

平成 18 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：北海道立中央水産試験場、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年代におよそ 3,000 トン台で推移していた資源量は、1990年代末に急増し、2000年には 5,000 トンを超えた。2000年代に入って資源量水準の高い状態が続いており、2005年の資源量は 6,000 トンに達しているものと推定された。また、2005年のえびかご漁業の CPUE も、過去 21 年間(1985～2005 年)で最も高い値を示した。これらの情報からホッコクアカエビ北海道西部系群の資源量は近年、高い水準で維持されていると判断した。しかしながら、えびかご漁業の CPUE は 2001 年まで増加し続けた後、近年は 400-500kg/日・隻付近で停滞しており、その資源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：3,219 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：2,575 トンを設定した。

	2007年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	3,219トン	F_{msy}	-	48%
ABCtarget	2,575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
2004	59	24	-	41%
2005	66	32	-	48%
2006	63			

水準：高位 動向：横ばい

1. まえがき

北海道沖合日本海に分布するホッコクアカエビ北海道西部系群の 2000 年以降の漁獲量は、2,400 トンから 3,200 トンの範囲にある。漁獲量のおよそ 9 割がえびかご漁業によって漁獲されており、残りの 1 割はえびこぎ網(えび桁網)漁業により漁獲される。

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)。北海道西部日本海の沿岸域に分布する北海道西部系群は、200～600m の水深帯が漁場と

して利用されている。孵出後、幼生は2～4歳で雄として成熟し、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(図1)。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(前田・西内, 1995)。抱卵した雌個体は水深500m付近まで移動して約1年間抱卵する。幼生の孵出期(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ており、着底後は成長段階あるいは生活史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(依田, 1984)。

(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(星野 2003)。産卵期は3～5月であり、幼生の孵出期は翌年の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

北海道のえび漁業は、1950年代にえび桁網漁業により、トヤマエビを対象として開発された。トヤマエビの資源状態が悪化し始めた1960年代後半以降、より深い漁場が利用されるようになり、それにつれてホッコクアカエビの漁獲量が増加した。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、現在で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。北海道のホッコクアカエビ漁獲量の約9割は日本海で漁獲されている。

ホッコクアカエビ北海道西部系群は、北海道沖合日本海において、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

管理上、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

1980 年代前半に 4,000 トンを超えていた北海道におけるエビ類の漁獲量は、1985 年以降 1990 年代にかけて減少し、1993 年のホッコクアカエビ漁獲量は 1985 年の約半分の 1,800 トンとなった。その後、増加減少を繰り返しつつ、1998 年以降徐々に漁獲量は増加の傾向を示し、2001～2004 年の漁獲量は 2,500 トン前後となった。2005 年の漁獲量は 2004 年からおよそ 800 トン増加し、3,150 トンとなった（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 年以前はおよそ 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。2005 年の漁獲努力量は前年の 4,613 から若干増加し、4,682（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対象資源の漁獲の 90% 以上を占めていることから、えびかご漁業の CPUE（1 日 1 隻あたりの漁獲量）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。対象海域における、えびかご漁業大型船の CPUE は小型船と比較して高いことから、これを調整するために大型船と小型船との CPUE の残差平方和が最小になる標準化計数を算出したところ、後志管内大型船に対しては 1.96、留萌管内大型船に対しては 1.45 となる標準化係数が得られている（山口、2005）。そこで、この値を大型船の努力量に乗じた後に、小型船の努力量と足し合わせ、これを標準化努力量として総漁獲量に除することで、標準化 CPUE を得てプロダクションモデルに利用した。プロダクションモデルにおける最適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 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。2001 年以降減少の傾向を示し、2004 年には 410 kg/日・隻となった CPUE は、2005 年になると再び増加し 507 kg/日・隻となった（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、各生活史段階における甲長は安定しているが、2005 年の雄の体長は小型化していた。

漁獲物の甲長組成を図 7 に、また甲長区分毎の出現頻度の経年変化を図 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ており、大型化がみられた。また 1993 年以降、甲長 25mm 以上の割合が増加し、1998 年以降になると約 90% が甲長を占めるようになった。

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無視することはできない。本系群の大型化や加入量変動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。その結果から、年齢別採集尾数の経年比較が示されており、それによると、2001 年と 2004 年に 1 歳の採集尾数が多かったことが示されている（山口 2005）。

（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 5,714 トンまで増加傾向にあった。2001 年以降、微増の傾向が続く中で 2005 年の資源量は 6,590 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、近年は 6,000 トンを超える高い水準となっ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。

えびかご漁業（留萌・後志管内の小型船）の 2005 年の CPUE は、過去 21 年間（1985～2005 年）で最も高い値を示した（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、2005 年の CPUE は 162 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 年を境に高い水準の中で増減するようになり、それまで

の増加傾向とは異なった停滞傾向の様相を示し始めている。

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、2005 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、2006 年当初の推定資源量 $B_{2006} = 6,287$ トンは B_{2005} (6,590 トン) から若干減少することが予想されているが、それでもその資源量は歴史的に見て高い水準にあり、現行の漁獲圧が資源に対して悪影響を与えるとは考えがたい。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り、漁業情報から得られる CPUE や、調査から得られる生物情報、特に年級群豊度に関する情報も視野に入れた資源管理を行うことが望ましい。今後もこれらの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. 2007 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 18 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)。

$$F_{\text{limit}} = F_{\text{msy}} = r/2 = 0.48$$

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

努力量 E は F/q で求める事が出来るため、

$$E_{\text{limit}} = F_{\text{msy}}/q = 6,329$$

$$E_{\text{target}} = F_{\text{target}}/q = 5,063$$

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

$$ABClimit = 3,219 \text{ トン}$$

$$ABCTarget = 2,575 \text{ トン}$$

となる。

2007 年 ABC

	2007年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	3,219トン	F_{msy}	—	48%
ABCTarget	2,575トン	$0.8F_{\text{msy}}$	—	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)	ABClimit (百トン)	ABCtarget (百トン)	漁獲量 (百トン)	管理目標
2005年(当初)	Fmsy	73	32	26	24	
2005年(2005年再計算)	Fmsy	63	31	25	24	
2005年(2006年再計算)	Fmsy	63	31	25	32	
2006年(当初)	Fmsy	66	33	26	-	
2006年(2006年再評価)	Fmsy	59	29	23	-	

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 &
- 前田圭司・西内修一 (1995) 小樽堆周辺海域におけるホッコクアカエビの産卵期の分布 (短報), 北水試研報 47, 139-142.
- 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 (2005) 1.1.6 エビ類 . 平成 16 年度 北海道立稚内水産試験場事業報告書 , 26-32.
- 依田 孝 (1984) 留萌沖のエビ漁業とその資源 第 2 報ホッコクアカエビの生活に関する二・三の知見 , 北水試研報, 41, 119-132.

表 1 ホッコアカエビ北海道系群の漁獲傾向

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
漁獲量	3782	3165	2285	2259	2800	2557	2035
漁獲努力量 * (日・隻)	6780	6700	6826	6809	6938	6702	5615
CPUE ** (kg/日・隻)	313	274	277	292	267	239	259
年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
漁獲量	2011	1831	2087	2575	2497	2348	1556
漁獲努力量 * (日・隻)	5485	5054	5442	5295	5167	5177	4372
CPUE ** (kg/日・隻)	219	244	238	323	274	265	256
年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
漁獲量	1981	2399	2870	2695	2669	2361	3150
漁獲努力量 * (日・隻)	4402	4410	4539	4459	4748	4613	4682
CPUE ** (kg/日・隻)	300	436	497	462	413	410	507

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

非平衡プロダクションモデル	$B_{t+1} = B_t + rB_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - C_t \quad (C_t \text{は} t \text{年の漁獲量})$ B_t: t年における資源量 r: 内的自然増加率 K: 環境収容力 C_t: t年における漁獲量
対数尤度	$LL = -\frac{n}{2} (Ln(2\pi) + 2Ln(\hat{\sigma}) + 1)$ $\hat{\sigma}^2 = \sum \frac{(LnI_t - Ln\hat{I}_t)^2}{n}$ I_t: t年におけるえびかご漁業標準化 CPUE n: 計算に用いたデータの年数

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	0.96
漁具能率	q	0.000076
環境収容力	k	11,933 トン
初期資源量	B_0	3,569 トン
MSYを達成する目標値		
MSY		2,878 トン
E_{MSY}		6,329 日・隻
B_{MSY}		5,967 トン
推定された資源量		
B_{2005}		6,590 トン
B_{limit}	$(B_{msy} / 2)$	2,983 トン
B_{2006}		6,287 トン
管理目標値		
$F_{MSY}=F_{limit}$		0.48
$F_{target}=F_{limit} \times 0.8$		0.39
E_{limit}		6,329 日・隻
E_{target}		5,063 日・隻
ABC_{limit}		3,219 トン
ABC_{target}		2,575 トン

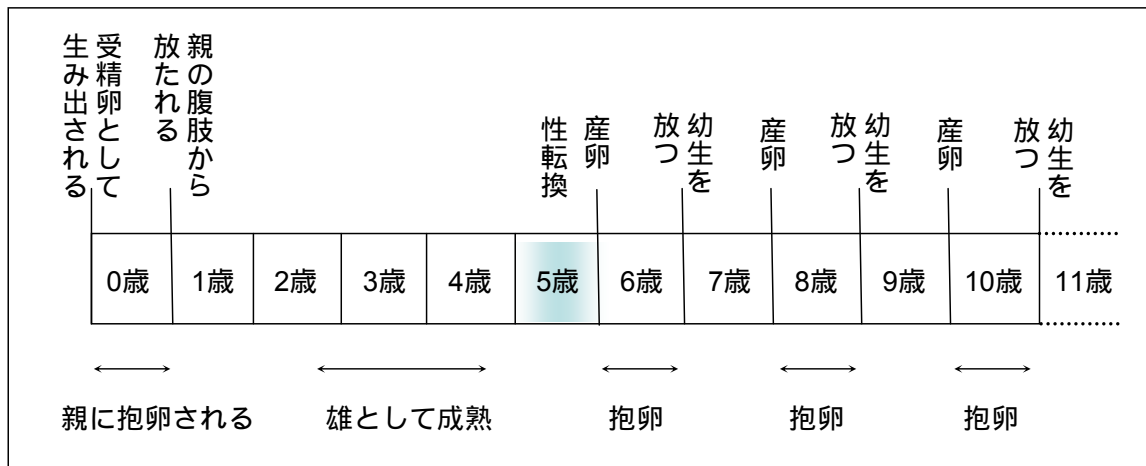


図 1 ホッコクアカエビの生活史 (星野 2003)

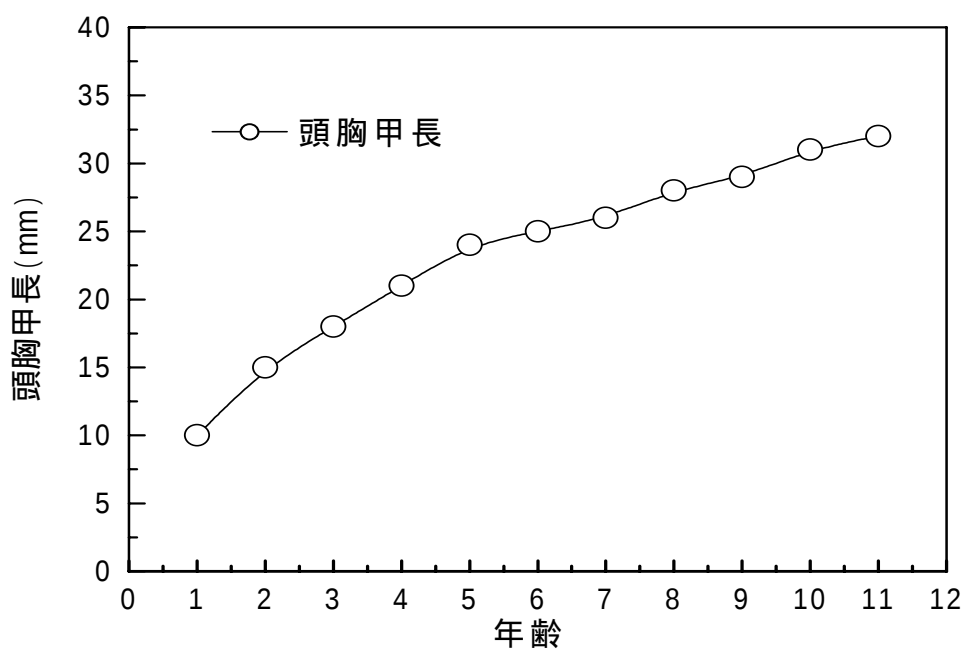


図 2 ホッコクアカエビ北海道西部系群の成長 (中明 1991)



図 3 ホッコクアカエビ北海道西部系群の漁場図

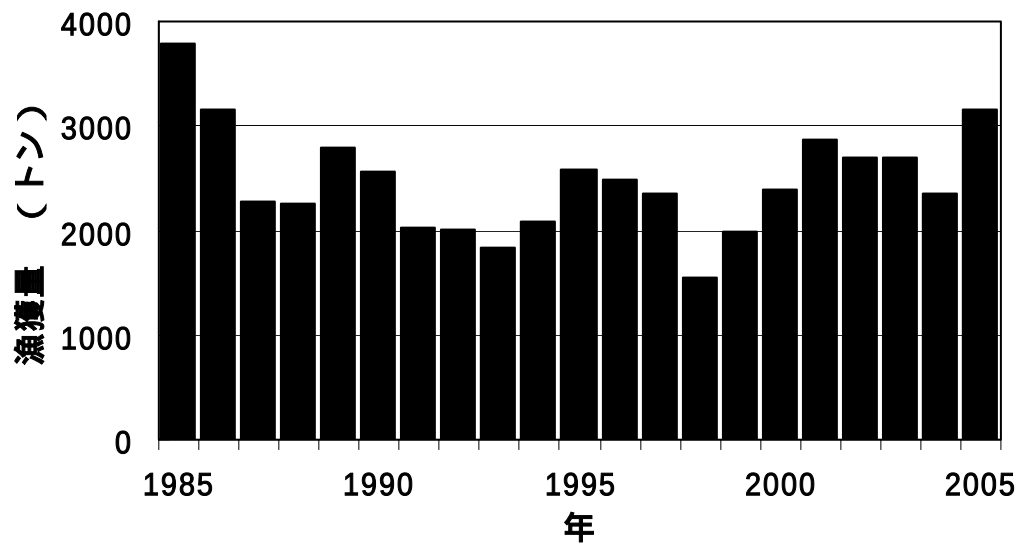


図 4 ホッコクアカエビ北海道西部系群の漁獲量

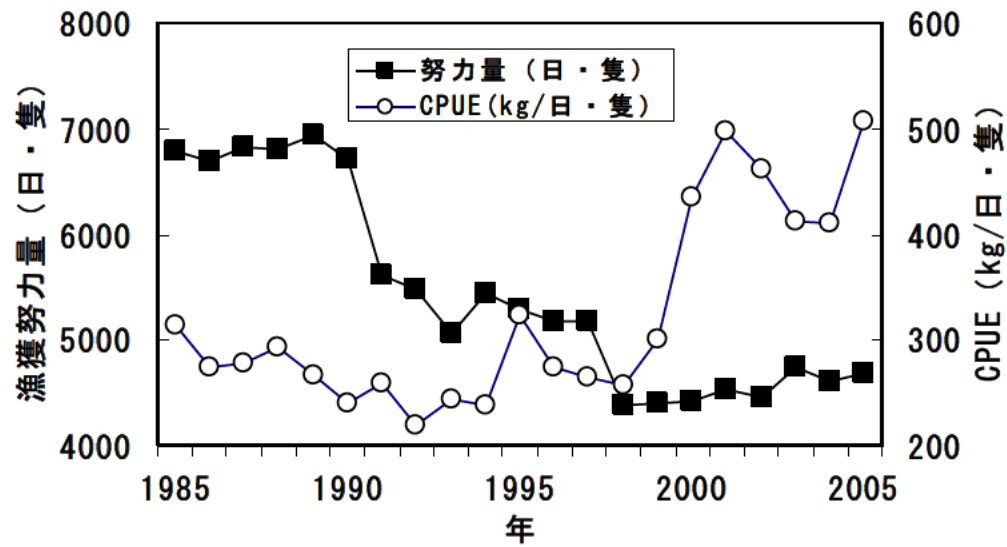


図 5 ホッコアカエビ北海道西部系群に対するえびかご船（大型＋小型の漁獲努力量と留萌・後志管内えびかご小型船の CPUE（北海道立水産試験場資料）

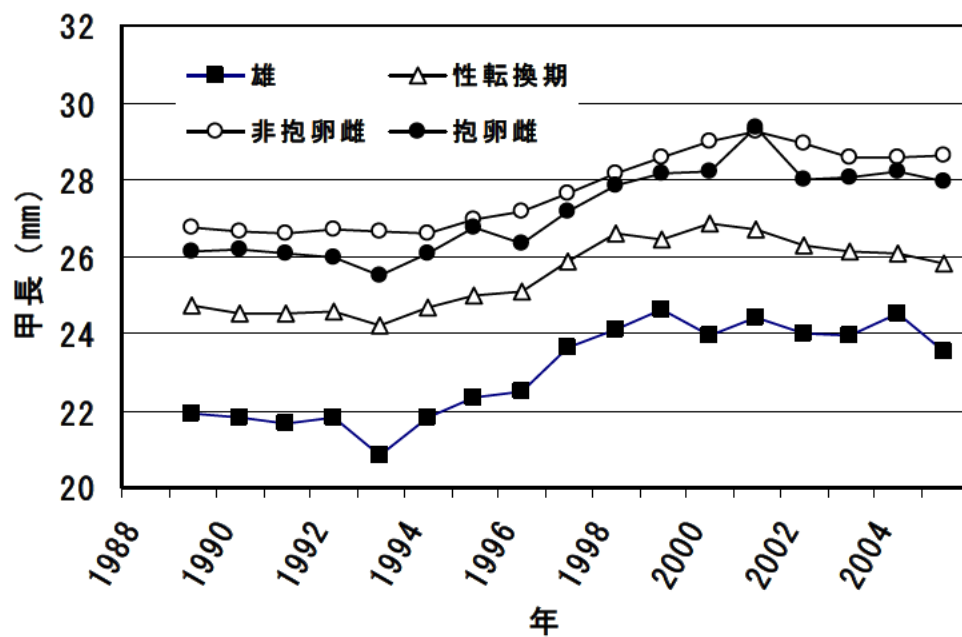


図 6 留萌・後志管内で漁獲されたホッコアカエビの甲長変異（北海道立水産試験場資料）

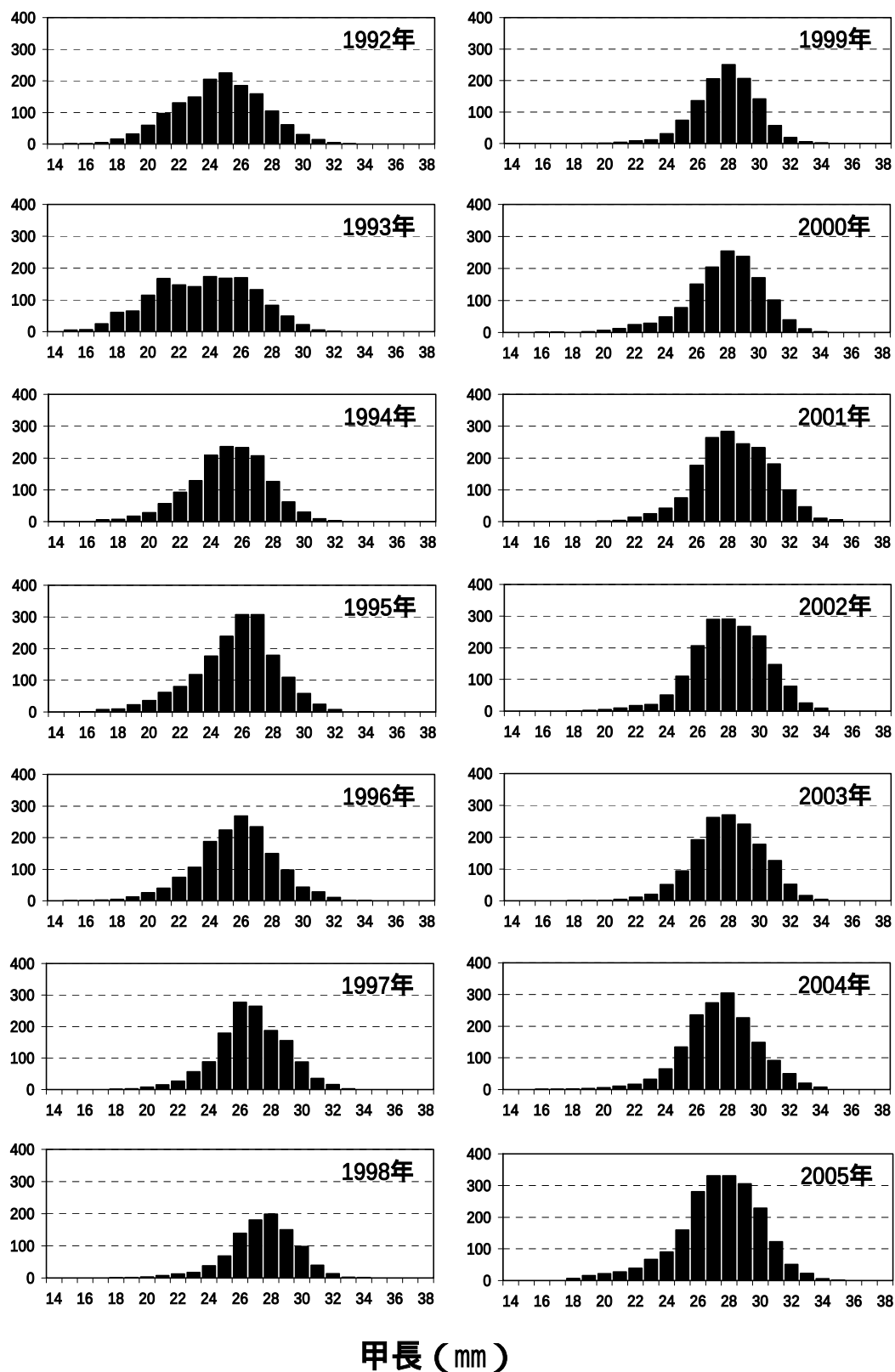


図7 留萌・後志管内で漁獲されたホッコクアカエビの甲長組成
(北海道立水産試験場資料)

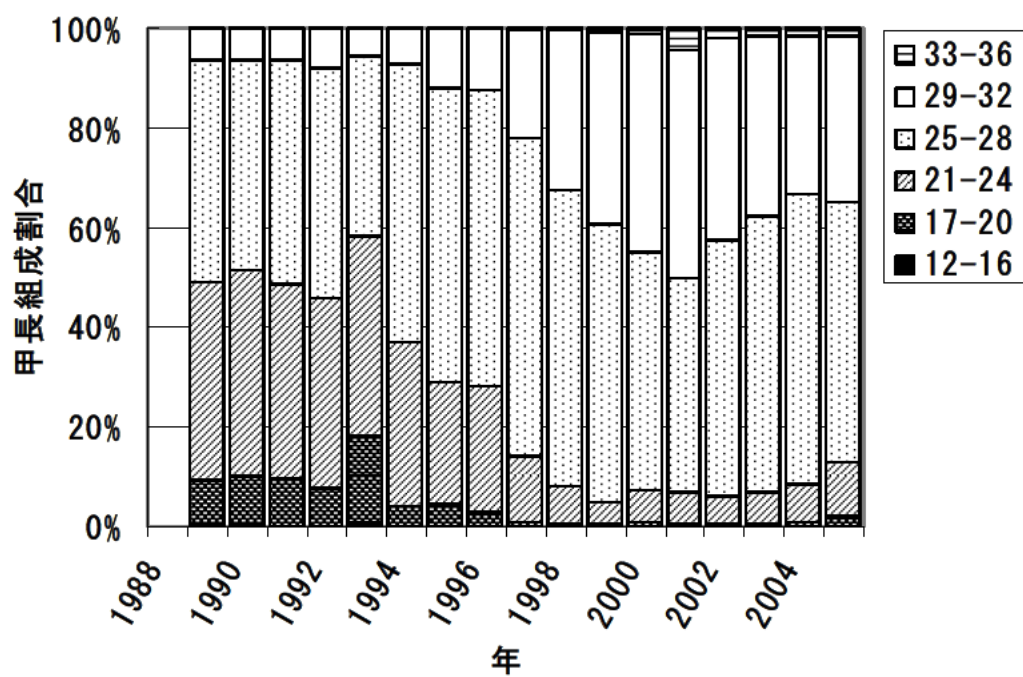


図 8 留萌・後志管内で漁獲されたホッコクアカエビの甲長組成変異
(北海道立水産試験場資料)

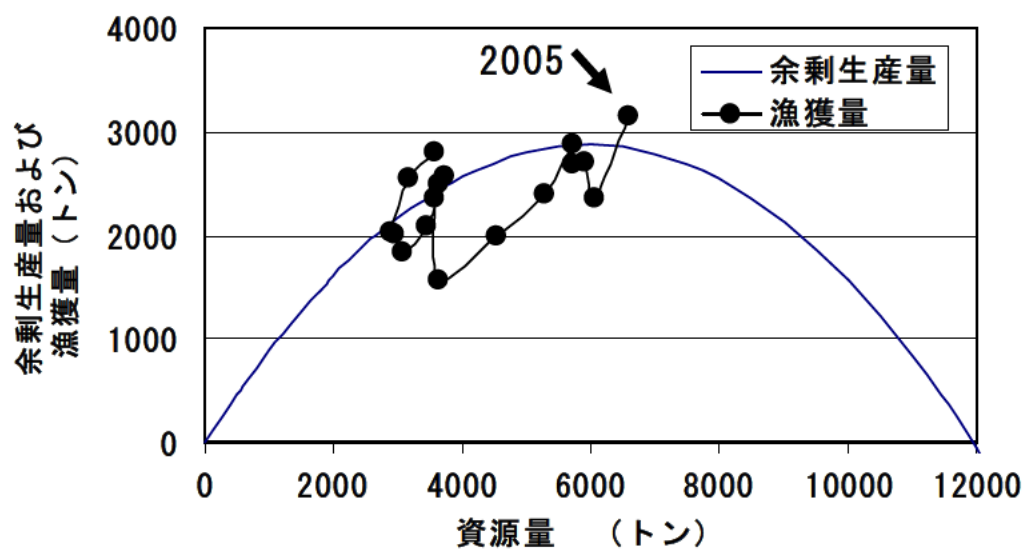


図 9 ホッコクアカエビ北海道西部系群に対する余剰生産量および漁獲量

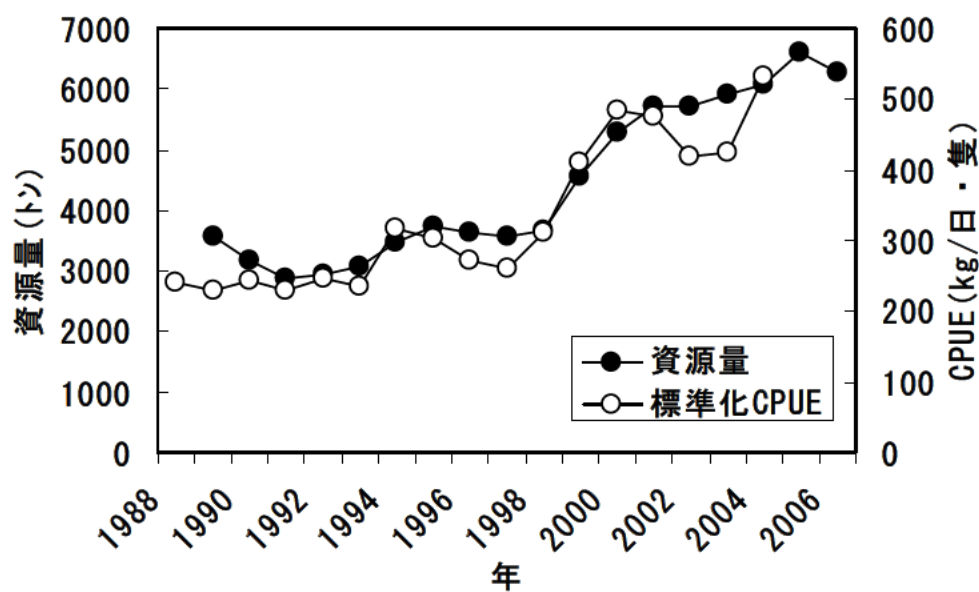


図 10 推定資源量および標準化 CPUE の経年変化