

平成 16 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（森田晶子）

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えびかご漁業（留萌・後志管内の小型船）の 2003 年の CPUE は過去 19 年間（1985 - 2003 年）で 4 番目に高い値となった。CPUE は、2001 年まで増加傾向が見られたが、2001 年以降連続して減少している。余剰生産量モデル（非平衡プロダクションモデル）による計算では、資源量は近年高い水準で維持されていると推定された。これらの情報より、資源の水準は高位、動向は横ばいと判断した。ABC 算定規則 1 - 2 - （1）の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：32 百トン、ABCtarget には $0.8 F_{MSY}$ に相当する漁獲量：26 百トンを設定した。

	2005年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	32百トン	F_{MSY}	-	44%
ABCtarget	26百トン	$0.8 F_{MSY}$	-	35%

年	資源量(百トン)	漁獲量(百トン)	F値	漁獲割合
2002	-	29	-	-
2003	-	27	-	-

（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 トン程度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、北海道の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広く分布し、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 350m 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 200 - 300m の浅海域へと移動すると考えられる。このような生育段階別の分布水深の変化は、Ontogenetic Habitat shift と考えられている（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、産卵は隔年で生じる。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 - 4 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 85 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 - 2002 年にかけて増加し、2001 - 2003 年の漁獲量は 2,500 - 3,000 トンと比較的安定している。2003 年の漁獲量は 2002 年とほぼ同様の 2,699 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 7000（日・隻）であったが、その後 1998 年にかけておよそ 4,500（日・隻）まで減少した。その後 1998 年からは 4,500（日・隻）程度で比較的安定している。2003 年の漁獲努力量は 4,748（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。2003 年の CPUE は、413 kg/日・隻であり、2001 年から 2003 年にかけて減少傾向が見られた（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、1989 - 2003 年にかけて有意に大型化する傾向が認められた。特に 1993 年以降の大型化が顕著であり、各段階ともに 2mm 程度の大型化が

見られた。

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。甲長組成は、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、甲長組成の割合では、甲長 25mm 以上の割合が 1993 年以降増加し、2003 年には約 90% を占めていた。一方、24mm 以下の個体数割合は減少し、1989 年には 50% 程度であったのに対し、2003 年には 10% 以下に減少していた。

1993 年頃から 2003 年にかけてのえびかご漁業は、10 節 100 掛けのかごで統一が計られたものの、以前は 100 より多い掛け目が使用されており、近年 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に設置された資源保護区などの影響による可能性が考えられる。また、一般に魚類では、漁獲圧が高まると個体群の密度が低下するため、一時的に成長が良くなる事が知られている。ホッコクアカエビは、1990 年以前に漁獲圧が高い状態が続いたため、それによる密度低下によって大型化が生じた可能性も考えられた。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および摂餌生態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。

北海道立水産試験場では、加入動向を予測するために、若齢えびを対象とした調査を行っている。1999 - 2003 年における甲長組成の割合および甲長組成を図 9、10 に示す。甲長組成は、2001 年に甲長 10mm 程度の 1 歳と考えられる個体が増加し、2002 年から 2003 年には、1 歳および甲長 15mm 程度の 2 歳と考えられる個体が増加した。甲長組成の割合でも同様の傾向が見られ、1999 - 2003 年にかけて、1 - 3 歳と思われる小エビの割合が 70% から 80% に増加した。以上のことより、小エビの豊度の高さが数年後には加入につながる可能性が考えられる。

(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 11 - 12)。その結果、当該資源における推定資源量は、1991 年の約 3,100 トンから 2001 年の 6,200 トンまで増加傾向にあったが、その後頭打ちとなり、2003 年は 6,500 トン程度で安定している。

(5) 資源水準・動向判断

当該海域における過去 19 年間(1985 - 2003 年)の推定資源量の変化、および CPUE の水準算定値を求め、資源水準を判断した。水準の算定方法は、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した。また、過去 5 年間(1999 - 2003 年)における推定資源量の変化および CPUE の変化から、資源動向を判断した。

過去 19 年間の推定資源量の変化によると、2003 年の推定資源量は 1990 年の初めと比べて大幅に増加しており、高い水準で維持されている。さらに、1985 - 2000 年の CPUE

平均値を 100 とすると、2003 年は 148 となったことから、資源水準は高位と判断した。また、非平衡プロダクションモデルにより推定された過去 5 年間の推定資源量は増加傾向にあるものの、2001 年からは頭打ちとなっており、CPUE は 2001 年以降連続して減少傾向にあったことから（図 12）、資源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、2004 年当初の推定資源量 $B_{2004} = 6,779$ トンは、 B_{limit} （3,362 トン）および B_{2003} （6,513 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、プロダクションモデルの計算結果は十分に信頼性があるとは言えない。さらに、CPUE は 2001 年以降連続して減少する傾向が認められたため、現在よりも漁獲圧を高めると資源に悪影響を与える可能性が考えられる。そのため、今後は現状の漁獲努力量を維持するとともに、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. 2005 年の ABC 設定

（1） 資源評価のまとめ

えびかご漁業の CPUE 経年変化および推定資源量から、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 16 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）。

$$F_{limit} = F_{msy} = r/2 = 0.44$$

$$F_{target} = F_{limit} \times 0.8 = 0.35$$

努力量 E は F/q で求める事が出来るため、

$$E_{limit} = F_{msy}/q = 6261$$

$$E_{target} = F_{target}/q = 5009$$

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

$$ABClimit = 32 \text{ (百トン)}$$

$$ABCtarget = 26 \text{ (百トン)}$$

となる。

2005 年 ABC

	2005年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	32百トン	F_{MSY}	-	44%
ABCtarget	26百トン	$0.8F_{MSY}$	-	35%

(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)	Target (百トン)	漁獲量 (百トン)	管理目標
2003年(当初)	Cave3-yr	-	24	19	29	資源水準の維持
2003年(2004年再計算)	Fmsy	64	33	26	29	
2004年(当初)	Cave3-yr	-	31	25	27	資源水準の維持
2004年(再計算)	Fmsy	67	34	27	27	

7. ABC 以外の管理方策への提言

2001 年以降、えびかご調査の採集物中において、1 - 3 歳と思われる若齢えびの割合が増加している。これら次期加入群に加え、次期産卵群も確保するためには、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。そのためには、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するとともに、その管理効果について検討する必要がある。

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 and Nishiuchi (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

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	
漁獲量	2575	2497	2348	1556	1981	2399	2870	2695	2669	
漁獲努力量 * (日・隻)	5295	5167	5177	4372	4402	4410	4539	4459	4748	
CPUE ** (kg/日・隻)	323	274	265	256	300	436	497	462	413	

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
$$B_{t+1} = B_t + rB_t \left(1 - \frac{B_t}{k}\right) - C_t \quad (C_t \text{は} t \text{年の漁獲量})$$

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

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	0.88
漁具効率	q	0.000071
環境収容力	k	13,447 トン
初期資源量	B ₀	3,812 トン

MSYを達成する目標値

MSY	2,968 トン
E _{MSY}	6,261 日・隻
B _{MSY}	6,724 トン

推定された資源量

B ₂₀₀₃	6,513 トン
B _{limit} (B _{msy} / 2)	3,362 トン
B ₂₀₀₄	6,779 トン

管理目標値

F _{MSY} =F _{limit}	0.44
F _{target} =F _{limit} × 0.8	0.35
E _{limit}	6,261 日・隻
E _{target}	5,009 日・隻
ABC _{limit}	3,233 トン
ABC _{target}	2,586 トン

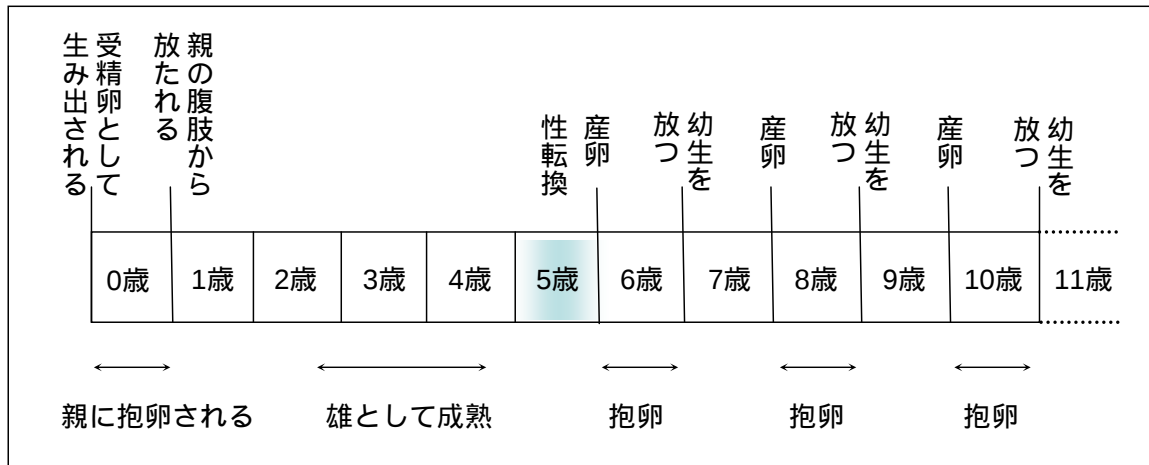


図 1 ホッコクアカエビの生活史 (星野 2003)

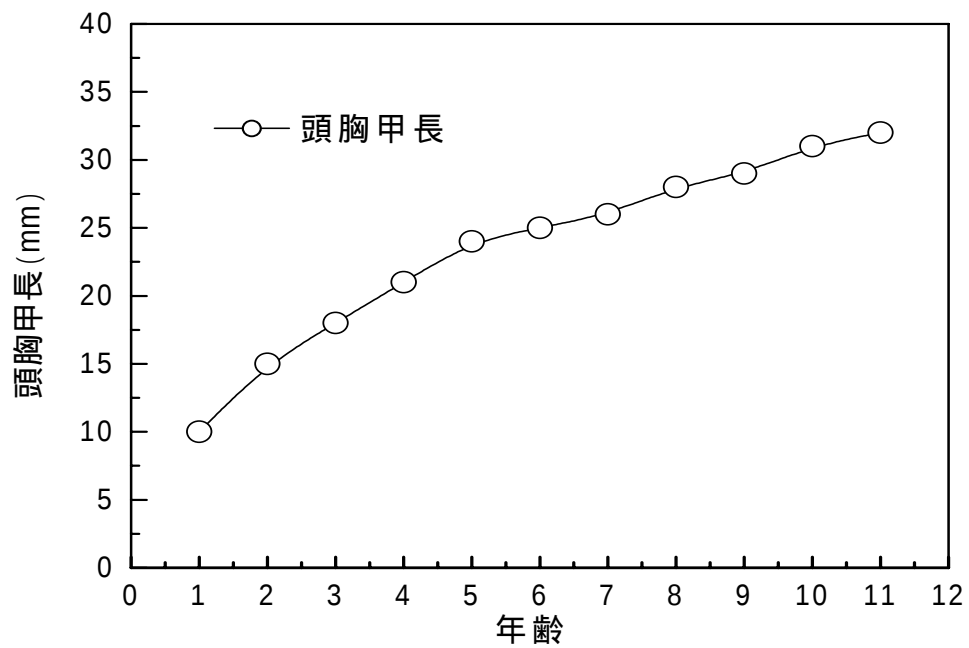


図 2 ホッコクアカエビ北海道西部系群の成長



図 3 ホッコクアカエビ北海道西部系群の漁場図

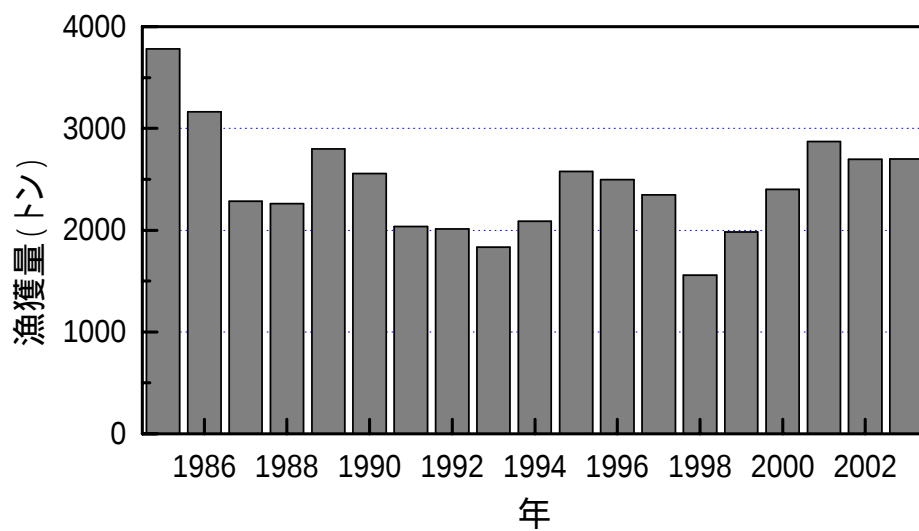


図 4 ホッコクアカエビ北海道西部系群の漁獲量

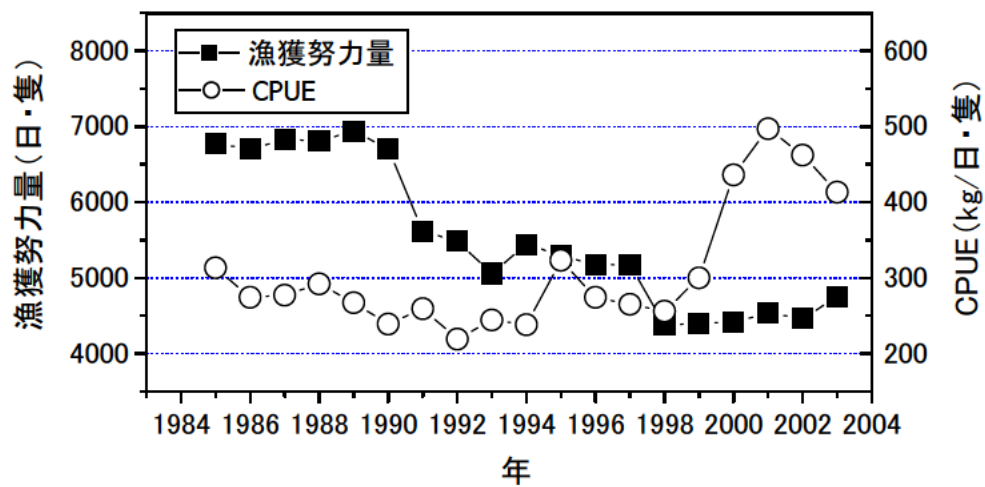


図 5 ホッコクアカエビ北海道西部系群に対するえびかご船（大型＋小型の漁獲努力量と留萌・後志管内えびかご小型船の CPUE（北海道立水産試験場資料）

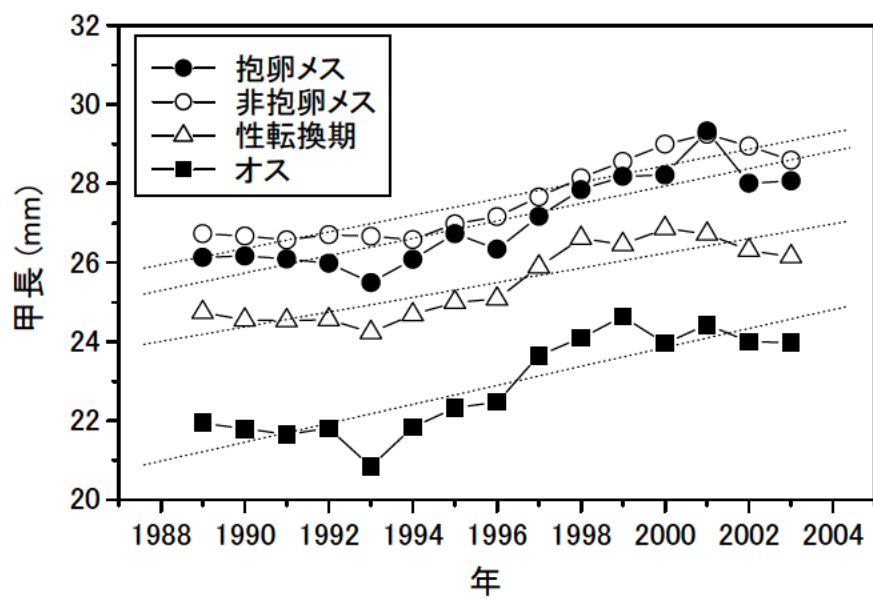


図 6 留萌・後志管内で漁獲されたホッコクアカエビの甲長変異（北海道立水産試験場資料）

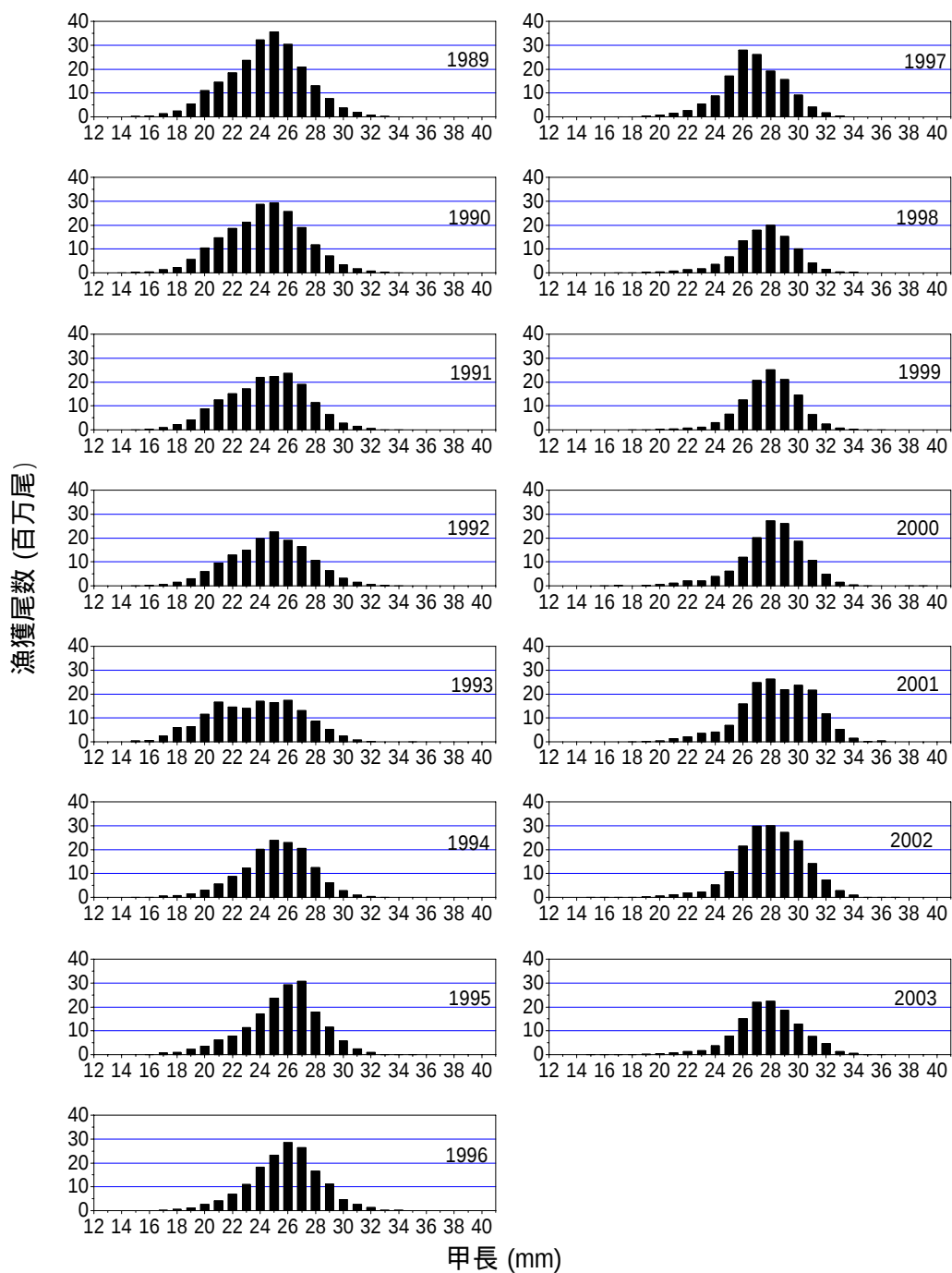


図7 留萌・後志管内で漁獲されたホッコアカエビの甲長組成（北海道立水産試験場資料）

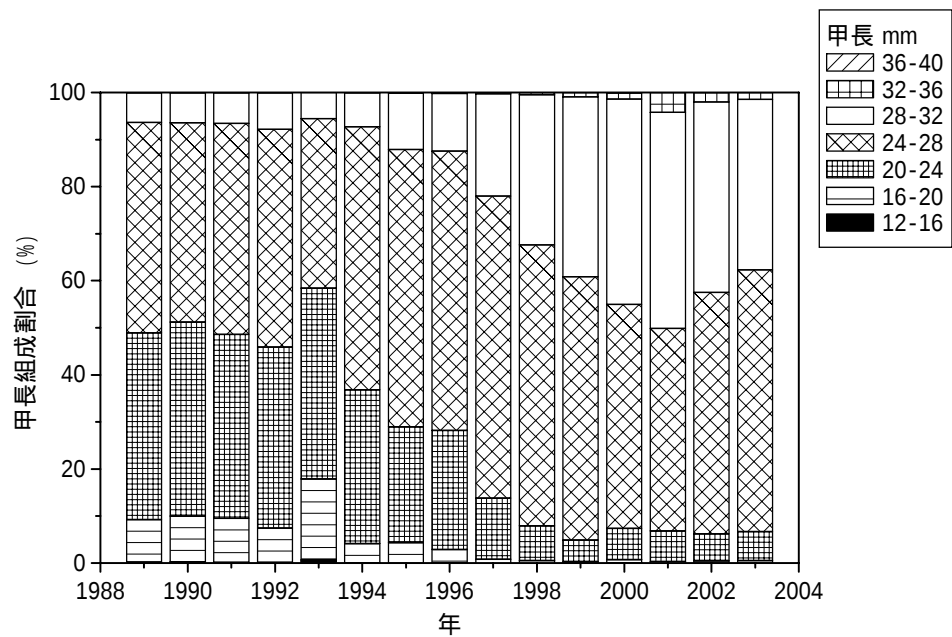


図 8 留萌・後志管内で漁獲されたホッコクアカエビの甲長組成変異（北海道立水産試験場資料）

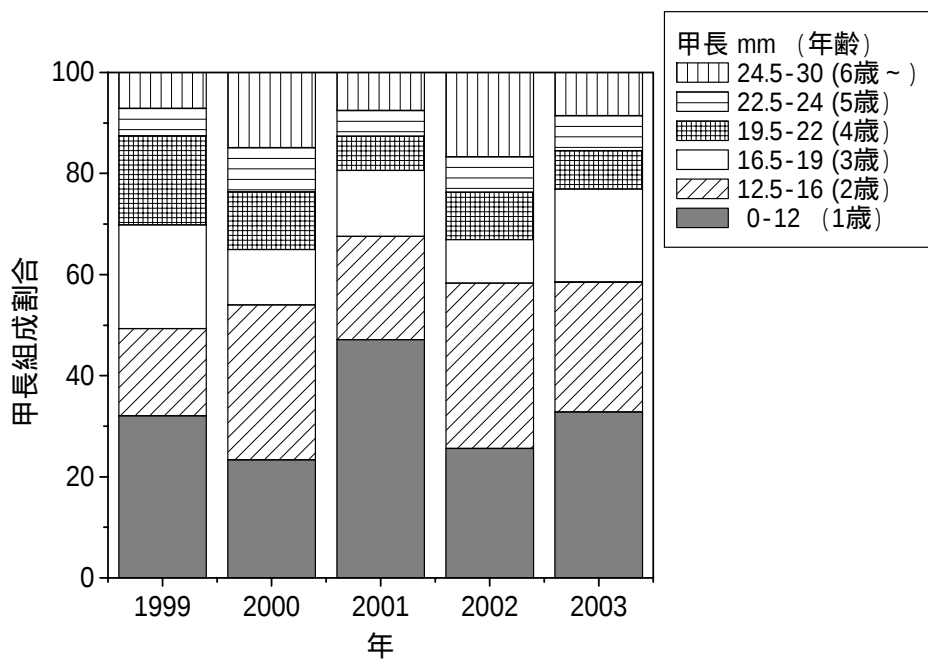


図 9 北洋丸えびかご調査により採集された若齢ホッコクアカエビの甲長組成割合（北海道立水産試験場資料）

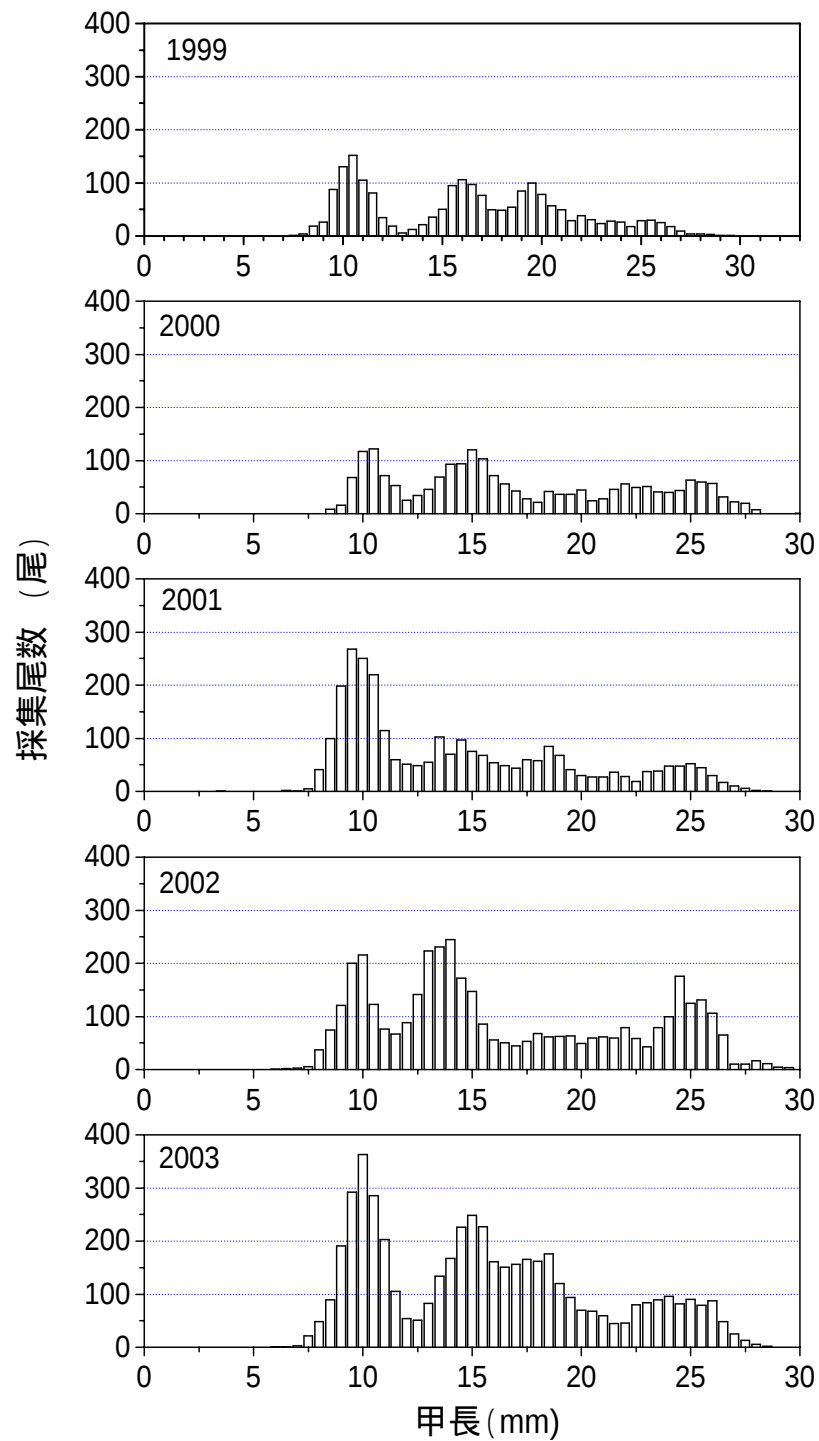


図 10 北洋丸えびかご調査により採集された若齢ホッコクアカエビの甲長組成(北海道立水産試験場資料)

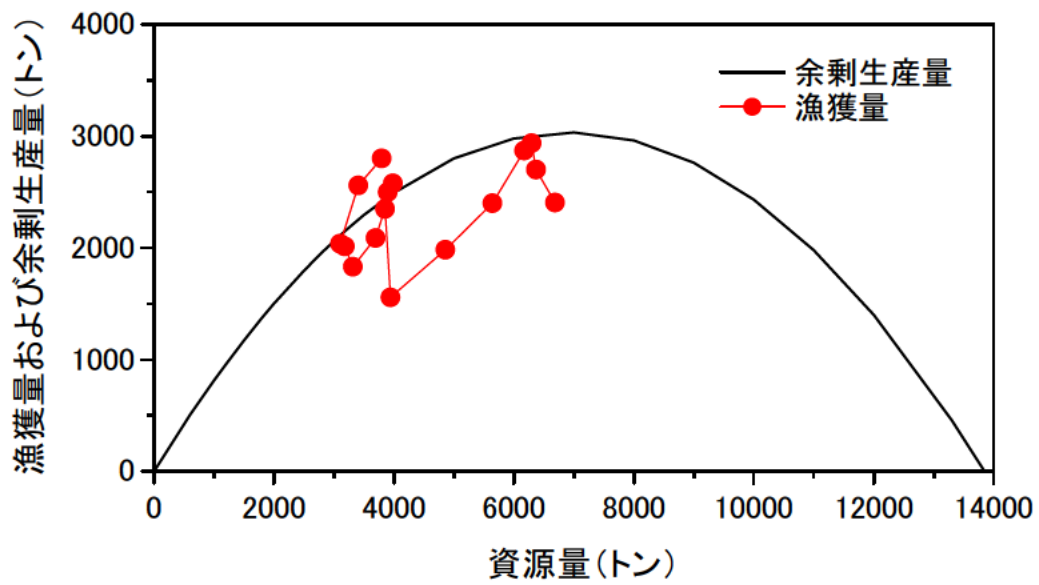


図 11 ホッコクアカエビ北海道西部系群に対する余剰生産量および漁獲量

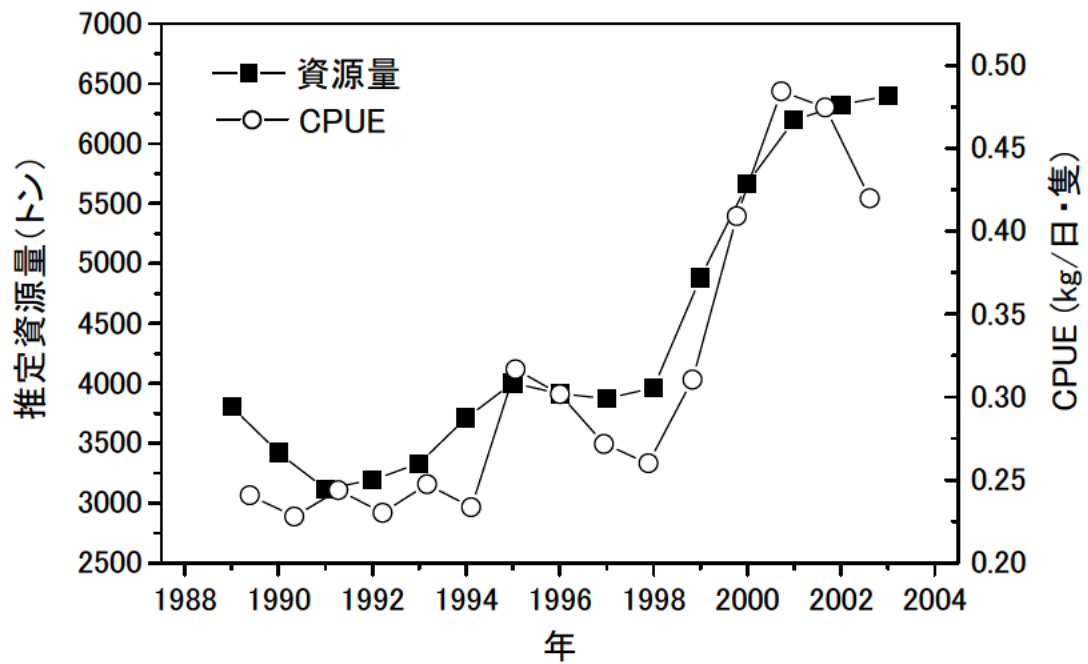


図 12 推定資源量および CPUE の経年変化