

## 内湾域におけるヒラメの放流技術開発—II\* 人工ヒラメの放流初期の摂餌生態

竹野 功 璽・浜中 雄一・城田 博昭

(京都府立海洋センター)

### 1. はじめに

近年、ヒラメの種苗生産技術が向上したことにより人工ヒラメの種苗放流が各地で盛んに実施されるようになってきた。しかし、その放流技術については放流サイズ、放流場所、放流時期など解決すべき多くの問題点が残されている。なかでも、小型種苗については放流初期に大きく減耗することが知られており、その原因としては食害、逸散、飢餓によるへい死等が考えられる(小嶋他1986, 小嶋他1988)。放流初期のヒラメにとっては放流に伴う大きな環境変化に対応し、かつ天然海域に如何に馴化していくかが、その生残に大きく影響すると思われる。そこで筆者らは、人工ヒラメの天然海域への馴化過程の一側面として放流初期の摂餌生態に着目し、ヒラメの餌料生物、摂餌状況の経日変化等について調査を実施したので、その結果を報告する。

### 2. 方 法

#### (1). 種苗の放流

人工産ヒラメの種苗放流は、京都府の久美浜湾(図1)で、1990年6月7日に馴致群及び直接放流群の2群に分けて実施した。馴致群は平均全長37.0mmの人工産ヒラメ31,100尾を一辺を護岸で囲まれた22.4m×32.5mの囲い網(4mm目のもじ網)内に放養し、無給餌・無照明の条件下で5日間短期馴致した。直接放流群は平均全長35.3mmの人工産ヒラメ32,000尾を囲い網の外側に直接放流した。なお、馴致群は7月12日に囲い網を開放して自然放流した。また、種苗放流については日本栽培漁業協会若狭湾宮津事業場で生産された種苗(1990年3月20日ふ化)を用いて同事業場と共同で実施した。

囲い網設置場所は、水深0~2.0m、底質は渚線から水深1mは細砂及び砂泥、水深1m以深は泥砂及び泥で、一部に転石がある。また、囲い網内の総面積の約6割に及ぶ範囲に帯状にコアマモが繁茂していた(湿重量650g/m<sup>2</sup>)。

#### (2). 放流稚魚食性調査

馴致群は囲い網放養後の5日間(6月8日~6月12日)、直接放流群は放流後の4日間(6月8日~6月11日)にそれぞれ1日1回、1回当たり50尾を目標に小型のソリネット(図2)で放流稚魚を採集した。なお、採集はヒラメの摂餌が盛んになる日の出後の午前7~9時の間に実施した。

\* 京都府立海洋センター業績 No. 79

採集したヒラメは出来るだけ摂餌物を吐き出さないように陸上で自然死亡させた後、10%海水ホルマリンで固定して実験室に持ち帰った。実験室では全長、体長、体重等を測定後、胃及び腸の内容物を取り出して、実体顕微鏡下で種類毎の個体数及び体長等を計測した。なお、アミ類及びコペポダ類については可能なかぎり種まで同定して処理した。

なお、調査に用いた標本数は、馴致群が全長24.2~54.5mmの299尾、直接放流群が全長26.9~57.3mmの173尾である。また、本報告では胃内容のみの調査結果について記載した。

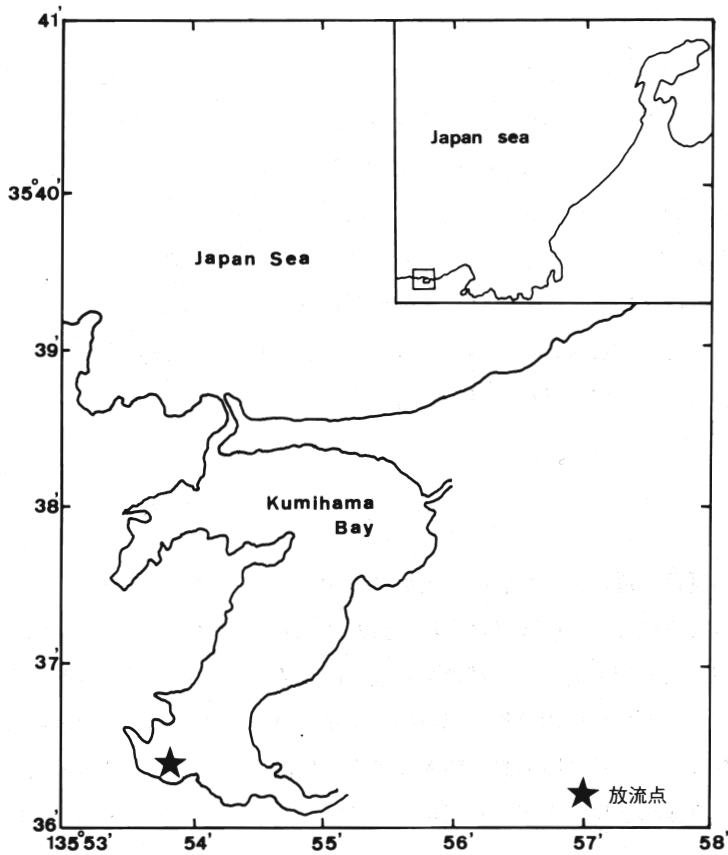


図1. 調査場所

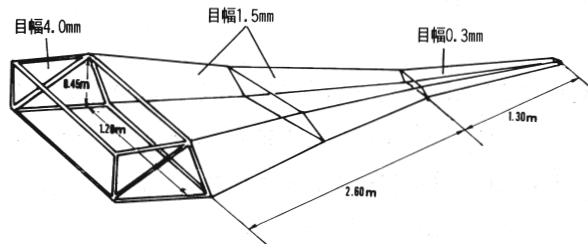


図2. ヒラメ放流稚魚の採集に用いたソリネット

### (3). 放流環境調査

餌料生物については、ヒラメの主要な餌となるアミ類、ヨコエビ類等を採集することを目的として、図3に示した小型のソリネット（網口1.20m×0.35m，目合0.2mm×0.2mm）を用いて放流前日の6月6日から6月12日の間，囲い網内外で計9回調査した。曳網距離は30m又は15mとし，ゆっくり歩く程度の速さで人力で曳網した。採集した試料は現場で10%海水ホルマリンで固定し，実験室に持ち帰り種類毎の個体数の計数を行った。また，アミ類については，体長の計測も行った。

水温と塩分については，放流前後の5月28日から6月19日までの間，計11回STメーター（YSI製モデル33）を用いて囲い網内で測定した。

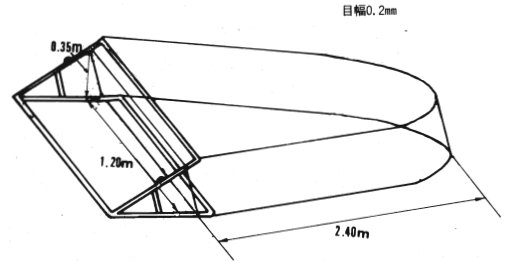


図3. 餌料生物の採集に用いたソリネット

## 3. 結果

### (1). 馴致群

#### 1). 摂餌個体率

放養1日後の群平均の摂餌個体率（調査尾数に対する摂餌尾数の割合）は95.3%で，ほとんどの個体が摂餌が認められた（図4）。しかし，摂餌個体率は日を追うごとに徐々に下がり，放養5日後には80.8%にまで低下した。

ヒラメを10mm毎の全長階級に分けて摂餌個体率をサイズ別にみると，30mm以上では放養1日後で既に97.1%と高く，ほとんどの個体が摂餌していた。20~30mmでは放養1日後は50.0%と低かったが，放養2日後に84.6%，放養3日後は100.0%に向上していた。また，40mm以上では放養5日後に66.7%に低下していた。

#### 2). 摂餌内容

ヒラメが摂餌していた生物はアミ類，コペポータ類，ヨコエビ類，エビ類，ワレカラ類，魚類，多毛類であった。その摂餌状況を検討するため胃内容物の個体数から餌料生物組成を求め，ヒラメの全長階級別にその経日変化を図5に示した。また，主要な餌料であるアミ類，コペポータ類及びヨコエビ類に対する摂餌個体率（全摂餌尾数に対する各餌料生物の摂餌尾数の割合）を図6，それぞれに対するヒラメ1尾当たりの摂餌個体数（以下，摂餌個体数という）を図7に示した。さらに，摂餌されていたアミ類の体長組成を図8に示した。

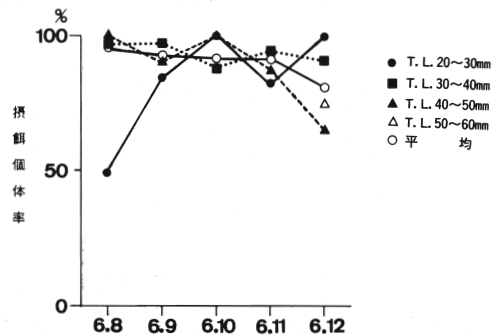


図4. ヒラメの全長階級別の摂餌個体率の経日変化（馴致群）

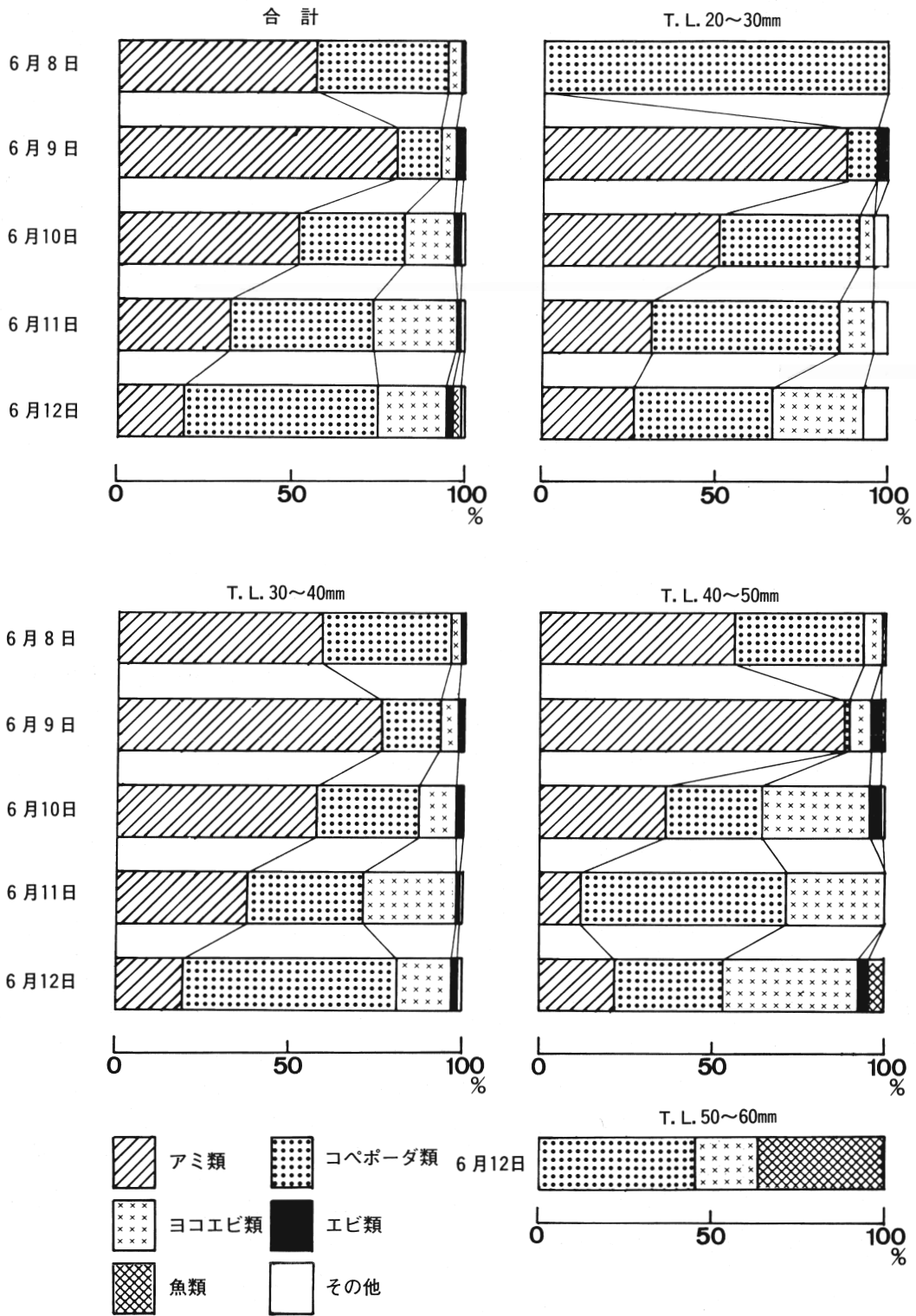


図5. ヒラメの全長階級別の餌料生物組成の経日変化 (馴致群)

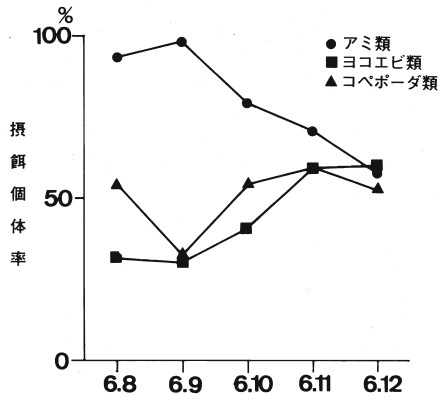


図6. ヒラメのアミ類, ヨコエビ類, コペポータ類摂餌個体率の経日変化 (馴致群)

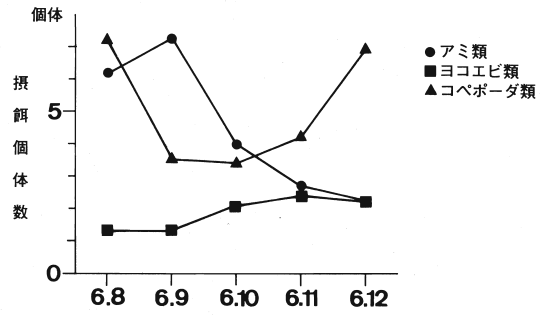


図7. ヒラメ1尾当たりのアミ類, ヨコエビ類, コペポータ類摂餌個体数の経日変化 (馴致群)

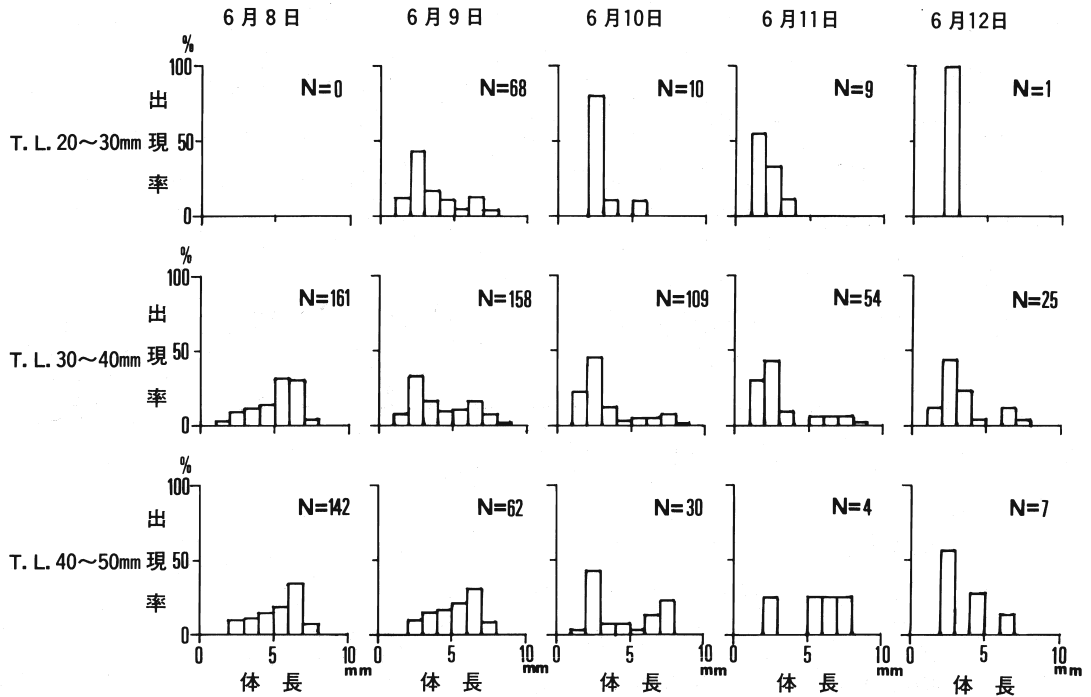


図8. ヒラメが摂餌していたアミ類の体長組成の経日変化 (馴致群)

餌料生物組成をみると、どのサイズのヒラメも放養当初は放養2日後をピークにアミ類の割合が最も高くなっていった。しかし、放養3日後から徐々にアミ類が減少し、代わりにコペポータ類及びヨコエビ類が増加し、放養5日後には20~30mm及び30~40mmのヒラメではコペポータ類、40~50mmのヒラメではヨコエビ類が最も多くなっていった。また、餌料生物に対する摂餌個体率でも、アミ類摂餌個体率は放養1・2日後には93.4%以上と高いが、放養3日後以降徐々に低下し、逆にヨコエビ類及びコペポータ類摂餌個体率が放養3日後以降上昇していた。さらに、餌料生物に対する摂餌個体数をみると、アミ類は放養1・2日後は多く放養2日後には7.3個体のピークを示すが、放養3日後以降大きく減少し、放養5日後には2.2個体となっていた。一方、ヨコエビ類及びコペポータ類摂餌個体数は放養3日後以降は増加していた。なお、コペポータ類については放養1日後に餌料生物組成での割合が比較的高く、摂餌個体率及び摂餌個体数も高く、特に20~30mmのヒラメでは専らコペポータ類を摂餌していた。

摂餌されていた生物の体長をみると、アミ類は3~5mmサイズを主体に1.3~9.0mmの範囲、ヨコエビ類は2~3mmサイズを主体に0.8~4.5mmの範囲、コペポータ類は0.7~1.6mmであった。また、アミ類の平均体長は放養1日後が最も大きく、それ以降小さくなる傾向がみられ、ヒラメのサイズが大きいくほど摂餌されていたアミ類の平均体長も大きかった。

なお、ヒラメが摂餌していたアミ類は*Neomysis awatschensis*、コペポータ類はほとんどが*Pseudodiaptomus inopinus*という汽水性種であった。

## (2). 直接放流群

### 1). 摂餌個体率

群平均の摂餌個体率は、放流1日後に94.3%と高く、その後放流魚が再捕された放流4日後まで96.2~100.0%の高率で推移した(図9)。全長階級別では、放流1日後には50~60mm(1尾)で0.0%、20~30mmで75.0%と低いが放流2日後にはいずれも100.0%に向上し、それ以外のサイズはいずれの日も100.0%近かった。

### 2). 摂餌内容

ヒラメが摂餌していた生物はアミ類、コペポータ類、ヨコエビ類、エビ類、フナムシ類で、魚類の摂餌は認められなかった。また、20~30mmのヒラメではヨコエビ類及びエビ類の摂餌は認められなかった。

餌料生物組成は、ヒラメのサイズ、日を問わずアミ類が80%以上の高率で優占しており、コペポータ類、ヨコエビ類等はわずかであった(図10)。全長階級別にみるとアミ類摂餌個体率はいずれの日も97.0%以上と高かった。ヨコエビ類摂餌個体率は20%前後で推移し、コペポータ

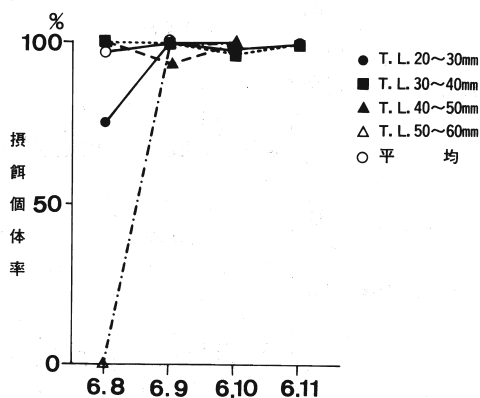


図9. ヒラメの全長階級別の摂餌個体率の経日変化(直接放流群)

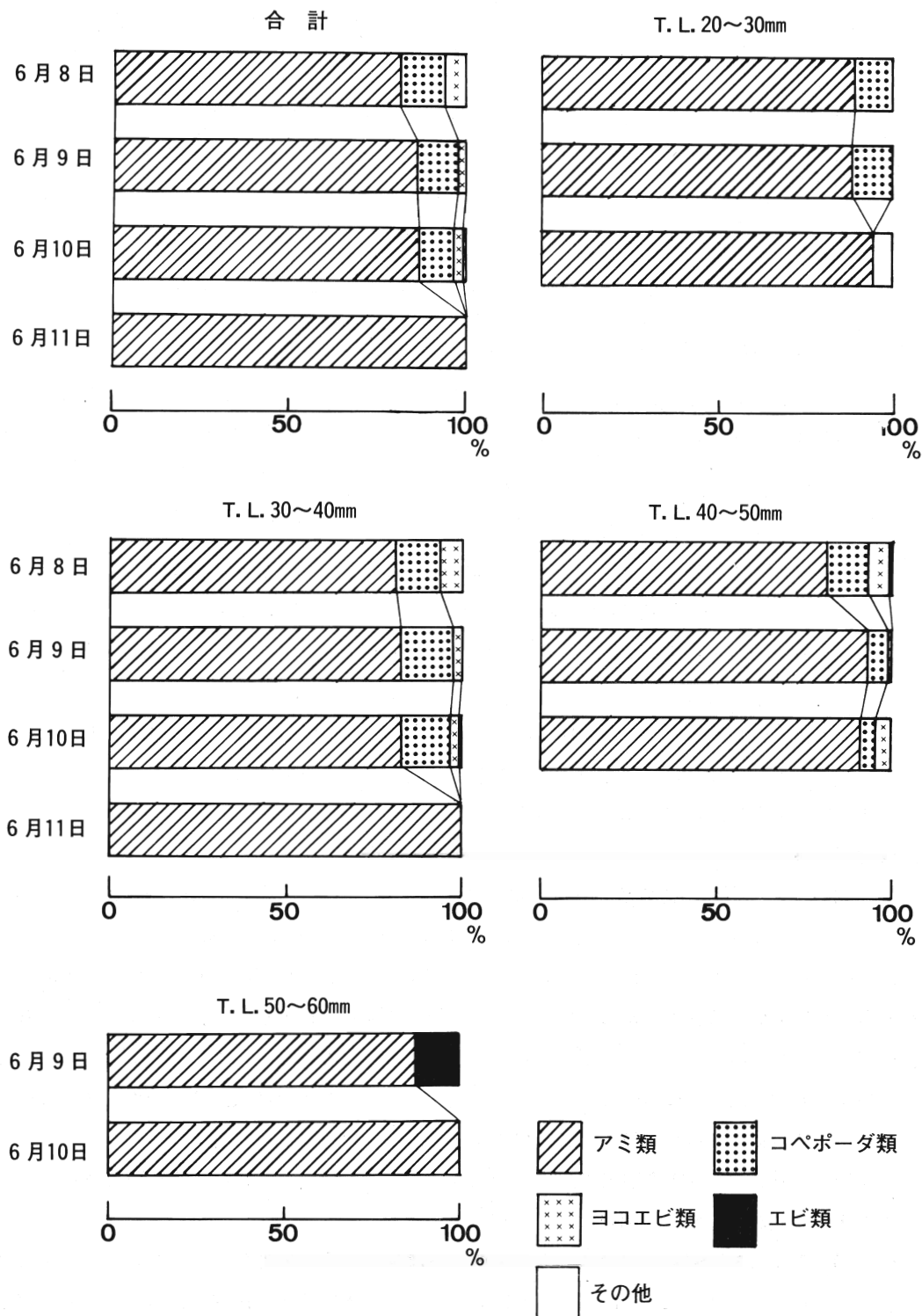


図10. ヒラメの全長階級別の餌料生物組成の経日変化 (直接放流群)

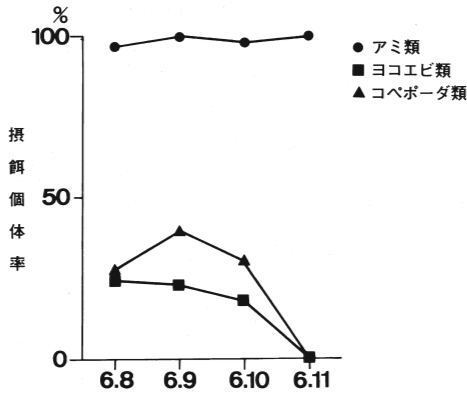


図11. ヒラメのアミ類、ヨコエビ類、コベポーダ類 摂餌個体率の経日変化 (直接放流群)

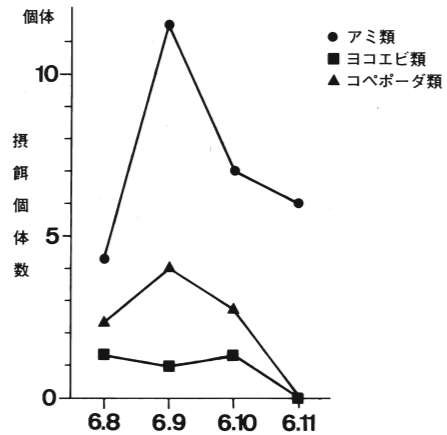


図12. ヒラメ1尾当たりのアミ類、ヨコエビ類、コベポーダ類摂餌個体数の経日変化 (直接放流群)

類摂餌個体率は2日後に39.6%のピークを示すものの、いずれも馴致群より低率傾向を示し、放流4日後には0%になった (図11)。アミ類摂餌個体数は放流1日後の4.3個体が放流2日後には11.5個体にまで増加し、その後7.0個体、6.0個体と減少したが、全般に馴致群より多かった (図12)。ヨコエビ類摂餌個体数は、放流3日後までは1.0~1.3個体で推移し、コベポーダ類摂餌個体数は、放流2日後の4.0個体をピークに2.3~4.0個体で推移し、いずれも放流4日後には0となった。

ヒラメが摂餌していたアミ類の体長は、放流2日後を除き群平均で5.0~5.1mmを推移していた。また、放流1日後を除きヒラメのサイズが大きいほどアミの平均体長も大きかった。ヨコエビ類の体長は群平均で2.1~4.0mmで日を追うごとに小さくなった。

### (3). 放流環境

囲い網内の環境中には個体数ではコベポーダ類がもっとも多く ( $28.3 \sim 101.9 \times 10^3$  個体/m<sup>3</sup>)、ついでヨコエビ類 ( $2.7 \sim 9.7 \times 10^3$  個体/m<sup>3</sup>)、さらにアミ類 ( $0.05 \sim 1.81 \times 10^3$  個体/m<sup>3</sup>) が多かった (図13)。その他、エビ類、ワレカラ類、クマ類、稚魚類、多毛類が出現した。個体数の推移をみると、アミ類は放養前日がもっとも多く、以後は減少の一途を示し、特に放養1日後から3日後の間には急激に減少した。コベポーダ類は放養前日から放養1日後にかけて増加したが、2日後には急激に減少し、その後も微減傾向を示した。一方、ヨコエビ類は放養2日後から3日後にかけて多いが、4日後以降は再び放養1日後の水準まで減少した。

アミ類の平均体長は馴致期間中あまり大きな変化はなく (2.3~3.1mm)、放養前日及び1日後にやや大きい傾向がみられた (図14)。

囲い網外の餌料生物組成は囲い網内と大きな違いはなく、その個体数のレベル及び日による推移もおおむね同傾向であった (図15)。しかし、アミ類の個体数は囲い網内とは異なり放流2日後に  $2.14 \times 10^3$  個体/m<sup>3</sup> とやや高い密度でピークを示していた。

アミ類の平均体長も囲い網内とあまり変わらず、2.1~2.9mmの範囲で推移し、放流前日及び1日



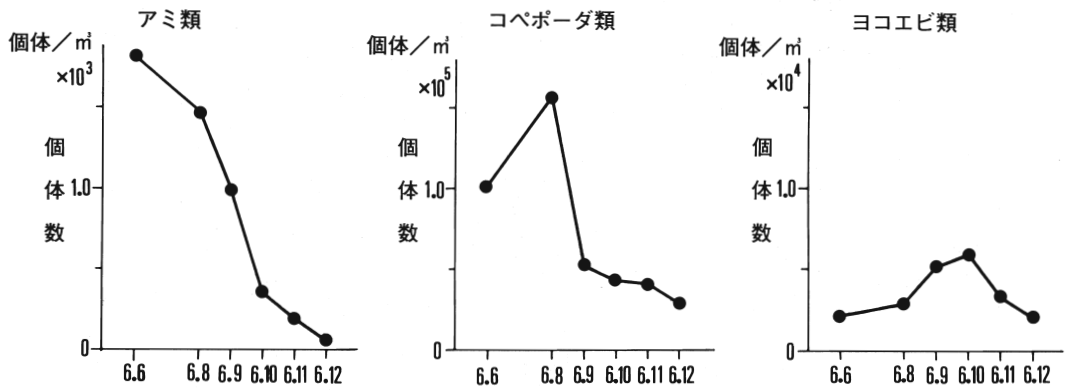


図13. 環境中のアミ類, コペポータ類, ヨコエビ類の採集量の経日変化 (囲い網内)

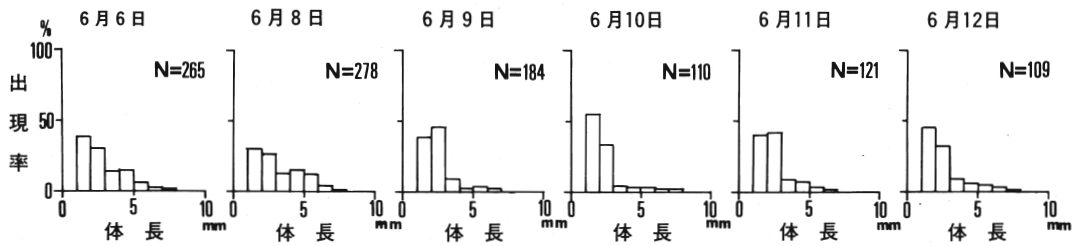


図14. 環境中のアミ類の体長組成の経日変化 (囲い網内)

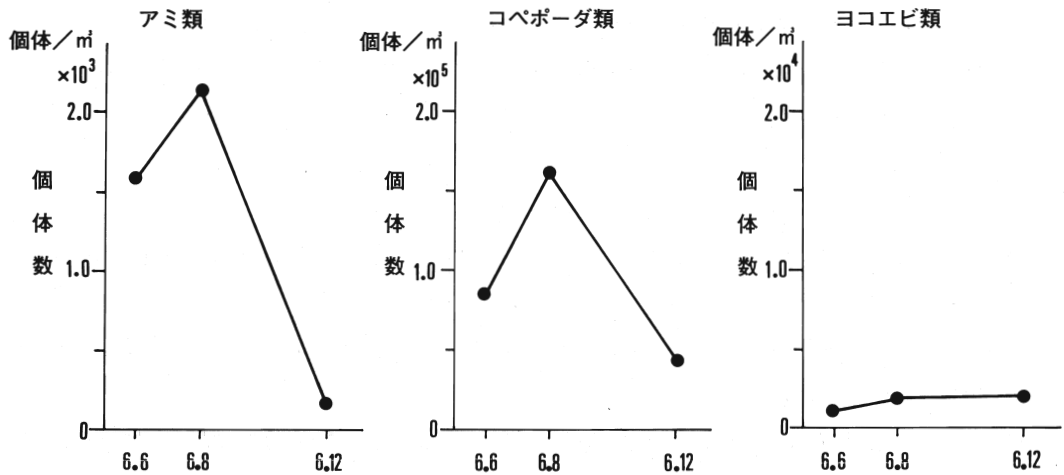


図15. 環境中のアミ類, コペポータ類, ヨコエビ類の採集量の経日変化 (囲い網外)

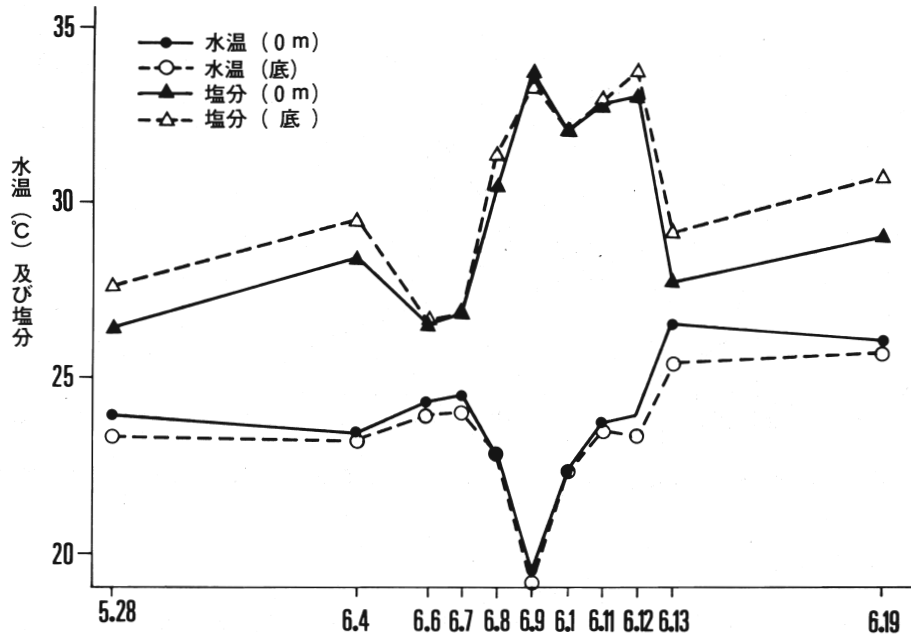


図16. 馴致期間中及びその前後の水温及び塩分の推移

後にやや大きい傾向があった。

環境中に見られたアミ類及びコペポータ類も、ほとんどが *Neomysis awatschensis*, *Pseudodiaptomus inopinus* であった。また、前者は体長4.0mmを越えると雌は保育のう、雄は第4腹肢外肢の発達がみられ成体になると思われた。

囲い網内の馴致期間中の水温及び塩分は、底層で19.1~24.0°C, 26.8~33.3であった(図16)。放養1日後から2日後にかけて水温が急激に低下し(5~6°C)、塩分濃度が急激に上昇した(6~7)。また、潮位が平常より最大で0.4m程度高く、かつ透明度も高くなり、外洋水が流入してきたものと推察された。

#### 4. ま と め

今回の調査結果では、全長30~40mmのヒラメでは、馴致群及び直接放流群とも1日後に既にほとんどの個体で摂餌が認められた。しかし、全長24mm以上30mm未満のヒラメでは放養及び放流1日後は摂餌個体率が50~75%とやや低く、2・3日後になって漸く100%近くに向上しており、放流当初は摂餌能力が劣ることが示された。

環境中に放養当初程度(1.47~1.81×10<sup>3</sup>個体/m<sup>3</sup>)アミ類が存在する場合には、アミ類より個体数の多いコペポータ類やヨコエビ類よりも、アミ類に対する摂餌個体率及び摂餌個体数が高い数値を示したことから、ヒラメはアミ類を選択的に摂餌していたと考えられる。また、ヒラメが摂餌していたアミ類の平均体長が環境中のアミ類の平均体長よりも大きく、体長組成からみても環境中での出現

比率の低いサイズが多かったことから、ヒラメは環境中のアミ類のなかでも成体である大型サイズ(体長4mm以上)の個体を選択的に摂餌していたと考えられた。

また、放養及び放流3～5日後には囲い網内外とも環境中のアミ類が当初より大幅に減少したが、馴致ヒラメではその影響が放養3日後から摂餌内容に表れ、アミ類主体からヨコエビ類及びコペポータ類へも餌料生物の範囲を広げる傾向を示した。にもかかわらず、1尾当たりのヒラメの摂餌量は減少し餌不足の状態を呈する傾向がみられ、特に全長40mm以上のヒラメでは摂餌個体率が低下するに至った。環境中のアミ類の個体数が大幅に減少した原因としては、ヒラメによる摂餌が考えられる。馴致及び放流ヒラメの1尾当たりのアミ類摂餌個体数や馴致期間中のアミ類の大幅な減少という昨年度の今年度と同様の調査結果(浜中他1989)から判断すると、ヒラメの摂餌による影響は大きいものと推察される。また、アミ類が囲い網内外周辺から他へ移動した可能性も考えられる。今回使用した囲い網の目合は4mm四方で、環境中のアミ類の体幅は最大でも1.5mmであったため、ほとんどの個体が囲い網の目を十分に通過することが出来たと考えられる。さらに、放養1日後から2日後にかけて潮位の変動と外洋水と思われる高鹹な海水の流入があったこと、コペポータ類も同様の減少傾向を示していることなどから、環境変化等によりアミ類が囲い網付近から他へ移動したことも十分考えられる。これらを総合して考えると、アミ類の大幅な減少により囲い網内及びその周辺はヒラメにとって餌料不足の状態になった可能性が高い。そのため、囲い網内の限られた餌料しか利用することが出来なかった馴致ヒラメは、移動・分散して個々の摂餌量を高めることの出来た直接放流ヒラメより摂餌状況が劣る結果となったのではないかと推察された。

今後、小型サイズのヒラメを馴致、放流するにあたっては、ヒラメの放流サイズと餌料生物、特にアミ類の分布量及び体長組成等に留意して場所や時期ならびに放流尾数を決める必要があると考えられる。

最後に、今回の調査を行うにあたり御協力いただいた日本栽培漁業協会若狭湾宮津事業場、久美浜町役場及び湊漁業協同組合の皆様方にお礼申し上げます。

## 文 献

- 小嶋喜久雄・土門 隆・花淵 靖子・木下 貴裕 (1986) 油谷湾におけるヒラメ放流種苗の馴化過程。マリーナランチング計画, ヒラメ・カレイ プロGRESSレポート, No. 2, 47-55.
- 小嶋喜久雄・花淵 靖子・木下 貴裕 (1988) ヒラメの人工種苗の放流初期生態と拡散過程。マリーナランチング計画, ヒラメ・カレイ プロGRESSレポート, No. 3, 17-27.
- 浜中 雄一・栄 健次・竹野 功麿・今泉 均 (1990) 内湾域におけるヒラメの放流技術開発— I, ヒラメ小型種苗の摂餌能力と放流サイズ・場所について。栽培技研, 18(2), 101-105.

## [質疑応答]

広田 (日水研) 30～40mmのヒラメが摂餌しているアミのサイズのモードが次第に小さくなる原因は何か。

竹野（京都海セ） 明確な原因はわからないが、アミ類の現存量の大幅な減少が影響しているとも考えられる。

藤井（日水研） 放流魚と天然稚魚の摂餌するアミのサイズに違いがあるか。

竹野 当該海域での天然稚魚の摂餌状況の調査は実施していないので不明である。

有瀧（日裁協能登島） ヒラメを放流する場合、放流地のアミの密度、サイズはどの程度あればよいのか。

竹野 詳しいことは不明だが、今回実施した調査当初の密度であれば十分摂餌できる。

佐藤（日水研） 囲い網内外でのアミの変動で、内側はヒラメの摂餌圧で説明がつくかもしれないが、外側の変動はどう考えているのか。

竹野 今回のアミ類の減少は、期間中の環境変化（大幅な水温低下、塩分の上昇、潮位の上昇）による調査海域からの移動の可能性があると考えている。

野口（日水研） 摂餌個体率が大きな個体で低くなっていたが、その要因は何が考えられるか。また、他に体長による差としてはどんなものがあるか。

竹野 示した50～60mmの例は1例で代表性に問題がある。原因についてはよくわからないが、72～82mmサイズの放流1日後の摂餌状況の調査で、平均摂餌個体率は60.1%と低く、他にも同様な報告があり、大きいサイズ（50mm以上）は小さいサイズ（30～50mm）より摂餌能力の回復に時間がかかる傾向があるのではないかとと思われる。