

宮津栽培漁業センターのヒラメ量産試験における無眼側黒化個体の出現状況

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2025-06-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 渡辺, 税, 升間, 主計, 竹内, 宏行, 町田, 雅春, 中川, 亨 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014789

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



宮津栽培漁業センターのヒラメ量産試験における無眼側黒化個体の出現状況

渡辺 税・升間主計・竹内宏行・町田雅春・中川 亨
(宮津栽培漁業センター)

旧日本栽培漁業協会（現水産総合研究センター）では、ヒラメ *Paralichthys olivaceus* の種苗量産技術開発における全国的に共通な解決すべき重要課題について、プロジェクトチームを立ち上げて取り組んできた^{1,2)}。宮津栽培漁業センター（以下、当センター）では、1986年から有眼側白化防除技術開発プロジェクトに参加した。また、1995年から開始された無眼側黒化防除技術開発プロジェクトでは、1995年と1996年は着底期後期の飼育密度の影響、1997～1999年は底質改善材としてミクロスセラミック（NORRA 社）による防除効果、1999～2001年は照度の影響、2002年はワムシのDHA強化の影響について試験を行った²⁾。一方、量産試験は1998年に発生したヒラメ貧血症のため1999年と2000年は休止したが、2001年から再開し疾病防除と無眼側黒化防除技術の開発を主な目的とした。

無眼側の黒化防除を目的とした要素解明試験では、得られた成果は学術論文や資料としてまとめられることが多いものの、量産試験の過程で得られた結果は単一年度ごとの報告書としてまとめられ、複数年間の結果として取りまとめている例は少ない。しかし、ヒラメのように事業規模で飼育されている魚種では、大型水槽での飼育事例は都道府県の各機関にとって参考となる情報であると考えられる。

当センターでは、2002年までに行った無眼側の黒化防除に関する小型水槽での試験結果についてはすでに報告²⁾したが、量産試験での結果の取りまとめは未だに行われていない。そこで本報では、2001～2008年の8年間に取り組んだ量産飼育の技術開発の過程で得られた結果について取りまとめた。

材 料 と 方 法

試験区分 当飼育試験での試験区分は、各年度の飼育を開始した水槽ごとに2001-1区、2002-2区と表記した。さらに、この水槽から分槽によって水槽数が増えた場合には2001-1区-1、2001-1区-2のように示した。

飼育方法 2001～2008年に行った量産試験における基本的な飼育方法を表1に示した。飼育水には紫外線殺菌処理（日本フォトサイエンス社）したろ過海水を用い、50kℓ水槽を使用した飼育では水量40kℓでヒラメふ化仔魚を収容し、開口までに45kℓまで注水し、それ

以降は流水飼育とした。飼育水温は卵管理水温と同じ水温で開始し、収容5日目までに17～18℃となるように徐々に昇温した。飼育水へのナンノクロロプシス（以下、ナンノ）の添加は、ナンノ培養水槽（50kℓキャンパス水槽8面で培養）から一旦15kℓFRP水槽へポンプ（65×50 FSFDN；EBARA）で移送し、さらに小型ポンプ（CSL-100；寺田ポンプ製作所）で密度50～100×10⁴細胞／mlを維持するように飼育水槽へ連続添加した。ナンノの飼育水への添加は日齢3から約30日目（着底への移行時期）まで続けた。

シオミズツボワムシ（以下、ワムシ）は比較的低い水温で培養が可能なL型小浜株を用いた⁴⁾。ワムシは開口から日齢30前後の着底期まで、飼育水中の密度5～10個体／mlを維持するよう1日に1～3回に分けて給餌した。培養槽から収穫したワムシは、一旦ナンノ（約2,000～2,500×10⁴細胞／ml）を満たした2kℓFRP水槽へ100～700個／mlの密度で収容した。このワムシは翌日に2回に分けて給餌した。まず、翌日の午前に給餌予定のワムシは、別の水槽へ移して栄養強化剤（添加量100g／kℓ。プラスアクアラン；BASF ジャパン）を添加して強化した。残りのワムシにはナンノを添加し、翌朝全量を別水槽に移して栄養強化剤（添加量1ℓ／kℓ。マリングロス；日清マリンテック）を添加して強化した。栄養強化時の培養水温は20℃に維持した。なお、2008年のワムシ連培式「ほっとけ飼育」（能登島方式）³⁾では、飼育水中のワムシ密度が20～60個体／mlに維持されるように1日1～4ℓの濃縮淡水クロレラ（スーパー生クロレラSV12；クロレラ工業）を定量ポンプ（EH controller, EHC-100PE；IWAKI）で添加した。

アルテミアノープリウス（以下、アルテミア幼生）は全長約8mmから約20mmまで1日に1～3回に分けて給餌した。28℃、24時間でふ化させたアルテミア幼生は2kℓ水槽に収容し、栄養強化剤（添加量2ℓ／億個体、バイオクロミスリキッド；クロレラ工業）を添加し、6時間以上の栄養強化を行った。給餌量は残餌の状態を確認しながら適宜調整した。配合飼料は全長約9mmまたは12mmからタイマー付き自動給餌器（YDF-200BO；YAMAHA）を用いて1日5～13回（6～18時）給餌した。

照度は水槽上面に設置した遮光幕（遮光率約90%）によって調整した。底掃除はサイホンを用いて日齢14

前後（全長約5mm）から毎日実施した。飼育水の表面の汚れは、日齢3から水面にU字形に組んだ塩ビパイプを設置して集め、柄杓を用いて適宜取り除いた。

疾病対策 当センターでは2001年以降、採卵前に親魚の生殖腺から採取した組織のウイルス検査の実施と、種苗生産過程での疾病防除（ウイルス性出血性敗血症、ウイルス性表皮増生症、ウイルス性神経壊死症、腸管白濁症等）のため上浦栽培技術開発センターの指導を受けて以下の取り組みを行った（表1）。まず、飼育作業を行う時の注意点として、飼育棟の各入り口に踏み込み式殺菌槽（ベンザルコニウム塩化物；オリエンタル薬品工業）を設置して長靴を消毒し、水槽周

辺で作業に当たる場合にはさらに別の長靴に履き替えた。また、作業の前後には手足のアルコール（70%）消毒、カップなどの容器の殺菌（次亜塩素酸ナトリウム50ppm）を励行し、道具の共用を避けるなどの対策を実施した。2007年からは電解殺菌装置（OZR-015；荏原実業）のオキシダント（0.5～0.8ppm）海水を長靴や器具類の殺菌用に利用した。飼育海水には紫外線殺菌装置で殺菌処理したろ過海水を使用した。2005年からは殺菌効果を高めるために装置を通過する海水量を低く抑えるように心掛けた。

受精卵はヨード剤（有効ヨウ素50ppm、10分間）で殺菌し、さらに2008年からは電解殺菌装置によるオキ

表1 宮津栽培漁業センターでのヒラメ量産飼育における各年のねらいと飼育方法の概要

年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005	2006	2007	2008
飼育試験のねらい	ウイルス性疾病対策を重点課題とし、健全種苗の生産を目的とする。	無眼側黒化防除を目的に配合飼料の給餌時期について検討した。	前年と同様に無眼側黒化防除と配合飼料の給餌時期について検討した。	前年と同様に無眼側黒化と配合給餌時期について検討した。	配合飼料の給餌を全長12mmから開始し、黒化個体の出現を軽減することを目的とした。	前年と同様。	生物・配合飼料の給餌時期の違いが有眼側黒化の出現に及ぼす影響について検討した。	従来の飼育方法とほっとけ飼育を行い黒化個体の出現状況の違いを比較した。
水槽 容積 (kℓ)	50, 100							
収容 (千尾/kℓ)	26	26	24	22	12	11-15	10-11	11-13
飼育密度 分槽時 (千尾/kℓ)	9	12	11	-	-	-	-	-
水温 (℃)	18	18	18	18	17-18	17	17	17
換水率 (%)	収容-日齢10 日齢11-20 日齢21-30 日齢31-40 日齢41-50	10-40 40-100 90-90 140-190 160-180	20-50 50-100 100-120 120-160 160-170	10-50 50-90 90-140 140-190 190	10-40 40-100 100 100-150 150-160	10-30 30-50 50-90 90-120 120-150	10-20 20-70 70-90 90-130 130-170	0-20 20-50 50-80 80-120 120-140
ナノ添加 日齢 濃度 (万ppm/ml)	1-30 40-100	3-27 15-80	3-27 15-80	3-27 15-80	3-29 17-40	3-29 15-40	4-20 5-30	4-31 10-35
ワムシ培養 株 方法 水温 (℃) 餌料	小浜L型株 粗放連続培養 23 フレッシュグリーン クロレバV12							
ワムシ栄養強化 強化剤 時間 水温 (℃) 密度 (個/ml) 給餌回数	プラスアクアラン（長期効果）・マリングロス（短期効果） 7-14 20 100-600 100-700 1-3 1-2							
アルテミア幼生 強化剤 時間 水温 (℃) 密度 (個/ml) 給餌回数	DHAc・マリンア77 マリングロス バイオクロミスリキッド 7-14 24 100 1-2							
配合飼料 メーカー・種類 給餌時期 給餌回数 給餌方法	日清飼料・おとひめ 日清飼料・おとひめ 日本配合飼料・アングローズ 12mmから 9mm・12mmから取り上げ(比較試験) 12mmから 5-13回/日 自動給餌器							
疾病対策	・ヨード剤による卵洗浄を行った(～2007年まで)。 ・アルテミア卵の次亜塩素酸ナトリウムによる殺菌を行った(～2004年まで)。 ・生物餌料を給餌前に紫外線海水により洗浄した。	同左	ナノの他に1回次では水質改善材FFCセラミックスを飼育水槽へ垂下した。2回次はなし。	ワムシのタウリン強化を行った。着底までナノの連続添加を行った。	・収容密度を約1万尾/m ³ とした(2005年～)。 ・アルテミア卵の洗浄にハッチコントローラーを使用した(2005年～)。	同左	・卵洗浄に電解装置によるオキシダントを使用した(2008年～)。	同左
備考	飼育水へ着底までナノをポンプを用いて連続添加した。	同左	ナノの他に1回次では水質改善材FFCセラミックスを飼育水槽へ垂下した。2回次はなし。	ワムシのタウリン強化を行った。着底までナノの連続添加を行った。	飼育水へ着底までナノの連続添加を行った。	同左	飼育水へ着底までナノをポンプを用いて連続添加した。	同左

表2 宮津栽培漁業センターでのヒラメ量産飼育における飼育結果の概要

年	試験区分	平均飼育水温 (℃)	収 容			分 槽			取り上げ						備 考
			水槽 (kℓ)	月.日	尾数 (千尾)	月日	日数 (日)	平均全長 (mm)	月.日	日数 (日)	尾数 (千尾)	平均全長 (mm)	生残率 (%)	白化率 (%)	
2001	1-1	17.8	50	3. 2	1,200				4.19, 5. 8	48, 67	274	27.1, 30.7			
	1-2	17.8	50			3.17	15	8.1	4. 2, 5. 1	49, 60	408	27.8, 34.3	74.8	0.1	1-1から分槽
	1-3	17.8	100			3.29	29	12.5	4.23	52	216	32.9			1-1, 1-2から分槽
	2-1	17.9	50	3.12	1,180				5. 2	51	168	28.3			
	2-2	17.7	50			3.28		7.2	5. 2	51	169	28.3	55.3	0.5	2-1から分槽
	2-3	17.9	100			4. 9		11.7	5. 7, 5.14	56, 63	315	33.5, 33.6			2-1, 2-2から分槽
	合計				2,380						1,550				
2002	1-1	17.0	50	3.26	1,226	4.12	17	7.6							4.17飼育中止
	1-2	17.4	50	3.26	1,289				5.13	48	68	21.9			
	1-2-1	17.7	50			4.12	17	8.0	5.13	48	64	21.9			
	1-2-2	17.8	50			4.22	27	11.5	5.14	49	61	22.0	20.9	5.2	
	1-2-3	17.6	50			4.22	27	11.3	5.14	49	77	22.0			
	2	18.3	25	5. 1	458				6.19-7. 2	49-63	122	27.3-24.2	26.6	61.0	
	3	20.1	50	5.20	253				7. 8	50	45	24.4	17.8	89.3	
	4	20.3	50	5.23	837				7. 8	45	163	21.3	19.5	79.0	
	合計				4,063						600				
2003	1-1	17.3	50	2.21	1,100				4.14, 4.21	53, 60	525	25.2, 28.7		3.1	
	1-2	17.2	50			3.12	19	8.8				25.8, 28.7	69.7	2.4	1-1から分槽
	1-3	17.3	100			3.24	31	13.5	4.15, 4.21	54, 60	442	28.7		-	1-1, 1-2から分槽
	2-1	17.4	50	3. 1	1,000				4.23	54	92	28.6		4.6	
	2-2	17.4	50			3.19	18	8.4	4.23	54	97	28.6	65.0	2.9	2-1から分槽
	2-1,2	17.5	50						5. 2	63	237	30.6		-	2水槽を併合飼育
	2-3	17.5	100			3.31	30	13.5	4.22, 5. 2	53, 63	224	27.2, 23.0		-	2-1, 2-2から分槽
	合計				2,100						1,617				
2004	1-1	17.0	50	2. 3	1,000				3.22	49	114	27.9		3.7	
	1-2	17.0	50			2. 2	18	8.0	3.22	49	136	29.1		5.6	9mmから配合給餌
	1-3	-	100			3. 4	31	13.7	3.23	50	176	28.3		4.4	12mmから配合給餌
	1-1～1-3	-	50						3.24	51	184	23.0		5.5	3水槽を併合飼育
	2-1	17.2	50	2.12	1,200				4. 1	49	195	28.2		3.6	
	2-2	17.1	50			2.29	18	8.0	4. 1	49	185	27.9		3.4	9mmから配合給餌
	2-3	-	100			3.12	30	13.2	4. 2	50	264	27.1		-	12mmから配合給餌
	2-1～2-3	-	50						4. 5	53	255	24.3		6.2	3水槽を併合飼育
	合計				2,200						1,509				
2005	1-1	17.7	50	2.10	500				3.30	49	121	25.7	46.8	7.9	
	1-2	18.1	50			3.13	32	13.1	3.30	49	113				1-1から分槽
	2-1	18.2	50	2.24	600				4.15	51	200	29.3	65.0	1.4	
	2-2	18.0	50			3.24	29	13.2	4.13	49	190				2-1から分槽
	合計								4. 6		624				
2006	1-1	17.3	50	2.16	660										
	1-2	17.5	50			3.10	23	9.0	4. 6	50	390	28.9	59.2	1.0	1-1から分槽
	2-1	17.5	50	2.23	490										
	2-2	17.5	50			3.17	23	9.9	4.14	50	365	26.4	74.5	3.4	2-1から分槽
	3	17.6	100	3.13	1,005				4.28	47	643	24.3	64.0	2.1	
	合計				2,155						1,398				
2007	1-1	17.4	50	2.15	530				4. 5	50	346	23.8	65.3	0	
	1-2	17.3	50	2.15	501				4. 5	50	338	23.9	67.5	0	
	2-1	17.3	50	2.22	505				4.11	48	313	26.9	62.0	0	
	2-2	17.4	50	2.22	476				4.11	48	303	24.5	63.7	0	
	3	17.4	100	3. 1	596				4.24	46	333	24.8	55.9	0	
	合計				2,608						1,633				
2008	1-1	17.5	50	2.14	598				4. 7	54	135	25.9	22.6	0	
	1-2	17.5	50	2.14	572				4. 7	54	220	21.4	38.5	0	ほっとけ飼育
	2-1	17.4	50	2.21	565				4.11	51	216	23.6	38.2	4.5	
	2-2	17.4	50	2.21	455				4.11	51	140	17.1	30.8	7.1	ほっとけ飼育
	3	17.4	100	3. 5	785				4.28	55	100	27.0	12.7	3.4	
	4	17.9	20	3.20	212				5. 6	53	59	29.0	27.8	6.0	
	合計				3,187						870				

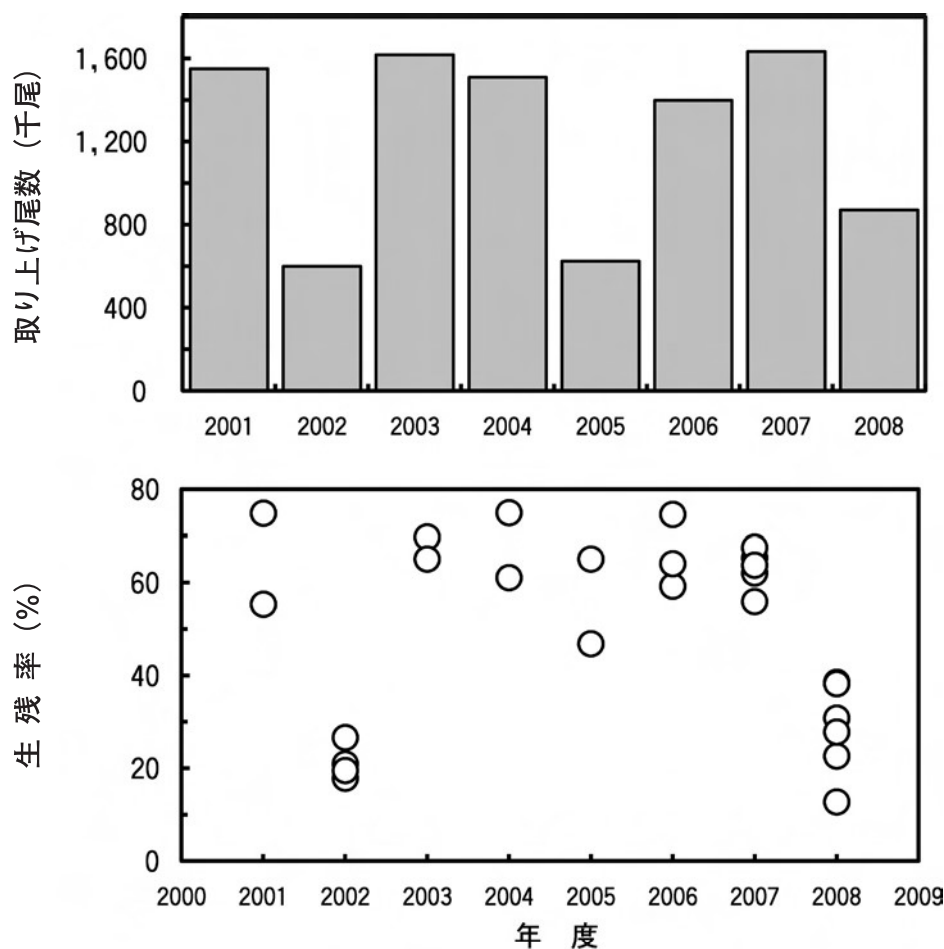


図1 ヒラメ量産飼育における各年の取り上げ尾数と生残率

シダント（0.5ppm，2分間）による洗浄を行った⁵⁾。

ワムシは給餌前に紫外線殺菌したろ過海水で洗浄した。アルテミアは，ふ化作業の前に耐久卵を2004年までは次亜塩素酸ナトリウムで，2005年からはハッチコントローラー（100g／kl；INVE社）で洗浄し，さらに給餌前に紫外線殺菌ろ過海水で洗浄した。

環境測定，生残数と成長の推定 飼育水の環境として毎朝水温とpHを測定した。生残尾数の推定は収容日と開口日，および日齢20まで3～5日毎に容積法で計数した。成長の推定はふ化から着底までに3～5日間毎，および取り上げ時に行った。全長の測定は各回30尾以上の仔稚魚を採集し，MS222（m-アミノ安息香酸エチルメタンスルホナート；ナカライテスク）で麻酔した後スライドガラスに載せて万能投影機（PJ311；Mitutoyo）とデジタルノギス（CD-20C；Mitutoyo）で0.1mmまで測定した。測定時には摂餌状態も併せて観察した。

無眼側黒化判定 無眼側黒化パターンの類型化は水産庁基準^{1,2)}に準じた。

統計解析 無眼側黒化を類型化したデータは，順

序カテゴリーデータの差の検定に用いられるリジット分析⁶⁾を行い，無眼側黒化の出現数，Aパターンによる出現数の差について検定した。相関分析ではSpearmanの順位相関係数（ ρ ）を求めた。回帰分析では3次の多項式回帰分析を行い，推定された回帰式は分散分析により検定した。有意水準は5%とした。統計解析には統計解析ソフトSPSS（エス・ピー・エス・エス）を用いた。

結果と考察

飼育結果の概要 飼育結果の概要を表2に示した。

図1に8カ年の取り上げ尾数と生残率を示した。収容尾数，飼育回数および目標とした生産尾数等の違いはあるが，量産飼育が不調に終わったのは2002年と2008年の2カ年であった。2008年の死亡原因は不明であるが，2002年は粘液物質の出現による水質の悪化が原因と推測され，ワムシ，配合飼料の過剰投与や飼育海水の管理を改善することで防除が可能なケースと考えられた。

生残 2001～2006年は飼育の過程で1～3回の分槽を行っているため、通算の生残率の推定が困難であった。しかし、分槽元と分槽先の水槽での減耗状況や死亡時期などがほぼ一致していたことから、分槽による生残への影響は少ないと考え生残率は通算で比較した。

2001～2008年の生残率は13～75%と年度および試験区間で大きく異なった(表2)。2002年と2008年を除いて生残率は47～75%と高かった(表2, 図1)。2007年は4試験区で生残率が56～68%と高く、しかもバラツキが小さいことから順調な飼育が行えたと考えられた。また、各年ともそれぞれの年内の生残率は同様の傾向を示していたことから、飼育水、ワムシ・アルテミアなどの生物餌料、生物餌料の栄養強化、ワムシの培養状況、環境要因等の飼育に共通する要素が年度によって一定していたと推察された。

成長 各年の飼育において、ふ化仔魚の収容から取り上げまで継続できた24例について日齢と平均全長の関係を図2に示した。これを見ると、各試験区とも日齢20以降から成長のバラツキが認められた。特に、2002-4区、2005-1区、2008-1区-1、1区-2および2区-2～4で成長の遅れが顕著であった。その他の試験区で成長が遅れた原因は明らかでないが、2005-1区を除いた6例の平均生残率は25.3%(12.7～38.5%)と低く、また他の年度と比較して飼育が不調であったことから、飼育環境の悪化、ワムシ等の生物餌料の栄養不足等の影響、または大型個体の死亡による見かけ上の成長の遅れ等が推察された。成長の遅れている5試験区(2008-4区は成長データなし)を除いた19試験区から日齢毎の平均値、不偏標準偏差を求め図2に示し、3次の多項式で成長の推定式を求めた。なお、同じ日齢の例数が2例以下のものは除いて計算した。その結果、推定式の決定係数は0.995と高く、分散分析の結果でも有意差($p < 0.0001$)が認められた。得られた推定成長式は、当センターにおいて水温17～18℃で飼育したヒラメの標準的な成長の基準値として利用している。

体色異常 有眼側に何らかの白化部位を有する個体の割合(以下、白化率)は2002年に平均58.6%と最も高く、2001年は0.5%以下、2007年は0%であった(表

2)。その他の試験区では数%前後であった。白化率と生残率に相関は認められなかったが、高い白化率を示した試験区では生残率が低い傾向が認められた(図3)。白化個体の出現を防ぐためには生物餌料の栄養強化、十分な摂餌や栄養素の取り込みができる健全な仔魚を育てること、浮遊期仔魚の生残率を高めることの重要性が指摘されている¹⁾。白化率の高い2002年は活力の衰えた仔魚が多数出現し、ニフルスチレン酸ナトリウムによる殺菌を行いながら飼育を継続した例であることから、仔魚が浮遊期に十分な栄養を取り込めず、健全な生育が得られなかったためと推測された。一方、2002-4区を除いた4試験区の成長は順調であり(図2)、成長と白化個体の出現率との関係は認められなかった。

一方、無眼側の黒化個体の出現率(以下、黒化率)は20～100%で2001年、2002年、2007年および2008年で高い傾向が認められた(表3, 4, 図3)。生残率と黒化率の関係は負の相関を示し、Spearmanの ρ (順位相関係数)は-0.521、両側有意確率 P は0.013となった(図3)ことから、黒化個体の出現防除には生残率を高める必要がある結果が示された。しかし、黒化率が高かった2001年と2007年は全ての試験区で生残率が50%以上であったことから、生残以外の要因も無眼側黒化に影響することが示唆された。

2002～2004年は、配合飼料の給餌時期の違いが無眼側黒化の発現に及ぼす影響を調べた。また、2007年はアルテミアの給餌時期(日齢16～18)を5日程度、配合飼料の給餌を4～6日遅らせて給餌した場合の影響を検討した(表1)。2002年は飼育が不調であったことから、2003年、2004年および2007年について無眼側黒化、Aパターン(頭部、胸鰭・腹鰭基底周辺部、尾柄部を除いた部分)の出現を比較した(表5)。その結果、配合飼料の給餌時期については2003-1区の試験においてAパターンで有意差が認められ、全長9mmからの給餌が黒化Aパターンの出現を防除する結果が示された(表5)。また、生物餌料と配合飼料の給餌時期に差を設けた2007-1区では無眼側黒化、Aパターンの両方に有意差が認められ、給餌時期を遅らせた区で黒化の出現率が低い結果が得られたが、2007-2区では有意差が認められなかった(表5)。以

表3 2001年の水産庁基準による類型別黒化個体の出現

年	試験区分	平均全長 (mm)	検査個 体数 (尾)	体表全体に対する黒化面積比率(%)					
				0～5 (正常)	6～10 (軽微)	11～30 (軽度)	31～60 (中度)	61～90 (重度)	91～100 (全体黒化)
2001	1-1	30.6	100	18	12	25	12	17	16
	2-1	30.9	100	49	20	21	5	3	2

表 4 2002～2008年の類型別黒化個体の出現状況

年	試験区分	平均全長 (mm)	検査個 体数 (尾)	無眼側黒化の出現数					A (縁側部+体幹部)					C (頭・胸部)					D (尾柄部)			備 考
				正常	黒≤1/2	黒>1/2	黒化	正常	±	+	++	+++	1	2	3	1	2	3				
2002	1-2	21.9	100	4	52	42	2	4	10	42	42	2	0	1	4	13	46					
	2	29.9	100	21	57	21	1	21	28	30	20	1	16	14	22	57	65					
	3	24.4	100	4	92	4	0	4	79	13	4	0	59	2	12	37	41					
	4	21.3	100	18	79	2	1	18	65	13	3	1	10	5	23	33	35					
2003	1-1	25.3	100	62	38	0	0	62	37	1	0	0	0	0	0	0	0	0	配合を12mmから給餌			
	1-2	25.9	100	81	19	0	0	81	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	配合を9mmから給餌			
	2-1	28.6	100	80	20	0	0	83	16	1	0	0	0	0	0	7	0	1	配合を12mmから給餌			
	2-2	28.7	100	95	5	0	0	96	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	配合を9mmから給餌			
	1-1	47.1	200	127	73	0	0	155	30	15	0	0	8	3	10	0	0	0	上記の試験区を継続飼育し成長させて調べた結果			
	1-2	47.4	200	123	76	1	0	145	49	5	1	0	6	4	49	2	1	6				
2004	2-1	45.8	200	90	110	0	0	134	54	12	0	0	6	4	73	0	6					
	2-2	46.8	200	92	104	4	0	145	41	11	3	0	9	2	95	2	33					
	1-2	27.9	100	59	25	10	6	70	10	4	9	7	8	0	12	12	4	配合を9mmから給餌				
	1-3	29.1	100	46	40	13	1	56	18	14	7	5	14	6	18	25	13	配合を12mmから給餌				
2005	2-2	28.2	100	54	17	26	3	59	16	5	14	6	8	0	15	24	19	配合を9mmから給餌				
	2-3	27.9	100	56	19	25	0	60	9	18	8	5	9	0	4	24	16	配合を12mmから給餌				
	1	—	100	64	35	1	0	76	15	8	1	0	0	0	15	0	0					
2006	2	—	100	71	29	0	0	90	7	3	0	0	0	0	25	0	0					
	1	—	NID	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
2007	2	—	NID	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
	1-1	69.1	100	11	74	14	1	19	32	34	14	1	17	51	47	35	25					
2008	1-2	65.1	100	29	68	2	1	33	36	27	2	1	8	29	24	7	10					
	2-1	81.7	100	49	46	4	1	52	36	9	3	0	5	5	1	6	1					
	2-2	84	100	42	51	7	0	48	33	12	7	0	8	9	1	7	2					
	1-1	49.2	100	25	68	6	1	65	26	8	0	1	2	62	6	0	0					
2009	1-2	51.3	100	0	39	54	7	13	21	27	32	7	3	79	89	14	7	ほっとけ飼育				
	2-1	65.3	100	4	40	55	1	28	10	20	41	1	45	79	68	9	15					
	2-2	60.3	100	24	52	24	0	35	23	25	17	0	29	31	47	5	0	ほっとけ飼育				

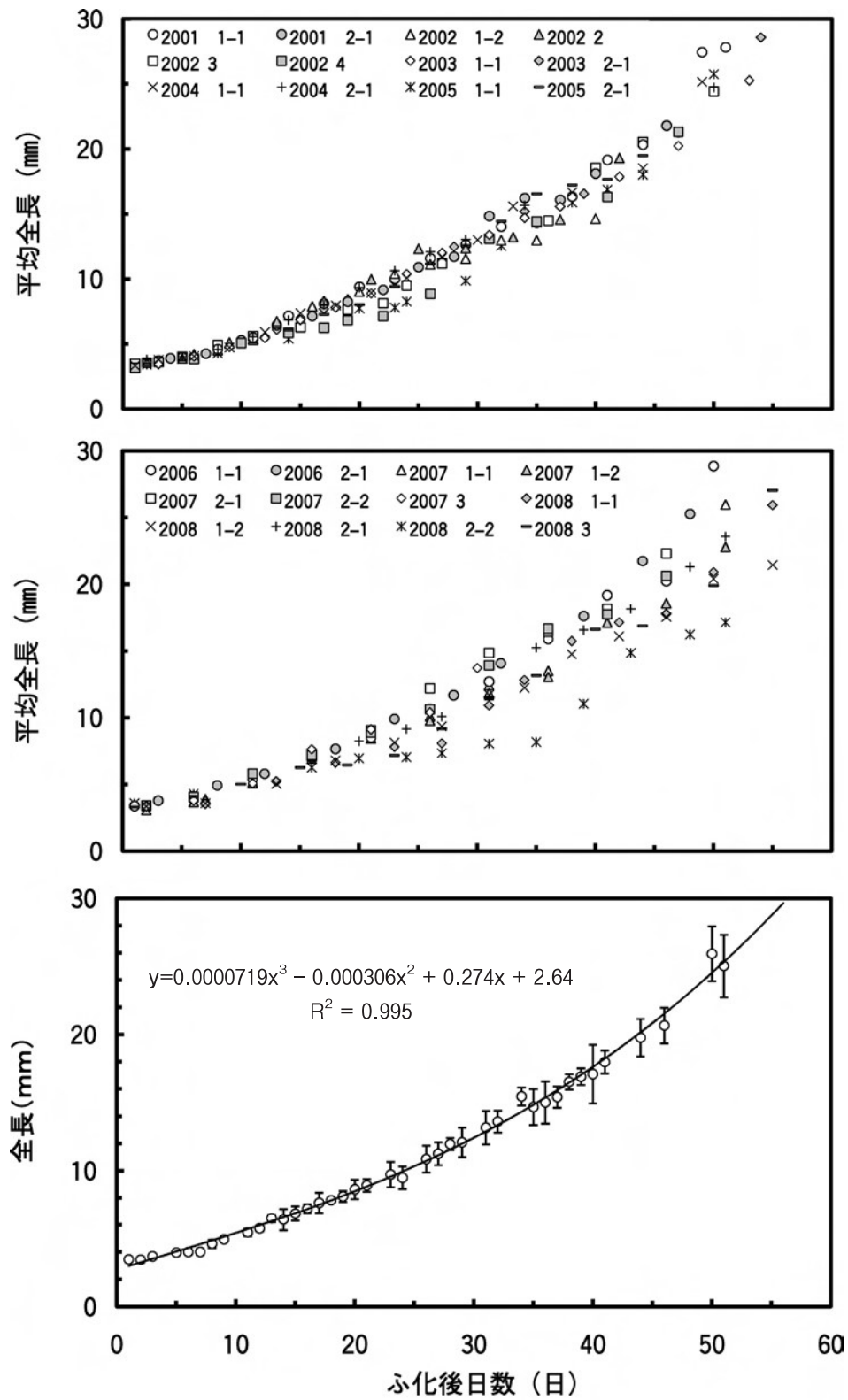


図2 各年のヒラメ量産飼育における成長

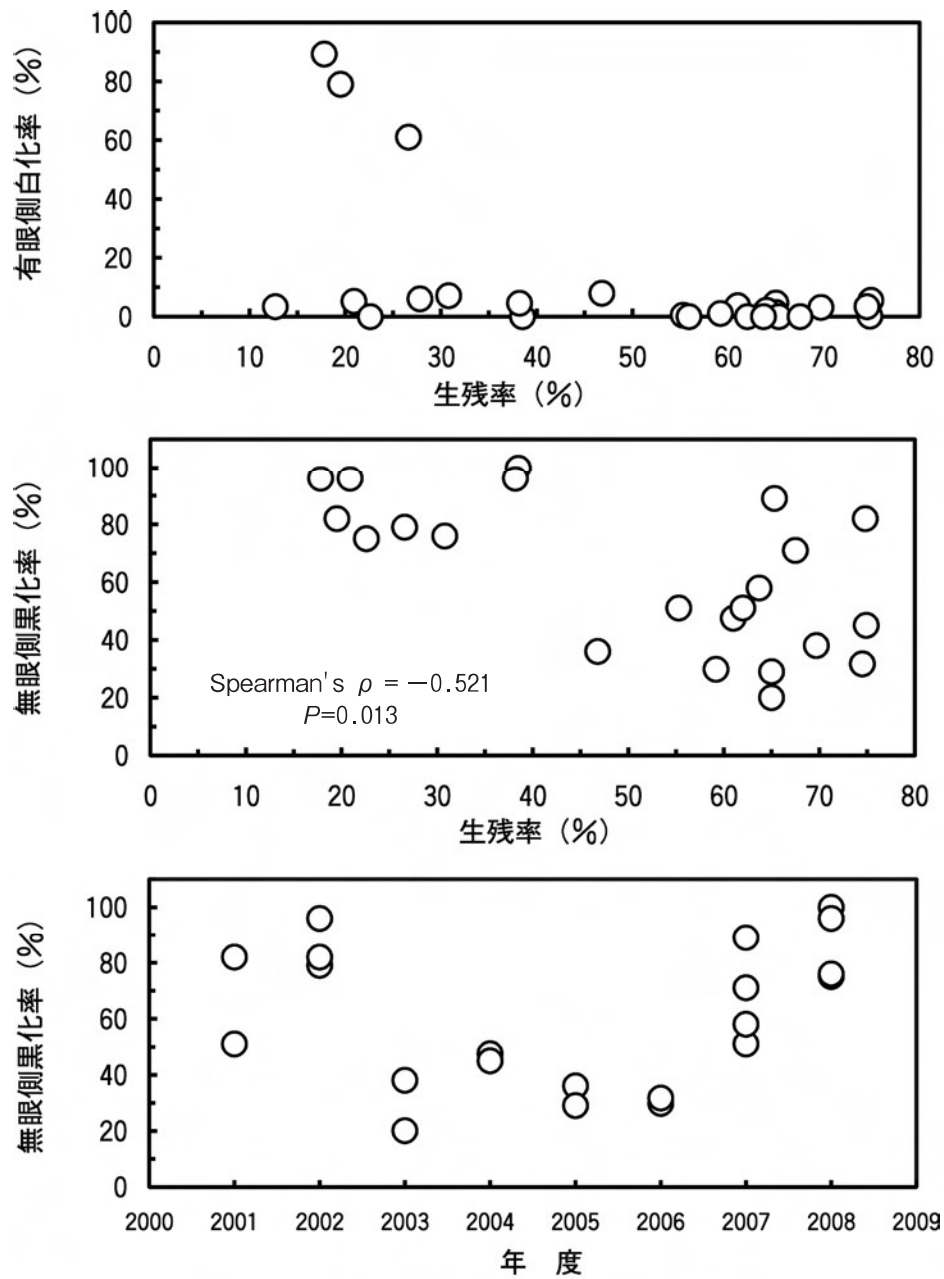


図3 ヒラメ量産飼育における体色異常の出現状況

表5 リジット分析によって得られた p 値

年	試験 区分	無眼側黒化	A (縁側部+ 体幹部)	備 考
2003	1-1	0.0589	0.0467	配合を12mm から給餌 配合を9mm から給餌
	1-2			
	2-1	0.116	0.159	配合を12mm から給餌 配合を9mm から給餌
	2-2			
	1-1	0.718	0.545	上記の試験区を継続飼育し 成長させて調べた結果
	1-2			
2004	2-1	0.987	0.435	
	2-2			
	1-2	0.292	0.150	配合を9mm から給餌 配合を12mm から給餌
	1-3			
	2-2	0.641	0.754	配合を9mm から給餌 配合を12mm から給餌
	2-3			
2007	1-1	0.0186	0.00639	従来 ^{*1} 変更 ^{*1}
	1-2			
	2-1	0.408	0.374	従来 変更
	2-2			

*1 ワムシ・アルテミアの給餌時期について、それまでの時期(従来)と変更した試験区を示す。

上のように年度や試験間で異なる結果となり、無眼側黒化とAパターンの出現への給餌時期の影響の有無について明確にすることはできなかった。

高橋⁷⁾は浮遊期型異常(黒化)の防除方法として飼育密度を下げて成長差を少なくし、さらに配合飼料の投餌を控え、生物餌料の比率を増やすことで対処できることを示した。また、配合飼料は全長10mmからよりも12mmからの給餌で黒化率が低下し、逆に白化率が高くなり、この差は40mmでさらに顕著となった²⁾。今回、量産規模で配合飼料の給餌時期を全長約9mmと12mmで開始した試験では両者に差が認められなかった。小型水槽での試験結果を大型水槽で再現することの難しさは経験的に知られているが、大型水槽では照度など水槽間や時期で変動しやすい環境条件を一定にするなどの試験方法について検討する必要がある。

山田⁸⁾は大型水槽での飼育結果をもとに、ヒラメが十分な摂餌により必要な栄養素を取り込み、疾病や密度効果の制限要因が働かない限り、ある水温下で最大の成長を示し同時に正常な変態を行うことで、黒化の出現を抑えることができ、再現性が高いことを報告している。特に、アルテミアの給餌量とエアリフト設置による餌料環境(稚魚と生物餌料の遭遇率)の向上がポイントであると述べている。水温17~18℃で飼育する当センターの場合、日齢60時の推定全長は28.6mm(図2)であり茨城方式(飼育水温20℃)の53.1mm⁸⁾に比べて著しく劣っていた。また2008年の飼育では、いずれの試験区でも成長が遅く、無眼側黒化率は平均

87%(75~100%)と高かったことから、山田⁸⁾の考えを支持する結果となった。

当センターでのヒラメ量産試験は、健全な放流種苗の確保を主眼としつつ、無眼側黒化防除の技術開発に取り組んできた。8年間の飼育試験では目的とした防除方法は明らかにできなかったが、ヒラメ量産飼育に関わる多くの担当者が経験的に得ているように、また今回検討した結果からも高い生残率で健全な種苗を得ることのできる飼育方法の中に有眼側および無眼側の体色異常、さらに、疾病等を防除するためのキーワードが隠されていることが示唆された。

謝 辞

本論文は宮津栽培漁業センターでヒラメに関わってきた8年間の記録として取りまとめた。この間には前宮津栽培漁業センター(現玉野栽培漁業センター)津崎龍雄場長を始め、多くの研究職職員、嘱託職員に支えられてきた。これまで支えてきて頂いた全ての方々に深謝の意を表したい。

文 献

- 1) 高橋庸一(1992) ヒラメの種苗生産における体色異常個体の出現と防除 体色異常防除試験結果報告. 日裁協特別研究報告(1986~1989年), 3, 1-50.
- 2) 独水産総合研究センター(2004) ヒラメの無眼側

- 体色異常個体の出現要因と防除技術. 栽培漁業技術シリーズ, 10, 1-167.
- 3) 島 康洋・小磯雅彦・友田 努・手塚信弘・荒井大介 (2008) 市販の濃縮淡水クロレラを用いたマダイの「ほっとけ飼育」. 栽培漁業センター技報, 8, 27-30.
- 4) 社日本栽培漁業協会 (2000) 海産ワムシ類の培養ガイドブック. 栽培漁業技術シリーズ, 6, 1-137.
- 5) 竹内宏行・升間主計・渡辺 税・中川 亨・町田雅春 (2008) オキシダント海水がアカアマダイ卵に及ぼす影響. 栽培漁業センター技報, 8, 5-8.
- 6) 石村貞夫・謝 承泰・久保田基夫 (2003) リジット分析. 「SPSS による医学・歯学・薬学のための統計解析」東京図書株式会社, 東京, 122-139.
- 7) 高橋庸一 (1994) ヒラメ稚魚の無眼側の体色異常に及ぼす飼育密度と飼餌料の影響. 日水試, 60, 593-598.
- 8) 山田 浩 (2004) ヒラメ黒化防除技術開発の取り組みと成果ー茨城方式の種苗生産ー. 「平成15年度栽培漁業技術中央研修会 テキスト集ー異体類の種苗生産における形態異常防除の技術的アプローチー」社団法人全国豊かな海づくり推進協会, 東京, 1-17.
- 9) 山本栄一 (2004) ヒラメ人口種苗の脊椎骨融合と防除方法. 「平成15年度栽培漁業技術中央研修会 テキスト集ー異体類の種苗生産における形態異常防除の技術的アプローチー」社団法人全国豊かな海づくり推進協会, 東京, 1-11.