

循環水槽での汽水によるヒラメの飼育と光合成細菌の投与効果

松本勉・三木教立・谷口朝宏・浜川秀夫

The growth of hirame flounder *Paralichthys olivaceus* in circulatory system tanks containing a mixture of seawater and fresh water, and the effect of photosynthetic bacteria *Rhodopseudomonas capsulatus* on the growth

Tsutomu Matsumoto, Noritatsu Miki,
Tomohiro Taniguchi and Hideo Hamakawa

目 的

近年ヒラメ *Paralichthys olivaceus* の養殖が盛んに行われる様になっており、本県でもヒラメ養殖場が3カ所に建設された。これらの養殖場では、海岸の砂中に設置したパイプを通して採水しているが、得られる水は海水に較べて比重の低いものである。今後本県でヒラメの養殖場を建設する場合、この3カ所の養殖場と同じく、海水より比重の低い水を飼育水とすることを余儀なくされる可能性は高い。そのため、汽水によるヒラメ養殖の問題点を明らかにすることを目的に本試験を実施した。

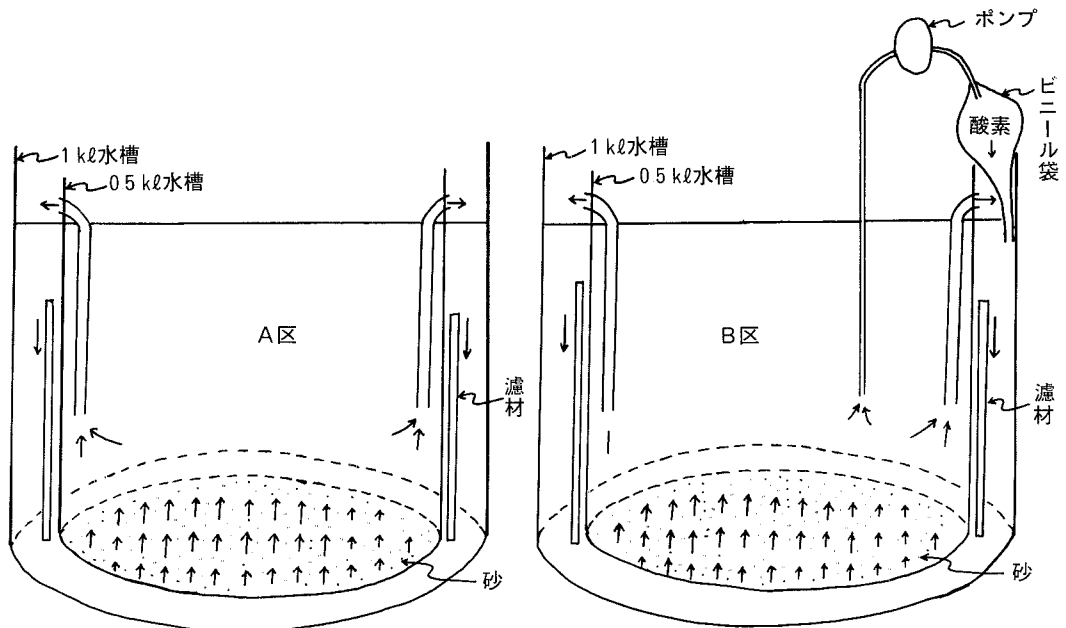


図1 飼育水槽

材 料 と 方 法

実験 1 2月10日に産出された卵から、本県栽培漁業センターで生産され海水で飼育されていたヒラメ人工種苗を供試した。1klポリカーボネイト水槽（直径約140cm；以後1kl水槽とする）中に底に250個の直径5mmの穴を開け、砂を3cm程度の層になるように入れた0.5klのポリエチレン水槽（直径約100cm；以後0.5kl水槽とする）と濾材を設置した。これに25%海水（海水25：淡水75の割合の水；以後同様に表示する）1000ℓを入れ、0.5kl水槽から1kl水槽へエアリフトまたはポンプで送水し循環させた（図1）。

ポンプを設置しない水槽をA区、設置した水槽をB区とし、A区はエアリフト二個で、B区はエアリフト一個とポンプでそれぞれ合計毎分12ℓを送水した。このうちポンプを通した6ℓの水を、酸素ガスを満たしたビニール袋を通して1kl水槽へ送水した。ビニール袋内の酸素は適宜補充した。またA区B区に1kl水槽にエアストーン2個で送気した。6月12日に供試魚を0.5kl水槽中にそれぞれ120個体収容し実験を開始した。6月12日から、1週間に6日配合飼料（わかしお1号；日本農産工業社製）を投与した。1日の投与量を28～30gとし、数回に分けて投与した。残餌の除去は行わなかった。6月12日に供試魚群からのサンプル40個体、6月26日及び7月10日にA区、B区のそれぞれ20個体の全長及び体重を測定した。測定したヒラメは以後の実験には供試しなかった。午前9時前後に水温および溶存酸素量を測定した。水温は実験3、4、5でも同様に測定した（図2、図3）。

実験 2 実験中多数のへい死魚が見られ、特に実験1の期間に集中した。死後時間が経過して腐敗状態を取り出したへい死魚以外は外観に異常が見られなかった事、また摂餌の際浮上してきたヒラメが水槽の中央部に集中して降下して行くのが見られたので、へい死の原因としてヒラメが重なり合って窒息死した可能性が考えられた。そこで以下の実験をした。角形の発砲スチロール容器（38cm×

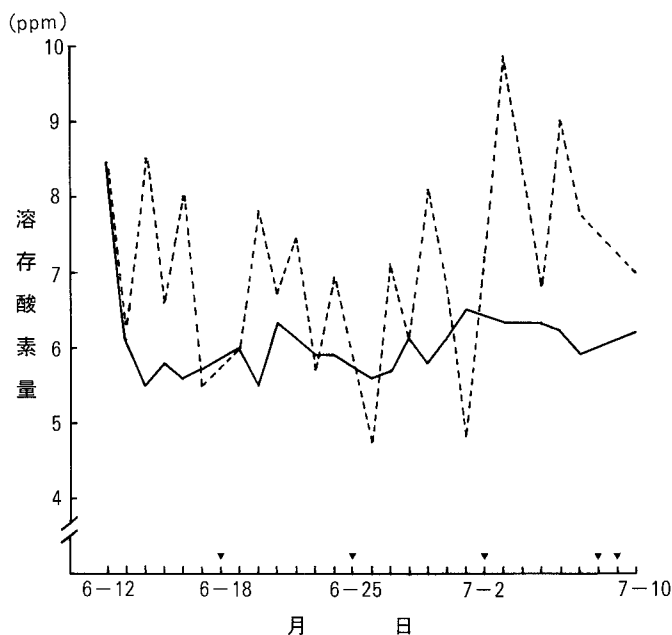


図2 溶存酸素量

A区：実線 B区：点線

50cm)の底に約2cmの層になるように砂を入れ水深を16cmとし、毎分1.5ℓの海水を注加した。この砂に目合5mmの網目状の合成樹脂を直径15cmの円筒にしたものを6個立て、この中に6月26日に測定したヒラメを6個体、3個体、1個体収容した区を各二組設定した。また

砂を入れないで、水深を18 cmにした以外は同じ条件の実験区を設定した(6月26日)。このうち6月27日に生残していた39個体を、砂を入

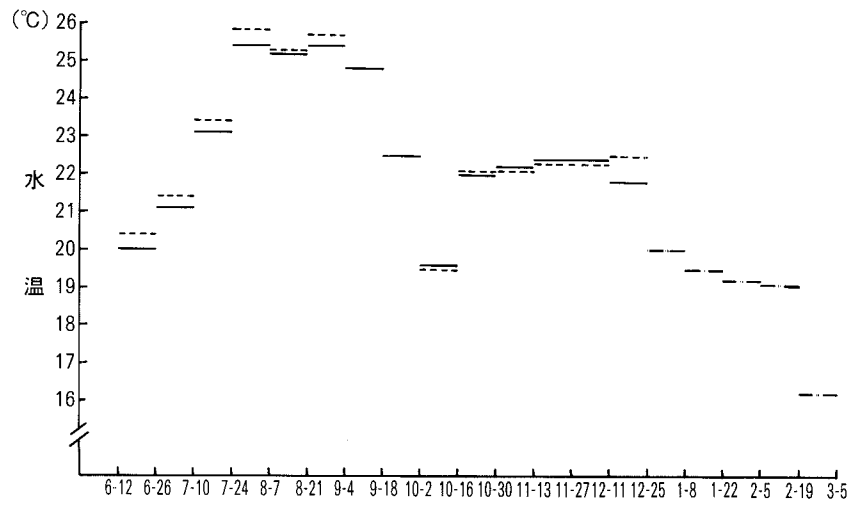


図3 2週間毎の平均水温

A区:実線 B区:点線 C区:一点鎖線

れない区のそれぞれの二つの円筒に、9個体または10個体収容した。更に、6月28日に生残していた39個体の内から砂を入れた区の二つの円筒に各15及び20個体収容した。いずれも収容した翌日の生残を調べた。実験2以外で取り上げたへい死魚または瀕死魚の発生状況を表

表1 実験2以外でのへい死又は瀕死魚の発生状況(個体数)

日付	6月				7月				8月				9月						
	19	20	21	22	23	24	26	28	29	5	13	21	26	7	15	19	13	10	15
A区	5	8	10	13	8	2	13	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	0	0
B区	2	5	11	12	8	4	10	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1

1に示した。

実験3 実験1に引続き7月10日に実験3を開始した。実験水槽は実験1で使ったものを使用した。B区に設置していたポンプ及びビニール袋は取り除いて、A区と同じ装置とした。実験1で使用した水800ℓを捨て淡水を補充しA区、B区の飼育水を5%海水にした。またA区、B区共に飼育水を8月21日に20%海水、9月18日に40%海水、10月2日に10%海水、10月16日に20%海水とした。この際A区B区共に200ℓ、750ℓ、750ℓ及び500ℓの水を捨て淡水及び海水を補充した。7月10日から8月5日の間は、1週間に6日、配合飼料(わかしお2号;日本農産工業社製)を投与した。1日の投与量を22gとし、数回に分けて投与した。8月7日から10月28日の間は1週間に6日、モイストペレット(イカナゴ:タイマリン(日本農産工業社製)=1:1;以後ペレットとする)を投与した。ペレットは、1個約0.7gの粒にして連続的に投与し、続けて3個が摂餌されなくなるまで投餌した。摂餌されたペレット数に0.7を掛けた値を摂餌量(g)とした。ペレットを投与した場合はサイホンで50ℓ以下の飼育水と共に残餌を除去し、その都度同じ海水濃度になるように淡水及び海水を補充した。7月10日から9月3日の間に、1週間に2回B区の飼育水に光合成細菌(*Rhodospseudomonas capsulatus*;以後PSBとする)30gづつを溶入した。9月4日から10月1日の間に、1週間

に2回A区の飼育水にPSBを30gずつ溶入した。また10月2日から10月14日の間にA区に投与したペレットには、重量比で0.5%のPSBを添加し、10月16日から10月28日の間にA区に投与したペレットには、重量比で1.5%のPSBを添加した。実験開始後10月2日まで2週間毎にA区B区の各10から12個体の体重を測定し、測定後はそれぞれA区、B区に戻して実験を続けた。また10月16日にA区、B区の全ての生残魚の体重を測定し、A区とB区のヒラメを混合し、A区に16個体、B区に15個体収容し、10月30日に全個体の体重を測定した。7月10日及び7月24日は測定したA区、B区の個体全ての体重の平均をそれぞれA区、B区の平均体重とし、8月7日から10月2日のA区、B区の平均体重は、体色異常によって個体識別出来た個体の成長率の平均を使って推定した。10月16日以後1kl水槽にヒーターを設置した。

実験4 実験3に引続き10月30日に実験4を開始した。実験装置及び容器は実験3で使ったものを使用し、1kl水槽にヒーターを設置した。ペレットに重量比で0.5%のPSBを添加し、約1gの粒にして連続的に投与し、続けて3個が摂餌されなくなるまで投餌した。残餌はサイホンで50l以下の飼育水と共に除去し、その都度同じ海水濃度になるように淡水及び海水を補充した。摂餌された数を摂餌量(g)とした。実験2で使用した飼育水を全て捨て、A区に海水を、B区に20%海水を1000l入れ、A区に13個体、B区に18個体収容した。11月13日及び11月27日にA区12個体、B区18個体の体重を測定した。また12月11日及び12月25日に全ての生残魚の体重を測定した。11月27日にA区の飼育水を250l捨て海水を250l補充して16個体収容し、B区の飼育水を250l捨て海水250lを補充し、40%海水にして15個体収容した。12月11日にA区、B区の飼育水を350l捨て淡水と海水を補充して、A区を80%海水、B区を60%海水にした。

実験5 実験4に引続き12月25日に実験5を開始した。1kl水槽中に底に400個の直径5mmの穴を開け、砂を10cm程度の層になるように入れた0.5klのポリエチレン水槽(直径約95cm;以後500l水槽とする)を設置した。(以後C区とする。1kl水槽から500l水槽へ合計毎分12lをエアリフト2個で送水した。このうち約毎分8lは内径20mmの塩ビパイプを通して、500l水槽の砂より約5cm上方から1kl水槽の水面下約10cmへ流出した。残り約毎分4lは水槽の底から1kl水槽へ流出した。1kl水槽にヒーターを設置した。1kl水槽にヤマトシジミの成員を約500個収容した。ペレットを約1gの粒にして連続的に投与し、続けて2個が摂餌されなくなるまで投餌し、摂餌された数を摂餌量(g)とした。残餌の除去は行わなかった。これに1000lの50%海水を入れ、500l水槽中にA区とB区の全てのヒラメを収容した。1月8日に飼育水を500l捨て、淡水500lを補充し25%海水とした。1月22日に飼育水を500l捨て、淡水500lを補充し12.5%海水とした。また2月5日及び2月19日に飼育水を500l捨て、12.5%海水

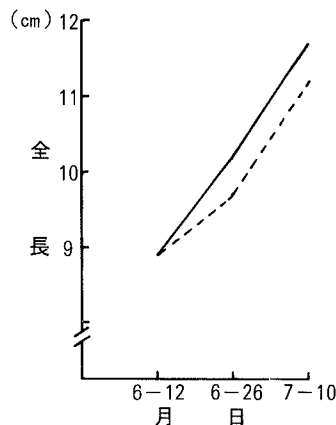


図4 全長の平均

A区:実線 B区:点線

を維持するように淡水及び海水を補充した。1月8日、1月22日、2月5日、2月19日、3月5日に体色異常によって識別できるヒラメを6～8個体測定し、この値から全体の成長率等を推定した。

結果と考察

図4に実験1の全長の平均、図5に同じく体重の平均を示した。B区はA区に比較して、水温はやや高く、溶存酸素量もバラツキは大きいと一般的には高い値を示している(図2、図3)。しかし、全長、体重共にむしろA区の方が成長が良かったと考えられる結果であった。従って、図1に示した様な方法で飼育水中の溶存酸素量を増加させても成長に対して良好な効果は与えないと判断された。

実験2では砂を入れない発砲スチロールの円筒に一個体だけ収容した区で一個体へい死した以外にへい死は見られなかった。複数収容した場合、いずれの区でもヒラメは円筒内の底に重なり合っていた。20個体のヒラメの体表の投影面積の合計は、直径15cmの円の面積の約3.5倍であった。このことから、実験1におけるへい死の原因がヒラメの重なり合による窒息死である可能性は低いと考えられた。

12月15日に、通常は砂中に体を埋めているヒラメが砂上に体を出して、口を大きく開けて呼吸しているのが観察された。そしてB区の一つ体がへい死していた。これは夜間から朝にかけてブローアの故障により送気が停止し、溶存酸素の不足を生じたためと思われる。溶存酸素量は9時にA区2.7ppm、B区2.9ppmであったが、10時にはA区5.1ppm、B区5.3ppmになり、13時にはA区7.1ppm、B区7.5ppmになって、ヒラメは通常と変わらない様子を示すようになった。

図6に実験1及び実験3における各測定時の

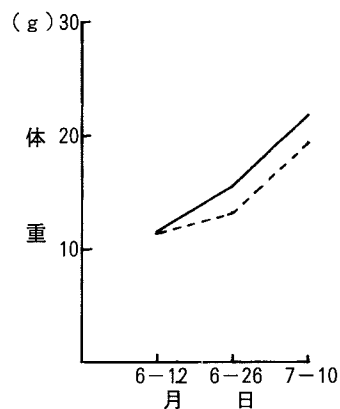


図5 体重の平均

A区：実線 B区：点線

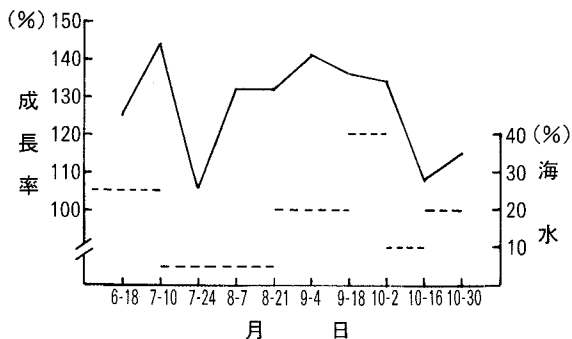


図6 実験1及び3の成長率と海水濃度

成長率区：実線 海水濃度区：点線

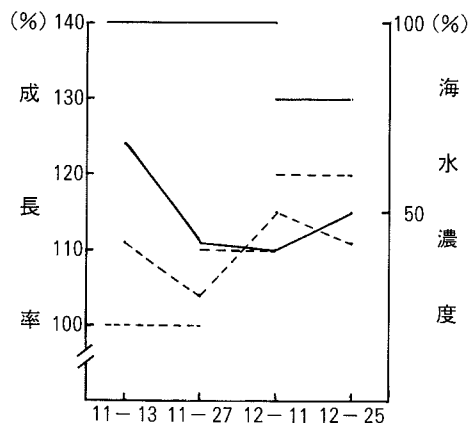


図7 実験4の成長率及び海水濃度

A区：実線 B区：点線
成長率：折線 海水濃度：水平の線

A区とB区を合わせた成長率と各測定時の海水濃度を示した。この図から、海水濃度を低下させた直後は成長率が低くなる可能性があるが、5%海水から40%海水の範囲では海水濃度と成長率に密接な関連はないものと考えられた。

図7に実験4のA区の成長率及び海水濃度並びにB区の成長率及び海水濃度を示した。11月13日及び11月27日では100%海水のA区の成長率が、20%海水のB区の成長率より高い値を示している。特に10月30日から11月13日にかけて投餌の際に、A区のヒラメが目に見えて成長するのが観察された。この場合の成長率は実験1または実験3で得られた成長率に比べると特に高い値ではないが、実験1、3

の時点より平均体重が大きいと、著しく成長していると感じられたものと思われる。しかし、この間はA区とB区の収容尾数に差があった事を考慮する必要がある。また12月11日及び12月25日の結果を見ると、海水濃度と成長には密接な関連はないものと考えられた。ただし、図8に示す様に、A区の海水濃度をB区の海水濃度より高くした実験4では、いずれもA区の餌料効率がB区のそれより高かった。それにも関わらず、海水濃度と成長率に密接な関連がみられない結果になったのは、B区の日間摂餌率が、A区のそれより高い場合があった事による(図9)。海水濃度と餌料効率の関係については実験例を増やして確認する必要がある。

ヒラメの稚魚では汽水中の方が成長が良い可能性が示されているが²⁾、今回の実験に比べて短期間の結果であり、養殖業との関連で考える場合、ヒラメの成長段階を考慮してさらに長期に渡っての検討が必要であろう。

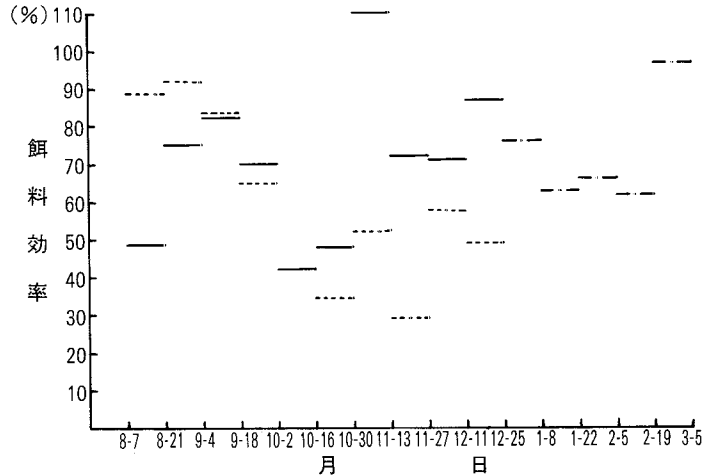


図8 餌料効率

A区：実線 B区：点線 C区：一点鎖線
実線だけの場合はA区とB区が同じ値であることを示す。

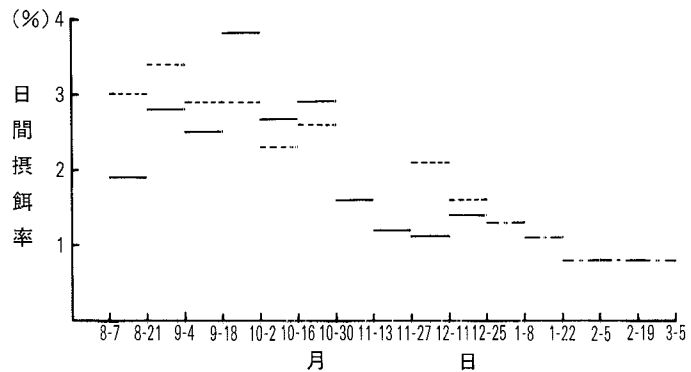


図9 日間摂餌率

A区：実線 B区：点線 C区：一点鎖線
実線だけの場合はA区とB区が同じ値であることを示す。

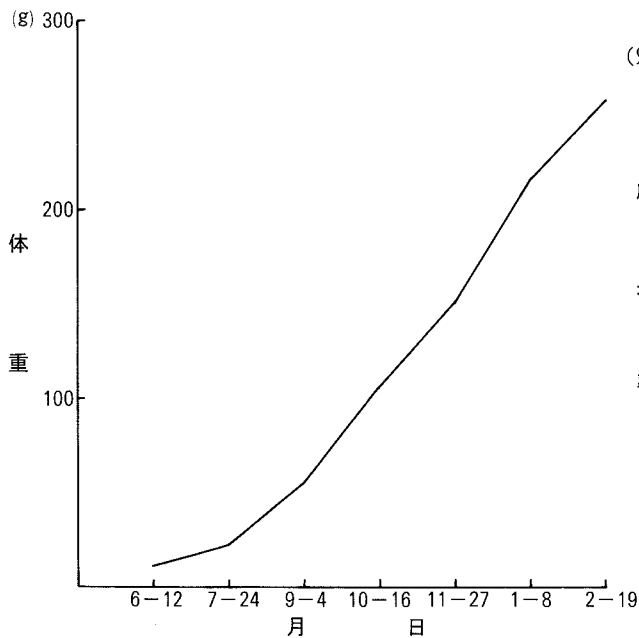


図10 6週間毎の平均体重の変化

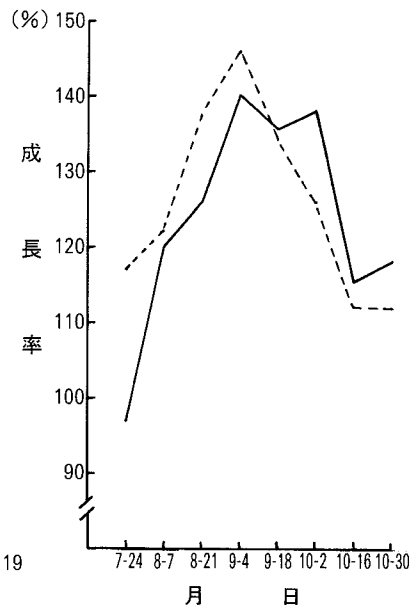


図11 PSBと成長率

A区：実線 B区：点線

図10に実験1開始後6週間毎の平均体重の変化を示した。この平均体重の推移は当场で行われたヒラメ養殖試験の結果³⁾に比べると成長が非常に悪い結果であった。これは主に循環水による飼育か流水による飼育かの違いや、投与した餌料が違っていた事による結果と思われる。

図11に示した様にA区とB区の比較では、いずれもPSBを投与した区の方が高い成長率を示しており、PSBは経口投与してもまた飼育水中に溶入させてもヒラメの成長を高めるものと考えられる。また図8及び図9に示したように、PSBの投与は、日間摂餌率及び餌料効率を高くする効果がある事が伺えた。

実験5のヤマトシジミは溶存酸素を消費すると共に、プランクトン等の有機懸濁物を除去する働きをするものと考えられるが、ヒラメの飼育に顕著な影響を与えたとは思われなかった。

要 約

- 1) ヒラメ20個体を、体表の投影面積が底面積の3.5倍程度になる密度で収容しても、重なり合いによる窒息は起こらなかった。
- 2) 5%海水から100%海水の間の濃度でヒラメを飼育した結果、海水濃度とヒラメの成長に密接な関連はみられなかった。
- 3) PSBを飼育水に溶入させるか、PSBを添加した餌をヒラメに与えた場合、ヒラメの成長率が高くなった。これは、PSBには日間摂餌率及び餌料効率共に高くする効果があることによると考えられた。

文 献

- 1) 興石裕一 (1985) : 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究, ヒラメ稚仔魚の成長に対する塩分の影響. 西水研, 61-67.
- 2) 松本勉・三木教立・谷口朝宏 (1989) : 飼育水の塩分低下がヒラメ稚魚に与える影響. 鳥取栽漁試事報, 63年度, (7), 8-12.
- 3) 谷口朝宏・浜川秀夫・小林啓二・三木教立 (1987) : 養殖技術試験, 鳥取栽漁試事報, 61年度, (5), 35-37.