

長期間飼育したクルマエビの尾肢切除標識の判別率の変化

池脇義弘^{*1}, 上田幸男^{*1}

Change in the identification rate of uropod cut markers on hatchery-produced kuruma prawns, *Marsupenaeus japonicus*, during long-term rearing.

Yoshihiro IKEWAKI^{*1} AND Yukio UETA^{*1}

Hatchery-produced kuruma prawns, *Marsupenaeus japonicus*, marked by cutting uropods were released for research on the stocking effectiveness in the eastern Seto Inland Sea. These prawns with cutting-marks on the uropods were recaptured over a two year period. However there is no experimental evidence that uropod marking can be discriminated or not more than one year after cutting. Therefore hatchery-produced kuruma (917 individuals, BL 33.1 mm on average) prawns in which the uropods had been cut were reared for two years in an indoor tank, and we investigated the change in the identification rate of markers on uropods. As a result of this experiment, the identification rate of markers on uropods was more than 90 % two years after cutting the uropods. Furthermore, as previously the lifespan of kuruma prawn was uncertain because of lack of age determination techniques, it was confirmed that kuruma prawn can live for at least two years in this rearing environment.

キーワード：クルマエビ, 長期飼育, 尾肢切除標識, 判別率, 寿命

クルマエビ (*Marsupenaeus japonicus*) の標識放流調査の手法として、尾肢切除法にはリボンタグなどを用いた外部標識に比べて長期間の追跡が可能であるという長所がみられる(宮嶋ら1996, 谷田ら2003)。また、外観で判別できるため、DNAマーカーなどの遺伝的標識(山本ら2014)と異なり漁獲されたクルマエビを買い上げなくても追跡調査が可能である。瀬戸内海東部海域で尾肢切除法によるクルマエビの標識放流調査を実施したところ、再捕期間は長いもので2年間以上継続することが明らかになった(谷田ら2003)。この再捕結果は、尾肢切除標識は2年以上間判別可能であること、クルマエビの寿命は少なくとも2, 3年であることを前提としている。しかしながら、切除した尾肢の再生状況を確認するための飼育例は、10ヶ月が最長(豊田ら1997, 1998)で、それ以上の長い期間経過した後も標識の判別がどの程度可能かどうか明らかでない。また、一般に2, 3年と言われているクルマエビの寿命もクルマエビには年齢形質がないため推測の域を出ない。そこで、これらの残された問題点を解明することを目的に尾肢切除標識を施したクルマエビの長期間飼育を試みた。

材料と方法

飼育試験には、2007年に徳島県栽培漁業センターで種苗生産された放流用クルマエビの一部を体長約30mmになるまで中間育成したもののうち、尾肢に欠損がない個体を用いた。これらのクルマエビ(以下、飼育エビ)は、右尾肢を基部から切除(写真1)し、徳島県立農林水産総合技術支援センター鳴門庁舎(以



写真1. 尾肢を切除したクルマエビ種苗(体長36mm)

下、鳴門庁舎)の飼育棟に設置された循環型水槽(長さ2.9m, 幅1.5m, 水深0.6m)に収容した。水槽には砂を敷かず、水槽上部を黒色の板で覆ってできるだけ暗い環境になるようにした。飼育開始は2007年7月24日で、収容した飼育クルマエビは、917個体、平均体長33.1mmであった。

餌は、ヒガシマル社製クルマエビ用配合餌料(バイタルプローン)のうち飼育エビの大きさにあったサイズのものを選んで、ヤマハ製自動給餌器(YDF160B)を用いて給餌した。給餌量は、水質悪化と大量斃死を招く残餌(池脇2005)が出ないように適宜調整した。そして、およそ半年に1回の間隔で、性別、体長、尾肢切除標識の判別の可否を飼育エビ全数について調べた。尾肢切除標識エビの判別の判断基準は宮嶋(1997)に従い、切除した側の尾肢の褐色色素の発現部位面積が反対側の尾肢よりも小さかった場合に判別可能とした。なお、尾肢は、内肢と外肢の2枚あるが、どちらか片方でも褐色色素の

*1 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所鳴門庁舎(Fisheries Research Institute Naruto Branch, Tokushima Agriculture, Forestry, and Fisheries Technology Support Center, Dounoura, Seto, Naruto, Tokushima 771-0361, Japan)

発現部位の面積が小さければ判別可能とした。

また、飼育は生残尾数が数十尾（生残率約5%）以下になるまで行うこととした。なお、判別調査終了後も、生き残った個体には適宜給餌を続け、斃死した個体を冷凍保存して、後に測定等を行った。斃死個体の体長は、2001年から2006年にかけて瀬戸内海東部で実施されたクルマエビの標識放流調査で再捕された標識クルマエビの測定結果（平成17年度都道府県連携促進事業—瀬戸内海東部海域調査報告書（クルマエビ））を元に算出された頭胸甲長—体長の関係式（表1）を用いて推定した。

表1. クルマエビの頭胸甲長—体長関係式

性別	個体数	頭胸甲長 X (mm)	体長 Y (mm)	関係式
雌雄	557			$Y = 2.89X + 27.6$ $r^2 = 0.965$
雌	336			$Y = 2.94X + 23.5$ $r^2 = 0.957$
雄	221			$Y = 3.42X + 4.97$ $r^2 = 0.952$

結 果

鳴門庁舎汲み上げ海水の午前10時の水温を飼育水温とし、その変化を図1に示した。また、調査日毎の飼育エビの生残率、体長、尾肢切除標識の判別率等を表2に、飼育エビの成長を図2に示した。最初に測定した飼育開始後156日目には、飼育エビは、雌雄ともに平均で体長100mmまで成長していたが、この時点で生残率は20%以下であった。その後、最後の判別調査を終了した2009年7月6日（飼育開始後713日目）に、飼育エビの体長は、雌が平均152.5mm（最大個体が178mm）、雄が平均134.2mm（同151mm）となったが、雌雄それぞれの生残尾数は、14,13尾、計27尾（生残率2.9%）にとどまった（表2）。

尾肢切除標識の判別は、測定個体のうち、尾肢欠損や尾肢の褐色色素帯が不明瞭な個体（写真2）を除いて行った。これら判定ができなかった個体を除いた尾肢切除標識の判別率は、標識後156日には93.5%で、以降、標識後400、507および713日目にそれぞれ、93.0、94.5および91.3%と、常に90%以上となった（表2）。また、標識が判別できた個体の最大体長は、雌が178mm、雄が153mm



図1. 飼育期間中の鳴門庁舎汲み上げ海水の水温変化

表2. 飼育試験結果（飼育エビの生残率、体長、尾肢切除標識の判別率）

年月日	2007/7/24	2007/12/27	2008/8/27	2008/12/12	2009/7/6
飼育日数		156	400	507	713
尾数(雌雄合計)	917	165	92	55	27
雌	—	77	44	25	14
雄	—	88	48	30	13
生残率(%)	—	18.0	10.0	6.0	2.9
平均体長(性別不明)mm	33				
平均体長(雌)mm		103	128	151	153
最大体長(雌)mm		135	149	166	178
平均体長(雄)mm		100	121	135	134
最大体長(雄)mm		118	142	153	151
尾肢切除標識の判別(尾数)					
可		144	80	52	21
不可		10	6	3	2
色素未発現のため不明		11	2		
尾肢欠損のため不明			4		4
判別率(%)		93.5	93.0	94.5	91.3

であった。

尾肢切除標識は、判別が容易なものと、注意深く見ないとわからないものがみられたが（写真3），わずかであっても確実に尾肢の褐色色素帯の大きさに左右差（切除した右側が小さい）があれば判別可能とした。

生残率が5%以下となった2009年7月6日以降の継続飼育時に斃死した飼育エビの測定結果は、図2に小さな丸印で示した。最後の個体の斃死は、2009年10月14日に確認された（体長170mm，性別不明）。斃死個体は、尾肢の損傷で標識の判別が不可能なものが多かったが、尾肢切除標識が判別できた最も飼育日数の長い個体は2009年9月14日（尾肢切除後783日目，およそ2年3ヶ月目）の斃死個体であった。

考 察

今回の試験により，クルマエビ種苗に施した尾肢切除標識の判別率は，切除後2年間以上経過しても90%以上と著しく高率であった。2001年から2006年にかけて瀬戸内海東部で実施されたクルマエビの標識放流調査では，いくつかの放流群について尾肢切除したクルマエビの一部を数ヶ月飼育した後に標識を識別できた個体の標識判別率を求めているが，その範囲は70～95%の範囲で，計14の放流群のうち90%以上の標識判別率となったのは計5群で残りの9群は70%台であった（平成13～19年度広域資源増大緊急モデル事業- 都道府県連携促進事業- 栽培漁業資源回復等対策事業総括報告書（瀬戸内海東部海域クルマエビ））。以下，“平成13～19年度広域資源



写真2. 尾肢欠損個体（左：2008年8月27日，体長139mm，雄）と褐色色素帯が不明瞭な個体（右：2007年12月27日，体長107mm，雌）。

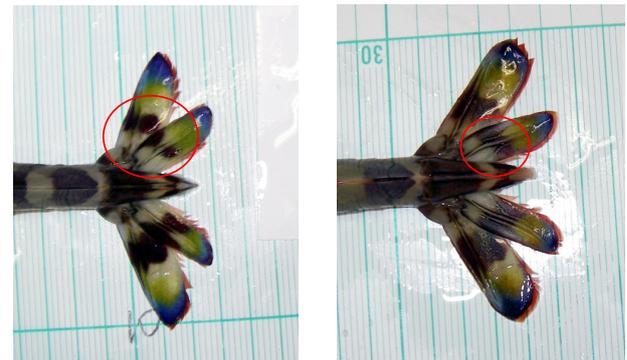


写真3. 尾肢切除標識痕が明瞭な個体（左：2008年8月27日，体長113mm，雄）と不明瞭な個体（右：2008年8月27日，体長123mm，雄）。

左の写真の個体は，右尾肢2枚とも左尾肢に比べて褐色色素帯がせまく，右の写真の個体は，右尾肢の内肢の褐色帯が左側に比べてわずかに狭い（色素帯が狭くなっている部分を赤丸で示した）。

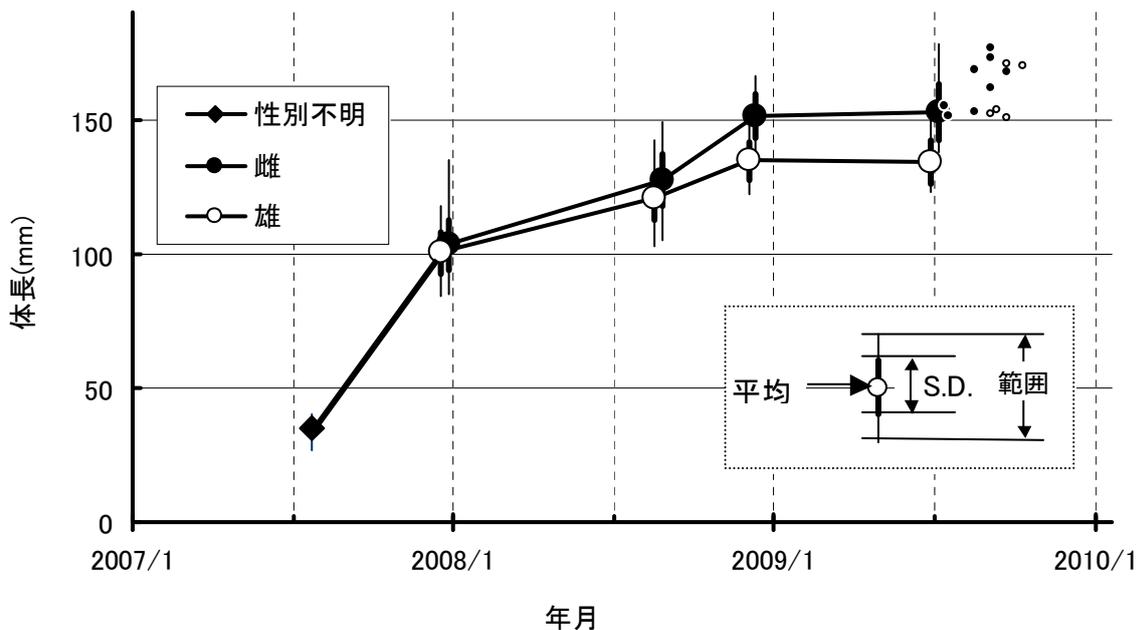


図2. 飼育クルマエビの体長の推移。2009年7月4日以降の小さな白抜き丸および黒丸は，実験終了後の継続飼育で斃死したエビ（雄および雌）の推定体長を示す。

源増大緊急モデル事業総括報告書”)。これらの結果と比較すると、本研究における標識判別率は長期間高率を維持した。これは、多人数を動員して1日で数万尾の稚エビに標識を施す実際の標識放流作業と異なり、今回の試験の標識尾数はおよそ900尾であり、1尾1尾の尾肢を極めて丁寧に切除できたことが高い判別率の要因として考えられる。また、今回、標識が判別可能とした個体の中にも、色素の発現部位の面積の差がわずかなため判定が微妙なものを含んでいた(写真3)。これらの個体は、多くの天然エビの中から標識エビを見つける市場調査においては、標識を見逃す可能性が考えられる。飼育エビは、標識個体であることが自明なので、市場調査よりも判別率が高くなると思われた。

飼育エビの平均体長は、産まれた年の年末におよそ100mm、翌年の夏に120mm台であった。この成長速度は、瀬戸内海東部海域に放流された標識エビの再捕個体の大きさから推定された成長(谷田ら2003)と比べると明らかに遅い。その原因を特定はできないが、残餌が出ないようにしたため給餌量が少なかったことや、砂を敷いていない水槽で飼育したため潜砂できないことによるストレスが生じたことなどの影響が考えられる。また、試験を開始した翌年以降の成長も、とくに各年の前半で遅い傾向が見られた。本研究は、地先の汲み上げ海水を用い陸上水槽で飼育したため、冬季の水温が最低10℃前後まで下がった(図1)。天然クルマエビは成長とともに深場へと移動する(倉田1986, 田染, 能津1970)ことと考え合わせると、冬季は実際の棲息海域の水温より低い水温で飼育していた影響が考えられた。

さらに、クルマエビの成長が遅いことは、飼育日数の割には脱皮回数が少ないことが影響していると思われる。切除した尾肢は、脱皮の度に“より正常な状態に”再生してゆくことが報告されている(宮嶋ら1996, 豊田ら1997)。したがって、成長が遅い個体は標識後の経過日数の割には尾肢の再生が遅いため、本研究では標識の判別率について日数が経過しても低下しにくい傾向があったことが考えられる。標識放流調査における再捕エビの体長は、放流後1~2年経過した雌の多くが200mmに達している(谷田2003, 平成13~19年度広域資源増大緊急モデル事業総括報告書)のに対して、今回、標識が判別された最大個体は、体長178mmであった。したがって、本研究の結果は、尾肢切除標識の判別可能期間を明らかにしたというよりは、脱皮によって成長しても判別可能な最大体長を明らかにしたと解するべきかもしれない。

い。

また、飼育条件下でクルマエビが2年以上生きることとも確認された。今回飼育したクルマエビは産まれた日は特定できないが、種苗生産された年の5月下旬から6月上旬に採卵された卵から産まれたものである。仮に2006年6月1日生まれと仮定すると、最も長いもので866日間(2年4ヶ月以上)生きたことになる。前述のように本研究では、飼育エビの成長が天然海域よりも遅いと考えられ、また、繁殖への参加も不明であったため、天然海域の寿命を反映した結果となっていない可能性があるが、クルマエビの寿命のポテンシャルは2年以上あることを今回の飼育試験から初めて確認することができた。

以上のことから、尾肢切除標識の判別可能期間やクルマエビの寿命を飼育実験でより正確に確認するためには、今後、より自然に近い成長ができるような条件で飼育実験を行うことが必要であろう。

文 献

- 池脇義弘(2005) 効率のよいクルマエビ種苗の中間育成方法について. 徳島水研報, **4**, 15-21.
- 倉田 博(1986) 栽培叢書1, くるまえばい栽培漁業の手引き. 第1編第1章クルマエビの生活. 日本栽培漁業協会刊, 1-33.
- 宮嶋俊明, 豊田幸詞, 浜中雄一, 小牧博信(1996) クルマエビ標識放流における尾肢切除法の有効性について. 栽培技研, **25**, 41-46.
- 宮嶋俊明(1997) クルマエビの尾肢切断判別マニュアル. さいばい, **91**, 23-27.
- 谷田圭亮, 池脇義弘, 青山英一郎, 奥山芳生, 野坂元道, 藤原宗弘(2003) 瀬戸内海東部海域における放流クルマエビの移動と成長. 栽培技研, **31**, 25-30.
- 田染博章, 能津順治(1970) 豊後水道におけるクルマエビの研究—Ⅲ 水深別にみた分布密度と干潟の生残率. 大分県水産試験場調査研究報告書, **7**, 11-22.
- 豊田幸詞, 宮嶋俊明, 上家利文, 松田裕二, 大槻直也(1997) クルマエビ標識放流における尾肢切除法の有効性について—Ⅱ 切除部位別の再生状況. 栽培技研, **25**, 95-100.
- 豊田幸詞, 宮嶋俊明, 吉田敬一, 藤田義彦, 境谷季之(1998) クルマエビ標識放流における尾肢切除法の有効性について—Ⅲ 切除時の体長から検討した標識の有効性. 栽培技研, **26**, 85-90.
- 山本昌幸, 野口大毅, 小畑泰弘, 菅谷琢磨, 高木基裕(2014) 瀬戸内海東部におけるDNAマーカーによるクルマエビの放流効果推定. 水産増殖, **62**, 393-405.