

ホシガレイおよびヒラメ仔魚の初期摂餌に照度が及ぼす影響

渋谷武久

Effects of water Illumination on Initial Feeding of Spotted Halibut
Verasper variegatus and Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* Larvae

Takehisa SHIBUYA

ま え が き

ホシガレイ *verasper variegatus* はマツカワ属 *verasper* に属するカレイ科魚類で、本邦では太平洋沿岸、瀬戸内海、九州西部に分布する¹⁾。本種は体重 4kg 以上に達する大型のカレイであり、成長が早いことから、国や青森県、岩手県、宮城県、長崎県等の公的研究機関で種苗生産研究が実施されてきた²⁾。福島県ではホシガレイはヒラメに次ぐ栽培漁業対象魚種として位置付けられ、1991 年から種苗生産研究が進められてきたが、飼育初期のふ化 15~20 日齢に飢餓に起因すると疑われる大量斃死が発生する場合があります、種苗生産における課題となっている³⁾。

仔魚の餓死についてはハタ類⁴⁻⁶⁾で多くの報告がある。興世田らは初回摂餌の失敗が仔魚の餓死を誘発すると指摘しており、ハタ類の種苗生産を中心に、摂餌の促進を目的とした照明条件の検討が行われ、仔魚の摂餌に適した照度域（以下、適正照度域とする）が解明されている⁷⁻⁹⁾。

そこで本研究では、ホシガレイ仔魚の大量斃死を防止するため、小型水槽を用いてホシガレイ仔魚の適正照度域を調査するとともに、比較として既存栽培漁業対象種であるヒラメについて調査を行い、照度が摂餌に及ぼす影響と、同一の種苗生産施設を利用した種苗生産の可能性を検討したので、その概要を報告する。

材料および方法

供試魚

ホシガレイ仔魚は、2014 年 1 月 14 日に当場のホシガレイ養成親魚から採卵し、ふ化管理したものをを用いた。ふ化仔魚は 100ℓ 水槽に 30 尾/ℓ の密度で収容後、ナンノクロロプシス（以下、ナンノとする）を 100 万細胞/ml、シオミズツボワムシ L 型小浜株（以下、ワムシとする）を 10 個体/ml の濃度で与えて飼育し、開口 1、3、5 日齢（ふ化 12、14、16 日齢）に照度試験に供した。なお、仔魚にはワムシ消化の促進のため、供試前に 12 時間の餌止め処理を施した。

ヒラメ仔魚は、2013 年 5 月 25 日に財団法人山形県水産振興協会から受精卵で購入し、当場でふ化管理したものをを用いた。ふ化仔魚は 120ℓ 水槽に 150 尾/ℓ の密度で収容後、福島県ヒラメ生産マニュアル¹⁰⁾に基づき、ナンノを 100 万細胞/ml、ワムシを 2 個体/ml の濃度で与えて飼育し、開口 1,3,6 日齢（ふ化 4、6、9 日齢）に照度試験に供した。

試験区の設定

試験区は水槽の表面照度を 0、100、250、500、800、1,500、3,000 および 5,000lx に調節した 8

区を設けた。光源には 400W 水銀灯（東芝 HF400X）を、試験水槽には 1ℓ ポリプロピレン製ビーカーを用い、水槽の側面を黒マルチ（日本農業システム、0.02mm 厚）で完全に覆い、上面に寒冷紗（50%又は 90%遮光）を複数枚重ねることで表面照度を調節した。試験水槽は 300W チタンヒーターを設置したウォーターバスに収め、ホシガレイ仔魚は 10℃に、ヒラメ仔魚は 15℃に水温を調節した（図 1）。



図1 照度試験の様子

照度試験の方法

ホシガレイ仔魚の照度試験は 2014 年 2 月 4 日～同年 2 月 8 日に実施した。中牟田ら¹¹⁾の手法に準じ、餌止め処理を施した 50 尾程度の仔魚を試験水槽に収容し、ナンノを 100 万細胞/ml、ワムシを 10 個体/ml の濃度となるよう添加し、水銀灯を点灯した後に、表面照度をデジタル照度計（東京光電 ANA-F9）で確認のうえ、4 時間の明処理を行った。

ヒラメ仔魚の照度試験は 2013 年 5 月 29 日～同年 6 月 3 日に実施した。仔魚飼育水槽から 50 尾程度の仔魚を試験水槽に収容し、ナンノおよびワムシを同様の濃度で添加し、暗幕を被せた後、止水条件下で 3 時間の暗処理を行い、摂餌済みワムシの消化を促した。次に水銀灯を点灯し、表面照度の確認のうえ、4 時間の明処理を行った。

ワムシ摂餌数の測定

仔魚によるワムシ摂餌数の測定は明処理終了後に行った。各試験区の水槽へ麻酔剤（FA100）を滴下し、麻酔状態になった仔魚を 10%ホルマリン海水で固定後、無作為に 30 尾を抽出し、万能投影機下（20 倍）で仔魚の全長を測定した。その後、安永¹²⁾の手法に準じて、スライドガラス上で仔魚を軽く押し潰し、光学顕微鏡下（200 倍）でワムシ咀嚼器数を数え、仔魚 1 尾当たりの平均ワムシ摂餌数と群摂餌率（ワムシ摂餌が確認された尾数/調査尾数×100）を求めた。なお、供試前の仔魚についても同様に平均ワムシ摂餌数と群摂餌率を求め、対照として比較した。

結 果

ホシガレイ仔魚の平均全長は、開口 1 日齢が $6.1 \pm 0.1\text{mm}$ 、3 日齢が $6.1 \pm 0.1\text{mm}$ 、5 日齢が $6.2 \pm 0.1\text{mm}$ であった（表 1）。開口 1 日齢では、仔魚は照度の強度にかかわらず一定の摂餌を示し、250～5,000lx 区で平均ワムシ摂餌数が高まる一方で、0lx 区においても 60%を越える高い群摂餌率が確認された（図 2）。開口 3 日齢では、群摂餌率は概ね 70%以上の値であったが、平均ワムシ摂餌数は照度の強度に応じて高まる傾向を示し、平均ワムシ摂餌数と群摂餌率は 5,000lx 区で最大値（39.4 個/尾、96.6%）となった（図 3）。開口 5 日齢では、平均ワムシ摂餌数と群摂餌率の双方が照度の強度に応じて高まる傾向を示し、平均ワムシ摂餌数は 5,000lx 区で、群摂餌率は 3,000lx 区で最大値（22.6 個/尾、93.3%）となった（図 4）。一方、対照区では、平均ワムシ摂餌数と群摂餌率は、0.1～2.4 個/尾、6.6～26.6%の範囲にあり、ワムシの消化は十分に行われており、供試魚の質に問題はなかったものと考えられた。

ヒラメ仔魚の平均全長は、開口 1 日齢が $3.4 \pm 0.2\text{mm}$ 、3 日齢が $3.7 \pm 0.2\text{mm}$ 、6 日齢が $3.8 \pm 0.3\text{mm}$ であった（表 2）。開口 1 日齢では、仔魚は照度が強まるほど活発な摂餌を示し、平均ワムシ摂餌数と群摂餌率は 5,000lx 区で最大値（6.76 個/尾、82.3%）となった（図 5）。開口 3 日齢では、仔魚は中間照度の 250～1,500lx 区で活発な摂餌を示し、平均ワムシ摂餌数と群摂餌率は 500lx 区で最大値（13.1 個/尾、94.1%）となった（図 6）。開口 6 日齢では、仔魚は更に広範囲の 250～5,000lx 区で活発な摂餌を示し、平均ワムシ摂餌数は 1,500lx 区で、群摂餌率は 250～500lx 区で最大値（21.3

個/尾、100%)となった(図7)。一方、対照区では、平均ワムシ摂餌数と群摂餌率は、3.6~6.3個/尾、70.0~95.0%の範囲にあり、十分に高い群摂餌率を示したことから、供試魚の質に問題はなかったものと考えられた。

表1 ホシガレイ供試魚の全長

	開口日齢	サンプル数 (尾)	全長	
			平均(mm±SD)	範囲(mm)
2014/2/4	1日齢	30	6.1±0.1	5.9-6.4
2014/2/6	3日齢	30	6.1±0.1	5.9-6.4
2014/2/8	5日齢	30	6.2±0.1	5.9-6.6

表2 ヒラメ供試魚の全長

試験月日	開口日齢	サンプル数 (尾)	全長	
			平均(mm±SD)	範囲(mm)
2013/5/29	1日齢	30	3.4±0.2	3.0-3.8
2013/5/31	3日齢	30	3.7±0.2	3.0-4.0
2013/6/3	6日齢	30	3.8±0.3	3.1-4.5

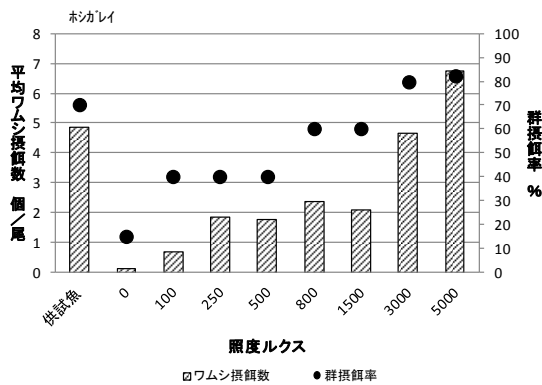


図2 照度別摂餌動向 (開口1日齢)

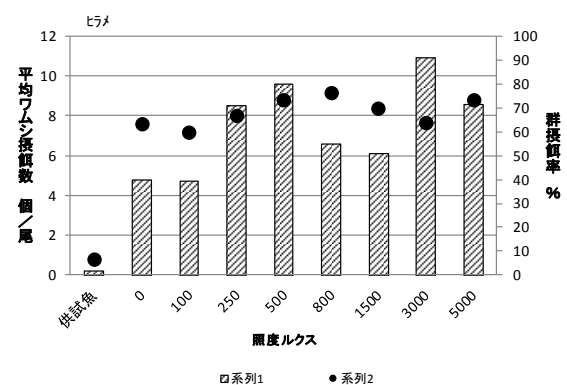


図5 照度別摂餌動向 (開口1日齢)

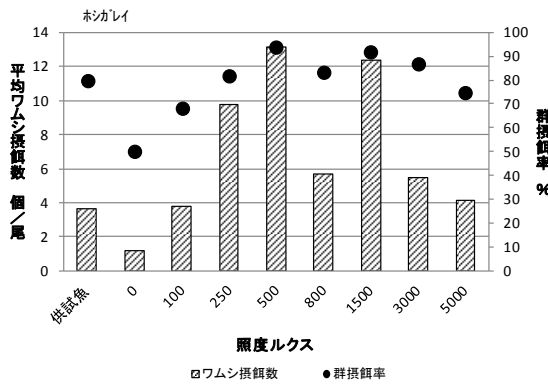


図3 照度別摂餌動向 (開口3日齢)

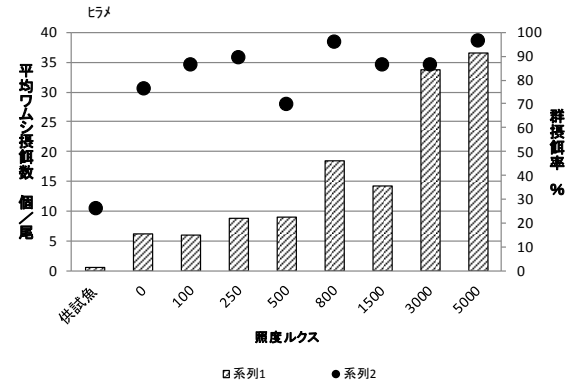


図6 照度別摂餌動向 (開口3日齢)

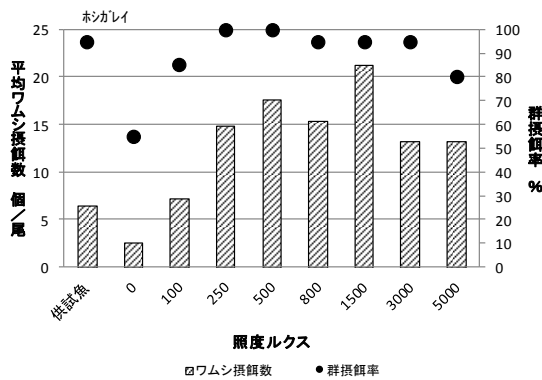


図4 照度別摂餌動向 (開口6日齢)

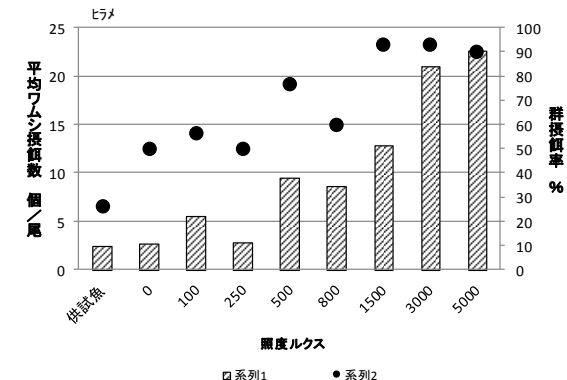


図7 照度別摂餌動向 (開口5日齢)

考 察

本研究では、成長段階の異なるホシガレイおよびヒラメ仔魚を用い、照度が仔魚のワムシ摂餌に及ぼす影響を調査した結果、両種ともに照度が摂餌に大きく影響するものの、その動態は相反することが分かった。すなわち、ヒラメ仔魚では、開口初期は摂餌に強い照度を必要とするが、成長とともに弱い照度でも摂餌可能となるのに対して、ホシガレイ仔魚では、開口初期は弱い照度でも摂餌可能であるが、成長とともに摂餌に強い照度を必要とする傾向にあった。

魚類の種苗生産における照度と摂餌との関係を調べた研究によると、マハタ⁷⁾、クエ^{8,13)}、カサゴ¹¹⁾では、仔魚の摂餌は明期のみ認められ、暗期にはほとんど見られないと報告されている。また、クエでは、成長に伴って高い照度から低い照度へ摂餌が可能になるとあり、これらは本研究におけるヒラメ仔魚の摂餌行動と一致する。

一方、暗期摂餌を行う魚種としては、マコガレイ¹⁵⁾、クロダイ¹²⁾、カタクチイワシ¹⁶⁾の報告がある。カタクチイワシでは、餌料が高密度に存在する状況で、受動的な暗期摂餌が見られるとあり、ホシガレイ仔魚の摂餌も同様である可能性が高い。いずれにしても、0lx で十分な摂餌を行なうホシガレイ仔魚では、開口直後の夜間においても十分な摂餌が可能であるため、ハタ類で指摘される初回摂餌の失敗による餓死の可能性は低く、15～20日齢に生じる大量斃死については別の原因があるものと考えられた。

両種の種苗生産における適正照度域については、ヒラメ仔魚は、開口3～6日齢に500～1,500lxの中間照度で平均ワムシ摂餌数と群摂餌率が高まる傾向にあったことから、従前の知見¹⁷⁻¹⁸⁾と同様に1,000lx前後が適正照度域であると考えられた。一方、ホシガレイ仔魚は、開口5日齢に3,000～5,000lxの強照度で平均ワムシ摂餌数と群摂餌率が高まる傾向にあったことから、ヒラメよりも高い3,000lx以上が適正照度域であると考えられた。当県の種苗生産施設はヒラメを対象に設計されたもので、照度の上限は1,000lx程度である。このため当該施設でホシガレイを生産する場合には照度不足による生産不調が生じる可能性が高く、3,000lx以上の照度が確保できる照明機器を整備する必要があるものと考えられた。

要 約

1. 成長段階の異なるホシガレイおよびヒラメ仔魚を用い、照度が仔魚のワムシ摂餌行動に及ぼす影響を調査した結果、両種ともに照度が摂餌に大きく影響するものの、その動態は相反することが分かった。
2. ヒラメ仔魚は開口初期ほど強照度への依存が強く、3,000lx以上で高い摂餌を示したが、成長とともに強照度への依存は弱まり、500～1,500lxの中間照度で良好な摂餌を示した。このことからヒラメ仔魚の適正照度域は1,000lx前後であると考えられた。
3. ホシガレイ仔魚は開口初期ほど強照度への依存が弱く、広範囲の照度に適応し、0lxでも高い摂餌を示したが、成長とともに強照度への依存が強まり、3,000lx以上の強照度で良好な摂餌を示した。このことからホシガレイ仔魚の適正照度域は3,000lx以上であると考えられた。
4. ホシガレイ仔魚は0lxでも高い群摂餌率を示したことから、初回摂餌の失敗による餓死が発生している可能性は低く、15～20日齢に生じる大量斃死については別な原因があるものと考えられた。
5. 福島県の種苗生産施設はヒラメを対象に設計されたもので照度の上限は1,000lx程度である。このため当該施設でホシガレイを生産する場合には照度不足による生産不調が生じる可能性

があり、3,000lx 以上の照度が確保できる照明機器を整備する必要があるものと考えられた。

文 献

- 1) 中坊徹次：日本産魚類検索－全種の同定－（中坊徹次編），東海大学出版会，1175-1185(1993)。
- 2) ホシガレイ栽培漁業技術開発推進検討会報告書，協会研究資料 No. 81，社団法人日本栽培漁業協会，東京，1-81(2002)。
- 3) 福島県：平成 13 年度資源増大技術開発事業報告書（魚類 C グループ），福島 1-19(2002)。
- 4) 興世田兼三・照屋和久：クエ、キジハタ、ヤイトハタ及びスジアラの 4 種のハタ類における内部栄養から外部栄養に至るまでの初期発生比較，平成 14 年度日本栽培漁業協会事業報告，389-390(2003)。
- 5) 興世田兼三・照屋和久・橋本博：初期摂餌の給餌時間帯がクエとキジハタ仔魚の摂餌状況、初期生残及びトリプシン活性に及ぼす影響，平成 15 年度日本栽培漁業協会事業報告，146(2004)。
- 6) 興世田兼三・照屋和久・菅谷琢磨・関谷幸生：初期摂餌の遅れがキジハタ仔魚の摂餌、成長、および生残に及ぼす影響，日水誌，72(4)，702-709(2006)。
- 7) 照屋和久・興世田兼三・岡雅一・西岡豊弘・中野昌次・森広一郎・菅谷琢磨・浜崎活幸：光周期がマハタ仔魚の生残、成長および摂餌に及ぼす影響，日水誌，74(4)，645-652(2008)。
- 8) 照屋和久・興世田兼三・藤井あや・川合真一郎・岡雅一・西岡豊弘・中野昌次・森広一郎・菅谷琢磨・浜崎活幸：光周期がクエ仔魚の生残、成長および摂餌に及ぼす影響，日水誌，74(6)，1009-1016(2008)。
- 9) 手塚信弘・中澤昭夫・升間主計：キハダ仔魚のワムシ摂餌に及ぼす光条件の影響，栽培技研，4，18-23(2005)。
- 10) 福島県栽培漁業協会：種苗生産マニュアル，～創立 15 周年に向けて～，69-84(1995)。
- 11) 中牟田弘典・野田進治・福元 享：カサゴの初期摂餌に及ぼす照度の影響，佐賀玄海水振セ研報，第 4 号，27-29(2007)。
- 12) 安永義暢：ヒラメ仔稚魚の生理生態に関する研究，水工研報，9，9-164(1988)。
- 13) 照屋和久・興世田兼三：クエ仔魚の成長と生残に適した初期飼育条件と大量種苗量産試験、水産増殖、54(2)、187-194(2006)。
- 14) 濱本俊策・棚野元秀・横川浩治：キジハタのふ化仔魚飼育時における小型飼料の有効性と照明効果，香川試研報，2，1-12(1986)。
- 15) 山本章造・杉野博之・中力健治・増成伸文：暗期の飼育環境下におけるマコガレイ仔稚魚の摂餌、水産増殖、53(4)、383-389(2005)。
- 16) Bagariano, T. and J. R. Hunter (1983) The visual feeding threshold and action spectrum of northern anchovy (*Engraulis mordax*) larvae. *CalCOFI Rep*, 24, 245-254.
- 17) 日本栽培漁業協会：太平洋北区におけるヒラメ種苗生産技術集，栽培漁業技術シリーズ No. 1，1-87(1994)。
- 18) 三田久徳・牧野直：実用規模水槽におけるヒラメ人工種苗の着色型黒化に及ぼす照度の影響（短報），千葉水総研報，1，107-109(2006)。