

13. 漁業生物の資源・生態調査および資源管理手法開発試験調査

13. 1 資源・生態調査

13. 1. 1 エビ類（トヤマエビ）

担当者 調査研究部 澤村 正幸

(1) 目的

道南太平洋のエビ類、特に噴火湾のトヤマエビの生態特性と資源動向に関する調査を行い、資源管理を実施するための基礎資料を得る。

びかご漁業について、漁獲量及び渡島管内（砂原漁協～長万部漁協）における年間の延出漁隻数と CPUE（1日1隻あたり漁獲量）の経年変化を集計した。漁獲量はエビ類全体と同様に北海道水産現勢、漁獲生産高報告及び中央水試集計の暫定値を使用し、漁獲努力量の算出にはえびかご漁業漁獲成績報告書を用いた。また、参考値として噴火湾沖海域（えさん漁協假法華支所～鹿部漁協および室蘭～鶴川漁協）の漁獲量も集計した。（表2、図1）

(2) 経過の概要

ア 漁獲統計調査

エビ類全体の漁獲統計は、2008年までは北海道水産現勢、2009年以降は漁獲生産高報告を用い、2011年について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暫定値を使用し、種類別、管内別、年別の漁獲量を集計した（表1）。

イ 生物測定調査

噴火湾海域におけるトヤマエビかご漁の漁期中（春期：3月1日～4月30日、秋期：9月1日～11月10日）に各月1回、森漁業協同組合から購入した標本について生物調査を実施し、銘柄別漁獲量と生物測定結

この海域における漁獲の中心となる噴火湾海域（砂原漁協～いぶり噴火湾漁協伊達支所）のトヤマエビ

表1 道南太平洋海域のエビ類の種類別、管内別、年別漁獲量

種名 年/管内	トヤマエビ				ホッコクアカエビ				その他エビ				合計			
	渡島	胆振	日高	計	渡島	胆振	日高	計	渡島	胆振	日高	計	渡島	胆振	日高	計
1985	75	15	33	123	185	116	7	308	4	11	6	21	263	143	46	452
1986	164	19	29	212	172	66	2	241	7	8	4	19	344	93	35	472
1987	126	19	12	158	131	37	4	172	6	7	3	16	263	63	20	346
1988	323	48	3	375	113	47	2	162	12	9	3	24	448	104	8	561
1989	306	37	17	360	63	24	1	88	7	6	2	15	376	67	20	463
1990	798	50	9	857	93	44	2	139	6	5	1	11	897	98	12	1007
1991	504	50	17	572	88	51	2	141	0	5	1	6	592	106	20	718
1992	398	51	36	485	44	30	3	76	2	1	2	5	443	82	40	566
1993	438	47	121	606	46	18	3	67	2	0	12	14	485	66	135	686
1994	168	30	104	302	44	19	1	64	4	1	2	6	216	50	107	373
1995	245	41	69	355	40	18	1	58	5	1	2	8	290	59	72	421
1996	322	43	147	513	60	34	1	95	11	1	3	14	392	78	152	622
1997	312	44	104	460	92	38	1	131	12	0	4	16	416	82	109	608
1998	242	37	60	339	124	28	1	153	39	0	3	43	405	66	64	535
1999	140	17	11	168	138	41	1	180	0.5	0	4	4.5	278	58	15	352
2000	326	17	9	352	62	18	0	81	0.1	0	1.6	1.7	388	35	11	434
2001	122	11	7	140	23	12	0	36	0	0	1.6	1.7	145	23	9	177
2002	279	24	15	318	61	30	0	91	0	0	3.5	3.5	340	55	19	413
2003	171	19	38	228	82	33	0	115	0	0	2.6	2.7	253	52	41	346
2004	262	18	28	308	77	31	0	109	0.2	0	2.4	2.6	340	49	31	420
2005	252	14	35	301	72	29	0	102	0.2	0	3.6	3.8	325	43	39	407
2006	256	31	23	310	75	31	1	108	2.4	0	1.9	4.4	334	62	26	422
2007	125	26	35	185	150	29	1	181	0.6	0	1.1	1.6	276	55	37	368
2008	131	21	14	166	47	14	1	63	0	0	1.1	1.1	178	36	16	230
2009	56	8	13	77	21	25	0	46	0	0	1.3	1.3	77	33	15	125
2010	149	16	9	174	29	27	0	56	0	0	1.4	1.4	178	43	10	232
2011	103	15	5	123	5	28	0	33	0.2	0.2	2.5	2.9	108	43	8	159

資料：北海道水産現勢、漁業生産高報告及び水試速報値。2011年の値は暫定値。
渡島管内は旧恵山町～長万部町の合計値

表 2 噴火湾周辺海域のトヤマエビ漁獲量

(出典:漁業生産高報告、水試集計速報値。漁獲量:トン CPUE:kg/隻)

年	噴火湾海域										噴火湾沖海域				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	その他	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

※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磯法華支所～鹿部漁協および室蘭～鶴川漁協の海域

果から年齢別漁獲尾数を求めた。なお年齢は 1994～1998 年の漁獲物測定データを元に作成した年齢-甲長関係から推定した(表3)。

銘柄別漁獲量と漁獲物の体長組成データが得られている1994年以降について、年齢別漁獲尾数を求め、VPAを実施した。表3にVPAに使用した各パラメータを示す。最高齢は5歳とし、2010年の各年齢及び各年の5+歳の資源尾数は(1)式、各年の1～4歳の資源尾数は(2)式、各年の4歳以下のFは(3)式に基づいて算出した。

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

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \cdot e^M + C_{a,y} \cdot e^{\frac{M}{2}} \quad (2)$$

$$F_{a,y} = -\ln \left(1 - \frac{C_{a,y} \cdot e^{\frac{M}{2}}}{N_{a,y}} \right) \quad (3)$$

ここで a は年齢, y は年, F は漁獲係数, C は漁獲

尾数, N は資源尾数, M は自然死亡係数を表す。最終年の各年齢の F は, 2007 年以降資源量の減少に伴い漁獲圧が変化したと考えられることから, 過去4年の同じ年齢の F の平均に等しいと仮定し, 算出した値を計算式に代入したのち, 最終年について $F_{4,y} / F_{5,y} = 1$

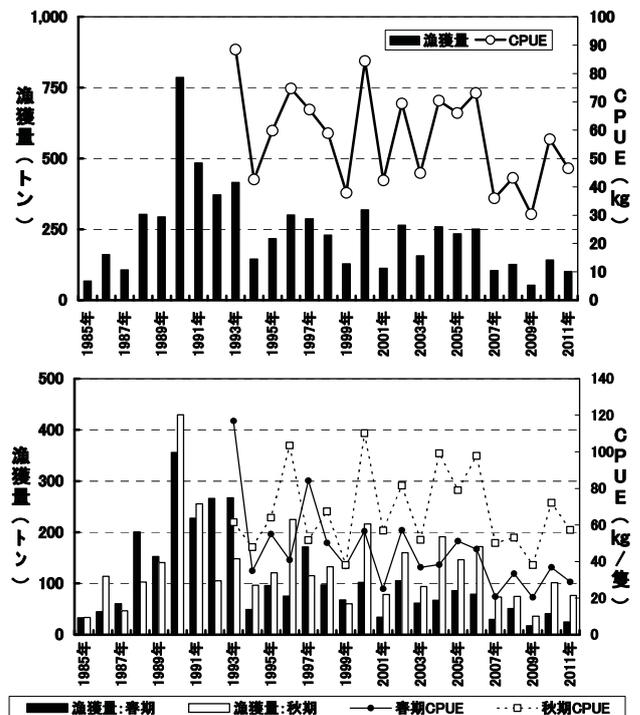


図1 噴火湾海域のトヤマエビ漁獲量とCPUEの推移 (上:通年,下:漁期別)

表3 解析に使用したパラメータと算出方法

項目	値または算出方法	備考
年齢—甲長関係	1歳:20~25mm、2歳26~30mm 3歳:31~35mm、4歳36~40mm 5+歳41mm~	1994~98年の漁獲物データから推定
自然死亡係数M	0.36	田中の方法 ²⁾ 寿命7歳として計算
5歳以上のF	4歳のFに等しいと仮定	
現状のF	2007~2010年のFの平均	過去4年のFの平均に等しいと仮定
年齢別抱卵数	3歳:3655粒、4歳:4491粒、 5+歳:5991粒	1997年の甲長組成データ及び 1993年の抱卵数計数データ ³⁾ から推定

となるよう Microsoft EXCEL ソルバーを用いた繰り返し計算を行って、収束した値を $F_{5,y}$ として採用した。さらに、各年齢の資源尾数に年齢別平均体重を乗ずることで資源重量を求めた。

再生産の成功率の指標として産卵数あたりの加入尾数 (RPS) を用いた。 $y-1$ 年の全てのメス個体が抱卵して y 年の漁期初めにふ化するとし、 y 年級の RPS は 1 歳時における加入尾数を y 年における海域全体の産卵数で除したものとした。各年の産卵数は、表 3 に示した各年齢の 1 尾あたり抱卵数を VPA により算出された年齢別の資源尾数に乗じて算出した。3 歳のメスについては、2 歳の産卵期以前にオスからメスに性転換し抱卵を行う個体と産卵期以後に性転換し抱卵を行わないまま 3 歳の漁期初めを迎える個体が混在しているため、3 歳の資源尾数のうち抱卵メスの割合を 0.06 と推定して産卵数を算出した。4 歳以降は全てメスに性転換するとした。

(3) 得られた結果

ア 漁獲統計調査

道南太平洋のエビ類の全漁獲量は、1990 年の 1,007 トンを最高に、それ以降、増減を繰り返しながら減少傾向を示している。2011 年の海域全体の漁獲量は 159 トンであり、2010 年 (232 トン) の 68% に減少した (表 1)。

各管内の漁獲量は、渡島管内 (旧恵山町~長万部町) が最も多く、1985~2010 年の平均で 76%、次いで胆振管内 (14%)、日高管内 (9%) の順である。2011 年も同様に、渡島管内 (68%)、胆振管内 (27%)、日高管内 (5%) の順であった。

種類別では、トヤマエビが最も多く、1985~2010 年

の平均で 70% を占め、次いでホッコクアカエビ (28%) が多く、その他のエビ (2%) は少ない。2011 年も同様に、トヤマエビ 78%、ホッコクアカエビ 21%、その他のエビ 2% となった。

トヤマエビの漁獲量は、1990 年の 857 トンを最高とし、その後 1994 年から 2006 年までおおむね 200 トンから 400 トンの間で増減していたが、2007 年に 185 トンと前年の 310 トンから大きく減少したのち、それ以前の水準に回復しない状態が続いている。2011 年の漁獲量は 123 トンであり、2010 年 (174 トン) の 71% と前年から減少した。

ホッコクアカエビの漁獲量は、1985 年の 308 トンから、1995 年には 58 トンまで減少した。その後、1999 年に 180 トンまで増加したあと再び減少して 2001 年に 36 トンとなり、2002 年以降はやや増加して 100 トン前後で推移していたが、2008 年以降再び減少している。2011 年の漁獲量は 33 トンで 2010 年 (56 トン) の 59% であり、1985 年以降で最低の値となった。

噴火湾海域のトヤマエビ漁獲量は 1988 年以降増加し、1990 年には 1985 年以降で最高の 787 トンとなった。その後 1994 年から 2006 年までおおむね 150~300 トンの間で増減していたが、2007 年に 104 トンと前年の 251 トンから大きく減少したのち、それ以前の水準に回復しない状態が続いている (表 2, 図 1)。2011 年の漁獲量は 102 トンで、2010 年 (142 トン) の 71% であり、2007 年以降では 2 番目に低い値であった。漁期別では、春期の「小」銘柄が自主禁漁となった 1999 年以降、ほとんどの年で秋期の漁獲量が春期より多くなっている。2011 年の春期の漁獲量は 25 トン、秋期の漁獲量は 77 トンで、いずれも 2010 年 (春期 41 トン、秋期 101 トン) から減少した。

表2及び図1に示した漁獲努力量及びCPUEは渡島管内のみの数字である。噴火湾海域のえびかご漁では、漁獲の減少に伴って努力量（延出漁隻数）も減少する傾向が見られた。1993年以降の努力量（延出漁隻数）は、最高が1993年の4,704隻であり、2006年まで3,500隻前後で推移していたが、漁獲量が減少した2007年以降は3,000隻を下回る値となっている。2011年は2,154隻で、2010年（2,465隻）の87%であった。1993年以降のCPUEは、通年、春期、秋期共に、全体として漁獲量と同様の動向となっている（表2、図1）。2011年のCPUEは通年が46.5kg、春期が28.9kg、秋期が57.3kgであり、いずれも2010年（通年：56.8kg、春期：36.8kg、秋期：72.1kg）から増加した。

2002～2011年各月の銘柄別漁獲量をえびかご漁業漁獲成績報告書から集計し図2に示した。通年での漁獲量が最も多い銘柄は、秋期に漁獲される「小」であり、2011年は年間漁獲量の41%を占めた。漁期別では、春期（3～4月）は「中」が最も多く、次いで「大」が多い。なお、1999年以降、春期の銘柄「小」は自主禁漁となっている。秋期（9月～11月）は「小」が最も多く、次いで「メス大」が多い。

噴火湾沖海域の漁獲量は1992年に78トンと過去最高を記録した後に減少し、1999年以降は10～40トンの範囲で増減を繰り返している（表2）。2011年の漁獲量は19トンで、2010年（23トン）の83%となった。

イ 生物測定調査

漁期中の標本測定結果及び銘柄別漁獲量から求めた2007～2011年の漁期別の甲長組成を図3に示した。春期には甲長25～35mm程度の比較的大型の個体が多く性別ではメスが半数を超え、秋期には年齢1歳、甲長20～25mm程度の小型個体を中心となり性別ではオスが大部分を占める。2011年の春期の甲長のモードは、オスが27mm（2010年28mm）、性転換個体が29mm（2010年31mm）、メスが31mm（2010年32mm）、秋期の甲長のモードはオスが22mm（2010年23mm）、性転換個体が22mm（2010年26mm）、メスが37mm（2010年35mm）で、全体的な大きさは春期、秋期ともに2010年より小型であった。

標本測定により得られた甲長および性別の組成から、表3に示した甲長と年齢の関係を用いて、噴火湾海域における通年（図4）及び漁期別（図5）の年齢別漁獲尾数の経年変化を求めた。この海域における漁獲物は、ほとんどの年で1歳が年間漁獲尾数の半分以上を占め、3歳以上の割合は低い。漁期別では、春期の「小」

銘柄個体が自主禁漁となった1999年以降、春期には1歳の漁獲がほとんどなく、2～3歳が漁獲の中心となっている。一方、秋期では1歳が漁獲尾数の大半を占めている。

各年の年齢別漁獲尾数から計算したVPAの結果を図6に示した。1994年から2006年までの間、資源重量はおおむね300トンから500トン、資源尾数はおおむね3,000万尾から5,000万尾の間で増減を繰り返していたが、漁獲量同様に2007年に資源重量・資源尾数ともに大きく減少し、その後回復しない状態が続いている。2011年の資源重量は196トンで2010年（224トン）から減少し、資源尾数は1,880万尾で2010年（1,718万尾）から増加したと考えられる。資源は重量・尾数ともに1歳と2歳で半分以上を占め、4歳以上は少ない。

VPAにより求められた年齢別資源尾数と表3に示した年齢別抱卵数から、噴火湾海域全体のトヤマエビの産卵数及びRPSの経年変化を求めた（図7）。1994年から2011年までの産卵数は9～64億粒であり、RPSは33～142尾/万粒の間で年により大きく変動する傾向が見られた。産卵数とRPSの間には明確な相関関係は見られなかった。2006年以降の産卵数は産卵メスとなる大型個体の減少を反映して低位の状態が続いており、2010年は23億粒、2011年は25億粒と2年続けて前年から増加したが、前進計算の結果では2012年の産卵数は11億粒と再び過去最低に近い水準まで減少すると予想されることから、今後短期的な漁獲量の増加はあったとしても、資源水準は依然として厳しい状態が続くと考えられる。

噴火湾海域のトヤマエビの資源水準について、1990年から2009年までの20年間の年間漁獲量の平均値を100として各年を標準化し、100±40の範囲を中水準とし、その上下を高水準、低水準として資源水準の判断を行った。2011年の水準指数は41であり、低水準にあると判断された（図8）。

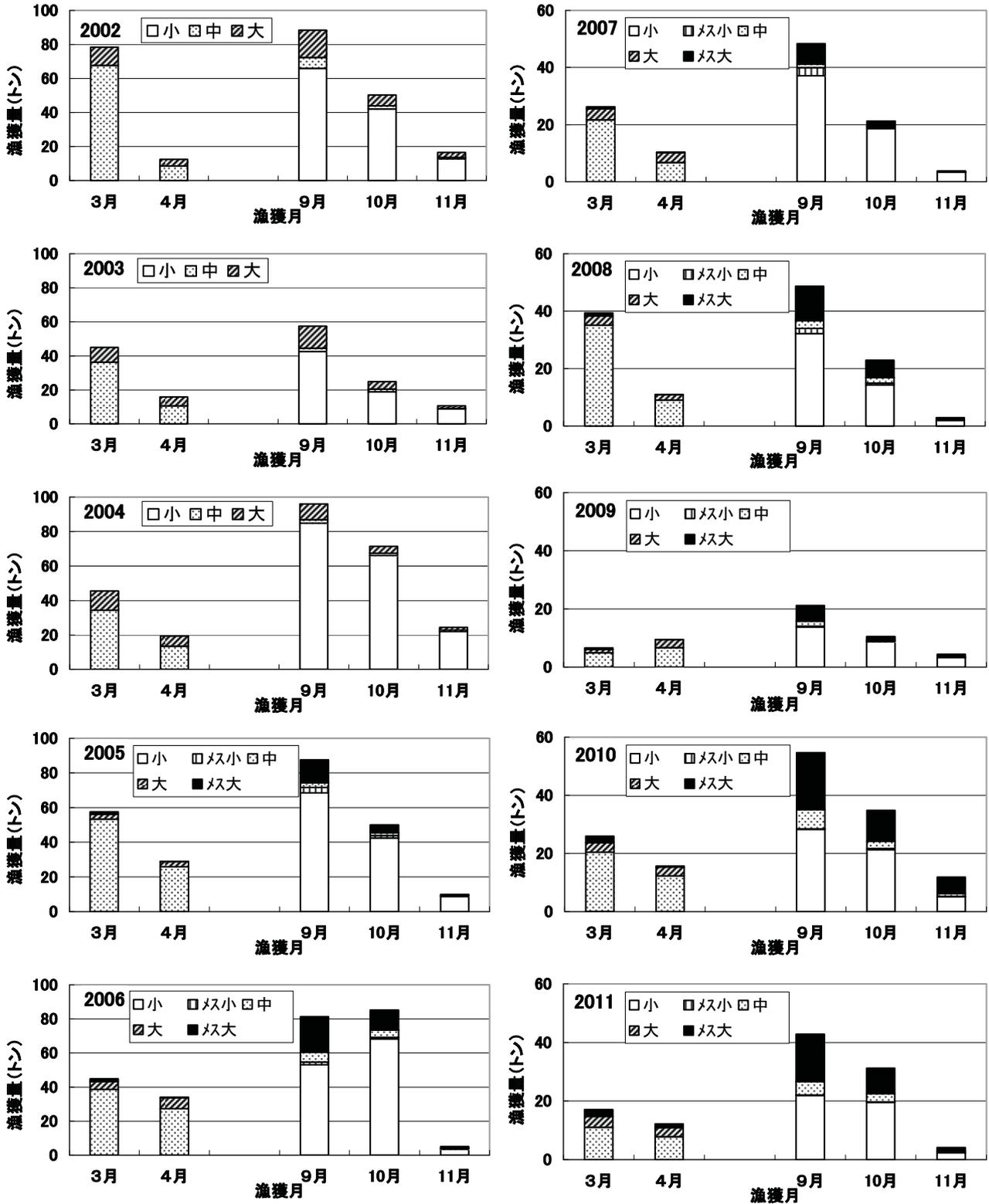


図2 2002～2011年各月の噴火湾海域のトヤマエビ銘柄別漁獲量の推移
(2004年以前の「大」銘柄は「メス大」「メス小」を含む)

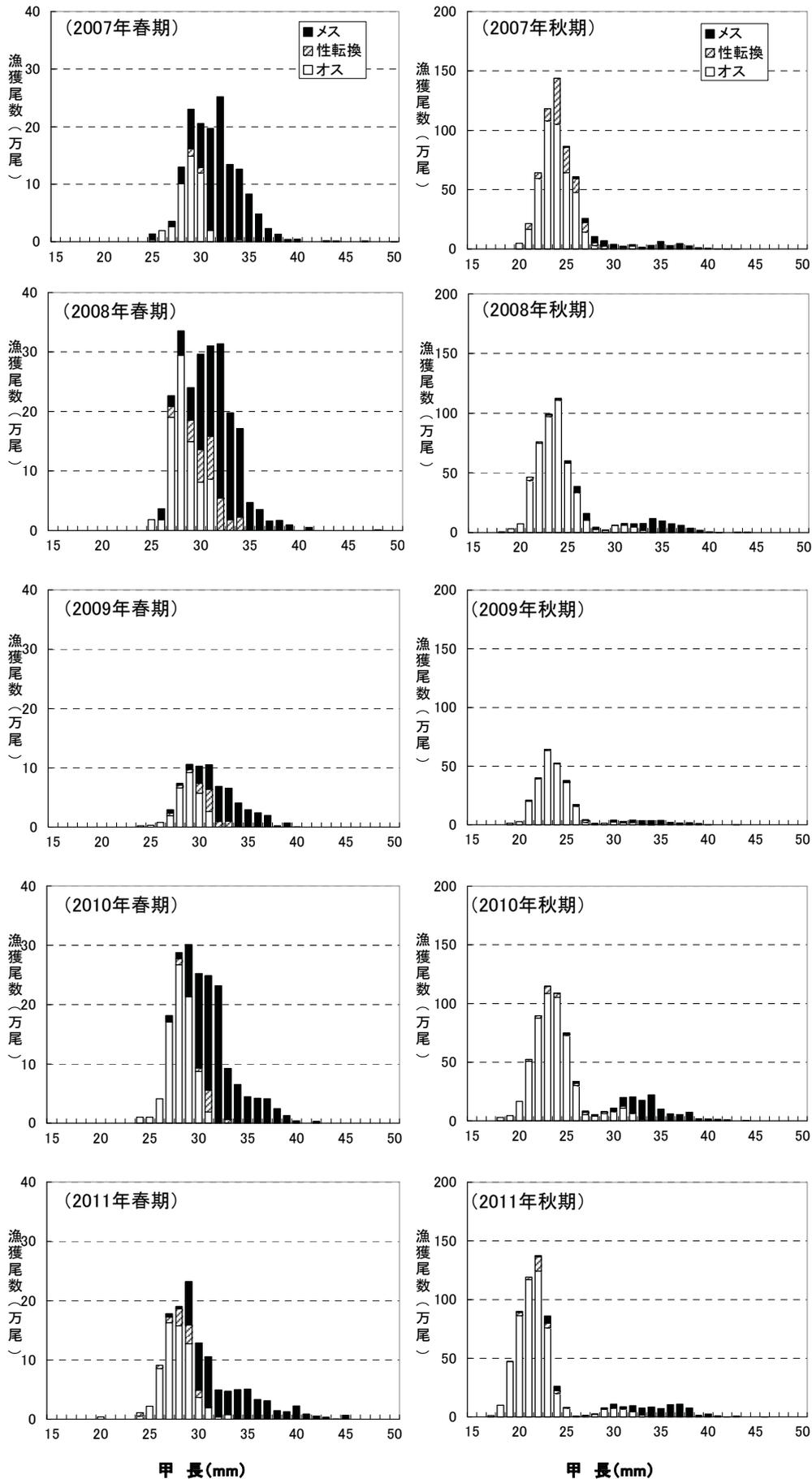


図3 噴火湾海域におけるトヤマエビ漁獲物の漁期別甲長組成

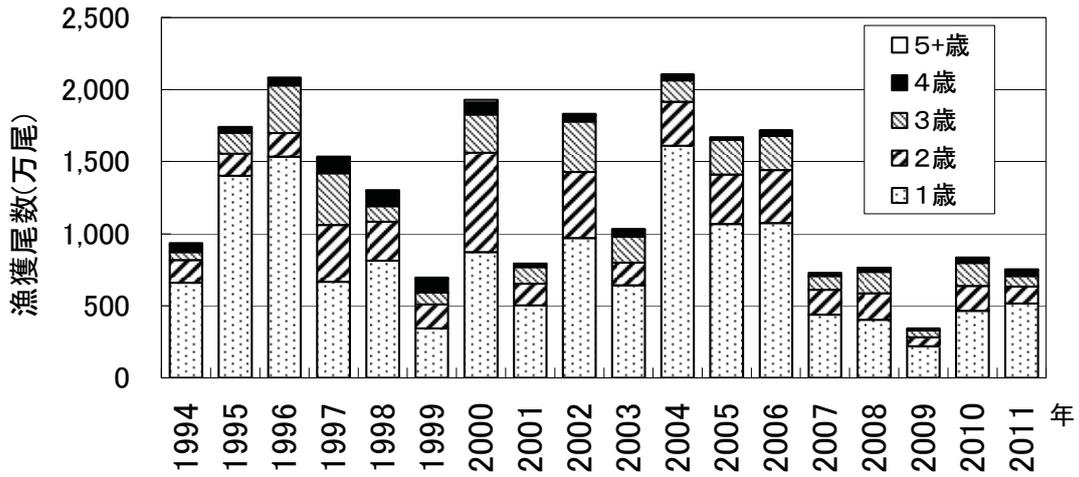


図4 噴火湾海域におけるトヤマエビの年齢別漁獲尾数の経年変化

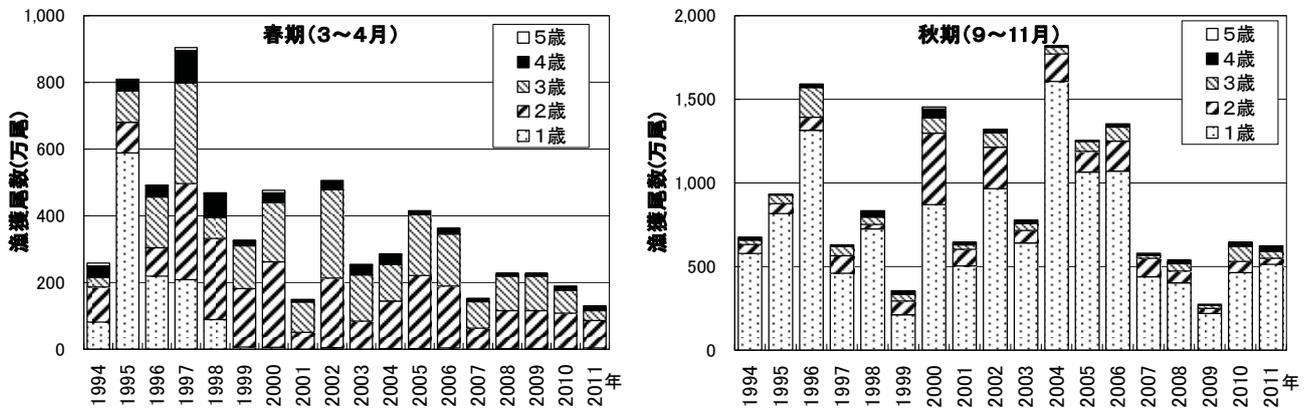


図5 噴火湾海域におけるトヤマエビの漁期別・年齢別漁獲尾数

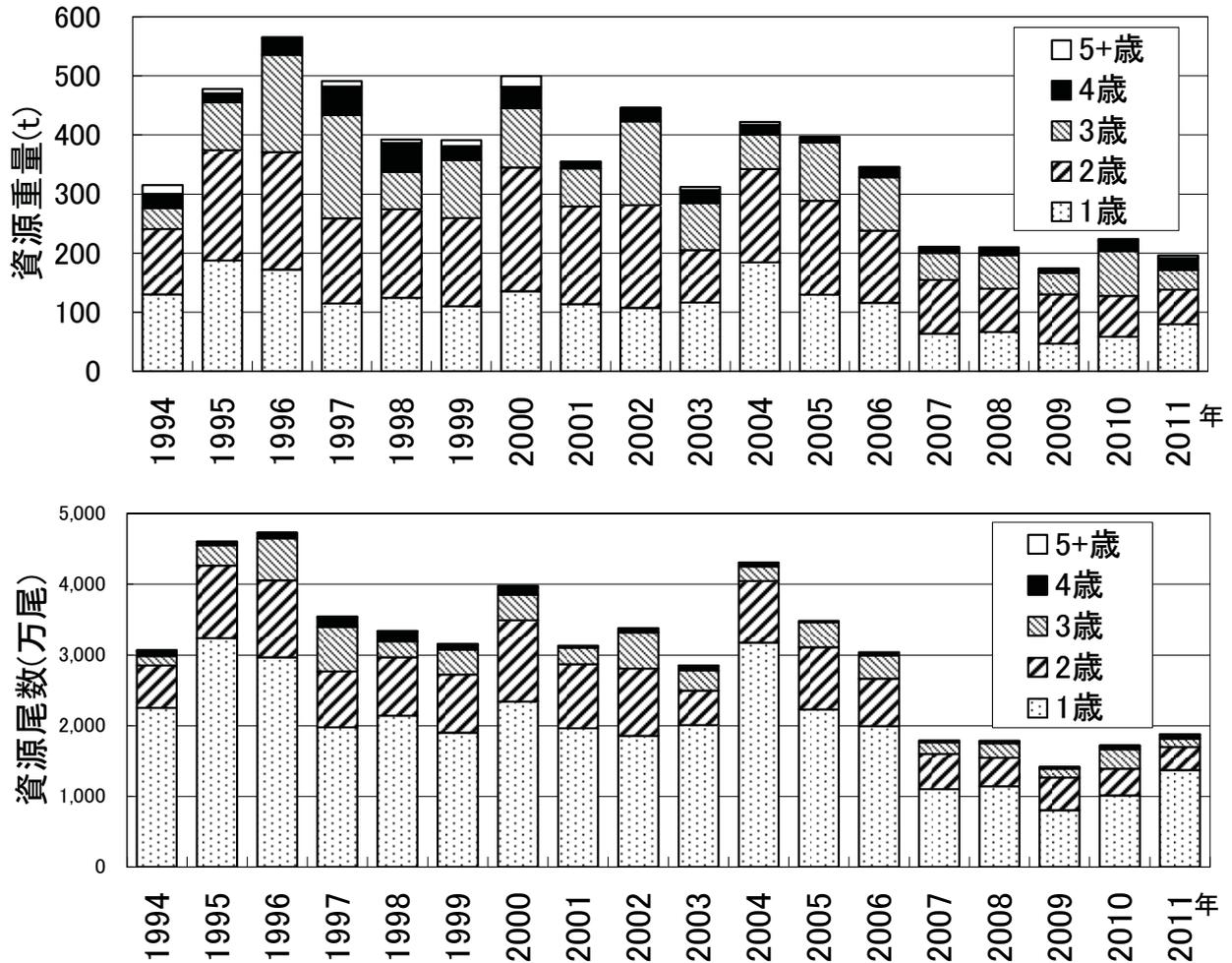


図6 VPAにより算出された噴火湾海域トヤマエビの年齢別資源重量（上）及び資源尾数（下）の推移

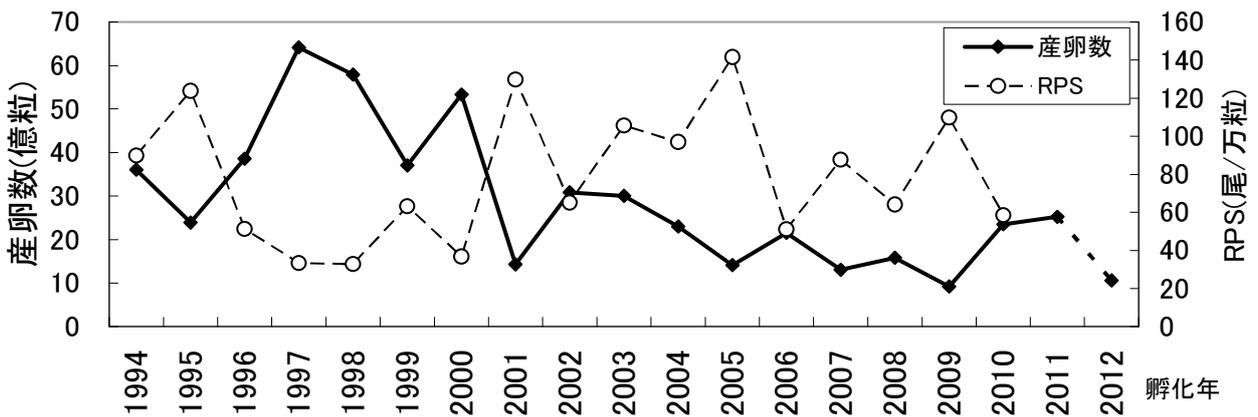


図7 噴火湾海域におけるトヤマエビの卵数及びRPSの推移

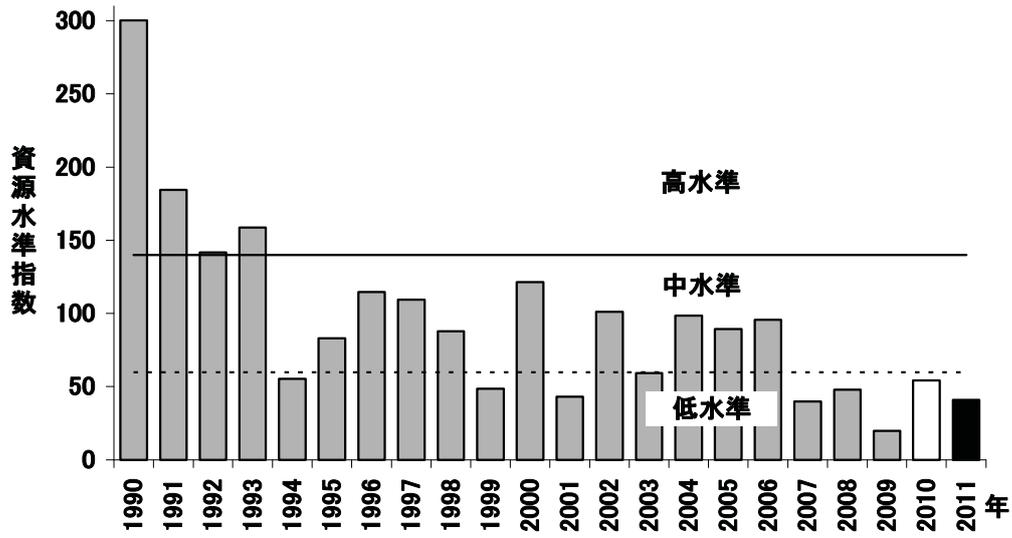


図8 噴火湾海域におけるトヤマエビの資源水準の推移