

遺伝学的・生態学的手法による ヒラメ放流技術開発と効果調査事業（概要）

増養殖環境部 大河 俊之

高知県においてヒラメは人工種苗放流尾数が最も多いことから、栽培漁業における最重要魚種と位置づけられている。本研究の目的はヒラメの放流効果把握と効果的な放流手法を確立することである。また、本研究は水産庁の交付金を受けて実施しており、詳細については「平成 17 年度栽培資源ブランド・ニッポン推進事業 広域型中・底層性種グループ（ヒラメ）栽培漁業技術開発事業報告書（平成 18 年 3 月）」において報告した。そこで、ここではその一部である築堤式中間育成場での飼育による馴致効果の検討、土佐湾におけるヒラメの漁獲状況、天然稚魚調査の結果を概要として報告する。

1 築堤式保育場を用いた馴致効果の検討

（1）材料と方法

これまでに検討されていない底質が砂で半自然環境である築堤式中間育成場（以下、保育場）飼育による馴致の効果を評価するために保育場飼育群（以下、馴致群）と陸上水槽飼育群（以下、非馴致群）を放流し、放流直後の追跡調査結果から評価した。評価項目は採集状況、摂餌、成長とした。本試験は無標識で実施したため、ミトコンドリア DNA 調節領域塩基配列分析（以下、mtDNA 分析）による放流魚判別を適用した。

馴致群は、高知県栽培漁業センターから提供を受けた平均全長 28.7mm（以下、サイズと表記）約 51,000 個体であり、陸上水槽での飼育は 36 日間であった。本群は 3,500m² の保育場に移送され、13 日間馴致飼育された後、12,000 個体が 6 月 8 日に県栽培漁業センター保育場から浦ノ内湾内へ放流された。

非馴致群は（独）水産総合研究センター伯方島栽培漁業センターから 5 月 17 日に配布された 29.6mm サイズ約 40,000 個体を 29 日間陸上水槽で中間育成して用いた。非馴致群 17,000 個体の浦ノ内湾への追加放流は、馴致群放流後 7 日目の 6 月 15 日に実施した。

追跡調査は西海区水研Ⅲ型桁網（桁幅 1.5m、目合

い 3mm）で放流試験付近海域を曳網した。曳網には県栽培漁業センター所有船であるサリーナ（1.1 トン）を用いた。なお、馴致群放流時には放流付近海域においてマダイ稚魚が放流された。

遺伝標識による放流群判別は馴致群 30 個体、非馴致群 25 個体を調べ、2 放流群が混獲されていると考えられる非馴致群追加放流後に採集された個体について調べた。放流群の由来は再捕個体と各放流群の塩基配列を比較することによって推定した。また、天然魚を放流魚と誤判定する可能性を検討するため、H16 年 4 月 30 日に採集された天然稚魚 21 個体の塩基配列も調べ、放流魚のデータと比較した。

（2）結果と考察

1）放流群の遺伝情報

馴致群は 25 個体から 5 種、非馴致群は 30 個体から 7 種の塩基配列型が検出された。両群に共通して出現した塩基配列型は 1 種のみで、馴致群 11 個体と非馴致群 1 個体で共有されていた。この塩基配列型以外は放流群間ですべて異なっていた。よって、基本的にはこの 2 放流群は遺伝的に判別可能であると考えられた。

2）天然魚の遺伝情報

天然稚魚 21 個体から 19 タイプの塩基配列型が検出され、基本的に天然ヒラメは遺伝的に極めて多様であった。また、これら天然魚の塩基配列型は本試験放流群のそれと全て異なっていた。このことから、天然魚を放流魚と誤判定する可能性は極めて低いことが確認された。

表 1 馴致放流比較試験における採集個体数
mtDNA 分析による放流魚判別結果

| 採集日 | 馴致群 (放流後日数) | 非馴致群 (放流後日数) | 不明 | 未分析 | 合計 | 平均 全長 (mm) | 曳網 時間 (分) |
|-------|----------------|-----------------|----|-----|----|------------------|-----------------|
| 6月10日 | 23 (2) | - | - | - | 23 | 87.2 | 17.0 |
| 6月14日 | 12 (6) | - | - | - | 12 | 82.0 | 22.1 |
| 6月17日 | 3 (9) | 29 (2) | 3 | 2 | 37 | 81.4 | 44.2 |
| 6月21日 | 2 (13) | 5 (6) | 1 | 2 | 10 | 77.3 | 32.7 |
| 7月4日 | 1 (26) | 0 (19) | 0 | 2 | 3 | 101.3 | 27.8 |
| 7月13日 | 1 (35) | 1 (28) | 0 | 0 | 2 | 109.2 | 37.3 |
| カゴ調査 | - | - | - | 10 | 10 | 130.8 | - |
| 計 | 42 | 35 | 4 | 16 | 97 | | 181.1 |

3) 再捕個体とその由来

桁網による追跡調査は馴致群放流後2日から35日目（非馴致群放流後28日）まで継続され、調査期間中に再捕された放流ヒラメは87個体であった。これらのうち、非馴致群放流後に採集された52個体をmtDNA分析に供した結果、46個体についてmtDNA調節領域前半部の塩基配列データを得た。これを放流群のデータと比較した結果、7個体が馴致群、35個体が非馴致群の塩基配列型と一致した（表1）。また、4個体は2放流群の塩基配列型と一致しなかったことから、不明個体とした。

4) 各放流群の再捕状況

馴致群は放流後2日に23個体が再捕された後に減少し、放流後9日以降は再捕個体数が3個体以下とほとんど再捕されなかった（表1）。また、非馴致群も同様の傾向を示し、放流後2、6日後にそれぞれ29、5個体が再捕された後はほとんど再捕されなかった。

本試験及び調査は放流時の個体数や調査日ごとの努力量が異なるため、直接再捕個体数から再捕の状況を比較することはできない。そこで、各採集日における各放流群の曳網時間あたりの採集個体数（個体/分）を各放流群の放流個体数で割ることによって修正した値から比較した。その結果、放流後10日以降に違いは認められなかったが（図1）、放流直後である放流後2、6日後は馴致群の方が高い率で採集されていた。また、H15年度に同海域で実施された馴致群の追跡調査結果（高知水試、2004）と比較すると、本年度の馴致群は放流直後に多く再捕されていたと考えられた。

5) 摂餌

各採集日における各群の摂餌個体率（摂餌率）は再捕状況の傾向と類似した（図2）。すなわち、放流後2、6日目における馴致群の摂餌率は非馴致群より高く、その後は2群とも同様の傾向であった。

放流直後における馴致群の胃内容物重量はマダイ稚魚で占められた（図3）。しかし、その後減少し、非馴致群放流後は馴致、非馴致群ともにマダイ稚魚が摂餌された事例は認められず、胃内容物はハゼ稚

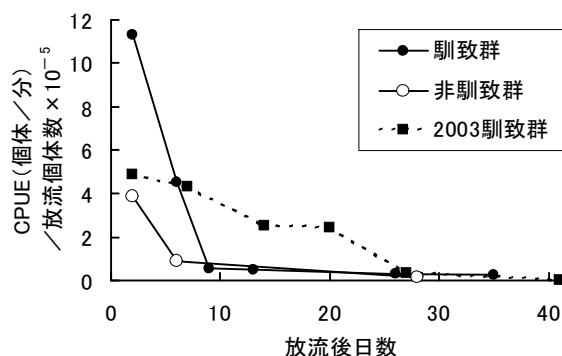


図1 馴致、非馴致群の採集状況

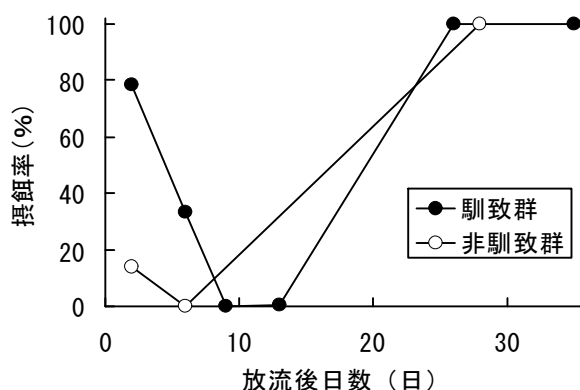


図2 馴致、非馴致群の摂餌率

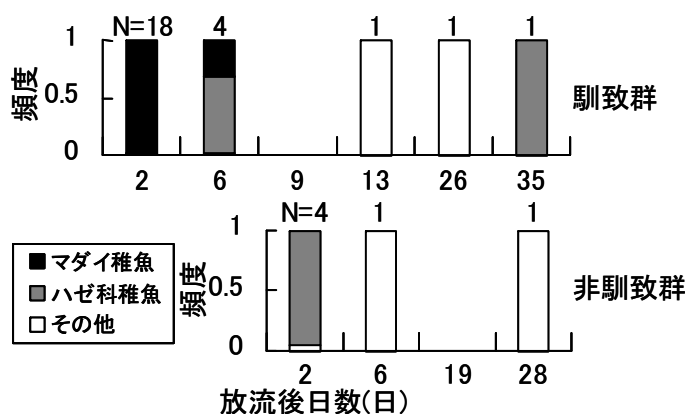


図3 馴致、非馴致群の胃内容物重量組成
グラフ上の数字は調査個体数を示す

魚か不明であった。本海域では馴致群放流時にマダイ稚魚が放流されたために本来の状況ではなかった可能性が高く、試験海域における生物餌料はハゼ科稚魚が主要であると考えられた。

このことを考慮すると、前項において馴致群の方が良好な採集状況であったことはこのような餌料環境の違いで滞留期間が長くなったために起きたことが唆された。よって、馴致群と非馴致群の生残は本調査結果よりも近い可能性が考えられた。

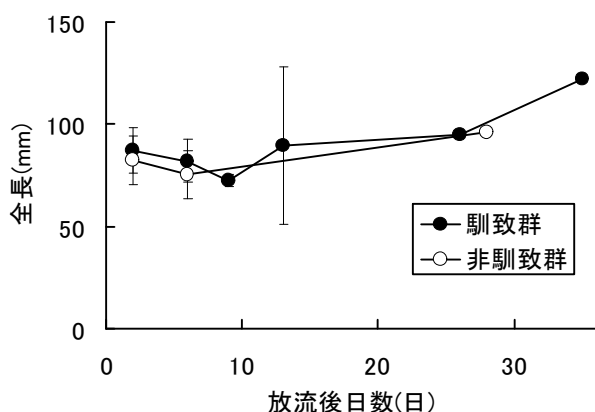


図4 馴致、非馴致群の成長

6) 成長

各放流群の平均全長は馴致群では放流後9日目まで、非馴致群では放流後6日目まで減少する傾向が認められた(図4)。再捕状況においてこの期間は顕著な減少傾向が認められるため(図1)、大型個体が調査海域外へ移動した可能性が考えられた。

(3) まとめ

調査海域外へ移動したと思われた個体の生残状況は本調査の結果では明らかにできなかった。この問題を検討するには漁獲状況を比較する必要がある。しかし、放流試験を実施した浦ノ内湾ではこれまでの遺伝標識を用いた放流群追跡結果から他海域由来の個体が高率で漁獲されることが示されており(高知水試、2005)、本試験で放流された群と同じ由来群は高知県他海域でも放流されている。よって、漁獲時には他の放流群と2放流群が混合すると考えられることから、これらの放流群を漁獲まで追跡することは難しいと考えられた。

本試験結果から、基本的に馴致群及び非馴致群の放流直後の生態は類似していたと考えられた。この

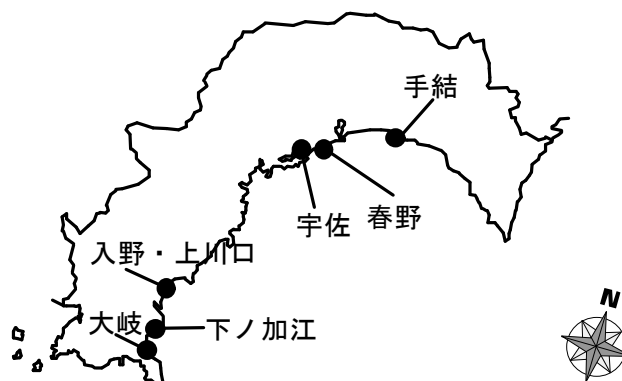


図5 天然稚魚調査実施地点

要因として用いられた放流ヒラメは約80mmサイズと比較的大型であったことから、両群における生残率が近かった可能性が考えられた。築堤式保育場を用いたヒラメ稚魚の中間育成は前述のように健苗性に関する利点もあると考えられ、これらを考慮して本手法を評価する必要がある。

2 土佐湾におけるヒラメ漁獲状況

(1) 材料と方法

本事業実施場所を中心として高知市、御豊瀬、深浦、錦浦の漁協市場の職員に市場調査員を依頼し、水揚げされたヒラメの全長(または体重)、色素異常及び標識の有無を調査した。

(2) 結果と考察

高知県中部に位置する4漁協のH17年度4月から12月における無眼側黒化個体混獲率は13~64%と場所によって異なった(表2)。また、H12年度以降、市場によっては混獲率や漁獲個体数の減少が認められていたが、本年度は前年と比較して大きな違いは認められなかった。

表2 市場調査結果

| 市場名 (調査期間) | H17 | | H16 | | H15 | | H14 | | H13 | | H12 | |
|----------------|---------|-----------------|---------|-----------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | 混獲率 (%) | 調査尾数/ 水揚げ個体数 | 混獲率 (%) | 調査尾数 | 混獲率 (%) | 調査尾数 | 混獲率 (%) | 調査尾数 | 混獲率 (%) | 調査尾数 | 混獲率 (%) | 調査尾数 |
| 御豊瀬 (4~12月) | 23 | 107 /200 | 18 | 180 | 32 | 121 | 37 | 82 | 54 | 184 | 20 | 184 |
| 高知市 (4~12月) | 13 | 15 /1,213 | 9 | 1,177 | 15 | 642 | 14 | 492 | 13 | 1,722 | 11 | 738 |
| 深浦 (4~12月) | 64* | 28 /137 | 74* | 35 /97 | 56 | 81 | 85 | 140 | 72 | 165 | 71 | 227 |
| 錦浦 (4~12月) | 30 | 1,174 /- | 34 | 1,049 | 33 | 1,236 | 35 | 1,534 | 41 | 1,766 | 56 | 1,844 |

*:水産試験場職員による調査

3 天然稚魚調査

(1) 材料と方法

天然ヒラメ稚魚の生態情報は放流手法を考える上で有用な情報であるが、高知県及びその近隣海域ではほとんど知見がない。そこで、昨年度から天然稚魚の調査を開始し、土佐湾中部に位置する土佐市宇佐(図5)において浅海砂浜域への加入盛期及び移出までの成長に関する知見を得た(高知水試、2005)。しかし、高知県は約700kmと長い海岸線を有しており、場所によって沿岸域の様相は大きく異なっている。よって、ヒラメ稚魚の生態や資源構造に地理的変異が存在する可能性が考えられることから、本年度の調査目的は高知県中西部におけるヒラメ稚魚の出現状況を調べることにした。また、放流に際して資源構造を考慮することは重要であり、天然稚魚は放流種苗の影響が最も少ないサンプルであることから、これらの遺伝的な地理的差異についても併せて検討した。

1) 天然稚魚調査

調査地点は高知県中部から3点、西部から4点の砂浜海岸を選択し(図5)、宇佐は約2週間隔で、他の地点は約4週間隔で実施した(表3)。調査開始は宇佐が加入開始時期を把握する目的から2月上旬、他地点は宇佐での調査で加入が多く認められる時期とした。調査終了はヒラメの採集がなくなるまでとした。採集は西海区水研Ⅲ型桁網(桁幅1.5m、目合い3mm)を用いた。宇佐における採集は水深2.0~4.0及び5.0~8.0mを船(1.1t)で、0.5~1.5mの汀線域を人力で曳網した。他地域は水深0.5~1.5mを人力で曳網した。採集個体の固定および測定はエタノールおよび全長、体長とした。

2) 遺伝的差異の検討(佐合、2006)

これまで日本周辺海域で検討されている地理的な遺伝的差異研究は比較的多くの知見が蓄積されており、その中から地域差異が検出されている背鰭鰭条数とマイクロサテライト分析をここではマーカーとして用いることにした。背鰭鰭条数は体長20mm以下を軟硬骨2重染色、体長20mm以上を軟X線撮影した後に計数した。後者はマイクロサテライト5マーカー座についてPCR法によって抽出された各個体の粗全DNAを反応させ、その産物を自動シーケンサー

(Beckman社CEQ-8000)にて泳動、サイズ決定することでデータを得た。

(2) 結果と考察

1) 天然稚魚調査

調査期間はH18年2月7日から8月3日であった。すべての地点でヒラメが採集され、全部で457個体が採集された(表3)。また、4個体はサイズから前年発生群と考えられた。

①宇佐の調査結果

調査が開始された2月7日にヒラメは採集されなかったが、2月21日から小型個体が採集され始め、3月が調査海域への加入の盛期であった(表3、図6)。この時期は水深0.5~1.5m及び1.5~8.0mの両方で採集されており(図7)、着底直前の個体(南(1982)による発生段階区分のG、Hステージ)も含ま

表3 ヒラメ天然稚魚採集結果

| 場所 | 採集日 | 採集個体数 | 曳網時間(分) | 採集個体数 | 曳網時間(分) | 場所 | 採集日 | 採集個体数 | 曳網時間(分) | 採集個体数 | 曳網時間(分) | |
|------|------|-------|---------|-------|---------|------|------|-------|---------|-------|---------|---|
| 宇佐 | 2/7 | 0 | 36.0 | 0 | 25.8 | 入野 | 3/24 | 0 | 13.5 | - | - | |
| | 2/21 | 1 | 38.6 | 4 | 17.0 | | 5/8 | 1 | 8.0 | - | - | |
| | 3/16 | 16 | 34.5 | 21 | 27.0 | | 7/22 | 0 | 5.0 | - | - | |
| | 3/31 | 43 | 45.0 | 38 | 28.2 | | 上川口 | 3/24 | 1 | 13.0 | - | - |
| | 4/7 | 34 | 36.5 | 11 | 27.0 | 5/8 | | 1 | 12.3 | - | - | |
| | 4/24 | 34 | 37.5 | 7 | 15.8 | 7/22 | | 0 | 18.0 | - | - | |
| | 5/11 | 6 | 36.8 | 2 | 28.3 | 下ノ加江 | | 3/25 | 7 | 33.5 | - | - |
| | 5/20 | 1 | 40.5 | - | - | | 5/7 | 5 | 22.5 | - | - | |
| 5/23 | 9 | 38.0 | 1 | 21.3 | 5/24 | | 43 | 62.5 | - | - | | |
| 5/30 | 0 | 38.8 | 0 | 36.2 | 6/23 | | 0 | 23.0 | - | - | | |
| 6/14 | 0 | 36.2 | - | - | 手結 | 3/14 | 64 | 26.2 | - | - | | |
| 手結 | 4/11 | 65 | 24.0 | - | | - | 大岐 | 3/25 | 0 | 19.5 | - | - |
| | 5/13 | 5 | 26.3 | - | | - | | 5/7 | 3 | 18.5 | - | - |
| | 6/6 | 7 | 13.3 | - | | - | | 6/23 | 1 | 14.5 | - | - |
| | 8/3 | 0 | 20.5 | - | - | 春野 | | 3/15 | 0 | 11.9 | - | - |
| 4/14 | 0 | 4.0 | - | - | 4/14 | | 0 | 4.0 | - | - | | |
| 5/26 | 25 | 9.5 | - | - | 5/26 | | 25 | 9.5 | - | - | | |
| 7/4 | 1 | 11.8 | - | - | 7/4 | | 1 | 11.8 | - | - | | |
| 中部計 | | 310 | 450.2 | 85 | 305.8 | 西部計 | | 62 | 263.8 | - | - | |

*: 船による曳網

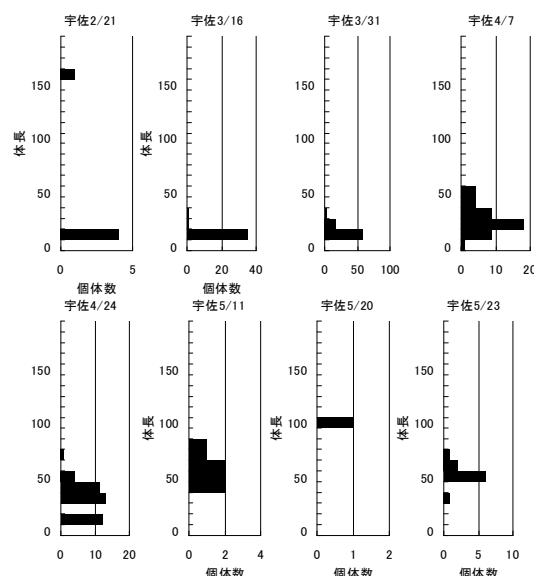


図6 宇佐における0歳魚の体長組成

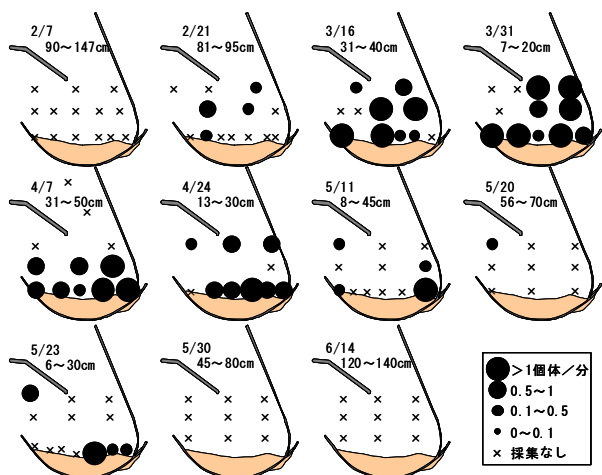


図7 宇佐における0歳魚の分布と調査時の潮位

れていたことから、着底は広い水深帯で起こっていたと考えられた。その後の採集は水深0.5~1.5mが主となり、50mm以上の個体の採集が少なくなったことから、着底稚魚は浅所に分布を変え、体長約60mmで調査海域から移動したと考えられた。

本海域では昨年度も同様の調査が実施されており(高知水試,2005)、その結果と比較した。着底盛期、移動様式や時期はほぼ同じであったが、昨年度の調

査海域外への移動した体長は80mm(100mmサイズ)以上であったことから本年度と異なっていた。よって、ヒラメ稚魚の浅海砂浜域における利用状況には年変動があると考えられた。

②手結の調査結果

3月の調査開始から小型個体の加入が認められ、4月の調査でも継続していた(図8)。その後、5月及び6月の調査における採集個体数は減少し(表3)、その平均体長はそれぞれ44.3及び47.5mmであった。宇佐における5月の平均体長は57.6~61.2mm(1個体の採集日は除く)であったことから、本海域の採集個体は小さいと考えられた。この要因として、調査海域への移動サイズがより小さい可能性もあるが、減耗の可能性も考えられた。

③下ノ加江の採集結果

下ノ加江では3、5、6月に調査を4回実施したが、3月25日及び5月7日の調査では採集個体数が少なく、加入状況や成長を把握することはできなかった(図9)。しかし、5月24日の調査は遺伝的な地理的比較を目的として長時間曳網した結果、平均体長71.9mm、50mm以上の大型個体が多く採集された。

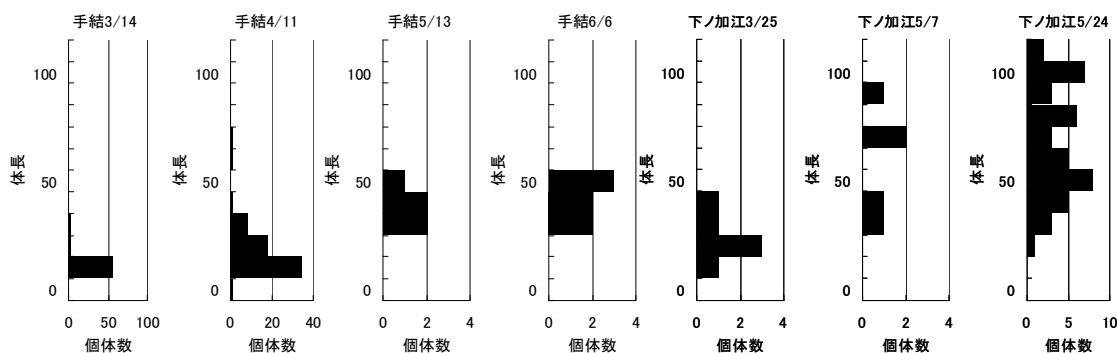


図8 手結における0歳魚の体長組成

図9 下ノ加江における0歳魚の体長組成

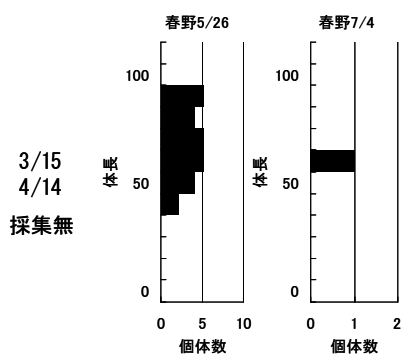


図10 春野における0歳魚の体長組成

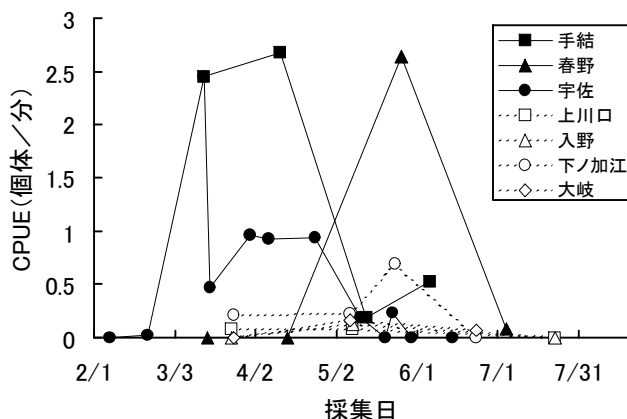


図11 各地点におけるCPUEの推移

この結果から、本海域のヒラメ稚魚は密度が低いものの、5月以降も調査海域内に分布していたと考えられた。また、宇佐や手結と比較すると調査海域外への移動サイズは大きく、100mm以上と考えられた。

④春野の調査結果

春野では着底直後の個体は全く採集されず、5月26日に平均体長73.4mm、25個体と大型個体がまとめて採集された(表3、図10)。よって、本海域では着底が調査海域から深い場所で起こっていたと推定された。

⑤西部他海域の調査結果(上川口、入野、大岐)

これらの海域における採集個体数は少なく、他の4地点のような生態情報を得ることはできなかった(表3)。入野は波浪や離岸流の影響が強く、調査を十分に実施することはできなかったが、他の2地点は比較的穏やかで遠浅であったことから十分調査可能であった。

⑥分布密度の比較

各調査地点における調査日ごとの曳網時間あたりの採集個体数をCPUEとして計算し、地点間で比較した(図11)。なお、宇佐のデータは水深0.5~1.5mのデータを用いた。その結果、各地点におけるCPUEの最大値は中部で高く、西部で低い傾向が明瞭に認められた。

西部海域の調査は全て水深0.5~1.5mに限られていたため、より深い水深にヒラメ稚魚が分布している可能性がある。しかし、高知県においてH13~15にヒラメは年間27~28トン(中国四国農政局高知統計・情報センター、2003~2005)漁獲されているが、西部海域では大方町及び土佐清水市において2~4トンが漁獲されている。また、その無眼側黒化率は63~78%と非常に高いことから(土佐清水漁業指導

所、2003~2005)、西部海域の天然資源量は中部海域よりも基本的に少ないことが示唆される。よって、浅海砂浜域におけるヒラメ稚魚の分布は中部の方が高い密度であると考えられた。今後、西部海域における稚魚の深所における分布や浮遊期仔魚の発生状況調査による検証が必要である。

2) 遺伝的差異の検討

①背鰭鰭条数

背鰭鰭条数計数に供した個体数は330個体で、軟硬骨2重染色は237個体、軟X線撮影は93個体に対して行った。春野、上川口、入野、大岐は個体数が少なかったため、宇佐(n=143)、手結(n=98)、下ノ加江(n=54)の3地点間で比較し、これら3地点の背鰭鰭条数の平均値はそれぞれ75.8、75.9、76.5であった(表4)。この3地点間の異質性を一元配置分散分析で検討した結果、有意な異質性は認められなかった(df=294、F=1.54、p=0.22)。

②マイクロサテライトマーカー

マイクロサテライト分析に供した個体数は206個体で、採集個体数が多かった宇佐、手結、下ノ加江からそれぞれ76、77、54個体を分析した。全ての個体において各マーカー座がPCRされ、それぞれについてPCR産物のサイズデータを得た。各地点間におけるサイズデータの頻度についてモンテ・カルロシミュレーションで検定した結果、有意な異質性は検出されなかった(p=0.74、表5)。

③まとめ

背鰭鰭条数及びマイクロサテライト分析から、高知県中西部に遺伝的な異質性は検出されなかった。よって、対象海域においてヒラメは一つの集団を形成していると考えられ、前項において観察されたヒラメの生態的な地理的変異に遺伝的要因は含まれて

表4 背鰭鰭条数計数結果

| 採集地点 | 個体数 | 二重染色 個体数 | 軟X線 撮影 個体数 | 平均±標準偏差 |
|------|-----|-------------|------------------|-------------|
| 宇佐 | 143 | 105 | 38 | 75.8 ± 2.56 |
| 手結 | 98 | 46 | 52 | 75.9 ± 2.29 |
| 春野 | 28 | 28 | 0 | 76.5 ± 2.86 |
| 上川口 | 2 | 1 | 1 | 74.0 ± 1.41 |
| 入野 | 1 | 1 | 0 | 77.0 ± - |
| 下ノ加江 | 54 | 53 | 1 | 76.5 ± 2.55 |
| 大岐 | 4 | 3 | 1 | 73.0 ± 2.00 |
| 計 | 330 | 237 | 93 | 76.0 ± 2.52 |

表5 マイクロサテライトデータ頻度検定結果(各値は異質性が存在する確率を示す)

| マーカー座名 | 下ノ加江 | 下ノ加江 | 宇佐 | Total |
|-------------|---------|---------|---------|-------|
| | & 宇佐 | & 手結 | & 手結 | |
| PoGT17* | 0.68 | 0.46 | 0.56 | 0.64 |
| PoTGCA05* | 0.52 | 0.89 | 0.77 | 0.82 |
| PoGT15-1* | 0.36 | 0.39 | 0.09 | 0.21 |
| PoCA04* | 0.75 | 0.52 | 0.11 | 0.44 |
| PoGTCA03-1* | 0.59 | 0.89 | 0.38 | 0.70 |
| Total | 0.83 | 0.87 | 0.24 | 0.74 |

いないと考えられた。しかし、分布密度には地域的傾向が認められていることから、本海域のヒラメ集団は完全に均質ではなく、中部に分布の中心があり、西部の密度は低い可能性が考えられた。このことは本海域におけるヒラメの資源構造を考える上でも重要であるため、稚魚期だけでなく、他の生活史におけるデータも含めて考える必要がある。

(3) 放流事業との関連

高知県では5月に平均約50mm、6月以降に平均80～100mmサイズで種苗放流が実施されている(図12)。しかし、本研究で4月から5月に採集された天然稚魚のサイズは放流サイズよりも大きい場合があった。また、天然稚魚の浅所における分布は基本的に5月以降に減少することを考慮すると、水深0.5～1.5mでの放流を現在のサイズや時期に実施することは適切な時期からはずれている可能性が高いと考えられた。

(4) 今後について

本調査の結果、ヒラメ天然稚魚には浅所から深所への移動サイズ、利用時期や期間のように地域的にまとまらない生態的な差異が観察された。また、この地理的変異には宇佐の調査結果から年変動が存在することも示唆された。天然海域においてこのような変異の幅を把握することは放流に適した条件を考える上で重要であると思われる。

今後、天然稚魚の浅海砂浜域における出現状況の地理的変動及び年変動に関する知見を蓄積するとともに、放流試験による実証が必要と考えられた。また、本調査で対象とした海域は中西部のみで東部海域、特に室戸岬以東の海域が含まれていないため、今後調査対象に含める必要がある。

4 引用文献

- 高知県水産試験場(2004)平成15年度資源増大技術開発事業報告書 高知-5.
- 高知県水産試験場(2005)平成16年度資源増大技術開発事業報告書 高知-10.
- 佐合慶祐(2006)高知県中西部におけるヒラメ稚魚の出現と遺伝的特性把握に関する研究 高知大学卒業論文.
- 土佐清水漁業指導所(2003)平成13年度水産業改良普及事業報告書 103-115.
- 土佐清水漁業指導所(2004)平成14年度水産業改良普及事業報告書 110-113.
- 土佐清水漁業指導所(2005)平成15年度水産業改良普及事業報告書 68-70.
- 南卓志(1982)ヒラメの初期生活史 日本水産学会誌 48, 1581-1588.
- 中国四国農政局高知統計・情報センター(2003～2005)高知県漁業の動向 高知農林統計協会.

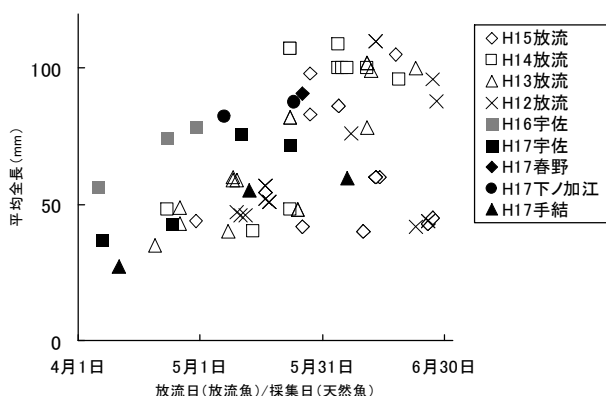


図12 天然稚魚と放流種苗サイズの関係