

平成 17 年ホッコクアカエビ北海道西部系群の資源評価

責任担当水研 : 北海道区水産研究所 (西村 明)

参画機関 : 北海道立稚内水産試験場

要 約

ホッコクアカエビ北海道西部系群に対する余剰生産量モデル (非平衡プロダクションモデル) による推定では、1990 年代初頭から 2000 年にかけて、その資源量はおよそ 3,000 トンから 5,000 トンを越える値に増加していることが示された。また、2004 年のえびかご漁業の CPUE も過去 20 年間 (1985～2004 年) で高い方から 5 番目の値となった。これらの情報から資源量は近年高い水準で維持されていると判断した。しかしながら、2001 年まで増加し続けたえびかご漁業 (留萌・後志管内の小型船) の CPUE が、近年減少傾向を示しつつあることから、動向は横ばいと判断した。余剰生産量モデルを用いて ABClimit には F_{MSY} に相当する漁獲量 : 3,262 トン、ABCtarget には計算結果の精度に対する安全率を考慮して $0.8 F_{MSY}$ に相当する漁獲量 : 2,610 トンを設定した。

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	3,262トン	F_{MSY}	-	49%
ABCtarget	2,610トン	$0.8F_{MSY}$	-	39%

年	資源量(百トン)	漁獲量(百トン)	F値	漁獲割合
2003	57	27	-	47%
2004	59	24	-	40%
2005	63			

(水準・動向)

水準 : 高位 動向 : 横ばい

1. まえがき

ホッコクアカエビ北海道西部系群は、大半がえびかごによって漁獲されており、近年の漁獲量は 2,000 トンから 3,000 トンの範囲で比較的安定している。

2. 生態

(1) 分布・生態

ホッコクアカエビは、日本海、オホーツク海、北海道太平洋岸からベーリング海、アラスカ湾、カナダ西岸の水深 1,000m までの冷水帯に広く分布している (星野 2003)。北海道西部系群は北海道西部日本海の沿岸域に分布し、分布水深は生活史によって異なることが報告されている。ホッコクアカエビの年齢および生活史を図 1 に示す。ホッコ

クアカエビは、5～6 歳で雄から雌へ性転換した後、交尾・産卵を行い、産卵から約 1 年の抱卵期間を経て幼生を放つ。

雄は水深 350～500m に分布し、性転換から交尾・産卵は水深 350m 付近で行われる。産卵後の雌は水深 500m 付近まで移動して約 1 年間抱卵した後、幼生のふ出期（腹肢に生み付けた卵が幼生としてふ化し、親から離れる時期）には再び水深 200～300m の浅海域へと移動すると考えられる。このように着底後の稚エビは成長にともないその分布水深を変化させることが知られている（Maeda and Nishiuchi 1999）。

(2) 年齢・成長

各年齢における甲長（頭胸甲長）を図 2 および以下に示す（中明 1991）。甲長は、1 歳で 10mm、2 歳で 15mm、5～6 歳（性転換期）で 25～26mm、10 歳で 31mm になる。

年齢（満年齢）	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
頭胸甲長(mm)	10	15	18	21	24	25	26	28	29	31	32

(3) 成熟・産卵生態

ホッコクアカエビは、5 歳まで雄として成長した後、5～6 歳にかけて性転換を行う。雌は 6 歳で初回産卵したのち約 1 年間抱卵し、7 歳で幼生を放つ。その後約 1 年間の卵成熟過程を要するため、産卵は隔年となる。寿命は 11 年程度と考えられており、生涯に 1～3 回程度産卵する。産卵期は 3～5 月であり、幼生のふ出期は翌年の 1～3 月である。

(4) 被捕食関係

ホッコクアカエビの主要な餌生物は、小型甲殻類、貝類、ゴカイ類および泥中の有機物などである（星野 2003）。また、タラ類、カレイ類、メバル類、タコ類などにより捕食される（Minami 1999）。

3. 漁業の状況

(1) 主要漁業の概要

日本海におけるホッコクアカエビは、トヤマエビの資源状態が悪化し始めた 1960 年代後半からより深い漁場が利用されるようになり、漁獲量が増加した。その後のトヤマエビの漁獲量減少に伴い、ホッコクアカエビの重要度は高まり、現在は北海道のエビ類全体の漁獲量の 6 割をホッコクアカエビが占めている。そのうち日本海での漁獲が約 9 割を占める。

ホッコクアカエビ北海道西部系群は、北海道西部日本海において、主にえびかご漁業（知事許可漁業）によって漁獲されている。漁獲の大半は、留萌・後志支庁の水揚げによって占められている。北海道西部系群の主な漁場は、積丹半島から檜山沖、武蔵堆周辺、小樽堆周辺～雄冬岬沖および利礼海盆などの水深 200～600m である（図 3）。資源管理の観点から、かごの目合とかご数の規制の他、幼生のふ化盛期で水深 300m 以浅に

抱卵個体が集中する 2 月には休漁となっている。さらに小樽堆周辺の一部では、4～5 月に資源保護区を設けて産卵エビの保護に努めている（星野 2003）。

（2） 漁獲量の推移

漁獲量は、1985～1993 年にかけて減少し、1993 年の漁獲量は 1985 年の約半分の 1,800 トンとなった。その後 1998 年まで増加減少を繰り返した後、1998～2001 年にかけて増加し、2001～2004 年の漁獲量は 2,300～2,900 トンと比較的安定している。2004 年の漁獲量は 2003 年から若干減少し 2,361 トンであった（図 4、表 1）。

（3） 漁獲努力量の推移

えびかご船（大型＋小型）の漁獲努力量は、1990 年までおよそ 7,000（日・隻）であったが、その後減少を続け、1998 年以降はおよそ 4,500（日・隻）で安定している。2004 年の漁獲努力量は前年の 4,748 から若干減少し、4,613（日・隻）であった（図 5、表 1）。

4. 資源の状態

（1） 資源評価方法

えびかご船の漁獲量は日本海全体の 70～80%を占めていることから、本漁業の CPUE が当該資源の動向を反映すると考え、非平衡プロダクションモデルにより資源量、MSY 水準などの推定を行った（Haddon 2001）。使用したデータは、知事許可えびかご漁業による漁獲量、留萌・後志の大型および小型船の漁獲努力量、同 CPUE である。解析に用いた漁獲努力量および CPUE は、大型船の CPUE が小型船と比較して高いため、大型船の漁獲努力量を標準化した値を用いて算出した。最適なパラメータ値の探索には、Microsoft 社製の EXCEL ソルバー機能を用い、対数尤度を最大にする解を求めた（表 2）。

（2） CPUE・資源量指数

えびかご漁業の CPUE（1 日 1 隻あたりの漁獲量）は、1985～1999 年にかけて 200～300 kg/日・隻であったが、その後 2001 年にかけて急増し、2001 年にはおよそ 500 kg/日・隻となった。2004 年の CPUE は、410 kg/日・隻であり、2003 年の 413 kg/日・隻とほぼ同様の値となった（図 5、表 1）。

（3） 漁獲物の甲長組成の推移

留萌・後志管内のえびかご船によって採集された漁獲物の甲長の経年変化を図 6 に示す。各生活史段階における甲長は、1990 年代に有意に大型化する傾向が認められ、特に 1993 年以降 2000 年までに、各段階ともに 2mm 程度の大型化が見られた。しかしながら、2000 年以降、大型化の傾向はみられなくなり、各生活史段階における甲長は安定している。

漁獲物の甲長組成および甲長組成の割合を図 7、8 に示す。甲長組成をみても 1990 年代にモードが徐々に右へと移行し、大型化する傾向が見られた。また、甲長 25mm 以上の割合が 1993 年以降増加し、2004 年には約 90%を占めるようになり、24mm 以下の個

体数割合は 10% 以下に減少した。

えびかご漁業で使用された漁具は、以前は 10 節 100 掛けより多い掛け目が使用されていたが、1993 年以降、10 節 100 掛けのかごとすることで統一が計られ、近年になって 100 掛けのかごで統一されるようになった。したがって、各生活史段階における甲長の大型化および大型個体割合の増加は、このような漁具の適正化や、小型えびを避けての漁獲、さらに小型えび保護のための資源保護区の設定等が要因となっている可能性が考えられる。また、大型化の一因として、生息環境の変化に伴う餌環境の変化などの可能性も考えられる。いずれにしても、本系群の大型化に影響する要因を明らかにするためには、生息環境を含めたより詳細な調査研究が必要であると考えられる。

北海道立稚内水産試験場では、7 月にホッコクアカエビを対象とした調査船調査（北洋丸）を実施している。2002 年の調査で、甲長 14mm にモードを示す 2 歳が、また翌 2003 年には 17mm にモードを示す 3 歳が例年と比較して高い豊度にあることが示されている（山口 2004）。これらの結果から、対象資源については 2000 年級の豊度が高い可能性が指摘されている。

（4） 資源量の推移

非平衡プロダクションモデルを用いて、ホッコクアカエビ北海道西部系群の資源量を推定した（表 3、図 9 および 10）。その結果、当該資源における推定資源量は、1990 年代始めの約 3,000 トンから 2001 年の 5,694 トンまで増加傾向にあったが、その後、横ばいとなり、2004 年の資源量は 5,864 トンと推定された。

（5） 資源水準・動向判断

余剰生産量モデル（非平衡プロダクションモデル）による推定では、資源量は 1990 年頃から大幅に増加しており、2000 年以降 5,000 トンを超える高い水準が維持されていることが示された（図 10）。しかしながら、1990 年代後半から 2001 年まで急激に増加し続けた資源量は、近年その増加傾向が止まっている。

また、えびかご漁業（留萌・後志管内の小型船）の 2004 年の CPUE は、過去 20 年間（1985～2004 年）で高い方から 5 番目の値を示した（図 5）。1985～2000 年の CPUE 平均値を 100 とし、 100 ± 40 の範囲を中位水準、その上下を高位水準および低位水準とすると、2004 年の CPUE は 147 となり、資源水準は高位と判断される。しかしながら、1990 年代後半以降増加し続けた CPUE も、2001 年を境に減少傾向に転じている。

これらの余剰生産量モデルによる推定結果および CPUE の変動傾向から、2004 年のホッコクアカエビ北海道西部系群の資源水準は高位で、その動向は横ばいと判断した。

5. 資源管理の方策

ホッコクアカエビの資源量は 1990 年代後半より増加し、2000 年以降の資源豊度は高い水準にあると判断された。また、2005 年当初の推定資源量 $B_{2005} = 6,313$ トンは B_{2004} （5,864 トン）を上回っており、現行の漁獲圧が資源に対して悪影響を与えているとは考えがたい。しかしながら、余剰生産量モデルの有効性と精度については、今後も経年

的なデータの蓄積を重ねる中で確認していくことが必要である。そのため、漁業情報から得られるCPUEも視野に入れた資源管理を行うことが望ましい。えびかご漁業のCPUEは、1990年代後半に大きく増加したものの、2001年以降連続して減少する傾向が認められており、その動向を注視する必要がある。今後もこれらの漁業情報を有効に利用しつつ、漁獲努力量が過大にならないように適正に維持するとともに、目合いおよび資源保護区に関する管理措置を継続することが重要と考えられる。

6. 2006年のABC設定

(1) 資源評価のまとめ

余剰生産量モデルによる推定資源量およびえびかご漁業のCPUE経年変化から、資源水準は高位、資源動向は横ばいと判断した。

(2) ABCの算定

ABC算定にあたっては、平成17年ABC算定規則1-2)-(1)に従い、以下のようにFを決定する(表3)。

$$F_{\text{limit}} = F_{\text{msy}} = r/2 = 0.49$$

$$F_{\text{target}} = F_{\text{limit}} \times 0.8 = 0.39$$

努力量EはF/qで求める事が出来るため、

$$E_{\text{limit}} = F_{\text{msy}}/q = 6,454$$

$$E_{\text{target}} = F_{\text{target}}/q = 5,163$$

上述の努力量を投下した場合に想定される漁獲量をプロダクションモデルで得られた各パラメータ値を用いて計算すると

$$ABC_{\text{limit}} = 3,262 \text{ トン}$$

$$ABC_{\text{target}} = 2,610 \text{ トン}$$

となる。

2006年ABC

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC _{limit}	3,262トン	F _{MSY}	-	49%
ABC _{target}	2,610トン	0.8F _{MSY}	-	39%

(3) 過去の管理目標・基準値、ABC(当初・再評価)のレビュー

評価対象年(当初) (当初・再評価)	管理基準	資源量 (百トン)	ABC _{limit} (百トン)	ABC _{target} (百トン)	漁獲量 (百トン)	管理目標
2004年(当初)	Cave3-yr	-	31	25	27	
2004年(2004年再計算)	Cave3-yr	-	31	25	27	
2004年(2005年再計算)	F _{msy}	59	29	23	24	
2005年(当初)	F _{msy}	73	32	26	-	
2005年(2005年再評価)	F _{msy}	63	31	25	-	

7. ABC 以外の管理方策への提言

次期加入群、次期産卵群を適切に確保するためには、小型えびに対して過度の漁獲圧をかけないように注意する必要がある。調査船調査による情報等も利用して、若齢えびの加入状況に関して引き続き知見を得ると同時に、現在定められている保護区域の設定措置を引き続き遵守していくことが望まれる。

8. 引用文献

- 中明幸広（1991）武蔵堆周辺海域におけるホッコクアカエビの生殖周期と成長．北水試研報, 37, 5-16
- Haddon, M. (2001) Surplus- production models. Modelling and quantitative methods in fisheries (Ed. Haddon, M), Chapman &
- Maeda, K. and Nishiuchi S. (1999) Vertical distribution of the Pacific pink shrimp, *Pandalus eous* Malarov, in Ishikari Bay, Sea of Japan. Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp.St. 55, 185-196.
- Minami, T (1999) Predator-prey relationship and trophic levels of the pink shrimp, *Pandalus eous*, in the Yamato Bank, the Sea of Japan. Abstract of Symposium on Pandalid Shrimp Fisheries, Halifax, Nova Scotia, 553-554.
- 星野昇（2003）ホッコクアカエビ．新北の魚たち（水島敏博・鳥澤雅（監修）），358-363
- 山口浩志（2004）1.1.6 エビ類．平成 15 年度 北海道立稚内水産試験場事業報告書，26-31.

表 1 ホッコクアカエビ北海道系群の漁獲傾向

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
漁獲量	3782	3165	2285	2259	2800	2557	2035	2011	1831	2087
漁獲努力量*(日・隻)	6780	6700	6826	6809	6938	6702	5615	5485	5054	5442
CPUE**(kg/日・隻)	313	274	277	292	267	239	259	219	244	238
年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
漁獲量	2575	2497	2348	1556	1981	2399	2870	2695	2669	2361
漁獲努力量*(日・隻)	5295	5167	5177	4372	4402	4410	4539	4459	4748	4613
CPUE**(kg/日・隻)	323	274	265	256	300	436	497	462	413	410

資料:北海道水産現勢

集計範囲:宗谷・留萌・後志・檜山支庁および松前町(渡島支庁)

*えびかご船(大型・小型)の漁獲努力量

**留萌・後志管内えびかご小型船のCPUE

表 2 解析に用いた式

$$\text{非平衡プロダクションモデル} \quad B_{t+1} = B_t + rB_t \left(1 - \frac{B_t}{k}\right) - C_t \quad (C_t \text{は} t \text{年の漁獲量})$$

$$\text{対数尤度} \quad LL = -\frac{n}{2} (Ln(2\pi) + 2Ln(\hat{\sigma}) + 1)$$

表 3 プロダクションモデルによる資源量推定結果

推定されたパラメータ		
内的自然増加率	r	0.98
漁具効率	q	0.000076
環境収容力	k	11429 トン
初期資源量	B ₀	3557 トン
MSYを達成する目標値		
MSY		2,812 トン
E _{MSY}		6,454 日・隻
B _{MSY}		5,714 トン
推定された資源量		
B ₂₀₀₄		5,864 トン
B _{limit} (B _{msy} / 2)		2,857 トン
B ₂₀₀₅		6,313 トン
管理目標値		
F _{MSY} =F _{limit}		0.49
F _{target} =F _{limit} × 0.8		0.39
E _{limit}		6,454 日・隻
E _{target}		5,163 日・隻
ABC _{limit}		3,262 トン
ABC _{target}		2,610 トン

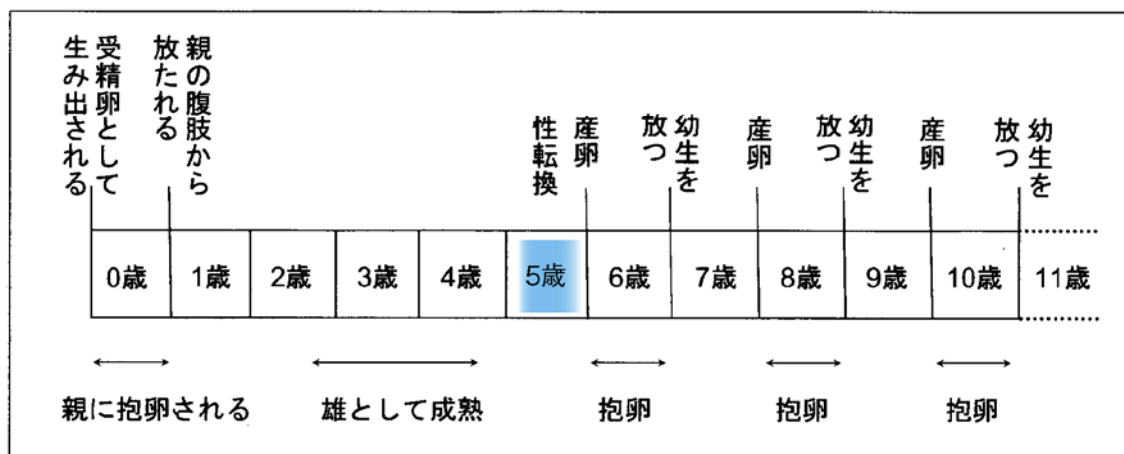


図1 ホッコクアカエビの生活史 (星野 2003)

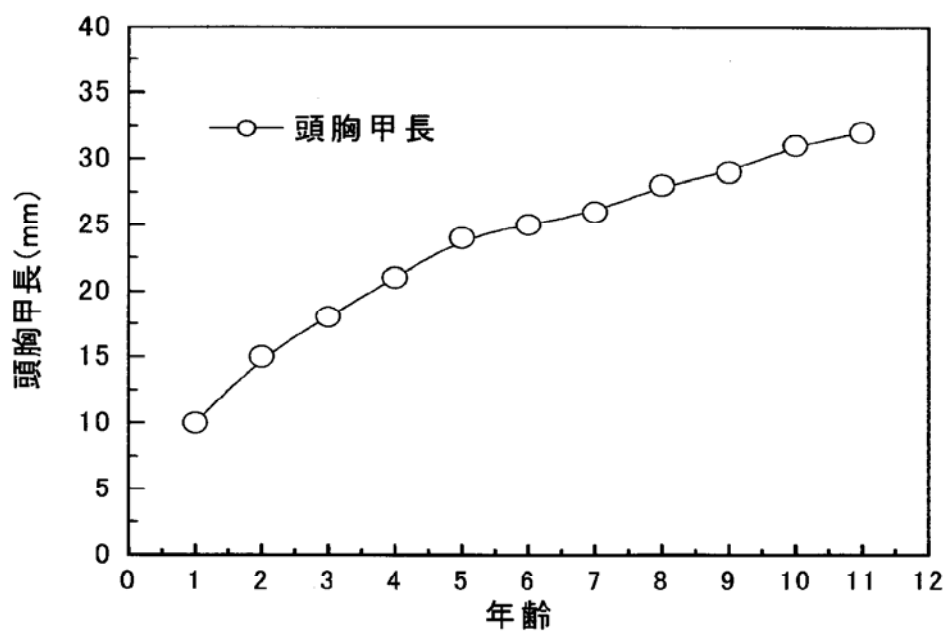


図2 ホッコクアカエビ北海道西部系群の成長 (中明 1991)

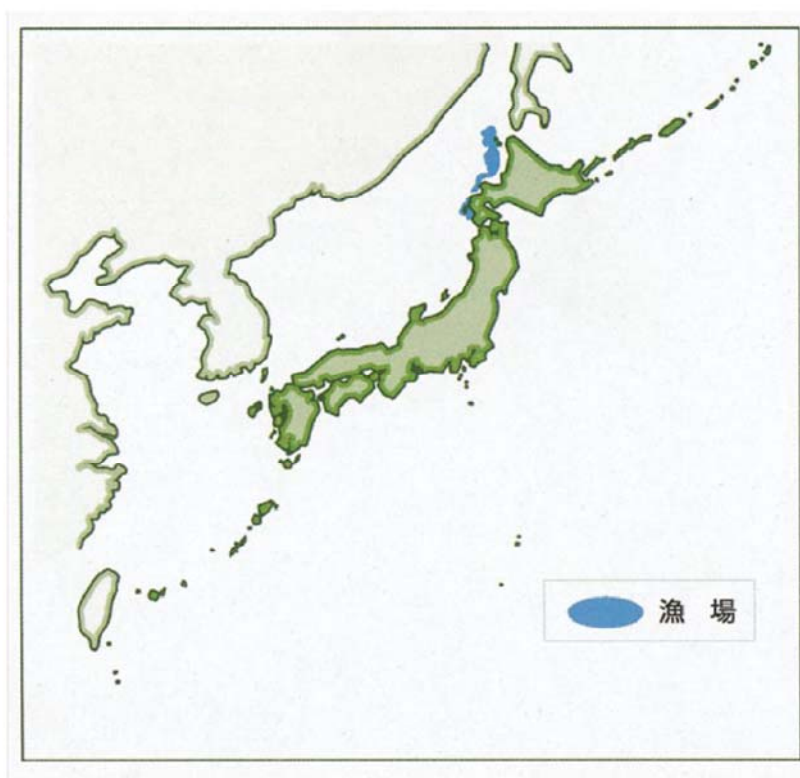


図3 ホッコクアカエビ北海道西部系群の漁場図

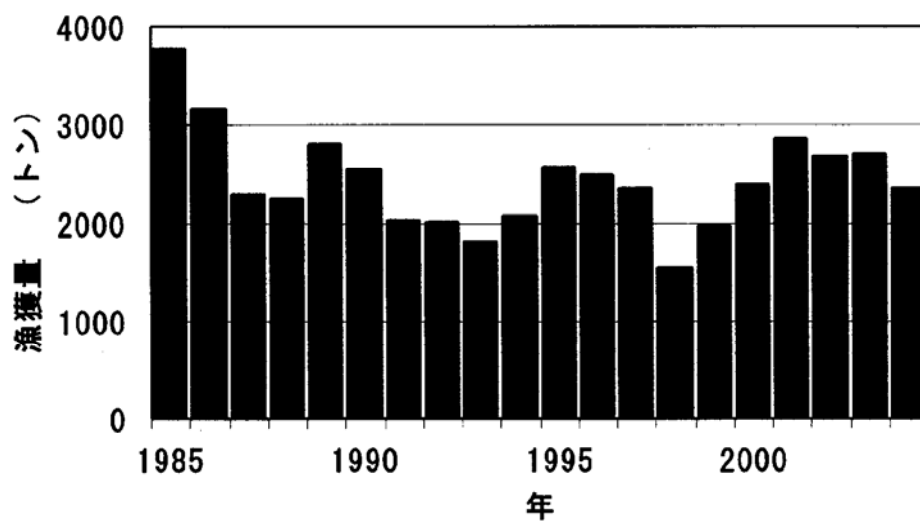


図4 ホッコクアカエビ北海道西部系群の漁獲量

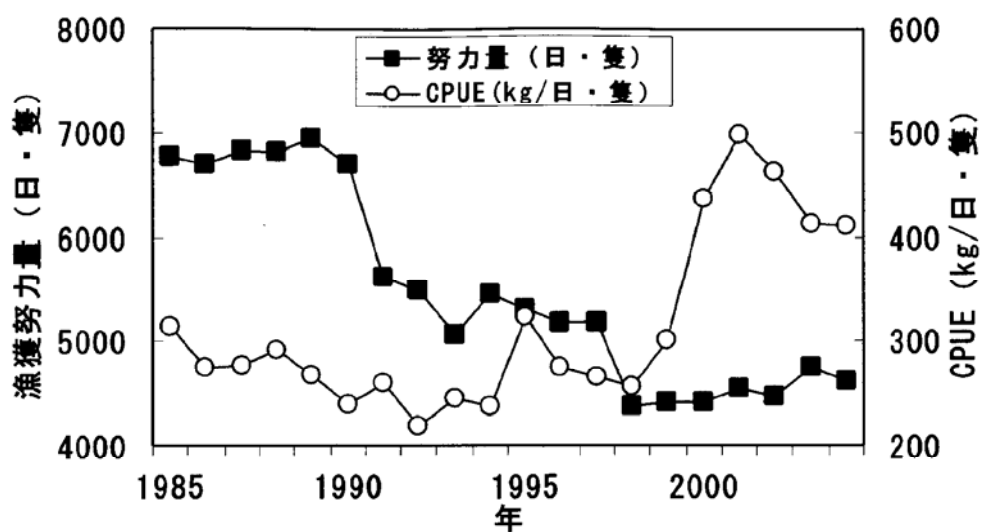


図 5 ホッコクアカエビ北海道西部系群に対するえびかご船（大型＋小型の漁獲努力量と留萌・後志管内えびかご小型船の CPUE（北海道立水産試験場資料）

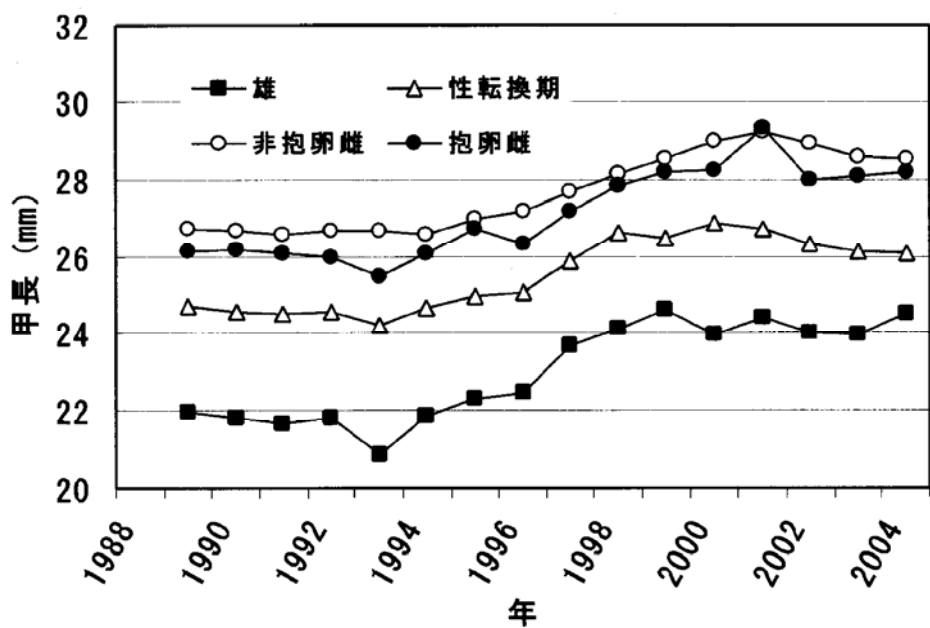


図 6 留萌・後志管内で漁獲されたホッコクアカエビの甲長変異（北海道立水産試験場資料）

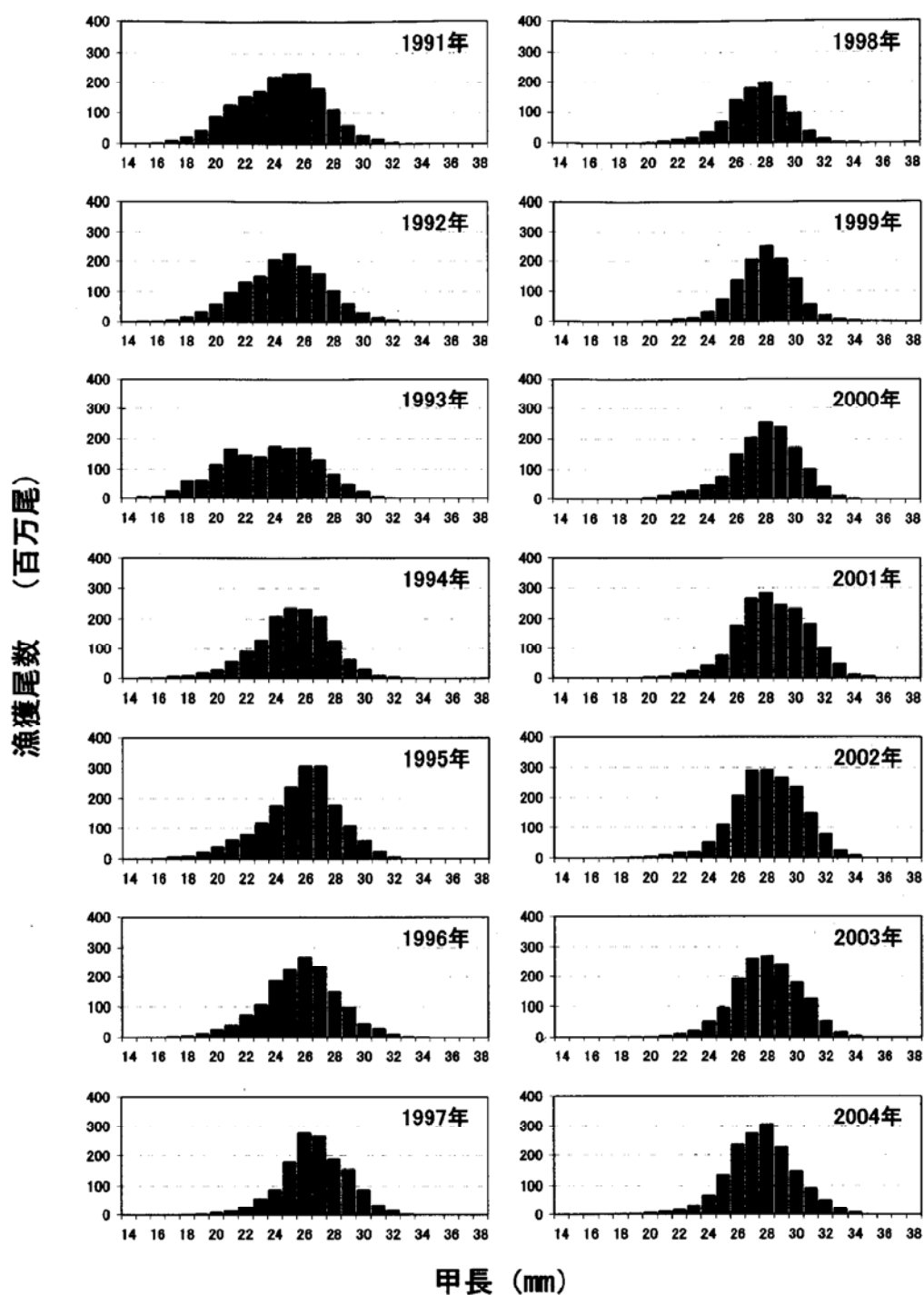


図7 留萌・後志管内で漁獲されたホッコクアカエビの甲長組成
(北海道立水産試験場資料)

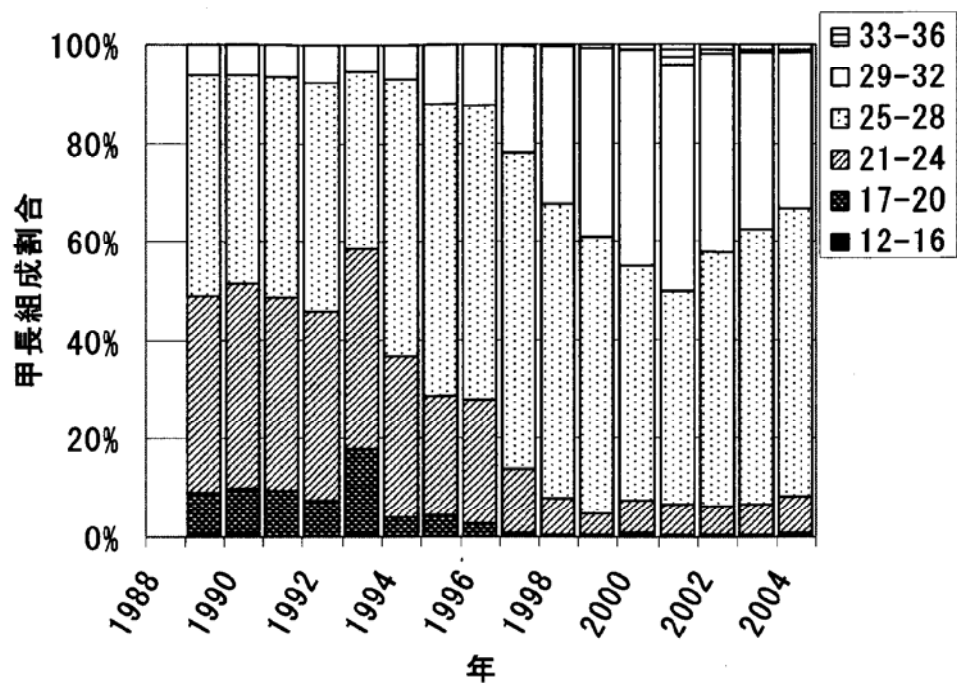


図 8 留萌・後志管内で漁獲されたホッコアカエビの甲長組成変異
(北海道立水産試験場資料)

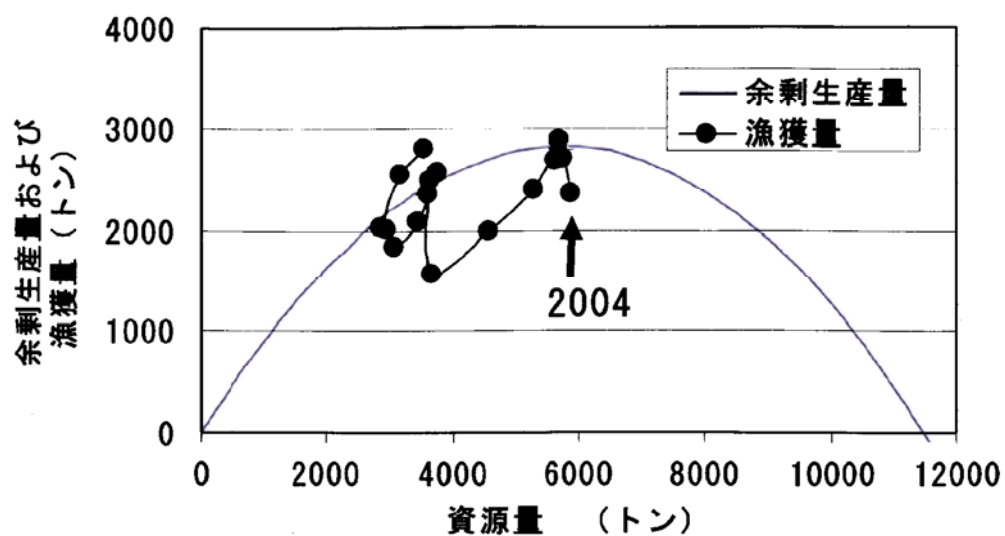


図 9 ホッコクアカエビ北海道西部系群に対する余剰生産量および漁獲量

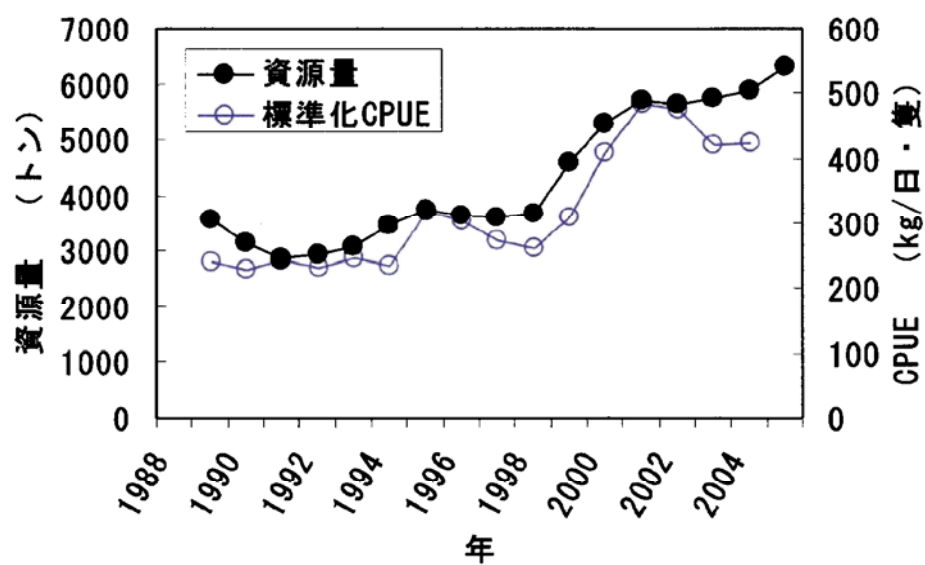


図 10 推定資源量および標準化 CPUE の経年変化