

魚種（海域）：ケガニ（釧路西部・十勝海域）

担当：釧路水産試験場（本間隆之）

要 約

評価年度：2017年度（2017年4月～2018年3月）

2017年度の漁獲量：199トン（前年比0.78）

資源量の指標	資源水準	資源動向
雄の甲長 8cm 以上の資源重量	中水準	横ばい

本海域のケガニの漁獲量は、1992年度に資源状況の悪化から自主休漁となった。1993年度からは試験操業として漁業が再開されたが、2003年度には資源が再び悪化し2004、2005年度には試験操業も休止となった。2006年度から試験操業が再開され漁獲率を低く抑えたことで、資源の安定化が図られ資源の回復につながり、漁獲量も徐々に増加し、2011年度には200トンを超えるようになった。しかし2016年度から資源が大きく減少し、2017年度は許容漁獲量222トンに対して199トンと前年より減少し、低く安定していた漁獲割合も2016年度以降、上昇している。2016年度以降の加入動向も不明瞭なため、今後の資源動向に注意するとともに、資源状況に見合った資源利用を図っていく必要がある。

1. 資源の分布・生態的特徴**(1) 分布・回遊**

釧路西部から十勝沿岸の太平洋海域の水深150 m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輸送され、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¹⁾。交尾期には20～50 m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
甲長(mm)	オス	46	59	71	84	98
	メス	43	53			
体重(g)	オス	53	116	209	356	580
	メス	44	88			

※年齢と甲長：オスの年齢と甲長の関係は、2歳の甲長は阿部¹⁾から46mmとし、3歳以降は、脱皮周期についてはAbe²⁾、脱皮成長量については三原ら³⁾にしたがって、2歳の甲長と北海道沿岸域共通の定差式³⁾から8歳まで計算して求めた。メスの年齢と甲長の関係は、阿部¹⁾による。

※甲長と体重：オスは美坂・石田⁴⁾、メスは森ら⁵⁾、いずれも道東海域での測定データ

※オスの甲長と体重の関係式⁴⁾： $W = 2.827 \times 10^{-4} L^{3.170}$

※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46 mm前後から成熟する個体が見られる⁶⁾。
- ・メス：2歳，甲長43 mm前後から成熟する個体が見られる⁶⁾。甲長60～65 mm以上で半数以上の個体が成熟する⁷⁾。

(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¹⁾。
- ・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¹⁾。
- ・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。

2. 漁業の概要**(1) 操業実勢**

漁業	採捕期間	主漁場	主要な漁具	着業隻数(2017年度)
けがにかご試験操業 (1993年度～)	・9～1月	・釧路西部海域 釧路市東部～白糠	かにかご(100かご/のし)	操業隻数：40隻以内 (2017年度：39隻)
	・11～1月	・十勝海域 大津～広尾		

(2) 資源管理に関する取り組み

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⁸⁾，これにしたがってABC(生物学的許容漁獲量)について上限値と安全率を見込んだ目標値の2つの値を算出し，資源評価結果と合わせて北海道に報告し，この結果を基に許容漁獲量が決定される。

3. 漁獲量および漁獲努力量の推移**(1) 漁獲量**

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1)。さらに，1990年度には159トン，1991年度には82トンまで減少したため，1992年度には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として開始され，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となった。2003年度には資源状態が再び悪くなったため，2004，2005年度は試験操業も休止となった(表1，図1)。その後，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たが、2016年度から減少し、2017年度は前年より56トン減少し199トンであった。2017年度の漁獲金額は、前年より1.3億円減少して10.1億円であった。

(2) 漁獲努力量

1989年度までの操業隻数は200隻以上あったが、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隻数は増加した。2017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、2007年度は十勝では約10万かごであったが、2011年度に操業期間の延長により、2011～2015年度は27.8万～32.3万かごで推移し、2016年度は49.8万かごと大幅に増加し、2017年度はやや減少したが43.2万かごであった（図2）。釧路西部海域は、2010年度は約16万かごであったが、2015年度は33.8万、2016年度には34.6万、2017年度には34.8万かごと徐々に増加している（図2）。

4. 資源状態

(1) 現在までの資源動向：資源量の推移

漁場一斉調査で得られた甲長10mmごとに集計した雄のCPUEを図3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（尾/100かご）以下の低い値が続いた。近年では、2012年度以降、高い値が続き、2016年度は217、2017年度では208と200（尾/100かご）を越えた。甲長80mm以上のCPUEは、1995年度の655（尾/100かご）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、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前後で推移した。しかし、2016年度にCPUEが大きく減少し、2017年度は185（尾/100かご）と2006～2007年度レベルに低下した。2013～2015年度に甲長80～90mmの小型個体のCPUEが200前後だったにもかかわらず2016年度に甲長90mm以上のCPUEが減少している。

推定された資源量の推移を図4に示す（解析の詳細は「評価方法とデータ」参照）。資源量は1995年度に1,487トンとなった後、2004年度に53トンまで減少した。その後、増加傾向となり2010年度には781トンとなった。2012年度にかけては横ばいで推移したが、2013年度には加入量の増加により967トン、2014年度には1008トンに増加したが、2016年度に673トンに大きく減少し、2017年度は510トンであった。

(2) 評価年の資源水準：中水準

現在の調査体制となった1992年度以降の資源量を資源状態の指標とした。また、水準計算の範囲はデフォルトの1995年度からの20年間でなく試験操業となった1992年度から近

年の高水準の状況も含む2016年度までの25年間とした。この範囲における中央値を100として、25～75パーセンタイル区間となる資源水準指数53.0～129.8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。2017年度の資源水準指数は85であり「中水準」と判断した(図5)。

(3) 今後の資源動向：増加

2018年度の新規加入量は410トンと予想され、前年より増加する。これに推定された残存量314トンを加えた2018年度漁期はじめの資源量は2017年度の1.42倍の724トンと予測された(図6)。しかし、2016年度以降、甲長80mm以上の資源が減少し、甲長サイズ間のつながりもあまり見られなくなり、資源の加入動向が不明瞭になっていることから、資源動向については「横ばい」と判断した。

5. 資源の利用状況

(1) 漁獲割合

本海域における過去からの資源量と漁獲量および漁獲割合の推移を図7に示す。漁獲割合は2000年代前半までは、0.5を上回る年があり変動も大きい。これは、不法漁獲や資源量の過大推定が要因で、加入依存の不安定な状態であった。2004年度以降、漁獲割合を低く抑えたことや密漁がほとんどなくなったこと(十勝海域毛がに漁業調整協議会資料)などによって、資源の安定化や漁獲物の大型化が実現したと考えられる。2015年までは0.33以下の値で安定して推移していたが、2016、2017年度では0.4に近づいている。

(2) 生物学的許容漁獲量および許容漁獲量

以上の資源評価に基づき、「北海道ケガニABC算定のための基本規則」にしたがって⁸⁾、2017年度の生物学的許容漁獲量(ABC)の目標値は、222トンと算定された。これを踏まえ、2017年度の許容漁獲量は222トンと設定された。

(3) 利用状況と注意点

2013年度以降の許容漁獲量はABCの範囲内で設定されており、資源水準も中水準であることから、概ね適正な資源利用状況にあると考えられる。ただし、2016年度以降、甲長80mm以上の資源が減少し、漁獲割合が増加していることから、今後の資源動向に注意するとともに、資源状況に見合った資源利用を図っていく必要がある。

評価方法とデータ

(1) 資源評価に用いた漁獲統計

漁獲量, 操業隻数	釧路・十勝各振興局水産課がとりまとめた漁獲日報
-----------	-------------------------

(2) 資源調査方法

資源調査：目合 2 寸 5 分の調査用かごを各調査点に 100 かごずつ設置し、翌日漁獲されたケガニの性別、甲長（1 mm 未満切り捨て）、甲殻硬度などを記録した。2017 年度は、十勝海域では 11 月と 12 月に 2 回、それぞれ 48 点で、釧路西部海域の白糠地区では 11、12 月に 2 回、それぞれ 16 点で、釧路地区では 12 月に 2 回、それぞれ 8 点で実施した（図 8）。

甲長階級別 CPUE：海域全体で 11～12 月の資源調査が開始された 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 I （1 mm 幅で 60～139 mm）における CPUE を $U_{y,I}$ と表した。

成長モデル：脱皮前甲長 L_i (mm) と脱皮後甲長 L_{i+1} (mm) の関係を脱皮前後の実測データに基づく定差成長式（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および標準偏差（一定を仮定）を推定した（図 9）。実測データとしては、オホーツク海、太平洋海域における 100 個体の脱皮成長データを用いた⁷⁾。

$$L_{i+1} = 10.575 + 1.035 L_i \quad (S D = 1.836) \quad (1)$$

この定差成長式を用いて、甲長推移行列 P を作成した。

(3) 甲長階級別漁獲尾数

漁獲量、資源調査による雄の甲長階級別 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 I （1 mm 幅で 80～139 mm）における漁獲尾数を $C_{y,I}$ と表した。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 80 mm 台、90 mm 台、100 mm 以上の尾数比率）を用いて補正した（図 10）。

(4) 資源量の計算方法

甲長コホート解析法（LPA）により、資源尾数を推定したが、近年、甲長 80mm 以上の CPUE が減少し、特に 90mm 以上の CPUE の減少が著しい。このような急激な大型個体の減少に対して LPA では資源量に反映できず、あてはまりが良くないため（図 11）、2004～2016 年度は観測値（CPUE/漁具効率 q ）による資源尾数推定を行った。そして漁期はじめ（9 月 1 日）における甲長 80mm 以上の雄の資源尾数を推定した。なお LPA の詳細については十勝釧路西部ケガニの 2016 年度水産資源管理会議評価書⁹⁾ を参照。資源調査は年間漁獲量の約半分が漁獲される時期（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 $N_{y,I}$ は近似的に次のとおりとした。また、自然死亡係数は田内・田中の方法¹⁰⁾ により、 $M = 0.208$ (= 2.5/12) とした。

$$N_{y,l} = (U_{y,l} / q + 0.5 \cdot C_{y,l}) e^{0.25 \cdot M} \quad (2)$$

2017年度のみ最近年に重み付けしたLPAを用いた。パラメータはLPAの推定資源尾数のあてはまりが良好だった2015年度の値(表2)を用いた。

LPAにおいて、 $y+1$ 年度の甲長階級 l における資源尾数 $N_{y+1,l}$ は(3)式のとおり、前年度の12齢期以上の資源のうち脱皮する尾数と脱皮しない尾数および、脱皮成長により $y+1$ 年度に12齢期として加入する尾数の和で表現した。

$$N_{y+1,l} = \sum_l P \cdot A_{y+1,l} \cdot m_l + A_{y+1,l} \cdot (1 - m_l) + R_{y+1,l} \quad (3)$$

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で下記の(4)式で表した。 m_l は脱皮確率で2015年度の値(表2)を用いた。 $R_{y,l}$ 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 ($\sum p_l = 1$)の積で下記の(5)式で表した。比率 p_l は正規分布 $N(m_r, S_r^2)$ とし、同様に2015年の値(表2)を用いた。

$$A_{y+1,l} = N_{y,l} \cdot e^{-M} - C_{y,l} \cdot e^{(t-1) \cdot M} \quad (4)$$

$$R_{y,l} = R_y \cdot p_l \quad (5)$$

(4)式において、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。

資源調査は前述の通り12月1日前後に実施しているため、2017年の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。

$$N'_{y,l} = N_{y,l} \cdot e^{-0.25 \cdot M} - 0.5 \cdot C_{y,l} \quad (6)$$

次に(7)式の残差平方和RSSを最小化することで資源尾数等を推定した。この結果を2018年度の資源量予測に用いた。なお、最適化では、最新年の資源調査結果と資源との一致を重視して、最新年の2017年度の80mm以上の資源調査のCPUEに重みを付けて最適化した。

$$RSS = \sum_{y=2004}^{2016} \sum_{l=75}^{139} (U_{y,l} - q \cdot N'_{y,l})^2 + \sum_{l=80}^{139} (U_{2017,l} - q \cdot N'_{2017,l})^2 \times 100 \quad (7)$$

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。

(5)2018年度の資源量の予測

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下記のとおり求め、これらの重量換算値を合計して 2018 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 雄の調査 CPUE (11 齢期群の量的指標) と n 年度に 12 齢期になった資源尾数 (LPA 推定値) の関係を推定した。解析には R の関数 glm.nb を使用した。このモデルにより 2018 年度に 12 齢期になる資源尾数を予測し、このうち甲長 80 mm 以上となる尾数を算出した。パラメータ等は 2015 年度の値 (表 2) を用いた。
- ② 13 齢期加入尾数：2017 年度に甲長 80 mm 未満であった 12 齢期のうち、2018 年度に 13 齢期で甲長 80 mm 以上となる加入尾数を 12 齢期同様、2015 年度のパラメータ等 (表 2) を用いて推定した。
- ③ 残存尾数：2017 年度の推定資源尾数および推定漁獲尾数から、LPA の前進計算により 2018 年度の残存尾数を算出した。

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) Abe K. Important crab resources inhabiting Hokkaido waters. *Mar. Behav. Physiol.* 1992; 21: 153-183.
- 3) 三原栄次, 美坂 正, 佐々木潤, 田中伸幸, 三原行雄, 安永倫明: 北海道沿岸域におけるケガニの齢期と甲長. 日水誌. 82, 891-898 (2016)
- 4) 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)
- 5) 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)
- 6) 佐々木潤, 栗原康裕:ケガニの齢期判別法と成長. 北水試研報. 55, 29-67 (1999)
- 7) 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)
- 8) 美坂 正, 佐々木潤, 田中伸幸, 三原栄次, 三宅博哉: 「北海道ケガニABC算定のための基本規則」の策定について. 北水試だより. 88, 5-10 (2014)
- 9) 釧路水産試験場:ケガニ (釧路西部・十勝海域). 2016 年度水産資源管理会議評価書. 北海道立総合研究機構水産研究本部. 2017. (オンライン), 入手先
<<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/index.html>>
- 10) 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)

表1 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
2015	280	270.1	-	2.0	272.1
2016	298	253.0	-	1.9	254.9
2017	222	197.2	-	2.0	199.2

*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。

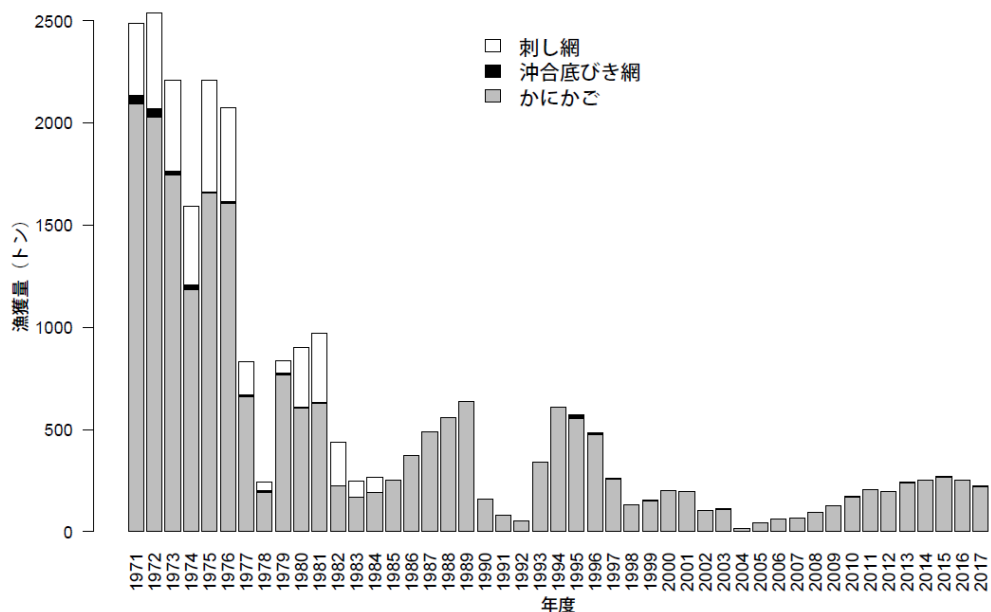


図1 漁業種類別漁獲量の推移

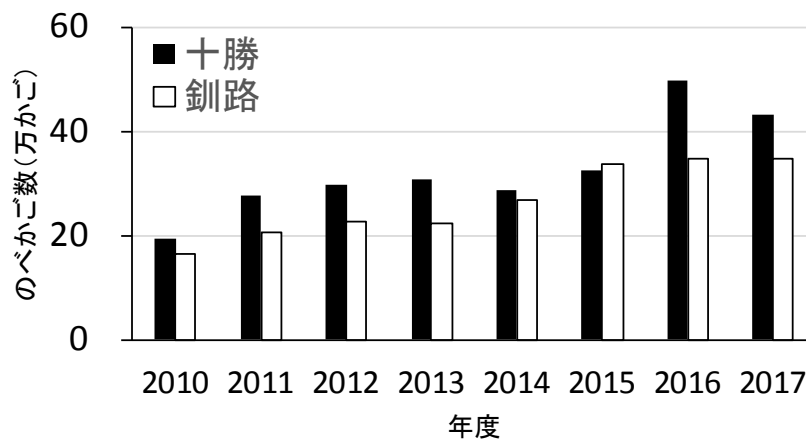


図2 漁獲努力量の推移

(操業日誌調査による集計値)

(釧路海域の2009年度以前の値は未集計)

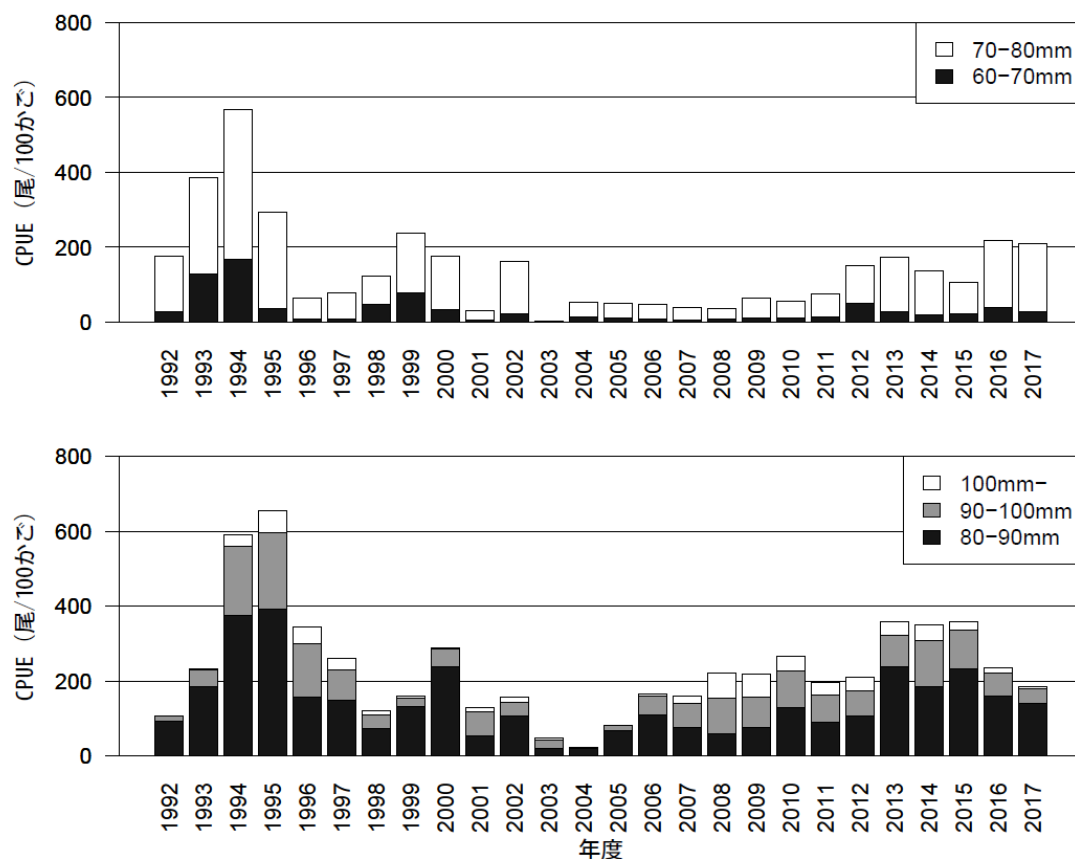


図3 全海域における甲長階級別の CPUE 推移

上段: 甲長 80 mm 未満, 下段: 甲長 80 mm 以上

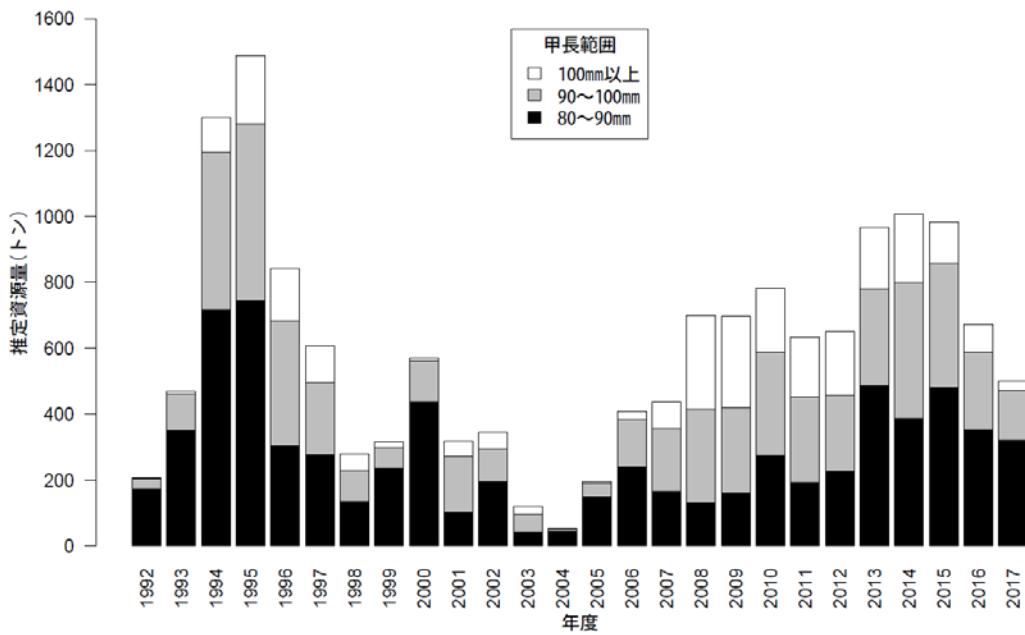


図4 推定資源量の推移

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)
 2004～2016年：11～12月調査データに基づく推定資源量(CPUE/漁具効率 q)
 2017年：11～12月調査データを用いたLPAによる推定資源量

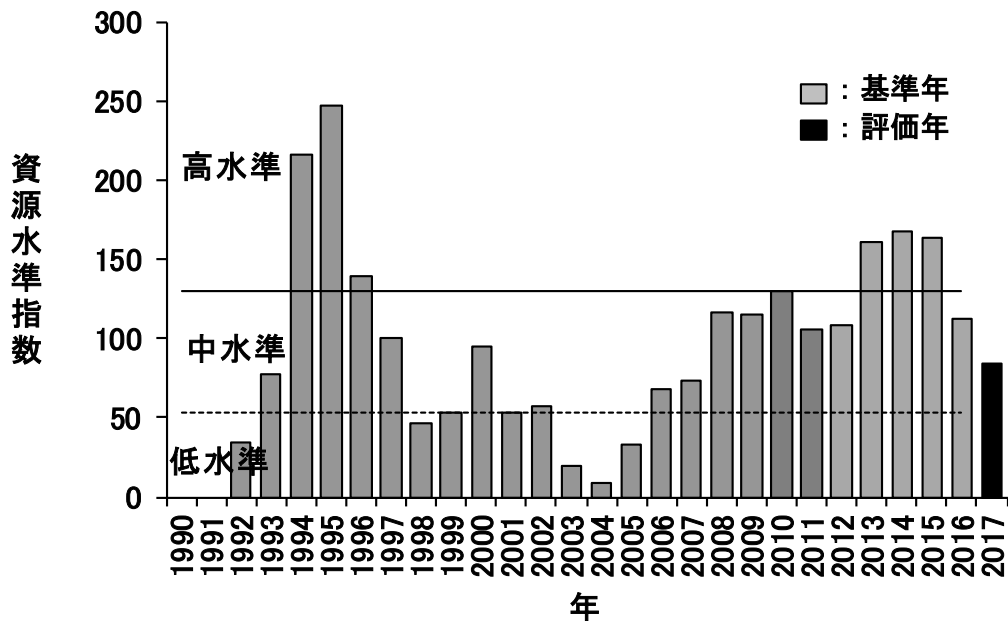


図5 釧路西部・十勝海域におけるケガニの資源水準

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

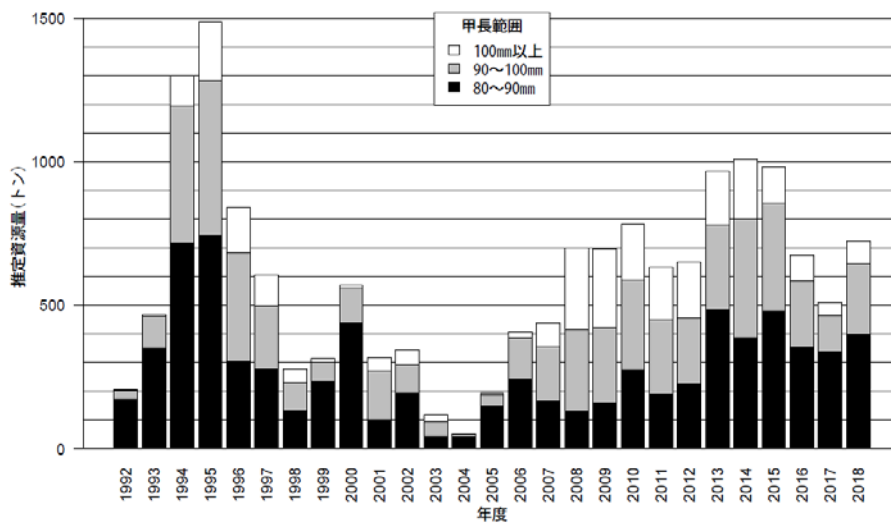


図6 2018年度の予測資源量を加えた推定資源量の推移

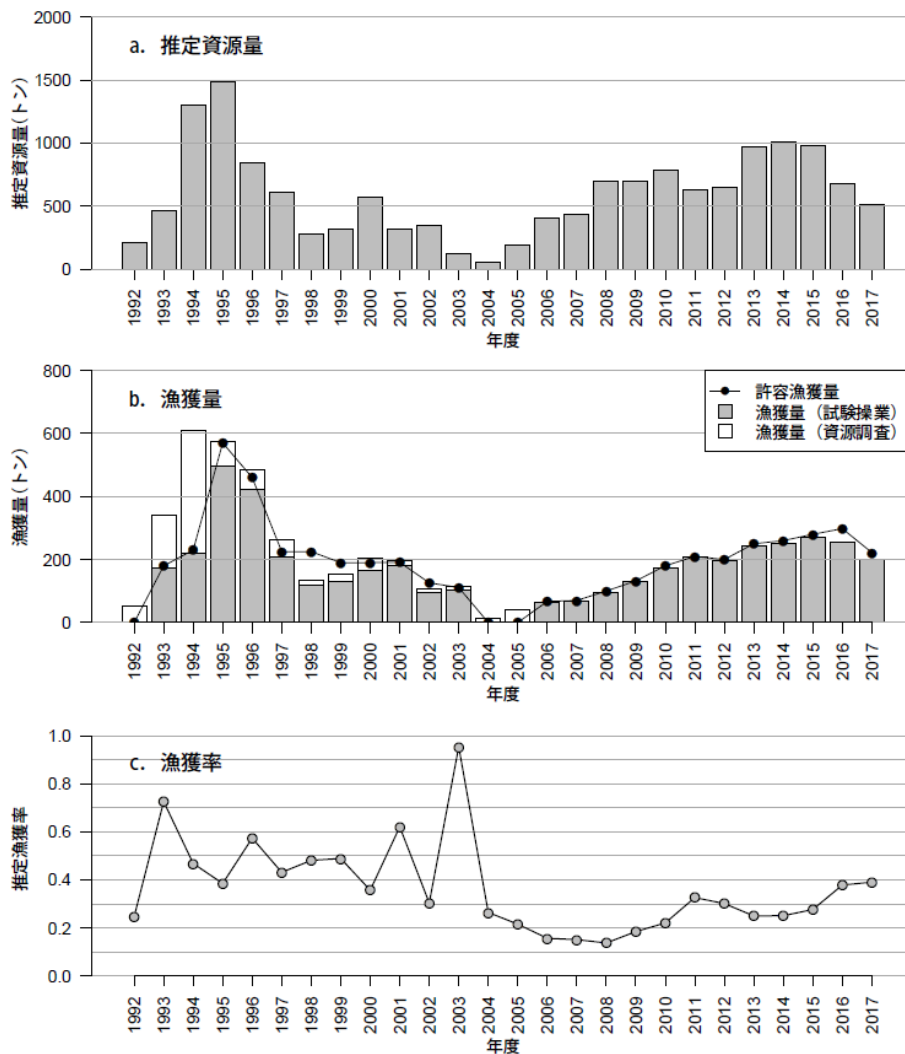


図7 a: 推定資源量, b: 漁獲量, c: 推定漁獲率の推移
(推定漁獲率 = 漁獲量 / 推定資源量)

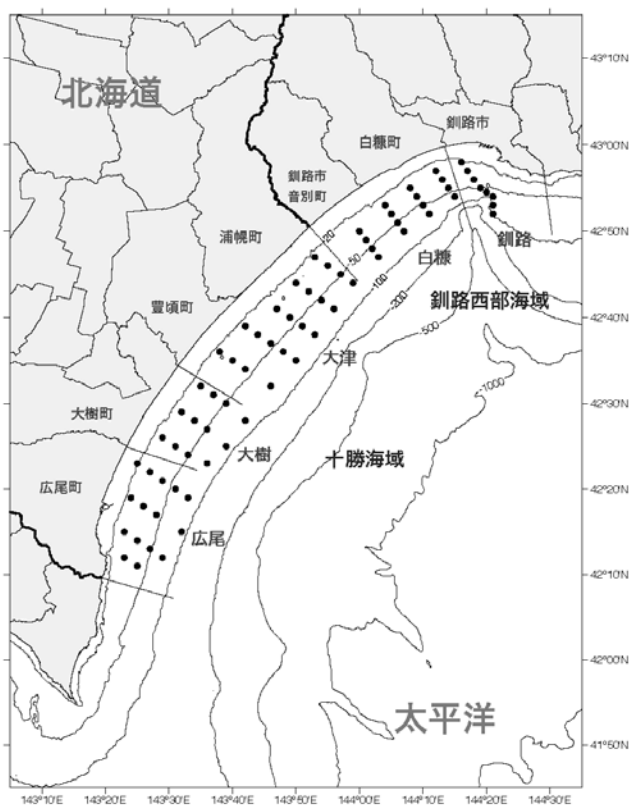


図 8 2017 年度資源調査の調査点(十勝:48 定点, 釧路西部:24 定点)

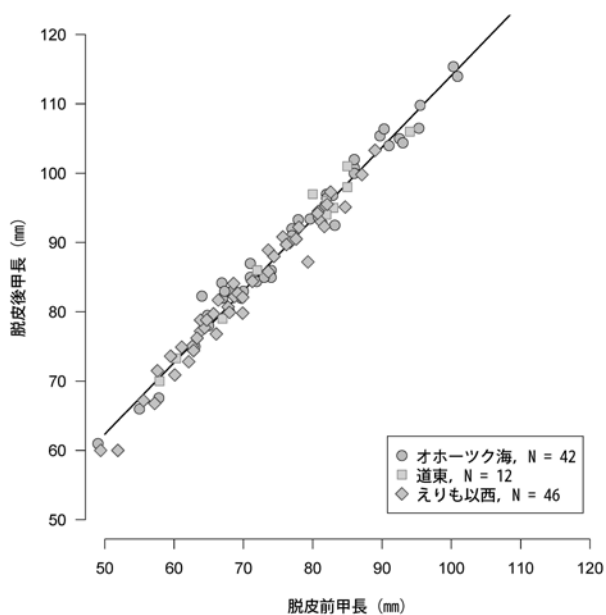


図 9 雄ケガニにおける脱皮前甲長と脱皮後甲長の関係
(三原ら³⁾)

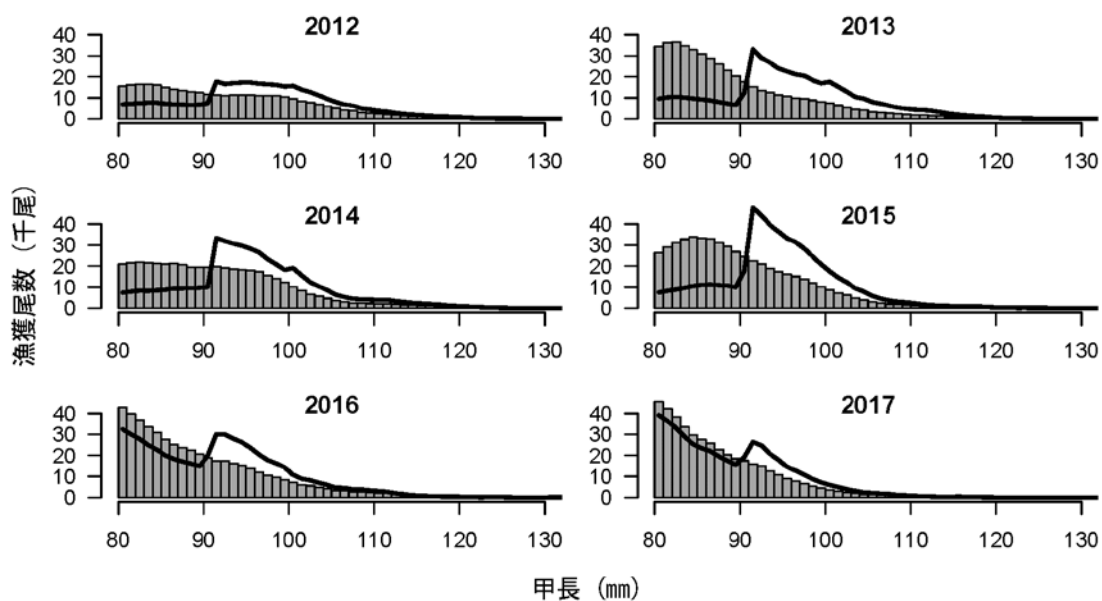


図 10 2012～2017 年度漁期における甲長階級別漁獲尾数の推定結果
 棒: 漁獲量及び漁場一斉調査による甲長組成を用いた推定結果
 折れ線: 漁獲量, 漁場一斉調査による甲長組成および操業日誌による出荷サイ
 ズ組成を用いた推定結果(資源解析に使用)

表 2 2017 年度資源量計算と 2018 年度の資源量予測に用いた 2015 年度の
 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	$q = 1.951 * 10^{-6}$
甲長 l (mm) における脱皮確率 m_l	$m_l = 1 / \{1 + e^{(-11.93 + 0.1396(l + 0.5))}\}$
12 齢期群の甲長分布 (mm)	正規分布 $N(m_r = 81.76, S_r^2 = 5.064^2)$

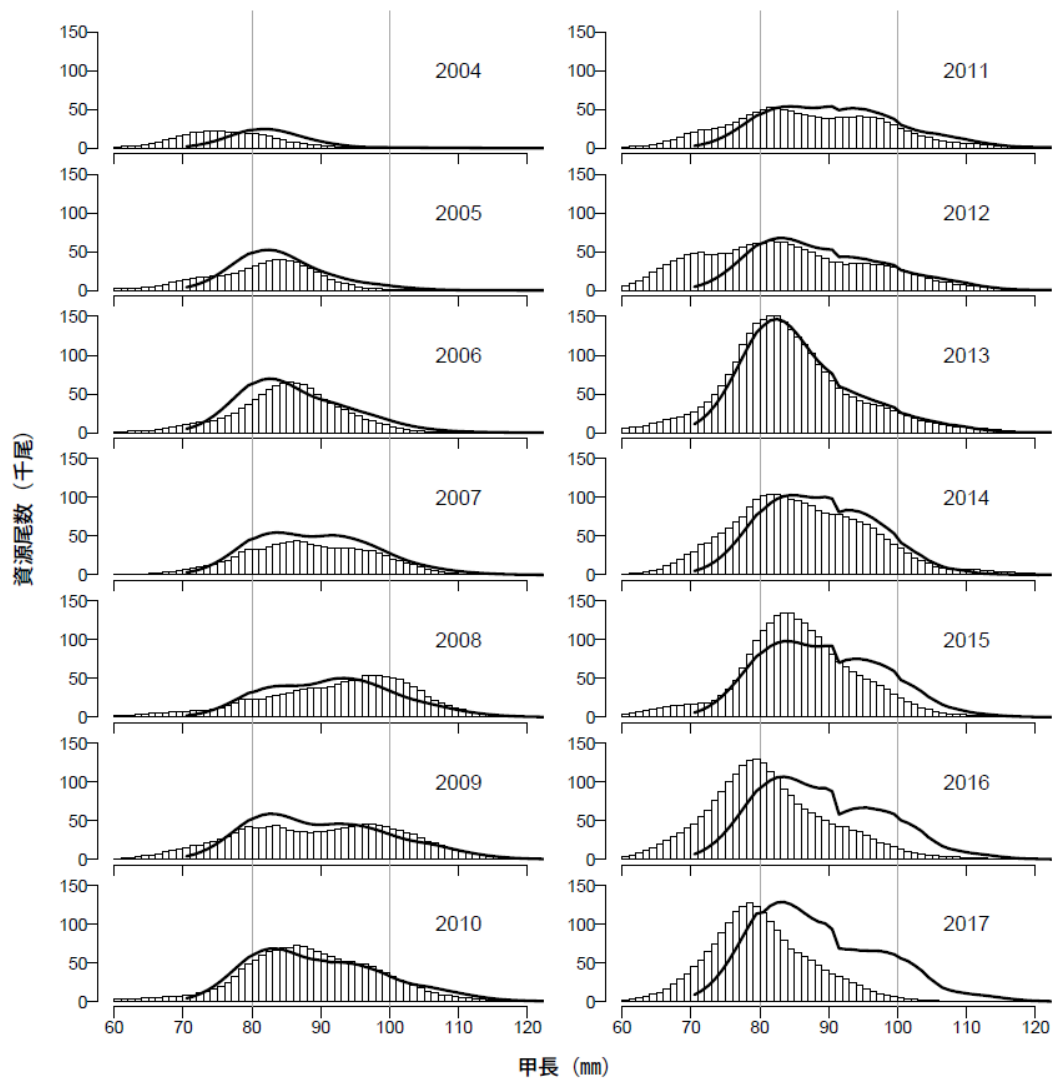


図 11 甲長コホート解析(LPA)による推定資源個体数のあてはめ結果
 棒: CPUE 観測値に基づく推定資源個体数(CPUE/漁具効率 q)
 折れ線: LPA による推定資源個体数(重み付け無し)