1990-2000 年代の東シナ海・黄海におけるカニ類の種組成と、 ワタリガニ科カニ類の分布密度の年変動

山本圭介,^{1,2*} 長澤和也²

(2014 年 3 月 16 日受付, 2014 年 10 月 8 日受理)

¹独水産総合研究センター 瀬戸内海区水産研究所, ²広島大学大学院生物圏科学研究科

Species composition of crabs and change in abundance of portunid crabs in the East China Sea
and the Yellow Sea from the 1990s to 2000s

KEISUKE YAMAMOTO^{1,2*} AND KAZUYA NAGASAWA²

¹National Research Institute of Fisheries and Environment of Inland Sea, Fisheries Research Agency, Hatsukaichi, Hiroshima 739-0452, ²Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Hiroshima 739-8528, Japan

Both the East China Sea (ECS) and the Yellow Sea (YS) are important fishing grounds for demersal fishes and macroinvertebrates. Trawl surveys were conducted during winter to clarify the species composition of crabs and describe changes in abundance of portunid crabs in ECS in 1991-2007 and in YS in 1991-1996 with the exception of several years. In total, 34 and 11 species of crabs were collected in ECS and YS, respectively. Species richness of portunid crabs decreased in both seas. Densities of portunid crabs decreased from 686 inds./km² in 1992 to 32 inds./km² in 1996 in YS. However, their densities fluctuated annually between 290 and 1,807 inds./km² and did not decline in 1991-2007 in ECS. *Ovalipes punctatus* was the most predominant species with its relative dominance in density of portunid crabs increasing from 76% to 98% in 1991-2007 in ECS and from 56% to 100% in 1991-1996 in YS. This predominance of *O. punctatus* in ECS is likely to have been caused by the decline of predators due to high fishing pressure and the occurrence of its adults in offshore waters with less fishing pressure than in coastal waters.

キーワード：黄海，産卵群，種組成変化，年変動，東シナ海，分布特性，ワタリガニ科

東シナ海と黄海は，東部，西部，北部のそれぞれが九州，韓国，中国の陸地で囲まれ，南部が南西諸島によって区切られている閉鎖性海域である（Large Marine Ecosystems of the World, <http://lme.edc.uri.edu/>, 2009, 2014 年 9 月 5 日）。両海域には広い大陸棚が存在し，多様なメガベントスが生息する。カニ類はメガベントスの一部を構成している種群で，東シナ海と黄海には 17 科 92 種が分布する。¹⁾ 東シナ海と黄海で操業する我が国の漁業で重要とされる種は，ワタリガニ科の大型種（本研究では，甲幅長が約 3 cm 以上になる種と定義）であるガザミ *Portunus trituberculatus* に限定され，同じく大型種のヒラツメガニ *Ovalipes punctatus* と他の小型種は積極的な漁獲対象とされていない。両海域における我が国の主要漁業は以西底びき網漁業で，1980 年代にはガザ

ミを 5,000-7,500 トン，ヒラツメガニを 300-800 トン漁獲していた。^{2,3)} しかし，国連海洋法条約発効以降，黄海と東シナ海北部での操業ができなくなったため，2000 年代には前者の漁獲がほぼ皆無となり，後者が 10 トン程度となった（以西底びき網漁業漁獲成績報告書，水産庁，2007）。これに対し，中国によるワタリガニ科カニ類の漁獲量（北太平洋西部）は 1980 年代には約 10 万トンであったが，その後増加しつづけ，2000 年代には 30 万トンを超えた。⁴⁾ 韓国によるワタリガニ科カニ類の漁獲量（北太平洋西部）は 1980 年代中期に 3 万トンを超えたが，その後減少して 2004 年に 3 千トンを下回ったものの再び増加し，2009 年には 3 万トンを超えた。⁴⁾ このようにワタリガニ科カニ類は東シナ海と黄海において重要な漁獲対象種である。しかし，両海域にお

けるワタリガニ科に関する生態的知見は極めて限られ、ガザミの食性,⁵⁾ ヒラツメガニの成長と成熟,⁶⁾ 東シナ海南西部におけるワタリガニ科の種組成⁷⁾があるのみである。また、ワタリガニ科の大型種は、底生生物群集において中位捕食者として小型の甲殻類と軟体動物、魚類の幼稚魚などを捕食する一方、板鰓類や大型の底生魚類の餌生物となる。^{2,3,8-11)}このため、カニ類の種組成を解明し、ワタリガニ科の大型種の分布密度の年変動を解明することは、東シナ海と黄海における底生生物群集の経時的な変化を理解するうえで極めて重要であると考えられる。本研究では、東シナ海と黄海で1991-2007年に行われた冬季調査に基づき、カニ類の種組成とワタリガニ科の大型種の分布密度とその年変動を解明し、その変動要因を考察した。

材料と方法

調査方法 1991, 1992, 1996, 1998, 2001, 2006年の1-2月, 2003, 2004, 2007年の2-3月, 2001年の11-12月および1997年1-2月の合計10回東シナ海で, 1991, 1992, 1996年の3回黄海で, 水産庁西海区水産研究所(2001年より独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所)により実施された着底トロール調査データを使用した(Fig. 1, Table 1)。冬季のデータを使用した理由は、東シナ海と黄海は、底層水温が北から南に向かって段階的に変化し、冬季は他の季節よりも底層水温の水平分布が単純となること,¹²⁾ また冬季にはガザミやヒラツメガニなどのワタリガニ科の大型種が越冬のため沿岸からより深い水域に移動するため,^{13,14)} カニ類の種組成と分布密度の年変動が把握しやすいと考えたためである。

調査には外径目合66 mmのコッドエンド、外径目合18 mmのカバーネットから構成された着底トロール網を使用した。1991-1992年の調査では、カバーネットの外側に、外径目合10.3 mmの外カバーネットを装着したが、全ての採集年で曳網条件は同様と仮定した。対地3ノットで曳網し、魚網監視装置(スキャンマー社600型, RX-400型)でトロール網の着底と離底の判断し、着底から離底までの時間を曳網時間とした。曳網時間は1991年と1992年が1時間、1996年以降の調査は30分に設定した。また曳網中に袖網間隔を10分間隔で記録し、エラー値を除いた平均値をその曳網の袖網間隔の値とした。

採集標本の処理に関して、コッドエンド部のワタリガニ科を含むカニ類の標本は全て船上で同定し、計数と計量を行った。カニ類の学名はNg *et al.*¹⁵⁾に従った。

分布密度の年変動 コッドエンドは外径目合66 mmであるため、曳網中の網目の変形を考慮しても小型種(成体の甲幅長が約3 cm未満の種)は定量採集が期待

できないため、解析から除外した。¹⁶⁾

種ごとの分布密度(1 km²あたりの採集個体数)は、各曳網の種別採集個体数を曳網面積(着底位置と離底位置から計算された曳網距離と、全551回の曳網の袖網間隔の平均値19.9 m ± 1.090 (SD)の積)から計算し、採集効率は1を仮定した。年度により調査海域に配置された調査点数が異なるため、経緯度30分目の調査区(農林中漁区)ごとに平均分布密度を推定し、各調査区の分布密度とした。

両海域のワタリガニ科大型種は東シナ海に分布する種と東シナ海と黄海の両海域に分布する種の2つのグループに分けられる。¹⁾そこで、調査海域を東シナ海と黄海の境界線¹⁷⁾を基準に2水域に区分し(Fig. 2)、各調査区の分布密度から、両水域と全水域の分布密度の平均値を求めた。さらに、分布特性別の分布密度と種数の年変動を検討した。分布特性は、既知の分布範囲¹⁸⁾を基準に、日本近海の浅海・表層部における生物気候の帯区の空間配置¹⁹⁾に対応させた分布水温帯(温帯性: 亜熱帯区~中間温帯区, 暖水性: 亜熱帯区~暖温帯区)と、既知の採集水深^{1,20,21)}を基準とした分布水深(浅海性: 内湾~水深100 m, 広深性: 内湾~水深100 m以上)に区分した。

優占種 群集毎に佐久間²²⁾の方法により優占種を判定した。優占種は、それぞれの種の95%信頼限界における母集団出現率の下限 μ [(1)式]が、平均出現率 $\bar{x}$ [(2)式]よりも高い種を優占種とした。

$$\mu = \left[\frac{n(N-n)}{N^3} \right] \times 100 \quad (1)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{S} \times 100 \quad (2)$$

ここで n は任意の種の個体数、 N は全個体数、 S は全種数。

優占率は、調査区ごとの分布密度に占める優占種の個体数比率とした。

ヒラツメガニの雌雄別体長別分布 本研究の過程で、ヒラツメガニの産卵群が沖合の深所に分布する可能性が推察された。そこで、2001年11-12月(晩秋季)、2004年1-2月(冬季)の調査データを用いて、雌雄別および体サイズ別にヒラツメガニの分布状況を検討した。本種は寿命が1-1.5年で春季が主要な産卵期であり、^{13,23,24)}この時期に孵化した個体はその年の12月に達する甲幅長(雄70 mm, 雌55 mm)²⁴⁾を翌春季に繁殖を行う可能性の高い個体とみなし、この甲幅長以上を大型個体、未満を小型個体と規定した。

漁獲物のCPUE値 調査海域の漁獲量の指標として底生魚介類全体のCPUE値(30分間曳網当たりの漁獲重量)を計算し、採集年ごとの平均値を比較した。本論文では底生魚類、²⁵⁾甲殻類、ツツイカ目Teuthoidaを除

Fig. 1 Locations of trawl sampling stations by Japanese research vessels in the East China Sea and the Yellow Sea from 1991 to 2007.

Table 1 Sampling of crabs by Japanese research vessels from 1991 to 2007 in the East China Sea (ECS) and the Yellow Sea (YS)

Period	Area	Depth range (m)
Mid-Jan. to early Feb., 1991	ECS and YS	34–136
Mid-Jan. to early Feb., 1992	ECS and YS	34–137
Mid-Jan. to late Feb., 1996	ECS and YS	50–152
Mid-Jan. to mid-Feb., 1998	ECS	34–150
Mid-Jan. to mid-Feb., 2001	ECS	44–151
Late-Nov. to late-Dec., 2001	ECS	49–178
Mid-Feb. to mid-Mar., 2003	ECS	41–147
Early Feb. to early Mar., 2004	ECS	47–147
Late Jan. to late Feb., 2006	ECS	55–139
Mid-Feb. to mid-Mar., 2007	ECS	53–163

Fig. 2 Two sampling areas enclosed by dashed lines in the East China Sea (a) and the Yellow Sea (b). Thin lines show 50 and 100 m isobaths.

く頭足類を底生魚介類と規定した。

結 果

東シナ海と黄海のカニ類の種組成 11–12月を除く合計9回の調査で、東シナ海と黄海から採集されたカニ類は14科23属35種で、東シナ海では34種、黄海では11種が出現した (Table 2)。他にオウギガニ科 (Xanthidae spp.) とイチョウガニ属 (*Cancer* spp.) で種まで同定できなかった種が存在した。カニ類全体の平

Table 2 List of crabs caught in trawl surveys by Japanese research vessels during mid-January and mid-March from 1991 to 2007 in the East China Sea and the Yellow Sea

Family	Scientific name	Mean density (inds./km ²)	
		East China Sea	Yellow Sea
Calappidae	<i>Calappa lophos</i>	111.1	—
	<i>Calappa philargius</i>	4.4	—
	<i>Mursia microspina</i>	5.0	—
	<i>Mursia trispinosa</i>	0.3	—
	<i>Cancer gibbosulum</i>	0.3	53.4
Dorippidae	<i>Cancer</i> spp.	21.4	10.8
	<i>Paradorippe granulata</i>	0.5	—
Dromiida	<i>Conchoecetes artiosus</i>	13.1	—
	<i>Dromia wilsoni</i>	1.1	—
	<i>Lauridromia dehaani</i>	2.4	—
Epialtidae	<i>Petalomera granulata</i>	2.4	—
	<i>Menaethius monoceros</i>	53.6	—
Goneplacidae	<i>Naxioides mammilata</i>	2.7	10.3
	<i>Carcinoplax longimana</i>	46.3	3.3
Homolidae	<i>Carcinoplax vestita</i>	8.9	8.5
	<i>Homora orientalis</i>	0.6	—
Inachidae	<i>Paromola japonica</i>	5.6	—
	<i>Platymaia alcocki</i>	18.2	—
Leucosiidae	<i>Platymaia fimbriata</i>	17.6	—
	<i>Arcania heptacantha</i>	2.2	—
Majidae	<i>Leptomithrax edwardsii</i>	12.2	—
Oregoniidae	<i>Oregonia gracilis</i>	—	122.7
Parathenopidae	<i>Enoplolambrus</i> sp.	4.2	—
Portunidae	<i>Charybdis bimaculata</i>	10.1	116.3
	<i>Charybdis feriata</i>	4.9	—
	<i>Charybdis japonica</i>	0.6	1.5
	<i>Charybdis miles</i>	29.4	0.2
	<i>Charybdis riversandersoni</i>	9.4	—
	<i>Charybdis</i> sp.	1.1	—
	<i>Ovalipes punctatus</i>	729.3	337.7
	<i>Portunus argentatus</i>	7.5	—
	<i>Portunus gladiator</i>	24.8	0.6
	<i>Portunus sanguinolentus sanguinolentus</i>	0.8	—
Raninidae	<i>Portunus trituberculatus</i>	25.7	100.4
	<i>Lyreidus stenops</i>	0.5	—
Xanthidae	<i>Liagore rubromaculata</i>	0.2	—
	<i>Xanthidae</i> spp.	1.1	—

—, none; bold characters show large-sized species (>3 cm in carapace width).

均分布密度は東シナ海が1,179個体/km²、黄海が766個体/km²であった。科ごとでは、ワタリガニ科 (Portunidae) が東シナ海で844個体/km²、黄海で557個体/km²を示し、カニ類全体の平均分布密度のそれぞれ72%および73%を占めた。また、本科の分布密度の東シナ海で98%、黄海で79%は、甲幅長3 cm以上の大型種8種 (後述) が占めた。

ワタリガニ科大型種の種組成と分布特性 ワタリガニ科は3属11種が出現し、そのうち大型種は8種 (ヒラ

ツメガニ *Ovalipes punctatus*, イボガザミ *Portunus gladiator*, ガザミ *P. trituberculatus*, ジャノメガザミ *P. sanguinolentus sanguinolentus*, シマイシガニ *Charybdis feriata*, イシガニ *C. japonica*, アカイシガニ *C. miles*, アカイシモドキ *C. riversandersoni*) であった。これらの種の本調査における採集水深範囲は、水深 100 m 以下でしか採集されなかったガザミ *P. trituberculatus*, シマイシガニ *C. feriata*, イシガニ *C. japonica* の 3 種とそれ以外の 5 種に区分でき (Table 3), 分布水深に基づく分類^{1,20,21)}に基づき, 前者を浅海性, 後者を広深性に区

Table 3 Portunid crabs with >3 cm in carapace width caught with a trawl net by Japanese research vessels in the East China Sea and the Yellow Sea during mid-January and mid-March from 1991 to 2007

Scientific name	Collected depth range in this study (m)	Habitat characters	
		based on water depth*	based on water temperature**
<i>Ovalipes punctatus</i>	34-163	E	T
<i>Portunus gladiator</i>	49-147	E	W
<i>Portunus trituberculatus</i>	34-75	S	T
<i>Portunus sanguinolentus sanguinolentus</i>	45-107	E	W
<i>Charybdis feriata</i>	52-96	S	W
<i>Charybdis japonica</i>	34-45	S	W
<i>Charybdis miles</i>	34-143	E	W
<i>Charybdis riversandersoni</i>	68-151	E	W

* S, shallow-water species (<100 m depth); E, eurybathic species inhabiting on the continental shelf and the slope^{1,20,21)}

** T, temperate-water species; W: warm-water species¹⁹⁾

分した。またこれら 8 種は, 分布水温帯による区分¹⁹⁾では温帯性 2 種と暖水性 6 種に区分された。

東シナ海ではワタリガニ科大型種の調査期間中の平均分布密度は, 温帯性種が 749 個体/km², 暖水性種が 57 個体/km², また浅海性種が 24 個体/km², 広深性種が 782 個体/km²を示した (Table 4)。

黄海では 5 種が出現し (ヒラツメガニ, イボガザミ, ガザミ, イシガニ, アカイシガニ), これらは温帯性種 2 種と暖水性種 3 種, 浅海性種 2 種と広深性種 3 種であった。平均分布密度は, 温帯性種で 438 個体/km², 暖水性種で 2 個体/km², 浅海性種で 152 個体/km², 広深性種で 339 個体/km²であった (Table 5)。

ワタリガニ科大型種 8 種の出現種数と平均分布密度の年変動 東シナ海ではワタリガニ科大型種 8 種のうち 1991-2003 年に 6-8 種採集されたが, 2004, 2006 年には 5 種, 2007 年には 4 種に減少した。広深性カニ類では温帯性のヒラツメガニと, 暖水性のアカイシガニおよびアカイシモドキが全ての調査年で採集されたが, 暖水性のイボガザミは 2006-2007 年には採集されなかった。浅海性カニ類では, 暖水性のイシガニが 1992 年と 2001 年にわずかに採集された (それぞれ 1 個体/km²)。温帯性のガザミと暖水性のシマイシガニは 2003 年までは継続して採集されたが, 2004 年には採集されず, その後前者は 2006 年にのみ, 後者は 2007 年のみ採集された。

東シナ海におけるワタリガニ科大型種の各年の平均分布密度は, 調査年の間で最大 6.2 倍, 変動係数 (CV)

Table 4 Annual changes in mean density (individuals/km²) of portunid crabs with >3 cm in carapace width caught with a trawl net by Japanese research vessels in the East China Sea during mid-January and mid-March

Scientific name	Year									Mean	CV%**
	1991 <i>n</i> = 42*	1992 <i>n</i> = 37	1996 <i>n</i> = 73	1998 <i>n</i> = 50	2001 <i>n</i> = 64	2003 <i>n</i> = 75	2004 <i>n</i> = 57	2006 <i>n</i> = 42	2007 <i>n</i> = 48		
<i>Ovalipes punctatus</i>	402	838	700	979	455	382	267	1,770	771	729	63
<i>Portunus gladiator</i>	—	7	103	12	1	—	1	—	—	25	179
<i>Portunus trituberculatus</i>	111	57	4	2	1	1	—	3	—	26	167
<i>Portunus sanguinolentus sanguinolentus</i>	0	1	—	1	1	1	1	0	—	1	47
<i>Charybdis feriata</i>	3	4	12	10	1	3	—	—	1	5	92
<i>Charybdis japonica</i>	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	64
<i>Charybdis miles</i>	8	67	41	32	33	13	14	28	23	29	62
<i>Charybdis riversandersoni</i>	4	5	31	11	21	1	7	6	4	10	98
Total	528	981	892	1,047	513	401	290	1,807	799	806	57
Total of 2 temperate-water species	513	896	704	982	456	383	267	1,773	771	749	60
Total of 6 warm-water species	16	85	188	66	57	18	23	34	28	57	95
Total of 3 shallow-water species	114	63	16	12	2	4	0	3	1	24	163
Total of 5 eurybathic species	414	918	876	1,035	510	397	290	1,804	798	782	60
Total number of species collected	6	8	6	7	8	6	5	5	4	6.1	

—, not collected; 0, ≤1 inds./km², * number of hauls, ** coefficient covariance (%)

Table 5 Annual changes in mean abundance (individuals/km²) of portunid crabs with >3 cm in carapace width caught with a trawl net by Japanese research vessels in the Yellow Sea during mid-January and late-February

Scientific name	Year			Mean
	1991 <i>n</i> = 21*	1992 <i>n</i> = 28	1996 <i>n</i> = 32	
<i>Ovalipes punctatus</i>	335	647	32	338
<i>Portunus gladiator</i>	—	1	—	1
<i>Portunus trituberculatus</i>	264	37	—	151
<i>Charybdis japonica</i>	2	1	—	1
<i>Charybdis miles</i>	—	1	—	1
Total	601	686	32	440
Total of 2 temperate-water species	599	684	32	438
Total of 3 warm-water species	2	2	—	2
Total of 2 shallow-water species	266	38	—	152
Total of 3 eurybathic species	335	649	32	339
Total number of species collected	3	5	1	3

—, not collected; * number of hauls

は 57% を示し (290–1,807 個体/km²), 有意な経年的な増減は示さなかった (ピアソンの相関係数: $r=0.12$, $p=0.75$; Table 4)。温帯性広深性のヒラツメガニが全ての調査年で優占し (76–98%), 変動係数は 63% を示した。同じく広深性のアカイシガニは全期間平均で 2 番目に高い平均密度を示し (29 個体/km²), ヒラツメガニとはほぼ同様な変動係数 (62%) を示した。広深性種のアカイシモドキは平均密度で 5 番目に高く (10 個体/km²), 変動係数は中位の 98% を示した。一方, 浅海性のガザミは 1991 年に他の年よりも高い 21% を占めたが, 1992 年には 5.9% に低下し, その後は 0.5% 以下に低下した。変動係数は 2 番目に高い 167% を示した。8 種のうち温帯性の 2 種の割合は常に 89% 以上を占め, 平均で 93% を占めた。最も高い変動係数 (179%) を示したのは, 広深性温暖性種のイボガザミで, 1996 年に比較的高い密度を示した (103 個体/km²)。温帯性種 2 種合計の変動係数は 60% で, 暖水性 6 種合計の 95% とはあまり差がなかった。一方, 浅海性種 3 種の変動係数は 163% を示し, 広深性種の 60% よりも大きかった。

黄海では 1992 年に 5 種が採集されたが, 1996 年にはヒラツメガニのみ採集された (Table 5)。広深性カニ類では温帯性のヒラツメガニが全ての調査年で, 暖水性のアカイシガニとイボガザミが 1992 年に採集された。浅海性カニ類では, 温帯性のガザミと暖水性のイシガニが 1991 年と 1992 年に採集された。

黄海におけるワタリガニ科大型種の分布密度は 1991–1992 年には 601–686 個体/km² と比較的類似していた

Fig. 3 Spatial distribution of *Ovalipes punctatus* by density (individuals/km²) in the East China Sea in the late autumn of 2001. *O. punctatus* crabs are categorized into four groups by sex and carapace width (CW). Data were taken by Japanese research vessels.

Fig. 4 Spatial distribution of *Ovalipes punctatus* by density (individuals/km²) in the East China Sea in the winter of 2004. Crabs are categorized as shown in Fig. 3.

が, 1996 年は 1992 年に比べて 95% 減少して 32 個体/km²を示した。黄海ではほぼ温帯性種のヒラツメガニとガザミのみ採集され (99.6–100%), 1991 年にはヒラツ

Fig. 5 Annual changes in CPUE of fishes, crustaceans, and cephalopods by a trawl net by Japanese research vessels in the East China Sea and the Yellow Sea in 1991, 1992, 1996, 1998, 2001, 2003, 2004, 2006, and 2007.

メガニとガザミがそれぞれ56%と44%, 1992年には94%と5%, 1996年にはヒラツメガニのみ採集された。同じ温帯性種ではあってもヒラツメガニは広深性種, ガザミは浅海性種であるため, ヒラツメガニが多く採集された1992年と1996年は結果的に, 広深性種が寡占した(94.6–100%)。

ヒラツメガニの雌雄別体長別分布 ヒラツメガニの甲幅長70 mm未満の雄と55 mm未満の雌は, 2001年11月下旬から12月下旬には調査を実施した広範囲で採集されたが(Fig. 3), 2004年2月上旬から3月上旬には水深100 m以浅の中国に近い水域に偏って採集された(Fig. 4)。一方, これらよりも大型の個体は両採集時期で雌雄ともに水深100 m以深で多く採集された(2001年: 雄の85%, 雌の93%, 2004年: 64%, 82%)。

底生魚介類のCPUEの経年変化 底生魚介類のCPUE値は1992年に最高値の45.2 kg/30分曳網を示した後, 減少し, 2003年と2007年にはともに9.8 kg/30分曳網の最低値を示した(Fig. 5)。

考 察

種組成と分布密度の年変動要因 東シナ海と黄海のトロール網で採集されるカニ類の組成は, 本研究により, 温帯性のワタリガニ科大型種が優占することが明らかになった。また, 暖水性ワタリガニ科の大型種は, 東シナ海では高い分布密度を示したが, 黄海では低かった。これは東シナ海では冬季でも温暖な黒潮系水塊が存在するため, 暖水性種は低い密度ながらも安定した生息が可能であるが, 黄海には黄海冷水系水塊が存在するために季節を通して水温10℃以下の低い水温環境が保たれており,²⁶⁾ 暖水性種の分布密度が抑制されるためと推察される。

東シナ海と黄海では, 1992年と1996年の間でカニ

Fig. 6 Annual changes in catch of portunid crabs, reported as “Gazami crabs” (excluding the blue swimming crab *Portunus pelagicus*, and *Charybdis* spp.), by China in the Northwest Pacific from 1987 to 2007 after FAO.⁴⁾

類の種組成に大きな変化がみられた。しかし, レジームシフトによる東シナ海の水温変化は1998年前後であり(荒井裕崎, 2013; レジーム・シフトと女島の海面水温の長期変動について, www.marinelabo.nagasaki.nagasaki.jp/news/suisankaihatsu/no113.pdf, “2014年6月1日”), 長江から黄海へ流入する堆積物量(1986–2002年)²⁷⁾や東シナ海の溶存酸素量(1975–1995年)²⁸⁾の経年変化との対応関係は認められなかった。したがって, これらの環境要因の変動は, 1992年と1996年の間に生じたカニ類の種組成変化の主因とは考えにくい。

黄海では, カニ類の出現種数と分布密度が1996年に著しく低い値を示した。1997年1–2月の黄海での調査点数は僅か8点であったため, 本研究の解析では除外したものの, その分布密度が77個体/km²と極めて低い値であったことから, この年代にはすでにカニ類は減少していたことを裏付けている。一方, 黄海では高い漁獲圧によって魚類の群集構造が変化したことが報告されており,²⁹⁾ 本研究で対象としたワタリガニ科カニ類も高い漁獲圧の下にあったと考えられる。中国による太平洋北西部のガザミ類漁獲量は1987–1993年に十数万トン前後で推移していたが, 1994–2004年には平均26.5万トンに, 2007年には1980年代末の漁獲量の約3倍となる35.1万トンに増加した(Fig. 6)。⁴⁾ 一方, 本研究で明らかにしたように, 東シナ海と黄海における底生魚介類のCPUE値が1992年から2003年にかけて減少していたことから(Fig. 5), この時期に魚類に限らず底生の生物群全体で分布密度が減少したと考えられ, 中国による急激なガザミ類の漁獲量の増加は, 資源量低下を上回る膨大な漁獲努力量の投入の結果と考えられる。また, 漁獲量は公開されていないが, 1990年代から中国の沿岸域でエビ曳網漁業が急速に発展し,³⁰⁾ 漁獲努力量も増大していたと考えられる。

底びき網による浅海域を中心とした漁獲圧の増加は, 近年のカニ類の密度や組成に影響を及ぼした。東シナ海

の沖合域において主要な漁業である底びき網漁業は、水深 100 m を超えると操業が困難となるため、³¹⁾ 浅海域と比べて沖合域では漁獲圧は低い。ガザミなどの浅海性種の出現種数と分布密度の減少が、他のカニ類に比べて顕著であったことから、浅海域に特に高い漁獲圧が加えられたことが示唆される。ところでヒラツメガニは水深 5–350 m、アカイシガニは 54–129 m、アカイシモドキは 30–150 m に分布する。^{1,20,21,32)} 本調査においても、ヒラツメガニが水深 34–163 m、アカイシガニは 34–143 m、アカイシモドキは 68–151 m で採集されたことから、過去の知見と分布水深は類似しており、これらの 3 種は大陸棚上から大陸棚斜面域のより深い海域まで広く分布する広深性種であることが確認された。そのヒラツメガニの分布密度は、東シナ海では経年的に減少していなかったが、水深の浅い黄海では減少していたことも、浅海域への漁獲圧の増加を示唆しているのだろう。同様に、広深性種のアカイシガニとアカイシモドキの分布密度も、東シナ海では減少傾向を示さなかった。

分布密度が明瞭な減少傾向を示さなかった広深性 3 種のカニ類には、いずれも沖合に産卵群が分布するという共通点が見出された。ヒラツメガニと同属の *O. catharus* は、雌の成熟個体が産卵のため沖合の深所へ移動を行うが、³³⁾ 東シナ海におけるヒラツメガニの抱卵雌の分布水深にはこれまで未詳であった。本研究において、ヒラツメガニの成熟個体の大部分が冬季に水深 100 m 以上の海域に分布することが示された。また、アカイシガニの抱卵雌は水深 59–93 m で、アカイシモドキは 90–136 m の海域で採集され、¹⁾ 本研究においても、両種は沖合域まで分布が確認された。一方、クルマエビ *Marsupenaeus japonicus* は我が国沿岸で主に 50 m 以浅の海域²¹⁾ に分布し、東シナ海では冬季に水深 100 m を超える海域にも分布する。³⁴⁾ 従って東シナ海では、比較的深い水深でも温暖性種が生息出来る水温環境が維持されているものと考えられ、水温は広深性のカニ類 3 種の沖合での生息の制限要因とはならないのだろう。

最優占種の交代 沿岸と沖合の産卵群に対する漁獲圧の相違は、優占種の交代をもたらし、1980 年代の時点でガザミからヒラツメガニへの優占種の交代が生じていた可能性が高い。本調査では全ての調査年においてヒラツメガニの優占度が東シナ海で平均 90%、黄海で平均 77% と常に高かった。しかし、山下 (1979) が、1953–1971 年に東シナ海と黄海で行ったカニ類分布調査では、ヒラツメガニの採集個体数が 13,677 個体であるのに対し、ガザミは 18,661 個体を示し、後者が約 4 割多く採集されている。¹⁾ その約 10 年後の 1981–1987 年に東シナ海で行われた調査³⁵⁾ では、合計 7 回中の 6 回の調査でヒラツメガニが最優占種となった。一方、ガザミは 1981 年に第 2 位の優占種となった以降は一度も優占

種とならなかった。後者の調査は東シナ海中部の海域のみを対象としているが、ヒラツメガニとガザミの分布域は東シナ海の大陵棚縁辺域を除いて大部分が重複していることから、¹⁾ 1980 年代にすでにヒラツメガニの比率がガザミを上回っていたのであろう。

本研究で強く示唆された、ヒラツメガニの沖合産卵場への移動は、同じワタリガニ科のアオガニ *Callinectes sapidus* の繁殖行動と類似する。³⁶⁾ アオガニでは、沖合域で放出されたゾエアが陸棚域を 31–35 日間の浮遊期を経て広範囲に分散した後、沿岸域に着底する。³⁷⁾ ヒラツメガニのゾエア浮遊期は 33 日間³⁸⁾ であり、アオガニに類似した浮遊期間を有する。一方、ガザミのゾエアの浮遊期は 12–16 日間で、³⁹⁾ ヒラツメガニの半分程度と短く、産卵場所もごく沿岸域¹⁴⁾ にとどまることから、幼生の分散範囲も狭いだろう。沿岸域のごく狭い範囲（例えば瀬戸内海では 30 km 程度¹⁴⁾）で生活史を完結するガザミに対し、ヒラツメガニの生活域は沿岸から大陸棚縁辺域まで数百 km に及ぶため、ガザミに比べて沿岸域の高い漁獲圧に晒されている期間が短く、結果的に分布密度が低下しにくかったのだろう。

東シナ海では、底生甲殻類を主に捕食するガンギエイ科魚類の漁獲量の減少が 1980 年代から顕著である。⁴⁰⁾ 漁獲圧の増加に伴って、ガンギエイ科のような上位捕食者が減少し、その餌となるヒラツメガニのような中位捕食者が増加する mesopredator release^{41,42)} が生じた可能性が考えられる。したがって、両海域におけるヒラツメガニの寡占化は、上述したヒラツメガニの生活史の特性に加えて、こうした上位捕食者の減少によっても促進された可能性がある。

本研究で扱ったカニ類の他にも、近年、東シナ海と黄海の底生生物群集において、高い漁獲圧に起因する急激で様々な群集構造の変化が生じているものと考えられる。今後もこのような群集構造の変化を把握し、適切な保全を行う必要がある。

謝 辞

本研究を行うに当たり、調査を実施された元 JICA チーフアドバイザー藤田 轟博士、中央水産研究所の時村宗春博士、元瀬戸内海区水産研究所の松岡正信博士、調査に協力していただいた沖縄教育庁所属漁業実習船海邦丸、熊本県立苓洋高校所属漁業実習船熊本丸、日本海洋株式会社所属海洋調査船第七開洋丸の乗組員に厚くお礼申し上げる。また、編集者と 2 名の匿名審査員から数多くの有益な助言をいただいた。記して深く感謝する。なお、本研究で使用した調査のうち 2001 年 4 月以降の調査は水産庁委託事業国際資源調査として実施された。

文 献

- 1) 山下秀夫. 東海・黄海産底生生物の研究—VI 短尾類の分布について. 西海区水産研究所研究報告 1979; **52**: 1-43.
- 2) 山田梅芳. ガザミ. 「東シナ海・黄海のさかな」(山田梅芳, 田川 勝, 岸田周三, 本城康至 編) 水産庁西海区水産研究所, 長崎. 1986; 488-489.
- 3) 山田梅芳. ヒラツメガニ. 「東シナ海・黄海のさかな」(山田梅芳, 田川 勝, 岸田周三, 本城康至 編) 水産庁西海区水産研究所, 長崎. 1986; 486-487.
- 4) FAO. Fishstat Plus, Capture Production, FAO Fisheries Department, Fisheries Information, Data and Statistics Unit. Fishstat Plus: Universal Software for Fisheries Statistical Time Series. Version 2.3. 2000. 1950-2008.
- 5) Jiang W, Meng T, Chen R, Wei S. Diet of *Charybdis japonica* (A. Milne-Edwards) and *Portunus trituberculatus* (Miers) in the Bohai Sea. *Mar. Fish. Res.* 1998; **19**: 53-59 (in Chinese with English abstract).
- 6) Yu C, Song H, Yao G. Biological characteristics of *Ovalipes punctatus* in the East China Sea. *J. Fish. Chin.* 2004; **28**: 657-662 (in Chinese with English abstract).
- 7) Chen X, Yu C, Yu C, Ning P, Zhang F, Zheng J. Structural characteristics of crab communities in offshore waters of mid-southern East China Sea. *Chin. J. Appl. Ecol.* 2009; **20**: 2527-2534 (in Chinese with English abstract).
- 8) Takahashi K, Kawaguchi K. Nocturnal occurrence of the swimming crab *Ovalipes punctatus* in the swash zone of a sandy beach in northeastern Japan. *Fish. Bull.* 2001; **99**: 510-515.
- 9) Tomiyama T, Ebe K, Kawata G, Fujii T. Post-release predation on hatchery-reared Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in the coast of Fukushima, Japan. *J. Fish. Biol.* 2009; **75**: 2629-2641.
- 10) 秋元義正. 福島県沿岸におけるヒラツメガニについて. 福島県水産試験場研究報告 1978; **5**: 53-64.
- 11) 松井誠一, 萩原洋一, 藤 紘和, 塚原 博. ガザミ *Portunus trituberculatus* (Miers) の摂餌生態に関する研究. 九州大学大学院農学研究院学芸雑誌 1986; **40**: 175-181.
- 12) 山本圭介, 時村宗春, 塚本洋一. 1986~1991 年における東シナ海および黄海の底棲性魚類組成. 日本水産学会誌 2010; **76**: 192-203.
- 13) 亀井正法. 相模湾のヒラツメガニの生態. 日本生態学会誌 1976; **26**: 65-69.
- 14) 塩田浩二, 北田修一. 標識放流実験から推定した瀬戸内海燧灘のガザミの生活史. 日本水産学会誌 1992; **58**: 2297-2302.
- 15) Ng PKL, Guinot D, Davie PJF. Systema brachyurorum: Part 1. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *Raffles Bull. Zool.* 2008; **17** (Suppl.): 1-286.
- 16) 中川浩一, 江藤拓也, 尾田成幸, 石谷 誠. かにかごのガザミに対する漁獲選択性. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2010; **20**: 23-30.
- 17) International Hydrographic Organization. Limits of oceans and seas. Third edition, International Hydrographic Organization, Monaco. 1953.
- 18) 酒井 恒. 「日本産蟹類」講談社, 東京. 1976.
- 19) 西村三郎. 日本近海における動物分布. 「原色検索日本海岸動物図鑑Ⅰ」(馬場敬次, 林 健一, 通山正弘編) 保育社, 大阪. 1992; xi-xix.
- 20) 武田正倫, 古田晋平, 宮永貴幸, 田村昭夫, 和田年史. 日本海西南部鳥取県沿岸およびその周辺に生息するカニ類. 鳥取県立博物館研究報告 2011; **48**: 29-94.
- 21) 馬場敬次, 林 健一, 通山正弘. 「日本陸棚周辺の十脚甲殻類」日本資源保護協会, 東京. 1986.
- 22) 佐久間 昭. 「生物検定法 その計画と分析」. 東京大学出版会, 東京. 1964.
- 23) 植村 康, 中西廣義. ヒラツメガニ増殖試験. 青森県水産増殖センター事業報告 1989; **20**: 233-247.
- 24) 藤田 潔, 堀 義彦, 富永 敦. 茨城県沿岸におけるヒラツメガニの成長と繁殖. 茨城県水産試験場研究報告 1998; **36**: 63-68.
- 25) 三尾眞一, 田川 勝, 篠原富美子, 山田梅芳. 東シナ海・黄海における底魚類の食物関係に基づく群集生態学的研究. 西海区水産研究所研究報告 1984; **61**: 1-221.
- 26) 深瀬 茂. 東シナ海陸棚上の底層水. 海洋科学 1975; **63**: 33-38.
- 27) Chen X, Yan Y, Fu R, Dou X, Zhang E. Sediment transport from the Yangtze River, China, into the sea over the Post-Three Gorge Dam period: A discussion. *Quat. Int.* 2008; **184**: 55-64.
- 28) Ning X, Lin C, Su J, Liu C, Hao Q, Le F. Long-term changes of dissolved oxygen, hypoxia, and the responses of the ecosystems in the east China Sea from 1975 to 1995. *J. Oceanogr.* 2011; **67**: 59-75.
- 29) Jin X, Tang Q. Changes in fish species diversity and dominant species composition in the Yellow Sea. *Fish. Res.* 1996; **26**: 337-352.
- 30) 片岡千賀之. 中国における新漁業秩序の形成と漁業管理—東シナ海・黄海を中心として—. 長崎大学水産学部研究報告 2004; **85**: 57-66.
- 31) 農林水産省統計情報部. 「図解日本の漁具・漁法」農林統計協会, 東京. 1981.
- 32) Spiridonov VA, Turkey M. Deep sea swimming crabs of the *Charybdis miles* species group in the western Indian Ocean (Crustacea: Decapoda: Portunidae). *J. Nat. His.* 2001; **35**: 439-469.
- 33) Osborne TA. Seasonal distribution and movements of the paddle crab *Ovalipes catharus* in Canterbury coastal waters. *Mauri. Ora.* 1987; **14**: 43-55.
- 34) 山本圭介, 長澤和也. 東シナ海・黄海における底生性エビ類群集と水塊との関係. 日本水産学会誌 2013; **79**: 987-1001.
- 35) 石倉 勇, 内田 誠, 長谷川英一, 中山 哲, 小林裕. 夏季東シナ海で実施したトロール漁獲結果の検討. 三重大生物資源学部紀要 1989; **2**: 85-96.
- 36) Van Engel WA. The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. *Commer. Fish. Rev.* 1958; **20**: 6-17.
- 37) 関口秀夫. 汽水・沿岸域のカニ類の分布決定機構—メカロバ幼生の役割—. 沿岸海洋研究 2010; **47**: 155-172.
- 38) Terada M. The zoeal development of *Ovalipes punctatus* (De Haan) (Brachyura, Portunidae) in the laboratory. *Proc. Jap. Soc. Syst. Zool.* 1980; **19**: 24-33.
- 39) Yanagi T, Tsukamoto H, Igawa S, Shiota K. Recruitment strategy of swimming crab, *Portunus trituberculatus*, in Hiuchi-Nada, Japan. *Fish. Oceanogr.* 1995; **4**: 217-229.
- 40) 山田梅芳, 時村宗春, 堀川博史, 中坊徹次. 「東シナ海・黄海の魚類誌」東海大学出版会, 秦野. 2007.
- 41) Myers RA, Baum JK, Shepherd TD, Powers SP, Peterson CH. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science* 2007; **315**: 1846-1850.
- 42) Prugh LR, Stoner CJ, Epps CW, Bean WT, Ripple WJ, Laliberte AS, Brashares JS. The rise of the mesopredator. *BioScience* 2009; **59**: 779-791.