

# エビが脱皮しても脱落しない 新しい装着型外部標識 トラモアタグ

(trans-molting retentive external eye tag, TRAMORE tag)

国立研究開発法人 水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所  
海産無脊椎動物研究センター  
甲殻類グループ長 佐藤 琢

## 1. はじめに

本稿では、まず水産生物の調査・研究の現場で使用されている「標識」について簡単にその役割と分類について説明したのち、栽培漁業対象種のうち甲殻類において望まれる標識の特徴について考えます。そして、新たに開発された「エビが脱皮しても脱落しない装着型外部標識トラモアタグ」をご紹介します、その使用方法と使用上の注意点についてご説明いたします。

## 2. 標識の役割

生物の成長、生残、移動、生息数、寿命、行動等に関する調査や研究を実施するうえで正確かつ簡便に個体および群を識別する方法は必要不可欠です。そのため、多くの生き物に対して個体および群の識別を可能とする様々な標識方法が開発されています。

水産生物に対してもこれまで様々な標識方法が考案されてきており、それらは調査・研究の現場においていろんな目的で利用されています。例えば、ある水産生物に個体もしくは群を識別する標識を施したのち、再び元の生息地へ標識個体を放流します。その後、放流した標識個体が再び漁獲された際の情報をもとに、その水産生物の回遊範囲を調べたり、生息数を推定したりします。また、栽培漁業が行われている種では、種苗放流による資源造成効果を調べるために放流する種苗に標識を施したりします。このような調査手法を「標識再捕法」といい、対象生物に対して利用できる標識があつてはじめて、上記のような調査・研究が実施できるわけです。

## 3. 水産生物に対する様々な標識

個体および群の識別を可能とするための標識は大きく「外部標識」と「内部標識」に分けることができ、そのそれぞれが「装着型 (tagging)」もしくは「入れ墨型 (marking)」に類別されます。水産生物における代表的な標識を表1にまとめてみます。

「外部標識」は標識個体の体外から一見して標識の有無が認められるもので、なるべく標識個体の行動を邪魔しない部位かつ目立つ部位に施されることが望ましい標識です。本標識は外観から容易に発見できることから、標識個体が再び漁獲された際に発見されやすく、漁業者や遊漁者らによる再捕報告を期待することができる標識です。

外部標識のひとつである「装着型外部標識」としてはダートタグやアンカータグが代表的で、標識個体に人工物を装着するものです。一方、「入れ墨型外部標識」としては、標識個体の体につけることによって残る跡を利用した標識（例えば鰭や尾肢の切除もしくは抜去によるもの、半田ごてや有機酸、プッシュパンチによるもの）や人工種苗に特異的に現れる特徴（例えば、異体類における無眼側の体色異常、マダイの鼻孔隔皮欠損、アワビのグリーンマーク（殻頂部の色異常））を利用した標識があります。また、体外から視認できる体表の直下に色素や人工物（例えば、イラストマーやVIタグ (Visible implant alphanumeric tag)）を入れるものもこれに類別されます。

「内部標識」は外部標識とは異なり、個体の体

表 1. 水産生物に対して利用されてきた代表的な標識の例

	装着型 (Tagging)	入れ墨型 (Marking)
外部標識	ダートタグ	鰭や尾肢の切除もしくは抜去
	アンカータグ	再生痕の利用
	アトキンスタグ	(焼印標識や有機酸標識、パンチング標識等)
	リボンタグ	体部分標識 (黒化、鼻孔隔皮欠損、グリーンマーク等) 色素や人工物の注入 (イラストマーやVIタグ等)
内部標識	PIT タグ	硬組織の蛍光標識 (ALC, ARS, TC 等)
	CWT (磁性ステンレス)	遺伝標識
	金線標識	

内に保持される標識であるため、体外から簡単に見つけることはできません。そのため、漁業者や遊漁者らによる再捕報告は期待できません。しかし、体外に施される装着型外部標識において懸念される「装着後に標識が脱落する可能性」の低い標識です。

「装着型内部標識」は個体の体内に専用の機器によって打注・装着されるものです。打注された体内の標識は専用の読み取り機によって体外から探知します。代表的なものに PIT タグ (passive integrated transponder tag) があります。PIT タグには 10 桁程度のアルファベットおよび数字からなるコードが入力されたマイクロチップが封入されており、専用の読み取り機を用いて打注された PIT タグのコードを体外から読み取ることによって個体識別ができます。「入れ墨型内部標識」には、硬組織 (例えば耳石や骨等) を人為的に蛍光標識する化学薬品 ALC (アリザリンコンプレクソン) 等を利用するものや、個体の遺伝情報 (ミトコンドリア DNA やマイクロサテライト DNA の塩基配列情報等) を利用する遺伝標識があります。

このように様々な標識の中から、調査の目的や対象とする水産生物の特徴に合わせて使用する標識が選択され、調査・研究の現場で利用されています。

ところが、水産生物の中でも日本人の多くが

大好きなエビやカニといった甲殻類では、選択・利用できる標識が限られています。その理由として、甲殻類が成長をするために行う「脱皮」が挙げられます。これは、甲殻類では脱皮によって体表の外骨格 (殻や膜) や硬組織 (歯等) が一新されるため、脱皮と同時に脱落してしまう標識が多いためです。このことは甲殻類の中でも放流効果の把握に対して高いニーズのある栽培対象種において大きな課題となっています。

#### 4. 甲殻類に求められる標識：栽培漁業対象種 クルマエビを例に

そこで、ここからは我が国の沿岸漁業において重要な水産資源のひとつであり、かつ栽培漁業対象種の代表種でもあるクルマエビを例に、甲殻類における各標識のメリットとデメリットを見てみます。

クルマエビの漁業生産量は最盛期の 1985 年には 3700 トン台を記録しました (図 1)<sup>1)</sup>。しかし、その生産量は 1990 年頃からほぼ直線的に減少しはじめ、2018 年には 355 トンにまで減少しており、本種の資源回復は喫緊の課題となっています。本種における種苗放流による資源造成は昔から試みられており、1990 年代には毎年 3 億尾もの種苗が全国で放流されていました。近年では種苗の大型化に伴って放流尾数は減少していますが、例えば 2015 年では全国 127 機関によっ

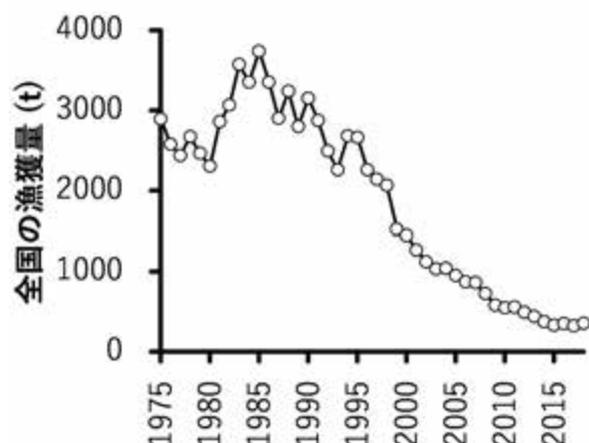


図1 全国でのクルマエビの漁業生産量の推移

て合計 429 回（総放流尾数 9251 万尾）もの種苗放流が実施されています。

しかし、近年では放流効果を把握・検証するために欠くことのできない標識放流調査は多くの放流において実施されていません。そのため、各放流機関は放流効果に疑問を抱きながら種苗放流を実施しているのが現状です。その理由としては、本種に対して安価かつ容易に利用できる有効な標識方法がないことが挙げられます。とはいえ、栽培漁業対象である本種に対してはこれまでに様々な標識が開発されてきました。しかし、そのすべてに一長一短があるようです。

装着型外部標識としては、これまでリボンタグなどが本種に対して利用されてきました<sup>2)</sup>。これらの標識は、標識自体が比較的安価で、標識の装着に特別な技術や高価な機器を必要としません。また、非常に目立つ標識であることから標識個体が再捕された際、容易に発見することができます。しかし、上述のように本種は脱皮をするため、体外に装着するこれらの標識は脱皮時に脱落するリスクが高いです。また、装着時に個体を傷つけるため、種苗の生残や成長に対して悪影響を与えます。これらの欠点は本種に限らず、脱皮する甲殻類のすべてに共通する大きな課題です。

入れ墨型外部標識としては、本種の尾肢を人為的に切除することによって生じる再生痕（色素異常）を利用する方法が開発されています（図2）<sup>3)</sup>。標識装着が安価で簡便なことから、実際の現場で利用されてきました。ただ、尾肢切除による標識には、再生痕の生じ方に個体差がある

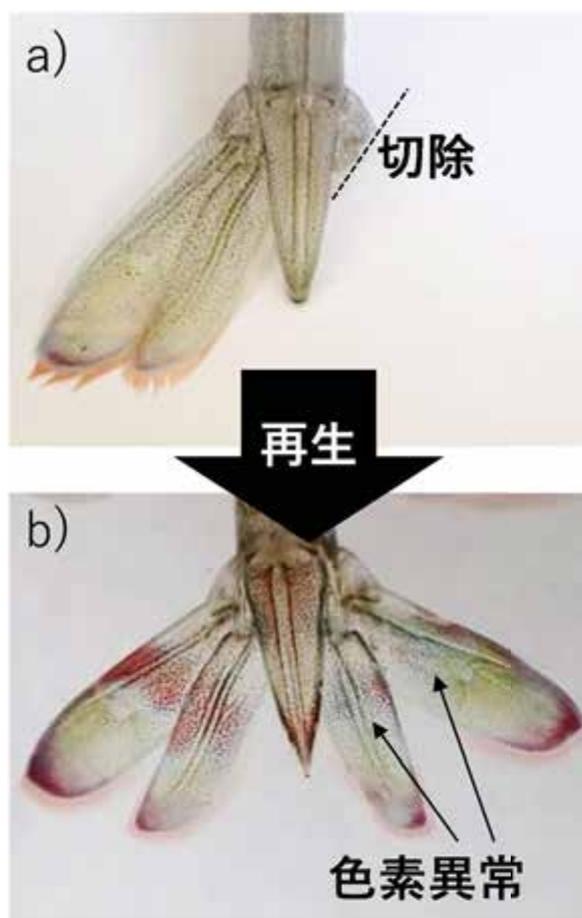


図2 クルマエビにおける尾肢切除標識

a) 尾肢切除する位置、b) 切除後に再生した尾肢にみられる色素異常の一例（この場合、色素が薄い）

ことや再生痕の発見に調査員の経験が必要なこと、再生痕の判断が人によって異なること、再生痕が標識装着によって人為的に生じたのかどうか判断できないこと、尾肢は左右にしかないので群判別が2群しかできないこと、尾肢切除が種苗の生残等に悪影響を及ぼす懸念があること等、多くの難点があります。例えばガザミにおいても遊泳脚指節を切除することによって生じる再生痕を利用する標識<sup>4)</sup>がありますが、本種の尾肢切除と同様の問題が挙げられます。

装着型内部標識であるコーディドワイヤタグ（coded wire tag, CWT）や金線標識等<sup>5,6)</sup>は、体内に人工物を入れるため脱皮によって標識が脱落しにくく、本種をはじめ甲殻類に適した標識と考えられます。ただ、これらの標識を利用するには、標識の装着に加えて漁獲物からの標識の探知のためにもそれぞれ高価な専用機器が必要となります。さらに、これらの標識は体外か

ら見えないため、人が標識を誤飲する危険性があり、魚価に影響を与える恐れがあります。そのため、これらの標識の利用に際しては、事前に漁協や漁業者等の関係者からの同意を得るとともに、漁獲物の中から標識個体を全数回収するために、標識個体が揚がる可能性のある全市場に探知機を配備する等の安全性を確保する体制構築が必要となります。

入れ墨型内部標識のひとつである遺伝標識は、種苗が生来持っている遺伝情報を利用することから、標識装着の手間がないこと、標識の脱落がないこと、小型種苗への装着が可能なことに加えて、個体判別能力が高いこと等の利点があり、本種をはじめとした甲殻類に限らず、種苗放流の効果把握に最も有効な手段と考えられます<sup>7)</sup>。しかし、遺伝標識を実際に利用するには、高い技術や知識に加えて、買取りや分析に莫大なコストが必要とされるため、各放流機関が単独で遺伝標識を利用した放流効果調査を実施することは非常に困難です。また、遺伝標識は放流効果の解析・把握に長い期間を要することもデメリットのひとつに挙げられます。

以上のように、本種に対して利用できる標識は様々ありますが、それぞれにメリットとデメリットがあるため、漁業者等から放流効果の把握において高い要望が上がっているにもかかわらず、多くの場合で放流効果調査が実施できていないのが現状です。

まとめますと、甲殻類の栽培漁業における現場ニーズに応えるためには、少なくとも1) 脱皮によって脱落しないという甲殻類に対する特異的な特徴に加えて、2) 標識の装着が容易、3) 標識装着によって生残や成長に悪影響がない、4) 漁獲物から放流個体を容易に正しく判別できる、5) 食の安全や魚価に悪影響がない、6) コストが安いといった特徴を有する標識が必要であるというわけです。

しかし、上記に挙げた1) から6) の6つの特徴を有する標識は現在ありません。装着型外部標識には1) 脱皮時の標識の脱落リスクと3) 生残や成長への悪影響という大きな欠点があります。入れ墨型外部標識には1)、3)の問題に加えて4) 正確な判別能力において大きな課題があります。装着型内部標識であるCWTや金線標識には5) 食の安全と魚価の面と6) コスト面に問

題があります。また、入れ墨型内部標識である遺伝標識は6) コスト面に課題があり、研究的な取り組みに使用が限られています。このような各標識が抱える問題は、甲殻類資源に対して栽培漁業による放流効果の最大化を図るうえで大きな障害となっています。

## 5. 新しい甲殻類用標識の開発

そこで、瀬戸内海区水産研究所 海産無脊椎動物研究センターでは、クルマエビを対象生物として、上記に挙げたような6つのニーズを満たすような標識の開発に取り組むことにしました。本研究ではニーズ2)、4)、5)、6) を既に満たしている装着型外部標識に注目し、この標識の欠点1) と3) を克服した「脱皮によって脱落せず、生残や成長に影響を与えない装着型外部標識」の開発を目指すこととしました。

本研究では、まず直径1.5 mmの穴を有するシリコンゴム片を試作標識として作製しました(図3a)。このシリコンゴム製の試作標識は伸縮性があるため、穴を伸ばして広げると、クルマエビの眼球を穴に通すことができます。穴に眼球が通った後、伸ばすことをやめ、穴を元の大きさに戻すと、眼球は再び穴を通ることができずに引っ掛かるため、試作標識は眼柄(眼球と体をつなぐ棒状の部位)に装着されます(図3b)。この装着方法なら標識によって体を傷つけることなく、発見されやすい体外に標識を位置させることができます。

まず、本研究では「試作標識が脱皮によって脱落しないのか?」について調べました。2015年における本種の放流種苗サイズは平均43.1 mm(範囲14-100 mm)であったことから、体長40 mm台の稚エビ(体長44.4 ± 2.5 mm)に試作標識を装着し、長期間にわたって個別に飼育することによって、標識が脱皮によって脱落しないか調べました。その結果、実験開始から1年以上の間、試作標識の脱落は観察されませんでした。実験終了時に最も大きな個体は体長140 mm台であり、試作標識は脱皮によって脱落しないことがわかりました。

次に、「試作標識が生残や成長に影響しないか?」について調べました。稚エビ(体長45.5 ± 1.6 mm)を用いて、試作した標識を装着する標識区と標識を施さない対照区を設け、2カ月間

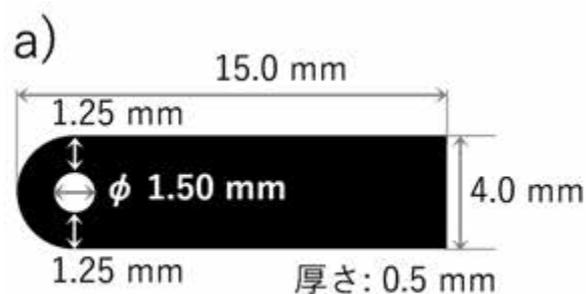


図3 a) 試作した装着型外部標識（シリコンゴム製）、  
b) 眼柄に装着された様子

にわたって個別飼育することによって、標識の有無による生残や成長への影響について調べました。その結果、どちらの区においても死亡は認められず、区間で脱皮回数や成長量に有意な差は見られなかったことから（図4a, b）、試作標識による生残や成長への悪影響はないと考えられました。

そこで、さらに本標識の天然海域での実用性を知るため、愛媛県農林水産研究所 水産研究センターの皆様にご協力をいただき、瀬戸内海の燧灘において、新たに作製した赤色の試作標識を装着した体長  $48.7 \pm 7.8$  mm の種苗を試験的に放流しました。その結果、体長 158 mm の個体が再捕され（図5）、本試作標識はこのサイズまで追跡できることがわかりました。再捕個体のサイズが漁獲開始サイズを大きく上回ったことから、試作標識は標識放流調査に十分利用できると考えられました。

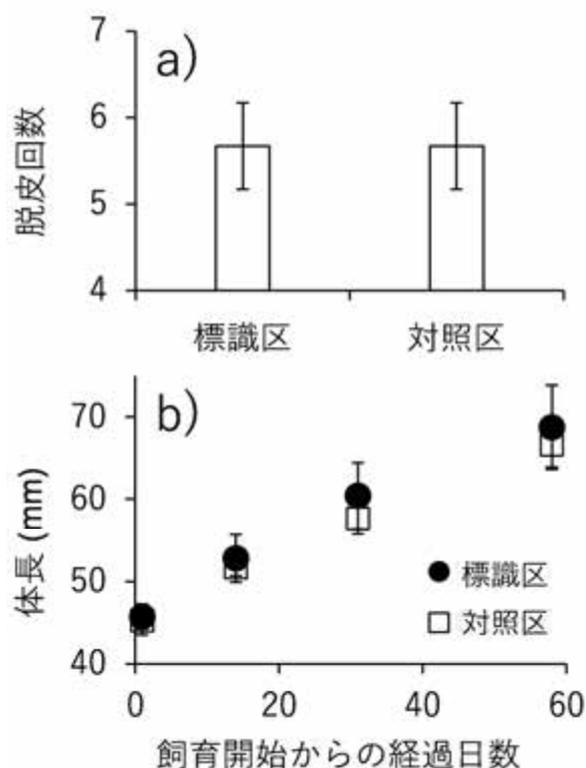


図4 飼育期間中における a) 各個体の脱皮回数と  
b) 各区の成長



図5 再捕個体。眼球の傍らに見える赤いものが標識  
(写真提供：再捕者 近藤達也氏)

以上のことから、クルマエビにおいて、脱皮によって脱落しない、かつ成長や生残に悪影響を与えない、実用的な装着型外部標識が本研究によって開発できたと考え、本標識をトラモアタグ (trans-molting retentive external eye (TRAMORE) tag) と命名しました。全くの偶然ですが、「トラモア」はアイルランド語で「広大な渚・砂浜」を意味するらしく、稚エビの時

に砂浜干潟に生息するクルマエビの追跡を可能とする本標識にぴったりの名前となりました。

## 6. トラモアタグが脱皮で脱落しない仕組み

甲殻類は脱皮時に、目の表面や触角の先をはじめ、体表の一切の組織（殻や膜）を脱ぎ棄てます。にもかかわらず、眼球に引っ掛けられただけでエビの体外に位置するトラモアタグはなぜ脱皮時に脱落しないのでしょうか？

その仕組みのヒントはトラモアタグを装着した状態で脱皮した個体の脱皮殻にありました（図6）。この個体は右の眼柄にトラモアタグを装着していました。タグを装着していない左側とは異なり、脱皮殻に右の眼柄から先の殻は残っていません。なぜでしょうか？

そこで、図7上段に、まずトラモアタグを装着していない時、つまり通常の脱皮の際の眼球と眼柄部分の動きを描いてみます。クルマエビは脱皮の際、古い殻の腰のあたりから、腰を「くの字」に曲げた状態で殻の中にある新しい本体が抜け出ます。そのため、頭部は体の後方へ向けて殻から抜け出ることとなり、クルマエビの



図6 右眼柄にトラモアタグを装着した個体の脱皮殻。右眼柄の先には殻が残っていない

大きな眼球はそれより細い眼柄を通り抜けなくてはなりません。それを可能とするため、脱皮時に眼柄は縦に裂けることによって、眼球が眼柄を通り抜けられるようになっています。

一方、図7下段のようにトラモアタグを装着している場合、脱皮時に眼柄が縦に裂けても、タグは裂けないため、眼球はタグにひっかかってしまい、スムーズには眼柄を通過できません。そのため、脱皮によって後方へ抜け出ようとす

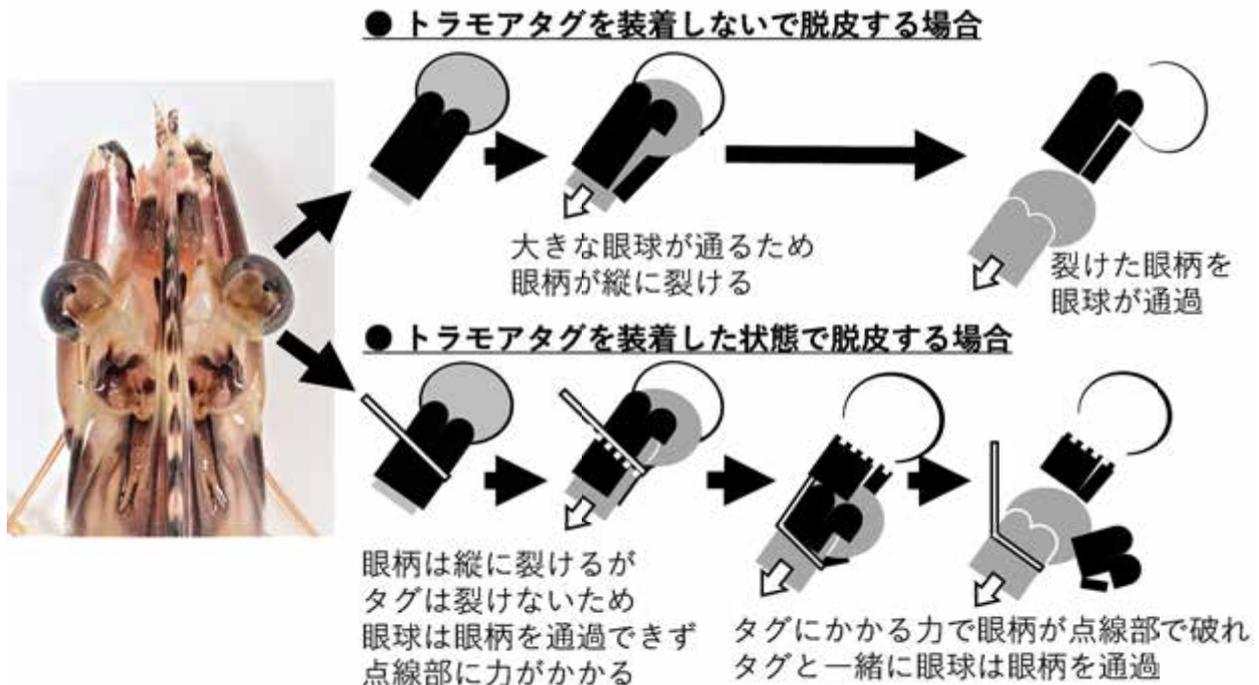


図7 トラモアタグが脱皮時に脱落しない仕組み。白矢印は殻の内側にあるエビ本体（灰色）の動きの方向を、白い長方形はトラモアタグを、白い点線は眼柄の殻が破れる位置を示している

る力は眼球からタグを通して、タグと眼柄とが接する部位に集中します。クルマエビの眼柄の殻（膜）は脆弱であるため、力が集中した部位が容易に破れます。その結果、眼球はタグごと眼柄を通過できるようになり、脱皮後もエビ本体にタグが維持されたままとなるわけです。

## 7. トラモアタグとアプリケーターの紹介

現在、試作標識はその形が洗練され（図8）、同時に開発されたトラモアタグ専用アプリケーター（取り付け器具、図9a）とともに、株式会社旭製作所 大竹オフィス（URL: <http://www.theglassplant.com>, 担当: 橋本氏（Email: tomoko.hashimoto@agi.co.jp; Tel: 0827-52-5241））から販売されることとなりました（実用新案出願中）。

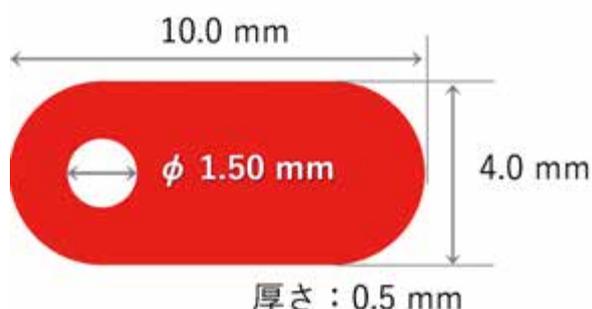


図8 販売されるトラモアタグ（例えば赤色）

トラモアタグをエビに装着する際、上述のようにタグの穴を拡げる必要がありますが、指やピンセット等で穴を拡げながらエビに装着するのは骨が折れます。そこで、トラモアタグの取り付けを容易にするために、棒状部と漏斗部からなる専用アプリケーターを開発しました。使用方法は、図9bおよび図10aのように、まずアプリケーターの棒状部にタグを装填します。次に、一端にある漏斗部へタグをスライドさせ（図10b）、タグの穴を拡げます。そこまで準備できたら、標識を装着するエビの眼球を漏斗部の中に差し込み、その状態のまま、タグを爪で押し出します（図10c, d）。すると、眼柄にタグが移り、装着完了です（図10e）。棒状部には100個程度のタグを装填することができ、本器具を利用することによって、手返しよくトラモアタグを取り付けることが可能です。使用に慣れてくると30分で約100尾への取り付け可能です。単純計

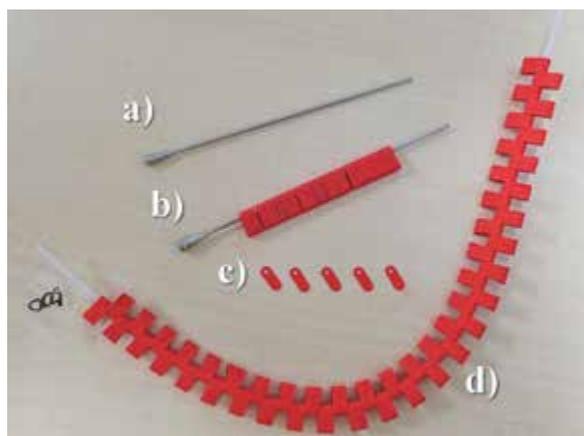


図9 a) トラモアタグ専用アプリケーター、b) アプリケーターにタグ100個を装填した状態、c) トラモアタグ、d) アプリケーターへの素早いタグの装填を可能とする、タグ500個をチューブにまとめた販売状態のひとつ

算すると、1万尾への標識装着であれば、作業に慣れた10人で5時間程度の作業をすれば完了できることとなります。

このようなアプリケーターの使用方法から、トラモアタグの販売状態はふたつあります。ひとつは図9cのようにバラバラの状態での販売です。もうひとつは図9dのようにチューブにタグ500個がまとめられており、現場においてアプリケーターの棒状部へ素早くタグを装填できる状態での販売です。

トラモアタグの販売予定価格は購入個数によって変わります。例えば、バラバラの状態で10,000個を購入する場合、販売価格は185,000円（税別）となり、タグ単価は18.5円となります。一方、500個ずつまとめられ、装填しやすい状態での購入ですと、販売価格は253,550円（税別）となり、タグ単価は約25.4円となります。

また、アプリケーターの販売価格も購入本数によって多少変わり、例えば10本まとめて購入する場合、4000円/本（税別）となります。

トラモアタグはシリコンゴム製ですので、多様な色（例えば、赤、橙、黄、緑、青、紫、白、黒、灰色等）で発注・作製することができます。ただ、現在のところ、標識の色が放流種苗の天然海域における生残（捕食のされやすさ等）に与える影響については詳しくわかっていません。今後、この点について調査を行い、明らかにしていく予定です。

購入にあたって価格や色、納期等の詳しい情報については上記業者にお問い合わせ・相談いただ



ければ幸いです。また、トラモアタグの性能や使用方法、調査デザイン等についてのご質問やご相談は著者に直接ご連絡をいただいで構いません(佐藤, Email: takusato@affrc.go.jp, Tel: 0848-73-5020)。

## 8. トラモアタグの使用上の注意

トラモアタグを使用する際には注意しなければいけない点がいくつかあります。

販売される、穴の径が 1.5 mm であるトラモアタグ(図 8)は、クルマエビであれば、使用できる対象は体長 40 mm 以上となります。エビが大きいほどタグは装着しやすくなります。ただ、エビが大きくなるにつれて眼球は大きくなりますので、使用に適したアプリケーターの漏斗部サイズが変わることがあり、注意が必要です。体長約 65 mm 以上の個体には漏斗部サイズが異なる別のアプリケーターを使用しなくてはなりません。

また、眼柄が太くなってきている体長 110 mm

図 10 トラモアタグ専用アプリケーターの使用方法

以上の個体に販売されるトラモアタグを装着すると、装着部位である眼柄をタグが締め付けてしまい、眼柄より先が壊死、脱落することがあります。ただ、個体が小さい時からトラモアタグを装着している場合は体長 110mm を越えてもタグは保持されつづけます。これは、成長していく過程で本来ならば眼柄は徐々に太くなっていきますが、トラモアタグを装着した場合、眼柄はタグの穴の大きさ以上に太くならないため、

タグが装着されている部分だけはタグの穴の大きさに合わせて細く維持されたまま成長するということが起こるためです。

標識装着後のエビを放流まで水槽内で一定期間ストックする場合、水槽内においてエビ同士がタグを噛み合うことによって、タグが脱落する場合があります。そのような脱落をできる限り少なくするためには、1) クーラー等の利用によって水温を下げ、エビの活動をおさえる、2) 底面積の広い水槽にストックすることによって、エビ同士がなるべく重ならないようにする、3) 装着から放流までの期間をなるべく短くするといった対策が必要です。

## 9. 今後の展開

本稿でご紹介いたしましたトラモアタグに関しては、1) タグの色に加えて、そもそもタグの装着は放流後の天然海域における種苗の生残率に影響しないのか?、2) タグは天然海域において体長何 mm まで脱落せずに保持されるのか?、3) 利用可能な甲殻類種は何か? 等の様々な疑問があります。少なくとも上記の疑問 1) と 2) が明らかになっていない現在、正確な回収率の計算にトラモアタグは利用できません。今後、これら疑問に答えるべく、調査・研究を実施していく予定です。

しかし、トラモアタグを利用すれば現状でも、種苗が放流後にちゃんと生き残って成長し、漁獲に貢献しているのか? これまで予想もしていなかった海域にまでエビが移動・分散していないか? 等について調べることができます。また、複数の放流群をトラモアタグによって識別し、その再捕結果を群間で相対的に比較すれば、放流効果を高めることができる放流時期や放流種苗サイズ、放流方法（例えば囲い網などを用いた馴致の有無）等について把握を進めていくことも可能です。

昨今の栽培漁業の現場における限られた資源（予算や労力、施設等）によって、放流効果の最大化を図り、漁業者等からの社会的ニーズに応じていくためには、持てる資源の選択と集中が求められます。今回ご紹介したトラモアタグが多くの方々にご使用され、その決断に貢献できれば幸いです。

最後に、今回の新しい標識の開発や性能評価

にご協力をいただきました橋本 智子 氏をはじめとした株式会社 旭製作所 大竹オフィスの皆様、平田 伸次 氏、渡邊 昭生 氏、伊藤 冬樹 氏、山下 浩史 氏、小寺 昇 氏、内田 拓人 氏をはじめとした大分県農林水産指導研究センター 水産研究部の皆様、太田 健吾 氏、大古 真早美 氏、松本 亜矢子 氏をはじめとした瀬戸内海区水産研究所 海産無脊椎動物研究センターの皆様、この場をお借りしまして御礼申し上げます。

今回、本稿でご紹介した研究は「Taku Sato, Takuma Sugaya, Hayate Yoshikawa (2020) Novel method of tagging the kuruma prawn *Penaeus japonicus* with a trans-molting retentive external eye (TRAMORE) tag. Fisheries Research 225, 105482」として発表されています。詳しくはこちらをご覧くださいできれば幸いです。

## 参考文献

- 1) 農林水産省 (2020) 海面漁業生産統計調査.
- 2) 寺井千尋, 中川浩一, 小林信 (2000) 周防灘におけるクルマエビの移動と成長. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 10: 1-7.
- 3) Toshiaki Miyajima, Yuichi Hamanaka, Koji Toyota (1999) A Marking Method for Kuruma Prawn *Penaeus japonicus*. Fisheries Science 65, 31-35.
- 4) Kazutoshi Okamoto (2006) Malformed regeneration of partly cut swimming leg as a marker for swimming crab *Portunus trituberculatus*. Fisheries Science 72: 1121-1123.
- 5) 上田拓, 伊藤史郎, 宮崎孝弘, 村瀬慎二, 石田祐幸, 林宗徳 (1999) クルマエビ種苗への標識手法の検討. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 9:75-79.
- 6) Hiroyuki Ariyama, Fumihiko Uratani, Hiroshi Ohyama, Masaki Sano, Susumu Yamochi (1994) Survival, growth, and tag retention of the Kuruma prawn *Penaeus japonicus* and the Greasy back prawn *Metapenaeus ensis* injected with gold bit tags. Fisheries Science 60: 785-786.
- 7) Takuma Sugaya, Minoru Ikeda, Nobuhiko Taniguchi (2002) Relatedness structure estimated by microsatellites DNA and mitochondrial DNA polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphisms analyses in the wild population of Kuruma prawn *Penaeus japonicus*. Fisheries Science 68: 793-802.