

サワガニの成長

荒木, 晶
九州大学農学部水産学第一講座

松浦, 修平
九州大学農学部水産学第一講座

<https://doi.org/10.15017/23540>

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 49 (3/4), pp.125-132, 1995-03. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :

サワガニの成長

荒木 晶・松浦 修平

九州大学農学部水産学第一講座

(1994年9月1日受理)

Growth of a Freshwater Crab, *Geothelphusa dehaani* (White)

Akira ARAKI and Shuhei MATSUURA

Laboratory of Marine Biology, Faculty of Agriculture,
Kyushu University, Fukuoka 812-81

緒 言

サワガニ *Geothelphusa dehaani* (White) は、本州・四国・九州の河川上流の清流域に広く生息している。本種は他のカニ類と異なり、一生を淡水域で生活し大卵少産型の繁殖生態を示し、浮遊幼生期を持たず稚ガニとして直接孵化する(嶺井, 1976)。

本種の個体群生態に関しては、現在までにいくつかの報告が認められる。Yamaguchi and Takamatsu (1980) は熊本産の個体群で、金森 (1977) は香川産のそれで成長を推定している。それらの成長についての見解には異論が認められる。また、雌雄に分けずに分析しており、本種の成長の詳細については明らかではないと考えられる。そこで、本研究では、福岡県産のサワガニの個体群を対象にして、天然における本種の雌雄別、月別の甲幅組成の変化により成長解析を試みた。

本研究の遂行に際して有益な御助言をいただいた、九州大学農学部動物学教室嶺井久勝先生に心より御礼申し上げる。また、本研究は平成4、5年度河川環境管理財団河川整備基金助成金によって行ったので記して感謝する。

材料と方法

谷山川は、福岡県粕屋郡古賀町を流れる2級河川で、大根川水系に属している。採集および観察は、谷山川上流、標高約100mに位置する古賀ダムに注ぐ渓流で1990年9月から1991年9月にかけて毎月行った (Fig. 1)。この渓流の河川形態は、川幅2~5mで短い間隔で

瀬と淵が現れ、可見(1970)の分類法によればAa型に相当する。

採集には、50cm×50cmのコドラートを毎月平均23箇所設置し、その枠内で発見された全てのサワガニを採集しその個体群を代表させるようにした。採集したカニは10%ホルマリンで固定した後、成長系の基準として甲幅(CW)を、ノギスと実体顕微鏡を使用して0.05mm精度で測定した (Fig. 2)。雌雄の判別を、外骨格の形態の差異に基づいて一般には肉眼で行ったが、稚ガニについては、実体顕微鏡を使用して雄の第1腹肢(交尾器)の有無により行った。

甲幅は段階幅を0.8mmとして、誤差を考慮して3項移動平均により月ごとの甲幅ヒストグラムを雌雄別

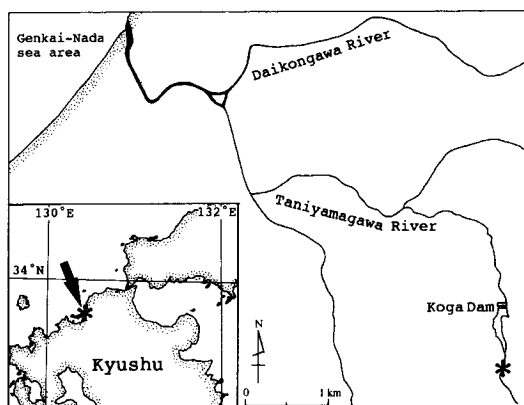


Fig. 1. Map of the Taniyamagawa River system showing station for collection of the crab *Geothelphusa dehaani*.

*: denotes the sampling station.

に作成した。福岡県におけるサワガニは、12月から3月までの間は冬眠状態にあり、脱皮成長する個体は認められないため、この期間の標本は、まとめて1つのヒストグラムを作成し、他の月と同様に解析を行った。

甲幅組成に対する正規分布の適用は、マルカールの中間法を使った赤嶺 (1985) の最尤法に基本をおいた方法で行い、発生群を分別した。

成長曲線には、成長速度が周期関数によって振動するように拡張されたペルタランフィー式 (Pauly and Gaschutz, 1979) を採用し、マルカールの中間法を使って適用した。なお、当てはまりの良さは、AIC (Akaike, 1973) で表現した。1990年9月に採集した個体は、標本が少なく、全ての発生群を含んでおらず、1991年9月との傾向を比べるととどめ、成長曲線は

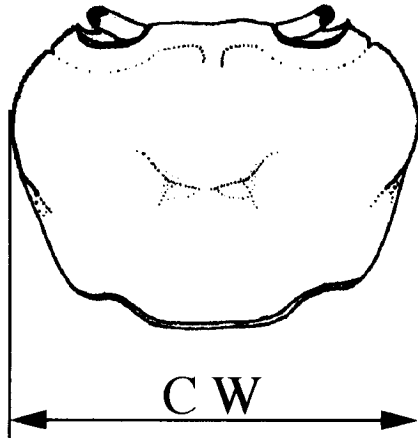


Fig. 2. Site of the measurement of carapace width (CW) taken for *G. dehaani*.

1990年10月から1991年9月にかけての標本から求めた。また、本種は甲幅が20mm以上の成体では、繁殖参加のために発生群が重複して明確に区別できないと考えられるため、分別された発生群の平均値のうち、甲幅が20mm程度までの値を利用して成長曲線の当てはめを行った。

結 果

定点で採集したサワガニは、雌2078個体、雄1057個体、総計3135個体であった。

定点の気温および水温の月平均温度を Fig. 3 に示した。気温、水温とも1月から2月頃が最も低く、12月から3月までは10°C以下であり、この間における脱皮成長は認められなかった。

1. 雌の成長

各月の甲幅組成には、5~8の正規分布を適用できた (Fig. 4)。各分布をそれぞれ1つのコホート (同時発生群) とみなし、前後の月と峰の移動を追跡できる、明確な'91~'86を区別した。これらの発生群の甲幅分布の平均値を Table 1 に示した。コホート'91は、8月に新規加入が認められた。コホート'90, '89, '88, '87は周年にわたり認められた。

ヒストグラムに現れた各コホートの峰の移動を1990年10月から月ごとに追っていくと、コホート'90では、10月から6月まで峰の移動は認められず甲幅約4.6mmであるが、7月から9月にかけて峰が右に移動して甲幅約7.3mmとなった。コホート'89では、10月に甲幅約7.4mmで出現し、6月まで峰の移動はなく、7月から9月にかけて甲幅約10.7mmまで峰が右に移動した。コホート'88では、10月から6月まで峰は甲幅

Table 1. Mean carapace widths (CW) of female cohorts of *Geothelphusa dehaani*.

Date	Mean carapace width (mm) of cohort*					
	'91	'90	'89	'88	'87	'86
Sep. 1990		4.54	6.07	—	—	20.01
Oct. 1990		4.53	7.36	12.18	16.30	21.61
Nov. 1990		4.58	7.02	11.54	16.24	—
Dec. 1990~Mar. 1991		4.56	6.93	10.91	15.61	20.73
Apr. 1991		4.61	7.37	—	—	21.49
May 1991		4.59	7.04	11.44	16.16	20.41
June 1991		4.84	6.98	11.20	16.17	21.04
July 1991		5.74	8.61	12.61	17.97	20.73
Aug. 1991	4.10	6.15	9.38	13.08	18.88	22.11
Sep. 1991	4.51	7.33	10.67	14.04	20.45	

* See Fig. 4.

Table 2. Mean CW of male cohorts of *G. dehaani*.

Date	Mean carapace width (mm) of cohort*					
	'91	'90	'89	'88	'87	'86
Sep. 1990		4.61	7.33	12.52	—	20.20
Oct. 1990		4.58	7.61	12.26	14.93	18.93
Nov. 1990		4.62	7.84	11.98	15.33	19.42
Dec. 1990~Mar. 1991		5.09	7.99	12.42	15.69	19.63
Apr. 1991		4.75	7.83	11.19	15.56	—
May 1991		4.68	7.36	11.09	16.23	18.27
June 1991		4.76	7.79	13.24	15.83	19.98
July 1991		5.72	9.11	14.64	18.09	21.35
Aug. 1991	4.91	6.71	10.83	15.18	19.91	
Sep. 1991	4.57	6.75	11.85	15.87	20.70	

* See Fig. 5.

11~12mm にあり、それ以降 9 月にかけて甲幅約 14mm にまで峰が移動した。コホート'87では、10月から 6 月まで峰は甲幅約 16mm にあり、7 月から 9 月にかけて甲幅約 20mm にまで峰は移動した。コホート'86では、10月から 7 月まで峰は甲幅 20~21.5mm の範囲にあり大きな移動は認められなかった。

2. 雄の成長

各月の甲幅組成には、4~7 の正規分布を適用できた (Fig. 5)。雌の場合と同様に各分布をそれぞれ 1 つのコホートとみなし、前後の月と峰の移動を追跡できる明確な'91~'86を区別した。これらの発生群の分布の平均値を Table 2 に示した。コホート'91は、8月に新規加入が認められた。コホート'90, '89, '88, '87は周年にわたり認められた。

ヒストグラムに現れた各コホートの峰の移動を1990年10月から月ごとに追っていくと、コホート'90では、10月から 6 月まで峰の移動は認められず甲幅約 4.7mm であるが、7 月から峰が右に移動を始め、9 月には甲幅約 6.8mm になった。コホート'89では、10月に甲幅約 7.6mm で出現し、6 月まで峰の移動は認められず、7 月から 9 月にかけて甲幅約 11.9mm まで峰が右に移動した。コホート'88では、10月から 5 月まで峰は甲幅約 12mm にあり、6 月から 9 月にかけて甲幅約 15.9mm にまで峰が移動した。コホート'87では、10月から 6 月まで峰は甲幅約 16mm にあり、7 月から 9 月にかけて甲幅約 20.7mm にまで峰は移動した。コホート'86では、10月から 6 月まで峰は甲幅約 19mm であり、7 月には甲幅約 21.4mm になった。

3. 成長曲線

Figs. 4, 5 の1991年 9 月の、コホート'91はこの後1990年 9, 10月のコホート'90と同じ経過をたどると仮

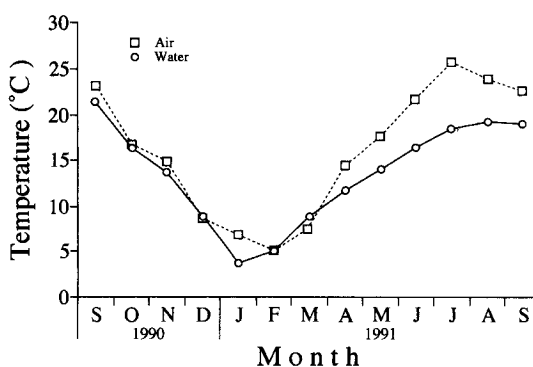


Fig. 3. Monthly changes of air and water temperature.

定し、同様に1991年 9 月のコホート'90, '89, '88, '87は、1990年 9, 10月のコホート'89, '88, '87, '86にそれぞれ相当すると仮定する。以上の仮定をもとにして求めた Pauly and Gaschütz 式の係数を Table 3 に示し、成長曲線を Fig. 6 に示した。

考 察

定点の水温は、12月から 3 月までは10°C以下であり、採集に際してカニは冬眠状態にあり、脱皮成長は認められていない。

1. 雌の成長

成長曲線を求めるに当たり、Fig. 4 の1991年 9 月のコホート'91, '90, '89, '88, '87は、1990年10月のコホート'90, '89, '88, '87, '86にそれぞれ相当すると仮定した。この仮定をもとに雌のサワガニの成長を追跡すると、1991年 8 月に初めて出現したコホート'91は、1990年10月のコホート'90に相当し、この'90の峰は年を越した 6 月まで移動が認められないことから、8月に孵化

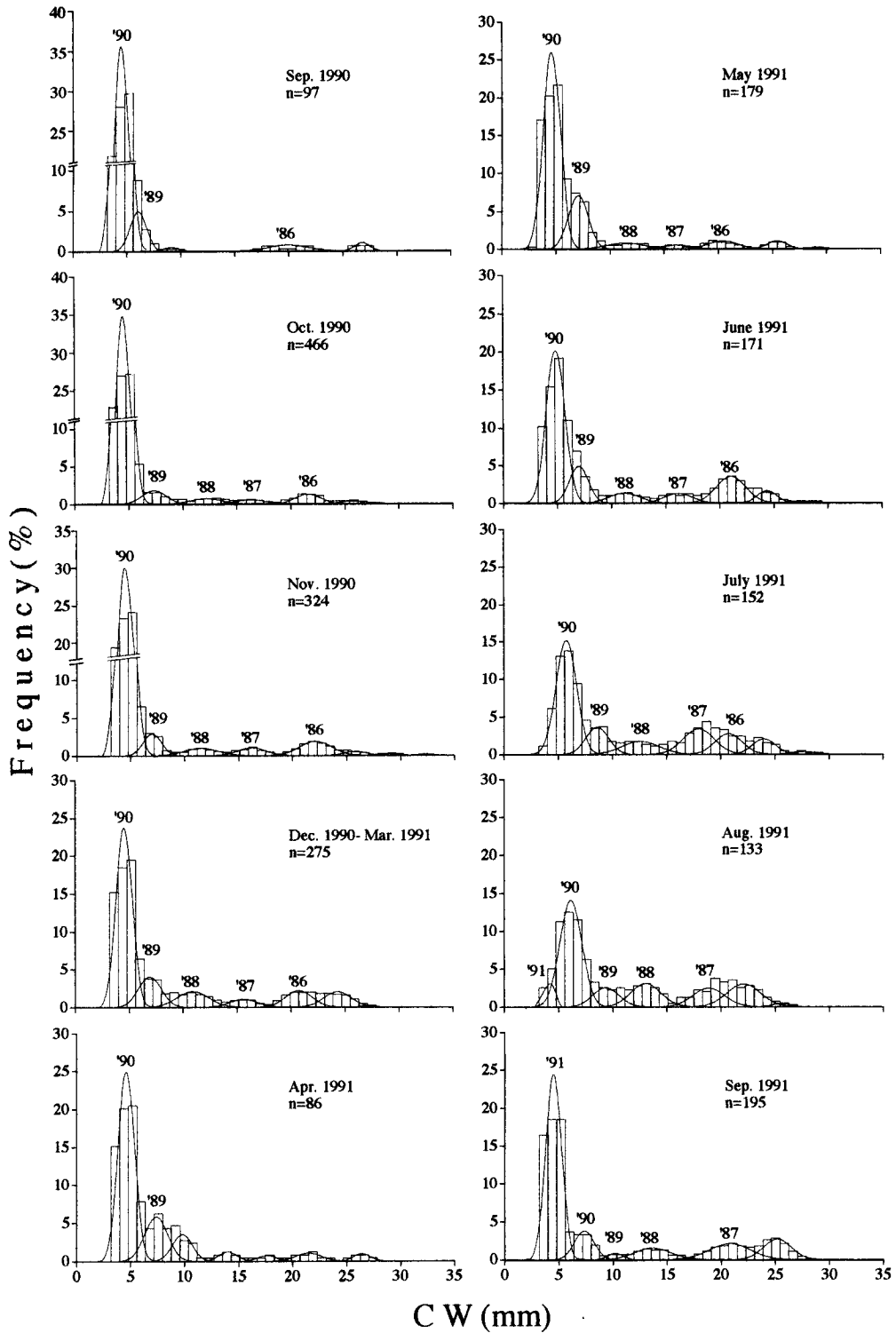


Fig. 4. Size frequency distribution of female *G. dehaani*, letters denote year classes of the Gaussian distributions.

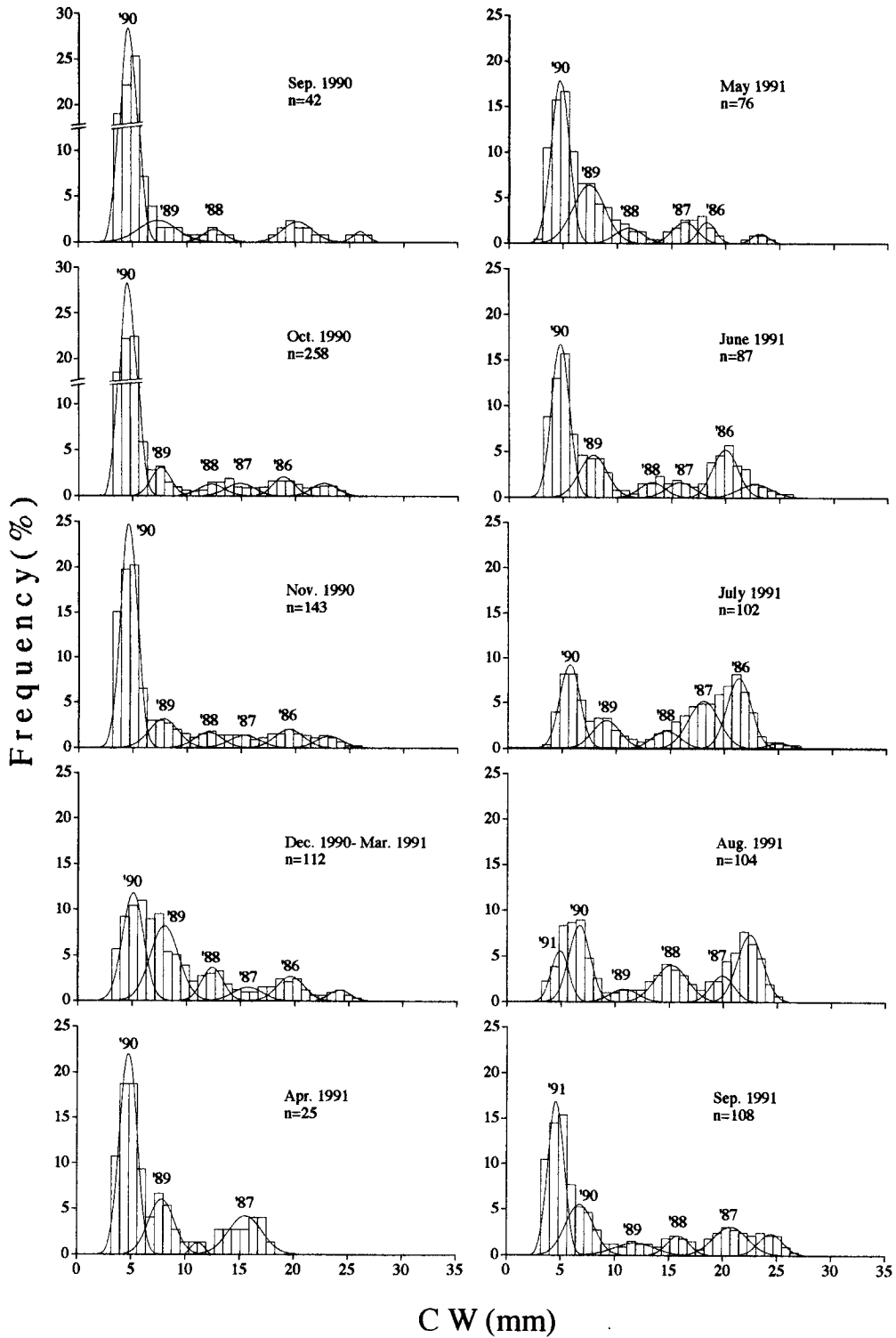


Fig. 5. Size frequency distribution of male *G. dehaani*, letters denote year classes of the Gaussian distributions.

Table 3. Coefficients from the Pauly and Gaschütz equation applied to changes of the mean carapace width of *G. dehaani* cohorts in the Taniyamagawa River.

Sex**	Coefficients of growth equation *					Number of means	AIC***
	L_{∞}	K	t_0	C	t_s		
Female	84.089	0.0544	-0.3042	1.755	0.0512	39	12.305
Male	67.623	0.0674	-0.438	1.7126	0.0155	38	-13.5481

* Equation modified from Pauly and Gaschütz (1979):

$$L_t = L_{\infty} (1 - \exp(-K(t/12 - t_0) - (CK/2\pi) \sin(2\pi(t/12 - t_s))))$$

where L_t is carapace width (mm) at age t (month) after hatching.

** See Fig. 6.

*** Akaike's information criterion is employed as a measure of the goodness of fit. (Akaike, 1973).

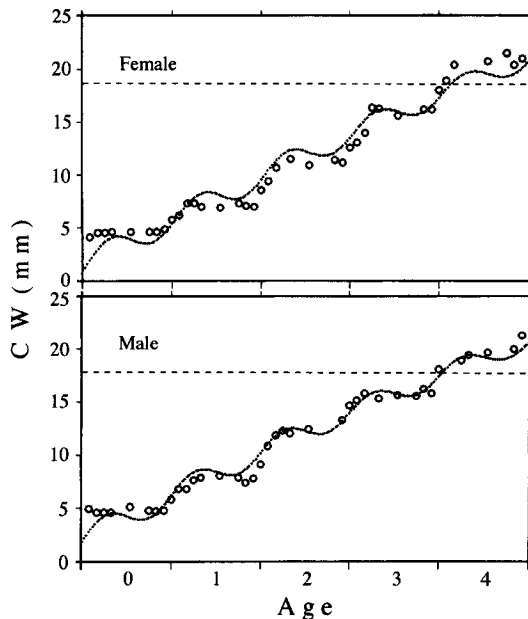


Fig. 6. Fit of the Pauly and Gaschütz equation to the mean estimates of CW of *G. dehaani*. Broken lines show the minimum size of maturity.

し新規加入した稚ガニは脱皮をしないで最初の冬を越すと推察される。甲幅組成の峰の移動は7月から10月に集中して認められ、冬には認められない。このことから、脱皮成長を行わない冬の平均甲幅について年齢ごとに調べてみると、0才で約4.6mm、1才で約7.4mm、2才で11~12mm、3才で14~16mm、4才で20~21.5mmになる (Table 1)。生殖腺の成熟度指数に急増が認められる個体のサイズは甲幅約19mmであり (荒木・松浦, 未発表)、これが雌の最小成熟サイズであると推察される。このことから、雌ガニは4才で繁殖に参加するようになると考えられる。

2. 雄の成長

成長曲線を求めるに当たった仮定により、Fig. 5の1991年9月のコホート'91, '90, '89, '88, '87は、1990年10月のコホート'90, '89, '88, '87, '86にそれぞれ相当する。この仮定をもとに雄の成長を追跡すると、雌の場合と同様に、8月に孵化し新規加入した稚ガニは脱皮をしないで最初の冬を越すと推察される。

甲幅組成の峰の移動は、雄においても7月から10月に集中し、冬には峰の移動は認められない。雌と同様に冬期の平均甲幅について年齢ごとに調べてみると、0才で約4.7mm、1才で約7.6mm、2才で約12mm、3才で約16mm、4才で約19mmになる (Table 2)。生殖腺の成熟度指数に急増が認められる個体のサイズは甲幅約18mmであり (荒木・松浦, 未発表)、これが雄の最小成熟サイズであると推察される。このことから、雄ガニは4才で繁殖に参加するようになると考えられる。

3. 成長曲線

成長曲線には、成長速度が周期関数によって振動するように拡張されたベルタランフィー式 (Pauly and Gaschütz, 1979) を採用し、マルカールの中間法を使って適用した。なお、当てはまりの良さは、AIC (Akaike, 1973) で表現した。成長曲線へは、雄の方が雌と比較して当てはまりが良くなっている。雌の当てはまりが悪い原因については、2つ考えられる。1つは、孵化後0才については、甲幅に雌雄差は認めないが、1才 (コホート'90の8, 9月, および'89の10~7月) において雌の甲幅が雄に比べて小さくなっている (Tables 1, 2 と Fig. 6)。本研究で採集したサワガニは、雌2078個体、雄1057個体で、雌:雄での性比が2:1となっている。性の判別は外骨格の形態の差異に基づいて行っており、雄性第1腹肢 (交尾器) を有するものを雄としている。この性比における偏りは、性の特徴が

0, 1才では外骨格形態に現れておらず, この時期の性の判別が明確に行えないことに困っているのかもしれない。もう1つは, 4才(コホート'87の8, 9月, および'86の10~7月)においては1才の場合とは逆に, 雌の方が雄よりも甲幅が大きくなっている(Tables 1, 2とFig. 6)。雌の甲幅約20mmでは, 成体になっており繁殖に参加すると推察される。本種の繁殖期は, 抱卵・抱幼期間を含めて6~10月と長く, その間に脱皮をしないため成長は抑えられると推察される。このことから, 4才のコホートの中には前年に生まれた5才の個体が混入しており, 甲幅20mm以上においては, 明確なコホートの分離は不可能と推察される。4才における冬期の平均甲幅が雄では約19mmであるのに対し, 雌では20~21.5mmと大きいことも, この2つめの理由を示していると考えられる。しかし, これらを考慮しても本種が繁殖に参加する甲幅サイズに達するには, 4才からと推察される(Fig. 6)。

サワガニの成長については, 嶺井(1976)や金森(1977)の報告があり, Yamaguchi and Takamatsu(1980)はこれらの報告の結果との比較を行っている。また, サワガニの稚ガニの成長については, 原(1983)が野外個体と飼育個体を用いて検討している。特に, 稚ガニ期の脱皮については, 異論が認められる。嶺井(1976)は, 孵化当年に2度の脱皮をする個体がいることを推定しているが, 金森(1977), Yamaguchi and Takamatsu(1980)は孵化当年には脱皮をしないと推定している。原(1983)は, 孵化当年の10月に一部の個体は脱皮するとしている。Passano(1960)が, カニ類の脱皮を誘発する原因として水温の上昇を報告しており, 金森(1977)は水温が13°C以上でサワガニが脱皮をすると推定している。本研究において, 水温が13°C以上になるのは5月から10月にかけてであり, 原(1983)のいうように10月に1回目の脱皮をする稚ガニの存在は否定できない。しかし, ヒストグラムの峰の移動が認められないことから, ほとんどの個体で脱皮をしないで冬を越していると推察される。翌年からは, 年に2~3回の脱皮をしながら成長し, 4才になって繁殖に加わっていくと推察される。

今後は, 飼育個体で脱皮成長率を調査することでより詳細な成長について明らかにしていくとともに, 各年齢あるいは甲幅サイズ別に生殖腺の成熟について組織学的に検討し, 本種の繁殖生態を明らかにする必要がある。

要 約

サワガニの孵化から成体にいたる成長について明らかにする目的で, 1990年9月から1991年9月にかけて, 福岡県の谷山川上流で毎月採集を行った。採集した標本は, 月別, 雌雄別にヒストグラムを作成し, 正規分布に分解することにより同時発生群に分別した。この正規分布の平均値をPauly and Gaschützの成長曲線に当てはめることにより, 本種の成長を推定した。

調査水域においては, 12~3月の冬の間はカニは冬眠状態にあり, 脱皮個体および活動個体は認められなかった。親ガニから離れた稚ガニに関しては, 雌雄とも月別に比較したヒストグラムの峰が孵化当年には動かず, 次年になってはじめて峰の成長が認められたことにより, 孵化当年の稚ガニは脱皮をしないで冬を越すことが推定された。翌年以降は, 年に2~3回の脱皮をすると推定された。最小成体サイズは, 雄では甲幅約18mm, 雌では約19mmと推定され, 雌雄とも4才で繁殖に参加するようになると推定された。

文 献

- Akaike, H. 1973 Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In "2nd International Symposium on Information Theory", ed. by B. N. Petrov and F. Csáki, Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 267-281
- 赤嶺達郎 1985 Polymodal な度数分布を正規分布へ分解する BASIC プログラムの検討。日水研報告, 35: 129-160
- 原 誠 1983 サワガニの生態(予報), 1. 幼ガニの成長。生物福岡, 23: 25-29.
- 金森正博 1977 サワガニの生態, 1成長。採集と飼育, 39(3): 126-127
- 可児藤吉 1970 可児藤吉全集。思索社, 東京, 8-14頁
- 嶺井久勝 1976 サワガニ, 清流に生きる。アニマ, 41: 10-15
- Passano, L. M. 1960 Molting and its control. In "The physiology of crustacea I", ed. by T. H. Waterman, Academic Press Inc., New York, pp. 437-536
- Pauly, D. and G. Gaschütz 1979 A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. I. C. E. S. CM 1979/G: 24: Demersal Fish Committee, pp. 1-26
- Yamaguchi, T. and Y. Takamatsu 1980 Ecological and morphological studies on the Japanese freshwater crab, *Geothelphusa dehaani*. Kumamoto J. Sci., Biol., 15(1): 1-27

Summary

The pattern of absolute growth of a freshwater crab *Geothelphusa dehaani* (White) was studied in a natural population inhabiting the Taniyamagawa River, Fukuoka, Japan. Samples were collected from September 1990 to September 1991. Cohorts were distinguished by fitting Gaussian distributions to the monthly size frequency distributions of the carapace width (CW) of both sexes. Pauly and Gaschütz's equation was applied to changes of the mean CW of cohorts. Crabs hibernate from December to March at this field site. Individuals which were active or in a state of molting were not observed in the samples over this period. Juvenile crabs showed limited growth in the year of hatching. After the initial winter, the crabs repeatedly molted two or three times in a year. We estimate that the minimum size of maturity is about 19mm CW in females and about 18mm CW in males and maturity occurs at about four years old.