

能取湖ホッケイエビの生残率

誌名	北海道立水産試験場研究報告 = Scientific reports of Hokkaido Fisheries Experimental Station
ISSN	09146830
巻/号	50
掲載ページ	p. 1-10
発行年月	1997年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



能取湖ホッケイエビの生残率

西浜雄二*¹, 川尻敏文*², 坂崎繁樹*³

Survival ratio of the grass shrimp *Pandalus kessleri* CZERNIAVSKY
in the lagoon Notoro-ko, Hokkaido

Yuji NISHIHAMA*¹, Toshifumi KAWAJIRI*²
and Shigeki SAKAZAKI*³

A high catch level of the grass shrimp *Pandalus kessleri* in the lagoon Notoro-ko have continued since 1990 after the implementation of a limit on the total number of shrimp pots used during a fishing season. The mean standing stock of the 2- and 3-years old shrimps prior to the fishing period of 1990-1995 was estimated at 11.0×10^6 individuals using the De Lury method based on the daily fishing records by fishermen, and consequently a mean fishing ratio was calculated as 49%. From these data and an index of stock abundance for the different year-classes obtained through shrimp dredge-net surveys conducted each year in October (1988-1995), a mean natural survival ratio of 0.78% was estimated up to 26 months after hatching.

キーワード：ホッケイエビ，資源増大，生残率，再生産率，能取湖

ホッケイエビ (*Pandalus kessleri* CZERNIAVSKY) は北海道や岩手県・青森県・サハリン・国後などの沿岸に産する寒海性の種である。北海道における主要な漁場は、野付湾、サロマ湖、および能取湖であり、最近10年間(1985～1994)の平均漁獲量は、それぞれ 57 t, 102 t, および 40 t である。これらの3漁場での漁獲量の合計は、北海道全体の84%を占めている。本種が棲息する場はアマモ・スガモ場に限定されているので、漁獲量は少ないが、地域特産種として希少価値が高い。

北海道産のホッケイエビの生態はこれまで野付湾で詳しく調査され、アマモ場での分布・減耗、生産性などが明らかにされてきた^{1,2)}。しかし、野付湾では風打瀬網漁法による小型エビの減耗が少なくない³⁾ので、漁獲サイズに達するまでの生残率を把握することは困難であると思われる。

能取湖では1950年ころから小規模の船曳網によるホッケイエビ漁業が営まれていたが、1965年ころに極端な不漁に陥り、1966年から1977年まで禁漁になった。1974年に永久湖口化工事の完成によって、水質が外海水とほぼ同様になった⁴⁾ことに伴って、ホッケイエビ資源が回復しはじめたので、1978年にエビかごによる漁業が開始された。漁獲量は5年後の1983年には48 tに達したが、その後3年のうちに著しく減少したため、この対策として、操業制限が強化された。その結果、1986年以降、漁獲量は増加しはじめ、1990年には漁獲量が50 tをこえ、その後は高位安定状態が続いている。

ホッケイエビは雄性先熟の雌雄同体種であり、幼生は浮遊生活期をもたない。孵出後、そのままアマモ場に棲息するので、生涯を通じて移動が小さい。とくに能取湖のような半閉鎖海域では、湖外に流失することが少ない

報文番号 A266 (1997年1月28日受理)

*¹ 北海道立函館水産試験場室蘭支場 (Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station, Muroran Branch, Funami Muroran, Hokkaido 051, Japan)

*² 西網走漁業協同組合 (Nishi-Abashiri Fishermen's Cooperative association, Yobito Abashiri, Hokkaido 099-24, Japan)

*³ 網走市水産科学センター (Abashiri Fisheries Science Center, Notoro-minato Abashiri, Hokkaido 093-01, Japan)

ので、漁業管理による資源の増大・安定が容易な種であると考えられる。このためには、資源量を把握するとともに、一定量の親エビを残すための根拠となる生残率を知ることが必要である。

筆者らは、漁獲量が落ちこんだ1984年から、能取湖におけるホッケイエビの資源調査に着手し、そり付き桁網による秋（10月）のエビの現存量調査と操業日誌による調査を定型化して継続してきた。ここでは能取湖におけるホッケイエビ資源が高位安定状態に達した経緯と、その状況下での生残率と再生産率について報告する。

調査の方法

各年のホッケイエビの漁獲量は漁業協同組合が集計した出荷量に基づいたものである。漁期当り漁獲量を延かご数（1人当りかご数、操業日数、人数の積）で割った値を $CPUE_1$ （単位努力当り漁獲量）として、資源動向の目安とした。

1986年から漁業者（32戸）に操業日誌の記載を依頼した。項目は塩ゆで後の選別前の漁獲物の全重量と1kg当りの個体数である。後者を用いて、個体当り重量（平均体重）を求め、さらに漁獲量を個体数に換算した。記載が不十分な場合を除いて平均値を求め、32戸分に換算して、漁獲尾数を求めた。日漁獲尾数を漁獲努力量（1人当りのエビかご数、日当りかご揚げ回数、人数の積）で割った値を $CPUE_2$ として、De Luryの方法によって初期資源尾数を計算した。また、漁期（7月末～8月）の初期と後期に、かごで採取したホッケイエビを測定し、体長組成を求めた。正規確率紙法⁵⁾によって初期の体長組成を2群に分けた。

能取湖湖内縁辺部のアマモ場の17地点（図1；1984～1985年：10地点）で、1984年以降、原則として10月に、そり付き桁網²⁾（1.5m幅、高さ0.6m、網目3mm）100m曳き（曳網時間：ほぼ4分）によってホッケイエビを採取し、当歳エビ、1歳雄エビ、および抱卵エビに分けて計数し、体長（眼高後端から尾節先端まで）および体重を測定した。また抱卵エビの卵数を計数して、体長と卵数の関係式を求めた。この式に別に測定した抱卵エビの平均体長を代入して、個体当り平均卵数を求めた。そり付き桁網曳き150m²当りの入網数を1,000m²当りに換算した値を発育段階別の資源指数とした。

結果と考察

1. 漁獲努力量と漁獲量の変遷

1978年に能取湖でのホッケイエビ漁業が再開されたと

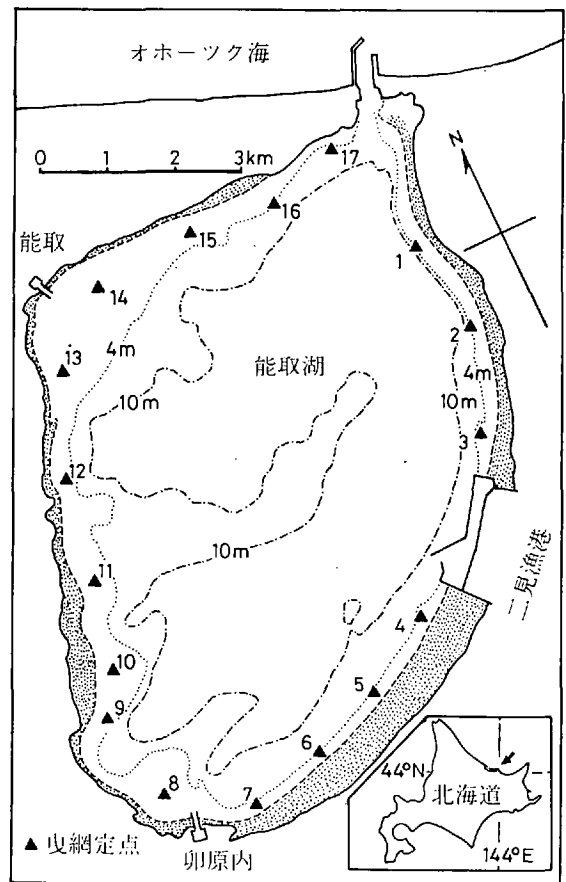


図1 調査地点の位置

図中の数字はソリネット曳網地点番号を示す。

き、それまでの曳き網を廃止して、エビかご漁法が採用された。1人当りのかご数は最初50個であったが、1982年以降は15個である。ただし、1990年には10個、1991年には13個であり、漁期後半にかご数を増やしたこともある。漁期は7～8月であり、操業日数は最初50日であったが、次第に短縮され、1986～1988年には10日に、その後やや延長されて、1991年以降は16～18日であった（表1）。

着業者数は1978年以降、32人である。エビかごの網目は1978～1983年までは12節、1984～1989年までは11節であり、1990年以降は10節に制限されている。出荷時のエビの体長制限は1978年だけ100mmであったが、1979年以降は85mmである。また、1989年までは湖西側の一部が禁漁区にされていたが、1990年に解除された。

延かご数で表される漁期中の総漁獲努力量は、1979年には26,000かごであったが、1985年には10,000かご以下に、1986～1988年には4,800かごにまで制限された。その後次第に増えて、1993年には8,000かごをややこえる程度になった（表1）。

漁獲量は1978年に22tほどであったが、1982年に48t

表1 能取湖ホッケイエビ漁業の実態, 各種制限, 単位当り漁獲量, および漁業生産の推移

年	漁期 月日	着業 月日	着業 日数	かご数 /人	かご揚 げ回数	網目 節	延かご 数	CPUE ₁ * kg	漁獲量 t	金額 百万円
1978	7/01 ~ 8/19		50	50	自由	12	80000	0.28	22.2	44.5
1979	7/15 ~ 8/10		27	30	自由	12	25920	0.72	18.6	40.0
1980	7/01 ~ 7/31		31	25	自由	12	24800	1.70	42.2	93.7
1981	7/01 ~ 7/31		31	30	自由	12	29760	1.00	29.9	55.7
1982	7/01 ~ 9/04		31	15	自由	12	14880	3.20	47.6	93.3
1983	7/01 ~ 8/13		28	15	3回	12	13440	2.76	37.1	79.2
1984	7/01 ~ 8/13		28	15	2回	11	13440	1.32	17.7	54.9
1985	7/01 ~ 7/31		20	15	2回	11	9600	1.18	11.3	32.0
1986	7/01 ~ 7/11		10	15	2回	11	4800	3.43	16.5	47.6
1987	8/01 ~ 8/11		10	15	2回	11	4800	4.48	21.5	66.2
1988	8/01 ~ 8/11		10	15	2回	11	4800	6.24	29.9	93.1
1989	7/31 ~ 8/11		11	15	2回	11	5280	9.19	48.5	69.9
1990	7/23 ~ 8/12		19	10	2回	10	6080	9.52	57.9	127.3
1991	8/01 ~ 8/24		17	13**	2回	10	7456	5.54	41.3	90.1
1992	7/27 ~ 8/14		16	15	2回	10	7680	7.02	53.9	153.7
1993	7/26 ~ 8/13		17	15	2回	10	8160	6.42	52.4	82.1
1994	7/25 ~ 8/14		18	15	2回	10	8640	8.28	71.5	124.8
1995	7/25 ~ 8/14		18	15	2回	10	8640	6.56	56.7	107.8

*CPUE₁ : 単位努力当り漁獲量 (kg/かご・日・人), かご揚げ回数は無関係である。
 ** 漁期後半6日間のかご数は6個である。

に達したあと, 1985年には11 tにまで減少した。その後, 次第に増加し, 1989年以降はほぼ50~60 t前後 (1994年には72 t) であった (表1)。

漁獲量 (出荷量), 延かご数, および単位努力量当り漁獲量 (CPUE₁, kg/かご・日・人) の推移を図2に示した。漁獲対象群は2~3歳なので, 1984~1986年ころに漁獲量が激減したのは, 1980~1983年ころに獲り

すぎたために, 抱卵エビが減少したことによるのであろう。そのころの延かご数は13,000~30,000であった。

延かご数が13,000以上であったときに, 1983年までは漁獲量は増加したが, その後は減少した。延かご数が4,800に抑えられた1986~1988年の間にCPUE₁は増加しはじめ, 漁獲量も徐々に増加した。延かご数は1987年から徐々に増え, 1994年には8,000になった。延かご数

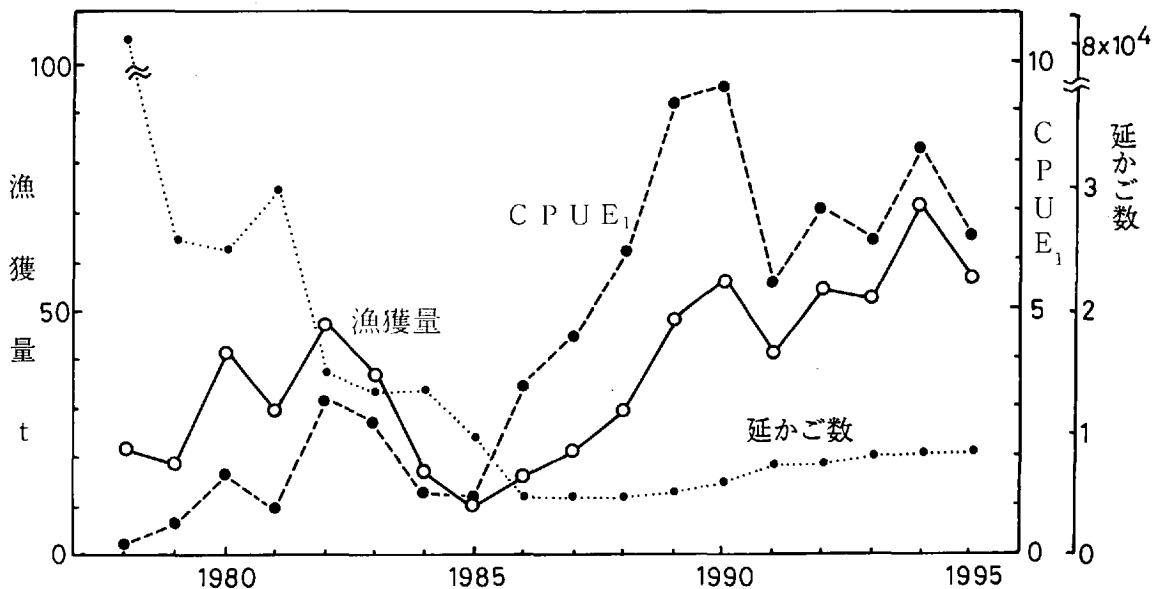


図2 能取湖におけるホッケイエビの漁獲量, CPUE₁, および年漁獲努力量の推移

CPUE₁ : 単位努力当り漁獲量 kg/かご・日・人
 年漁獲努力量 : 延かご数 = 1人当りかご数 × 32人 × 操業日数

8,000ぐらいでC P U E₁が6~8 kg, 漁獲量が50~60 tほどで, やや増加ぎみで安定した。

1986年から1990年までが資源の増加期であった。年ごとに漁獲量の一応の目標数量は設定されていたが, 終漁日は漁模様をみながら判断されていた。1991年には8月15日以降にも操業されたが, その後は8月14日で終漁になっている。最近の4年間の漁期は7月末から8月半ばまでであり, 操業日数は16~18日であった。

2. 発育段階別資源指数と卵数

能取湖のアマモ場の面積は11.8km²である。アマモは水深6 mほどまで分布するが, 濃密に分布するのは2~4 mまでであり, その面積は全アマモ場の58%である⁶⁾。分布域は, 基本的には水深に規制されているようであり, 岸深の湖東側では狭く, やや遠浅の湖西部では広い。

湖の周縁部のアマモ場の17地点でそり付き桁網を曳網した。北西側のSt.17では1994年にはアマモ場が見当らなかったで, 曳網しなかった。この場所のアマモ場の消滅の原因は, 1991年にオホーツク海外海沿岸一帯で発生したエゾバフンウニ卓越年級群⁷⁾の一部による食害であったと考えられる。また能取湖では1983~1988年に道東海域への移殖用として, 潜水業者にウニを採らせたことがある。その後, アマモ場が深いところまで広がった。このように, エビの棲み場となるアマモ場の消長は, ウニの分布量と関係するようである。

ホッケイエビは雄性先熟の生活史をもつ。5月に孵出する。秋にそり付き桁網を曳くと, 体長約40mm, 70~75mm, 95~100mmにモードをもつ3群が採集され, それぞれは当歳エビ, 1歳雄エビ, および抱卵エビに相当する(図3)。当歳エビと1歳雄エビとは, 体長ほぼ50~60mmを基準として区分される。当歳エビは未成熟である。1年後には1歳雄エビとなり, その後性転換して2歳で雌になる。9月ころ受精したあと, 抱卵する。なお, 野付湾では当歳の秋に早熟の雄が10%ほどみられることがある⁸⁾。能取湖でも同様のことがみられるが, 本稿ではそのことを除外した。

そり付き桁網による発育段階別資源指数の平均値(全地点の平均)の経年変化を表2に示した。1984~1995年の秋時点での当歳エビ, 1歳雄エビ, および抱卵エビの平均資源指数は, それぞれ 2,589, 1,132, および 234であった。

表2に示した資料のうちの, 1993~1995年の入網数の分布を図4に示した。各発育段階とも1995年の入網数は他の年よりも多かった。そり付き桁網への入網数は各発育段階とも湖の北西側で年によってやや少ないことがあるが, 他の地点ではほぼ同様に分布していた。ただし,

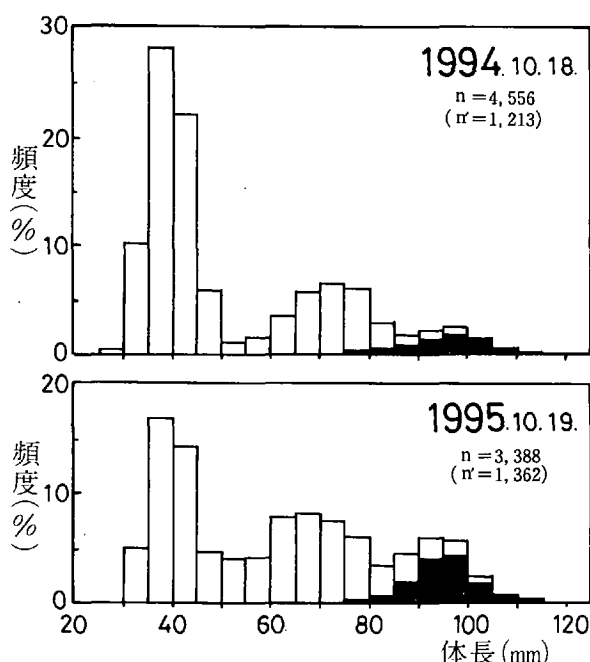


図3 ホッケイエビの体長組成 (そり付き桁網; 黒:抱卵エビ n=5 地点入網総数, n'=分割測定総数)

抱卵エビの分布密度は地点によってやや不均一であった。

1993年の当歳エビ(1993年級群)は, 1年後には1994年の1歳雄エビとなり, さらに1年後には1995年の抱卵エビとなる(図4)。当歳(5か月)から1歳(と5か月)

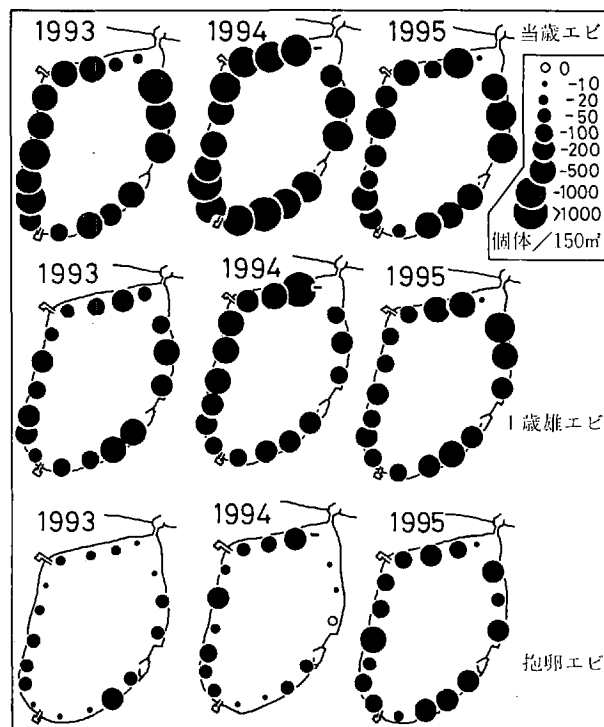


図4 能取湖におけるホッケイエビの発育段階別分布 (1993~1995, 10月, そり付き桁網)

表2 発育段階別資源指数、抱卵エビの平均体長・卵数、および孵出幼生指数の経年変化*

調査年	エビ資源指数**			抱卵エビ		N年年級群孵出幼生指数***
	当歳	1歳雄	抱卵	体長 mm	卵数	
1984	2680	873	55	—	—	—
1985	928	865	37	98.3	375	—
1986	1957	712	286	105.0	415	13.9 × 10 ³
1987	2970	450	61	106.4	388	118.7 × 10 ³
1988	2557	1379	187	101.4	334	23.7 × 10 ³
1989	4459	2436	346	96.2	287	62.4 × 10 ³
1990	1781	1076	142	86.7	198	99.3 × 10 ³
1991	2155	872	277	97.0	261	28.1 × 10 ³
1992	2254	1345	392	94.6	220	72.3 × 10 ³
1993	2665	771	161	96.6	288	86.2 × 10 ³
1994	4506	1611	262	91.9	219	46.4 × 10 ³
1995	2158	1200	607	91.2	191	57.4 × 10 ³
平均	2589	1132	234	96.8	289	60.8 × 10 ³

* 調査時期は1988年以降10月である。 ** 150m²当り入網数を1000m²当りに換算した値の全地点の平均値を示した。
*** N年孵出幼生指数=N-1年抱卵エビ指数×N-1年平均卵数

までの減耗は食害などによる自然死亡によるものであるが、1歳から抱卵エビ(2歳と5か月以上)までの減耗は、自然死亡に加えて漁獲によるものである。

表2には抱卵エビの平均体長と平均卵数も示した。1985～1995年の平均体長は96.8mmであり、平均卵数は289個であった。体長と正の相関関係がみられる。平均体長が100mmをこえていた1987～1988年の例を示すと、体長(x)と卵数(y)の関係は次式で表される。

$$1987年: y=10.09x - 686 \quad (r=0.737, n=49)$$

$$1988年: y=8.96x - 574 \quad (r=0.718, n=48)$$

なお、近年、抱卵エビの体長が小型化している傾向がみられる。1991～1995年の抱卵エビの平均体長は94.3mmであり、平均卵数は236個であった。

3. 操業日誌に基づく初期資源尾数の推定

1日当りかご揚げ回数は1984年からは朝夕の2回である。前日の夕刻に設置したかごを翌日の早朝に揚げてエビをとり、餌を新しくして再び設置する。次に夕刻に同じ作業をする。朝のかご揚げに対する夕刻のかご揚げの漁獲量の比率は1994年の例では0.74であった。朝揚げの漁獲量が多いのは、かごの浸漬時間が長いことによると考えられる。煮エビは銘柄別に選別されて、前日の夕方の方と当日の朝の方と合わせて、昼間に1回出荷される。

かご揚げ回数は1992年からは翌日が休漁のときは朝1回に制限された。したがって、操業日誌による日漁獲量はかご揚げ回数でも変化するので、かご揚げ回数を単位努力量に加味した。操業日誌に基づいて推定した日別漁獲尾数から日別単位努力当り漁獲尾数(CPUE₂,尾数

／かご・回)を求めた。

1990年から1995年までの年別のCPUE₂と累積漁獲尾数との関係を図5に示した。CPUE₂は多くの場合、漁期の進行とともに減少するので、De Lury法によって初期資源尾数を求めた(表3)。漁期の途中に5日間休漁した1991年を除いて、他の年の相関係数は0.84～0.94の範囲にあり、平均は0.90であった。回帰式から計算した1990～1995年の初期資源尾数は8.3×10⁶～13.0×10⁶個体の範囲にあり、平均は11.0×10⁶個体であった。漁獲率(初期資源尾数に対する漁期最終日の累積漁獲尾数の割合)は平均49%(37～60%)であった(表3)。

4. 生残率

図2でみたように、1991年以降の単位努力当り漁獲量(CPUE₁)と漁獲量は、資源が高位安定状態にあることを示しているの、このような条件下におけるホッケイエビの生残率について検討する。

秋の分布調査によって得られた発育段階別の資源指数(そり付き桁網1,000m²曳き当りに換算した入網数)と、操業日誌から計算した初期資源尾数などを用いて、漁期前までの各発育段階間の生残率を推定する。この場合、初期資源尾数や漁獲尾数は実数なので、予め指数に換算することが必要である。なお、能取湖での孵出時期は5月なので、その時点年齢の基準とした。

そり付き桁網の桁効率が不明である。またアマモの繁茂程度(濃密区とパッチ状区⁶⁾)とエビの棲息密度との関係が不明なので、アマモ場の面積から漁期後残存尾数を指数化することは困難である。そこで、漁期終了後か

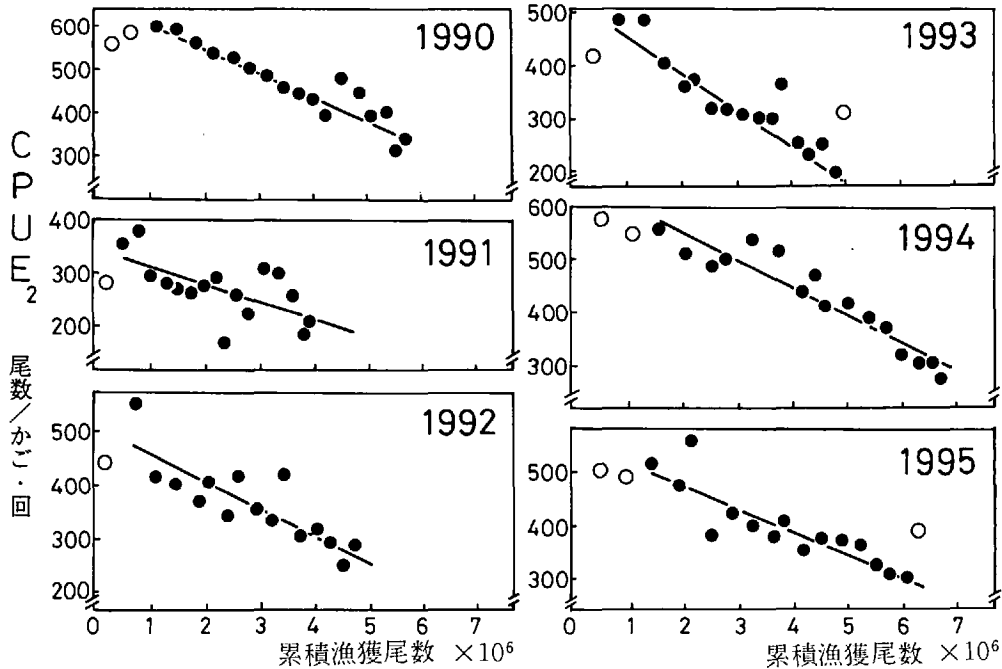


図5 単位努力当り漁獲尾数 (CPUE₂) と累積漁獲尾数との関係*

* 図中の直線は黒丸についてのものである。回帰式は表3に示されている。

表3 De Lury法による初期資源尾数の推定と漁獲率

	関係式 累積漁獲尾数 (X) CPUE ₂ * (Y)	初期資源 尾数	最終累積 漁獲尾数	漁獲率 %
1990	$Y = -0.000056X + 668$ $r=0.94, n=17, 除^{**}=2$	11.93×10^6	5.78×10^6	48
1991	$Y = -0.000032X + 343$ $r=0.62, n=16, 除^{**}=1$	10.63×10^6	3.90×10^6	37
1992	$Y = -0.000051X + 511$ $r=0.84, n=15, 除^{**}=1$	9.96×10^6	4.70×10^6	47
1993	$Y = -0.000063X + 521$ $r=0.91, n=15, 除^{**}=2$	8.27×10^6	4.93×10^6	60
1994	$Y = -0.000053X + 656$ $r=0.94, n=16, 除^{**}=2$	12.30×10^6	6.72×10^6	55
1995	$Y = -0.000043X + 557$ $r=0.88, n=15, 除^{**}=3$	12.97×10^6	6.30×10^6	49
	平均	11.01×10^6	5.39×10^6	49

* CPUE₂ = 漁獲尾数 / かご・回

** 漁期初めの1~2日にCPUE₂が低い場合、あるいは終漁日の前日にCPUE₂が極端に高くなる場合には、それらの値を除いて回帰式を求めた。

らそり付き桁網による調査までの2か月の間に減耗がないと仮定して、漁期後残存尾数と抱卵エビ指数との関係から、漁期後残存尾数を指数化する係数kを求めることにした。両者の関係は次式で表される。

$$\text{漁期後残存エビ尾数} = \text{抱卵エビ資源指数} \times k$$

De Lury法による初期資源尾数の推定が可能なのは1990年以降なので、1988年級群以降の漁期後残存エビ尾

数(初期資源尾数と最終累積漁獲尾数との差)から求めたkの値を表4に示した。kの値は6年間に $11.0 \times 10^3 \sim 43.3 \times 10^3$ の範囲で変化した。kは、資源指数(そり付き桁網1,000m²当り平均入網数)から湖全域のエビ棲息数を推定するための係数であり、面積抽出率と桁効率の積の逆数に相当するものである。

kはアマモ場の面積が大きく変化しない限り、またそ

り付き桁網の曳き方が同様であるかぎり、短期間(数年)での変化は小さいはずである。そこで、 k がかけはなれた値を示した1988年級群を除いて、他の5年間の平均値 $k = 18.1 \times 10^3$ を用いて、各年の漁期初期資源尾数を指数に換算した。漁期初期資源指数は1990~1995年(漁獲年)には457~717の範囲にあった(表4)。

このようにして求めた漁期初期資源尾数には、2歳のほかに3歳のエビが含まれている。この両者を形態的に区別して計数することは困難なので²⁾、かごで採取されたエビの体長組成から、両者の比率を求めることにした。1991年、1994年、および1995年の漁期初めの体長組成は、体長の範囲が広く、かつ体長が大きい方にすそをひいていた(図6)。正規確率紙法によって分けられた2群は、2歳および3歳に相当し、それぞれの平均体長は、1995年の場合には、84mmおよび96mmであった。2歳と3歳の個体数の比率は54:46であった。漁期後期の体長組成は2歳に相当するものだけだから、3歳エビは優先的に漁獲されたことになる。それゆえ、後期の個体数の比率は100:0になる。そこで、この比率の変化を漁期中に比例配分して、操業日誌から推定した日々の漁獲尾数を年齢別に分けた。このようにして求めた漁期初期資源尾数における2歳エビの割合は、1995年には87.6%であった。同様に、1994年には83.3%、1991年には89.5%であった。ただし、1994年の場合、群分けの精度が低かった。

なお、1992年と1993年の体長組成は初期・後期とも体長範囲がほぼ同じであり、かつ単峰型だったので、2歳エビの割合を50%とした。この両年には、操業日誌による漁獲エビの日々の平均体重は、上記の3年とは異なり、漁期中に減少することはなかった。このことの原因は不明である。しかし、10月のそり付き桁網調査による標本

中には、3歳と考えられる大型の抱卵エビはみられなかった。それゆえ、漁期後には3歳エビは残存していないとみなした。

これらの割合(表4参照)を適用して漁期初期資源指数を補正し、2歳漁期初期資源指数を求めた(表5)。なお、1歳エビは10月の時点でも平均体長が70mmほどなので(図3)、10節エビかごによっては8月時点ではほとんど漁獲されないと考えられる。

次に、孵出幼生指数を計算する。秋に腹肢に抱かれていた卵は、翌年5月に孵化して孵出幼生になる。冬季には害敵生物の活動が低下するだろうから、10月から5月までの抱卵エビの減耗が小さいと仮定すると、秋の抱卵エビ指数に平均卵数を乗ずれば、孵出幼生指数が求められる。1986~1995年年級群の孵出幼生指数は 13.9×10^3 ~ 118.7×10^3 の範囲にあった(表2)。

以上のようにして計算された指数を年級群別に整理して、1989~1993年年級群の各発育段階間の生残率を計算した(表5)。5月から10月までの5か月間の孵出幼生の生残率は、平均4.6%(1.8~7.7%)であった。当歳エビとして計数された10月から、1歳エビとして計数された翌年10月までの12か月間の生残率は、平均46.0%(24.1~62.4%)であった。10月時点の1歳雄エビから翌年7月(漁期前)までの9か月間の生残率は、平均46.6%(23.8~73.4%)であった。1989~1993年年級群の、孵出幼生から漁獲対象群となるまでの26か月間の生残率は、平均0.78%(0.42~1.14%)であった(図7)。

野付湾湾東奥部の禁漁区で1981年にそり付き桁網を用いて実施された調査によれば、当歳エビ、1歳エビ、および2歳エビの6月から11月までの生残率は、それぞれ11.4%、23.9%、および37%であった²⁾。同報告のTab.1

表4 係数 $k \cdot 1$ と初期資源指数の計算

年級群 N年	漁獲年 N+2	抱卵エビ 指数 N+2	漁期後残存エ ビ尾数 ^{*2} N+2	$k \cdot 1$	漁期初期資源 尾数 ^{*3} N+2	初期資源 指数 ^{*4} N+2	2歳エビの 割合 ^{*6} %
1988	1990	142	6.15×10^6	(43.3×10^3)	11.93×10^6	659	—
1989	1991	277	6.73×10^6	(24.3×10^3)	10.63×10^6	587	89.5
1990	1992	392	5.26×10^6	(13.4×10^3)	9.96×10^6	550	76.4
1991	1993	161	3.34×10^6	(20.7×10^3)	8.27×10^6	457	70.1
1992	1994	262	5.58×10^6	(21.3×10^3)	12.30×10^6	680	83.3
1993	1995	607	6.67×10^6	(11.0×10^3)	12.97×10^6	717	87.6
平均 ^{*5}				18.1×10^3			81.4

*¹ $k =$ 漁期後残存エビ尾数 / 抱卵エビ指数 ($k =$ 面積抽出率⁻¹ × 桁効率⁻¹)

*² 漁期後残存エビ尾数 = 初期資源尾数 - 最終累積漁獲尾数 (表3参照)

*³ De Lury の式から求めた値 (表3参照) *⁴ 初期資源指数 = 初期資源尾数 / 18.1×10^3

*⁵ 1988年級群を除く5年の平均値 (本文参照)

*⁶ 漁期初期資源尾数に対する割合 (本文参照)

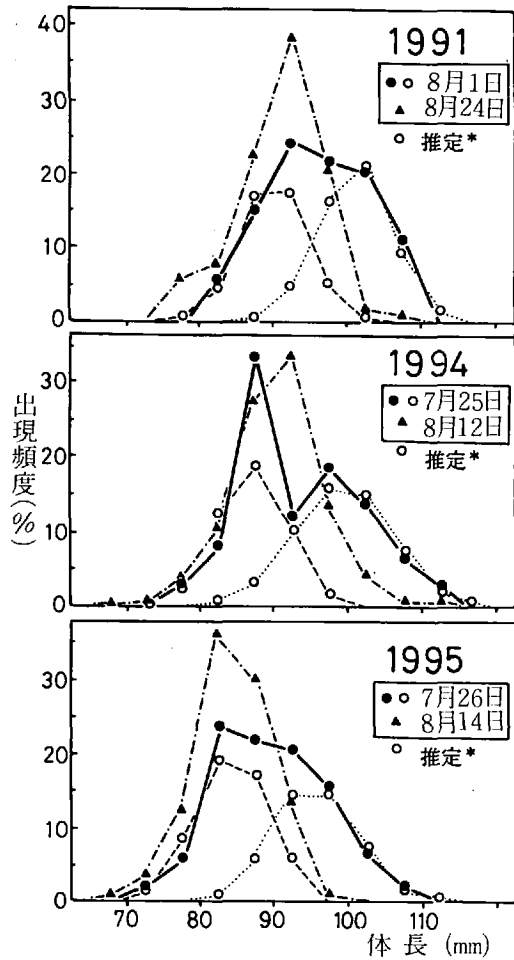


図6 漁期前期および後期のホッケイエビの体長組成 (漁具: 10節エビかご)
* 正規確率紙法によって2群に分けた。

に基づいて計算すると、孵出幼生から26か月までの生残率は1.2%となる。この値は能取湖での値の1.5倍である。しかし、野付湾での調査は、調査域が同湾エビ漁場の一部なので、調査域内外のエビの移動を無視した条件下のものである。また当歳および1歳のときの冬季間(12~5月)の減耗が十分小さいと仮定されている。

さらに能取湖での漁期後までの生残率を計算する。1989~1993年年級群の漁獲対象群となる2歳と3歳エビの比を1:0.23(表4)とし、漁獲率が49%(表3)で、かつ3歳エビから優先的に漁獲されるとすると、2歳エビの63%が漁獲を免れたことになる。したがって、漁期後時点までの通算生残率は平均0.49%となる。この値は、表2に示した孵出幼生指数と抱卵エビ指数(N+2年)から、年級群(1989~1993年)ごとに計算して得た値の平均値0.49(0.36~0.70)と同じである。

2歳のときに漁獲を免れた群は、翌年の5月に3歳となり、幼生を放出したあと、次の漁期にはほぼ漁獲されてしまうと考えられる(図6)。

5. 再生産率

1尾の抱卵エビから発生して26か月後の漁期前までに生き残った2歳エビの個体数は、1989~1993年年級群では平均1.87尾(1.21~2.81尾)であった(表6)。これに加えて、5月に幼生を孵出した3歳エビも漁獲対象となる。2歳と3歳の比率(1:0.23, 表4参照)から、3歳エビは0.43尾と推定されるので、合計2.30尾が漁獲対象となる。近年の平均漁獲率は49%だから(表3)、2.30尾のうち1.13尾(うち2歳エビ:0.70尾)が漁獲され、残る1.17尾が抱卵することになる。

表5 能取湖におけるホッケイエビの生残率

年級群 N年	孵出幼生 指数*1 N年	当歳群 指数*1 N年	1歳雄 指数*1 N+1年	2歳漁期初 期資源指数 N+2年*2	生 残 率 *3			
					0→当 5か月	当→1歳 12か月	1→2歳 9か月	0→2歳 26か月
1989	62.4×10 ³	4459	1076	525	0.071	0.241	0.488	0.0084
1990	99.3×10 ³	1781	872	420	0.018	0.490	0.482	0.0042
1991	28.1×10 ³	2155	1345	320	0.077	0.624	0.238	0.0114
1992	72.3×10 ³	2254	771	566	0.031	0.342	0.734	0.0078
1993	86.2×10 ³	2665	1611	628	0.031	0.605	0.390	0.0073
平均					0.046	0.460	0.466	0.0078
1994	46.4×10 ³	4506	1200	—	0.097	0.266	—	—
1995	57.4×10 ³	2158	—	—	0.038	—	—	—

*1 表2参照。 *2 漁期初期資源指数(表4)から3歳エビを除いた指数(本文参照)である。
*3 「0→当」はN年5月から同10月までを、「当→1」はN年10月からN+1年10月までを、「1→2」はN+1年10月からN+2年7月までを指す。なお、「0→2」は前述の3区分の通算生残率である。

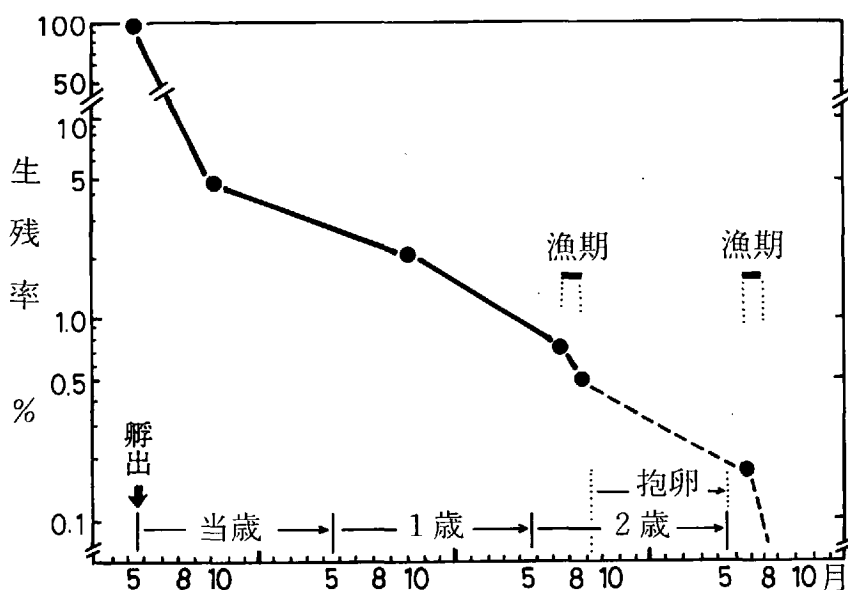


図7 能取湖ホッケイエビの生残曲線
(破線：本文 第5項参照)

抱卵エビは、孵出幼生指数の計算のときに、抱卵期間中の減耗がないと仮定したが、実際には孵出時まで1.0尾近くにまで減耗しているであろうから、前項で述べた通算生残率0.78%はやや過少評価されているであろう。

抱卵エビから孵出した群は、自然減耗を伴いながら成長して漁獲対象となる。漁獲を免れた個体は再び抱卵する。この周期は3年である。ある年級群(N年)を生み出した抱卵エビ資源指数(N-1年)に対するその年級群(N年)の抱卵エビ資源指数(N+2年)の割合を表6に示した。抱卵エビの3年周期の増加率は、1989~1993年級群の平均で1.2であるが、そのうち、1990~1992年級群ではほぼ1.0である。このことは能取湖における近年の

漁獲努力量が高い資源状態下でホッケイエビの生産性と均衡していることを示している。

要 約

1. 能取湖ホッケイエビ漁業における漁獲量と各種制限の経年変化を記録した。資源量は1986~1988年に延かご数を4,800に制限したことによって増加し、その後徐々に8,000に増やした過程で1991年以降、高位安定状態にある。
2. 10月に湖内17地点のアマモ場においてそり付き桁網によるホッケイエビ分布調査を実施した。1,000m²当

表6 ホッケイエビの年級群別の再生産率(1989~1993年)

年級群 N年	抱卵エビ 指数 N+1年* ¹	2歳漁期初 期資源指数 N+1年* ²	抱卵エビ 指数 N+2年* ¹	再生産率 * ³ 抱卵エビ → 漁期前 N-1年 N+2年	3年周期の増加率 抱卵エビ → 抱卵エビ N-1年 N+2年
1989	187	525	277	2.81	1.5
1990	346	420	392	1.21	1.1
1991	142	320	161	2.25	1.1
1992	277	566	262	2.04	0.9
1993	392	628	607	1.60	1.5
平均				1.87	1.2

*¹ 表2参照。 *² 表5参照。 *³ 1尾の抱卵エビから孵出した群のうち、初めて漁獲される(2年後の夏)前までに生き残っていた尾数を指す。

りに換算した発育段階別入網数の平均値を資源指数とした。1984～1995年の当歳エビ, 1歳雄エビ, および抱卵エビ指数は, それぞれ2,589, 1,132, および 234であった。

3. 操業日誌から求めた単位努力当り漁獲尾数の日変化と累積漁獲尾数の関係から, De Lury法によって初期資源尾数を求めた。初期資源尾数は1990～1995年には平均 11.0×10^6 であり, 漁獲率は平均49%であった。
4. 漁期後残存尾数と抱卵エビ指数との関係から求めた係数 k (=面積抽出率⁻¹ × 桁効率⁻¹)の平均値を用いて, 漁期初期資源尾数を指数化した。それらとそり付き桁網調査から得た資源指数から, 各発育段階間の生残率を求めた。孵出幼生から漁期直前までの26か月間の生残率は0.78%と推定された。
5. 抱卵エビ1尾から生まれた群のうち, 漁期直前までに1.87尾(2歳)が生き残り, そのうちの0.70尾が漁獲され, 残った1.17尾が秋に抱卵することになる。これらから翌年5月に幼生が孵出する。7月までにさらに減耗して, 次の漁期にほとんど漁獲されてしまうと推定された。

謝 辞

長期にわたる調査にご協力いただいた西網走漁業協同組合と能取湖漁業者の皆様へ感謝申しあげる。また, 調査方法や報告のとりまとめに有益な助言・指導をいただいた北海道立網走水産試験場水島敏博氏に, 正規確率紙法による計算の労をとっていただいた北海道立栽培漁業総合センター干川 裕氏に深謝申しあげる。

文 献

- 1) 水島敏博 : “アマモ場におけるホッケイエビの生態と生産” 藻場・海中林. 日本水産学会編, 水産学シリーズ38, 恒星社厚生閣, 1981, 57-74.
- 2) 水島敏博 : ホッケイエビの個体群構造の季節変化. 北水試研報. 39, 53-63 (1986)
- 3) 水島敏博・蠟山 博・須貝英仁 : 打瀬網とエビかごによるホッケイエビの漁獲物組成について. 北水試月報. 43, 77-84 (1986)
- 4) 中尾 繁・菊地和夫 : 能取湖湖口の周年開口による環境と底生動物相の変化, 特に無生物域の消滅. 北水試月報. 35(5), 1-11 (1978)
- 5) 堤 裕昭・田中雅生 : 体長組成分布データからの世代解析. パソコンによる資源解析プログラム集. 東京, 東海区水産研究所, 1988, 189-207.

- 6) 高橋和寛 : “アマモ” 環境保全型沿岸域利用調査報告書. 北海道開発局長官房開発調査課, 1995, 44-52.
- 7) 高橋和寛・馬場勝寿・鈴木孝輝 : エゾバフンウニの増殖試験. 平成6年度網走水産試験場事業報告書. 1996, 156-159.
- 8) 水島敏博 : 野付湾におけるホッケイエビ当歳雄の出現と分布. 北水試月報. 38, 121-131 (1981)