

魚種（海域）：トヤマエビ（噴火湾海域）

担当水試：函館水産試験場

### 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1月1日 ～2012年12月31日	資源量	低水準	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

噴火湾海域のトヤマエビは主にえびかご漁業により漁獲されている。この海域でのえびかご漁業の2012年度許可隻数は64隻（渡島62隻，胆振2隻）で，操業時期は3月1日～4月30日（春漁）と9月1日～11月10日（秋漁）の2期間で，主な操業海域は噴火湾の水深80～100mである。このほか刺し網などによる混獲がわずかにある。

### (2) 現在取り組まれている資源管理方策

北海道水産林務部「渡島・胆振支庁管内沖合太平洋海域におけるえびかご漁業の許可等に関する取り扱い方針」により，噴火湾海域でのえびかご漁業の漁具数は1隻当たり500個以内に制限されている。かごの目合は，1997年にそれまでの12節（結節から結節までの長さ14mm）以上から10節（同17mm）以上に拡大された。また，1999年から春漁（3～4月）の小銘柄個体（満2歳相当）を自主禁漁しており，漁獲された場合は再放流している。

## 2. 評価方法とデータ

### ・漁獲量

漁期年は1～12月である。評価対象海域は噴火湾海域（森町砂原～伊達市）である。

噴火湾海域のトヤマエビの漁獲量は，1985年から2011年分は漁業生産高報告から，2012年分は，各地区水産技術普及指導所調べに基づいて中央水試が集計した水試集計速報値を用いた。

### ・漁獲努力量とCPUE（1日1隻あたりの漁獲量）

延出漁日数はえびかご漁獲成績書から算出した。1993～1998年については渡島管内および胆振管内の合計値，1999年以降は本海域における漁獲量および就業隻数の大部分を占める渡島管内の延出漁日数を用いた。CPUE（1日1隻あたり漁獲量）は，1993～1998年については渡島管内と胆振管内の合計漁獲量を渡島管内と胆振管内の合計延出漁日数で除して，1999年以降については渡島管内の漁獲量を渡島管内の延出漁日数で除して算出した。

### ・年齢別漁獲尾数

トヤマエビでは、年齢形質が知られていないため、甲長データに混合正規分布モデルを当てはめることにより、年齢組成を推定した。噴火湾海域におけるえびかご漁業による漁獲物について、銘柄別に生物測定を行った。また、各データの抽出率は内浦湾えびかご漁業協議会資料の銘柄別漁獲量(kg)から計算した。

噴火湾のトヤマエビの誕生日を1月1日に設定した。したがって、個体*i*の年齢( $t_i$ )は  $t_i = j_i + d_i/365'$  として成長解析を行った ( $j_i$ は年齢の整数部分、 $d_i$ は個体*i*の採取日と1月1日の間の日数、365'は通常年は365で閏年は366)。なお、年齢表記を簡素化するために、文章中および式中では、年齢の小数点以下を、春漁で獲られるエビは「.0」で、秋漁で獲られるエビは「.5」で表した(つまり、春漁に獲られる3歳エビを3.0歳と表し、秋漁に獲られる3歳エビを3.5歳と表した)。

脱皮で成長するトヤマエビの成長特性に合わせた解析を行った。ベルタランフィの成長曲線を改変した階段型ベルタランフィ成長曲線に、成長の年変動項を付け足したものをトヤマエビの平均成長とした(式(1))。ただし、年変動項の値は-2.0mmから2.0mmまでとし、データ数の多い1歳と2歳エビだけに年変動項を付け足した。また、各正規分布の標準偏差は年齢とともに増加するとして、Tanaka and Tanaka(1990)<sup>1)</sup>の方程式で表した(式(2))。これらの式に平均値および標準偏差が従う混合正規分布モデルを、式(3)の対数尤度関数によって、トヤマエビの甲長データに当てはめた。なお、秋漁には、この成長曲線には従わず、直前の春漁の2.0歳と同じ平均値を持つ2.5歳雄の正規分布を一つ多く設定した。また、年齢別漁獲尾数はこの混合正規分布モデルからベイズの定理により計算される事後確率を用いて式(4)により計算した<sup>2)</sup>。

$$(1) \quad f(t) = L_{\max} \times \left\langle 1 - \exp \left[ -k \frac{\text{int}\{M_j(t + M_0)\}}{M_j} \right] + t_0 \right\rangle + IV \quad [j = \text{int}(t)]$$

ここで、 $f(t)$ は年齢*t*における予測平均甲長、 $L_{\max}$ 、 $k$ 、 $t_0$ は階段型ベルタランフィ曲線の係数、 $\text{int}$ は小数点を切り捨てる関数(インテジャ)、 $M_j$ は*j*歳における脱皮回数、 $M_0$ は脱皮のタイミングを決める定数、 $IV$ は平均値の年変動の補正項。

$$(2) \quad \sigma(t) = \sqrt{s + (S/2k)[1 - \exp(-2kt)]} \quad (s \geq 0, S \geq 0)$$

ここで、 $\sigma(t)$ は年齢*t*における正規分布の標準偏差、 $s$ と $S$ は係数、 $k$ は階段型ベルタランフィ曲線と共通の係数。

$$\begin{aligned}
(3) \quad & \ln L(L_{\max}, k, t_0, s, S, \omega_{j,ks}, \omega_{j,ka}, \omega m_{ka}, IV_{j,ks}, IV_{j,ka}) \\
& = \sum_{ks=1}^{fs} \sum_{i=1}^{nks} \lambda_i \left\langle \ln \left\{ \sum_{j=a_{\min}}^{a_{\max}} \omega_{j,ks} N[l_i, f(t_{i,j}), \sigma(t_i)] \right\} \right\rangle \\
& + \sum_{ka=1}^{fa} \sum_{i=1}^{nka} \lambda_i \left\langle \ln \left\{ \sum_{j=a_{\min}}^{a_{\max}} \omega_{j,ka} N[l_i, f(t_{i,j}), \sigma(t_i)] + \omega m_{ka} N[l_i, f(2.25) | IV = IV_{j,ks}, \sigma(2.25)] \right\} \right\rangle \\
& \left. \begin{array}{l} \sum_{j=a_{\min}}^{a_{\max}} \omega_{j,ks} = 1, \quad \sum_{j=a_{\min}}^{a_{\max}} \omega_{j,ka} + \omega m_{ka} = 1, \\ -2.0 \leq IV_{j,ks} \leq 2.0 (j=1, 2), IV_{j,ks} = 0 (j > 2), \\ -2.0 \leq IV_{j,ka} \leq 2.0 (j=1, 2), IV_{j,ka} = 0 (j > 2) \end{array} \right\}
\end{aligned}$$

ここで、 $L_{\max}$ ,  $k$ ,  $t_0$ は階段型ベルタランフィ曲線の係数、 $s$ と $S$ は式(2)の係数、 $\omega_{j,ks}$ と $\omega_{j,ka}$ と $\omega m_{ka}$ はそれぞれ春漁 $j$ 歳と秋漁 $j$ 歳および秋漁2.5歳雄の事前確率、 $IV_{j,ks}$ と $IV_{j,ka}$ はそれぞれ $ks$ 春漁期と $ka$ 秋漁期における $j$ 歳の平均値の年変動補正項、 $fs$ は春漁期の数、 $fa$ は秋漁期の数、 $nks$ と $nka$ はそれぞれ $ks$ 春漁期と $ka$ 秋漁期の測定個体数、 $\lambda_i$ は $i$ 番目データの抽出率の逆数、 $a_{\min}$ と $a_{\max}$ はそれぞれ設定した最小年齢および最高年齢、 $l_i$ は個体 $i$ の甲長、 $f(t_{i,j})$ は個体 $i$ の採取日における $j$ 歳の予測甲長、 $\sigma(t_i)$ は年齢 $t_i$ の正規分布の標準偏差、 $N[l_i, f(t_{i,j}), \sigma]$ は正規分布の確率密度。なお、 $M_j$ および $M_0$ の値はヒストグラムの変化等を考慮して推測し手入力した。

$$(4) \quad P(j|l_i) = \frac{\omega_{i,j} PD_{i,j}}{\sum_{j=a_{\min}}^{a_{\max}} \omega_{i,j} PD_{i,j}}$$

ここで、 $P(j|l_i)$ は甲長 $l_i$ の個体 $i$ が $j$ 歳に属する確率（事後確率）、 $\omega_{i,j}$ は個体 $i$ の $j$ 歳の事前確率、 $PD_{i,j}$ は個体 $i$ の $j$ 歳正規分布における確率密度、 $a_{\max}$ と $a_{\min}$ はそれぞれ設定した最小年齢および最高年齢。

#### ・年齢別資源尾数および重量

年齢別漁獲尾数からVPA<sup>3)</sup>により、年齢別資源尾数を、漁期別にそれぞれ推定した。VPAにおける最高齢は5.0+歳（春漁）および4.5+歳（秋漁）とした。寿命を6歳として、自然死亡係数(M)を田内・田中の方法<sup>4)</sup>から0.42とした（春漁と秋漁の間のMは0.21とした）。なお、ここでは、春漁と秋漁での年齢差を0.5歳として表現した。また、計算式を適切に表現するために、秋漁の年に0.5を加え表現した（1994年の春漁は1994.0年、秋漁は1994.5年と表した）。

このVPAでは、春漁の3.0歳以下の資源尾数と秋漁の2012年以外の1.5と2.5と3.5+歳の資源尾数を式(5)で、春漁4.0+歳と秋漁の2012年の1.5と2.5と3.5+歳の資源尾数を式(6)で、秋漁3.5歳の資源尾数を式(7)で計算した。ただし、2012年秋漁歳の式(7)における漁獲係数 $F_{a+0.5, y+0.5}$ の代わりに $F_{a+, y+0.5}$ を用いた。

漁獲死亡係数(F)は、春漁の3.0歳以下と秋漁の2012年以外は式(8)で、2012年以外の春漁4.0+歳は式(9)で、秋漁の2012年は式(10)で計算した。また、春漁2012年4.0+歳の $F(F_{5.0+, 2012})$ に適切な値(1.0程度)を入力し、計算される2012年3.0歳の $F(F_{4.0, 2012})$ の値を再度 $F_{5.0+, 2012}$ に入力する。これを、 $F_{5.0+, 2012}=F_{4.0, 2012}$ となるまで繰り返し、VPAを実施した。

$$(5) \quad N_{a,y} = N_{a+0.5, y+0.5} e^M + C_{a,y} e^{M/2}$$

$$(6) \quad N_{a,y} = \frac{C_{a,y}}{1 - e^{-F_{a,y}}} e^{M/2}$$

$$(7) \quad N_a = N_{a+} \left( 1 - e^{-(F_{a+, y} + F_{a+0.5, y+0.5} + 2M)} \right) \quad (a = 3.5)$$

$$(8) \quad F_{a,y} = -\ln \left( 1 - \frac{C_{a,y} e^{M/2}}{N_{a,y}} \right)$$

$$(9) \quad F_{4.0+, y} = F_{3.0, y}$$

$$(10) \quad F_{a,y} = \frac{1}{5} (F_{a, y-1} + \dots + F_{a, y-5})$$

ここで $a$ は年齢(春漁の小数点以下0.0, 秋漁の小数点以下0.5),  $y$ は漁獲年(春漁の小数点以下0.0, 秋漁の小数点以下0.5),  $F$ は漁獲係数,  $C$ は漁獲尾数,  $N$ は資源尾数,  $M$ は漁期間の自然死亡係数(0.21)を表す。また、各年齢の資源尾数に年別・年齢別・漁期別平均体重を乗ずることで資源重量を求めた。

#### ・資源動向の判断

資源動向の判断に用いた2013年の資源尾数および重量は、2012年の数値からVPA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

##### ・漁獲量の推移

噴火湾海域におけるえびかご漁業でのトヤマエビ漁獲量は、1986~87年には100トン台であったが、1988年以降増加に転じ、1990年には1985年以降で最高の787トンまで増加

した。その後 1993 年までは 400 トン前後で推移したが、1994 年には 145 トンまで減少し、2000 年に 319 トンまで回復したあと、2006 年まで、113 トンから 265 トンの幅で増減を繰り返した。その後、漁獲量は 2007 年以降大幅に減少し、2009 年には 1985 年以降で最も低い値である 52 トンとなった。2012 年の漁獲量は 127 トンで、2011 年の 102 トンから増加したが、依然として 2006 年以前の水準には達しない状態が続いている。漁期別では、1998 年以降、秋漁の漁獲量が春漁より一貫して多くなっている。2012 年の漁期別漁獲量は春漁が 39 トン（2011 年 25 トン）、秋漁が 90 トン（同 77 トン）であり、ともに 2011 年から増加した（表 1、図 1）。

標本調査により得られた甲長から、混合正規分布モデルにより成長解析を行った。この混合正規分布モデルを甲長組成に当てはめた結果を図 2、表 2～4 および付図 1-1～1-5 に示した。また、事後確率により計算された年齢別漁獲尾数を図 3（春漁）と図 4（秋漁）に示した。

漁獲尾数の主要部分を占めるのは、新規加入した若齢エビであり、春漁では 2.0 歳エビ、秋漁では 1.5 歳エビである（図 3、4）。通常 1 歳エビが漁獲される秋漁の方が漁獲尾数は多いが、1997 年だけは例外的に春漁の方が漁獲尾数が多かった。1.5 歳の新規漁獲加入尾数が多かった年は、1996、2000、2002、2004、2005、2006 年であり（図 4）、それぞれ、1,320、1,513、1,099、1,736、1,209、1,225 万尾であった。新規漁獲加入尾数が 1 千万尾を超えたのは、これら 6 年だけである。特に、2007 年以降は新規漁獲加入尾数が 1 千万尾を超えた年はなく、2009 年には過去 19 年で最低の 243 万尾と推定された。

#### ・努力量の推移

1993 年以降の努力量（延出漁隻数。1998 年以降は渡島のみ）は最高が 1993 年の 4,704 隻であったが、その後は減少傾向にあり、近年は 2,500 隻を下回る値で推移している。2012 年の努力量は 2,099 隻で、2011 年（2,154 隻）から減少した（表 1）。

#### (2) 現在（評価年）までの資源状態

1993 年以降の CPUE（1 隻当たりの漁獲量）の推移は全体、春漁、秋漁共に漁獲量と同様の動向となっており、1993 年は 88.5 kg/隻、1994 年は 42.6 kg/隻であり、その後 1995 年、1996 年と増加して 74.9 kg/隻に達した。しかし 1997 年から減少傾向を示し、1999 年には 37.9 kg/隻まで減少した。1999 年以降は漁獲量と同様に隔年で増減を繰り返す推移となっている。2012 年の CPUE は 60.4kg（春漁：38.2kg/隻、秋漁：79.5kg/隻）で、2011 年の 46.5kg/隻（春漁：28.9kg/隻、秋漁 57.3kg/隻）から増加した（表 1、図 1）。

VPA により計算される資源尾数と資源重量を図 5 および図 6 に示した。資源尾数が 2 千万尾を超えたのは、1995 年（2,150 万尾）、1996 年（3,324 万尾）、2000 年（2,360 万尾）、2004 年（2,858 万尾）、2005 年（2,281 万尾）の 5 年であり、2006 年以降は一度も 2 千万尾を超えていない（図 5）。また、2008 年と 209 年には 1 千万尾を下回っており、過去 19 年で、1 千万尾を下回ったのは、この 2 年だけである。

### (3) 評価年の資源水準：低水準

VPAにより算出された資源量に基づき資源水準を判断した。基準年を1994～2006年までの13年間とし、それらの資源重量の平均値を100として標準化して、 $100 \pm 30$ の範囲を中水準、その上および下をそれぞれ高水準および低水準として資源水準の判断を行った。その結果、2012年（評価年）の資源水準は低水準と判断された（図8）。さらに、過去19年の資源量ワースト5（2003、2007、2008、2009、2011年）のうち4つは2007年から2012年の6年間に集中しており（図8）、近年の噴火湾のトヤマエビの資源状態は噴火湾えびかご漁業史上最低な状況と判断される。

なお、噴火湾のトヤマエビ資源は2007年以降急減しているため、2007年以降の資源重量を基準年に入れると、基準値が非常に低い値となってしまう。そのため、基準年を2006年以前とした。また、噴火湾のトヤマエビ資源重量の年変動は比較的小さいため、資源水準を適切に判断するため、標準化資源重量の $100 \pm 30$ の範囲を中水準とした。

### (4) 今後の資源動向：減少

VPAから推定した2013年の資源重量は176トンであり、2012年（171トン）とほぼ同水準と考えられるので、横ばいとした。

## 4. 文献

- 1) Tanaka and Tanaka (1990) A method for estimating age-composition from length-frequency by using stochastic growth equation. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56: 1209-1218.
- 2) Baba, et al., (2005) Estimation of age composition from length data by posterior probabilities based on a previous growth curve: application to *Sebastes schlegelii*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62: 2475-2483.
- 3) 平松一彦：VPA (Virtual Population Analysis). 平成12年度資源評価体制確立推進事業報告書－資源解析手法教科書－. 東京，日本水産資源保護協会，104-128 (2001)
- 4) 田中昌一：水産生物の population dynamics と漁業管理. 東海区水産研究所研究報告，28, 1-200 (1972)

表1 噴火湾周辺海域におけるトヤマエビの漁獲量とCPUEの経年変化

(出典: 漁業生産高報告、水試集計速報値。 漁獲量: トン CPUE: kg/隻/日)

年	噴火湾海域漁獲量									噴火湾海域CPUE等				噴火湾沖海域漁獲量				総計	
	渡島管内			胆振管内			計			延出漁 隻数	CPUE : 全体	春期 CPUE	秋期 CPUE	春期	秋期	その	計		
	春期	秋期	その他	春期	秋期	その他	春期	秋期	その他										
1985	33	33	1	0	0	0	33	33	1	67					1	10	11	23	90
1986	44	113	1	0	1	0	45	114	1	160					6	8	9	23	183
1987	60	47	0	0	0	0	60	47	1	107					8	7	23	38	145
1988	199	101	0	2	1	0	201	102	0	303					36	11	21	68	372
1989	151	138	1	2	3	0	152	141	1	294					23	6	21	49	343
1990	346	415	1	10	14	0	356	429	2	787					19	6	36	61	848
1991	220	248	1	7	7	0	228	255	2	484					41	6	24	70	554
1992	259	100	0	7	5	0	266	105	1	372					39	5	34	78	449
1993	258	145	0	10	3	0	268	148	0	416	4,704	88.5	116.9	61.4	24	11	34	69	485
1994	47	94	0	1	2	0	49	96	0	145	3,414	42.6	34.9	47.8	21	4	28	53	198
1995	94	118	0	2	3	0	96	121	1	218	3,636	59.8	55.0	64.0	36	2	30	68	286
1996	71	219	0	4	6	0	76	225	0	301	4,026	74.8	40.9	103.5	25	6	34	65	366
1997	167	111	0	4	4	0	171	115	0	287	4,265	67.3	84.3	51.7	35	3	31	69	356
1998	95	129	0	3	4	0	97	133	0	230	3,906	58.9	50.2	67.5	21	3	25	48	279
1999	66	59	0	2	1	0	67	60	0	128	3,302	37.9	37.6	38.1	13	2	14	29	157
2000	100	211	0	2	6	0	102	216	0	319	3,661	84.5	56.5	110.2	10	1	13	24	343
2001	33	78	0	1	1	0	34	79	0	113	2,597	42.3	25.1	57.0	9	1	9	19	132
2002	102	158	0	3	2	0	105	160	0	265	3,821	69.4	57.1	81.5	13	2	23	38	303
2003	60	92	1	2	2	0	62	94	1	156	3,395	44.9	36.9	51.8	16	1	18	34	190
2004	65	187	0	2	5	0	67	191	0	259	3,582	70.5	38.3	99.2	5	1	8	14	273
2005	83	146	0	3	1	2	86	146	2	235	3,465	66.1	51.2	79.0	7	2	23	31	266
2006	75	168	0	4	4	0	79	172	0	251	3,327	73.1	46.8	97.8	18	1	17	36	287
2007	29	74	1	1	0	0	30	74	1	104	2,878	36.0	20.8	50.1	16	2	28	46	151
2008	49	74	0	2	0	0	51	75	0	126	2,860	43.2	33.4	53.1	12	1	14	26	152
2009	16	36	0	1	0	0	16	36	0	52	1,700	30.3	20.5	38.1	4	1	7	12	64
2010	39	100	0	2	1	0	41	101	0	142	2,465	56.8	36.8	72.1	4	1	18	23	165
2011	24	76	0	1	0	0	25	77	0	102	2,154	46.5	28.9	57.3	7	1	11	19	120
2012	37	90	0	1	0	0	39	90	0	128	2,099	60.4	38.2	79.5	5	1	12	18	146

※1999年以降の延出漁隻数とCPUEは渡島管内のみの数字

※噴火湾沖海域はえさん漁協榎法華支所～鹿部漁協および室蘭～鶴川漁協の海域

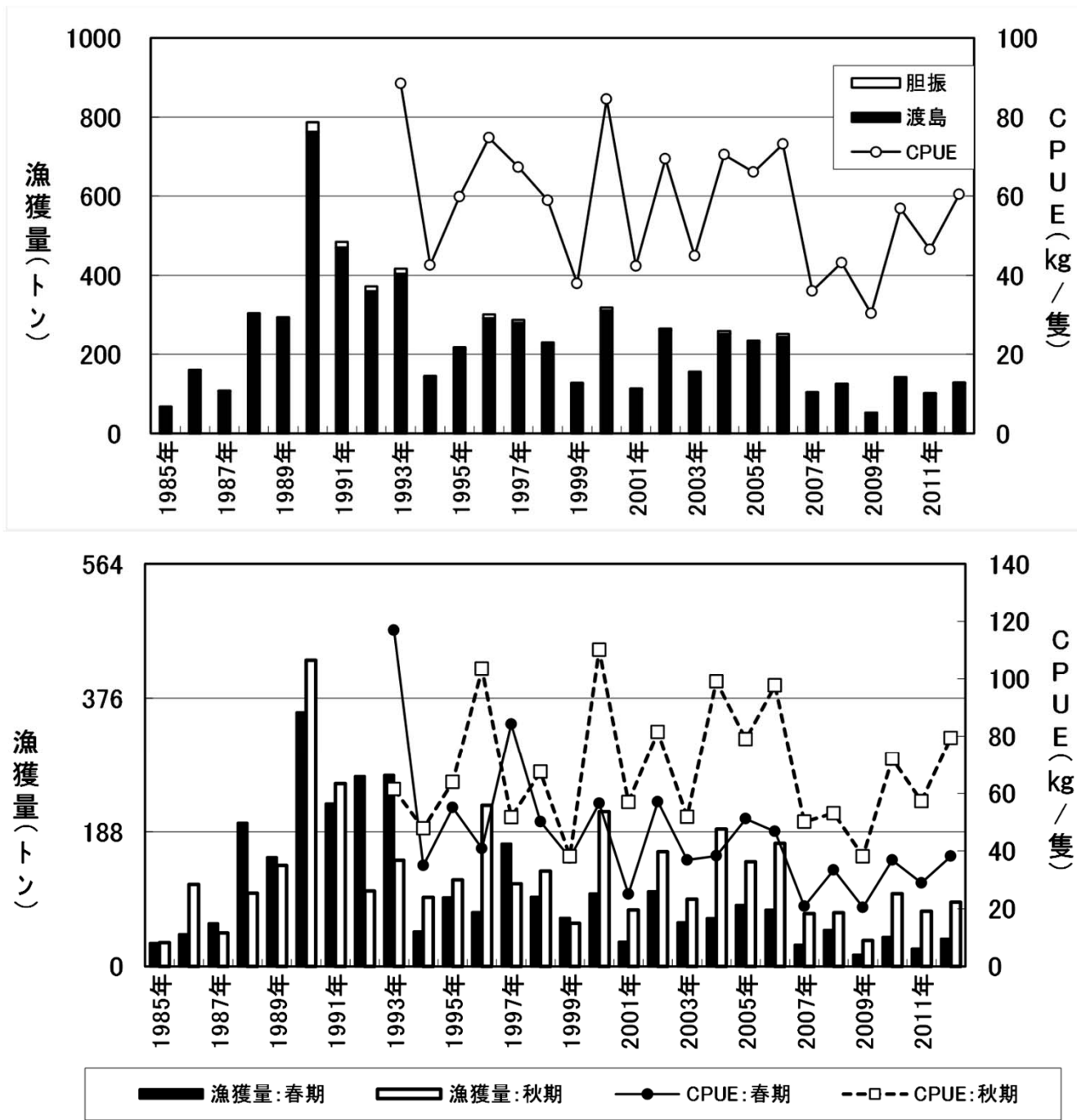


図1 噴火湾海域におけるトヤマエビの漁獲量とCPUE(上:全体 下:漁期別)



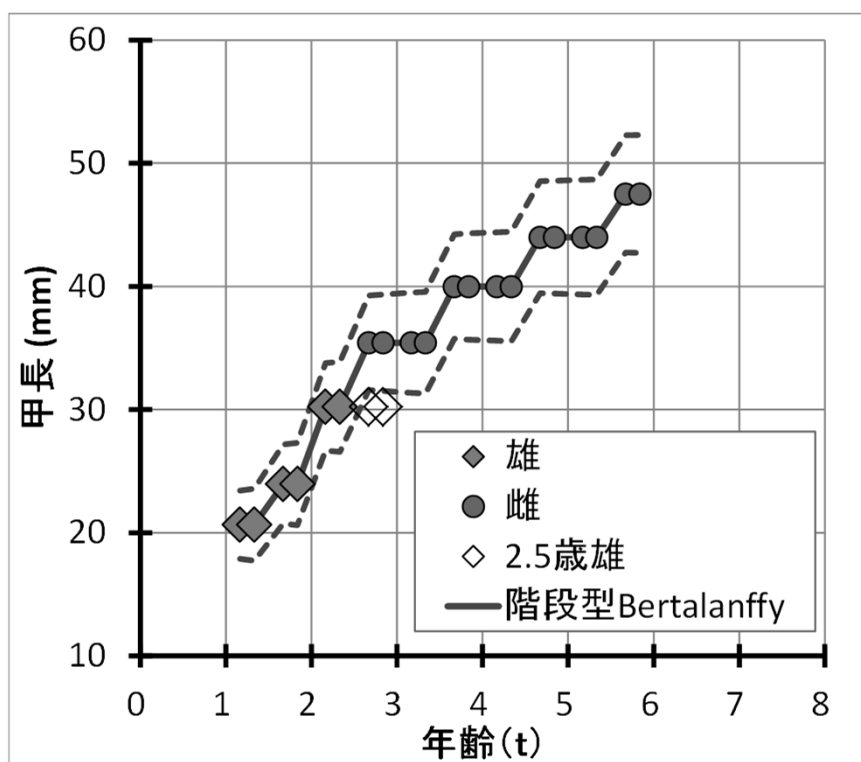


図2 噴火湾海域におけるトヤマエビの平均成長  
実線は階段型ベルタランフィの成長式, 点線はその95%信頼限界

階段型ベルタランフィの式(1)

$$(1) f(t) = L_{\max} \times \left\langle 1 - \exp \left[ -k \frac{\text{int} \{ M_j (t + M_0) \}}{M_j} \right] + t_0 \right\rangle + IV \quad [j = \text{int}(t)]$$

ここで,  $f(t)$  は年齢  $t$  における予測平均甲長,  $L_{\max}$ ,  $k$ ,  $t_0$  は階段型ベルタランフィ曲線の係数,  $\text{int}$  は小数点を切り捨てる関数(インテジャ),  $M_j$  は  $j$  歳における脱皮回数,  $M_0$  は脱皮のタイミングを決める定数,  $IV$  は平均値の年変動の補正項

$L_{\max}=69.4$ ,  $k=0.137$ ,  $t_0=2.16$ ,  $M_0=0.5$ ,  $M_j=2$  ( $j=2$ ),  $M_j=1$  ( $j>3$ )

$IV$  は平均値年変動(付表1参照)

標準偏差の式(2) (Tanaka and Tanaka 1990)

$$(2) \sigma(t) = \sqrt{s + (S/2k)[1 - \exp(-2kt)]} \quad (s \geq 0, S \geq 0)$$

ここで,  $\sigma(t)$  は年齢  $t$  における正規分布の標準偏差,  $s$  と  $S$  は係数,  $k$  は階段型ベルタランフィ曲線と共通の係数。

(これらを当てはめるための対数尤度関数は次ページ)

対数尤度関数

$$\ln L(L_{\max}, k, t_0, s, S, \omega_{j,ks}, \omega_{j,ka}, \omega m_{ka}, IV_{j,ks}, IV_{j,ka})$$

$$= \sum_{ks=1}^{fs} \sum_{i=1}^{nks} \lambda_i \left\langle \ln \left\{ \sum_{j=a_{\min}}^{a_{\max}} \omega_{j,ks} N[l_i, f(t_{i,j}), \sigma(t_i)] \right\} \right\rangle$$

$$+ \sum_{ka=1}^{fa} \sum_{i=1}^{nka} \lambda_i \left\langle \ln \left\{ \sum_{j=a_{\min}}^{a_{\max}} \omega_{j,ka} N[l_i, f(t_{i,j}), \sigma(t_i)] + \omega m_{ka} N[l_i, f(2.25) | IV = IV_{j,ks}, \sigma(2.25)] \right\} \right\rangle$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=a_{\min}}^{a_{\max}} \omega_{j,ks} = 1, \quad \sum_{j=a_{\min}}^{a_{\max}} \omega_{j,ka} + \omega m_{ka} = 1, \\ -2.0 \leq IV_{j,ks} \leq 2.0 (j=1, 2), IV_{j,ks} = 0 (j > 2), \\ -2.0 \leq IV_{j,ka} \leq 2.0 (j=1, 2), IV_{j,ka} = 0 (j > 2) \end{array} \right\}$$

ここで、 $L_{\max}$ ,  $k$ ,  $t_0$ は階段型ベルタランフィ曲線の係数、 $\sigma(t_i)$ は年齢 $t_i$ の正規分布の標準偏差、 $\omega_{j,ks}$ と $\omega_{j,ka}$ と $\omega m_{ka}$ はそれぞれ春漁 $j$ 歳と秋漁 $j$ 歳および秋漁2.5歳雄の事前確率、 $IV_{j,ks}$ と $IV_{j,ka}$ はそれぞれ $ks$ 春漁期と $ka$ 秋漁期における $j$ 歳の平均値の年変動補正項、 $fs$ は春漁期の数、 $fa$ は秋漁期の数、 $nks$ と $nka$ はそれぞれ $ks$ 春漁期と $ka$ 秋漁期の測定個体数、 $\lambda_i$ は $i$ 番目データの抽出率の逆数、 $a_{\min}$ と $a_{\max}$ はそれぞれ設定した最小年齢および最高年齢、 $\omega_{j,ks}$ と $\omega_{j,ka}$ はそれぞれ $ks$ 春漁期と $ka$ 秋漁期における $j$ 歳の事前確率、 $\omega m_{ka}$ は $ka$ 秋漁期における2.5歳雄の事前確率、 $l_i$ は個体 $i$ の甲長、 $f(t_{i,j})$ は個体 $i$ の採取日における $j$ 歳の予測甲長、 $N[l_i, f(t_{i,j}), \sigma]$ は正規分布の確率密度。なお、 $M_j$ および $M_0$ の値はヒストグラムの変化等を考慮して推測し手入力した。

表2 成長曲線(1)および標準偏差の式(2)の係数の値  
 $L_{\max}=69.4$ ,  $k=0.137$ ,  $t_0=2.16$ ,  $M_0=0.5$ ,  $M_j=2 (j=2)$ ,  $M_j=1 (j>3)$   
 $s=0.00$ ,  $S=2.02$

表3 各年・各漁期における1歳および2歳の甲長平均値の年変動補正項(IV)の値

		(mm)																		
漁期	年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
春漁	1歳	-1.0	0.5	-1.5	-0.3	-1.7														
	2歳	-0.1	-0.2	0.4	-0.9	0.0	-0.4	0.0	1.2	0.4	0.7	-0.4	-0.2	-0.3	0.6	0.2	0.4	-0.3	-1.2	-1.6
秋漁	1歳	-0.4	-0.1	-1.5	0.5	-0.4	-0.1	0.8	-0.3	0.1	-0.7	-0.8	-0.5	-0.4	0.6	0.3	0.0	-0.1	-2.0	-1.9
	2歳	1.6	-1.5	-0.3	-0.4	1.7	-1.5	-1.0	-0.2	-0.7	-0.6	-1.2	-2.0	-1.5	1.0	-0.1	-0.6	-1.6	-0.5	-2.0

表4 各年・各漁期における各年齢の事前確率( $\omega$ )の値

漁期	年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
春漁	1歳	0.32	0.72	0.43	0.24	0.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2歳	0.53	0.23	0.50	0.60	0.57	0.90	0.84	0.86	0.85	0.75	0.78	0.95	0.85	0.77	0.85	0.76	0.82	0.74	0.78	
	3歳	0.10	0.04	0.07	0.16	0.24	0.08	0.11	0.11	0.14	0.24	0.20	0.04	0.15	0.22	0.15	0.24	0.16	0.20	0.18	
	4歳	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.02
	5歳	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
秋漁	1歳	0.84	0.87	0.83	0.73	0.86	0.81	0.88	0.91	0.89	0.91	0.96	0.93	0.89	0.93	0.84	0.88	0.78	0.84	0.91	
	2歳	0.15	0.13	0.16	0.26	0.11	0.18	0.10	0.09	0.11	0.08	0.04	0.07	0.11	0.07	0.16	0.11	0.20	0.14	0.08	
	3歳	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	
	4歳	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	5歳	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2歳雌	0.07	0.05	0.11	0.10	0.06	0.16	0.07	0.05	0.05	0.06	0.02	0.04	0.07	0.04	0.11	0.07	0.14	0.10	0.04	
	2歳雄	0.08	0.08	0.05	0.16	0.05	0.01	0.03	0.04	0.06	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.05	0.04	0.06	0.04	0.05	

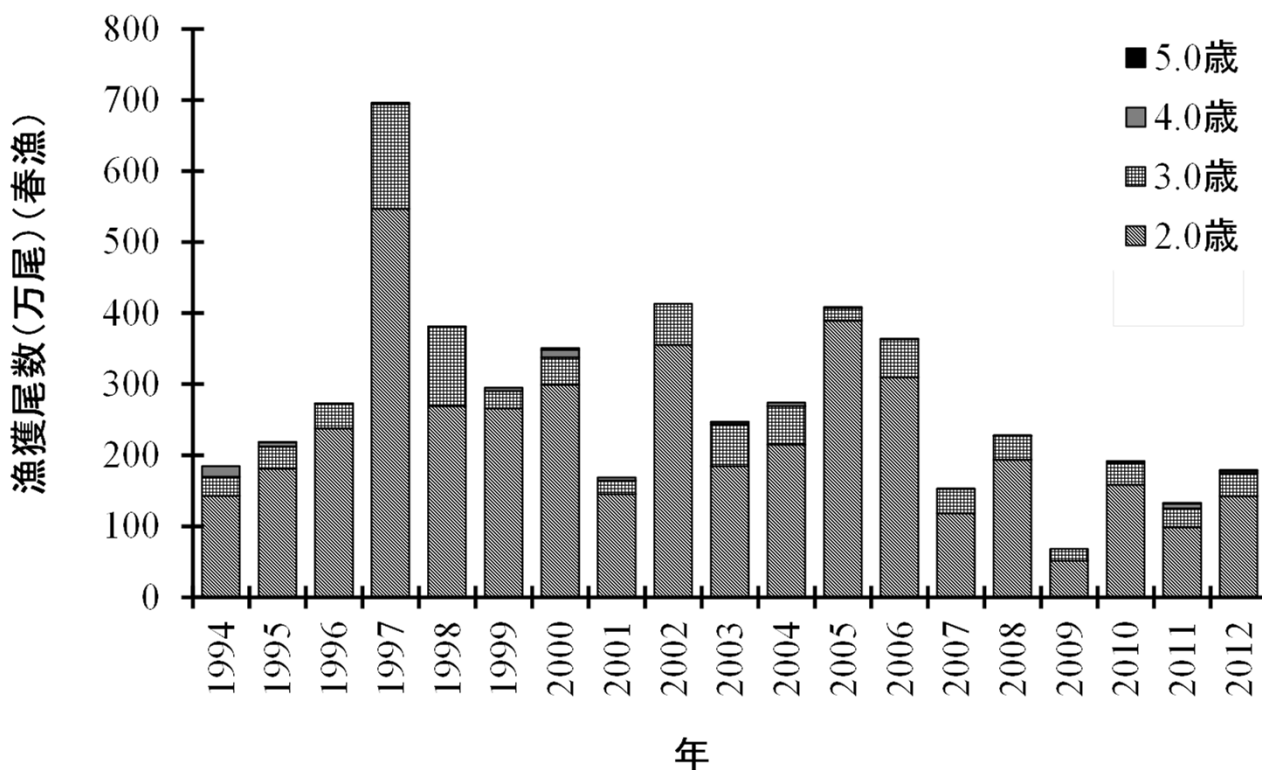


図3 噴火湾のトヤマエビ春漁期の年齢別漁獲尾数  
(1999年以降禁漁の2.0歳エビは含んでいない)

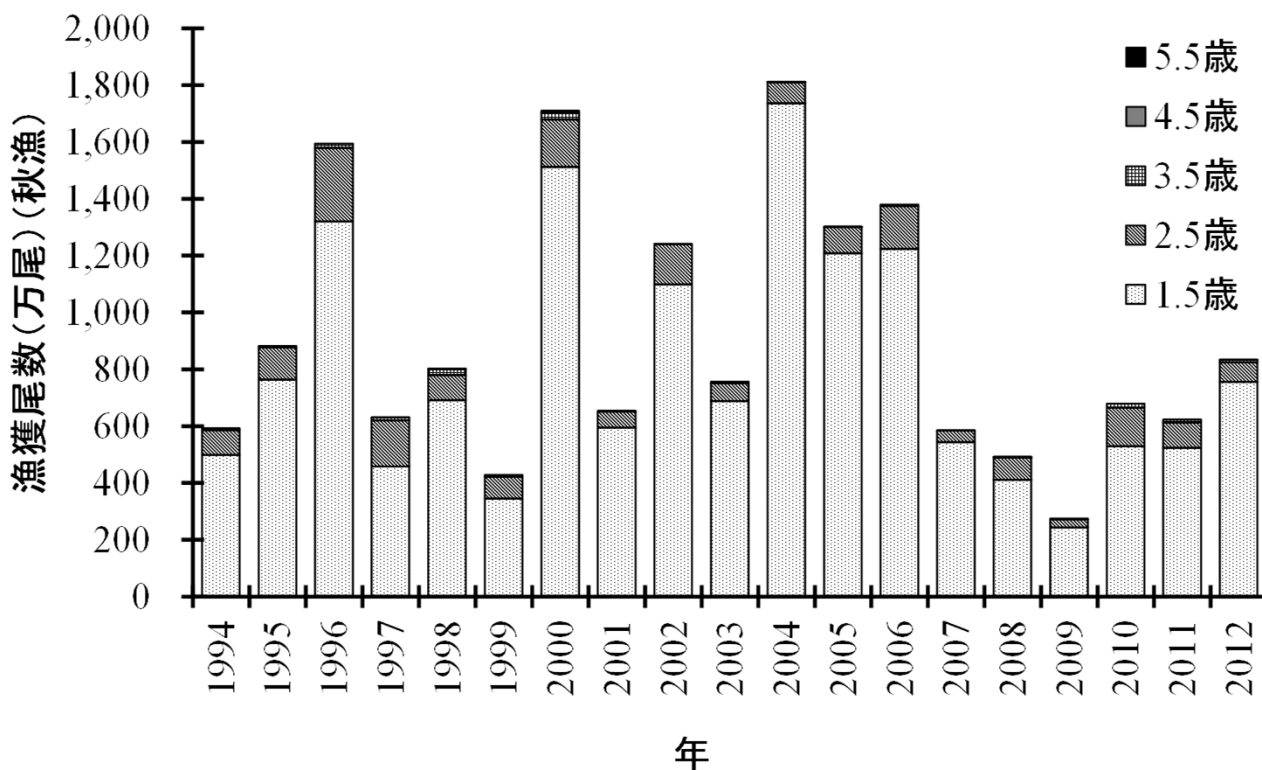


図4 噴火湾のトヤマエビ秋漁期の年齢別漁獲尾数

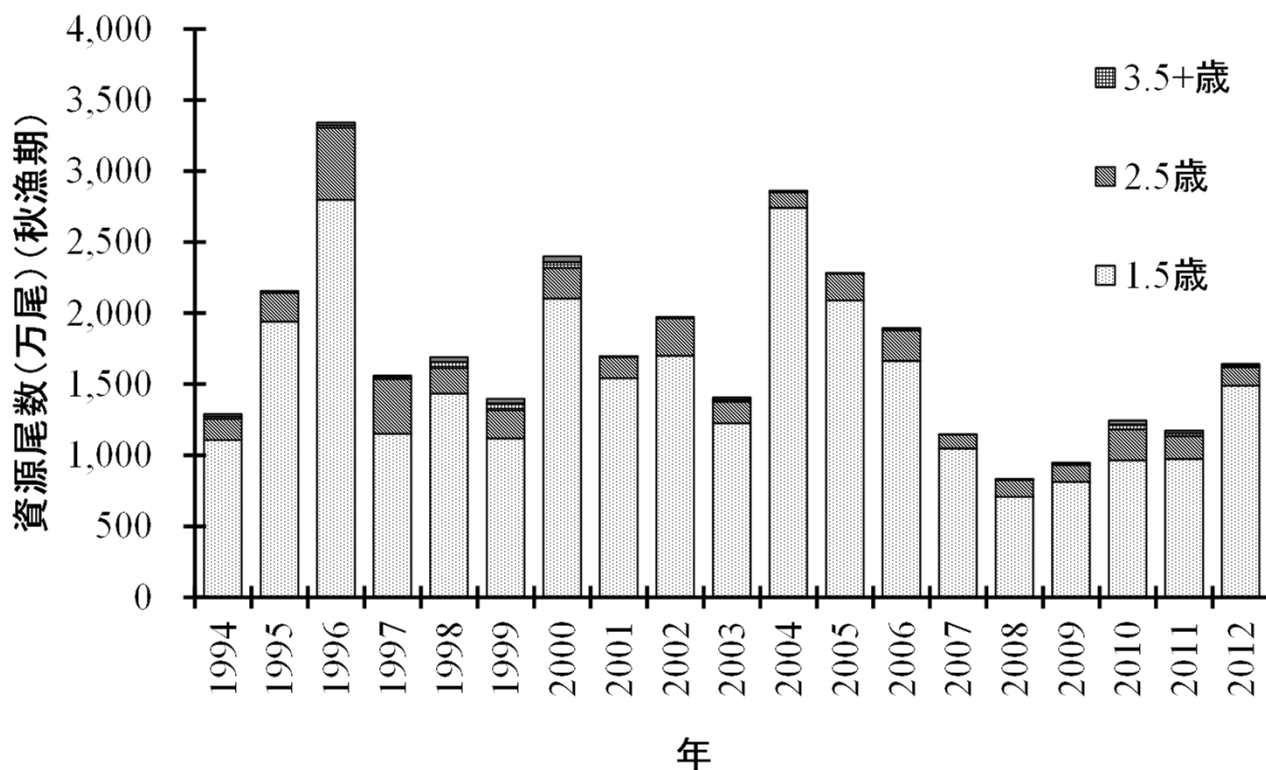


図5 噴火湾のトヤマエビ秋漁期における年齢別資源尾数

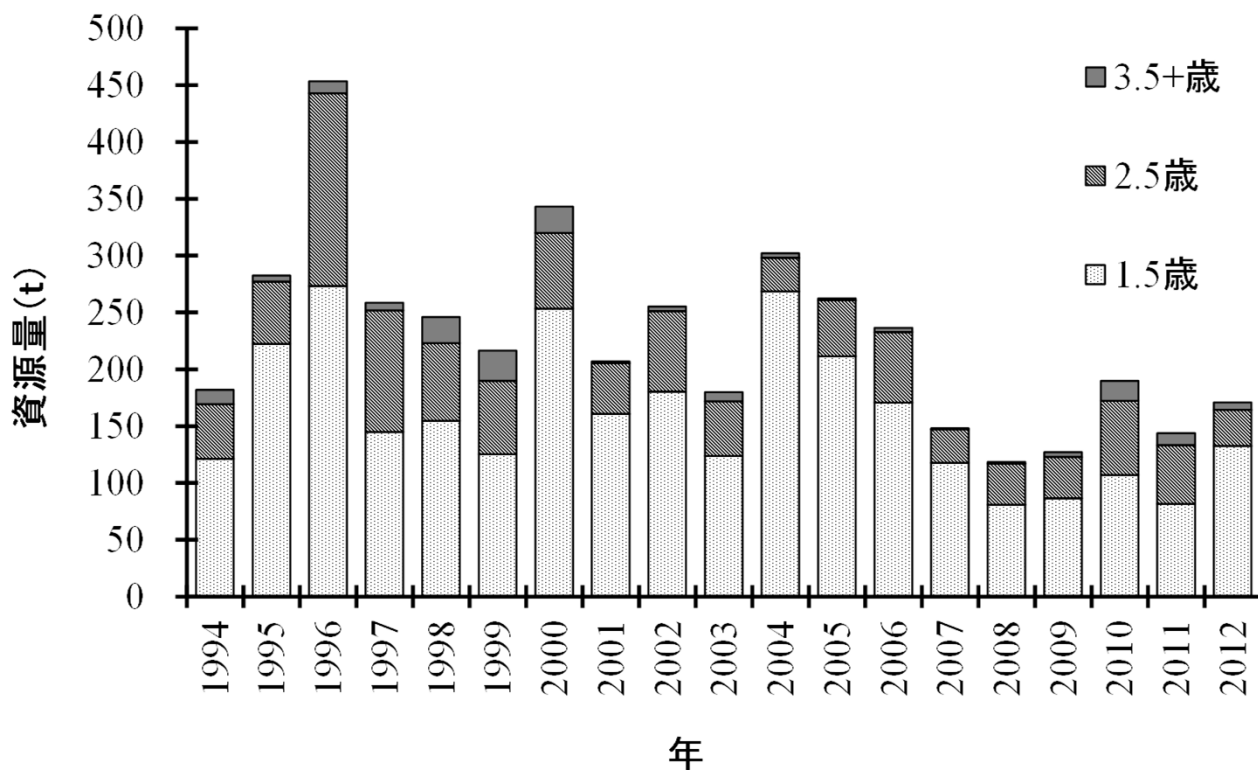


図6 噴火湾のトヤマエビ秋漁期における年齢別資源量(t)

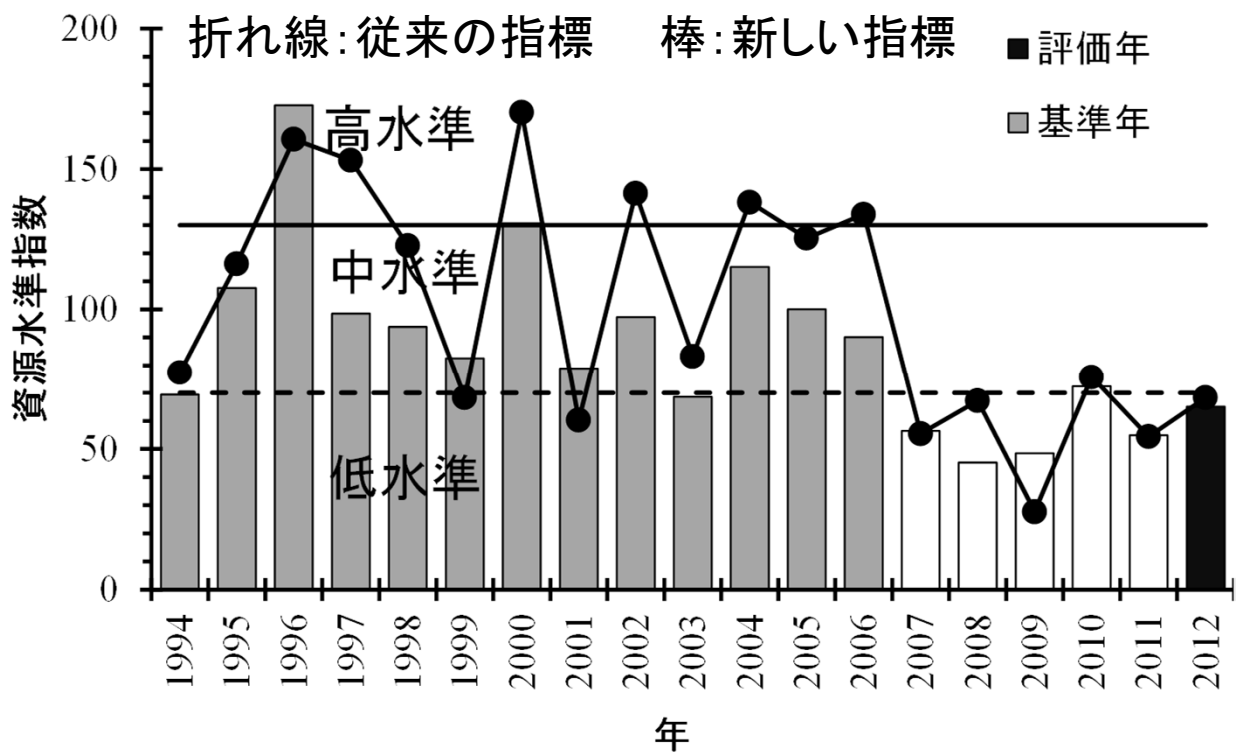
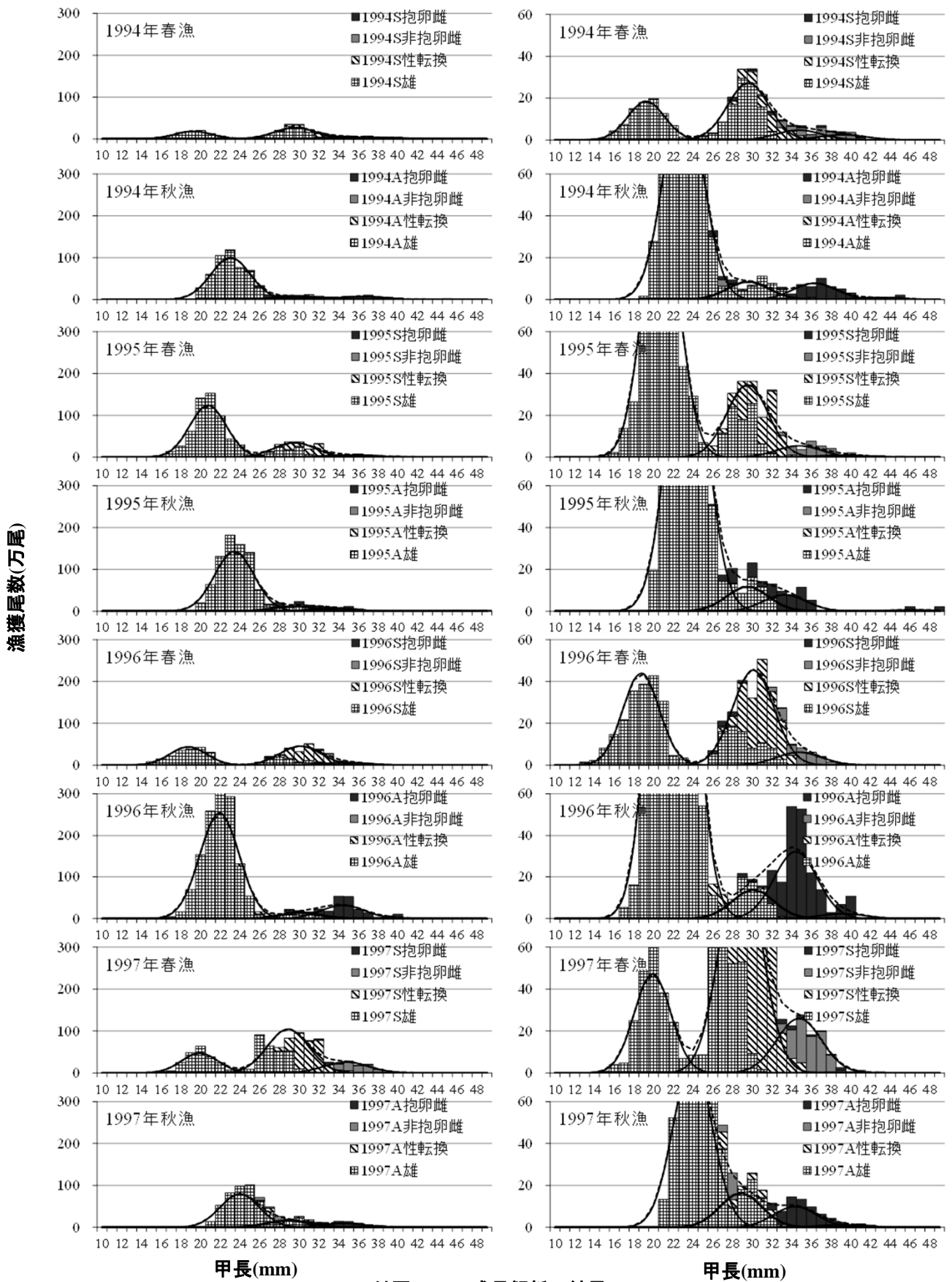
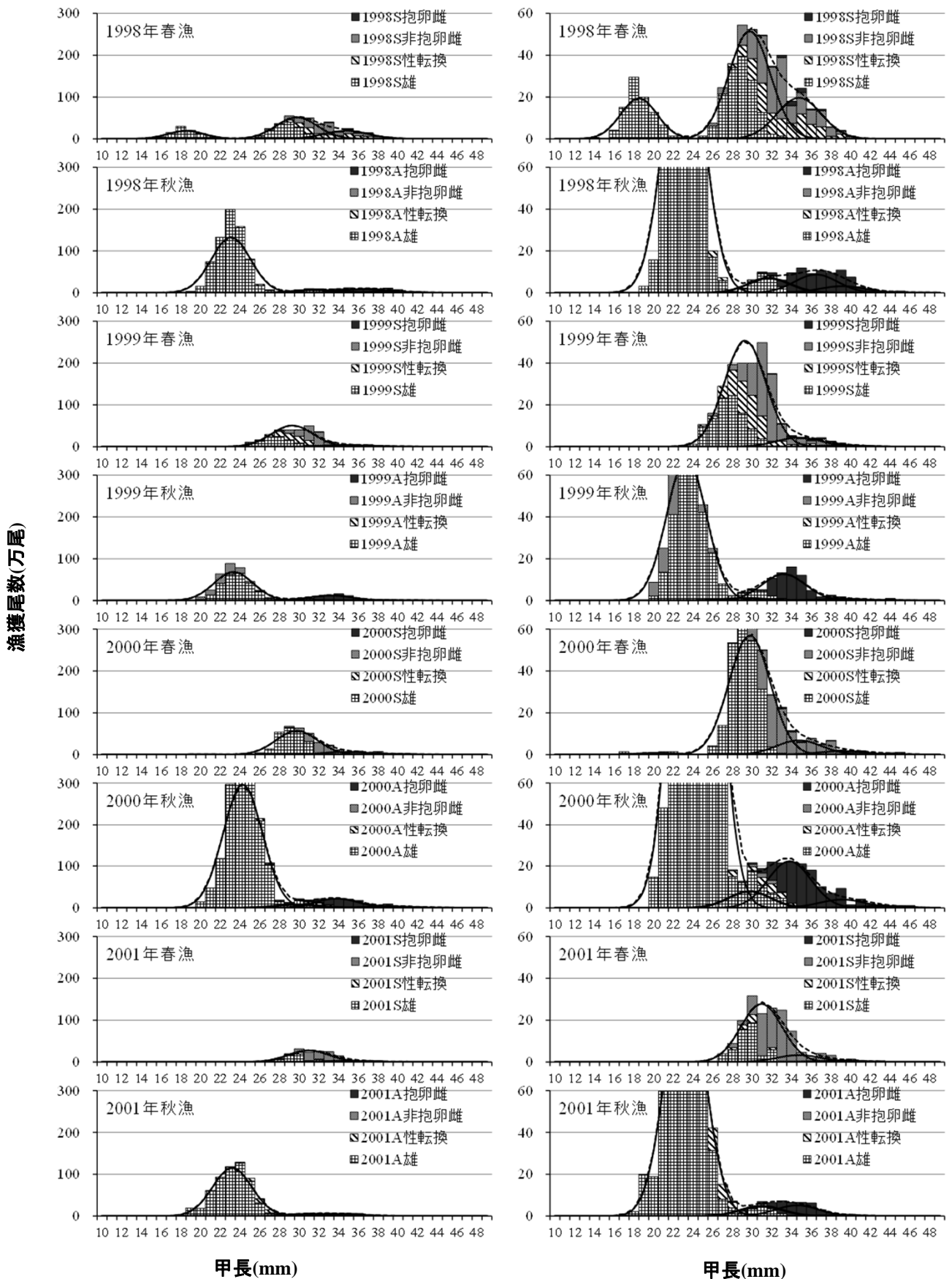


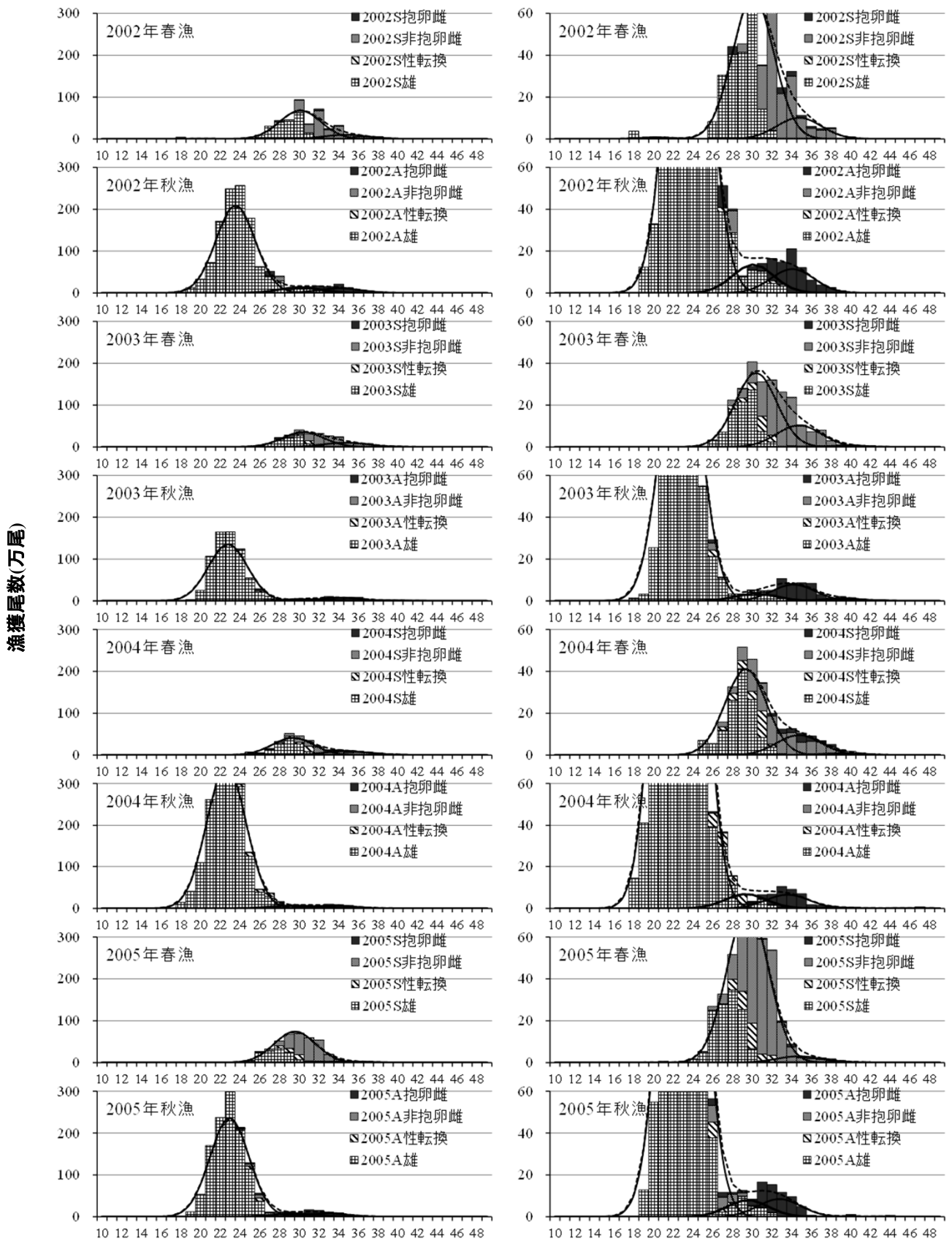
図8 噴火湾海域におけるトヤマエビの資源水準  
 (基準はVPAによる推定資源尾数に年別・漁期別・年齢別の1尾当たり平均重量(g)をかけたもの)



付図1-1 成長解析の結果



付図1-2 成長解析の結果

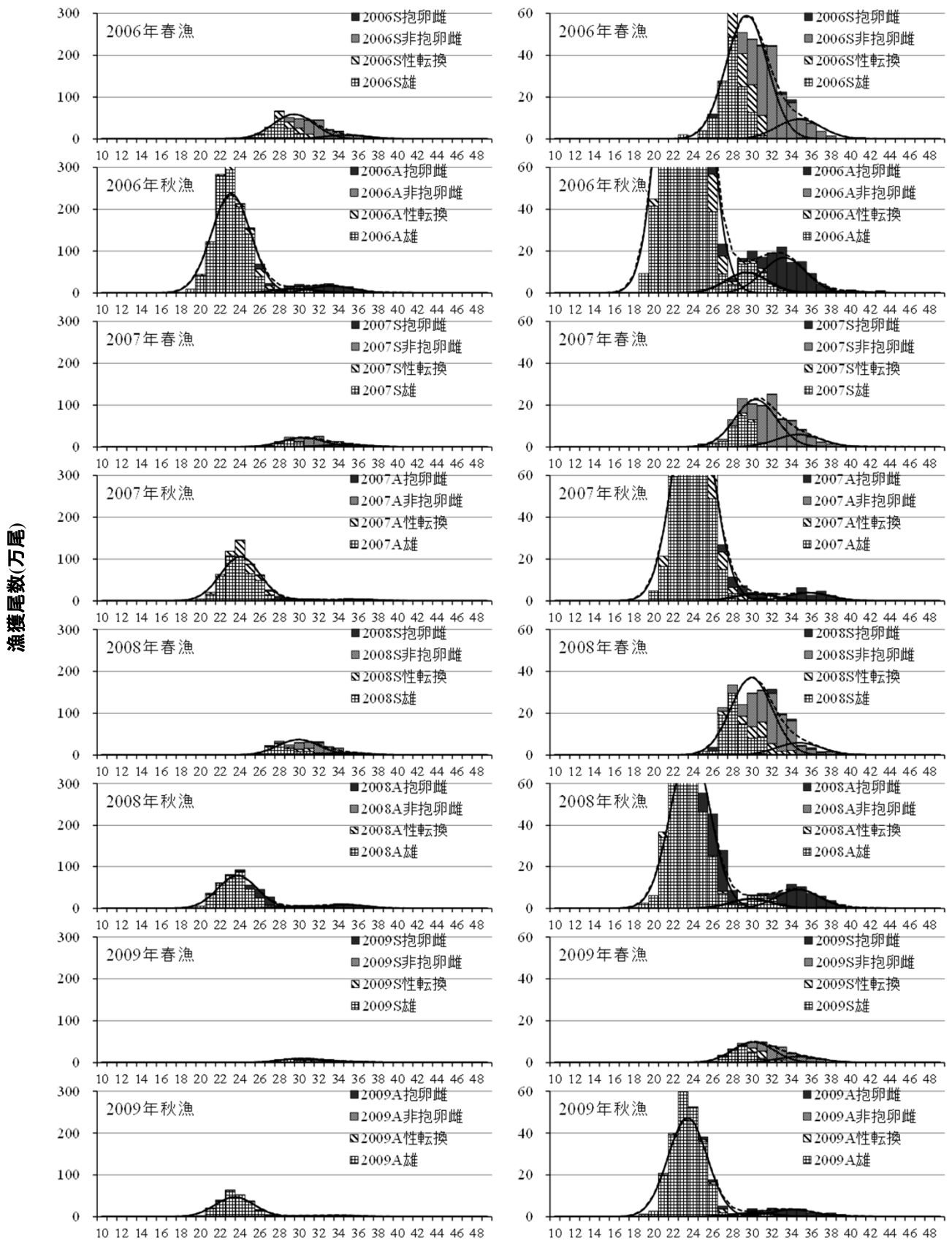


甲長(mm)

甲長(mm)

付図1-3 成長解析の結果

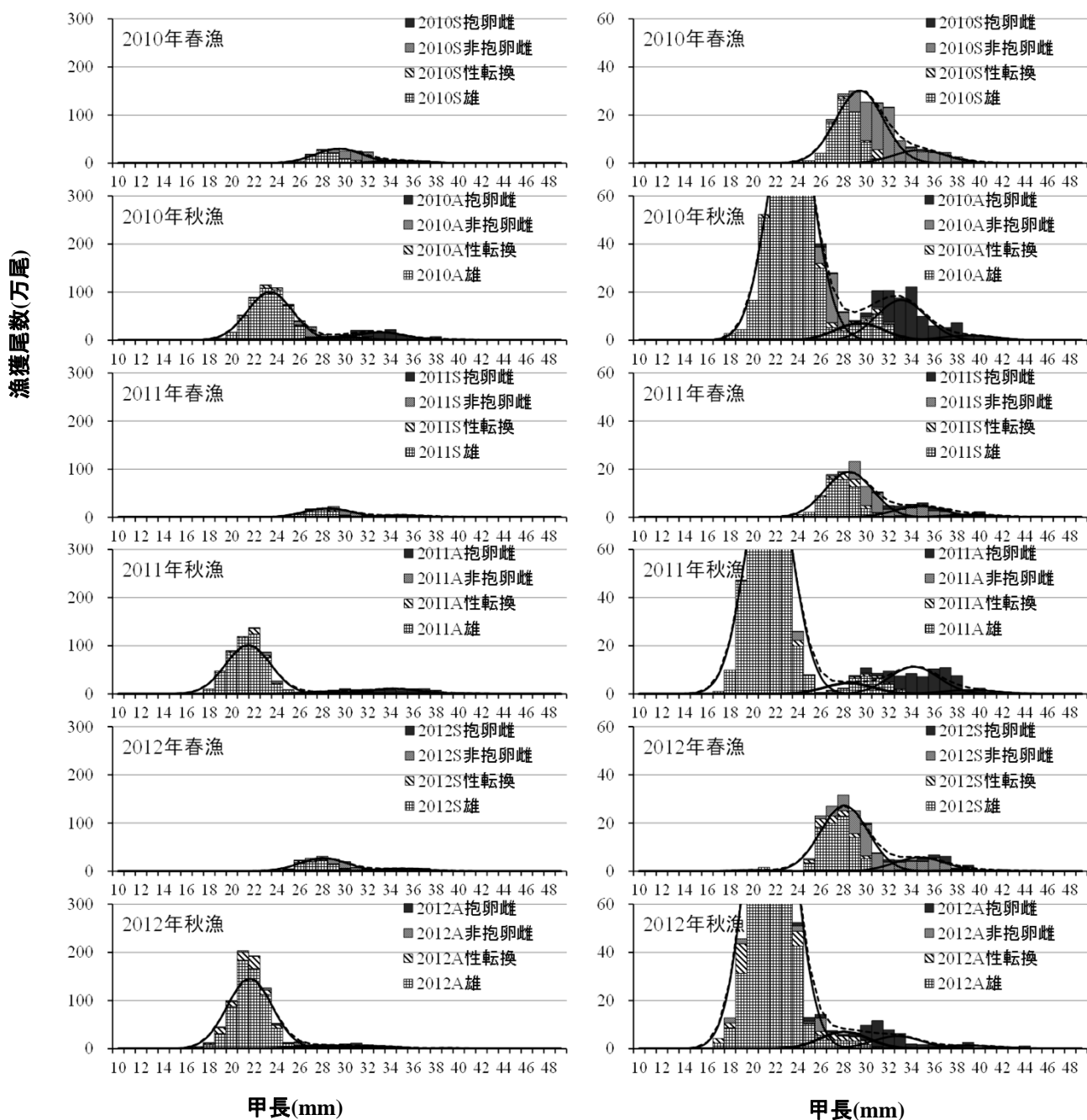




甲長(mm)

甲長(mm)

付図1-4 成長解析の結果



付図1-5 成長解析の結果

生態表 魚種名：トヤマエビ 海域名：噴火湾海域

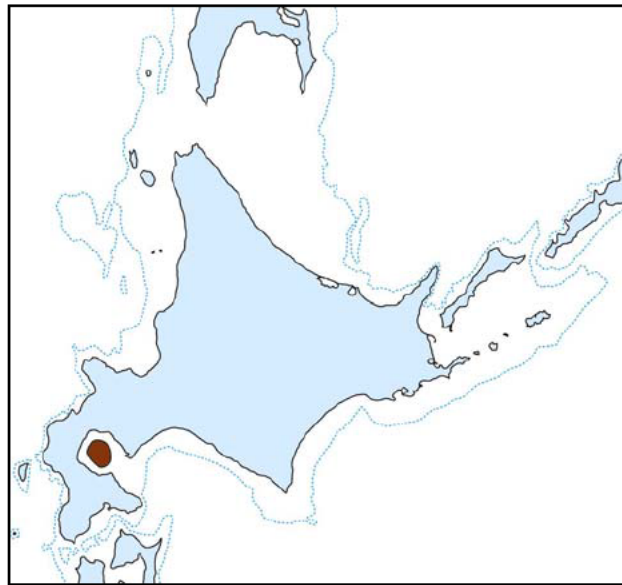


図1 トヤマエビ（噴火湾海域）の漁場図

1. 分布・回遊

噴火湾の水深 80~100mが主な分布域である。発育段階、生活周期別の分布特性は不明である。

2. 年齢・成長・脱皮・性転換・抱卵（加齢の基準日：1月1日）

噴火湾産トヤマエビは1歳では全て雄で年に2回冬と夏に脱皮成長し、2歳になる冬におおよそ75%の個体が間性に性転換する。2歳以降は脱皮成長は年1回で、雄は冬に、間性と雌は夏に、それぞれ脱皮成長する。間性と雌は夏の脱皮成長時に交尾し、その後、抱卵する。

このほか、1歳早く、性転換・抱卵する個体が、稀に出現する。

1歳エビは春漁期にはまだ完全には漁獲に加入しておらず、完全な加入は1歳エビの秋漁期からと考えられる。

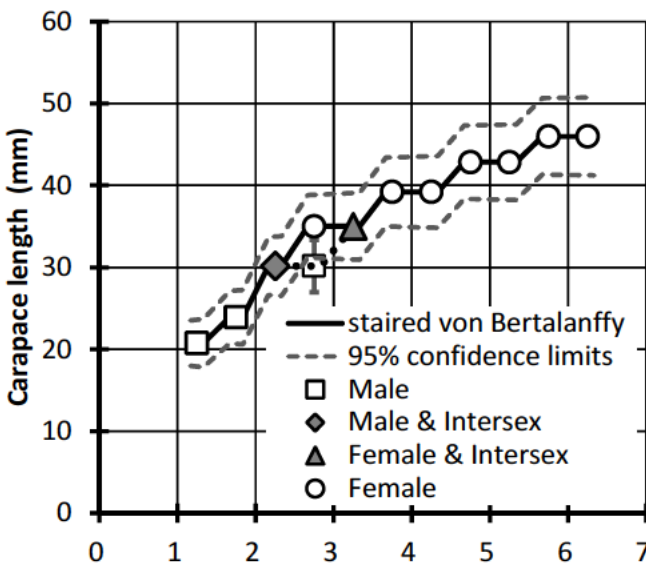


図2 噴火湾産トヤマエビの性別と標準成長

表1 噴火湾産トヤマエビの標準的な年齢別平均甲長と（標準偏差）

		(mm)					
年齢		1.0歳	2.0歳	3.0歳	4.0歳	5.0歳	6.0歳
春漁期(3~4月)		20.8(1.5)	30.2(1.8)	35.0(2.1)	39.2(2.2)	42.8(2.3)	46.0(2.4)
年齢		1.5歳	2.5歳雌	2.5歳雄	3.5歳	4.5歳	5.5歳
秋漁期(9~11月)		23.9(1.7)	35.0(2.1)	30.2(1.8)	39.2(2.2)	42.8(2.3)	46.0(2.4)

混合正規分布モデルによる解析

**3. 産卵期・産卵場**

- ・産卵期：7～8月である。抱卵期間は6～7ヶ月間で幼生の孵化期は2～3月である。
- ・産卵場：不明である。

**4. その他**

なし

**5. 文献**

なし