

香川県備讃瀬戸における小型機船底びき網によって漁獲された 異体類2種（ヒラメとメイタガレイ）の生存率

山本昌幸・高砂 敬*

Survival rate of flatfish, *Paralichthys olivaceus* and *Pleuronichthys cornutus*,
caught by beam trawl nets in Bisan-Seto, Kagawa Prefecture

Masayuki YAMAMOTO, Kei TAKASAGO*

キーワード：ヒラメ，メイタガレイ，放流，栽培漁業，小型底びき網，生存率，瀬戸内海

香川県においてヒラメ *Paralichthys olivaceus* とメイタガレイ *Pleuronichthys cornutus* は重要な水産資源であり、2002年には本県でヒラメとメイタガレイはそれぞれ133トン、330トン漁獲された¹⁾。また、ヒラメにおいては資源の増加のため、本県では1993年～2002年に年間約80万尾の人工種苗が放流されている²⁾。本県において、ヒラメとメイタガレイは小型機船底びき網、刺網、定置網などで漁獲される。そして、この中でも小型機船底びき網の漁獲割合が最も高く、2002年にヒラメとメイタガレイは小型機船底びき網によって、それぞれ73トン（55%）、303トン（92%）漁獲されていた。

本県では小型機船底びき網漁業者の自主的な資源管理の一環として、全県（播磨灘、備讃瀬戸、燧灘）でヒラメ全長28cm以下の小型魚の再放流、播磨灘と備讃瀬戸西部海域などでメイタガレイ15cm（一部16cm）以下の小型魚の再放流が実施されている³⁾。これまで日本各地において底びき網で漁獲された魚類や甲殻類の生存率は調べられているが⁴⁻¹¹⁾、瀬戸内海備讃瀬戸の小型機船底びき網におけるヒラメとメイタガレイの報告はない。小型魚再放流の実践活動の定量的な効果評価および生存率向上のための基礎資料として、再放流した場合の生存率を知る必要がある。そこで、備讃瀬戸の小型機船底びき網（手繰り第2種 えびこぎ網）で漁獲されたヒラメとメイタガレイを再放流した場合の生存率について調べた。

調査に協力して下さった高松市瀬戸内漁業協同組合所属の小型機船底びき網漁業者の湊谷照雄氏および湊谷義雄氏、調査に対して貴重な意見を頂いた香川県資源管理型漁業実践会議および漁業者検討会（高松地域、中讃地域）の委員に深謝する。なお、本研究は水産庁補助事業、複合的資源管理型漁業促進対策事業の一部による

ものである。記して感謝の意を表する。

材料および方法

ヒラメ人工種苗の生存率

曳網試験 1998年9月～12月に高松市瀬戸内漁協所属の底びき網を用いて、瀬戸内海備讃瀬戸東部の高松市地先で（図1）調査を計3日（計9曳網）行った（表1）。調査海域の水深は10～25m、底質は礫～砂であった。この時期に本海域において小型底びき網でヒラメ当歳魚が漁獲されるが、1時間程度の曳網で常に漁獲されることはないため、今回は人工種苗のヒラメを用いて生存率を調べた。

高松市東に位置する庵治町の種苗生産施設から高松漁港まで（所要時間約40分）、酸素を注入した250ℓ水槽にヒラメ人工種苗を収容して運送した。そして、高松漁港から調査海域までは、ヒラメを漁船に備えてある活魚水槽（活け間）に入れておいた。今回標本として使用されたヒラメ人工種苗は、すべて無眼側側黒化個体であった。ヒラメを入網直前に小型機船底びき網漁船（手繰り第2種 えびこぎ網；以下、底びき網と称する）の小袋網と袋網に入れて、曳網時間を30分、60分、90分の3段階に設定して、通常通りの操業を行った。曳網中に表層水温を記録した。揚網後、小袋網と袋網それぞれの漁獲物から、入網時に入れておいた無眼側側黒化ヒラメを取り出し、直ちに活魚水槽に入れた。曳網調査時に1曳網ごとに漁獲物重量（貝殻や海底ゴミを含む）を測定した。そして、実験に供されたヒラメは、高松漁港から水産試験場まで（所要時間約30分）、250ℓ水槽に収容して運んだ。なお、水温が25℃を超える時期には、水温が上昇しないよう適宜海水氷を投入した。人工種苗ヒラメが輸送によるスト

*現 香川県水産課

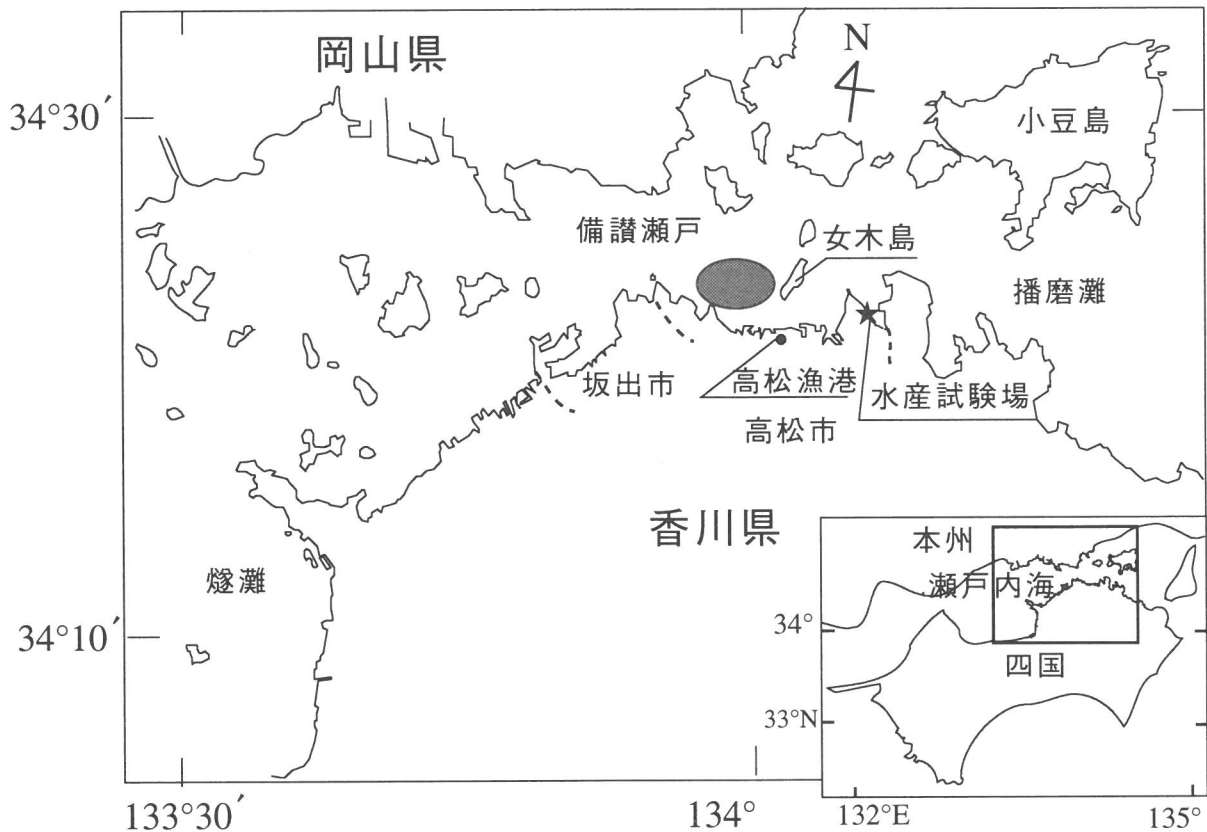


図1 調査場所

表1 調査日時の記録および漁獲1週間後のヒラメ（人工種苗）の生存率

調査日	水温 (°C)	平均全長cm ±標準偏差	回数	曳網時間 (分)	入網時個体数		揚網時個体数		生存率%		漁獲物重量kg*	
					袋網	小袋網	袋網	小袋網	袋網	小袋網	袋網	小袋網
1998年9月8日 (中潮)	28.0	12.2±1.17	1	90	10	10	7	12	43	17	46	15
			2	60	10	10	4	12	75	17	497	12
			3	30	11	11	5	11	20	0	125	8
			対照区							100(11)		
1998年10月13日 (小潮)	25.7	14.9±1.22	1	90	10	10	6	14	83	86	43	9
			2	60	10	9	8	10	88	80	35	4
			3	30	10	10	8	12	100	100	31	1
			対照区							100(6)		
1998年12月1日 (中潮)	16.1	20.1±1.39	1	90	10	10	9	11	100	91	43	6
			2	60	10	10	10	10	100	100	10	1
			3	30	9	9	10	8	100	100	33	1
			対照区							100(6)		

*漁獲対象物および投棄物（貝殻、ヒトデ、海藻、木片等）の合計

レスによって死亡しないか調べるため、底びき網の網に入れなかったが、種苗生産施設から水産試験場まで同様な方法で収容され、運ばれてきたヒラメを対照魚として設定した。

試験場では濾過海水を掛け流した水槽で7日間、無給餌で飼育し、毎朝9:00前後にヒラメの生存を確認し、1週間後に生存していた個体を生存個体として扱った。

ヒラメの全長は死亡が確認された時点あるいは試験終了後に1mm単位で測定した。

データの解析 入網時に底びき網の袋網および小袋網の中に入れた人工種苗ヒラメは網の中で移動したり網外へ出たりしたため、それぞれの網で入網時個体数と揚網時個体数が異なっていることがあった。本研究では生存率の算出には揚網時の個体数を基準として、次式により生

生存率を算出した。

$$\text{生存率 (\%)} = (\text{1週間後に生存していた個体数}) / (\text{揚網時の個体数}) \times 100.$$

袋網と小袋網の生存率を比較するため、ウイルコクソン符号順位和検定¹²⁾を行なった。次に水温と曳網時間が生存率に影響を与えているかみるため、2元配置分散分析¹²⁾を行った。ここで、水温が高い群の方が供試魚の全長が小さいが、平均全長12cm, 15cm, 20cmそれぞれの生存率は大きく変わらないことから⁷⁾、魚体の大きさが生存率に与える影響はないものと仮定した。また、漁獲物が多いと生存率が減少するのを見るため、漁獲物重量と生存率の関係をピアソンの相関係数¹²⁾を用いて検定した。なお統計解析にはEXCEL2000アドインソフトStatcel¹³⁾を用いた。

メイトガレイの生存率

1999年3月12日と8月27日に前述の高松市地先(図1)において調査(計7曳網)を行った(表3)。高松市瀬戸内漁協所属の底びき網を用い、曳網時間は30分~91分に設定し、曳網時間以外は通常通りの操業を行った。揚網後、小袋網、袋網それぞれから漁獲されたメイトガレイを選別し、活力が落ちないように直ちに漁船に備えてある活魚水槽に入れた。そして、高松漁港から水産試験場に持ち帰るため、酸素を注入した250ℓ水槽にメイトガレイを入れて輸送した。試験場では前述のヒラメ人工種苗生存率の測定法と同じく、濾過海水を掛け流した水槽で7日間、無給餌で飼育し、1週間後に生存していた個体を生存個体として扱った。メイトガレイの生存率はヒラメと同様な式を用いて算出した。

結 果

ヒラメ人工種苗の生存率

底びき網の入網直前に袋網と小袋網に入れられたヒラメ人工種苗(供試魚)は計179個体、うち一部は網外に出たため、揚網時には167個体となった。9月8日の1回目と2回目、10月13日の3回すべておよび12月1日の

1回目の小袋網ならびに12月1日の3回目の袋網において入網時の個体数より揚網時の個体数が多かった。

ヒラメ人工種苗の曳網試験日から1週間後の生存率を表1に示す。それぞれの生存率は0~100%の範囲にあり、平均生存率は71.8%(生存個体数, 120;揚網時個体数, 167)、対照区の生存率は3回すべて100%であった。袋網と小袋網の平均生存率はそれぞれ83.5%, 64.0%となり、袋網に入網していたヒラメの方が小袋網のものより高い生存率を示したが、両者の生存率に有意な差は認められなかった($P > 0.05$, $n = 9$, ウイルコクソン符号順位和検定)。小袋網と袋網で生存率に差がみられなかったことから、水温と曳網時間が生存率に与える影響については両者を区別せずに解析を行った。

生存率を水温と曳網時間に関してくり返しのない2元配置分散分析を行なったところ、曳網時間については帰無仮説を棄却できないが($P = 0.94$)、水温についての変動は有意であった($P < 0.01$) (表2)。つまり、生存率に対して、曳網時間は影響が小さいが、水温は影響を与えていると考えられた。そこで、3つの水温群の間に差があるか多重比較検定(Scheffe's F-test)¹³⁾を行なった結果、水温28.0℃と水温25.7℃の間および水温28.0℃対水温16.1℃の間に有意差が認められた($P < 0.01$) (図2)。

袋網と小袋網それぞれの漁獲物重量とヒラメの生存率の関係をみると(図3)、両者ともに漁獲物が多いほど生存率が低くなる負の相関関係が認められた(袋網: $r = -0.84$, $P < 0.01$, $n = 9$;小袋網: $r = -0.80$, $p < 0.01$, $n = 9$)。漁獲量C(kg)とヒラメの生存率S(%)の回帰直線を最小二乗法によって求めたところ、次式を得た。

$$\text{袋網: } S = -0.762C + 114.1 \quad (n = 9, R^2 = 0.71).$$

$$\text{小袋網: } S = -6.45C + 106.2 \quad (n = 9, R^2 = 0.64).$$

この回帰係数に関してF検定を行った結果、危険率5%水準で有意であった。

表2 水温と曳網時間が生存率に与える影響(分散分析表)

	偏差平方和	自由度	分散	P 値
曳網時間	16.3	2	8.2	0.940
水温	10630.9	2	5315.5	0.002
誤差	523.3	4	130.8	

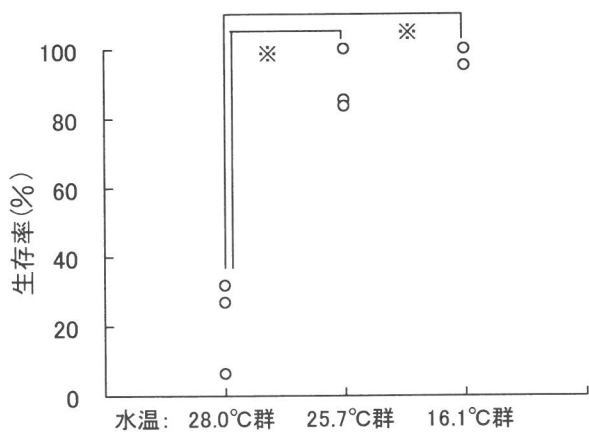


図2 3つの異なる水温群とヒラメ生存率
※有意差あり ($P < 0.01$, Scheff's F-test)

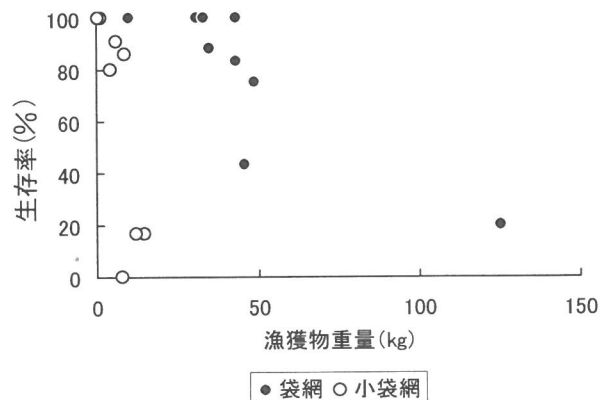


図3 ヒラメの生存率と漁獲物重量の関係

メイタガレイの生存率

メイタガレイの曳網試験日から1週間後の生存率を表3に示す。それぞれの生存率は50~100%の範囲にあり、平均生存率は67.6% (生存個体数, 25; 漁獲個体数,

37) であった。袋網と小袋網の生存率の差および生存率と漁獲物重量との関係は、サンプル数が少ないため解析できなかった。

表3 調査日時の記録および漁獲1週間後のメイタガレイの生存率

調査日	水温 (°C)	平均全長cm ±標準偏差	回数	曳網時間 (分)	標本個体数		生存率%		漁獲物重量kg*	
					袋網	小袋網	袋網	小袋網	袋網	小袋網
1999年3月12日 (長潮)	9.8	7.21±1.43	1	60	3	3	67	100	26	4
			2	72	3	4	67	75	44	8
			3	68	0	1	100	50		8
			4	36		4*		50*		23*
1999年8月27日 (大潮)	27.6	15.2±1.33	1	30	0	0	—	—	10	0
			2	60	0	2	—	50	15	0
			3	90		17*		65*		23*

*袋網, 小袋網の区別なし (袋網+小袋網)

考 察

今回のヒラメ人工種苗の平均生存率は71.8%で、水温の高かった9月の生存率は21.6%で最も低かった。福島県沿岸域⁷⁾における天然ヒラメの平均生存率は69.6% (範囲: 43.2~88.0%) で、9月に生存率が最低となった。操業水深や底びき網の種類などの違いがあるにも関わらず、両者の平均生存率および生存率の季節変化は似ていた。

生存率と曳網時間の間には有意な関係は認められなかったが、水温の変動は生存率に影響を与えることが明らかとなった。他の異体類のマコガレイ^{6, 10)} およびメイタガレイ¹⁰⁾ でも低水温期より高水温期の生存率が低いことが報告されている。また, Iwata et al.¹⁴⁾ によると, 25°C区に比べて30°C区で飼育されたヒラメ当歳魚は異化によるエネルギー消費が非常に高かった。今回の調査結果では, 水温28.0°C群とその他の2群 (水温25.7°C群と水温16.1°C群) に有意な差が認められた (図2)。26~27

°C以上になると, ヒラメに大きなストレスがかかってくるものと考えられた。調査を行った瀬戸内海備讃瀬戸では水温26°Cを超える日が7月下旬あるいは8月上旬から9月中下旬までの1~2ヵ月あり, この時期のヒラメ小型魚の保護には再放流以外の方法が求められる。

漁獲物重量とヒラメの生存率には負の相関関係が認められた。富永・二平⁷⁾ は茨城県沿岸域におけるマコガレイ, 青柳・後藤¹¹⁾ は福島県沿岸域におけるヒラメの再放流試験の結果から魚類の生存率と漁獲物重量の関連を示唆し, また, 高砂・山本⁹⁾ はクルマエビの生存率と漁獲物重量の間に負の相関があることを示した。エビ類・カニ類や貝殻等が多く入った網の中にヒラメが長い時間入っているとヒラメに外部損傷ができやすくなり, ストレスを増加させる原因となる¹⁵⁾。漁獲物が網の中にヒラメの生存率向上のため, 漁獲物が多い時期には特に曳網時間を短くしてヒラメになるべく外部損傷を負わせないことが望まれる。

今回のメイタガレイの3月と9月の平均生存率はそれ

ぞれ72.2%と63.2%であった。他の海域で行なわれたメイトガレイの生存率についてみると、周防灘⁴⁾では0% (調査個体数：3)，安芸灘⁵⁾では0% (調査個体数：2)，播磨灘⁶⁾では64.5% (調査個体数：490；生存率範囲：5.8～100%)であり、今回の調査結果は播磨灘での調査と同じく比較的高いものであった。メイトガレイの生存率は水温と魚体の大きさには関連があり、水温が20℃以上、全長8～12cm以下になると生存率が低下する⁵⁾。今回の調査についてみると、3月については魚体が小さいものの(平均全長：7.0cm)水温が低かった(水温：9.8℃)，9月については逆に水温は高かったものの(水温：27.6℃)魚体が大きかった(平均全長：15.2cm)ことから生存率が高かったものと考えられた。

香川県の播磨灘と備讃瀬戸西部海域では漁業者による自主的な取り組みとして全長15cm (一部16cm)以下のメイトガレイ小型魚の再放流が実践されている³⁾。瀬戸内海東部において小型魚が4～6月に多獲されることから^{3, 6)}，小型魚再放流の実践の効果を算出するため、4～6月における小型魚の再放流の生存率を今後調べる必要がある。

文 献

- 1) 中国四国農政局高松統計・情報センター(編)：2004，第50次 香川水産統計年報。香川県農林統計協会，香川，pp.49.
- 2) 水産庁・水産総合研究センター：2004，平成14年度栽培漁業種苗生産，入手・放流実績(全国)。水産庁・水産総合研究センター，東京，pp.113.
- 3) 香川県：2003，平成14年度 複合的資源管理型漁業促進対策事業報告書。香川県水産課，香川，pp.70.
- 4) 木村 博：1994，小型底曳網漁船の投棄魚の研究－IV，投棄された魚介類の生存率について。山口内海水試研報，23，1－8.
- 5) 小川泰樹・柴田玲奈：1996，瀬戸内海における小型底びき網投棄物の生存試験。漁業資源研究会西日本底魚部会報，23，13－37.
- 6) 岡本繁好・反田 実：1997，小型底びき網で漁獲されるカレイ類幼稚魚の投棄実態と再放流の生存率。月刊海洋，29(6)，371－375.
- 7) 平川英人・田中利幸：1997，小型底びき網における再放流ヒラメの生存率。月刊海洋，29(6)，376－379.
- 8) 冨永 敦・二平 章：1998，マコガレイ天然資源調査。平成9年度 茨城県水試事報，96－116.
- 9) 高砂 敬・山本昌幸：2004，香川県中讃地区における小型底びき網によって漁獲されたクルマエビの生存率。香水試研報，5，1－5.
- 10) 有山啓之・日下部敬之・大美博昭・辻村浩隆：2004，石桁網で漁獲されたマコガレイ小型魚の再放流後の生存について。大阪水試研報，15，17－21.
- 11) 青柳和義・後藤勝彌：1999，餌料板びきで漁獲されたヒラメの生存性。福島水試研報，8，51－57.
- 12) 武藤真介：1995，統計解析ハンドブック。朝倉書店，東京，pp.636.
- 13) 柳井久江：1998，エクセル統計。オーエムエス出版，埼玉，pp.279.
- 14) Iwata N, Kikuchi K, Honda H, Kiyono M, Kurokura H：1994，Effects of temperature on the growth of Japanese flounder. Fish. Sci.，60，527－531.
- 15) Chopin F・井上喜洋：1997，漁獲行為によるストレスと生存性。魚の行動性心理学と漁法(有元貴文・難波憲二編，水産学シリーズ108)，厚生社恒星閣，東京，116－128.

