

魚種：ケガニ（釧路西部・十勝海域）

担当水試：釧路水産試験場

### 要約表

評価年の基準 (2012年度)	資源評価方法	2012年度の 資源状態	2012～2013年度 の資源動向
2012年4月1日～ 2013年3月31日	資源量	高水準	増加

\*生態については、別紙資料「生態表」を参照のこと。

## 1. 漁業

### (1) 漁業の概要

#### ・漁業種類

けがにかご漁業：1968年度から許容漁獲量制度が導入されている。1992年度以降は資源減少のため自主休漁となり、1993～2003、2006～2012年度は試験操業として操業した。

沖合底びき網漁業：広尾漁協2隻、釧路機船漁協7隻の計9隻に許容漁獲量の一部（2012年度：0.5トン×9隻＝4.5トン）を配分している。

#### ・操業時期（2012年度）

釧路西部：Ⅰ期 9/1～10/15，Ⅱ期 10/16～11/30，Ⅲ期 12/1～1/20

十勝：11/20～1/31

#### ・操業隻数（2012年度）

釧路西部：Ⅰ期 9隻，Ⅱ期 4隻，Ⅲ期 8隻，十勝：18隻

#### ・漁具

かご数：1隻 700かご以内（1のし 100かご以内）

かご目合：3寸8分（結節から結節までの長さ 5.75 cm）および調査用 2寸5分（同 3.8 cm）。700かごのうち半数程度は調査用かごが使用されている。

#### ・漁場

釧路西部：9～11月中旬は水深 80～200 m 主体，11月下旬～1月は水深 30～70 m 主体

十勝：水深 30～70 m 主体

#### ・漁獲物の特徴

漁獲物の平均サイズは十勝海域より釧路西部海域の方が大きい傾向があり、十勝から釧路方向への移動によるものと考えられている<sup>1)</sup>。

### (2) 現在取り組まれている資源管理方策

漁獲物制限（漁業調整規則によりすべての雌および甲長 8 cm 未満の雄は採捕禁止），漁獲努力量制限（操業期間，操業隻数，かご数），漁具制限（かご目合），漁獲量制限（許容漁獲量制度），不法漁業対策（密漁パトロールや不法漁具撤去など）。

2012年度に「北海道ケガニ ABC 算定のための基本規則」が策定され、これに従って許容漁獲量の基になる ABC（生物学的許容漁獲量）を算出している。

## 2. 評価方法とデータ

### ・漁獲量および漁獲努力量

釧路・十勝各振興局水産課がとりまとめた漁獲日報を用いて、漁獲量を集計した。

### ・資源調査

2012年度の漁場一斉調査は、十勝では48定点で12月上中旬に2回、釧路西部では24定点で11月中旬～12月中旬に2回実施した（図1）。この調査では、各調査点に目合2寸5分の調査用かごを100かごずつ設置し、翌日漁獲したケガニの性別、甲長（1mm未満切り捨て）、甲殻硬度などを記録した。

なお、2003年度までの漁場一斉調査は、釧路西部では9～10月、十勝では11月に実施していたが、海域全体で調査時期を統一するため、2004年度から12月調査を追加している（釧路西部の9～10月調査は2010年度から休止）。

また、漁業における CPUE の推移、漁場分布、出荷・海中還元別の漁獲物サイズ等を把握するため、漁期中のすべての漁獲物について、漁業者に操業日誌の記録を依頼し、漁期後、集計および解析を行った。

### ・解析に用いたデータ

脱皮前甲長と脱皮後甲長の関係を実測データに基づく定差成長式<sup>5)</sup>（1次回帰式）で表すこととして、最尤法により係数及び標準偏差（一定を仮定）を推定した（表1、図2）。この結果から甲長推移行列  $P$  を作成した。

成長量の実測データとしては、釧路東部海域における標識放流調査の結果（釧路水試、未発表）、釧路海域採集個体の飼育試験の結果（市川ら、未発表）、および網走海域の資料<sup>6)</sup>を用いた。

資源解析には、海域全体で11～12月に漁場一斉調査が実施されるようになった2004年度から直近の2012年度までに得られた次のデータ①②を使用した。甲長階級は1mm幅で60～139mmとした。

#### ①甲長階級別 CPUE

漁場一斉調査の結果から、雄の甲長階級別 CPUE（1かごあたり漁獲尾数）を算出し、 $y$ 年度の甲長階級  $l$  における CPUE を  $U_{y,l}$  と表した。

#### ②甲長階級別漁獲尾数

雄の甲長階級別 CPUE、漁獲量、甲長体重関係式<sup>3)</sup>により甲長階級別漁獲尾数を推定し、 $y$ 年度の甲長階級  $l$  における漁獲尾数を  $C_{y,l}$  と表した。

なお、2008年度前後から、各海域とも商品価値の高い大型個体が選択的に漁獲されているため、2009年度以降の甲長階級別漁獲尾数は、操業日誌から得た出荷サイズ組成（甲長80mm台、90mm台、100mm以上の尾数比率）を用いて補正した。

### ・資源量の推定

甲長コホート解析法<sup>2)</sup> (以下 LPA) により、漁期はじめ (9 月 1 日) における甲長 80 mm 以上の雄の資源尾数を推定した。LPA では、 $y+1$  年度の甲長階級  $l$  における資源尾数  $N_{y+1,l}$  は、前年度からの残存資源のうち脱皮する群と脱皮しない群および漁獲加入する 12 齢期群 (平均甲長 80~85 mm と想定) の和で表現した。

$$N_{y+1,l} = \sum_l PA_{y+1,l}m_l + A_{y+1,l}(1 - m_l) + R_{y+1,l}$$

$$A_{y+1,l} = N_{y,l}e^{-M} - C_{y,l}e^{-(t-1)M}$$

ここで、 $A_{y,l}$  は脱皮成長を考慮する前の一時的な資源尾数である。 $t$  は漁期はじめの解析基準日 (9 月 1 日) と漁獲のピーク (12 月 1 日) とのずれを表し、 $t = 0.25$  とした。 $M$  は自然死亡係数で、田内・田中の方法<sup>7)</sup>により、 $M = 0.208 (= 2.5 / 12)$  とした。

$m_l$  は甲長階級  $l$  における脱皮確率で、ロジスティック関数を仮定した。資源調査における甲長測定は 1 mm 未満切り捨てにしているため、階級値  $l$  に 0.5 mm を加えた値を甲長とした。

$$m_l = \frac{1}{1 + e^{-a+b(l+0.5)}}$$

$R_{y,l}$  は脱皮成長によって  $y$  年度に 12 齢期になる群の甲長階級  $l$  における尾数であり、 $y$  年度における尾数  $R_y$  と、甲長階級  $l$  における比率  $p_l$  ( $\sum p_l = 1$ ) の積で表した。比率  $p_l$  は正規分布  $N(m_r, S_r^2)$  に従うことを仮定した。

$$R_{y,l} = R_y p_l$$

漁場一斉調査は漁期の中間付近 (12 月 1 日前後) に実施されているため、調査時点における資源尾数  $N'_{y,l}$  は近似的に次のとおりとした。

$$N'_{y,l} = N_{y,l}e^{-0.25M} - 0.5C_{y,l}$$

モデルのパラメータ  $q, a, b, m_r, s_r$  および  $R_y$  は、次の残差平方和 RSS の最小化により推定した。

$$RSS = \sum_{y=2004}^{2012} \sum_{l=75}^{139} (U_{y,l} - qN'_{y,l})^2$$

ここで、 $q$  は漁獲効率である。

パラメータ推定には、統計解析環境 R<sup>4)</sup> の最適化関数 optim を使用し、滑降シンプレックス法 (Nelder-Mead 法) と準ニュートン法 (BFGS 法) を順にそれぞれ収束するまで適用した。各パラメータは対数指数変換により正值に制約した。また、12 齢期以上を解析対象とするため、RSS を最小化する甲長階級  $l$  の範囲は 11 齢期群 (平均甲長 70 mm 前後) の影響が小さくなるように 75~139mm とした。

1992～2003 年度の甲長階級別資源尾数は  $N_{y,l} = U_{y,l} / q$  により推定し、2003 年度の推定値を LPA における初期資源尾数とした。1991 年度以前は調査方法が大きく異なるため、ここでは解析対象としなかった。

以上により推定した甲長 80mm 以上の雄の推定資源尾数を表 1 の甲長体重関係式<sup>3)</sup>により重量換算して、推定資源量とした。

#### ・次年度資源量の予測

次のとおり、12 齢期加入尾数、13 齢期加入尾数、前年度から甲長 80 mm 以上である残存尾数を予測し、これらの重量換算値を合計して、2013 年度の予測資源量とした。

##### ①12 齢期加入尾数

応答変数に負の二項分布を仮定した一般化線型モデルにより、「n-1 年度における甲長 65～70 mm の雄の CPUE (11 齢期群の量的指標)」と「n 年度における 12 齢期資源尾数 (LPA 推定値)」の関係を推定した。解析には R<sup>4)</sup> の関数 glm.nb を使用した。このモデルにより、2012 年度の調査結果から「2013 年度における 12 齢期資源尾数」を予測し、うち甲長 80 mm 以上となる尾数を算出した。

##### ②13 齢期加入尾数

2012 年度における 12 齢期資源尾数のうち 2013 年度に脱皮成長して甲長 80 mm 未満から甲長 80 mm 以上へ加入する尾数を LPA の前進計算により算出した。

##### ③残存尾数

2012 年度における甲長 80 mm 以上の雄の推定資源尾数から、LPA の前進計算により 2013 年度における残存尾数を算出した。

### 3. 資源評価

#### (1) 漁獲量および努力量の推移

##### ・許容漁獲量および漁獲量の推移

1968 年度に許容漁獲量制度が導入され、1976 年度までは 2,000 トン前後の漁獲があったが、1977～1989 年度の漁獲量は 242～972 トンで推移した (図 3)。その後、1990 年度 159 トン、1991 年度 82 トンと最低水準に減少し、1992 年度はけがにかご漁業が自主休漁となった。1993 年度からは試験操業が開始され、漁獲量は一時的に 500 トンを上回ったが、その後は減少傾向で推移し、2004、2005 年度には資源状態が極めて低くなったため、試験操業も休漁となった (表 2, 図 3)。資源回復が見込まれた 2006 年度に試験操業が再開されてから 2011 年度までは許容漁獲量及び漁獲量が単調増加し、2011 年度には許容漁獲量 210 トン、漁獲量 207 トンとなった。2012 年度は許容漁獲量が前年度より 10 トン少ない 200 トンに設定されたことから、漁獲量は 196 トンとなった。

##### ・漁獲努力量の推移

1989 年度までの操業隻数は 200 隻以上であったが、資源状態が悪化した 1990～1993 年度に大きく減少し、試験操業となった 1993～2003 年度の操業隻数は 60 隻前後であった。

2004, 2005 年度の休漁後, 2006 年度は 27 隻で試験操業を再開した。その後, 許容漁獲量の増加に合わせて隻数は増加した。2012 年度の実操業隻数は 38 隻であった。

また, 操業日誌に基づき集計した 2009~2012 年度ののべ使用かご数はそれぞれ 336 千かご, 357 千かご, 484 千かご, 523 千かごであった。2011 年度以降におけるのべ使用かご数の増加については, 試験操業の期間が 1 月まで延長されたことが主な要因である。

## (2) 現在(評価年)までの資源状態

漁場一斉調査による甲長 80 mm 以上の雄の CPUE は, 2003 年度に最低水準まで減少したが, 2004~2010 年度に増加し, 2010~2012 年度は横ばい傾向で推移した(図 4)。

2012 年度の漁場一斉調査では, 十勝海域において甲長 70 mm 前後の次期加入群(4 歳 11 齢期と推定)が近年にない高い水準で出現した(図 5)。2011 年度調査における甲長 60~80 mm の雄の CPUE は 2003 年度以降で最高であったが, 2012 年度はさらに 2011 年度の約 2 倍となった。このことから, 2013 年度の加入尾数は 2004 年度以降で最高水準になることが期待される。一方, 釧路西部海域では 2010 年度以降, 十勝よりも低い水準で推移しており, 次期加入群の増加も確認されなかった。

本海域では, 2008 年度以降, 大型個体の割合が高まったことに対応して, 甲長 90 mm 以上の大型個体が選択的に漁獲されている。操業日誌を用いて甲長階級別漁獲尾数の推定値を補正した結果は図 6 のとおりである。

LPA により得られたパラメータを表 3, 脱皮確率と 12 齢期群の甲長分布を図 7 に示す。2012 年度の LPA による推定資源尾数  $N$  と観測値に基づく推定資源尾数  $U/q$  のあてはまりは比較的良好であった(図 8)。

1992~2012 年度の推定資源量を図 9 に示す。推定資源量は 1995 年度に 1,540 トンとなった後, 2004 年度に 70 トンまで減少したが, その後は増加傾向で推移している。2012 年度の推定資源量は 743 トンであった。

## (3) 評価年の資源水準：高水準

現在と同様の方法による漁場一斉調査が開始された 1992 年度以降の推定資源量を資源状態を表す資料とした。漁業者および現場担当者の感覚に合わせるため, 1992 年度から 2011 年度の 20 年間ににおける中央値を 100 とし, 25~75 パーセンタイル区間である資源水準指数 61~127 の範囲を中水準とし, その上下を各々高水準, 低水準とした。

2012 年度の資源水準指数は 141 となったため, 「高水準」と判断した(図 10)。

## (4) 今後の資源動向：増加

2013 年度の予測加入尾数は約 143 万尾, 予測残存尾数は約 88 万尾となり, 2012 年度に対して, 加入尾数は約 2.2 倍に増加, 残存尾数は横ばいと予測された(図 11)。これを重量換算した 2013 年度漁期はじめの予測資源量は 1,102 トンとなり, 2012 年度の推定資源

量 743 トンの約 1.5 倍に増加すると予測された。

2013 年度の予測については、過度の外挿に基づいているため、想定以上の誤差が生じる可能性があるが、1992～2012 年度の資源動向から見て、2012～2013 年度の増加は大きくなると考えられることから、資源動向は増加と判断した。

#### 4. 文献

- 1) 阿部晃治：道東近海におけるケガニの初期生活．水産海洋研究会報．31, 14-19 (1977)
- 2) 山口宏史, 上田祐司, 菅野泰次, 松石隆：北海道東部太平洋海域ケガニ資源の甲長コホート解析による資源量推定．日水誌．66, 833-839 (2000)
- 3) 森泰雄, 佐々木潤, 三宅博哉：資源管理型漁業推進対策事業．平成 3 年度北海道立釧路水産試験場事業報告書, 北海道．302-305 (1991)
- 4) R Development Core Team: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (2010)
- 5) 倉田博：甲殻類の脱皮時における長さの増大について．北水研報．22, 1-48 (1960)
- 6) 山本正義：網走支庁管内におけるケガニ資源について．北水試月報．23, 599-617 (1966)
- 7) 田中昌一：水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理．東海水研報．28, 1-200 (1960)

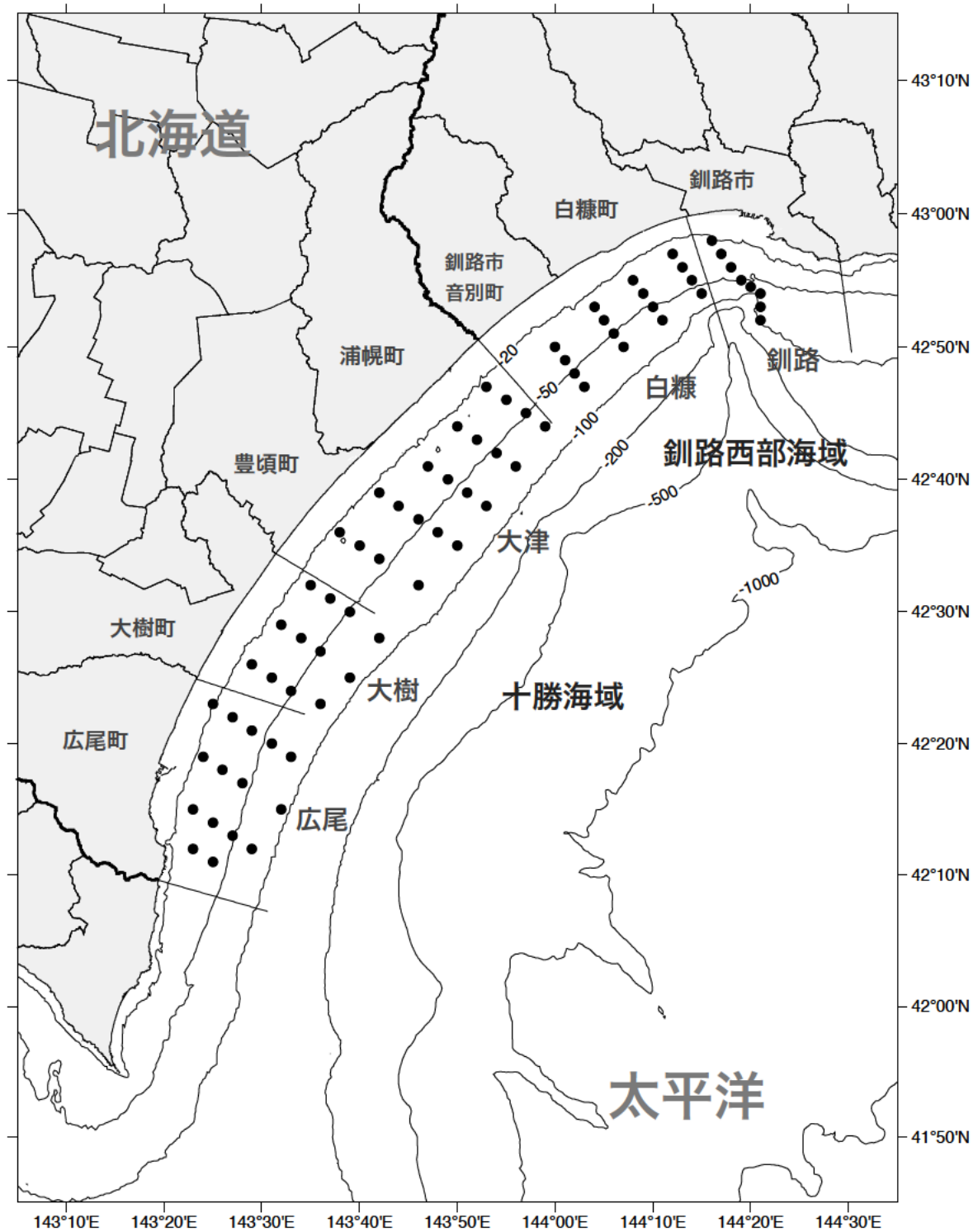


図1 2012年度漁場一斉調査の調査点 (十勝：48定点，釧路西部：24定点)。

表1 解析に使用したパラメータと計算方法

項目	値または計算方法	方法
甲長 $L$ の個体における 脱皮後甲長の分布 (mm)	正規分布 $N(12.987 + 1.005 L, 2.253^2)$	脱皮前後の甲長実測値を用いて 最尤法により定差成長式を推定
自然死亡係数 $M$	$M = 0.208$	田中 (1960)
甲長 $L$ (mm) と 体重 $W$ (g) の関係	$W = 0.00056 L^{3.03}$	森ら (1991)

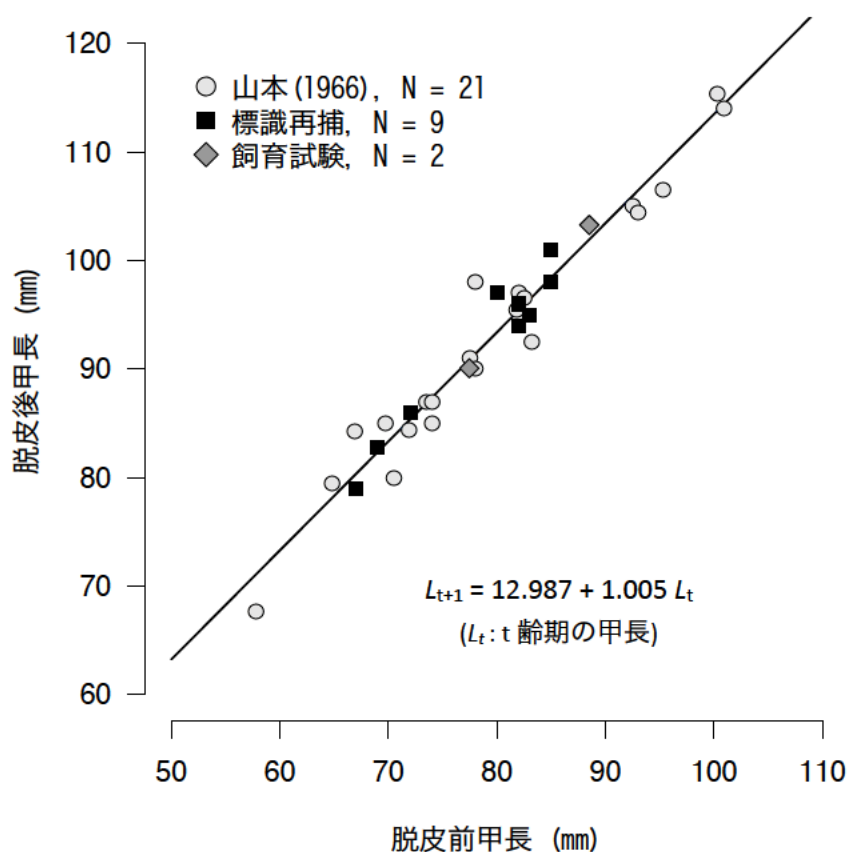


図2 雄ケガニにおける脱皮前甲長と脱皮後甲長の関係。

標識再捕：釧路東部海域における2007～2009年度再捕データ。

飼育試験：釧路海域採集個体の2009年度成長データ。



表2 許容漁獲量および漁業種類別漁獲量の推移 (単位:トン)

年度	許容漁獲量	漁獲量			計
		かにかご		沖合底びき網	
		試験操業	資源調査		
1992	0	0	51	0	51
1993	180	172	168	0	340
1994	230	218	391	0	609
1995	570	475	78	20	573
1996	460	414	62	7	483
1997	225	204	53	5	262
1998	225	114	17	3	134
1999	190	127	25	3	155
2000	190	163	39	2	204
2001	191	180	16	2	198
2002	126	92	11	2	105
2003	111	102	9	2	113
2004	0	0	14	0	14
2005	0	0	42	0	42
2006	67	62.4	--	1.5	63.9
2007	70	64.4	--	1.9	66.3
2008	100	94.8	--	1.2	96.1
2009	132	127.4	--	1.1	128.5
2010	180	170.8	--	1.6	172.5
2011	210	205.4	--	1.4	206.8
2012	200	195.4	--	0.5	195.9

※1992, 2004, 2005年度は資源減少のため全面休漁となり, 資源調査のみ実施された。

※2006年度以降の資源調査による漁獲量は試験操業に含めた。

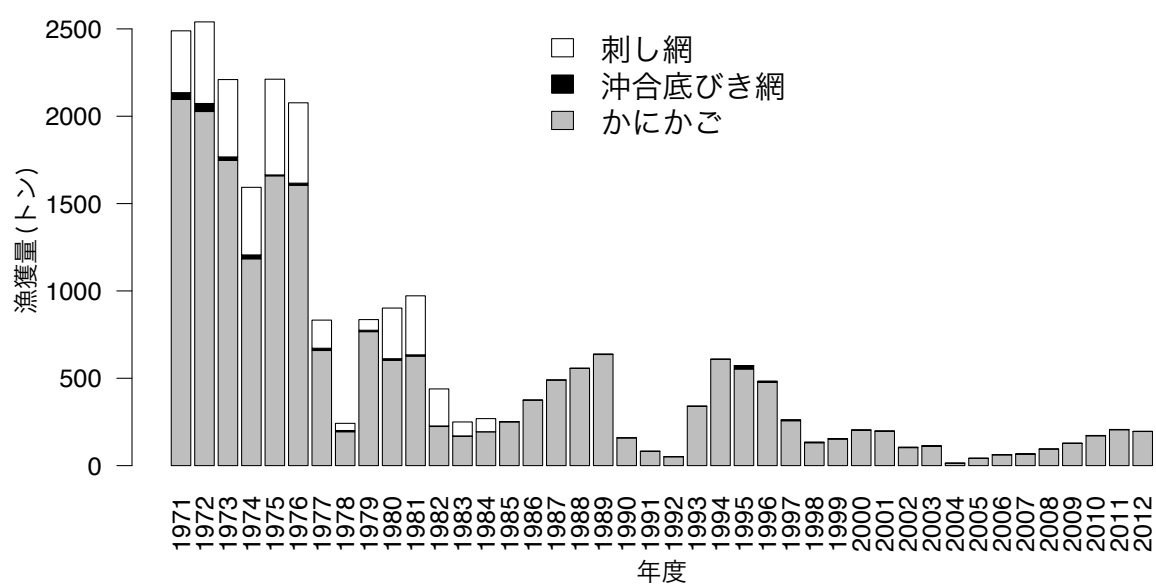


図3 漁業種類別漁獲量の推移 (1971~2012年度)。

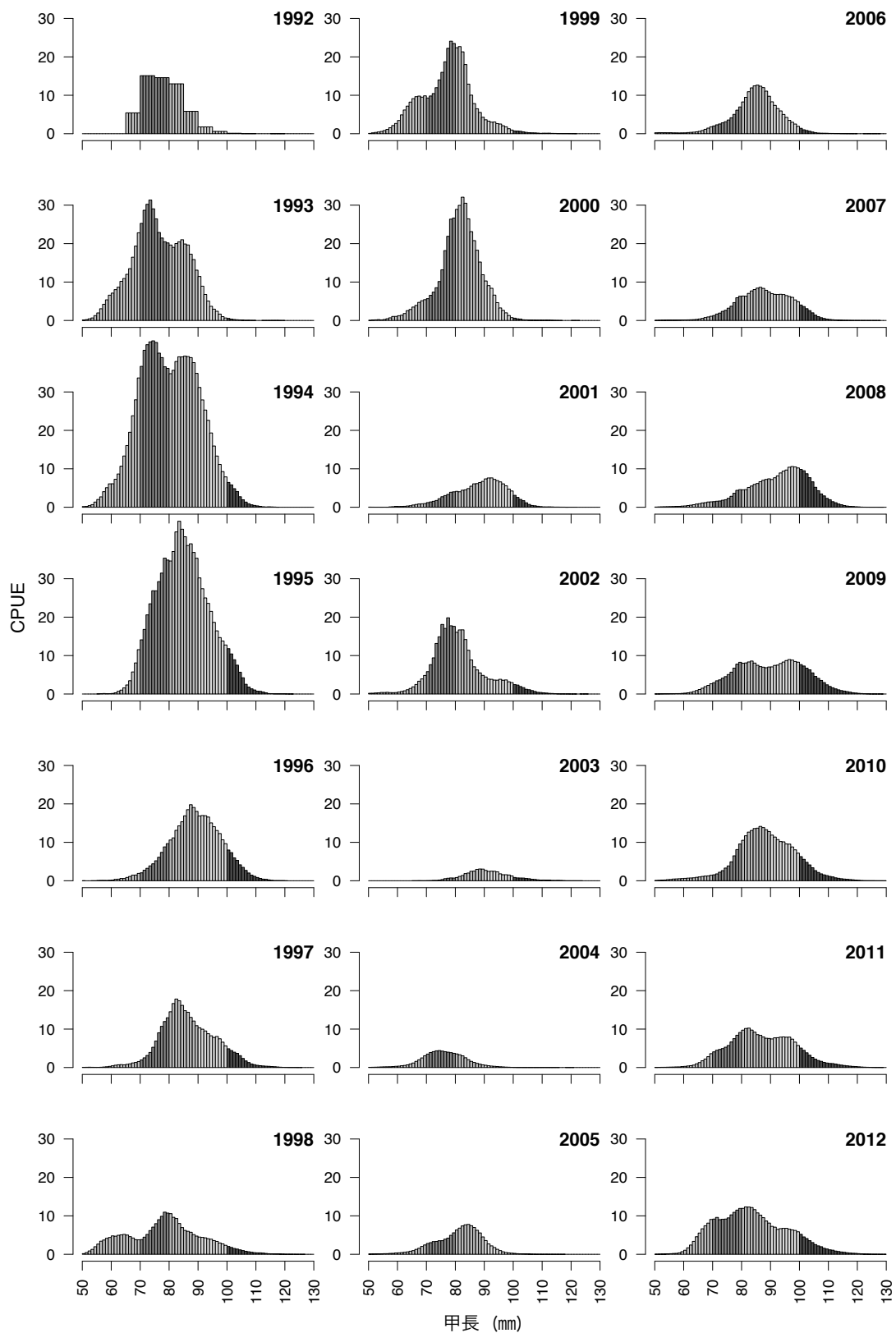


図4 甲長階級別CPUEの推移 (1992~2012年度資源調査) .

甲長階級の幅は1mm (1992年度のみ5mm) . CPUEは雄の100かごあたり漁獲尾数.  
 1992~2003年度の調査時期: 十勝11月下旬, 釧路西部9~11月.  
 2004~2012年度の調査時期: 全海域11~12月.

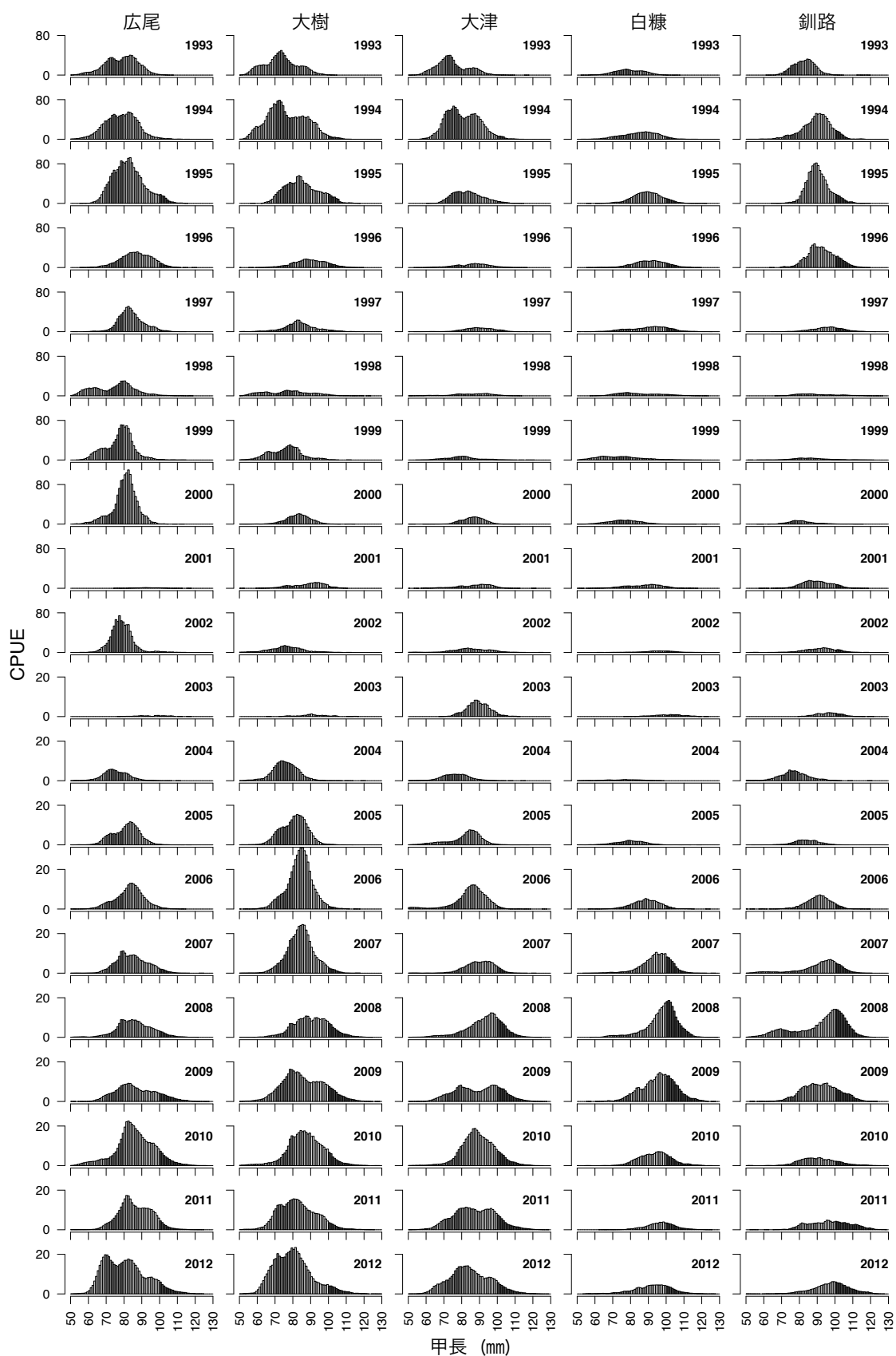


図5 各地区における甲長階級別CPUEの推移（1993～2012年度資源調査）。

甲長階級の幅は1mm, CPUEは雄の100かごあたり漁獲尾数。

1993～2002年度と2003～2012年度は縦軸のスケールが異なる。

1993～2003年度の調査時期：十勝11月下旬, 釧路西部9～11月。

2004～2012年度の調査時期：全海域11～12月。

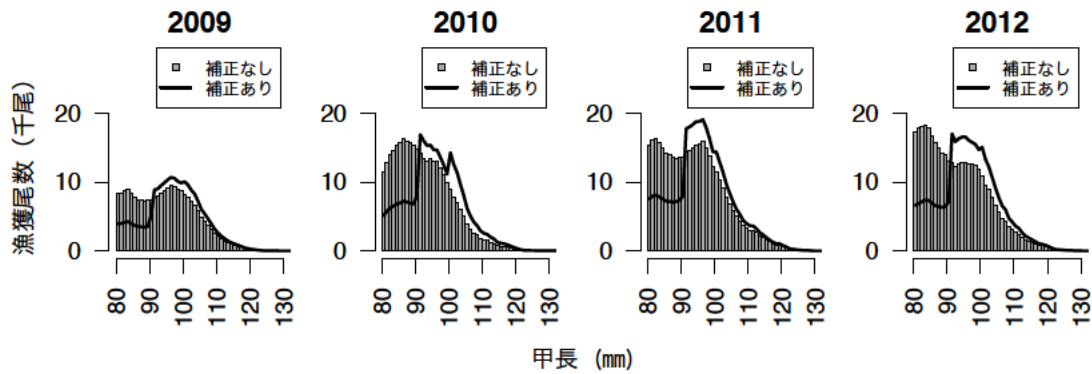


図6 2009～2012年度漁期における甲長階級別漁獲尾数の推定結果。

補正なし：漁獲量と漁場一斉調査データのみで推定した場合

補正あり：操業日誌の出荷サイズ組成を用いて補正した場合

表3 甲長コホート解析 (LPA) により得られたパラメータ

項目	値
漁具効率 $q$	$q = 1.986 \cdot 10^{-6}$
甲長階級 $l$ (mm) の個体の脱皮確率 $m_l$	$m_l = 1 / \{ 1 + \exp [ -15.77 + 0.1795 (l + 0.5) ] \}$
12齢期群の甲長分布 (mm)	正規分布 $N ( 82.21, 5.220^2 )$
$y$ 年の12齢期資源尾数 $R_y$	$R_{2004} = 229617, R_{2005} = 555323, R_{2006} = 694835,$ $R_{2007} = 434709, R_{2008} = 281940, R_{2009} = 576794,$ $R_{2010} = 670432, R_{2011} = 441730, R_{2012} = 782168$

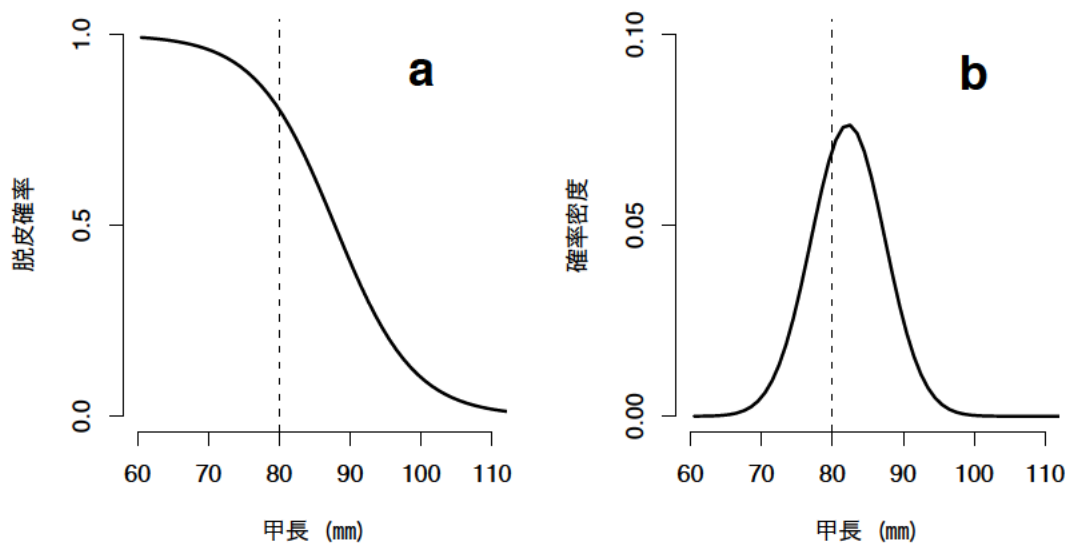


図7 甲長コホート解析 (LPA) により得られたパラメータ。

a. 脱皮確率, b. 12齢期群の甲長分布。

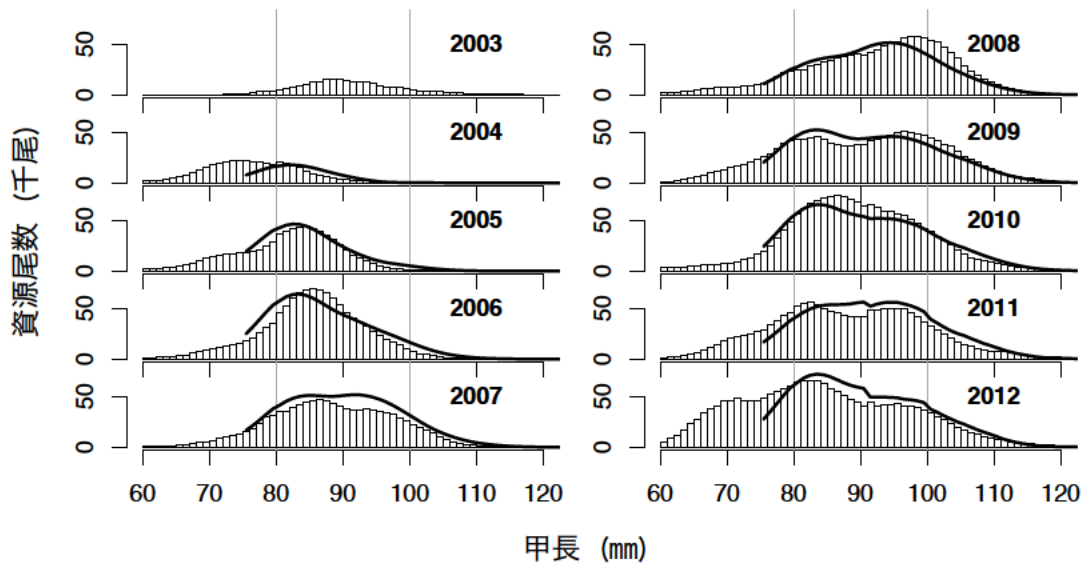


図8 甲長コホート解析 (LPA) による推定資源尾数のあてはめ。  
 棒：CPUE観測値に基づく推定資源尾数 (CPUE / 漁具効率 $q$ )。  
 線：LPAによる推定資源尾数。

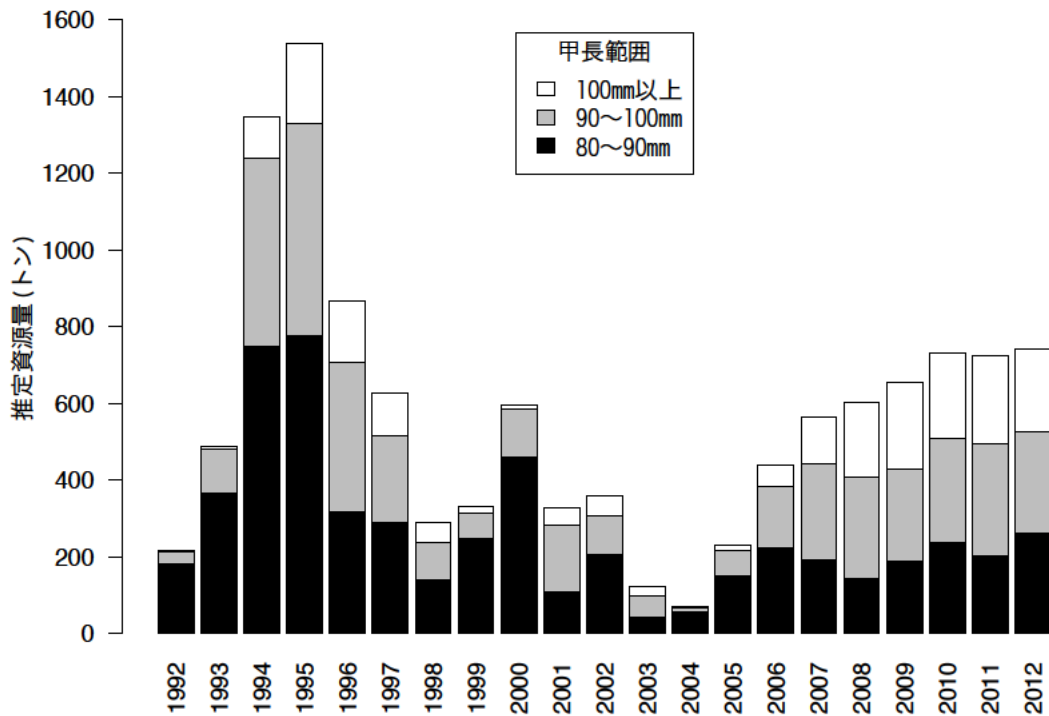


図9 推定資源量の推移。  
 1992～2003年：9～11月調査データに基づく推定資源量 (CPUE / 漁具効率 $q$ )。  
 2004～2012年：11～12月調査データを用いたLPAによる推定資源量。

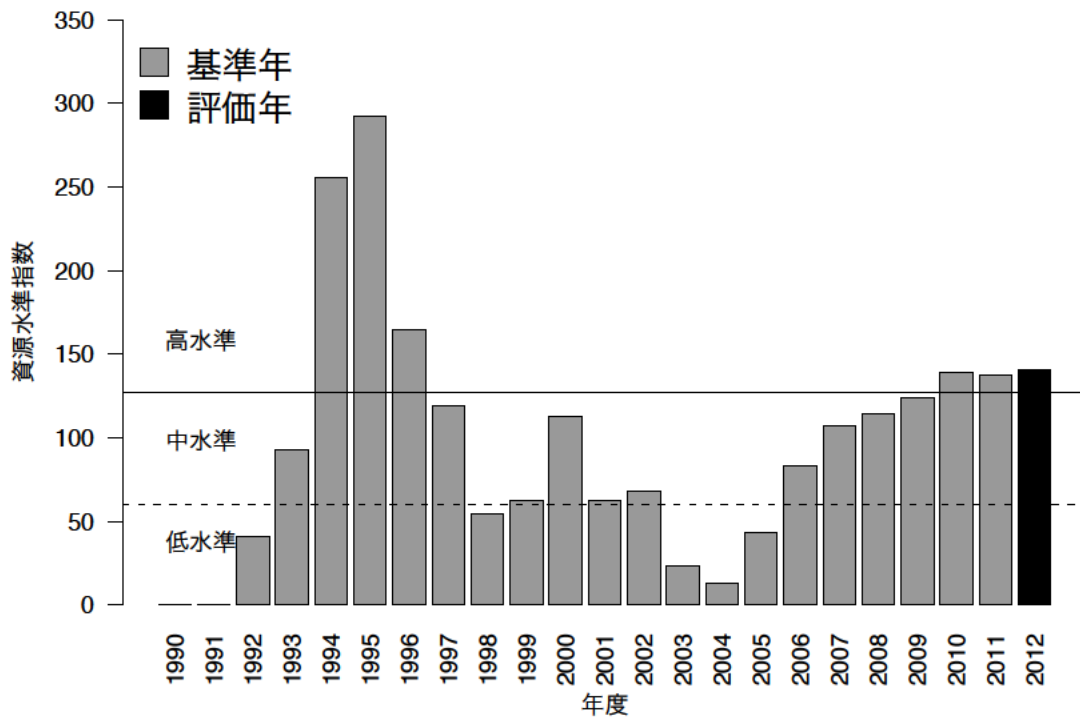


図10 釧路西部・十勝海域におけるケガニの資源水準。  
資源状態を示す指標：甲長80mm以上の雄の資源量。

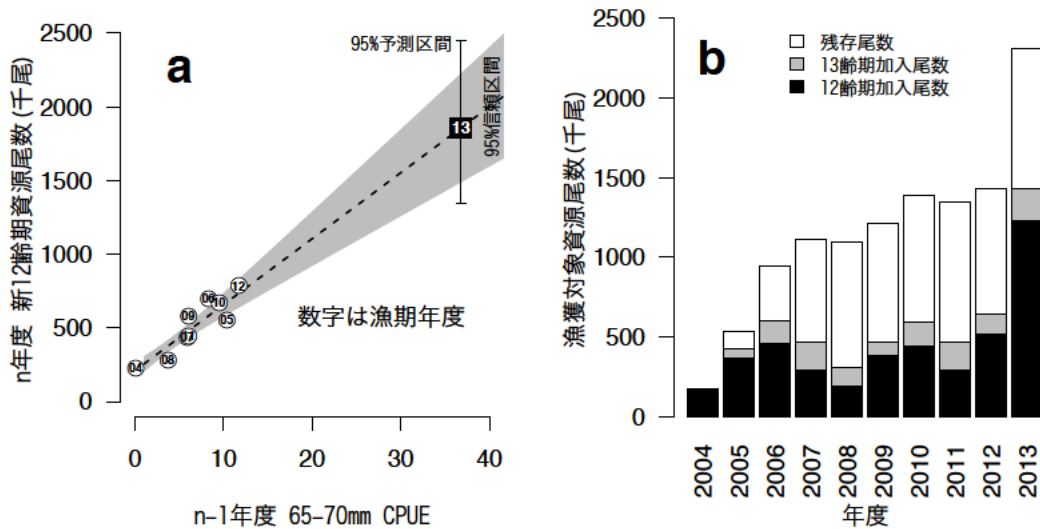


図11 12齢期資源尾数の予測および推定資源尾数の推移。

- a. 2013年度における12齢期資源尾数の予測：n-1年度における甲長65～70mmのCPUE（100かごあたり漁獲尾数）とn年度における12齢期資源尾数（LPA推定値）の関係による予測。
- b. LPAによる推定資源尾数（甲長80mm以上オス）：2013年度は予測。

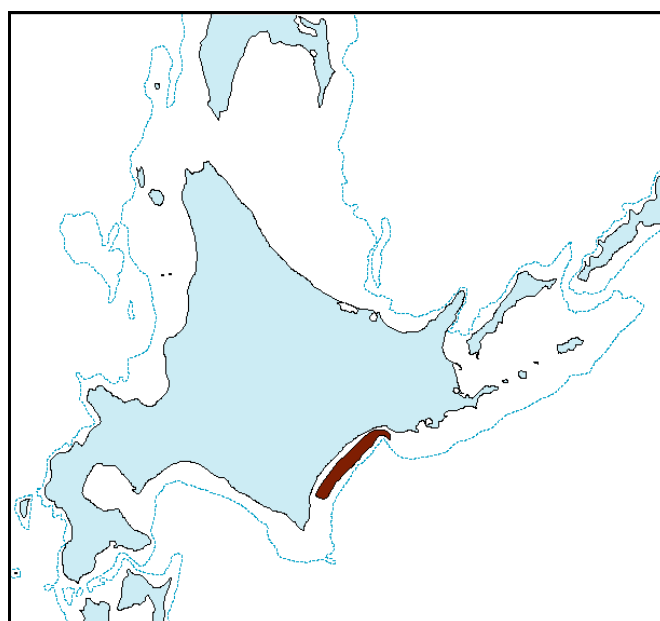
生態表 魚種名：ケガニ 海域名：釧路西部・十勝海域

図 ケガニ（釧路西部・十勝海域）の漁場図

## 1. 分布・回遊

水深150m以浅の海域に広く分布している。幼生期にはふ化した水域から南西方向へ移送され，成体期には深浅移動をしながら北東へ移動する傾向がある<sup>1)</sup>。交尾期には20～50mの浅海域に多く分布する。

## 2. 年齢・成長（加齢の基準日：4月1日）

満年齢		2歳	3歳	4歳	5・6歳	7・8歳	9・10歳
甲長(mm)	オス	46	58	72	87	103	118
	メス	43	53				
体重(g)	オス	53	122	235	422	697	1,055
	メス	44	88				

（阿部<sup>2)</sup>，森ら<sup>3)</sup>より）

※オスは5歳から2年に一度しか脱皮成長しない。

## 3. 成熟年齢・成熟体長

- ・オス：2歳，甲長46mm前後から成熟する個体がみられる<sup>4)</sup>。
- ・メス：2歳，甲長43mm前後から成熟する個体がみられる<sup>4)</sup>。甲長60～65mm以上で半数以上の個体が成熟する<sup>5)</sup>。

## 4. 産卵期・産卵場

- ・産卵期：10月～翌3月である。幼生のふ化は4月ごろ行われる。
- ・産卵場：メスの抱卵個体は十勝海域より，釧路海域に多く分布する。
- ・産卵生態：メスは産卵後，受精卵を自分の腹肢に付着させ，幼生ふ化まで移動・保護する。メスの脱皮タイミングにあわせて，交尾および産卵が2～3年に1回行われる。

## 5. その他

なし。

## 6. 文献

- 1) 阿部晃治：道東近海におけるケガニの初期生活．水産海洋研究会報．31, 14-19 (1977)
- 2) 阿部晃治：ケガニの脱皮回数と成長について．日水誌．48, 157-163 (1982)
- 3) 森泰雄, 佐々木潤, 三宅博哉：6.6-1 広域回遊資源天然資源調査（ケガニ）．平成3年度北海道立釧路水産試験場事業報告書, 302-305 (1991)
- 4) 佐々木潤, 栗原康裕：ケガニの齡期判別法と成長．北水試研報．55, 29-67 (1999)
- 5) 佐々木潤：交尾栓保有率から推定した道東太平洋におけるケガニ *Erimacrus isenbeckii* (Brandt) 雌の性的成熟サイズ（短報）．北水試研報．46, 19-21 (1995)