

標識放流したクルマエビ大型種苗の採捕状況について

有山啓之・藤田種美*1・青山英一郎

・佐野雅基・阪上雄康*2

Capture of the Released Large-sized Kuruma Prawn with Mark

Hiroyuki Ariyama, Tanemi Fujita, Eiichirou Aoyama,
Masaki Sano and Yuko Sakagami

はじめに

大阪府立水産試験場附属栽培漁業センターでは、1991年に開設されてから、全長30mm前後のクルマエビ *Marsupenaeus japonicus* 種苗を毎年300万尾以上放流している。しかしながら、近年の大阪府におけるクルマエビ漁獲量は3~16トン¹⁾と低迷しており、放流効果がそれほど大きくない可能性も指摘されている。そこで、放流サイズを再検討するために、体長70mmサイズの種苗に標識を付けて放流し、その採捕状況を調べた。

材料と方法

1. 供試エビおよび標識

クルマエビは、(社)日本栽培漁業協会で生産され、阪南市箱作にある甲殻類中間育成場の砂敷き水槽で育成されたものを用いた。標識にはリボンタグ²⁾と尾肢切除標識³⁾の2種類を使用し、中間育成場内で

装着または切除した。リボンタグは水色塩化ビニール製の中型(長さ40mm, 幅1~3mm, 日本海洋(株)製)で、第1腹節と第2腹節の間を側面から貫通させた。また、尾肢については、右側の内肢と外肢を和鋏を用いて根元まで切除した。

2. 放 流

放流概要を表1に、放流場所を図1にそれぞれ示した。放流したのは1998年8月18~20日で、リボンタグを装着したエビ10000尾と、右尾肢を切除したエビ49280尾、合計59280尾を、阪南市尾崎地先と箱作地先の浅い砂浜(水深1~2m)に放流した。尾崎地先には冷却してワゴン車で無水輸送後⁴⁾、船上より放流し、箱作地先には中間育成場からサイフォンを用いて放流した。放流エビの平均体長は、リボンタグ群:74.2mm, 尾肢切除群:70.7mmで、リボンタグ群の方がやや大きかった。

表1. クルマエビ大型種苗の放流概要

標 識	放流年月日	放 流 場 所	尾 数	平均体長 (mm)	平均体重 (g)
リボンタグ	1998. 8. 20	阪南市尾崎地先	10000	74.2	4.7
尾肢切除	1998. 8. 18~20	[阪南市尾崎地先 阪南市箱作地先]	[32780 16500]	70.7	4.0

*1 (財)大阪府漁業振興基金栽培事業場

*2 大阪府環境農林水産部水産課

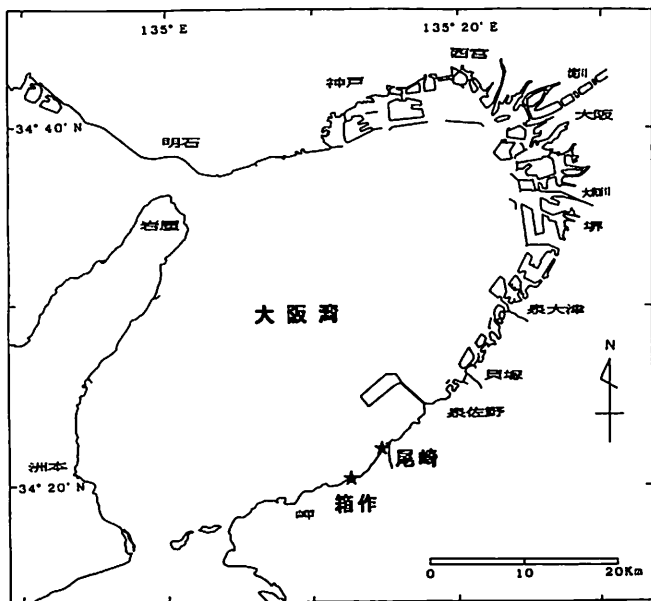


図1. 標識クルマエビの放流場所

3. 追跡調査

1) 初期追跡調査

8月18日と20日に尾崎地先で、8月19日に箱作地先で、素潜りにより放流直後の観察を行った。また、8月21日と27日に阪南市地先の砂浜（尾崎～箱作）の水深1～3mの範囲をマンガ（図2）で曳網し、クルマエビや魚類等を採捕した。

2) 後期追跡調査

リボンタグ装着個体について、ポスターを配布して採捕報告を依頼した。配布先は、大阪府と兵庫県

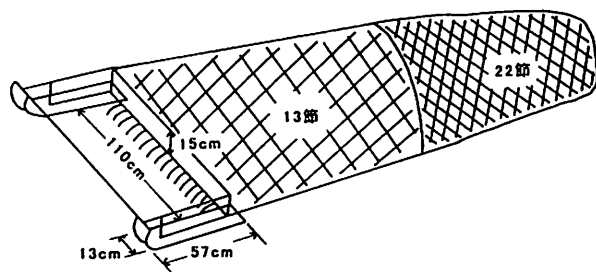


図2. マンガの構造

滑走板の付いた桁網で、爪の長さ・本数・間隔はそれぞれ14cm, 16本, 6.5cmである。

の全漁協と和歌山県北部、徳島県北部のそれぞれ33漁協、26漁協である。このうち大阪府分の採捕エビは冷凍保存してもらったものを1尾500円で買い上げ、その後水産試験場で体長・体重を精密測定した。

また、尾肢切除個体については、1998年8月下旬から1999年2月8日まで実施した市場調査で主に検出した。調査では、小型底曳網で漁獲されたクルマエビ全個体（または一部）について左右の尾肢の色調や長さの相違を調べた。尾肢に異常が認められた個体は市場で性別・体長・漁獲場所を記録し、その大部分については買い上げ後、水産試験場で同様に精密測定した。調査した漁協は、放流場所に近い尾崎、西鳥取、下荘の3漁協で、調査期間中に24～35回市場に行き（9月上旬～2月上旬の調査率：36～58%）、標識エビの漁獲状況を調べたが、北中通・泉佐野・岡田浦の3漁協についても、随時、調査を行った。なお、右尾肢に異常のある個体を放流群としたが、1997年11月17～20日にも平均体長61mmのクルマエビ4万尾を右尾肢切除して阪南市箱作地先に放流しているため、明らかに今回の放流群より大きい個体4尾*は集計から除外した。

結 果

1. 潜水観察

8月18日の夕方に尾崎地先で尾肢切除群の潜水観察をしたところ、大部分の個体はすぐ潜砂し、表面から見えなくなった。少数の個体はオゴノリの1種 *Gracilaria* sp. のの上に乗る、死亡個体は10尾ほど確認された。魚類はホタテウミヘビ *Pisodonophis zophistius* と全長約5cmのヒメハゼ *Favonigobius gymnauchen* が観察され、ホタテウミヘビは潜砂個体のほかに、海底直上を遊泳している個体（全長約80cm）も見られた。

8月19日の昼に箱作地先に潜水したところ、前日の放流群は汀線付近で潜砂していた2尾のみ発見さ

*これらの個体の採捕年月日と性別・体長は以下の通りである。

No. 1 : 1998年9月2日, ♀, 171mm; No. 2 : 1999年1月18日, ♀, 192mm; No. 3 : 1999年1月25日, ♀, 190mm; No. 4 : 1999年2月5日, ♀, 200mm.

れた。同日夕方の観察時には、当日放流群はサイフォンの先端付近に大量に生息し潜砂または半潜砂していたが、100m程度離れた地点でも確認された。また、死亡個体および衰弱個体はサイフォン先の前方に百尾程度かたまっていた。この時もホタテウミヘビの遊泳個体（全長約70cm）が観察された。

8月20日午後には、尾崎地先でリボンタグ群の潜水観察を行った。クルマエビは直ちに潜砂し、砂上からはリボンタグも見えなくなった。ホタテウミヘビは約5尾が確認され、いずれも潜砂していた。そのうち1尾が、巣穴の横にいたやや衰弱したクルマ

エビに跳びかかって捕食するのが観察された。クルマエビの死亡個体は少なかったが、頭みの死骸1尾とリボンタグ（全部または半分）数個が砂上で確認された。

2. マンガ調査

2回のマンガ調査で採捕された生物の個体数と湿重量を表2に示した。クルマエビは8月21日に尾崎地先で計18尾が採捕され、それ以外の場所からの採捕はなかった。内訳は、尾肢切除個体10尾（体長57～72mm, 体重2.2～4.6g）、リボンタグ装着個体5尾（体長73～87mm, 体重4.6～6.8g）、不明（体の

表2. マンガ調査採捕生物

種名	8月21日合計		8月27日合計		2回分合計	
	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)	個体数	湿重量 (g)
クルマエビ (尾肢切除)	10	29.4	0	—	10	29.4
クルマエビ (リボンタグ)	5	26.0	0	—	5	26.0
クルマエビ (不明)	3	9.8	0	—	3	9.8
クルマエビ	15	17.0	27	23.1	42	40.1
アシナガスジエビ	11	4.0	7	2.0	18	6.0
スジエビモドキ	5	2.7	17	4.0	22	6.7
エビジャコの1種	2	0.2	2	—	4	0.2
タイワンガザミ	5	55.0	6	31.9	11	86.9
ジャノメガザミ	1	24.6	0	—	1	24.6
インガニ	5	5.4	6	53.2	11	58.6
フタバベニツケガニ	38	67.6	23	36.9	61	104.5
イッカククモガニ	1	0.4	0	—	1	0.4
スネナガイソガニ	0	—	1	0.2	1	0.2
キンセンガニ	1	0.2	0	—	1	0.2
ヤドカリ類	8	10.2	6	6.2	14	16.4
オキエソ	7	165.7	7	54.7	14	220.4
ヨウジウオ	1	0.7	0	—	1	0.7
クロイシモチ	1	0.6	2	1.2	3	1.8
ウミタナゴ	4	72.5	0	—	4	72.5
ヒメハゼ	2	4.4	0	—	2	4.4
ニジギンボ	1	1.4	0	—	1	1.4
ハオコゼ	1	1.1	3	6.1	4	7.2
サラサカジカ	1	8.2	1	8.2	2	16.4
トビヌメリ	6	117.8	2	67.8	8	185.6
ネズミゴチ	1	4.1	0	—	1	4.1
ヒラメ	0	—	2	38.0	2	38.0
アラメガレイ	1	3.8	0	—	1	3.8
インガレイ	3	145.6	3	552.9	6	698.5
ササウシノシタ	5	50.2	1	2.8	6	53.0
クロウシノシタ	6	531.7	0	—	6	531.7
アミメハギ	9	5.4	6	4.0	15	9.4
ヒガンフグ	5	176.2	0	—	5	176.2
コモンフグ	2	14.0	2	9.7	4	23.7
クサフグ	4	57.4	2	14.9	6	72.3
コンゴウフグ	2	20.2	0	—	2	20.2
シマメノウフネガイ	4	1.4	0	—	4	1.4
ツメタガイ	1	52.7	0	—	1	52.7
バフンウニ	0	—	2	23.9	2	23.9
合計	177	1687.6	128	941.7	305	2629.3

一部) 3尾であった。同所ではリボンタグも3本採集され、曳網後に潜水したところリボンタグが多数確認された。また、6日後の8月27日には、いずれの場所でもクルマエビは採捕されなかった。なお、クルマエビ以外の採捕生物としては、個体数ではクルマエビ *Penaeus semisulcatus*, フタバベニツケガニ *Thalamita sima*, オキエソ *Trachinocephalus myops* およびアミメハギ *Rudarius ercodes*, 湿重量ではイシガレイ *Kareius bicoloratus* とクロウシノシタ *Paraplagusia japonica* が多かった。

3. リボンタグ装着個体および尾肢切除個体の採捕状況

リボンタグ群と尾肢切除群の放流後日数別・漁協別採捕数を、それぞれ図3, 図4に示した。

リボンタグ群は、放流後4日目(8月24日)～124日目(12月22日)に計139尾の採捕報告があり、採捕率(採捕尾数/放流尾数)は1.39%であった。採捕は11～40日目に特に多く、その後はわずかとなった。報告のあった漁協は北中通・泉佐野・岡田浦・尾崎・西鳥取・下荘の6漁協で、府内の他の漁協や府外からの採捕報告はなかった。採捕尾数は特に尾崎漁協で多く56尾が採捕された。

一方、尾肢切除群は放流後6日目(8月26日)～169日目(2月5日)に計257尾が確認され、放流尾数に占める割合は0.52%であった。リボンタグ群と同様に40日目までが多かったが、その後も多少の中断はあるものの、少数の採捕が継続して確認された。

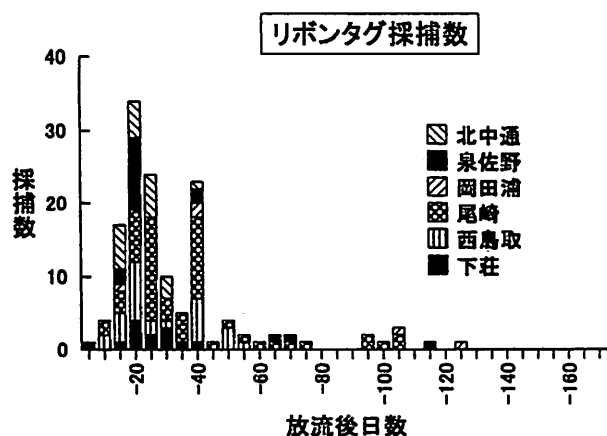


図3. リボンタグ装着個体の放流後日数別・漁協別採捕数

漁協別には、リボンタグ群と同じく尾崎漁協が最多で、北中通漁協がこれに次いだ。

4. 放流群の体長の変化

雌雄別の各放流群の体長の推移を図5～8に示した。リボンタグ群の♂(図5)は、放流後25日前後(9月中旬)に体長100mm, 60日前後(10月20日頃)に125mmに達しているが、その後成長は鈍り約140mmで止まっている。最大個体の体長と体重はそれぞれ149mm, 38.2gであった。♀では初期の成長は♂と同様であるが、♂より早く50日前後(10月10日頃)に体長125mmになっている。その後も成長を続け約160mmで停止した。最大個体の体長は164mm, 体重は47.9gであった。

一方、尾肢切除群では、♂の成長は40日後(9月終わり)まではリボンタグ群とほぼ同じであったが、それ以後はリボンタグ群よりやや大きくなり、150mmを越えるものも見られた。150～170日(1月中旬～2月上旬)にはさらに大型の個体も採捕され、最大体長は170mmであった。♀においても70日目位(10月終わり)からリボンタグ群より大きくなり、170mm前後に到達している。最大個体の体長と体重はそれぞれ184mm, 67.8gであった。

5. 放流群の漁獲場所

リボンタグ群と尾肢切除群を合わせた放流群の漁獲場所を10日ごとにまとめ、図9・10に示した。放流後4日目(8月24日)に採捕されたリボンタグ群の漁獲場所は、放流場所から約5km離れた関西空港

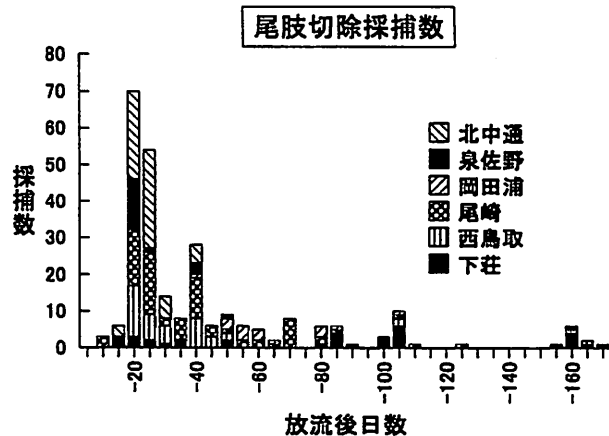


図4. 尾肢切除個体の放流後日数別・漁協別採捕数

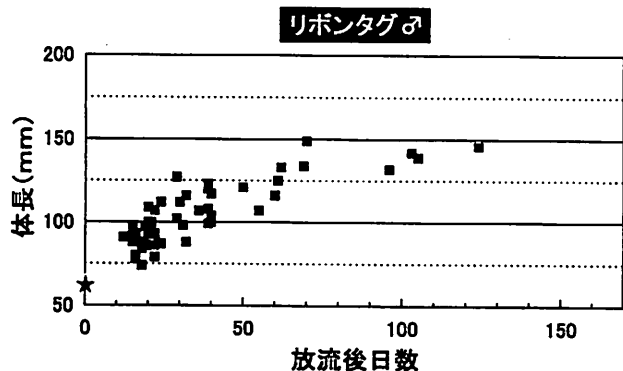


図5. 放流群の体長の推移 (リボntag♂)

★は放流時の体長を示す。

南方であった。20日目（9月9日）までは関西空港～阪南市の海域が多かったが、31日目（9月20日）以降岬町深日沖に移動した個体もみられた。その後70日目（10月終わり）までは関西空港から深日沖に分布するが、それ以降130日目（12月終わり）まで阪南市～岬町沖に生息していた。151～170日目（1月中旬～2月上旬）になると、岬町沖の他にも淡路島北中部沖で漁獲されている。

考 察

一般に、放流種苗の生息数は放流直後に大きく減少するケースが多い。クルマエビ種苗においても死亡と逸散により初期に著しく減少し、死亡の中では被食が最も普遍的といわれている⁵⁾。今回、平均体長70mm以上のクルマエビを標識放流したが、ホタテウミヘビが標識クルマエビを捕食するのが観察された。観察は1尾についてのみであるが、リボntagが放流当日と翌日に多数観察されたことから、タグ脱落の可能性もあるものの、いくらかは捕食があったと思われる。大阪湾のホタテウミヘビは通常、ニホンスナモグリ *Nihonotrypa japonica* やアナジャコ *Upogebia major* を食べているが⁶⁾、生息場所にクルマエビが多数放流された場合には、それも捕食することがわかる。ただ、ホタテウミヘビは砂浜のみに生息し、密度もそれほど高くないため（0.01尾/m²未満）、被食数は1回の放流で多くて1000尾程度と推定される。小型種苗を放流した場合には他の魚類による捕食も想定されることから、今回の被食量はそれに比べるとわずかであろう。

標識種苗の採捕状況については、リボntag群は放流後11～40日目に多く採捕されたが、その後大きく減少し、125日目以降採捕されなくなった*（図3）。採捕数は16～20日目に最も多く、この頃までに漁場に参加し、漁獲や移動により減少していったものと考えられる。ただ、尾肢切除群は125日目以降も継

*今回の報告では、尾肢切除群との比較のため、1999年2月上旬までの分をまとめたが、この後、1999年2月26日（放流後190日目）と4月5日（228日目）にも1尾ずつが採捕されている（1999年11月現在）。

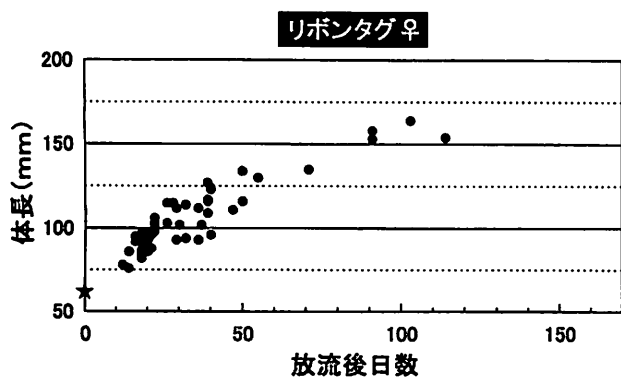


図6. 放流群の体長の推移 (リボntag♀)

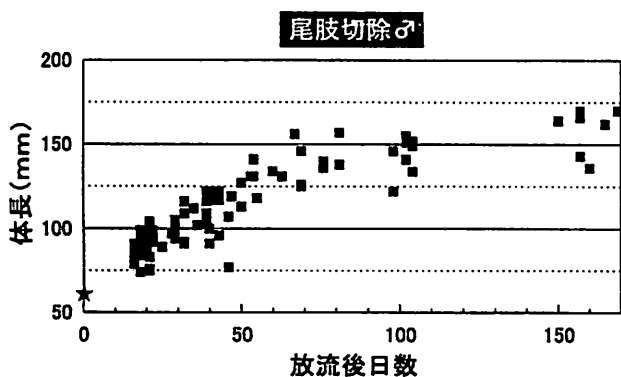


図7. 放流群の体長の推移 (尾肢切除♂)

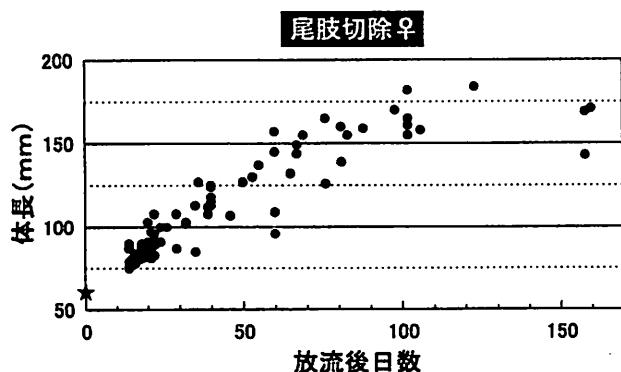


図8. 放流群の体長の推移 (尾肢切除♀)

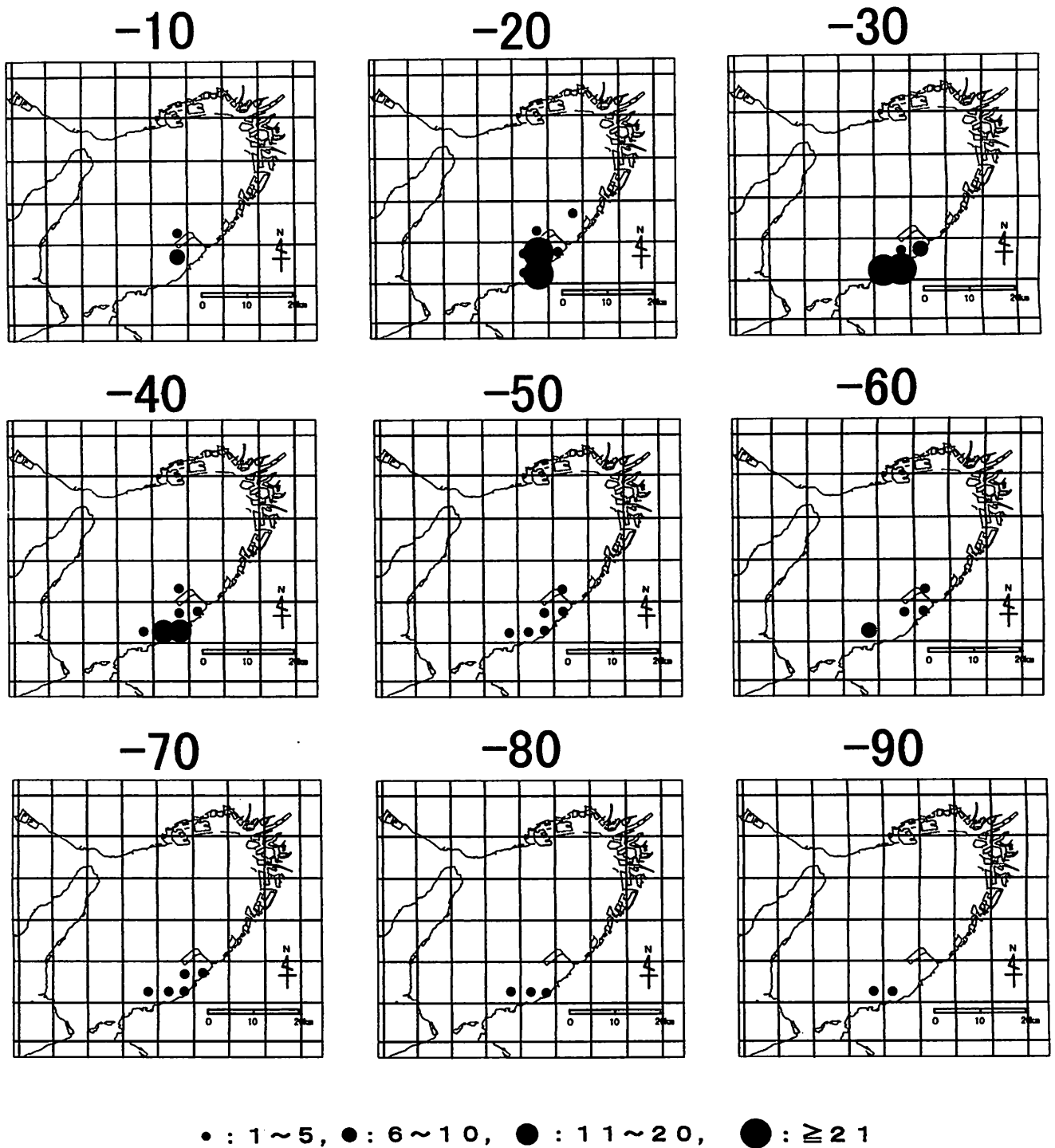


図9. 放流群の漁獲場所 (1)

図中の数字は放流後日数を, 凡例の数字は放流群の漁獲尾数を示す.

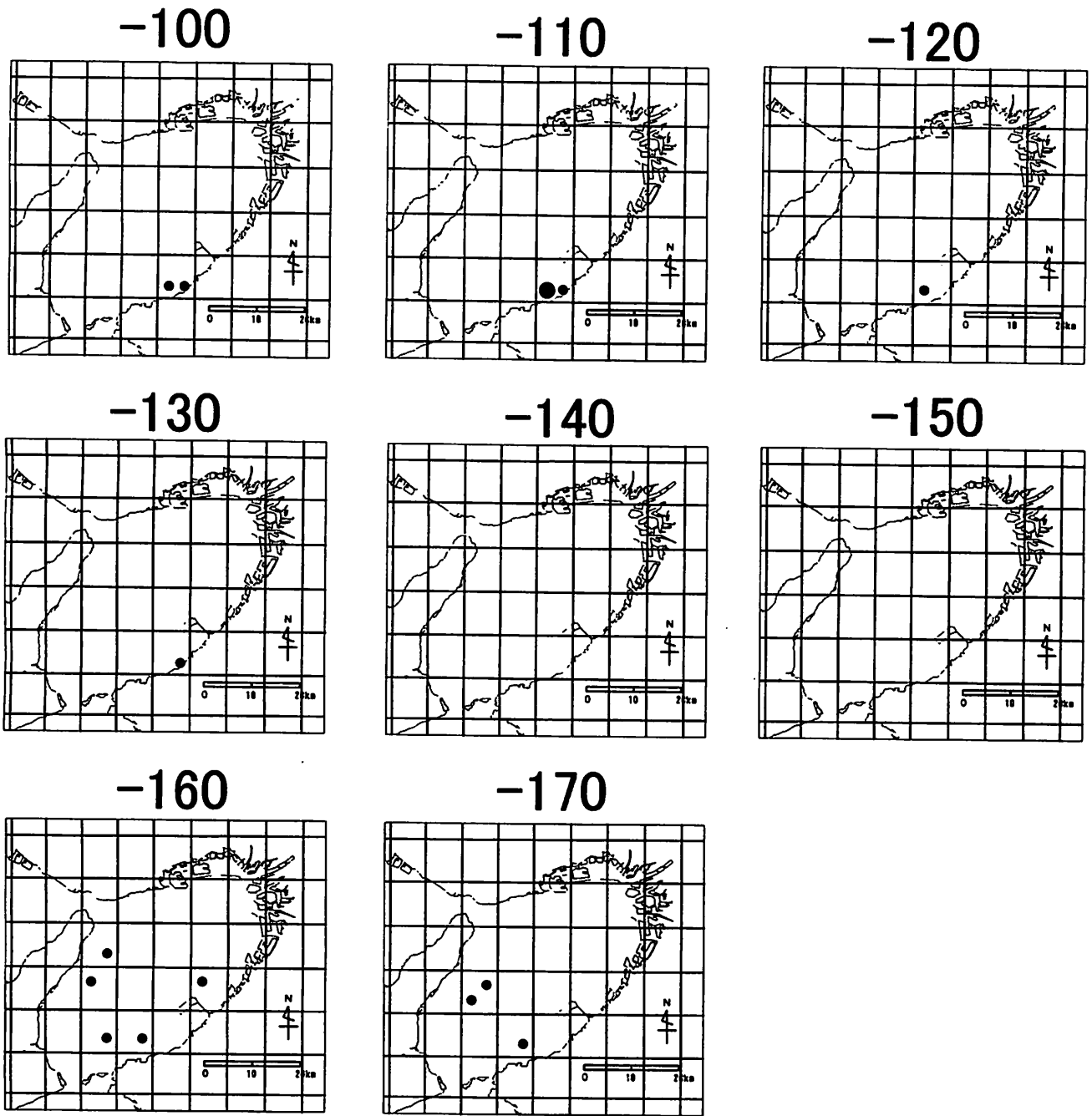


図10. 放流群の漁獲場所 (2)

数字は図9と同じ。

続して漁獲されていることから(図4), リボンタグ群では標識脱落の可能性が示唆される。リボンタグの標識脱落率(標識脱落個体/生残個体)は飼育試験で推定されており, 平均体長54mmのクルマエビの1ヵ月半後で29%⁷⁾, 平均体長87mmの4ヵ月半後で4%⁸⁾, 平均体長70mmの1年後で44%⁹⁾と報告されている。報告により値が大きく異なっているが, 脱皮回数が多い小型個体では脱落しやすいものと思われる。また, 実際にリボンタグを使用した標識放流では, 平均体長54mmのもので放流後285日目, 96mmのもので272日目⁷⁾, 150mm前後のもので約1年後¹⁰⁾まで採捕された事例がある。しかしながら, 前二者では越冬後の採捕はわずかであるので, 体長70mmサイズを用いた今回の放流においても, 脱落が少なからずあったものと考えられる。

一方, 尾肢切除群の採捕数(図4)は, リボンタグとは調査方法が全く異なり, 標識個体の漁獲尾数以外に調査頻度の多寡によっても変化するため, 同列に論議できない。とはいうものの, 放流後40日目までは, リボンタグ群とはほぼ同様の増減傾向がみられている。今回, 最終調査時の放流後169日目まで尾肢切除群が確認され, 標識の有効性が認められたが, 同じ方法を用いた京都府では約2年後まで確認されている¹¹⁾ことから, 調査を継続すれば漁獲が続く限り発見できたものと思われる。

放流種苗の成長については, 年内に, リボンタグ群の♂で体長140mm, 体重30g前後, ♀で体長160mm, 体重45g前後, また尾肢切除群においては, ♂で体長150mm, 体重40g近く, ♀で体長170mm, 体重60g近くに達していることから(図5~8), すこぶる良好といえる。放流時と比べると, リボンタグ群では体長: 1.9~2.2倍, 体重: 6~10倍, 尾肢切除群では体長: 2.1~2.4倍, 体重: 10~15倍となっている。同時期の他の標識クルマエビの成長と比較すると, 筑前海⁷⁾や若狭湾¹²⁾より良好で, 大阪湾では高成長を示すのかもしれない。しかし, 今回の成長は, 同じ1998年に豊前海で放流した種苗⁹⁾のそれとほぼ同じで, 1998年の水温は両海域とも高めであったことから, 高成長には水温も影響しているものと思わ

れる。なお, リボンタグ群の方が尾肢切除群より成長が劣っていたが, この理由としては, タグ装着による悪影響の可能性が考えられる。ただ, 尾肢切除群においては, 1997年11月にも同様の方法で放流を行っており, 放流後100日目以降に漁獲された大型個体には1997年放流群が含まれている可能性がある。しかしながら, 1997年放流群は放流してから1998年12月までほとんど確認されていないことから, p.40の脚注に挙げた個体以外は, 1998年放流群と判断してもよいのではなかろうか。今後, 連続して標識放流する場合には, 標識法を変えることが望まれる。

放流後の移動に関しては, 瀬戸内海のクルマエビは体長120mm前後まで干潟や水深5m以浅の海域に生息する¹³⁾ので, 今回の放流群はしばらく浅所に滞留し1ヵ月位してから漁場に加えると予想された。しかし, 放流個体は早くも4日目には関西空港南方で漁獲され, その後も引き続き多数が同所付近で漁獲された(図9)。また, 潜水調査やマンガ調査で放流後の採捕が少数であったことから, 浅い砂浜に滞留せずに速やかに漁場へ移動したことが推察される。今回の結果は, 体長120mm未満の標識エビは浅所で採捕されるという燧灘での結果¹³⁾とは異なっており, 沖合への移動を促す何らかの要因があったのかもしれない。その後, 放流種苗の漁獲場所は, 日数の経過とともに, 関西空港・阪南市沖から岬町沖へ, さらに淡路島北中部沖へと変化した(図9・10)。このような移動はおそらく天然個体群も同じで, 水温の低下に伴って徐々に淡路島沖の越冬場へ向かうものと思われる。ただし, 紀伊水道には大型クルマエビが多いことから¹⁴⁾, そちらへの移動も否定できない。

今回, 放流後約半年間の間に, リボンタグ群139尾, 尾肢切除群257尾が確認され, 70mmサイズの大型種苗を放流すると大阪湾での漁獲に反映し, 確かに効果のあることがわかった。この効果量について, 得られたデータからの試算は可能であるが, リボンタグでは上記のように脱落が多いと思われること, また, 尾肢切除群では尾崎・西鳥取・下荘の3漁協を除いてはデータが少なく, 特に大阪府で最もクル

マエビを多く漁獲している泉佐野漁協で全数調査を行っていないことから、精度の高い評価は困難と考えられる。

クルマエビの放流サイズについて倉田¹⁵⁾は、体長80mmが理想的であるが経費がかさむため体長30mmを目標とすると述べている。今回の標識放流では平均体長70mm以上のものを用いたところ、ホタテウミヘビによる被食は多少あったが、漁獲につながったことから、有効性の面では問題ないと考えられる。しかし、放流サイズを大型化すると、育成経費が高くなること、疾病発生リスクが上昇すること、中間育成回数が減るため放流尾数が大きく減少することなどの問題点もある。今後は、効果を維持しつつ放流サイズを70mmよりどこまで下げられるか検討する必要がある。また、多くの個体が小型のうちに漁獲されたことから、すぐ底曳網漁場に移動しないような放流の仕方や資源管理方策の検討も必要であろう。

謝 辞

クルマエビの標識装着には、大阪府水産課、大阪府立水産試験場および(財)大阪府漁業振興基金の多くの方々にご協力いただいた。厚く御礼申し上げます。ならびに、採捕報告や市場調査について、いろいろと便宜を図っていただいた漁業者や漁協職員の方々にも感謝する。

文 献

- 1) 近畿農政局大阪統計情報事務所(1999)平成9年大阪府漁業等の動き,大阪農林統計協会,大阪, pp.38-47.
- 2) 倉田 博(1983)札をつける. 東北水研ニュース, 25, 4-5.
- 3) 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.
- 4) 福永恭平・陸谷一馬(1993)クルマエビ種苗生産・放流事業. 平成3年度大阪府漁業振興基金栽培事業場事業報告書, 17-19.
- 5) 倉田 博(1976)クルマエビ放流種苗の初期減耗と人工干潟. 種苗の放流効果—アワビ・クルマエビ・マダイ(日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.74-82.
- 6) 大阪府水産試験場(1984)昭和58年度栽培漁業放流技術開発事業 ガザミ班総合報告書, 大1-大22.
- 7) 佐々木和之・太刀山 透(1994)標識放流からみたクルマエビの移動と成長. 福岡水技研報, 2, 33-42.
- 8) 福岡県水産海洋技術センター有明海研究所・佐賀県有明水産振興センター・長崎県水産試験場・熊本県水産研究センター(1995)平成6年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書(エビグループ), 有1-有34.
- 9) 寺井千尋(1999)周防灘におけるクルマエビ放流調査事例. 放流効果調査事例検討会資料, 12 pp. [栽培技研に投稿予定]
- 10) 福岡県水産海洋技術センター有明海研究所・佐賀県有明水産振興センター・長崎県水産試験場・熊本県水産研究センター(1997)平成8年度及び平成4~8年度(総括)重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書(エビグループ), 有1-有31.
- 11) 宮嶋俊明・浜中雄一・竹野功壘(1998)クルマエビの放流技術開発—X—放流効果推定の試み—. 京海セ研報, 20, 41-47.
- 12) 宮嶋俊明・浜中雄一・竹野功壘(1997)クルマエビの放流技術開発—V—放流種苗の成長について—. 京海セ研報, 19, 46-51.
- 13) 倉田 博(1986)クルマエビの生活. クルマエビ栽培漁業の手引き(さいばい叢書1), 日本栽培漁業協会, 東京, pp.1-33.
- 14) 上田幸男・石田陽司・渡辺健一・広沢 晃・森啓介・福永 稔(1993)紀伊水道におけるクルマエビ, ヨシエビ, クルマエビの生態と漁業(地域重要資源調査). 平成3年度徳島水試事報, 88-118.
- 15) 倉田 博(1986)中間育成. クルマエビ栽培漁業の手引き(さいばい叢書1), 日本栽培漁業協会, 東京, pp.83-89.