

クロウミウマHippocampus kuda稚魚の成長に伴う骨格形成と走光性の変化

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
著者名	岩谷,厚志 金子,誠 秋山,信彦
発行元	水産増殖談話会
巻/号	61巻2号
掲載ページ	p. 145-151
発行年月	2013年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



クロウミウマ *Hippocampus kuda* 稚魚の 成長に伴う骨格形成と走光性の変化

岩谷厚志¹・金子 誠²・秋山信彦^{3,*}

Change of Bone Formation and Phototaxis along with the Growth of the Juvenile of *Hippocampus kuda*

Koji IWATANI¹, Makoto KANEKO² and Nobuhiko AKIYAMA^{3,*}

Abstract: This research investigates the changes of the mode of life of the juveniles *Hippocampus kuda* in relation to the changes of bone formation and phototaxis. The juveniles showed positive phototaxis to side lighting from birth up to 24 days post partum. However, the juveniles showed more positive geotaxis than phototaxis to overhead lighting and began gathering at the bottom. The 1-day post partum and the 11-day post partum juveniles were floating under natural lighting conditions. The 16-day post partum and the 24-day post partum juveniles tended to swim at the bottom during the day, and many of them clung to substrates at night under natural lighting conditions. Most of the juveniles which clung to substrates showed ossification in their tails.

The research indicates that the juveniles of *H. kuda* change from planktonic behavior to benthic behavior at about 16 days post partum. They swim around during the day, and cling to substrates at night.

Key words: *Hippocampus kuda*; Phototaxis; Behavior

クロウミウマ *Hippocampus kuda* Bleeker はトゲウオ目 Gasterosteiformes ヨウジウオ科 Syngnathidae タツノオトシゴ亜科 Hippocampinae に属し、頭部頂冠から尾部末端までの長さが最大で170 mm に達する硬骨魚類である (Lourie et al. 2004)。本種は、太平洋とインド洋の沿岸域に広く分布している (Lourie et al. 2004)。流れ藻や浮き草のある礁湖、砂の堆積した岩礁地帯でみられ、マングローブや河口などの汽水域にも侵入することがある (Lourie et al. 2004)。本種親魚は、通常の魚類の様に遊泳するだけでなく、海草や流れ藻などの基質に特徴的な尾部を絡ませてつかまる (Hale 1996)。

クロウミウマは、他のタツノオトシゴ亜科魚類同様

に、雄が育児嚢で卵から仔魚期にかけて保育し、育児嚢から放出された段階で外見上親魚と同様な形態をした稚魚となっている (Choo and Liew 2006)。保育期間は、22~32℃で水温が高いほど短く、32℃で457.4 ± 25.9時間である (Lin et al. 2007)。稚魚は、産出されてから14~18日で浮遊生活から底生生活へ変化する (Choo and Liew 2006)。しかしながら、産出された稚魚の初期生態については不明な点が多い。また、本種を含めたタツノオトシゴ類は、全世界的に資源量が減少したことからワシントン条約付属書Ⅱに掲載された。本種の保護、増殖のためにも、その生態を明らかにする必要がある。

そこで、本研究では本種稚魚期の生態を明らかにす

2012年12月26日受付；2013年2月13日受理。

¹ 東海大学大学院海洋学研究科 (School of Marine Science and Technology, Tokai University Graduate School, Shizuoka, Shizuoka 424-8610, Japan).

² 東海大学大学院地球環境科学研究科 (School of Earth and Environmental Science, Tokai University Graduate School, Shizuoka, Shizuoka 424-8610, Japan).

³ 東海大学海洋学部 (School of Marine Science and Technology, Tokai University, Shizuoka, Shizuoka 424-8610, Japan).

*連絡先 (Corresponding author): Tel, (+81) 54-334-0411; Fax, (+81) 54-334-5095; E-mail, nakiyama@scc.u-tokai.ac.jp (N. Akiyama).

る目的で、稚魚期の生活様式の変化を、水槽での行動観察並びに骨格形成と走光性の変化から考察した。

材料および方法

水平方向または垂直方向からの光に対する稚魚の走性
フィリピン産クロウミウマ親魚から2010年5月19日に産出された個体を1回目の実験に用い、7月22日に産出された個体を2回目の実験で用いた。実験に用いるまで産出された個体を黒色の100 l 容ポリエチレン製円形水槽に収容し、水温27℃、塩分30 PSUの海水中で、餌料としてシオミズツボムシ *Brachionus plicatilis* sp. complex の L 型を与えて育成した。実験には、0～24日齢まで毎日飼育水槽から無作為に15個体抽出して用いた。

実験容器としては、長さ300 mm、奥行き50 mm、高さ60 mm で底面を白色とし、長側面を黒色、短側面を透明の亚克力製角型水槽を用いた。容器の底面には60 mm 間隔で目盛りを入れ、長辺を5分画した。容器には水温27℃、塩分30 PSU の海水を900 ml 満たし、稚魚15個体をピペットを用いて中央の区画に静かに収容した。収容した稚魚を暗黒の状態でも10分間静置し、1分ごとに事前に走光性が無いことを確認した赤色光を数秒点灯して稚魚の水槽内での分布を記録した。続いて、容器の短側面片側から光を照射し、中央の区画に同一の稚魚15個体を収容し、1分ごとの稚魚の分布を記録した。このとき、光源から最も近い区画を便宜的に区画 I、最も遠い区画を V とし、暗黒状態の実験でも同一の区画番号を用いた。また、光源としてはクリプトンライト（パナソニック製 BF-150）を用い、光量子量は、照射面の透明亚克力板の外側で $590 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ であった。

鉛直分布については、長さ50 mm、奥行き60 mm、高さ300 mm で容器の前面と底面を透明、両側面を黒色とし、背面を白色とした亚克力製容器を用いた。容器の背面には60 mm 間隔で目盛りを書き込み、上下方向を5分画した。稚魚をピペットで中央の区画に静かに収容した後、暗黒状態の分布を調べた。続いて同一個体で上から光を照射した場合での10分間の稚魚の分布を1分ごとに調べた。同様に別の個体で暗黒状態と、下から光を照射した場合についても分布を調べた。光量子量は、照射面で $590 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ となるよう調節し、前述と同様に光源側から順に区画番号を I から V とし、暗黒状態の場合でも同じ区画番号を用いた。なお、稚魚の分布については、収容後から1分ごとに10分間調べたが、10分間での変化が少なかったことから本論文では10分後の分布を比較した。また、稚魚の分布の偏りについては、 χ^2 適合度検定で $P < 0.05$

で差が認められた場合に分布に偏りがあるとした。

また、実験日に同一飼育群から、1回目の実験では5個体、2回目の実験では7個体ずつ無作為に抽出し、10%海水ホルマリンで固定し、Potthoff (1984) に従って透明二重染色骨格標本を作成し、骨格形成状態を観察した。

自然日長下での垂直分布と巻き付き行動

実験には、フィリピン産クロウミウマ親魚から2011年11月29日に産出された個体を使用した。実験に先立って、前述の実験同様に稚魚を飼育した。実験には1, 11, 16, 24日齢の個体を用いた。

実験容器としては、直径370 mm、水深315 mm の30 l 容黒色ポリエチレン製円形水槽を屋外に設置し、高さ105 mm ごとに白いビニールテープで目盛り線をつけて表層、中層、底層に3区分した。塩分30 PSU の海水を水温27℃に設定し、表層から底層まで鉛直方向にネットを設置し、どの水深でも供試魚が尾で巻きつける様にした。供試個体を実験日の前日である産出0, 10, 15, 23日後に飼育槽から無作為に20個体抽出して実験用水槽に収容した。収容後、日出の前後となる6～7時には7回、日没の前後となる16～18時には9回、更に日中の9時と13時の合計18回稚魚の水槽内での分布と、ネットに巻き付いている個体数を記録した。また、夜間の観察には事前に供試個体が走光性を示さないことを調べた赤色灯を用いた。観察時には水面の光量子を光量子計 (Apogee Instruments, Inc. MQ-200) で測定した。

また、同一日齢の個体を無作為に飼育水槽から20個体ずつ抽出し、供試個体が尾で巻きつける様に白色のネットを容器の底面に敷いたプラスチックケースに収容した。水温27℃、塩分30 PSU、暗黒条件下で10分間静置し、ネットに尾部を巻きつけた個体と浮遊していた個体をそれぞれ別々にホルマリン固定し、骨格二重染色を施して骨格を比較した。

結 果

水平方向または鉛直方向からの光に対する稚魚の走性

暗黒条件下での稚魚の収容10分後の水平分布は、1回目、2回目ともに5区画にそれぞれ7～60%の個体が散在して分布した (Fig. 1)。分布に偏りが見られたのは1回目では11, 12, 18日齢、2回目では14日齢だけで (χ^2 適合度検定, $P < 0.05$)、他は全て分布の偏りは見られなかった。これらの個体に水平方向から光を照射すると0～24日齢までの全ての日齢で1回目では53～100%、2回目では60～100%の個体が照射面に蟻集した。

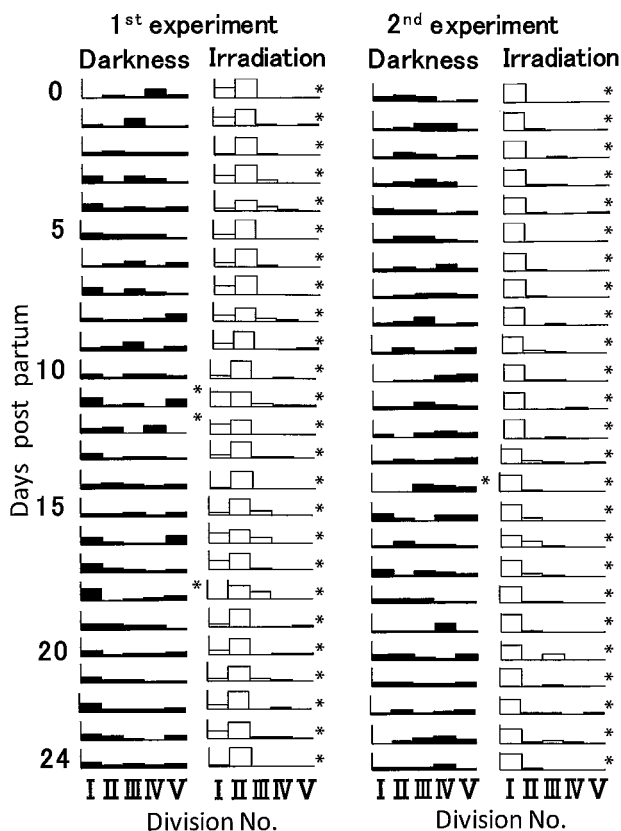


Fig. 1. Distribution of *H. kuda* in the tank under the darkness condition and the side lighting condition. The bar chart shows the horizontal distribution of 15 individuals 10 minutes after the launch of the experiment. Asterisks show that distribution was not even, calculated by the χ^2 test. The tank was segmented into five divisions. Division I is the closest to light irradiation and Division V is the farthest. The same segmentation was also used under the darkness condition.

また、暗黒条件下での鉛直方向の稚魚の分布は、1回目の実験では11日齢まで1日齢と4～6日齢を除き表層の区画に多くの個体が分布し、それぞれ分布に偏りが見られた (Fig. 2, χ^2 適合度検定, $P < 0.05$)。その後、12～15日齢では5区画に散在分布した。16日齢以降17日齢を除き、容器底面の区画に多くの個体が分布したため、それぞれ分布に偏りが見られた (χ^2 適合度検定, $P < 0.05$)。2回目の実験でも同様の傾向で、17日齢まで2, 3, 9, 14, 17日齢では散在分布したが、それ以外では表層の区画に多くが分布したため、それぞれ分布に偏りが見られた (χ^2 適合度検定, $P < 0.05$)。18日齢以降では、21日齢を除き底面の区画に多くの個体が分布するようになり、それぞれ分布に偏りが見られた (χ^2 適合度検定, $P < 0.05$)。これらの個体に対し、下方から光を照射すると全ての日齢で、10分後には1回目で67～100%、2回目で73～100%の個体が容器底面に蟻集した。

さらに、上方向からの光に対する走性を調べた実験では、暗黒条件下の場合1回目では12日齢まで2, 3,

4, 9, 10日齢を除き表層の区画に多くの個体が分布し、それぞれ分布に偏りが見られた (Fig. 3, χ^2 適合度検定, $P < 0.05$)。その後13～15日齢では散在分布した。16日齢以降では水槽底面に分布が集中し、それぞれ分布に偏りが見られた (χ^2 適合度検定, $P < 0.05$)。2回目の実験でも16日齢までは3, 5, 10日齢以外で表層の区画に分布し、それぞれ分布に偏りが見られた (χ^2 適合度検定, $P < 0.05$)。17日齢以降では反対に水槽底面に分布が集中し、分布に偏りが見られた (χ^2 適合度検定, $P < 0.05$)。これらの個体に対して光を上から照射すると1回目の実験では0～15日齢で47～75%が、2回目の実験では3, 6日齢を除く2～16日齢で47～80%の個体が照射面である表層の区画に蟻集したが、それ以降の日齢では暗黒条件同様に1回目の実験では86～100%、2回目の実験では80～100%の個体が光源とは反対の底面に分布が集中し、それぞれ分布に偏りが見られた (χ^2 適合度検定, $P < 0.05$)。

成長に伴う稚魚の骨格形成

走性の実験に用いた個体を日齢ごとに5個体ずつ透明二重染色骨格標本を作製し、化骨の状態を観察した結果、雄の育児嚢から出たばかりの0日齢では化骨が進んでおらず、吻部先端の前上顎骨、主上顎骨、歯骨だけが化骨していた。飼育日数に伴って化骨は進み、1～4日齢の個体では吻部先端に加え、第1, 2 躯幹部、眼球上部、頂冠の先端、5日齢ではさらに躯幹部全体、胸鰭軟条、第27, 28尾輪の脊椎骨までが化骨した。8日齢の個体では尾部にある脊椎骨が第1尾輪から最終尾輪まで化骨し、11日齢では臀鰭の血管間棘と背鰭の神経間棘が化骨した。15日齢では5個体中1個体のみで尾部にある鰭尾骨が最終尾輪まで化骨したが、残りの4個体は鰭尾骨の腹側部分が最終尾輪まで化骨していなかった。16日齢で基質に巻き付いた個体では鰭尾骨の腹側が最終尾輪まで化骨していた。最後に残っていた背鰭の軟条起部は19日齢で化骨し、骨格が完成した。別の雌から産まれた個体を7個体ずつ用いた観察でも1回目と同様の傾向がみられた。

自然日長下での鉛直分布と巻き付き行動

1日齢の個体の鉛直分布は、光量子量が $0 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ の6時では、表層に10個体、中層に6個体、底層に4個体が分布し、ネットに巻き付いていた個体は見られなかった (Fig. 4)。時間経過と共に光量子量が増すと、表層に多くの個体が浮遊する傾向が見られ、光量子量が $366 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ となった11時では収容した20個体のうち、18個体が表層に分布した。光量子量が下がり始めると表層に分布する個体数が減少し、光量子量が $3 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ となった16時30分では表層に8個体、

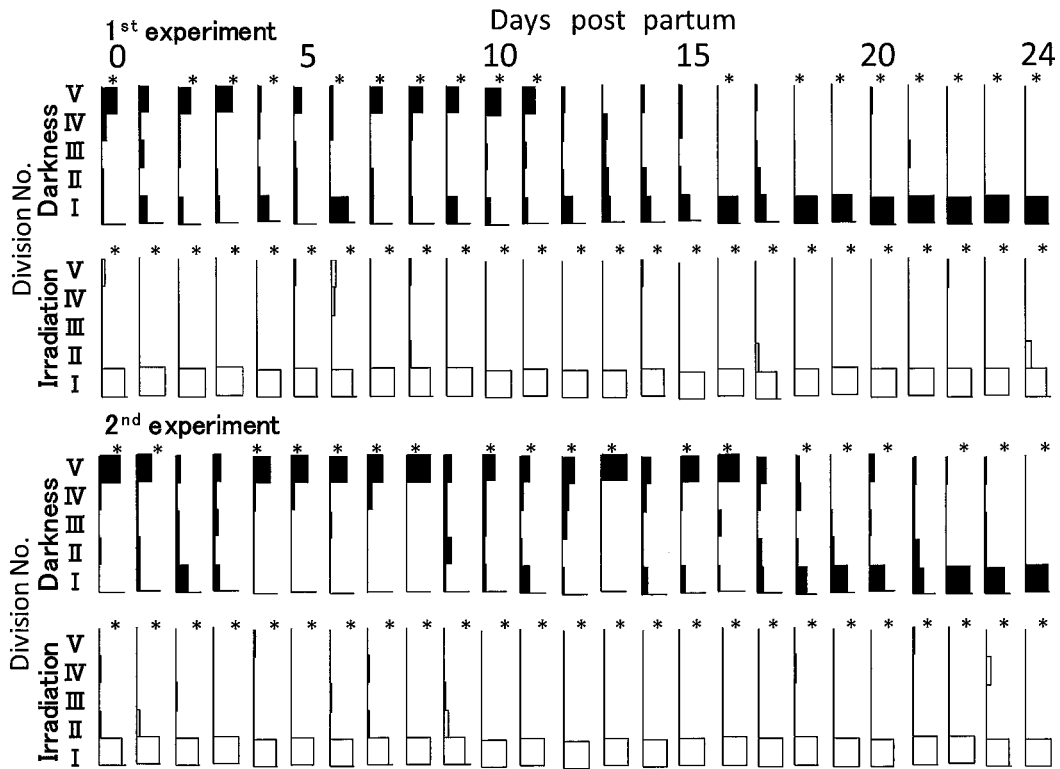


Fig. 2. Distribution of *H. kuda* in the tank under the darkness condition and the under lighting condition. The bar chart shows the vertical distribution of 15 individuals 10 minutes after the launch of the experiment. Asterisks show that distribution was not even, calculated by the χ^2 test. The tank was segmented into five divisions. Division I is the closest to light irradiation and Division V is the farthest. The same segmentation was also used under the darkness condition.

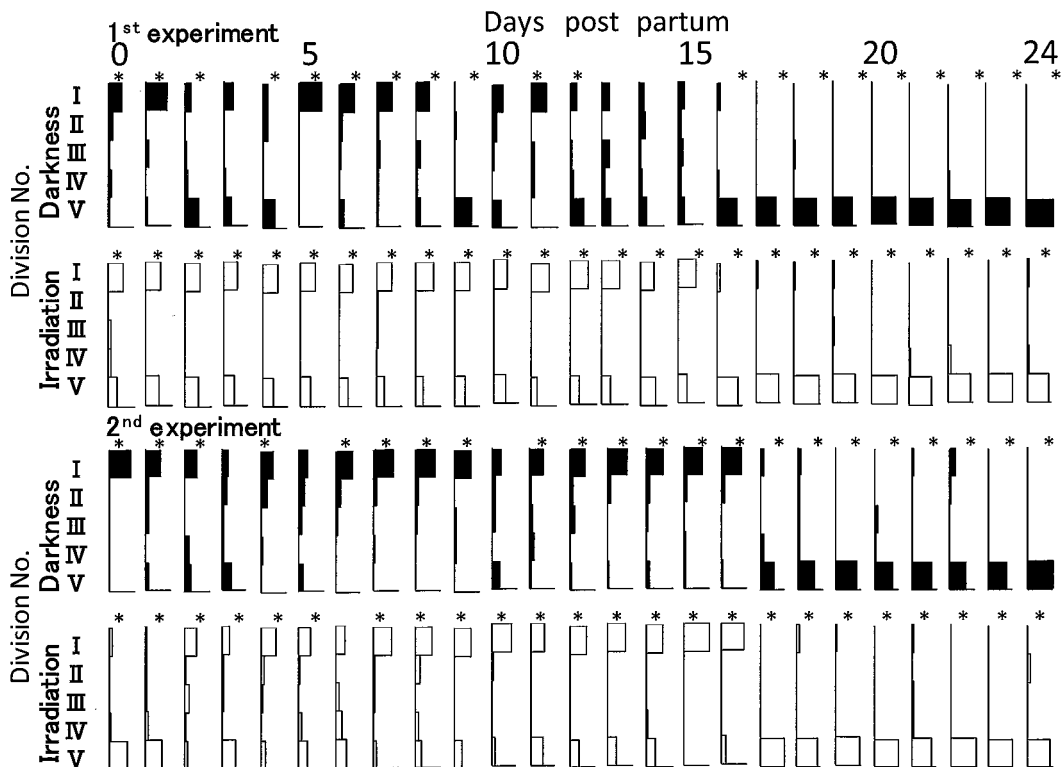


Fig. 3. Distribution of *H. kuda* in the tank under the darkness condition and the top lighting condition. The bar chart shows the vertical distribution of 15 individuals 10 minutes after the launch of the experiment. Asterisks show that distribution was not even, calculated by the χ^2 test. The tank was segmented into five divisions. Division I is the closest to light irradiation and Division V is the farthest. The same segmentation was also used under the darkness condition.

中層に8個体、底層に3個体が分布した。光量子量が $0 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ となった17時では再び表層から底層に個体が散在した。実験期間中ネットに巻き付いた個体は見られなかった。

11日齢の個体では、光量子量が $0 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ の6時には表層から底層にそれぞれ10, 2, 8個体が分布し、ネットに巻き付いた個体は見られなかった (Fig. 4)。その後は、光量子量の変化に関係なく表層から底層に個体が散在分布し、最大値 $440 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ となった9時でも表層から底層にそれぞれ7, 5, 8個体が分布した。また、1日齢同様ネットに巻き付く個体は見られなかった。

16日齢の個体では光量子量が $0 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ の6時に表層で2個体、中層で9個体、底層で3個体がネットに巻き付いていた (Fig. 4)。光量子量が $440 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ となった9時以降では底層に12~19個体が分布し、これらは浮遊していた。また、光量子量の値が高い日中ではネットに巻き付いた個体はほとんどみられなかった。光量子量が $1 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ の16時40分ではネットに巻付いた個体が4個体であったが、光量子量が $0 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ となった17時以降から増加し、18時には20個体中18個体がネットに巻きついた。

24日齢になると時間帯に関係なく底層に14~19個体と多くが分布した (Fig. 4)。巻き付き行動では光量

子量 $0 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ の6時で15個体が底層、2個体が中層のネットに巻き付いていた。その後、光量子量が増すにつれてネットに巻き付く個体数が少なくなり、光量子量 $13 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ の7時では6個体、光量子量 $141 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ の9時では巻き付いていた個体は見られなくなった。反対に光量子量が $1 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ になった16時40分では4個体がネットに巻き付き、18時には20個体中18個体がネットに巻き付いた。

巻き付き行動と化骨との関係

1日齢および11日齢の個体では、それぞれ20個体中全ての個体が浮遊して鰭尾骨が尾部末端まで化骨していなかった。16日齢の個体では、20個体中13個体がネットに巻きつき、残りの7個体は浮遊していた。この時、ネットに巻きついた13個体のうち12個体で鰭尾骨が尾部末端まで化骨していたが、浮遊していた7個体は全ての個体が末端まで化骨していなかった。さらに、24日齢の個体では全ての個体がネットに巻き付いており、これらは全て尾部末端まで化骨していた。

考 察

2回の繰り返し実験ともに、暗黒条件下での稚魚の水平分布は日齢に関係なく分散分布していたが、

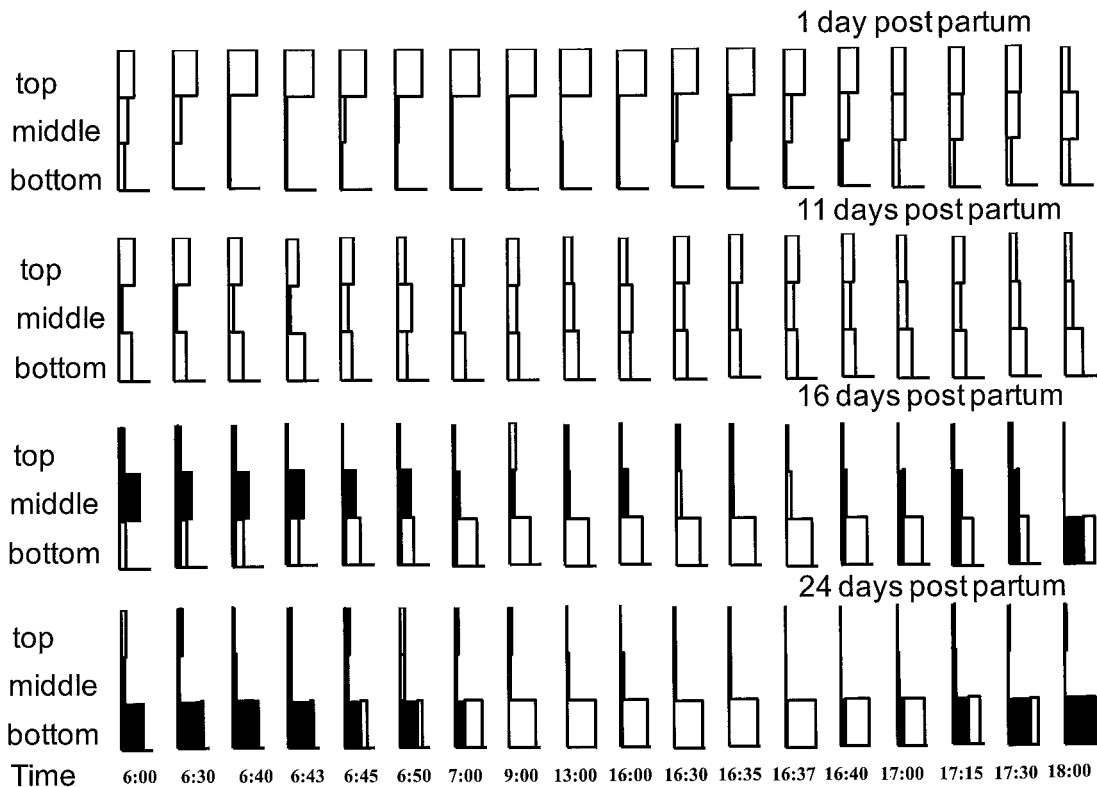


Fig. 4. Chronological changes of vertical distribution of *H. kuda* in the tank under natural condition from 1 day to 24 days post partum. The top : from the surface to 105 mm, the middle : 105~210 mm, and the bottom : 210 mm to the bottom. Open column shows pelagic individuals. Solid column shows individuals clung to substrates.

水平方向から光を照射した場合では、0～24日齢全てで照射面に蟻集した。タツノオトシゴの仲間では、本研究のクロウミウマだけでなく、*H. abdominalis*でも水平方向からの光に対する反応が産出直後から2ヶ月間調べられており、光を照射してから5分後には94%の個体が光源に集まることが明らかになっている (Woods 2000)。他の魚類でも底生魚であるカマツカ *Pseudogobio esocinus esocinus* の稚魚では、1400～1700 lx の光を水平方向から照射した場合、孵化0日齢では正の走光性を全く示さなかったが、その後、走光性は急激に増し、9日齢までは強い正の走光性を示すことが明らかにされている (中島 2006)。他にブラントラウト *Salmo trutta*, ニジマス *Oncorhynchus mykiss*, タイセイヨウサケ, *S. salar* でも稚魚の初期には正の走光性を示すことが明らかにされている (Woodhead 1957)。この様に多くの魚類の仔稚魚では、水平方向からの光に対して正の走光性を示すことが明らかにされており、クロウミウマでも同様であることが明らかになった。

一方、クロウミウマ稚魚の鉛直方向の走光性を調べてみると、暗黒条件下では、0～15日齢まで全水深に散在分布したが、それ以降の日齢では容器底面に分布が集中した。これらの個体に、下方向から光を照射した場合、全日齢で照射面である底面に分布が集中した。反対に上方向から照射した場合では、0～15日齢で照射面の水面に集まったが、16日齢以降では照射面とは反対の底面に集中分布した。ズワイガニでは暗黒条件下におかれた孵化当日の第1ゾエアは、縦型容器上部の区画に分布しており、強い負の走地性を示し、第2ゾエア以降は正の走地性を示して容器の底に沈下する個体が多いとされている (小金ら 2007)。さらに、容器の上から光を照射すると孵化当日の幼生で正の走光性がみられ、容器上部の区画に浮遊するが、幼生の浮遊性は発育に伴い失われ、容器の下に沈下する (小金ら 2007)。今回の実験でクロウミウマでも16日齢以降は上方向から光を照射した場合だけでなく暗黒条件下でも容器底面に分布することから、この時期を境に走地性が強くなり、上方向からの光に対する走性が弱くなると考えられる。これは、本種稚魚が基質につかまって生活する特殊な生態を持っている事からも成長に伴って浮遊期から着底期に移行することと関係があると考えられる。

次に、産出直後から24日齢までの骨格形成を観察したところ、0～4日齢では頭部全体と第1, 2 躯幹部までしか化骨しておらず5日齢の個体では胸鰭軟条、11日齢では臀鰭の血管間棘と背鰭の神経間棘が化骨していた。また、浮遊期の個体と着底した個体の比較では、前者では尾部の鰭尾骨が最終尾輪まで化骨して

いなかったのに対し、後者では化骨が確認された。また、着底期に巻き付き行動が見られた個体のほぼ全てで最終尾輪まで化骨していた。本種親魚では4つの鰭尾骨がそれぞれ尾部を取り囲み、鰭尾骨の背部と腹部から薄板 (plate) が突起し、その間には結合組織がある (Hale 1996)。さらに、隣接する鰭尾骨同士は前端部と後端部で重なり、巻きつく時には腹板が前の鰭尾骨に滑り込むことによって、基質に強く巻き付くことが可能になっている (Hale 1996)。従って、鰭尾骨の形成は、本種が基質に巻き付くための重要な要因となっていることが考えられる。本研究でも、巻き付きの開始と化骨が同期していたことから、鰭尾骨が最終尾輪まで化骨することで基質に絡み付くことが可能となり、同時に走地性が走光性よりも強くなり浮遊性から底生性へ移行すると考えられる。

また、自然日長下で本種稚魚の鉛直分布を調べたところ、1日齢では光量子量の値が高くなる程、表層に多くの個体が分布し、11日齢では表層から中層、16日齢以降は光量子量が高くなる日中でも容器の底に多くの個体が分布した。また、昼夜の光量子量の変化に伴って巻き付き行動も変化し、1, 11日齢では巻き付く個体は見られなかったが、16, 24日齢では光量子量の下がる夜間に巻き付いていた個体が多く見られた。この様にクロウミウマ稚魚は、産出直後から顕著な正の走光性を示し、鰭が化骨していない遊泳力の弱い段階では表層をただよっているが、11日齢前後になると鰭の化骨が進み遊泳力が増すために昼夜を問わず表層から底層まで一様に分布する様になると考えられる。さらに、16日齢以降になると走地性が走光性よりも強くなり着底し、尾部の末端まで化骨が完了する。これによって水底の様々な基質に巻きつくことが可能となり、光量子量が $2 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 以下の夜間ではおもに基質に巻き付き、光量子量が高い日中は底層で遊泳していると考えられる。ヒラメでは変態最終期に鰭や脊椎骨などが化骨することで体の比重が大きくなり、浮力が負になることから着底すると考えられている (田中ら 2009)。本種も同様に化骨することで浮力が弱くなって着底することも考えられる。また、Nikolsky (1963) は光に誘引される魚種は、主として視覚捕食魚類であるとしている。本種の浮遊期の稚魚はコベポーダ等の動物プランクトンを摂餌している (Sheng et al. 2007) ことと、本研究結果によって約15日齢までの稚魚がどの方向からの光に対しても走光性を示すことから、本種稚魚もプランクトンを視覚捕食する魚類と考えられる。サンゴタツ *H. mohnikei* では稚魚と成魚の胃内容物を調べた結果、体長の大きい成魚では短尾類 *Brachyura* sp. などの大型プランクトンが多く見られたが、稚魚ではカイアシ類のノウプリウス幼生、

ウスカワミジンコ *Penilia avirostris* などの小型プランクトンが多くみられ、成長に伴って食性が変化することが明らかになっている (Kanou and Kohno 2001)。*H. abdominalis* でも成長段階による食性変化が見られ、体長の小さな個体は端脚目などの小型プランクトン、大きな個体は十脚目など大型の甲殻類が胃の内容物の大半を占める (Woods 2002)。本種では、浮遊期にはコペポダ等の小型動物プランクトンを摂餌するが、成長するにしたがって遊泳性の高いアミ類を摂餌するようになる (Sheng et al. 2007)。この様に本種では、成長に伴って骨格形成や鉛直分布、走光性が変化し、同時に食性も変化するものと考えられる。

以上の様に、クロウミウマ稚魚は産出直後から15日齢前後までは正の走光性を示し、表層を浮遊して生活していると考えられる。その後は走地性が走光性よりも強くなり、同時に鱗尾骨が尾部末端まで化骨し、水底の様々な基質に巻き付くことが可能となる。着底後の個体は、光量子量が高い昼間は底層を遊泳するが、光量子量が低くなる夜間は基質に巻き付くことが明らかとなった。

要 約

本研究では、クロウミウマ稚魚期の生活様式の変化を、骨格形成と走光性の変化から考察した。稚魚は、水平方向から光を照射した場合には産出直後から24日齢まで正の走光性を示したが、上方から光を照射した場合には16日齢前後から正の走地性が強まり、容器の底面に分布した。また、自然光条件下では、1日齢と11日齢では表層から中層を浮遊し、16、24日齢では底層に多くの個体が分布した。16日齢以降では夜間にネットに巻きつく個体が多くみられた。さらに、ネットに巻き付いた個体は、ほぼ全ての個体で尾部末端までの化骨が認められた。

以上の緒結果から、クロウミウマ稚魚は、16日齢前後まで浮遊した後に走地性が強くなり底生生活に移行する。同時に尾部末端まで化骨し、水底の基質に巻き付くことが可能となる。また、昼間は底層で遊泳し、夜間は基質に巻き付くことが明らかとなった。

謝 辞

骨格形成の観察にあたり、御指導、御助言頂いた東海大学海洋学部水産学科教授の福井篤博士、元東海大学海洋研究所助教授の岸本浩和氏に心より感謝申し上げます。また、英文校閲をいただいた東海大学海洋学部清水教養教育センターの郷司正彦教授ならびに Adam Murray 特任講師には深謝の意を表す。また、

神奈川県立生命の星・地球博物館の専門研究員の瀬能宏博士には、お忙しい中、本種の同定をしていただいた。さらに、秋山研究室の学部生諸氏には、実験に際して様々な協力頂いた。これらの方々に感謝するとともに、ここに記して御礼申し上げる。

また、本研究の一部は、静岡商工会議所しみず新産業開発振興機構を通じて静岡市から研究助成をしていただいたものによるものであり、感謝申し上げます。

文 献

- Choo, C. K. and H. C. Liew (2006) Morphological development and allometric growth patterns in the juvenile seahorse *Hippocampus kuda* Bleeker. *J. Fish Biol.*, **69**, 426-445.
- Hale, M. E. (1996) Functional morphology of ventral tail bending and prehensile abilities of the seahorse *Hippocampus kuda*. *J. Morphol.*, **227**, 51-65.
- Kanou, K. and H. Kohno (2001) Early life history of seahorse *Hippocampus mohnikei* in Tokyo Bay Japan. *Ichthyol. Res.*, **48**, 361-368.
- 小金隆之・浜崎活幸・團 重樹 (2007) ズワイガニ種苗生産における飼育水の攪拌と薬浴による生残率の向上. *日水誌*, **73**, 226-232.
- Lin, Q., Y. L. Gao, J. Q. Sheng, Q. X. Chen, B. Zhang and J. Y. Lu (2007) The effects of food and the sum of effective temperature on the embryonic development of the seahorse *Hippocampus kuda* Bleeker. *Aquaculture*, **262**, 481-492.
- Lourie, S. A., S. J. Foster, E. W. T. Cooper and A. C. J. Vincent (2004) A guide to the Identification of seahorses. Project seahorse and TRAFFIC North America, p. 65.
- 中島 淳 (2006) カマツカ稚魚の走光性. ホシザキグリーン財団研究報号. **9**, p. 224.
- Nikolsky, G. V. (1963) The Ecology of fishes. Academicpress, London, p. 44.
- Pottoff, T. (1984) Clearing and staining techniques. In "Ontogeny and Systematics of Fishes" (ed. by H. G. Mosler, W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall jr. and S. L. Richardson) Allen Press, Lawrence, USA, pp. 35-37.
- Sheng J., Q. Lin, Q. Chen, Li Shen and L. Junyi (2007) Effect of starvation on the initiation of feeding, growth and survival rate of juvenile seahorses, *Hippocampus trimaculatus* Leach and *Hippocampus kuda* Bleeker. *Aquaculture*, **271**, 469-478.
- 田中 克・田川正朋・中山耕至 (2009) 行動の変化を伴う変態. 稚魚生残と変態の生理生態学. 京都大学学術出版会, 京都, pp. 52-55.
- Woodhead, P. M. J. (1957) Reaction of salmonid larvae to light. *J. Exp. Biol.*, **34**, 402-411.
- Woods, C. M. C. (2000) Improving initial survival in cultured seahorses *Hippocampus abdominalis* Leeson. *Aquaculture*, **190**, 377-388.
- Woods, C. M. C. (2002) Natural diet of the seahorse *Hippocampus abdominalis*. *N. Z. J. Mar. Freshw. Res.*, **36**, 655-660.