

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 (2013年度)	資源評価方法	2013年度の 資源状態	2013～2014年度 の資源動向
2013年4月1日～ 2014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

十勝海域（広尾，大樹，大津漁協）では1968年度から，釧路西部海域（白糠，釧路市，釧路市東部漁協）では1969年度から，許容漁獲量制が導入されている。けがに刺し網漁業は1985年度に廃止され，沿岸漁業はすべてかにかご漁業に転換した。

かにかご漁業：かにかご漁業は1992年度から資源減少のため自主休漁となっており，1993～2003，2006～2013年度は各漁業協同組合が実施主体となる試験操業（特別採捕許可）が実施された。

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（2013年度：1トン×9隻＝9トン）を配分している。

・操業許可隻数（2013年度）

十勝：18隻

釧路西部：Ⅰ期9隻，Ⅱ期4隻，Ⅲ期8隻

・操業許可期間（2013年度）

十勝：11/20～1/31

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

・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5.75cm）および調査用2寸5分（同3.8cm）。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

十勝：水深20～80m主体

釧路西部：9～11月中旬は水深80～200m主体，11月下旬～1月は水深20～80m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¹⁾。

(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

2013 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（1 mm 未満切り捨て），甲殻硬度などを記録した。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 月調査を追加した（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

資源解析に用いたデータ及びパラメータは次のとおりである。

- ① 甲長階級別 CPUE: 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 年度以降の調査結果から，雄の甲長階級別 CPUE（1 かごあたり漁獲個体数）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。甲長階級は 1 mm 幅で 60～139 mm とした。
- ② 甲長階級別漁獲個体数：漁獲量，雄の甲長階級別 CPUE，甲長体重関係式により甲長階級別漁獲個体数を推定し， y 年度の甲長階級 l における漁獲個体数を $C_{y,l}$ と表した。甲長階級は 1 mm 幅で 80～139 mm とした。2008 年度前後から各海域とも商品価値の高い大型個体を選択的に漁獲するようになったので，漁場一斉調査での測定結果と操業日誌の出荷サイズ組成（甲長 80 mm 台，90 mm 台，100 mm 以上の個体数比率）を用いて，2009 年度以降の甲長階級別漁獲個体数を推定した。
- ③ 甲長体重関係式：十勝，釧路西部，釧路東部海域において，2011 年 5 月～2013 年 3 月に採捕された硬甲雄 332 個体の測定データを用いて，両対数をとった標準主軸回帰 SMA（Standardised Major Axis regression）により，甲長 L (mm) と体重 W (g) の関係

を推定した（表 1, 図 2）。

- ④ 成長モデル：脱皮前甲長と脱皮後甲長の関係を脱皮成長量の実測データに基づく定差成長式²⁾（1次回帰式）で表すこととして、最尤法により定差成長式の係数及び標準偏差（一定を仮定）を推定した（表 1, 図 3）。脱皮成長量の実測データとしては、網走海域における 21 個体³⁾ 及び釧路海域における 11 個体の脱皮成長データを用いた。この結果から甲長推移行列 P を作成した。
- ⑤ 自然死亡係数：田内・田中の方法⁴⁾により、 $M = 0.208 (= 2.5 / 12)$ とした（表 1）。

・資源量の推定

甲長コホート解析法⁵⁾（以下 LPA）により、漁期はじめ（9 月 1 日）における甲長 80 mm 以上の雄の資源個体数を推定した。LPA では、 $y + 1$ 年度の甲長階級 l における資源個体数 $N_{y+1,l}$ は、前年度に 12 齢期以上であった残存資源のうち脱皮する群と脱皮しない群及び脱皮成長によって 12 齢期になる群の和で表現した。

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

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

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

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

ここで、 P は甲長推移行列、 $A_{y,l}$ は脱皮成長を考慮する前の一時的な資源個体数、 m_l はロジスティック関数で表した甲長階級 l における脱皮確率である。資源調査では甲長を 1 mm 未満切り捨てで記録しているため、 m_l の推定では甲長階級値 l に 0.5 mm を加えた。LPA では漁期の中間にパルス的な漁獲があることを仮定しているため、年間漁獲量の約半分が漁獲される時期（12 月 1 日前後）を漁期の中間とし、漁期はじめの解析基準日（9 月 1 日）と漁期の中間（12 月 1 日）とのずれを $t = 0.25$ とした。 $R_{y,l}$ 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 における個体数であり、 y 年度における個体数 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 $N(m_r, S_r^2)$ を仮定した。

漁場一斉調査は年間漁獲量の約 50% が漁獲される時期（12 月 1 日前後）に実施しているため、調査時点における資源個体数 $N'_{y,l}$ 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。

$$RSS = \sum_{y=2004}^{2013} \sum_{l=75}^{139} (U_{y,l} - qN'_{y,l})^2$$

ここで、 q は漁具効率である。

パラメータ推定には、統計解析環境 R⁶⁾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個体数は $N_{y,l} = U_{y,l} / q$ により推定し、2003 年度の推定値を LPA における初期資源個体数とした。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個体数を甲長体重関係式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

甲長 80 mm 以上に加入する雄ケガニの主体は 12 齢期群 (大部分は 5 歳) と推定されるが、12 齢期群のうち甲長 80 mm 未満の個体はさらに脱皮成長した 13 齢期で加入すると考えられる。このため、次のとおり、12 齢期加入個体数、13 齢期加入個体数、前年度から甲長 80 mm 以上である残存個体数をそれぞれ予測し、これらの重量換算値を合計して、2014 年度の予測資源量とした。

- ① 12 齢期加入個体数: 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 の雄の調査 CPUE (11 齢期群の量的指標)」と「 n 年度における 12 齢期資源個体数 (LPA 推定値)」の関係を推定した。解析には R⁶⁾の関数 glm.nb を使用した。このモデルにより、2014 年度に 12 齢期となる資源個体数を予測し、うち甲長 80 mm 以上となる加入個体数を算出した。
- ② 13 齢期加入個体数: 2013 年度に甲長 80 mm 未満であった 12 齢期群のうち、2014 年度に脱皮成長して 13 齢期で甲長 80 mm 以上へ加入する個体数を LPA の前進計算により算出した。
- ③ 残存個体数: 2013 年度の推定資源個体数及び推定漁獲個体数から、2014 年度の残存個体数を LPA の前進計算により算出した。

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

1971~1976 年度の漁獲量は 1,593~2,542 トンであったが、1977~1989 年度は 242~972 トンに減少した (図 4)。さらに、1990 年度には 159 トン、1991 年度には 82 トンに減少

したため、1992年度からかにかご漁業は自主休漁となった。1993年度からは試験操業が開始され、1994年度の漁獲量は609トンに増加したが、その後は再び減少傾向で推移した。2003年度には資源状態が極めて低くなったため、2004年度は試験操業も停止となった(表2, 図4)。2004, 2005年度の2年間の休漁後、資源回復の兆しが見られたことから、2006年度に試験操業が再開され、2011年度の漁獲量は207トンとなった。2012年度の漁獲量は196トンに減少したが、2013年度は加入量の増加により242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操業許可隻数は増加した。2013年度の実操業隻数は38隻であった。

漁獲努力量の指標となるのべ使用かご数(操業日誌により集計)は、2010年度には十勝19.3万かご、釧路西部16.3万かごであったが、2011年度に操業許可期間が延長されたため、2011～2013年度は十勝27.8万～30.9万かご、釧路西部20.7万～22.7万かごに増加した。

(2) 現在(評価年)までの資源状態

漁場一斉調査による甲長80mm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5)。2012年度の漁場一斉調査では、十勝海域において甲長70mm前後の11齢期群が高い水準で出現したことから、2013年度は2004年度以降で最高の加入水準になることが予測され、実際に2013年度は甲長80mm台の12齢期群が急増した(図6)。

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90mm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個体数の推定値を補正した結果は図7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8に示す。2013年度のLPAによる推定資源個体数 N と観測値に基づく推定資源個体数 U/q のあてはまりは良好であった(図9)。

1992～2013年度の推定資源量を図10に示す。推定資源量は1995年度に1,517トンとなった後、2004年度に71トンまで減少したが、その後は増加が続き2010年度には715トンとなった。2010～2012年度は横ばい傾向で推移したが、2013年度は加入量の増加により推定資源量は1,031トンに増加した。

(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年間における中央値を100として、25～75パーセンタイル区間である資源水準指数61～128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。

2013年度の資源水準指数は200となったため、「高水準」と判断した(図11)。

(4) 今後の資源動向：増加

予測された2014年度の加入個体数は約119万個体、残存個体数は約149万個体となり、2013年度に対して加入個体数は約0.82倍、残存個体数は約1.74倍となった(図12)。これを重量換算した2014年度漁期はじめの予測資源量は1,278トンとなり、2013年度推定資源量の1.24倍に増加すると予測された。2004年度以降の資源動向から見て、2013～2014年度の増加は大きい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) 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）
- 3) 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）
- 4) 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）
- 5) 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）
- 6) R Core Team：R：A language and environment for statistical computing．R Foundation for Statistical Computing，Vienna，Austria（2014）

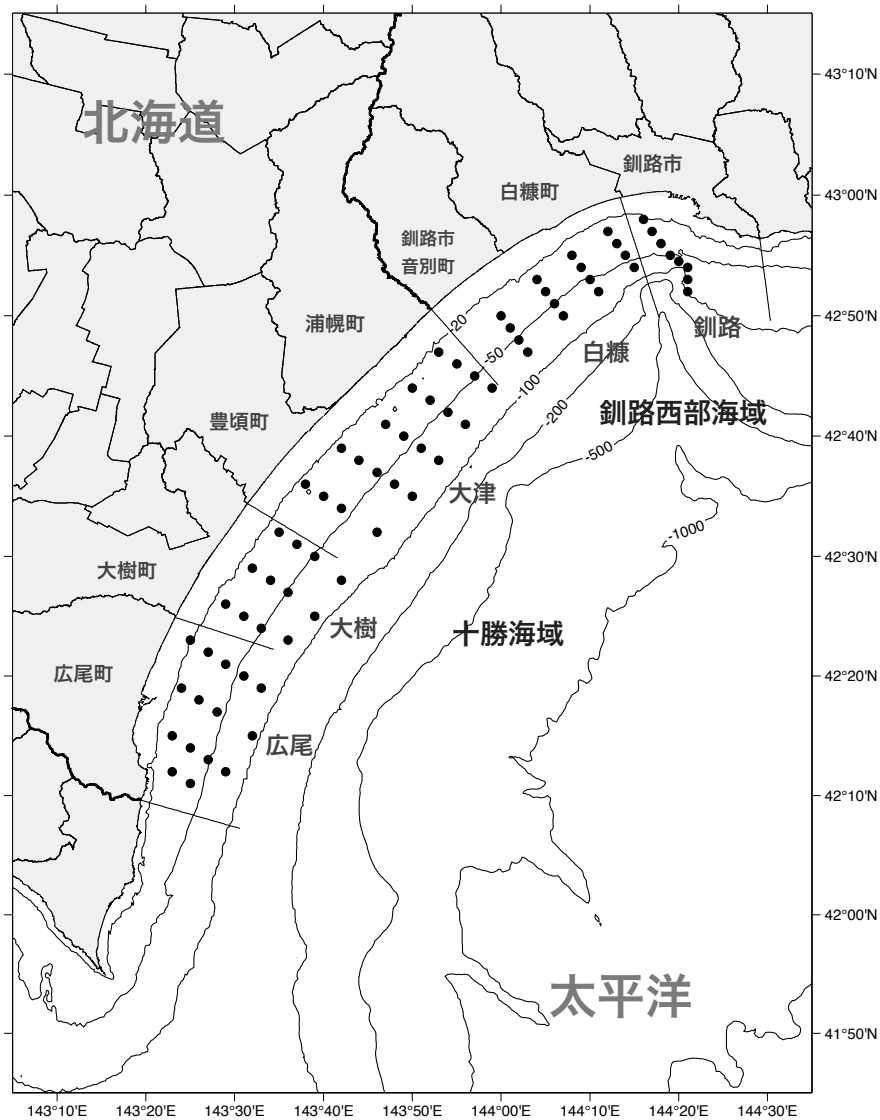


図1 2013年度漁場一斉調査の調査点（十勝：48定点，釧路西部：24定点）。

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
硬甲雄における甲長 L (mm) と体重 W (g) の関係	$W = 2.827 \times 10^{-4} L^{3.170}$	標準主軸回帰 SMA により推定
甲長 L (mm) の雄個体における脱皮後甲長の分布	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	$M = 0.208$	田内・田中の方法 (田中, 1960)

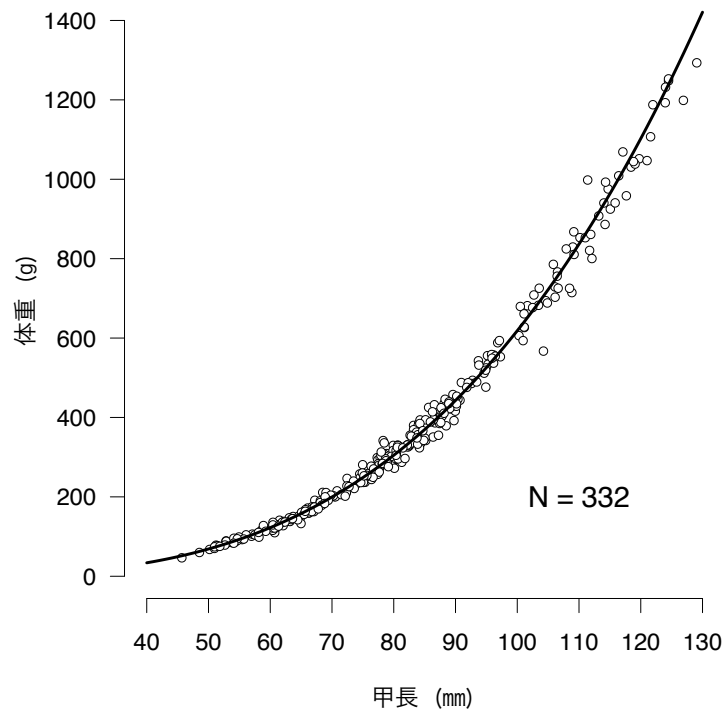


図2 雄ケガニ（硬甲）における甲長と体重の関係（N：測定個体数）。

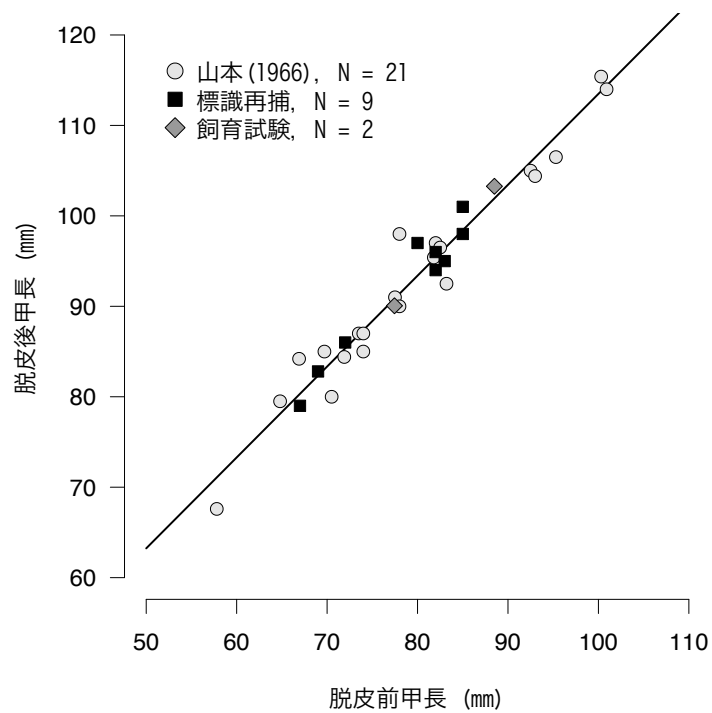


図3 雄ケガニにおける脱皮前甲長と脱皮後甲長の関係（N：測定個体数）。

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 十勝・釧路西部海域における許容漁獲量および漁業種類別漁獲量（4月～翌3月）

年度	許容漁獲量 (トン)	漁獲量 (トン)			計
		かにかご 試験操業	かにかご 資源調査	沖合底 びき網	
1992	-	-	51	0	51
1993	180	171.9	168.4	0	340.2
1994	230	218.0	390.5	0	608.6
1995	570	475.0	77.7	20.1	572.7
1996	460	413.9	62.1	7.0	482.9
1997	225	204.4	52.8	4.5	261.8
1998	225	113.8	17.1	3.1	134.0
1999	190	126.8	24.9	3.3	155.0
2000	190	163.2	38.7	2.0	203.9
2001	191	180.2	16.3	1.7	198.2
2002	126	91.9	11.1	2.2	105.2
2003	111	101.7	8.6	2.2	112.5
2004	-	-	14.1	0	14.1
2005	-	-	42.3	0	42.3
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
2013	250	240.3	-	1.5	241.8

※ 1992, 2004, 2005 年度は資源減少のため試験操業は休漁となり, 資源調査のみ実施された.

※ 2005 年度まで資源調査による漁獲量は許容漁獲量の対象外とされていた.

※ 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.

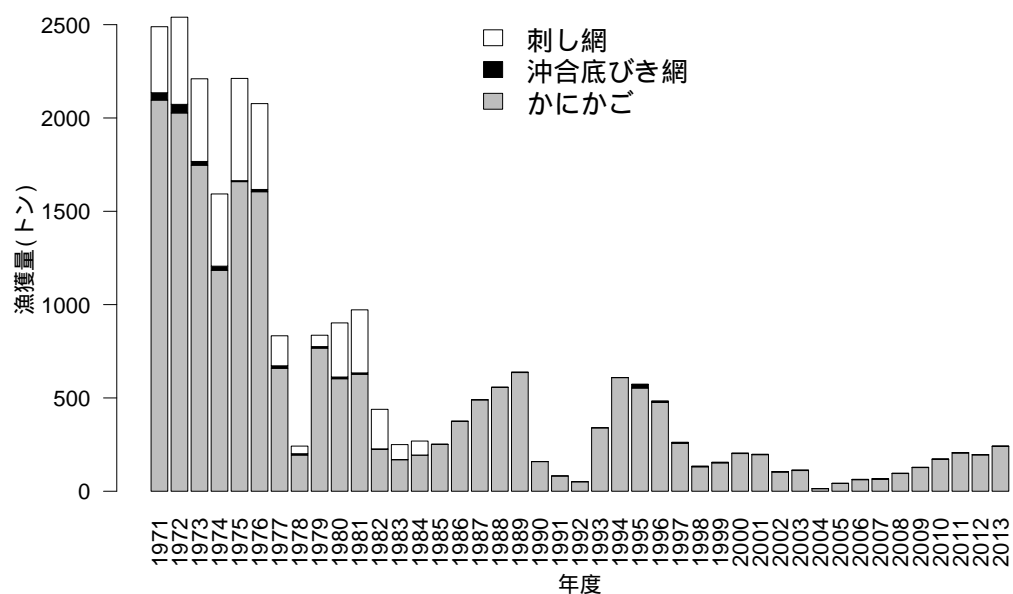


図4 漁業種類別漁獲量の推移（1971～2013年度）。

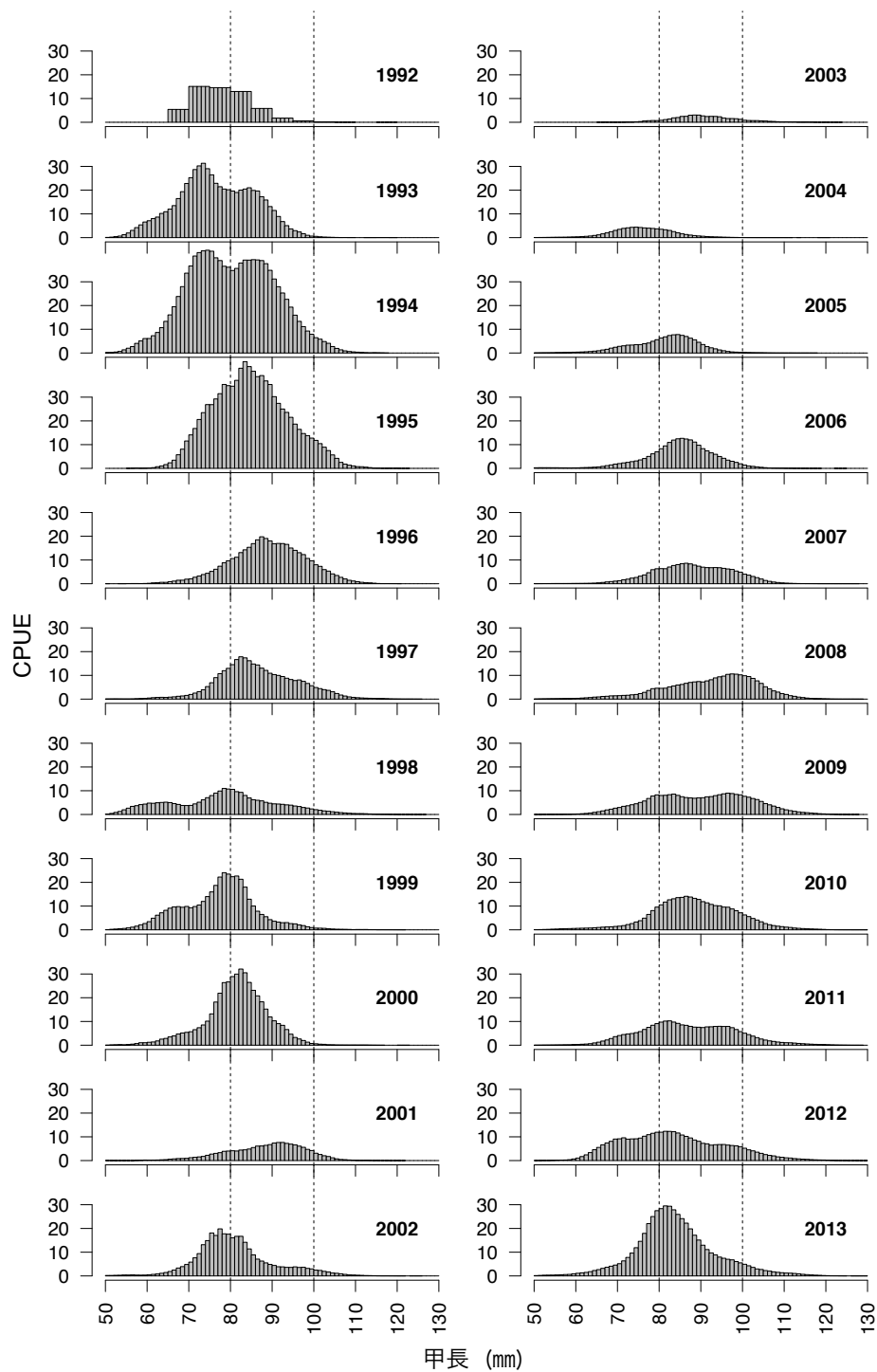


図5 甲長階級別 CPUE の推移 (1992~2013 年度漁場一斉調査)。

甲長階級の幅は 1mm (1992 年度のみ 5mm)。CPUE は雄の 100 かごあたり漁獲個体数。

1992~2003 年度の調査時期：十勝 11 月下旬，釧路西部 9~11 月。

2004~2013 年度の調査時期：全海域 11~12 月。

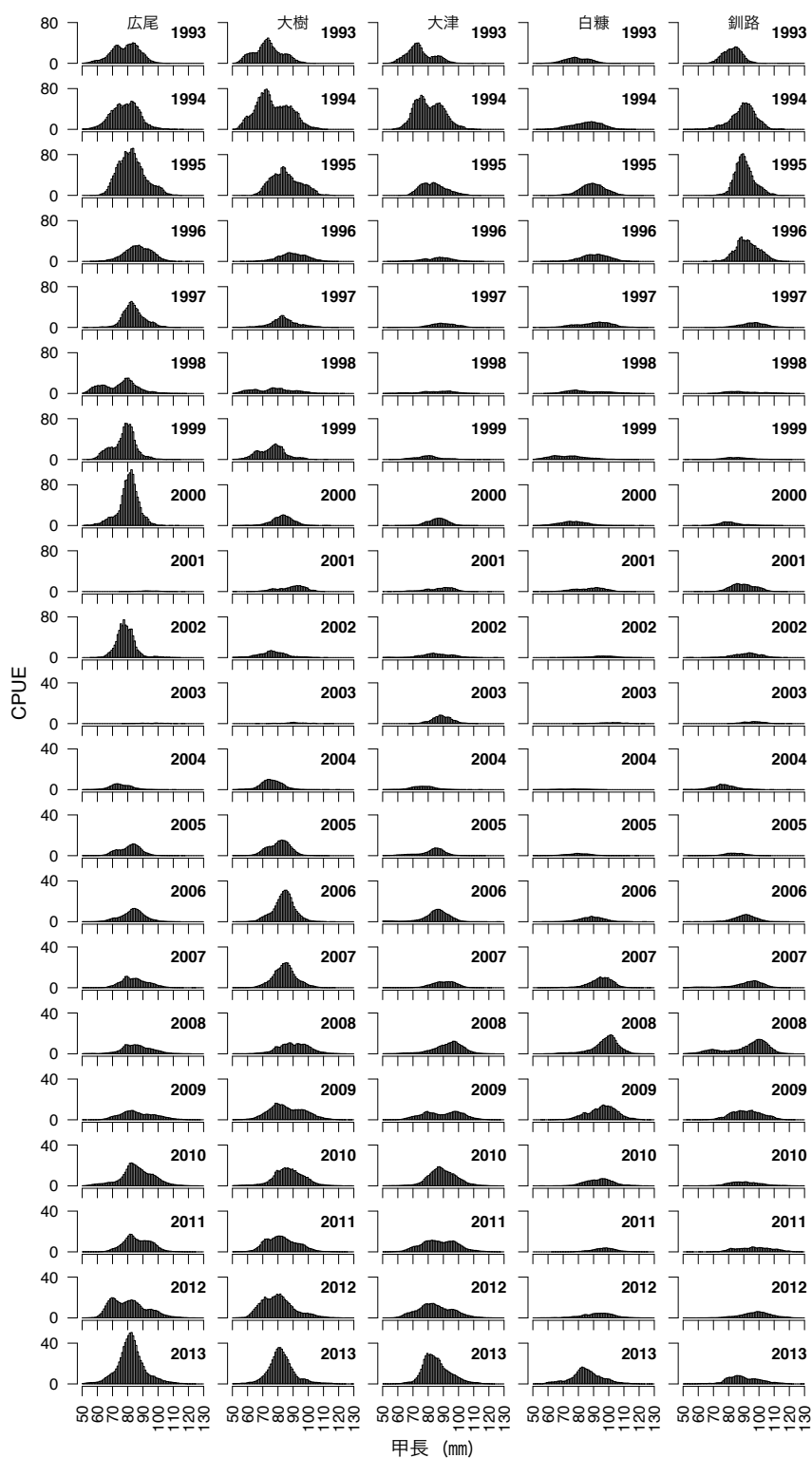


図6 各地区における甲長階級別 CPUE の推移 (1993~2013 年度漁場一斉調査)。

甲長階級の幅は 1mm。CPUE は雄の 100 かごあたり漁獲個体数。

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。

2004~2013 年度の調査時期：全海域 11~12 月。

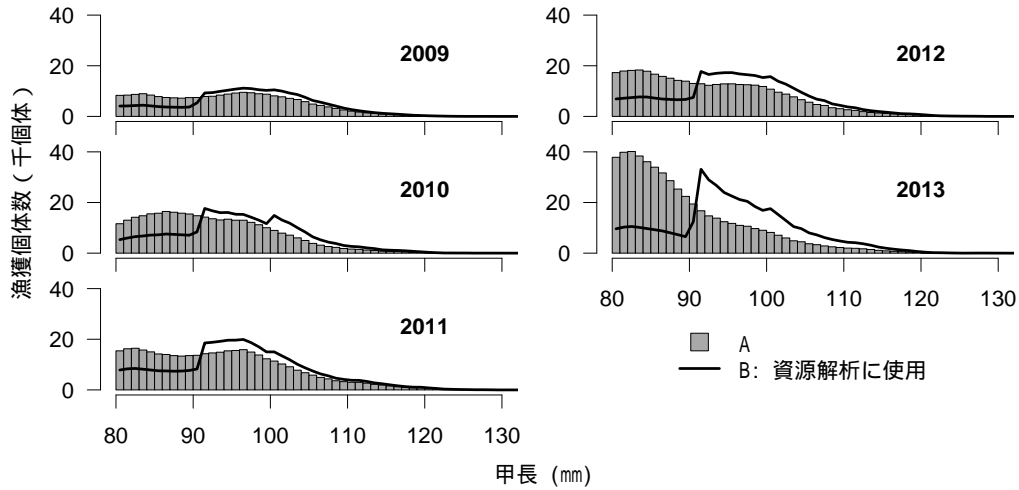


図7 2009～2013 年度漁期における甲長階級別漁獲個体数の推定結果。
 A：漁獲量及び漁場一斉調査による甲長組成を用いた推定結果。B：漁獲量，漁場一斉調査による甲長組成，及び操業日誌による出荷サイズ組成を用いた推定結果（資源解析に使用）。

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	$q = 1.913 \times 10^{-6}$
甲長階級 l (mm) の雄個体における脱皮確率 m_l	$m_l = 1 / \{1 + e^{-15.90 + 0.1810(l + 0.5)}\}$
雄 12 齢期群の甲長分布 (mm)	正規分布 $N(m_r = 81.66, S_r^2 = 5.195^2)$
y 年度における雄 12 齢期加入個体数 R_y	$R_{2004} = 263271, R_{2005} = 580886,$ $R_{2006} = 708470, R_{2007} = 453444,$ $R_{2008} = 292604, R_{2009} = 612255,$ $R_{2010} = 668025, R_{2011} = 450637,$ $R_{2012} = 768219, R_{2013} = 1954502$

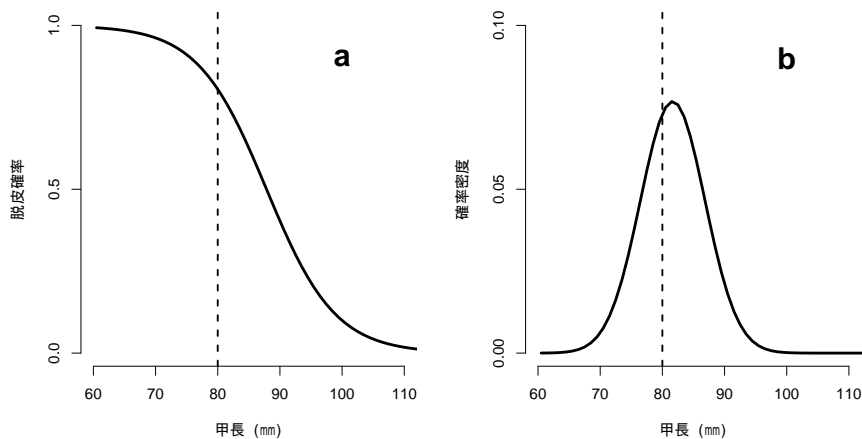


図8 甲長コホート解析（LPA）により得られたパラメータ。
 a. 脱皮確率。b. 12 齢期群の甲長分布。

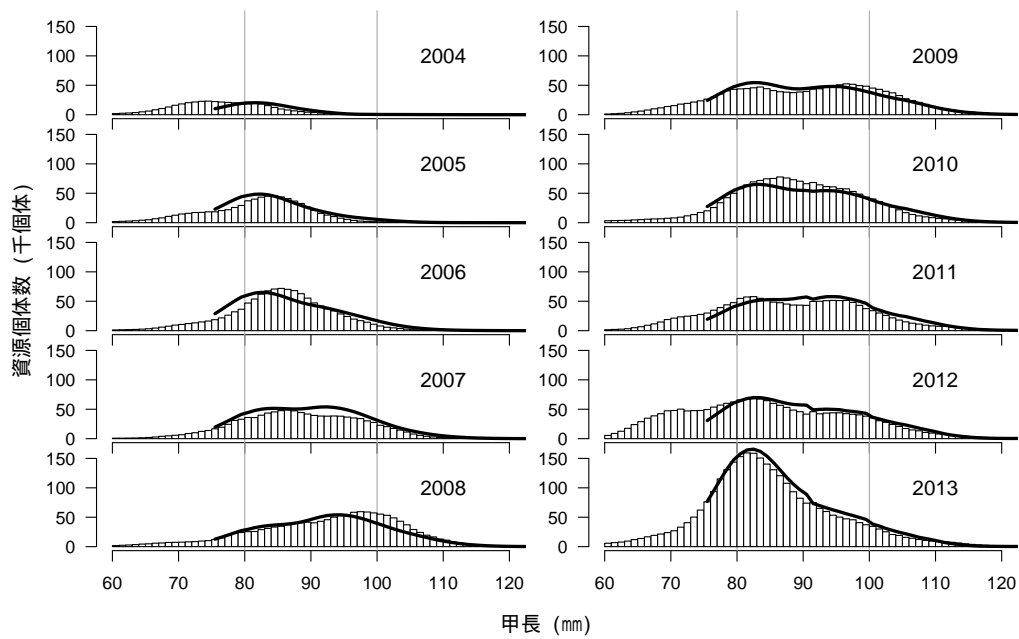


図9 甲長コホート解析 (LPA) による推定資源個体数のあてはめ。
 棒 : CPUE 観測値に基づく推定資源個体数 (CPUE / 漁具効率 q).
 線 : LPA による推定資源個体数.

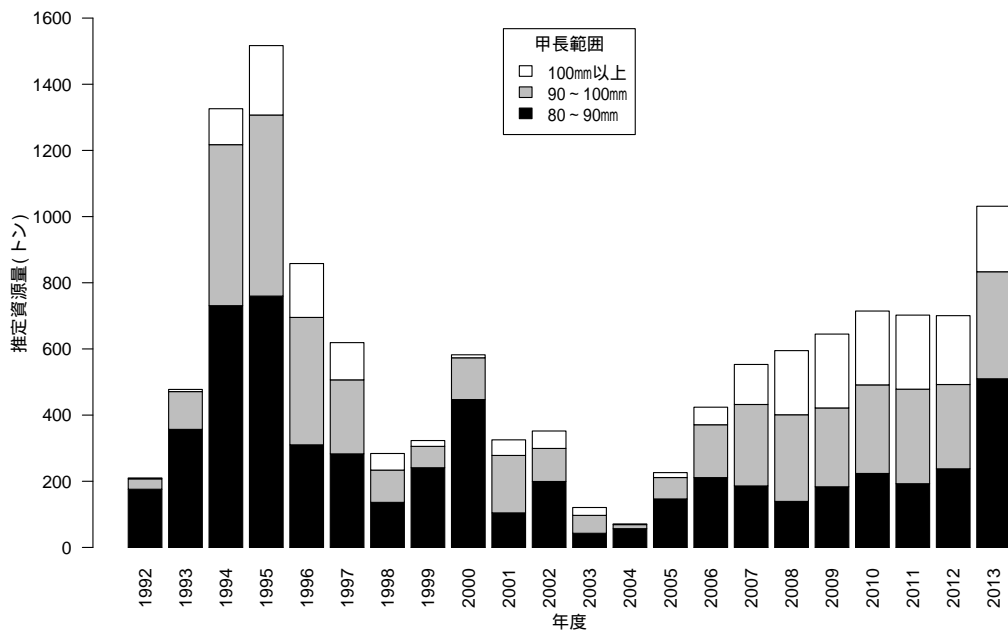


図10 推定資源量の推移。
 1992～2003年 : 9～11月調査データに基づく推定資源量 (CPUE / 漁具効率 q).
 2004～2013年 : 11～12月調査データを用いた LPA による推定資源量.

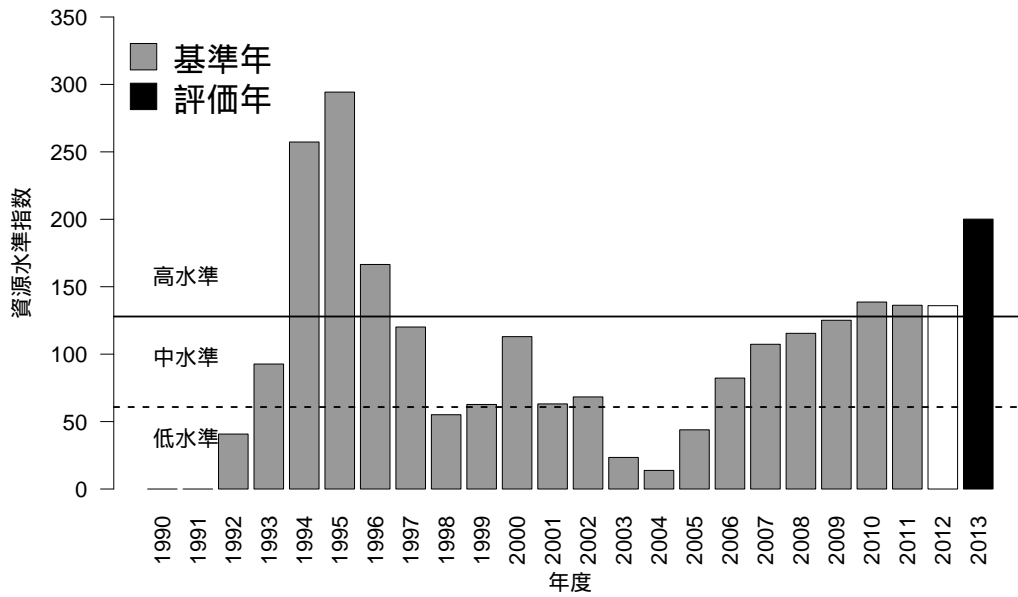


図 11 釧路西部・十勝海域におけるケガニの資源水準。
資源状態を示す指標：甲長 80mm 以上の雄の資源量。

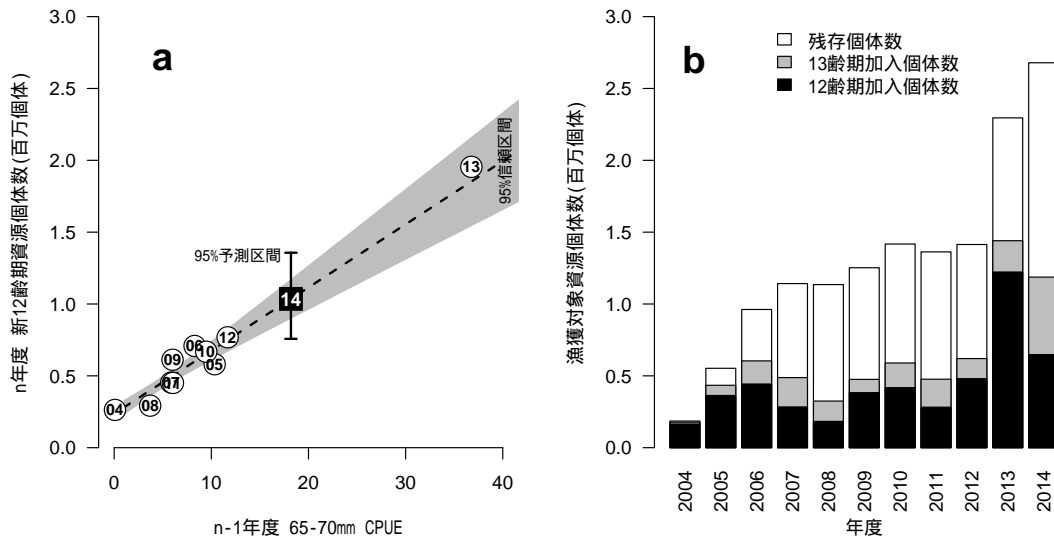


図 12 12 齢期資源個体数の予測および推定資源個体数の推移。
a. 2014 年度における 12 齢期資源個体数の予測： $n - 1$ 年度における甲長 65~70 mm の CPUE (100 かごあたり漁獲個体数) と n 年度における 12 齢期資源個体数 (LPA 推定値) の関係による予測. b. LPA による推定資源個体数 (甲長 80mm 以上オス)：2014 年度は予測.

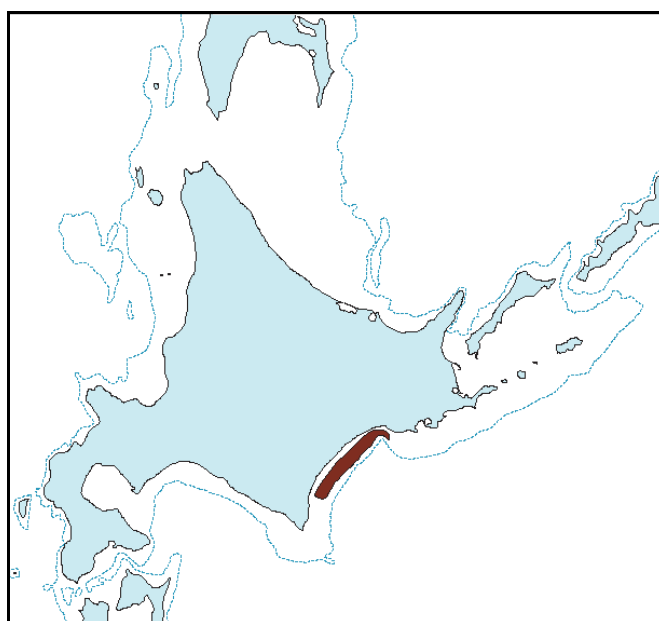
生態表 魚種名：ケガニ 海域名：釧路西部・十勝海域

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，成体期には深淺移動をしながら北東へ移動する傾向がある¹⁾。交尾期には20～50mの浅海域に多く分布する。

2. 年齢・成長（加齡の基準日：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²⁾，森ら³⁾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⁴⁾。
- ・メス：2歳，甲長43mm前後から成熟する個体がみられる⁴⁾。甲長60～65mm以上で半数以上の個体が成熟する⁵⁾。

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)