

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 (2014年度)	資源評価方法	2014年度の 資源状態	2014～2015年度 の資源動向
2014年4月1日～ 2015年3月31日	資源量	高水準	横ばい

*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，1993～2003，2006～2014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（2014年度：1トン×9隻＝9トン）を配分している。

・操業許可隻数（2014年度）

十勝：18隻

釧路西部：Ⅰ期8隻，Ⅱ期4隻，Ⅲ期9隻

・操業許可期間（2014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

2014 年度の漁場一斉調査は，十勝では 48 定点で 11 月下旬～12 月上旬に 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。甲長階級は 1 mm 幅で 60～139 mm とした。
- ② 甲長階級別漁獲尾数: 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。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尾数を推定した。
- 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²⁾ (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³⁾ (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⁴⁾ 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⁵⁾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⁶⁾ (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尾数、 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 $N(m_r, S_r^2)$ 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。

$$RSS = \sum_{y=2004}^{2014} \sum_{l=75}^{139} (U_{y,l} - qN'_{y,l})^2$$

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それぞれ予測し、これらの重量換算値を合計して、2015 年度の予測資源量とした。

- ① 12 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、2015 年度に12 齢期となる資源個体数を予測し、うち甲長 80 mm以上となる加入尾数を算出した。
- ② 13 齢期加入尾数: 2014 年度に甲長 80 mm 未満であった12 齢期群のうち、2015 年度に脱皮成長して13 齢期で甲長 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: 2014 年度の推定資源尾数及び推定漁獲尾数から、2015 年度の残存尾数を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、漁獲量は徐々に増加し、2014年度は253トンであった。

・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、2014年度の実操業隻数は39隻となっている。

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を延長したため、2011～2014年度は十勝27.8万～30.9万かご、釧路西部20.7万～26.9万かごに増加した。

(2) 現在(評価年)までの資源状態

漁場一斉調査で得られた雄の甲長組成を地区別に図5に示す。甲長組成の特徴として、十勝海域で甲長70mm前後の11齢期群が高い水準で発生するとともに、海域全体のCPUEが高くなり、また、釧路海域で甲長80, 90mm台といった大型個体のCPUEが高くなる特徴が見られる。

海域全体を甲長10mmごとに集計した雄のCPUEを図6に示す。甲長60～80mmのCPUEは、2002年度まで数年おきに高い値が見られたが、それ以降は2011年度まで75以下の低い値が続いた。2012年度には甲長70mm前後の11齢期群の加入が多くなり、CPUEは150に増加した。その後、2013年度は174, 2014年度も136と比較的高い値となっている。甲長80mm以上のCPUEは、1995年度の655が最も高く、2004年度の23にかけて大きく減少した。それ以降、CPUEは次第に回復し200前後で推移した。2013年度からは80mm台の新規加入が多くなったことで、CPUEは350前後と高い値となっている。また、近年は甲長90mm以上の割合が高くなっている。

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以上の大型個体を選択的に漁獲している。そこで、2009年以降は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、その結果は図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。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 のあてはまりは良好であった(図9)。

1992～2014年度の資源量を図10に示す。資源量は1995年度に1,485トンとなった後、2004年度に74トンまで減少したが、その後は増加傾向となり2010年度には699トンとなった。2012年度にかけては横ばい傾向で推移したが、2013年度には加入量の増加により

931 トンに増加，2014 年度には 1,099 トンとなっている。

(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 年度以降の資源量を資源状態の指標とした。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となる資源水準指数 57～121 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。2014 年度の資源水準指数は 206 であり「高水準」と判断した（図 11）。

(4) 今後の資源動向：横ばい

2015 年度の加入尾数の予測値は約 82.7 万尾，残存個体数は約 150 万尾となり，総尾数では 2014 年度とほぼ等しくなった（図 12）。これを重量換算した 2015 年度漁期はじめの資源量は 2014 年度より 5%増加する 1,151 トンと予測された。資源動向については，2004 年度以降の資源動向から見て横ばいと判断した。

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) 美坂 正，石田宏一：I-3.10 ケガニ，平成 25 年度釧路水産試験場事業報告書，77-84（2015）
- 3) 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）
- 4) 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）
- 5) 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）
- 6) 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）
- 7) R Core Team: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (2014)

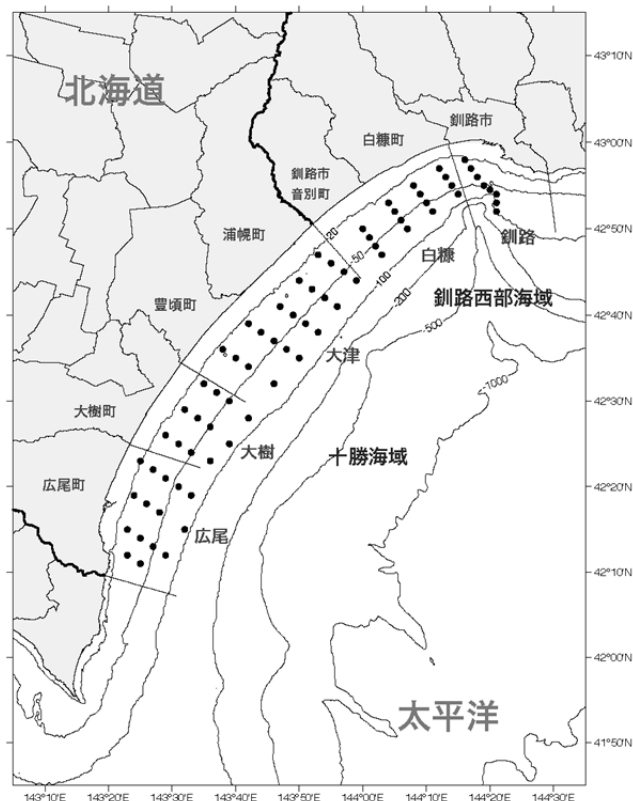


図1 2014年度漁場一斉調査の調査点(十勝:48定点, 釧路西部:24定点).

表1 解析に使用したパラメータと計算方法

項目	値または計算式	方法
甲長 L (mm) と体重 W (g) の関係 (硬甲雄)	$W = 2.827 \times 10^{-4} L^{3.170}$	標準主軸回帰SMAにより推定
甲長 L (mm) における脱皮後の甲長分布 (雄個体)	正規分布 $N(12.987 + 1.005L, 2.253^2)$	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
自然死亡率 M	$M = 0.208$	田内・田中の方法

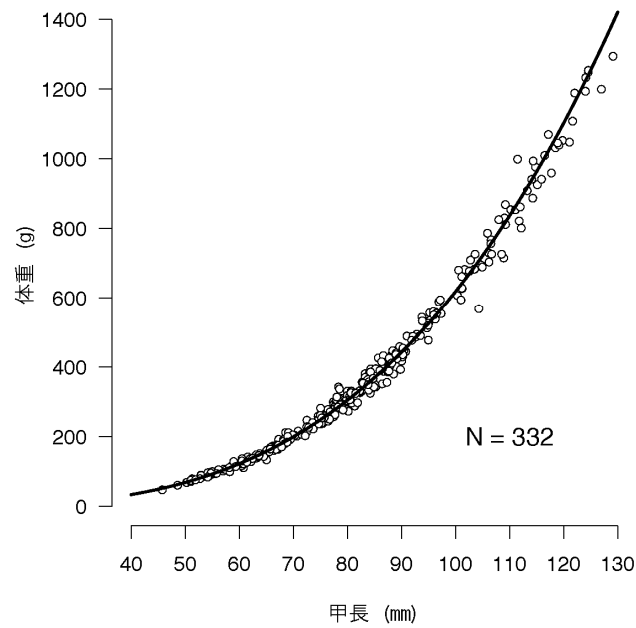


図2 雄ケガニ(硬甲)における甲長と体重の関係.

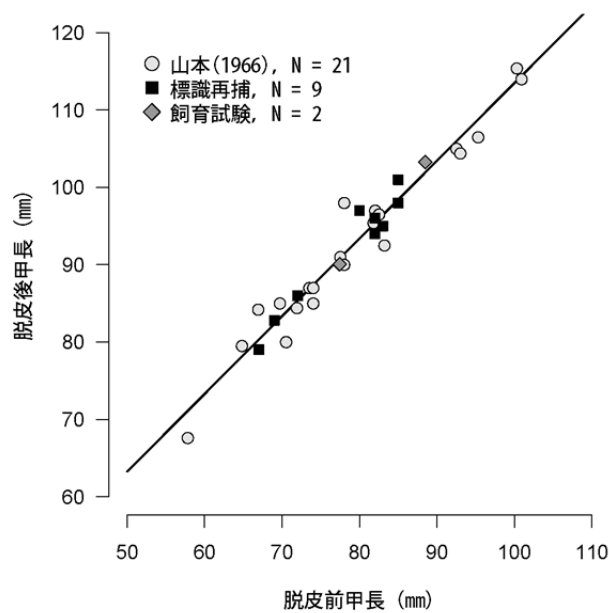


図3 雄ケガニにおける脱皮前甲長と脱皮後甲長の関係.

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 十勝・釧路西部海域における許容漁獲量および漁業種別漁獲量(4～翌3月)

年度	許容漁獲量 (トン)	漁業種別漁獲量(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
2014	260	251.0	-	1.8	252.8

*1992, 2004, 2005年度は資源減少のため試験操業は林漁となり, 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。

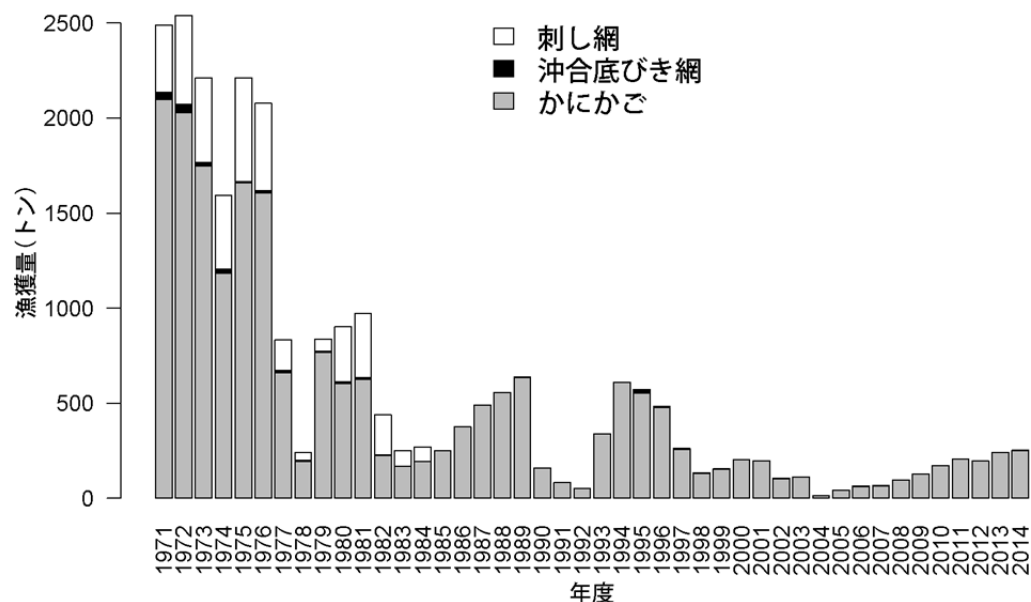


図4 漁業種別漁獲量の推移。

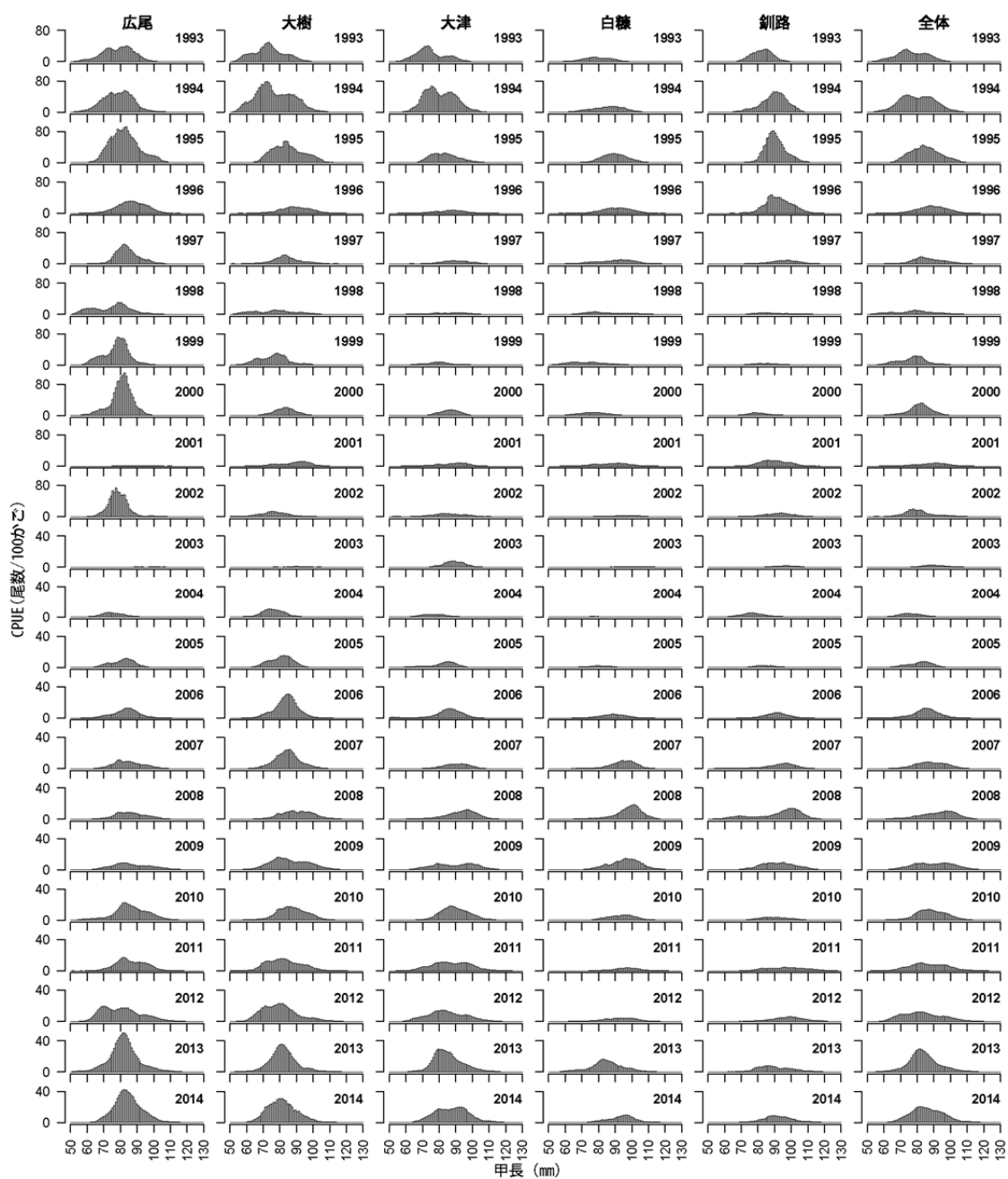


図5 甲長階級別 CPUE の推移(1993～2014 年度漁場一斉調査).
 1992～2003 年度の調査時期:十勝 11 月下旬, 釧路西部 9～11 月
 2004～2014 年度の調査時期:全海域 11～12 月

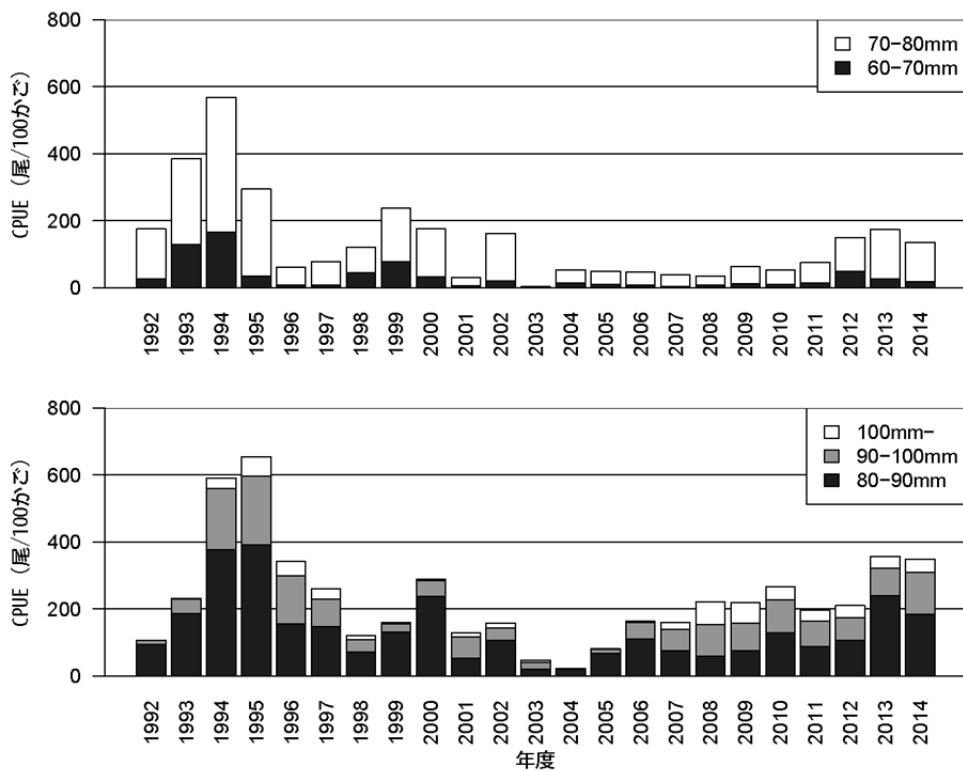


図6 全海域における甲長階級別の CPUE 推移(図5を10mm 階級で再集計).
 上段:甲長 80mm 未満, 下段:甲長 80mm 以上

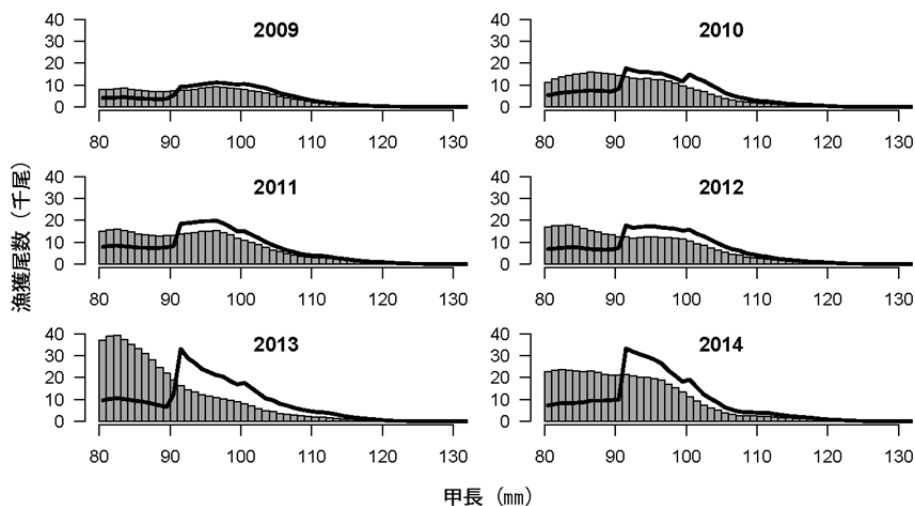


図7 2009~2014 年度漁期における甲長階級別漁獲尾数の推定結果.
 棒: 漁獲量及び漁場一斉調査による甲長組成を用いた推定結果
 折れ線: 漁獲量, 漁場一斉調査による甲長組成および操業日誌による出荷サイズ組成を用いた推定結果(資源解析に使用)

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	
漁具効率 q	$q = 1.9548 * 10^{-6}$
甲長 l (mm) における脱皮確率 m_l	$m_l = 1 / \{1 + e^{(12.94 + 0.1486(l + 0.5))}\}$
12 齡期群の甲長分布 (mm)	正規分布 $N(m_r = 81.55, S_r^2 = 5.098^2)$
y 年度における12 齡期加入尾数 R_y	$R_{2004} = 282,732, R_{2005} = 581,209, R_{2006} = 695,842, R_{2007} = 433,892$ $R_{2008} = 296,149, R_{2009} = 608,018, R_{2010} = 660,421, R_{2011} = 427,812$ $R_{2012} = 717,919, R_{2013} = 1,739,988, R_{2014} = 882,036$

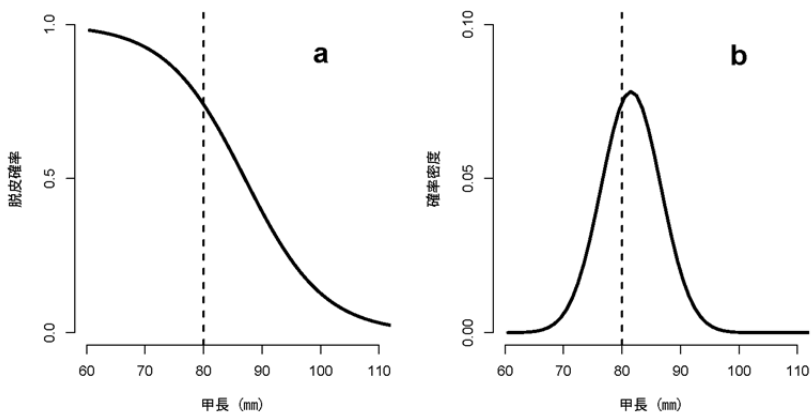


図 8 甲長コホート解析(LPA)により得られたパラメータ.

a. 脱皮確率 b. 12 齡期群の甲長分布

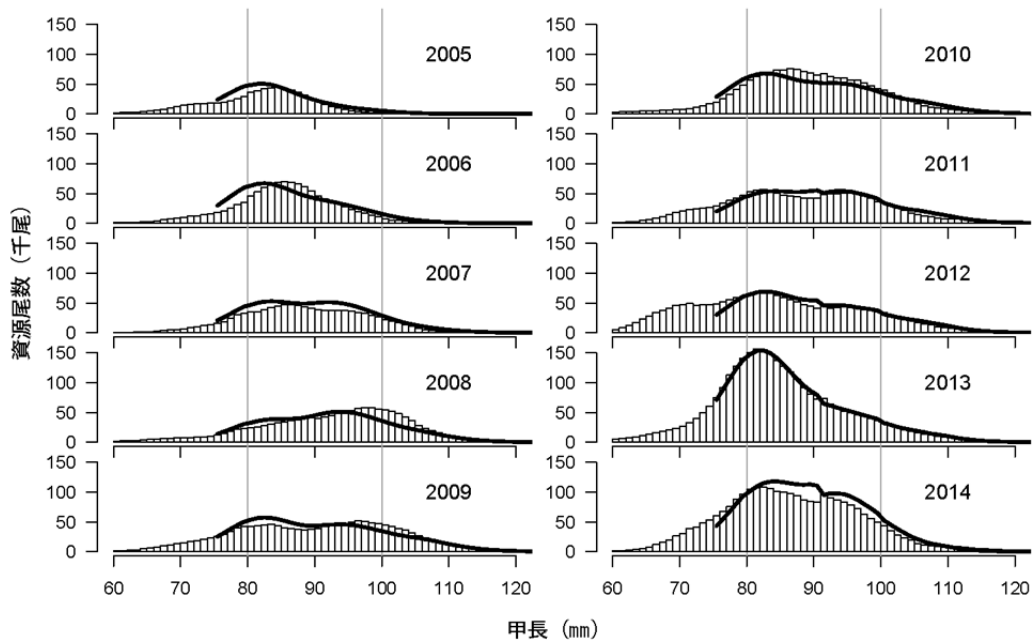


図 9 甲長コホート解析(LPA)による推定資源個体数のあてはめ.

棒: CPUE 観測値に基づく推定資源個体数(CPUE/漁具効率 q)

折れ線: LPA による推定資源個体数

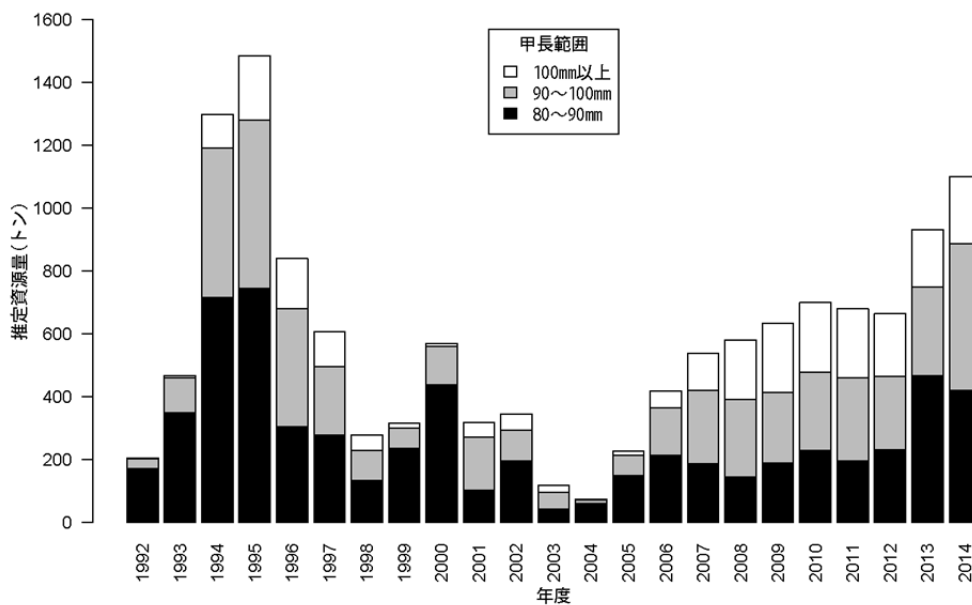


図 10 推定資源量の推移.

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)

2004~2014 年: 11~12 月調査データを用いた LPA による推定資源量

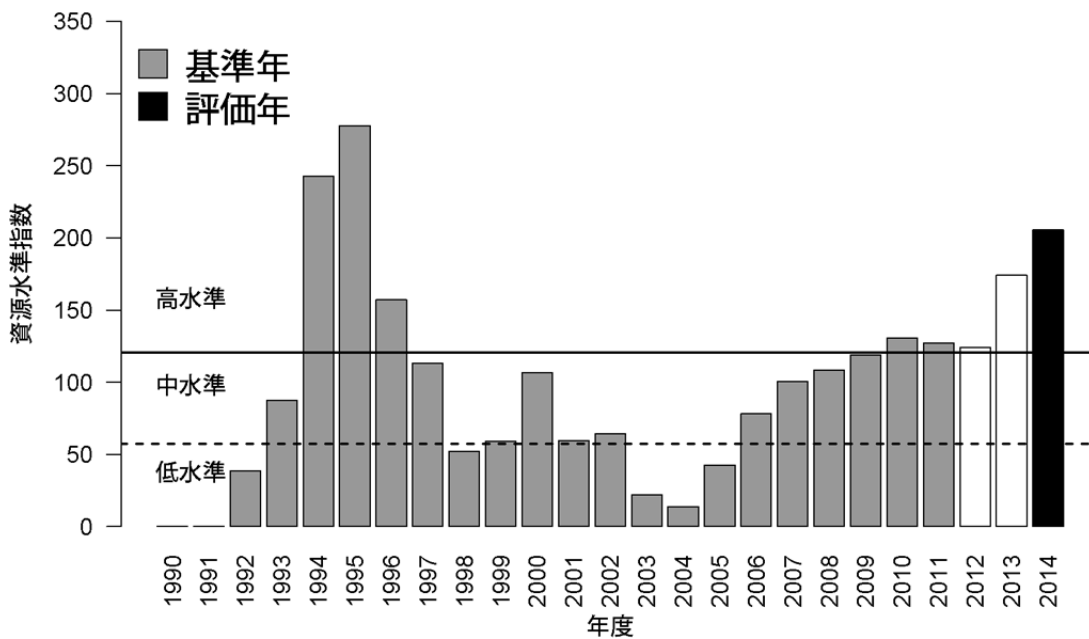


図 11 釧路西部・十勝海域におけるケガニの資源水準.

資源状態を示す指標: 甲長 80mm 以上の雄の資源量

中水準は、順位区分の 25~75% に対応する水準指数の範囲とした

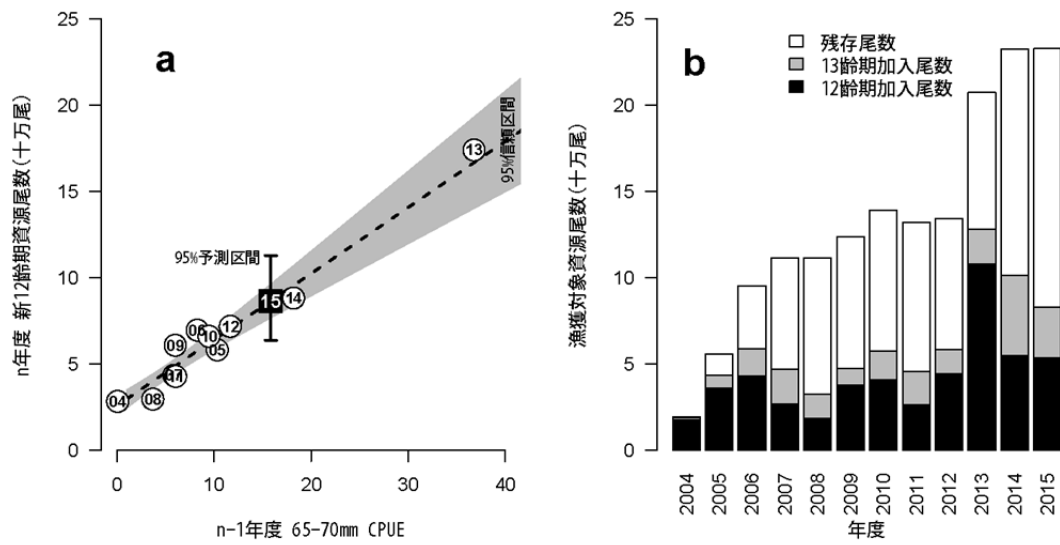


図 12 12 齢期資源尾数の予測および推定資源尾数の推移.

a: 2015 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 と n 年度における 12 齢期資源尾数との関係による予測)

b: LPA による推定資源尾数 (甲長 80mm 以上オス): 2015 年度は予測値

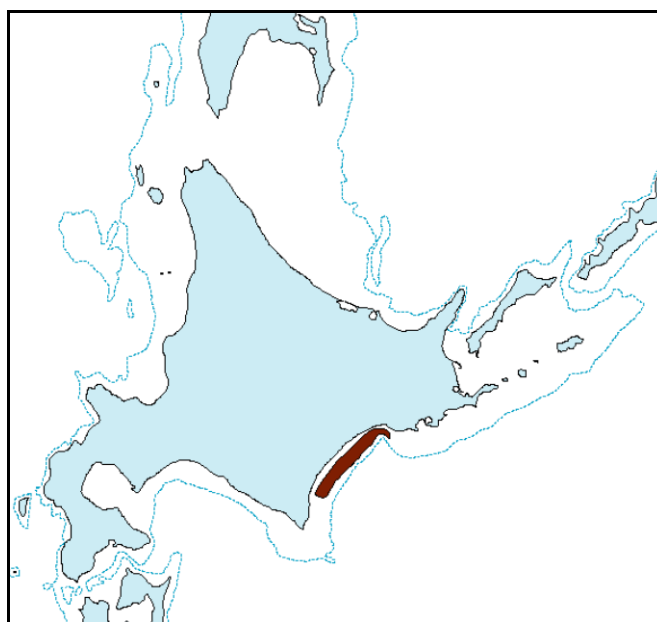
生態表 魚種名：ケガニ 海域名：釧路西部・十勝海域

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	110	218	398	679	1,045
	メス	44	88				

（年齢と甲長の関係は阿部²⁾，オスの甲長と体重の関係は美坂・石田³⁾，メスの甲長と体重の関係は森ら⁴⁾）

※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) 美坂 正, 石田宏一: I-3.10 ケガニ, 平成25年度釧路水産試験場事業報告書, 77-84 (2015)
- 4) 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)
- 5) 佐々木潤, 桑原康裕:ケガニの齡期判別法と成長. 北水試研報. 55, 29-67 (1999)
- 6) 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)