

有明海における標識放流からみた 軟甲ガザミの移動と死亡係数

堀井 豊充・立石 賢・吉田 範秋

Movement and Mortality of Soft Shell Blue Crabs,
Portunus trituberculatus, in Ariake Sound

Toyomitsu HORII, Masaru TATEISHI and Noriaki YOSHIDA

Marked 796 soft shell blue crabs were released at the coastal waters of Kunimi-Cho in October, 1987, and 173 crabs of which were recovered by commercial fishing until July, 1988. Most of the recoveries were in the released waters within two months, but 4 crabs were caught at the mouth of the Sound and adjacent Tachibana Bay 60 km distant from the released waters. Blue crabs in the Sound supposed they migrate within the Sound and pass the winter in the head. But, the present results show that a part of the crabs move out of the Sound and also pass the winter at the mouth.

The fishing mortality coefficient (F) and natural mortality coefficient (M) estimated by the method of Paulik was 0.0384 (F) and 0.1140 (M) per day.

ガザミ *Portunus trituberculatus* は有明海の沿岸漁業における重要種の一つであり、籠、刺網、小型底曳網により漁獲されている。また農林統計による長崎県有明海区での漁獲量は1987年で602トンに達している。また本種は栽培漁業の重要対象種でもあり、1986年には有明海全体で440万尾の稚ガニ放流が実施されている。

当湾における生態や資源については放流技術開発事業^{1~4)}の報告があり、ガザミは水温低下期に越冬場への移動を行うと考えられ、主な越冬場の一つとして長崎県多比良沖が推定されている。しかし、越冬後の移動生態については不明な点が多い。また今後資源管理を進めていくうえで指標となる諸々の資源特性値の知見も少ない。

筆者らは、こうしたガザミに関する諸係数推定の一環として、軟甲ガザミ*の標識放流再捕結果から放流軟甲ガザミの漁獲死亡係数等を推定し、

また越冬移動について、2の知見を得たので報告する。

材料と方法

標識放流は1987年10月21日に、有明海湯江沖合の図1に示す4点で行った。St.1はガザミ漁業がほとんど行われていない水深約10mの沿岸域である。St.2・3の水域は湯江、多比良、大三東漁協のカニ籠漁業の主漁場となっている。St.4の周辺水域は前述の3漁協と佐賀県大浦漁協の漁場である。St.2~4はいずれも水深15~20mの水域である。

標識放流に供したガザミは、湯江漁協および国見町土黒漁協所属漁船が10月20日から21日にかけてカニ籠あるいはカニ刺網により漁獲した軟甲ガザミ796尾である。なお左右鋏脚の可動指は、漁獲直後に切除されていた。

*ここでいう「軟甲ガザミ」は脱皮直後のものではなく、標識作業に耐えられる程度に甲面の硬化が進んだものである。

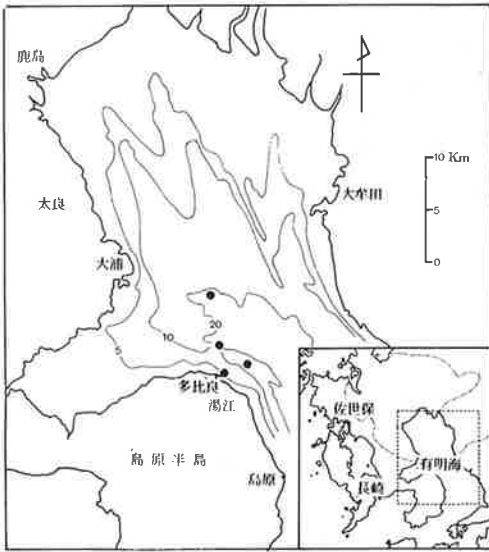


図1 標識放流の実施点

放流場所ごとの放流ガザミの概要を表1に示す。平均全甲幅長は197mmであり、性別は雌ガニが90.7%であった。標識方法はペイント法を用い、甲面に白石マジックで個体番号を付した。甲皮の軟度は、漁業者が日常用いている「中ヤワラ」とさらに軟らかい「ヤワラ」に区分した。

標識ガザミの再捕はすべて漁業者の再捕報告によるものである。

結果と考察

再捕状況 経過日数5日ごとの再捕尾数を表2に示す。放流当日の1987年10月21日から'88年3月11日(経過日数142日)まで、合計173尾の再捕報告があった。全体での再捕率は21.7%であり、

表2 経過日数ごとの再捕尾数と再捕率

経過日数	再捕尾数				合計
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	
0		8	6	4	18
1-5	3	31	25	16	75
6-10	4	10	9	8	31
11-15	6	1	6	9	22
16-20	3	4	4	1	12
21-25		1	1	3	5
26-30	1	2			3
31-35	1	1			2
36-40					0
41-45				1	1
46-50				2	2
51-	2				2
合計	20	58	51	44	173
再捕率(%)	10.1	29.0	25.5	22.2	21.7

この水域における過去の標識放流^{1~4)}の再捕率12.3~27.6%に近似している。場所別にみると10.1~29.0%の範囲にあるが、St.1に放流したものの再捕率が10.1%と他と比較して低い。また再捕までの平均経過日数はSt.1で21.7日、St.2で4.5日、St.3で5.5日、St.4で9.9日であり、St.1での放流ガザミの経過日数をもっとも長期であった。

St.1での放流群の再捕状況が他と異なる理由としては、放流場所での漁獲努力が少なく、周辺の漁場へ移動してから再捕された個体が多いためと考えられる。

再捕報告について、この外に再捕者の再放流ガザミの再捕例が25例あり、さらにそれらの再放流

表1 地点別の放流尾数と平均全甲幅長

放流地点	放流尾数	放流時甲皮軟度		性別		平均全甲幅長(mm)
		中ヤワラ	ヤワラ	雌	雄	
St. 1	198	86	112	187	11	202
2	200	83	117	182	18	195
3	200	106	94	190	10	200
4	198	84	114	163	35	190
合計	796	359	437	722	74	197
割合(%)		45.1	54.9	90.7	9.3	

個体 1 尾が橋湾で再捕された。

移動 放流場所ごとの標識ガザミの再捕位置

を図 2 に示す。再捕位置は大半が放流場所付近の、湯江沖合から佐賀県大浦沖合に至る帯状の水域で

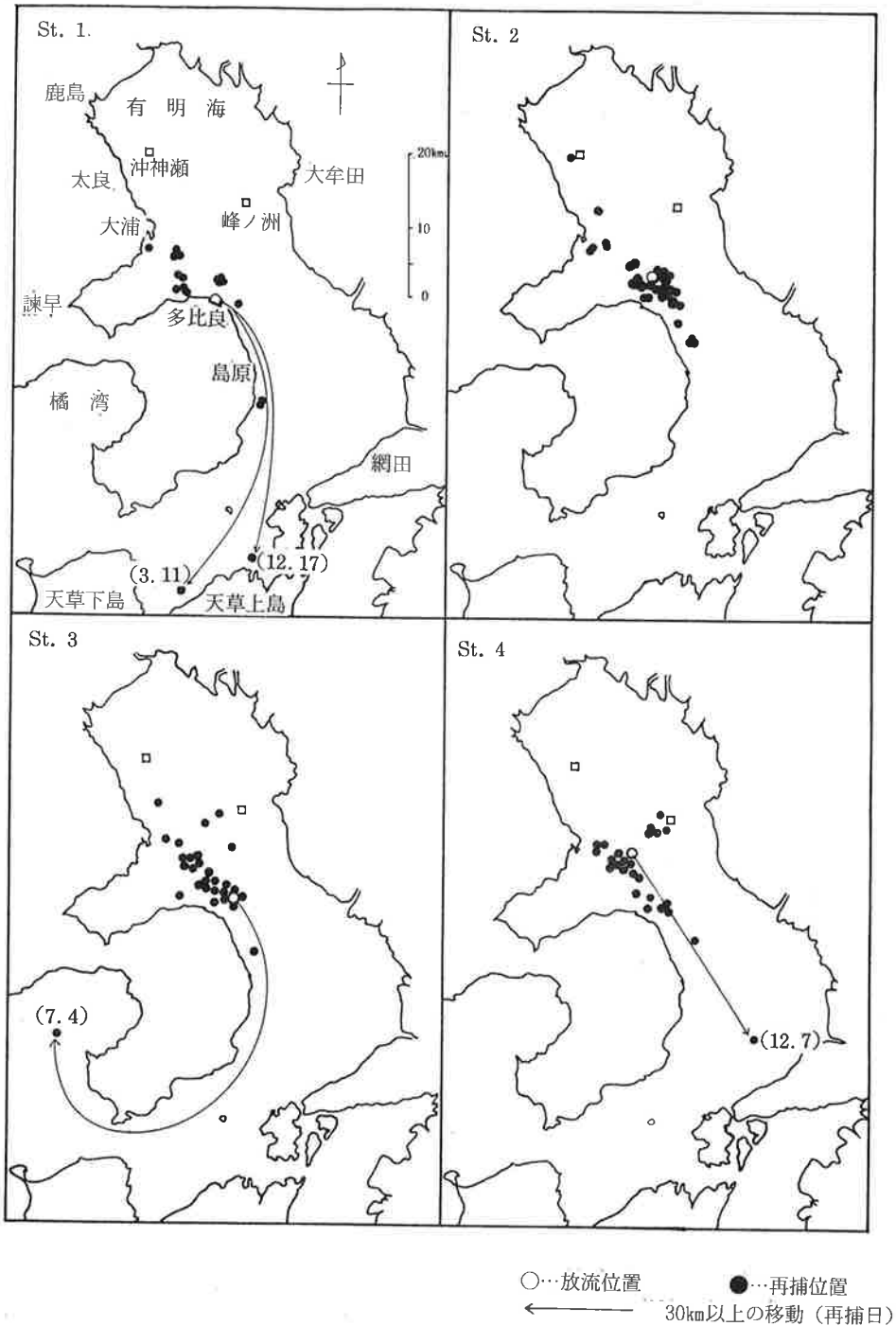


図 2 放流ガザミの再捕位置

ある。この水域での再捕はすべて越冬前のものであり、この水域が有明海における主な越冬場の一つであるとした調査結果^{1~4)}を再確認するには至らなかった。

その他で移動距離の大きいものは、放流場所から北方向の峰ノ洲や沖神瀬周辺で再捕された例である。沖神瀬周辺での再捕は9日後であり、比較的短期間で移動している。30km以上南下移動して再捕されたのは、熊本県の網田沖1尾、天草周辺2尾、橋湾1尾であった。

網田沖の1尾と天草周辺の内1尾は越冬前、天草周辺の1尾と橋湾の1尾は越冬後に再捕されていることから、有明海南部域で越冬する個体が存在するものと推察される。

橋湾で再捕された個体が橋湾で越冬したものか有明海南部域で越冬後に移動したものかは不明であるが、有明海と橋湾との交流について漁獲量からもその可能性を推察した結果⁵⁾を裏付けている。また、福岡有明水試が1982年におこなった標識放流調査²⁾でも、越冬後に有明海南部および橋湾での再捕が報告されており、南部域における越冬の可能性を指摘している。

漁獲死亡係数と自然死亡係数 放流から再捕に至るまでの経過日数と再捕尾数から漁獲死亡係数と自然死亡係数を推定した。

放流ガザミと再捕ガザミについて、放流時の甲皮軟度および雌雄の比率を表3に、甲幅長組成を図3に示す。これらの比率あるいは分布型について検定をおこなったところ、両者に有意差は認められなかった。すなわち、再捕ガザミは放流したものから無作意に間引かれたと推定され、甲皮の軟度・雌雄・体長の差を原因とした死亡率・標識脱落率や漁獲率等の差はなかったものと考えられ

表3 放流ガザミと再捕ガザミ軟度・性比の比較

	放流時甲皮軟度		性別	
	中ヤワラ	ヤワラ	雌	雄
放流尾数	359	437	722	74
ガザミ割合(%)	45.1	54.9	90.7	9.3
再捕尾数	88	85	163	10
ガザミ割合(%)	50.9	49.1	94.2	5.8

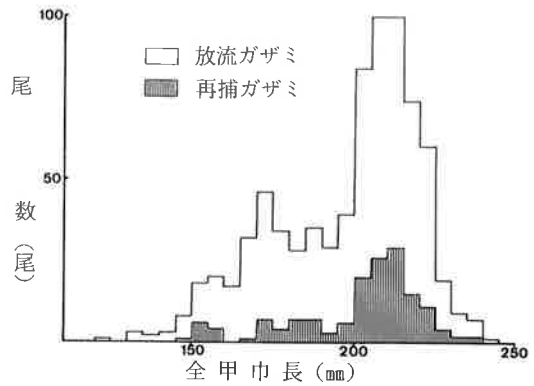


図3 放流ガザミと再捕ガザミの全甲巾長組成

た。またこの時期に脱皮をおこなったものは、翌年の春まではほとんど脱皮しないため、脱皮による標識脱落は考慮しないこととした。

放流から再捕に至るまでの経過日数と再捕尾数のデータに以下の処理を行った上で、漁獲死亡係数・自然死亡係数を推定した。

まず表2に示した経過日数と再捕尾数について、放流当日の再捕は用いず放流尾数からも差し引くこととした。またSt.1での放流群は再捕率や再捕までの平均経過日数が他と異なり、この群に対する漁獲努力は一様性がないと判断して計算に用いないこととした。

さらに再捕者の所属漁協は湯江、多比良、大三東、大浦でその92%を占めている。これらの漁協の主漁場は主な再捕場所周辺であり、放流ガザミに対する漁獲努力が一様であったと判断し、これら4漁協所属者が再捕したもののみを再捕数として計算に用いた。

また放流尾数について、同時期における安元ら⁶⁾の軟甲ガザミ硬化実験結果から標識死亡率を0.13と推定して有効放流尾数をもとめた。

このようにして作成されたデータを、経過日数5日ごとにまとめたものが図4である。経過日数ごとの再捕尾数の分布は指数分布によく対応している。

これをもとに、Paulikの方法⁷⁾により漁獲死亡係数および自然死亡係数を推定した。

すなわちデータが時刻 $U = X_j$ で打ち切られたとして、放流ガザミの平均生存時間(日)を θ と

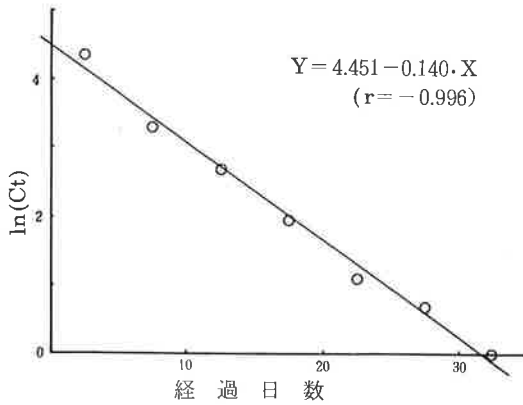


図4 経過日数に対応する再捕尾数

すると、 θ の最大推定値は次の式において、

$$f(\theta) = \frac{\sum_{j=1}^J \frac{n_j (X_j - X_{j-1})}{\exp\{(X_j - X_{j-1})/\theta\} - 1}}{\frac{n \cdot U}{\exp(U/\theta) - 1} - \sum_{j=2}^J n_j \cdot X_{j-1}}$$

$f(\theta) = 0$ の根として一意的にあたえられる。計算された θ から以下の3式により

全減少係数 $Z = 1/\theta$

漁獲係数 $F = [N \cdot \theta \{1 - \exp(-U/\theta)\}]$

自然死亡係数 $M = Z - F$

Z, F, M の値をそれぞれ求めることができる。ここで、 M は逸散を含む自然死亡係数である。これらの計算には北田らのBASICプログラム⁸⁾を用いた。得られた1日当りの諸係数を以下に示す。

$Z = 0.1524$

$F = 0.0384$

$M = 0.1140$

またGulland⁹⁾およびTANAKA¹⁰⁾の方法では $F = 0.0374, M = 0.1117, Z = 0.1491$ と推定され、大きな差はみられなかった。

今回の計算では漁業者の再捕報告率を100%として計算しており、報告率を考慮すると F の値は高くなる。

佐賀有明水試³⁾は大浦漁協の標本船調査結果からDeLury法による資源量推定を試みており、'83年9月初期資源尾数86,370、月末期資源尾数19,140、漁獲尾数60,540、自然死亡尾数6,690と計算している。これらの値を用いて1日あたりの漁獲死亡係数 F を求めると0.0452となり、今回の

推定結果に類似した。

ガザミの自然死亡係数については、石岡ら¹¹⁾が0.005/日と推定している。放流ガザミが軟甲であることや鋏脚可動指が切除されていたことを考慮しても、計算された自然死亡係数 M はこれに比べて非常に大きく、周辺水域への逸散が大きかったと考えられる。

回収尾数の計算 推定された資源特性値をもとに、軟甲ガザミが硬化した後の回収尾数について試算した。

漁場には様々な軟度の個体が存在するが、今回放流に供した程度の軟甲ガザミの初期資源尾数(N_0)を10,000尾と仮定して計算を行った。その際、対象とする軟甲ガザミは安元ら⁶⁾を参考に10日間で全て甲皮が硬化するものとし、その間硬化する個体の比率は0.1から毎日0.1ずつ直線的に増加するとした。また漁獲されたガザミのうちまだ硬化していないものは、放流すると仮定した。

すなわち漁獲開始後 t 日目の硬化個体比率を P_t (0.1~1.0)、その日の初期資源尾数を N_t とすると、硬化個体の漁獲尾数 C_t は

$$C_t = N_t \cdot (F/Z) \cdot (1 - \exp(-Z)) \cdot P_t$$

であり、放流尾数 R_t は

$$R_t = N_t \cdot (F/Z) \cdot (1 - \exp(-Z)) \cdot (1 - P_t)$$

である。さらに翌日の資源量 N_{t+1} は

$$N_{t+1} = N_t \cdot \exp(-Z) + R_t$$

となる。この条件で漁獲開始後の毎日の漁獲量をパソコンにより試算したところ、表4に示すとおり50日間での累積漁獲尾数は1,622尾、16.22%と計算された。

表4 軟甲ガザミの初期資源尾数を1万尾とした場合の硬化ガザミ漁獲尾数の試算

日 t	軟甲ガザミ 資源尾数 N _t	C _t +R _t	硬化個 体比率 P _t	漁獲 尾数 C _t	放流 尾数 R _t
1	10000	356	0.1	36	321
2	8907	317	0.2	63	254
3	7902	281	0.3	84	197
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
10	3050	109	1.0	109	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
50	7	0	1.0	0	0
合計		2821		1622	1199

また、軟甲ガザミを放流しなかった場合は、軟甲ガザミと硬化ガザミの漁獲尾数はそれぞれ1,125尾、1,393尾と試算された。

軟甲ガザミは硬化ガザミに比べて1/5以下の低価格であり、水揚金額において、放流した場合としなかった場合とを比較すると、前者が若干高くなる。

この時期漁獲される軟甲ガザミの大部分は成熟した交尾後の雌であり、翌春には産卵群となって再生産に参加する。また逸散した硬化ガザミの他地域での漁獲も期待される。これらのことから、有明海における資源培養を観点として、漁獲した軟甲ガザミはできるだけ放流すべきであると考えられる。

今回の調査は軟甲ガザミを対象にしたものであるが、推定された資源特性値は硬化ガザミの過小評価した場合の値として、使用できると思われる。今後も、このような標識放流調査等により資源動態を把握し、資源管理に結び付く生態的な情報や資源特性値などを明らかにしていきたい。

終わりに、標識放流の実施にあたりご協力頂いた湯江漁業協同組合長野沢安臣氏、同漁協青年部、国見町土黒漁協青年部、島原水産業改良普及所の方々、長崎水試島原分場安元進研究員、またご校閲を頂いた水産庁西海区水産研究所加藤史彦室長に深謝する。

要 約

1987年10月21日に有明町沖合で軟甲ガザミの標識放流を実施し、次の結果を得た。

- 1) 放流数796尾に対し、再捕尾数は173尾、再捕率は21.7%であった。
- 2) 放流ガザミは大部分が放流海域周辺で漁獲されたが、一部長距離の移動もみられ、有明海南部域で越冬する個体のあることが示唆された。
- 3) 経過日数5日ごとの再捕尾数の系列は指数分布を示し、Paulikの方法により1日当りの漁獲死亡係数Fと自然死亡係数Mが0.0384、0.1140と計算された。

- 4) これらの資源特性値を用い、軟甲ガザミの初期資源尾数1万尾あたりの50日間累積漁獲尾数を試算したところ、1,622尾と計算された。

文 献

- 1) 福井栽培センター他6水試：昭和56年度栽培漁業放流技術開発事業ガザミ班総合報告書、(1982)。
- 2) 大阪他4水試：昭和57年度栽培漁業放流技術開発事業ガザミ班総合報告書、(1983)。
- 3) 大阪他3水試：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、(1984)。
- 4) 愛媛他2水試：昭和59年度栽培漁業放流技術開発事業ガザミ班総合報告書、(1985)。
- 5) 長崎県水産試験場：昭和61年度長崎水試事業報告、11-14、(1987)。
- 6) 安元 進・高木将愛・松本雄二・吉田範秋：軟甲ガザミの飼育による甲面の硬化と可食部の充実、長崎水試研報、14、43-46、(1988)。
- 7) Paulik, G. J. : Estimates of mortality rates from tag recoveries, *Biometrics*, 19, 28-57, (1963)。
- 8) 北田修一・石岡清英：打ち切り型の標識再捕データからのF、Mの推定、パソコンによる資源解析プログラム集、水産庁東海区水産研究所数理統計部、73-80、(1988)。
- 9) Gulland, J. A. : On the estimation of population parameters from marked members, *Biometrika*, 42, 269-270, (1955)。
- 10) TANAKA, S. : Estimation of fishing coefficient of Mojako by tagging experiments on drifting seaweeds - I. Method and an example, *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 33, 1108-1115, (1967)。
- 11) 石岡清英・猪子嘉生：Cohortの漁獲統計が得られる場合の初期資源量の推定方法、南海海区水産研究所研究報告、14、33-35、(1982)。