

## ヒラメ稚魚の放流と餌料環境

川島時英

### Release and Feed Environmental Condition of Juvenile Japanese Flounder

Tokifusa KAWASHIMA

キーワード：ヒラメ, 底質, アミ

#### はじめに

ヒラメ *Paralichthys olivaceus* は千葉県沿岸に広く分布しており, 本県栽培漁業の重要魚種であり, 1984年から稚魚の放流が行われている。

ヒラメは浅海域に着底した後, 全長100mm前後では水深5m以浅の成育場で過ごし, 成長とともに, 深い水深帯へと移動分散していくことが知られている<sup>1)</sup>。

ヒラメ稚魚は成魚に近い潜砂行動や遊泳行動をとり, 主に砂質の海底に生息し<sup>2)</sup>, 中央粒径が0.1から1.0mmまでの潜砂しやすい底質を選択している<sup>3)</sup>。

ヒラメ稚魚は着底前後からアミ類を摂餌しはじめ, 全長50mmから100mm前後では主要な餌生物となっているが, 成長に伴い食性は, 魚類へと変化する<sup>2)</sup>。その転換期は開放的な海域では, 全長100mm, 閉鎖型海域では50から70mmで起こるとされている<sup>4)</sup>。

本県では, 現在全長100mmサイズで種苗放流が行われているが, その放流地が上記の諸条件を満たす最適な生息場所であることが重要であると思われる。そこで今回は本県のヒラメ稚魚の放流地の一つである富山湾において, 底質および水質調査による放流地の環境把握とアミ類の季節変動と分布および放流時期に出現するアミの種類について調査を行い, ヒラメ種苗にとって好適な放流場所および放流時期について餌料環境の面から検討したので, その結果について報告する。

#### 調査方法

##### 調査海域

富山湾は, 東京湾側の房総半島の南部に位置する一小湾である。湾口の幅が3.6km, 奥行きが1.8km程で, 西に広く開口した開放的な湾となっている。湾口部の水深は約20mで, 湾奥には約2kmの砂浜があって, そ

の南端近くには総延長3,900mの岩井川と, 北端近くには小さな排水路が流れ込んでいる。図1に示す19か所の定点を設け, 以下の調査を行った。

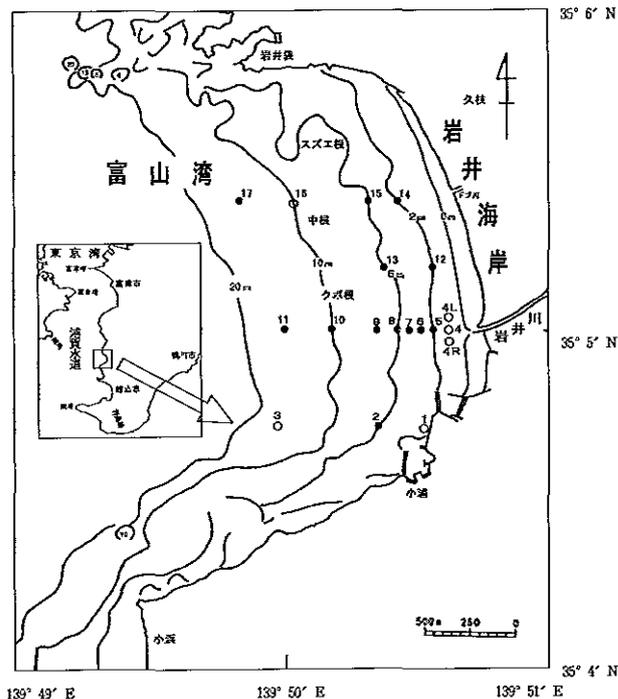


図1 調査地点 (富山湾)

	底質調査	水質および餌料調査
○	○	×
●	○	○*

\*: St 5~8, 14, 15は1997年4月~1999年3月まで, 他調査方は1997年4月~1998年3月まで。

##### 底質

1997年3月26日にエックマン・バージ型採泥器および潜水により図1の19か所の底層からそれぞれ泥を持ち帰り, 分析に供した。分析は(1)粒度組成(2)強熱減量(3)硫化物の3項目について行った。

### 粒度組成

採取した泥を塩分除去のため洗浄後、乾燥し粒度分析試料に使用した。ふるいは、4, 2, 1, 414, 1, 0, 707, 0.500, 0.354, 0.250, 0.177, 0.125, 0.088, 0.063 mmの各目合いを用い、ふるい振とう機（大平理化学工業株式会社）を用いスピード50, 振とう時間3分間でふるい分け後、各ふるいに残留した試料を秤量した<sup>5,6)</sup>。秤量値を堆積物の粒径による分類表<sup>6)</sup>を用いて、底質の分類を行った。

### 強熱減量

磁性ろつばに泥を入れ105℃, 2時間乾燥した後、電気炉で700℃, 2時間加熱後、デシケーター中で30分放冷後秤量した。試料中の強熱減量は、次式により算出した。

$$\text{強熱減量 (\%)} = (W_1 - W_2) / A \times 100$$

$W_1$ : 乾燥後の泥の秤量値 (g)

$W_2$ : 加熱後の泥の秤量値 (g)

$A$ : 乾燥した泥の重量 (g)

### 硫化物

硫化物測定器（ヘドロテック-S: 株式会社ガステック）を用いて硫化物の測定を行った。採取した泥に濃硫酸を加え、発生した硫化水素を検知管で測定し、試料中の硫化水素量は、次式により算出した。

$$S = \text{検知管の読み} \times S_2 / (S_1 \times S_3)$$

$S$ : 乾泥 1 g の硫化水素量 (mg)

$S_1$ :  $H_2S$ 発生用の泥 (g)

$S_2$ : 乾燥用の泥 (g)

$S_3$ : 乾燥後の $S_2$  (g)

### 水質

水温は1997年4月～1999年3月、塩分および懸濁物量は1997年4月～1998年3月、pHは1997年8月～1998年7月の毎月1回、図1の13か所において表層および底層（2～15m）から採水し調査した。水温、塩分、pHについては船上で卓上の測定器（デジタル塩分計：(株)竹村電気製作所、カスタニーACTpHメータD-21S：(株)堀場製作所）を用いて測定した。懸濁物量は、海水を実験室に持ち帰り、ろ過器でろ過し、ろ紙に残った懸濁物を秤量した<sup>7)</sup>。なお、水温、塩分、pH、懸濁物量の季節変化を見るために各調査点の値を月ごとに平均し使用した。

### 餌料生物

1997年4月～1999年3月毎月1回、図1の13か所において網口高さ40cm, 網口幅100cm, 網の長さ6m, 目合い0.7mmのソリネットによってアミ類の定量採集を行った。採集物は、10%中性ホルマリンで固定した後、アミ類とそれ以外に分類し、アミ類の湿重量を測

定した。

### 胃内容物

千葉県栽培漁業センターで生産、中間育成されたヒラメ（平均全長97.6mm, 29,920尾）を1997年9月2日に水深約5mの岩井川河口付近（St. 8付近）において船上から放流した。放流7日後まで3回と10月以降2月までの5か月間、毎月1回、放流場所付近において網口高さ20cm, 網口幅200cm, 網の長さ6.5m, 目合い3.7mmの水産工学研究所II型ソリネットにより採捕を行い、採集されたヒラメの胃内容物の種類を調べた。なお、天然魚は採集されなかったため放流魚のみ整理した。

## 結 果

### 富山湾の底質

底質の粒度組成は、全体的に細砂および極細砂が主体であり、中央粒径値は0.110～0.161mmであった。

St. 3は他の地点に比べ泥分が多かった（図2, 3, 4）。

強熱減量は1.8～7.3%の範囲であった。水深5m以浅では1.8～4.2%, 以深では2.7～7.3%であった。特にSt. 3は、7.3%で他の調査点が最大4.8%であるのに比べて高い値を示した。湾の中央部は値の低い傾向であった（図5）。

硫化物は0～0.0038mg/gの範囲であった。硫化物は河口前面および小浦の沖で多かった（図6）。

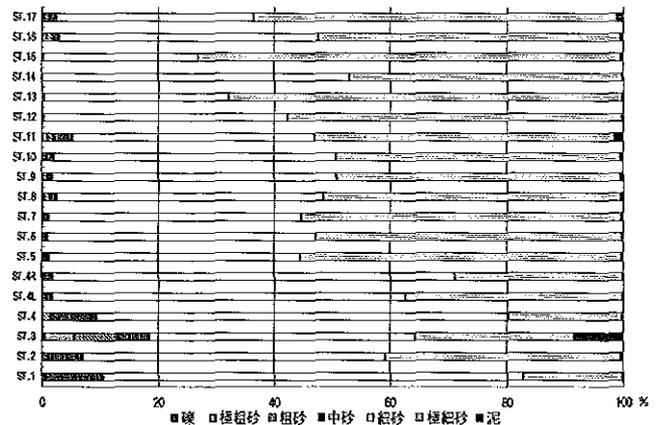


図2 各調査点の粒度組成

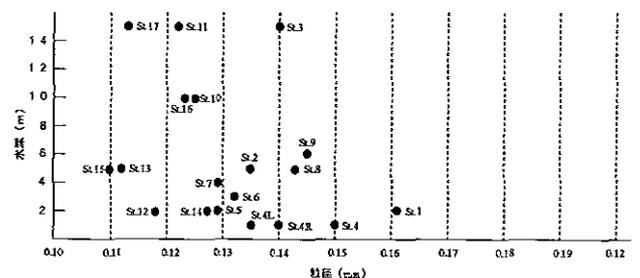


図3 富山湾の水深と中央粒径値

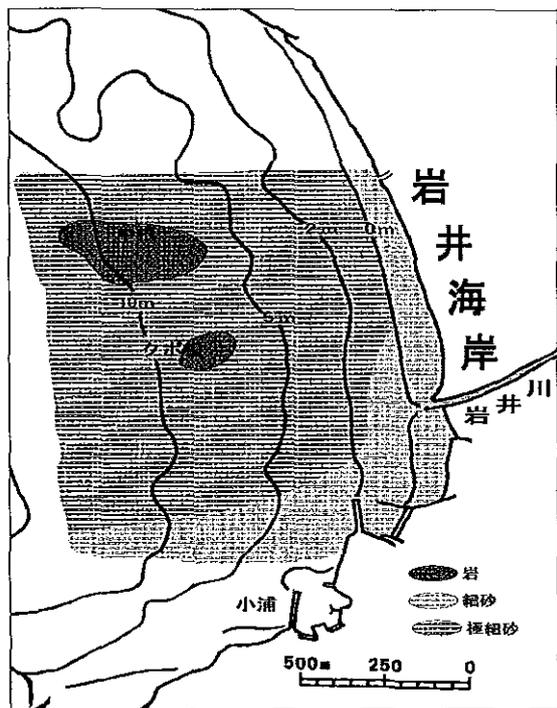


図4 富山湾の底質分布

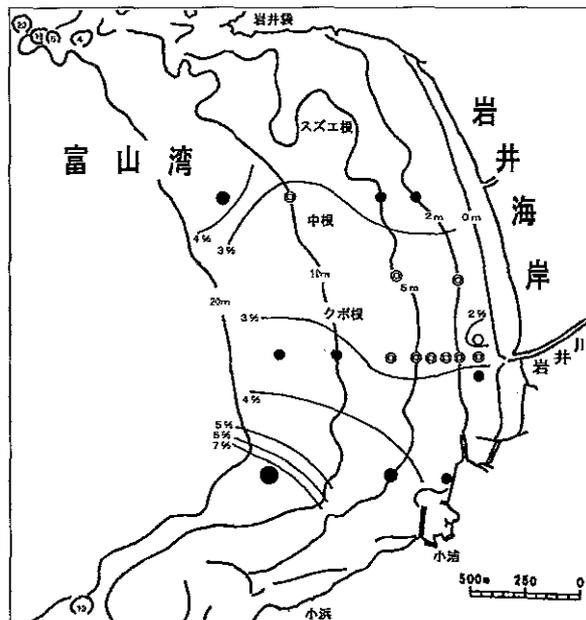


図5 強熱減量

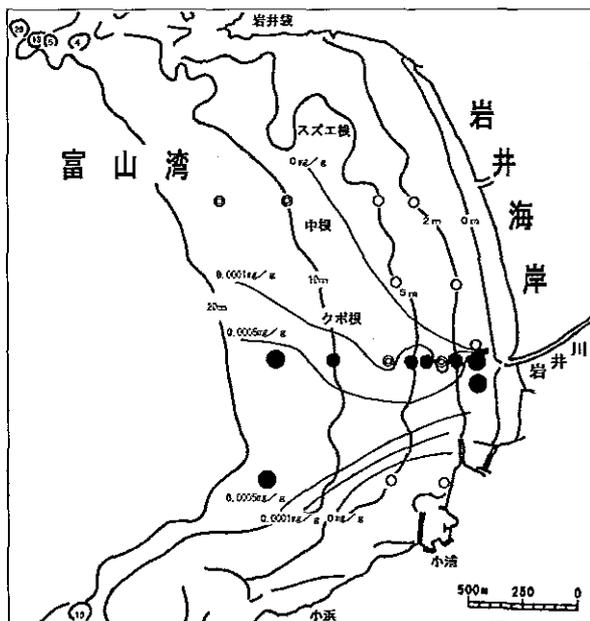


図6 硫化物

富山湾の水質

表層および底層の水温は、どちらも1月に13℃台で最低値となり、最高値は8、9月の25~26℃台であった。表層と底層の水温差は1℃未満であった(図7)。

表層および底層の塩分は、ともに1年を通し30~32で大きな変化はなかった。表層と底層の塩分差は1未満で、11月を除いて底層の方が高かった。5月に岩井川河口の前面の表層で23の低い値があった(図8)。

表層および底層のpHは、どちらも3月に8.7で最高となり、5、8月にいずれも8.3で最低となった。表

層と底層の差は極くわずかなものであった(図9)。

表層および底層の懸濁物量は、ともに1年を通し0.005mg/ml以下であった。4、5月は調査点によりばらつきが大きかった。表層と底層の懸濁物量の差はほとんど無かった(図10)。

ヒラメ稚魚の餌料生物

1997年4月~1998年3月の1年間のアミ類の出現量は、0.80~88.15 g/m<sup>2</sup>で、富山湾の北側の排水路前面の水深2m (St.14)で最も多く、同じ排水路前面の水深15m (St.17)で最も少なかった。

放流時期の7~9月に安定して多く出現していたのは、河口付近の水深2~3m (St.5, 6)と上記のSt.14であった。

出現期間は1か月で短い、多く出現したのは8月の水深5mのSt.13と9月の水深15mのSt.11であった。また、上記以外の場所については、7、8月ころ一時的にアミ類は出現するもののその出現量はわずかであった。

アミ類の出現は、5、6月から増加し、8、9月に最大となった。10月以降出現量は急激に減少し、4月まではほとんど見られなくなった。また、1997年と1998年の出現量には大きな差があった(図11)。

放流時(1997年9月)のアミの出現は次のとおりである。採集されたアミの種類は、ミツクリハマアミ、コマセアミ、トゲイサザアミ、トリウミモアミ、ナガオトゲハマアミ、ニホンハマアミ、ナカザトハマアミ、および *Prionomysis aspera* の8種類および不明4種であった(図12)。

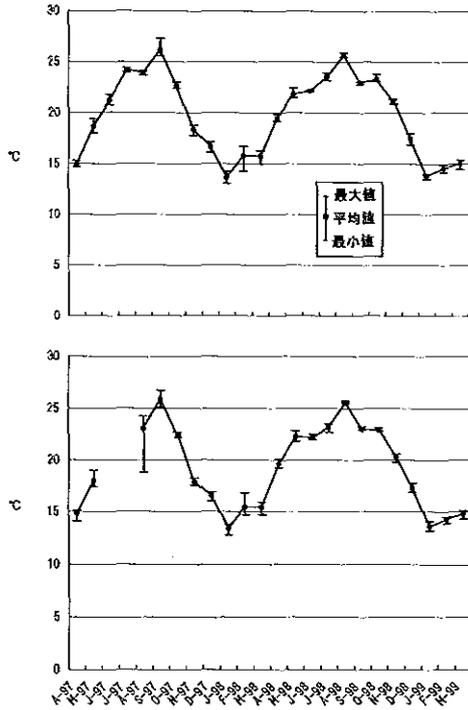


図7 水温  
(1997年4月～1999年3月, 上:表層; 下:底層)

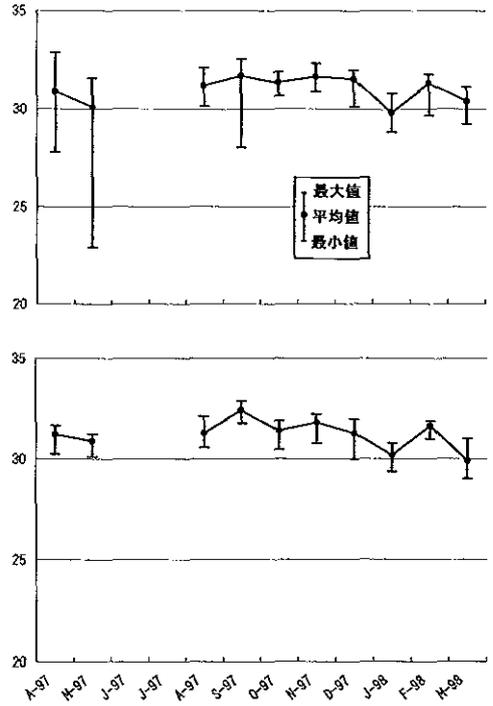


図8 塩分  
(1997年4月～1998年3月, 上:表層; 下:底層)

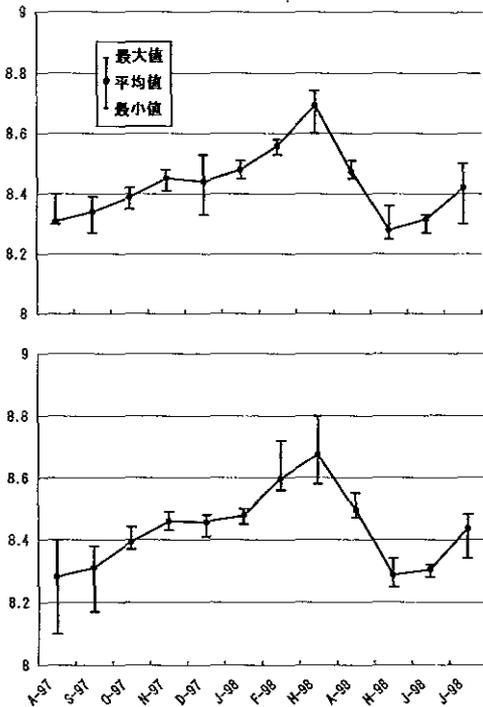


図9 pH  
(1997年8月～1998年7月, 上:表層; 下:底層)

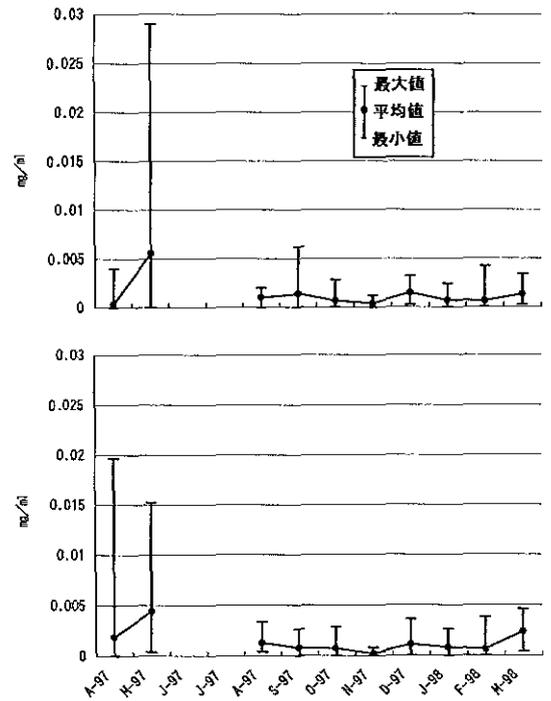


図10 懸濁物量  
(1997年4月～1998年3月, 上:表層; 下:底層)

採捕したヒラメの胃内容物

採捕したヒラメ (表1) の胃内容物からはアミ類または魚類のどちらかの餌料生物が見出された。放流翌日には73%のヒラメがアミ類を摂餌し、魚類は認められなかった。3および7日後にはアミ以外に魚類も認められた。また、7日後には空胃なものも認められな

かった。

多くのヒラメがミツクリハマアミを摂餌していた (図13)。

採捕したヒラメの全長別の胃内容物を見ると、130mm以下のヒラメは主にアミ類を摂餌し、140mm以上ではアミ類は観察されなかった (図14)。

考 察

富山湾の環境

富山湾の底質はほとんどが砂質で岩井川河口周辺および南側が細砂、北側が極細砂であった。館山湾で全長150mm以下の天然のヒラメが多く出現するのは、中央粒径値0.17mm（細砂）であり、粗砂（中央粒径値1.0mm）や極細砂～泥（中央粒径値0.09mm）のところでの出現は稀であると報告されている<sup>8)</sup>。反田<sup>3)</sup>が行った人工生産ヒラメの潜砂能力の実験結果では、全長23mmのヒラメは粒径が0.5mmまで、全長54～100mmのヒラメは、粒径が1.0mmまでの砂に潜砂が可能であるとし、それ以上の粒径では潜砂が困難か不可能であった。また、粒径が0.125～0.5mmでは全長23.0～99.6mmのヒラメは高い潜砂率を示したと報告している。

これに従えば、中央粒径値が0.110～0.161mmの範囲にある富山湾は全長100mmサイズの放流魚が潜砂することが可能な海域であると判断される。

強熱減量および懸濁物量の分布は南の小浦側の沖に向かって高い傾向があり、St. 3では他の地点に比べ泥分が多く検出されたことから、小浦側は河川から流出物が沖に向かって堆積しているのではないかと推察された。

なお、5月に塩分が低くなり、特に岩井川河口前面のSt. 5では表層の塩分が23と非常に低い値となった。

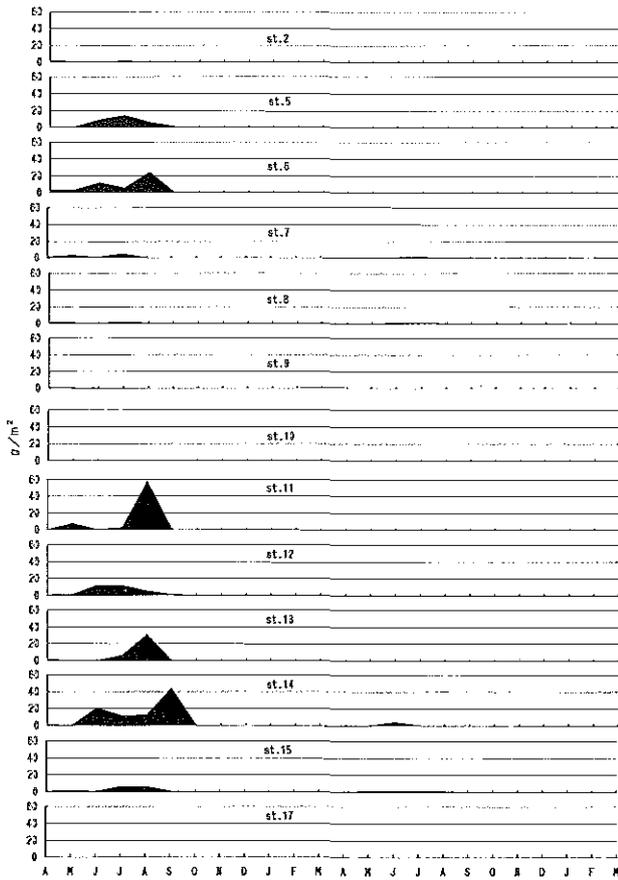


図11 アミ類の季節変化 (1997年4月～1999年3月)

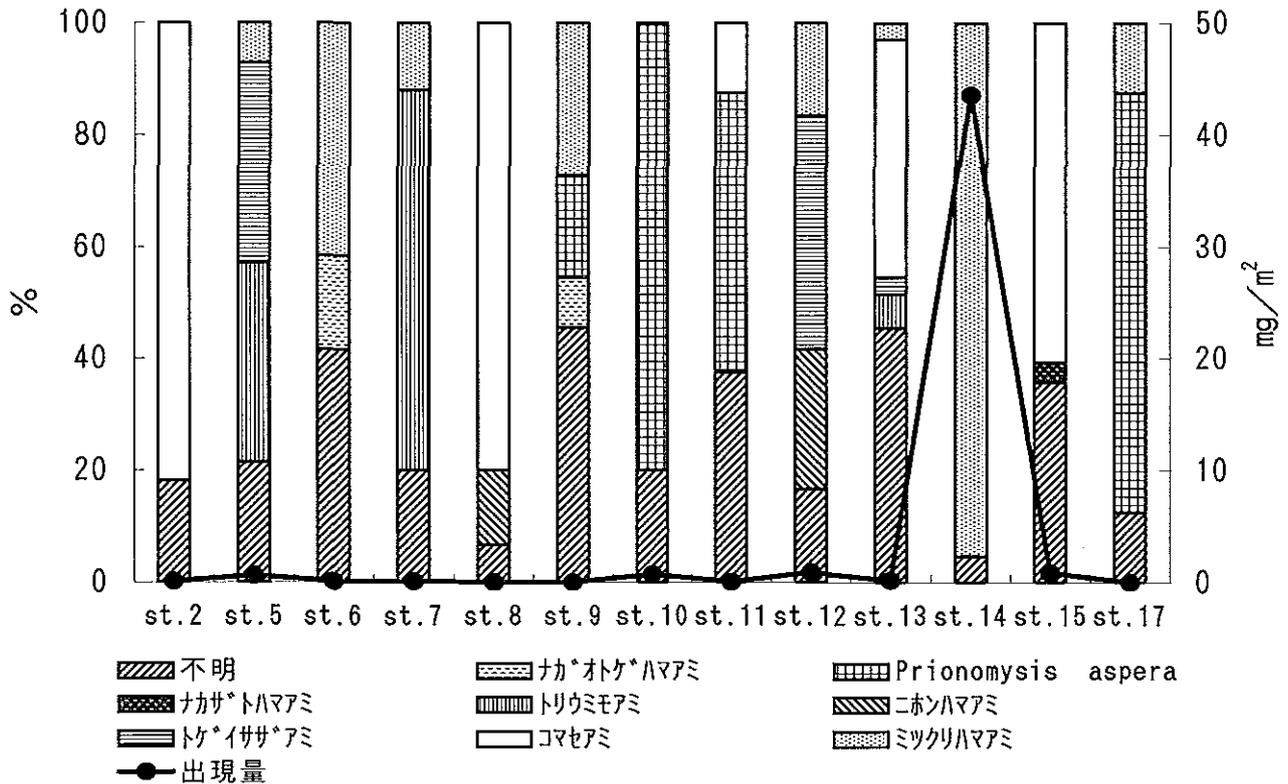


図12 1997年9月のアミの種類と採取量

表1 採捕された放流魚

再捕日	全長(mm)	体重(g)	再捕日	全長(mm)	体重(g)
1997/9/3	113.4	12.0	1997/9/3	104.2	11.0
1997/9/3	94.4	7.1	1997/9/3	103.4	10.3
1997/9/3	70.8	3.1	1997/9/3	96.8	7.0
1997/9/3	73.2	3.7	1997/9/5	101.7	10.5
1997/9/3	84.3	5.1	1997/9/5	100.4	12.6
1997/9/3	73.2	4.0	1997/9/5	87.3	8.1
1997/9/3	84.1	5.4	1997/9/5	114.6	14.9
1997/9/3	74.8	4.4	1997/9/5	86.1	6.2
1997/9/3	78.3	4.5	1997/9/5	98.0	9.0
1997/9/3	87.7	5.9	1997/9/5	120.5	16.1
1997/9/3	79.9	5.1	1997/9/5	102.7	14.2
1997/9/3	81.8	4.7	1997/9/9	115.8	15.8
1997/9/3	94.6	6.7	1997/9/9	95.8	7.8
1997/9/3	115.6	13.8	1997/9/9	110.8	12.9
1997/9/3	108.1	12.4	1997/9/9	96.0	8.0
1997/9/3	81.7	6.0	1997/9/9	68.7	2.6
1997/9/3	92.9	8.6	1997/9/9	91.5	8.0
1997/9/3	95.5	8.2	1997/9/9	107.2	12.9
1997/9/3	89.7	7.0	1997/9/11	102.8	9.3
1997/9/3	107.4	14.0	1997/10/2	146.8	34.6
1997/9/3	96.1	8.2	1997/10/2	133.3	22.8
1997/9/3	106.0	13.6	1997/10/2	134.3	25.0
1997/9/3	88.2	6.2	1997/10/2	131.2	23.5
1997/9/3	103.4	12.2	1997/10/2	118.9	16.7
1997/9/3	99.7	9.8	1997/10/2	156.6	43.2
1997/9/3	108.6	12.7	1997/10/16	167.5	53.1
1997/9/3	95.5	8.1	1997/11/17	197.4	49.2
1997/9/3	94.3	8.0	1997/10/20	163.1	37.5
1997/9/3	106.0	11.3	1997/11/20	197.3	76.9
1997/9/3	120.6	15.1	1998/2/19	158.6	38.5
1997/9/3	104.0	11.5			

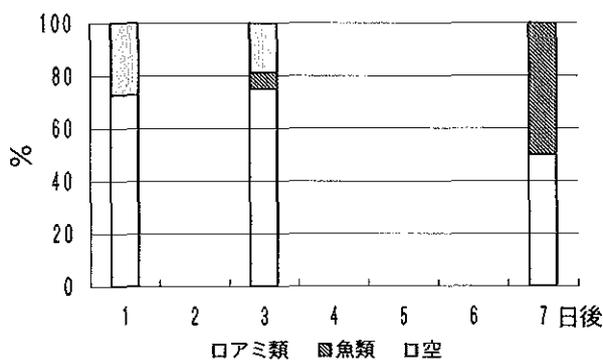


図13 放流魚の胃内容物

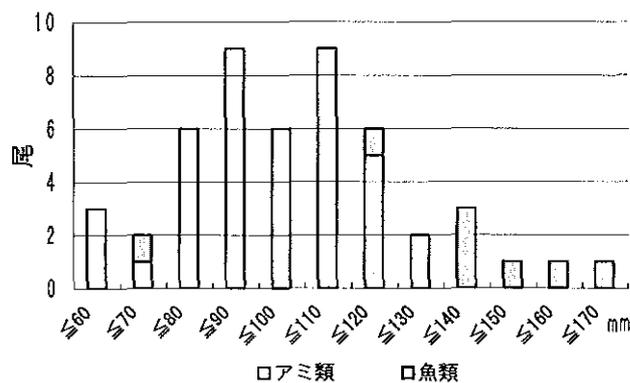


図14 全長別胃内容物

また、懸濁物量も5月は高くなりSt. 5の表層懸濁物量が0.029mg/mlの非常に高い値を示したことは、調査前日に激しい雷雨があり、河川水が大量に湾内に流れ込んだためと思われる。

#### 富山湾に出現したアミ類

アミ類は水温の上昇とともに増加し、夏季に分布量は最大となった。その後、水温が下降するにしたがい減少し、冬季にはわずかしか見られなかった。現在、富山湾ではヒラメの放流は8～9月に行われており、ヒラメ稚魚の主要な餌料生物であるアミ類の出現期と一致する。

岩手県大野湾でも同様に水温の上昇とともにアミ類が増加して夏季に分布密度が最大となり、冬季に最低となったと報告されている<sup>9,10</sup>。そして同海域では、天然ヒラメは8月に着底を完了し、9月に放流されたヒラメ種苗とともに水温が低下する初冬まで湾内の砂浜域の成育場に分布し、アミ類の分布と時空間的に一致することから、ヒラメ幼稚魚の餌料としてアミ類が重要な役割を果たしている<sup>10</sup>と推察している。

一方、鳥取砂浜沿岸域での調査では、春季が最多出現期で夏季には急減し、秋季から冬季に向かって密度が上昇する<sup>11</sup>と報告されている。この結果から鳥取県では6月放流を5月放流に切り替えたところ、放流サイズが若干小型化したにもかかわらず、それ以前の2～3倍の回収率が得られている<sup>2</sup>。このことからヒラメ稚魚の放流と餌料生物のアミ類の出現期との一致が重要である。

富山湾でアミ類の出現量が多くなるのは6～8月頃で、この時期岩井川河口のSt. 5, 6の水深2～3m付近と富山湾の北側St. 14, 15の水深2～5m付近に多く出現する。St. 14, 15は有機物量(強熱減量)が比較的多いところであることから、泥土上の有機物を餌とするアミ類<sup>12,13</sup>が多く生息するものと思われる。

また、放流後7日以内に再捕されたヒラメの胃内容物のアミの組成と放流時にこの海域に出現していたアミの組成が一致することから、特に優占して出現していたミツクリハマアミを多くのヒラメが摂餌したと考えられる。

#### 放流ヒラメの胃内容物

鳥取県沿岸域における放流ヒラメの摂餌状態は、同等サイズの天然魚に比べると、特に放流初期に摂餌するヒラメの割合が低く、空胃のヒラメの出現率が高いことから、人工種苗の摂餌能力は天然魚より劣っているとの報告がある<sup>14</sup>。富山湾では空胃個体の出現率は放流翌日27%、3日後19%、7日後0%で、鳥取での空胃個体の出現率(20～100%)に比べて低い値であ

ることから、放流ヒラメの摂餌能力はかなり高かったと思われる。

館山湾<sup>8)</sup>や新潟県北部沿岸域<sup>15)</sup>では、ヒラメ稚魚のアミ類から魚類への食性の転換が、全長120~130mmで起こることが報告されている。今回調査した、富山湾でも全長130mmを境に食性が転換している。千葉県で現在行っているヒラメの放流サイズは全長100mmであることから餌料生物はアミ類である。

したがって、ヒラメ稚魚の好適な放流時期、場所を餌料環境面から検討するに際して、アミ類の出現動向をさらに詳しく把握することが重要であると推察される。

### 要 約

- 1) 富山湾の水深15m以浅海区の底質は中央粒径値が0.110~0.161mmにあり、ほとんどの部分が極細砂で、ヒラメ稚魚が潜砂することが可能な海域であった。
- 2) ヒラメ稚魚の餌となるアミ類は水温の上昇とともに増加し、6~9月に最も多く出現し、10~5月はほとんど認められなくなった。
- 3) アミ類は岩井川河口付近および富山湾北側の水深2~5mの極細砂および細砂域に多く分布していた。
- 4) 1997年9月に出現したアミ類は9種類で、ミツクリハマアミが優占していた。
- 5) ヒラメ種苗は全長130mmまでアミ類を摂餌していたが、140mm以上では魚類を摂餌していた。
- 6) 千葉県で現在行われているヒラメの放流サイズ(全長100mm)では、主となる餌料生物はアミ類であることから、放流時期、場所を検討する場合には、底質環境に加えて、アミ類の出現動向をさらに詳しく検討することが重要であると考察した。
- 7) 107-116.
- 3) 反田 實 (1988): 人工生産ヒラメの潜砂能力. 水産増殖, 36 (1), 21-25.
- 4) 南 卓志 (1997): 生活史特性. 「ヒラメの生物学と資源培養」, 初版, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 9-24.
- 5) 竹村嘉夫 (1967): 漁場底質の粒度分析方法について. 水産増殖, 15 (1), 31-38.
- 6) 松本英二 (1986): 粒土分析. 「沿岸環境調査マニュアル [底質・生物篇]」(日本海洋学会編). 恒星社厚生閣, 東京, pp. 31-34.
- 7) 中谷省三・多賀光彦・那須義和 (1977): 蒸発残留物と懸濁物. 「新版水の分析」(日本分析化学会北海道支部編), 化学同人, 京都, pp. 198-201.
- 8) 石田 修, 田中邦三, 佐藤秀一, 庄司泰雅 (1977): ヒラメの資源生態調査-II. 館山湾の若令期の生態. 千葉水試研報, 36, 23-31.
- 9) 山田秀秋 (1996): 砂浜海岸におけるアミ類の出現様式と生産生態. 水産海洋研究, 60 (4), 388-390.
- 10) 山田秀秋・長洞幸夫・佐藤啓一・武蔵達也・藤田恒雄・二平 章・影山佳之・熊谷厚志・北川大二・広田裕一・山下 洋 (1994): 太平洋沿岸域におけるアミ類の種組成と分布特性. 東北水研研報, 56, 57-67.
- 11) 西田輝己・野沢正俊・網尾 勝 (1978): 鳥取砂浜沿岸域におけるアミ類について-I. 鳥取水試報告, 19, 1-52.
- 12) 代田昭彦 (1975): 水産餌料生物学, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 514.
- 13) 村野正昭 (1963): イサザアミ, *Neomysis intermedia* CZERNIAWSKYの漁業生物学的研究II. 食性について. 水産増殖, 11 (3), 159-165.
- 14) 古田晋平・渡部俊明・山田英明・宮永貴幸 (1997): 鳥取県沿岸海域に放流したヒラメ人工種苗の摂餌状態と餌料条件. 日水誌, 63 (5), 886-891.
- 15) 加藤和範 (1987): 新潟県北部沿岸域におけるヒラメの資源生物学的研究. I, ヒラメ幼稚魚期の分布と食性. 新潟水試研報, 12, 27-41.

### 文 献

- 1) 乃一哲久 (1997): 初期生態. 「ヒラメの生物学と資源培養」, 初版, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 25-40.
- 2) 山下 洋 (1997): 放流技術と生態. 「ヒラメの生物学と資源培養」, 初版, 恒星社厚生閣, 東京, pp.