

## ハマチ養殖におけるへい死率と、 作業員数および放養密度との関連

市来 忠彦

Relation between Mortality and Rearing Conditions in Culture of Young Yellowtail

(Hamachi), *Seriola quinqueradiata*

Tadahiko ICHIKI

長崎県下のハマチ養殖は、近年急速に規模を拡大してきたが、一方では魚病によるへい死率が急激に増大しており(図1)、その経営が危ぶまれるほどとなっている。したがって現在、魚病対策の確立が重要な課題となっているが、一面、飛躍的に規模を増大したハマチ養殖の現状をみると、今一度養成管理面からも問題点を整理し、検討することが必要と考えられる。すなわち、へい死をまねく直接の原因は各種の疾病であろうが、その背景に急激な規模の増大がもたらした養成管理や飼育環境の悪化があり、これらが魚病を誘発しているようにも考えられた。

そこで筆者はハマチ養殖を専業としている長崎県五島、若松町神部地区の養殖実績に基づき、2、3の養成管理項目とへい死率との関係を検討したのでそれらの概要を報告する。報告に先立ち、調査に御協力をいただき、貴重な資料を提供して下さった若松町神部漁協長亀山太助氏、ならびに長崎県漁連生産開発課の大浦吉太郎氏に深謝の意を表する。

### 調査方法

調査の主な材料は、1980年に五島、若松町神部

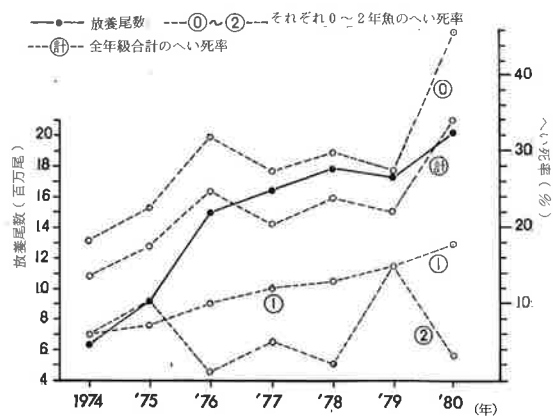


図1 ハマチの放養尾数<sup>\*</sup>と、へい死率の経年変化(県計)

\* .....各年級の合計、総放養尾数

地区の26(うち小割専用.....14, 小割と仕切り併用.....12)経営体が行なった養殖の実績であり、これを長崎県かん水魚養殖実態調査表(長崎県水産部水産振興課調べ)より求めた。神部地区を選んだ理由は、一般に2魚種以上におよぶ養殖の場合、上記の実態調査表では、使用した施設の内容や投餌量が魚種別に区分されていないが、この地区は専らハマチのみを養殖しているので放養密度や投餌率などの計算が可能であったこと、各経営

体が揃って十分な経験年数を有し、ハマチ養殖漁業が定着しており、標記の課題を検討するのに妥当と考えられたことなどである。調査した事項は、0年魚から2年魚におよぶ全年級合計放養尾数の1万尾当り飼育作業員数(以下、単位作業員数という)、放養密度、および年間投餌率であり、これらとへい死率との関係を検討した。なお同年、こ

の地区で養殖された全年級群のうち、2年魚の放養尾数は12%を占めたが、そのへい死率は平均1.3%と極めて低かった。したがって本報告では、総放養尾数や各年級計の値として取扱ったもの以外、特に2年魚を区分して上記の関係をみることを省略した。

結 果

**単位作業員数とへい死率との関係** 単位作業員数は経営体によってかなり相違し、0.35人から0.94人の範囲にあったが、経営体別単位作業員数とへい死率との関係を示すと図2のとおりで、両者間に明瞭な負の相関がみられた。この図から判るように、0年魚、1年魚ともに単位作業員数の多いものほどへい死率が低く、それぞれ  $y_0 = 62.4402 - 30.1334 \cdot x_0$ 、および  $y_1 = 29.9612 - 18.2492 \cdot x_1$  の

関係式が得られた。この関係を常法<sup>1)</sup>にしたがって統計的に吟味<sup>\*</sup>すると、0年魚における相関係数が1%有意水準で0.496、同じく1年魚が5%有意水準で0.388となり、いずれもその相関(0.704, 0.452)は有意である。さらにこの関係を過去の資料から経年的にみるため、1974年から'80年にわたる神部地区のハマチ放養規模と作業員数、ならびに単位作業員数とへい死率との関係を示すと表1、図3のとおりである。神部地区の

○--- 0年魚, 小割養殖のもの ●--- 1年魚, 小割養殖のもの  
▲--- 1年魚, 仕切養殖のもの

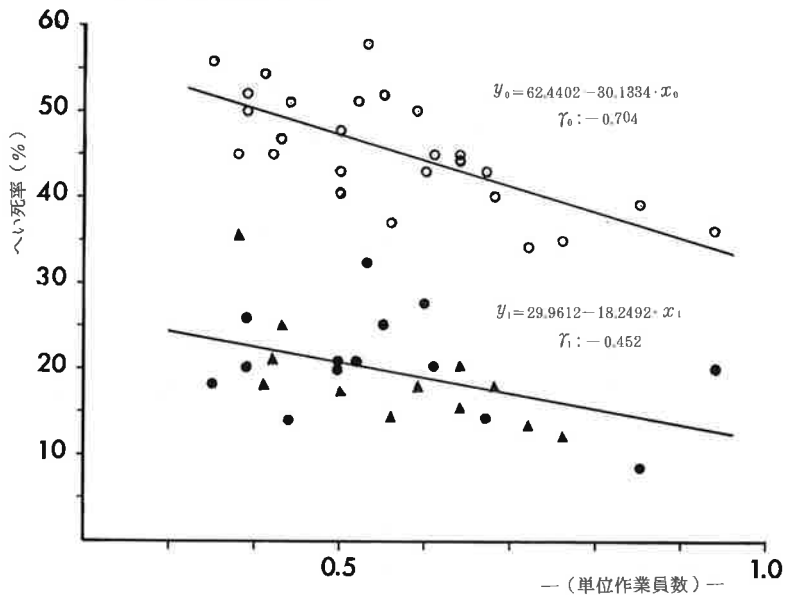


図2 単位作業員数とハマチのへい死率 (五島, 若松町神部地区……1980年)

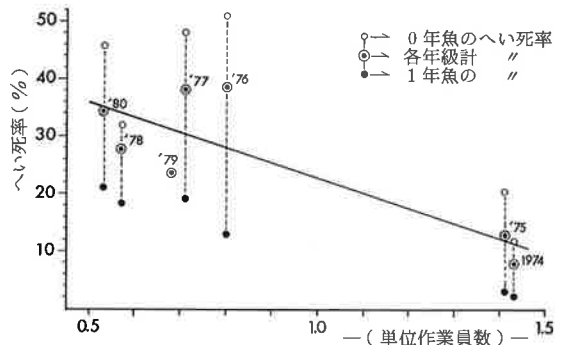


図3 年別, 単位作業員数とハマチのへい死率 (五島, 若松町 神部地区)

\* ……帰無仮説,  $\rho = 0$  の検定

ハマチ養殖は1975年を境に、表1 五島，若松町神部地区における年別ハマチの放養規模と作業員数

翌'76年には放養尾数を約2倍に増し、以降も毎年増加しているにもかかわらず作業員数は増していない。したがって単位作業員数は1974,'75年の1.4人台から'76年以降0.8~0.5人に減少し、これにともない、へい死率が急激に増加していることが図3に示した地区合計の年別推移でもよくうかがえる。

次いで、単位作業員数に直接関連する要因として、経営体別作業員1人当年間投餌箱数とへい死率との関係を見ると図4のとおり

で、両者間に明瞭な正の相関が認められ、0年、1年魚でそれぞれ $y_0 = 29.7345 + 0.0018 \cdot x_0$ 、および $y_1 = 1.4232 + 0.0021 \cdot x_1$ の関係式を得た。また、これらの1%有意水準における相関係数0.496に対し、その相関(0.544, 0.668)はともにも有意である。

**放養密度とへい死率との関係** 小割における放養密

度は経営体間でもかなり相違し、1年魚以降を仕切りに移す12経営体の0年魚では5.0kg/m<sup>2</sup>から14.6kg/m<sup>2</sup>、小割を専用する14経営体では、実態調

年別	経営体数	作業員数	放 養 尾 数			1 万 尾 放 養 当 り 作 業 員 数	" (年間比)
			年級別	合 計	1 経 営 体 平 均		
1974	27	91	0	370,550		1.43	(100)
			1	266,000			
			計	636,550	23,576		
'75	27	106	0	419,000		1.41	(99)
			1	333,100			
			計	752,100	27,856		
'76	30	123	0	1,019,000		0.80	(56)
			1	512,000			
			計	1,531,000	51,033		
'77	30	116	0	1,062,000		0.71	(50)
			1	566,000			
			計	1,628,000	54,267		
'78	30	101	0	1,223,000		0.57	(40)
			1	540,000			
			計	1,763,000	58,767		
'79	30	102	0	677,000		0.68	(48)
			1	834,000			
			計	1,511,000	50,367		
'80	30	106	0	1,253,000		0.53	(37)
			1	494,300			
			2	243,700			
計	1,991,000	66,367	(282)				

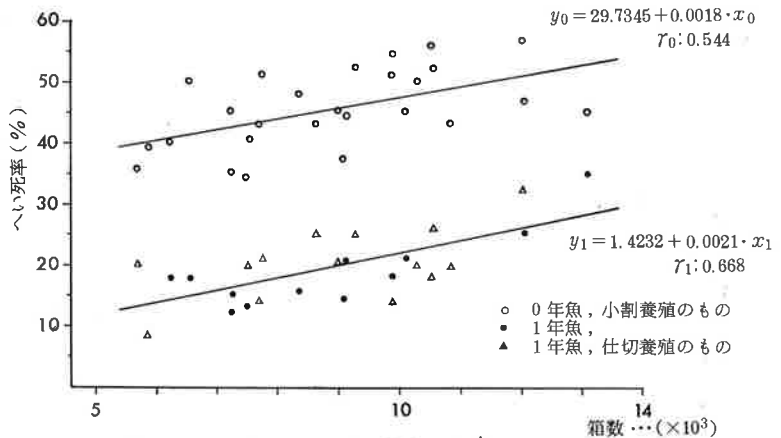


図4 飼育作業員1人当年間投餌箱数とハマチのへい死率 (五島，若松町神部地区……1980年)

\* ……15kg入りとして換算した。

調査表において、用いた施設が年級別に区分されていないため、0年~2年魚の合計でみると9.4kg/m<sup>2</sup>から18.4kg/m<sup>2</sup>の範囲にあった。放養密度とへ

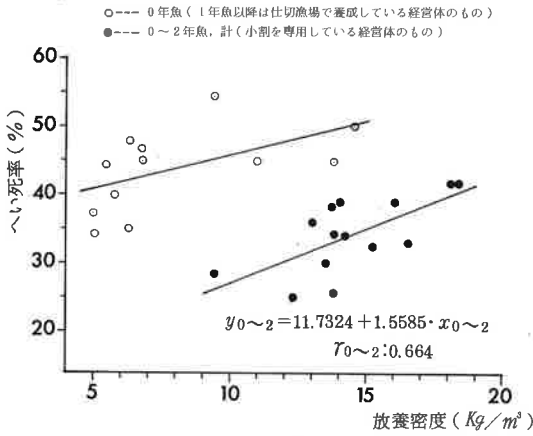


図5 小割の放養密度とハマチのへい死率 (五島, 若松町神部地区……1980年)

い死率との関係は図5のとおりで、両者間に正の相関がみられ、放養密度が高いほどへい死率も高い傾向が認められた。但し統計的に上記12例の0年魚では、5%有意水準における相関係数0.576に対し、その相関(0.551)は棄却されたが、小割専用14

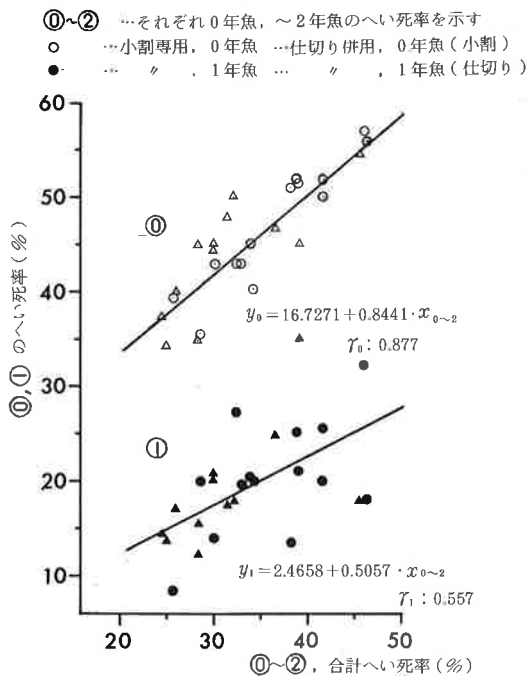


図6 ハマチの各年級合計へい死率と年級別へい死率の関係

例における0年～2年魚合計では、1%有意水準における相関係数0.661に対し、その相関(0.664)は有意であり、 $y_{0-2} = 11.7324 + 1.5585 \cdot x_{0-2}$  ……(1)の関係式を得た。またこの式から0年、および1年魚を区分してみるため次のような解析を

①～② …それぞれ0年魚、～2年魚のへい死率を示す。  
— : 実績によるもの、 - - - : 図6の関係による推定値。

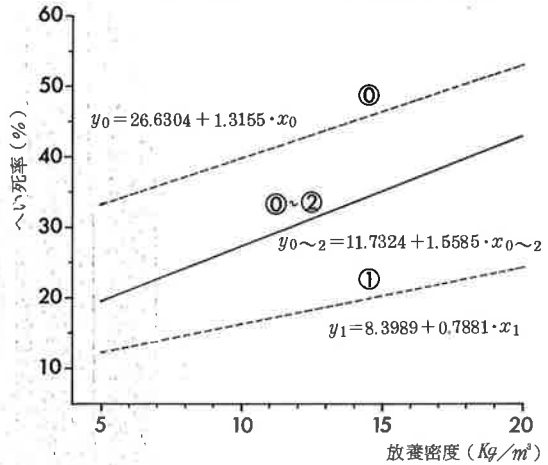


図7 小割内放養密度に対応する年級別ハマチのへい死率の推定

行なった。すなわち経営体別0年～2年魚の合計へい死率と、それぞれの0年および1年魚へい死率との関係(図6)から $y_0 = 16.7271 + 0.8441 \cdot x_{0-2}$  ……(2)、および $y_1 = 2.4658 + 0.5057 \cdot x_{0-2}$  ……(3)の2式を求め、(2)および(3)式の $x_{0-2}$ (…0年～2年魚合計へい死率)に(1)式の $y_{0-2}$ を代入して放養密度との関係を推算し、これを図7に示した。これより放養密度の上昇がハマチのへい死率に与

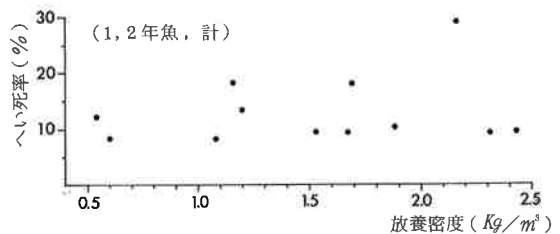


図8 仕切りの放養密度とハマチのへい死率 (五島, 若松町神部地区……1980年)

市来：ハマチ養殖におけるへい死率と作業員数および放養密度との関連

える影響は、0年、1年魚ともに無視できないが、1年魚に比べ0年魚では、さらにその影響度が大きいものと判断される。

次いで仕切りにおける放養密度とへい死率との関係を調べ、その結果を図8に示した。仕切りにおける1、2年魚の合計放養密度は、0.54 kg/m<sup>2</sup>から2.43kg/m<sup>2</sup>までの範囲にあり、経営体によるばらつきが大きい。しかしこの範囲で、へい死率との間に相関はみられなかった。

**年間投餌率とへい死率との関係** 実態調査表において、投餌量が年級別に区分されておらず、また投餌日数も不明である。したがって投餌率は0年～2年魚の合計で求め、かつ日間投餌率を求める式から(×100%/投餌日数)を除く年間の投餌割合として求めることとした。聞取りの結果、

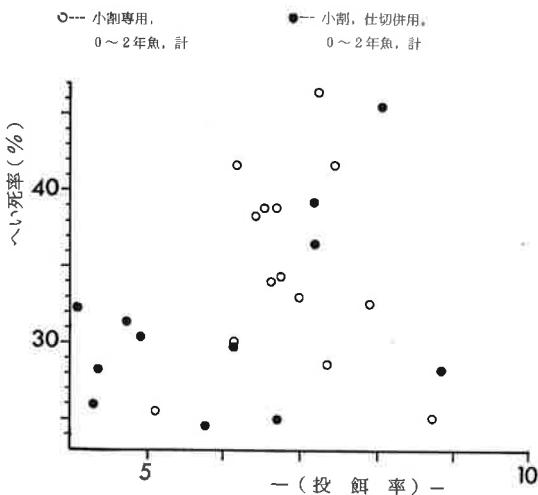


図9 年間投餌率とハマチのへい死率 (五島, 若松町神部地区……1980年)

$$* : \text{投餌率} = \frac{F}{\frac{W_1 + W_2}{2} \cdot \frac{N_1 + N_2}{2}} \cdot \frac{100}{d} (\%) \dots (1)$$

上式(1)における前項、 $\left(\frac{W_1 + W_2}{2} \cdot \frac{N_1 + N_2}{2}\right)$ の値で示した。

上式中

W<sub>1</sub>…初めの体重, N<sub>1</sub>…初めの尾数,  
W<sub>2</sub>…終りの体重, N<sub>2</sub>…終りの尾数,  
F…年間の投餌量, d…年間の投餌日数

経営体間の投餌日数にほとんど差はなく、周年無休の態勢で投餌されているので、上記の投餌割合は経営体間の比較として有効と考えられる。なお、餌料はすべてなま餌が専用されており、投餌率は湿重量で求めた。以上に述べた年間投餌率とへい死率との関係を図9に示した。年間投餌率は小割専用の経営体で5.12から8.73の範囲にあり、特に6.4～7.4の間に集中しているが、仕切りを併用する経営体では4.08から8.86の範囲で散らばりが大きい。しかしながら、両者ともにへい死率との間に明らかな相関はみられなかった。

考 察

上述したように、単位作業員数は養殖ハマチのへい死率と負の相関を示す。このことは、作業員1人当りの飼育尾数の増加がへい死率を高めることを示しており、これは養成管理の悪化に関連しているものと考えられる。養魚の管理として種々の事項が考えられるが、なかでも作業員1人当りの年間投餌箱数がへい死率と正の相関を示すことから、単位作業員数の減少が作業員1人当りの投餌箱数を増加させ、これによる餌料条件の悪化を通してへい死率に関係するものと推察される。そ

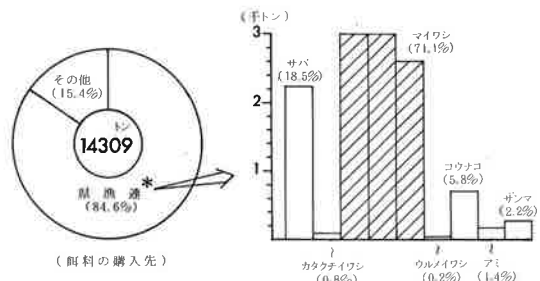


図10 五島若松町, 神部地区の年間、魚種別餌料の消費状況 (1980年)

\* ……長崎県漁連の取扱い実績資料による、うち冷凍品が約80%を占める。

ここで神部地区のハマチ養殖に使はれた餌料の内容を1980年の資料からみると図10のとおりである。使ったなま餌の80%は冷凍品で、かつその約70%をマイワシが占めている。マイワシは従来のアジ、サバなどに比べて脂質が多く<sup>2)</sup>、そのため貯蔵中あるいは解凍から投餌までの過程で変敗し、魚体の中毒を起す脂肪酸過酸化物ができる度合いが大きいものと推察され、またその長期単用はビタミンB<sub>1</sub>不足によるへい死を招くことが報告<sup>3,4)</sup>されている。神部地区のハマチ養殖を対象とした本調査で、単位作業員数の減少が餌料条件の悪化を通じてへい死率に関係をもつと推察したが、このことは上述した諸点から、近年の急速な養殖規模の拡大が作業員1人当りの投餌量を増加させ、これに冷凍マイワシが主体となる餌料の条件も重なり、調餌過程での管理不良から餌料の変敗を来し、これがハマチの健康障害を通じて各種疾病を誘発し、へい死率を高めた一因になったものと考えられる。

このように生餌(特にマイワシ)の変質が、現在のハマチ養殖における大きな問題点と考えられるが、その起因をなす作業員数の不足に対しては、近年の養殖経営事情からその増員は困難であろう。一方、解凍、調餌の機械化も、その廃水処理などに困難性があり、当面、直ちに可能な対策は栄養的補強であると考えられる。すなわち、餌料の変質に関連し、近年、魚体内臓の活性化に関連する補酵素としてのビタミン群の役割が重視され<sup>4~7)</sup>既に水産薬(栄養剤)としての市販品も多い。また変敗したカタクテイワシの弊害に対し、ビタミン混合剤のほか配合飼料の併用でも防止できることが早くより知られ<sup>8)</sup>、また筆者ら\*は目下マイワシ餌料の弊害に対し、配合飼料の併用で良好な結果をみている。また一方、餌料の変質防止に関連

する近年の新しい話題として、凍結餌料をそのまま与え、飼育成績、耐病性ともにすぐれた効果も報告<sup>9)</sup>され、栄養の補給と同時に、今後このような方法を試みることも必要であろう。

次に放養密度とへい死率との関係であるが、小割については長崎県でも基準(角型……35kg/m<sup>2</sup>, 7kg/m<sup>2</sup>, 円型……70kg/m<sup>2</sup>, 14kg/m<sup>2</sup>)が定められているが、放養尾数の増加にともない一般的に過密傾向が強い。放養密度とへい死率との関係については既に2~3の事例が報告<sup>10)</sup>され、香川県下の0年および1年魚で放養密度とへい死率に明らかな相関のあることや、愛媛県下で放養密度の高い小割ほど連鎖球菌症の被害が大ききこと、また南西ブロック会議魚病班が行ったアンケート調査で、放養密度が5kg/m<sup>2</sup>未満の小割に連鎖球菌症が発症していないことなどが知られている。本調査でも小割の放養密度がへい死率に大きく影響していることが確認され、今後改めて充分検討すべき課題と考えられる。放養密度がハマチのへい死率に影響する機構は明らかでなく、一般にストレスによるものと解されているが、魚体間の密度による行動面の支障のほか、海水中の溶存酸素量、排泄物や病原生物の密度、ひいては疾病の感染率など種々の要因が介在するものと推察される。1980年、神部地区では0年魚の養成に、容積比で約30%の角型小割を用いたほか、各年級を通じて円型小割を主体に使用しており、小割専用14例の、0年~2年魚合計放養密度の平均は14.3kg/m<sup>2</sup>であった。筆者の経験によれば、ハマチ養殖における極端な薄飼いはその摂餌活動を不活性化し問題となるが、5kg/m<sup>2</sup>程度までなら大きな影響が見られなから

\*……未発表

た。図7に示した解析結果から、上記5kg/m<sup>3</sup>に薄めた場合のへい死率は、0年魚で平均46%から33%へ、同じく1年魚で20%から12%へ、1～2年魚合計で34%から20%へそれぞれ減少すると予想される。量産体制にある現在の養殖経営収支と対比し、今一度、冷静な検討が必要と考えられる。

以上、本報告ではハマチのへい死率に影響する養成管理の問題点として、単位作業員数に関連するなま餌の変質と、小割放養密度の2点を取りあげ、その対策を検討したが、これら養成管理の改善は、さらに相乗的効果としてハマチへい死率の低下を促すものと考えられる。なおこのことが、本報では触れなかった成長や餌料効率、ひいては肉質の改善などにも関連すると考えられ、これらについても今後の検討が必要である。また特に、上記2点にわたる養成管理の問題点が、いずれも近年の、物価の高騰に比べて伸び悩むハマチ市況への対応策として採られた養殖規模の拡大に基因している。したがって、累増している魚病被害に対しては、単に病原体をとらえる対症療法だけでなく、養成技術全般を含めた基本的再検討が必要な時点にあると思われる。

## 要 約

近年急増した養殖ハマチの魚病被害(図1)に

関連し、1980年、長崎県五島、若松町神部地区における26経営体の養殖実績から、養成管理面の要因とハマチへい死率との関係を調べ次の知見を得た。

- 1) 経営体別ハマチのへい死率は、総放養尾数1万尾当り飼育作業員数(0.35～0.94人)に逆相関し(図2, 3)、作業員1人当り年間投餌箱数に正相関している。(図4)。
- 2) 上記作業員数がハマチのへい死率に影響する要因として、なま餌(特にマイワシ、図10)の解凍、調餌から投餌までの過程で起る変質が大きく関係しており、その栄養補強が必要である。
- 3) 経営体別ハマチのへい死率は、円型を主体とする小割の放養密度(0～2年魚計、9.4～18.4kg/m<sup>3</sup>)にも正相関しており(図5)、0年、1年魚ともに5kg/m<sup>3</sup>までの範囲で放養密度の再検討が必要である(図7)。
- 4) 近年累増している魚病被害に対しては、単に病原体をとらえる対症療法だけでなく、養成技術の基本的再検討が必要である。
- 5) 仕切りにおける1、2年魚の合計放養密度(0.54～2.43kg/m<sup>3</sup>)とへい死率の関係(図8)、年間投餌率とへい死率の関係(図9)には、ともに明らかな相関を見出せなかった。

## 文 献

- 1) G. W. Snedecor and W. G. Cochran 1972: 統計的方法(畑村又好・奥野忠一・津村善郎訳)、岩波書店、東京、176-177。
- 2) 科学技術庁資源調査会、1963: 三訂日本食品標準成分表、大蔵省印刷局、東京、38-51。
- 3) 藤田真吾・大橋 徹、1978: マイワシ投与によるハマチの疾患について。京都府立海洋センター研究報告、第2号、57-66。
- 4) ————、1979: カタクチイワシ・マイワシの投与によるハマチの疾患。京都府立

- 海洋センター研究報告, 第3号, 26-30.
- 5) 窪田三郎・宮崎照雄・加藤信次郎・山崎弘明, 1979: 水産用パラミックス®のハマチに対する餌料性疾病予防ならびに体力組持試験例. 水産増殖, 26(4), 162-169.
- 6) 木村正雄・福田功一, 1979: 細菌性疾病(類結節症)罹病ハマチに対する水産用ビタミンE・C・B群剤(V. E-63-004)投与効果. 水産増殖, 26(4), 143-146.
- 7) 藤田真吾, 1980: 連鎖球菌に対するハマチの感受性に与えるビタミン欠乏の影響. 京都府立
- 海洋センター研究報告, 第4号, 28-31.
- 8) 大分県水試, 1968: I 養殖ハマチの餌料性疾病に関する研究, 昭和42年度指定調査研究総合助成事業ハマチ餌料研究報告書, 1-14.
- 9) 高知県水試, 1981: 昭和55年度水産庁委託事業魚病対策技術開発研究(防疫に関する研究)報告書, 7-19.
- 10) 南西海区ブロック会議魚貝類研究会魚病班, 1980: 海産養殖魚類の病害対策の現状と問題点, 日本水産資源保護協会, 東京, 14-212, 263.