない。第37表は1954年9月18日の台風による被害状況を示したものである。第37表からわかるように、豪雨による比重低下の際、養殖中の0年魚が死亡することがある。

淡水が流入した場合、濃度の高い外海の水と入れかわって比重を回復するには数日を要するので

第 37 表 1954年 9月18日台風による降雨（雨量 139.3mm）のための第1 養魚場の表層水の比重の低下と 0 年魚の死亡状況。

月 日	15°C 比 重	午 前 10 時 表層水温 (°C)	死 亡 数	死 亡 率(%)
9月16日	1.0232	26.5	0	0
17日	1.0236	27.0	0	0
18日	1.0035	25.5	10	0.06
19日	1.0099	23.2	30	0.18
20日	1.0145	24.9	60	0.35
21日	1.0201	26.4	15	0.09
22日	1.0221	27.2	0	0

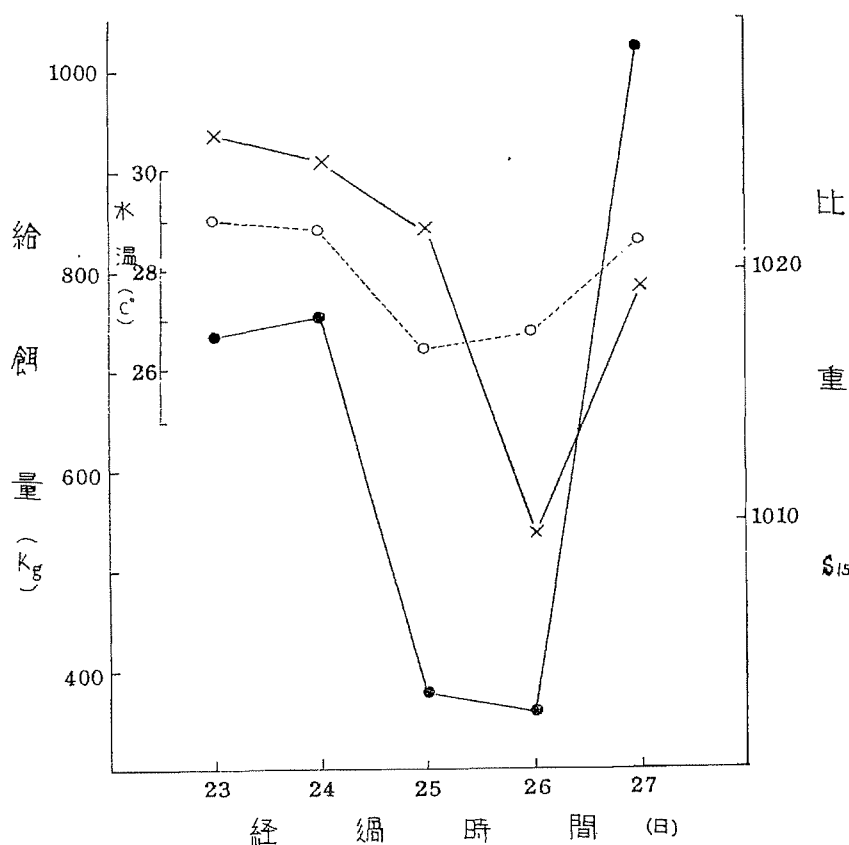
この間に被害を生じやすい。

また、淡水の流入による比重低下によって、死亡するまでにはいたらないが、養殖魚の摂餌が不良となることがしばしば起こる。活ばつに摂餌中のところへ淡水が流入して表層をおおうと、それ

以後は養殖魚が底層へ沈んで摂餌しないことは飼育中しばしば見受けられることである。

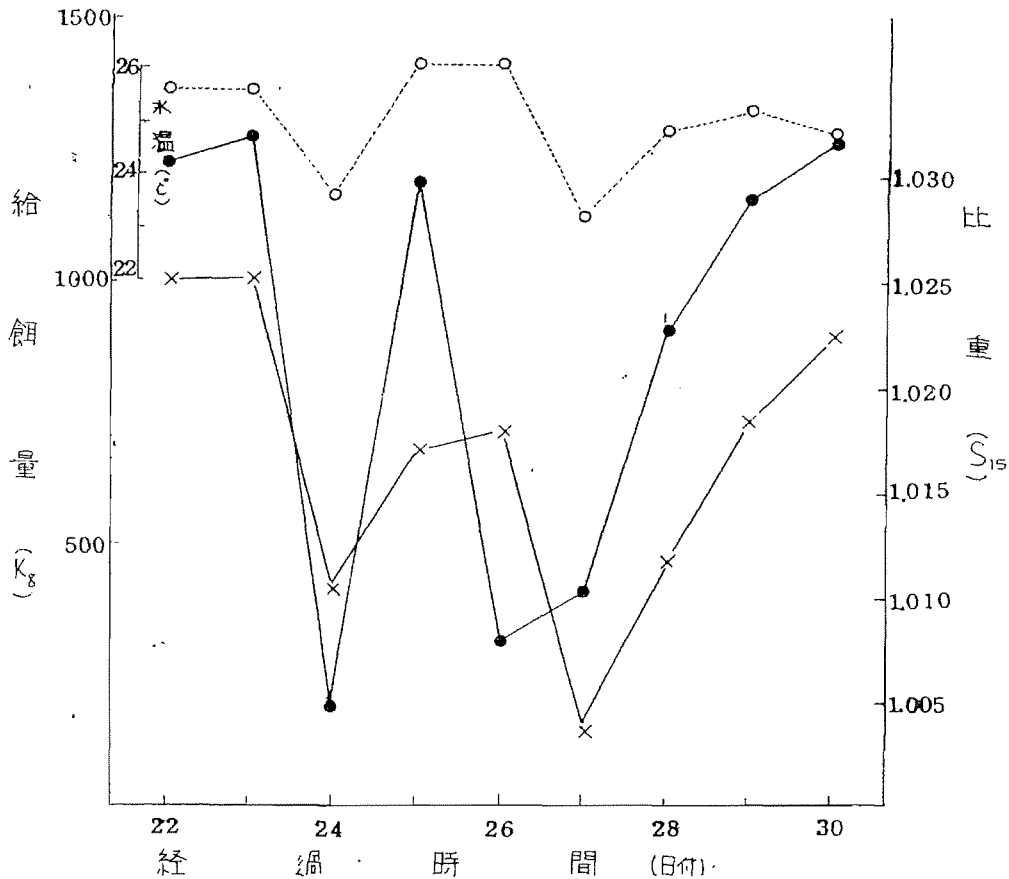
第42図は1958年 8月23日から27日までの5日間における第1 養魚場の比重、水温およびそこで養殖中のブリ約 20,000尾に対する給餌量を図示したものであり、第43図は1959年 9月22日から30日までの9日間におけるそれらを図示したものである。

摂餌量は給餌量にはほぼ比例すると思われるから、摂餌量は、給餌量からほぼ推定される。それで、第42図および第43図から、淡水の流入によって養殖場の比重と水温とが低下し、それに伴ってブリの摂餌量が減少し、比



第 42 図 ブリ養殖場の比重および水温の低下と給餌量との関係 (1958年 8月23日から27日までの5日間、第1 養魚場において0 年魚約20,000尾を養殖した場合) ●, 給餌量: x, 15°C 比重: o, 午前10時表層水温。

重と水温の回復によって摂餌量もまた回復していることがわかる。この際、水温は低下しても、適温の範囲内にあるので水温による影響は少なく、比重低下による影響が大きいと考えられる。



第 43 図 ブリ養殖場の比重および水温の低下と給餌量との関係 (1959年9月22日から30日までの9日間、第1養魚場において0年魚約20,000尾を養殖した場合)。●, 給餌量; ×, 15°C 比重; ○, 午前10時表層水温。

#### 4.2.2.3 論 議

ブリを収容した海水の比重を徐々に低下させた場合と、一定の低比重に調整した海水中に養殖場から直ちにブリを移し入れた場合と比較すると、前者の方が抵抗力が大きいことがわかる。その原因は低比重という環境に対し供試魚が適応したためと思われる。また、低比重に対するブリの抵抗力には個体によって相当大きな差異が認められるのは、抵抗力についてのブリの個体差と、実験までブリが収容されていた環境の影響によるものと思われる。ブリの個体差は主としてブリの生理状態に関係すると思われ、魚体の一部に故障のある病魚は抵抗力が弱く、また、よく肥満し体色が濃厚で黒味がかかった個体は抵抗力が弱いように認められた。川本 (1959) は田村 (1950) の実験からブリは狭塩性であると論じているが、筆者の実験においてもこの傾向は認められる。

養殖場の比重のわずかな低下は、ブリの摂餌や成長にそれほど大きな影響はないようであるが、降雨や河川の流入によってしばしば表層を低比重海水がおおくと、死亡にいたらなくても摂餌が悪く成長が劣るものと考えられる。

### 第 3 項 溶 存 酸 素 量

#### 4. 2. 3. 1 ま え が き

水中溶存酸素量の欠乏に対するブリの抵抗性をきわめ、その欠乏による被害を知ることは、稚魚の輸送、養魚の成長および養殖魚の出荷の上からみて養殖上重要なことである。ブリの窒息点については、田村(1949)の報告があるが、筆者は養殖中のブリについて水槽内で窒息するまでの時間と、溶存酸素量とを測定する実験を行ない、また、溶存酸素量欠乏によるブリの被害状況を調査した。

#### 4. 2. 3. 2 実験・調査の方法および結果

##### 4. 2. 3. 2. 1 ブリが窒息するまでの溶存酸素量

I) 1959年8月27日、第1養魚場において養殖した0年魚1個体(体重230g, 体長23.4cm, 体高6.3cm, 体幅3.7cm)を容積8.29l(直径28.5cm, 深さ13cm)の円筒形ガラス水槽に収容して放置し、供試魚が溶存酸素を消費しつくして、呼吸が停止したときの溶存酸素量を WINKLER の方法によって測定した。実験開始時の溶存酸素量4.66cc/l, 塩素量18.26‰, 水温29.2°Cであったが、29分後に呼吸が停止した時の溶存酸素量は0.888cc/lであった。

II) 前記a)と同様に、第1養魚場において養殖した0年魚1個体(体重256g, 体長25.0cm)を容積9.12l(直径28.5cm, 深さ14.3cm)の円筒形ガラス水槽に収容して放置し、供試魚が溶存酸素を消費しつくして呼吸が停止したときの溶存酸素量を測定した。実験開始時の溶存酸素量4.67cc/l, 塩素量18.26‰, 水温29.3°Cであったが、29分30秒後呼吸が停止したときの溶存酸素量は0.885cc/lであった。

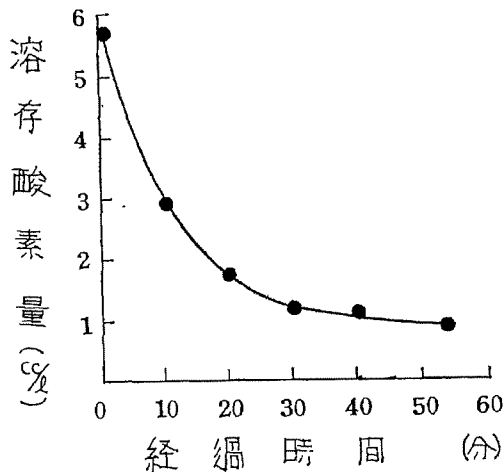
III) 1959年12月15日、第1養魚場において養殖した0年魚2個体(A;片目が失明し体重500g, 体長31.7cmの個体; B;健全と思われる体重640g, 体長35.4cmの個体)を、容積17.76l(直径37.6cm, 深さ16.0cm)の円筒形ガラス水槽に収容して放置し、供試魚が溶存酸素を消費しつくして呼吸が停止するまでの状態を観察し、溶存酸素量を測定した。

第38表および第44図からわかるように、水槽中の溶存酸素量は実験開始後まもなく急激に減少し11分後に溶存酸素量がおおよそ2.8cc/lとなると片目失明のA個体が横転しはじめ、17分後におおよそ

第 38 表 0 年魚 2 個体 (A; 片眼失明, 体重 500g; B; 正常個体, 体重 640g) を 17.76l のガラス水槽に収容して放置した場合の呼吸が停止するまでの溶存酸素量の減少と, ブリの活動状態を示す。

経過時間 (分)	溶存酸素量 (cc/l)	水温 (°C)	塩素量 (‰)	ブリの活動状態
0	5.68	16.8	18.88	正 常
10	2.83	〃	〃	〃
11	—	〃	〃	始めてAが体を横転する。
17	1.97	16.7	〃	始めてBが体を横転する
20	1.71	〃	〃	A が起きてはげしく泳ぎまわる また横転する
30	1.11	16.8	〃	A. B ともに横転している
40	1.10	〃	〃	A. 口を開いてひれを小さく動かし
48	0.98	〃	〃	A. 呼吸停止
53	0.87	〃	〃	B. 呼吸停止

2.0cc/l となると正常な B 個体も横転しはじめた。横転後の溶存酸素量の減少は比較的ゆるやかで 48 分後に 0.98cc/l となると, A 個体が呼吸を停止し, 53 分後に 0.87cc/l となると B 個体も呼吸を停止した。



第44図 0 年魚 2 個体 (500g および 640g) を 17.76l 入りのガラス水槽に収容して放置したときの供試魚の窒息までの時間と水槽内の溶存酸素量の変動

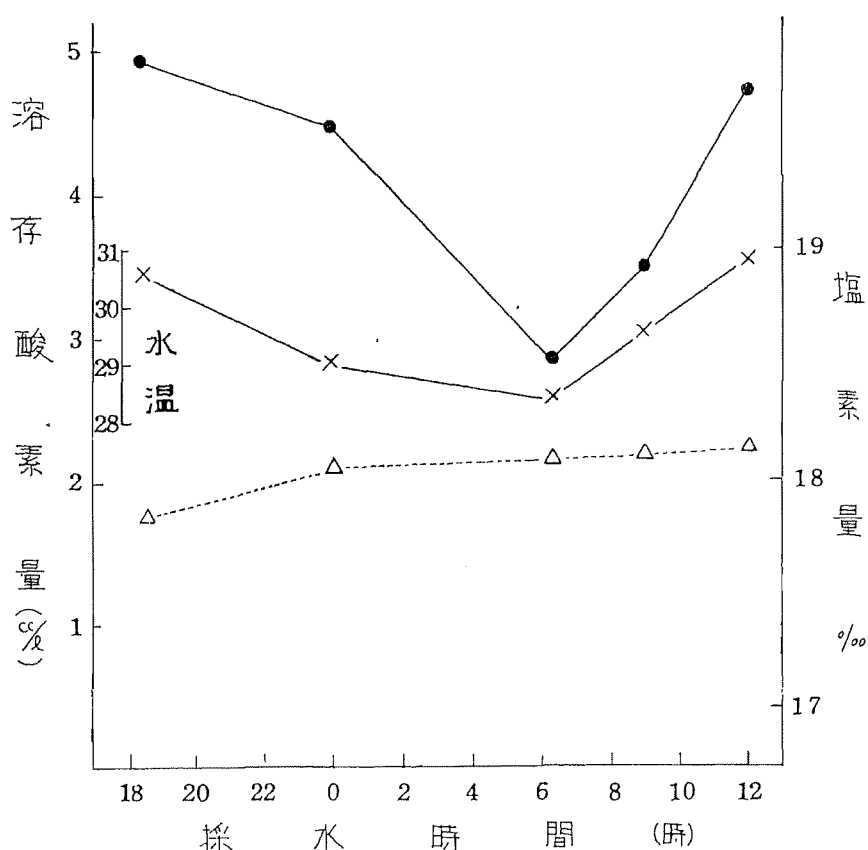
#### 4. 2. 3. 2. 2 溶存酸素量の欠乏による被害

ブリの養殖場において, 溶存酸素量が欠乏すると摂餌量が低下し, はなはだしい場合にはブリが大量に死亡する。

第 39 表 1959年 8月 27日, 第 1 養魚場最深部の干潮時における水深と溶存酸素量を示す。  
(測定点は第46図のE)

水 深	表 層	2 m 層	4 m 層
採 集 時 刻	8時15分	8時20分	8時25分
水 温 (°C)	28. 4	28. 4	28. 3
塩 素 量 (‰)	17. 64	17. 78	17. 83
溶 存 酸 素 量 (cc/l)	3. 17	2. 81	2. 90

第 1 養魚場において1957年, 1958年および1959年にはブリ 0年魚約20,000尾, その他の魚類約10,000尾計約 30,000尾を収容していたが, 養魚場内の溶存酸素量の状態は, 第45図からわかるように, 早朝に少なく, 日中から夕方にかけて多く, また, 第39表からわかるように, 養魚場の深部に少なく, 表層に多い傾向が認められる。

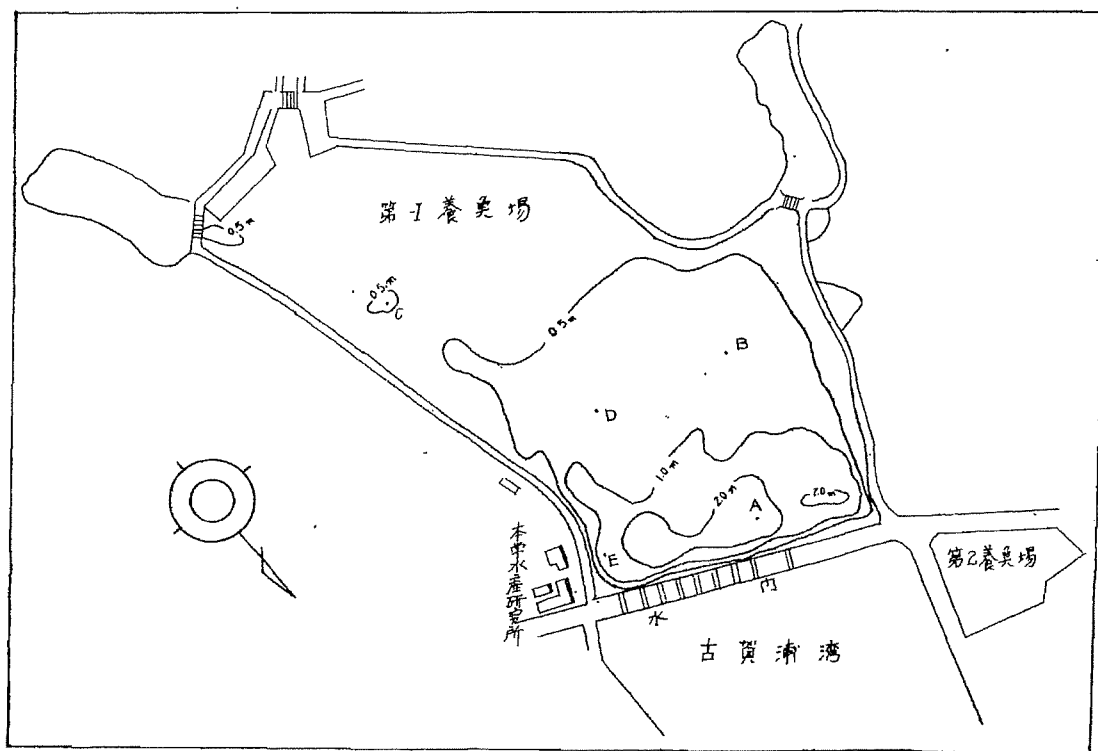


第 45 図 1958年 8月 29~30日, 第 1 養魚場測定点 (岸から 7.8m はなれた 46図のE) における 0.5m 層の溶存酸素量, 塩素量および水温の日中変化を示す。

また、第1養魚場内の測定点を第46図に示し、干潮時における溶存酸素量の平面的分布を第40表および第41表に示す。第40表、第41表および第46図からわかるように、外海に近い部分には溶存酸素量は少なく、外海から遠い奥部には多い傾向が認められる。これは、外海に近い部分は外海の海水の入れかわりがよく、この部分は水深も大きいので養殖魚が奥部よりもこの部分へ多数集まっていること、給餌場がこの部分に近いことなどが主な原因と思われる。

第40表 1959年8月29日における第1養魚場の溶存酸素量の平面的分布を示す。

測定点	第46図のA点	第46図のB点	第46図のC点
採水時刻	午後 0時10分	午後 0時20分	午後 0時30分
採水水深 (m)	1	0.4	0.4
水温 (°C)	30.6	30.2	31.7
塩素量 (‰)	18.37	18.19	18.14
溶存酸素量 (cc/l)	2.59	3.25	4.08



第46図 第1養魚場の溶存酸素量、塩酸量および水温測定点を示す。



第 41 表 1959年 9月26日における第 1 養魚場の溶存酸素量の平面的分布を示す。

測定点	第 46 図 の A 点	第 46 図 の D 点	第 46 図 の C 点
	採 水 時 刻	午前 6時45分	午前 7時15分
採 水 水 深 (m)	2	0. 4	0. 4
水 温 (°C)	26. 1	25. 4	25. 4
塩 素 量 (‰)	16. 11	16. 05	15. 68
溶 存 酸 素 量 (cc/l)	1. 02	1. 14	1. 24

第41表に示した1959年9月26日は台風の来襲前である。24日は雨のちくもり、25日はうすぐもり26日は小雨の天候で風なく、かつ、潮の干満が少ない時であった。それゆえ、水中植物による酸素の補給が少なく、また、空気中から溶け込む酸素量も少なく、外海からの新鮮な水の流入も少ない状態で、早朝には溶存酸素量が窒息寸前まで低下し、ブリは表層および養魚場奥の浅い部分まで遊泳し、ヒラメ・コチ・イセエビなどの底生水族は浅部の岩の上に移動した。もちろんこのときブリは摂餌しなかった。

第 1 養魚場のように内湾の一部を築堤で区画し、水門を設置して、ここから潮の干満によって外海との水の入れかわりをはかっている養殖場では、干潮時の朝に溶存酸素量の欠乏が起こりやすいことがわかる。また養殖場のブリが窒息前に陸岸に向かって遊泳する現象があるのも養殖場内の溶存酸素量の平面的分布から理解され、また、窒息前に表層を泳ぐのも垂直的分布の調査から理解される。

1960年9月22日早朝、白浜町川久旅館の養魚池のブリ0年魚が、一時に大量死亡するという現象が起こった。

養魚池の面積は約76m<sup>2</sup>であるが、ここに放養中の0年魚(平均体重650g)約1000kgのうちの約90%が死亡し、生き残ったブリは体色青黒くて元気なく池の周辺を泳いでいた。死魚はえらぶたを張り出し、口を大きく開いていた。池には新しい海水がそそぎ込まれていたが、前記の死魚の姿態から溶存酸素量の不足による窒息死と推定されるので、溶存酸素量・水温・塩素量などを測定したところ、溶存酸素量 2.65CC/l、水温26.8° C、塩素量 18.85‰であった。溶存酸素量が必ずしもブリの生存を不可能にするほど減少していないようにみえるが、これは養殖魚の死後溶存酸素量の多い海水が新たに流入したためと思われる。この養魚池は3台のポンプ合計 24.5HP. で毎時およそ120m<sup>3</sup>の海水を汲み入れて池水の入れかわりをはかっているのであるが、夜間に1台のポンプが故障し、溶存酸素量の不足を招いたものであろう。

溶存酸素量の不足による窒息死は、ブリ輸送に当たり限界量以上の多量のブリを積み込んだ場合、

流水式水槽で飼育中に水の供給が断たれた場合およびいけす網養殖場において網目が付着物で詰って水の入れかわりが衰えた場合などにも起こる。溶存酸素量が不足すると、ブリの頭部の一部の色があせはじめ、次第に頭部全体に広まっていくから、ブリの体色に注意すれば溶存酸素量を測定せずに酸素量の低下を知ることができる。

養殖場におけるブリの窒息死は、季節的には夏から秋のころ発生することが多い。岡山県鹿久居島養魚場のブリの大量窒息死も8月中旬に発生した(赤井, 1960)。このころは魚体が成長して体重が増加し、かつ、水温が高く魚の酸素消費量が多いためと思われる。

#### 4.2.3.3 論 議

ブリが窒息する溶存酸素量の限度は個体差があるが、ほぼ0.85~1.00cc/lであると思われる。実際の養殖場においては、アンモニア、硫化水素その他の有害物質が溶存し、海水の比重にも変動があるので溶存酸素量がこの窒息点まで低下する前に窒息する場合も生じると考えられる。ブリ養殖中において窒息死が起こりやすいのは、季節的には夏と秋のころ、天候の点では曇天または雨天が続き水中植物からの酸素の補給量が少ないとき、ひと月のうちでは小潮時で養殖場の水の入れかわりが少ないとき、1日のうちでは植物による酸素の補給のない夜、早朝時および単位面積当たり放養尾数が多い場合などである。したがって、溶存酸素量の欠乏による被害を少なくするには、養殖場に対する放養尾数に注意することはもちろんであるが、上に述べた窒息死の起こりやすい場合には、とくに魚の状態に注意し、できれば溶存酸素量を測定してその低下を早く知り、魚の移転・分散・海水の交換促進などの対策を講ずべきである。

## 第3節 餌料と成長

### 第1項 給餌量

#### 4.3.1.1 ま え が き

給与する餌料の量は養魚の成長に大きな関係があり、したがって、養魚の生産量と生産するための経費とに大きな影響を及ぼすものである。コイについては日暮・鍾ヶ江・川村(1913)が、日本産ウナギについては松井(1952)が、また、マアジについては高井(1959)が比較実験によって給餌量と成長との関係を求めているが、ブリについては、畑中ほか2氏(1958)の水槽内の実験や愛知県水産試験場(1937)などの養殖試験の報告はあっても、比較実験による詳細な研究業績はほとんど見当たらない。

筆者は給餌量を除くほかの条件を同一にしたいけす網養殖場で、ブリの養殖の比較実験を行なった。すなわち、給餌量の相違がブリの成長度・餌料効率・肥満度などに及ぼす影響について研究し、同時に魚体維持のための給餌量・無給餌による死亡・無給餌後のブリに給餌した場合のその後の成長などについて研究した。

#### 4.3.1.2 実験の材料および方法

##### 4.3.1.2.1 養殖場

和歌山県白浜町古賀浦湾の波静かな海面(干潮時水深5m)に、縦3.6m、横3.6m、深さ2.4m(面積約13m<sup>2</sup>)の大きさのいけす網を1956年には8個、1957年には7個設置して実験区とし、各いけす網に同数のブリを収容した。いけす網地には綿糸21本格11節の合成繊維漁網(ナイロンと塩化ビニリデンとの混撚(商品名旭鱗)を用い、浮力のある木枠にとりつけて、海水の交流・水深などに対し、なるべく同じ条件になるように各いけす網を1.8mの間隔で設置した。

##### 4.3.1.2.2 供試魚

###### I) マアジを餌料として給与した場合

熊野灘で漁獲されたブリ0年魚をいけす網内で30日間予備飼育したが、その間にいけす網によくなれさせ、給餌の際には群集して摂餌するようにした。このような状態のものを各いけす網に50尾ずつ収容して実験を開始した。予備飼育中の供試魚の餌料にはマアジ粉碎肉を用い、実験開始前20日間の日間給餌率を約15%とした。実験開始時のブリの体重は平均66g、体長は平均17.3cmであった。

###### II) カタクチイワシを餌料として給与した場合

熊野灘で漁獲された0年魚のブリの幼魚を7月15日から8月5日まで22日間いけす網養殖場で予備飼育し、いけす網内の遊泳と摂餌によく馴れさせたものを各いけすに100尾ずつ収容して実験を

開始した。予備飼育中の供試魚の餌料にはカタクチイワシ粉碎肉を用い、日間給餌率を10%とした。実験開始時のブリの体重は平均67g、体長は平均17.4cmであった。

#### 4.3.1.2.3 餌料

1957年の実験には全長約10cmの熊野灘産の冷凍マアジを2~3cm幅に切断した魚肉を用い、1956年の実験には全長約11cmの大阪湾産冷凍カタクチイワシを2~3cm幅に切断した魚肉を用いた。給餌量はマアジを用いた実験では1日に給与する餌の量を供試魚の体重の0%（無給餌）、5%、10%、15%、20%、25%および飽食量の7種とし、カタクチイワシを用いた実験では0%（無給餌）、2.5%、5%、10%、15%、20%、25%および飽食量の8種とした。各区の日間給餌量は、餌料効率を推定して、前日までの給餌量からブリの体重の増減を推算して所定の給与率となるように算出されたものである。したがって、算出された給餌量が所定の給与率と多少の差が生ずることが予測されるがこれは実験後ブリの体重の測定によって明らかとなる。飽食量は、ブリが摂餌しなくなるまで給与した餌の量であって、摂餌が終わったら給餌もやめてなるべく餌がむだにならないように注意した。

簡単のために各区の名称を、餌料を給与しないものは無給餌区と称し、また、日間給餌率を2.5%、5.0%、10%、15%、20%および25%とした実験区は、それぞれ2.5%区、5%区、10%区、15%区、20%区および25%区と称し、十分に給与した実験区は飽食区と称することにする。

#### 4.3.1.2.4 実験期間および測定

マアジを餌料とする実験は1957年8月1日から同年10月3日までの63日間であり、カタクチイワシを餌料とした実験は1956年8月6日から9月6日までの32日間であった。しかし、実験終了日までに所定の日間給餌量に達した場合は、飽食前の測定をもって一応その区の実験は終了したものとみなした。

実験開始後10~12日ごとにすべての実験区のブリを取りあげ、全部のブリについて尾数、体重および体長を測定した。

マアジ餌料の場合、実験開始8月11日、21日、31日、9月11日、21日および10月3日の6回測定を行なったので、8月1~10日を第1期、8月11~20日を第2期、8月21~30日を第3期、8月31日~9月10日を第4期、9月11~20日を第5期、9月21日~10月2日を第6期とする。また、カタクチイワシ餌料の場合は8月16日、26日および9月6日に測定したのでマアジの場合と同様に、各測定期間ごとにそれぞれ第1期、第2期および第3期とする。

このようにして給与した餌料の量と、測定したブリの尾数・体重・体長・給餌日数などから、成長度・餌料効率・減耗率・肥満度などを算出し、給餌量の相違とどのような関係があるかを比較研

究した。

### 4.3.1.3 実験結果

#### 4.3.1.3.1 マアジを餌料として給与した場合

所定の日間給餌率にもとづき、8月1日から各実験区のブリ養殖を行なったところ、25%給与区のものは8月26日に20%給与区のものは9月5日に、15%給与区のものは9月15日、10%給与区のものは9月28日にそれぞれ飽食するに至った。そこで、比較実験の期間を、開始日はいずれの給与区も8月1日とし、終了日を25%給与区は8月20日、20%給与区は8月30日、15%給与区は9月10日、10%給与区は9月20日、5%および飽食区は10月2日とした。しかし、飽食に達した実験区もなお10月2日まで飽食給与で実験を続けてその後の成長を追跡した。なお、無給餌区では9月3日までに全部のブリが死亡したのでこの日で実験は終了した。

#### 1) 水 温

実験期間中の午前10時の水温は第42表に示されたように、最高31.8°C、最低23.0°Cであった。第42表は給餌量別実験期間中の午前10時の最高、最低および平均水温(表層)を示したものである。

第42表 給餌量別実験期間中の午前10時の表層水温(1957年8月1日から10月2日までの63日間)

実験期 水 温	表 層 水 温					
	第 1 期 月 日 月 日 8 1~8 10	第 2 期 月 日 日 8 11~20	第 3 期 月 日 日 8 21~30	第 4 期 月 日 月 日 8 31~9 10	第 5 期 月 日 月 日 9 11~9 21	第 6 期 月 日 月 日 9 22~10 2
最 高(°C)	29.7	31.8	29.5	29.0	26.5	25.2
最 低(°C)	28.1	28.2	27.8	24.7	24.6	23.0
平 均(°C)	28.9	29.0	28.9	27.0	25.5	24.2

第43表 給餌量別・実験期別日間給餌率(1957年8月1日から10月2日までの63日間0年魚を種々の日間給餌率によりマアジを餌料として飼育した場合)。  
\*印は所定の給餌量以下で飽食状態となった場合を示す。

実験区 実験期	日 間 給 餌 率					
	第 1 期 月 日 月 日 8 1~8 10	第 2 期 月 日 日 8 11~20	第 3 期 月 日 日 8 21~30	第 4 期 月 日 月 日 8 31~9 10	第 5 期 月 日 日 9 11~21	第 6 期 月 日 月 日 9 22~10 2
5 % 区	0.052	0.049	0.048	0.045	0.046	0.053
10 % 区	0.100	0.098	0.094	0.088	0.092	0.084*
15 % 区	0.140	0.147	0.142	0.132	0.088*	0.026*
20 % 区	0.184	0.194	0.191	0.148*	0.063*	0.058*
25 % 区	0.221	0.248	0.195*	0.128*	0.103*	0.080*
飽 食 区	0.313	0.246	0.198	0.132	0.119	0.054

## Ⅱ) 日間給餌率

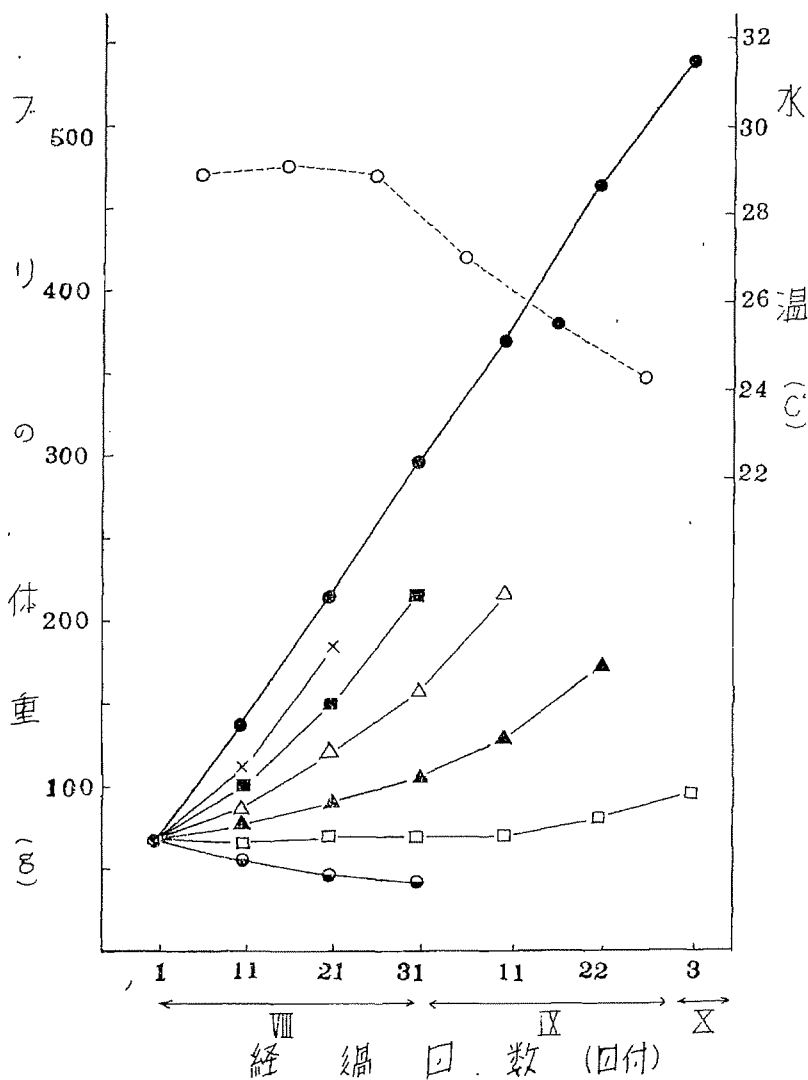
第43表からわかるように、実験期間中の日間給餌率は基準の率よりも、いずれの実験区も多少低目であった。第43表は給餌量別・実験期別に0年魚の日間給餌率を表示したものである。

飽食給与の場合には、実験初期の日間給餌率は高い。すなわち、第1期では0.3を越えているが時日の経過とともに減少し、第6期には0.054に低下している。飽食区の第1期において日間給餌率が高いのは、予備飼育中の日間給餌率が低かったことによるものと思われる。

## Ⅲ) 成長度

第47図は給餌量と魚体の成長量との関係を知るために、横軸に経過日数を縦軸に魚体重をとって両者の関係を図示したものである。

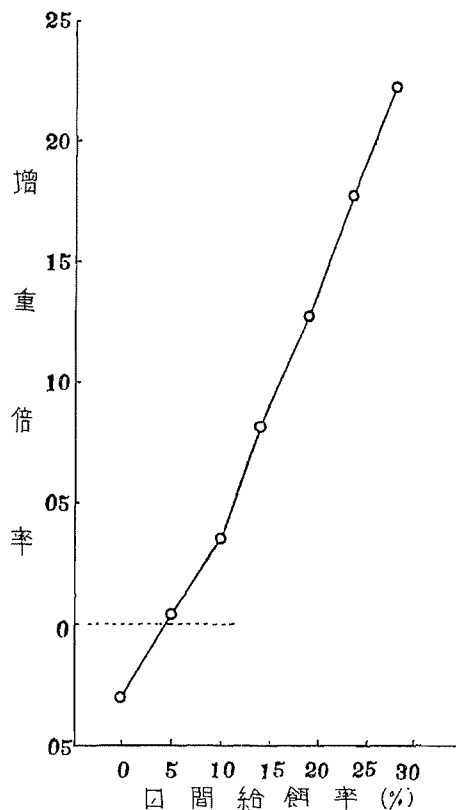
第47図からわかるように、成長状態を体重でみると、第1期の終わりでは、飽食区のものもとも成長がよく、ついで25%区、20%区、15%区、10%区、5%区、無給餌区のもの順で小さくなっている。なお、5%区のものでは増減がなく、無給餌区のは体重が10日間に16.6%減少して



いる。第2期の終わりでも同じような傾向がみられるが、5%区のものではわずかに体重が増加し無給餌区のものではさらに体重が減少している。各区のものとも、飽食に達する前の成長は良好であるが、いったん飽食に達すると成長はやや鈍る傾向がみとめられる。

第47図 給餌量別・実験期別体重の成長曲線 (1957年8月1日から10月2日までの63日間0年魚を種々の日間給餌率によりマアジ切断肉を餌料として飼育した場合)。  
●, 飽食給与区; ×, 25%区; ■, 20%給与区; △, 15%給与区; ▲, 10%給与区; □, 5%給与区; ○, 無給餌区; ○, 午前10時表層水温。

第2期終了時の各区の増重倍率を第48図に示す。第48図からわかるように、増重倍率は飽食給与給餌区のもの最大で、日間給餌率の小さい区のものほど小さく、無給餌区のは負の値である。すなわち、体重は減少している。飽食給与区のは実験終了時の10月3日には増重倍率は、



第48図 日間給餌率と増重倍率との関係  
(1957年8月1日から8月21日までの21日間0年魚を種々の日間給餌率によりマアジを餌料として飼育した場合)

第44表 給餌量別各区実験終了時の増重倍率 (1957年8月1日から10月2日までの63日間0年魚を種々の日間給餌率によりマアジを餌料として飼育した場合)

実験区	実験期間	増重倍率
無給餌区	8月1日 ~ 8月30日	- 0.290
5%区	8月1日 ~ 10月2日	0.460
10%区	8月1日 ~ 9月21日	1.623
15%区	8月1日 ~ 9月11日	2.264
20%区	8月1日 ~ 8月30日	2.267
25%区	8月1日 ~ 8月20日	1.773
飽食区	8月1日 ~ 10月2日	7.176

7.176であったが、5%区のもの0.460に過ぎなかった。

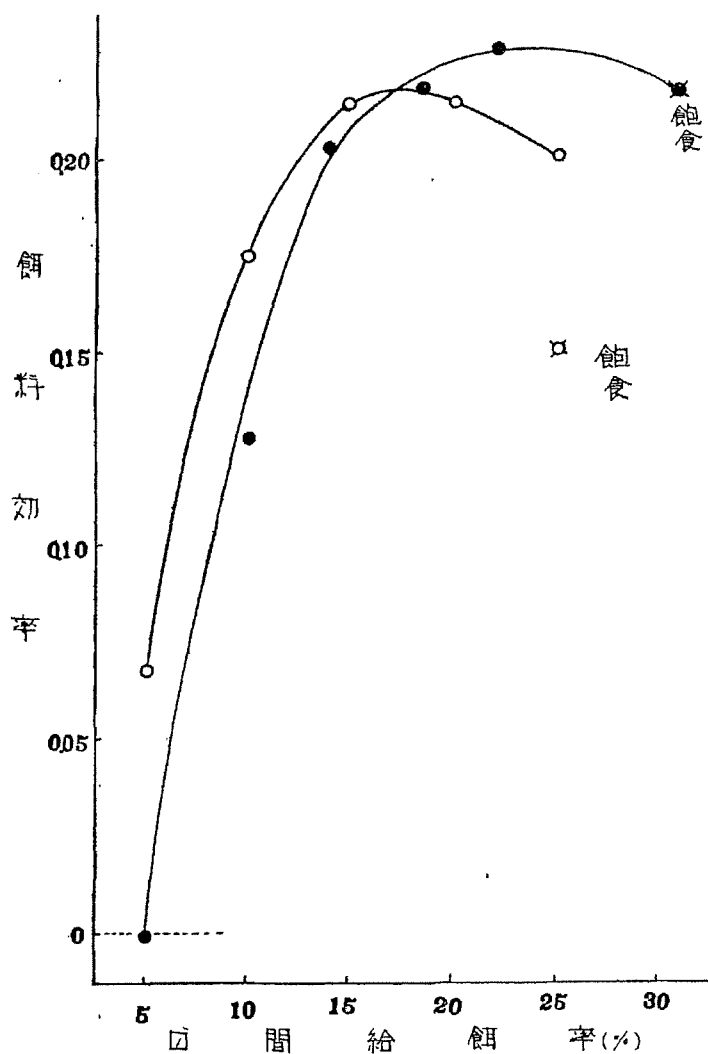
各区の実験終了時の増重倍率を第44表に示す。第44表からわかるように25%区のものでは増重倍率は8月21日に1.773、20%区のものでは8月31日に2.267、15%区のものでは9月12日に2.264、10%区のものでは9月22日に1.023であった。

第45表 給餌量別・実験期別餌料効率 (1957年8月1日から10月2日までの63日間0年魚を種々の日間給餌率によりマアジを餌料として飼育した場合)。\*印は所定の給餌量以下で飽食状態になった場合を示す。

実験区	餌料効率					
	第1期 月日 日 8 1 ~ 10	第2期 月日 日 8 11 ~ 20	第3期 月日 日 8 21 ~ 30	第4期 月日 月日 8 31 ~ 9 10	第5期 月日 日 9 11 ~ 21	第6期 月日 月日 9 22 ~ 10 2
5%区	0	0.068	0.023	0.070	0.283	0.334
10%区	0.127	0.175	0.180	0.219	0.277	0.272*
15%区	0.203	0.211	0.187	0.217	0.148*	0.058*
20%区	0.218	0.211	0.175	0.155*	0.186*	0.228*
25%区	0.228	0.200	0.171*	0.160*	0.158*	0.193*
飽食区	0.218	0.150	0.151	0.157	0.177	0.155

#### Ⅳ) 餌料効率

第1期 第45表は種々の給餌量による餌料効率を各実験期ごとに示したものであり、第49図はその



のうち、第1期終了時および第2期終了時における両者の関係を図示したものである。

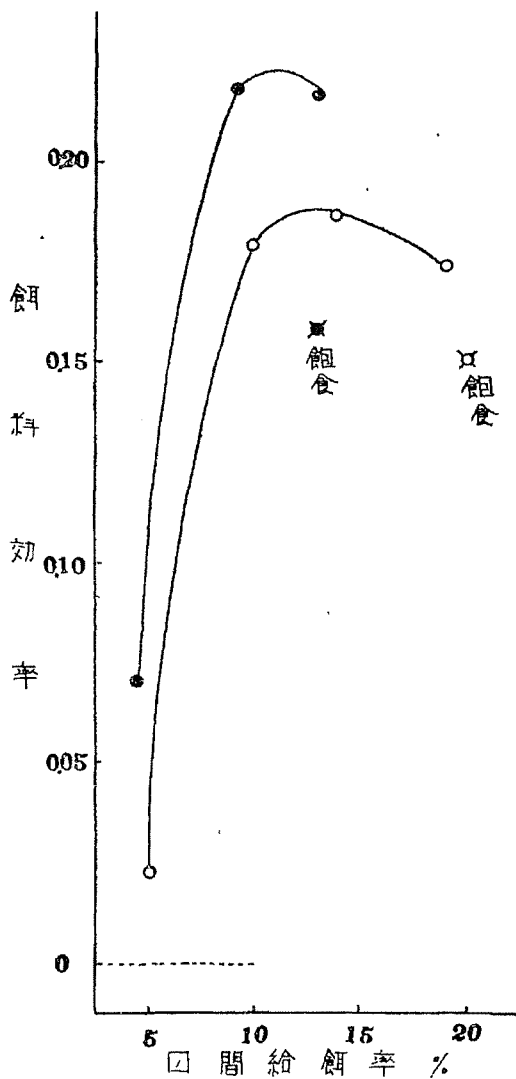
第45表第1期および第49図からわかるように、第1期の餌料効率は25%区のもの最大で0.228、ついで20%区および飽食区のもの0.218が大きく、15%区のはやや低下して0.203であり、10%区のは大幅に低く0.127となり、5%区のは0であった。

第49図 日間給餌率と餌料効率との関係 (1957年8月1日から10日までの10日間(第1期)および8月11日から20日までの10日間(第2期)種々の日間給餌率によりマアジを餌料として飼育した場合)。  
●, 第1期; ○, 第2期。



すなわち、日間給餌量が飽食量よりやや小さいところに餌料効率の最大のところがあり、その量よりも日間給餌量が減少するに従って餌料効率も減少する傾向がみられた。餌料効率が最大となるような日間給餌率を第49図から求めると25%となるが、これはこの期の飽食量の約80%である。

**第2期** 第45表および第49図からわかるように、第2期の餌料効率は、20%区および15%区のもの最大で0.211、ついで25%区のもの0.200、10%区のもの0.175、飽食区のもの0.150、5%区のもの0.068の順であった。餌料効率の最大を示す実験区は20~15%区に移ったが、その給餌区による変動は第1期と同様な傾向を示した。25%区のもの餌料効率が幾分低下したのは、つぎの3期途中でこの区のもの飽食に達していることから考えて、この期間の日間給餌量が飽食に近づくためと思われる。



第50図 日間給餌率と餌料効率との関係  
(1957年8月21日から8月30日までの10日間(第3期)および8月31日から9月10日までの11日間(第4期)種々の日間給餌率によりマアジを餌料として飼育した場合)。○, 第3期; ●, 第4期。

これにつぎ、飽食区、5%区の順であった。第3期において0.175の餌料効率であった20%区のもはこの期の途中で飽食に達し、0.155に低下した。この期の餌料効率が最大となる日間給餌率を第50図から求めると、10.7%であって飽食量の約81%である。

餌料効率が最大となるような日間給餌率を第49図から求めると、18%付近であるが、これは飽食量の約72%である。

**第3期** 第50図は第49図と同様にして、第3期終了時および第4期終了時における給餌量と餌料効率との関係を図示したものである。

第3期の餌料効率は第45表および第50図からわかるように、15%区のもの最大で、10%区のものこれにつぎ20%区、飽食区、5%区の順に低下し、第1期・第2期と同様な傾向がみられた。25%区のもはこの期の途中で飽食に達し、餌料効率は第45表からわかるように、さらに低下して0.171であった。この期の餌料効率が最大となる日間給餌率を第50図から求めると14%付近であって、飽食量の約70%である。

**第4期** 第4期の餌料効率は、第45表および第50図からわかるように、10%区のもの最大で15%区のもの最大となる日間給餌率を第50図から求めると14%付近であって、飽食量の約70%である。

第4期において0.175の餌料効率であった20%区のもはこの期の途中で飽食に達し、0.155に低下した。この期の餌料効率が最大となる日間給餌率を第50図から求めると、10.7%であって飽食量の約81%である。

**第5期** 第5期の餌料効率は第45表からわかるように最大は5%区のもの0.283であり、ついで10%区のもの0.277、飽食区のもの0.177であった。第4期で0.217の餌料効率であった15%区のもはこの期の途中で飽食に達し0.148に低下した。

**第6期** 第6期の餌料効率は、第45表からわかるように、5%区のもの0.234で最大を示し、飽食区のもの0.155であった。

つぎに経過時間による餌料効率の変動を各実験区別に検討する。第45表からわかるように5%区のものでは第1期の餌料効率は0であり、第2期・第3期・第4期にも小さいが、第5期・第6期では大きい。これは、第1期には水温が高く魚体が小さいので新陳代謝がはげしく、給餌がすべて魚体の維持のためエネルギーとして使用されたものと思われる。第2期～4期では水温はなお高いが、給餌量の相当な部分が魚体の成長にまわされたと考えられ、第5～6期は水温の低下と魚体の成長とから、給餌量の大部分が魚体の成長に向けられたものと考えられる。

10%区のもの餌料効率も5%区のものと同様な傾向を示し、第1期は小さいが経過時間とともに増大し、第5期に最大に達している。これも5%区のものと同様な理由が考えられる。20%区および25%区のものは給餌量が多く飽食量に近いので、第1期から高い餌料効率を示している。これは摂取された餌料が魚体維持のため使用されて、なお多くの部分が魚体の成長にまわったためと思われる。

しかし、所定給餌率による給餌量が飽食量に達して後もなお、飽食状態で飼育して餌料効率を追跡したところ、上記いずれの場合も飽食量よりもやや小さい量を与えた場合の餌料効率にくらべ、飽食後は小さい値を示した。飽食給与区のものは、第1期において高い餌料効率を示したが、第2期以降は減少して各期ともほぼ同様な0.151～0.177という効率であった。

## V) 減 耗 率

第46表はこの実験期間中に種々の原因で減耗した供試魚の記録を各実験区ごとに表示したものである。

第46表からわかるように、無給餌区では第1期に5尾、第2期に7尾、第3期に34尾減耗し、第4期に残りの4尾減耗して実験開始後（すなわち、無給餌後）34日で全滅した。原因は無給餌による衰弱死であろう。

5%～25%区では減耗が比較的少なく、実験終了時には5%区のものは第6期末で4尾8%、10%区のものは第5期末で3尾6%、15%区のものは第4期末で3尾6%、20%区のものは第3期末で3尾6%、25%区のものは第2期末で2尾4%という減耗率であって、いずれもほぼ4～8%という近似の値であった。

第 46 表 給餌量別・実験期別減耗状態 (1957年 8 月 1 日から 10 月 2 日まで 63 日間 0 年魚を種々の日間給餌率によりマアジを餌料として飼育した場合)。\*印は所定の給餌量以下で飽食状態となった場合を示す。この場合の減耗は計算に含めない。

実験区		減 耗 尾 数							全期間 の 減耗率	全 期 間 の 死 亡 率
		第 1 期 8 月 1 日 ? 10 日	第 2 期 8 月 11 日 ? 20 日	第 3 期 8 月 21 日 ? 30 日	第 4 期 8 月 31 日 ? 9 月 10 日	第 5 期 9 月 11 日 ? 21 日	第 6 期 9 月 22 日 ? 10 月 2 日	計		
無給餌区	死 亡	1	7	34	4	—	—	46	100%	92%
	逃 亡	4	—	—	—	—	—	4		
	不 明	—	—	—	—	—	—	—		
5%区	死 亡	—	—	—	1	—	—	1	8	2
	逃 亡	—	—	—	—	—	—	—		
	不 明	—	—	—	—	1	2	3		
10%区	死 亡	—	—	—	—	—	* 3	—	6	0
	逃 亡	1	1	—	—	—	* —	2		
	不 明	—	—	—	—	1	* —	1		
15%区	死 亡	1	—	—	—	* 9	* 12	1	6	2
	逃 亡	—	1	—	—	* —	* —	1		
	不 明	—	—	—	1	* 1	* 1	1		
20%区	死 亡	—	—	3	* 5	* 6	* —	3	6	6
	逃 亡	—	—	—	* —	* —	* —	—		
	不 明	—	—	—	* —	* 1	* 1	—		
25%区	死 亡	1	1	* 14	* 4	* 3	* 3	2	4	4
	逃 亡	—	—	* —	* —	* —	* —	—		
	不 明	—	—	* —	* —	* —	* —	—		
飽食区	死 亡	5	9	5	2	—	—	21	44	42
	逃 亡	—	—	—	—	—	—	—		
	不 明	—	—	—	—	1	—	1		

飽食区のもの第 1 期～第 3 期に多数減耗し、第 4、第 5 期にも少数減耗して、第 6 期の末までに計 22 尾 44% が減耗した。しかし、第 46 表からわかるように、5%～25% 区のものでは減耗率は低かったが、それらの実験区の給餌量で飽食するようになった場合にはその減耗率は急に増大している。

これらのことから、飽食給与は減耗を高くしやすいことがわかる。とくに長期間低い給餌量で飼育して後飽食給与するようになった場合には、減耗がはなはだしいと思われる。減耗のうち死亡に

ついてみると、無給餌区では第1期に死亡するもの少なく、第2期以後に死亡するものが多く、とくに第3期が最高であった。5%区のもの死亡は1尾2%であり、10%区では死亡魚なく、15%区では1尾2%、20%区では3尾6%、25%区では2尾4%というように、給餌率の高いものの方が死亡率が高い傾向がみられる。

飽食区のもの減耗は死亡によるものが大部分で、初期の第1・2・3期に多く全期を通じ44%であった。飽食給与区のものでこのように減耗率が高かった主な理由は、予備飼育期間中の日間給餌率が小さく、そのうえ水温が高い時期であり、ブリも若い0年魚であったので、給与餌料を消化能力以上に摂取し、不消化のために健康を害したためと思われる。

## Ⅵ) 肥 満 度

第47表は実験期間中における肥満度の変化を各給与区別に表示したものである。

第47表 給餌量別・実験期末別肥満度 (1957年8月1日から10月2日まで63日間0年魚を種々の日間給餌率によりマアジを餌料として飼育した場合)。\*印は所定の給餌量以下で飽食状態となった場合を示す。

実験区	測定日	肥 満 度						
		8月1日	8月11日	8月21日	8月31日	9月11日	9月21日	10月3日
無給餌区		12.969	10.804	9.423	8.746	—	—	—
5%区		//	12.700	12.519	12.031	12.015	12.359	13.616
10%区		//	—	12.701	13.784	13.892	14.427	14.600*
15%区		//	13.368	14.218	14.960	15.379	14.859*	14.359*
20%区		//	—	14.720	16.405	16.403*	16.082*	16.479*
25%区		//	14.786	15.635	16.473*	16.635*	17.105*	17.318*
飽食区		//	16.497	16.653	17.452	17.279	17.692	18.650

第47表からわかるように、実験開始時の供試魚の肥満度の平均値はどの実験区も12.969であったが5%区のものでは第1期から第4期まで減少し、第5期にわずかに回復し、第6期には開始時を上まわった。10%区のものでは第2期末には減少していたが、第3期末以降は開始時を上まわった。15%区のものでは減少することなく、第1期から増大して第4期末には15.379となった。20%区のものでは第3期末に16.405、25%のものでは第2期末に15.635であり、いずれも開始時よりはるかに大きい値となった。飽食区のは最初から大きい値を示し、経過日数とともに増大し第6期には18.065となった。無給餌区のは肥満度がいちじるしく減少し、第1期末に10.804となり、第2期末に9.423となり、さらに第3期末には8.946に減少した。

以上のことから、けっきよく、日間給餌率の高い区のものほど肥満度が大きいという傾向がみられた。

#### 4.3.1.3.2 カタクチイワシを餌料として給与した場合

8月6日から所定の日間給餌率によって各実験区のブリの養殖実験を行なったところ、25%区のは8月13日に、20%区のは8月21日に15%区のは8月27日に、10%区のは9月9日にそれぞれ所定の給与量で飽食するに至った。そこで、比較実験の期間を8月6日から開始し、25%区および20%区では8月15日まで、15%区では8月26日まで、10%区、5%区および2.5%区では9月6日までとした。無給餌区では第3期の途中から餌料を給与したので、第2期末で比較実験は一応終了とした。

#### I) 水 温

第48表は給餌量別実験期間中午前10時の最高、最低および平均水温（表層）を示したものである。この期間の水温は第48表からわかるように、最高30.2°C、最低26.8°Cという高温であった。

第48表 給餌量別実験期間中午前10時表層水温（1956年8月6日から9月5日までの32日間0年魚を種々の日間給餌率によりカタクチイワシを餌料として飼育した場合）。

水 温	実験 期間	表 層 水 温		
		第 1 期 8月6日～8月15日	第 2 期 8月16日～8月25日	第 3 期 8月26日～9月5日
最 高 (°C)		30.2	29.8	28.9
最 低 (°C)		29.3	26.8	26.9
平 均 (°C)		29.7	27.7	27.9

#### II) 日 間 給 餌 率

第49表は実験期間中における日間給餌率を給与区別に表示したものである。

第49表 給餌量別・実験期別日間給餌率（1956年8月6日から9月5日までの32日間0年魚を種々の日間給餌率によりカタクチイワシを餌料として飼育した場合）\*印は所定の給餌量以下で飽食状態となった場合を示す。

実 験 区	実験 期間	日 間 給 餌 率		
		第 1 期 8月6日～8月15日	第 2 期 8月16日～8月25日	第 3 期 8月26日～9月5日
2.5%区		0.027	0.026	0.027
5%区		0.052	0.052	0.051
10%区		0.099	0.096	0.101
15%区		0.142	0.137	0.091*
20%区		0.186	0.147*	0.027*
25%区		0.235*	0.075*	0.054*
飽 食 区		0.291	0.085	0.040

第49表からわかるように、実験期間中の日間給餌率は2.5%区および5.0%区では各期ともに基準量より多かったが、10%区では第1期および第2期において基準量より少なく、第3期ではやや多かった。15%区、20%区および22%区ではいずれの期間も基準量より少なかった。飽食区では第1期においてはきわめて多かったが第2期・第3期と順次減少し、マアジ給与の場合と同様に時日の経過とともに日間給餌率は低下する傾向を示した。

### Ⅲ) 成 長 度

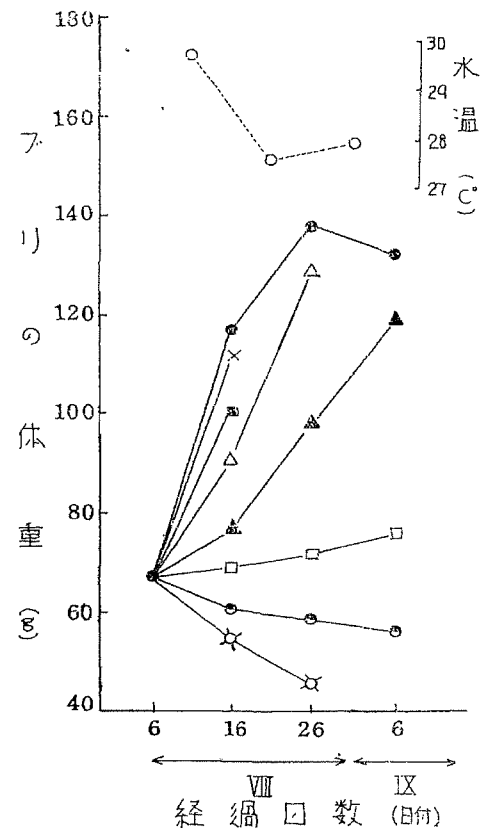
第51図は時日の経過にともなう魚体重の増重状態を日間給餌率別に図示したものである。

第51図からわかるように、第1期終了時の体重は飽食区のもの最大で、ついで25%区、20%区、15%区、10%区、5%区、2.5%区、無給餌区のもの順で小さくなっている。2.5%区のは10日間に体重が約5%減少し、無給餌区のは約18%減少した。第2期の終りでも前期とほぼ同様の傾向を示し、給餌量の多い区のものほど体重の増加もいちじるしかったが、飽食区のもの増加率は少し低下した。

第3期でも飽食区のものを除いては、給餌量が多い実験区のものほど体重増加がいちじるしかったが、飽食給与区のものではかえって体重が減少した。飽食給与区では第2期において体重増加率が下降し、第3期にはついに体重が減少した。その理由は、第1期において過食したため内蔵疾患を起こして、病態魚が多数生じたためと思われる。

第1期の実験において、ブリの魚体を維持するために要する日間給餌率は、第52図から約4.5%であることがわかる。

第1期終了時の増重倍率を第52図に示す。第52図からわかるように給餌率の高い区のものほど増重倍率は大きかった。2.5%区と無給餌区のものとは負の値を示した。実験終了時の各区の増重倍率を示すと、無給餌区のものでは第2期終了時に -0.315, 25%区のものでは第3期終了時に -0.157, 5%区のものでは第3期終了時に 0.315, 10%区のものでは第3期終了時に 0.781, 15%区のもので第2期終了時0.910, 20%区のものでは第1期終了時に 0.506, 25%区のものでは第1期終了時に 0.685, 飽食区のもので第3期終了時に 0.983であった。



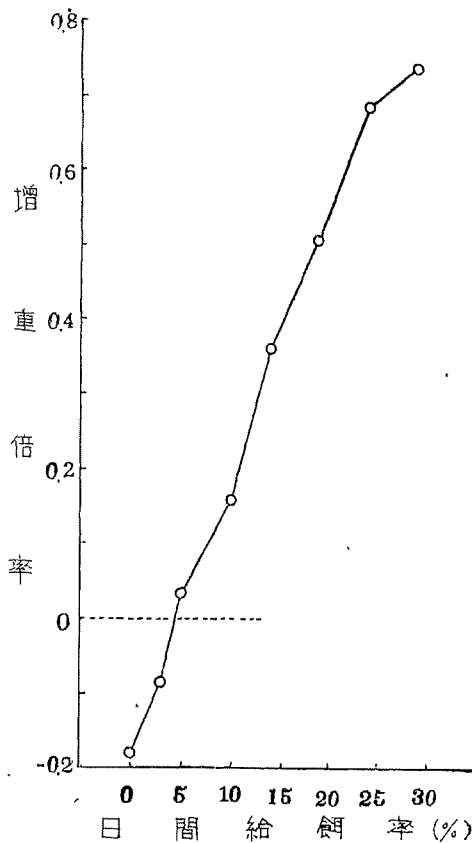
第51図 給餌量別・実験期別体重の成長曲線 (1956年8月6日から9月6日までの31日間0年魚を種々の日間給餌率によりカタクテイワン切断肉を餌料として飼育した場合)。  
●, 飽食区; ×, 25%区; ■, 20%区; △, 15%区; ▲, 10%区; □, 5%区; ○, 2.5%区; ◇, 無給餌区; ○, 水温。

#### Ⅳ) 餌料効率

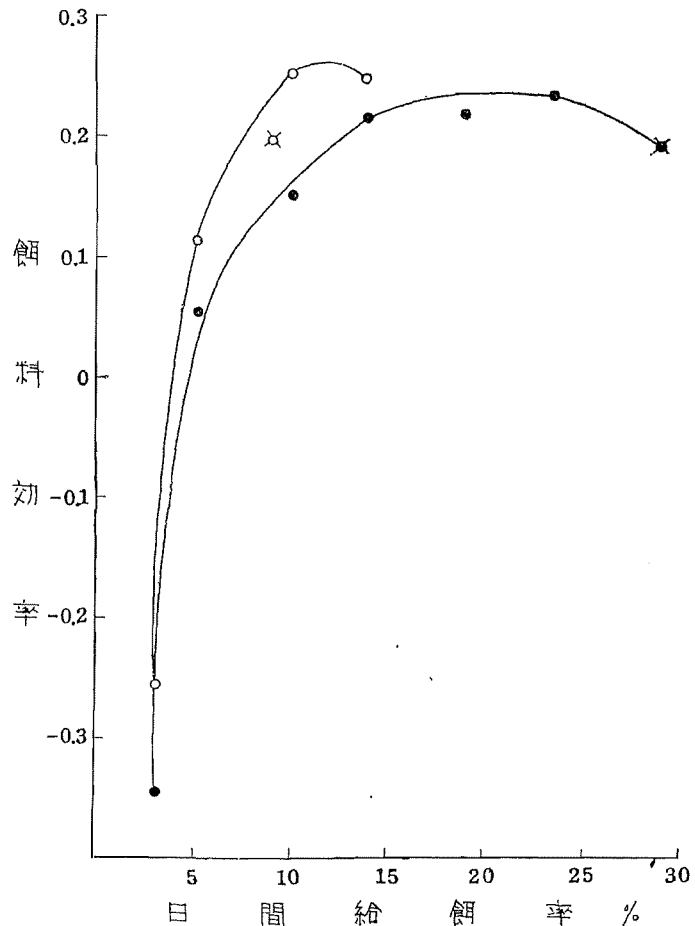
第50表は実験期間中の餌料効率を各給与区別に表示したものであり、第53図は、そのうち、第1期における日間給餌率と餌料効率との関係を図示したものである。

第50表および第53図からわかるように、第1期の餌料効率は25%区のもの最大で0.228、ついで20%区のもの0.213、15%区のもの0.210が大きく、飽食区のは0.187であった。10%区のはさらに小さく0.147で、5%区のは0.051となり、2.5%区のはついに負の値を示し-0.342であった。餌料効率が最大となるような日間給餌率を第53図から求めると、約22%であって、これは飽食量の約76%である。

第2期の餌料効率は50表および第53図からわかるように、10%区のもの最大で0.249、15%区のもの0.247、飽食区のもの0.196、5%区のもの0.110と小さく、2.5%区のものやはり負で-0.257であった。



第52図 日間給餌率と増重倍率との関係  
(1956年8月6日から8月15日までの10日間0年魚を種々の日間給餌率によりカタクチイワシを餌料として飼育した場合)



第53図 日間給餌率と餌料効率との関係 (1956年8月6日から16日までの第1期の10日間0年魚を種々の日間給餌率によりカタクチイワシを餌料として飼育した場合; 1956年8月16日から25日まで第2期の10日間0年魚に種々の日間給餌率によりカタクチイワシを餌料として飼育した場合), ○, 第2期; ●, 第1期。

第3期は10%区のものが高で0.169, ついで飽食区のもの0.117, 5%区のもの0.101であり, 2.5%区のはやはり負で-0.175であった。

第50表 給餌量別・実験期別餌料効率 (1956年8月6日から9月5日までの31日間0年魚を種々の日間給餌率によりカタクチイワシを餌料として飼育した場合)。\*印は所定の給餌量以下で飽食状態となった場合を示す。

実験区	実験期間	餌料効率		
		第1期 8月6日～8月15日	第2期 8月16日～8月25日	第3期 8月26日～9月5日
2.5%区		-0.342	-0.257	-0.175
5%区		0.051	0.110	0.101
10%区		0.147	0.249	0.169
15%区		0.210	0.247	0.031*
20%区		0.213	0.201*	0.130*
25%区		0.228	0.122*	-0.070*
飽食区		0.187	0.196	0.117

このように給餌量による餌料効率の変動の状態をみると, マアジを給与した場合と同様に, 飽食量よりもやや少ないところで最大値を示し, それよりも給餌量が少なくなると餌料効率も低下する傾向がみとめられる。

#### V) 減 耗 率

第51表は実験期間中における減耗率を各給与区別に表示したものである。第51表からわかるように, 無給餌区のものでは第1期に3尾が死亡し, 9尾が不明の原因で減耗し, 計12尾12%の減耗率であった。第2期では死亡は12尾12%であるが, 不明は54尾54%という大量な減耗であった。これはいけす網目から逃亡したためと思われる。

2.5%区では死亡はなく, 第2期と第3期に不明な原因で減耗し, 合計11尾11%であった。5%区でも死亡はなく, 逃亡, 不明各1尾で合計2尾2%であった。10%区では死亡が1尾あり, 不明が第1期2尾と, 第3期3尾あって, 計6尾6%であった。15%区では第2期実験終了までに減耗は全くなかったが, 飽食した第3期まで追跡すると, 第3期に死亡21尾不明8尾という大量の減耗を生じている。20%区では第1期の実験終了までに死亡はなく, 不明1尾を生じたに過ぎなかったが, 飽食に達した第2期および第3期まで追跡すると, 死亡は第2期に2尾, 第3期に38尾という大量の減耗を生じている。25%区では, 第1期の終了までに死亡4尾4%を生じているが, さらに飽食後も追求すると, 第2期に16尾, 第3期に22尾という大量の死亡を生じている。飽食区では, 第1



第 51 表 給餌量別実験期別減耗状態 (1956年 8 月 6 日から 9 月 5 日までの31日間 0 年魚を種々の日間給餌率によりカタクチイワシを餌料として飼育した場合)。

\*印は所定の給餌量以下で飽食状態となった場合を示す。

実験区	減耗原因	減 耗 尾 数				減 耗 率	死 亡 率
		第 1 期 8月6日 ~ 15日	第 2 期 8月16日 ~ 25日	第 3 期 8月26日 ~ 9月5日	計		
無給餌区	死 亡	3	12	2*	15	78%	15%
	逃 亡	—	—	—*	—		
	不 明	9	54	11*	63		
2.5% 区	死 亡	—	—	—	—	11	—
	逃 亡	—	—	—	—		
	不 明	—	2	9	11		
5 % 区	死 亡	—	—	—	—	2	—
	逃 亡	1	—	—	1		
	不 明	—	1	—	1		
10 % 区	死 亡	—	—	1	1	6	1
	逃 亡	—	—	—	—		
	不 明	2	—	3	5		
15 % 区	死 亡	—	—	21*	—	0	—
	逃 亡	—	—	—*	—		
	不 明	—	—	8*	—		
20 % 区	死 亡	—	2*	38*	—	1	—
	逃 亡	—	—*	—*	—		
	不 明	1	1*	—*	1		
25 % 区	死 亡	4	10*	22*	4	4	4
	逃 亡	—	—*	2*	—		
	不 明	—	4*	—*	—		
飽食区	死 亡	9	14	26	49	53	49
	逃 亡	1	—	—	1		
	不 明	—	1	2	3		

期には 9 尾の死亡と 1 尾の逃亡とを生じたが、第 2 期にはさらに死亡は 14 尾、不明 1 尾を生じ、さらに第 3 期には 26 尾の死亡と 2 尾の不明とを生じた。

以上から、給餌率の少ない区では不明の原因による減耗が多く、無給餌区を除けば死亡による減耗はめわめて低い。この不明の原因による減耗が多いわけは、空腹の魚が網目の破れを見つけて逃

亡したためと思われる。給餌率の高い区では死亡率が高い傾向にある。とくに飽食区では死亡による減耗がはなはだしかった。また、飽食に達しない給餌区でも、いったん飽食に達すると死亡率は急激に増加した。飽食区のものに死亡が多いわけは、予備飼育中の給餌量にも関係があると思われるが、そのほか、水温にも関係があり、十分に給餌された場合、空腹と高水温とによって、消化能力以上の餌量を摂取し病気となって死亡したものと思われる。

## Ⅶ) 肥 満 度

第52表は実験期間中における肥満度の変化を各給与区別に表示したものである。

第52表からわかるように、実験開始時 12.707 の肥満度をもったブリが、無給餌区のものでは第1期終了時に10.809、第2期終了時には9.322に減少した。また、2.5%区でも、経過日数と共に肥満度は減少し、第3期終了時には10.406となった。5%区のものでも肥満度は第1期・第2期において減少したが、第3期はわずかに上昇した。10%区および15%区のものでは、経過日数とともに肥満度は上昇の傾向にあり、20%区および25%区のものは第1期終了時にはいちじるしく増大している。飽食区のものは第1期終了時にはいちじるしく増大したが第2期終了時および第3期終了時には、日数の経過とともに減少の傾向にある。これは第1期の途中から過食により、病体となるブリが生じ、時間の経過とともに病魚の数が増加し、病状が進行したものと思われる。

第1期の終了時における各区のものの肥満度を比較すると、25%区のもの最大で、飽食区のもの

第 52 表 給餌量別・実験期別肥満度 (1956年8月6日から9月5日までの31日間0年魚を種々の日間給餌率によりカタクチイワシを餌料として飼育した場合)。  
\*印は所定の給餌量以下で飽食状態となった場合を示す。

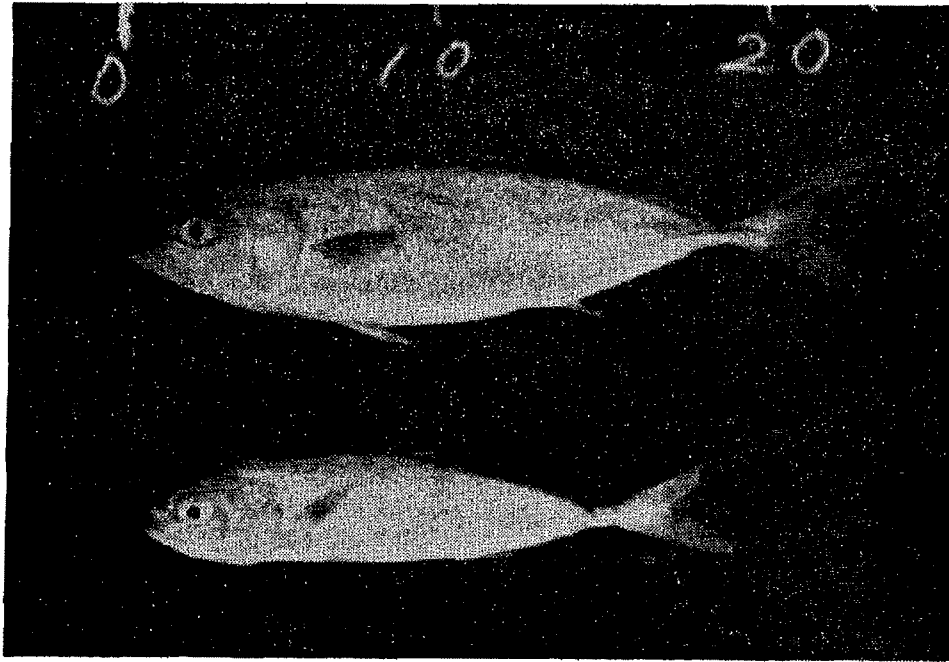
測 定 日 実 験 区	肥 満 度			
	8 月 6 日	8 月 16 日	8 月 26 日	9 月 6 日
無 給 餌 区	12.707	10.809	9.322	—
2.5 % 区	〃	12.008	11.434	10.406
5 % 区	〃	12.665	12.554	12.565
10 % 区	〃	13.053	13.931	14.438
15 % 区	〃	13.855	14.585	14.540*
20 % 区	〃	14.871	14.744*	13.780*
25 % 区	〃	15.966	15.298*	15.014*
飽 食 区	〃	14.976	14.858	13.896

のはやや劣り、20%区以下のものがこれに続いている。飽食区のもの25%区のものより肥満度が小さかった原因は、飽食区のものではすでに過食による病態現象が生じたが、25%区のものではま

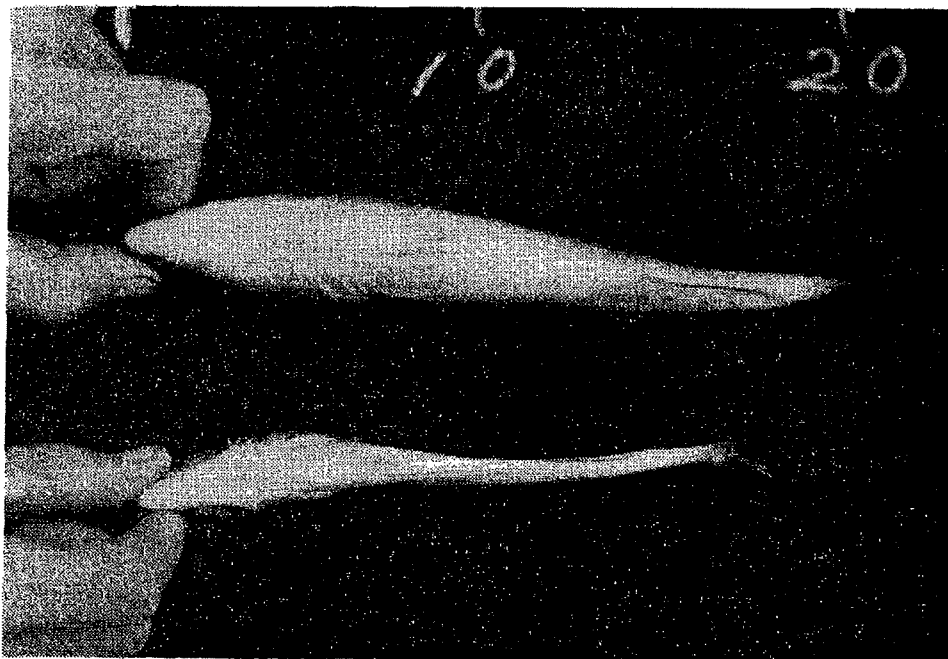
だ病態にならず健康体であり、そのうえ、飽食に近い餌を給与されたためと思われる。

## Ⅱ) 無給餌後給餌した場合の成長

無給餌区において、8月6日から8月26日までの21日間餌料を給与しなかったブリ11尾に8月27日から9月5日まで、10日間餌料としてカタクチイワシ切断肉851gを給与して飼育したところ、8月26日に平均体重46gのブリが、9月6日には69gに成長した。この間に2尾の減耗があり9尾が生



(a)



(b)

第 54 図 飽食給与20日間で死亡した個体(上)と、無給餌20日間で死亡した個体(下)とを示す。(a); 側面, (b); 腹面。(1956年8月6日から25日まで20日間いけす網養殖場において飼育した場合)。

存した。この生存ブリに対し、さらに引続き9月6日からカタクチイワシ1,020gを給与し9月15日まで飼育し、9月16日に測定したところ、体重83gに成長した。この期間の減耗はなく9月6日からの餌料効率 $0.129$ であった。また、8月26日の肥満度は $9.363$ であったが、9月16日には $13.109$ に増大した。

第54図は8月6日から20日間無給餌で死亡した個体と同じく8月6日から20日間の飽食給与で死亡した個体とを並べたものである。

第54図からわかるように、20日間の飽食給与で死亡した魚体はよく肥満しているが、同じく20日間無給餌を続けた魚体は板のようにやせ細り、衰弱によって死亡したことが認められる。

#### 4.3.1.4 論 議

##### マアジ給与とカタクチイワシ給与の相違

マアジを給与した場合とカタクチイワシを給与した場合の、ブリの成長におよぼす給餌量の影響の実験を行なったが、両者には、成長度・餌料効率・減耗率・肥満度などの諸点において共通しているところが少なくなかった。飽食給与区で餌料としてマアジを用いた場合とカタクチイワシを用いた場合とを比較すると、かなりの相違がみられたが、これはカタクチイワシ給与の実験予備飼育中の給餌率が小さかったこと、カタクチイワシとマアジがブリの魚体へおよぼす影響に相違があることなどが原因と思われ、カタクチイワシ給与の場合に病魚が多数出現したためと考えられる。

ブリの魚体を維持するための日間給餌率は、水温 $28.1\sim 29.7^{\circ}\text{C}$ の範囲でマアジ肉を給与した場合体重 $66\sim 70\text{g}$ のものでは魚体重の約 $5\%$ 、すなわち、具体的には1日約 $3.3\text{g}$ である。また、カタクチイワシを給与した場合も、水温 $29.3\sim 30.2^{\circ}\text{C}$ で体重 $67\sim 70\text{g}$ のものでは日間給餌率は魚体重の約 $4.5\%$ 、すなわち1日 $3.0\text{g}$ 程度であると思われる。飽食給与区のもの日間給餌率が第1期に高く日数が経過するとともに減少する傾向にある原因は、予備飼育中の日間給餌率が、マアジの場合は $15\%$ 、カタクチイワシの場合は $10\%$ であって飽食量よりはるかに低く、そのため、飽食量まで給与された当座の第1期に過食気味に摂取したこと、また、魚体の成長や水温の低下によって、日間摂餌率が減少したことなどが考えられる。

成長度 成長量は給餌率の高い方が大きい傾向にある。しかし、高水温時におけるカタクチイワシの飽食給与は病魚を生じやすく、したがって死亡率が高くなりやすい。

餌料効率 マアジの場合もカタクチイワシの場合も、日間給餌量が飽食量より少し低いところに餌料効率が最大となる点がある。それは飽食量の約 $70\sim 80\%$ のところである。その点より低い場合には、低いほど餌料効率は低く、またその点より高い場合は飽食量に近いほど低い。日間給餌率が低いとき餌料効率が低いのは、給餌量の相当な部分が魚体の維持のために使用され、成長のために

使われる割合が少なくなるためと思われる。飽食量に近いほど餌料効率が低下する原因は、餌料の量が多ければ多いほど摂取されずに流失する餌料の割合も多くなること、また、魚体に摂取された餌料も、全部が完全には消化吸収されずに不消化のまま排せつされる部分が増大することなどが考えられる。

減 耗 率 カタクチイワシ給与実験の場合の無給餌区の減耗には不明の原因によるものが多かったのでマアジ給与実験の場合について無給餌区のもの減耗をみると、減耗の原因は死亡によるものが多く、その死亡率は第1期にきわめて少なかったが、第2期には増加し、第3期には大部分が死亡し、第4期には残ったもの全部が死亡した。最後に死亡したものは無給餌後34日であった。これから、体重60g程度のブリは水温27.8～31.8℃では、無給餌後20～30日で死亡するものが多いことがわかる。また、無給餌(21日間)後、カタクチイワシを給与した実験から、長期間無給餌状態にあっても、徐々に給餌量を増加して飼育すれば、ある程度の成長は遂げることがわかる。

餌料としてマアジを用いた場合も、カタクチイワシを用いた場合も、高い区のものほど死亡による減耗率が高く、とくに飽食させた場合が最高であった。また、所定の給餌量が飽食量に達したとき、死亡が急激に増加した。これは前に述べたように、実験期間中の水温が高かったこと、飽食に達する前の給餌率が低かったことなどが原因と思われる。マアジを給与した場合よりも、カタクチイワシを給与した場合の方が死亡率が高かったのは、カタクチイワシは大阪湾産の脂肪の多い冷凍魚であったから、過食した際マアジよりカタクチイワシの方が魚体に悪影響を与える程度がはなはだしいと思われる。

肥 満 度 過食によつて病態となったブリを除けば、給餌率が高い実験区のものほど肥満度は大きく、また、所定給餌量が飽食量に近いものほど肥満度は大きかった。

マアジ飽食給与区のものでは、経過日数とともに肥満度は増大したが、カタクチイワシ飽食給与区のものではかえって減少した。これは、カタクチイワシを過食してブリが病態となったためと思われる。給餌率が高いほど肥満度が大きくなるのが正常であり、また、2.3.1で述べたように成長とともに肥満度が増大するのが正常であると思われる。

以上述べたところから、

1. 成長度は給餌率が高いほどよい。
2. 餌料効率は飽食量の約70～80%付近が最大で、それより給餌量が減少しても、また、増大しても減少する。
3. 死亡による減耗率は給餌率が飽食に近い場合および無給餌の場合に高い。
4. 肥満度も給餌率が高いほど大きい、

などの傾向があることがわかるので、給餌量をなるべく少なくし、養殖魚の生産量を大きくするには、日間給餌率を飽食量の80%付近とするのが適当であると考えられる。しかし、生産魚の大き

さによって、商品価値に大差を生ずる場合には、なるべく飽食に近い餌を与えて魚体の成長をはかる方が、死亡率が若干高く、餌料効率が多少低い損失はあっても、かえって経済的に有利となることもあると思われる。

## 第 2 項 餌 料 の 種 類

### 4.3.2.1 ま え が き

ブリの養殖の餌料としては、現在のところほとんど小魚の生鮮品または冷凍品が用いられているが、これらの小魚のうち、イカナゴ・カタクチイワシ・マアジ・サンマなどが特に多く使用されている。これらのうち、イカナゴは漁期が早く（4～6月）、かつ大量に漁獲され、価格も安いうえに魚体が細長くて体重が小さいので、養殖の初期に多く用いられる傾向がある。サンマは漁期がおそく（9～12月）、これら小魚のうちでも最も長大であるので、0年魚の養殖では比較的后期に使用される傾向がある。カタクチイワシとマアジとは漁期と魚体の大きさがいずれも中等程度であるので、養殖中期および後期に適當であるが粉碎または切断すれば初期においても使用できるので、養殖期間中ほとんど全期にわたって使用されている。ところが、これらの魚種を餌料とした場合、ブリの成長とどのような関係があるかを明らかにすることは、給餌量の研究とともに養魚上きわめて重要なことにもかかわらず、これについての研究業績はほとんど見当たらない。筆者は1957年から1959年までこれら魚種を単独にまたは数種配合して餌料として用い、ブリの養殖の比較実験を行なって餌料の種類とブリの成長との関係を検討した。

### 4.3.2.2 実 験 方 法

餌料の種類が養魚に及ぼす影響は養殖期間中の時期によって異なると考えられるので、実験はつぎの3つの期間に分けた。すなわち、0年魚の養殖期間の初期であり、水温が最高に達する前の7月と養殖期間の中期であり水温が最高で魚の成長が最も盛んな8～9月と、養殖期間の後半であり水温が徐々に低下して魚の成長が盛んな9月中旬～11月下旬とである。

養殖期間の初期の、7月2日から7月25日までの24日間には、イカナゴ・マアジ・サンマなどを餌料として比較実験を行なった（実験番号1）中期の8月1日から10月2日までの63日間には、マアジとカタクチイワシを飽食に給与して実験を行ない（実験番号2）、同じく8月1日から9月21日までの52日間には、日間給餌率10%を基準として、マアジとカタクチイワシを給与して比較実験を行なった（実験番号3）。さらに、実験番号2の場合の予備実験中の日間給餌率をかえて、8月1日から9月29日までの60日間には、マアジとカタクチイワシを飽食に給与して比較実験を行なった（実験番号4）。さらに養殖期間の後期の9月17日から12月1日までの76日間には、マアジ、カタクチイワシおよびサンマを餌料として比較実験を行なった（実験番号5）。

供試魚は、熊野灘で漁獲された稚魚をいけす網内で予備飼育し、いけす網養殖場の遊泳によくなれ、餌付きを完了した健全な0年魚である。

養殖場としては和歌山県白浜町地先古賀浦湾の一部に、縦3.6m、横3.6m、深さ2.4m（面積約 $13m^2$ ）の広さのいけす網養殖場を実験区の数だけ設置し、1個のいけす網養殖場を1個の実験区とした。いけす網地には、合成繊維漁網を用い、各いけす網養殖場の間隔は約1.8mとして海水の流通や水深に関し、各いけす網養殖場がなるべく等しい条件になるように設置した。給餌は1日2回すなわち午前10時ごろおよび午後5時ごろ行ない、所定の餌料用小魚を長さ約2cmに切断して、餌料がなるべくむだにならないように注意して給与した。

魚体の測定は10～16日ごとに1回とし、実験区の個体全部をとりあげて、生きているまま体重および体長について行なった。

#### 4.3.2.3 実 験 結 果

##### 4.3.2.3.1 実 験 番 号 1

実 験 1959年6月23日和歌山県白浜町富田浦の地引網で漁獲された0年魚を6月24日から7月1日まで8日間予備飼育し、その中から健康そうな個体300尾を選んで、1個のいけす網養殖場に50尾ずつ収容し、つぎの6個の実験区を設けた。

- a. マアジ切断肉ばかりを給与する区。
- b. イカナゴ切断肉ばかりを給与する区。
- c. サンマ切断肉ばかりを給与する区。
- d. マアジ切断肉 $\frac{1}{3}$ 、イカナゴ切断肉 $\frac{2}{3}$ を給与する区。
- e. マアジ切断肉 $\frac{2}{3}$ 、イカナゴ切断肉 $\frac{1}{3}$ を給与する区。
- f. マアジ切断肉 $\frac{1}{3}$ 、サンマ切断肉 $\frac{2}{3}$ を給与する区。

餌料用小魚は冷凍品または生鮮品を用いたが、サンマは漁獲後長期の保蔵のため、腹側が褐色に変わっていた。実験期間中は、1959年7月2日から15日までの14日間を第1期とし、続く7月16日から25日までの10日間を第2期とした。

水 温 第53表は午前10時の実験期別最高、最低および平均水温（表層）を表示したものである。第53表からわかるように、実験期間中の午前10時の表層水温は、最低25.3°C、最高28.0°Cであった。

日間給餌率 第54表は餌料種類別・実験期別に供試魚の日間給餌率を表示したものである。実験期間中の日間給餌率は、第1期においては、20%を基準としたが、実験後魚体を測定して算出した日間給餌率は第54表に示したように、基準量とかなり開きがあった。第2期は、各実験区とも飽食

するまで給与したので、日間給餌率は第54表からわかるように、a実験区が最高で、ついでd実験区が高く、f実験区、e実験区の順で、b実験区とc実験区とが最低であった。これからわかるように給餌量のうち、マアジの占める割合が大きい実験区ほど日間給餌率も高いことがわかる。

第 53 表 餌料種類別、実験期間中の午前10時の表層水温（1959年7月2日から7月25日までの24日間0年魚に種々の餌料を給与した場合）。

水 温		表 層 水 温	
		第 1 期 7月2日～7月15日	第 2 期 7月16日～7月25日
最	高 (°C)	27.8	28.0
最	低 (°C)	25.3	26.5
平	均 (°C)	26.8	27.5

第 54 表 餌料種類別の日間給餌率（1959年7月2日から7月25日までの24日間0年魚に種々の餌料を給与した場合）。

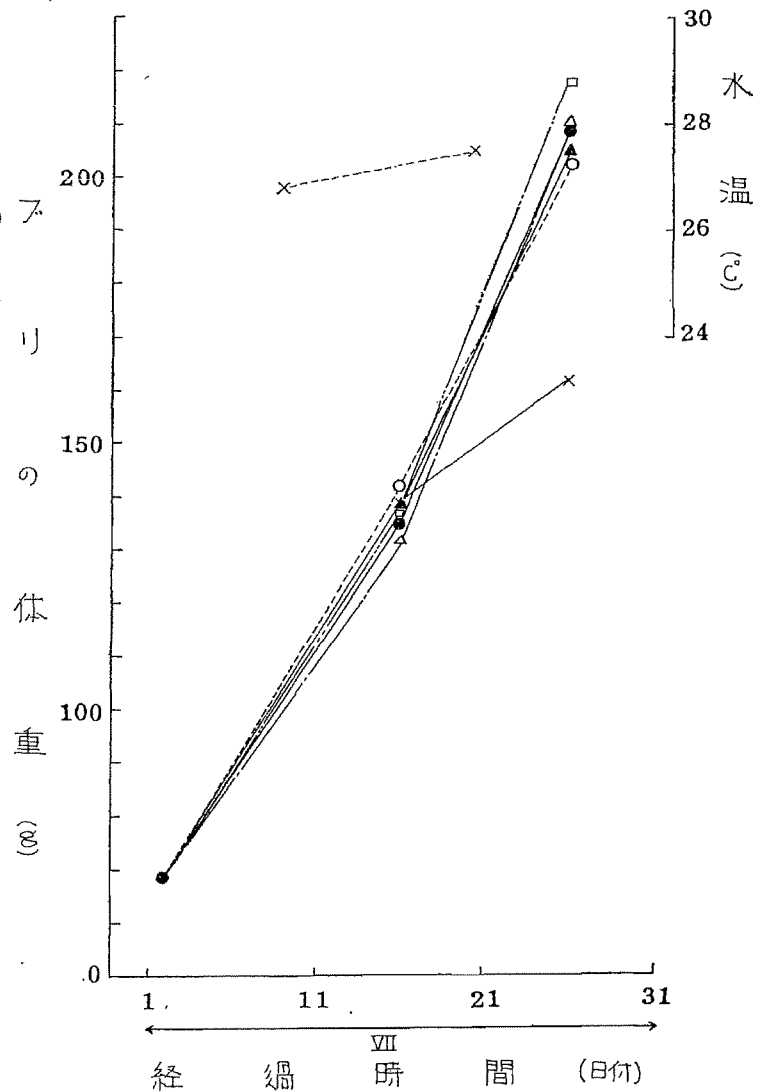
実 験 区		日 間 給 餌 率	
		第 1 期 7月2日～7月15日	第 2 期 7月16日～7月25日
a		0.194	0.229
b		0.177	0.129
c		0.200	0.129
d		0.179	0.207
e		0.176	0.177
f		0.195	0.179

成 長 量 第 55 図は餌料種類別に実験期間中の供試魚の平均体重の変動を図示したものであり、第55表は同じく餌料種類別・実験期別に供試魚の平均体重および平均体長を表示したものである。

各実験区の成長度は、第55表および第55図からわかるように、実験開始時69g、体長17.5～17.6cmの供試魚は、第1期の終了時にはb実験区の成長量が最も大きく、体重142.1g、体長21.2cmに達し、ついで、体重は大きい方からc、f、e、a、dの各実験区の順であった。第2期の終了時にはe実験区の成長が最も大で、体重217.9g、体長23.5cmに達し、ついで、体重はd、a、f、b、cの各実験区の順であるが、とくにc実験区の成長量は他の実験区にくらべいちじるしく小さかった。



第55図 餌料種類別の平均体重の変動 (1959年7月2日から7月25日までの24日間0年魚に種々の餌料を給与した場合)。●, a区; ○, b区; -x-, c区; △, d区; □, e区; ▲, f区; .....: x.....  
午前10時の表層水温。



第55表 餌料種類別の成長度 (1959年7月2日から7月25日までの24日間0年魚に種々の餌料を給与した場合)。

測定日 実験区	7月2日 (開始時)		7月16日 (第1期終了時)		7月26日 (第2期終了時)	
	体重 (g)	体長 (cm)	体重 (g)	体長 (cm)	体重 (g)	体長 (cm)
a	69	17.5	135.4	20.9	209.6	23.3
b	69	17.5	142.1	21.2	202.5	23.2
c	69	17.5	138.8	20.7	162.4	21.4
d	69	17.5	132.4	20.9	210.4	23.3
e	69	17.6	136.9	21.0	217.9	23.5
f	69	17.5	138.0	20.8	205.1	23.2

第 56 表 餌料種類別の日間成長率 (1957年 7月 2日から 7月 25日までの24日間 0年魚に種々の餌料を給与した場合)。

実験区	日間成長率	
	第 1 期 7月 2日 ~ 7月 15日	第 2 期 7月 16日 ~ 7月 25日
a	0.0464	0.0430
b	0.0494	0.0350
c	0.0480	0.0156
d	0.0450	0.0455
e	0.0471	0.0457
f	0.0476	0.0391

日間成長率 第56表は実験期間中の供試魚 1 個体当たりの日間成長率を、餌料種類別実験期別に表示したものである。第56表からわかるように、第 1 期は大きい方から並べると、b, c, f, e, a, d の各実験区の順であり第 2 期は e, d, a, f, b, c の各実験区の順であった。

増重倍率 7月 2日の実験開始時に対する 7月 25日の実験終了時の供試魚平均体重の増重倍率は e 実験区が最大で 2.158, ついで d 実験区の 2.049, a 実験区の 2.038, f 実験区の 1.972, b 実験区の 1.935, c 実験区の 1.354 の順であった。

餌料効率 第57表は餌料種類別・実験期別に供試魚の餌料効率を表示したものである。

第57表からわかるように、第 1 期は b 実験区が最高で、ついで e, d, f, a, c の各実験区の順で

第 57 表 餌料種類別の餌料効率 (1957年 7月 2日から 7月 25日までの24日間 0年魚に種々の餌料を給与した場合)。

実験区	餌料効率		
	第 1 期 7月 2日 ~ 7月 15日	第 2 期 7月 16日 ~ 7月 25日	全 期 7月 2日 ~ 7月 25日
a	0.238	0.188	0.208
b	0.274	0.273	0.273
c	0.234	0.119	0.184
d	0.248	0.216	0.230
e	0.268	0.256	0.262
f	0.238	0.211	0.226

あった。イカナゴ給与区の e, d, f の各実験区が大きかった。第2期も b 実験区が最高で, e, d, f, c の各実験区の順であり, 第1期と全く同じ順序でイカナゴ給与区が大きく, サンマ給与区が最小であった。したがって, 全期を通じた餌料効率は大きい方から並べると b, e, d, f, a, c の各実験区の順である。

減 耗 第58表は餌料種別・実験期別に供試魚の減耗状態を表示したものである。

第58表からわかるように, 減耗率の大きい方から並べると, f 実験区が最高で, ついで, c, d, e, a の各実験区の順となる。減耗の原因については, c 実験区の3個体と d 実験区の1個体のそれぞれの死亡と, ならびに, a および f 実験区のおのおの1個体の逃亡のほかは, 不明の原因が大部分である。不明の原因による減耗は死体が発見されていないことから, いけす網目からの逃亡と推定される。減耗のうち死亡は c 実験区が他の実験区にくらべ大きく3尾6%であった。

第 58 表 餌料種類別の減耗状態 (1957年7月2日から7月25日までの24日間0年魚に種々の餌料を給与した場合)

実 験 区	減 耗 尾 数				減 耗 率	死 亡 率
	減 耗 原 因	第 1 期	第 2 期	計		
a	死 亡	—	—	—	2%	—
	逃 亡	1	—	1		
	不 明	—	—	—		
b	死 亡	—	—	—	—	—
	逃 亡	—	—	—		
	不 明	—	—	—		
c	死 亡	2	1	3	14	6
	逃 亡	—	—	—		
	不 明	4	—	4		
d	死 亡	1	—	1	8	2
	逃 亡	—	—	—		
	不 明	—	3	3		
e	死 亡	—	—	—	4	—
	逃 亡	—	—	—		
	不 明	1	1	2		
f	死 亡	—	—	—	34	—
	逃 亡	1	—	1		
	不 明	12	4	16		

肥 満 度 第59表は餌料種類別実験期間中の供試魚の肥満度を表示したものである。第59表からわかるように肥満度は実験開始時 e 実験区のものがやや小さくて 12.656 であったが、他の実験区のものはいずれも 12.857 であった。

第 59 表 餌料種類別の肥満度 (1957年 7 月 2 日から 7 月 25 日までの 24 日間 0 年魚に種々の餌料を給与した場合)。

実 験 区	測 定 日	肥 満 度		
		7 月 2 日 (開始)	7 月 16 日	7 月 26 日 (終了)
a		12.857	14.831	16.570
b		12.857	14.914	16.217
c		12.857	15.649	16.570
d		12.857	14.503	16.790
e		12.656	14.782	16.633
f		12.857	15.335	16.425

第 1 期の終了時には、肥満度の大きいものの実験区から並べると、c, f, b, a, e, d の順であった。c 実験区と f 実験区、すなわち、サンマ給与の実験区のもの肥満度が大きかった。第 2 期終了時には肥満度の大きいものの実験区から並べると、d, e, a および c, f, b の順であった。d 実験区と e 実験区、すなわち、マアジとイカナゴとの混合給与区のもの肥満度が大きかった。

なお実験終了時の c 実験区の供試魚の体色は全般に黒がかったが、e 実験区および d 実験区のもの体色は鮮かな健康色をしていた。また、実験終了時、魚体を解剖し肉の色およびしまりと比較し、数人が試食したところでは、a 実験区のは肉色が桃色で美しいが、しまり少なく、味も比較的薄いという感じをもつ人多く、b および c 実験区のは肉色が白味がかっているがしまり強く、味も濃厚であるという感じをもつ人が多かった。

考 察 以上述べた実験結果から、水温 25.3~27.8°C の範囲で餌料を飽食するまで給与しなかった第 1 期においては、イカナゴを給与した b・e などの各実験区のもの成長度および餌料効率が高く死亡率が小さかった。サンマを給与した c および f 実験区のものでは、成長度は比較的高かったが餌料効率が低く c 実験区では死亡率も 4% で比較的大きかった。マアジを給与した a, d などの実験区では成長度はあまりよくなかったが、餌料効率が中位で死亡率は小さかった。したがって、第 1 期のような場合にはイカナゴ餌料が最もよいことがわかる。

餌料を飽食まで給与した第 2 期においては、水温も 26.5~28.0°C の範囲で第 1 期よりやや高かった。この期においては、イカナゴとマアジを混ぜて与えた e・d などの実験区のもの成長度が

高くマアジばかりを与えた a 実験区のものがこれについていた。 e および d の実験区は餌料効率も高く、かつ、死亡率も 0 であった。 a 実験区のもの餌料効率は高くなかったが、死亡率は 0 であった。イカナゴばかりを与えた b 実験区では餌料効率は高いが成長度は高くなく、死亡率は 0 であった。サンマばかりを与えた c 実験区では、成長度もきわめて低く餌料効率も最も低かった。サンマ給与区の成長度が低かったのは、長期冷蔵によるサンマの鮮度低下のためかもしれない。

したがって、第 2 期では、餌料としてマアジ  $\frac{1}{3}$ 、イカナゴ  $\frac{2}{3}$  の割合にまぜた e 実験区のもものが最良で、ついで、マアジ  $\frac{2}{3}$ 、イカナゴ  $\frac{1}{3}$  の割合にまぜた d 実験区のもものが良く、サンマを与えた c 実験区のもものが最も不良と考えられる。

#### 4.3.2.3.2 実験番号 II

実験 1957年8月1日から10月2日までの63日間、餌料としてマアジ切断肉を飽食に給与する実験区と、カタクチイワシ切断肉を飽食に給与する実験区とを設け、両実験区のブリの成長を比較する実験を行なった。

供試魚は熊野灘で漁獲された 0 年魚を、和歌山県白浜町地先のいけす網養殖場で30日間予備飼育し、いけす網養殖場の遊泳になれ餌付けのよくできた個体であって2個のいけす網養殖場に50個体ずつ収容した。予備実験中の日間給餌率は、餌付け後実験開始までの20日間魚体重の約15%とし、餌料としてはマアジの粉碎肉を用いた。測定は10~11日ごとに実験区の供試魚全部につき体重および体長について行ない、測定時からつぎの測定時までの間を実験期とし、始めから、第1、第2、第3、第4、第5および第6期の順とした。

水温 実験期間中の午前10時の表層水温を実験期ごとに第60表に示す。

第 60 表 餌料種類別の実験期間中の午前10時の表層水温 (1957年8月1日から10月2日まで63日間 0年魚にマアジおよびカタクチイワシを飽食に給与した場合)。

実験 水温	表 層 水 温					
	第 1 期 8月1日~ 8月10日	第 2 期 8月11日~ 8月20日	第 3 期 8月21日~ 8月30日	第 4 期 8月31日~ 9月10日	第 5 期 9月11日~ 9月21日	第 6 期 9月22日~ 10月2日
最高(°C)	29.7	31.8	29.5	29.0	26.5	25.2
最低(°C)	28.1	28.2	27.8	24.7	24.6	23.0
平均(°C)	28.9	29.0	28.9	27.0	25.5	24.2

第60表からわかるように、実験期間中の最低水温は第6期(9月22~10月2日)の23.0°C、最高は第2期(8月11~20日)の31.8°Cであった。とくに、第1期から第3期まで(8月1日~30日)は最低27.8°C、最高31.8°Cという高温であった。

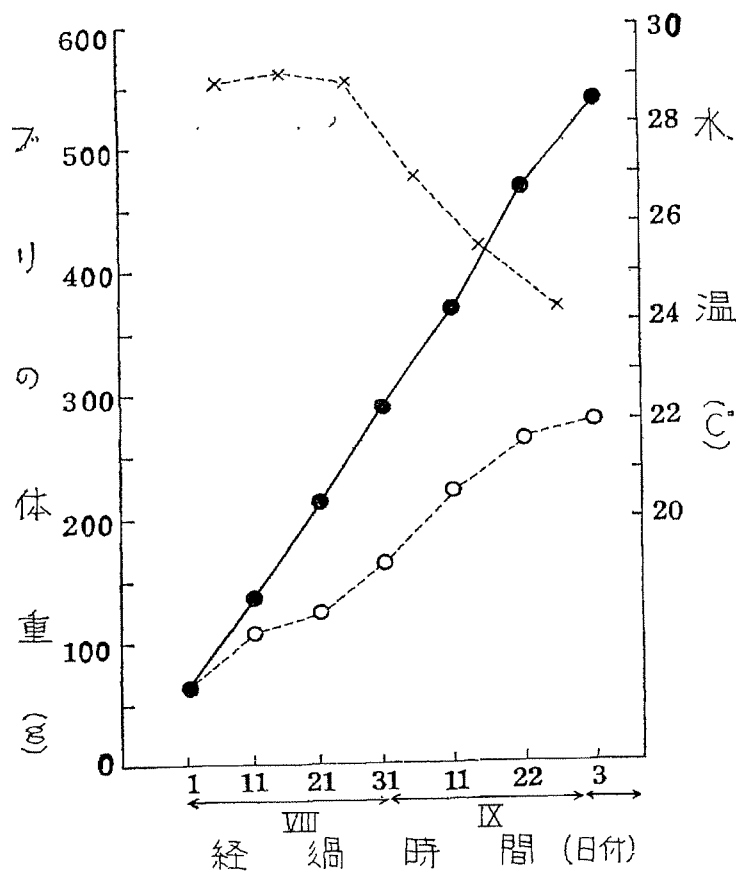
日間給餌率 給餌に際しては、餌料になるべくむだがないように注意して、供試魚が飽食するまで給与したが、各実験期の日間給餌率は第61表に示したとおりである。

第61表からわかるように、第1期は両区のものが高くとともに高く、第2期以後はマアジ給与区（以下単にマアジ区と称する）のものは次第に低下していくが、カタクチイワシ給与区（以下単にカタクチイワシ区と称する）のものは第2期に急激に低下している。給餌率はマアジ区の方が高い。

集 61 表 餌料種類別の日間給餌率（1957年8月1日から10月2日までの63日間0年魚にマアジおよびカタクチイワシを飽食に給与した場合）。

実験区	日 間 給 餌 率					
	第 1 期 8月1日～10日	第 2 期 8月11日～20日	第 3 期 8月21日～30日	第 4 期 8月31日～ 9月10日	第 5 期 9月11日～21日	第 6 期 9月22日～ 10月2日
マアジ区	0.313	0.246	0.198	0.132	0.119	0.054
カタクチイワシ区	0.275	0.095	0.181	0.091	0.123	0.115

第56図 餌料種類別の平均体重の変動（1957年8月1日から10月2日までの63日間，0年魚にマアジおよびカタクチイワシを飽食に給与した場合）。●，マアジを飽食に給与したときのブリの体重；○，カタクチイワシを飽食に給与したときのブリの体重；×，午前10時の表層水温の平均値。



成長量 マアジ区とカタクチイワシ区の各個体の体重の平均値の時間経過に伴う変動を第56図に示す。第56図からわかるように、マアジ区のもの成長量はカタクチイワシ区のものそれにくらべてはるかに大きかった。

日間成長率 第62表は餌料種類・実験期別に供試魚の日間成長率を表示したものである。供試魚の日間成長率は第62表に示したように、マアジ区のものの方がカタクチイワシ区のものより大きい場合が多かった。

実験終了時（10月3日朝）における増重倍率は、実験開始時を基準とすれば、マアジ区のは7.182であったが、カタクチイワシ区のは3.258にすぎなかった。

第 62 表 餌料種類別の日間成長率 (1957年 8月 1日から10月 2日までの63日間 0年魚にマアジおよびカタクチイワシを飽食に給与した場合)。

実験区	日 間 成 長 率					
	第 1 期 8月 1日~10日	第 2 期 8月 11日~20日	第 3 期 8月 21日~30日	第 4 期 8月 31日~ 9月 10日	第 5 期 9月 10日~ 9月 21日	第 5 期 9月 31日~ 10月 2日
マアジ区	0.0706	0.0427	0.0326	0.0204	0.0131	0.0138
カタクチイワシ区	0.0483	0.0147	0.0300	0.0258	0.0142	0.0060

餌料効率 第57図は餌料種類別・実験期別に供試魚の餌料効率を図示したものである。

餌料効率は第57図からわかるように、第1~2期および第5~6期ではマアジ区のものが高く、第3~4期ではカタクチイワシ区のものが高かった。全期を通じるとマアジ区のものカタクチイワシ区のものよりも高かった。

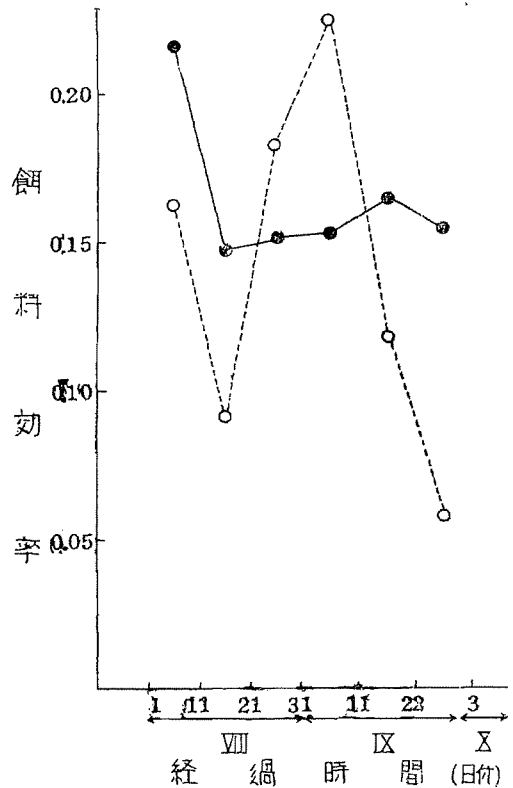
減 耗 第63表は餌料種類別・実験期別に供試魚の減耗状態を表示したものである。

実験期間中の減耗の状況は第63表からわかるように、28.9~29.7°C という高水温の第1期においてカタクチイワシ区では、供試魚のうちの70%たる35個体が減耗し、第4期終了時にはわずかに1個体(2%)が生き残っただけであった。減耗はほとんど死亡によるものである。これに対し、マアジ区では、水温27.8~31.8°C という高水温の第1~3期に相当量の減耗があったが、実験終了時には56%生存し、減耗率は44%であった。カタクチイワシ区の98%に比べはるかに小さかった。減耗の原因はほとんど死亡によるものである。

肥 満 度 第64表は餌料種類別・実験期別に供試魚の肥満度を表示したものである。

実験期間中の肥満度は第64表からわかるように、第1期終了時にカタクチイワシ区のものマアジ区のものに比べはるかに大きかったが、第2期以後は第4期終了時を除きマアジ区のものが高かった。

考 察 以上述べた実験結果から、マアジ区のもの



第57図 餌料種類別の餌料効率 (1957年 8月 1日から10月 2日までの63日間 0年魚にマアジおよびカタクチイワシを飽食に給与した場合)。●, マアジ区; ○, カタクチイワシ区。

第 63 表 餌料種類別の減耗状態 (1957年 8月 1日から10月 2日までの63日間 0年魚にマアジおよびカタクチイワシを飽食に給与した場合)。

実験区	実験期 減耗の原因	減 耗 の 状 況							計	減耗率 (%)	死亡率 (%)
		8月1日 10日	8月11日 20日	8月21日 30日	8月31日 9月10日	9月11日 21日	9月22日 10月2日				
マアジ区	死亡	5	9	5	2	—	—	21	44	42	
	逃亡	—	—	—	—	—	—	—			
	不明	—	—	—	—	1	—	1			
カタクチイワシ区	死亡	35	11	1	1	—	—	48	98	96	
	逃亡	—	—	—	—	—	—	—			
	不明	1	—	—	—	—	—	1			

第 64 表 餌料種類別各実験期終了時の肥満度 (1957年 8月 1日から10月 2日までの63日間 0年魚にマアジおよびカタクチイワシを飽食に給与した場合)。

実験区	実験終了日	肥 満 度						
		8月2日	8月11日	8月21日	8月31日	9月11日	9月22日	10月3日
マアジ区		12.969	16.497	16.653	17.452	17.279	17.692	18.650
カタクチイワシ区		12.969	20.572	14.559	14.332	19.753	17.003	16.188

のはカタクチイワシ区のものにくらべ成長度が高く、減耗率ははるかに低く、餌料効率が高かった。すなわち、低い日間給餌率で(マアジ粉碎肉を用い15%)予備飼育した0年魚を28~30℃という高水温の時に飽食するまで餌料を給与して飼育する場合は死亡による減耗率が高く、とくにカタクチイワシを餌料とする場合には、マアジを餌料とする場合にくらべはるかに高い減耗率であることがわかる。この原因は、実験第1期終了時におけるカタクチイワシ区のもの肥満度がきわめて大きいことから推察して、水温が高く、かつ、予備飼育中の日間給餌率が低かったので、実験開始とともに過食し、肉臓疾患が生じて死亡したためと思われる。マアジを餌料とした場合よりも、カタクチイワシを餌料とした場合の方が減耗率が高い原因は、大谷・島田・豊田(1937)の瀬戸内海カタクチイワシの脂肪含量の調査からも、また、肉眼的観察からもこの頃のカタクチイワシは脂肪含量が多く、かつ、高度不飽和脂肪酸を多量に含むため酸敗しやすく(平尾, 1949)また、魚体がマアジよりやわらかいため、過食しやすいのではないかと考えられる。



#### 4.3.2.3.3 実験番号Ⅲ

実験 1957年8月1日から同年9月21日まで52日間、いけす網養殖場において、日間給餌率10%を基準として0年魚を飼育した。餌料としてはマアジ切断肉と、カタクチイワシ切断肉とを給与する実験区をそれぞれ設け、両実験区の供試魚についてその成長を比較した。

供試魚は実験番号Ⅱの場合と同じく、熊野灘で漁獲された0年魚をいけす網養殖場で30日間予備飼育したもので、それぞれ50尾ずつ収容して2個の実験区とした。予備飼育中の日間給餌率も実験番号Ⅱの場合と同じく、餌付け後実験開始までの20日間は魚体重の約15%とし、餌料としてはマアジ粉碎肉を用いた。測定方法も実験区の名称も実験番号Ⅱの場合と同様であるが、本実験は5期まで続けた。

水温 実験期間中の午前10時における表層水温は、実験番号Ⅱの第59表に示した（第5期まで）とおりにある。第59表からわかるように、最低水温は第5期（9月11～21日）の24.6°C、最高水温は第2期（8月11～20日）の31.8°Cという高温であった。

日間給餌率 日間給餌率は供試魚の体重の10%を基準としたが、実験後算出した実際の日間給餌率を餌料種類別に第65表に示す。

第65表 餌料種類別の日間給餌率（1957年8月1日から9月21日までの52日間0年魚にマアジおよびカタクチイワシを日間給餌率10%の基準で給与した場合）。

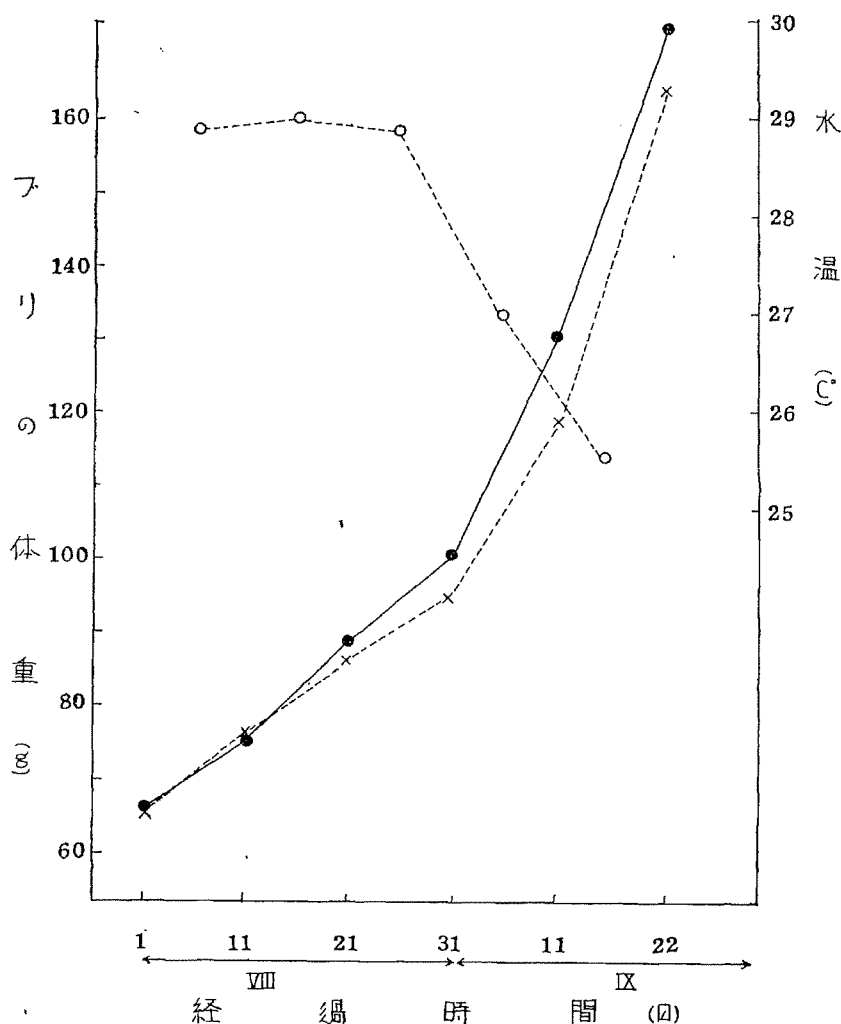
実験区	日 間 給 餌 率				
	第1期 8月1日～10日	第2期 8月11日～20日	第3期 8月21日～30日	第4期 8月31日～ 9月10日	第5期 9月11日～ 9月21日
マアジ区	0.0999	0.0979	0.0937	0.0881	0.0920
カタクチイワシ区	0.0980	0.0997	0.0982	0.0851	0.0889

第65表からわかのように、実際の日間給餌率は10%をやや下回った。

成長量 マアジ給与区（以下マアジ区と称する）とカタクチイワシ給与区（以下カタクチイワシ区と称する）のものについて、平均体重の変動の経過を第58図に示す。

第58図 からわかるように、第1期終了時はカタクチイワシ区のものの方がマアジ区のものより成長量が大きかったが、その後はマアジ区のものの方が大きかった。

日間成長率 第66表は餌料種類別・実験期別に日間成長率を表示したものである。



第 58 図 餌料種類別の平均体重 (1957年 8 月 1 日から 9 月 21 日までの 52 日間, 0 年魚にマアジおよびカタクチワシを日間給餌率 10% を基準として給与した場合)。  
●, マアジ区: ×, カタクチワシ区: ○, 午前 10 時表層水温。

第 66 表 餌料種類別の日間成長率 (1957年 8 月 1 日から 9 月 21 日までの 52 日間 0 年魚にマアジおよびカタクチワシを日間給餌率 10% の基準で給与した場合)。

実験区	日間成長率				
	第 1 期	第 2 期	第 3 期	第 4 期	第 5 期
	8 月 1 日~10 日	8 月 11 日~20 日	8 月 21 日~30 日	8 月 31 日~9 月 10 日	9 月 11 日~21 日
マアジ区	0.0128	0.0171	0.0165	0.0200	0.0251
カタクチワシ区	0.0154	0.0122	0.0088	0.0204	0.0289

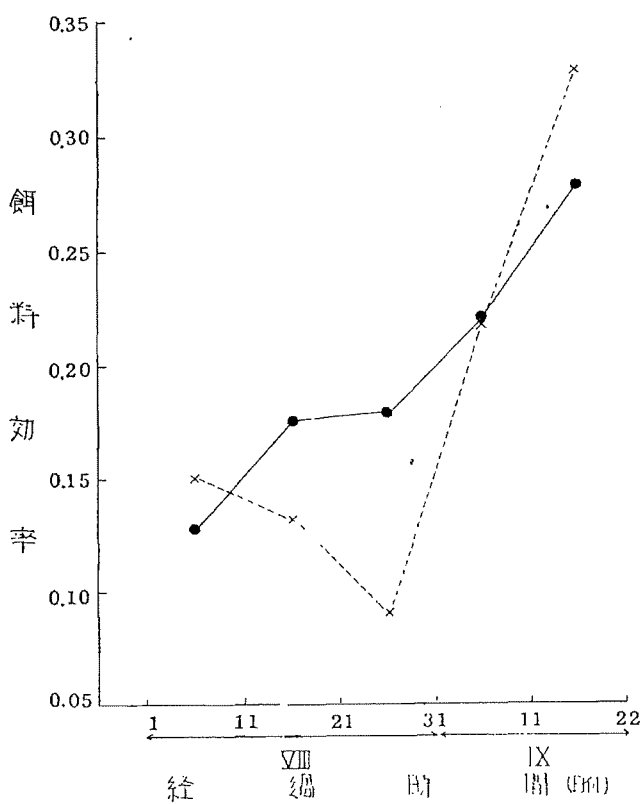
第 66 表からわかるように, 実験期間中の日間成長率は第 1 期, 第 4 期, 第 5 期においては, マアジ区のものよりカタクチワシ区のものの方が大きく, そのほかの実験期にはマアジ区の方が大きかった。

増重倍率 実験開始時を基準とした場合、実験終了時（9月22日）における平均増重倍率は、マアジ区のものについては1.621、カタクチイワシ区のそれは1.485であって、マアジ区のものの方が大きかった。

餌料効率 第59図は餌料種類別・実験期別に0年魚の餌料効率を図示したものである。

第59図からわかるように、餌料効率は、第1期および第5期においてはカタクチイワシ区のものの方がマアジ区のものより高く、第2・3・4期にはマアジ区のものの方が高く、全期を通じた場合にはマアジ区では0.207、カタクチイワシ区では0.194であって、マアジ区のものの方が少し高かった。

減耗 第67表は餌料種類別・実験期別に減耗について表示したものである。



第59図 餌料種類別の餌料効率 (1957年8月1日から9月21日までの51日間0年魚にマアジおよびカタクチイワシを日間給餌率10%の基準で給与した場合)。●, マアジ区; ×, カタクチイワシ区。

第67表からわかるように、マアジ区のもの減耗の原因には死亡によるものは全くなかったが、カタクチイワシ区のものには7尾(14%)の死亡が確認された。

肥満度 第68表は餌料種類別・実験期別に供試魚の肥満度について表示したものである。

第68表からわかるように、各測定日の肥満度はすべてカタクチイワシ区のものの方がマアジ区のものよりも大きかった。

考察 以上述べた実験結果から、マアジ区のはカタクチイワシ区のものにくらべ成長度・餌料効率はやや大きく、死亡率は低く、肥満度はやや小さかった。

すなわち、水温 24.6~31.8°C という比較的高温の時に日間給餌率10%を基準としてい

けす網養殖場で0年魚を飼育する場合におけるマアジとカタクチイワシの餌料としての優劣を比較すると、成長度・餌料効率には両者に大差はないが、マアジを給与した場合の方がそれらがやや大きい。また、死亡率はカタクチイワシを給与した場合の方が大きい。したがって餌料としては、マアジの方が適当であると考えられる。

#### 4.3.2.3.4 実験番号Ⅳ

実験 1958年8月1日から9月29日までの60日間、和歌山県白浜町地先のいけす網養殖場に

第 67 表 餌料種類別の減耗状態 (1957年 8月 1日から 9月 21日までの 51日間 0年魚にマアジおよびカタクチイワシを日間給餌率 10%の基準で給与した場合)。

実験区	減耗原因	減 耗 尾 数						減耗率 %	死亡率
		第 1 期	第 2 期	第 3 期	第 4 期	第 5 期	計		
マアジ区	死 亡	—	—	—	—	—	—	4	—
	逃 亡	1	1	—	—	—	2		
	不 明	—	—	—	—	—	—		
カタクチイワシ区	死 亡	1	—	2	4	—	7	16	14
	逃 亡	—	—	—	—	—	—		
	不 明	—	—	—	1	—	1		

第 68 表 餌料種類別各実験期末の肥満度 (1957年 8月 1日から 9月 21日までの 51日間 0年魚にマアジおよびカタクチイワシを日間給餌率 10%の基準で給与した場合)。

実験区	測定日	肥 満 度					
		8月 1日	8月 11日	8月 21日	8月 31日	9月 11日	9月 22日
マアジ区		12.969	—	12.702	13.783	13.892	14.430
カタクチイワシ区		12.969	—	12.739	—	14.002	14.811

において 0年魚を飽食給与によって飼育し、マアジとカタクチイワシとの餌料の種類による成長状態を比較した。供試魚は熊野灘で漁獲された 0年魚を、いけす網養殖場で 35日間予備飼育したものでそれぞれ 50尾ずつ収容して 2個の実験区とした。予備飼育中の餌料にはマアジ切断肉を用い、日間給餌率は魚体重の約 17%であった。魚体の測定は 10日ごとに供試魚の全個体について行ない、生きたまま体重・体長について行なった。便宜上、各測定期間ごとに 1実験期とした。すなわち 8月 31日～9月 9日を第 1期、8月 11～20日を第 2期、8月 21～30日を第 3期、8月 31～9月 9日を第 4期、9月 10日～19日を第 5期、9月 20日～29日を第 6期とした。簡単のために本実験では、マアジを給与した実験区をマアジ区、カタクチイワシのそれをカタクチイワシ区と称することにする。

水 温 第 69表は午前 10時の実験期別最高、最低および平均水温 (表層) を示したものである。

実験期間中の表層水温は第 69表からわかるように、最低は第 6期 (9月 20日～29日) の 21.7°C、最高は第 3期 (8月 21日～30日) の 29.8°C であった。

第 69 表 餌料種類別実験期間中の午前10時の表層水温 (1958年 8月 1日から 9月 29日までの60日間 0年魚にマアジおよびカタクチイワシを飽食に給与した場合)。

水 温 実 験 期	表 層 水 温					
	第 1 期 8月 1日~10日	第 2 期 8月 11日~20日	第 3 期 8月 21日~30日	第 4 期 8月 31日 ~9月 9日	第 5 期 9月 10日~19日	第 6 期 9月 20日~29日
最 高 (°C)	29.5	29.3	29.8	29.2	29.5	27.0
最 低 (°C)	27.0	28.0	26.8	27.8	26.2	21.7
平 均 (°C)	28.7	28.8	28.3	28.4	28.3	24.3

日間給餌率 給餌に際してはなるべく餌料がむだにならないように注意して、ブリが飽食するまで餌料を給与した。第70表は餌料種類別・実験期別に供試魚の日間給餌率について表示したものである。

第 70 表 餌料種類別日間給餌率 (1958年 8月 1日から 9月 29日までの60日間 0年魚にマアジおよびカタクチイワシを飽食に給与した場合)。

実 験 区 実 験 期	日 間 給 餌 率					
	第 1 期 8月 1日~10日	第 2 期 8月 11日~20日	第 3 期 8月 21日~30日	第 4 期 8月 31日~ 9月 8日	第 5 期 9月 10日~ 9月 19日	第 6 期 9月 20日~ 9月 29日
マアジ区	0.221	0.155	0.117	0.136	0.111	0.085
カタクチイワシ区	0.221	0.183	0.122	0.132	0.073	0.046

第70表からわかるように、日間給餌率は第1期がもっとも大きく実験期が進むに従って低くなった。

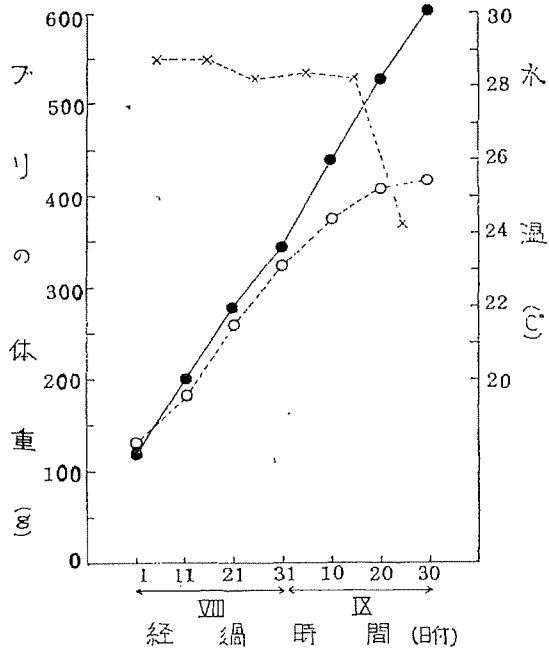
成 長 量 第60図は餌料種類別・実験期別に0年魚の平均体重を図示したものである。

第60図からわかるように、実験開始時における供試魚の体重は、カタクチイワシ区のものの方が少し大きかったが、第1期終了時以後はマアジ区のものの方がはるかに大きかった。

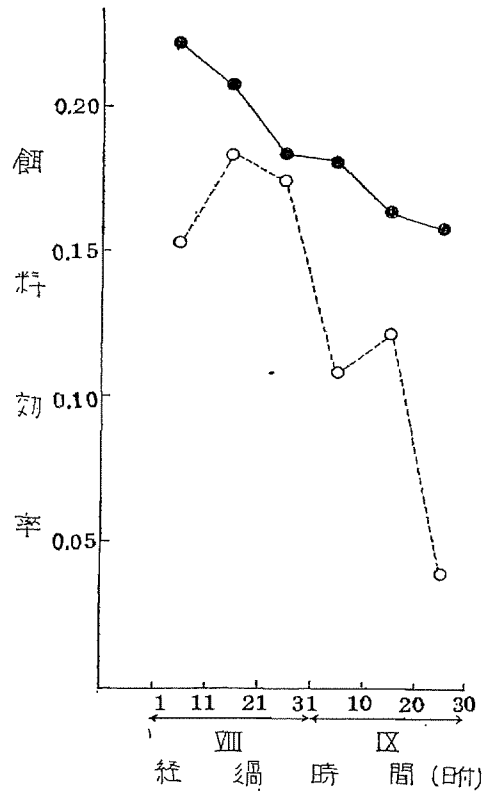
日間成長率 第71表は餌料種類別・実験期別に0年魚の日間成長率について表示したものである。

日間成長率は第71表からわかるように、第2期および第3期においてカタクチイワシ区のものの方がマアジ区のものよりも少し大きかったが、他の期間においてはマアジ区のものの方がはるかに大きかった。

増重倍率 実験開始時を基準とした場合、実験終了時における供試魚の平均増重倍率は、マアジ区のものでは3.967、カタクチイワシ区のものでは2.159であった。すなわち、マアジ区のものの方がカタクチイワシ区のものよりもはるかに大きかった。



第60図 餌料種類別の平均体重 (1958年8月1日から9月29日までの60日間0年魚にマアジおよびカタクチイワシを飽食に給与した場合) ●, マアジを餌料として飽食に給与したときのブリの体重; ○, カタクチイワシを餌料として飽食に給与したときのブリの体重; ×, 午前10時の表層水温の平均値。



第61図 餌料種類別の餌料効率 (1958年8月1日から9月29日までの60日間0年魚にマアジおよびカタクチイワシを飽食に給与した場合) ●, マアジ区; ○, カタクチイワシ区。

第71表 餌料種類別の日間成長率 (1958年8月1日から9月29日までの60日間0年魚にマアジおよびカタクチイワシを飽食に給与した場合)。

実験区	日間成長率					
	第1期 8月1日~10日	第2期 8月11日~20日	第3期 8月21日~30日	第4期 8月31日~9月9日	第5期 9月10日~19日	第6期 9月20日~29日
マアジ区	0.0489	0.0322	0.0209	0.0247	0.0181	0.0136
カタクチイワシ区	0.0302	0.0372	0.0212	0.0144	0.0095	0.0017

餌料効率 第61図は餌料種類別・実験期別に0年魚の餌料効率について図示したものである。第61図からわかるように、マアジ区のものの方がカタクチイワシ区のものにくらべ各実験区のものとも餌料効率が高く、全期を通じるとマアジ区のものでは0.183、カタクチイワシ区のものでは0.139であって、マアジ区のものの方がカタクチイワシ区のもの約1.3倍であった。

減 耗 第72表は、餌料種類別・実験期別に0年魚の減耗状態について表示したものである。

第72表 餌料種類別の減耗状態（1958年8月1日から9月29日までの60日間0年魚にマアジおよびカタクチイワシを飽食に給与した場合）。

実験区	第1期		第2期		第3期		第4期		第5期		第6期		減耗率
	8月1日 ～10日	8月11日 ～20日	8月21日 ～30日	8月31日 ～9月9日	9月10日 ～9月19日	9月20日 ～9月29日	9月10日 ～9月19日	9月20日 ～9月29日	9月10日 ～9月19日	9月20日 ～9月29日	9月10日 ～9月19日	9月20日 ～9月29日	
マアジ区	3尾	0	0	1尾	0	0	0	0	0	0	0	0	8%
カタクチイワシ区	8尾	0	0	0	1尾	2尾	0	0	0	0	0	0	22%

実験期間中の減耗率は第72表からわかるように、カタクチイワシ区のもものがマアジ区のものにくらべ大きかった。減耗の原因は不明で確認した死亡魚はなかった。

肥 満 度 第73表は餌料種類別・実験期別に0年魚の肥満度について表示したものである。

第73表からわかるように、実験開始時にはマアジ区のものの方がカタクチイワシ区のものよりも肥満度は小さかったが、実験の中間（8月31日）および実験終了時にはマアジ区のものの方が肥満度は大きかった。

考 察 以上述べた実験結果から、マアジ区のものの方がカタクチイワシ区のものよりも成長度が大きく、餌料効率がよく、減耗率が小さくて、肥満度が高かった。すなわち、予備実験中の日間給餌率が、マアジ切断肉の餌料で17%というように、比較的高く、水温21.7～29.8°Cという温度範囲で0年魚を養殖する場合には、餌料としてマアジばかりを与える方が、カタクチイワシばかりを与えるよりも適当であると考えられる。

第73表 餌料種類別実験における各実験区の実験開始時、終了時および中間時の肥満度を示す。  
（1958年8月1日から9月29日までの60日間0年魚にマアジおよびカタクチイワシを飽食するまで給与した場合）。

実験区	肥 満 度						
	8月1日	8月11日	8月21日	8月31日	9月10日	9月20日	9月30日
マアジ区	14.584	—	—	17.092	—	—	19.011
カタクチイワシ区	14.723	—	—	16.410	—	—	17.100

#### 4.3.2.3.5 実験番号 V

実 験 1959年9月17日から12月1日まで76日間、和歌山県白浜町地先において6個のいけす網養殖場を設置し、各いけす網にそれぞれ25尾ずつ0年魚を収容して、1いけす網養殖場を1実験

区とし、各いけす網養殖場にそれぞれ異なつた種類の餌を与えて、ブリの成長の比較実験を行なつた。供試魚は7月30日和歌山県南部町沿岸において漁獲された0年魚を9月16日まで約1カ月半いけす網養殖場で予備飼育したものである。餌料には、冷凍したマアジ・カタクチイワシ・サンマの切断したものを用い、各実験区にはつぎに述べる6種の餌料をそれぞれ飽食するまで給与した。

- a. 実験区 餌料としてマアジばかりを給与する。
- b. 実験区 餌料としてカタクチイワシばかりを給与する。
- c. 実験区 餌料としてサンマばかりを給与する。
- d. 実験区 マアジを $\frac{1}{3}$ 、カタクチイワシを $\frac{2}{3}$ の割合で給与する。
- e. 実験区 マアジを $\frac{1}{3}$ 、サンマを $\frac{2}{3}$ の割合で給与する。
- f. 実験区 マアジを $\frac{2}{3}$ 、サンマを $\frac{1}{3}$ の割合で給与する。

餌料として用いた魚類の平均全長（10個体測定）は、マアジ 10.9cm、カタクチイワシ 10.7cm およびサンマ 30.1cm であった。これらを乾燥器内で48時間乾燥された後の重量は、乾燥前のその、マアジでは22.3%、カタクチイワシでは27%、サンマでは33%となった。したがって、マアジが最も水分含有量が多く、サンマが最も少ないことがわかる。

測定は15～16日ごとに1回、各実験区の魚体全部について生かしたまま行なつた。測定項目は体重および体長である。各測定日までをそれぞれ1期とし、9月17日～10月1日を第1期、10月2日～16日を第2期、10月17日～31日を第3期、11月1日～15日を第4期、11月16日～12月1日を第5期とした。

水 温 第74表は午前10時の実験期別最高、最低および平均水温（表層）を表示したものである。

第 74 表 餌料種類別実験期間中午前10時の表層水温（1959年9月17日から12月1日までの76日間0年魚に種々の餌料を飽食に給与した場合）。

水 温	表 層 水 温				
	第 1 期 9月17日～ 10月1日	第 2 期 10月2日～ 10月16日	第 3 期 10月17日～ 10月31日	第 4 期 11月1日～ 11月15日	第 5 期 11月16日～ 12月1日
最 高 (°C)	28.8	25.2	22.2	22.3	19.3
最 低 (°C)	24.5	21.3	20.6	19.5	16.6
平 均 (°C)	26.2	23.7	21.4	21.0	18.2

第74表からわかるように、実験期間中の表層水の最低温度は、第5期（11月16日～12月1日）の16.6°C、最高温度は第1期（9月17日～10月1日）28.8°Cであった。



日間給餌率 第75表は餌料種類別・実験期別に供試魚の日間給餌率について表示したものである。

給餌に際しては、餌料がなるべくむだにならないように注意して、飽食するまで給与したが、実験期間中の日間給餌率は第75表からわかるように、第1期が最も大きく、時間の経過とともに減少する傾向が認められた。

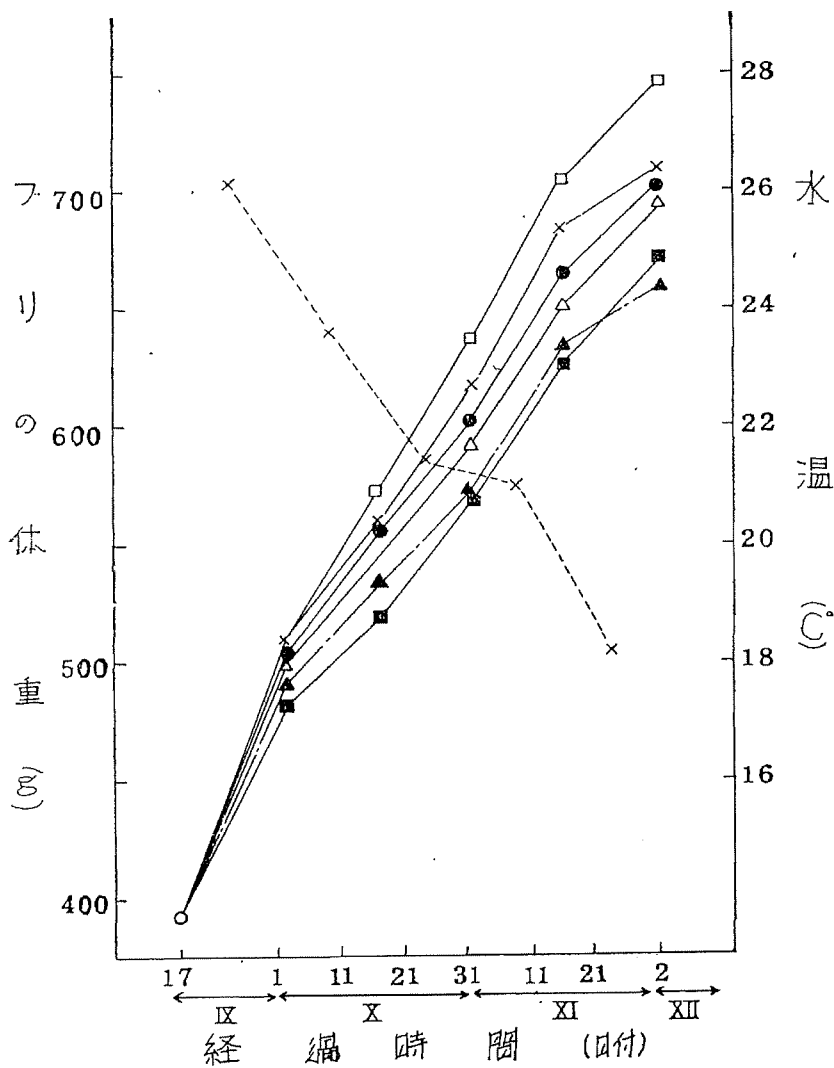
第75表 餌料種類別日間給餌率（1959年9月17日から12月1日までの76日間0年魚に種々の餌料を飽食給与した場合）。

実験区	日 間 給 餌 率				
	第1期 9月17日～ 10月1日	第2期 10月2日～ 10月16日	第3期 10月17日～ 10月31日	第4期 11月1日～ 11月15日	第5期 11月16日～ 12月1日
a	0.100	0.065	0.062	0.057	0.040
b	0.104	0.053	0.053	0.048	0.030
c	0.082	0.044	0.044	0.034	0.023
d	0.108	0.058	0.055	0.050	0.033
e	0.090	0.049	0.043	0.041	0.026
f	0.092	0.053	0.046	0.045	0.029

また、実験区のうちでは、a, d, b が大きく f, c が小さかった。

成長量 第62図は餌料種類別・実験期別に供試魚の平均体重を図示したものである。

各実験区における供試魚の体重増加量の平均値を比較すると、第62図からわかるように、d区のものが最大で、ついでb, e, cの各区のもの順であった。f区とa区のものとは小さかった。すなわち、第1～4期はf区のものの方が少し大きかったが、第5期にはa区のものの方が大きくなった。カタクチイワシばかりを与えたb区のは第2位、マアジばかりを与えたa区のは第5～6位であるが、マアジを $\frac{1}{3}$ 、カタクチイワシを $\frac{2}{3}$ の割合でまぜて与えたd区のものでは、カタクチイワシばかりを与えた場合よりも良好な第1位の成長度であった。また、サンマばかりを与えたc区の成長度は第4位、マアジばかりを与えたa区の成長度は第5～6位であるが、マアジ $\frac{1}{3}$ ・サンマ $\frac{2}{3}$ の割合でまぜて与えたe区の成長度は、サンマばかりを与えたc区よりも良好な第3位であった。すなわち、餌料の種類を適当に配合すればそれぞれを単独に用いた場合よりもブリの成長度を高めることがわかる。



第 62 図 餌料種類別の平均体重 (1959年9月17日から12月1日までの76日間0年魚に種々の餌料を飽食に給与した場合)。■, a区; -×-, b区; △, c区; □, d区; ●, e区; ▲, f区; …×…, 午前10時の表層水温。

日間成長率 第76表は餌料種類別・実験期別に0年魚の日間成長率を表示したものである。

第 76 表 餌料種類別の日間成長率 (1959年9月17日から12月1日までの76日間0年魚に種々の餌料を飽食に給与した場合)。

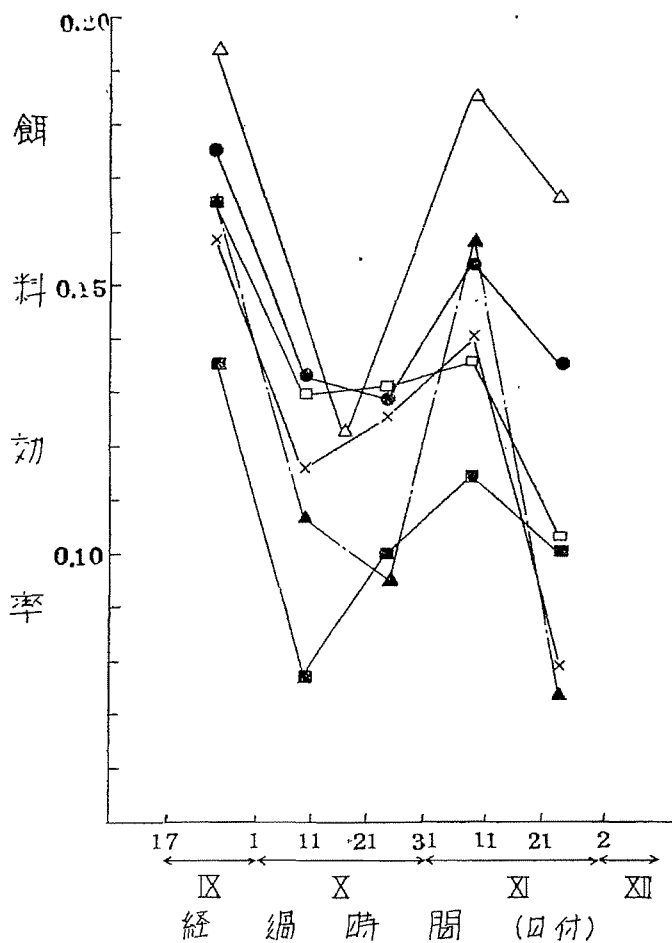
実験区	日 間 成 長 率				
	第 1 期 9月17日～ 10月1日	第 2 期 10月2日～ 10月16日	第 3 期 10月17日～ 10月31日	第 4 期 11月1日～ 11月15日	第 5 期 11月16日～ 12月1日
a	0.01351	0.00506	0.00617	0.00645	0.00408
b	0.01647	0.00623	0.00662	0.00676	0.00240
c	0.01593	0.00559		0.00628	0.00391
d	0.01773	0.00775	0.00716	0.00685	0.00344
e	0.01570	0.00654	0.00556	0.00631	0.00355
f	0.01511	0.00571	0.00438	0.00706	0.00223

実験期間中の各区の日間成長率は第76表からわかるように、実験初期にはd区のものが大きくa区のもの小さかったが、後期にはa区のもの大きい傾向がみられた。

増重倍率 実験開始時(9月17日)を基準として実験終了時(12月1日)における供試個体の平均増重倍率を大きい方から並べると、d区のものでは0.914、b区のものでは0.788、e区のものでは0.768、c区のものでは0.760、a区のものでは0.706、f区のものでは0.684の順であった。d区のもののがとくに大きかった。

餌料効率 第63図は餌料種類別・実験期別に供試魚の餌料効率について図示したものである。

各実験区の実験期間中の餌料効率は第63図からわかるように、一般にマアジを多量に給与したa・f・dなどの各区のもの餌料効率が低く、サンマを多量に給与したcおよびe区のもの餌料効率が高い傾向が認められた。全期間を通じると、c区のもののが最高で0.162、ついでe区のもののが0.149、d区のもののが0.138、b区のもののが0.131、f区のもののが0.127の順に低くなり、a区が最低の0.107であった。



第63図 餌料種類別の餌料効率 (1959年9月27日から12月1日までの76日間、0年魚に種々の餌料を飽食に給与した場合)。■, a区; -x-, b区; △, c区; □, d区; ●, e区; △, f区; ...x..., 午前10時の表層水温。

減 耗 第77表は餌料種類別・実験期別に供試魚の減耗状態について表示したものである。

実験期間中の減耗の状況を第77表に示したが、これからわかるように、c区とd区のものには死亡による減耗が各2尾(8%)あった。f区のものには逃亡による減耗が1尾(4%)あったが、そのほかの実験区のものには減耗は認められなかった。

肥 満 度 第78表は餌料種類別実験開始時、1カ月後、2カ月後および終了時における供試魚の肥満度について表示したものである。

第78表からわかるように、実験開始後1カ月の肥満度はf・e・bの各区のものが高く、2カ月後の肥満度はb区のもののが最高でc・e・f・dの各区のもののがついで高く、a区のもののが最小であった。

外 観 実験終了後a・b・c・d・eの各区の供試魚を取り上げ、えらぶたの間から

第 77 表 餌料種類別減耗状態 (1959年 9 月 27 日から 12 月 1 日までの 76 日間 0 年魚に種々の餌料を飽食に給与した場合)。

実験区	第 1 期	第 2 期	第 3 期	第 4 期	第 5 期	計	減耗率 %	死亡率 %
	9 月 17 日 ~10 月 1 日	10 月 2 日 ~10 月 16 日	10 月 17 日 ~10 月 30 日	11 月 1 日 ~11 月 15 日	11 月 16 日 ~12 月 1 日			
a	0 尾	0	0	0	0	—	0	0
b	0	0	0	0	0	—	0	0
c	0	死亡 <sub>2</sub>	0	0	0	死亡 <sub>2</sub>	8	8
d	0	死亡 <sub>1</sub>	0	死亡 <sub>1</sub>	0	死亡 <sub>2</sub>	8	8
e	0	0	0	0	0	—	0	0
f	0	0	0	0	逃亡 <sub>1</sub>	逃亡 <sub>1</sub>	4	0

小刀を入れ、刺し殺して出血させ、それを氷詰めにして大阪中央市場へ急送し、6 時間後に市場において観察したところ、b 区と d 区の個体は色彩がきわめて鮮明で、ことに体側を縦走するブリ類に特長的な黄帯が鮮かであった。背側の緑色も明るかった。ところが、c 区の個体では、背側の緑色部が青色がかかっており、体側を縦走する黄帯が不鮮明であって、外観は最も劣っていた。けっきよく、商品的価値としての外観は d, b, a, e, c の順にすぐれていた。

第 78 表 餌料種類別に実験開始時、1 カ月後、2 カ月後および実験終了時の肥満度を示す (1959年 9 月 17 日から 12 月 1 日までの 76 日間 0 年魚に種々の餌料を飽食に給与した場合)。

実験区	測定日	肥 満 度			
		9 月 17 日 (開始日)	10 月 17 日	11 月 16 日	12 月 2 日 (終了日)
a		17.157	17.955	18.464	18.825
b		17.353	18.249	19.033	20.899
c		17.222	—	19.354	19.856
d		17.026	16.076	19.133	19.332
e		17.353	18.652	19.343	19.556
f		17.091	18.693	19.228	19.382

また、各実験区の個体を解剖した結果、肝臓の色はa区およびd区のものでは赤色がかっているが、b、c、eの各区のものは白色がかっていた。

筋肉の色は、a区およびd区のものは赤味がかっており美しいが、c区のものには白色がかっていた。味覚の官能検査の結果では、b区およびc区のものは味が濃厚であるが、a区のものは比較的淡白である。物理的な味、すなわち、肉のしまりではc区およびe区のものの方がすぐれていた。

考 察 以上述べた実験結果から、16.6~28.8°Cという水温の範囲では、a区・b区・c区のように単一な種類を与えて飼育する場合よりも、マアジと他の種類との配合餌料を与える方が成長が良好であることがわかる。マアジ・カタクチイワシ・サンマのおのおの単一餌料の間で比較すると、カタクチイワシによるものは成長度が高く、餌料効率が中位で死亡率が0であるから本種は最も餌料として適する。サンマによるものでは餌料効率は高いが成長度が中位で、また、死亡が2尾(8%)あるから餌料としては中位である。マアジによるものでは、死亡率は0であるが成長度が低く、餌料効率も最低であるから、餌料としては下位と考えられる。一方、配合餌料の中で比較すると、マアジ $\frac{1}{3}$ 、カタクチイワシ $\frac{2}{3}$ の配合のものでは、成長度が最もよく、餌料効率は中位、死亡は2尾(8%)であるが、ブリ0年魚においては商品価値は魚体が大きい方が高いので、この配合餌料が餌料としては最も適当と考えられる。8%の死亡率については実験例が少ないので、餌料が直接の原因かどうか断定は困難である。マアジ $\frac{1}{3}$ 、サンマ $\frac{2}{3}$ の配合によるものでは、餌料効率は高いが成長度は中位、死亡率は0であるから、成長を第一と考える場合には餌料としては中位と考えられる。しかし、成長度を第二義的に考え、餌料の効率を最も重視する場合にはこの配合のものは餌料として適当と考えられる。マアジ $\frac{1}{3}$ 、サンマ $\frac{2}{3}$ の配合によるものは死亡率は0であるが、成長度、餌料効率ともに低いので、餌料としては下位と考えられる。

したがって、この期の餌料としては実験に用いた餌料の種類のうち、商品価値(魚体の大きさと色)から考えると、マアジ $\frac{1}{3}$ ・カタクチイワシ $\frac{2}{3}$ の配合餌料が最も適当で、ついで、カタクチイワシ単一餌料、マアジ $\frac{1}{3}$ ・サンマ $\frac{2}{3}$ の配合餌料が良好であると考えられる。餌料効率と死亡率とから考えると、マアジ $\frac{1}{3}$ ・サンマ $\frac{2}{3}$ の配合餌料が最も適当と考えられる。一方、マアジだけの単一餌料の場合や、マアジの割合の大きい配合餌料の場合には死亡率は小さいが成長度、餌料効率ともに低く、適当とは考えられない。

#### 4.3.2.4 総括および論議

成長度 0年魚の成長度は、実験番号Ⅰの結果から、7月の飽食まで給与していない場合にはイカナゴばかりを与えた場合が最もよく、飽食まで給与する場合には、マアジ $\frac{1}{3}$ ・イカナゴ $\frac{2}{3}$ の配合餌料が最もよいことがわかる。また、実験番号Ⅰ、ⅢおよびⅣの結果から8~9月の飽食まで給

与しない場合には、マアジだけを与えた場合とカタクチイワシだけを与えた場合とで大差がないが、飽食まで給与する場合には前者の方が後者よりも成長度においてはるかにまさっている。さらに実験番号Ⅴの結果から、9月中旬～11月のマアジ $\frac{1}{3}$ ・カタクチイワシ $\frac{2}{3}$ の配合餌料を給与した場合成長度が最もよい。そして一般にマアジ、カタクチイワシ、サンマの単一餌料よりも、マアジとカタクチイワシ、あるいは、マアジとサンマなどのような配合餌料の方が、前記の単一餌料よりも成長度がよかった。7月および9～11月において配合餌料の成長度が高いわけは、単一餌料では栄養的に偏するが、配合餌料ではそれが適当に相補っているためと思われる。7月および9～11月には、マアジ単一餌料によるものでは成長度が低い、これはマアジが、カタクチイワシ・イカナゴ・サンマより脂肪分が少なく、また、体重に対する肉の割合が小さいためと思われる。8～9月にはカタクチイワシの単一餌料によるものの成長度が低いわけは、過食のために健康を害したためと思われる。

餌料効率 実験番号Ⅰの結果から、7月中の餌料効率は、イカナゴの単一餌料によるものが最高で、配合餌料によるものでも、イカナゴを含む割合の大きいものほど高いことがわかる。実験Ⅱ、ⅢおよびⅣの結果から、8～9月の餌料効率は、マアジ餌料によるものと、カタクチイワシ餌料によるものとは大差はないが、前者によるものの方が少し大きいことがわかる。実験番号Ⅴの結果から9月中旬～11月の餌料効率は、サンマの単一餌料によるものが最高で、配合餌料によるものでも、サンマを否む割合が大きいものほど高いことがわかる。マアジ単一餌料によるものは最低である。水温の好適な環境にあるものに対しては、イカナゴ・サンマなどの脂肪と蛋白質含量の多い餌料が効果的であるが、高水温時にはカタクチイワシなどのように脂肪の多い餌料は魚体の健康を害しやすいので好ましくない。この場合はマアジの方が魚体の健康を害しにくく、かつ餌料効率も高いと考えられる。

減 耗 死亡による減耗率は、実験番号Ⅰの結果から、7月はサンマの単一餌料によるものが大きく、実験番号Ⅱ、ⅢおよびⅣの結果から8～9月はカタクチイワシの単一餌料によるものがきわめて大きいことがわかる。また、死亡による減耗は8月の水温28℃以上の時に多い。実験番号Ⅴの結果からでは、9月中旬～11月下旬の減耗率は、どの種類の餌料を給与した場合も低い傾向が認められるが、餌料の種類による死亡率の相違は死亡数が少ないので不明である。

8～9月にカタクチイワシ餌料を飽食に給与するとき死亡率が高くなる原因については、餌料として用いられる夏季のカタクチイワシには脂肪含量が高く、その脂肪が酸敗しやすいこと、高水温時であるから過食しやすく、消化能力以上に摂取しすぎる結果となること、ブリの遊泳がいけす網内に限られるとき運動不足となり、ますます消化不良の原因となることなどが考えられる。なお、実験Ⅱと実験Ⅳとは同様な実験であるから、その傾向が相似しているのは当然であるが、その程度にお

いて差異が認められたのは、予備飼育中の餌料の調理方法と日間給餌率が相違したこと、および実験期間中の水温が相違したためと思われる。

結 論 以上述べたことから、0年魚を養殖するための適当な餌料としては、その初期（水温がまだ最高に達せず25～28°Cの範囲）の日間給餌率が低い場合にはイカナゴがよく、飽食に与える場合にはマアジ $\frac{1}{3}$ ・イカナゴ $\frac{2}{3}$ の配合餌料が適当であると考えられる。養殖の中期で水温が最も高く27～30°Cの8～9月においては、カタクチイワシ単一餌料よりもマアジ単一餌料の方が適当と考えられる。さらに、養殖の後半である9月中旬～11月の水温17～28°Cにおいてはマアジ $\frac{1}{3}$ ・カタクチイワシ $\frac{2}{3}$ の配合餌料が適当であると考えられる。

### 第 3 項 切 断 魚 肉 と 粉 碎 魚 肉

#### 4.3.3.1 ま え が き

ブリ養殖用の餌料としては、現在のところ小魚が主として用いられているが、ブリの口の大きさにくらべ、餌が大きすぎてそのままでは摂取されない場合には、粉碎するかまたは切断して与えなければならない。ところがブリの摂餌動作は活発であるから、粉碎肉では相当量の餌料が飛散流失することが目撃される。それに反し、切断肉では比較的流失が少ないように見受けられる。また、粉碎肉と切断肉とを比較すると、餌料として摂取された際、魚体に対する消化作用に差異があり、その結果、成長度・餌料効率・減耗率・肥満度などの点において両者に相当な差異があるのではないと思われる。そこで、筆者は白浜町地先海面に等容積のいけす網を設置し、粉碎魚肉を与える実験区と切断魚肉を与える実験区とに分けて0年魚の飼育実験を行なった結果、両者の間に上記の諸点について大きな差異が認められたので報告する。

#### 4.3.3.2 実 験 方 法

##### I) 養 殖 場

白浜町地先古賀浦湾の一部に、縦3.6m、横3.6m、深さ2.4m（面積約13m<sup>2</sup>）の広さのいけす網を10個設置し、1個のいけす網を1個の実験区とした。いけす網地には、21本格11節の目合の旭鱗漁網（ナイロンと塩化ビニリデンの混燃）を用いた。いけす網の間隔は約1.8mとし、海水の流通に関し各いけす網がなるべく等しい条件となるように設置した。

##### II) 供 試 魚

熊野灘で漁獲された0年魚をいけす網内において30日間予備飼育し、各実験区とも平均体重がほぼ等しくなるように調整して、それぞれ50尾ずつ収容した。予備飼育中の供試魚への日間給餌量は餌付け後実験開始までの約20日間魚体重の約15%とし、餌料としては粉碎魚肉を与えた。供試魚

はよくいけす網内の遊泳になれ、人を恐れること少なく、給与する餌に群集して摂餌する状態であった。

### Ⅲ) 餌 料

全長10cmの冷凍したマアジおよびカタクチイワシの2種を用いた。切断肉は長さ約2cmに丸切りしたもの、また、粉碎肉は直径6mmの目の肉ひき機に1度かけたものである。給餌は1日2回すなわち、午前10時頃および午後5時頃行なった。1日に給与する餌の量は供試魚の体重の10%、20%および飽食量の3段階とし、毎日の給餌量は餌料効率を推定して前日までの摂餌による体重の増減を計算し、それから所定の基準給与率となるように算出した。飽食量はブリが摂餌しなくなるまで給与した餌の量であって、摂餌がやんだら給餌もやめ、なるべく餌がむだにならないように注意した。実験区としてはつぎの10区を設けた。

- a) 毎日の給餌量は魚体重の10%を基準とし、マアジの粉碎肉を給与する区
- b) 毎日の給餌量は魚体重の10%を基準とし、マアジ切断肉を給与する区
- c) 毎日の給餌量は魚体重の10%を基準とし、カタクチイワシの粉碎肉を給与する区
- d) 毎日の給餌量は魚体重の10%を基準とし、カタクチイワシの切断肉を給与する区
- e) 毎日の給餌量は魚体重の20%を基準とし、マアジの粉碎肉を給与する区
- f) 毎日の給餌量は魚体重の20%を基準とし、マアジの切断肉を給与する区
- g) 毎日の給餌量はブリが飽食するまで給与した量とし、マアジの粉碎肉を給与する区
- h) 毎日の給餌量はブリが飽食するまで給与した量とし、マアジの切断肉を給与する区
- i) 毎日の給餌量はブリが飽食するまで給与した量とし、カタクチイワシの粉碎肉を給与する区
- j) 毎日の給餌量はブリが飽食するまで給与した量とし、カタクチイワシの切断肉を給与する区

### Ⅳ) 実 験 期 間

実験期間としては一般に1957年8月1日から同年10月2日までの63日間であるが、さらに参考のために10月13日まで実験を続けたものもある。ただし、前項のi) 実験区は供試魚の死亡のため8月31日で終了した。なお、10月3日までに所定の日間給餌量が飽食量に達し、その後所定量を給与しつくす前に飽食した場合には、飽食前の測定時をもって一応その実験は終了したものとみなした。たとえば、前記b) 実験区では9月28日に飽食に達したので9月22日の測定をもって実験終了とし、d) 実験区では10月9日に飽食に達したので10月3日を終了とし、同様にe) 実験区では9月15日に、f) 実験区では9月5日に飽食に達したので、それぞれ9月11日、8月31日を終了とした。実験期間中8月11日、21日、31日、9月11日、22日、10月3日に魚体を取り上げて測定を行な



ったので、8月1～10日を第1期、8月11～20日を第2期、8月21～30日を第3期、8月31～9月10日を第4期、9月11～21日を第5期、9月22日～10月2日を第6期とした。

### 4.3.3.3 実験結果

#### 4.3.3.3.1 日間給餌率10%を基準とした場合

##### 1) 餌料としてマアジを用いた場合

水温 実験期間中の8月1日から10月2日までの午前10時における表層水温を実験期ごとに第79表に示す。

第79表 実験期間中の午前10時の表層水温（1957年8月1日から10月2日までの63日間0年魚にマアジおよびカタクチイワシの粉碎肉および切断肉を餌料として給与した場合）。

水 温 実 験 期	表 層 水 温					
	第 1 期 8月1日 ～8月10日	第 2 期 8月11日 ～8月20日	第 3 期 8月21日 ～8月30日	第 4 期 8月31日 ～9月10日	第 5 期 9月11日 ～9月21日	第 6 期 9月22日 ～10月2日
平均(°C)	28.9	29.0	28.9	27.0	25.5	24.2
最高(°C)	29.7	31.8	29.5	29.0	26.5	25.2
最低(°C)	28.1	28.2	27.8	24.7	24.6	23.0

第79表からわかるように、同期間中の最低水温は第6期（9月22日～10月2日）の23.0°Cであり、最高は第2期（8月11日～20日）の31.8°Cという高温であった。

日間給餌率 餌としてはマアジを用い、その日間給餌率がつとめて10%となるように留意した。また、給与肉片の大きさには、粉碎肉と切断肉との2種類を用い、それについて比較実験を行なった。日間給餌率を正確に10%とすることは困難で、実際に給与した餌料量と測定された魚の体重から算出された日間給餌率とは第80表の実験番号1に示すとおりである。

第80表において第4期（8月31日～9月10日）の日間給餌率が特に低いのは、測定のために1日だけ給餌を中止したためである。切断肉給与区は第6期の途中の9月28日に所定の給餌量が飽食量となって、以後は所定の10%を摂餌する前に飽食に達した。

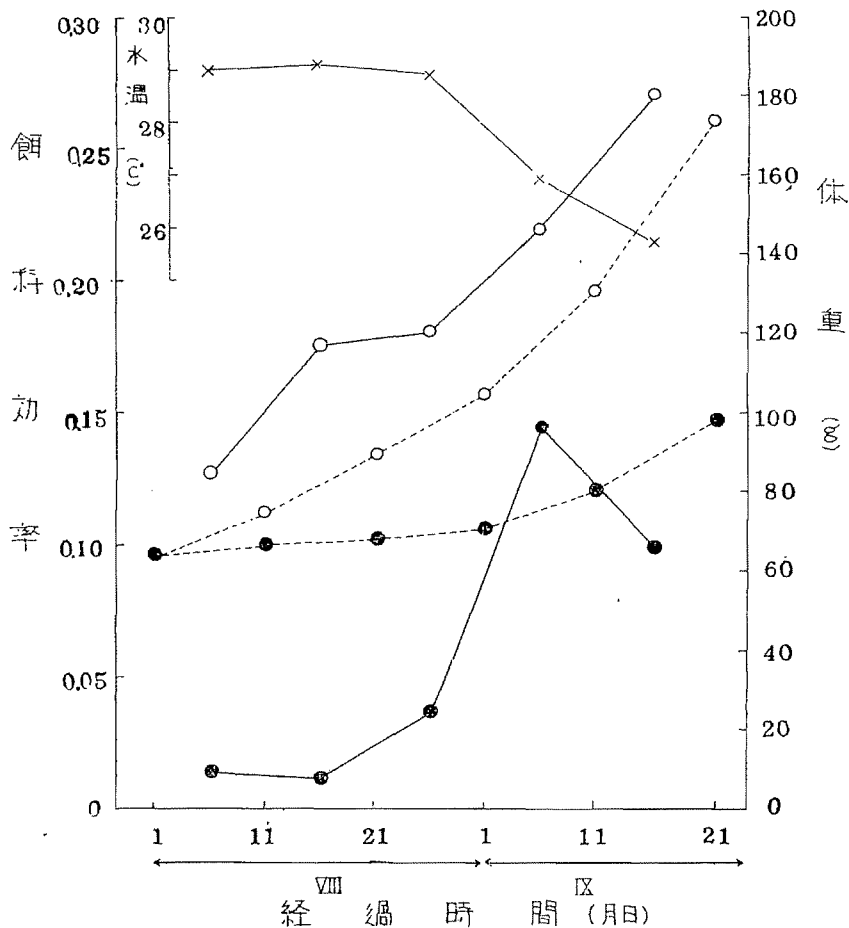
成長度 切断肉を与えた場合と粉碎肉を与えた場合との、ブリの成長におよぼす影響をみるために、横軸に飼育期間をとり、左のたて軸に餌料効率(%)を、右のたて軸に魚体重(g)をとって図示したものが第64図である。

第64図からわかるように、実験開始の8月1日には両区ともにブリの平均体重は66g、平均体長は17.3cmであったが、日数の経過とともに切断肉区のもの成長が粉碎肉区のものよりまきり、9月22日には切断肉区のものは体重173g、体長22.9cmに達し、1尾当たり平均増重倍率は1.623とな

第 80 表 実験期別日間給餌率 (1957年 8月 1日から10月 2日までの63日間 0年魚にマアジおよびカタクチイワシの粉碎肉および切断肉を餌料として給与した場合)

実験番号	実験区	日 間 給 餌 率					
		第 1 期 8月 1日～ 8月10日	第 2 期 8月11日～ 8月20日	第 3 期 8月21日～ 8月30日	第 4 期 8月31日～ 9月10日	第 5 期 9月11日～ 9月21日	第 6 期 9月22日～ 10月 2日
1	マアジ粉碎肉 10% 給与	0.105	0.099	0.094	0.088	0.093	—
	マアジ切断肉 10% 給与	0.100	0.098	0.094	0.088	0.092	—
2	カタクチイワシ粉碎肉 10% 給与	0.106	0.100	0.095	0.091	0.094	0.095
	カタクチイワシ切断肉 10% 給与	0.098	0.100	0.098	0.085	0.089	0.099
3	マアジ粉碎肉 20% 給与	0.215	0.192	0.187	—	—	—
	マアジ切断肉 20% 給与	0.184	0.194	0.191	—	—	—
4	マアジ粉碎肉 飽食 給与	0.705	0.425	0.346	0.246	0.197	0.158
	マアジ切断肉 飽食 給与	0.313	0.246	0.198	0.132	0.119	0.054
5	カタクチイワシ粉碎肉 飽食 給与	0.865	—	—	—	—	—
	カタクチイワシ切断肉 飽食 給与	0.275	—	—	—	—	—

第 64 図 プリの成長度と餌料効率 (1957年 8月 1日から 9月 21日までの52日間 0年魚にマアジの粉碎肉および切断肉を餌料として給餌率10%を基準として給与した場合)。—○—, 切断肉区餌料効率; ····, 切断肉区体重; —●—, 粉碎肉区餌料効率; ····, 粉碎肉区体重; —×—, 午前10時の表層水温の平均。



った。

ところが、粉碎肉区のものは体重 98g, 体長 19.4cm に成長したに過ぎず。増重倍率はわずかに0.482 であった。

餌料効率 粉碎肉と切断肉とが餌料効率にどのように影響するかを各実験期ごとに表示したものが第81表の実験番号1である。

第 81 表 実験期別餌料効率 (1957年 8月 1日から10月 2日までの63日間 0年魚にマアジおよびカタクチイワシの粉碎肉および切断肉を餌料として給与した場合)。

実験番号	実験区	餌料効率						全期
		第 1 期 8月 1日 ~8月10日	第 2 期 8月11日 ~20日	第 3 期 8月21日 ~30日	第 4 期 8月31日 ~9月10日	第 5 期 9月11日 ~9月21日	第 6 期 9月22日 ~10月 2日	
1	マアジ粉碎肉10%給与	0.015	0.012	0.037	0.144	0.099	—	0.089
	マアジ切断肉10%給与	0.127	0.175	0.180	0.219	0.277	—	0.207
2	カタクチイワシ粉碎肉10%給与	-0.006	0.042	0.047	0.090	0.184	0.255	0.108
	カタクチイワシ切断肉10%	0.149	0.131	0.089	0.217	0.328	0.260	0.200
3	マアジ粉碎肉20%給与	0.059	0.110	0.120	—	—	—	0.099
	マアジ切断肉20%給与	0.218	0.211	0.175	—	—	—	0.193
4	マアジ粉碎肉飽食給与	0.095	0.085	0.070	0.083	0.103	0.078	0.086
	マアジ切断肉飽食給与	0.217	0.148	0.151	0.153	0.165	0.155	0.164
5	カタクチイワシ粉碎肉飽食給与	0.057	—	—	—	—	—	0.057
	カタクチイワシ切断肉飽食給与	0.162	—	—	—	—	—	0.162

第81表からわかるように、餌料効率は各実験期ともに切断肉区のものの方が粉碎肉区のものにくらべてはるかにまさっている。すなわち、8月1日から9月21日までを通じると、切断肉区の餌料効率は0.207であるが、粉碎肉区のそれは0.089であって、その効率は切断肉区のその43%にすぎない。第1・第2・第3期の餌料効率は両区とも比較的小さく、その後第4・第5期に増大しているが、これは第1~3期が高水温時であり、また、魚体も小さく新陳代謝が活発なため餌料の相当部分は魚体の維持に費やされ、その残りが成長に使われるためと思われる。

減 耗 減耗は、死亡・逃亡そのほか不明の原因により起こるものであるが、8月1日から9月21日までの期間中の減耗状態を示したものが第82表の実験番号1である。

第82表からわかるように、粉碎肉区のものは減耗率8%であったが、そのうち逃亡によるものが50尾中3尾で6%、死亡によるものは1尾で2%であった。切断肉区のものは減耗率6%であったが、そのうち逃亡によるものは2尾で4%、原因不明によるものが、1尾で2%あった。

肥 満 度 給与肉片の大きさが肥満度に与える影響を比較して示したものが第83表の実験番号1である。

第 82 表 実験期別減耗状態 (1957年 8月 1日から10月 2日までの63日間 0年魚にマアジおよびカタクチイワシの粉碎肉および切断肉を餌料として給与した場合)。

実験番号	実験区	減耗の原因	減 耗 尾 数						計	減耗率	死亡率
			第1期 8.1~ 8.10	第2期 8.11~ 8.20	第3期 8.21~ 8.30	第4期 8.31~ 9.10	第5期 9.11~ 9.21	第6期 9.22~ 10.2			
1	マアジ粉碎肉 10%給与	死亡	—	—	—	1	—	—	1	8%	2%
		逃亡	3	—	—	—	—	—	3		
		不明	—	—	—	—	—	—	0		
	マアジ切断肉 10%給与	死亡	—	—	—	—	—	—	0	6	0
		逃亡	1	1	—	—	—	—	2		
		不明	—	—	—	—	1	—	1		
2	カタクチイワシ 粉碎肉10%給与	死亡	1	1	—	—	1	—	3	28	6
		逃亡	1	—	—	—	—	—	1		
		不明	—	—	1	2	3	4	10		
	カタクチイワシ 切断肉10%給与	死亡	1	—	2	4	—	2	9	22	18
		逃亡	—	—	—	—	—	—	0		
		不明	—	—	—	1	—	1	2		
3	マアジ粉碎肉 20%給与	死亡	—	—	—	—	—	—	0	6	0
		逃亡	—	—	—	—	—	—	0		
		不明	—	2	1	—	—	—	3		
	マアジ切断肉 20%給与	死亡	—	—	2	—	—	—	2	6	4
		逃亡	—	—	—	—	—	—	0		
		不明	—	—	1	—	—	—	1		
4	マアジ粉碎肉 飽食給与	死亡	3	4	1	2	—	2	12	30	24
		逃亡	1	—	—	—	—	—	1		
		不明	1	1	—	—	—	—	2		
	マアジ切断肉 飽食給与	死亡	5	9	5	2	—	—	21	44	42
		逃亡	—	—	—	—	—	—	0		
		不明	—	—	—	—	1	—	1		
5	カタクチイワシ 粉碎肉飽食給与	死亡	16	—	—	—	—	—	16	32	32
		逃亡	—	—	—	—	—	—	0		
		不明	—	—	—	—	—	—	0		
	カタクチイワシ 切断肉飽食給与	死亡	35	—	—	—	—	—	35	72	70
		逃亡	—	—	—	—	—	—	0		
		不明	1	—	—	—	—	—	1		

第 83 表 実験期別肥満度 (1957年 8月 1日から10月 2日までの63日間 0年魚にマアジおよびカタクチイワシの粉碎肉および切断肉を餌料として給与した場合)。

実験番号	実験区	肥 満 度						
		8月1日	8月11日	8月21日	8月31日	9月11日	9月22日	10月3日
1	マアジ粉碎肉10%給与	12.969	—	11.546	12.024	12.529	13.405	—
	マアジ切断肉10%給与	//	—	12.702	13.783	13.892	14.430	—
2	カタクチイワシ粉碎肉10%給与	//	—	11.902	—	11.756	13.347	13.543
	カタクチイワシ切断肉10%給与	//	—	12.739	—	14.002	14.811	15.479
3	マアジ粉碎肉20%給与	//	—	13.623	—	13.915	—	—
	マアジ切断肉20%給与	//	—	14.723	16.405	—	—	—
4	マアジ粉碎肉飽食給与	//	15.517	16.816	16.964	16.622	16.809	17.646
	マアジ切断肉飽食給与	//	16.497	16.653	17.452	17.279	17.692	18.650
5	カタクチイワシ粉碎肉飽食給与	//	15.264	—	—	—	—	—
	カタクチイワシ切断肉飽食給与	//	20.572	—	—	—	—	—

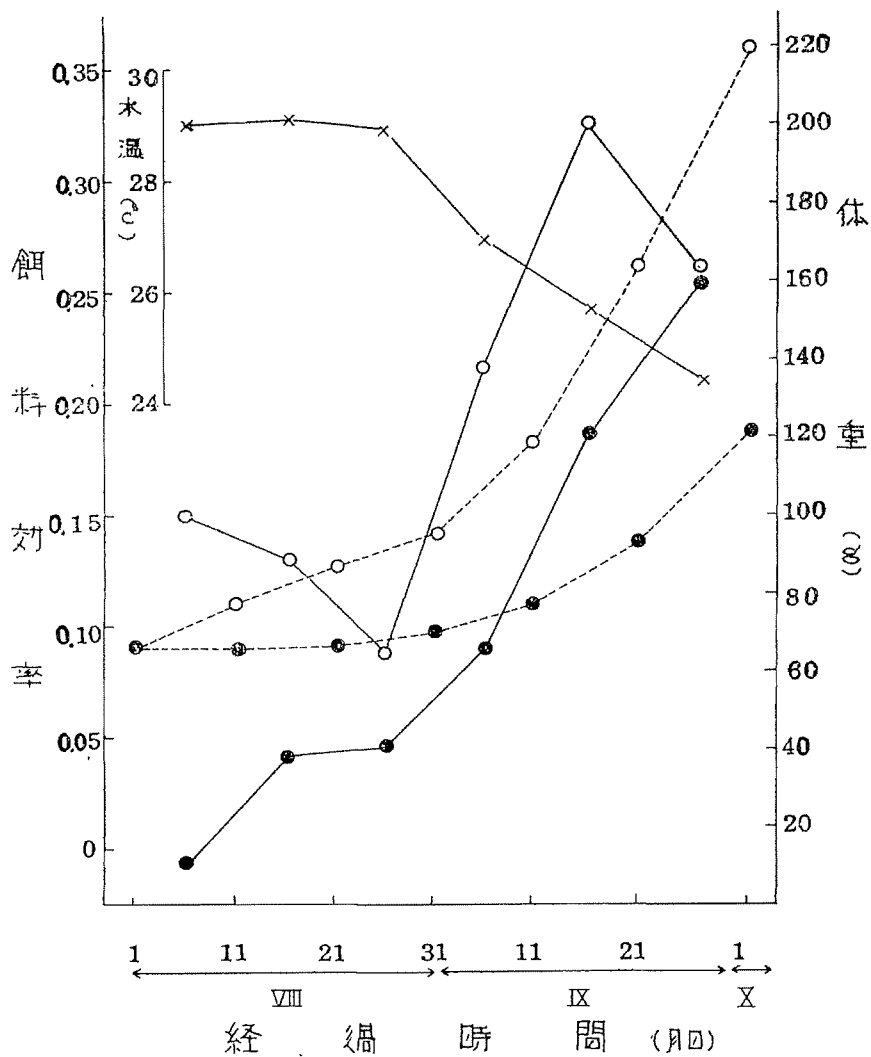
第 83 表からわかるように、実験開始時の肥満度は両区とも 12.969 であったが、各期の測定の結果、肥満度はすべて切断肉区のものの方が粉碎肉区のものにくらべて大きく、実験終了時の 9月22日には切断肉区の 14.430 に比し、粉碎肉区のは 13.405 であった。

#### Ⅱ) 餌料としてカタクチイワシを用いた場合

日間給餌率 餌の種類としてはカタクチイワシを用い、その日間給餌率が10%となるように留意した。そして、粉碎肉を与える実験区と、切断肉を与える実験区との二つの実験区について、Ⅰ) の場合と同様な比較実験を行なった。実際に給与した餌の量とブリの体重から算出した日間給餌率とは第80表の実験番号2に示すとおりである。カタクチイワシの場合は両区とも第6期の実験終了まで飽食に達しなかったが、第6期終了後引き続き飼育実験を行なったところ、切断肉区のは 10月9日に飽食量となった。

成長度 第65図は第64図と同様にして、カタクチイワシの切断肉と粉碎肉を与えた場合のブリの成長状態と餌料効率を示したものである。第65図からわかるように、切断肉区のものの方が粉碎肉区のものよりも成長がよく、両区の差は経過日数とともに増大している。すなわち、実験開始時に体重 66g、体長 17.3cm のブリは実験終了時の 10月3日には切断肉区のものでは平均体重 219.4g、体長 24.2cm に達したが、粉碎肉区のものでは平均体重 121.9g、体長 20.8cm に達したに過ぎなかった。したがって、1尾当り平均増重倍率も切断肉区のものの方がはるかに大きく、10月3日には切断肉区のものでは2.318であったが、粉碎肉区のものでは0.847であった。

餌料効率 第65図および第81表の実験番号2からわかるように、餌料効率はマアジの場合と同様な傾向を示し、各期とも切断肉区のものの方が粉碎肉区のものよりもはるかに大きい。8月1日から10月2日までの全期間を通じた餌料効率は切断肉区のものでは0.206であったが、粉碎肉区のものでは0.108であった。がいして、第1・2・3期のものでは小さく、第4・5・6期のものでは大きい原因も、マアジの場合と同じく、水温の高低と新陳代謝の大小との関係であろう。



第 65 図 ブリの成長度と餌料効率 (1957年8月1日から10月2日までの63日間0年魚にカタクティワシの粉碎肉および切断肉を餌料として日間給餌率10%を基準として給与した場合)。—○—, 切断肉区餌料効率; …○…, 切断肉区体重; —●—, 粉碎肉餌料効率; …●…, 粉碎肉区体重; —×—, 午前10時の表層水温。

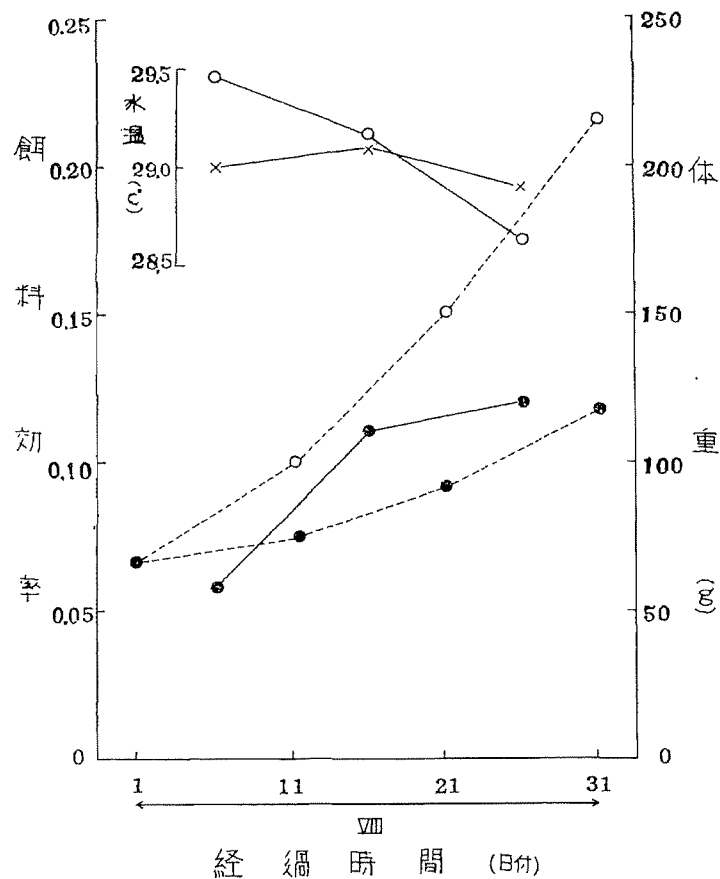
減 耗 粉碎肉区のもの減耗状態は第82表実験番号2に示すとおり、全期を通じてみると、

50尾中14尾で28%となったが、このうち死亡が3尾で6%、逃亡が1尾で2%となって、残りの10尾で20%は原因不明である。切断肉区での減耗は11尾で22%となったが、このうち死亡が9尾で18%となって、原因不明によるもの2尾4%であった。減耗率は粉碎肉区のものの方が少し高かったが、死亡による減耗は切断肉区のものの方がはるかに大きかった。

肥満度 第83表の実験番号2からわかるように、実験開始時は両区のものとも肥満度は同一であったが、開始後は測定ごとに切断肉区のものの方が大きく、終了時の10月3日の測定では粉碎肉区のもの肥満度は13.543であったが、切断肉区のものそれは15.479であった。

#### 4.3.3.3.2 日間給餌率20%を基準とした場合

日間給餌率 第80表実験番号3からわかるように、実際の日間給餌率は粉碎肉区の第1期を除き基準量をやや下まわった。餌の種類としてマアジを用い、カタクチイワシとの比較実験は行なわなかった。



第66図 ブリの成長度と餌料効率 (1957年8月1日から8月31日までの30日間、0年魚にマアジの粉碎肉および切断肉を餌料として日間給餌率20%を基準として給与した場合)。—○—, 切断肉区餌料効率; …○…, 切断肉区体重; —●—, 粉碎肉区餌料効率; …●…, 粉碎肉区体重; —×—, 午前10時の表層水温の平均。

成長度 第66図はマアジの切断肉と粉碎肉とを与えた場合の成長状態と餌料効率を示したものである。第66図からわかるように、切断肉区のもの成長は粉碎肉区のものそれに比べはるかにすぐれている。すなわち、実験開始時に66gのブリは実験終了時の8月31日には切断肉区のもの216gに成長したが、粉碎肉区のもの117gに成長したにすぎなかった。1尾当り平均増重倍率は切断肉区のものでは2.267であったが、粉碎肉区のものでは0.765であって、粉碎肉区のもの平均増重倍率ははるかに小さかった。

餌料効率 第81表実験番号3からわかるように、餌料効率は各実験期とも10%給与の場合と同様に切断肉区のものの方が粉碎肉区のものよりも大きい。全期を通じると粉碎肉区のものでは0.099、切断肉区のものでは0.193であって、後者の方が前者の約1.95倍であった。

減耗 第82表の実験番号3からわかるように、粉碎肉区のものでは減耗率は50尾中3尾6%で、すべて原因不明であった。切断肉区のものでも減耗率はやはり3尾6%であるが、うち2尾4%は死亡によるもので1尾2%が原因不明であった。

肥満度 第83表実験番号3からわかるように、8月21日に測定された肥満度は粉碎肉区のもの13.623にくらべ、切断肉区のものは14.723で、日間給餌率10%の場合と同様に切断肉区のものの方が肥満度は大きかった。

#### 4.3.3.3.3 飽食するまで給餌した場合

##### I) 餌料としてマアジを用いた場合

日間給餌率 第80表の実験番号4からわかるように、飽食するまでマアジを給与した場合の日間給餌率は切断肉、粉碎肉両区とも実験の初期に大きく、後期に小さい傾向が認められた。また、粉碎肉区の日間給餌率は切断肉区のものにくらべはるかに大きな値を示した。

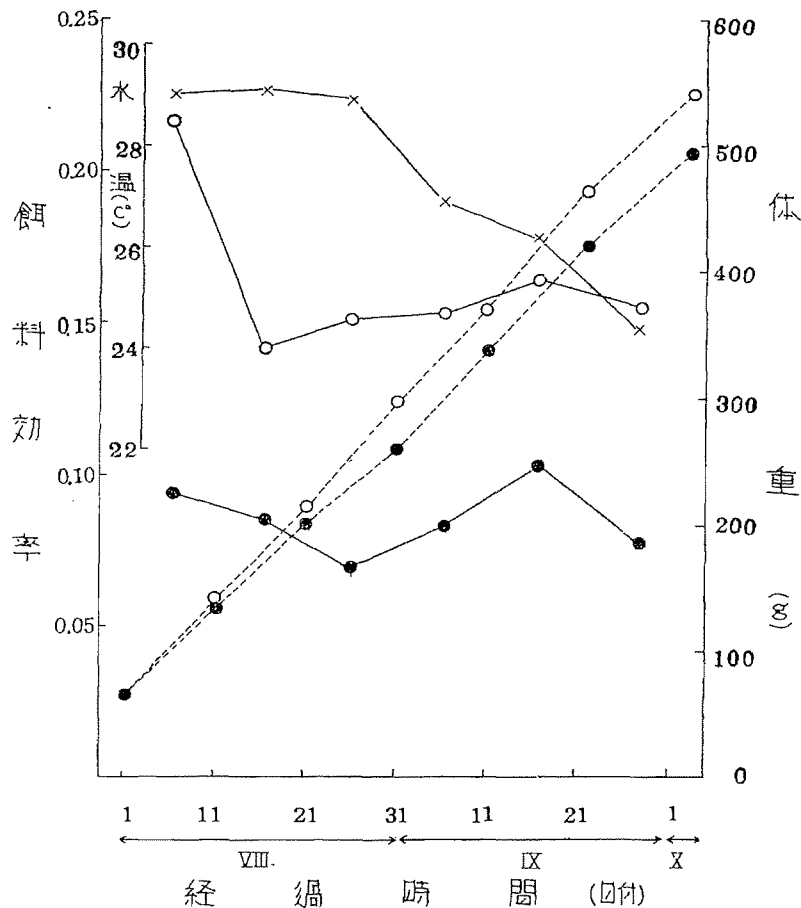
成長度 第67図はマアジの切断肉と粉碎肉とを与えた場合のブリの成長状態と餌料効率を示したものである。第67図からわかるように、切断肉区のもの成長の方が粉碎肉区のものよりもやや大きい。すなわち、10月3日の測定では切断肉区のもの平均体重は539.6g、体長30.7cmに達したが、粉碎肉区のものではそれぞれ490.9g、30.3cmであった。1尾当り増重倍率は切断肉区のものでは7.176、粉碎肉区のものでは6.438であって、切断肉区のものの方が成長度は大きかった。

餌料効率 第81表の実験番号4からわかるように、各実験期ともに切断肉区のものの方が粉碎肉区のものよりも餌料効率ははるかに大きかった。

減耗 第82表の実験番号4からわかるように、各実験期ともに切断肉区のものの方が粉碎肉区のものよりも減耗率は大きかった。減耗の主な原因は死亡である。



肥満度 第83表の実験番号4からわかるように、8月21日の測定の場合を除き切断肉区のものの方が粉碎肉区のものよりも肥満度は大きい。実験終了時の10月3日には切断肉区のものでは18.650であったが、粉碎肉区のものでは17.646であった。



第 67 図 ブリの成長度と餌料効率 (1957年8月1日から10月2日までの63日間0年魚にマアジの粉碎肉および切断肉を餌料として飽食に給与した場合)。—○—, 切断肉区餌料効率; …○…, 切断肉区体重; —●—, 粉碎肉区餌料効率; …●…, 粉碎肉区体重; —×—, 午前10時の表層水温の平均。

## II) 餌料としてカタクチイワシを用いた場合

この場合は実験開始1週間後から死亡による減耗がはなはだしかったので、切断肉と粉碎肉との肉片の大小による各種の比較は第1期だけにとどまった。

日間給餌率は粉碎肉区のものでは0.865であったが、切断肉区のものでは0.275であった。

成長度は8月11日に粉碎肉区のものでは体重110g, 体長19.3cmであり, 切断肉区のものでは体重108g, 体長17.4cmである。1尾当り増重倍率は粉碎肉区のものでは0.671, 切断肉区のものでは0.642であって, 粉碎肉区のものの方が成長度はやや大きかった。

餌料効率は粉碎肉区のものでは0.057, 切断肉区のものでは0.162であって, 切断肉区のものの方

が大であった。

減耗率は粉碎肉区のものでは32%、切断肉区のものでは72%で、切断肉区のものの方がきわめて大きかった。減耗の主因は死亡であり、死亡魚は肥大していた。

肥満度は粉碎肉区のものでは15.264、切断肉区のものでは20.572であり、切断肉区のものの方が大きかった。

#### 4.3.3.3.4 粉碎肉餌料と切断肉餌料の魚体内摂取歩溜まり

I) 8月27日(水温28.5~27.5°C)空腹の0年魚(体重約180g)50尾にマアジの切断肉を飽食するまで給与し、5尾をただちに取り上げて胃内の餌料を調査したところ、給餌量の71.5%(5尾平均)が胃内に收容されていたが、マアジの粉碎肉の場合では42%(5尾平均)であった。

II) 9月8日(水温29.0~28.5°C)、空腹の0年魚(体重約218g)30尾にカタクチイワシ粉碎肉を飽食するまで給与し、5尾を直ちに取り上げて胃内に摂取された餌料を調査したところ、給餌量の24.2%であった。一方、カタクチイワシ切断肉の場合は66.5%(5尾平均)であった。

III) 7月28日(水温28.0~27.5°C)空腹の0年魚(体重約85g)1,000尾に体重の約10%のマアジ切断肉を給与し、直ちに5尾を取り上げて胃内の餌料を調査したところ、給餌量の約87.4%(5尾平均)が胃内に收容されていた。

本実験では餌料を摂取したブリを取り上げる際、ブリが摂取した餌料を吐き出すものも認められる。したがって、精度は高いと思われぬが大体の傾向はうかがえると思われる。

#### 4.3.3.4 論 議

- 1 成長度はカタクチイワシ飽食給与の比較実験を除き、ほかの場合には切断肉給与区のものの方が粉碎肉給与区のものにくらべ常に良好であった。カタクチイワシ飽食給与の場合、切断肉区のものの方が粉碎肉区のものより成長がやや劣った理由は飽食するまで摂取したとき、切断肉の方が粉碎肉よりも消化が困難で魚体に悪影響があり、病魚となる程度が大きかったためと思われる。
- 2 餌料効率も切断肉区のものの方が粉碎肉区のものにくらべ、いずれの場合にもはるかに大きかったが、その主な原因は摂餌に際して粉碎肉の相当な部分がブリが捕食できないような細粒となって飛散流失することによるものと考えられる。
- 3 減耗率の差は、日間給餌率10%および20%の場合の実験では大きくなかったが、飽食給与の場合の実験では、餌としてマアジを用いた場合にも、カタクチイワシを用いた場合にもともに切断肉区のものの方が減耗率が高かった。ところが、死亡率は餌料としてマアジを用いた10%の日間給餌率の場合の実験を除き、ほかの場合にはいずれも切断肉区のものの方が高かった。日間給餌率がマアジ肉10%の場合の実験では、粉碎肉区のもの死亡は1尾(2%)だけである

ので、偶然性も考えられるからこの場合は除外して論ずる。切断肉給与区のもの死亡率が高く粉砕肉区のものの方が低い理由は餌の消化において両区に差があるためと思われる。粉砕肉の場合では餌料として用いられるマアジ・カタクチイワシなどの骨・皮・肉などが機械的に破壊され、かつ、その量も多く、消化が容易であること、また、摂餌の際飛散流失する分量が多く、摂取時海水の混入も考えられ、体内にとり込まれる実質的な餌の量が少ないものと考えられることなどから、餌の消化不良による障害は切断肉より粉砕肉の方が少ないものと考えられる。

- 4 肥満度はいずれの場合でも、切断肉区のものの方が粉砕肉区のものよりも大きかった。これは切断肉の場合の方が粉砕肉の場合より餌料効率が高く、したがって、よく肥満したためと思われる。
- 5 切断肉と粉砕肉とを給与した場合の魚体内摂取量の調査では、切断肉の場合の方が給餌量に対する摂取量の割合はるかに大きかった。これから粉砕肉の場合には飛散流失などによる損失が多く、そのため成長度・餌料効率・肥満度などが小さくなるものと考えられる。
- 6 以上の諸点について切断肉の場合と粉砕肉の場合とを比較すると、切断肉の場合には成長がよく、餌料効率が高く、肥満度が大きい長所があるが死亡率がやや高い短所がある。これらのうち、死亡率の差は小さく、餌料効率の差は大きい。しかも、死亡率は給餌量と餌の種類とによって低下させられる。したがって、ブリの養殖に当たっては成長に応じてなるべく早期に粉砕餌料から切断餌料に切りかえ、死亡を少なくするよう注意して給餌することが経済的であると思われる。

## 第 4 項 給 餌 回 数

### 4.3.4.1 ま え が き

ブリの養殖に適切な給餌回数は水温の高低、魚体の大小、餌料の種類、水質の良否などによって異なるものと考えられる。この関係を明らかにすることは、ブリの養殖技術上からも、また、養魚の経営上からも重要なことであるが、これに関する比較実験による研究はほとんど見当たらない。そこで筆者は最も成長の盛んな8～9月に種々の回数で給餌を行なって0年魚を飼育し、また餌料の消化速度を調査して、給餌回数とブリの成長との関係を検討した。

### 4.3.4.2 実 験 方 法

給餌回数は1日1回、2回、3回および4回の4種類とし、毎回の給餌量を飽食量とする実験(実験番号Ⅰ)と、1回にブリが飽食するまで給与した場合の給餌量をそれぞれ2回、3回、および4回に分けて給与する実験(実験番号Ⅱ)と、餌料の消化速度を調査する実験(実験番号Ⅲ)と

を行なった。

### I) 養 殖 場

白浜町地先古賀浦湾の一部に、縦3.6m、横3.6m、深さ2.4m（面積約13m<sup>2</sup>）の広さのいけす網を7個設置し、1個のいけす網を1個の実験区とした。

いけす網地には21本格11節の目合の合成繊維漁網を用いた。いけす網の間隔は約1.8mとし、海水の流通や水深などに関し各いけす網がなるべく等しい条件となるように設置した。

### II) 供 試 魚

熊野灘で漁獲されたブリ0年魚をいけす網内において40日間予備飼育し、各実験区とも平均体重がほぼ等しくなるように調整して、それぞれ50尾ずつ収容した。予備飼育中の供試魚への日間給餌量は、餌付け後実験開始まで約20日間魚体重の約17%とし、餌料としては切断魚肉を用いた。

### III) 餌 料

全長約10cmの冷凍したマアジを長さ約2cmに丸切りしたものをを用いた。給餌は1日1回、2回、3回および4回行なったが、給餌時刻は1日1回給餌する実験区では午前10時、2回の場合では午前6時と午後6時、3回の場合では午前6時、正午、午後6時、4回の場合では午前6時、午前10時、午後2時、午後6時とした。

実験番号Iの実験の給餌量は、各回ともなるべくむだがないように注意して、供試魚が摂餌しなくなるまで給与したときの餌の量である。実験番号IIの実験では各実験区とも同一の給餌量で、それは1日1回飽食するまで給与したときの餌の量である。実験区の種類はその給餌量を1日1回に与える実験区、2回に分けて与える実験区、3回に分けて与える実験区および4回に分けて与える実験区の4種である。すなわち、実験区としてはつぎの7区を設けた。

- a) 1日1回飽食するまで給与する実験区（実験番号IおよびII）
- b) 1日2回飽食するまで給与する実験区（実験番号I）
- c) 1日3回飽食するまで給与する実験区（実験番号I）
- d) 1日4回飽食するまで給与する実験区（実験番号I）
- e) 1日1回給餌したときの飽食量（a）実験区の給餌量）を1日2回に分けて給与する実験区（実験番号II）
- f) 1日1回給餌したときの飽食量（a）実験区の給餌量）を1日3回に分けて給与する実験区（実験番号II）
- g) 1日1回給餌したときの飽食量（a）実験区の給餌量）を1日4回に分けて給与する実験区（実験番号II）

### III) 実験期間および測定

実験番号Ⅰの実験は1958年8月1日から9月19日までの50日間とし、実験番号Ⅱの実験は1958年8月1日から8月30日までの30日間とした。体重の測定は10日ごとに各実験区の全個体について生きたまま行ない、体長の測定は8月1日（実験開始時）、8月31日（実験番号Ⅱの実験終了時）の2回行なった。実験期間を10日ごとに区切り8月1～10日を第1期、8月11～20日を第2期、8月21～30日を第3期、8月31日～9月9日を第4期、9月10～19日を第5期とした。

消化速度を調査する実験は予備飼育中の1958年7月下旬と実験期間中の8月28日の2回行なった。

#### 4.3.4.3 実験結果

##### 4.3.4.3.1 実験番号Ⅰの実験（毎回飽食するまで給餌する場合）

水温 実験期間中の8月1日から9月19日までの午前10時における表層水温を実験期ごとに第84表に示す。

第84表からわかるように、同期間中の最低水温は第5期（9月10～19日）の26.2°C、最高水温は第3期（8月21～30日）の29.8°Cであった。

日間給餌率 実験期間中の各実験区の日間給餌率を実験期ごとに第85表に示す。

第84表 実験期間中の午前10時の表層水温（1958年8月1日から9月19日まで種々の回数で0年魚を飽食するまで餌料を給与して飼育した場合）。

水 温	表 層 水 温				
	第 1 期 8月1日～10日	第 2 期 8月11日～ 20日	第 3 期 8月21日～30日	第 4 期 8月31日～ 9月9日	第 5 期 9月10日～19日
最 高 (°C)	29.5	29.3	29.8	29.2	29.5
最 低 (°C)	27.0	28.0	26.8	27.8	26.2
平 均 (°C)	28.7	28.8	28.3	28.4	28.3

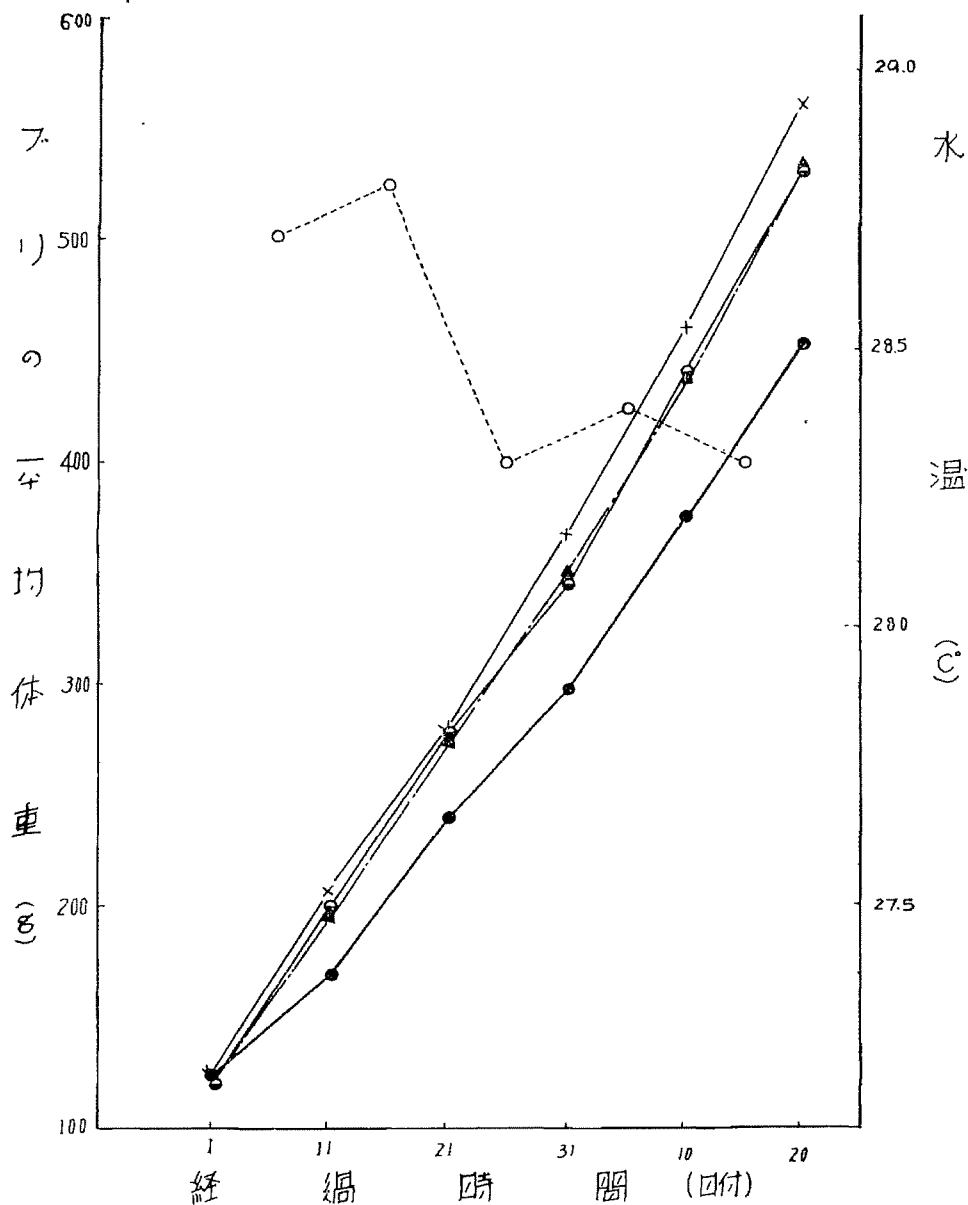
第85表 給餌回数別・実験期別の日間給餌率（1958年8月1日から9月19日まで50日間いけす網内において種々の回数で0年魚に飽食するまで餌料を給与した場合）。

実 験 区	日 間 給 餌 率				
	第 1 期 8月1日～10日	第 2 期 8月11日～20日	第 3 期 8月21日～30日	第 4 期 8月31日～ 9月9日	第 5 期 9月10日～ 19日
a (1回)	0.1564	0.1399	0.1209	0.1173	0.1018
b (2 //)	0.2207	0.1549	0.1166	0.1363	0.1109
c (3 //)	0.2429	0.1507	0.1274	0.1447	0.1130
d (4 //)	0.2738	0.1587	0.1478	0.1664	0.1111

第85表からわかるように、第1期は明らかに給餌回数が多いほど日間給餌率が高い。第2期以後においてはやや乱れてはいるが、給餌回数が多いほど日間給餌率が高い傾向が認められる。

成長量 実験期間中の各実験区の供試魚の平均体重の変動を第68図に示す。

第68図からわかるように、体重の増加はa区のもの、b, c, dの各区のものとの大きな差異があり、a区のは小さいことがわかる。b, c, dの各区のもの間では大差はないが、やはり、給餌回数の多いd区のものが最も大きく、給餌回数の順にc区、b区と減少している傾向がある。



第68図 給餌回数別供試魚の平均体重の変動（1958年8月1日から9月19日まで50日間にけす網内において種々の回数で0年魚に飽食するまで餌料を給与して飼育した場合）。●, a区, 1日1回給餌; ◐, b区, 1日2回給餌; ▲, c区, 1日3回給餌; ×, d区, 1日4回給餌; ○, 午前10時の表層水温。

日間成長率 実験期間中の各実験区の供試魚の日間成長率を実験期間ごとに第86表に示す。

第86表 給餌回数別・実験期別の供試魚の日間成長率（1958年8月1日から9月19日まで50日間いけす網内において種々の回数で0年魚に飽食するまで餌料を給与した場合）。

実験区	日間成長率				
	第1期 8月1日～10日	第2期 8月11日～20日	第3期 8月21日～30日	第4期 8月31日～ 9月9日	第5期 9月10日～ 19日
a (1回)	0.0309	0.0334	0.0214	0.0233	0.0187
b (2回)	0.0487	0.0320	0.0214	0.0248	0.0181
c (3回)	0.0472	0.0330	0.0246	0.0223	0.0189
d (4回)	0.0501	0.0294	0.0276	0.0223	0.0196

第86表からわかるように、a区のもの、b、c、dの各区のものと比較すると日間成長率において第1期では大きな差があり、a区のは小さいことがわかる。b、c、dの各区のもの間には大差は認められない。第2～3期の各区の日間成長率は実験期によって若干大小があるが各区の間に大差がないので、第1～5期を通じると、a区のが小さく、b、c、dの各区の間では大差がないという結果となる。

増重倍率 実験開始時（8月1日）を基準とした実験終了時（9月20日）における増重倍率はd区のが最大で3.508、c区のがそれにつき3.352、b区のがそれに続いて3.336、a区のは最小で2.624であった。とくにa区のはb、c、dの各区のものにくらべいぢるしく小さかった。

餌料効率 実験期間中の各実験区の餌料効率を第69図に示す。

第69図からわかるように実験期間中の餌料効率は、全期を通じるとa区のが最大で0.197、ついでb区のが大きく0.185、c区のがそれにつき0.179、d区のが最小で0.170であった。すなわち、給餌回数が多いほど餌料効率は低い傾向がうかがわれる。

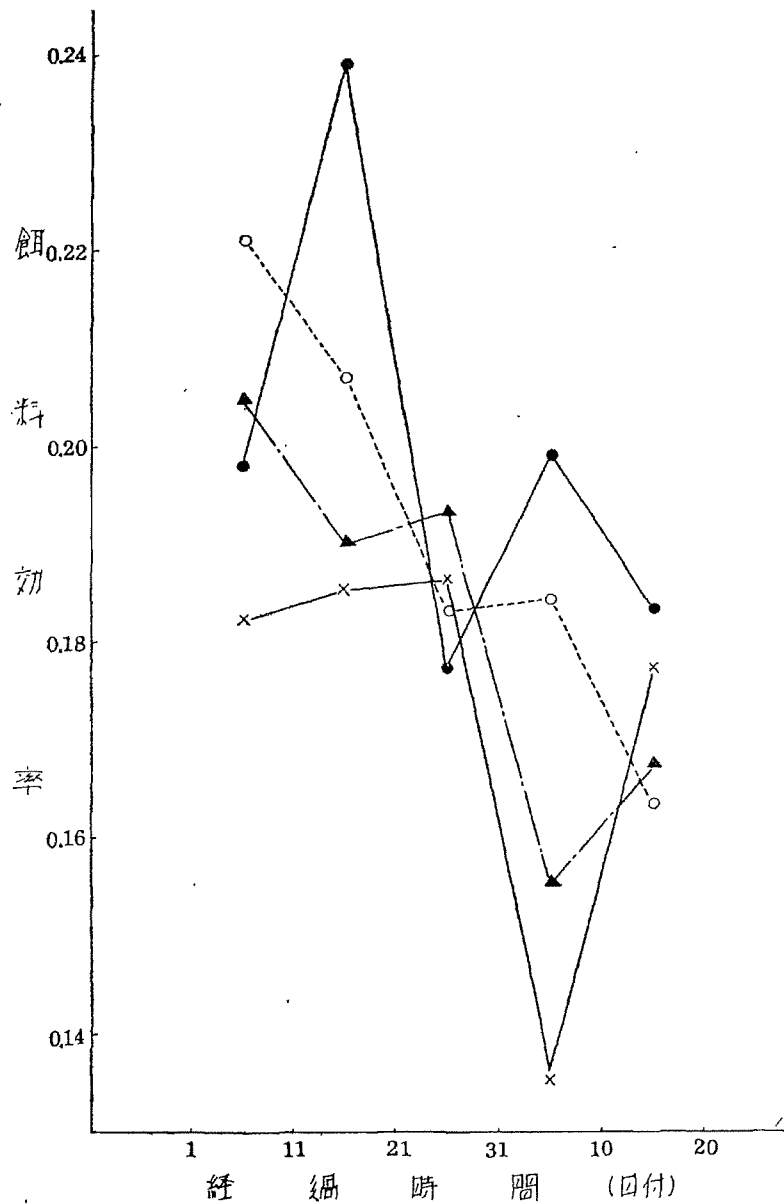
減耗率 実験期間中の各実験区の供試魚の減耗の状況を第87表に示す。

第87表からわかるように、実験期間中の供試魚の減耗率は全期を通じると

$$a \text{ 区} < b \text{ 区} < c \text{ 区} < d \text{ 区}$$

であった。減耗のうち死亡によるものはc区およびd区のものが多く、しかも、実験初期に多かった。

すなわち、給餌回数が多いほど減耗率が高く、また、給餌回数が3回、4回の場合には、1回、2回にくらべ死亡率が高いことがわかる。



第 69 図 給餌回数別餌料効率の変動 (1958年8月1日から9月19日までいけす網内において種々の回数で0年魚に飽食するまで餌料を給与して飼育した場合)。  
 ●, a区1日1回給餌; ○, b区1日2回給餌; ▲, c区1日3回給餌; ×, d区1日4回給餌。

脂満度 実験開始時(8月1日)と8月31日との脂満度を第88表に示す。

第88表からわかるように、8月31日の肥満度はa区のものとはとくに小さくb, c, d区のもの大きかった。b, c, d区のもの間ではd区のものが大きかった。すなわち、1日1回給餌する



第 87 表 給餌回数別，実験期別のブリの減耗の状況（1958年 8 月 1 日から 9 月 19 日まで 50 日間  
いけす網内において種々の回数で 0 年魚に飽食するまで餌料を給与して飼育した場合）。

実験区	実験期間 減耗原因	減 耗 尾 数						減耗率 (%)	死亡率 (%)
		第 1 期 8 月 1 日 ~10 日	第 2 期 8 月 11 日 ~20 日	第 3 期 8 月 21 日 ~30 日	第 4 期 8 月 31 日~ 9 月 9 日	第 5 期 9 月 10 日 ~19 日	計		
a (1 回)	死 亡	—	1	—	—	—	1	2	2
	逃 亡	—	—	—	—	—	—		
	不 明	—	—	—	—	—	—		
b (2 回)	死 亡	—	—	—	—	—	—	8	—
	逃 亡	—	—	—	—	—	—		
	不 明	3	—	—	1	—	4		
c (3 回)	死 亡	1	4	—	—	—	5	10	10
	逃 亡	—	—	—	—	—	—		
	不 明	—	—	—	—	—	—		
d (4 回)	死 亡	4	1	—	1	—	6	14	12
	逃 亡	—	—	—	—	—	—		
	不 明	—	—	—	1	—	1		

第 88 表 8 月 1 日と 8 月 31 日の給餌回数別肥満度（1958年 8 月 1 日から 9 月 19 日までいけす網内  
において種々の回数で 0 年魚に飽食するまで餌料を給与して飼育した場合）。

実験区	日 付	肥 満 度	
		8 月 1 日	8 月 31 日
a (1 回)		14.724	15.778
b (2 回)		14.584	17.092
c (3 回)		13.956	17.064
d (4 回)		14.823	17.841

区のものでは肥満度も小さいことがわかる。

考 察 以上述べた結果から，a 区のものとは b, c, d の各区のものとの間にかかなり大きな相違がみられた。すなわち 1 日 1 回飽食するまで給餌する区のものでは 1 日 2 ~ 4 回飽食するまで給餌する区のものにくらべ日間給餌率が小さく，成長度も小さく餌料効率が高く，減耗率も小さかった。

1日2回, 3回, 4回飽食するまで給餌する区のものの間では大差はないが, 1日2回給餌する区 (b区) のものは成長度はやや低いが餌料効率高く, また, 減耗率も低い。1日4回給餌する区 (d区) のものは成長度は大きい餌料効率が低く, 死亡率も高い。1日3回給餌する区 (c区) のものはその中間である。餌料がむだにならぬように注意して飽食するまで給餌した場合の給餌量で, ほぼ摂餌量を推定できるので, 1日1回の給餌区 (a区) のものでは日間給餌率が低く, したがって, 摂餌量が小さく十分成長するだけの餌料を摂取できないものと思われる。それゆえ, 1日1回の飽食給餌だけでは不足であるから, 少なくとも2回以上給餌するが必要であると考えられる。体重 200g 以上の個体では3回以上は回数が増しても体重の増加は大きく望めないが, 高水温の時飽食するまで何回も (3回以上) 給餌すると多少の体重の増加はみられてもかえって死亡率が増加し, 餌料効率が減少する傾向にあることがわかる。

#### 4.3.4.3.2 実験番号Ⅱの実験 (1回の飽食量を分けて給餌する場合)

水 温 実験期間中の水温は第84表の第3期までに示したように, 午前10時の表層水温の最低は第3期 (8月21~30日) の26.8°C 最高も第3期の29.8°C であった。

日間給餌率 給餌量は各実験区はいずれも等量としたが, 実験期間中に減耗があったために日間給餌率は第89表に示したようになった。

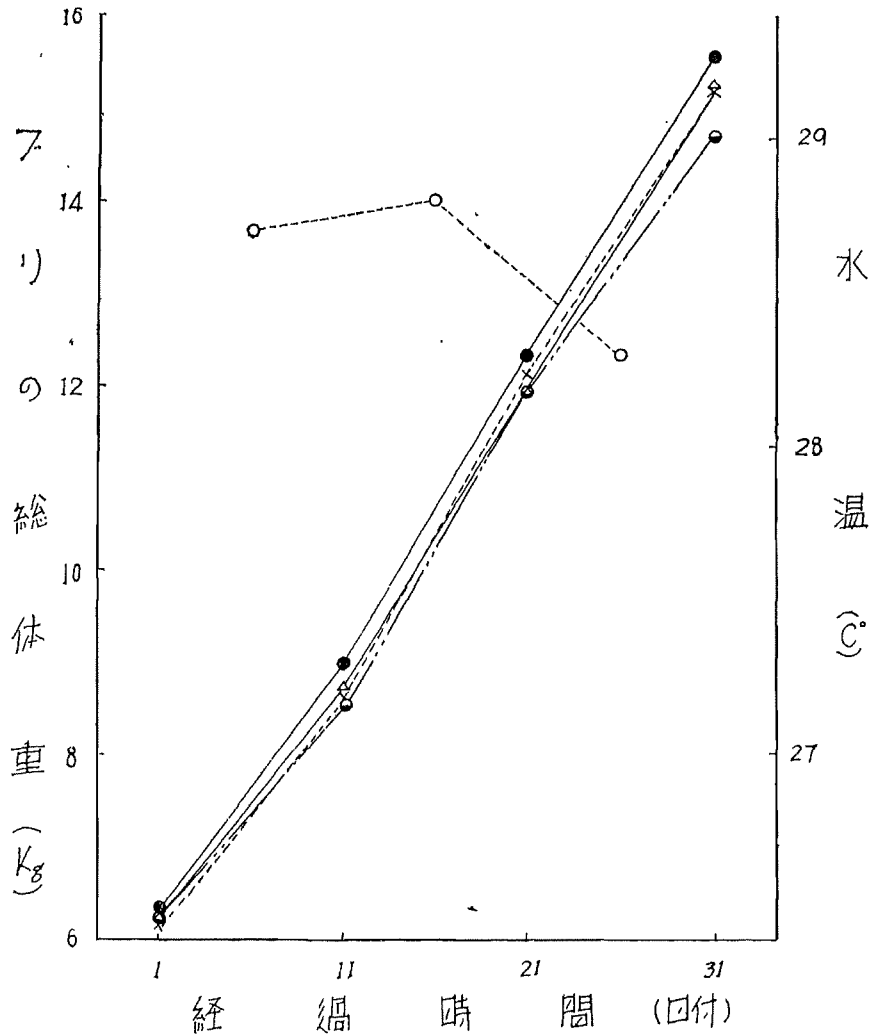
第 89 表 給餌回数別日間給餌率 (1958年8月1月から8月30日まで30日いけす網内において, 一定餌量を種々の回数に分けて0年魚に給与した場合)。

実 験 区	実 験 期 間	日 間 給 餌 率		
		第 1 期 8月1日 ~ 8月10日	第 2 期 8月11日 ~ 8月20日	第 3 期 8月21日 ~ 8月30日
a	(1 回)	0.1564	0.1399	0.1172
e	(2 回)	0.1511	0.1334	0.1101
f	(3 回)	0.1529	0.1357	0.1138
g	(4 回)	0.1636	0.1565	0.1298

成 長 量 実験期間中の各実験区の供試魚の総体重の変動を第70図に示す。

第70図から, e区のもの増重が最も大きく, a区のもの増重が最も小さいことがわかる。

増 重 倍 率 実験開始時 (8月1日) における供試魚の総体重に対する終了時 (8月31日) の体重増加量の割合 (増重倍率) は e区のもの最高で 1.4564, ついで f区のもの1.4558, g区のもの1.4215であり, 最小のものは a区のもの1.3401 であった。



第70図 給餌回数別の供試魚の総体重の変動（1958年8月1日から8月30日まで、いけす網内において一定餌量を種々の回数にわけて0年魚に給与して飼育した場合）。●，a区1日1回給餌；●，e区1日2回給餌；×，f区1日3回給餌；△，g区1日4回給餌；○，午前10時の平均水温。

餌料効率 実験期間中の各実験区のもの餌料効率を第90表に示す。

第90表からわかるように、実験期間中全期を通じた餌料効率はe区のもの最高で、ついでf区のもの、g区のもの順でa区のもの最小であった。すなわち、1日1回飽食するまで給与する量を2回、3回および4回に分けて与えた場合には2回の場合が餌料効率は最大で、ついで3回、4回、1回の順に小さくなることわかる。

減耗率 実験期間中の各実験区の供試魚の減耗の状況を第91表に示す。

第91表からわかるように、g区のもの減耗が多いが、これは不明の原因によるものが主でおそらく逃亡したものと思われる。死亡は2個体あるが、いずれも網目に刺されて外傷によって死亡し

第 90 表 給餌回数別・実験期別の餌料効率 (1958年 8月 1日から 8月 30日までいけす網内において一定餌量を種々の回数に分けて 0年魚に給与して飼育した場合)。

実 験 区	実験 期間	餌 料 効 率			
		第 1 期 8月 1日～ 8月 10日	第 2 期 8月 11日～ 8月 20日	第 3 期 8月 21日～ 8月 30日	全 期
a	(1回)	0.198	0.239	0.177	0.204
e	(2回)	0.232	0.235	0.208	0.224
f	(3回)	0.240	0.226	0.197	0.219
g	(4回)	0.214	0.226	0.212	0.217

たものである。本実験期間中の死亡率は各実験ともにきわめて低かった。

第 91 表 給餌回数別・実験期別の減耗の状況 (1958年 8月 1日から 8月 30日まで、いけす網内において一定餌量を種々の回数に分けて給与し、0年魚を飼育した場合)。

実 験 区	実験 期間	減耗原因	減 耗 尾 数				減 耗 率 (%)	死 亡 率 (%)
			第 1 期 8月 1日～ 8月 10日	第 2 期 8月 11日～ 8月 20日	第 3 期 8月 21日～ 8月 30日	計		
a (1回)		死 亡	—	1	—	1	2	2
		逃 亡	—	—	—	—		
		不 明	—	—	—	—		
e (2回)		死 亡	—	—	—	—	—	—
		逃 亡	—	—	—	—		
		不 明	—	—	—	—		
f (3回)		死 亡	—	—	—	—	2	—
		逃 亡	—	—	—	—		
		不 明	—	1	—	1		
g (4回)		死 亡	—	1	1	2	22	4
		逃 亡	—	—	—	—		
		不 明	7	2	—	9		

考 察 以上述べた結果から、1日1回飽食するまで給与した場合の給餌量を2回、3回および4回に分けて給餌した場合には、2回に分けた場合(e区)がブリの体重増加において最大で、餌料効率も最も高く、死亡率が低いことがわかる。ついで3回に分けた場合(f区)および4回に分けた場合(g区)では、体重増加量と餌料効率が大きく、1回の場合では体重増加量、餌料効率

ともに最小であった。この原因について考察するに、一定量の餌を1回に飽食するまで給与された場合には、餌料の細片が食べ残されることもあって餌の損失が少なくなく、また、体内に一時に多量の餌が摂取されるため消化率が低下し、ここでも若干の餌の損失があるのではないかと考えられる。1回の飽食量を3～4回に分けて給与する場合2回に分けて与えるよりも成長度や餌料効率が小さい原因は、給餌回数が多いので餌料を細分し過ぎる結果となり、給餌の際、ブリが摂餌をはじめまで流失による餌の損失が2回の場合より大きく、また摂餌動作のために費す魚体エネルギーも2回の場合より大きく、さらに3～4回摂餌するよりも2回摂餌する方が消化のために適しているためではないかと思われる。とにかく1回の飽食量を3～4回に分けて給餌しても2回に分けて給餌するよりも良好な成長を望めないから、2回に分けて与える方法が成長には最も適当と思われる。

#### 4.3.4.3.3 実験番号Ⅲの実験（消化速度の調査）

##### I) 魚体重の10%の餌料を給与した場合

1958年7月22～23日の2日間および26～27日の2日間本学いけす網養殖場において、平均体重95g、平均体長18.3cmの0年魚に体重の10%のマアジ切断肉を餌料として給与し、約2時間ごとに3～4個体ずつとりあげ、胃内残存餌料の重量を測定した。各測定ごとに胃内の餌料の平均値を求め魚体重に対する割合を算出した結果を第71図に示す。実験期間中の表層水温は最高28.5°C、最低27.3°Cであった。

第71図からわかるように、胃内の餌料は4時間後には半減し、6時間半以後にはほとんど消化して腸へ送出されている。6時間半以後に胃内に残存した餌料は骨・眼球などで肉はほとんど見当たらなかった。

##### II) 飽食するまで餌料を給与した場合

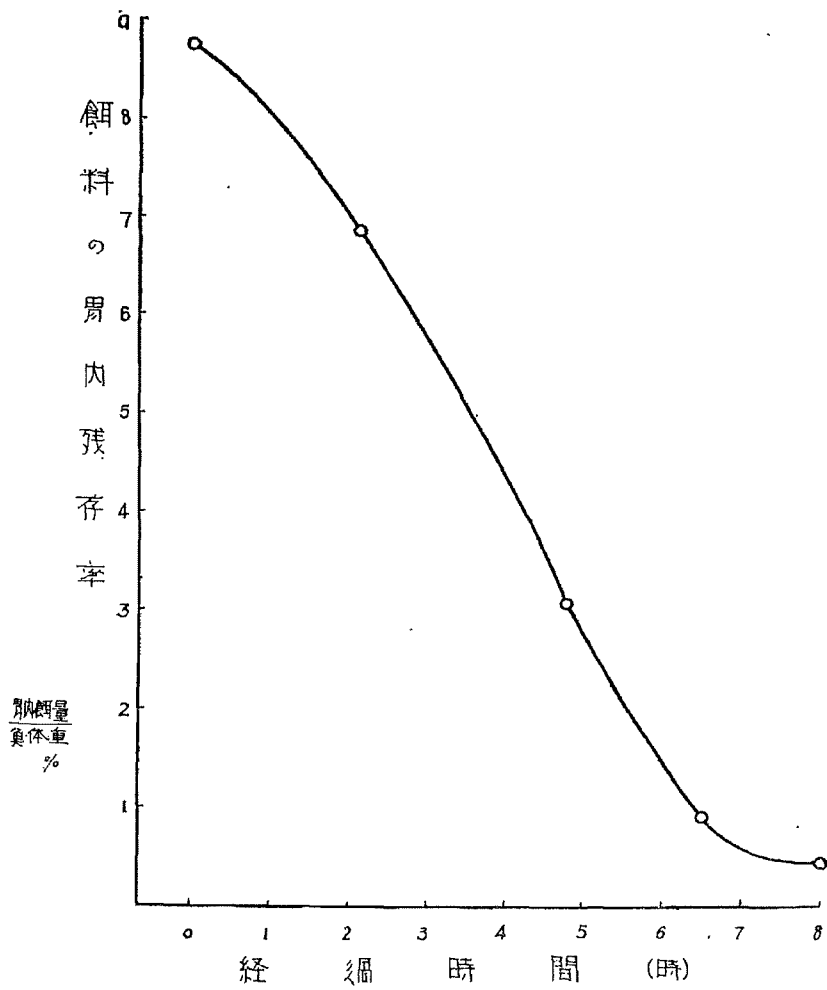
1958年8月28日いけす網養殖場において養殖中の平均体重138g、平均体長22.0cmの0年魚にマアジ切断肉餌料を飽食するまで給与し1時間ごとに取り上げて胃内に残存している餌料の重量を測定した。各測定ごとに餌量の平均値を求め魚体重に対する割合を算出した結果を第72図に示す。

実験期間中の表層水温は最高28.0°C、最低27.5°Cであった。

第72図からわかるように、飽食するまで餌料を給与した場合には胃内の餌料は約5時間後に半減し、9時間後にもなお一部が残存している。

##### III) 考 察

ブリにマアジの切断肉を餌料として給与した場合の消化速度は、水温・摂餌量・魚体の大きさなどに関係があるが、体重100g内外の当年魚においては、給餌率が体重の10%の場合には、水温27～

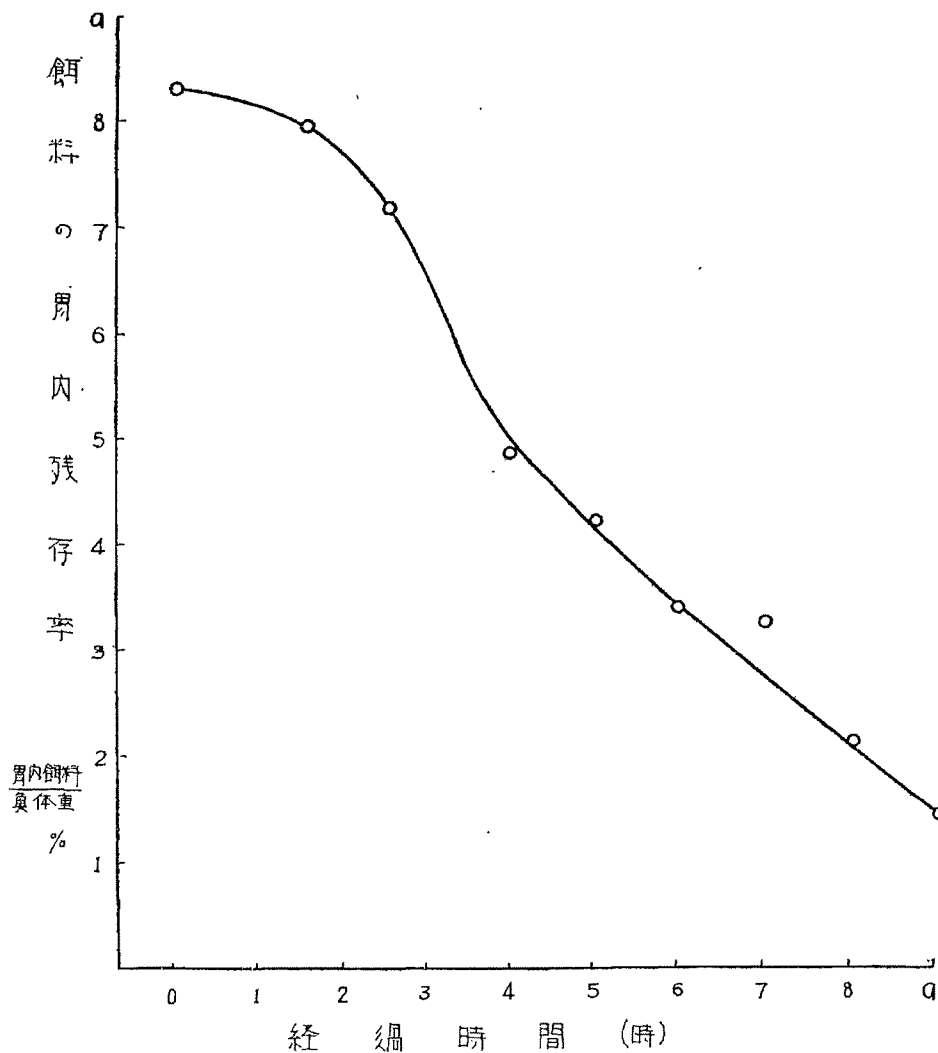


第 71 図 ブリの餌料消化速度 (0 年魚に体重の10%のマアジ切断肉を餌料として給与した場合のブリの胃内残存餌料の変化)。

28°C の範囲ではおよそ 4 時間後に半分が胃において消化されて腸へ送り出され、8 時間後には骨・眼球などを除きほとんど消化するものと考えられる。また、飽食するまで給与された場合には摂餌量が多いため半分消化するために約 5 時間を要し、9 時間後においてもなお若干の未消化物が残存するものと考えられる。

#### 4.3.4.4 論 議

飽食するまで餌料を給与した場合には、1 日 1 回の給餌を行なう実験区のものには 1 日 2～4 回給餌する実験区のものに比べ成長が劣っていた (実験番号 I)。飽食するまで給餌されたブリの胃内の餌料は 9 時間後には大部分が消化される (実験番号 III) ことから考えて 1 日 1 回の給餌ではつぎの給餌までの時間が長すぎるのがわかる。また、1 日 3 回給餌する場合には、およそ 6 時間以内の間隔で給餌せねばならないが、給餌後 6 時間ではまだブリの胃には前回摂取した餌料がおよそ



第 72 図 プリの餌料海化速度。(0年魚に飽食するまでマアジ切断肉を餌料として給与した場合のブリの胃内残存餌料の変化)。

に残っている。また、1日4回給餌する場合には、およそ4時間の間隔で給餌せねばならないが、給餌後4時間のブリの胃には前回の給餌の際の摂取した餌料が半分以上残っている。このように前回給餌した餌量が多量に残存しているところへさらに飽食するまで給餌する場合には餌料効率は低下し、死亡魚も生じやすい。実験番号Iの3回および4回給餌した実験区のものが1日2回給餌した実験区のものにくらべ、餌料効率が劣り、死亡率が高かったのはこのためと考えられる。2回給餌の場合には給餌の間隔をおよそ12時間にする事ができる。飽食するまで摂取した場合においても、9時間後には大部分消化されているから、12時間後には未消化物は胃内にはほとんど残存しないと考えられる。したがって空腹になって間もなくつぎの餌料が給与されることとなり、ブリの健康上にもよく、餌料も損失が少ないと考えられる。実験番号Iの2回給餌区の餌料効率が高く、死

亡率が少なく、成長もかなりよかったのはこのためであろう。1回の飽食量を2～4回に分けて与えた場合（実験番号Ⅱ）3回および4回の実験区が2回の実験区にくらべ、死亡率にほとんど差がなかった理由は3～4回給餌の場合は給餌の間隔は短いが生餌量が少いので、消化時間が短く、ブリの健康上支障がなかったものと思われる。

以上述べたことから、体重120～460gの0年魚を水温26～30°Cの範囲において、マアジを餌料として飽食するまで給与して養殖する場合には1日2回の給餌が成長もよく、餌料効率が高く、死亡率が低く最も経済的である。しかし、魚体の大小が直接価格に大きな影響があり、餌料効率の低下や死魚の増加をぎせいにしても、魚体の増重をはかる方が有利な場合にはブリの健康に注意して給餌回数を増加することが事業経営上望まれることもあろう。1日1回飽食するまで餌料を給与するよりは、同量を1日2回に分けて与える方がブリの成長には適当である。

#### 第4節 成長に伴う日間摂餌率・日間成長率・増重倍率・餌料効率・ 減耗率の変化

##### 4.4.1 ま え が き

ブリの0年魚の養殖は1928年以来ハマチ養殖として香川県をはじめ瀬戸内海沿岸において事業として行なわれ（松本，1935），また愛知県においても養殖試験がなされ（愛知水試，1936～1938），その成長についての報告はあるが、成長に伴う日間摂餌率・日間成長率・餌料効率などの変化についての研究はほとんど見当たらない。そこで筆者は1954年から1960年まで毎年近大第1養魚場およびいけす網養殖場においてブリの0年魚を飼育し、成長量・日間摂餌率・餌料効率・減耗率などを検討した。最近、HATANAKAら（1958）は水槽内において、また、楠田（1959）はいけす網内において0年魚の飼育実験を行ない、橋高（1959）は福良および尾鷲の養魚資料に基づいて、0年魚の成長について検討を加えている。

1年魚の養殖は事業としてはほとんど行なわれず、その研究もほとんど見当たらないので、筆者（1959）は1954年近大第1養魚場において養殖した0年魚200尾を越年させ、引き続き第1養魚場および第2養魚場において養殖した。また、1957～1958年，1958～1959年，1959～1960年と3回にわたり毎年いけす網内において0年魚を越年させて、成長量・日間摂餌率・日間成長率・餌料効率・減耗率などを検討した。最近、三木・高芝（1960）は尾鷲湾において1年魚をいけす網内で養殖し、その成長について検討を加えている。

2年魚以上のブリの蓄養については、田中（1931）が朝鮮洛山湾において、また、福井県水産試



験場（1935）が福井県常神湾において、それぞれ夏ブリの蓄養試験を行なったことがあるが、蓄養中の体重の増加はみられなかった。

筆者は1958～1959年および1959～1960年の2回いけす網内において養殖した1年魚を越年させ、2年魚として養殖し、その成長量・日間摂餌率・日間成長率・餌料効率・減耗率を検討した。さらに、それらを毎年越年させ3年魚、4年魚として養殖して、その成長量・日間摂餌率・日間成長率・餌料効率・減耗率を検討した。

#### 4.4.2 実 験 方 法

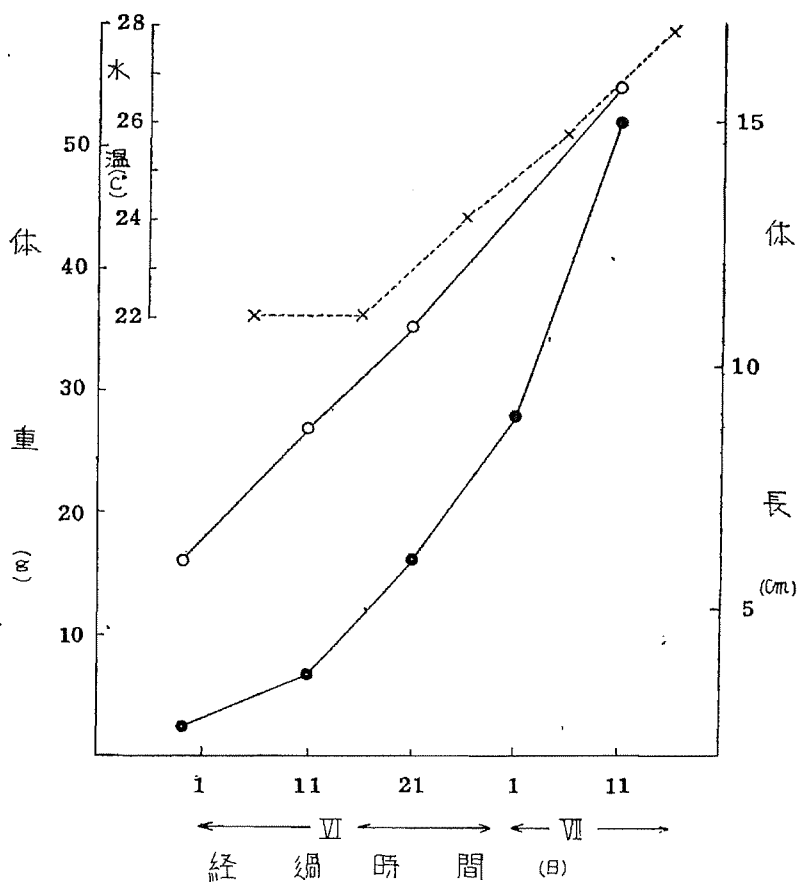
熊野灘沿岸および高知県沖で漁獲された稚魚を白浜町古賀浦湾に輸送し、いけす網内（3.6m × 3.6m × 2.4m）に収容して餌付けを行ない、10～11日ごとに体重および体長を測定した。体重70～110gに成長した稚魚は本学第1養魚場（面積46,544m<sup>2</sup>）に大部分を放養し、残部は引き続きいけす網内（3.6m × 3.6m × 2.4m および 7.2m × 7.2m × 2.4m）において養殖した。第1養魚場では10～11日ごとに任意に100尾ずつ取りあげて生きているまま体重および体長を測定し、個体によっては体高および体幅を測定した。いけす網養殖場で多数の個体を養殖している場合には任意に100尾ずつ取りあげ、少数の場合には全部の個体を取りあげて生きているまま体重および体長を測定した。

餌料には、マアジ・カタクチイワシ・サンマなどを主として用いたが、いけす網によっては同一種類ばかりを与えたものもある。養殖魚の大部分は12月末から翌年3月までの間に取りあげて出荷したが、一部のものは越年させて1年魚まで飼育した。1956年産のブリの一部は越年させて1年魚とし、さらに、引続いて1960年まで飼育した。また、1957年産、1958年産のものも毎年越年させて1960年まで毎日飽食するまで給与して飼育した。飼育期間中にはそれぞれ10～15日ごとに全部の個体について体重を測定し、また、個体によっては体長も測定して、成長度、餌料効率・減耗率を調査した。なお、日間摂餌率は日間給餌率によってほぼ推定される。そこで、本実験では日間摂餌率の代わりに飽食給与した場合の日間給餌率を用いることとする。

#### 4.4.3 実 験 結 果

##### 4.4.3.1 稚 魚

5月22～23日に高知県沖で漁獲された稚魚を5月25日に白浜町古賀浦湾へ輸送し、いけす網内に収容してマアジ粉碎肉を給与して7月11日まで飼育した。いけす網は長さ3.6m × 幅3.6m × 深さ2.4m（面積約13m<sup>2</sup>）の大きさで、網地には最初6本格120経のクレモナモジ網を用い、成長に伴って6本格80経のクレモナもじ網、18本格14節の旭鱗漁網などを用いた。第73図は実験期間中のブリ稚魚の平均体重および平均体長の変化を示したものである。



第 73 図 ブリ稚魚の平均体重および平均体長の変化 (1960年5月30日から7月11日までいけす網 (3.6m × 3.6m × 2.4m) 内においてマアジ粉碎肉を給与して飼育した場合); ●, 体重; ○, 体長; ×, 10時半表層水温。

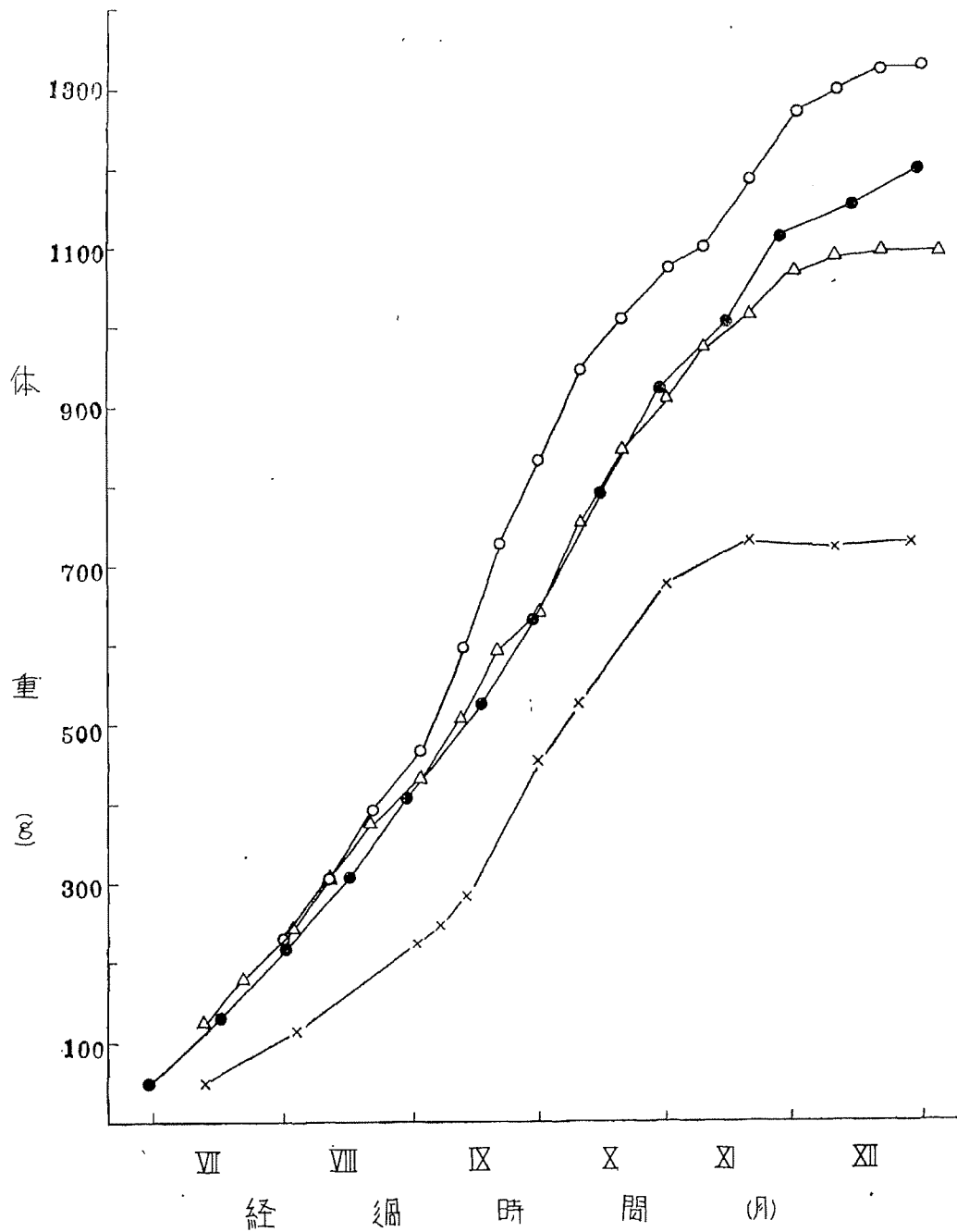
第 73 図からわかるように、5月30日には平均体重 2.7g, 平均体長 6.0cm であったが、7月11日には平均体重 51.9g, 平均体長 15.7cm に成長した。このいけす網に5月30日に4,000尾の個体を収

第 92 表 ブリ稚魚の日間給餌率・日間成長率・餌料効率 (1960年5月30日から7月11日までいけす網 (3.6m × 3.6m × 2.4m) 養殖場においてマアジ粉碎肉を給与して飼育した場合)。

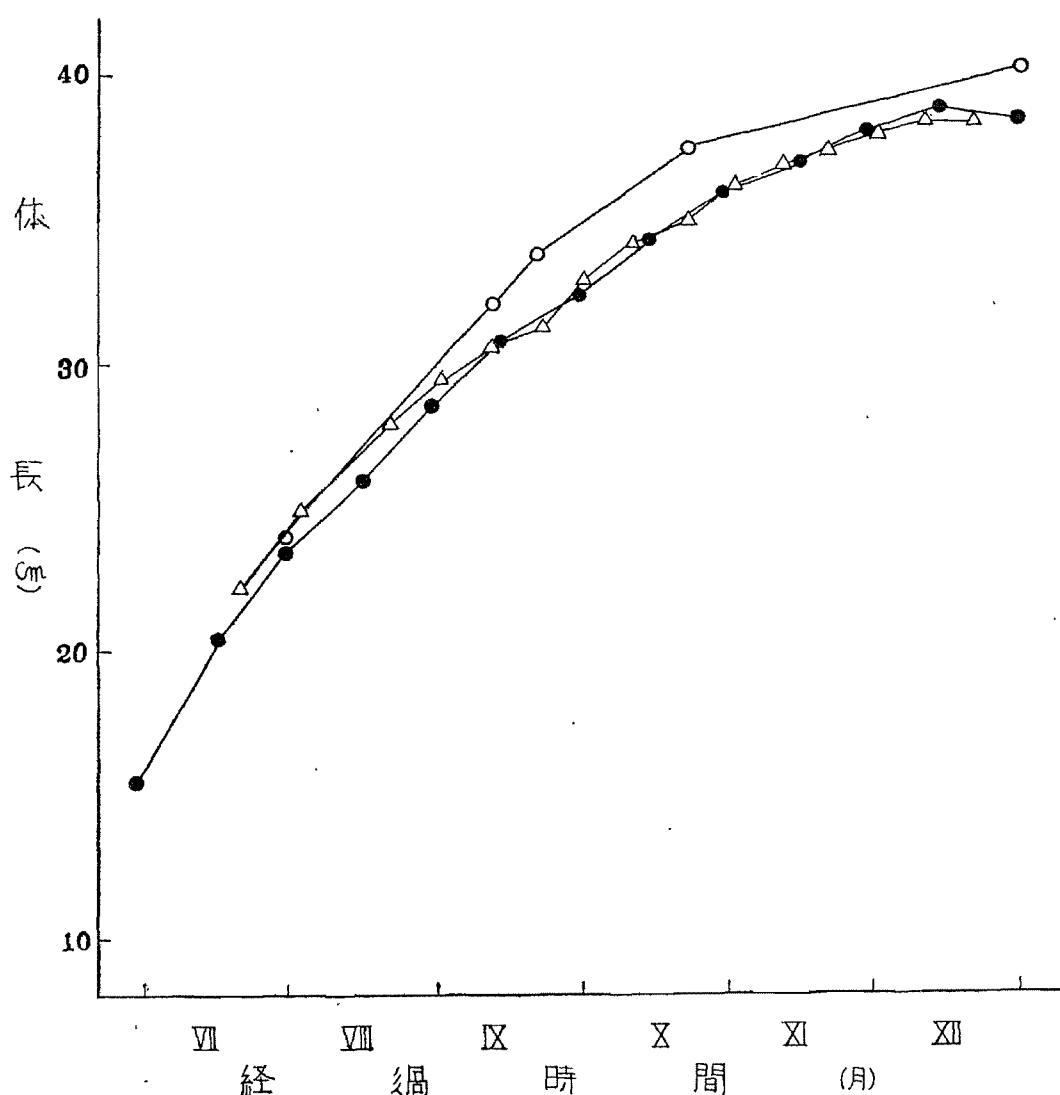
期 月 日	間 月 日	日 間 給 餌 率	日 間 成 長 率	餌 料 効 率
5.30 ~	6.10	0.505	0.0729	0.1354
6.11 ~	20	0.407	0.0800	0.1980
21 ~	30	0.348	0.0536	0.1542
7.1 ~	10	0.434	0.0602	0.1442

容したが、7月11日には3,391尾生存し、減耗率は23.6%であった。そのうち、確認した死亡数は335尾で死亡率は8.4%であった。この実験期間中の日間給餌率・日間成長率・餌料効率は92表に示されたとおりである。

第92表からわかるように、日間給餌率はしだいに減少する傾向にあるが、肥満度は5月30日12.500、6月11日12.908、6月21日13.178、7月11日13.489であってしだいに増大する傾向が認められる。餌料効率が比較的低いのは粉碎肉のためであると思われる。



第74図 0年魚飼育中の平均体重の変化。○, 1960年いけす網 (52m<sup>2</sup>) 内; ●, 1958年いけす網 (13m<sup>2</sup>) 内; △, 1958年第1養殖場; ×, 1954年第1養殖場でそれぞれ養殖した場合。



第75図 0年魚飼育中の平均体長の変化。○, 1960年いけす網 (52m<sup>2</sup>) 内; ●, 1958年いけす網 (13m<sup>2</sup>) 内; △, 1958年第1養魚場; ×, 1954年第1養魚場でそれぞれ養殖した場合。

#### 4.4.3.2 0年魚

第74図は1957年および1958年第1養魚場で、また、1958年面積13m<sup>2</sup>(3.6m×3.6m×2.4m)のいけす網で、さらに、1960年には52m<sup>2</sup>(7.2m×7.2m×2.4m)のいけす網内で、それぞれ0年魚を飼育した場合の平均体重の変化を示したものである。

また、第75図は同じく平均体長の変化を示したものである。

第74図および第75図からわかるように、0年魚の成長は養殖場や養殖法の相違によってかなりの差異が認められるが、傾向としては夏から秋の高水温時に成長が盛んであり、冬季の水温が低下した場合には成長が悪く体重が減少することが認められる。本学で養殖した0年魚のうちで12月末までに最も成長したものは体重1,650gであった。

第93表は1958年6月30日から1959年3月31日までいけす網養殖場(3.6m×3.6m×2.4m)で0年

第 93 表 0年魚飼育中における実験期間ごとの平均体重・日間給餌率・日間成長率・餌料効率  
(1958年6月30日から1959年3月31日までいけす網養殖場(3.6m×3.6m×2.4m)  
において、マアジを餌料として飽食するまで給与して養殖した場合)。

実験期間	平均体重 (g)	日間給餌率	日間成長率	餌料効率
1958年 6月30日～7月15日	90	0.263	0.0627	0.2318
7.16～30	173	0.161	0.0321	0.2171
7.31～8.14	258	0.132	0.0228	0.1724
8.15～29	253	0.113	0.0100	0.1684
8.30～9.13	464	0.128	0.0175	0.1370
9.14～28	577	0.088	0.0120	0.1318
9.29～10.13	711	0.072	0.0154	0.2147
10.14～29	857	0.069	0.0093	0.1337
10.30～11.13	960	0.046	0.0056	0.1214
11.14～28	1,057	0.048	0.0071	0.1555
11.29～12.13	1,132	0.033	0.0022	0.0663
12.14～28	1,173	0.029	0.0021	0.0866
1959年 12.29～1.12	1,198	0.007	0.0003	0.0420
1.13～27	1,194	0.003	-0.0007	-0.1940
1.28～2.11	1,188	0.006	0	0
2.12～26	1,223	0.021	0.0041	0.1793
2.27～3.16	1,295	0.021	0.0033	0.1570
3.17～31	1,362	0.029	0.0029	0.0992
全 期		0.046	0.0068	0.1408

魚にマアジを餌料として、夏季から初冬まで（1月3日まで）は1日2回、冬季は1日1回飽食するまで給与して飼育した場合の実験期間ごとの平均体重、日間給餌率、日間成長率および餌料効率を示したものである。

第93表からわかるように、日間給餌率は成長と水温低下に伴って低下し、冬季1月中旬～下旬に最低となり、春になると再び増大する傾向がある（第36図参照）。また、日間成長率も7～8月ごろはきわめて高いが、魚体の成長と水温の低下に伴って低下し、1月に最低となり、春になると増大する傾向がある（第38図参照）。餌料効率も同様に成長と水温低下に伴って低下し、春になると増大する傾向があるが、摂餌率や成長率ほど顕著ではない。冬季の低温時を除けば成長とともに徐々に低下する傾向がみられ、温度低下による影響は摂餌率や成長率ほど大きくない。（第38図参照）

#### 4.4.3.3 1 年 魚

第94表は1958年5月29日から1959年3月31日までいけす網養殖場（3.6m×3.6m×2.4m）において、1年魚にマアジを餌料として飽食するまで給与して飼育した場合の実験期間ごとの平均体重・日間成長率・餌料効率を示したものである。

また、第95表は1959年4月1日から1960年3月30日までいけす網養殖場（3.6m×3.6m×2.4m）において、1年魚に餌料としてマアジを飽食するまで給与して飼育した場合の実験期間ごとの平均体重、日間給餌率、日間成長率および餌料効率を示したものである。

第94表および第95表からわかるように、体重の増加は夏季および秋季に著しい。日間給餌率および日間成長率も夏季および秋季には大きいですが、それは魚体の成長と水温の低下に伴って減少し、冬季の12～2月に最低となり、春とともに再び増大する傾向がみられる。

餌料効率は盛夏にはやや低下するが、秋季には高く、冬季の12～2月には再び低下するが、春になるとまた増大する傾向がみられる（38図参照）。

減耗は *Benedenia seriola* を駆除する際の死亡を除いてはきわめて少ない。1958年の場合では、6尾の養殖魚のうち2尾が死亡したが、その原因はすべて *Benedenia seriola* の駆除の際の事故によるものである。1959年の場合では、26尾の養殖魚のうち3尾の減耗があったが、そのうちの2尾は死亡であった。死亡の原因は前年と同様 *Benedenia seriola* の駆除作業のときの事故によるものであった。

1年魚の1年間を通じた場合の日間給餌率は1958年の実験では0.038であった。同じく日間成長率については、1958年の実験では0.0034、1959年のそれでは0.0025であった。また餌料効率は1958年の実験では0.0962、1959年のそれでは0.0771であった。

第 94 表 1 年魚飼育中の実験期間ごとの平均体重，日間給餌率，日間成長率および餌料効率  
 (1958年5月から1959年3月までいけす網養殖場(3.6m×3.6m×2.4m)において，マアジを餌料として飽食するまで給与した場合)。

実験期間	平均体重 (g)	日間給餌率	日間成長率	餌料効率
1958年 5月29日～6月14日	1,099	0.047	0.0010	0.0976
6.15 ~ 30	1,208	0.064	0.0106	0.1530
7. 1 ~ 15	1,375	0.067	0.0064	0.1005
16 ~ 30	1,499	0.066	0.0053	0.0743
31 ~ 8.14	1,622	0.068	0.0059	0.0874
8,15 ~ 29	1,746	0.056	0.0040	0.0701
30 ~ 9.13	1,847	0.071	0.0036	0.0511
9.14 ~ 28	1,928	0.047	0.0021	0.0463
29 ~10.13	2,064	0.050	0.0068	0.1345
10.14 ~ 29	2,304	0.051	0.0073	0.1437
30 ~11.13	2,547	0.043	0.0053	0.1324
11.14 ~ 28	2,722	0.040	0.0032	0.0812
29 ~12.13	2,862	0.035	0.0035	0.1008
12.14 ~ 28	3,000	0.026	0.0028	0.1066
1959年 29 ~ 1.12	3,063	0.013	0.0013	0.1057
1.13 ~ 27	3,116	0.005	-0.0004	-0.0847
28 ~ 2.11	3,119	0.010	0.0005	0.0532
2.12 ~ 26	3,191	0.020	0.0025	0.1236
27 ~ 3.16	3,309	0.013	0.0020	0.0820
3.17 ~ 31	3,390	0.011	0.0009	0.0793
全 期		0.033	0.0034	0.0962

第 95 表 1 年魚飼育中の実験期間ごとの平均体重・日間給餌率・日間成長率・餌料効率 {(1959年 4 月から1960年 3 月までいけす網養殖場 (3.6m×3.6m×2.4m) において, マアジを餌料として飽食するまで給与した場合)}。

実験期間	平均体重 (g)	日間給餌率	日間成長率	餌料効率
1959年 4月1日～15日	1,434	0.027	0.0039	0.1442
16～30	1,494	0.029	0.0017	0.0587
5. 1～15	1,582	0.042	0.0058	0.1396
16～30	1,712	0.038	0.0051	0.1326
31～6.14	1,845	0.044	0.0045	0.1040
6.15～30	1,932	0.043	0.0015	0.0361
7. 1～15	2,013	0.045	0.0038	0.0733
16～30	2,133	0.055	0.0039	0.0686
31～8.14	2,277	0.052	0.0047	0.0907
8.15～29	2,418	0.052	0.0033	0.0615
30～9.13	2,573	0.052	0.0049	0.0900
9.14～10. 2	2,795	0.054	0.0048	0.0931
10. 3～17	2,981	0.046	0.0026	0.0574
18～11. 1	3,049	0.037	0.0004	0.0115
11. 2～16	3,149	0.038	0.0038	0.1000
17～12. 1	3,327	0.031	0.0035	0.1128
12. 2～16	3,412	0.024	-0.0001	-0.0059
17～28	3,444	0.023	0.0017	0.0764
1960年 29～1.15	3,560	0.018	0.0025	0.1350
1.16～30	3,598	0.008	-0.0015	-0.1934
31～2.14	3,592	0.008	0.0013	0.1651
2.15～29	3,642	0.011	0.0006	0.0494
3. 1～15	3,773	0.025	0.0041	0.1650
16～30	3,850	0.014	-0.0013	-0.0922
全 期		0.038	0.0025	0.0771



#### 4.4.3.4 2 年 魚

第96表は1958年5月から1959年3月まで11カ月間いけす網養殖場(7.2m×7.2m×2.4m)において、マアジを餌料として飽食するまで給与して、2年魚を飼育した場合の実験期間ごとの平均体重、日間給餌率を示したものである。また、第97表は1959年4月から1960年3月まで1カ年間いけす網養殖場(3.6m×3.6m×2.4m)において、マアジを餌料として飽食するまで給与し、2年魚を飼育した場合の実験期間ごとの平均体重、日間給餌率、日間成長率および餌料効率を示したものである。

また、第98表は1960年4月から1961年3月まで約1カ年間いけす網養殖場(3.6m×3.6m×2.4m)において、マアジを餌料として飽食するまで給与して2年魚を飼育した場合の実験期間ごとの平均体重、日間給餌率、日間成長率および餌料効率を示したものである。

第96表、第97表および第98表からわかるように、2年魚の体重は秋季に大きく増加するが、冬季および春季にはかえって減少する傾向がみられる。日間給餌率は夏季および秋季には大きい、冬季および春季には小さく、1年間を通じると1958年の実験においては0.029、1959年のそれでは0.023、1960年のものでは0.022であった。日間成長率は秋季に大きく、冬季および春季に小さい傾向がみられ、1年間を通じると1958年の実験では0.0028、1959年のそれでは0.0010、1960年のものでは0.0010であった。餌料効率も秋季に高く、冬季および春季に低い傾向がみられ、1年間を通じると1958年の実験では0.0788、1959年の例では0.0403、1960年のものでは0.0463であった。減耗率については1958年の実験で8尾の養殖魚のうち1尾が死亡したが、1959年の例では減耗は全くなく、1960年のものでは13尾の供試魚中 *Benedenia seriolae* 駆除の際1尾の死亡があった。

#### 4.4.3.5 3 年 魚

第99表は1959年4月から1960年3月まで約1カ年間いけす網養殖場(7.2m×7.2m×2.4m)において、マアジを餌料として飽食するまで給与して3年魚を飼育した場合の実験期間ごとの平均体重、日間給餌率、日間成長率および餌料効率を示したものである。また、第100表は1960年4月から1961年3月まで約1カ年間いけす網養殖場(3.6m×3.6m×2.4m)において、マアジを餌料として飽食するまで給与して3年魚を飼育した場合の実験期間ごとの平均体重、日間給餌率、日間成長率を示したものである。

第99表および第100表からわかるように、3年魚の体重は秋季にいちじるしく増加するが、春季にはかえって減少することが認められる。日間給餌率は夏季および秋季に大きく、冬季および春季に小さい傾向がみられ、1年間を通じると1959年の実験では0.021、1960年の実験では0.022であ

第 96 表 2 年魚飼育中の実験期間ごとの平均体重, 日間給餌率, 日間成長率および餌料効率 (1958年 5 月から 1959 年 3 月までいけす飼養殖場 (7.2m×7.2m×2.4m) において, マアジを餌料として飽食するまで給与した場合)。

実験期間	平均体重 (g)	日間給餌率	日間成長率	餌料効率
1958年 5月3日～5月28日	2,274	0.044	0.0106	0.1684
5.29～6.14	2,580	0.041	0.0012	0.0284
6.15～30	2,673	0.051	0.0031	0.0617
7.1～15	2,826	0.054	0.0040	0.0742
16～30	2,906	0.052	-0.0021	-0.0042
31～8.14	2,954	0.043	0.0023	0.0158
8.15～29	3,079	0.049	0.0032	0.0647
30～9.13	3,193	0.053	0.0017	0.0300
9.14～28	3,374	0.045	0.0055	0.1225
29～10.13	3,670	0.051	0.0075	0.1107
10.14～29	4,022	0.048	0.0061	0.1213
30～11.13	4,384	0.040	0.0050	0.1323
11.14～28	4,689	0.044	0.0040	0.0916
29～12.13	4,933	0.031	0.0028	0.0894
12.14～28	5,146	0.026	0.0028	0.1107
1959年 29～1.12	5,324	0.015	0.0017	0.1165
1.13～27	5,365	0.007	-0.0007	-0.1098
28～2.11	5,422	0.012	0.0021	0.1706
2.12～26	5,531	0.016	0.0006	0.0372
27～3.16	5,531	0.007	-0.0005	-0.0705
3.17～31	5,474	0.007	-0.0008	-0.1208
全 期		0.029	0.0028	0.0788

第 97 表 2 年魚飼育中の実験期間ごとの平均体重, 日間給餌率, 日間成長率および餌料効率 (1959年 4 月から 1960 年 3 月までいけす網養殖場 (3.6m × 3.6m × 2.4m) において, マアジを餌料として飽食するまで給与した場合)。

実験期間	平均体重 (g)	日間給餌率	日間成長率	餌料効率
1959年 4月1日～ 15日	3,431	0.012	0.0005	0.0610
16～ 30	3,390	0.016	-0.0024	-0.1469
5.1～ 15	3,330	0.025	0	0
16～ 30	3,360	0.026	0.0012	0.0467
31～ 6.14	3,398	0.030	0.0003	0.0392
6.15～ 7.15	3,385	0.034	-0.0004	-0.0229
7.16～ 30	3,403	0.039	0.0015	0.0380
31～ 8.14	3,511	0.035	0.0027	0.0756
8.15～ 29	3,623	0.047	0.0015	0.0332
30～ 9.13	3,703	0.037	0.0014	0.0091
9.14～ 10.2	3,799	0.033	0.0016	0.0487
10.3～ 17	3,938	0.038	0.0027	0.0711
18～ 11.1	4,065	0.032	0.0015	0.0474
11.2～ 16	4,200	0.034	0.0028	0.0814
17～ 12.1	4,371	0.028	0.0026	0.0903
12.2～ 16	4,474	0.023	0.0006	0.0238
17～ 30	4,546	0.023	0.0017	0.0740
1960年 31～ 1.15	4,544	0.021	-0.0015	-0.0753
1.16～ 30	4,594	0.012	0.0031	0.2514
31～ 2.14	4,756	0.014	0.0016	0.1121
2.15～ 29	4,806	0.012	-0.0002	-0.0140
3.1～ 15	4,913	0.015	0.0031	0.1985
16～ 30	5,025	0.012	0	0
全 期		0.023	0.0010	0.0403

第 98 表 2 年魚飼育中の実験期間ごとの平均体重, 日間給餌率, 日間成長率および餌料効率 (1960年 3月31日から1961年 3月31日まで約 1 年間いけす網養殖場 (3.6m×3.6m×2.4m) において, マアジを餌料として飽食するまで給与した場合)。

実験期間	平均体重 (g)	日間給餌率	日間成長率	餌料効率
1960年 3月31日~4月14日	3,885	0.017	0.0025	0.1469
4.15 ~ 29	3,992	0.016	0.0012	0.0745
30 ~ 5.14	4,079	0.024	0.0014	0.0703
5.15 ~ 29	4,248	0.023	0.0039	0.1625
30 ~ 6.13	4,275	0.022	-0.0028	-0.1294
6.14 ~ 28	4,192	0.019	0.0024	0.0127
29 ~ 7.13	4,273	0.028	0.0023	0.0820
7.14 ~ 28	4,329	0.030	-0.0005	-0.0325
29 ~ 8.12	4,367	0.033	0.0017	0.0498
8.13 ~ 27	4,504	0.033	0.0025	0.0747
28 ~ 9.11	4,623	0.030	0.0010	0.0338
9.12 ~ 26	4,713	0.031	0.0015	0.0474
27 ~ 10.12	4,913	0.035	0.0037	0.1071
10.13 ~ 27	5,117	0.028	0.0015	0.0550
28 ~ 11.12	5,198	0.031	0.0006	0.1776
11.13 ~ 27	5,377	0.032	0.0039	0.1221
28 ~ 12.12	5,646	0.031	0.0027	0.0863
12.13 ~ 27	5,725	0.019	-0.0008	-0.0419
28 ~ 1961年 1.13	5,721	0.014	-0.0001	-0.0061
1.14 ~ 28	5,571	0.005	-0.0027	-0.5094
29 ~ 3.1	5,554	0.009	0.0010	0.1271
3.2 ~ 16	5,725	0.015	0.0017	0.1138
17 ~ 31	5,738	0.012	-0.0014	-0.1212
全 期		0.022	0.0010	0.0463

った。日間成長率は秋季には高いが, 冬季, 春季および夏季の前半に低い傾向があり, 1年間を通じると1959年の実験では0.0006, 1960年の例では0.0003であった。餌料効率は秋季および冬季のある時期には高いが, 春季および夏季の前半では低い傾向がみられ, 1年間を通じると1959年の実験では0.0295, 1960年の例では0.0124であった。減耗は1959年の実験では全くなかったが, 1960年の実験では1尾の死亡があった。それは *Benedenia seriolae* 駆除の際の死亡である。

#### 4.4.3.6 4 年 魚

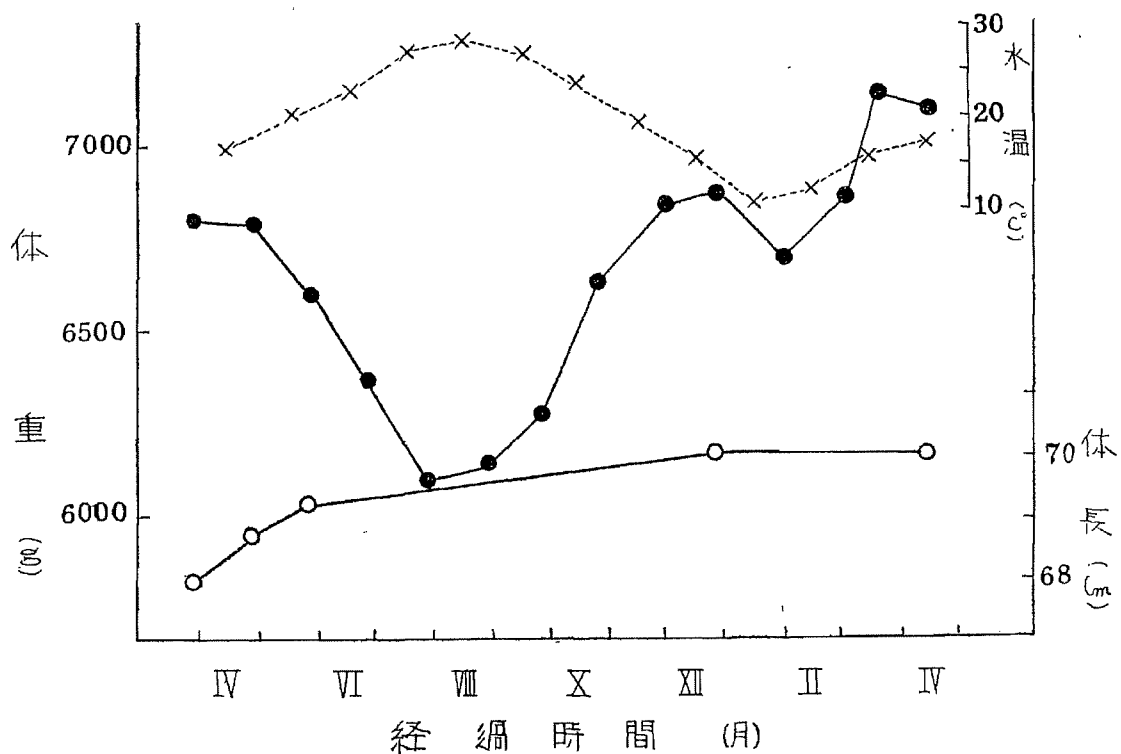
第76図は1960年4月から1961年3月まで1カ年間いけす網養殖場(7.2m×7.2m×2.4m)において、マアジを餌料として飽食するまで給与して4年魚を飼育した場合の平均体重および平均体長の変化を示したものである。

また、101表はその場合の平均体重、日間給餌率、日間成長率および餌料効率を示したものである。

第99表 3年魚飼育中の実験期間ごとの平均体重、日間給餌率、日間成長率および餌料効率〔1959年4月から1960年3月までいけす網養殖場(7.2m×7.2m×2.4m)において、マアジを餌料として飽食するまで給与した場合〕。

実験期間	平均体重 (g)	日間給餌率	日間成長率	餌料効率
1959年 4月1日～4月15日	5,428	0.005	-0.0003	-0.0755
16 ~ 30	5,343	0.011	-0.0018	-0.1609
5. 1 ~ 15	5,320	0.013	0.0009	0.0734
16 ~ 30	5,341	0.018	-0.0007	-0.0363
31 ~ 6.14	5,207	0.025	-0.0027	-0.0277
6.15 ~ 7.15	5,191	0.032	0.0011	0.0351
7.16 ~ 8.14	5,268	0.026	-0.0002	-0.0064
8.15 ~ 29	5,338	0.034	0.0025	0.0607
30 ~ 9.13	5,411	0.031	-0.0003	-0.0086
9.14 ~ 10. 2	5,467	0.029	0.0013	0.0445
10. 3 ~ 11. 1	5,549	0.034	0.0002	0.0053
11. 2 ~ 12. 1	5,844	0.029	0.0032	0.1105
12. 2 ~ 30	6,240	0.022	0.0013	0.0580
1960年 12.31 ~ 1.30	6,396	0.015	0.0004	0.0274
1.31 ~ 2.29	6,525	0.013	0.0009	0.0725
3. 1 ~ 30	6,707	0.012	0.0009	0.0803
全 期		0.021	0.0006	0.0295

第76図からわかるように、前年度まで3年魚としていけす網内において養殖したブリ7尾を引き続き4年魚としていけす網養殖場（7.2m×7.2m×2.4m）において養殖した場合の体重の増加は秋季に著しいが、春季および夏季前半には減少がみられる。第101表からわかるように、日間給餌率は夏季および秋季に大きく、冬季に小さい傾向がみられ、1年間を通じると0.018であった。日間成長率は秋季に大きく春季に小さい傾向がみられ、1年間を通じると0.001であった。餌料効率は秋季に高く、春季に低い傾向が認められるが、1年間を通じると0.0063であった。減耗はこの1年間には全くなかった。



第76図 4年魚飼育中の平均体重および平均体長の変化 {1960年4月から1961年3月までいけす網養殖場（7.2m×7.2m×2.4m）においてマアジを餌料として飽食するまで給与した場合}。●，体重；○，体長；×，10時半表層水温。

第 100 表 3年魚飼育中の実験期間ごとの平均体重, 日間給餌率, 日間成長率および餌料効率 {1960年4月から1961年3月までいけす網養殖場(3.6m×3.6m×2.4m)において, マアジを餌料として飽食するまで給与した場合}。

実験期間	平均体重 (g)	日間給餌率	日間成長率	餌料効率
1960年 3月31日～4月14日	5,013	0.013	-0.0003	-0.0262
4.15 ~ 29	5,013	0.015	0.0003	0.0221
30 ~ 5.14	5,063	0.023	0.0010	0.0432
5.15 ~ 29	5,081	0.022	-0.0005	-0.0219
30 ~ 6.13	4,994	0.018	-0.0018	-0.1020
6.14 ~ 28	4,913	0.018	-0.0003	-0.0187
29 ~ 7.13	4,913	0.026	0.0003	0.0132
7.14 ~ 28	4,838	0.029	-0.0024	-0.0835
29 ~ 8.12	4,788	0.027	0.0010	0.0394
8.13 ~ 27	4,806	0.027	-0.0005	-0.0194
28 ~ 9.11	4,863	0.027	0.0021	0.0752
9.12 ~ 26	4,944	0.026	0.0002	0.0066
27 ~ 10.12	5,019	0.029	0.0017	0.0584
10.13 ~ 27	5,125	0.028	0.0010	0.0355
28 ~ 11.12	5,269	0.032	0.0025	0.0793
11.13 ~ 27	5,471	0.029	0.0023	0.0036
28 ~ 12.12	5,642	0.032	0.0018	0.0560
12.13 ~ 27	5,717	0.018	0	0
1961年 28 ~ 1.13	5,683	0.020	-0.0007	-0.0340
1.14 ~ 28	5,583	0.007	-0.0016	-0.0277
29 ~ 3. 1	5,567	0.010	0.0006	0.0587
3. 2 ~ 16	5,700	0.013	0.0019	0.1462
3.17 ~ 31	5,700	0.014	-0.0019	-0.1392
全 期		0.022	0.0003	0.0124

第 101 表 4 年魚飼育中の実験期間ごとの平均体重, 日間給餌率, 日間成長率および餌料効率  
 {1960年4月から1961年3月までいけす網養殖場(7.2m×7.2m×2.4m)において,  
 マアジを餌料として飽食するまで給与した場合}。

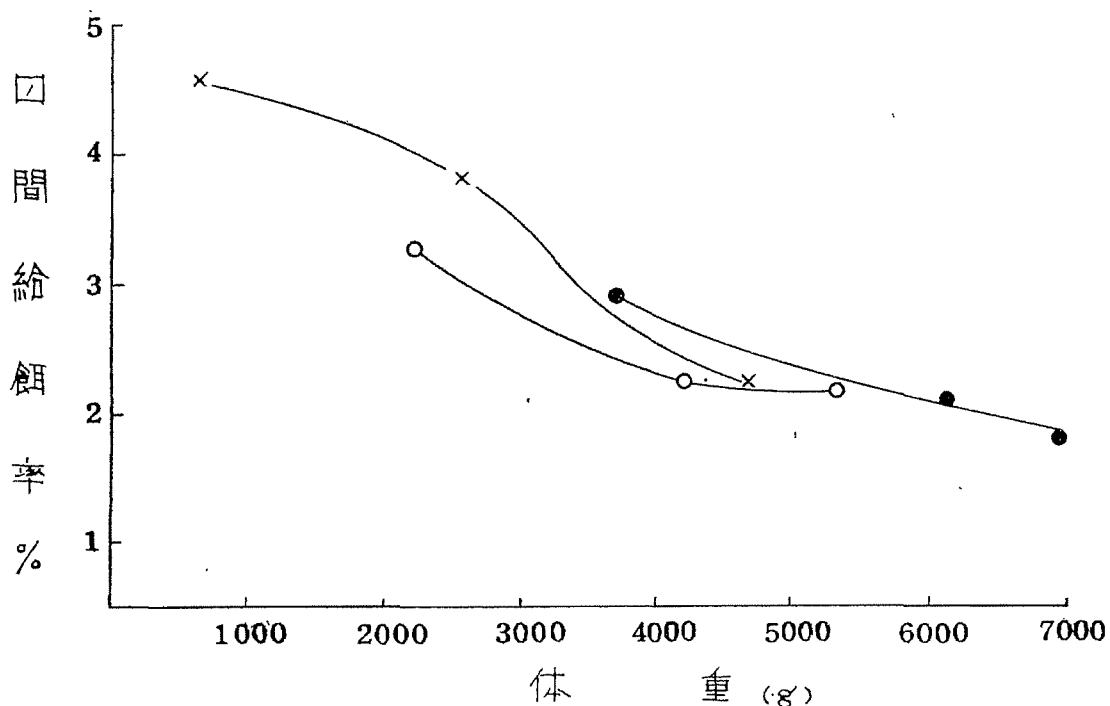
実験期間	平均体重 (g)	日間給餌率	日間成長率	餌料効率
1960年 3月31日～4月29日	6,797	0.010	-0.00003	-0.0035
4.30 ~ 5.29	6,704	0.015	-0.0009	-0.0591
5.30 ~ 6.28	6,497	0.020	-0.0012	-0.0610
6.29 ~ 7.28	6,236	0.022	-0.0015	-0.0694
7.29 ~ 8.27	6,118	0.025	0.0003	0.1110
8.28 ~ 9.26	6,211	0.025	0.0007	0.0280
9.27 ~ 10.27	6,461	0.031	0.0018	0.0594
10.28 ~ 11.27	6,643	0.028	0.0010	0.0341
11.28 ~ 12.27	6,868	0.022	0.0002	0.1093
1961年 12.28 ~ 1.28	6,800	0.011	-0.0009	-0.0802
29 ~ 3.1	6,793	0.010	0.0008	0.0769
3.2 ~ 16	7,007	0.019	0.0024	0.1288
17 ~ 4.15	7,121	0.016	-0.0001	-0.0085
全 期		0.018	0.0001	0.0063



#### 4.4.3.7 体重と日間給餌率，日間成長率，増重倍率および餌料効率との関係

ブリを0年魚からいけす網内に收容し，マアジを餌料として毎回飽食するまで給与して，それぞれ1年魚，2年魚および4年魚まで飼育して，1年ごとに年間を通じた日間給餌率，日間成長率，増重倍率および餌料効率を求め，それらがブリの体重とどんな関係にあるかを検討した。1年の期間は4月から翌年3月までとした。

第77図は1957年から1960年までいけす網養殖場において，マアジを餌料として毎日1～2回飽食するまで給与した場合のブリの体重と日間給餌率との関係を示したものである。

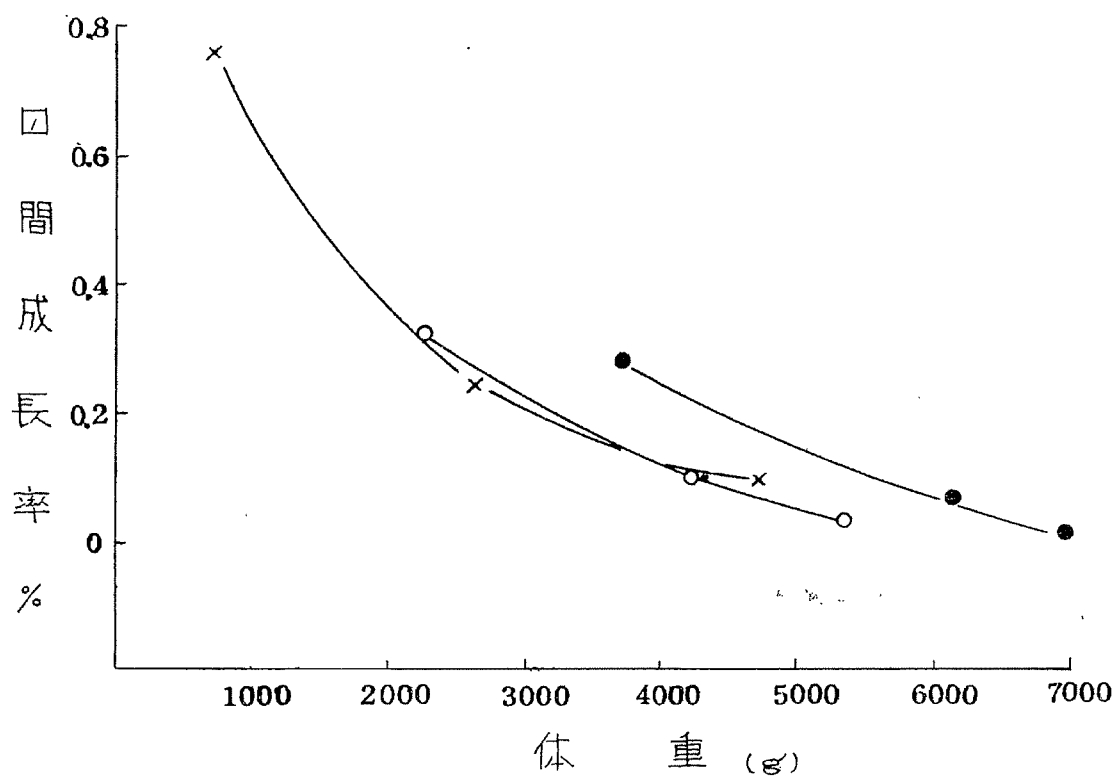


第77図 ブリの体重と日間給餌率との関係（1957年から1960年までいけす網養殖場においてマアジを餌料として毎日1～2回飽食するまで給与した場合）。●，1956年産ブリ；○，1957年産ブリ；×，1958年産ブリ。

第77図からわかるように，平均500g前後のブリ（0年魚）の日間給餌率はきわめて高く，4.5%前後であるが，体重2～3kg（1年魚）のものでは少し減少して3～4%となる。体重4kg以上となると，魚体が大きくなるとともに給餌率はゆるやかに減少して2%前後となる。

第78図は1957年から1960年までいけす網養殖場において，マアジを餌料として毎日飽食給与で飼育した場合のブリの体重と日間成長率との関係を示したものである。

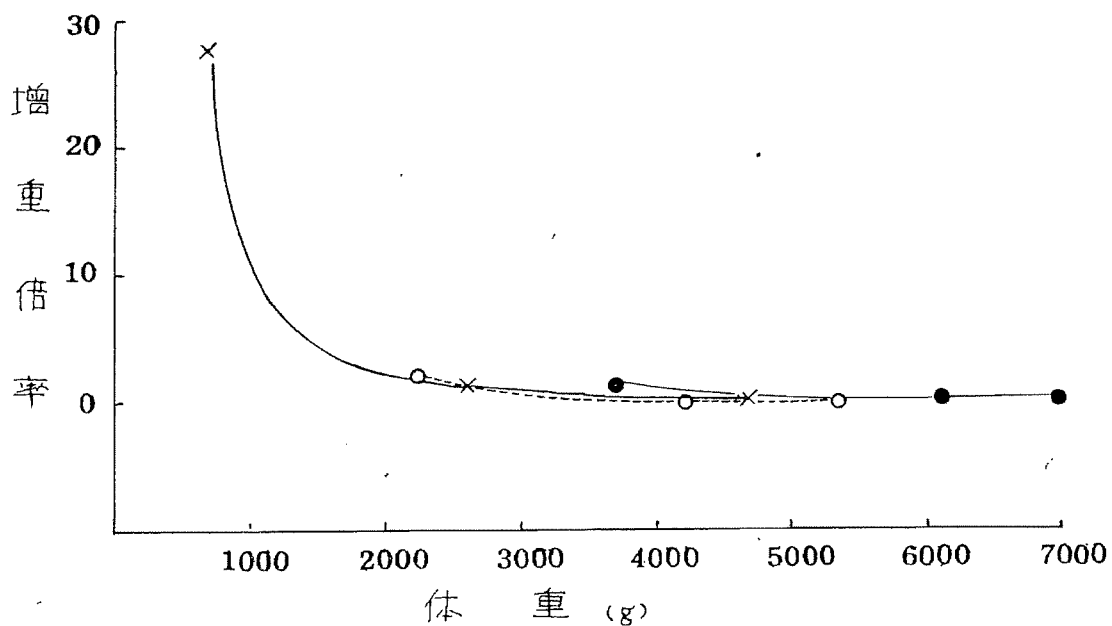
第78図からわかるように，体重500g前後のブリ（0年魚）では日間成長率は大きく0.7%内外であるが，体重2～3kg（1年魚）のブリでは0.3%内外に低下し，さらに，魚体が大きくなるとと



第78図 ブリの体重と日間成長率との関係（1957年から1960年までいけす網養殖場においてマアジを餌料として毎日飽食するまで給与してブリを飼育した場合）。●，1956年産ブリ；○，1957年産ブリ；×，1958年産ブリ。

もに日間成長率は減少して、体重7kg前後の4年魚ではわずかに0.04%内外となる。

第79図は1957年から1960年までいけす網養殖場において、マアジを餌料として毎日飽食給与でブリを飼育した場合の体長と増重倍率との関係を示したものである。

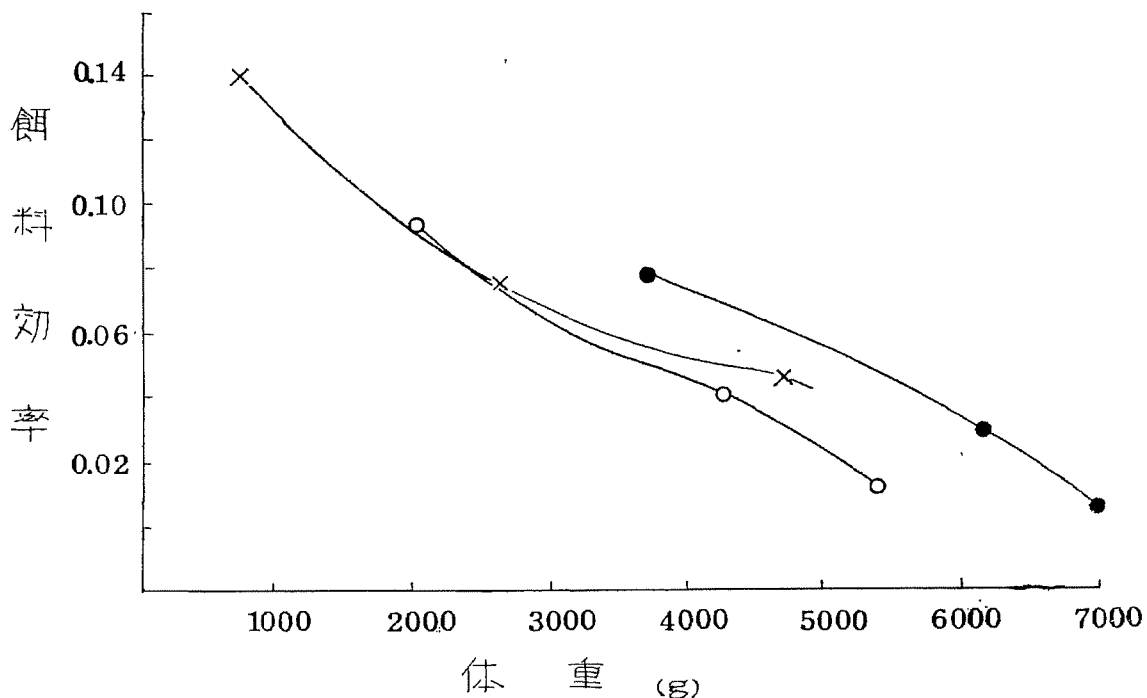


第79図 ブリの体重と増重倍率との関係（1957年から1960年までいけす網養殖場においてマアジを餌料として毎日飽食給与で飼育した場合）。●，1956年産ブリ；○，1957年産ブリ；×，1958年産ブリ。

第79図からわかるように、体重500g前後のブリ（0年魚）では増重倍率はきわめて高いが、養殖開始時の魚体の大きさによって差があって、5～400である。ところが、2～3kg（1年魚）となると大幅に減少し2前後となる。その後は魚体が大きくなるにつれてゆるやかに減少する。

第80図は1957年から1960年までいけす網養殖場において、マアジを餌料として毎日飽食給与でブリを飼育した場合のブリの体重と餌料効率との関係を示したものである。

第80図からわかるように、餌料効率は500g内外（0年魚）においてはきわめて高く、0.14内外であるが、2～3kg（1年魚）となると0.08～0.10付近となり、さらに、魚体が大きくなるにつれて減少し、体重7kg（4年魚）前後となると0.01内外に減少する。



第 80 図 ブリの体重と餌料効率との関係（1957年から1960年までいけす網養殖場でマアジを餌料として毎日飽食給与でブリを飼育した場合）。●，1956年産ブリ；○，1957年産ブリ；×，1958年産ブリ。

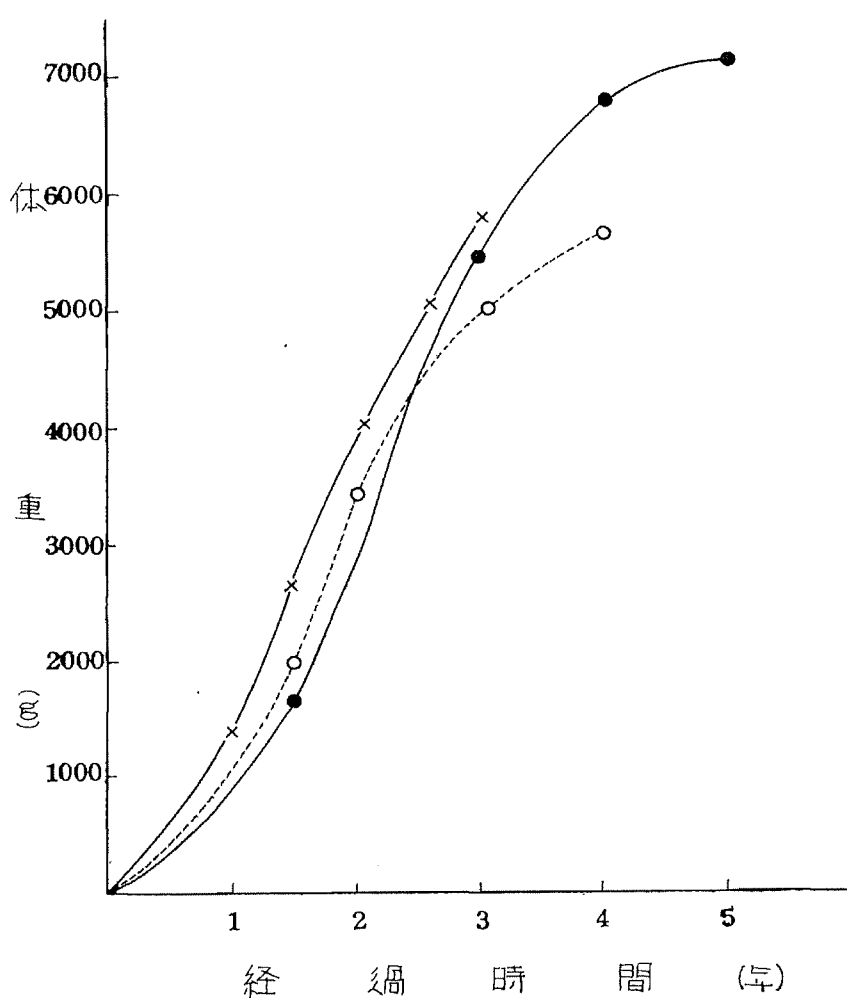
#### 4.4.3.8 年 令 と 成 長 度

第81図はいけす網養殖場でマアジを餌料として飽食給与でブリを飼育した場合のブリの平均体重の変化を示した成長曲線である。

第81図からわかるように、いけす網内において養殖した場合のブリの体重の増加率は、満3年後まで著しいが、その後は次第に低下する傾向が認められる。稚魚は4月上旬にふ化したものとみなして、翌年の3月末を生後満1年とするとき、満1年後には体重0.8～1.2kgに成長した。さらに翌

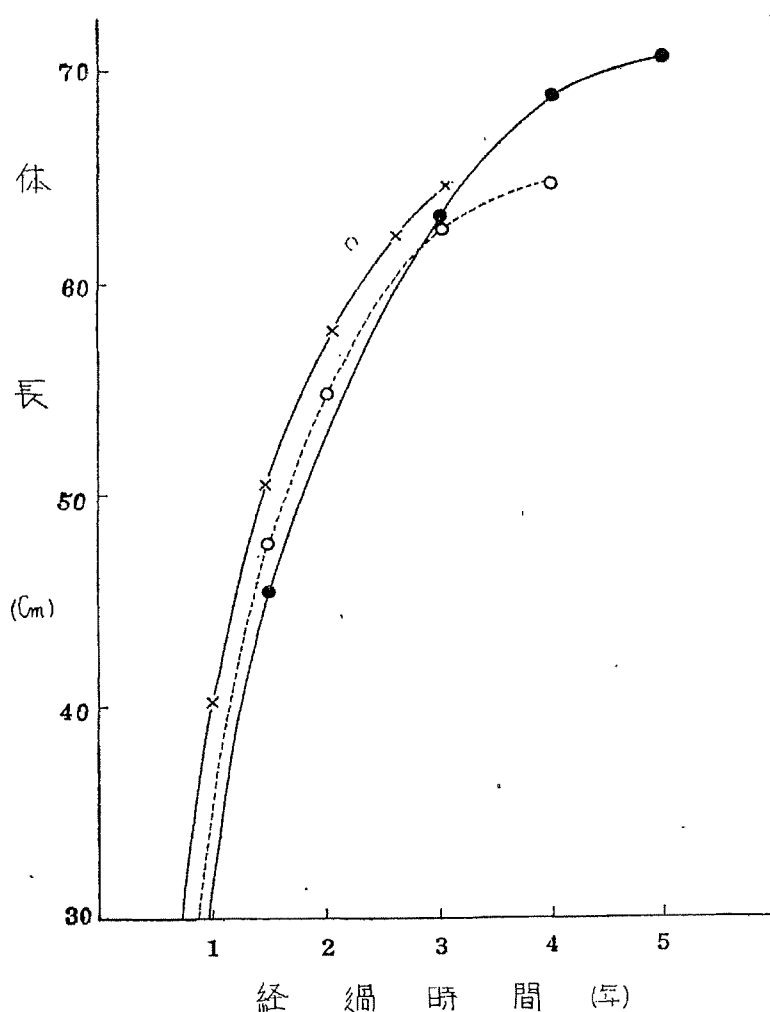
年の3月末の満2年後の体重は3.0~4.0kgとなり、満3年後には5.0~5.8kg、満4年後には5.6~6.7kg、満5年後には7.1kgに成長した。

第82図はいけす網養殖場において、マアジを餌料として飽食給与でブリを飼育した場合のブリの平均体長の変化を示した成長曲線である。



第81図 ブリの平均体重の成長曲線（いけす網養殖場においてマアジを餌料として飽食給与でブリを飼育した場合）。●，1956年産ブリ；○，1957年産ブリ；×，1958年産ブリ。

第82図からわかるように、いけす網内において飼育した場合のブリの体長は、満3年後までは著しく増大するがその後は成長度が低下する傾向がみられる。すなわち、満1年後（翌年3月末）には平均体長30~40cm、満2年後には52~58cm、満3年後には60~62cmとなり、その成長は著しいがその後は満4年後で64~69cm、満5年後で71cmというように成長度は次第に低下している。



第 82 図 ブリの平均体長曲線（いけす網養殖場においてマアジを餌料として飽食給与でブリを飼育した場合）。●，1956年産ブリ；○，1957年産ブリ；×，1958年産ブリ。

#### 4.4.4 論 議

年によりまた養殖場によってブリの成長にかなりの相違が認められるが、これは環境条件や養殖法の相違によるものと思われる。0年魚の体重は12月末においてほぼ0.7~1.3kgであって、舞鶴湾（楠田，1959）での結果よりも大きい。香川県安戸池（松本，1935），三重県尾鷲（三木・高芝1960）での結果とほぼ一致する。1年魚の体重は12月末において2.8~4.2kgであって、三重県尾鷲，での結果はこの範囲に含まれる。これを天然産のブリにくらべると産地によってかなり成長の相違があるが、瀬戸内海および和歌山県沿岸産の0年魚の成長とほぼ一致する。しかし、日本海沿岸産のものよりはやや大きい。三谷（1960）は若狭湾で漁獲された天然産ブリの成長を推定してい

るが、それによると満1年後のブリの体長は29cm、満2年後のは49cm、満3年後のは63cm、満4年後のは73cm、満5年後のは81cmである。しかし、筆者の実験ではふ化後満1年後の体長は30~40cm、満2年後では52~58cm、満3年後では60~62cm、満4年後では64~69cm、満5年後では71cmであって、満2年後までは若狭湾産のブリより大きい、満3年後にはほぼ等しく、それ以後には若狭湾産よりも小さい。この原因の1つは、狭いけす網内の養殖では2年魚となると魚体の大きさに対して養殖場が狭く、その後の成長に影響があったことが考えられる。また、魚体の成長に伴って生態が変化し、内湾という環境がブリの成長を阻害するにいたったことも一因であろうと思われる。すなわち、ブリの成長に伴って好適水温が低下する(4.2.1参照)ため、内湾の高水温が成長に影響を与え、また、内湾水は淡水混入によって比重が低く、透明度小さく、溶存酸素量が少ないので、ブリの成長に伴い悪影響を及ぼす程度が高まるのではなかろうか。

## 第5節 成長に関する理論的考察

### 4.5.1 給餌量と増重量との関係

ブリについて給与する餌料の量と魚体重の増加量との関係を比較実験に基づいて理論的に研究した業績はほとんどみ当らない。右田・花岡(1938a)は関根・柿崎(1930)がカワマスについて表わした式を改めて、金魚の飼育実験から摂取たん(蛋)白の量 $x$ と、魚体たん白の増生量 $P$ との関係についてつぎの式を誘導した。

$$P = e^{-a-bx} (x-x_0) \quad (1)$$

ここで、 $x_0$ は魚体の保持たん白量、 $a$ 、 $b$ は常数である。さらに右田・花岡(1938b)は摂取たん白量の代りに餌料たん白の給与量を用いる場合にも、係数が異なるだけで上式が適用されるとして餌料の組成を一定にして給与量を変えた場合の日暮・鐘ヶ江・川村(1913)のコイの飼育実験を吟味してこれを証明している。筆者は本論文の4.3.1で述べたブリの飼育実験に基づき、小魚ばかりを餌料として給与する場合の給餌量と、魚体の増重量との関係を検討した。右田、花岡は給餌量および増重量からそれぞれ窒素給与量および窒素増生量を算出して両者の関係を述べているが、給与する餌料の質を一定にすれば餌料中の窒素含有量は一定となり給餌量に比例すること、小魚の主要成分はたん白質であることおよび餌料中のたん白質以外の成分も魚体の増重に関与することが考えられるので、筆者は餌料の質を一定にした場合の養殖期間中の給餌量 $F$ と同期間中の魚体の増重量 $W$ との関係がほぼ(1)式の形で表わされるのではないかと考えた。すなわち

$$W = e^{-A-BF} (F-F_0) \quad (2)$$

ここで  $A, B$  は常数であり,  $F_0$  は魚体維持のための給餌量である。養殖開始時の魚体を  $W_0$ , 日間給餌率を  $k$ , 養殖日数を  $t$  とすれば  $F_0$  はつぎの式で表わされる。

$$F_0 = ktW_0 \quad (3)$$

(3)式を(2)式に代入すれば

$$W = e^{-A-BF} (F-ktW_0) \quad (4)$$

対数をとれば

$$\ln \frac{W}{F-ktW_0} = -A-BF \quad (5)$$

これは縦軸に  $\ln \frac{W}{F-ktW_0}$  をとり, 横軸に  $F$  をとれば  $-B$  の方向係数をもち縦軸と  $-A$  の点で交わる直線をあらわしている。

そこで本論文 4.3.1 で述べた実験のうち, マアジを餌料として種々の給与率で飼育した場合と, カタクチイワシを餌料として種々の給与率で飼育した場合のブリの給餌量と増重量との関係について(4)式または(5)式が成り立つかどうか検討する。

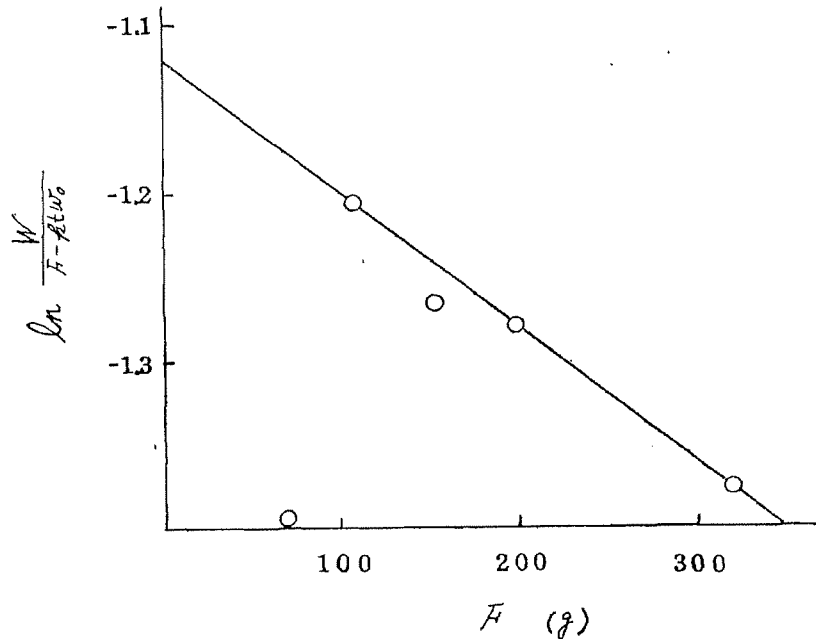
I) 1957年8月1日から10日までの10日間マアジを餌料として種々の日間給餌率でブリ0年魚を飼育した場合(4.3.1.3.1で述べた実験第1期)の給餌率別給餌量  $F$ , 増重量  $W$ ,  $F-ktW_0$  および  $\ln \frac{W}{F-ktW_0}$  を第102表に示し,  $F$  と  $\ln \frac{W}{F-ktW_0}$  との関係を図83に示す。

第102表 給餌率別の増重量, 給餌量,  $F-ktW_0$  および  $\ln \frac{W}{F-ktW_0}$  (1957年8月1日から10日までマアジを餌料として種々の日間給餌率で0年魚を飼育した場合)。

給 餌 率	増 重 量 ( $W$ )	給 餌 量 ( $F$ )	給餌量-体維持餌量 ( $F-ktW_0$ )	$\ln \frac{W}{F-ktW_0}$
飽食給与	72	319.6	285.4	-1.3772
25% "	45	196.2	162.0	-1.2812
20% "	33	151.4	117.2	-1.2674
15% "	22	107.8	73.6	-1.2073
10% "	9	70.5	36.3	-1.3947
5% "	0	34.2	0	—

第83図からわかるように、 $F$ と $\ln \frac{W}{F-ktW_0}$ とはほぼ直線関係にある。給餌量の少ない実験区では直線からかなりはずれたが、これは給餌量が少ないため誤差が大きくなったものと思われる。

この実験期間中の $k=0.0518$ 、 $t=10$ 、 $W_0=66(\text{g})$ であるから $ktW_0=34.2$ である。したがって、第83図から係数 $A$ 、 $B$ を求めると



第 83 図  $W$  と  $\ln \frac{W}{F-ktW_0}$  との関係 (1957年 8 月 1 日から 10 日までマアジを餌料として種々の日間給餌率で 0 年魚を飼育した場合)。

$A=1.121$ 、 $B=0.0008$  となり(4)式は

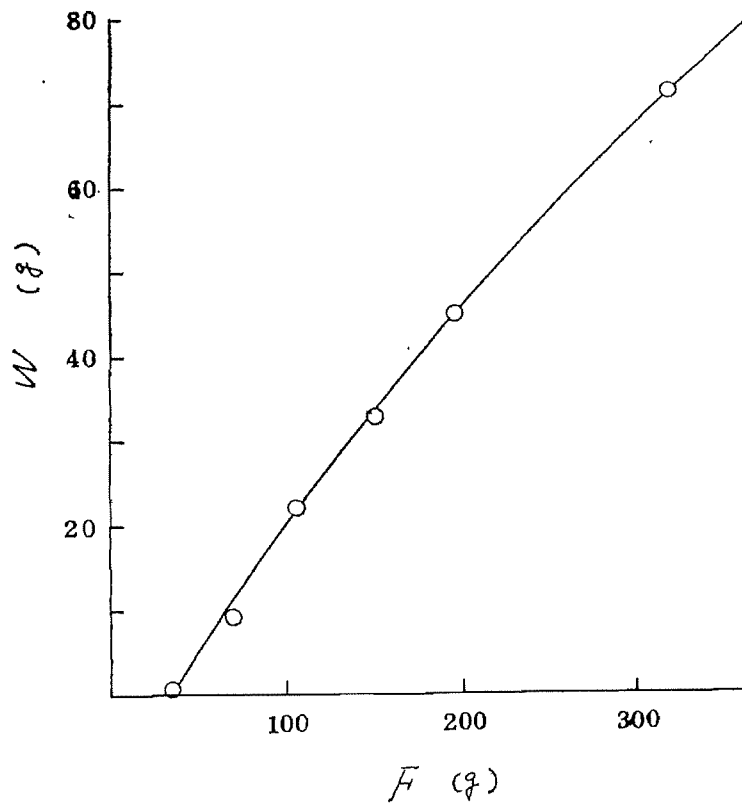
$$W=e^{-1.121-0.0008F} (F-34.2) \quad (6)$$

で表わされる筈である。この式の $W$ と $F$ との関係を図示すれば第84図を得る。

第84図からわかるように実験値はよく理論曲線の上に乗っている。

Ⅱ) 1957年 8 月 1 日から 20 日までの 20 日間マアジを餌料として種々の日間給餌率でブリ 0 年魚を飼育した場合 (4.3.1.3.1 で述べた実験の第 1 ~ 第 2 期) の給餌率別給餌量  $F$ 、増重量  $W$ 、 $F-ktW_0$  および  $\ln \frac{W}{F-ktW_0}$  を第 103 表に示し、 $F$ と  $\ln \frac{W}{F-ktW_0}$  との関係を第 85 図に示す。



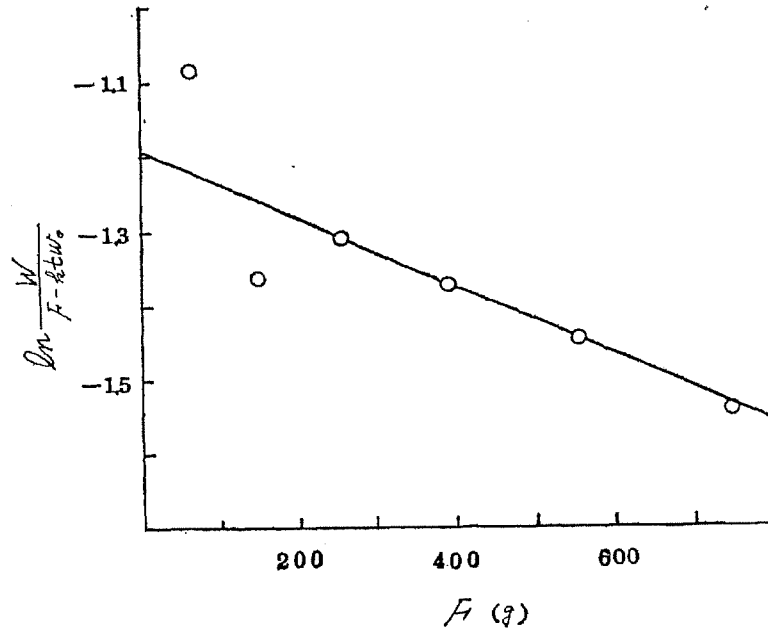


第 84 図 給餌量  $F$  と増重量  $W$  との関係 (1957年8月1日から10日までマアジを餌料として種々の日間給餌率で0年魚を飼育した場合)。○, 実験値; 曲線, 理論値

第 103 表 給餌率別増重量,  $F - ktW_0$  および  $\ln \frac{W}{F - ktW_0}$  (1957年8月1日から20日までマアジを餌料として種々の日間給餌率で0年魚を飼育した場合)。

給 餌 率	増 重 量 ( $W$ )	給 餌 量 ( $F$ )	給餌量-体維持餌量 ( $F - ktW_0$ )	$\ln \frac{W}{F - ktW_0}$
飽食給与	147.4	751.8	691.2	-1.5450
25 % "	116.9	557.5	496.9	-1.4467
20 % "	84.0	393.1	332.5	-1.3760
15 % "	54.0	261.0	200.4	-1.3111
10 % "	23.0	150.7	90.1	-1.3654
5 % "	2.3	67.4	6.8	-1.0841

第85図からわかるように  $F$  と  $\ln \frac{W}{F-ktW_0}$  とは直線関係にある。給餌量の少ない実験区では直線からかなりはずれているが、第1期だけの1)の場合よりもはずれが少なくなっている。



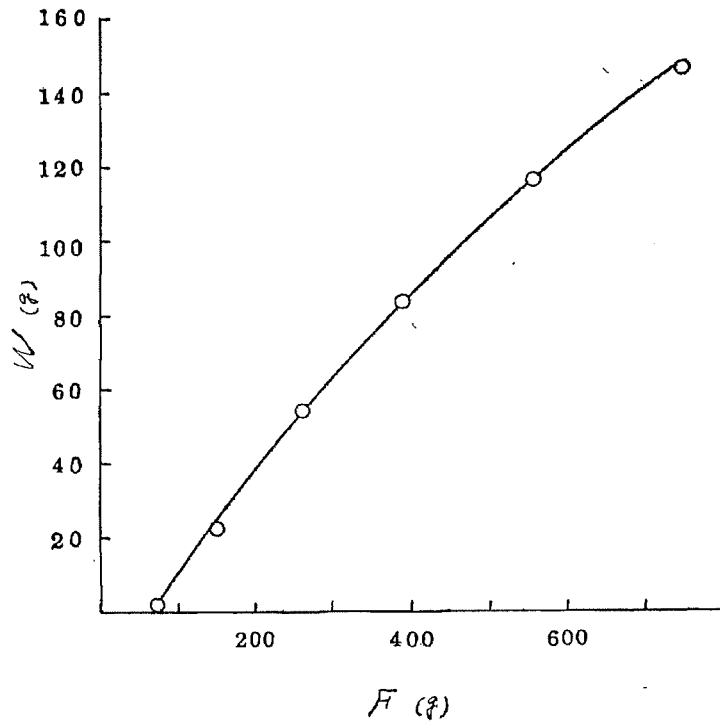
第 85 図  $F$  と  $\ln \frac{W}{F-ktW_0}$  との関係 (1957年8月1日から20日までマアジを餌料として種々の日間給餌率で0年魚を飼育した場合)。

このことから給餌量の少ない方では実験誤差が大きくあらわれることがわかる。この期間の  $k = 0.0459$ ,  $t = 20$ ,  $W_0 = 66$  (g) であるから  $ktW_0 = 60.6$  である。したがって第3図から  $A$ ,  $B$  を求めると,

$$A = 1.195, B = 0.00045 \text{ となり, (4) 式は,}$$

$$W = e^{-1.195 - 0.00045F} (F - 60.6) \quad (7)$$

で表わされる。この式の  $W$  と  $F$  との関係を図示すれば86図を得る。



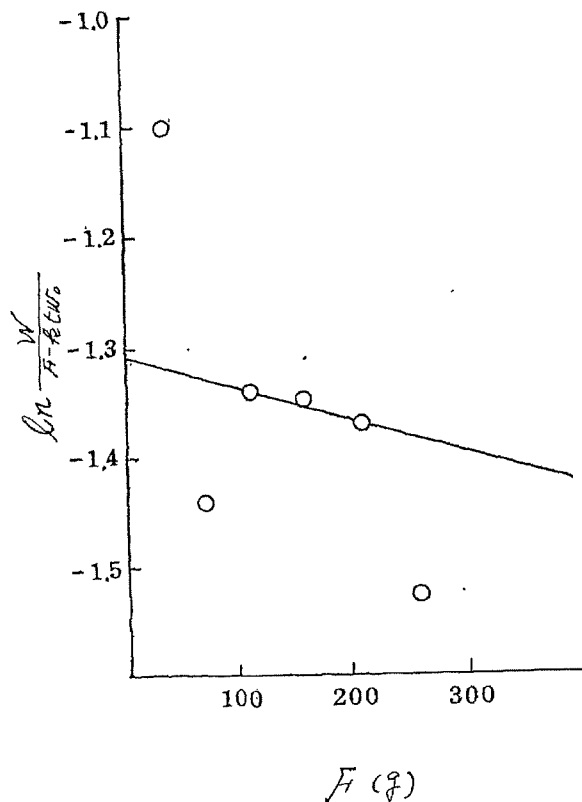
第 86 図 給餌量 $F$ と増重量 $W$ との関係 (1957年8月1日から20日までマアジを餌料として種々の日間給餌率で0年魚を飼育した場合)。○, 実験値; 曲線, 理論値。

第86図からわかるようにこの場合も実験値は理論曲線の上であり、理論値に一致することが明らかである。

Ⅲ) 1956年8月6日から15日まで10日間カタクチイワシを餌料として種々の日間給餌率でブリ0年魚を飼育した場合(4.3.1.3.2で述べた実験第2期)の給餌率別給餌量 $F$ 、増重量 $W$ 、 $F-ktW_0$ および $\ln \frac{W}{F-ktW_0}$ を第104表に示し、 $F$ と $\ln \frac{W}{F-ktW_0}$ との関係を第87図に示す。

第 104 表 給餌率別増重量、給餌量、 $F-ktW$ 。および  $\ln \frac{W}{F-ktW_0}$  (1956年8月6日から15日までカタクチイワシを餌料として種々の日間給餌率で0年魚を飼育した場合)。

給 餌 率	増 重 量 ( $W$ )	給 餌 量 ( $F$ )	給餌量-体維持餌量 ( $F-ktW_0$ )	$\ln \frac{W}{F-ktW_0}$
飽 食 給 与	49	256.7	227.2	-1.5340
25 % "	45	206.8	177.3	-1.3712
20 % "	33	156.4	126.9	-1.3470
15 % "	23	112.2	82.7	-1.3383
10 % "	10	71.7	42.2	-1.4398
5 % "	2	35.5	6.0	-1.0988



第 87 図  $F$  と  $\ln \frac{W}{F-ktW_0}$  との関係 (1956年 8 月 6 日から 15 日までカタクチイワシを餌料として種々の日間給餌率で 0 年魚を飼育した場合)。

第 87 図からわかるように、日間給餌率 25% の実験区、20% 区および 15% 区は直線関係にあるが、飽食区、10% 区および 5% 区ではこれらの直線からかなりはずれている。この原因は、飽食区ではすでに 4.3.1.3.2 で述べたように、この実験期間中に病態魚が多数生じ異常な生理状態のものが多数現れたためと思われる。

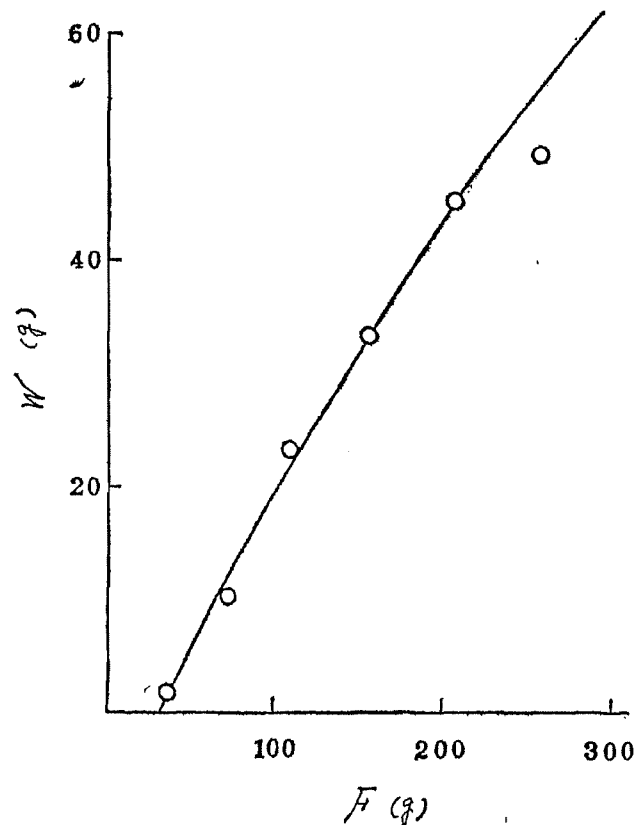
日間給餌率の低い 10% 区および 5% 区では、給餌量が少ないため実験誤差が大きく表われたものと思われる。この期間の  $k=0.044$ ,  $t=10$ ,  $W_0=67$  (g) であるから  $ktW_0=29.5$  である。

第 87 図から  $A$ ,  $B$ , を求めると、 $A=1.308$ ,  $B=0.0003$  となり (4) 式は

$$W = e^{-1.308 - 0.0003F} (F - 29.5) \quad (8)$$

で表わされる。この式の  $W$  と  $F$  との関係を図示すれば第 88 図を得る。

第 88 図からわかるように、病態魚を生じた飽食給与区を除けば実験値はほぼ理論曲線上に乗っている。



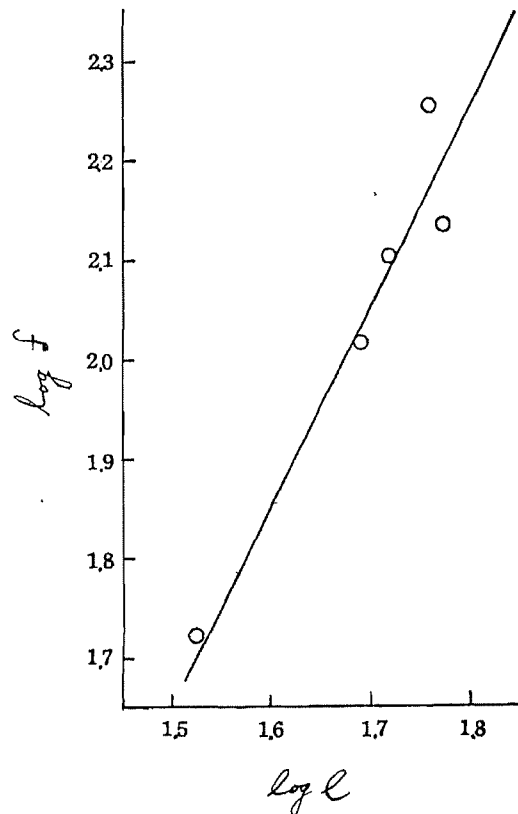
第 88 図 給餌量  $F$  と増重量  $W$  との関係 (1956年 8月 6日から 15日までカタクチイワシを餌料として種々の日間給餌率で 0 年魚を飼育した場合)。

以上の 3 つの例から明らかなように、給餌量とブリの体重増加量との関係はブリが正常な生理作用を営む範囲においては(4)式で表わされると結論することができる。

#### 4.5.2 飽食量と体長との関係

米田、吉田 (1955) はマイワシの摂餌量が体長の 2 乗に比例することを報告し、田中 (1960) は三谷 (1958) の調査した天然産ブリの体長別摂餌率から、摂餌量が体長の 2 乗に比例することを述べている。筆者は、本論文 4.4 で述べたように、1956年から 1961年まで数個のいけす網養殖場で冬は 1日 1回、春・夏・秋には 1日 2回飽食するまで給餌してブリを 0 年魚から 5 年魚まで年令別に飼育した実験に基づき、飽食量と体長との関係を検討した。摂餌量は水温・水質と深い関係があるので研究に当っては水温・水質がほぼ等しい同一時期の実験から飽食量と体長だけが異なるものを用いた。

1958年 9月 14日から 10月 2日まで 46日間 (平均水温  $23.6^{\circ}\text{C}$ ) および 1959年 9月 14日から 11月 1日まで 49日間 (平均水温  $24.0^{\circ}\text{C}$ ) の 1尾当たり平均日間飽食量の対数を縦軸にとり、体長の体数を横軸にとれば第 89 図が得られる。



第 89 図 プリの体長と飽食量との関係 (1958年 9月14日～10月29日および  
1959年 9月14日～11月 1日水温23.6～24.0°Cのとき)

第89図から、日間飽食量 ( $f_s$ ) の対数と体長 ( $l$ ) の対数とは直線関係にあり、その方向係数はおよそ2であることがわかる。すなわち

$$\log f_s = 2 \log l + \log a \quad f_s = al^2 \quad (9)$$

この時期の飽食量は体長の2乗に比例することがわかる。なるべくむだがないように注意して飽食するまで給与した餌料の量は、摂取した餌料の量に比例し、比例常数は1に近いと考えられる。したがって、この結果からブリの成長に好適な条件にある9月中旬～10月下旬という時期の摂餌量はほぼ体長の自乗に比例することがわかる。

### 4.5.3 飽食量と体重との関係

4.5.2 (前項)において養殖ブリが正常な生理状態にあるときは摂餌量は体長の自乗に比例することを示したが、体重が体長の3乗に比例するとすれば、摂餌量は体重の $\frac{2}{3}$ 乗に比例する筈である。摂餌量の代りに飽食量をとっても、ブリが正常な生理状態にあれば飽食量 ( $f_s$ ) は体重 ( $w_s$ ) の $\frac{2}{3}$ 乗に比例するものと考えられる。すなわち比例常数を  $a$  とすれば

$$f_s = aw_s^{\frac{2}{3}} \quad (10)$$

ところが、水温水質などの環境要因や他の生物要因、餌料の質などによって正常な生理作用が行なわれない場合には飽食量は必ずしも体重の $\frac{2}{3}$ 乗に比例しないものと考えられる。すなわち、環境要因や餌料の質などブリの生理作用に関する常数を  $k$  とするとき

$$f_s = aw_s \frac{2-k}{3} \quad (11)$$

または

$$\log f_s = \log a + \left( \frac{2-k}{3} \right) \log w_s \quad (12)$$

が成立するものと考えられる。

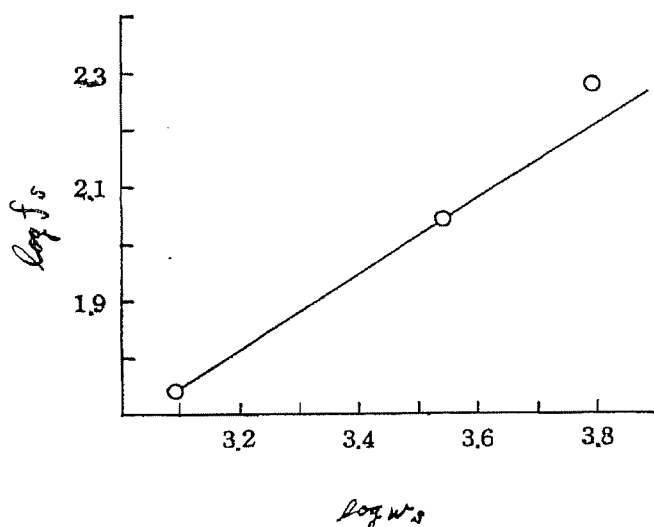
上式が成立するかどうかについて筆者の行なった4つの実験例について検討する。

I) 1958年9月29日から10月29日まで31日間、平均体重の異なる3つの群を3個のいけす網(3.6m×3.6m×2.4m)に収容して、マアジを餌料として毎日2回飽食するまで給与して飼育した場合の、ブリの平均日間給餌量の対数と、平均体重の対数との関係を90図に示す。この期間中の最高水温24.7°C、最低水温20.0°C、平均水温22.6°Cであった。

第90図からわかるように両者は直線関係にあり、その方向係数はおよそ $\frac{2}{3}$ である。すなわち(11)式は

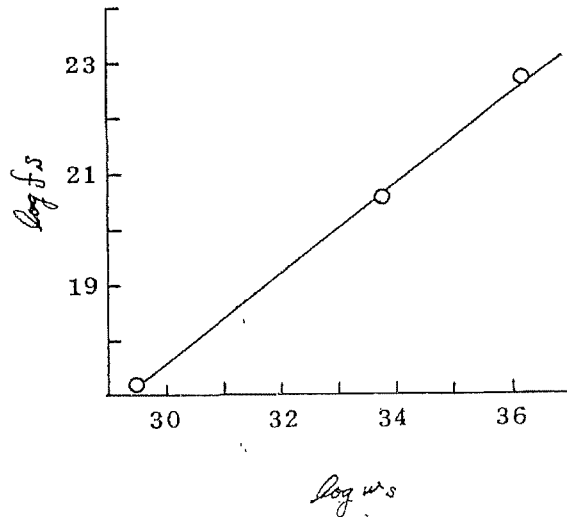
$$f_s = 4.72w_s^{\frac{2}{3}} \quad (13)$$

で表わされ、 $k = 0$  である。



第 90 図 ブリの飽食量と体重との関係 {1958年9月29日から10月29日まで (平均水温22.6°C) いけす網内でマアジ餌料の飽食給与で飼育した場合}。

Ⅱ) 上記Ⅰ)の場合から15日遅れた1958年10月14日から11月13日まで31日間の実験についてⅠ)と同様に、飽食量と体重の関係を図示すれば第91図が得られる。この期間中の最高水温 24.0°C, 最低水温 18.1°C, 平均水温 21.2°C であった。



第91図 ブリの飽食量と体重との関係 {1958年10月14日から11月13日まで (平均水温21.2°C) いけす網内でマアジ餌料の飽食給与で飼育した場合}。

第91図からわかるように、両対数をとれば直線関係にあり、その方向係数は2.5/3である。すなわち(11)式は

$$f_s = 0.166w_s \frac{2 - (-0.5)}{3} \quad (14)$$

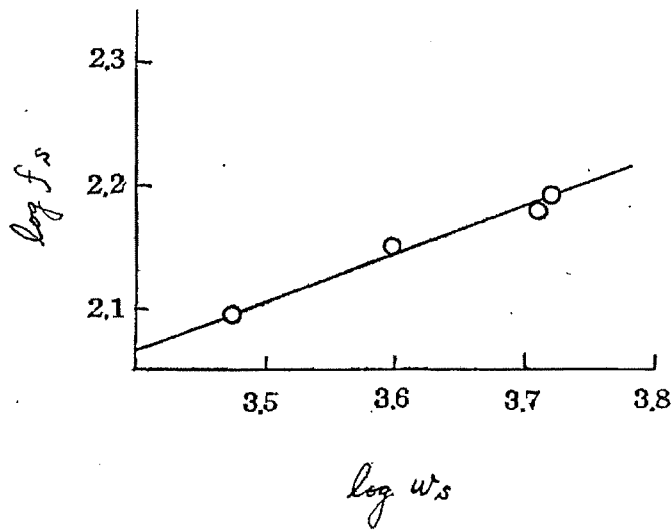
で表わされる。k = -0.5 である。

Ⅲ) 1959年10月3日から11月1日までの30日間 (水温最高25.2°C, 最低20.6°C, 平均22.4°C) および1960年10月13日から11月12日までの31日間 (水温最高25.5°C, 最低20.5°C, 平均22.4°C) 1)の場合と同様に平均体重の異なる群をそれぞれ別のいけす網 (3.6m × 3.6m × 2.4m) に収容してマアジ餌料を毎日2回飽食するまで給与して飼育した場合の飽食量と体重との関係を図示すれば第92図が得られる。

第92図からわかるように両対数をとれば直線関係にあり、その方向係数は1.14/3である。すなわち(11)式は

$$f_s = 5.96 w_s \frac{2 - 0.86}{3} \quad (15)$$

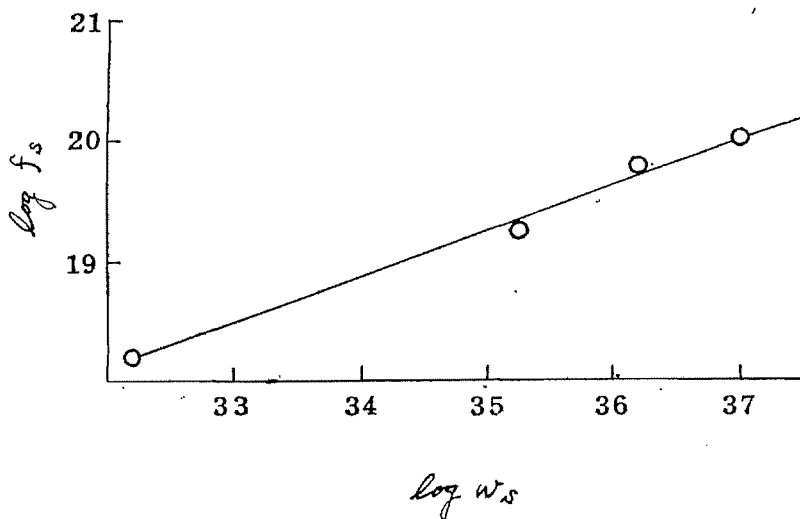




第 92 図 ブリの飽食量と体重との関係 {1959年10月3日から11月1日まで、および1960年10月13日から11月12日まで (いずれも平均水温 22.4°C) いけす網内でマアジ餌料の飽食給与で飼育した場合}。

で表わされる。 $k = 0.86$  である。

Ⅳ) 1959年5月1日から30日までの30日間 (水温最高23.3°C, 最低19.1°C, 平均21.3°C) および1960年5月15日から6月13日までの30日間 (水温最高23.3°C, 最低19.3°C, 平均21.3°C) 1)の場合と同様にいけす網内でブリを体長群別に飽食給与飼育実験を行なった場合の飽食量と体長との関係を図示すれば第93図が得られる。



第 93 図 ブリの飽食量と体長との関係 {1959年5月1日から30日までおよび1960年5月15日から6月13日まで (いずれも平均水温21.3°C) いけす網内でマアジ餌料の飽食給与で飼育した場合}。

第93図からわかるように両対数をとれば直線関係にあり、その方向係数は1.11/3である。すなわち(11)式は

$$f_s = 4.29w_s \frac{2-0.89}{3} \quad (16)$$

で表わされ、 $k = 0.89$  である。

以上の結果から、ブリの飽食量は体重の  $\frac{2-k}{3}$  乗に比例することがわかるが、 $k$  の値は養殖条件によって異なる。ブリが環境その他の関係から正常な生理状態にあると思われる秋季には、 $k$  は0で飽食量は体重の  $\frac{2}{3}$  乗に比例することが多いが { I ) の場合 }、生殖時期や、降雨による海水の比重低下が生ずる春から夏にかけては、 $k$  の値が大きくなる傾向がうかがわれる。 $k$  は常に正ばかりとは限らず、条件のよい生理状態にある場合には負となることもある。II) はその例で、秋季の最もよい条件のときの養殖結果である。

#### 4.5.4 飽食量と水温との関係

ブリの最適水温以下では、他の環境要因が適当ならば水温が上昇すると飽食量も増大すると考えられる。ブリの飽食量が水温によってどう変るかを検討するために、飽食量の温度恒数  $Q_{10}$  をつぎの式で求める。

$$Q_{10} = \left( \frac{f_s b}{f_s a} \right)^{\frac{10}{b-a}} \quad (17)$$

ここで  $a, b$  は飽食時の水温を表わし、 $f_s a$  は水温  $a^\circ\text{C}$  の時の単位体重当たり飽食量、 $f_s b$  は  $b^\circ\text{C}$  の時の単位体重当たりの飽食量である。

そこで、筆者の行なった実験について、種々の場合の  $Q_{10}$  を求めてみる。

I) a 1958年9月14日から9月28日まで15日間いけす網 (3.6m×3.6m×2.4m) 内でマアジを餌料として毎日2回飽食給与で飼育した場合の平均水温は  $25.8^\circ\text{C}$ 、供試魚の平均体重は577g、日間飽食量は51.0g、単位体重当たり日間飽食量は0.088gであった。

b 1959年11月16日から12月1日まで16日間、同様な飼育方法で実験した場合の平均水温は  $18.2^\circ\text{C}$ 、平均体重は649.2g、日間飽食量は26.2g、単位体重当たり日間飽食量は0.0404gであった。

この2つの実験から、温度恒数  $Q_{10}$  を求めると(17)式から

$$Q_{10} = \left( \frac{0.086}{0.0404} \right)^{\frac{10}{25.8-18.2}} = 2.786$$

を得る。

I) a 1959年11月1日から15日まで15日間4.5.4のI)と同様な方法で飼育実験を行なった場合、平均水温21.0°C、平均体重599g、日間飽食量34g、単位体重当たり日間飽食量0.0568gであった。

b 4.5.4のI) aの場合。

この2つの実験から $Q_{10}$ を求めると、(17)式から

$$Q_{10} = \left( \frac{0.088}{0.568} \right)^{\frac{10}{25.8-21.0}} = 2.487$$

を得る。

II) a 1958年8月30日から9月13日まで15日間4.5.4のI)と同様な方法で飼育実験を行なった場合、平均水温28.5°C、平均体重464.3g、日間飽食量59.3g、単位体重当たり日間飽食量0.128gであった。

b 1959年10月2日から10月16日まで15日間4.5.4のI)と同様な方法で飼育実験を行なった場合、平均水温23.7°C、平均体重500g、日間飽食量32.4g、単位体重当たり日間飽食量0.065gであった。

このa、bの2つの実験から $Q_{10}$ を求めると(17)式から

$$Q_{10} = \left( \frac{0.128}{0.065} \right)^{\frac{10}{28.5-23.7}} = 4.103$$

を得る。

III) a 1958年9月29日から10月13日まで15日間4.5.4のI)と同様な方法で飼育実験を行なった場合、平均水温23.5°C、平均体重711g、日間飽食量51g、単位体重当たり日間飽食量0.072gであった。

b 4.5.4のI) bの場合。

このa、bの2つの実験から $Q_{10}$ を求めると(17)式から

$$Q_{10} = \left( \frac{0.072}{0.0404} \right)^{\frac{10}{23.5-18.2}} = 2.974$$

を得る。

以上の結果から飽食量の温度恒数 $Q_{10}$ は、養殖時期により、また、魚体の大きさによってかなりの相違があるが、ほぼ2~5の間にあり、3付近が多いように考えられる。

#### 4.5.5 BERTALANFFY の成長式の適用

4.5.2 および 4.5.3 で述べたように、ブリが正常な生理状態にあるときは摂餌量は体長の2乗に比例し、体重の $\frac{2}{3}$ 乗に比例するものと考えられる。このことは餌料の吸収による体重増加量が面積に比例するという BERTALANFFY (1934) の式の生理学的基礎を実証するものである。しかし実際には、水温・水質・養殖場の広さなどの環境要因や、他の生理的要因の影響を受けて、ブリの生理状態が異状となりこの関係が成り立たない場合も少なくない。

そこで、4.4で述べた実験に基づき、BERTALANFFY の成長式による理論値と実験値とが一値するかどうかを比較検討する。餌料の吸収による同化量は面積 (S) に比例し、排せつによる異化量は体重 (W) に比例し両者の差が成長量 (体重増加量) となる関係を微分方程式に表わすと

$$\frac{dw}{dt} = AS - BW \quad (18)$$

となる。ここで  $t$  は時間、 $A$ 、 $B$  は比例常数である。体長を  $L$  とし  $W$  は  $L^3$  に比例するとすればこれを解いて

$$L = L_{\infty} \left\{ 1 - e^{-\frac{B}{3}(t - t_0)} \right\} \quad (19)$$

$$W^{1/3} = W_{\infty}^{1/3} \left\{ 1 - e^{-\frac{B}{3}(t - t_0)} \right\} \quad (20)$$

を得る。ここで  $L_{\infty}$ 、 $W_{\infty}$  は  $t$  を無限に大きくした場合の  $L$  または  $W$  の極限值である。

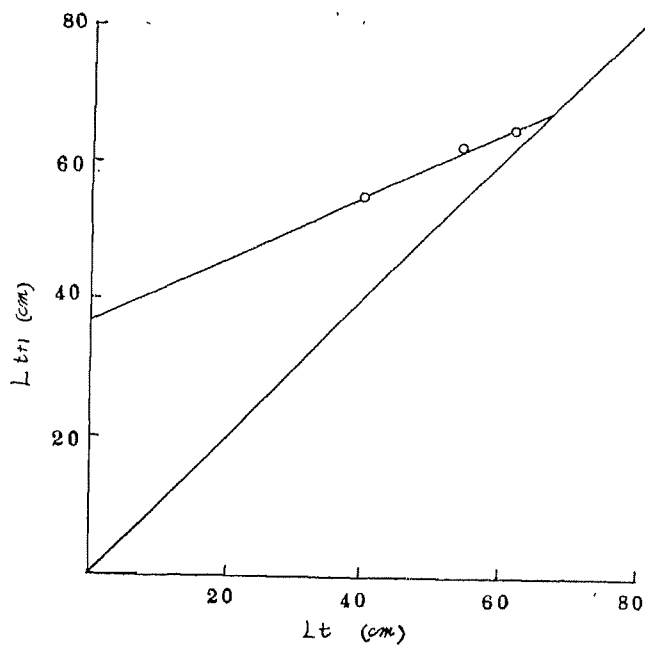
さて、1957年から1961年まで白浜町古賀浦湾のいけす網養殖場 (3.6m×3.6m×2.4m) でマアジを餌料として毎日冬は1回、春・夏・秋には2回飽食するまで給与して0年魚から数年間飼育した実験 (詳細は4.4.3参照) について本式の適用を試みる。

先ず体長について1957年産ブリの  $W_{ALFORD}$  (1946) の定差図をえがけば第94図を得る。これから  $L_{\infty}=66.5\text{cm}$ 、 $B=2.436$  を得る。したがって成長曲線として

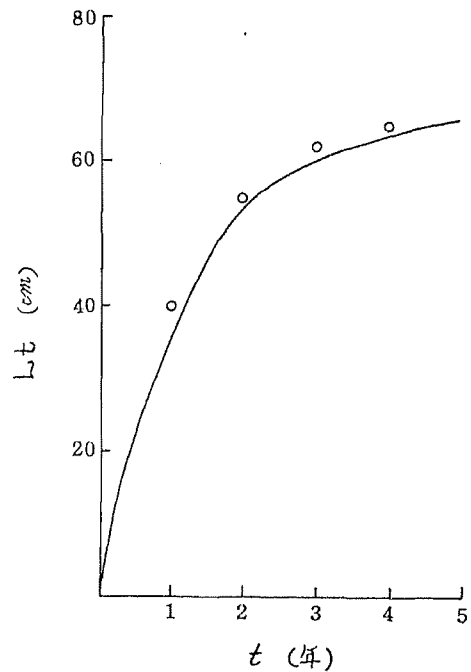
$$L = 66.5 \left( 1 - e^{-\frac{2.436 t}{3}} \right) \quad (21)$$

が得られる。 $L$  と  $t$  との関係をえがき実験値と比較して第95図に示す。

第95図から実験値はほぼ理論曲線に従うが若干の差があることが認められる。



第 94 図 1957 年産殖養ブリの体長の WALFORD の定差図  
(1957年から1961年までいけす網養殖場でマアジ  
餌料の飽食給与で飼育した場合)。

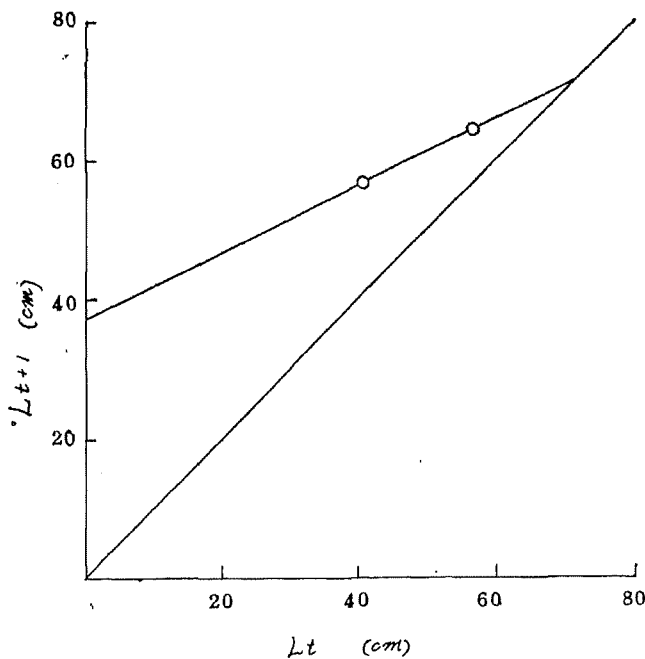


第 95 図 1957年産養殖ブリの成長曲線  
○, 実験値; 曲線, 理論値。

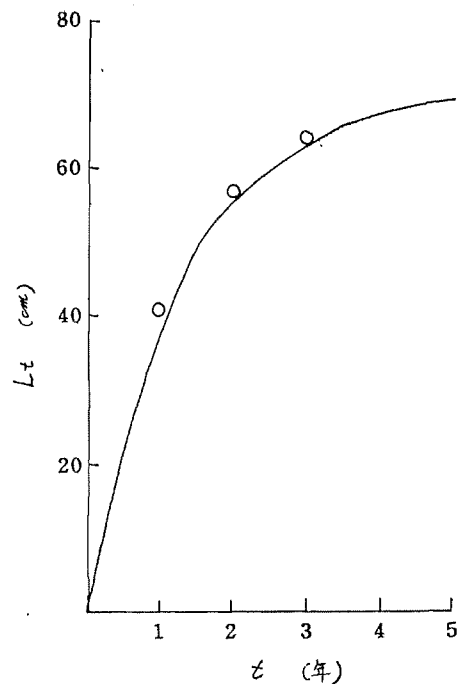
また, 1958年産ブリの体長の  $W_{ALFORD}$  の定差図をえがけば第96図を得, これから  $L_{\infty} = 71.5\text{cm}$ ,  $B = 2.233$  を得, 成長曲線として

$$L = 71.5 \left( 1 - e^{-\frac{2.233}{3} t} \right) \quad (22)$$

が得られる。  $L$  と  $t$  との関係をえがき, 実験値と比較して第97図に示す。



第 96 図 1958 年養殖ブリの体長の WALFORD の定差図  
(1958年から1961年までいけす網養殖場でマア  
ジ餌料の飽食給与で飼育した場合)。

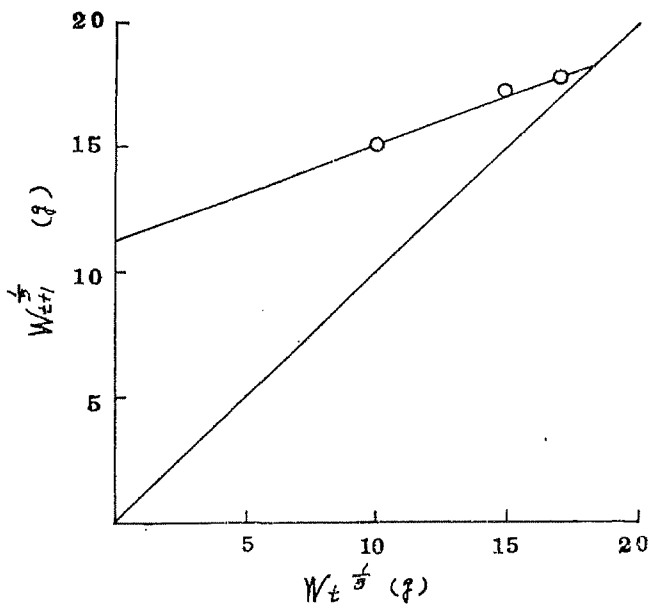


第 97 図 1958年産養殖ブリの成長曲線  
○, 実験値; 曲線, 理論値。

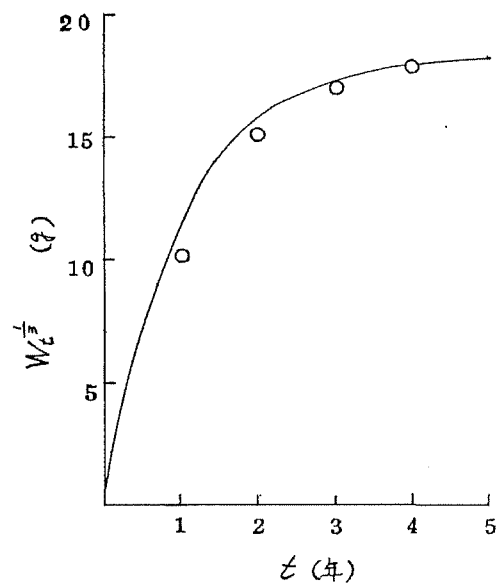
つぎに体重からブリの成長曲線を求めてみる。1957年産ブリの $W_{ALFORD}$ の定差図をえがけば第98図を得、これから成長曲線として

$$W^{\frac{1}{3}} = 18.23 \left( 1 - e^{-\frac{2.863}{3} t} \right) \quad (23)$$

が得られる。 $W^{\frac{1}{3}}$ と $t$ との関係および実験値を第99図に示す。



第 98 図 1957年産養殖ブリの $W^{\frac{1}{3}}$ のWALFORDの定差図 (1957年から1961年までいけす網養殖場でマアジ餌料の飽食給与で飼育した場合)。



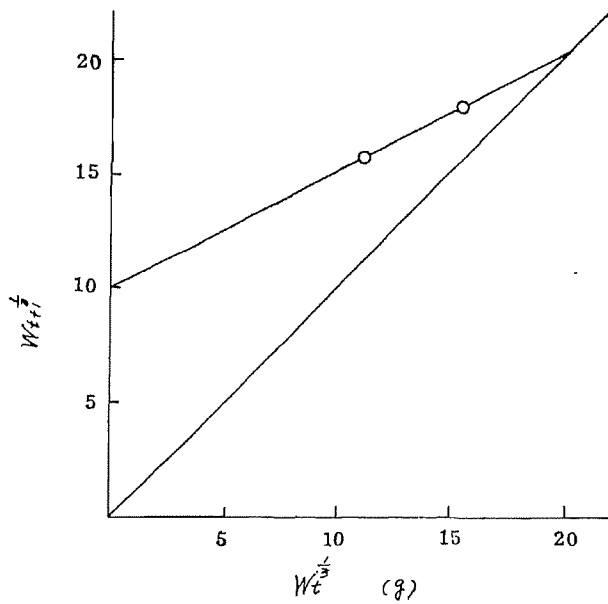
第 99 図 1957年産養殖ブリの体重から求めた成長曲線,  
○, 実験値; 曲線, 理論値。

また1958年産ブリの $W^{\frac{1}{3}}$ について $W_{ALFORD}$ の定差図をえがけば第100図を得、これから成長曲線として

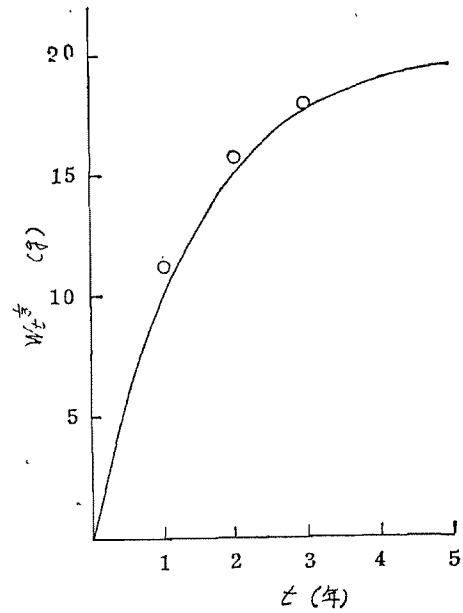
$$W^{\frac{1}{3}} = 20.15 \left( 1 - e^{-\frac{2.079}{3} t} \right) \quad (24)$$

が得られる。 $W^{\frac{1}{3}}$ と $t$ との関係および実験値を第101図に示す。

第99図および第101図からわかるように、実験値は理論と若干の差違はあるがほぼ理論曲線に従うことがわかる。



第100図 1958年産養殖ブリの  $W_t^{\frac{1}{3}}$  の WALFORD の定差図  
(1958年から1961年までいけす網養殖場でマアジ  
餌料の飽食給与で飼育した場合)。



第101図 1958年産養殖ブリの体重から求め  
た成長曲線  
○, 実験値; 曲線, 理論値。

以上の結果から、BERTALANFFY の成長式を適用すると、養殖ブリの成長を近似的に表わし得ることがわかる。ブリのいけす網内での養殖実験の値は理論値と若干の差があり、とくに若年魚にこの傾向が強くなり、高年魚になるに従って理論値に接近し一致する傾向がうかがわれる。これは、内湾に設置された狭いいけす網内という環境（面積約13m<sup>2</sup>）に原因すると思われる。

#### 4.5.6 飽食量と体重および水温との関係

飽食量と水温との関係は、 $t^{\circ}\text{C}$  のときの体重  $w_g$  のブリの飽食量を  $f_{w \cdot t, T^{\circ}\text{C}}$  のときの同体重のブリの飽食量を  $f_{wT}$  とすれば (17) 式から

$$\left( \frac{f_{w \cdot t}}{f_{wT}} \right)^{\frac{10}{t-T}} = Q_{10}$$

両辺の対数を取れば

$$\log f_{wt} = \frac{t-T}{10} \log Q_{10} + \log f_{wT} \quad (25)$$

で表わされる。

一方、 $w_g$  ,  $T^{\circ}\text{C}$  のときの飽食量  $f_{wT}$  は、 $a$  ,  $k$  を常数とするとき

(11)式から

$$f_{w \cdot T} = a \cdot w^{\frac{2-k}{3}} \quad (26)$$

単位体重の飽食量  $f_{1 \cdot T}$  は

$$f_{1 \cdot T} = a \cdot 1^{\frac{2-k}{3}} \quad (27)$$

(26)式および(27)式から

$$\frac{f_{w \cdot T}}{f_{1 \cdot T}} = \frac{a \cdot w^{\frac{2-k}{3}}}{a \cdot 1^{\frac{2-k}{3}}}$$

両辺の対数をとれば

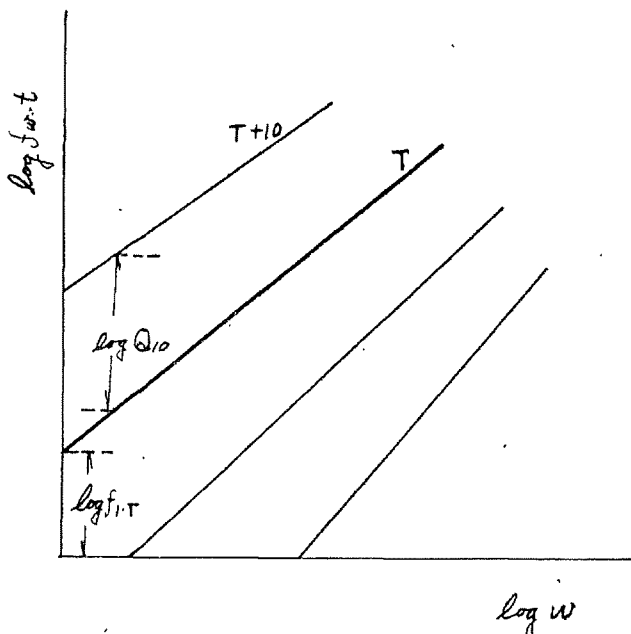
$$\log f_{w \cdot T} = \log f_{1 \cdot T} + \frac{2-k}{3} \log w \quad (28)$$

(25)式へ(28)式を代入すれば

$$\log f_{w \cdot t} = \frac{t-T}{10} \log Q_{10} + \log f_{1 \cdot T} + \frac{2-k}{3} \log w \quad (29)$$

を得る。(29)式は  $T^{\circ}\text{C}$  の飽食量  $f_{1 \cdot T}$  が定まれば  $w$  と  $t$  と  $f_{w \cdot t}$  との関係を表わす式となる。

縦軸に  $\log f_{w \cdot t}$  をとり横軸に  $\log w$  をとって、 $t$  の値の等しい線をえがけば(29)式には第 102 図に示したように  $f_{w \cdot t}$  と  $w$  と  $t$  との関係を表わす図となるので、 $t$  と  $w$  とから容易に  $f_{w \cdot t}$  を知ることができる。この際第 102 図からわかるように、 $T$  をあらわす線と、 $T+10$  を表わす線の縦軸方向の差が  $\log Q_{10}$  であり、 $T$  をあらわす直線と縦軸との交点  $\log f_{1 \cdot T}$  であり、直線の方向係数が  $\frac{2-k}{3}$  である。

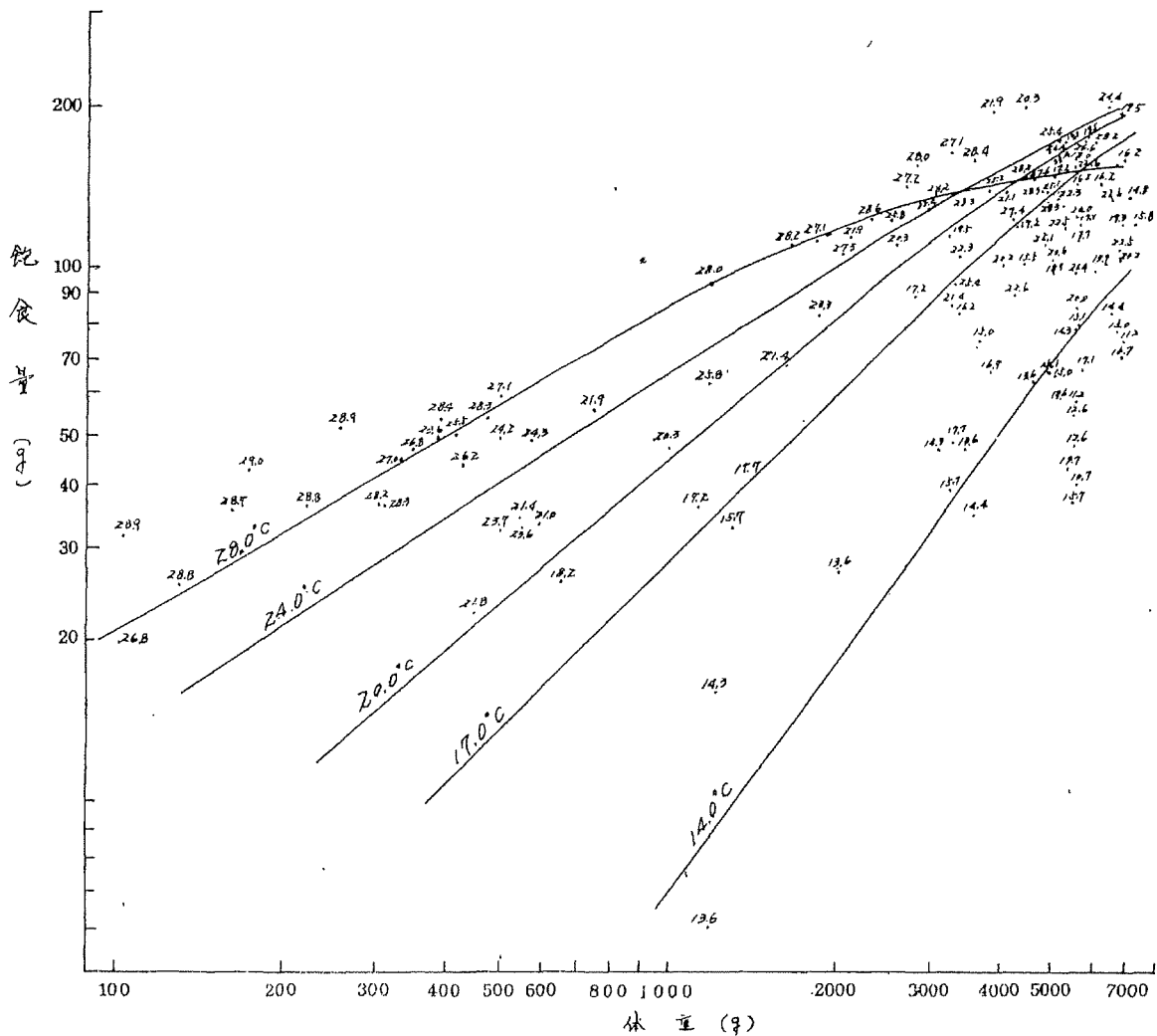


第 102 図 飽食量  $f_{w \cdot t}$  と水温  $t$  と魚体量  $w$  との関係を示す。理論式

$$\log f_{w \cdot t} = \frac{t-T}{10} \log Q_{10} + \log f_{1 \cdot T} + \frac{2-k}{3} \log w$$

による。





第103図 飽食量  $fw \cdot t$  と水温  $t$  と魚体重  $w$  との関係を示す (1956年から1961年までいけす網内においてマアジ飽食給与でブリを飼育した場合の実験値)。

第4章で述べた筆者の行った飽食給与実験の資料を用いて、第102図と同様に  $w$ 、 $t$  および  $fw \cdot t$  の関係を図示すれば第103図を得る。

第103図からわかるように、 $t$  の値の等しい点を結べば、 $w$  および  $fw \cdot t$  の大きな部分を除き、ほぼ直線となる。直線の方向係数  $\frac{2-k}{3}$  は  $t=24^\circ\text{C}$  付近でほぼ  $\frac{1}{3}$  を示し、 $k=0$  となっている。

これから実験値による第103図は(9)式の理論値による第102図とはほぼ一致していることがわかる。

#### 4.5.7 適正給餌量の決定

ブリ養殖事業の最大の目的は、最少の経費で最大の利益をあげることである。ところがブリ養殖における生産量のうち最も大きな割合を占めるものは餌料費であって、生産費のおよそ半分に及ん

でいる。右田・花岡（1938C）は餌料たん白の量と魚体たん白の増生量との関係式から、餌料たん白の経済的給与量を論じている。筆者は、本論文 4.5.1 で述べた給餌量と体重増加量との関係式から、餌料費と養殖魚の売上高との差を最大にすることについて論じ、ついで、餌料効率が最大となるような給餌量について、最後に適正給餌量の決定の方法について述べようと思う。

I) 餌料費と養殖魚の売上高との差を最大にする場合

養殖期間中のブリ 1 尾当たりの総給餌量  $F$  と同期間中のブリの体重増加量  $W$  との関係は、本論文 4.5.1 で述べたように

$$W = e^{-A-BF} (F-F_0)$$

である。餌料の単価を  $m$ 、養殖魚の単価を  $n$  とすれば、餌量  $F$  が与えられたときの養殖魚の体重増加による利益  $Y$  は

$$Y = n e^{-A-BF} (F-F_0) - mF \quad (30)$$

で表わすことができる。養殖魚の単価と餌料の単価との比  $n/m$  を  $k$  で表わせば、 $Y=0$ 、すなわち、利益がない場合の(30)式は

$$k = \frac{F \cdot e^{A+BF}}{F-F_0} \quad (31)$$

で表わすことができる。この式の  $k$  が最小となる  $F$  を求める。

$$\frac{dk}{dF} = \frac{(F-F_0)(e^{A+BF} + Fe^{A+BF} \cdot B) - Fe^{A+BF}}{(F-F_0)^2} = 0 \quad (32)$$

$k$  が最小の場合の  $F$  を  $Fm$  で表わせば(32)式は

$$BF^2m - FmBF_0 - F_0 = 0$$

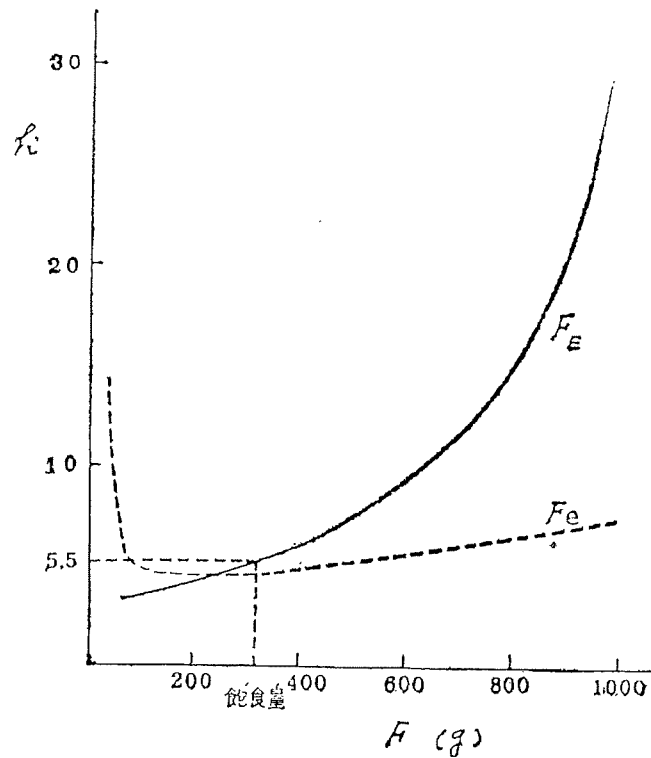
$$Fm = \frac{F_0B \pm \sqrt{F_0^2 B^2 + 4F_0B}}{2B} \quad (33)$$

となる。ここで本論文 4.5.1 で述べた1957年8月1日から10日までいけす網内で種々の日間給餌率でブリを飼育した実験例について (31) 式を適用すれば

$$k = \frac{F \cdot e^{1.121+8 \times 10^{-4}F}}{F-34.2} \quad (34)$$

となり、 $F$  と  $k$  との関係を図示すれば第104図の  $Fe$  曲線が得られる。また、(33)式を適用すれば、

$$Fm = \frac{2.736 \times 10^{-2} \pm \sqrt{2.736 \times 10^{-2} \times 4 + 34.2^2 \times (8 \times 10^{-4})^2}}{2 \times 8 \times 10^{-4}} = 225$$



第104図 給餌量 ( $F$ ) と養殖魚の単価 / 餌料の単価 ( $n/m$ ) との関係。実線 ( $F_E$ ), 養殖による利益が最大となる場合; 点線 ( $F_e$ ), 損益ともにならない場合。

を得る。このときの  $k$  を  $km$  とすれば

$$km = \frac{F m e^{A+BF} m}{F m - F_0} = \frac{225 e^{1.121+8 \times 10^{-4} \times 225}}{225 - 34.2} = 4.32$$

となる。

$Y$  が最大, すなわち利益が最大となるような  $F$  の値を求めると (30) 式から

$$\frac{dY}{dF} = n e^{-A-BF} (-B) (F-F_0) + n e^{-A-BF} - m = 0$$

$$k = \frac{n}{m} = \frac{e^{A+BF}}{1-B(F-F_0)} \quad (35)$$

この式を上記の実験例に適用すれば

$$k = \frac{e^{1.121+8 \times 10^{-4} F}}{1-8 \times 10^{-4} (F-34.2)} \quad (36)$$

となる。(36) 式の  $k$  と  $F$  との関係をかきければ第104図の曲線  $FE$  が得られる。

$\frac{n}{m}$  が与えられた場合養殖の利益を最大にするのは(5)式を満足する  $F$  の値である。しかしこの  $F$  が飽食量よりも大きい場合には  $F$  を飽食量にとどめることになる。

## Ⅱ) 餌料効率が最大となる給餌量

I) の場合注意すべきは(養殖魚売上高－餌料費)の値を最大にしても、養殖事業としては必ずしも経済的でないということである。養殖魚売上高と餌料費との差額は大きくなっても、餌料費がその差額の割合に大きければ経済的とはいえない。養殖事業経済の要は、最少の経費で最大の利益を得ることである。経費に対する利益の割合が重要である。この点から考えると養殖魚の単価と餌料の単価の比が一定の場合の経済的給餌量とは、餌料効率が最大となるような給餌量であると言える。餌料効率が最大となる給餌量は本論文 4.3.1 で述べたように飽食量のおよそ80%である。飽食量は、魚体重と水温とがわかれば、第103図から容易に求められる。また、第103図を用いない場合には、養殖魚に一度飽食するまで餌料を給与し、その量のおよそ80%を給餌量とする方法もある。

## Ⅲ) 適正給餌量の決定

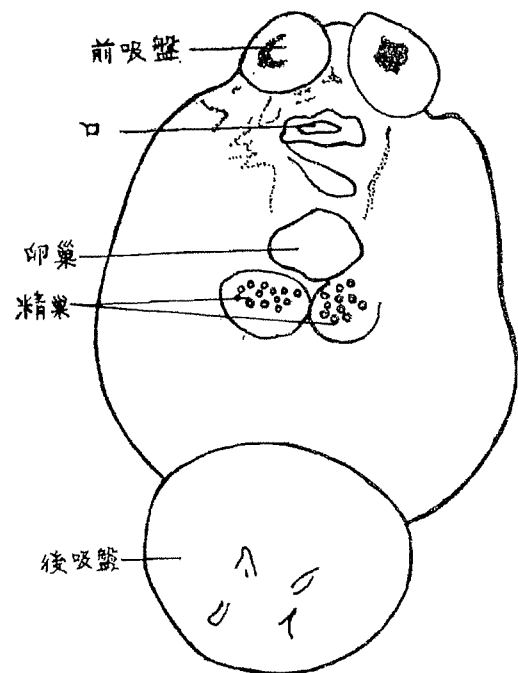
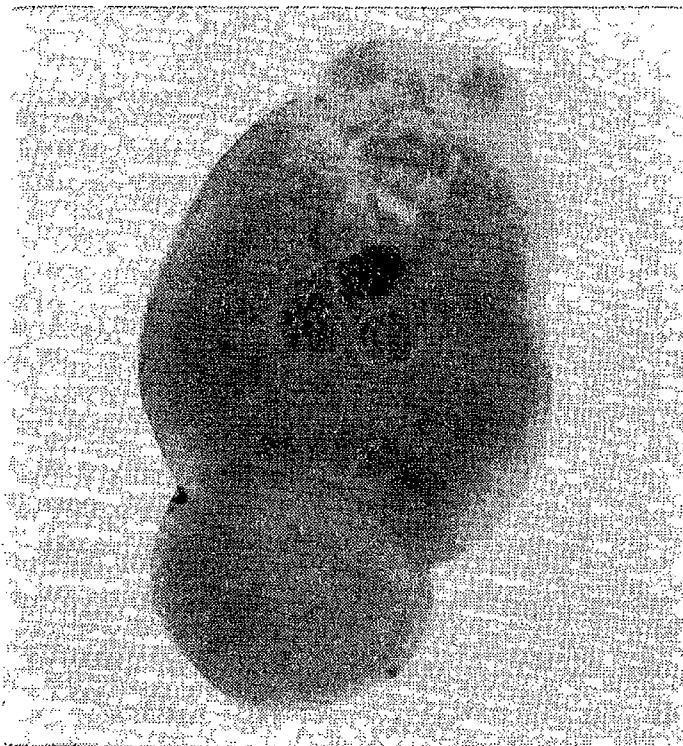
上に述べたように、餌料の経済からみると、給餌量としては餌料効率が最大となるような量を選ぶのが望ましい。しかし、魚体の増重を第1義に考える場合には飽食量またはこれに近い給餌量で飼育することもある。しかし、魚体の増重をはかるため、長期間飽食量を給与すると、摂餌量が減少し、死亡魚が生じ、餌料の流失率が高く、そのため養殖場の水質が悪化するという害が生ずる場合が少なくない。また飽食給餌を続ければ、生産のための投下資本を多額に要することとなり、金利の点からも望ましくない。そこで、平生の給餌量は飽食量の約80%を基準として、環境条件の良否によって若干の増減を行ない、出荷が近ずいたら給餌量を増加し、病魚の生ずる前に出荷できる程度に、出荷前に、給餌量を飽食量付近まで高めるのが適正な給餌方法と思われる。

# 第 5 章 魚 病

## 第 1 節 *Benedenia seriolae* による被害とその駆除法

### 5.1.1 ま え が き

かん水養魚場や水族館などで飼育中のブリ・カンパチなどの皮膚表面に *Trematoda* (吸虫類) の 1 種 *Benedenia seriolae* (YAMAGUTI)



第 105 図 *Benedenia seriolae* (YAMAGUTI)

(105図) が多数寄生しこれらの魚類にしばし大害を与えることがある。特に最近、ブリ・カンパチなどの養殖が各地で盛んに行なわれるようになって、本種による被害もまた増大する傾向にあるので、養魚経営上重大な問題となるにいたった。しかし、その被害状況に関する詳しい記録も少なくなく、また、駆除法に関する研究もほとんど見当たらない。

筆者は1957年以来、近畿大学養魚場をはじめ、和歌山県・三重県・瀬戸内海沿岸などにある養魚場の被害状況を調査し、また、*B. seriolae* の寄生したブリ・カンパチなどの飼育実験を行ない、さらに、その駆除法について研究した。そこで、本章ではブリに寄生した場合の *B. seriolae* の成長状態・寄生しやすい環境・被害状況・低比重に対する抵抗力・淡水浸漬による駆除法などについて報告する。

## 5.1.2 実験および調査の方法

*B. seriolae* の成長に関する実験を 5.1.3.1, 寄生しやすい環境および被害状況の調査を 5.1.3.2, 低比重に対する抵抗力および淡水浸漬による駆除法の実験を 5.1.3.3 とする。

I) *B. seriolae* の成長に関する実験では, 1960年10月29日淡水浸漬法によって *B. seriolae* を駆除したブリ0年魚(体重750~850g) 15尾を, 縦3.6m, 横3.6m, 深さ2.4mのいけす網内に収容して毎日餌を与えて1961年1月8日までの約2カ月半にわたって飼育し, その間にブリに寄生した *B. seriolae* の成長状態を観察した。11月10日から12月23日までは3~4日ごとに供試魚を1~2尾取りあげ, 魚体に寄生した *B. seriolae* を後に詳しく述べる淡水浸漬法によって殺し, その全長および体幅を測定した。全長は前吸盤の前端から後吸盤の後端までの長さとし, 体幅は体軸と直角方向に測定した虫体の横幅のうち最大部分の長さとした。

一度測定に用いた魚体および *B. seriolae* は, 飼育いけす網からそのつど除外して, 同一個体が2度測定されることを防ぎ, 測定ごとに残りの中から新しい個体を使用した。一方, 広い第1養魚場のブリに寄生した *B. seriolae* についても前記と同様な測定を行ない両者の成長状態を比較した。

II) 寄生しやすい環境および被害状況の調査は, 1957年から1960年までの約4カ年間, 近畿大学養魚場ほか和歌山県・三重県・瀬戸内海沿岸などの養魚場および水族館において行ない, 水温・海水比重・海水の交流・魚の運動などと *B. seriolae* の寄生との関係を検討した。

III) 低比重に対する抵抗力および淡水浸漬による駆除法の実験では, まず, *B. seriolae* を種々の比重の海水中に入れて, 本種が死亡するまでの時間を測定し, 海水比重と *B. seriolae* の死亡時間との関係を明らかにした。ついで, 淡水中に *B. seriolae* の寄生したブリ・カンパチを浸漬して *B. seriolae* の脱落状態を調査した。さらに, 淡水浸漬法によって *B. seriolae* を駆除したブリ・カンパチの飼育実験を行なって, 淡水処理法による駆除が, その後の魚の成長にどのように影響するかを調査した。

## 5.1.3 実験および調査の結果

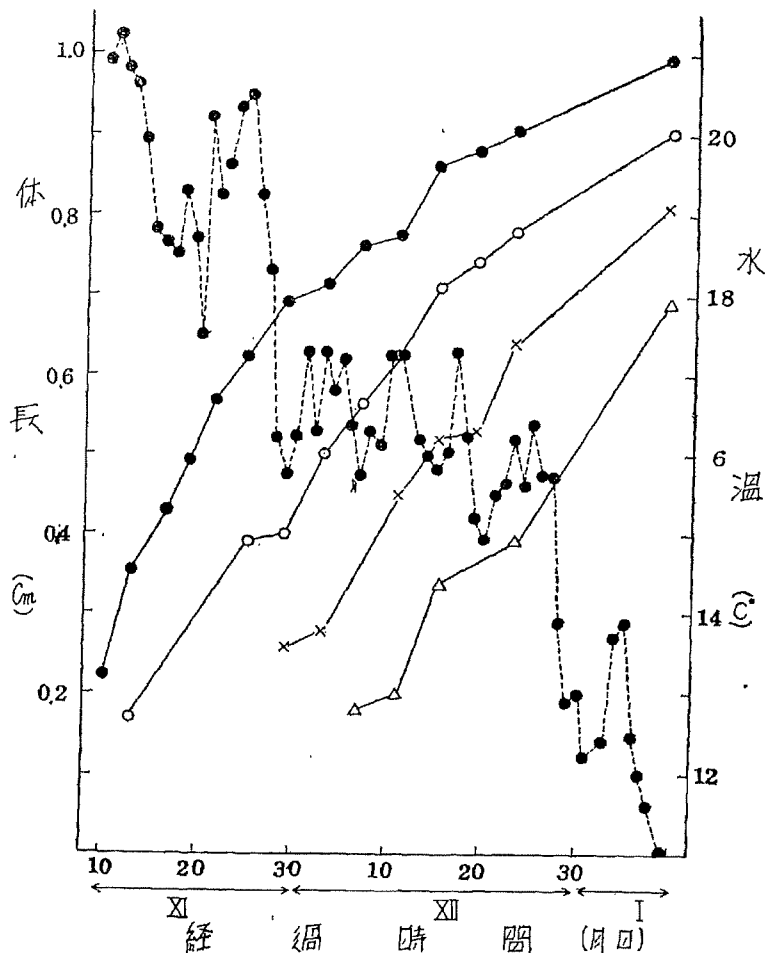
### 5.1.3.1 *B. seriolae* の成長

実験期間中における表面下1m層の最高水温は21.0°C(1960年11月11日), 最低水温は10.7°C(1960年1月8日)であったが午前10時半現在における表層水温の経過は第106図に示されているとおりである。また, 午前10時半現在における表層水の比重( $S_{15}$ )は, 最高1.0264, 最低1.0214, 平均1.0252であった。1回の測定によって得られた *B. seriolae* の全長ひん度分布は第107図に示すとおりであって, 最初の測定の11月10日には第1群だけが認められるが, 11月13日にはこのほ

かに全長の小さな第Ⅱ群が認められ、さらに11月29日には第Ⅲ群が、また、12月11日には第Ⅳ群が認められた。これら各群の時間の経過に伴う成長状態を平均値によって図示したものが第106図である。

第106図を見るとわかるように、11月10日は平均全長0.22cm、平均体幅0.09cmの第1群は、1月8日にそれぞれ0.99cm、0.5cmに成長した。また、11月13日平均全長0.17cm、平均体幅0.09cmの第Ⅱ群は1月8日にそれぞれ0.81cm、0.41cmに成長したものと思われる。

一方、1960年10月9日第1養魚場で飼育中のブリ0年魚に *B. seriolae* の寄生が認められたがそ

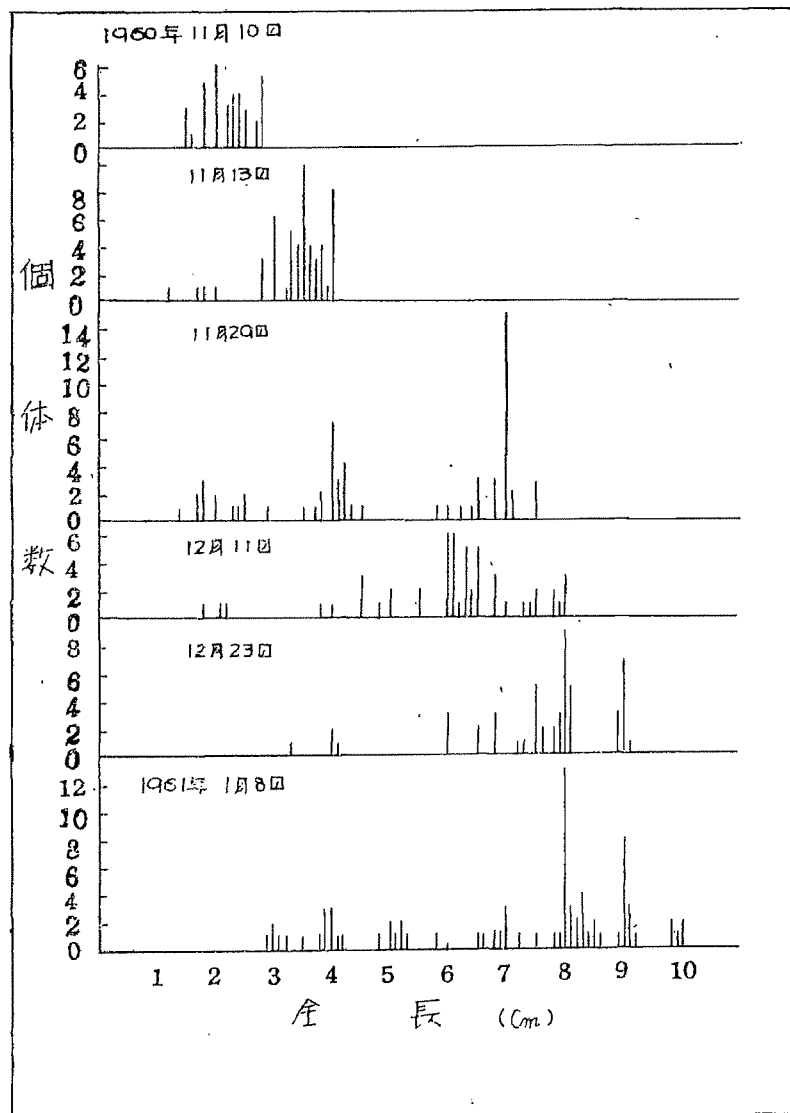


第106図 *Benedenia seriolae* の全長の成長曲線(1960年11月10日から1961年1月8日までいけす網養殖場で飼育中のブリに寄生した個体の平均値)。  
●, 第1群; ○, 第2群; ×, 第3群; △, 第4群; ……●…., 水温

のまま放置し、11月27日淡水漬浸法によって *B. seriolae* を殺して大きなもの30個体を測定したところ平均全長0.88cm、体幅0.45cmであった。また、12月16日同様な方法によって31個体を測定したところ、平均全長0.97cm、体幅0.54cmであった。10月9日~12月16日の水温は表面下1m層で

最高  $26.5^{\circ}\text{C}$  最低  $12.0^{\circ}\text{C}$  であった。また、1959年10月24日にいったん駆除したが、その後に付着した *B. seriola* は同年11月21日20個体平均で全長  $0.7\text{cm}$ 、体幅  $0.4\text{cm}$  に成長した。この期間中の水温は表面下  $1\text{m}$  層で最高  $23.0^{\circ}\text{C}$ 、最低  $18.0^{\circ}\text{C}$ 、午前10時半における表層水温の平均は  $20.8^{\circ}\text{C}$ 、表層水の比重 ( $S_{15}$ ) は最高  $1.0251$ 、最低  $1.0210$  であった。また、1959年11月23日の駆除後に付着したものは、同年12月23日には25個体平均で全長  $0.54\text{cm}$ 、体幅  $0.27\text{cm}$  であった。この期間中の水温は表面下  $1\text{m}$  層で最高  $19.0^{\circ}\text{C}$ 、最低  $13.5^{\circ}\text{C}$ 、表層水の比重 ( $S_{15}$ ) は最高  $1.0258$ 、最低  $1.0207$  であった。従来筆者が測定した *B. seriola* のうち最大のものは、1960年12月16日にブリ0年魚に寄生していたもので、全長  $1.05\text{cm}$ 、体幅  $0.58\text{cm}$  であった。

*B. seriola* の全長と体幅との関係を示したものが第108図である。すなわち、全長  $L\text{cm}$ 、体幅  $B\text{cm}$  とすれば、両者の間には



第107図 *Benedenia seriola* の全長ひん度分布の推移。(1960年11月10日から1961年1月8日までいけす網養殖場で飼育中のブリに寄生した個体の各回の測定値による)。



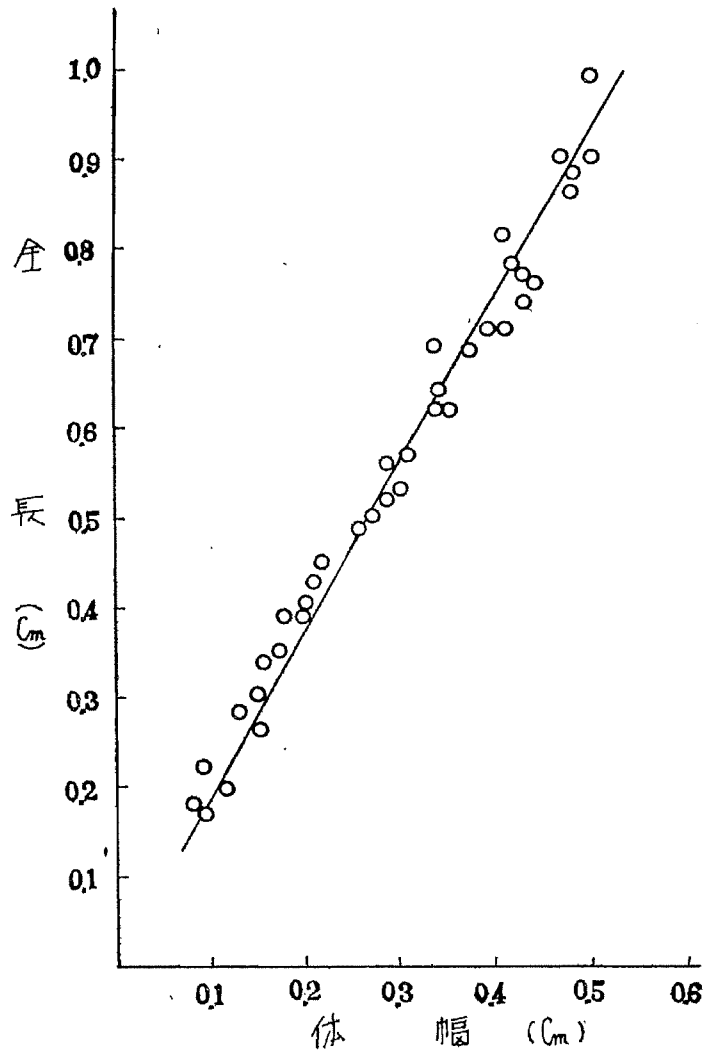
$$B = 0.54L$$

の関係式が成立する。

5.1.3.2 寄生しやすい環境および被害状況

I) 寄生しやすい環境

水温 1957年10月から1960年12月までの間に第1養魚場に飼育中のブリにもしばしば *B. seriolae* の寄生をみたが、同期間中における表層水の最高および最低水温を105表に示す。



第108図 *Benedenia seriolae* の全長と体幅との関係

第105表 *Benedenia seriolae* が発生した時の最高および最低水温 (1957年10月から1960年12月までの間、第1養魚場において養殖中の0年魚に寄生された場合)。

寄生時期			水温 (1m層)	
年	月	旬	最高 (°C)	最低 (°C)
1957	11	上	21.2	17.2
1958	7	中	28.5	25.8
1959	2	下	17.3	11.5
"	5	上	24.5	19.9
"	10	中	24.4	19.5
1960	5	下	21.7	18.9
"	10	上	26.8	23.0

また、1959年10月から1960年7月までいけす網養殖場においてブリ（体重700～2,500g）を飼育し

第106表 いけす網養殖場において養殖中の1年魚に寄生した *Benedenia seriola* の駆除日、つぎの駆除までの期間およびその期間の午前10時半の表層水温の平均値を示す。

駆除時期			つぎの駆除までの期間 (日)	その期間の平均水温 (°C)
年	月	日		
1959	10	23	24	21.2
//	11	16	28	17.3
//	12	14	67	14.6
1960	2	19	68	15.5
//	4	27	39	19.8
//	6	5	19	22.3
//	6	24	29	26.7

たが、その間に行なった *B. seriola* の駆除日、つぎの駆除までの日数およびその期間中における表層水の平均水温を第106表に示す。

また、1960年6月から12月までブリ0年魚(体重70～1,300g)を飼育した場合のそれらを第107表に示した。ただし、期間平均水温とは、その期間中の午前10時半における表層水温の平均値である。

第107表 いけす網養殖場において養殖中の0年魚に寄生した *Benedenia seriola* の駆除日、つぎの駆除までの期間およびその期間の午前10時半の表層水温の平均値を示す。

駆除時期			つぎの駆除までの期間 (日)	その期間の平均水温 (°C)
年	月	日		
1960	6	14	35	25.3
//	7	19	11	28.2
//	//	30	34	28.1
//	9	2	40	26.5
//	10	12	18	23.9
//	//	30	24	20.6
//	11	24	16	16.8

第105表～107表を見ればわかるように、*B. seriola* が寄生する水温範囲は相当に広くて11.0～28.5°Cであり、かつ、ほとんど周年にわたっている。しかし寄生の多いのは16～26°Cの範囲であって、特に20°C内外が最もはなはだしい。寄生がはなはだしいとひん繁に駆除しなければならな

いので、駆除日の間隔によっても寄生の程度をほぼ知ることができる。そして、高水温の夏季と低水温の冬季とには被害が少ないことがわかる。

たとえば、1957年、1959年および1960年において、秋季10～11月に寄生が認められ、相当な被害を生じていても、冬季の12月中旬以降になると寄生個体数は次第に少なくなり、1月・2月はきわめて少ないことが認められる。また、春季および初夏に寄生がはなはだしいことがあるが、これも盛夏に入るときわめて少なくなることが、認められる。このように、冬季や盛夏に寄生個体数が少なくなることは、水温の影響によることが大きいと考えられる。

比 重 海水の水重が低下すると *B. seriolae* の生育には不適となり、比重 ( $S_{15}$ ) 1.0050 以下では死滅する。したがって、降雨や河川の流入などで海水の比重が低下するところでは *B. seriolae* の寄生が軽い。たとえば、1960年10月7日夕、和歌山県那智勝浦町にある近畿大学浦神実験場のブリ・カンパチに寄生していた *B. seriolae* は、豪雨によって海水の比重が低下したため、ほとんど全部が脱落した。豪雨の翌8日午前5時の測定では、表層水の比重 ( $S_{15}$ ) 1.0010、表面下2mでは1.0150であった。これからわかるように、淡水の影響が少ない三重県や和歌山県下沿岸の養魚場では、*B. seriolae* の寄生が著しい。

海水の交流 海水の交流の少ない養魚場には、*B. seriolae* の寄生が著しい。第1養魚場は湾奥にあるため海水の交流が悪く、飼育中のブリやカンパチにしばしば本種の寄生をみるが、同じ白浜町でも、網ハマチ生産組合の養魚場では海水の交流がきわめてよいので本種の寄生による被害は僅少である。しかし、いけす網養殖場でも海藻などでいけすの網目がつまり、海水の交流が悪化すると、寄生がはなはだしい。

魚の運動 運動不活ぱつな魚には寄生虫が多い。すなわち、不健康な魚体とか養魚場が狭いなどで活ぱつな運動ができない魚には寄生虫が多い。また、秋から初冬にかけて寄生が著しいが、これは水温が *B. seriolae* の繁殖生育に相当していることのほかに、水温低下によってブリ・カンパチの運動が不活ぱつとなることにも一因があるのであろう。また、ブリよりもカンパチが寄生されやすいのも、カンパチの方が運動不活ぱつなことによるものと思われる。

## Ⅱ) 被害状況

*B. seriolae* の色は無色透明なものが多く、魚体表面の粘液によく似ているため見分け難いが、発育の進んだものでは褐色または緑色がかかったものもある。遊泳中の魚体を注意すると、寄生されたものでは体表にやや白いくもりが認められる。また、遊泳中時々体をひるがえして岩、くいなどにすりつけるのが見られる。また、魚体をとりあげて体表を手でこすると感触で付着を知ることができる。

*B. seriolae* はブリ・カンパチなどの頭部や軀幹部の皮膚表面に吸盤で付着して粘液を摂取するらしく、多数の本種が付着した魚体の皮膚には、粘液がきわめて少ない。付着しやすい部位は体側・頭部などであるが、特に首の部分および眼の角膜には本種が多く見いだされる。尾部やひれには少ない。寄生された魚は魚体を養魚場の浮遊物・岩・くいなどにすりつけるため、頭部背面や体側などに損傷を受け、はなはだしいものでは筋肉が露出する。眼の角膜に寄生された魚は、どう孔が白濁しつつには眼球がぼう出する場合もある。寄生が軽い場合には魚体の成長が衰える程度で被害は少ないが、寄生がはなはだしい場合には魚体に損傷を受け、または、失明し、さらに食欲が減退して体重が減少し、ついには死亡する。

従来の被害の数例を次に示す。

- a. 1957年初夏、大阪府みさき公園自然水族館で飼育中のブリに多数の本種が寄生し、多数の魚体が衰弱のため死亡した。
- b. 1957年秋、近畿大学第1養魚場のブリ0年魚に本種が寄生し一時食欲が減退して成長が衰えたが、冬にいたり次第に回復した。
- c. 1958年秋、三重県下のいけす網養殖場において多数のブリ0年魚に本種が寄生したため成長が悪くなり、そのうちのはなはだしいものは死亡し、養魚経営上大打撃を受けたところが少なくなかった。
- d. 1959年秋、いけす網養殖場のカンパチ0年魚および1年魚に本種の寄生が認められたので、淡水浸漬法によって駆除したところ、0年魚は一時成長が減退しただけで再び回復した。しかし、1年魚は損傷大きく、いけす網中の52.2%が死亡した。
- e. 1960年秋、和歌山県白浜町白浜ハマチ組合のブリ0年魚に本種が寄生したので駆除したが、駆除の手遅れから損傷のはなはだしい個体2.5%が死亡し、ほかの個体も回復が容易でなかった。

前記のほか、瀬戸内海沿岸たとえば、喜兵衛島養魚場の養殖ブリにも本種の寄生が認められている。

なお、第1養魚場では、ブリ・カンパチのほかに、シマアジ・マダイ・クロダイ・トラフグなども混養しているが、*B. seriolae* の被害があったのは、ブリとカンパチだけであって、そのほかの魚類には寄生が認められなかった。その理由は明らかでないが、ブリ・カンパチの体表の粘液とシマアジ・マダイその他の魚類の体表の粘液との質が相違し、ブリ・カンパチなどの粘液を *Benedenia seriolae* が好んで食うためではなかろうか。

### 5.1.3.3 低比重に対する *Benedenia seriolae* の抵抗力およびその駆除法

1957年、みさき公園水族館および近畿大学養魚場のブリに *B. seriolae* が寄生したが、寄生虫の付

着した魚体を淡水に浸漬することによって容易に本種を駆除することができることを知った。そこで、さらに詳細に低比重海水に対する *B. seriolae* の抵抗力を実験し、その駆除法を研究した。

### 5. 1. 3. 3. 1 低比重海水に対する *B. seriolae* の抵抗力

1959年2月16日 *B. serilae* を魚体から離し、水温 $15.0^{\circ}\text{C}$ 比重 ( $S_{15}$ ) 1.0200の海水中から、いろいろな比重に調節した $14.1^{\circ}\text{C}$ の海水に浸漬して、本種が死滅するまでの経過を観測した。

その結果を第109図に示す。

*B. seriolae* を魚体から離し、水温 $15.0^{\circ}\text{C}$ 、比重  $S_{15}=1.0200$  の海水中から $14.1^{\circ}\text{C}$ の淡水中に浸漬して観察したところ、浸漬直後きわめて活ぱつに動くが、1分後には運動が鈍り、2分後にはわずかに動いてはいるが白濁しはじめ、3.5分後には運動が停止し、5分後には虫体の中央部をわずかに残して白濁する。

すなわち、 $1.000 < S_{15} < 1.001$ の範囲内の海水では、本種は5分以内に死滅したが、 $S_{15} > 1.005$ の海水では死滅するま

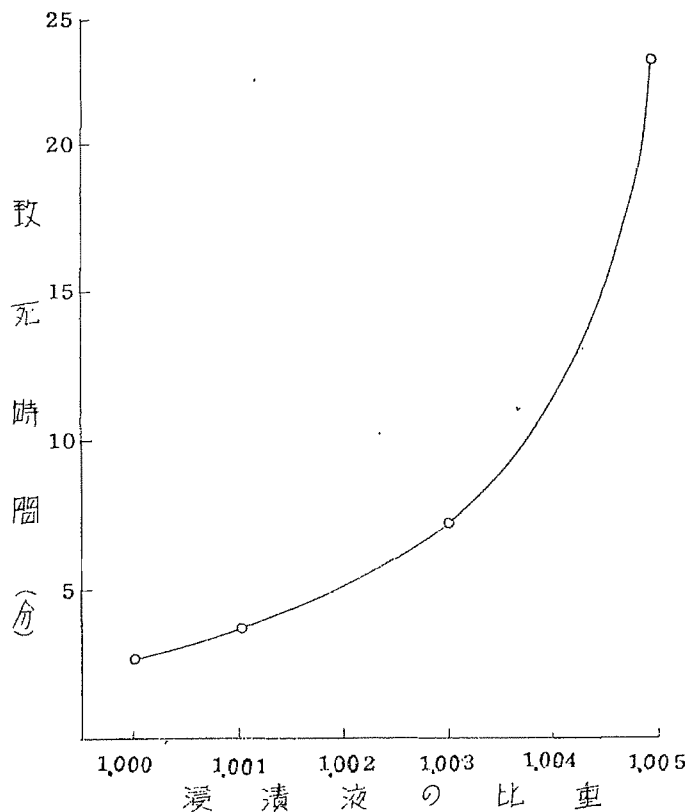
でかなり長時間を要することがわかる。淡水としては上水道水だけでなく天然水を用いて試験したが、いずれの場合も虫体に対する効果は同様であった。

つぎに、種々の比重に調節した海水中に *B. seriolae* の寄生しているブリまたはカンパチを浸漬したときの寄生虫の脱落状況について述べる。

#### I) $1.000 < S_{15} < 1.001$ の海水

水温 $15\sim 16^{\circ}\text{C}$ 、比重  $1.000 < S_{15} < 1.001$  の淡水または希釈海水に *B. seriolae* の付着したブリまたはカンパチを浸漬した場合の寄生虫の脱落状況を第108表に示す。

第108表を見ればわかるように、ブリもカンパチも10分以上浸漬すれば完全に本種を除去することができる。



第109図 淡水希釈海水の比重とその中に浸漬された *Benedenia seriolae* の死亡時間との関係。

第108表 淡水（または希釈海水）浸漬時間と *Benedenia seriola* の生残数を示す〔淡水又は希釈海水（比重  $S_{15}$  1.000~1.001）中に *Benedenia seriola* の付着したブリまたはカンパチを浸漬した場合〕

魚種	供試魚数	淡水浸漬時間（分）	<i>Benedenia seriola</i> の生残数
カンパチ 0年魚	20	3 ~ 3.5	0
〃	20	5 ~ 5.5	1
〃	9	7 ~ 7.5	0
〃	20	10 ~ 10.5	0
ブリ 0年魚	20	10 ~ 10.5	0

Ⅱ)  $S_{15} = 1.002$  の海水

第1回実験 *B. seriola* が29個体付着したブリ1尾を水温  $18.4^{\circ}\text{C}$  比重 ( $S_{15}$ ) 1.0254の海水中から水温  $16.6^{\circ}\text{C}$ 、比重  $S_{15} = 1.0022$  に調節した水槽に移したところ、寄生虫の虫体が浸漬後4分で薄白くなり、7分30秒でさらに白くなり、12分で魚体から脱落しはじめ、40分で魚体からほとんど離脱したように認められた。そして、45分後に取りあげて検査したところ、付着していた寄生虫はわずかに1尾で、脱落率は96.6%であった。

第2回実験 *B. seriola* の付着したブリ2尾を水温  $18.4^{\circ}\text{C}$ 、比重  $S_{15} = 1.0254$  の海水中から、水温  $16.0^{\circ}\text{C}$ 、比重  $S_{15} = 1.0022$  に調節した水槽中に移したところ、寄生虫は浸漬後2分で薄白くなり、6分でさらに白くなり、47分後はほとんど脱落したように認められたので検査したところ、付着した寄生虫は1尾もなく、脱落率は100%であった。

Ⅲ)  $S_{15} = 1.004$  の海水

第1回実験 *B. seriola* が30個体付着したブリ1尾を水槽  $20.3^{\circ}\text{C}$ 、比重  $S_{15} = 1.0255$  の海水中から、水温  $17.2^{\circ}\text{C}$  比重  $S_{15} = 1.0043$  に調節した水槽に移したところ、*B. seriola* は20分後かなり白濁し、40分後魚体から離れはじめ、90分後ほとんど落ちたように認められたので、直ちに取り出して検査したところ、1個体だけ付着しており、脱落は96.7%であった。さらにこの魚体を上記の液に再び浸漬し、最初の浸漬から54時間45分後取り出して検査したところ、残っていた最後の1個体も脱落していた。

第2回実験 *B. seriola* が20個体付着したブリ1尾を水温  $20.3^{\circ}\text{C}$ 、比重  $S_{15} = 1.0255$  の海水中から、水温  $17.2^{\circ}\text{C}$ 、比重  $S_{15} = 1.0043$  に調節した水槽中に移したところ、浸漬後8分で虫体はだい

ぶ白濁し、15分で脱落しはじめ、61分で付着個体数は3個となった。脱落率は85%である。そして、この魚体を再び上記の海水にもどして54時間16分後に調べた結果、残った3個体も脱落していた。

#### Ⅳ $S_{15} = 1.006$ の海水

第1回実験 合計15個体の *B.seriolae* の付着した2尾のブリを水温  $21.1^{\circ}\text{C}$ 、比重  $S_{15} = 1.0259$  の海水中から、水温  $16.8^{\circ}\text{C}$ 、比重  $S_{15} = 1.0063$  に調節した水槽中に移したところ、浸漬後14分で虫体は白濁したが脱落したものはなく、そのまま浸漬を続けて24時間32分後に再び付着数を調査したところ、脱落したものは10個体であって、5個体は白濁はしていたが付着したままであった。脱落率は66.7%である。

第2回実験 *B.seriolae* が28個体付着したブリ1尾を、水温  $17.9^{\circ}\text{C}$ 、比重  $S_{15} = 1.0253$  の海水中から、水温  $16.2^{\circ}\text{C}$ 、比重  $S_{15} = 1.0063$  に調節した水槽中に移したところ、寄生虫は浸漬後7分で白濁して1個体が脱落したが、そのほかの個体は脱落しなかった。そして、26時間18分後まで浸漬を続けて調べたところ、さらに22個体が脱落したが、残りの5個体は薄白く濁ったまま付着していた。脱落率は82.1%である。

#### 5.1.3.3.2 ブリ・カンパチの淡水および低比重海水に対する抵抗力

ブリ・カンパチを正常な海水から淡水または低比重の海水中に移した場合、魚体の抵抗力は水温・比重・水中溶存酸素量・魚の生理状態などによって異なる。たとえば、*B. seriolae* が発生しやすい温度 ( $16.0 \sim 26.0^{\circ}\text{C}$ ) の範囲内では、溶存酸素量に不足のない淡水中に浸漬した場合、健康な

第109表 淡水浸漬法による *Benedenia seriolae* の駆除後4日間におけるブリおよびカンパチの死亡記録

魚種	駆除時期			水温( $^{\circ}\text{C}$ )	魚の数	死魚の数	魚の死亡率 %
	年	月	日				
ブリ 0年魚	1960	10	12	25.3	1,888	3	0.16
〃	〃	12	-10	16.8	1,875	0	0
ブリ 1年魚	〃	6	5	22.2	246	0	0
〃	〃	7	23	28.1	229	0	0
〃	〃	8	18	29.4	210	0	0
カンパチ 0年魚	〃	11	9	21.5	1,753	6	0.34
〃	〃	12	9	16.5	1,745	0	0
カンパチ 1年魚	1959	11	2	22.2	22	6	27.3
〃	1960	6	4	22.0	1,261	5	0.40
〃	〃	10	24	22.1	1,006	0	0

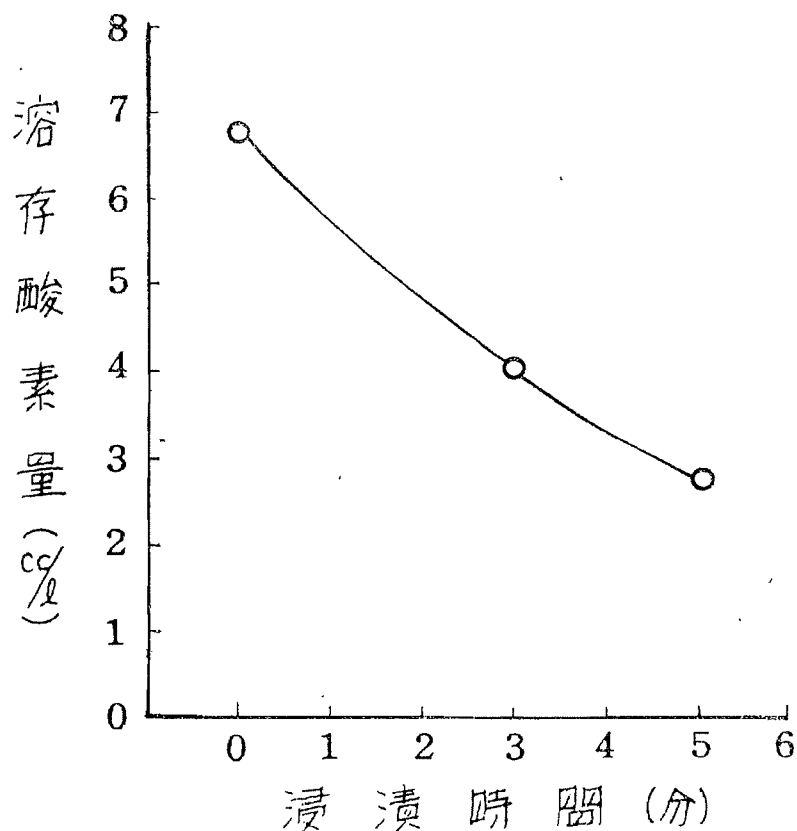
魚体ならば20分間以内では死亡しないが、生理的に異常のある魚体では、10分間の淡水浸漬でも死亡するものもある。もちろん、低比重海水中では、純粹の淡水中よりも魚体の抵抗力は強い。

*B.seriolae* の寄生したブリ・カンパチなどを淡水に浸漬して駆除する際の魚の死亡率は、寄生の程度が低く、かつ、魚体の衰弱が少ない場合にはきわめて低く、全く死亡しない場合も少なくない。また第109表に示すように、魚の最適水温時には死亡しにくい、高水温時には駆除中または駆除直後に死亡しやすく、低水温時には駆除後、数日間に損傷によって死亡しやすい。

ことにカンパチは駆除が遅れると衰弱がはなはだしく、淡水処理によってますます衰弱がうながされ、損傷が増加して死亡する場合が少なくない。第109表は淡水処理による*B.seriolae* の駆除後4日間における死亡例を示したものである。

#### 5.1.3.3.3 淡水処理中の溶存酸素量の変動

淡水処理操作中、魚が浸漬されている淡水の溶存酸素量の変動を調査するため次の実験を行なった。



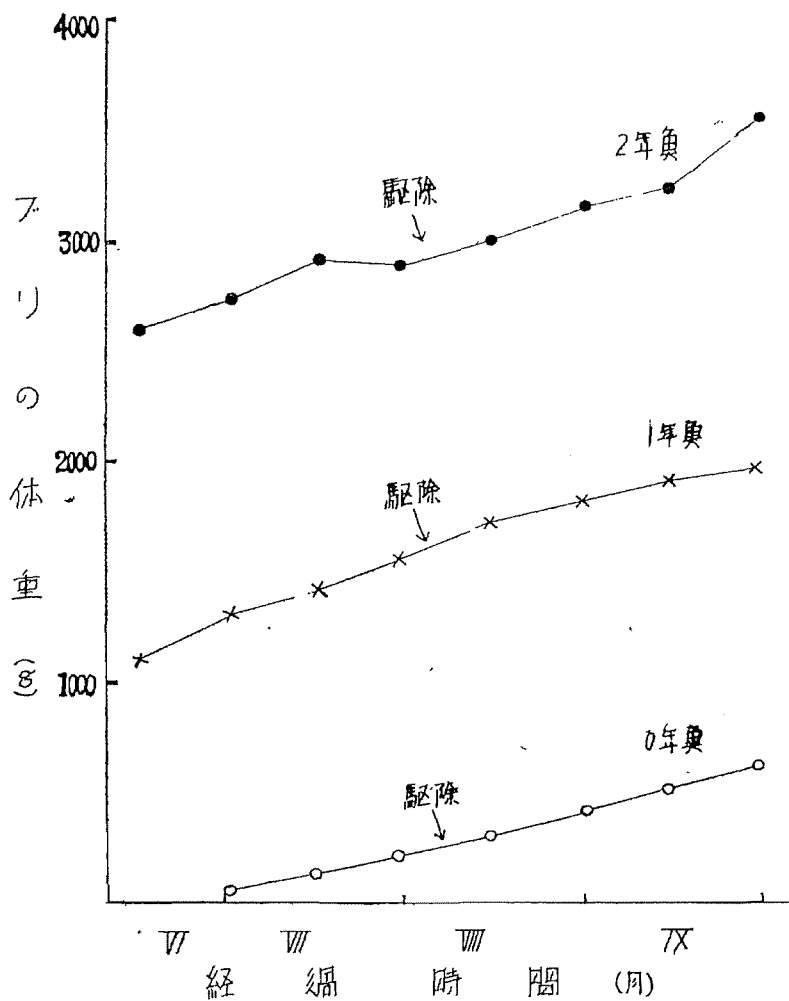
第110図 淡水浸漬法による *Benedenia seriolae* の駆除作業中の水槽内溶存酸素量の変動。



直径 96cm, 深さ 43cmの水槽 (容積311ℓ) に, 24.0°C の淡水を満たし, 毎分 43.5ℓの新しい淡水を注ぎ込み, これに *B. seriolae* の付着したブリ0年魚160尾 (重量 17kg760g) を浸漬し, 処理中の溶存酸素量を測定してその変動を調査した。第110図はその変動を図示したものである。すなわち, 浸漬直前には 6.78cc/ℓあった溶存酸素量は浸漬3分後に 3.94cc/ℓとなり, 5分後には 2.71cc/ℓ に減少した。そして, 7分後から魚体を淡水から取り出しはじめ, 11分後に全部の魚体を取り出して, その時の溶存酸素量を測定した結果は 2.34cc/ℓある。

#### 5.1.3.4 淡水処理による駆除が魚の成長に及ぼす影響

淡水処理によって *B. seriolae* を駆除したブリ・カンパチは駆除後しばらくの間は餌につかないが, 餌付後は良好な成長を続ける。淡水処理後の摂餌中止の期間は, 飼育水温の高い時に短かく, 低い時に長い。また, 若年魚では短かく, 高年魚では長い。また, 寄生による衰弱の程度が少ないものでは短かく, 著しいものでは長い傾向が認められる。

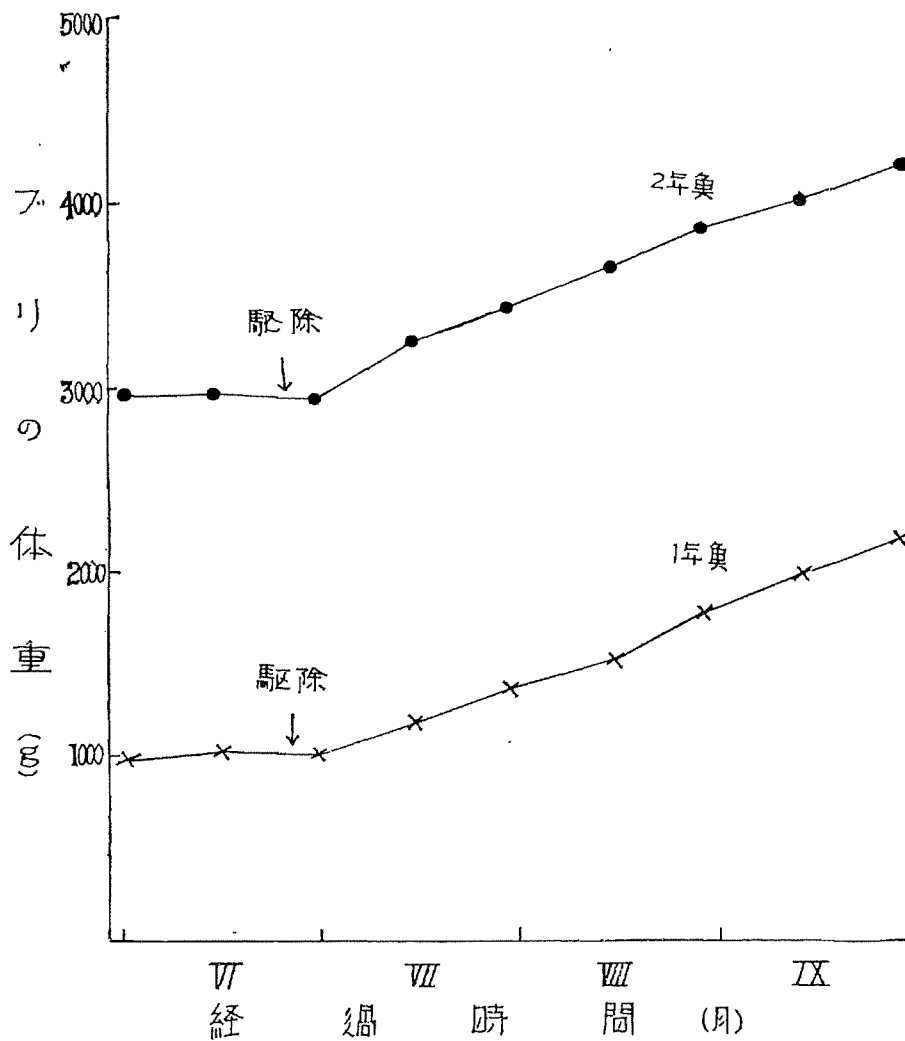


第111図 淡水処理による *Benedenia seriolae* 駆除前後におけるブリの体重の変動を示す

まず、水温による摂餌中止期間の相違を比較する。体重135gのブリ0年魚は、約 27.0°C の高水温では淡水処理後約1時間で摂餌をはじめ、また、体重1,842gの1年魚は、水温 28.4°C 付近では約5時間後に摂餌したが、16.5°C 付近の低水温では、866gの0年魚は25時間後にはじめて摂餌をはじめた。

また、若年魚と高年魚とによる摂餌期間の相違を比較すると、体重229.5gのブリ0年魚は、水温 29.0°C 付近では淡水処理後約5時間で摂餌をはじめたが、体重 2,200g のブリ1年魚は、水温 29.4°C 付近では約19時間後にはじめて摂餌した。

*B. seriolae* 駆除のための淡水処理後のブリの体重の変化を第111図および第112図に示す。



第112図 淡水処理による *Benedenia seriolae* の駆除前後におけるブリの体重の変動を示す。

第111図および第112図を見ればわかるように、駆除前は魚の成長が衰えている場合でも、駆除後は順調な成長を続けているから、寄生虫の駆除が魚の成長に好影響を与えているものと思われる。

また、駆除前に魚体の一部に損傷を受けていたものでも、駆除後摂餌を開始すると傷は全治する場合が多かった。しかし、損傷のはなはだしい個体や駆除後餌付きの悪い個体は、次第に衰弱して死亡した。冬期水温が  $12^{\circ}\text{C}$  以下に低下し、摂餌を中止している時駆除すると、損傷や衰弱の回復が遅く、死亡する魚も生じやすい。

#### 5.1.4 総括および論議

以上述べてきたことからわかるように、*B. seriolae* は海水の交流が悪い養殖場のブリやカンパチなどに寄生しやすく、また、運動不活ぱつな魚体に寄生が著しい。水温  $20^{\circ}\text{C}$  付近が最も寄生しやすいが、好適な環境にあれば次から次へと続々と発生し、その成長もすみやかで、全長約  $0.2\text{cm}$  の虫体は1カ月後には約  $0.8\text{cm}$  に成長する。したがって、その被害も大きく、放置すれば寄生された魚体は体表に損傷を受け、食欲減退し、次第に衰弱して死にいたる場合も少なくない。しかし *B. seriolae* は低比重海水や淡水に対しては、ブリ・カンパチなどより抵抗力がはるかに弱い性質がある。

淡水または低比重海水に浸漬された *B. seriolae* が死滅する原因については、浸漬液と虫体内との滲透圧の差によって、虫体内に淡水または低比重海水の浸入を受け、虫体構成物質が変性して虫体の生活機能が障害を受け、ついに死にいたるものと考えられる。この性質を利用して、つぎのような予防法および駆除法が考えられる。

##### 5.1.4.1 予 防 法

I) 養殖場の海水の交流をさまたげないようにし、できれば交流を促進する。そのためには、水門に金網の施設をもつ養魚場では、金網の掃除をしばしば行ない、また、いけす網養殖場では、網の取り替えをしばしば行なって、海水の交流をさまたげるものを除去し、交流の促進をはかる。

II) 魚の運動をさまたげないように注意し、できればなるべく広い養殖場で飼育する方がよい。

##### 5.1.4.2 駆 除 法

I) *B. seriolae* の寄生の早期発見に注意する。それには、魚の遊泳状態に注意していると、しばしば魚体をひるがえして遊泳しているものには寄生している場合が多い。また、皮ふを手で触れれば感触で付着していることがわかる。さらに、数尾を取りあげ淡水に5分間浸漬すれば白濁するから、寄生虫の付着を知ることができる。慣れれば遊泳中の魚でも、皮ふに生じたくもりから、寄生中の付着を知ることができる。また、摂餌量の減少から寄生を知ることもある。 $16\sim 26^{\circ}\text{C}$  という発生しやすい温度の時は、寄生虫の成長もすみやかであるから、折々検査することが望ましい。

II) 相当量の寄生が認められる魚体は淡水浸漬法によって処理する。すなわち、淡水をみたした水槽に *B. seriolae* の付着した魚体を入れると、しばらくして虫体は脱落する。浸漬時間は、夏

季の高水温時には短かく、冬季の低水温時には比較的長くするが、一般的には5～10分間浸漬すれば、大部分は離脱する。淡水浸漬中水槽中の溶存酸素量の不足をきたさぬように注意し、淡水は折々取りかえるようにする。冬季は天然の淡水が低温に過ぎることがあるから注意し、12°C以下の淡水は避ける方が望ましい。寄生がはなはだしく、かつ、淡水処理が適当ならば、魚体に与える悪影響はきわめて少なく、その後の魚体の成長は順調である。

## 第2節 過食による死亡

### 5.2.1 ま え が き

夏季から秋季にかけて養殖中の0年魚が外傷も受けず、また、寄生虫の付着も認められないにもかかわらずつぎつぎに死亡し、大きな被害を受けることがしばしばあるが、この原因は過食によるものが少なくない。また冬季水温が低下した時にも類似の現象がみられる。ところが、養殖中のブリの過食による死亡についての業績はほとんど見当たらない。そこで、筆者はいけす網養殖場において、給餌量と死亡率に関する比較実験を行ない、また、本学第1養魚場および他の養殖場において出現した死亡魚の状態を調査して、過食による病魚の出現、病魚の状態、死亡、治療法および予防方法などを検討した。なお、本節でいう過食とは、消化能力以上に餌料を摂取することを意味するものとする。

### 5.2.2 実験および調査の方法

本実験で高温とは水温 25°C 以上を称し、低温とは水温 15°C 以下を称することとする。

#### 5.2.2.1 高水温時の過食による死亡

I) 1956年8月6日から9月5日まで31日間7個のいけす網内(3.6m×3.6m×2.4m)に0年魚をそれぞれ100尾ずつ収容し、カタクチイワシ切断肉を餌料として1日2回種類の給餌率で飼育して、死亡魚の出現状況を調査した。日間給餌率は2.5%、5.0%、10%、15%、20%、25%および飽食量の7種とした。

II) 1957年8月1日から10月2日まで63日間6個のいけす網内(3.6m×3.6m×2.4m)に0年魚をそれぞれ50尾ずつ収容し、マアジおよびカタクチイワシの粉碎肉および切断肉を餌料として1日2回実験区ごとに種々の給餌率で飼育して、死亡魚の出現状況を調査した。日間給餌率は5%、10%、15%、20%、25%および飽食量の6種とした。

III) 1955年近大第1養魚場において養殖中の0年魚にあらわれた死亡魚を観察し、死亡の状況

を調査した。

#### 5.2.2.2 水質悪化時の過食による死亡

I) 1959年10月上旬和歌山県白浜町古賀浦湾のいけす網養殖場にあらわれた0年魚の死亡状況を調査した。

II) 1961年6月上旬いけす網養殖場にあらわれた0年魚の死亡状況を調査した。

#### 5.2.2.3 低水温時の過食による死亡

1961年1～4月近大および白浜ハマチ組合のいけす網養殖場に発生した過食に原因すると思われる死亡の状況を調査した。

### 5.2.3 実験および調査の結果

#### 5.2.3.1 高水温時の過食による死亡

I) カタクチイワシを餌料として種々の給餌量で飼育した場合

実験期間中(1956年8月6日から9月5日までの31日間)の午前10時の表層水温は第48表からわかるように、最高 $30.2^{\circ}\text{C}$ 、最低 $26.8^{\circ}\text{C}$ という高温であった。また、実験期間中の各実験区の日間給餌率は第49表からわかるように、飽食給与区では第1期において0.291、25%給与区では0.235、20%給与区では0.186、15%給与区では0.142、10%給与区では0.099、5%給与区では0.052であった。

その結果、第51表からわかるように、第1期に確認された死亡率は日間給餌率が高い区のものほど高く、飽食区のものでは9%、飽食量に近い25%区のものでは4%であったが、20%区以下はどの区のものでも0であった。第2期の死亡率は飽食給与区のものでは14%であったが、この期に飽食に達しない2.5%区、5%区、10%区および15%区のものでは死亡率は0であった。また、この期の途中で飽食に達した20%区のものでは死亡率は2%、25%区のものでは16%であって、先に飽食に達した25%区のものの方が死亡率が高かった。第3期における死亡率は飽食区のものでは26%、飽食量に達している25%区および20%区のものでは、それぞれ、22%および38%であり、この期の途中で飽食に達した15%区のものでは21%であった。ところが、飽食量に達しない実験区のものでは死亡魚は皆無か、または、きわめて少ない。すなわち、2.5%区および5%区のものでは死亡魚は皆無であった。しかし飽食量に近い10%区のものでは死亡率は1%であった。

これらの結果から、 $26.8 \sim 30.2^{\circ}\text{C}$  というような高水温のときには、カタクチイワシを餌料として給与した場合、飽食ないしそれに近い状態まで給与すると死亡率が高い傾向が認められる。給餌率が低い場合には死亡率はきわめて低いことがわかる。

II) マアジを餌料として種々の給餌量で飼育した場合

実験期間中の午前10時の表層水温は第42表からわかるように、最高  $31.8^{\circ}\text{C}$ 、最低  $23.0^{\circ}\text{C}$  であったが、ことに、8月1～30日の間（第1～3期）は、最高  $31.8^{\circ}\text{C}$ 、最低  $27.8^{\circ}\text{C}$  という高温であった。また、実験期間中の各実験区の日間給餌率は第43表に示したように、飽食区での第1期には0.313という高率であったが、実験の進むに従い第2期には0.246、第3期には0.198、第4期には0.132、第5期0.119、第6期0.054というように次第に減少した。それゆえ、日間給餌率が25%の実験区は第3期以後には飽食状態となり、また、20%区は第4期以後、15%区は第5期以後、10%区は第6期以後にそれぞれ飽食状態となった。

このような給餌量で飼育した結果、各実験期の死亡率は第46表に示されたように、第1期においては飽食区のもので10%（5個体）、25%区および15%区のものでは2%（1個体）、であったが20%区、10%区および5%区のものは死亡率が0であった。第2期の死亡率は飽食区のもの18%（9個体）、25%区のもの2%（1個体）であったが20～5%区のものでは0であった。第3期には25%区のもの飽食状態に入ったが死亡率は28%（14個体）に増大し、20%区のものも飽食量に近ずき死亡率は6%（3尾）に増大し、飽食区のもの10%（5尾）とともにこれらの3区のものでは死亡率が大きい値であった。15%区～5%区のものでは死亡率は0であった。第4期には20%区のもの飽食状態に入り、死亡率は10%（5個体）に増大し、すでに飽食状態に入っている25%区のもの8%（4個体）、飽食区のもの4%（2個体）とともに死亡率が大きかった。第5期には15%区のもの飽食状態となり、死亡率が18%（9個体）と増大し、第6期には10%区のもの飽食状態となって死亡率が6%（3個体）と増大した。

これらの結果から、 $23.0\sim 31.8^{\circ}\text{C}$  というような高水温のときにマアジを飽食するまで給与すると死亡率が高く、また、飽食量に近い給餌量の場合にも死亡率が高い傾向がみとめられるが、給餌率が低い場合には死亡率がきわめて低いことがわかり、カタクチイワシを餌料とした場合と同様な傾向があることが知られる。

### Ⅲ) 種々の餌料を飽食するまで給与して飼育した場合

マアジ切断肉およびカタクチイワシ切断肉を餌料として飽食するまで給与して0年魚を飼育した場合の死亡率および減耗率を第63表に示す。第63表からわかるように、カタクチイワシを給与した場合の方が死亡率がきわめて高い。すなわち、最初の10日間で70%（35個体が死亡し、つぎの10日間で22%（11個体）が死亡し、さらに、つぎの10日間で2%（1個体）、そのつぎの11日間で2%（1個体）が死亡し、63日後まで生き残ったのはわずかに1個体にすぎなかった。ところが、マアジを給与した場合には、最初の10日間に10%（5個体）つぎの10日間に18%（9個体）、さらにつぎの10日間に10%（5個体）、そのつぎの11日間に4%（2個体）が死亡し、つぎの10日間に不明と

なった2%（1個体）を含めて減耗率は44%（22個体）であり、56%（28個体）が生き残った。

つぎに、粉碎肉と切断肉を給与した場合の死亡率を第81表に示したが、これからわかるように、マアジ粉碎肉を餌料として用いた場合にはその死亡率は24%であって、粉碎肉給与の場合の方が死亡率は小さかった。カタクチイワシを餌料として用いた場合には、最初の10日間の死亡率は切断肉を給与した場合の方が高かったが、その後は粉碎肉給与の場合の方が高く、41日後には粉碎肉給与の場合には供試魚50個体は全部死亡し、切断肉給与の場合には生き残ったものわずかに1尾であって、両方の場合に大差がなかった。なお、高水温時や低水温時に脂肪の多いサンマ・イカナゴなどを飽食するまで給与した場合には、カタクチイワシを給与した場合と類似の死亡魚が出現することが認められた。

#### Ⅳ) 高水温時の過食による死亡例および死亡魚の状態

1955年7月上旬からいけす網内において餌付けしていたブリを7月下旬に第1養魚場へ放ち、7月末から8月上旬にかけて飽食に近い給餌を行なったところ、8月中旬から死魚が現われはじめ、10月中旬まで毎日死亡魚が続出した。7月下旬から8月中旬までの1m層水温は最高31.5°C、最低23.5°Cであった。また、1958年7月下旬神戸養魚会社の0年魚が、1日500尾内外死亡するので、給餌量をそれまでの半分以下に減少させて徐々に増加したところ、10日間後には死亡数は20個体内外に減少した。この原因は高水温と放養過多に原因する水質の悪化であると思われる。

いけす網内において餌料を飽食するまで給与した時、死亡魚が現われはじめるのは、飽食に給与しはじめてからおよそ1週間後からである。死亡する前には肥満度が高くなり、運動が不活発となる。正常なブリの体色は鮮やかな緑色であるが、病気になると次第に濃色となり、青色が強まり、ついには黒味がかってくる。死亡した魚の肥満度は死亡する2～3日前にくらべると小さい。死亡魚の胃には何も入っていないのが普通である。肝臓は肥大しており、中には脂肪変質を起しているものがある。死亡魚の中には脂肪変質が心臓まで及んでいるものもある。胆のうは大きくふくれている場合が多い。また、よく肥満し体色が黄色がかっているものもある。死亡魚は1度に多数生ずるのではなく、飽食給餌を続けると第46表および第51表からわかるように、数十日にわたって徐々に死亡する傾向がみとめられる。

#### 5.2.3.2 水質悪化時の過食による死亡

1959年10月5～9日和歌山県白浜町古賀浦湾に設置したいけす網養殖場において、水質悪化時の過食によると思われる死亡魚が出現した。いけすは0年魚3,234個体（総重量約1,900kg）を収容したa（7.2m×7.2m×2.4m）と、同じく0年魚2,746個体（総重量約1,700kg）を収容したb（7.2m×7.2m×2.4m）とである。死亡魚発生前後の天候・水温・比重（S<sub>15</sub>）・給餌量・摂餌状況な

第 110 表 死亡魚発生前後の天候・水温・比重 (S<sub>15</sub>)・給餌量・給餌状況および死亡数を各いけすごとに示す。(1959年10月上旬古賀浦湾に設置したいけす網養殖場において水質悪化の際死亡魚が発生した場合)

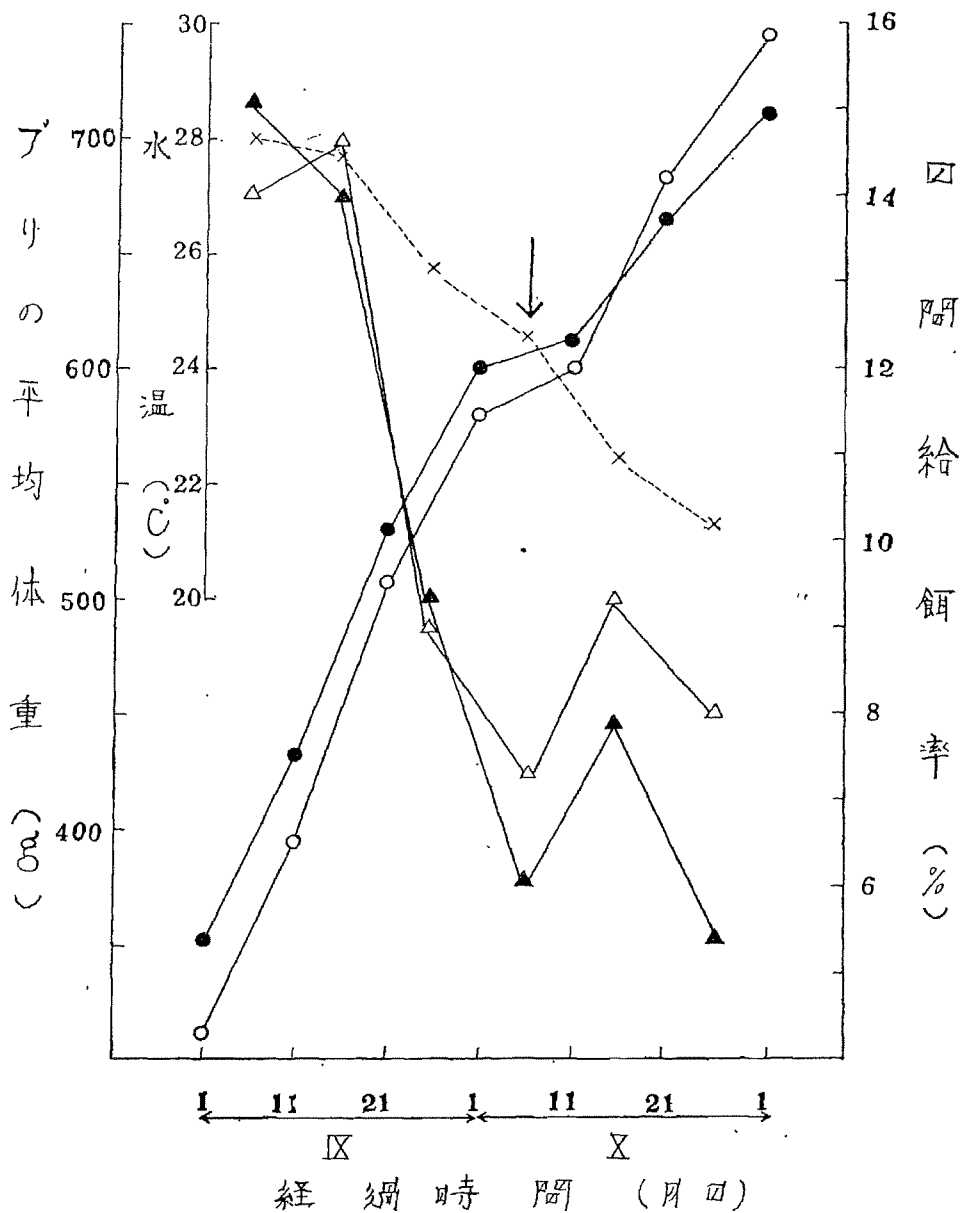
月 日	天 候	水 温 (°C)	比 重 (S <sub>15</sub> )	い け す a			い け す b		
				死亡数	給餌量(Kg)	摂餌の状況	死亡数	給餌量(Kg)	摂餌の状況
10.1	曇	25.5	1.0242	0	ア ジ イワシ 225	活ぱつ	0	ア ジ イワシ 205	活ぱつ
2	雨	25.0	1.0243	0	// 250	//	0	// 191	//
3	小 雨	25.2	1.0238	0	// 220	朝 活ぱつ 夕 不活ぱつ	0	// 170	朝 活ぱつ 夕 不活ぱつ
4	雨	25.1	1.0246	0	// 158	朝 活ぱつ 夕 不活ぱつ	1	// 48	不活ぱつ
5	曇	25.2	1.0234	52	// 61	//	1	// 41	//
6	小 雨	25.1	1.0242	144	// 0	無給餌	108	// 0	無給餌
7	雨	23.6	1.0158	18	ア ジ 30	不活ぱつ	36	ア ジ 20	不活ぱつ
8	晴	22.1	1.0195	6	// 100	活ぱつ	14	// 80	活ぱつ
9	晴	23.5	1.0225	0	// 130	殆んど 元氣回復	1	// 110	殆んど 元氣回復
10	曇	22.8	1.0229	0	// 165	極めて 活ぱつ	0	// 114	極めて 活ぱつ

どを各いけす網ごとに第 110 表に示す。

第 110 表からわかるように、死亡魚出現前の天候は曇または雨であって、水温も 25.0~25.5°C と比較的高く、そのため水中溶存酸素量は減少し、10月5日にはいけすaの中央においては 3.33cc/ℓ 水温 25.2°C、比重 S<sub>15</sub> 1.0234 であった。また、10月6日には、いけす網養殖場の奥の本学第1養魚場の測定点における16時30分の溶存酸素量は 3.14cc/ℓ、比重 (S<sub>15</sub>) 1.0206、水温 25.0°C であった。餌料はブリがほぼ飽食するまで給与していた。養殖中のブリの摂餌状況は10月3日朝までは良好であったが、夕方から不活発となった。10月4日には引続き不活発で摂餌量も減少し、いけすbでは死亡魚1尾が生じた。10月5日も摂餌不活発でいけすaに死亡魚52尾が生じ、いけすbには1尾が生じた。10月6日には餌料を給餌しなかったが、いけすaでは144尾いけすbでは108尾の死亡魚を生じた。給餌量を制限したが摂餌不活発で10月7日にはいけすaでは18尾、いけすbでは36尾の死亡魚があった。両いけす網ともに前日より死亡魚は減少した。10月8日も給餌量を制限したが摂餌状態は活ぱつさを回復しはじめ、死亡魚の数もいけすa 6尾、いけすb 14尾というように前日よりさらに減少した。10月9日も給餌量の制限を続けたが、摂餌は活ぱつで、ほとんどブリの健康は回復したように見うけられた。この期間の死亡率はいけすaでは6.8%、いけすbでは5.9%であった。

一方、死亡しなかった他の魚も成長に大きな影響を受けた。この期間の前後におけるいけす網の





第113図 水質悪化によるブリの成長度および日間給餌率の低下（1959年10月5～9日白浜町古賀浦のいけす網養殖場に発生した場合）。

○, いけす a の平均体重; ●, いけす b の平均体重;  
 △, いけす a の日間給餌率; ▲, いけす b の日間給餌率;  
 ×, 水温

ブリの平均体重、日間給餌率および水温を第113図に示した。

第113図からわかるように、死亡しなかった他の魚も水質悪化によって成長に大きな影響を受けたが、回復後は順調な成長を続けた。

このほか、1961年6月上旬にも水質悪化による死亡の例がある。同年6月2日に9,933尾(60kg)稚魚を收容し、飽食するまで給餌していたが、いけす網地が細かく（塩化ビニール製120経もじ網

縦6本格横6本格) そのうえ、網の交換がおくれて8日後に交換したため水質が悪化し、6月2日から18日までの17日間に1,917尾(19.3%)の死亡魚を生じた。途中、6月10日にいけす網を交換し、給餌量を制限したところ死亡魚の出現は次第に少なくなり魚体の成長も回復した。

#### 5.2.3.3 低水温時の過食による死亡

1961年1～2月古賀浦のいけす網養殖場(7.2m×7.2m×2.4m)において1日のうち最も水温が上昇したとき給餌する方式で、養殖中の0年魚に、1960年9～10月に大阪湾で漁獲された脂肪の多い、カタクチイワシ冷凍品を飽食するまで給与したところ、2月中旬から死亡魚があらわれ、4月末までにはほぼ22.2%が死亡した。これは低温時の過食によるものと思われる。1～2月の水温は最高14.6°C、最低6.5°Cであった。なお、白浜ハマチ組合のブリにも飽食するまでカタクチイワシを給与したところ、2月中旬から死魚が生じはじめたので急いで取揚げ出荷した。

### 5.2.4 論 議

高水温の時飽食するまで餌料を給与すると死亡魚が出現する原因は、高温のため魚体の新陳代謝が活発で食欲が盛んであり、そのため消化能力以上の餌料を摂取し、内臓の負担が過重となり、肝臓や胆のうの機能に障害を起こし、死にいたるものと思われる。また、水質悪化時の死亡の原因は、摂取した餌料の量は平常と変らなくても、水質悪化のため養殖魚の消化能力が落ちているので内臓の負担が過重となり、過食した場合と同様な結果となって肝臓や胆のうの機能障害で死にいたるものと思われる。なお、冬季にも、1日のうちでも最も水温の高いとき脂肪の多いカタクチイワシの飽食給与を続けると、高温時における過食と同様に死亡魚が出現するが、これは高水温時ならば消化しうる餌量を摂取しても、その後の水温の低下によって消化不能におちいり、内臓に過重な負担をかけて死にいたるものと思われる。

餌料の種類や調理方法によって死亡魚が生ずる程度に相違があり、脂肪の多いカタクチイワシを与えたものの方がその少ないマアジを与えたものよりも死亡率が高く、また、切断肉を与えたものの方が粉碎肉を与えたものよりも死亡率が高いのは、いずれの場合も、前者が後者よりも消化困難で内臓にかかる負担が大きいためと思われる。要するに、環境条件の悪い時に消化しにくい餌料を大量に摂取した場合に過食による死亡が生ずるものと思われる。このように、過食による死亡魚が現われたとき、いつまでも飽食給餌を続けると死亡魚の出現はとまらず、ついにはほとんどの魚が死亡する場合もある。

この予防対策としては、

- I) なるべく脂肪の少ない魚(マアジなど)と他の魚とを配給したものを餌料として与えること。
- II) 飽食するまで給与しないこと。

Ⅲ) 魚の体色や遊泳状態に注意して、濃色となり青色が強くなったり遊泳が鈍くなったら給餌量を減少させること。

Ⅲ) 養殖場の水をなるべく新鮮な海水と入れかえること。

などが考えられる。

また治療法としては、

I) 養殖魚の遊泳状態が活ばつでなく、体色が濃厚となった程度の軽症の場合には、マアジのような脂肪質の少ない餌料に変え、給餌量を減少させる。ついで魚の状態に注意しながら給餌量を回復させる。

II) 相当数の死亡魚が生じているような重症の場合は、まず、給餌を中止し、1～2日経過後マアジのような脂肪質の少ない魚を餌料として小量与え、日数の経過とともに徐々に給餌量を回復する。

Ⅲ) 養殖場内の水が新鮮な外海の水とよく交換するように注意する。いけす網養殖の場合には新しい網と交換し、環境のよい場所へ移動する。

などが考えられる。

## 第 6 章 ブリ養殖の問題点と今後の あり方についての考察

### 6.1 ま え が き

最近、沿岸漁業振興の一策として、ブリ0年魚（ハマチ）の養殖が大きくとりあげられ、各地で養殖事業がはじめられ、その生産量は年々いちじるしく増加している。さらに、将来は漁業の構造改善計画の重要な部分に海産魚の養殖が組み入れられようが、その中心となるブリについてはすでに各地に養殖場が新設され、養殖数量は急激に増加する傾向がうかがわれる。ところが、それに伴い種苗の生産・餌料の供給・養殖場の設置・魚病の発生・成魚の販売など種々の問題点が生じている。

そこで、筆者はすでに述べた研究に基づき、これらの諸問題について考察を行なった。

### 6.2 考 察

#### 6.2.1 種 苗

ブリ養殖場の増加とともに最も深刻な問題となっているのが養殖用種苗の不足である。

いまのところ、人工ふ化養殖法が完成されていないので、海から天然産の稚魚を採捕し、それを飼いならして種苗として養殖せねばならない。水産庁瀬戸内海事務局の調査によると、わが国における1961年度のブリ養殖予定数量は約 5,060,000尾であるが、稚魚の漁獲見込み数量はその約半数の 2,660,000尾にすぎない。したがって、漁獲量が見込みどおりの場合には、養殖の予定を約半分に減らさなければならないわけである。養殖数量をふやすには、天然産の稚魚の漁獲をふやさなければならない。

しかし、それもある限度を超えると定置網でとれるブリの漁獲量にも影響を及ぼし、さらに、産卵親魚にも影響し、やがて再生産力にも影響して資源の減少をきたすことになる。

すでに、高知県・三重県などの定置漁業関係者の間から養殖用ブリ稚魚採捕に対する制限の声が起こり、この声は全国にひろがる傾向が認められる。

一方、種苗が不足すればその価格は高騰し、養殖事業としての採算線を割る心配も生ずるので、業者間では1960年末かん水養魚協会を設立して種苗需給の調整をはかり相当な効果をあげているが、種苗の生産を天然の漁獲にたよっている限り養魚経営は不安定であり、稚魚の漁獲の少ない年には種苗問題はいつそう深刻化することは明らかである。この問題の根本的解決はどうしてもブリの人工ふ化子魚の飼育法の完成によらなければならない。

人工ふ化養殖法の完成は天然ブリ資源維持の面からも切望される。

将来は採卵用親魚の養殖にも成功し、養殖用種苗はすべて人工ふ化養殖法によって意のままに生産され、各養殖場には養殖計画量が十分に供給される状態にすべきものと思われる。そうすれば、餌料効率・餌料の供給・市場の需要などに照らして適当な時期に計画量だけ出荷することも可能となる。人工ふ化養殖法が完成されていない今日においては、さしあたり、種苗の管理を十分にし、少ない種苗でも養殖中の減耗をなるべく少なくするように留意して、利用度の高い養魚を生産することが必要であると思われる。天然のブリ資源の減少を避けるには、稚魚の漁獲時期を餌付けにさしつかえのない範囲でできるだけ早くし、自然においては減耗のはなはだしい小さな稚魚を漁獲していけす網内に収容・保護し、十分に餌料を給与して減耗率の低下につとめることが適当であろう。また、養殖されたブリは養殖開始後2～3ヶ月、体重200g前後のものから出荷されているが、種苗が少ない場合にはもっと成長をはかって大きな体重として出荷すべきであると思われる。現在のブリ養殖においては、養殖開始後1カ年以内でほとんど取りあげられているが、その後も餌料効率は1年9カ月ごろまではそれほど低くないので事業として成立する見込もあるから、今後1年魚の養殖の事業化も試みられるべきであろう。

とくに、越年可能な西南太平洋沿岸においては、1年魚の養殖が事業的にも可能であると思われる。

### 6.2.2 餌 料

最近、養殖量が増加するにつれて餌料用鮮魚の需要もふえ、冷蔵庫が不足し、餌料の価格が上昇する傾向がみられる。とくに、養殖場が集中している地方では競買によって値上がりにますます拍車をかけることになる。現在餌料としてはイカナゴ・カタクチイワシ・マアジ・サンマなどの生鮮品や冷凍品が用いられているが、これらは沿岸や近海から一時に大量に漁獲されることが少なくない。したがって、漁獲が不安定で価格も変動が大きいから、大漁で値下がりしたとき買入れて冷蔵保管する必要がある。

それで、養殖量の増加に伴って餌料用冷蔵庫の増設が望まれる次第である。将来は鮮魚・冷凍魚以外のもの、たとえば、乾燥魚肉・合成食品などの餌料化の研究を進める一方、餌料用冷蔵庫を設け、養魚協会・漁業協同組合などで餌料の共同購入を行ない、価格の安定と供給の円滑化をはかるべきであろう。また、養魚技術を向上させ、経済的給餌量による養殖法を行ない餌量の節約につとめるべきであろう。

### 6.2.3 養 殖 場

ブリの養殖場は海の1部を堤防・網・竹すなどで区画して設けられるので、築造に多額の資金を

要するうえに自然災害も受けやすく年々多数の養殖場で被害を受けている。強い風波で区画の一部が破壊され養殖中の大部分のブリが逃亡することも少なくない。

現在のブリの養殖場を大別すると、

- (1) 内湾の1部を堤防で区画したもの
- (2) 内湾の1部を金網または漁網で区画したもの
- (3) 漁網で作ったいけすを浮かべ、または水中に沈下したもの
- (4) 竹木などで作ったいけすを浮かべ、または沈下したもの

となる。(1)は一般に築造費が高く、水の交流が悪い欠点があるが、風波に対する安全度が高く大規模な養殖場にできる長所がある。(2)は築造費が比較的安く、水の交流も比較的よく、また、大規模のものにもできる長所があるが、風波に対する安全度が低い欠点がある。(3)は築造費が少なく、水の交流がよく、簡単に設置・移動できる長所があるが、反面、風波に対する安全度が低く、規模が小さくて管理に手数が多くかかる欠点がある。(4)は築造費が比較的少なく、簡単に設置・移動ができ、流れによっていけすの形がくずれない長所があるが、風波に対する安全度が低く、規模がごく小さく、管理に手数が多くかかるなどの欠点がある。これらの養殖施設のうち、その場所に最も適当した築造費の少ないものを選ぶ必要があるがどれも若干の欠点があって満足なものとは思われない。

したがって、将来、養殖場の区画方法を研究し、安全で施設費が少なくブリの回遊する自然の環境に近い養殖場を設けることが望ましい。

さしあたって、大養殖場としては内湾または海峡の網仕切による区画方法を改良した様式のもの、また、小単位の養殖場としてはいけす網法を改良した様式のもので今後の養殖場として研究され、発展するものと思われる。なお、ブリの回遊はわが国沿岸に広範囲にわたっているので、養殖場も北海道および東北地方の1部を除いたわが国沿岸の相当な広範囲にわたって設けることができるであろう。瀬戸内海近辺という1地方だけでなく広範囲にわたって適当に分布していることが餌料の供給・養殖魚の販売の面からも望ましい。

#### 6.2.4 魚 病

最近、各地の養殖場でブリ0年魚がやせ衰え、体表に損傷をうけ、または肥大してついには死亡する現象が生じている。これらの病気については原因が判明し、治療法の明らかになったものもあるが未解決のものが多い。現在多く発生している魚病は皮膚に寄生する *Benedenia seriola* によるもの、えらに寄生する *Heteraxine heterocerca* によるもの内臓疾患によるものなどである。このうち、*Benedenia seriola* の駆除法や1部の内臓疾患の病因とその治療法とがわかっている

ほかは治療法・駆除法などほとんど明らかでない。しかし、筆者の研究によれば、養殖場内の水と外海のきれいな水との入れかわりを促進することは、ほとんどの魚病の予防対策として有効であると思われる。今後養殖を続けるために養殖場が老化したり、養殖の集約度が高まれば魚病の発生率もますます高まり、魚病対策はいよいよ重要な問題となると思われる。それゆえ、将来、病因の究明や治療法・寄生虫の駆除法などの研究を進め、予防対策の樹立に努力すべきである。

### 6.2.5 養 殖 魚 の 販 売

従来、養殖ブリ（ハマチ）は京阪神が主な出荷先であったが、最近では養殖数量が増加したため、時々大量に出荷され、市場の相場が下落し、採算割れの価格となることがある。そこで出荷の調整や販路の拡張が必要となり、養殖業者や市場関係者はそれに努力している。

しかし、ブリ0年魚（ハマチ）の出荷に適当な時期は、8月から翌年の3月までに限られているのでこの間に販売しなければならないが、人間の好みや慣習は急に変わらず、したがって、新しい市場の開拓も急に実現できないという悩みがある。

一方他の沿岸高級魚の漁獲は年々減少し、その不足分を養殖ブリで補う傾向がみられる。また、これまで珍重されなかった東京都をはじめ地方の各都市においても、養殖ブリが次第に使用されるようになり、市場価格も上昇し、需要量も増加の傾向がみられるので、販路の拡張は急速には困難かもしれないが次第に伸びると思われる。また、従来0年魚（ハマチ）を珍重した関西地方においても、最近、天然産のものよりも養殖魚が高値に取り引きされる傾向があり、また、国民生活の向上とともに養殖ブリを消費する量は次第に増加すると思われるので、養殖ブリの需要はかなり増大するであろう。しかし、水産庁瀬戸内海事務局の調査によると、1961年度計画されている養殖ブリ生産量は前年度の約2倍であって急増の傾向にあるが、消費の伸びはそれほど急激でなく、ゆるやかな増加の傾向にあるので、この間の調整が目下の重要な問題である。現在養殖ブリの取り上げ時期は晩夏から冬までの期間が主であるが、市場の消費に照らして周年にわたって出荷するように調整することも望ましいと思われる。

今後は販路の拡張に努力しながら、消費の増加に適合した生産をはかることがブリ養殖の順調な発展のため必要である。

以上の諸問題の解決は、個々の業者がばらばらに活動してはむずかしいので、養殖業者が組織するかん水養魚協会や漁業協同組合などを通じた活動によるのが適当であると思われる。

養殖事業振興に対する国の配慮、関係諸機関の指導・協力を得て、養殖業者が自主的に調整し、適正な生産量を維持できればブリ養殖事業は健全な発展を続けるものと思われる。

# 摘 要

ブリの養殖は、最近、急速に伸び、この数年来養殖量は年々倍増傾向にあり、さらに、将来は漁業の構造改善の重要な部分にとりあげられようとしている。しかし、その研究業績はきわめて少なく、まとまったものもないので、筆者が1954年から7年余り、日夜ブリの養殖の研究にたずさわってきた結果をまとめここに報告する。

## 養殖ブリの特異形態

1. ブリを3年魚まで養殖して、成長に伴う形態の変化を検討し、また、各地の天然産ブリの形態と養殖ブリの形態とを比較した。
2. 養殖魚の肥満度の変動は、いずれの年令のものもほぼ同様な傾向を示す。すなわち、夏から秋にかけて増大して、初冬のころ最大となり、春になると減少する。したがって、出荷時期としては肥満度の高い秋から初冬が適当と思われる。
3. 肥満度は、広い養魚池で養殖したものより狭いいけす網内で養殖したものの方が大きい。
4. 養殖魚の体重 ( $w$ , 単位 g) と体長 ( $L$ , 単位 cm) との関係は、各年令ごとにそれぞれつぎの式で示される。

0年魚では

$$W = 6.16 \times 10^{-3} L^{3.33}$$

1～2年魚では

$$W = 2.82 \times 10^{-3} L^{3.48}$$

5. 養殖魚の体高 ( $Bh$ , 単位 cm) と体長 ( $L$ , 単位 cm) との間にはつぎの関係がある。

$$Bh = 0.27 L - 0.5$$

6. 養殖魚の体幅 ( $Bd$ , 単位 cm) と体長 ( $L$ , 単位 cm) との間にはつぎの関係がある。

$$Bd = 0.2L - 0.2$$

7. 養殖魚は天然産のものにくらべ、一般に肥満度・比体高・比体幅が大きく、比き長が小さい。この傾向は養殖魚の出荷時期である秋から初冬にかけて顕著である。出荷された養殖魚が太短く、特異な形態を示すように感じられるのはこのためと思われる。

## 人 工 ふ 化

1. 1960年4月15日から5月15日までの31日間、長崎県男女群島大洋漁業株式会社女島共同漁場において、ブリ人工ふ化の実験を行なった。また、1961年4月中旬から5月下旬まで女島お



よび富江において同じくブリ人工ふ化飼育実験を行なった。

2. 海から採集した天然卵の人工ふ化は、陸上の静止水槽でふ化させた場合、発生の進んだものではふ化率は良好で80%であったが、発生の進まないものではふ化率は低かった。
3. 人工受精に用いる親魚は、完熟の卵と精子をもつものであることが良好なふ化率を得るために必要である。完熟の卵と精子とで受精を行なう場合、受精率は良好で94~99%であった。
4. 長期間せまいいけす網内で蓄養した場合、受精率はいちぢるしく低下した。
5. 種々のふ化槽を用いた1960年の3回のふ化実験の結果では、海上に浮かべたいけす箱式ふ化槽によるものがふ化率最高で20.0%であった。一方、陸上の静止水槽によるものではふ化率はきわめて低く0.05%であった。陸上の水槽でも人為的に動揺を与えたものでは1%であった。静止水槽よりは良好であった。1961年の実験では、受精に用いた卵は完熟卵と思われるが、海上のふ化槽ではふ化率約60%、陸上の静止水槽ではふ化率約50%であった。これらからブリ卵のふ化には完熟卵を得ること、卵をよく洗って清潔に管理することが必要と思われ、適度の動揺のある清潔な海上にふ化槽を浮かべることは、卵を常に清潔に保ち、水温の変動少なく、卵のうける重力の作用に変化がなくて、ふ化率を高める上に有効であると思われる。
6. 1960年の実験では、陸上のふ化槽でふ化した子魚は、ふ化後2日間に死亡するものが多かったが、海面に浮かべたふ化槽でふ化した子魚は、死亡率が陸上ふ化槽におけるより少い傾向があり、また、元気がはるかによかった。1961年の実験でもこの傾向はみられたが、両者の差は少なく、ふ化率は1960年の実験にくらべて良好であった。
7. 女島から富江までの受精卵の輸送中の死卵の出現は1~30%であって、6時間の輸送は可能である。女島から富江までの稚魚の輸送中の死亡は約30%であった。
8. ふ化子魚はふ化後9日までで全部死亡したが、今後は飼育水槽と餌料の研究が必要と思われる。

## 稚 魚

1. 種々の時期に漁獲された種々の大きさの稚魚を飼育し、また、同時に漁獲された種々の大きさの稚魚を飼育して、魚体の大きさと餌付き状態、死亡率および成長との関係について検討した。
2. 5月から9月までの間に漁獲された種々の大きさの稚魚を飼育して餌付け期間中の死亡率を調べたところ、5月に漁獲された平均体重2.7gの稚魚は死亡率が大きく、また、9月に漁獲された平均体重644.5gの稚魚や、7月につりによって漁獲された熊野灘産の稚魚も死亡率

が比較的大きい傾向があった。

3. 5月5～6日に漁獲された稚魚を大・中・小に選別して飼育し、個体の大きさによる餌付け中の死亡率の相違を比較したところ、平均体重2.6gの群では死亡率1.2～1.3%、平均体重1.6gの群では7.3%、平均体重1.4gの群では10.6%、平均体重0.7～0.8gの群では41.7～46.3%であった。
4. 稚魚の餌付き状態は体重1.5g以下の個体では運動範囲が狭く、魚肉を摂餌する意欲も2g以上の個体にくらべて劣る。2～30gの個体は3日後に、40～80gの個体は4～5日後にはほとんど餌につくが、100g以上の稚魚では完全に餌につくには6～10日間を要する。
5. 6月19日に漁獲された平均体重86.2gの稚魚と、9月21日に漁獲された平均体重644.5gの稚魚を12月31日まで飼育したところ、86.2gの稚魚から飼育した群は平均体重が977gに成長したが、644.5gの稚魚から飼育した群は842gに成長したに過ぎなかった。
6. 5月上旬以前に漁獲される体重1g以下の稚魚は、餌付けに魚肉を使用する場合には餌付け中の死亡率がきわめて高い。また、7月以降に漁獲される稚魚は体重が大きく、水温が高く死亡率が高い傾向がある。したがって、養殖用種苗としての稚魚としては5月上旬～7月上旬に漁獲される2～130gの体重のものが適当であるが、とくに、5月上旬～6月中旬に漁獲される8～50gのものが最適と思われる。

### 養殖場による成長

1. 1954年から1960年まで7年間、内湾を区画した本学第1養魚場といけす網養殖場において、ブリを飼育し、養殖場の環境とブリの成長、施設費および管理費などについて比較した。
2. 第1養魚場内は外海にくらべ干満の差が少なく、水温の変動が大きく比重が低く、溶存酸素量が少ない傾向が強かった。
3. いけす網養殖場においては、いけす網内外の温度差はきわめて少なく、また、溶存酸素量の差も小さいことがわかる。
4. ブリの0年魚および1年魚の成長は、適当な場所に設置されたいけす網養殖場においては第1養魚場に劣らず、かえって良好である場合が多かった。減耗率もいけす網養殖場の方が少ない。また、放養密度がきわめて大きい場合でも飼育できる。
5. 適当な場所に設置されたいけす網養殖場においては、0年魚で12月末に1～1.3kg、1年魚では12月末に3.4～4.2kgに成長し、引き続き2・3・4年魚まで成長を続け、最大の個体では8.05kgに成長した。
6. 第1養魚場のように内湾を区画した養殖場においてブリを養殖する場合には、区画するため

施設費が多くかかる。一方、いけす網では管理するための人件費が比較的高い。

施設費と管理費とを合わせると、天恵の良い場所を除いては、いけす網養殖場の方が少額であるという結果を得た。

7. いけす網養殖場は経費が比較的少なく、簡単に設置でき、適当な場所へ移動することも可能である。また、養殖中の魚の状態を調べるのにも便利であり、小単位の養殖が可能であるので、種々の養殖法を同時に行なうことができる。放養密度が大きいから、内湾の広大な面積を占有する要なく船の航行にも支障となることが少ない。適当な場所に設置されれば、魚の成長もよく、減耗率も低いので、事業としての養殖や、試験研究のための実験養殖場としても適当であると考えられる。

## 水 温 と 成 長

1. 和歌山県白浜町の本学第1養魚場、いけす網養殖場および水槽内において、ブリの低水温に対する抵抗力・低水温による被害・高水温に対する抵抗力・成長に及ぼす水温の影響などを検討する実験および調査を行なった。
2. 低水温に対する抵抗力は、低水温に達するまでのブリの環境および抵抗力について個体差があるので多少の幅があるが、水温8°C以下になるとブリは異常な遊泳を行ない、抵抗力の弱い個体は死亡し、水温7°C以下では、短時間ならば死亡しないが、長時間経過すると死亡するものが多い。水温6°C以下では、10時間以内にほとんどの個体が仮死に陥る。
3. 高水温に対する抵抗力は水温31°C以上になると異常な遊泳をするものが現われる。短時間ならば33°Cに達しても生存するが、長時間31°C以上に保つ場合には死亡のおそれがある。
4. 成長に及ぼす水温の影響については、0年魚では20°C以上、29°C以下が好適水温であるが1年魚、2年魚および3年魚では好適水温がこれよりも少し低く、20°C以下15°C以上でも成長は良好である。高年魚になるほど好適水温は低い傾向がある。しかし、春季水温16~20°Cにおいては、2年魚以上は成長が一時停止する。
5. 水温低下によるブリ養殖場の被害は、水温14°C以下となると摂餌不良となる。11~12°Cの低温が数日続けば11~12°Cでも摂餌するが10°C以下の低温では摂餌はほとんどしない。養殖場の水温が6°C以下に低下し、数時間この状態が続けば、養殖場のほとんどすべての個体は仮死に陥る。
6. ブリ0年魚の養殖場としては、20~29°Cの水温範囲のところ望ましい。越冬するには最低14°Cの水温が望ましいが、短時間ならば8°Cに低下しても死亡せず越冬可能である。

## 比 重 と 成 長

1. 和歌山県白浜町の近大第1養魚場および実験水槽内で、低比重に対するブリの抵抗力を調べる実験を行ない、低比重による養殖中のブリの被害について調査した。
2. ブリを水槽内に収容し、比重を徐々に低下させる実験では、比重1.006の海水中で3日間、その後、比重1.004のところまで3日間生存し、さらに、比重1.002の海水中に移したところ3日と35分間で呼吸が停止した。
3. ブリを比重1.000の淡水中に収容した場合、20～30分後に魚体が傾斜し、50～80分後に呼吸が停止した。比重1.002の海水中に収容した場合は5～7時間で呼吸が停止し、1.004の海水中では3日後も生存し、1.005の海水中では16～20時間で呼吸が停止し、1.006の海水中では1個体は3日と19時間後に呼吸が停止したが、ほかの1個体は3日と2時間後もなお生存していた。
4. 豪雨や河川の流入によってブリの養殖場の表層を低比重海水がおおうとブリの摂餌が悪くなり、成長が劣り、特にはなほだしい場合には死亡するブリが生ずる。
5. ブリ養殖場の比重が、短時間ならば1.006以下に低下しても大部分のものは生存するが、体に故障のあるブリの中には死亡するものも生じ、摂餌不良となるから、多量の淡水の流入は避けるべきである。

## 溶 存 酸 素 量 と 成 長

1. 水槽内に0年魚を収容して窒息するまでの状態を観察し、溶存酸素量を測定し、ブリを養殖している養殖場および川久旅館の養魚池の溶存酸素量を測定して、溶存酸素量の欠乏によるブリの被害について検討した。
2. 0年魚の窒息時の溶存酸素量は、個体差はあるが0.87～0.98cc/lであった。
3. 内湾の一部を築堤で区画した第1養魚場では、溶存酸素量が低下した際は、養魚場の表層水より深層水の方が酸素量が少なく、また、干潮時には湾奥部よりも常に魚の多い外海に近い水深の大きな部分がかえって酸素量が少なかった。
4. 養魚場の溶存酸素量の日中変化は、潮の干満と関係が深い、早朝が最も低く昼間の午后が最も高かった。
5. ブリの養殖場において、溶存酸素量の低下による被害の生じやすいのは夏および秋、曇天または雨天、小潮の干潮時、早朝、夜間などであるから、放養数量に注意し、酸素量の低下の起り易い時は、魚の観察、溶存酸素量の測定などを行ない、早期に酸素量の欠乏を知って予

防対策を講ずべきである。

## 給 餌 量 と 成 長

1. 給餌量だけをちがえた多数の実験区を作り，そこでブリ0年魚の比較実験を行ない，給餌量が成長度・餌料効率・減耗率・肥満度に及ぼす影響について検討した。餌料にはマアジ（1957年）およびカタクチイワシ（1956年）を用いた2つの場合について0年魚の成長の盛んな夏季に実験を行なった。
2. 成長度は給餌量の多い実験区ほど良好であった。カタクチイワシ餌料を飽食するまで給与した場合は，病態魚が出現し，最初は成長が良好であったが次第に悪くなった。
3. 餌料効率は飽食量の70～81%の給餌量が最も高く，給餌量がそれより減少すると，餌料効率は減少し，また増加して飽食に近づいても餌料効率は減少した。
4. ブリ（体重66～70g）の体重を維持するための給餌量は，水温28.1～29.7℃においてマアジ餌料の場合は約5%，カタクチイワシ餌料の場合は約4.5%であった。
5. 無給餌区を除けば，給餌率が高いほど減耗率が高く，とくに死亡による減耗はその傾向が顕著であった。
6. 体重66gの0年魚は水温27.8～31.8℃で無給餌後20～30日に大部分が死亡し，無給餌後34日で全部が死亡した。
7. 無給餌21日間（水温26.8～30.2℃）の後に餌料を与え20日間ブリを飼育したところ，餌を摂取して再び成長を始め飼育期間中18.2%の死亡魚を生じただけで元気を回復し肥満度も増大した。
8. 肥満度はカタクチイワシ飽食給与の場合を除き給餌率が高いほど大きかった。カタクチイワシ飽食給与の場合は，病魚の出現によって，肥満度は経過日数とともに減少した。
9. 夏季60～500gの0年魚の養殖には飽食量の約80%の餌料を給与するのが経済的と考えられる。しかし，体重の増大を第一の目的とする場合は，飽食量に近い餌を与えることが適当と思われる。

## 餌 の 種 類 と 成 長

1. 1957年から1959年までの間に，和歌山県白浜町地先いけす網養殖場において，イカナゴ・マアジ・カタクチイワシ・サンマを単独または配合餌料とし用い，0年魚を飼育する比較実験を行ない，餌料の種類と成長との関係を研究した。実験は養殖の初期で水温がそれほど高くない7月に1回，養殖の中期であり水温が最高の期間である8～9月に3回，養殖の後半で

あり水温も高くない9月中旬～11月下旬までに1回の合計5回行なった。

2. 給餌量が飽食量以下の第1期(7月)の実験では、イカナゴばかりを給与した実験区のもの  
の成長がよく、かつ、餌料効率が高かった。マアジあるいはサンマばかりを給与した実験区  
では、イカナゴばかり給与した実験区のものよりも餌料効率が低かった。飽食するまで餌料  
を給与した第2回の実験では、成長度はイカナゴ<sup>♀</sup>、マアジ<sup>♂</sup>の配合餌料を与えた実験区のもの  
が一番よく、サンマばかりを給与した実験区のものが最も悪かった。

餌料効率は、イカナゴばかり与えた実験区のものが最も高く、ついで、イカナゴ<sup>♀</sup>・マアジ<sup>♂</sup>  
の配合餌料を与えた実験区のものが高く、サンマばかりを与えた実験区のものは最低であ  
った。

3. 8～9月の餌料を飽食するまで給与した2回の実験では、マアジばかりを与えた実験区のも  
のはカタクチイワシばかりを与えた実験区のものよりも成長度が大きく、餌料効率が高く、  
死亡率はるかに低かった。日間給餌率10%を基準として給与した場合にも、マアジばかり  
給与した実験区のものが、カタクチイワシばかり給与した実験区のものよりも成長度が大き  
く、餌料効率が高く、死亡率が小さかったが、両区の差は飽食するまで餌料を給与した場合  
のものよりも小さかった。
4. 9月中旬～11月下旬に行なった実験では、餌料を飽食するまで与えた場合のブリの成長度は、  
マアジ<sup>♂</sup>・カタクチイワシ<sup>♀</sup>の配合餌料を与えた実験区のものが最も大きく、ついで、カタ  
クチイワシばかりを与えた実験のもの、マアジ<sup>♂</sup>・サンマ<sup>♀</sup>の配合餌料のもの、サンマばか  
りの餌料のもの、マアジばかりの餌料のもの順であった。餌料効率はサンマばかり給与し  
た区のものが最も高く、マアジばかり給与した区のものが最も低かった。
5. 養殖初期の水温 26.5～27.5°C の範囲で、飽食するまで餌料を給与する場合には、マアジ<sup>♂</sup>  
・イカナゴ<sup>♀</sup>の配合餌料が適当である。養殖中期の水温24.2～29.0°C のとき(とくに水温  
28°C 以上のとき)にはマアジだけを与える方がカタクチイワシだけを与えるよりも適当で  
あり、さらに、養殖の後半期の水温 18.0～26.0°C のときは、マアジ<sup>♂</sup>、カタクチイワシ<sup>♀</sup>  
の配合餌料を給与するのが適当であると考えられる。

## 給 餌 回 数 と 成 長

1. ブリの成長の最も盛んな8～9月に、種々の回数で0年魚にマアジ切断内を餌料として給与  
して、給餌回数とブリの成長との関係を検討した。また、0年魚に給与した餌料が消化され  
る時間を測定した。
2. 毎回の給餌量を、供試魚が飽食するまで与え、給餌回数を1日1～4回の4種として養殖比

較実験を行なったところ、1日2回、3回および4回給餌した実験区のもの間には成長度に大差はなかったが、1回給餌したものでは成長度が低かった。ブリの体重の増加量は1日4回給餌区のもの最大であったが、その反面、死亡率が高く、餌料効率が比較的lowかった。

1日2回給餌区のもは餌料効率が高く、死亡率が低く、体重増加量もかなり大きかった。

3. 1日1回飽食するまでブリに給与したときの餌料の量を2回、3回および4回に分けて与えその成長比較実験を行なったところ、2回給餌の場合ではブリの体重増加量が最大で、餌料効率が最高、死亡率が最小であって、1回給餌の場合には、ブリの体重増加量は最小であった。
4. ブリの胃内における餌料の消化速度を調査したところ、ブリの体重の10%給餌した場合には4時間で半分消化し、骨片を除き8時間後にほとんど消化した。飽食するまで給与した場合には5時間で半分消化し、9時間後には未消化物は投餌直後の約 $\frac{1}{6}$ であった。
5. 8~9月の水温26~30°Cの範囲における給餌回数はブリが飽食するまでマアジを給与する場合には、1日2回が成長に適當であると考えられる。1日1回飽食するまで給餌するよりは、同量を2回に分け与えた方がブリの成長に適當である。魚体の増重をはかるには飽食するまで給餌し、給餌回数が多いほどよいが、この場合は餌料効率の低下、死亡率の増大というぎせいを伴いやすい。

### 切断魚肉餌料の成長と粉碎魚肉餌料の成長

1. 0年魚にマアジおよびカタクチイワシの粉碎肉と切断肉とを給与し、肉片の大小による成長度、餌料効率、減耗率および肥満度の相違を研究した。
2. ブリの成長度は一般に、切断肉を給与した場合の方が粉碎肉を給与した場合より良好であった。
3. 餌料効率はいずれの場合にも切断肉の方が粉碎肉よりも高かった。
4. 減耗率は日間給餌率が低いばあいには粉碎肉と切断肉との間に大差がないが、飽食給与のばあいには切断肉給与の方が高率であった。死亡率は1例を除き切断肉のばあいの方が高かった。
5. 肥満度はすべて切断肉給与のばあいの方が大きかった。
6. 粉碎肉餌料と切断肉餌料とをブリに給与して給与量とブリ胃内収容量との割合を調査したところ、切断肉餌料の方が胃内に収容される割合が高かった。
7. ブリの成長に応じて、なるべく早期に粉碎肉餌料から切断肉餌料に切りかえ、死亡を少なくするように注意して給餌するのが経済的である。

## 成長に伴う日間給餌率，日間成長率，増重倍率，餌料効率

### および減耗率の変動

1. 1954年から1960年までの7年間，和歌山県白浜町にある近大第1養魚場および古賀浦湾のいけす網養殖場において，ブリを稚魚から満5年後まで飼育し，ブリの成長に伴う日間摂餌率（日間給餌率），日間成長率，増重倍率，餌料効率および減耗率の変化について検討した。
2. 養殖ブリの成長は，ふ化してから満1年後で体重0.8~1.2kg，体長30~40cm，満2年後で3.0~4.0kg，体長52~58cm，満3年後で5.0~5.8kg，体長60~62cm，満4年後で5.6~6.7kg，体長64~69cm，満5年後で7.1kg，体長71cmであった。満3年後までの成長は大きい，その後の成長の割合は次第に衰える傾向が認められた。
3. 日間給餌率も日間成長率もともに冬季には低い傾向がみられる。また，若年魚では高いが，高年魚になるにしたがって低下する傾向が認められた。
4. 増重倍率は，最初の1年間には大きい，2年目以後はわずかつ低下する傾向がみられる。
5. 餌料効率は若年魚ほど高く，年令の増加とともに減少する。

### 成長に関する理論的考察

1. 小魚を餌料としてブリを養殖する場合，給餌量を  $F$ ，魚体の増重量を  $W$ ，養殖開始時の体重を  $W_0$ ，日間給餌率を  $k$ ，日数を  $t$ ， $A$  および  $B$  を常数とすれば

$$W = e^{-A-Bt} (F - ktw_0)$$

の関係式が成り立つ。

2. ブリの飽食量を  $f_s$ ，体長を  $l$ ，常数を  $a$  とするとき

$$f_s = al^2$$

が成り立つ。

3. ブリの飽食量を  $f_s$ ，体重を  $w_s$ ，常数を  $a$  および  $k$  とするとき

$$f_s = aws \frac{2-k}{3}$$

が成り立つ， $k$  はブリの生理状態に関する常数であって，正常な生理状態にあるときは  $k = 0$  である。

4. 水温  $a^\circ\text{C}$  のときの飽食量を  $f_s a$ ， $b^\circ\text{C}$  のときの飽食量  $f_s b$  とするとき，飽食量の温度恒数  $Q_{10}$  はつぎの式であらわされ

$$Q_{10} = \left( \frac{f_s b}{f_s a} \right)^{\frac{10}{b-a}}$$



これからブリの $Q_{10}$ を求めるとほぼ2~5の間にあり3付近が多い。

5. 養殖ブリに BERTALANFFY の成長式を適用すると、近似的に成長状態が表わされる。すなわち1957年産ブリの成長式は

$$L = 66.5 (1 - e^{-0.812t})$$

$$w^{\frac{1}{3}} = 18.23 (1 - e^{-0.954t})$$

1958年産ブリの成長式は

$$L = 71.5 (1 - e^{-0.744t})$$

$$w^{\frac{1}{3}} = 20.15 (1 - e^{-0.693t})$$

で表わされる。

6. 水温  $t^{\circ}\text{C}$  のときのブリの体重  $w$  とし、その時の飽食量を  $f_{wt}$  とし、また、水温  $T^{\circ}\text{C}$  のときの同体重のブリの飽食量を  $f_{wT}$  とし、飽食量の温度恒数  $Q_{10}$ 、ブリの生理状態に関する常数を  $k$  とすれば、

$$\log f_{w \cdot t} = \frac{t - T}{10} \log Q_{10} + \log f_{1 \cdot T} + \frac{2 - k}{3} \log w$$

の関係がある。この関係を図示することができ、 $w$  および  $t$  が決まれば図上から容易に  $f_{w \cdot t}$  を求めることができる。

7. 養殖魚の売上高と飼料費との差が最大となるような給餌量  $F$  はつぎの式から求められる。

$$k = \frac{e^{A + BF}}{1 - B(F - F_0)}$$

養殖魚の売上高と餌量費とが等しい（損益がない）場合の給餌量  $F$  はつぎの式から求められる。

$$k = \frac{F \cdot e^{A + BF}}{F - F_0}$$

ここで  $k = \frac{\text{養殖魚の単価}}{\text{餌料の単価}}$ 、 $F_0$  は魚体維持餌量、 $A$ 、 $B$  は常数である。

8. 魚体重、水温および飽食量を表わす図上から飽食量を求め、飽食量のおよそ80%を基準給餌量として環境条件によって若干増減し、出荷前に飽食量に近い給餌量とするのがブリ養殖上の適正給餌量と思われる。

## *Benedenia seriolae* による被害とその駆除法

1. ブリ・カンパチなどの皮膚に寄生する *B. seriolae* の成長・寄生しやすい環境・被害状況・低比重に対する抵抗力・淡水浸漬による駆除法などを研究した。
2. *B. seriolae* の成長は比較的すみやかで、水温 21.0~10.6°C では全長 0.22cm のものは 59 日後に 0.99cm に成長した。
3. *B. seriolae* の全長と体幅との関係は、全長  $L$ cm, 体幅  $B$ cm とすれば、ほぼ次の式で示される。

$$B = 0.54L$$

4. *B. seriolae* の寄生しやすい環境は、水温 16~26°C, 海水の交流の悪い養魚場, 淡水の影響の少ない養魚場, 運動不活ぱつな魚の多い養魚場などである。
5. *B. seriolae* の寄生による被害は、魚体の損傷, 食欲不振, 衰弱, 死亡などであるが、放置すれば大被害を受けること少なくなく、養魚事業経営上深刻な問題となる。
6. *B. seriolae* は、低比重海水および淡水に対し、ブリ, カンパチなどより抵抗力がはるかに弱いので、この抵抗力の差を利用して容易に駆除することができる。*B. seriolae* の寄生している魚を淡水に浸漬し、5~10分間後に取り出してもとの海水に移せばよい。浸漬時間は夏季は短かく、また衰弱の程度がはなはだしいものほど短かくする。
7. 淡水処理により *B. seriolae* を駆除したブリ, カンパチのその後の成長は魚の衰弱がはなはだしくない場合は順調であって、淡水処理による駆除がブリ・カンパチの成長に好影響を与える。

## 過食による死亡

1. 高水温時, 水質悪化時および低水温時における過食による死亡について検討した。
2. 高水温, 水質悪化, 低水温などのように環境条件の悪い時にカタクチイワシ・サンマなどのように消化しにくい餌料を大量に摂取すると、餌料の消化が困難となり、内臓に過重の負担がかかり病魚が生じ死亡率が高まるものと思われる。
3. 予防法としては、このように環境が悪化したときまたは悪化するおそれのある時には、常に魚の体色と遊泳状態に注意して、脂肪質の少ない餌料を飽食量以下に制限して与え、水の交換を促進することが適当と考えられる。
4. 治療法としては  
a 軽症の場合には脂肪質の少ない餌料を少量給与し、魚の状態によってその後給餌量を回復させ、さらに、水の交換を促進する。

b 重症の場合には、1～2日間無給餌とし日数の経過と魚の状態によって徐々に給餌量を増加する。養殖場の水の交換を促進し、よい環境に保つよう努めることが適当と思われる。

### ブリ養殖上の問題点と今後のあり方についての考察

1. ブリ養殖上の問題点と思われる種苗の生産・餌料の供給・養殖場の設置・魚病の発生・成魚の販売などの諸点について考察を加えた。
2. 種苗の生産は人工ふ化養殖法の完成によって十分に生産されることが望ましいが、現状ではそれはかなえられないので、さしあたって、種苗を小さい時期に採捕して十分な管理を行ない初期減耗を防止するとともに、小さい養殖魚の出荷は避けて、ある程度以上の大きさに養殖してから出荷するように努力すべきであると思われる。
3. 餌料の供給は冷蔵庫を増設して、養殖業者が共同購入し、安価な餌料が必要ときに十分供給されるようすべきであると思われる。今後、人工餌料の研究も望まれ、また、経済的給餌量による養殖法の研究など養殖技術の向上も望まれる。
4. 養殖場の区画方法には築堤・網仕切・いけす式の種類があるが、施設費が少なく、安全であり、生産量の多いものが望まれる。  
どの種類の養殖場にするかは施設する地形に応じて適当なものを選ぶようにする。将来は区画方法改善の研究が必要である。
5. 養殖中に発生するブリの魚病には、病因が判明し、治療法や予防法が明らかになったものもあるが、未解決のものも少なくない。しかし、養殖場内の水が外海のきれいな水と入れかわることを促進することは、ほとんどの魚病の予防に対し有効と思われる。今後は病因の究明、治療法の発見、予防対策の樹立のために研究が必要である。
6. 養殖数量の増加によって、従来のように秋から冬にかけての限られた期間内の出荷では、市場に出まわる量が多すぎて価格が低下する傾向がある。それで周年にわたって出荷できるように養殖することが必要である。  
また、従来のように京阪神市場を主対象とする場合には消費に限界があるから全国にわたって販路を拡張する必要がある。しかし、出荷期間を長くし、販路を拡張しても消費量は急激には増加が望めないから、将来は消費量に適合した出荷調整や生産量の調整が必要となると思われる。
7. これらの諸問題の解決には、国や関係諸機関の指導・協力によって、養殖業者が組織する養魚協会や漁業協同組合を通じて、業者が自主的に調整を行ない適正な生産量を維持することが適当と思われる。

## 引用文献

- 相川広秋・加藤益夫, 1938: 魚類の年令査定(予報2). 日水誌, 7(2), 89~95.
- 愛知県水試, 1936: 鱒仔飼育試験・愛知県水試業務概報(昭和10~11) 37~42.
- , 1937: 同上. (昭和12年), 53~59.
- , 1938: 同上. (昭和13年), 53~56.
- 赤井正夫, 1960: 岡山県におけるかん水養殖場について. 水産増殖, 7(4), 69~83.
- BERTALANFFY, L. 1938: A quantitative theory of organic growth. *Human Biol.* **10** (2), 181~213. (BEVERTON, R. J. H. and S. J. HOLT: *The theory of fishing*, 1956 から引用)
- DOUDOROFF, P., 1942: The resistance and acclimatization of marine fishes to temperature changes. I. Experiments with *Girella nigricans* (A.). *Biol. Bull.* 83 (2), 219~244.
- 道津喜衛・水戸敏・中原官太郎・庄島洋一, 1956: ブリ落網で獲れる魚類についての一, 二の考察・対馬暖流開発調査・第4回シンポジウム発表論文集, 413~423.
- FRY, F. E. J., 1956: The lethal temperature as a tool in taxonomy. *Collo. Inter. de Biol. Mar. Stat. de Roscoff*, 33, 5~6, 205~219. (川本; 魚類生理生態学, 1959から引用).
- 畑久三, 1950: 環境の変化が淡水魚類に及ぼす影響・水温の上昇が稚魚に及ぼす影響に就て・日水誌, **15** (11), 665~670.
- HATANAKA, M. and G. MURAKAWA, 1958: Growth and food consumption in young amber-fish, *Seriola quinqueradiata* (T. et S.). *Tohoku Jour. Agr. Res.*, **9** (2); 69~79.
- 畑中正吉・高橋正雄・村川五郎, 1958: ブリの生態に関する二, 三の実験的研究. 日水誌, **24** (4), 251~256.
- 原田輝雄, 1956: 二, 三の魚種に対する抗菌性物質添加餌料の飼育効果・日本水産学会年会(昭和31年度).
- , 1957: 養成ハマチの夏秋季の大量斃死現象とその原因. 同上(昭和32年度).
- , 1958a: ハマチ(ブリ)の成長に及ぼす給餌量の影響について. 同上(昭和33年度).
- , 1958b: ハマチの成長に及ぼす粉碎魚肉餌料給与と切断魚肉餌料給与の相違について. 日本水産学会秋季大会講演(昭和33年度).
- , 1959a: ブリ・カンバチ等の皮膚に寄生する吸虫の一駆除法について. 日本水産学会年会講演(昭和34年度).
- , 1959b: ハマチの養殖について. 瀬戸内海開発協議会第1回かん水養殖研究会講演.

- ・熊井英水，1959；合成纖維漁網使用によるブリのイケス網養成について．日本水産学会  
年会講演（昭和34年度）．
- ，1959c：活す網中における海水魚の養殖について．文部省大学々術局編研究成果一覧，  
144～145．
- ．1961：ブリの人工ふ化について．日本水産学会年会講演（昭和36年度）．
- 日暮忠・鐘ヶ江東作・川村久治郎，1913：養鯉餌料試験．水講試報，8，379～406．
- ・川村久治郎，1916：養魚餌料試験報告．水講試報，11（3），1～38．
- 平尾子之吉，1949：日本産魚油の化学．XXXV+412．風間書房（東京）．
- 福井県水試，1935：福井県夏鰯蓄養試験概要．定置漁業界，（25），300～310．
- 兵庫県水産課・南淡町・福良漁協，1959：福良かん水養殖場の記録．とう写印刷，V+102．
- 堀重蔵，1936：ハマチの養殖．養殖会誌，6（7，8），140～145．
- 石津峻，1956：女島漁場回遊鰯の特性に就いて．ていち，（8），31～38，
- 川本信之，1959：魚類生理生態学．VII+254，恒星社厚生閣（東京）．
- 橘高二郎，1959：ハマチの養殖について．水産増殖，7（1），7～30．
- 木村喜之助，1937：相模湾及び駿河湾東部に於て漁獲される「ブリ」の魚体．定置漁業界，  
（33），12～26．
- 黒田竹彌，1960：瀬戸内海におけるハマチ養殖の概要．水産増殖，7（4），63～68．
- 楠田理一，1959：生簀網によるハマチ養成について（予報）．京都府水試事報，昭和33年度，  
229～242．
- 松原喜代松，1955：魚類の形態と検索，I，II．XI+1605．石崎書店（東京）．
- 松井 魁，1952：日本産鰻の形態．生態並びに養成に関する研究．水講研報，2（2）VII+245．
- 松本利一，1935：香川県における鰻蓄養．定置漁業界，（25），296～299．
- 三重県水試尾鷲分場，1960：生簀網によるハマチの蓄養試験について．三重県水試尾鷲分場事  
報．昭和33年度，126～140．
- 三木正之・高芝一男，1960：網生簀によるブリ仔の養殖について．水産増殖，7（4），57～62．
- 右田正男・花岡資，1938a：餌料蛋白の量と魚体蛋白の増生量との関係I．餌料の熱量価一定  
にして栄養比の異なる場合．日水誌，7（1～6），115～118．
- ・——，1938b：餌料蛋白の量と魚体蛋白の増生量との関係—II．餌料の組成を一定にし  
給与量を変えた場合．同上，7（1～6），171～175．
- ・——，1938c：餌料蛋白の量と魚体蛋白の増生量との関係—III．餌料蛋白の経済的給与  
量の決定．同上，7（1～6），220～226．
- 三谷文夫，1958：胃の内容物から見たブリの食性—II．摂餌活動の日週変化および成長に

- 伴う摂餌率の変化. 日水誌, **24** (3), 182~185.
- , 1959: 長崎県男女群島へ来遊するブリの産卵群について. 同上, (9) 708~713.
- , 佐藤哲哉, 1959: ブリの成長と年令に関する研究— II. 鰓蓋骨による年令査定, 同上 **24** (10), 803~808.
- , 1960: ブリの漁業生物学的研究. 近大農学部紀要, (1), 81~300.
- 野網和三郎, 1960: かん水養殖所見. 水産増殖, **7** (4), 85~89.
- 大谷武夫・島田清・豊田米雄, 1937: 山口県産(瀬戸内海産)カタクチイワシの脂肪含有量に就て. 日水誌, **6**, (1~6), 147~150.
- 茂野邦彦, 1959: 流れ藻についたブリ・カンパチの養魚について. 水産増殖, **7** (1), 1~6.
- , 1960: ハマチ種苗の養成について. 同上, **7** (4), 49~56.
- 島根県水試, 1958: 対馬暖流開発調査報告書. 昭和28~31年, 6~631.
- 関根秀三郎・柿崎樞辞, 1930: 人工飼料に関する研究其一. 蛋白及澱粉の餌料価値並餌料蛋白の利用率に就いて. 水誌報, **1** (1), 143~153.
- 高井徹, 1959: 日本産重要ウナギ目魚類の形態, 生態および増殖に関する研究. 水講研報, **8** (3), 209~555.
- 田村正, 1949: 外囲の変化が魚類に及ぼす影響. 第9報環境水の溶解酸素量が魚類の酸素消費量に及ぼす影響. 水学雑, (54), 40~47.
- , 1950: 外囲の変化が魚類に及ぼす影響. 第11報綜合考察. 水産科学研究所報告(函館水産専門学校内), (2), 1~35.
- 田中糾, 1931: 洛山湾鰯蓄養経過に就いて. 定置漁業界, (13), 5~10.
- 田中昌一, 1960: 水産生物の population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研研報, (28), 1~200.
- 内田恵太郎, 1954: 対馬暖流海域の浮遊魚卵・魚稚仔, 附ホンサバ・マアジ・ブリの卵乃至稚魚について, 対馬暖流開発調査研究報告, (1), 111~115.
- , 1955: 対馬暖流海域における重要魚類稚仔の分布と出現期. 対馬暖流開発調査第3回シンポジウム発表論文集, 333~335.
- , 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. 九大農学部学芸雑誌, **16** (3), 329~342.
- WALFORD, L. A., 1946: A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull., **90** (2), 141~147.
- 米田勇一・吉田陽一, 1955: イワシとその食餌プランクトンとの関係—I. マイワシの摂餌量について. 日水誌, **21** (2), 62~66.

PLATE

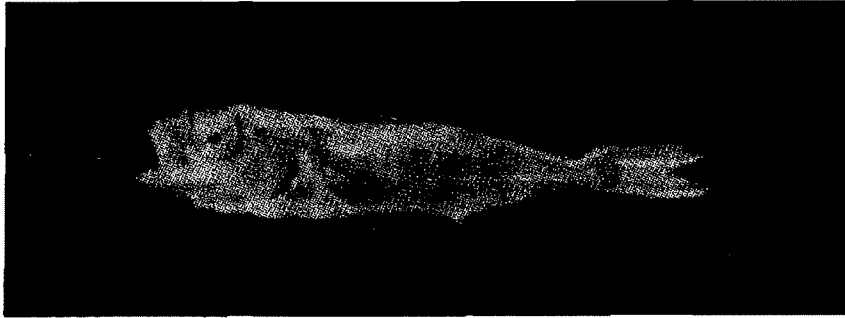
(1 ~ 9)

P L A T E I の 説 明  
成 長 に 伴 う 養 殖 プ リ の 形 態 変 化

記 号	体 長(cm)	体 重(g)	採 集 時 期	養 殖 開 始 後 年 月	養 殖 場
A	2.9	0.3	4月下旬	漁 獲 時	—
B	4.0	1.0	5月上旬	養 殖 開 始 時	い け す 網
C	9.4	11.5	6月上旬	1 カ 月	い け す 網
D	25.1	236.0	8月上旬	3 カ 月	第 1 養 魚 場

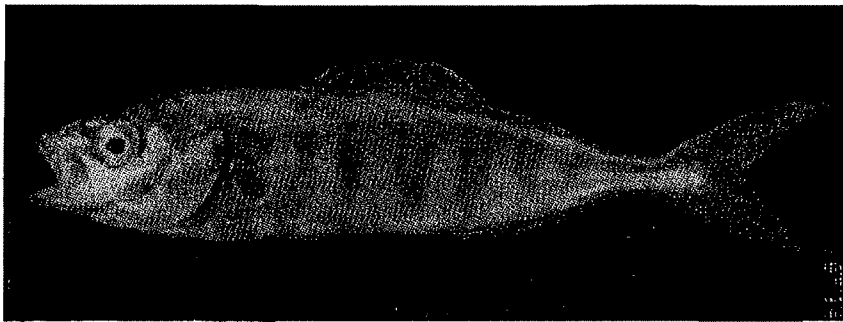


Ⓐ



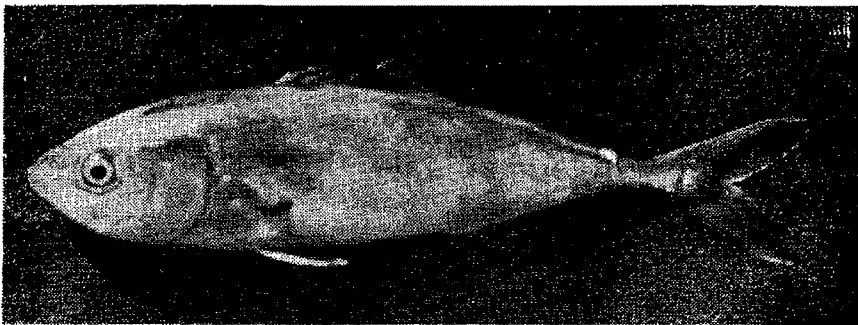
1 cm

Ⓑ



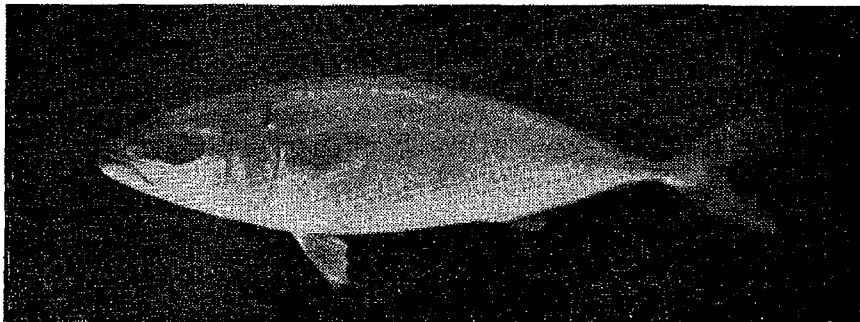
1 cm

Ⓒ



1 cm

Ⓓ



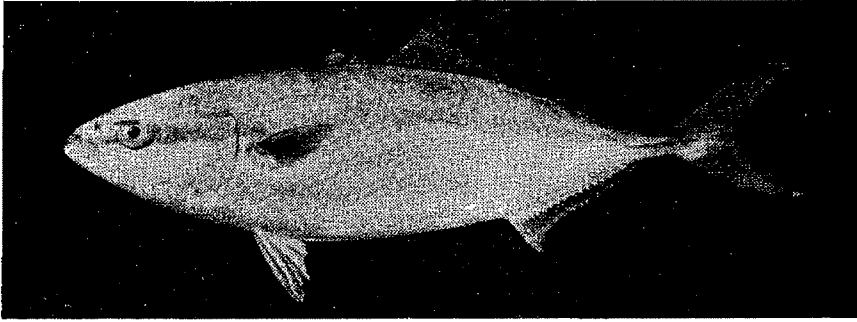
10 cm

PLATE 2 の説明

成長に伴う養殖ブリの形態変化

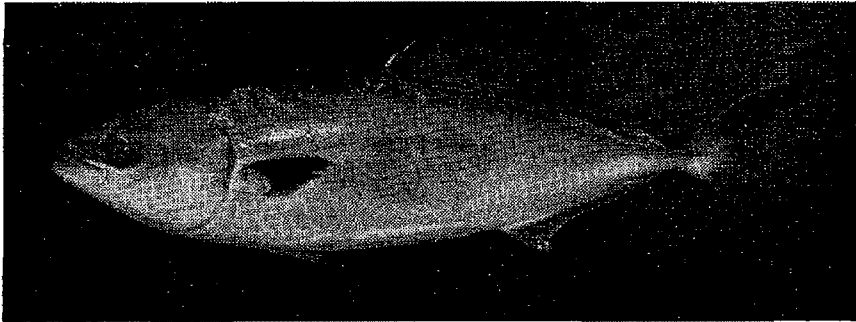
記号	体長(cm)	体重(g)	採集時期	養殖開始後年月	養殖場
E	37.0	870	12月上旬	7カ月	第1養魚場
F	44.3	1,550	6月下旬	1年2カ月	いけす網
G	61.5	4,550	6月上旬	2年1カ月	いけす網
H	71.0	7,000	6月上旬	5年1カ月	いけす網

E



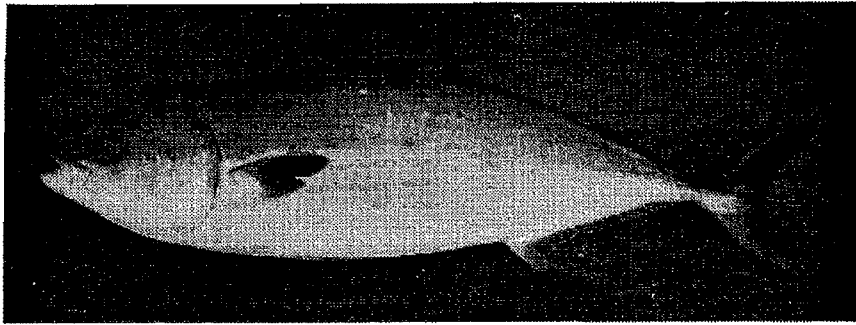
10 cm

F



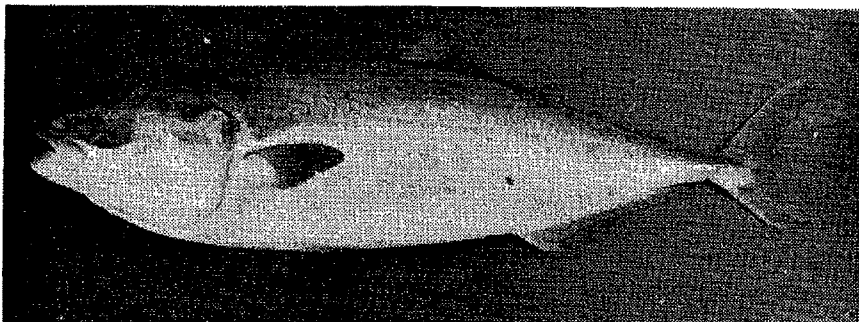
10 cm

G



10 cm

H



10 cm

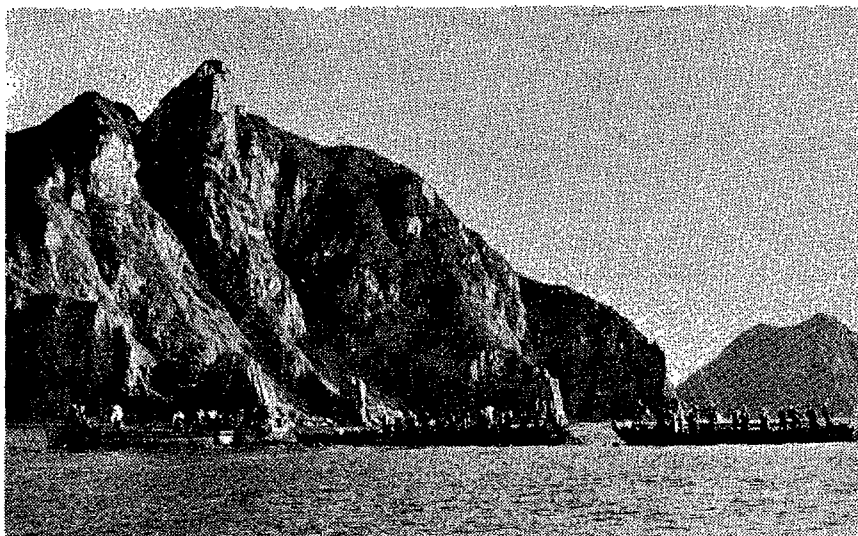
PLATE 3 の説明

A: 女島定置漁場

B: 産卵ブリの漁獲

C: 精液放出中のブリ

A



B



C



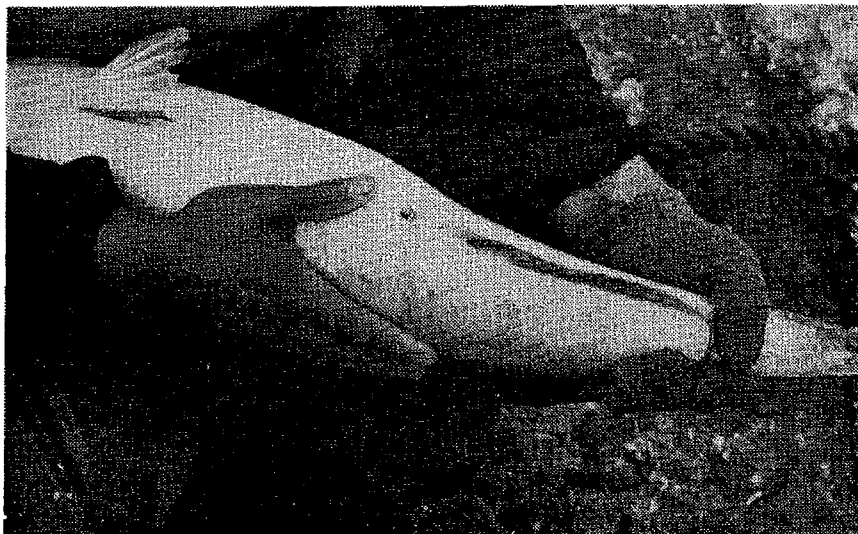
PLATE 4 の説明

D : 熟卵放出中のブリ

E : 人工受精作業中

F : 女島におけるふ化実験用陸上静止水槽

D



E



F

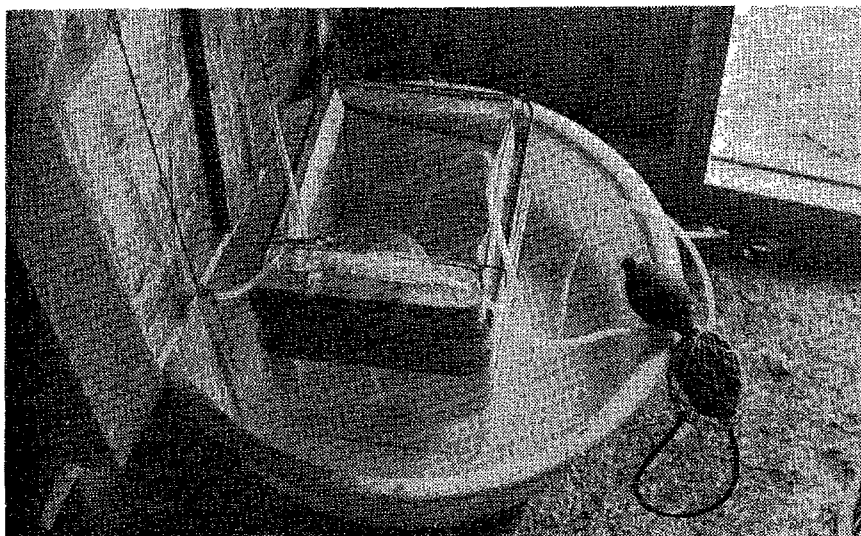


PLATE 5 の説明

G: 海面に浮かべたふ化槽

H: 稚魚輸送器具 (1961年5月18日)

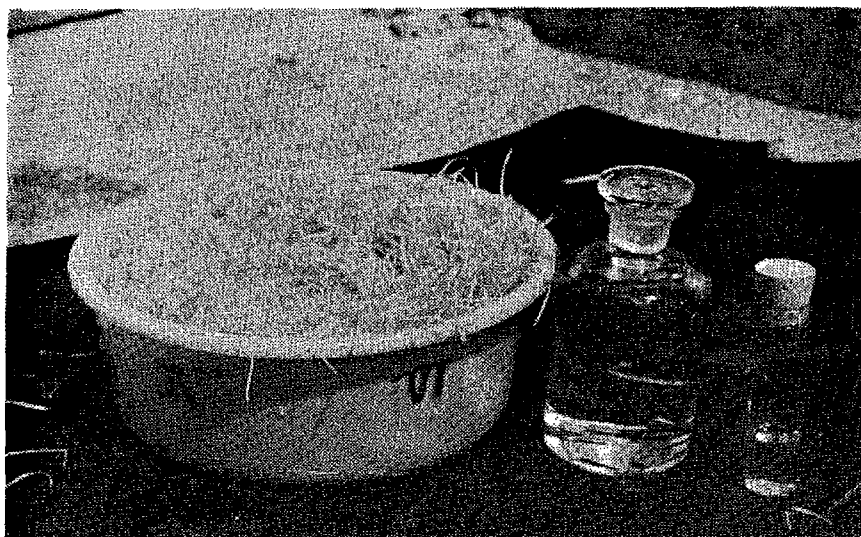
I: 輸送船上の稚魚および受精卵収容器具。



G



H



I

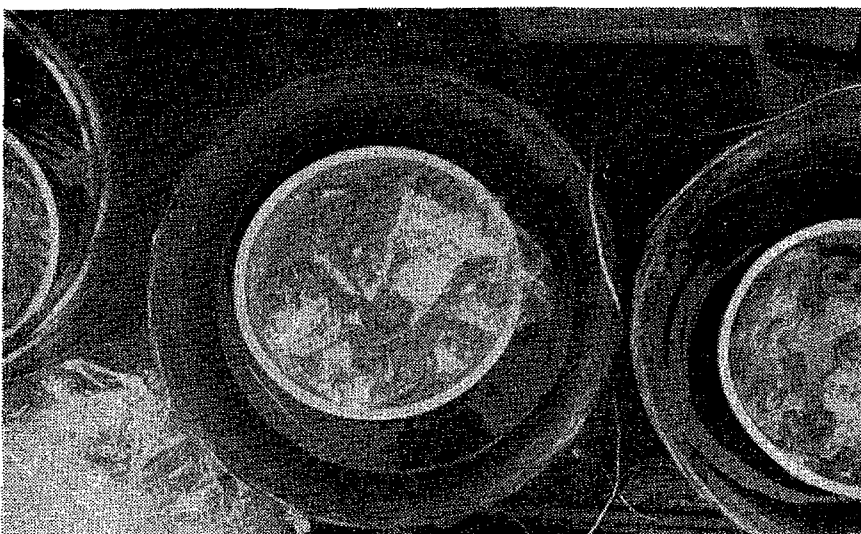


PLATE 6 の 説 明

J : 未 受 精 卵

K : 第 1 回 細 胞 分 裂 ( 受 精 後 1 時 間 )

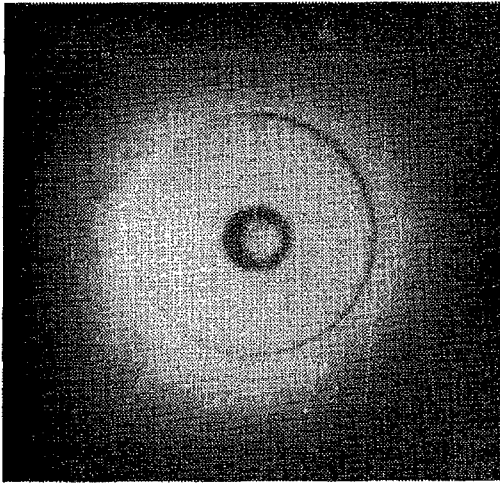
L : 4 細 胞 期 ( 受 精 後 3 時 間 )

M : 受 精 後 45 時 間

N : ふ 化 寸 前

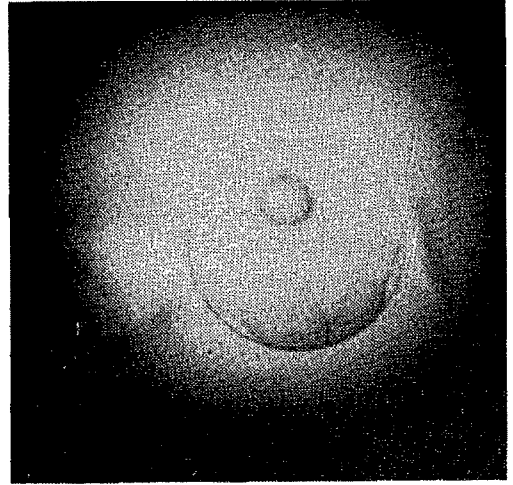
O : ふ 化 直 後

J



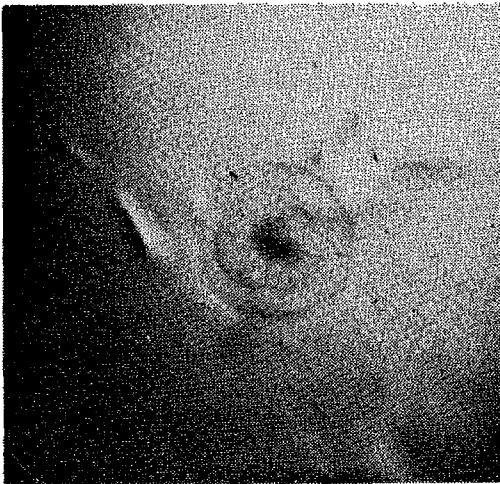
0.1 cm

K



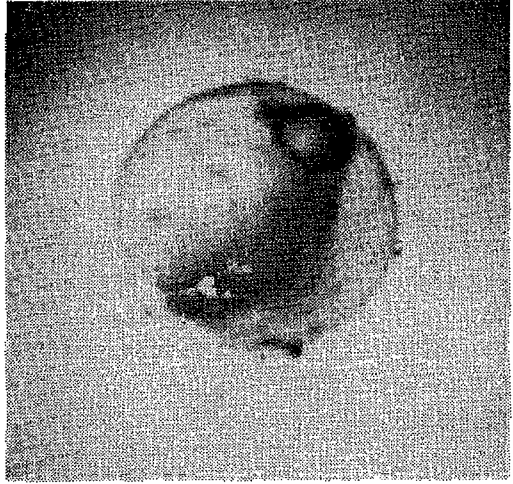
0.1 cm

L



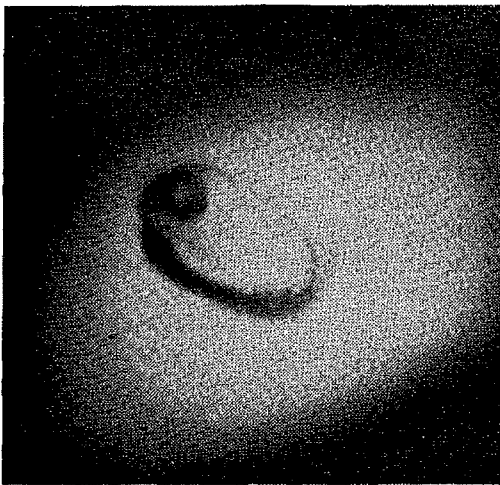
0.1cm

M



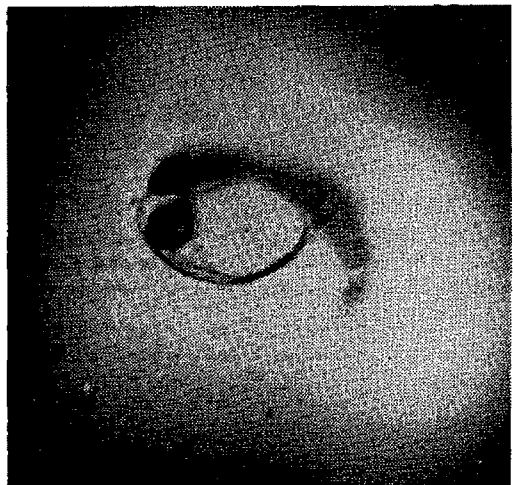
0.1 cm

N



0.1cm

O



0.1cm

PLATE 7 の説明

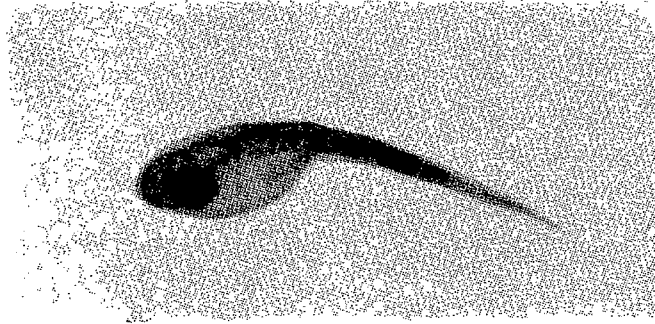
P: 水化後 1 日

Q: 水化後 3 日

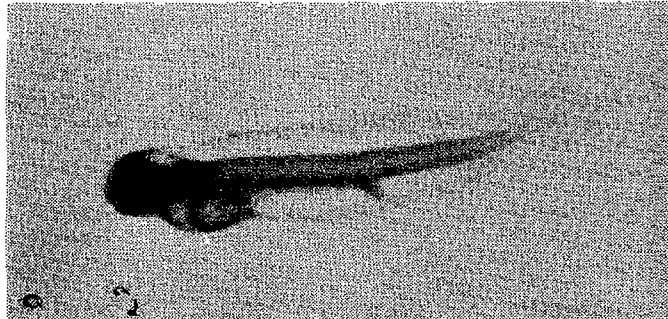
R: 水化後 6 日

S: 水化後 8 日

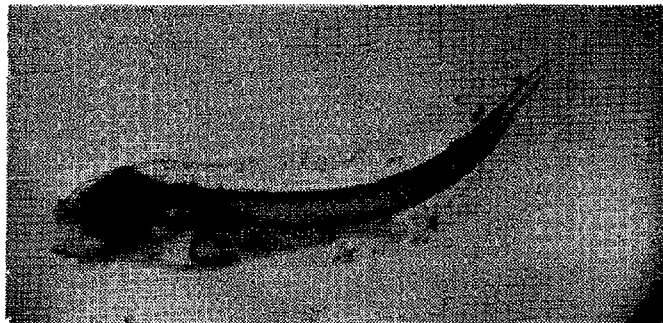
P



Q



R



S

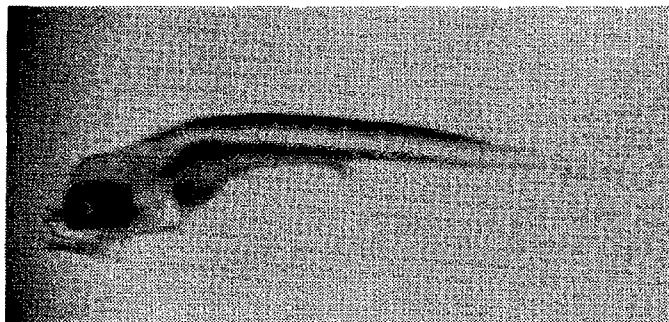


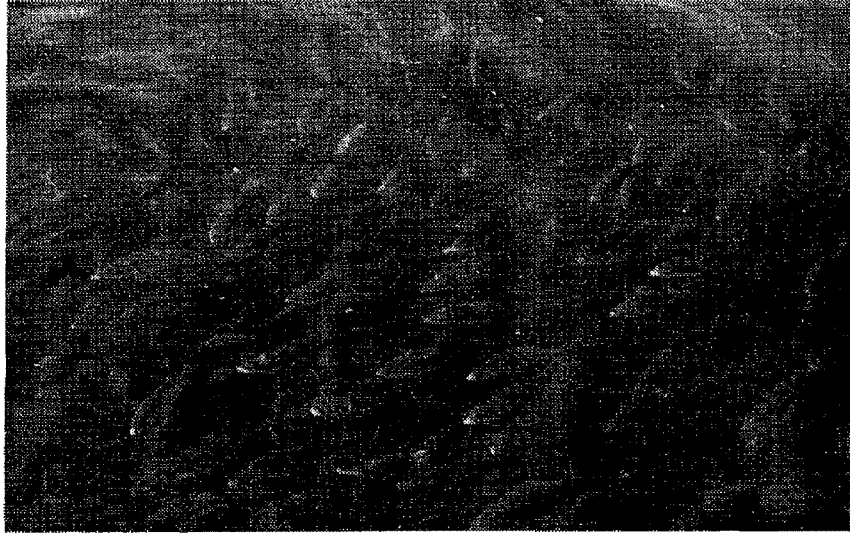
PLATE 8 の説明

A: いけす網内のブリの遊泳状態。

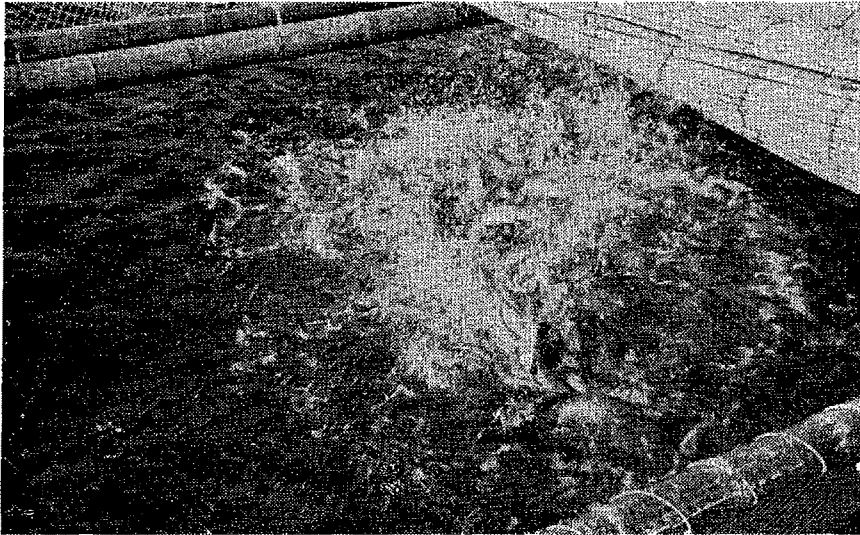
B: いけす網内のブリの摂餌状態。

C: 近畿大学第1養魚場のブリの摂餌状態。

Ⓐ



Ⓑ



Ⓒ

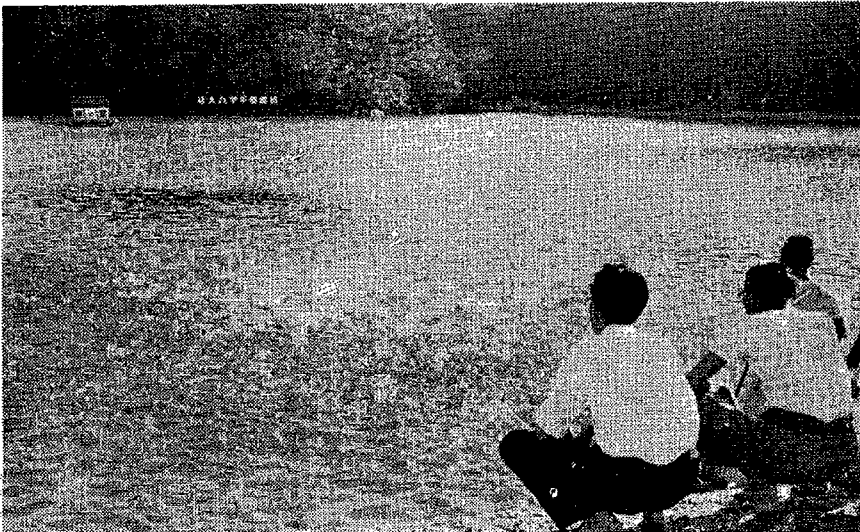


PLATE 9 の説明

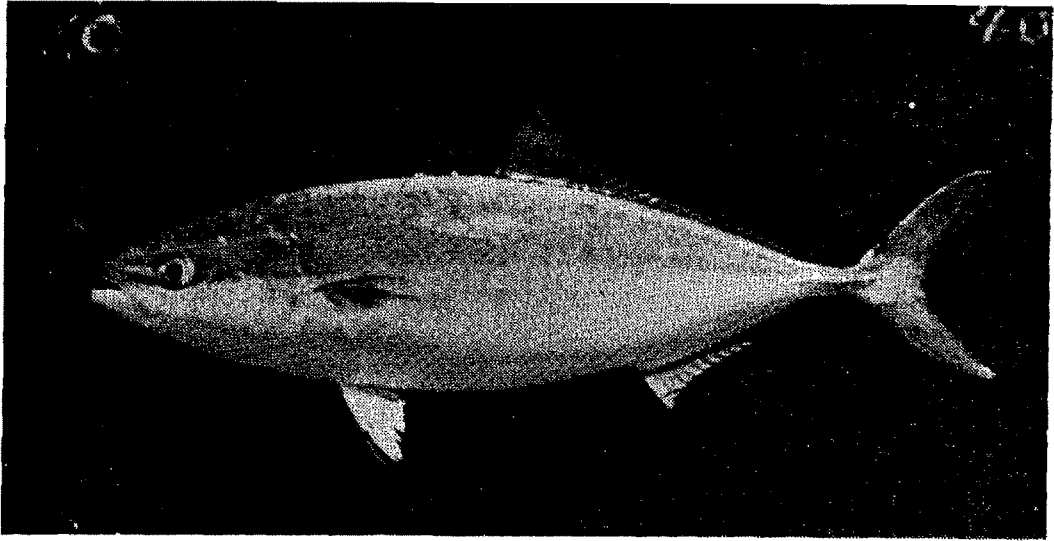
A: 正常なブリ

B: *Benedenia seriolae* に寄生され、皮膚が傷ついた  
ブリの側面。

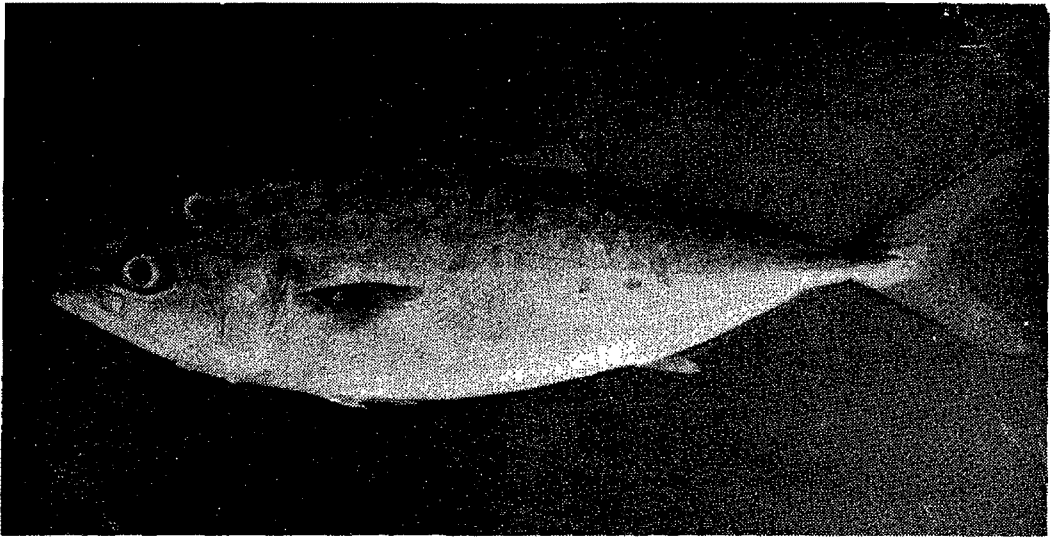
C: 同上背面。



Ⓐ



Ⓑ



Ⓒ

