

砂浜性魚類幼稚の保護・育成場の造成手法の開発

水産工学研究所 水産土木工学部
木元克則・高木儀昌・日向野純也*
調査実施年度：平成6～8年度

緒言

砂浜性底生魚類の重要種であるヒラメは、特にその幼稚魚期を水深30m以浅の浅海域で過ごす。このことから、ヒラメ幼稚魚の保護・育成を目的としていろいろな形状の構造物を用いた漁場造成が砂浜の浅海域で行われている¹⁾。しかしながら、アミ類専食から魚食性になる時期の幼稚魚の育成にとって効果的な礁の形状と配置が十分に検討されているとは言いがたい。このため、ヒラメ幼稚魚の生態的特性に合い、生残・成長に好適となる人工構造物（礁）の形状及び構造を検討し、ヒラメ幼稚魚の保護・育成場造成計画の策定に資することを目的とした。

本調査では、浅海砂浜の碎波帯内外域においてヒラメ幼稚魚及びその好適餌料であるアミ類の分布と海底地形、底質との関連を明らかにする必要性から、主に潜水手法を用いてこれらを詳細に調べるとともに、既設の構造物や天然の礁周辺におけるヒラメ幼稚魚の分布と行動の観察と胃内容物の分析から、構造物（礁）が持つヒラメ幼稚魚の保護・育成機能を検証した。

調査方法

本調査では、鳥取県及び山形県地先の砂浜域の水深4～20m水域に設置された各種の礁周辺における地形変化と、餌料生物ならびに魚類の分布とヒラメ幼稚魚の摂餌生態を調べた。

1994年6月22～23日、1995年6月17～19日、及び1996年6月23日に、鳥取県東伯郡羽合町地先（図1）の水深16mに試験礁として設置された2種類の十字礁（H1.8型、フーチング型）各1基の周囲及び、礁より浅海の水域に潜水して調査した。また、1995年6月23～24日及び1996年6月24～26日には、泊村地先の水深10～15mに設置された試験礁（イワガキ増殖礁）の周囲において調査を行った。さらに、山形県酒田市地先では、1994年7月下旬から10月上旬に4次にわたって、1995年7月上、下旬、及び1996年7月下旬に、広域型増殖場内の礁とその浅海域の水深15、16、18mに設置された十字礁周囲及び、水深3～12mの水域において（図1）ヒラメ幼稚魚の分布と摂餌状況を調べた。

調査では、潜水式囲い網²⁾を用いて、礁周辺と碎波帯内の瀬と淵において、ヒラメ幼稚魚をはじめと

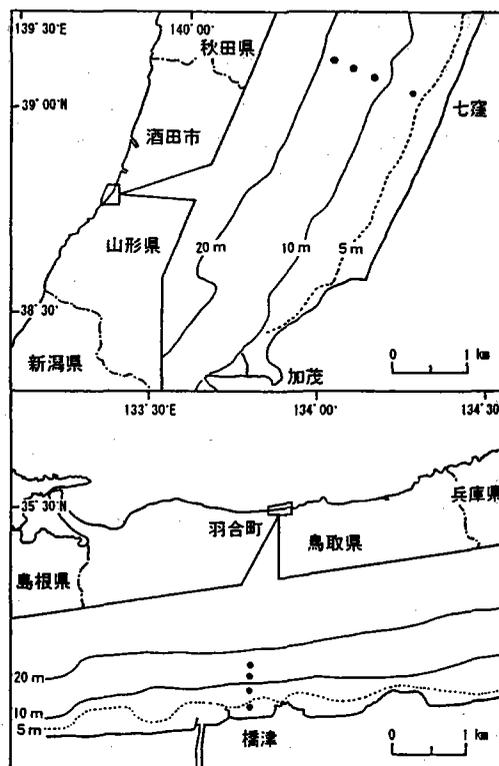


図1 調査地点図
(山形県酒田市地先, 鳥取県羽合町地先)

*：現所属：国際農林水産業研究センター水産部

する小型底生魚類と餌料生物を定量的に採集した。採集に用いた餌料生物採集用潜水式囲い網は網丈1m、長さ9.5m、網目幅200 μ mであり、底生魚類採集用潜水式囲い網は網丈1m、長さ16m、網目幅1.5mmである。また、礁に蠕集する中・底生魚類の分布状況を潜水目視観察して計数し、必要に応じて採集した。採集生物は10%ホルマリン海水溶液中に保存した後に体長と湿重量の測定を行い、ヒラメ幼稚魚については胃内容物組成と胃内容物重量の体重比（乾燥重量）を調べた。さらに、礁周辺では潜水して海底の水深を水深計で計測し、海底地形を把握するとともに、底土を容量120mlのプラスチック製標本瓶に採集した。これらの試料から乾式のふるい分け法により粒度組成を求めた。

なお、鳥取県水産試験場ならびに山形県水産試験場には、調査に際して多大な協力をいただいた。ここに記して深甚の謝意を表す。また、山形県地先における調査結果については別途とりまとめ、ここでは鳥取県地先で得た結果について報告する。

調査結果

1) 鳥取県羽合町地先の十字礁の周囲におけるアミ類とヒラメ幼稚魚の分布

鳥取県東伯郡羽合町地先の水深16mに設置されている2基の十字礁（図2）に潜水し、海底形状と魚類の分布状況を観察した。

十字礁は4本の脚とこれを繋ぐ梁を持つ構造のため、礁は波と流れによる洗掘を受けて礁の直下と周囲が盆状に窪むとともに、少し沈下していた（図3）。このため、1994年6月の調査時には高さ1.8mのH1.8型の十字礁では、礁中心より4mの地点の海底面と礁天端の高さの違いは0.8~0.9mであったが、高さ2.4mのフーチング型十字礁では1.4~1.6mと、2種の礁で0.5m程度の高さの違いがあった。

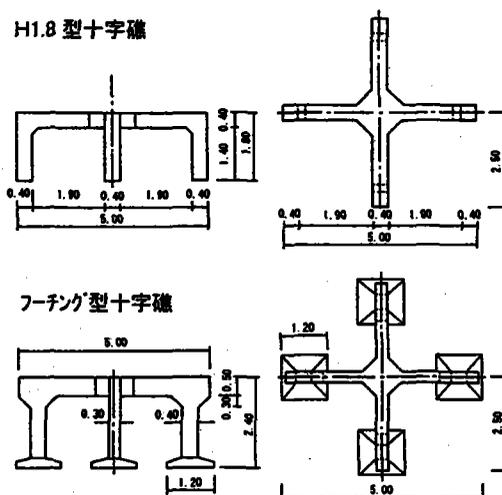


図2. 十字礁の形状

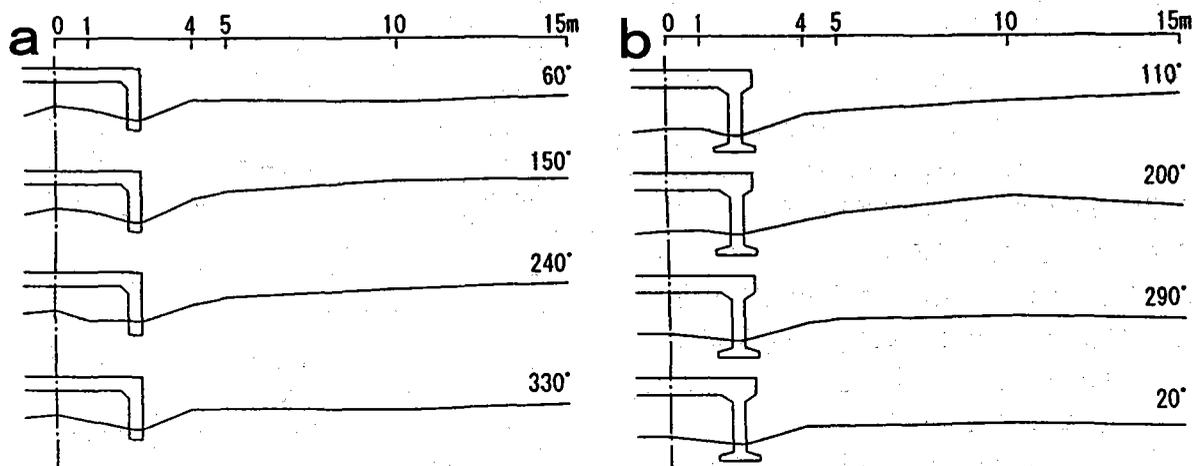


図3. 鳥取県羽合町地先に設置された十字礁周囲の海底の洗掘状況、1994年6月22、23日
(a : H1.8型, b : フーチング型)

礁の直下と礁の脚から1mの地点での底質は、波浪や潮流による洗掘を受けて粗砂や中砂の割合が多く、直下では礫の分布もみられて粗くなっていたが、礁設置水域の浅海の底質と同程度であった(図4、5)。

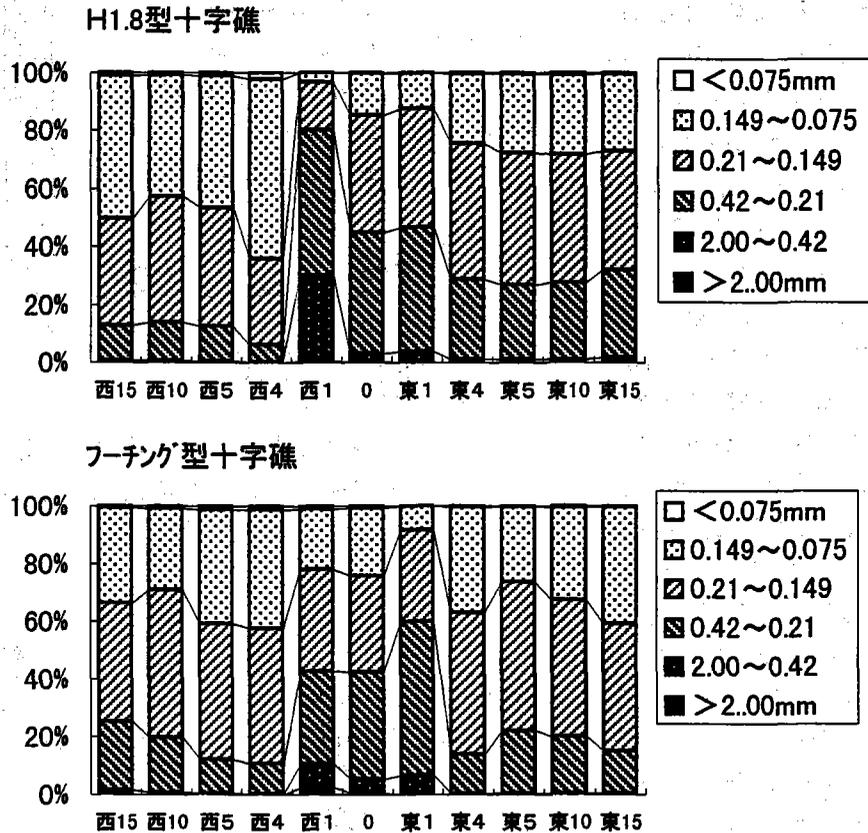


図4. 鳥取県羽合町地先の十字礁周囲の底土の粒度組成, 1994年6月22, 23日 (横軸は十字礁中心からの方向と距離 (m))

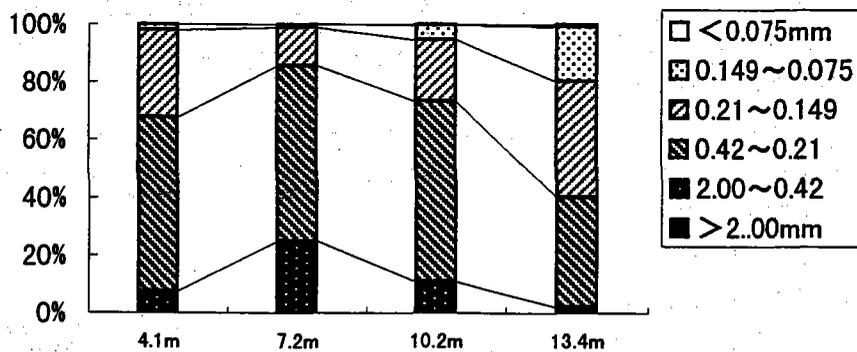


図5. 鳥取県羽合町地先の浅海域の底土の粒度組成, 1994年6月23日 (横軸は水深 (m))

礁の周囲には調査時期によりアミ類や数種の魚類が蛸集・分布した。各十字礁の四方に伸びた4本の脚の間を、礁中央からおおよそ4mの地点を中心としたほぼ円状に潜水式囲い網で海底を囲ってアミ類と底生魚類を採集した。潜水式囲い網による採集ではこれらの底生生物を効率良く採集することができた。

鳥取県地先の砂浜域にはアミ類は主に遊泳性のもの4種と、匍匐性のもの5種が分布した。遊泳性のアミ類は *Neomysis spinosa*, *Acanthomysis nakazatoi*, *Mysidopsis japonica*, *Siriella longipes* で、匍匐性のアミ類は *Nipponomysis ornata*, *N. toriumii*, *N. imparis*, *N. perminuta*, *Iiela formosensis* である。

アミ類は水深帯により分布する種が異なり、遊泳性の*N. spinosa* は10m以浅で多く、匍匐性の*N. toriumii*を主とする*Nipponomysis* 属アミ類は10m以深に多く分布した(図6)。また、十字礁などの構造物の周囲には遊泳性アミ類の*S. longipes* や*N. spinosa* がしばしば濃密な群を形成して分布した。目視観察からは、*S. longipes* は礁の潮上側に、*N. spinosa* は礁の潮下側に主に分布する傾向が窺われ、1995年6月にはH1.8型十字礁の潮上部で*S. longipes* が260個体/m²の密度で採集された。

これに対して匍匐性アミ類が礁に蟻集する状況は明瞭に観察されなかった。しかしながら、1994年6月に、フーチング型十字礁の潮上側となっていた礁の北東部で他の地点より明らかに多くの*Nipponomysis* 属アミ類が採集され、礁の周囲にこれらのアミ類が蟻集する可能性が窺われた(図7)。

十字礁周囲で観察された魚類の分布状況の一例を図8に模式的に示した。

1994年6月22~23日の観察では、2種の十字礁の潮上直近の洗掘部の斜面に全長5~6cmのサビハゼと、全長4~5cmのマダイ稚魚が多く分布した。これらのマダイ稚魚はうねりによる海底近傍の流れの向きが変化する中でも、その変化に応じて潮上を向いて定位しながら礁の直近の海底をついばむのが観察された。これらのマダイ稚魚の胃は匍匐性アミ類が充満していたことから、この時匍匐性アミ類を捕食していたと推定される。また、礁にはインダイ、カワハギ、タナゴ類が分布した。さらに、礁の上方の潮上側には体長3~5cmのカタクチイワシ稚魚が500~1000尾の群れを形成して分布した。

十字礁の周囲で観察、採集された魚類の数と体長の範囲を表1 a、bに示した。ここでは採集尾数に逃避尾数を加えて観察尾数とした。

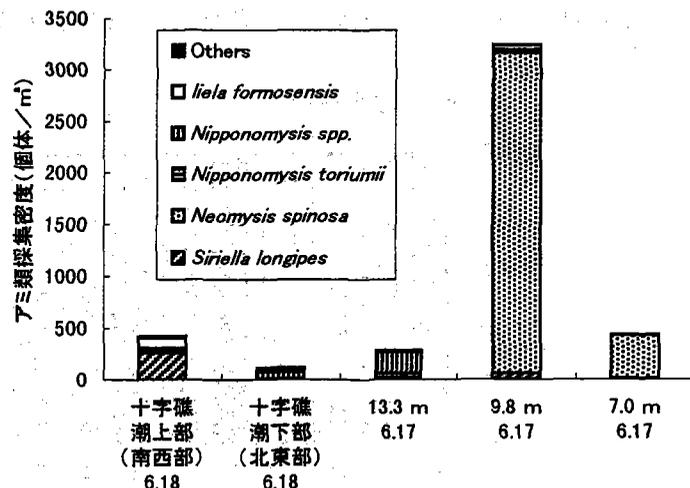


図6. 鳥取県羽合町地先のH1.8型十字礁周囲と浅海域のアミ類の採集密度(1995年6月17~18日)

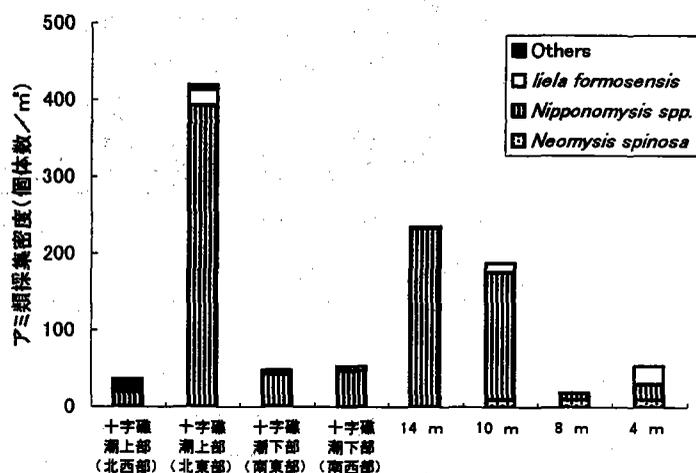


図7. 鳥取県羽合町地先のフーチング型十字礁周囲と浅海域のアミ類の採集密度(1994年6月23日)

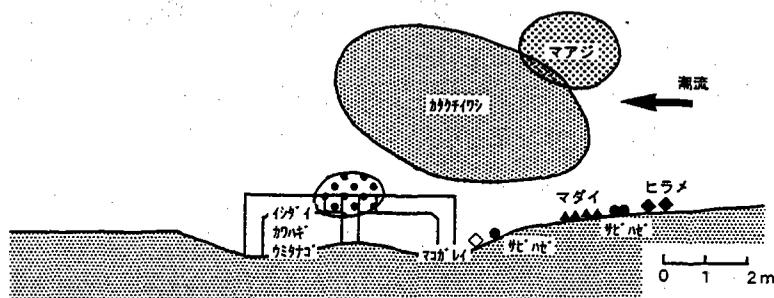


図8. 鳥取県羽合町地先の十字礁周囲の魚類の分布模式図(1994年6月22日)

表1a 鳥取県羽合町地先に設置された十字礁（H1.8型十字礁、水深16m）の周囲における魚類採集用潜水式罟（20㎡/罟）による底生魚類の観察尾数。
（ ）内の数字は採集尾数とその体長範囲（cm）

| 1994年6月22日 | | 採集位置と採集時刻 | | | |
|--------------|----|-----------------|---------------|------------------|------------------|
| (体長 測定部位) | | 北東部 10:30 | 南東部 09:50 | 南西部 10:05 | 北西部 10:20 |
| カタクチイワシ | SL | | | | 1(1, 3.3) |
| マダイ | SL | 3 | 7(6, 3.1-4.2) | 7(1, 4.2) | 5(2, 3.4) |
| ヒラメ | TL | 12(7, 6.9-11.6) | 4(3, 4.1-9.9) | 15(13, 7.4-11.3) | 32(27, 5.9-12.5) |
| アラメガレイ | TL | 1(1, 2.9) | | | |
| マコガレイ | TL | 2(2, 9.1-9.8) | 3(3, 8.2-9.1) | | |
| サビハゼ | SL | | 3(3, 4.0-4.6) | 5(5, 4.0-5.1) | |
| ヒメハゼ | SL | | 1(1, 5.4) | | |
| ハゼ科不明種 | SL | 3 | 6 | 8 | 2 |
| トビヌメリ | SL | | 2(2, 9.0-9.7) | 2(2, 8.2-11.7) | 1(1, 9.2) |
| ネズボ科不明種 | | | 3 | | 1 |
| クサフグ | SL | | 2(2, 9.3-9.7) | | |

表1b 鳥取県羽合町地先に設置された十字礁（フーチング型十字礁、水深16m）の周囲における魚類採集用潜水式罟（20㎡/罟）による底生魚類の観察尾数。
（ ）内の数字は採集尾数とその体長範囲（cm）

| 1994年6月23日 | | 採集位置と採集時刻 | | | |
|--------------|----|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| (体長 測定部位) | | 北東部 9:40 | 南東部 9:25 | 南西部 9:15 | 北西部 9:05 |
| マダイ | SL | 169(69, 2.5-4.0) | 49(9, 2.3-3.9) | 5(2, 2.9-3.2) | 2(1, 4.3) |
| ヒラメ | TL | 9(4, 4.5-10.9) | 13(8, 5.2-9.8) | 11(6, 4.7-9.9) | 20(13, 4.3-9.2) |
| アラメガレイ | TL | 1(1, 2.8) | 1(1, 2.8) | | 2(2, 2.5-2.9) |
| マコガレイ | TL | | | 1(1, 8.1) | |
| サビハゼ | SL | 21(21, 3.6-5.2) | 23(23, 3.4-5.0) | 17(17, 4.0-5.3) | 43(43, 3.3-5.2) |
| ヒメハゼ | SL | | | 1(1, 4.8) | 3(3, 4.6-5.6) |
| ハゼ科不明種 | | 30 | 50 | 30 | 30 |
| トビヌメリ | SL | 1(1, 11.3) | 1(1, 11.9) | 1 | 1(1, 10.3) |
| ネズボ科不明種 | SL | 1 | 2(1, 2.9) | | 5(2, 2.7-2.7) |
| アイナメ | SL | | | 1(1, 11.2) | |
| アミメハギ | SL | 1(1, 1.3) | | | |

3カ年にわたる調査において、H1.8型十字礁の周囲では、1994年6月に最大32尾/20㎡のヒラメ稚魚が分布し、平均分布密度は0.85尾/㎡であった。これに対してフーチング型十字礁では平均0.66尾/㎡であった。これらのヒラメ稚魚の分布密度は、礁の近傍の対照地点より高い（表2）。

礁から浅海の水深13m～4mでは、1994年6月にはヒラメ稚魚は水深4.1mで多く、14尾/20㎡が採集された（表3）。しかしながら、各点に分布する底生魚類の種類と個体数は十字礁周辺に比べて少なく、礁周囲に多種の魚が蟻集分布していることが窺える。

表2 鳥取県地先における試験礁周囲のヒラメ稚魚の分布密度(尾/㎡)

| 羽合町地先水深16m | H1.8型十字礁 | フーチング型十字礁 | 対照地点 |
|---------------|----------|-----------|------|
| 1994年6月22-23日 | 0.85 | 0.66 | 0.15 |
| 1995年6月18日 | 0.34 | 0.43 | 0.04 |
| 1996年6月23日 | 0.28 | 0.11 | 0.05 |
| 1996年6月26日 | 0.43 | — | 0.05 |
| 泊村地先水深10m | 2.0mH試験礁 | 3.0mH試験礁 | 対照地点 |
| 1995年6月19日 | 0.83 | — | 0.10 |
| 1996年6月24日 | 0.25 | 0.25 | 0.35 |
| 1996年6月26日 | 0.75 | — | 0.45 |

表3 鳥取県羽合町地先における魚類採集用潜水式罟（20㎡/罟）による底生魚類の観察尾数。
（ ）内の数字は採集尾数とその体長範囲（cm）

| 1994年6月23日 | | 採集水深と採集時刻 | | | |
|--------------|----|----------------|----------------|----------------|------------------|
| (体長 測定部位) | | 13.4m 13:00 | 10.2m 13:20 | 7.2m 14:10 | 4.1m 14:50 |
| ヒラメ | TL | 1(1, 10.3) | 8(6, 7.8-11.9) | 4(4, 5.4-10.0) | 14(14, 5.2-27.0) |
| アラメガレイ | TL | | 1(1, 2.5) | | |
| ササウシノシタ | TL | | 1(1, 12.7) | 1(1, 7.4) | |
| トビヌメリ | SL | 2(2, 4.3-9.7) | | 1(1) | |
| ヤリスメリ | SL | | 1(1, 9.8) | | |
| ネズボ科不明種 | SL | | | 1(1, 2.5) | |

2) 鳥取県羽合町地先の十字礁の周囲におけるヒラメ幼稚魚の摂餌

羽合町地先のヒラメ稚魚の体重に対する胃内容物重量 (いずれも乾燥重量 (g)) の割合を図8に、また、それらのヒラメ稚魚が最も多く捕食していた餌料生物を図9に示した。

水深7mと10mで採集されたヒラメの中の全長が5cmより小さいものは匍匐性の *Nipponomysis* 属アミ類を多く捕食し、5cmを越えるものは多量に分布していた遊泳性アミ類の *Neomysis spinosa* を捕食していた。

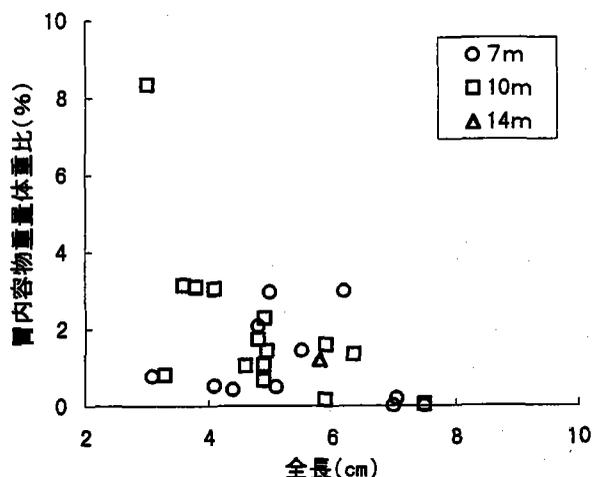


図8. 鳥取県羽合町地先におけるヒラメ稚魚の胃内容物重量体重比 (1995年6月17日)

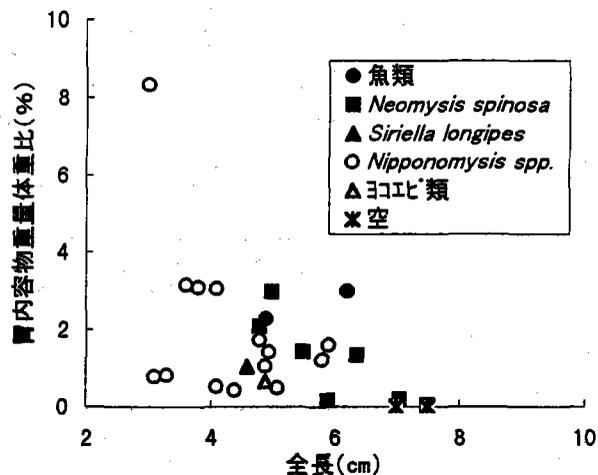


図9. 鳥取県羽合町地先におけるヒラメ稚魚が多く捕食した餌料生物と胃内容物重量体重比 (1995年6月17日)

水深16mの十字礁周囲では、1994年6月の調査時には高さの異なる十字礁の周囲のヒラメ稚魚の摂餌状況に違いが見られた2)。すなわち、礁の天端の高さの低いH1.8型十字礁の潮上側のヒラメ稚魚がカタクテイワシラス・キスなどの魚類を捕食し、その胃内容物重量比が大きかった (図10、11)。このとき、潮下側では、ヒラメ稚魚の胃内容物は、底生魚類のネズボ類の幼魚や、捕食後の時間が経過して消化が進んで種が判別できない魚が多く、また、胃内容物重量体重比が小さかった。

これに対して、礁の天端の高さが高いフーチング型十字礁では、ヒラメ稚魚の約半数が空胃であり、摂餌個体もその半数がアミ類を主に捕食していた。さらに、これらの胃内容物重量体重比はH1.8型十字礁のものに比べて明らかに低かった (図12、13)。

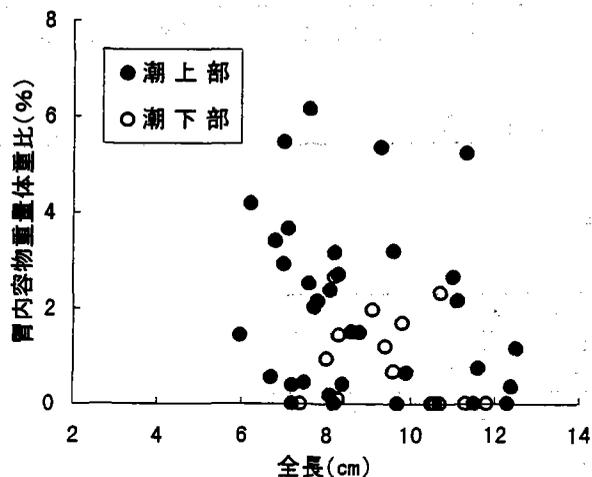


図10. 鳥取県羽合町地先のH1.8型十字礁周囲のヒラメ稚魚の胃内容物重量体重比 (1994年6月22日)

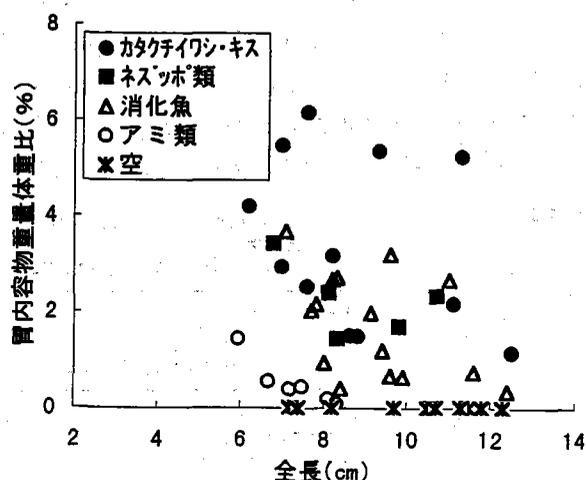


図11. 鳥取県羽合町地先のH1.8型十字礁周囲のヒラメ稚魚が多く捕食した餌料生物と胃内容物重量体重比 (1994年6月22日)

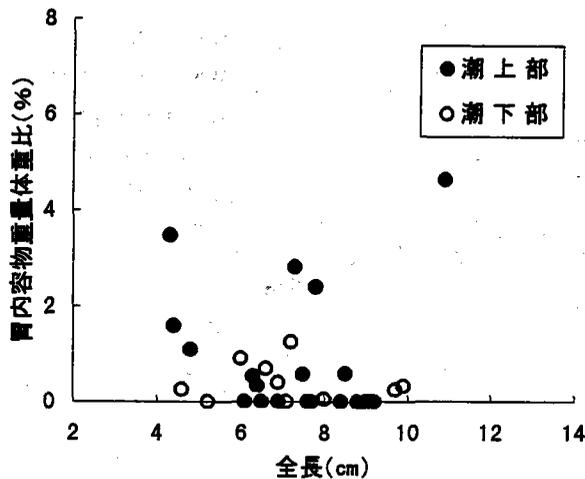


図12. 鳥取県羽合町地先のフーチング型十字礁周囲のヒラメ稚魚の胃内容物重量体重比 (1994年6月23日)

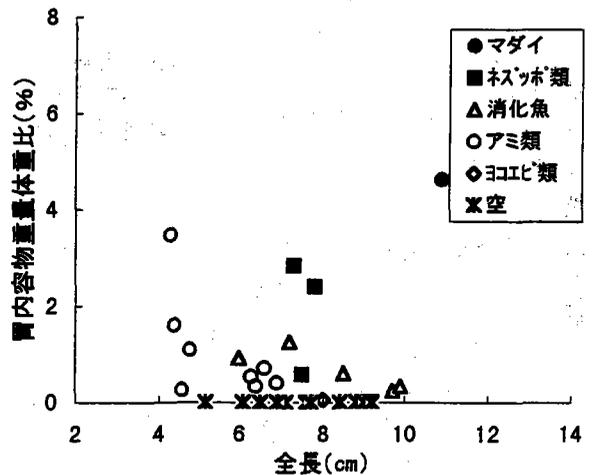


図13. 鳥取県羽合町地先のフーチング型十字礁周囲のヒラメ稚魚が多く捕食した餌料生物と胃内容物重量体重比 (1994年6月23日)

これに対して1995年の同時期にはヒラメ稚魚の来遊着底が遅れて体長が小さく、十字礁の周囲では、4 cmより小さいヒラメ稚魚は匍匐性の *Nipponomyis* 属アミ類、遊泳性の *S. longipes* やヨコエビ類を捕食し、胃内容物重量比が小さかった。体長4 cm以上のヒラメ稚魚はイカナゴ、ハゼ類、カタクチイワシシラスなどの小型魚類を捕食し、その胃内容物重量比はアミ類を捕食していた同じ大きさのヒラメ稚魚に比べて高かった (図14、15)。また、高さの違いによるヒラメの摂餌状況の相違は明瞭ではなかった。

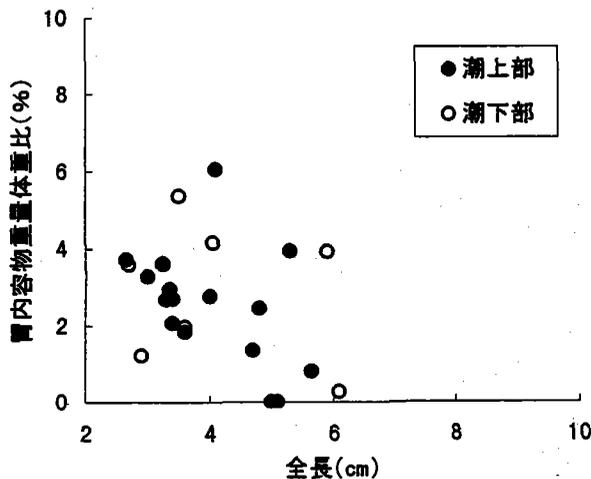


図14. 鳥取県羽合町地先のH1.8型十字礁周囲のヒラメ稚魚の胃内容物重量体重比 (1995年6月18日)

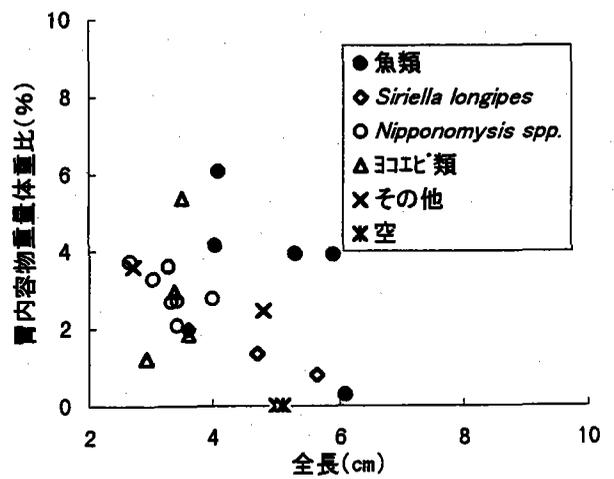


図15. 鳥取県羽合町地先のH1.8型十字礁周囲のヒラメ稚魚が多く捕食した餌料生物と胃内容物重量体重比 (1995年6月18日)

1996年6月には十字礁の周囲のヒラメ稚魚は主にアミ類を摂餌していた。この時、潮上側より潮下側の方が胃内容物重量体重比が高く、摂餌したアミ類の種に違いが見られた。全長4 cmより小さいヒラメ稚魚は *N. toriumii* を捕食したが、4 cmより大きなヒラメは遊泳性の *N. spinosa*、*S. longipes* を捕食した。(図16、17)

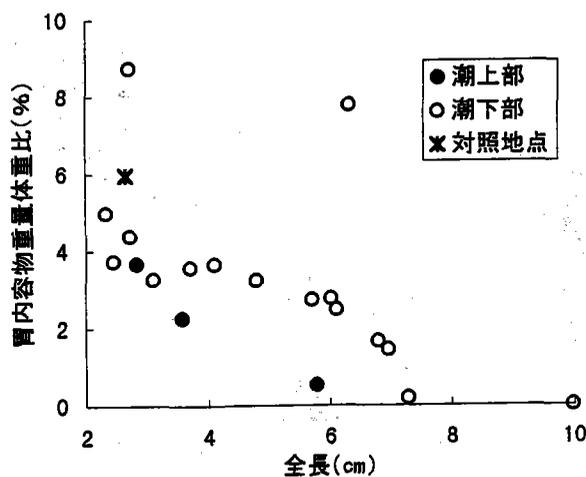


図16. 鳥取県羽合町地先のH1.8型十字礁周囲のヒラメ稚魚の胃内容物重量体重比 (1996年6月23日)

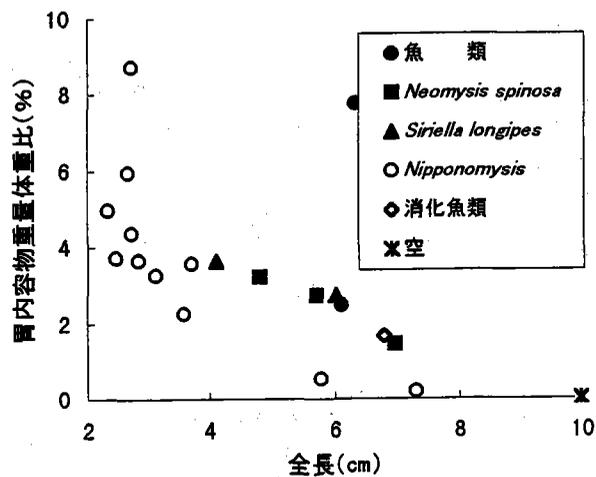


図17. 鳥取県羽合町地先のH1.8型十字礁周囲のヒラメ稚魚が多く捕食した餌料生物と胃内容物重量体重比 (1996年6月23日)

3) 鳥取県泊村地先の試験礁におけるアミ類とヒラメ幼稚魚の分布、摂餌の日周変化

泊村地先の水深10mに設置されている試験礁の周囲にもヒラメ稚魚が多く分布したことから、潜水式囲い網を用いてヒラメ幼稚魚とアミ類を採集し、摂餌状態を調べた。

1995年6月19~24日には、礁の周囲に遊泳性アミ類の*S. longipes*が濃密な群を形成して分布した(図18)。アミは礁の内部には分布せず、礁の潮上側を中心として縁辺を約1mの幅で取り囲むように高さ1m以内の群を形成して分布し、各個体は潮の流れに対向して定位するように遊泳していた。このアミの群は昼間の観察中に継続的に認められ、潜水土による攪乱後も速やかに群を再構成した。この時の*S. longipes*の群の採集密度は最大4700個体/m²にも達した(図19)。

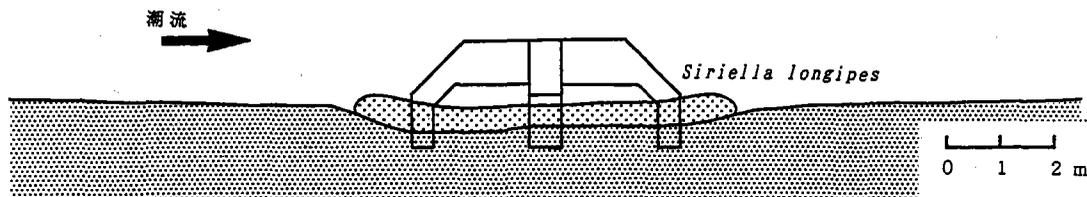


図18. 鳥取県泊村地先の試験礁の周囲のアミ類 (*Siriella longipes*) の蟻集状況の模式図 (1995年6月19日)

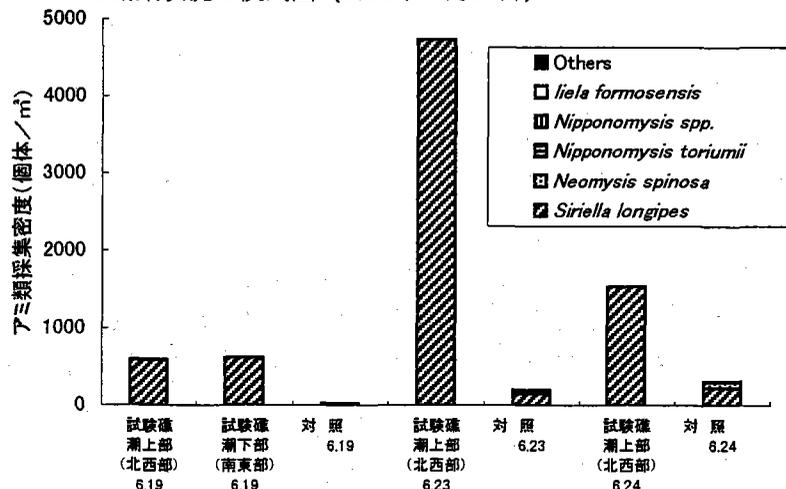


図19. 鳥取県泊村地先の試験礁の周囲のアミ類の採集密度 (1995年6月19, 23~24日)

4) 鳥取県泊村地先の試験礁におけるヒラメ幼稚魚の摂餌とその日周変化

1995年6月19日には試験礁の周囲のヒラメ稚魚は、遊泳性アミ類の*S. longipes*を多く捕食していた。この時、礁の周囲のヒラメの胃内容物重量体重比は対照地点のものよりやや高かった(図20、21)。

この礁は1996年6月には埋没し、2.0H礁の天端は海底から50cmしか出ていなかった。この時、礁の周囲では、ヒラメ稚魚は*S. longipes*を主に捕食し、胃内容物重量体重比は対照地点よりも高い傾向が窺えた(図22、23)。

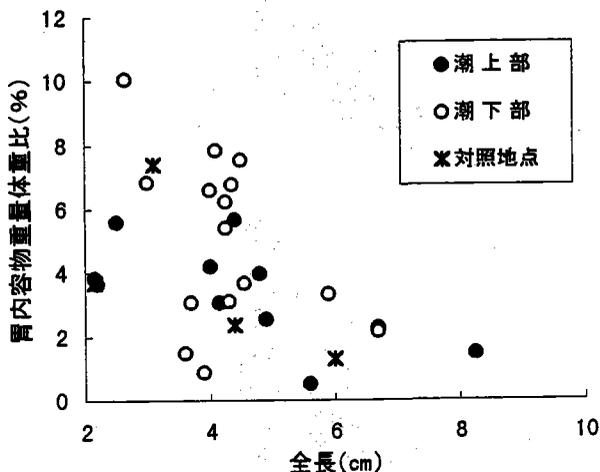


図20. 鳥取県泊村地先の試験礁周囲の周ヒラメ稚魚の胃内容物重量体重比 (1995年6月19日)

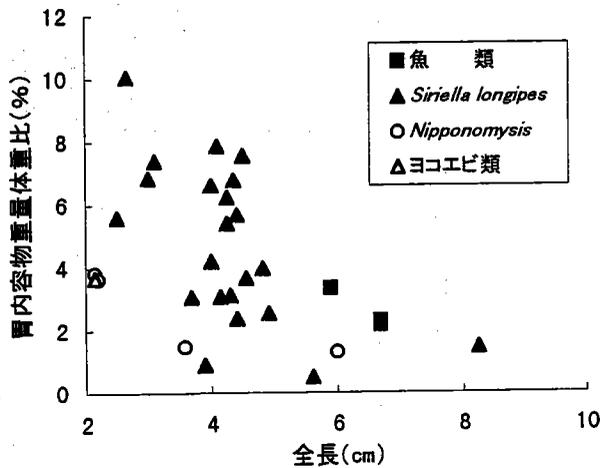


図21. 鳥取県泊村地先の試験礁におけるヒラメ稚魚が多く捕食した餌料生物と胃内容物重量体重比 (1995年6月19日)

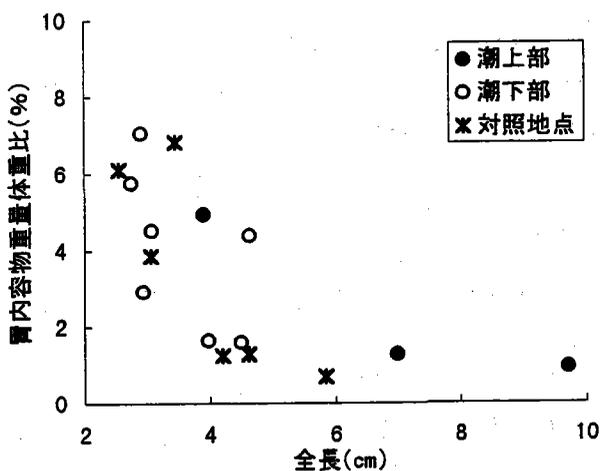


図22. 鳥取県泊村地先の試験礁周囲の周ヒラメ稚魚の胃内容物重量体重比 (1996年6月24日)

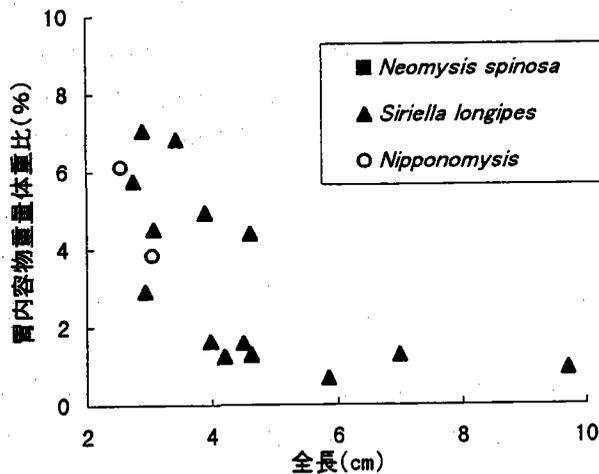


図23. 鳥取県泊村地先の試験礁におけるヒラメ稚魚が多く捕食した餌料生物と胃内容物重量体重比 (1996年6月24日)

礁周囲におけるヒラメ稚魚の摂餌の日周性を検討するために、1995年6月23~24日にヒラメ及びアミ類を昼夜に連続して採集した。

礁の周囲には全長2~8cmのヒラメ稚魚が多く分布し(2~10個体/20m²)、礁から15m離れた地点(1~6個体/20m²)の数倍の密度であった。これらのヒラメ稚魚は、その胃内容物重量比は昼間高く、日没後は低下して日出前に最も低かったことから、夜間は摂餌活動が低下していたと思われる(図24)。また、礁の周囲のヒラメ稚魚は遊泳性アミ類の*S. longipes*を多く捕食していたが、その胃内容物重量体重

比は対照地点と同程度であり、両地点間に明瞭な差は認められなかった。ヒラメ稚魚は日出後にはカタクチイワシシラスを多く食べ、その胃内容物重量体重比が対照地点より大きく、体重の10%を超えるまでに増加していた。この事例からも、魚食性に転換しつつある時期のヒラメ稚魚がカタクチイワシシラスを捕食するのに礁の周囲が都合良いことが窺える。

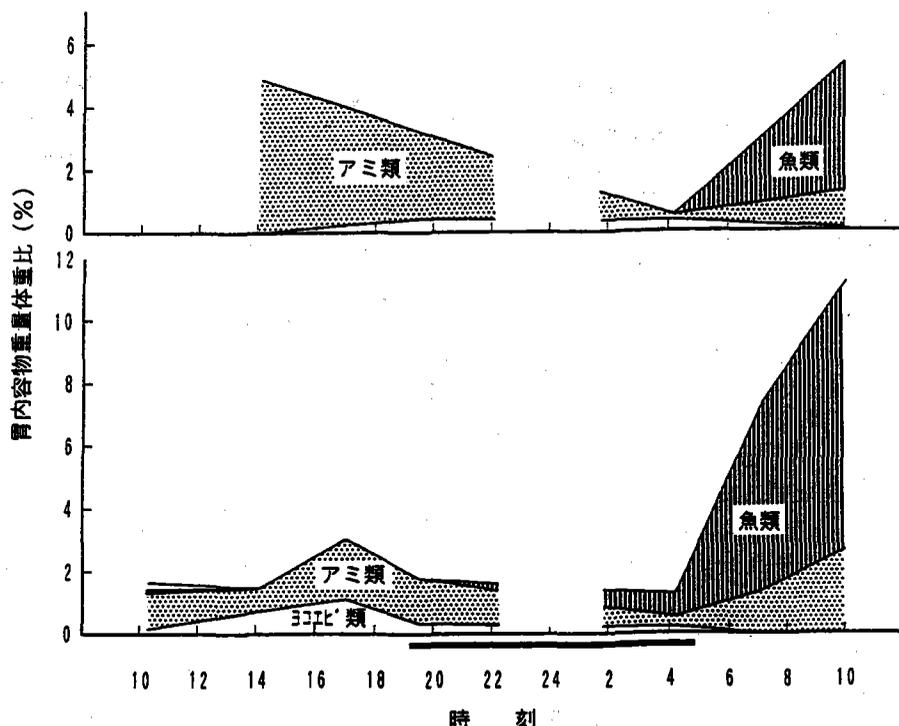


図24. 鳥取県泊村地先の試験礁周囲のヒラメ稚魚の胃内容物重量体重比の日周変化 (1995年6月23~24日)
上: 礁から15m離れた対照地点、下: 試験礁の周囲

考察

本研究では、潜水式囲い網を用いて餌料生物と魚類を同時に採集したことにより、人工構造物（礁）の周囲におけるヒラメ稚魚の摂餌特性の一端を明らかにすることができた。ヒラメ稚魚の餌料生物は成長に伴ってアミ類から小魚へと変わることが知られているが、礁の周囲のヒラメ稚魚は、初期にはアミ類の中でも匍匐性のアミ類を専ら食べ、成長に伴って遊泳性のアミ類へ、さらにカタクチイワシシラスなどの魚類へと替わっているのが認められた。これはヒラメ稚魚の成長に伴って遊泳能力が向上することにより、餌料生物を小型の逃避能力が小さいものから大型の逃避能力が大きいものへ替えることが可能になることによると考えられ、ヒラメ稚魚が摂餌能力に応じて餌料生物を選択的に捕食することが推察される。このことから、礁の設置によるヒラメ生息場造成では、ヒラメの発育段階に応じた餌料生物をヒラメ稚魚が捕食可能な状態に分布させるよう配慮することが重要であると指摘できる。

ヒラメ稚魚の主要な餌料生物であるアミ類は種により特有の行動生態が認められ、潜砂性、匍匐性、遊泳性に大きく分けることができる。その中でも遊泳性のアミ類の蛸集分布はこれまでに数種について海底地形や潮流と密接に蛸集分布が形成されることが報告されている³⁻⁶⁾。本研究の潜水観察においても遊泳性アミ類の *Neomysis spinosa* と *Siriella longipes* が礁の周囲に環境より高密度で蛸集分布するのがしばしば観察された。目視観察からは *N. spinosa* は礁の潮下側に、*S. longipes* は礁の潮上側に多く分布する傾

向が窺われたことから、これらのアミ類は潮流により移動し、礁に接した後に、流況とそれぞれの遊泳特性と相まって礁の潮上と潮下礁に定位して蟻集分布するものと推察される。礁周囲のヒラメ稚魚は、これらのアミ類を多く捕食し、対照地点よりも胃内容重量体重比が高かった。このことから、アミ類が多く分布する水域に設置された十字礁等の礁周囲には、遊泳性アミ類が環境の分布密度よりさらに高密度に分布し、ヒラメ稚魚にある程度好適な餌料環境になるものと推察する。また、匍匐性アミ類の *Nipponomysis toriumi* も礁の潮上側に環境中より明らかに高密度で分布したことから、このアミ類の蟻集によるヒラメ稚魚の餌料環境の向上も期待できる。

十字礁はヒラメ増殖場造成に多く用いられており¹⁾、潜水調査によりヒラメ幼稚魚の餌料となるアジ類が蟻集することが知られていたが、それらをヒラメが捕食する状況は明らかにされていなかった⁷⁾。本研究では、カタクチイワシシラスやマアジ稚魚が礁の潮上側の上方に分布し、礁の潮上に分布するヒラメ幼稚魚がカタクチイワシシラスを多く捕食することを明らかにできた。さらに、礁の海底からの天端高の低いH1.8型十字礁と天端の高いフーチング型十字礁の周囲のヒラメ稚魚の胃内容物とその重量体重比の比較から、礁の天端の高さが1 m程度の十字礁の潮上に蟻集したカタクチイワシなどの餌料小魚がヒラメ幼稚魚の好適な餌料となっていることが推察された。また、本研究と連携して実施した水中テレビによるヒラメの行動生態研究において、十字礁の脚の間の海底からヒラメ幼魚が遊泳してアジ稚魚を捕食する行動が観察されている⁹⁾。これらのことから、十字礁のようにヒラメの行動を妨げることの少ないと考えられる礁を浅海の砂底域に設置し、礁の潮上にカタクチイワシシラスやアジ稚魚などの小魚をヒラメ幼稚魚の捕食に好適な状態に蟻集分布させることにより、礁の周囲をアミ類専食から魚食性になりつつある時期のヒラメ幼稚魚にとって好適な摂餌場として機能させることが期待できると考える。しかしながら、1995年及び1996年の調査では、1994年に認められたような十字礁天端の海底からの高さの違いによる摂餌量、餌料生物の種類に大きな違いは認められなかった。これは、調査時にカタクチイワシの蟻集分布が観察されなかったことと、分布したヒラメ稚魚の多くが小型であるためにその遊泳能力が小さく、このことにより2つの型の礁の周囲にカタクチイワシが分布してもそれらを捕食できないために摂餌状況に差が生じなかったと思われる。

これまで施工されているヒラメ増殖場造成事業の多くは、砂浜に礁を設置することにより礁の周囲に洗掘を起こさせて地形を複雑にし、それによりヒラメ幼稚魚の餌料環境が改善し、ヒラメ幼稚魚の分布密度が向上することを期待している^{1, 9, 10)}。本研究の結果からは、盆状の洗掘地形がヒラメ稚魚の分布量増大に直接的に関与するのではなく、アミ類や小魚などの餌料生物が礁周囲に捕食に都合良い状態で高密度に分布することにより、これらを餌料とするヒラメ稚魚が蟻集し、滞留していることが推察される。また、本研究では、マダイ稚魚やハゼ類がヒラメ稚魚と同様に礁周囲に高い密度で分布することも捉えることができた。マダイ稚魚やハゼ類が十字礁に蟻集分布する過程については未検討であるが、礁の設置により変化した海底地形と底質に起因して餌料生物分布が変化し、これに適した種々の魚類が蟻集分布するものと推定される。このマダイ幼稚魚の蟻集分布の過程は生息場造成技術の改善のために今後の課題としたい。

なお、本研究では礁の周囲の底生魚類とアミ類を定量的に採集するために開発した潜水式囲い網²⁾を用いた。これまでは、底生幼稚魚の分布密度の定量的把握では、潜水による計数¹¹⁾が主に行われているが、ヒラメと他のカレイ類との区別が容易でなく、また、潜水したても網などを用いても逃避するヒラメなどの魚類の採集が困難であることから、礁周囲のヒラメの分布や摂餌状況が把握できなかった^{3, 7, 9)}。これに対して、本研究では潜水式囲い網を用いることにより、桁網の曳網が不可能な礁の周囲やその対照として任意の海底のヒラメ幼稚魚を定量的に採集することが可能となった。その結果、ヒラメ稚魚が十字礁などの構造物の周囲に礁から離れた対照地点より多く分布することと、礁周囲のヒラメ稚魚の摂餌状況が良好であることを明らかにすることができた。潜水式囲い網は、潜水作業であるが故に1日あたり採集可能な標本数が限られるが、魚類採集だけでなく、アミ類の採集でもその定量性が高いと推定される²⁾ことから、今後の人工構造物や藻場等における魚類や餌料生物の生態調査に有益な方法と考える。

以上のように、本研究において礁周囲の魚類とその餌料生物の定量的採集により、十字礁などの礁のヒラメ幼稚魚の培養機能がある程度明らかにすることができた。近年の沿岸魚類資源が低迷している状況では、ヒラメ以外の種々の魚類の生息場造成技術の改善が今後ますます望まれると思われる。このため、人工構造物だけでなく、藻場などの天然環境における魚類とその餌料生物の分布生態を定量的に詳細に検討することにより、種々の魚類の生息に対する環境の持つ培養機能を明らかにすることが肝要と考える。

摘要

本研究により、以下のことを得た。

- ① 水深10～15mに設置された十字礁などの礁の周囲にはヒラメ幼稚魚やマダイ稚魚が礁の無い対照地点より高い密度で分布した。
- ② 十字礁などの礁周囲に蟻集した遊泳性アミ類の *Siriella longipes*などを礁周囲のヒラメ稚魚が捕食し、その胃内容物重量体重比は対照地点よりやや高かった。このことから、礁周囲のアミ類の蟻集分布がヒラメの摂餌に幾分か好適になっていると窺えた。
- ③ 十字礁などの礁周囲のヒラメ幼稚魚は礁の潮上に蟻集分布するカタクチイワシシラス、キス稚魚などの魚類を捕食し、その胃内容物重量体重比は対照地点より高かった。このことから、カタクチイワシシラスなどの小魚が分布する礁周囲がヒラメ幼稚魚の好適な餌料環境となっていると窺えた。
- ④ 礁天端の海底からの高さの違いにより、餌料生物の分布状態が異なり、ヒラメ幼稚魚の摂餌場としての適性が異なることが窺えた。
- ⑤ 潜水式囲い網により底生幼稚魚ならびにアミ類を定量的に採集することが可能となり、構造物の周囲や任意の海底におけるこれらの分布と摂餌状況を検討することができた。
- ⑥ 魚類生息場造成技術の改善のために、礁や藻場の魚類培養機能を明らかにすることが今後ますます重要であると考えられる。

引用文献

- 1) 明田定満 1992: 十字礁による浅海砂浜域の漁場造成。平成3年度東北海区人工魚礁技術研究会会議報告, 71-81.
- 2) 木元克則・日向野純也・足立久美子・高木儀昌・新井健次・寺島裕晃・横山禎人・中畑敬章 1996: 潜水式囲い網による底生性小型魚類とアミ類の定量的採集法, 日本海沿岸の砂浜域における採集例。水工研技報, 18, 45-57.
- 3) 岩手県 1994: 平成4年度広域型増殖場造成事業調査報告書, 綾里白浜地区, 43pp.
- 4) O'Brien, D.P. 1988: Direct observations of clustering (schooling and swarming) behaviour in mysids (Crustacea: Mysidacea), *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 42, 235-246.
- 5) Morioka, Y., and K. Kimoto 1986: Opossum shrimp school from a dip of SCUBA sweeping in a small inlet. *Bull. Seikai. Reg. Fish. Res. Lab.*, 63, 61-71.
- 6) 安永義暢・日向野純也 1990: 砂浜海域構造物周辺的环境と餌料生物の分布に関する基礎調査。水工研報告, 11, 13-42.
- 7) 鳥取県水産試験場 1976: 昭和50年度大規模増殖場開発事業調査報告書, 42pp.
- 8) 高木儀昌・森口朗彦・木元克則・新井健次 1997: 水中テレビカメラを用いた人工魚礁周りの魚類の行動観察, 有索無動力水中テレビカメラの利用について。水工研技報, 19, 29-44.
- 9) 山形県 1991: 平成元年度～2年度, 十里塚地区, 広域型増殖場造成事業調査報告書(ヒラメ), 37pp.
- 10) 木元克則・高木儀昌・内山祐三・大村智宏・日向野純也・足立久美子 1995: 微細海底地形における底生幼稚魚の分布と餌料環境。平成5年度沿岸漁場整備開発事業に関する水産庁研究所研究報告書, 22-32.
- 11) 北海道立中央水産試験場・他5機関 1991: 平成2年度放流技術開発事業報告書, 日本海ブロックヒラメ班, 92-154.