静岡水技研研報 (46): 17-22, 2014

Bull. Shizuoka Pref. Res. Inst. Fish.(46): 17-22, 2014

飼育条件下におけるオオエンコウガニ成体雌の 生残、脱皮および繁殖状況

岡本一利*

1989 年から 2006 年のかに篭漁期 (12 月から 2 月) に,静岡県伊豆半島西岸の駿河湾水深約 600m において漁獲されたオオエンコウガニのうち成体雌計 13 個体を入手し飼育した。抱卵雌の甲幅は 12.3~17.9cm であった。飼育期間は $40 \sim 1,387$ 日間で,飼育に自然水温の表層海水を使用した区では $40 \sim 90$ 日間,15℃表層海水区で $41 \sim 608$ 日間,海洋深層水利用区では $368 \sim 1,387$ 日間であり,10℃以下の水温では最低でも 1 年間以上の飼育が可能であった。脱皮が確認されたのは 2 個体で,脱皮時期は 7 月および 8 月,入手 $30 \sim 43$ ヶ月後であった。うち 1 個体の脱皮前甲幅は 15.0cm,脱皮後甲幅は 16.6cm であり,その成長率は 10.7% であった。成体雌も脱皮により成長することが確認できた。産卵が確認されたのは 2 個体で,時期は 10 月および 11 月,入手 $9 \sim 10$ ヶ月後であった。本種の平均卵径は,長径 $0.60 \sim 0.75$ mm,短径 $0.57 \sim 0.73$ mm であり,眼点確認以降に急激に増大した。抱卵個体のうち幼生のふ出が確認された個体の割合は 70% で,時期は 2 月および 3 月,1 親当たりのふ化幼生数は $14.6 \sim 51.7$ 万個体であった。本種は秋期に産卵し $3 \sim 4$ ヶ月間の抱卵期間の後に冬期に幼生をふ出するものと推定された。同属 2 種と繁殖特性を比較した結果,本種は成体雌サイズが大型で,1 親あたりのふ化幼生数も多いことが判明した。

キーワード:オオエンコウガニ Chaceon granulatus, 成体雌、飼育、生残、幼生ふ化、産卵、脱皮、海洋深層水

オオエンコウガニ Chaceon granulatus(旧名 Geryon affinis granulatus)は、日本沿岸の水深 $80 \sim 1,100$ m、駿河湾においては水深 $550 \sim 850$ m に生息し、甲幅が 18cm に達する深海性の大型カニ類である 1,2 0。本種と同属の C. quinquedens や C. maritae は、海外において漁獲され、商業的重要種となっており 3,4 0、ズワイガニ類とともにカニ缶詰に使用される美味なカニ類である。本種は漁獲量が少ないため市場流通にはのりにくいが、食味については評価が高く利用価値が高いと考えられ、今後地域特産種として期待できる。本種に関しては、採捕記録 2,5 1、幼生飼育 6,7 1、奇形 8 1等の報告があるものの、成体の飼育、繁殖特性などの生態の把握や増養殖の検討に必要な情報が乏しいのが現状である。 今回筆者は、静岡県栽培漁業センター及び静岡県水産技術研究所駿河湾深層水水産利用施設において、オオエンコウガニ成体雌を飼育し、それらの情報をとりまとめることによ

り、飼育による生残、脱皮および繁殖に関する知見を得たので報告する。

報告に先立ち、本種の入手に御協力いただいた戸田及び 田子漁業協同組合(現伊豆漁業協同組合田子支所)の漁業 者・職員の方々、静岡県栽培漁業センター(当時)、静岡県 水産技術研究所駿河湾深層水水産利用施設の職員の方々に 厚く御礼申し上げる。

材料および方法

1989 年から 2006 年のかに篭漁期 (12 月から 2 月) に, 静岡県伊豆半島西岸の駿河湾水深約 600m において戸田及び田子漁業協同組合所属船により漁獲されたオオエンコウガニのうち成体雌 (最小抱卵サイズ (甲幅 13.4cm)⁵⁾ 以上もしくは抱卵が確認された個体)13 個体を入手した (表 1)。

平成23年1月22日受理

静岡県水産技術研究所(本所)業績第1142号

*静岡県水産技術研究所深層水科, 現水産資源課

飼育条件について表 2 に示した。 1989 年 2 月から 2004 年 1 月の間に入手した 9 個体 (個体 $A \sim I$) については,静岡県栽培漁業センター (当時,沼津市) に搬入し FRP 製水槽に収容した。そのうち 2 個体 (個体 A, B) は,自然水温 ($14 \sim 19^{\circ}$) のろ過海水を注水した $2.0m^3$ 容飼育水槽に,7 個体 (個体 $C \sim I$) は, $15 \pm 1^{\circ}$ に水温調整したろ過海水を注水した $2.0m^3$ 容飼育水槽に収容し,各々の水槽内を緩やかに通気しながら流水で飼育した。なお,飼育水には表層海水(沼津市地先の水深 $5 \sim 10m$ から取水)を使用し,飼育水槽には約 5 回転 / 日程度の換水率となるように注入した。 2004 年 12 月から 2006 年 2 月の間に入手した 4 個体 (個体

表 1 オオエンコウガニ成体雌の入手状況 Table 1 Data for adult female *Chaceon granulatus* at acquisition.

Name of individuals	ovigerous or none	Date of acquisition	Carapace width (cm)	Body weight (kg)
A	ovigerous	Feb. 28, 1989	12.3	0.80
В	ovigerous	Dec. 18, 1992	17.9	2.11
C	none	Jan. 27, 2003	17.1	1.85
D	ovigerous	Feb. 12, 2003	15.5	1.40
E	ovigerous	Feb. 18, 2003	16.6	2.15
F	ovigerous	Feb. 24, 2003	15.5	1.22
G	ovigerous	Jan. 27, 2003	14.4	1.44
Н	ovigerous	Jan. 7, 2004	15.0	1.65
T	none	Jan. 7, 2004	15.0	1.33
J	ovigerous	Dec. 24, 2004	17.6	2.27
K	ovigerous	Jan. 28, 2005	16.2	1.95
L	ovigerous	Feb. 22, 2006	14.4	1.22
M	none	Feb. 22, 2006	14.1	0.90

J~M)については、静岡県水産技術研究所駿河湾深層水水 産利用施設 (焼津市)の 3.5m3 容 FRP 製水槽に収容し飼育 した。また、2004年1月以前に入手した個体のうち3個体 (個体G~I)については、2004年4月9日に静岡県栽培漁 業センターから静岡県水産技術研究所駿河湾深層水水産利 用施設へ移動し,飼育を継続した。6個体(個体H~M)は, 駿河湾の水深 687m から取水した海洋深層水を用いて飼育 し、飼育水槽に約5回転/日程度の換水率となるように注 入することで、水温を9℃に調節した。1個体(個体G)は、 15℃に調温したろ過海水 (焼津市地先の水深 24m から取水) を使用すること以外は海洋深層水飼育と同様の方法で飼育 を継続した。個体 A, B を表層海水 (SSW) 区, 個体 C ~ G を 15℃表層海水 (15℃ SSW) 区、個体 H、I を海洋深層水 I (DSW I) 区, 個体 J ~ M を海洋深層水 II (DSW II) 区と し、2009年3月31日に飼育を終了した。餌料は冷凍イカ を1日おきに十分量与え,残餌等は毎日除去した。

飼育個体に脱皮が確認され、その後も生残した場合は、 そのまま飼育を継続し、脱皮1ヶ月後に甲幅をノギスにより測定した。

成体雌入手時に, 抱卵が確認された場合には卵を 10 粒 採取し顕微鏡下でその発生段階を確認するとともに, 長径 および短径を測定した。卵の発生段階は岡本⁹ に従い 7 段 階に分類した (表 3)。飼育中に産卵が確認された個体の卵 およびふ化直前のステージ畑に達した卵についても長径お よび短径を測定した。

表 2 オオエンコウガニ成体雌の飼育条件

Table 2 Rearing conditions for adult female Chaceon granulatus.

Experiments	Name of individuals	Rearing water	Water temperature	Tank volume*1	Rate of exchanging water	Food
SSW	A, B	Filtered surface sea water (temperature non-controlled)	14~19°C	2.0m ³	5times/day	Frozen squid
15°CSSW	C, D, E, F	Filtered surface sea water (temperature controlled)	15±1°C	2.0m ³	5times/day	Frozen squid
13 C33W	G*2	Filtered surface sea water (temperature controlled)	15±10	3.5m ³	5times/day	Prozen squid
DSW I	H*2, I*2	Filtered surface sea water → Deep sea water (temperature controlled)	15±1°C + 9±1°C	2.0m ³ →3.5m ³	5times/day	Frozen squid
DSWI	J, K, L, M	Deep sea water (temperature controlled)	9±1°C	3.5m ³	5times/day	Frozen squid

^{*1} All individuals in same experiments were accommodated in same tanks.

表3 卵の発生段階の区分

Table 3 Developmental stage of eggs.

Egg stages	Characteristics
1	no segmentation visible.
П	cleavage has taken place.
Ш	yolk-free area visible.
IV	eye pigment of embryo visible.
V	pigment bands of embryo visible, but still has much yolk.
VI	embryo has a little yolk.
VII	zoea larvae recognizable.

^{*2} Change of rearing conditions was proceeded on Apr. 9, 2004.



Fig. 1 Newly molted adult female crab (left) and old cuticle (right).

The premolt carapace width(a), postmolt carapace width(b) and the growth rate((b-a)/a \times 100) of the crab were 15.0 cm, 16.6 cm and 10.7 %, respectively.

図1 脱皮後の成体雌(左)と脱皮殻(右)

卵の発生状態の観察によりふ化直前の卵 (ステージ (ステージ

結 果

入手したオオエンコウガニ成体雌の抱卵の有無, 甲幅および体重を表1に示した。13個体のうち抱卵雌は10個体, 未抱卵雌は3個体であった。全個体の甲幅の範囲は, 12.3~17.9cm, 体重の範囲は0.80~2.27kgであり, 抱卵個体に限った場合も甲幅および体重の範囲は上記と変わらなかった。

オオエンコウガニ成体雌の飼育,繁殖および脱皮状況を表 4 に示した。入手してからへい死もしくは飼育終了するまでの飼育期間は $40 \sim 1,387$ 日間であった。表層海水区では $40 \sim 90$ 日間,15℃表層海水区で $41 \sim 608$ 日間,海洋深層水 1 区で $915 \sim 1,387$ 日間 (うち海洋深層水での飼育期間 822 及び 1,294 日間),海洋深層水 1 区で $368 \sim 1,133$ 日間であった。

脱皮が確認されたのは2個体(個体 H,I)であり、脱皮の時期は7月から8月、入手30および43ヶ月後だった。このうち個体 H は入手時に抱卵し、その後幼生のふ出が確認された個体であり、幼生のふ出後約42ヶ月で脱皮した。個体 I は脱皮の途中でへい死したが、個体 H は脱皮に成功した。図1に脱皮後の成体雌と脱皮殻を示した。個体 H は,

脱皮前の甲幅が 15.0cm, 脱皮後の甲幅が 16.6cm, 甲幅 の成長率は 10.7% であった。

産卵が確認されたのは 15℃表層海水区 1 個体 (個体 C), 海洋深層水 II 区 1 個体 (個体 K) の計 2 個体であり、産卵の時期は 10 月および 11 月、入手後 $9 \sim 10$ ヶ月後だった。そのうち個体 K は幼生のふ出を経験しており、ふ出後約 8 ヶ月で産卵した。

入手時, ふ化直前および産卵時の卵サイズと発生段階に

表 4 オオエンコウガニ成体雌の飼育、脱皮、繁殖状況 Table 4 Captivity, molting and breeding of adult female *Chaceon granulatus*.

-vnarimante	Name of	Date of acquisition	Date of molting	Date of hatching larvae	Number of hatched larvae (×10 ³)	Date of spawning	Date of death	Captivity duration (day)	
	individuals							Total days	in DSW*2
SSW	Α	Feb. 28, 1989		Feb. 28- Mar. 3, '89	-		Apr. 9, '89	40	
3344	В	Dec. 28, 1992					Mar. 18, '93	90	
	C	Jan. 27, 2003				Oct. 27, '03	Dec. 1, '03	308	
	D	Feb. 12, 2003		Feb. 20-24, '03	-		Mar. 25, '03	41	
15°CSSW	E	Feb. 18, 2003		Feb. 25- Mar. 3, '03	146		Sep. 9, '03	203	
	F	Feb. 24, 2003					Aug. 29, '03	186	
	G	Jan. 27, 2003		Feb. 13-18, '03	205		Sep. 26, '04	608	
DSW I	H	Jan. 7, 2004	Aug. 31, '07	Feb. 3-12, '04	458		Oct. 25, '07	1387	1294
DSWI	1	Jan. 7, 2004	Jul. 10, '06				Jul. 10, '06	915	822
	J	Dec. 24, 2004		Annual State			Dec. 27, '05	368	368
	K	Jan. 28, 2005		Mar.2-7, '05	517	Nov. 28, '05	Feb. 20, '06	388	388
DSWII	L	Feb. 22, 2006		Feb. 22-28, '06	212		(Mar. 31, '09)"1	1133	1133
	M	Feb. 22, 2006					(Mar. 31, '09)*1	1133	1133

^{*1;} Survival (end of experiment)

^{*2:} in DSW.

^{-:} not measured

Blank space: not applicable

表5 入手時、ふ化直前及び産卵時の卵サイズと発生段階 Table 5 Egg size and stage at acquisition, pre-hatching and spawning.

Evnonments	Name of	Acquisition			Pre-hatching			Spawning		
	individuals	Length (mm)	Width (mm)	Egg stage	Length (mm)	Width (mm)	Egg stage	Length (mm)	Width (mm)	Egg stage
SSW	A	0.72±0.02	0.69±0.02	VII	0.72±0.02	0.69±0.02	VII			
2244	В	0.63 ± 0.02	0.60 ± 0.01	IV	- J.					
	С							0.63±0.03	0.59±0.02	1
	D	0.72 ± 0.01	0.69 ± 0.02	VI	-	_	_			
15°CSSW	E	0.72 ± 0.02	0.68 ± 0.01	VI			-			
	F			VI						
	G	0.69 ± 0.02	0.66±0.01	V	0.72±0.01	0.69 ± 0.02	VII			
DSW I	H	0.69 ± 0.03	0.66±0.02	V	_	1000	-			
DSWI	1									
	J	0.63 ± 0.02	0.60 ± 0.02	IV						
DSWI	K	0.71±0.02	0.66 ± 0.02	V	_		-	0.60 ± 0.02	0.57±0.01	I
DSMI	L	0.74 ± 0.02	0.71±0.01	VII	0.74±0.02	0.71 ± 0.01	VII			
	M									

Blank space; not applicable

ついて、表 5 に示した。入手時の抱卵個体の保有卵は全て発眼卵であり、12 月では眼点が確認できるようになるステージ \mathbb{N} 、1 月ではステージ \mathbb{N} 、2 月ではステージ \mathbb{N} 1 月ではステージ \mathbb{N} 1 月ではステージ \mathbb{N} 2 月ではステージ \mathbb{N} 3 日が遅いものほど発生段階の進んだ卵が確認された。産卵時のステージ \mathbb{N} 1 の長径は \mathbb{N} 0.60 \sim 0.63mm,短径は \mathbb{N} 0.59mm,眼点が確認できるようになるステージ \mathbb{N} 0 長径は \mathbb{N} 0.63mm,短径は \mathbb{N} 0.60mm,ふ化直前のステージ \mathbb{N} 0 長径は \mathbb{N} 0.72 \sim 0.74mm,短径は \mathbb{N} 0.69 \sim 0.71mm \mathbb{N} 0 サイズは眼点確認以降に急激に増大した。

考察

飼育状況

オオエンコウガニは、自然水温の表層海水で長期間飼育することは困難であったが、水温を 15 $^{\circ}$ 以下にすることで飼育日数が長くなり、特に約 9 $^{\circ}$ の海洋深層水による飼育では最低でも 1 年以上、平均で 2 年以上 (856.3 日)の飼育が可能であった。本種の駿河湾における生息場所が、水温が $4 \sim 6$ $^{\circ}$ の水深 $550 \sim 850$ $^{\circ}$ である 10 ことから考えても、

本種の飼育水温は10℃以下が適当であり、海洋深層水の特徴の一つである低水温性は本種の飼育に有効であると考えられた。

本種の脱皮に関しては、幼生段階の報告はあるが 67 、成体段階での観察は本研究が初めての報告である。そして、今回の観察から、本種の雌は成体になってからも脱皮により成長することが確認できた。また、入手してから脱皮まで 30 ~ 43 ヶ月経過していることから、成体雌の脱皮間隔は 2 年以上であることが推察された。

繁殖特性

本種の抱卵個体の最小甲幅は、過去の報告では 13.4cm であり 5 , 今回の甲幅 12.3cm はそれよりも小型であった。本種は甲幅 12cm 程度で成熟可能であることが明らかになった。さらに、本種の抱卵個体の甲幅範囲は 12.3~17.9cm であり、同属の C. quinquedens の $6.8 \sim 11.2$ cm 3 , C. maritae の $7.5 \sim 11.0$ cm 4 と比較して大型であることが示唆された (表 6)。

卵サイズについては、ふ化直前の平均長径は 0.75mm、平均短径は 0.75mm という報告があり 6 、今回の結果と合わせると本種の卵サイズの範囲は、長径は $0.60\sim0.75$ mm、短径は $0.57\sim0.73$ mm となる。さらに、卵サイズは眼点確認以降に急激に増大することが今回観察された。同様の現象はタカアシガニ Macrocheira kaempferi の卵においても認められている 9 。

今回観察された 1 親当たりのふ化幼生数は $14.6 \sim 51.7$ 万個体であった。過去の報告においても 19.2 万個体の観察結果があるが 0 ,今回の観察結果の範囲内であった。ふ化幼生数の報告はないが,同属の C. quinquedens と C. maritae の 抱卵数が各々 $12.6 \sim 19.1$ 万個体 11 および $10.7 \sim 35.0$ 万個体 4 であることから,本種の 1 親当たりのふ化幼生数はこれら 2 種よりも多いと考えられた (表 6)。

飼育下で10~11月に産卵が確認され、また12月に入

表 6 オオエンコウガニ類の繁殖特性の比較 Table 6 Comparison of breeding traits of *Chaceon* crabs.

Species	Chaceon granulatus	C. quinquedens ³⁾	C. maritae 4)
Carapace width of female carrying eggs (cm)	12.3~17.9	6.8~11,2	7.5~11.0
No. of eggs per brood $(\times 10^3)$	(-)	126~191	107~350
No. of hatched larvae per brood (×10 ³)	146~517	-	-
Breeding season	Oct.~Mar.	Late winter~Early summer	Mar.~Jul.
Breeding duration	3~4 month		_

3,4): see references

手した個体の保有卵が既に眼点が確認できるステージ \mathbb{N} に達していたことから、本種の産卵は秋期に行われることが示唆された。また、飼育下で $2\sim3$ 月にふ化が確認されたことや1月にふ化が確認された事例があることのに加え、ふ化直前のステージ \mathbb{N} の卵を持つ個体が2月に入手されたことは、本種のふ化時期が冬期であることを示している。さらに、飼育個体が幼生ふ出後産卵までに8ヶ月間を要していることを考慮すると、本種は年1回秋期に産卵し、 $3\sim4$ ヶ月の抱卵期間を経て、冬期に幼生をふ出するものと考えられる。同属のC. quinquedens は冬から初夏に3, C. maritae は3月から7月に抱卵することが報告されてお94, 本種とは抱卵時期は異なるものの、抱卵期間は類似していることが示唆された(表6)。

本研究により、オオエンコウガニが低水温であれば蓄養できることが明らかとなった。これは、本種を地域特産種として利用する場合に活魚として商品提供できることを示している。その場合には、地域資源でもある海洋深層水を組み合わせて利用することにより付加価値の向上が期待できる。また、今回明らかになった繁殖特性に関する知見は、既報の幼生の飼育技術とあわせて、本種の種苗生産や養殖技術開発への活用が期待できる。

文 献

- 1) 三宅貞祥 (1983): 原色日本大型甲殼類図鑑 (Ⅱ), 保育社, 大阪, 277pp.
- 2) 鈴木雄策・沢田貴義 (1978): 駿河湾で採捕されたオオエンコウガニ科の1種とタラバガニ科の4種について,静岡県水産試験場研究報告,12,11~14.
- 3) Wigley R.L., Theroux R.B., Murray H.E.(1975): Deep-sea red crab, *Geryon quinquedens*, survey off northeastern United States, *Marine Fisheries Review*, 37, $1 \sim 21$.

- 4)Melville-Smith R.(1987): The reproductive biology of *Geryon maritae* (Decapoda, Brachyura) off South West Africa/Namibia, *Crustaceana*, 53, 259 ~ 275.
- 5) 田中敬健・松原壮六郎・山本浩一・藤田信一・大西慶一 (1983): 静岡県沿岸の深海底生生物の研究─Ⅲ 相模湾西 部海域におけるかにかご調査結果, 静岡県水産試験場研 究報告, 18, 1 ~ 13.
- 6) 大西慶一 (1982): オオエンコウガニ幼生の飼育, 静岡県水 産試験場研究報告, 16, 87~95.
- 7)Okamoto K., Atsumi S., Matsuyama H.(2005): Complete larval development of the deep sea red crab *Chaceon granulatus* under laboratory conditions, *Aquaculture Science*, 53(1), $93 \sim 94$.
- 8)Okamoto K.(1991): Abnormality found in thecheliped of *Geryon affinis granulatus* Sakai, *Researches on Crustacea*, 20. 63 ~ 65.
- 9) 岡本一利 (1991): タカアシガニの卵の発育, ふ化および培養について, 静岡県水産試験場研究報告, 26, 21~33.
- 10) 中村保昭 (1982): 水産海洋学的見地からの駿河湾の海洋構造について, 静岡県水産試験場研究報告, 17, 1~153.

Survival, molting, and breeding in adult females of the deep-sea red crab, *Chaceon granulatus*, in captivity

Kazutoshi Okamoto

Abstract Thirteen adult females of the deep-sea red crab, Chaceon granulatus, were obtained from Suruga Bay at depths of 600 m between December and February during 1989 to 2006, and reared in the laboratory. Carapace width of the ovigerous females was 12.3-17.9 cm. Eye pigment-egg stage females accounted for 100% of the ovigerous females during acquisition. Survival of the adult females in three rearing conditions—surface seawater (SSW, 14-19 ° C), controlled SSW (SSW, 15 ° C), and deep seawater (DSW, 9° C)—was compared. The periods of survival were 40-90 days in SSW, 41-608 days in 15 °C SSW and 368-1,387 days in DSW. DSW is suitable for rearing adult female crabs. Two cases of molting of the crabs occurred in July and August, 30-43 months after acquisition. The premolt and postmolt carapace width and growth rate in one specimen were 15.0 cm, 16.6 cm, and 10.7%, respectively. It was found that mature females of this species molted and grew. Two cases of spawning of the crabs occurred in October and November, 9-10 months after acquisition. The egg length and width were 0.60-0.75 mm and 0.57-0.73 mm, respectively. Since eye pigments were visible in the egg stage, the diameters of the eggs were rapidly increased. Hatched larval females accounted for 70% of the ovigerous females. Hatching of larvae occurred between February and March, and the number of larvae that hatched per adult was 146000-517000. The seasons for spawning and hatching for the larvae were autumn and winter, respectively. It was observed that the period from spawning to hatching for the larvae was 3-4 months. The breeding characteristics of this species were compared with those of other Chaceon crabs. The ovigerous size and number of larvae hatched per adult in C. granulatus were observed to be larger than those in other Chaceon crabs.

Key words: Chaceon granulatus, adult female, captivity, survival, hatching larvae, spawning, molting, deep seawater