

東京湾のマダコ資源の研究 - マダコの標識方法について

土屋久男・池田文雄・清水詢道

The study on octopus (*Octopus vulgaris* CUVIER)
resource in Tokyo Bay -
Experiment of marking methods for octopus

Hisao TSUCHIYA*, Fumio IKEDA*, Takamichi SHIMIZU**

はじめに

東京湾横須賀地先のマダコは、漁獲量、体重組成ならびに卵巣熟度の季節変化から、夏に漁獲のピークを形成する群(夏型群)と冬に漁獲のピークを形成する群(冬型群)の2群により構成されていると考えられる(清水:1983)。このうち、11~12月頃に突然漁獲の多くなる冬型群は、体重1.5kg以上の大型ダコを主組成としている。この冬型群は、漁獲量の面で漁業上大きな比重を占めると共に、大型が多いので単価が高いと言うこともあって、これに対する漁業者の依存度は大きい。しかし、その生態は殆ど分かっていない。

今回、東京湾南部水産振興事業団の委託により、マダコの生態を標識放流により調査した。

マダコの標識放流は兵庫県水産試験場を始めとして数多くの実施例があるが、放流ダコの再捕率、標識の脱落(識別)等からみて、調査目的を充分満足させるような結果は得られていない。したがって、この調査では、標識方法の検討から出発した。その結果、皮下染色法が有効とみられたので報告する。また、同時に行った水槽実験で試験成績の悪かったタグピン・紐類などの装着標識の試験結果についても報告する。

材料と方法

飼育試験

試験には1983年11月、1984年4月、6月、および11月に城ヶ島地先で蛸壺により漁獲されたマダコ(体重

300~1,000g合計32尾)を用いた。

飼育は1983年11月のは屋内のコンクリート水槽(200×75×70cm)2槽に蓋のない蛸壺を配置し、1984年4月以降は屋外屋根つき水槽(300×100×70cm)を10区画に仕切って蛸壺を置き、個別に収容した。餌料には生きたアサリ、カニ、生鮮なイワシ類等を用いた。

主な標識方法は表1および図1に示したが、タグピン型等魚類用標識はそれぞれの専用器具で、糸類は網針で、銅線は一方を尖らせて装着した。皮下染色はそれぞれの色素の水溶液をペニシリン用2c.c.注射器を用いて表皮下に注入した。

放流試験

皮下染色法により1984年7月~1986年1月までに計5回の試験を実施した。その概要は表2に示した。

試料としたマダコは東京湾横須賀地先で蛸壺により



図1 試験した主な装着標識

表1 実験水槽で試験した標識の種類、装着部位等

標識の形式、種類		装着部位	耐用日数	備考
装	タグピン(1)	外套部	~ 4日	外套膜を貫通し、内側にアンカーを残す
	" (2)	眼下部	1日	筋肉内にアンカーを埋める
	" (3)	外套部	13日	装着部位は(1)、(2)と同じだがタグの頭部を細
	" (4)	眼下部	~ 2日	チューブにし、手掛りを小さくする
着	ダート(5)	外套部	3日	
	ピーターセン(6)	外套部	4~7日	両面アンカーのタグピンで外套膜、腕を貫通し、
	" (7)	腕部	7~20日	両サイドに円板を副わせて固定する
	背骨型(8)	外套部	10日	外套膜を縫い刺して外側で固定する
	金属リング(9)	"	5日	同上
型	ナイロン撚り糸(10)	"	4~5日	同上 解け防止に結節に接着剤を用いる
	リリアン糸(11)	"	10~23日	同上 接着剤は用いず
皮下染色	青色色素(12)	外套部	2ヶ月以上	0.2%メチレン・ブルー水溶液
	赤色色素(13)	"	2ヶ月以上	0.05~0.2%ニュートラル・レッド水溶液
	" (14)	"		0.1%エリスロシン水溶液
	" (15)	"		0.1%サフラニン・T水溶液

表2 標識放流の実施経過の概要

実施年月日	放流尾数	平均体重g(範囲)	区分	使用色素
第一回 1984. 7. 04	237尾	462g(130~1,130g)	中・小2区分	M・Bのみ
第二回 7. 30	177尾	592g(140~1,200g)	同上	同上
第三回 12. 18	213尾	918g(250~4,100g)	体重別10区分	M・BとN・R
第四回 1985. 7. 15	208尾	765g(350~1,600g)	同上 14区分	同上
第五回 1986. 1. 08	100尾	2,354g(920~4,100g)	個別別標識	同上

***使用色素：B・Mはメチレン・ブルー、N・Rはニュートラル・レッド

前日および当日に採取したものをうい、放流も同地先で行った。標識着け作業はマダコを漁業協同組合の集荷所に集め、陸上水槽に収容して行った。

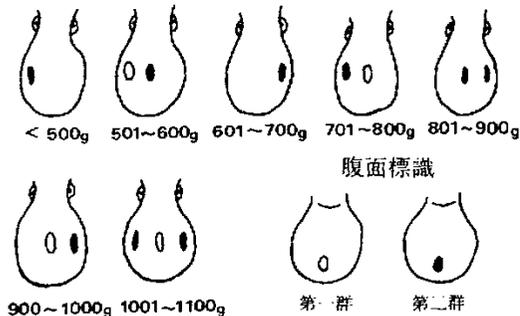


図2 第4回放流分の標識、背面は体重、腹面は群別の区分黒塗メチレン・ブルー、白抜きニュートラル・レッド

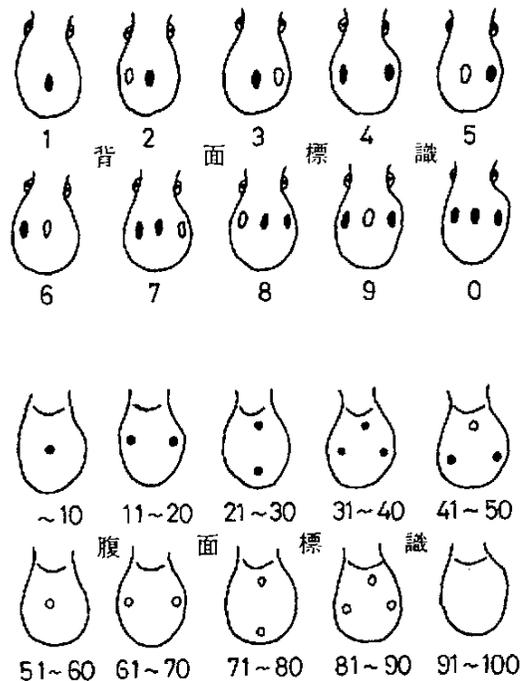


図3 第5回放流分の標識、背面と腹面の組み合わせにより、1~100番まで個体識別黒塗メチレン・ブルー、白抜きニュートラル・レッド

標識部位は1~3回目までは外套背面にだけ行い、大きさ別に標識した。4回目は図2に見られるように、

背面に大きさ別、腹面には群別の標識を行った。更に5回目は背面と腹面の組み合わせにより(図3)100尾の個体標識を試みた。

4および5回目の標識放流では、作業の最終時に標識したマダコ10尾を蛸壺に収容して漁場内に沈設し、一週間後に生死を確認した。なお、各壺には餌として生きアサリ500gづつを入れた。

結 果

飼育試験

1 装着標識

装着は主として胴部(外套)、腕、第一腕基部(眼下)の3部位に行った。

行動: 標識の装着直後に激しく泳ぎ回ったり、じっと動かないで装着物をなでまわす等の異常行動を示した。また、摂餌行動は翌日から餌をとるもの、4~5日後からとるものなど、一様でなかった。

耐久性: ダグピン型、ダート型のように、ただ打ち込むだけのものは最長2週間、大半は2~3日以内に脱落した。ピーターセン型、背骨型、胴線、糸類のように、肉質部を貫通して結び形態のものはやや落ちずらく、ピーターセン型の20日、リリアン系の23日が最長であった。その他は一週間以内に脱落するものが多かった。脱落の経過では、装着後、短時間のうちに一気にもぎ取られるものと、装着部の傷(穴)が日を経ると共に大きくなり、やがて肉質部を切断して脱落するものがみられた。

2 皮下染色標識

染色は、外套皮下に刺した注射針を引きながら、一点の長径が1~2cmになるように色素液を注入した。注入量はタコの大きさにより若干調節したが、背面では約0.5~1cc、腹面にはその半量程度を用いた。

青色色素はメチレン・ブルー(0.01~1%)、赤色色素はエリスロシン、サフラニン・T、ニュートラル・レッドの0.01~0.1%について試験した。

行動: 標識直後の反応は、メチレン・ブルー1%水溶液で、注射直後に体が硬直し、翌日までに死亡したものがあつた(1尾/2尾中)。また、エリスロシン(0.1%)では、直後に激しく水槽内を泳ぎまわり、落ち着かなかつた。しかし、その他の色素ならびにメチレン・ブルーの0.2%以下では異常行動はみられず、翌日からの摂餌行動も正常だった。

識別性: メチレン・ブルーは0.1~0.2%で生きたタコ(赤褐色)でも青黒い斑点として識別できた。また、死んだタコでは極めて鮮明なコバルト・ブルー(図版1)が見られた。標識の青斑は色素注入後、数時間内

に注入時の2～4倍の面積に広がるが、その後は目立った変化はなく、2ヵ月（タコが死亡するまで）経過した。

ニュートラル・レッド、エリスロシン、等の赤色素はタコが生きている状態では識別不可能であった。しかし、ニュートラル・レッドは、死んだタコでは、鮮明とは言えないが、2ヵ月後でも十分識別できた。その他の色素は死んだ状態でも識別は困難であった。

3 漁獲直後（3日以内）のへい死率

試験に用いたマダコは、蛸壺により漁獲したものを船槽から取りあげて秤にかけ、大型のパカンス・クーラーで運搬（2～3分）し、飼育水槽に収容した。

収容後、餌付くまでにへい死したタコは11月：1/6、4月：0/6、6月：2/10、11月：2/10尾で、平均15%のへい死率であった。収容直後のタコの動きは活発であったが、続けてスミを吐くものもあるなど、

表3 再捕結果の概況

回数	再捕尾数(再捕率)	再捕期間	放流場所、方法等
第一回	38尾 (16%)	7.04～9.04 62日	浦賀沖、船を停止して一点に放流
第二回	11尾 (6%)	7.30～9.04 36日	第二海堡沖、同上
第三回	77尾 (36%)	2.18～6.05 169日	浦賀沖、航走しながら線上に放流
第四回	69尾 (33%)	7.15～8.27 43日	浦賀～野比沖、同上
第五回	68尾 (68%)	1.08～5.13 136日	猿島沖及び浦賀沖、同上

異常な行動も目立った。

放流試験

1 標識ダコの再捕状況

標識ダコの再捕状況の概要は表3及び図4のとおりであった。この図にみられるように、放流ダコの再捕は、夏期より冬期のほうが再捕期間が長く、再捕率も高かった。また、冬季、夏季あわせて935尾放流し、263尾が再捕されたが、比較的短期間に再捕されるものが多く、全再捕数の80%内外が放流後1ヵ月以内に再捕された。

2 標識の識別

メチレン・ブルー：標識ダコはほとんどが漁獲時に現場で発見され、市場（殺して出荷される）で発見された例は稀であった。また、標識の鮮明度は放流後5ヵ月間では時間の経過による大きな変化は認められなかった。

ニュートラル・レッド：この色素では注入直後から鮮明な赤色には染まらず、暗桃色を呈した。この色は、生きたタコでは識別が困難であったが、メチレン・ブルーで選別したタコを測定する段階（死んだ状態）では充分認識できた。ニュートラル・レッド標識で最も経過日数の長かったのは130日であった。これの染色部分の面積はメチレン・ブルーの1/4程度で、やや縮小し、色もあせているとみられた。

疑似青斑：漁業組合の出荷時に識別し、報告された中に4例、メチレン・ブルーの標識と誤認したものがあった。このうち、2例はみ突きによる漁獲物で、もり

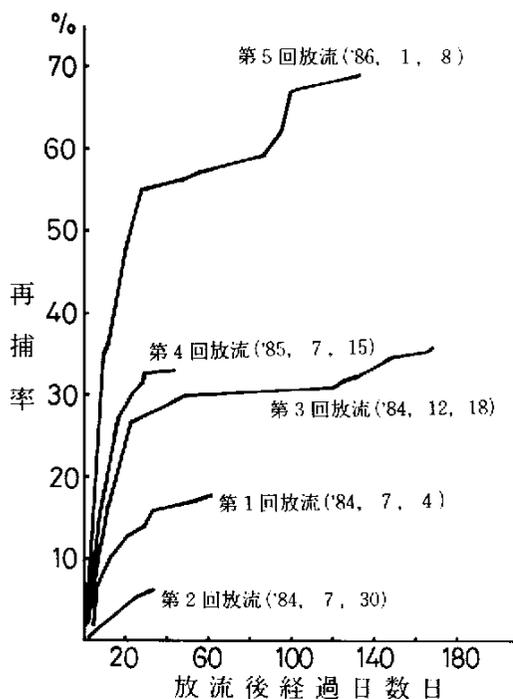


図4 標識ダコの再捕状況

の突き跡から皮下にスミが入った時のものと判明した。もう1例も突き跡ではないが、傷跡にスミが入ったものとみられた。この3例は色調としては標識に類似していたが、皮下を切開すると青色は見えなかった。残る1例は原因不明であったが、体の広範囲に不定型な青斑が点在していた。4例とも測定時には容易に標識と識別することができた。

3 標識部位の障害

メチレン・ブルー標識では放流後1ヵ月以内に再捕したもののうち、10~20%の割合で青斑部が水腫状のしこりとなるものがみられた。また、この部分が裂けたと考えられる皮膚の傷がみられた。裂傷は表皮だけで深くない。放流後4ヵ月経過し、治癒しつつある傷をもつ例でも、皮下の標識は識別に不自由のない程度鮮明であった。

4 標識作業による減耗率

標識後1週間のへい死は第4回(7月)が3/10尾、第5回(1月)は1/10尾であった。各回とも生存していたタコは壺内のアサリを平らげ、極めて活力ある動きを示した。また、7月に死んだタコは腐敗して殆ど溶けた状態となっており、1月に死んだものは肉質部は食害され、肝臓だけが残っていた。

5 皮下染色標識の作業性

飼育試験の結果で明らかのように、漁獲直後のマダコはかなり体力を消耗している。とくに夏季の放流では、作業中および放流時に活力の低下したものが目立った。したがって、標識作業ではタコの活力を重視し、迅速に処置することが最も重要である。

皮下染色法では、計量・標識の作業時間は、色素を注射する者2名で2~3点標識(体重別等、群別標識)なら、1時間当たり250尾、1尾につき15秒程度であった。また、個体識別用の4~6点標識では1時間当たり150尾(25秒/1尾)であった。なお、この試験では、計量、記録、注射、注射液(色素)の装?、注射補助、タコの取り上げ運搬等、直接作業人員10名内外と放流用船1~2隻で実施した。

考 察

タコ類の標識方法としては井上他(1951, '52)、伊丹等(1964)がマダコで実施した焼印法、勝谷(1967)がマダコで実施したビニール被覆線(ナイロン芯)を貫通結索する方法、金丸・山下(1969)、福田・山下(1978)等がミズダコで実施したビニール製チューブに標識板を付け貫通結索する方法、滝(1941)がマダコで試みたトリパン・ブルー、神奈川県水産試験場(1969, '70)が同じくマダコで試みたメチレン・ブ

ルーによる皮下染色法等がある。このうち、ミズダコでは、個体識別により移動・成長をみているが、再捕率(平均7.3%)も高く、放流後一年以上経過して再捕された例も多いなど、十分な成果を上げている。一方、マダコでは焼印法が実施例も多く、標識の影響などに関する報告も詳しい。しかし、この方法では焼印の温度や面積によって標識の識別やタコの生存率に大きな影響があり、高度の技術を要する。その他の方法については、方法の適否を判断するにたる詳細な資料がない。したがって、どのような方法を採用するにしても、実験水槽による試験と熟練が必要と思われた。

今回、最も期待していた焼印法は、調査の協力者である漁業者との打ち合わせで不評(残酷であるという意見)であったため除外し、表1に示した装着標識と皮下染色について検討した。

標識方法は、その目的から、標識が対象生物の健康や行動を阻害しないこと、識別が容易で、必要な期間持続されることが要求される。さらに、それに託する情報量が多く、標識作業が容易であることが望ましい。

1 装着標識

魚類やイカ類で実績のある各種の装着標識はマダコには通用しなかった。また、ミズダコで成功した紐類の装着も不成功であった。これらの装着標識に対してマダコは極めて明確な拒否反応を示した。

行動：マダコは、飼育中に自食したり、肉質部を引き千切って標識をもぎ取るなど、外傷には鈍感と思われる行動をとる反面、標識装着の直後に激しく動くもの、物陰に身を寄せ標識部位を腕で覆って動かないものなど、皮膚上についた異物には極めて感受性が鋭いとみられた。メチレン・ブルーによる皮下染色の場合にみられる標識部の裂傷も、染色部分に出来たしこりを気にして、自ら引き裂いたものと考えられる。

耐久性：標識の型式、装着部位により若干異なったが、今回の試験ではもっとも長くもったものでも3週間内外であり、実用に耐えるものは見当たらなかった。

同じタコ類でも、金丸・山下等が行ったミズダコの試験結果によれば、紐類の材質、装着部位によって未標識のものとの間に有意な行動面での変化も認められなかったとのことであり、マダコとミズダコでは、体への異物の装着に対する感受性の面で大きな違いがあると考えられる。

2 皮下染色標識

皮下染色では、マダコの体色との関係から、青~緑色が識別し易いと考えられた。また、色素がマダコに対して毒性が弱いことは勿論、人間に対しても安全でなければならない。このような観点から、西内(1984)

の細菌染色料及び各種染料の淡水生物に対する毒性試験の結果を参考にメチレン・ブルー他数種を候補とした。メチレン・ブルーは食用色素ではないが、局方薬として人体への安全性も高いとみられたので、これを主用色素として試験した。

へい死率、障害等：標識後1週間内のへい死率は10%および30%で、一般的な漁獲直後（前述）のへい死率と殆ど変わらないとみられた。また、メチレン・ブルーの標識部に出来た水腫状のしこりもそれほど大きな障害となるとは考えられなかった。このしこりは第1、第2回の放流で多く、第5回放流の大型ダコ（平均2.3kg）では1尾も見られなかったことから、技術的な問題（小型ダコ程、注入が難しい）と考えられた。識別耐久性：メチレン・ブルーでは標識後再捕までの経過時間が長かったのは166日と169日であった。2尾とも雌ダコで、前者は産卵直前とみられる完熟卵を擁しており、後者は産卵後の疲弊したタコであった。共に放流後、体重で3～5倍に成長していたが、標識は鮮明であって、時間経過により退色しているとはみられなかった。マダコの寿命は1～1年半と言われており（田中1967）、メチレン・ブルーは標識の持続性の面では十分実用性があると考えられた。

一方、補助的標識として用いたニュートラル・レッドはマダコの皮下では当初から鮮明な赤色を示さないが、4ヵ月経過したもので十分識別できた。ただし、色調は明らかに薄れており、その後、長期に標識として有効性を保つとは考え難く、赤色色素については、更に鮮明で耐久性のある色素の探索が必要であろう。標識部位：マダコは通常の姿勢として胴部背面を上に行っていること、皮膚が弛んでいて注射がし易いなど、標識作業としては背面が容易である。しかし、生きたタコの背面はタコ自身の茶褐色の色素が濃く、やや識別しにくい、とくに赤色系の色素ではみずらいので、単純な標識であれば、色素の少ない腹面を利用するのが有効である。また、タコの取扱い、注射の技術に熟達すれば、腕基部等へ標識することも可能であろう。情報量：この方法では、色素は注入後直ちに周辺に拡がるため、数字や記号を描くことは難しいと考えられた。このため標識に盛り込む情報量は多くない。したがって、この方法は群別標識には適しているが、個体標識では数量的に限界がある。本試験では100個体までの標識で、十分有効であることが確認できた。更に、標識技術との兼ね合いにより、前述の標識部位の検討及び補助色素（多色）との組み合わせなどで情報量を増やすことは可能と考えられる。作業性：皮下染色法は、マダコという取扱いづらい生

物を対象に、注射器を用いる作業なので、能率的に行うには熟練を要する。今回試みてないが、漁獲現場（船上）での作業はかなり困難であろう。したがって、この方法を用いるには陸上施設あるいは波静かな港内など、作業場所の選択が重要な要素となると言える。

要 約

1. マダコ標識法の開発試験として装着標識ならびに皮下染色標識の検討を行った。
2. 飼育試験の結果、マダコは装着標識に対し、極めて明確な拒絶反応を示したが、皮下染色標識ではメチレン・ブルーならびにニュートラル・レッド水溶液が有望とみられた。
3. 皮下染色法による海域での放流試験を合計5回実施した。その結果、皮下染色法は以下の点で十分実用性があるとみられた。
 - 1) 皮下染色は1～2cmの円ないし長円形の点標識としたが、へい死、障害等魚体への影響が小さく、再捕率も高かった（最高68%）
 - 2) 再捕時の発見は大部分が漁獲現場（蛸壺）で、一部は出荷所で行われた。
 - 3) 標識は4回目まで群別標識とした。放流から再捕までの日数は最長5ヶ月半で、同魚体はこの間に大きく成長（体重で3～5倍）していたが、標識は明確に識別できた。
 - 4) 5回目の放流では標識部位（胴部背面と腹面）と色素（青と赤）の組み合わせによる個体標識を試みた。この場合も放流から再捕までの日数は最長で4ヶ月半であったが、標識は明瞭に識別できた。
 - 5) 標識の作業能率は標識者（注射）2名で、群別標識なら250尾/時間、個体標識では150尾/時間程度であった。
4. 染色色素の明瞭度は青色のメチレン・ブルーが勝れていた。赤色のニュートラル・レッドはやや不明瞭であった。

謝 辞

本調査の計画から実施に向けて常に有効な助言とご協力を頂いた東京湾南部水産振興事業団石原義正氏、横須賀市東部漁業協同組合小菅菊蔵氏はじめ組合員及び職員各位、指導普及部の笠原定夫副技幹、マダコ飼育試験にご協力頂いた県栽培漁業センター沼田武主任研究員はじめ所員各位、管理部原清氏、標識放流にご協力頂いた資源研究部員各位に厚く御礼申し上げます。また、ミズダコの標識放流の資料と懇書による助言を頂いた北海道立中央水産試験場福田敏光氏、本研究の

ご指導と本報のご校閲を頂いた資源研究部長中込淳氏に深謝する。

文 献

福田敏光・山下豊(1978): 宗谷海峡・利礼海域に分布するミズダコについて. 北水試月報(35), 178 - 197.

井上喜平治・他(1951): マダコ兵式標識試験, 兵庫県立水産試験場, 昭和26年度事業報告.

井上喜平治・浜口章・井伊明(1952): マダコの標識放流予備試験, 兵庫県立水産試験場, 昭和27年度事業報告, 123.

伊丹宏三(1964): マダコの標識とその放流結果について, 水産増殖 12(2), 水産増殖談話会, 119 - 125.

神奈川県水産試験場(1969): マダコ資源調査, 標識放流, 昭和43年度業務概要, 神水試資料No141, 17 - 18.

金丸信一・山下豊(1969): ミズダコの漁業生物学的研究(), 鬼鹿海域における夏漁期の群行動について, 北海道区水産研究所研究報告(35).

勝谷邦雄(1968): 備讃瀬戸におけるマダコ標識放流及び再捕記録, 岡山県水産試験場, 昭和42年度事業報告, 115 - 117.

西内康浩(1984): 農薬製剤の数種淡水産動物に対する毒性(資料), 水産増殖32(1), 水産増殖談話会, 61 - 64.

清水詢道(1983): 東京湾のマダコ資源の研究 - , 漁獲統計からみた資源の変動, 神奈川県水産試験場研究報告5, 35 - 40.

滝巖(1941): On keeping Octopods in an aquarium for physiological experiments, with remarks on some operative techniques, Venus, 10(3 - 3), 140 - 156.

田中二良(1967): 養魚学各論, 水産学全集 23, 恒星社厚生閣, 685 - 692.



図版 1 中央青斑はメチレン・ブルー、その直下
ピンク小斑はニュートラル・レッドの標識