

魚種（海域）：ケガニ（噴火湾海域）

担当水試：栽培水産試験場

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	資源量指数	中水準	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

けがにかご試験操業

・操業許可期間（2013年度）

6月20日～7月12日までの23日間

・隻数（2013年度）

許可枠76隻以内（操業隻数55隻）

・漁具

1隻300かご以内、目合3寸8分（11.5cm）以上

・漁場

主漁場は室蘭～伊達沖と豊浦～長万部沖に形成されるが、年によって森～八雲沖、湾中央付近にも漁場が形成される。噴火湾は渡島と胆振管内にまたがるため、管内毎に区切られた海域で操業を行っている。年によって漁場の偏りがみられる。

・漁獲物の特徴

漁獲物は脱皮後に回復したものや硬甲ガニ（脱皮間期の個体）である。近隣の胆振太平洋海域に比較して大型のものが多い傾向がある。また、許容漁獲量が設定されているため、小型ガニ（甲長8cm台前半）を海中還元するなどの漁獲量調整をする年が多い。

(2) 現在取り組まれている資源管理方策

・1992年度以降、許容漁獲量制度により漁獲量を制限している（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）。

・隻数制限（噴火湾76隻以内）、かご数制限（1隻300個以内）。

・かにかご以外での漁獲の禁止、かにかごの目合いは3寸8分（11.5cm）以上。

・甲長8cm未満の雄と全ての雌の漁獲禁止。

・操業許可期間は、6～7月に23日間。

2. 評価方法とデータ

・使用したデータ

漁期前の2～3月に、1997年は19定点、1998年～1999年は20定点、2000年～2006年は16定点、2007年～2011年は17定点、2012年以降は21定点（図1）で実施した資源密度調査時に、ケガニ調査用かご（2～2.5寸目合）によって、各点50かごで漁獲された調査点別年齢別個体数を用いた。調査時に漁獲されたケガニは、定点別に計数し、雌雄別に100個体を上限として甲長、頭胸甲の硬度等を測定した。

漁獲量は、1954年～1984年までは北海道水産現勢、1985年以降は渡島・胆振振興局の報告資料の集計値とした。操業時のCPUEの算出には渡島・胆振振興局の漁業成績書を用いた。

・評価方法

資源状態の評価は、使用した固定パラメータの不確実性から、今後の研究の進展によって変更が有り得るため、項目「エ」に示す方法で指数化したものを用いて行った。

ア. **資源密度推定範囲と面積**：「噴火湾海域におけるけがにかご試験操業実施要領」に指定された調査区域のうち、過去の調査結果と資源密度調査点、およびケガニの生態を考慮して水深10m以上の範囲に設定した（図1）。水深データは、（財）日本水路協会の海底地形デジタルデータM7000シリーズ「津軽海峡東部」を使用した。推定範囲の面積は、2,026.34 km²である。

イ. **密度換算**：かにカゴで漁獲された性別・脱皮の有無別個体数を密度換算するために、以下のモデルを用いた。

カゴによる漁獲個体数と資源密度の関係¹⁾は、次式で示される。

$$C_{(D)} = f \cdot N \cdot S$$

ただし、 $C_{(D)}$ ：カゴ間隔 D で設置した漁獲個体数、 f ：カゴの漁獲効率、 N ：資源密度、 S ：カゴの誘集面積である。いま $f=1$ と仮定すると、

$$N = \frac{C_{(D)}}{S}$$

となり、カゴの誘集面積が求められれば、資源密度が求められる。

カゴの誘集面積は、時間の関数となり、拡散方程式を用いるべきことや、流れによって真円にならないのは事実であるが、実用に適さないため単純化した。

いま、カゴ数 n でカゴの中心が等間隔 D で直線上に並んでいる漁具を想定する。このとき、カゴの中心から餌のにおいが一様に拡散すると仮定すると、においの領域は真円となる。この領域が漁具の誘集面積となり、その半径を r （誘集半径）とする。通常、複数個のカゴを設置した漁具では、誘集半径がカゴ間隔より大き

いため、円が複数重なった関数曲線となり、誘集面積はこの関数曲線内の面積となる。よって中心が直線上に等間隔 D で並ぶ、 n 個の円で作られる関数曲線内の面積 S は以下のとおり示される。

$$S = (n-1) \left\{ 2D' \sqrt{r^2 - D'^2} + r^2 \left(\pi - 2 \cos^{-1} \frac{D'}{r} \right) \right\} + \pi r^2$$

$$= (n-1) \times 2S_u + \pi r^2$$

$$\text{ただし, } D' = \min\left(\frac{D}{2}, r\right), \quad 0 \leq D' \leq r,$$

$$S_u = D' \sqrt{r^2 - D'^2} + \frac{1}{2} r^2 \left(\pi - 2 \cos^{-1} \frac{D'}{r} \right)$$

ケガニカゴの誘集半径については、調査研究が中断しており、今後さらに調査研究を進める必要があるが、浸漬時間 1 日で約 40 m という試算がされており²⁻⁴⁾、これを用いた。パラメータが、誘集半径 $r = 40$ m, カゴ間隔 $D = 12$ m ($D' = 6$ m), カゴ数 $n = 50$ 個のとき、誘集面積 S は、51,889.55 m² となる。

- ウ. **資源密度推定**：観測点の選択には任意性が残るが、規則的もしくは不規則的位置で観測されたデータが利用可能ことと、観測データが固有にもつ空間従属性にしたがって、場を代表する広域的な変動と空間スケールの小さな変動の両方をモデル化できることから、クリギング法⁵⁻⁷⁾によって個体密度を推定した。解析には汎用 GIS コンピュータ・ソフトウェアである ESRI 社製の ArcGIS 10.1^{®8)} を使用し、クリギング計算には ArcGIS 10.1[®] 拡張プログラムである、Geostatistical Analyst を用いた。バリオグラムの推定には、Stable モデルを用い、クロスバリデーションによって最適したパラメータによって計算を行った。

計算に用いたデータは、資源密度調査において、定点毎にカニかごで採集されたケガニ雄の脱皮の有無別の密度データである。本海域の調査時期である 2~3 月は、脱皮期にあたるため、脱皮による成長を考慮し、脱皮前（硬甲）と脱皮後（軟甲）個体に分離して計算を行った。また、地形の影響を考慮するため、海岸線に 0 値を与えたデータを付加して通常型クリギング計算を行った（図 1）。

- エ. **資源個体数・資源重量とその指数化**：資源個体数は、資源密度推定範囲内に 1 湊毎の予測点を配置し、通常型クリギングによって予測点の密度を推定し、その平均密度を推定範囲の面積に掛けることで求めた。推定した雄全個体数の密度を項目「イ」の方法で換算して資源個体数を求めた。資源重量への変換は、甲長-体重関係式（図 2）により、資源個体数を 1 mm 区間で作成した甲長組成に振り分け、甲長階級毎の平均体重を掛けることで行った。

また、固定パラメータの不確実性から将来、資源重量の修正が有り得ることを考慮して、資源状態の評価は、資源重量 B を指数化した資源量指数 B_{Index} 、次年度

新規加入重量を指数化した次年度新規加入量指数 $B_{IndexR+}$ で行った。指数化は、1997年度から2004年度までの平均を100として、各年を標準化した。

オ. **次年度の新規加入量**：次年度に漁獲対象サイズに成長することが期待される甲長68 mm以上80 mm未満の雄個体を次年度の加入群とした。また、本海域においては調査時期が脱皮期にあたるため、甲長68 mm以上80 mm未満の硬甲ガニは本年度の漁獲対象に、甲長56 mm以上68 mm未満の硬甲ガニは次年度加入群に含めた。

カ. **試験操業のCPUE**：1隻当たり1日当たりの漁獲量(kg)をCPUEとした。

3. 資源評価

(1) 漁獲量および努力量の推移

・漁獲量の推移

漁獲量の推移を海域別に図3(1954年以降、暦年集計)と表1(1985年度以降、年度集計)に、許容漁獲量の推移を表1に示した。当海域の漁獲量は1980年代前半に急増したが、違反行為が横行するようになり、乱獲状態に陥ることとなった。乱獲状態から資源を回復させる目的で1984年に禁漁措置を行い、その後漁獲量は急激に回復したようにみえたものの、1987年以降は急激に漁獲量が減少した。これらの問題を契機に当海域では、1990年～1991年まで再び禁漁措置を行い、その後1992年から許容漁獲量制度が導入された。許容漁獲量は、1992年度の228トンから1994年度の76トンまで大幅に減少し、1994年度以降は、60～111トンの範囲で推移している。

漁獲量を禁漁となった1984年度以降でみると、1986年度に過去最高の444トン記録した後に減少し、1990、1991年度には再び禁漁となった。1992年度以降は許容漁獲量制度が導入されたため、導入前に比べて振れの小さい33～98トンで推移している。

許容漁獲量制度導入以前の努力量は不明であるが、「1. 漁業(2) 現在取り組まれている資源管理方策」に記載したように努力量が制限されている。1997年度以降の努力量を延べ出漁隻数(図8)でみると、1998～2000年度まで増加傾向であったが、その後2009年度まで減少傾向となっている。しかし、2010年度以降は増加傾向に変化している。

(2) 現在(評価年)までの資源状態

2005年度以降の雄ケガニ全個体のクリギングによる推定密度分布を図4～5に示した。これらの図から密度分布の特徴をまとめると、2007～2009年度は胆振側沿岸域が最も高密度であり、2005年度と2013年度は湾奥部である長万部沖が、2006年度は湾奥部である長万部沖と胆振側沿岸域が、2010年度胆振側沿岸の室蘭沖、豊浦沖と渡島側の落部沖、2011年度は胆振側室蘭沖と渡島側落部沖が、2012年度は湾奥部である長万部沖と豊浦沖が高密度であった。湾口部付近に調査点を設置していないため、明瞭ではないが、時系列でみると胆振側湾口部付近に形成された高密度域は胆振側沿岸を湾奥部に向かって移動し、湾奥部である長万部沖に収束しているように見える。特に2007年度に形成された高密度域の出

現は顕著であり、隣接する胆振太平洋海域からの移入が強く示唆される。2007年度以降の変化をみると、それ以前にはみられていない落部沖に高密度域の形成（2010年度）があることから、胆振側湾口部から移入したケガニが噴火湾を反時計回りに移動し、渡島側湾口部から移出しているという可能性も考えられる。最近年の変化をみると、2009年度以降、急激に密度の低下がみられ、2013年度は湾奥部である長万部沖のみに高密度域があり、胆振側沿岸域で非常に低密度という2005年度と類似した状態にあると考えられる。甲長組成のデータとあわせて考えると、2014年度の加入も期待されないことから、今後の資源の維持が危惧される状態と言わざるを得ない。

1997年度以降の資源密度調査による雄ケガニの甲長組成を図6～7に示した。図は標本抽出率で加重したものである。組成図の縦軸はCPUE（個体／かご）となっているので、資源量水準の指標となると考えられる。漁獲対象である甲長80mm以上の個体の変化をみると、1997～2007年度までは甲長80mm以上90mm未満の個体が主体であったが、2008年度以降は甲長90mm以上の個体が増加し、2010年度以降は主体となっている。1997～2006年度までは、規模は小さいものの継続的な加入がみられ、それが資源を維持していたのに対して、2007年度以降は、2007～2009年度の大規模な加入のみで現在までの資源を維持してきたものと思われる。2007年度の急激な変化は、甲長組成の年変化を見る限り連続性がみられないため、隣接する胆振太平洋海域からの移入が示唆される。

けがにかご試験操業の平均CPUE（1隻当たり1日当たりの漁獲量(kg)）の推移を図9に示した。CPUEは1997～2006年度まで、ほぼ横ばいで推移していたが、2007年度から増加し、2009年度をピークに以降は急速に減少している。一方、資源量指数の推移（図10）は漁業のCPUEの推移と比べてピーク年が1年遅れているが、2010年度以降の急減については双方一致しており、近年の資源状態の悪化が示唆される。

噴火湾海域の資源量指数（図10）は、1997～2006年度までは、ほぼ横ばいで推移していたが、2007～2008年度に急増した。2009年度から急激な減少傾向に転じ、2012年度は、ほぼ1997年度並となり、2006年度以前の水準まで減少した。2007年度にみられた急激な変化は、前述したように隣接する胆振太平洋海域からの移入が示唆される。また、2009年度以降の急減は、加入の減少による影響と考えられる。2013年度は2012年度より増加したが、2001年度をやや下回る水準にとどまっている。

(3) 評価年の資源水準： 中水準

資源水準は、1997～2004年度までの8年間の推定資源量指数の平均を100として、各年を標準化して資源水準指数を算出し、 100 ± 40 の範囲を中水準、その上下を高水準、低水準とした（図11）。その結果、2013年度の資源水準指数は、138であることから、中水準と判断された。

(4) 今後の資源動向： 横ばい

甲長組成の変化をみると、2011年度以降、次年度に加入が期待される甲長 68 mm 以上 80 mm 未満の個体が急減しており、2013年度も低水準であることから、今後の資源の維持が危惧される（図 7）。しかし、2014年度の加入量指数（図 12）は、依然低水準ながら、2013年度をやや上回ると予想され、資源量指数の推移（図 10, 11）も2012年度で下げ止まった感があるため、現状程度の資源は維持される可能性が高いと考えられるため、横ばいと判断した。

4. 文献

- 1) 平山信夫：3-4 かが漁業の漁業管理. 日本水産学会編, 水産学シリーズ 36 かが漁業, pp. 120-139, 恒星社厚生閣 (1981)
- 2) 西内修一：ケガニ資源密度調査. 北海道立網走水産試験場事業報告書, (1988).
- 3) 西内修一：ケガニ資源密度調査. 北海道立網走水産試験場事業報告書, (1989).
- 4) 西内修一：ケガニ資源密度調査. 北海道立網走水産試験場事業報告書, (1990).
- 5) Wackernagel, H.: Multivariate Geostatistics. Springer. (1995) (地球統計学研究委員会 訳編/青木謙治 監訳: 地球統計学. 森北出版 (2003))
- 6) 間瀬茂・武田純: 空間データモデリング-空間統計学の応用. データサイエンス・シリーズ 7. 共立出版, (2001)
- 7) Isaaks, E.H. & R.M. Srivastava: An Introduction to Applied Geostatistics. 561 pp., Oxford University Press, New York, (1989)
- 8) ESRI: ArcGIS Resources. [<http://resources.arcgis.com/en/help/>] (accessed 2013)

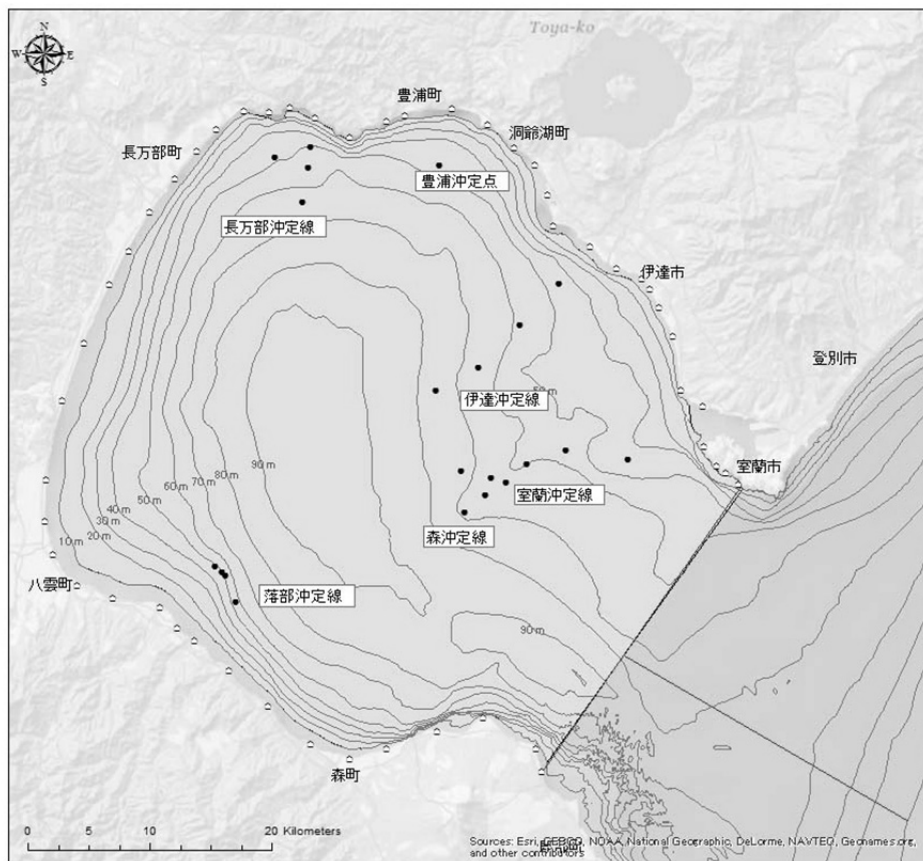


図1 2013年度の噴火湾海域におけるケガニ資源密度調査点(黒丸)と資源量推定範囲(灰色) 白丸は制約条件として付加した, 0値を与えた海岸線

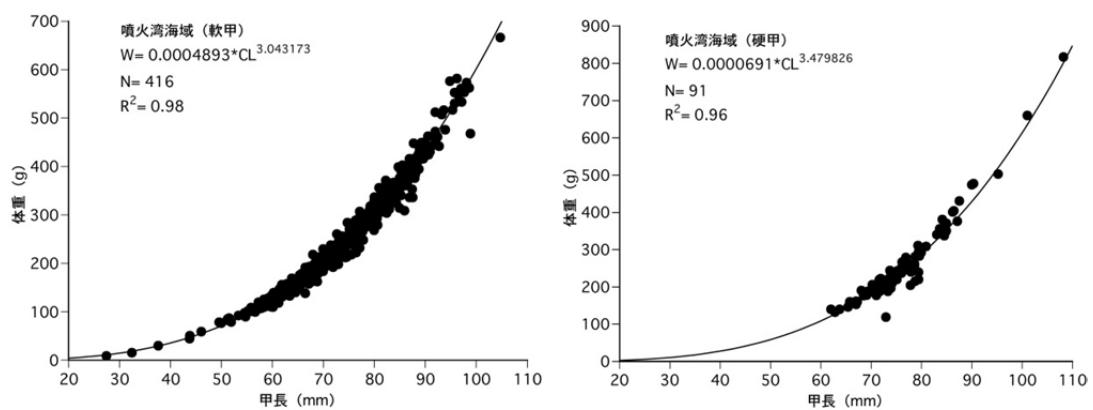


図2 噴火湾海域におけるケガニ雄の甲長と体重の関係
左図は軟甲, 右図は硬甲ガニ

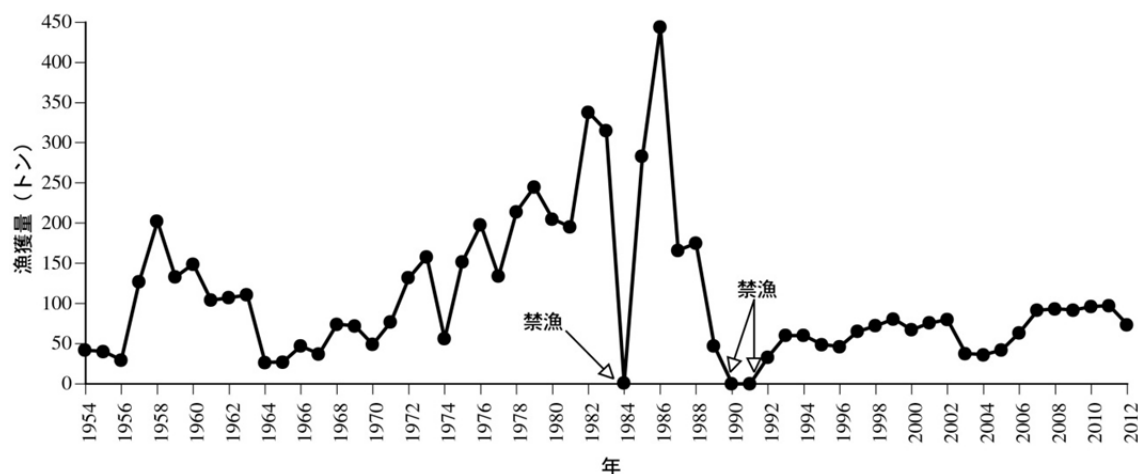


図3 噴火湾海域におけるケガニ漁獲量の経年変化

資料:北海道水産現勢(1954～1984年), 渡島・胆振総合振興局報告資料(1985年以降)
 集計範囲(期間):砂原町～伊達市(1954～1984年), 砂原町～室蘭市の噴火湾内(1985年以降)

表1 噴火湾海域のケガニ漁獲量と許容漁獲量の経年変化

年度	噴火湾			実配分許容漁獲量*2 (トン)
	漁獲量(トン)*1			
	かにかご	刺し網	合計	
1985	263.0	20.0	283.0	
1986	416.0	28.0	444.0	
1987	143.0	23.0	166.0	
1988	144.0	31.0	175.0	
1989	38.0	9.0	47.0	
1990				禁漁
1991				禁漁
1992	33.0		33.0	228.0
1993	60.0		60.0	114.0
1994	60.0		60.0	76.0
1995	48.8		48.8	74.0
1996	46.2		46.2	63.0
1997	65.2		65.2	76.0
1998	72.4		72.4	74.0
1999	80.5		80.5	83.6
2000	67.3		67.3	83.6
2001	75.7		75.7	91.2
2002	79.9		79.9	111.0
2003	37.6		37.6	67.6
2004	36.0		36.0	60.0
2005	41.8		41.8	60.0
2006	63.5		63.5	80.0
2007	91.6		91.6	96.0
2008	93.2		93.2	97.9
2009	91.8		91.8	92.0
2010	96.0		96.0	96.9
2011	97.3		97.3	97.9
2012	73.6		73.6	76.0
2013				76.0

*1 漁獲量は渡島・胆振振興局報告資料による。

漁獲量集計期間:4月～翌3月、噴火湾:砂原漁協～室蘭漁協(湾内)

*2 許容漁獲量は、かにかごを対象に1992年以降から設定した。

1999年度の許容漁獲量は当初76トンであったが、漁期中に変更した。

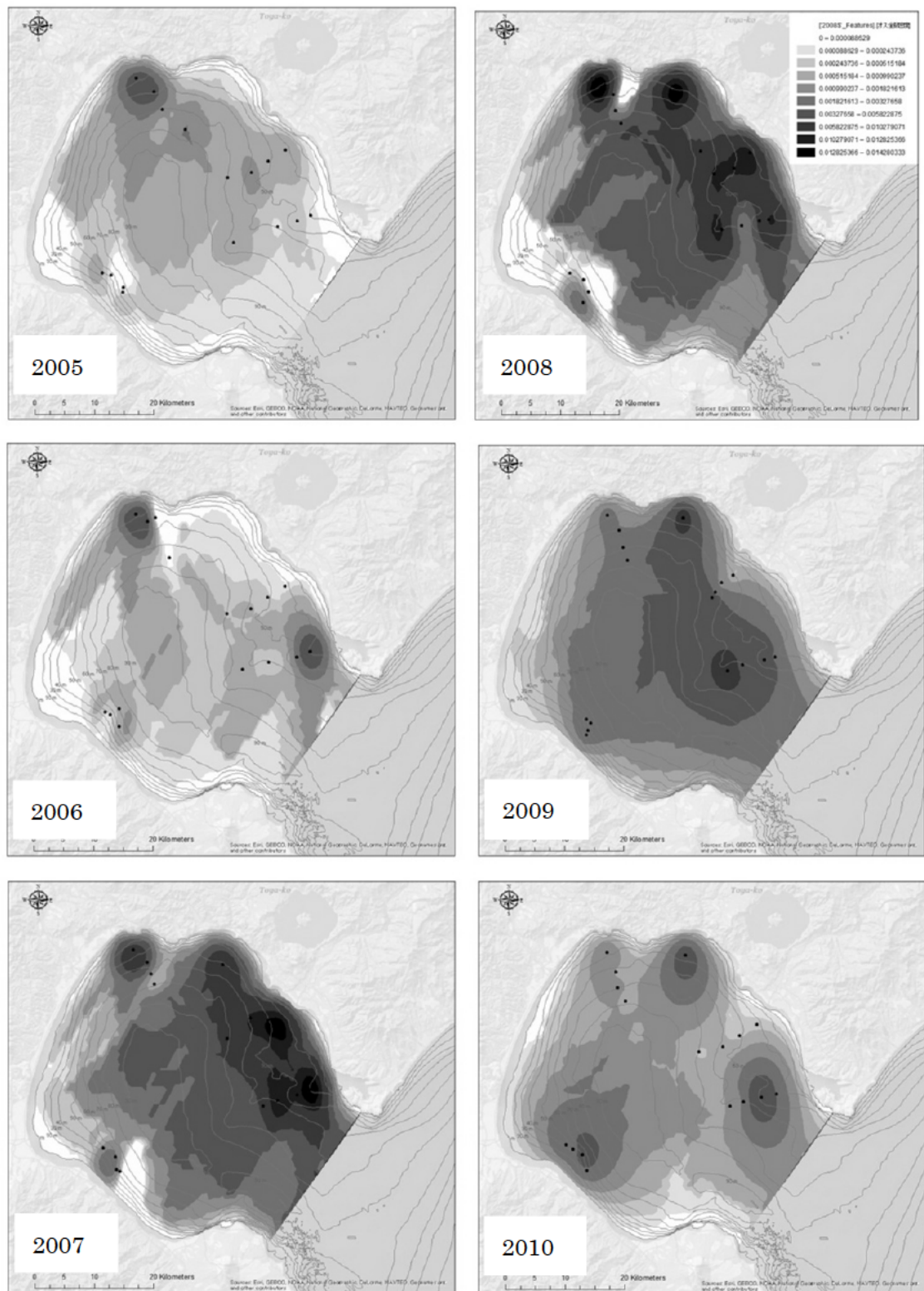


図4 噴火湾海域における通常型クリギングによるケガニ雄密度分布の推定結果
(2005年度～2010年度)

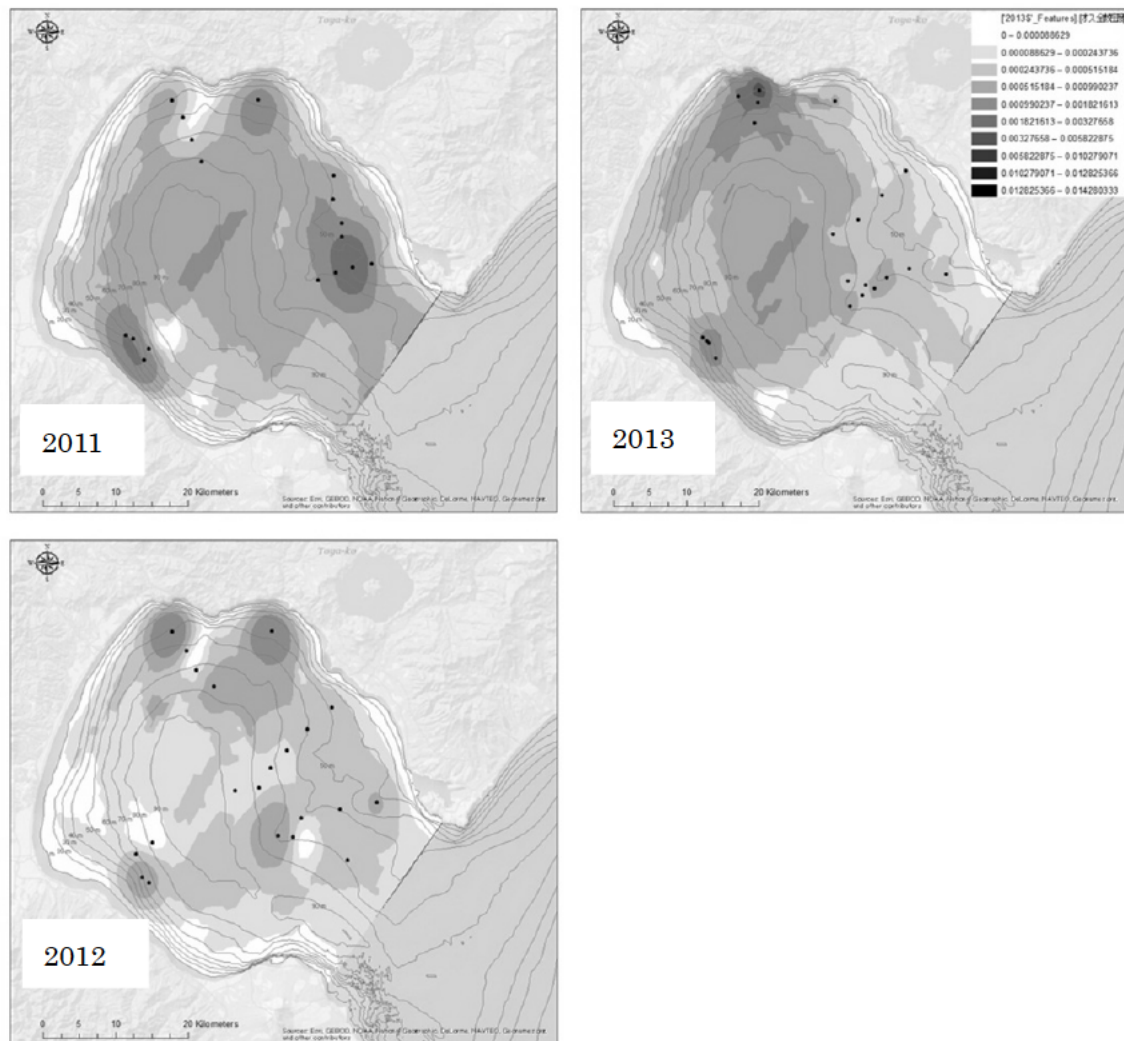


図5 噴火湾海域における通常型クリギングによるケガニ雄密度分布の推定結果
(2011年度～2013年度)

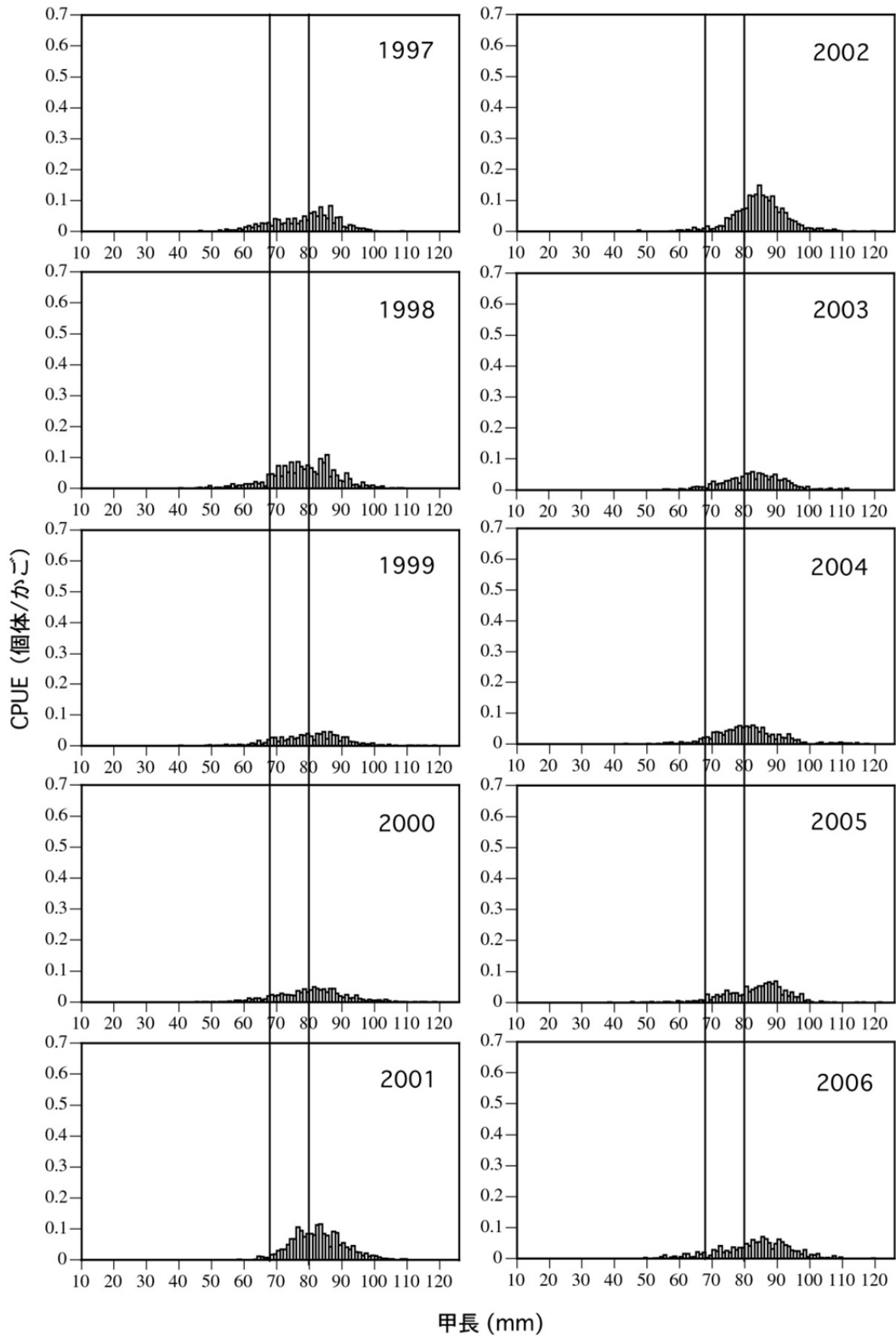


図6 噴火湾海域における資源密度調査時のケガニ雄の甲長組成図
(1997年度～2006年度)

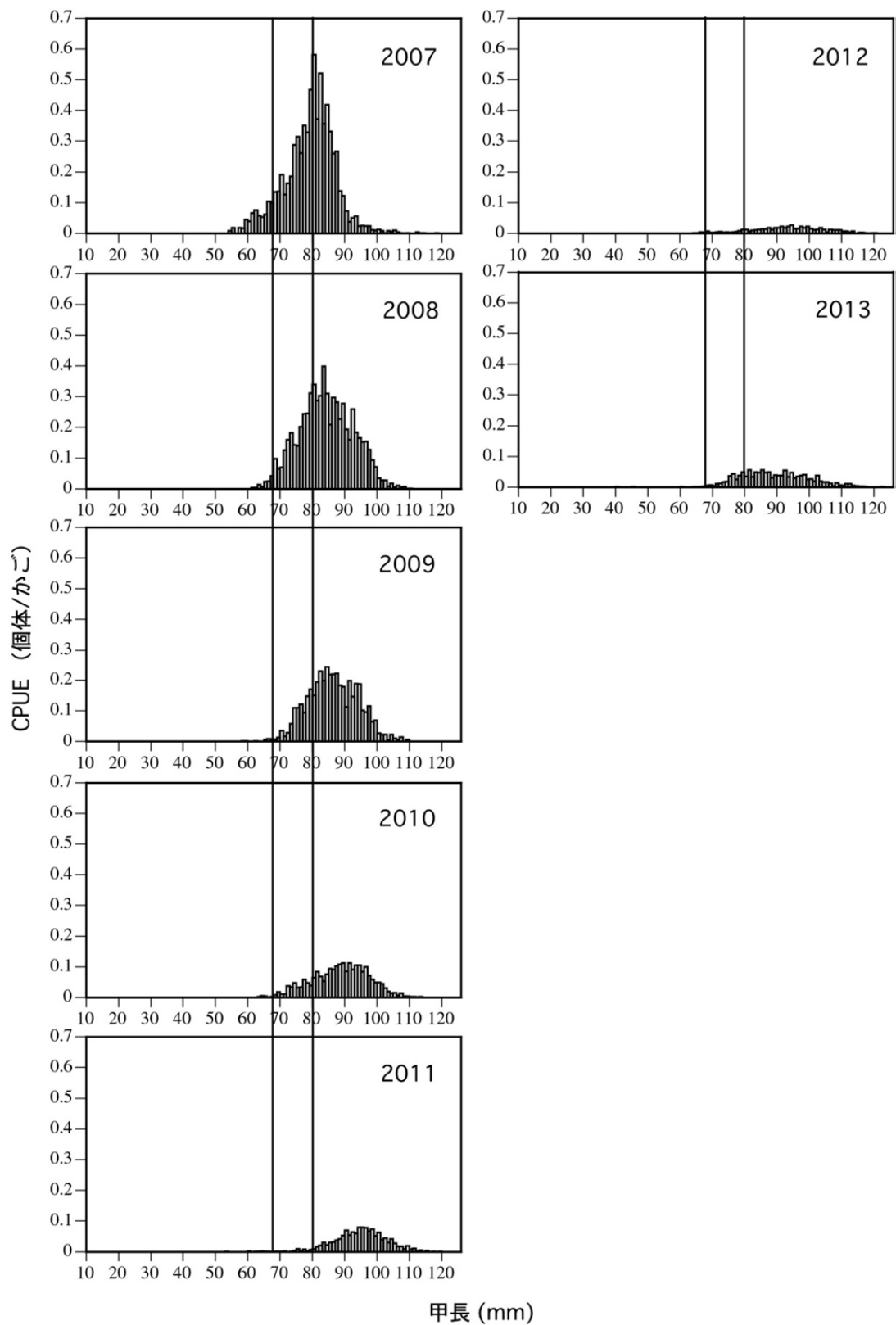


図7 噴火湾海域における資源密度調査時のケガニ雄の甲長組成図
(2007年度～2013年度)

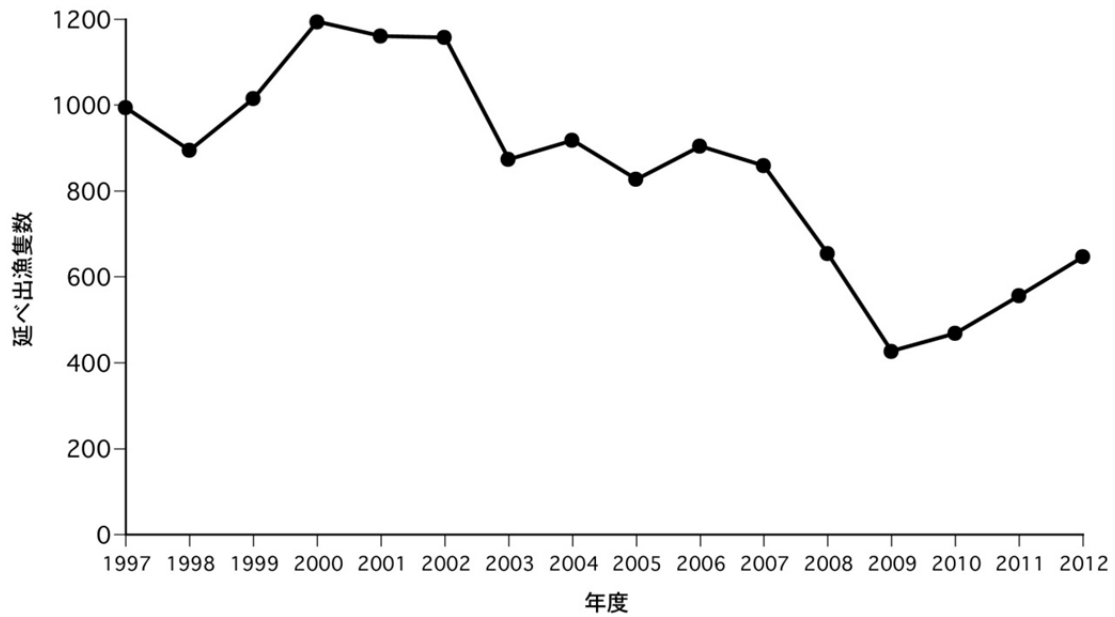


図8 噴火湾海域けがにかご試験操業の延べ出漁隻数の推移

資料は渡島・胆振振興局漁業成績書

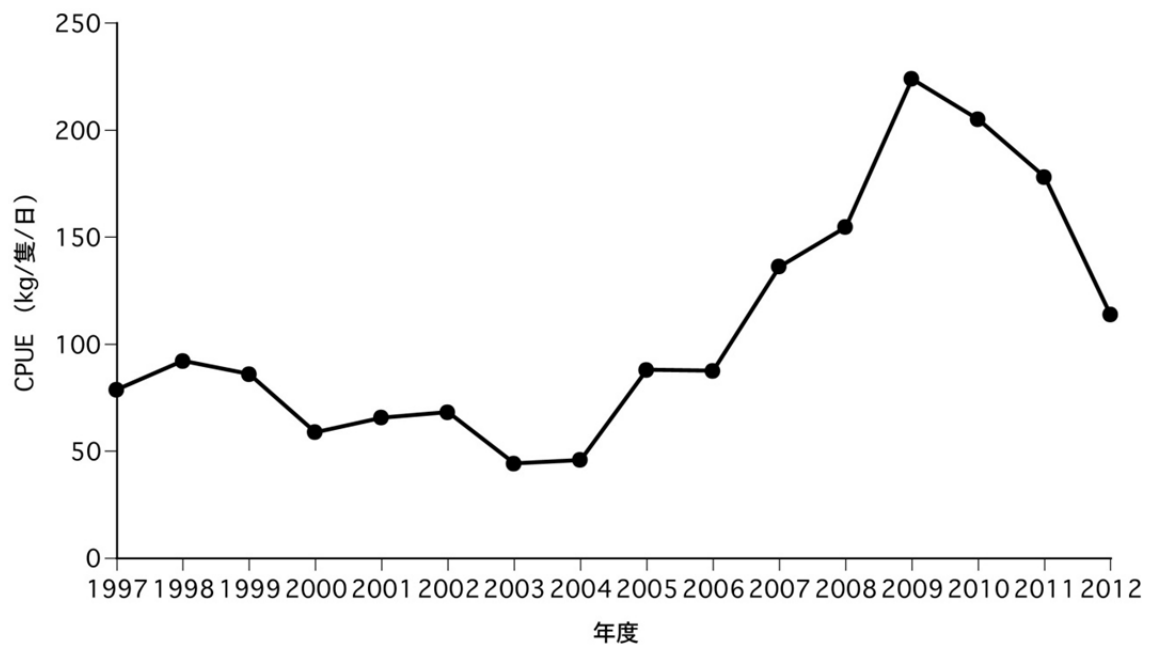


図9 噴火湾海域けがにかご試験操業の平均 CPUE の推移

1隻当たり1日当たりの漁獲量(kg)を示した。資料は渡島・胆振振興局漁業成績書

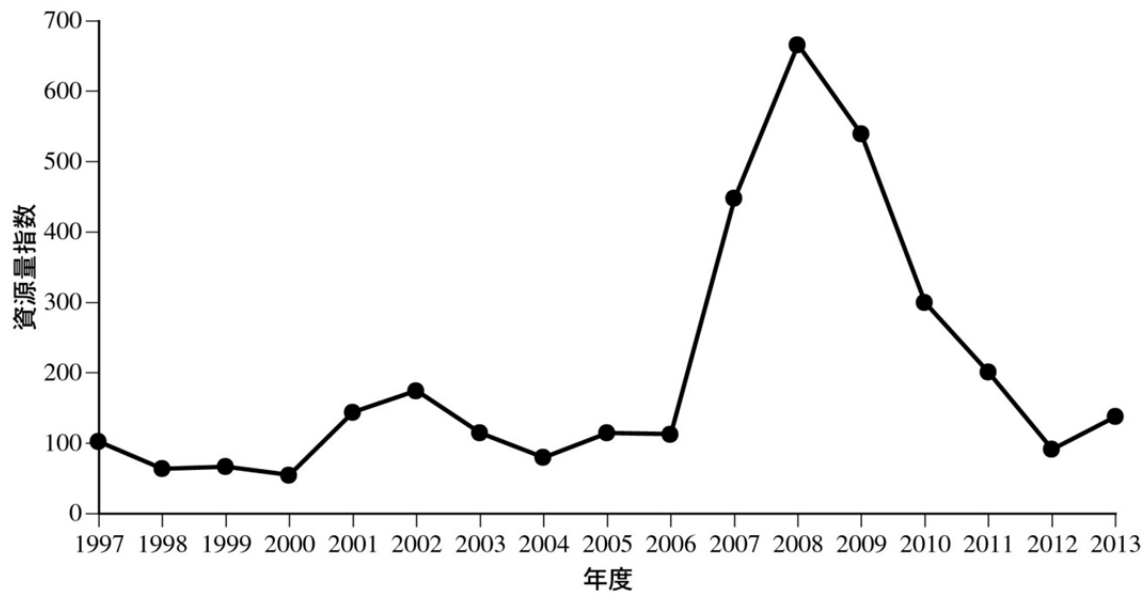


図10 噴火湾海域における甲長8 cm以上雄の漁期初めの資源量指数の推移

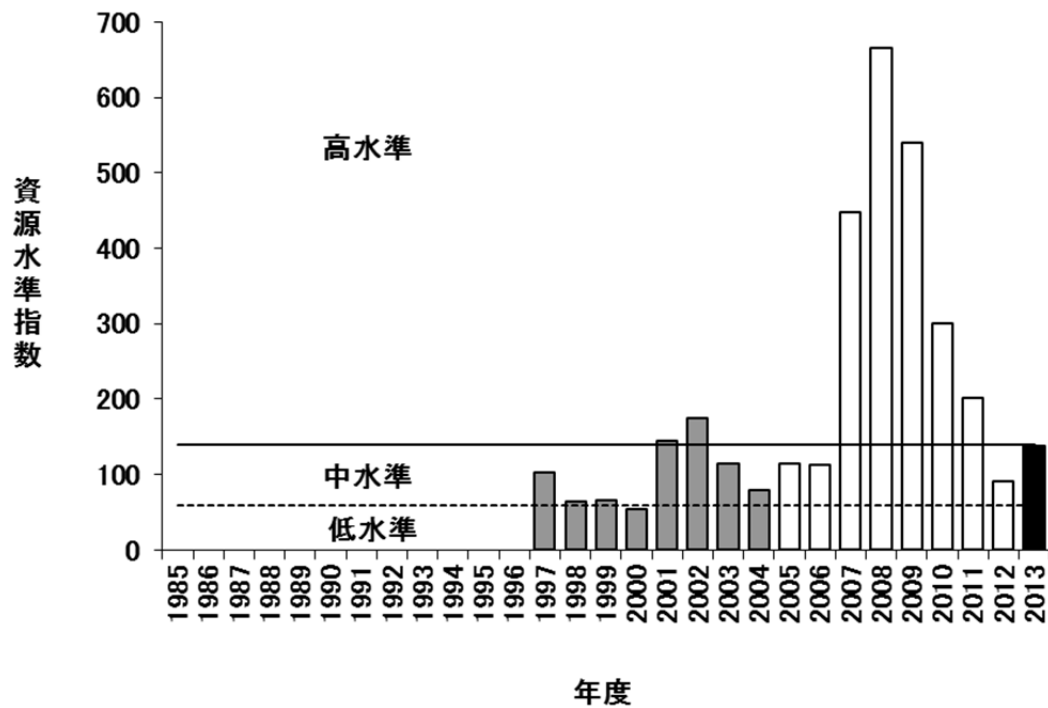


図11 噴火湾海域におけるケガニの資源水準 (資源状態を示す指標：資源量指数)

* 評価年は2013年度

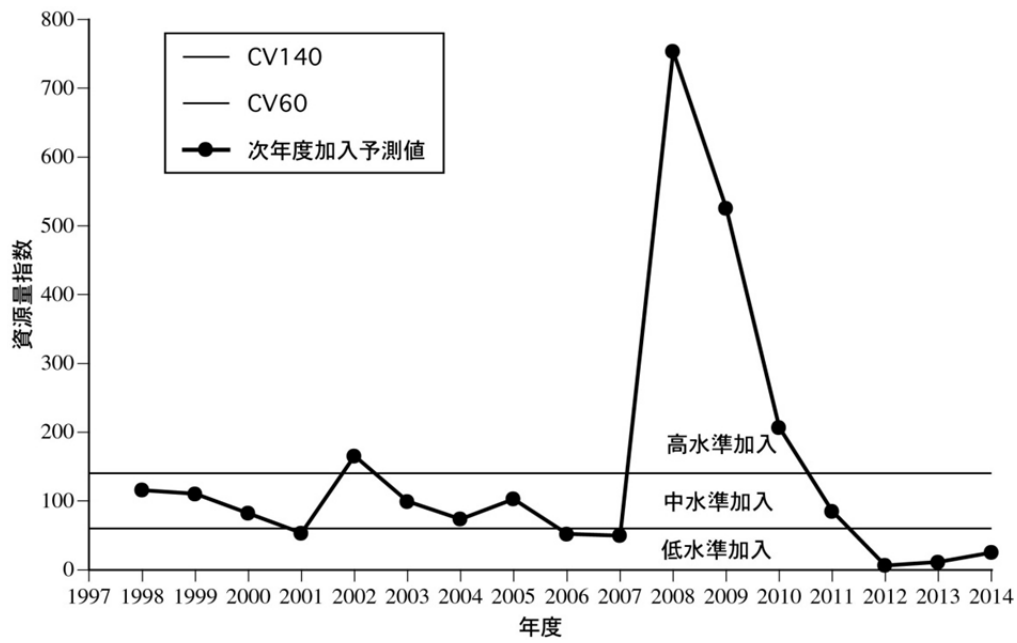


図 12 噴火湾海域における次年度の新規加入量指数の予測値の推移

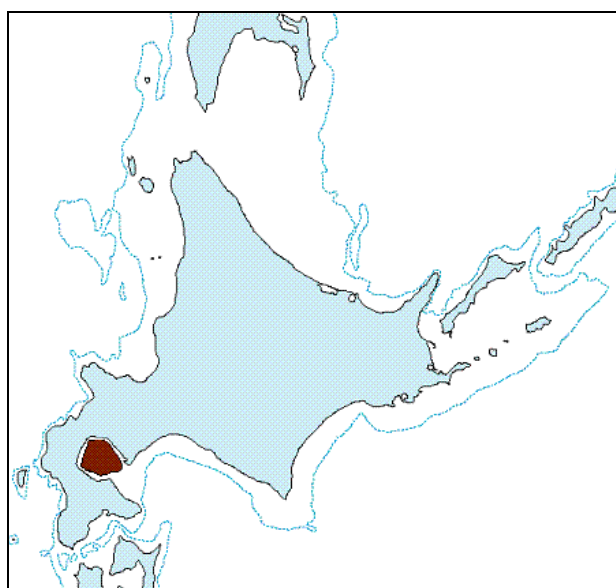
生態表 魚種名：ケガニ 海域名：噴火湾海域

図 ケガニ（噴火湾海域）の漁場図

1. 分布・回遊

オスの高密度域は静狩沖に形成される。また、オス・メスともに季節的な深浅移動を行い、1～5月は水深20～60m、9～10月は水深100～120mが主分布域となる。漁獲対象サイズのオスは大きな水平移動をしないが、胆振太平洋海域から噴火湾方向への小さい移動が見られる¹⁾。

2. 年齢・成長（加齢の基準日：4月1日）

年齢		1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳
年齢		1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳
年齢		第8	第9	第10	第11	第12	第13	第14
甲長(cm)	オス	35	49	62	75	89	102	116
	メス	34	42					
体重(g)	オス	16	51	117	226	391	625	938
	メス							

（未発表データ）

（オスの第9齢以降は1年に1回脱皮すると仮定、メスの成熟後の年齢は特定できない）

3. 成熟年齢・成熟体長

- ・オス：平均甲長49mm、2歳から成熟する個体が見られる²⁻⁴⁾。
- ・メス：平均甲長42mm、2歳から成熟する個体が見られる²⁻⁴⁾。

4. 産卵期・産卵場

- ・産卵期：7～8月と11～4月の2群がある。幼生ふ化期は3～4月である。
- ・産卵場：資源調査の結果によるとデータ抱卵個体は噴火湾奥部に多い。
- ・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。交尾から産卵までに半年以上かかるため、魚類のような産卵場という概念はあまり意味がない。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²⁻⁴⁾。

5. その他

なし。

6. 文献

- 1) 三原栄次・佐々木正義：標識放流試験からみた道南太平洋の成体ケガニの移動. 北水試研報. 55, 123-130 (1999)
- 2) 佐々木潤・桑原康裕：ケガニの齢期判別と成長. 北水試研報. 55, 29-67 (1999)
- 3) 佐々木潤：道東太平洋におけるケガニの生殖周期. 北水試研報. 55, 1-27 (1999)
- 4) 佐々木潤：ケガニの水産生物学的研究 -最新の研究から；成長モデルの紹介-. 月刊海洋号外総特集「甲殻類」10章 水産有用種の最近の研究. 海洋出版株式会社, 東京. 223-229 (2001)