

神奈川県におけるクルマエビ種苗放流の評価

今 井 利 為

Assessment of artificial seeding of Kuruma-prawn
in Kanagawa Prefecture

Toshitame IMAI*

は し が き

クルマエビの種苗放流事業は、1960年代前半から瀬戸内海ならびに九州を中心とした地域で盛んになり、全国に広がっていった。

神奈川県においても1972年から相模湾西部での種苗放流事業が始まり、その後、金田湾、小網代湾、小田和湾で種苗放流実験ならびに放流技術開発研究が行われてきた。これに伴って、それぞれの海域でクルマエビの資源生態と放流効果調査が行われ、その一部が明らかにされた(今井 1979 - a, 1979 - b, 1980, 1982)。

しかし、桧山(1976)が報告している山口県大海湾の例や伏見(1981, 1982)が報告している浜名湖の例に見られるような生産効果を確認できず、放流事業の始った1974年頃から神奈川県のクルマエビ漁獲量は減少傾向にある。

このことから、漁獲量の減少要因と変動要因を推察し種苗放流事業の問題点について述べ、神奈川県におけるクルマエビ栽培漁業の方向を考察する。

資料および計算

クルマエビ漁獲量は、1953年から1979年までの漁業養殖生産統計年報と漁業別、規模別、魚種別漁獲量整理表によった。これら農統は、絶対値の取扱いには問題があるとされており、変動傾向を見るために相対値として用いた。また、干潟埋立面積は、環境庁が調査した第2回自然環境保全基礎調査海域調査報告書に基づいて求めた。

海域間における漁獲量の相関については、キャノラ SE-600の相関行列プログラムNo.XI - 1434, 漁獲量ならびに水温偏差の周期性検討には、自己相関係数とコレログラムプログラムNo.XI - 1656を用いた。

種苗放流経過

神奈川県におけるクルマエビ種苗放流は、図1に示すように、相模湾西部海域で相模湾水産振興事業団が千葉県天羽漁業協同組合から毎年200~550万尾の種苗を購入し、葉山から真鶴までの漁業協同組合地先に分散し、碎波帯以深に直蒔放流を行ってきた。事業開始当初は、体長10mm前後の種苗であったが、1975年以降には、体長13

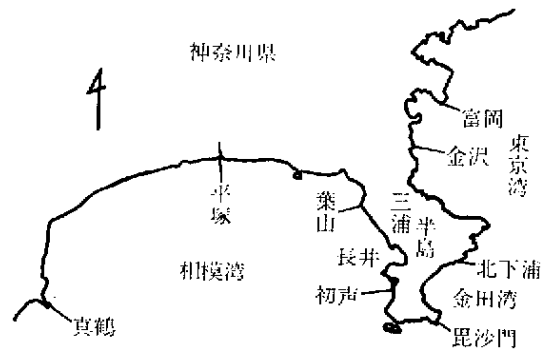


図1 種苗放流場所

~16mmの種苗へと改められた。そして、1978年から1980年までの3年間は、体長7cmの大型種苗を6, 2.5, 4万尾それぞれ二宮地先に放流した。

金田湾へは、1973年から1978年までの6年間に三浦市の種苗放流事業ならびに試験用として、14万尾から250万尾の規模で放流した。種苗の大きさは、体長14mmから20mmであり、相模湾西部海域と同様に碎波帯への直蒔方法をとった。

長井町漁業協同組合地先の小田和湾では、1978年から1980年までの3年間、横須賀市の水産資源増殖試験ならびに放流技術開発試験を行った。放流方法は、干潟域への直蒔放流と囲網中間育成後放流する試験を行った。直蒔時には、体長10mm~25mmまでの種苗を用い、囲網中間育成では、体長30mmまで育成して放流した。

上記、3海域での放流時期は、7月上旬から9月上旬の2ヶ月間に行われた。

以上のように神奈川県におけるクルマエビ種苗放流は1972年から始まり1980年までの9年間続けられ、1981年に中断した。

放流は、葉山町から真鶴町にかけての相模湾西部海域で9年間、金田湾海域で6年間、そして、長井町海域で3年間行われたことになる。

結 果

1. 種苗放流数と漁獲量の関係

神奈川県のカクルマエビは、東京内湾を除き、三枚網によって漁獲され、その漁獲物組成は1齡群以上で構成され(柴田・1976),(今井1976・1979・1980),当才群は10~12月にわずかに漁獲されているに過ぎない。このことは中間育成結果(今井・1979・1980)ならびに漁獲物の群別成長量によると、これらはともに7・8月の日間成長量が0.7~0.8mm/日であるので放流群にも当てはまる。したがって放流種苗は4月下旬に採卵し、6月上旬に放流しなければ放流当年には漁獲対象群になりえないことになる。従来、本県での種苗放流は7月上旬以降であったことから、種苗放流数と漁獲量の関係は、種苗放流した翌年の漁獲量を対比させることが妥当と考えられる。

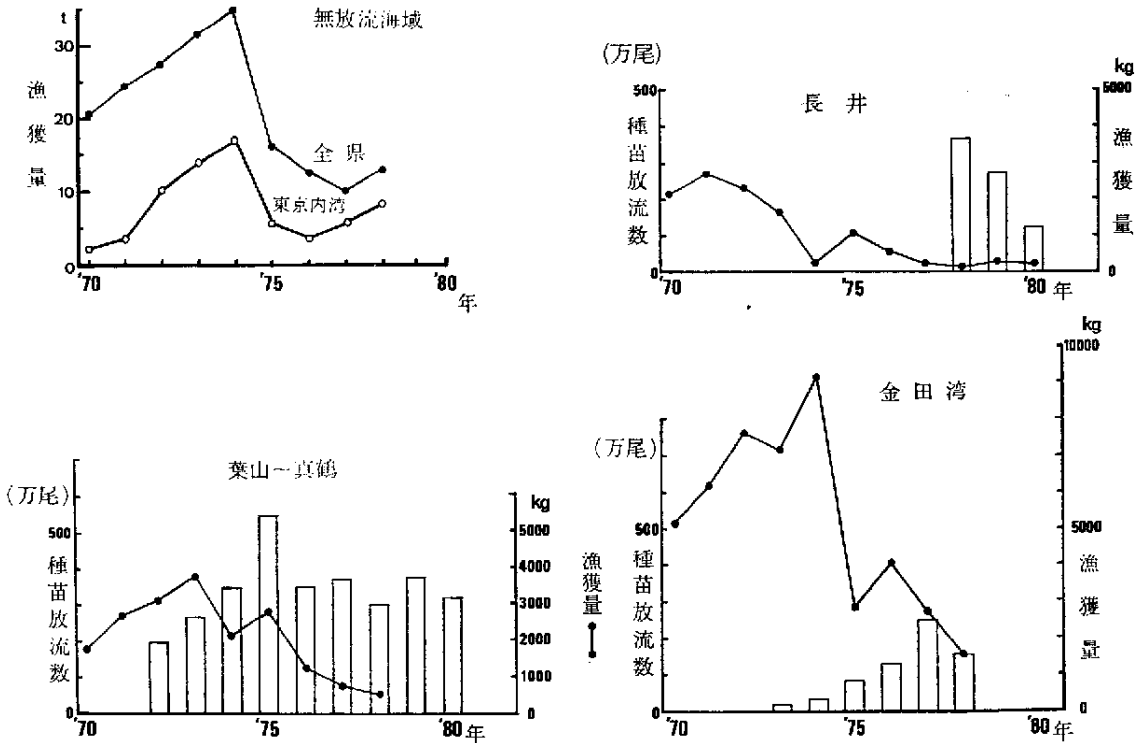


図2 種苗放流数と放流翌年の漁獲量の関係

次に、放流群の生活領域を知る手掛りとして、各海域で標識放流を行ってきた。今までの結果では、移動範囲は放流海域を中心として、最大4km以内に留まり、大部分は放流地周辺で再捕された。このことから、種苗放流による漁獲量への影響範囲は、種苗放流地周辺に限定される。

以上のことから、各海域間ごとに種苗放流数と翌年の漁獲量を海域別に図2に示した。

これらによると、種苗放流数と漁獲量の経年変化は、種苗放流数を増加させても、あるいは中間育成を行った場合でも、漁獲量の増加はみられなかった。反対に、各海域での漁獲量は1976年以降、減少傾向が著しく、増加の兆しささえ見えていない。むしろ、無放流海域である東京内湾において増加傾向がみられる。

2. 天然資源の変動

クルマエビの漁獲量変動は、何の要因によって起っているのかについて、(1)場所による差異。(2)海況との関係(3)周期性。(4)埋立てとの関係の4項目について検討を行った。

(1) 海区・海域間の相関

場所による漁獲量特性を知るため、全国6海区、太平洋中区5県、そして、神奈川県下5海域間の相関をみた。

全国6海区間における相関を表1、太平洋中区5県間の相関を表2、ならびに神奈川県下5海域間の相関を表3に示した。さらに、全国区、中区、神奈川県そして、各海域間の相関を表4に示した。

表1から太平洋中区と相関がある海区は、東シナ海区、瀬戸内海区ならびに太平洋南区であり、相関がない海区は日本海北区と南区であった。

次に、太平洋中区内において、神奈川県との相関が高い県は、静岡県であり、千葉県とは0.6とやや相関があるに過ぎない。

神奈川県下の5海域間では、富岡～金沢海域と横須賀～北下浦海域間、そして、横須賀～北下浦海域と上宮田～毘沙門海域間で高い相関が見られた。

これらの相関をみると、全国的には日本海側で独立した変動がある他は、ほぼ海区間の漁獲量が同じ傾向にあ

表1 各海区間における1968年～1979年の漁獲量の相関行列

全 国	太平洋中区	太平洋南区	日本海北区	日本海南区	東シナ海区	瀬戸内海区	
1	2	3	4	5	6	7	
1	-	<u>0.9281</u>	<u>0.7882</u>	0.3259	-0.2072	<u>0.8362</u>	<u>0.9047</u>
2			<u>0.7434</u>	0.2521	-0.2166	<u>0.8113</u>	<u>0.7266</u>
3				<u>0.7315</u>	-0.5376	0.5693	<u>0.6712</u>
4					<u>-0.6919</u>	0.1660	0.2013
5						0.0345	-0.1923
6							<u>0.6317</u>

表2 太平洋中区5県間の1968年～1979年における漁獲量相関行列

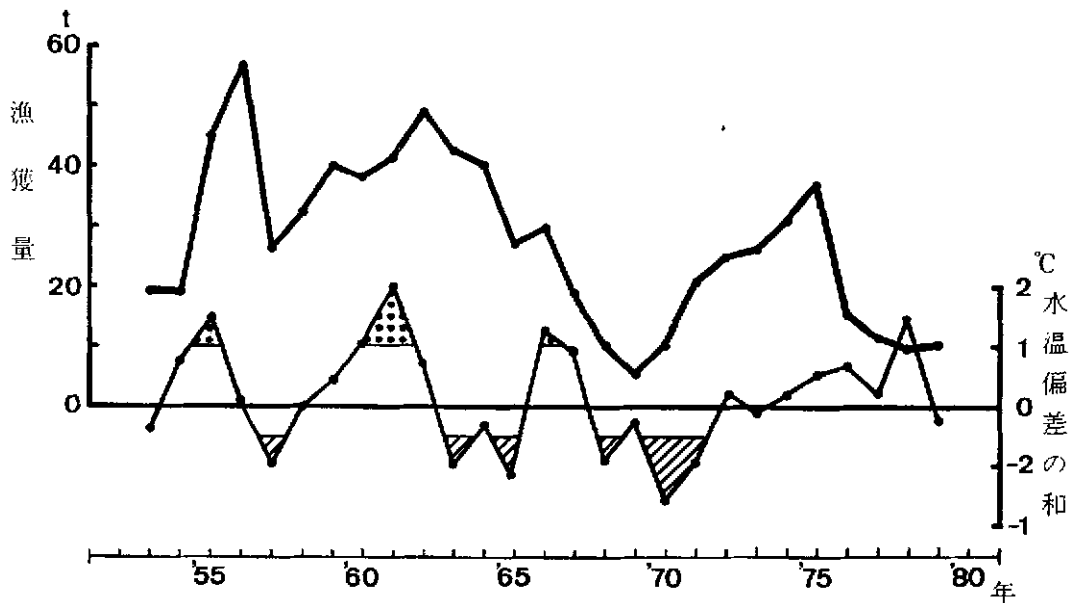
	千 葉	神 奈 川	静 岡	愛 知	三 重
	1	2	3	4	5
1	-	0.5999	0.1342	-0.1157	0.0129
2			<u>0.6821</u>	0.2741	0.3659
3				0.4849	0.5214
4					<u>0.8492</u>
5					

表3 神奈川県下各海域間の1971年～1979年における漁獲量相関行列

	富岡～金沢 1	横須賀 ～北下浦 2	上宮田 ～毘沙門 3	初声 ～葉山 4	平塚 ～小田原 5
1	-	<u>0.7836</u>	0.4533	-0.3917	0.1704
2	-	-	<u>0.7432</u>	-0.2955	0.4534
3	-	-	-	0.3527	<u>0.6579</u>
4	-	-	-	-	0.4921
5	-	-	-	-	-

表4 各海区間1957年～1979年漁獲量の相関行列

全国区	中区	神奈川県	富岡～金沢	横須賀 ～北下浦	上宮田 ～毘沙門	初声 ～葉山	平塚 ～小田原
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<u>0.8733</u>	<u>0.7234</u>	<u>0.7274</u>	0.3518	0.4839	-0.1183	-0.0600
2	-	0.6724	0.6064	0.1092	0.4197	-0.0094	-0.1418
3	-	-	<u>0.8302</u>	0.4086	<u>0.7755</u>	0.1960	0.0745
4	-	-	-	0.4230	0.4975	-0.0255	0.2116
5	-	-	-	-	0.5650	-0.0465	-0.0413
6	-	-	-	-	-	0.0007	-0.1755
7	-	-	-	-	-	-	-0.2543



斜線部，斑点部は，偏差和±0.5以上の時期を示す。水温偏差の和は旬別偏差にもとずいた。

図3 神奈川県クルマエビ漁獲量と伊豆大島水温偏差の和(5～9月)の経年変化

るといいよい。しかし、太平洋中区内の5県間では相互の関連性が低い。また、神奈川県内では、東京湾海域と全国ならびに中区との相関が高いのに対して、三浦半島西岸ならびに相模湾西部海域との相関が低い。

(2) 海況とクルマエビ漁獲量の関係

神奈川県におけるクルマエビの産卵、成育・定着ならびに盛漁期は5～9月なので、神奈川県内の定地水温と対応のよい(岩田 1979)大島湾浮港における1953年から1979年までの5～9月の旬別水温偏差の和を求め、神奈川県クルマエビ漁獲量とを対比させ図3に示した。

この図3によると、水温が高い年に漁獲量も多く、低い年に少くなる傾向がある。しかし、1976年以降、この傾向は崩れている。

(3) 周期性の検討

1953年から1979年までの26年間におけるクルマエビ漁

獲量の周期性ならびに伊豆大島の水温偏差の周期性を検討した。漁獲量は、全国区、太平洋中区、瀬戸内海区、東シナ海区の4海区と太平洋中区内の神奈川、千葉、静岡、愛知、三重の5県のそれぞれの自己相関係数を求め、水温偏差の自己相関係数とあわせて図4に示した。

このコレログラムは、有意水準5%で、マイナス側0.350、プラス側0.392の範囲外にあれば、周期性を持っていると解釈できる。

したがって、全国区、太平洋中区、そして静岡、愛知、三重の3県では周期性があり、東シナ海区、伊豆大島の水温偏差は、やや周期性が認められ、瀬戸内海、神奈川千葉の両県では周期性が認められない。

周期は、全国区で14年、太平洋中区で13年、静岡県で15年、愛知県で13年、三重県15年であり、東シナ海区11年、伊豆大島の水温偏差は5年となる。

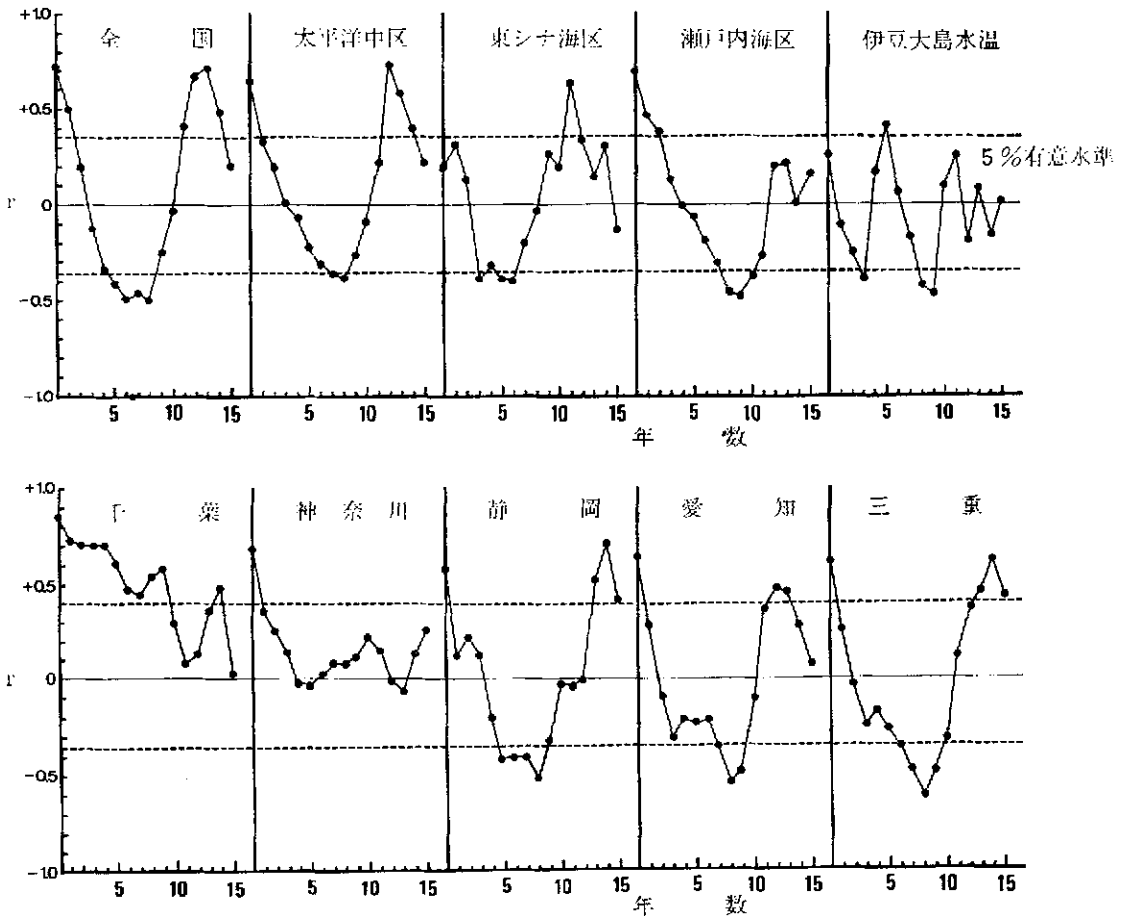


図4 各海区クルマエビ漁獲量ならびに伊豆大島水温のコレログラム

(4) 干潟埋立面積と漁獲量

図5に太平洋中区, 東シナ海区, および瀬戸内海区での1955年から1979年までの5年間ごとの累積干潟埋立面積と累積漁獲量の関係を示した。

3海区ともに, 1960年当初から干潟の埋立てが進行し一方, 1969年まで漁獲量の減少が見られた。しかし, 瀬戸内海区と東シナ海区は, 1970年から漁獲量の増加があり, 太平洋中区においても, 1975年から増加へ転じた。

太平洋中区内の東京湾および三河, 伊勢湾の干潟埋立面積とクルマエビ漁獲量は図6に示すとおり, 東京湾で

- 1 1955年~1959年
- 2 1960年~1964年
- 3 1965年~1969年
- 4 1970年~1974年
- 5 1975年~1979年

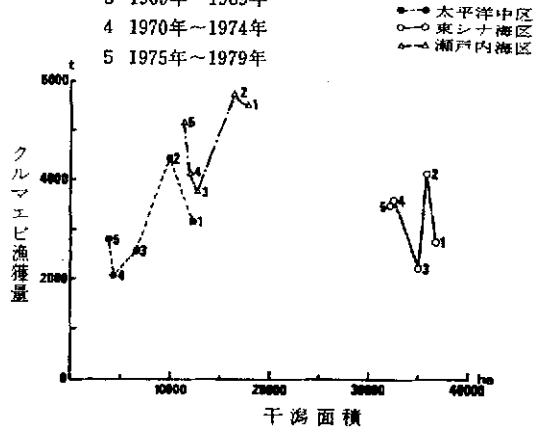


図5 各海区の干潟面積とクルマエビ漁獲量の経年変化

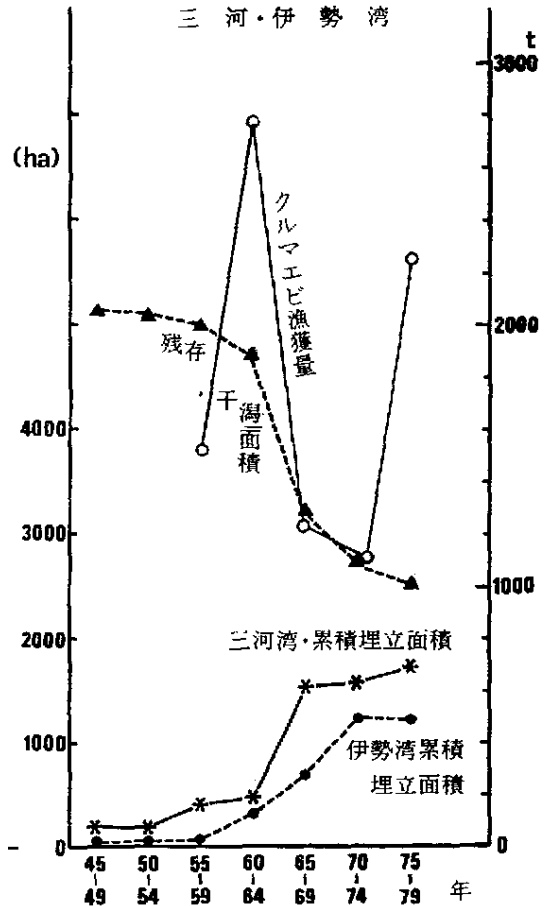
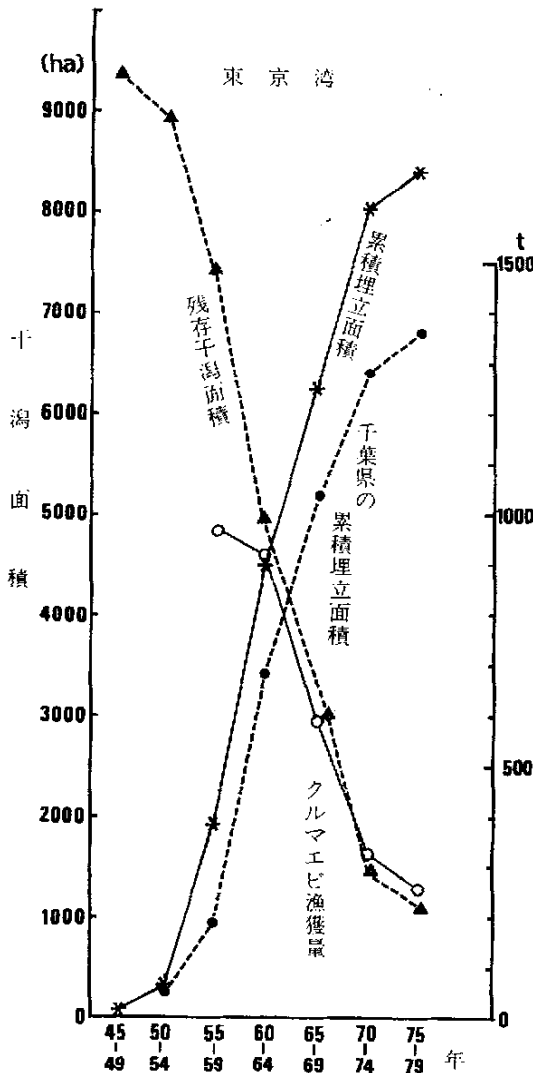


図6 東京湾・三河・伊勢湾の干潟面積とクルマエビ漁獲量の経年変化

は両者の減少傾向は一致し、三河、伊勢湾では一致しない。この図から読みとれば、東京湾では1000haの干潟が消滅すると約100トンの漁獲量減少があることになるが、三河、伊勢湾では両者の関係には明確な関係が見られず1950年代の5000haから1970年代の2500haへ干潟面積が減少したものの、漁獲量は1975年から1979年の累積漁獲量が1950年から1954年の累積漁獲量を上回った。

考 察

クルマエビ漁獲量の変動は、自然変動と人為的要因に分けられる。自然要因としては、幼稚仔の保育場である干潟面積の減少、浮遊期幼生の移送ならびに定着に係りがあると考えられる海況、そして、食物連鎖関係を挙げることができる。また、人為的要因には、漁獲努力、漁法、漁場の変化および種苗放流などが考えられる。

神奈川県でそれぞれの海域において、種苗放流を行っても漁獲量の減少があったということは、天然資源の減少があり、かつ、放流による資源への添加が少なかったか、もしくは資源の添加があったにも拘らず、漁獲増として現われなかったの2つの場合が考えられる。そこで、最初に種苗放流に問題がなかったのか検討した。

(1) 種苗放流の問題点

神奈川県でのクルマエビ種苗放流事業は、先にも述べたとおり、葉山から真鶴までの相模湾西部の砂浜海域、金田湾の砂浜海域、そして、小田和湾の干潟域への放流を行ってきた。前2ヶ所については、碎波帯へ直接、体長10~20mm前後の種苗を放流した。しかし、播種稚仔が自然生態系の中で捕食魚類と共存しながら生残するためには効果的なくれ場が必要であり、そのかくれ場は、大体、平均低潮面から平均潮位までの潮間帯における潮だまりである(倉田・1972)から、相模湾ならびに金田湾のように外洋性砂浜海岸では、潮間帯の幅は海岸線の数メートルに過ぎず、クルマエビの幼稚仔にとってのかくれ場所になる環境は見当らない。加えて、クルマエビの潜砂能力は25~30mm以上(石岡・1972)であるから、これ以下の体長組成の種苗が主体であった相模湾西部と金田湾の放流は、初期生残がきわめて低かったと考えられる。このことは、毎年200万~550万尾の種苗放流が行われ、期待した0.5~1%の回収率があったとすると、750~2000kgの漁獲増が見込めたはずであるが、漁獲量の経年変化をみると1977年からは、2000kgを割り、1979年には、750kgに落ち込んでいることから推測できる。

さらに、放流直後の減耗を防ぐため、1978年~80年に体長7cmの種苗を2.5万~6万尾放流しているが、これによる漁獲増も現われていない。この原因については、自然減耗と種苗の拡散が大きかったなどが考えられるが

明らかでない。

以上に述べた問題は、日本海沿岸での放流(安永1979)と類似しており、放流技術の展開にも困難を伴っている。

また、小田和湾干潟域への直蒔放流ならびに囲網中間育成後の放流をした結果でも減耗が大きく、翌年の漁獲量は増加しなかった。

(2) 漁獲量の地域特性

神奈川県内のクルマエビの漁獲量変動は、東京内湾とそれに続く浦賀水道、金田湾海域の漁獲量変動が全国ならびに太平洋中区の漁獲量変動と相関が高く、三浦半島西部ならびに相模湾西部海域と相関が低い。このことはクルマエビの漁獲量変動が、東京湾海域で全国ならびに太平洋中区の漁獲量変動と比較的同調しているとみてよく、相模湾側で独自の変動傾向を持っていると解釈できる。また、この傾向は、全国的な各海区間の相関係数とも類似しているように見え、内湾で干潟域をもつ太平洋中区、瀬戸内海区、そして、東シナ海区間での相関が高く、砂浜海域の多い日本海側の漁獲変動は、独自の傾向を持つ。

この現象がなぜ起っているかは、不明という以外にないが海況、干潟の有無、漁業形態等の差が考えられる。

(3) 海況と漁獲量

クルマエビ類浮遊期の生活について倉田(1973)は、潮汐との関係に触れ、塩分濃度に対する能動的な行動があると説明しているが、クルマエビの資源量を左右する時期はやはり浮遊期からそれに続く定着期に大きな減耗があると考えられ、特に流れによるクルマエビの幼生生残率が大きく変動する可能性がある。そこで、東京湾ならびに神奈川県沿岸の流れを左右するところの外洋水との係りを検討した。

岩田(1979)は、伊豆大島と神奈川県沿岸の水温変化が良く対応していることを明らかにし、1953~1955年、1975年以降の高水温現象は、黒潮の大蛇行に先行して起り、1959年~1962年の高水温現象は大蛇行の出現時期と一致していると述べている。

一方、小金井(1968)は、東京湾の海況を(A)外洋水流入勢力が強く、この外洋水前線が陸系水の湾外への流出をはばんでいる海況-閉塞型、(B)外洋水流入勢力が強く、湾奥まで顕著に到達しているが、陸系水の流出も順調に進んでいる海況-交流型、(C)外洋水の影響の微弱な海況。湾内水の動きは、日々の潮汐流がその主力となっているような海況-内湾型の3型に分けている。

このことから、図3に示した高水温期は、黒潮の大蛇行期にあたり、外洋水が東京湾に及び、交流型か閉塞型のどちらかへ分れた可能性がある。これによって交流型

の場合、(a) 幼生の移送が活発となり、湾外へ出て定着できなかった。(b) 餌料環境に変化が起こり、幼生の生残に影響があった。また、閉塞型では水質の悪化などが考えられる。

以上のことから、高水温期には豊漁であるが、再生産の点で資源の減少を招き、次の不漁に繋がるとも考えられる。

(4) 周期性

周期の起因については、資料不足と未知の事柄が多い。久保(1957)は、イセエビの発生が太陽の黒点数と関係があると報告しているが、この説に対して、伊藤(1959)は、各県のピークが大きくズレていることを指摘し、黒点説を疑問視している。このことは、クルマエビの漁獲量の相関行列ならびに自己相関をみても各地で同調していないことから、黒点との直接の因果関係を見い出せない。

次に、海況との関連では、伊豆大島の水温には、やや周期性が認められるものの、クルマエビ漁獲量の周期よりも短期間であり、直接の海況との対応は無理である。しかし、伊藤(1959)が述べている“間おき変動”説にクルマエビの発生を適応してみると、海況によって周期が起こるとの説明が可能とみられる。すなわち、クルマエビの生残にとって好しい海況が生じたとしても、直ちに高い水準の資源量に至るのではなく、しばらくの誘導期間を必要とし、環境の好転と豊漁年との間に数年間の間があくと考えられる。

神奈川県と千葉県のコレログラムが周期性を示さなかった原因は、次に述べる干潟の影響とみられ、干潟が埋てられる以前は、静岡、愛知、三重県でみられるような周期的な資源の消長が東京湾でもあったのではないかと推察される。

(5) 埋立てと漁獲量について

クルマエビの漁獲量と埋立面積の関係をみた例として土井・岡田・石橋(1973)の報告がある。この報告の中で土井らは、クルマエビ稚仔の生残には、干潟の存在が必須の条件になっていることを指摘している。そして、瀬戸内海の埋立ての進行とクルマエビ漁獲量の減少を対比させ、

$$C = 1352.98 - 6.29u \quad c = \text{漁獲量} \quad u = \text{累積埋立面積} \quad (r = -0.92)$$

の関係式を求め、埋立1km²当たり、6トンの漁獲減少となっていることを明らかにした。さらに、これらの関係は、直接影響のみならず、埋立てに伴う海水汚濁、赤潮発生なども含んだものと解している。

今回、太平洋中区、東シナ海区、および瀬戸内海区の干潟埋立面積とクルマエビ漁獲量の関係をみると、瀬戸

内海区では、土井らが報告した1973年以降に干潟面積の減少があったにも拘らず、漁獲量の増加があり、他の2海区でも同様の傾向があった。また、東シナ海区と瀬戸内海区、太平洋中区とは、それぞれの干潟における育成有効面積が異なるものと推察され、東シナ海区の漁獲量水準は、他の2海区と比較して単位面積当たりの漁獲量が約1/2であった。さらに、太平洋中区内においては東京湾で減少傾向が継続しているのに対して、三河、伊勢湾では増加傾向が見られ、中区全体の傾向は漁獲量の多い後者に傾いている。

これらのことから、干潟面積と漁獲量とを単純に比較して議論することは、危険性を内在しているといえる。したがって、土井らも指摘しているように海水汚濁、資源水準、種苗放流等の総合された結果としての漁獲量であるから、今後、それぞれの海域でのクルマエビ生産力の変動幅を加味した評価が必要となる。

以上のことを考慮に入れ、東京湾の場合を検討してみた。

第1は水質の問題で東京湾のCOD、NH₄-N、NO₃-Nの栄養塩類について、1963年から1977年までの経年変化をみると1970年前後でピークとなり、以後、漸減傾向にあり、好転した兆候がある(池田・1979)。

第2に東京湾へ放流されているクルマエビ種苗総数は、千葉県で1970年から1979年まで毎年136万~407万尾である(千葉県水産試験場、1980)。

第3に漁獲量に大きくかわかる漁獲努力量は、1970年以降、神奈川県、千葉県ともに共同漁業権放棄の組合がないので余り変化していないとみてよい。

これらのことを考え合せると、クルマエビの漁獲量にはプラス要因になり、上記要因はマイナス要因として働かないものとみられ、東京湾の漁獲量減少要因が、やはり埋立による干潟面積の減少が大きな要因となっていると考えるのが妥当であろう。また、残存干潟面積が1000ha余りでしかない現状からすれば、例えば、この干潟が持つ最大の生産力を発揮したとしてもかつての漁獲量に回復する期待は持てないだろう。

(6) 結 び

今まで種苗放流を行っていても漁獲量の減少があった原因について述べた。その結果、1つの要因として種苗放流効果が低かったことが挙げられる。その原因は、種苗を放流する場所に問題があり、特に、相模湾西部海域ならびに金田湾海域への放流は、クルマエビ種苗の生残にとって有効なかくれ場所のある地形がなかったことよって、放流直後の生残がきわめて低かったと考えられる。また、小田和湾のような干潟域ならびに囲網による中間育成をした場合でも、放流後の育成面積が狭いこと

そして、漁獲努力の増加を期待する程の資源形成ができなかったことが漁獲増に結び着くに至らなかった理由と考えられる。

放流後の生残が低かったことに加えて、種苗放流数を増加した1975年頃から、全国ならびに太平洋中区の漁獲傾向と同じように神奈川県のカクルマエビ漁獲は減少傾向になった。

この減少は、神奈川県沿岸の海況が黒潮の流路の変化によって交流型となって、幼生の生残、定着が抑制されたことが考えられる。この状態は、過去にも見られ、周期的に巡ってくるものと考えられるが、しかし、特に、東京湾に位置する所では、幼稚仔の保育場である干潟が埋立てられることによって、天然資源の生残が防げられ、資源の減少が促進されたと考えられる。

以上のように、放流地域での漁獲量の減少は、様々な要因を含んだところの結果であろうが、神奈川県での事例を総括すれば、放流効果が低かったことに加えて、天然資源の減少があったためであろう。

このようなことから、現在の技術水準で開放的な砂浜海域でのクルマエビ種苗放流が事業としての可能性があるかについては疑問であり、これらの地域での事業は効果的ではないと考えられる。

今までクルマエビの計画的な漁獲増を図るため、神奈川県沿岸で種苗放流事業を実施してきたが、クルマエビ自体の生態に基づく地理的条件、漁業形態、そして、放流技術に問題を内在し、それを克服できず、生産増ができなかった。

一方、クルマエビの種苗放流効果が明らかになっている山口県大海湾（檜山・1976）、静岡県浜名湖（伏見・1981・1982）の例を見ると、これらの場所は、天然クルマエビの再生産場であり、かつ、クルマエビの各成長段階における環境が整い、成長段階の早い時期から大きな漁獲強度がかかる場所としての共通点がある。そして、地形的にみると半閉鎖海域である。

神奈川県で上記環境と相似する海域を探すことは困難であるが、近似する海域としては、やはり、東京内湾海域であろう。このようなことから、クルマエビの漁獲量増を図るためには、この海域において干潟ならびにそれに繋がる浅海域の失地回復を図ったうえで、種苗放流をするべきと考える。そして、事業を実施する者にとって天然資源の増加傾向がある時期の放流は、見掛上、非常に効果があったと評価し、反対に、減少傾向がある時期は効果がなかったと評価しやすいが、天然での資源変動を加味した上での評価をより正確にする必要があろう。

引用文献

- 千葉県水産試験場（1958）：昭和55年度太平洋中区栽培漁業推進協議会技術部会資料，プリント，1 - 4.
- 土井長之・岡田啓介・石橋喜美子（1973）：クルマエビ環境要因の減耗要作用の評価 - ，西条干潟における環境指標の選抜．東海区水産研究所研究報告，76，37 - 52.
- 檜山節久（1976）：クルマエビの種苗放流による生産効果，日本水産学会，水産学シリーズ，12 58 - 73.
- 伏見 浩（1980）：昭和55年度クルマエビ放流技術開発事業報告書．静岡水試浜名湖分場，通刊No.210，20 - 46.
- 伏見 浩（1981）：昭和56年度放流技術開発事業報告書クルマエビ，静岡水試浜名湖分場通刊No.229，1 - 49.
- 池田文雄（1979）：COD・栄養塩類からみた相模湾の海域特性について，神水試相模湾資源環境調査報告書 - （環境部門）56 - 62.
- 今井利為（1974）：金田湾のカクルマエビについて，神水試資料No.221，1 - 15.
- 今井利為（1979 - a）：昭和53年度クルマエビ放流技術開発事業報告書，神水試資料No.262，1 - 23.
- 今井利為（1979 - b）：神奈川県のクルマエビ漁獲状況と1975年，1976年金田湾刺網漁場におけるクルマエビ資源解析，神水試相模湾資源環境調査報告書 - ．資源生物部門 225 - 234.
- 今井利為（1980）：昭和54年度クルマエビ放流技術開発事業報告書，神水試資料No.267 1 - 18.
- 今井利為（1981）：昭和55年度クルマエビ放流効果調査報告書，神水試資料No.276，1 - 15.
- 石岡宏子（1972）：クルマエビ人工種苗の生理生態について，南西水研報告，6 59 - 84.
- 伊藤嘉昭（1959）：比較生態学，岩波書店 1 - 142.
- 岩田静夫（1979）：相模湾の海況について，水産海洋研究会報 34，134 - 137.
- 小金井正一（1968）：東京湾の海況と平潟湾の水質について，プリント，1 - 12.
- 環境庁（1981）：第2回自然環境保全基礎調査海域調査報告書，干潟，藻場，サンゴ礁分布調査（全国版），1 - 356.
- 倉田 博（1972）：クルマエビ栽培における種苗とその播種に関する諸原理について，南西海区水産研究所研究報告5 33 - 75.
- 倉田 博（1973）：クルマエビ属の生態，東京大学出版会，海洋学講座9 91 - 104.
- 倉田 博（1976）：クルマエビの放流種苗の初期減耗と

人工干潟，日本水産学会：水産学シリーズ．12，58
- 73.

久保伊津男（1957）：水産資源生物の漁獲高にみられる
周期性について，生科9．126 - 133.

農林省（1954～1979）：農林省漁業養殖業漁獲統計表お
よび漁業養殖業生産統計年報.

柴田勇夫（1973）：相模湾西部海域におけるクルマエビ

Penaeus japonica BATEの生態とその漁業 - ，神水
試相模湾支所昭和47年度事業報告．No.13，43～45.

安永 義暢（1979）：日本海沿岸におけるクルマエビ種
苗放流技術開発のための基礎的研究，日水研報告
30．67 - 96.