鹿児島県におけるサワガニの 体色変異とその分布

鈴木 廣 志・津 田 英 治

(鹿児島大学水産学部)

Study on the Color Variation and Distribution
of a Freshwater Crab, *Geothelphusa dehaani*
(WHITE), in Kagoshima Prefecture

HIROSHI SUZUKI and EIJI TSUDA

Abstract

SUZUKI, HIROSHI and EIJI TSUDA (Faculty of Fisheries, Kagoshima University). 1991. Study on the Color Variation and Distribution of a Freshwater Crab, *Geothelphusa dehaani* (WHITE), in Kagoshima Prefecture. Benthos Research (Bull. Jap. Assoc. Benthology), 41: 37-46.

Specimens of the freshwater crab *Geothelphusa dehaani* (WHITE) were collected at 60 points of Kagoshima Prefecture to study the color variations appeared on the carapace, cheliped, and ambulatory legs from May to September of 1989. The color variations were fundamentally distinguished into three types: Blue Type, Red Type, and Brown Type. The color of young crabs were Brown Type and changed into Blue Type or Red Type when the crabs reached more than 14mm in carapace width. Red Type crabs were distributed to the north of Kamino River, Satsuma Peninsula and Kimotsuki River, Oosumi Peninsula, while Blue Type crabs were distributed to the south of these rivers. The predominant carotenoids were lutein, astaxanthin, astaxanthin diester, and astaxanthin monoester in the Red Type crabs, while in the Blue Type crabs they were β -carotene and lutein.

はじめに

日本本土に広く分布する、サワガニ *Geothelphusa dehaani* (WHITE) には、古くから体色変異のあることが知られている。一寸木 (1976, 1980) は関東地方および本州北部におけるサワガニの体色変異について研究し、本種の体色を青みがかった色彩、赤みがかった色彩、茶色がかった色彩の3型に大別し、それぞれの体色型の分布にはほとんど重複が認められないこと

を明らかにした。菅原・蒲生 (1984) は、体色変異にともなって雄の第一腹肢の形態にも若干の相違が認められ、本種の体色変異は地方集団間の遺伝的分化を示唆する形質であると報告している。また、NAKAJIMA & MASUDA (1985) は、胸脚の毛数にも体色間の違いがあることを報告している。

しかしながら、これらの研究では点在する地方集団間の比較を行っているため、各体色型の分布境界地域の特定および特徴など、未だ明らかにされていない点がある。サワガニの多色現象を生物地理学的視点から研究するためには、ある一定の地域内における体色変

1991年3月11日受付: 1991年6月14日受理

異とその分布等の詳細な調査を行う必要がある。本研究では、鹿児島県におけるサワガニの体色変異およびその地理的分布等を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

調査は1989年5月9日から9月12日まで、随時、鹿児島県内21水系60ヶ所で行った (Fig. 1)。サワガニが清流域に生息することを考慮して、各河川の起点近くを採集地点とし、主に10分間、川辺や石の裏などをたんねんに探しながら手取りで採集した。採集と同時に、

採集地点の川幅、周辺の植物、川床の底質等について目視観察し、その概略を記録した。その際、流れの速さは slow (秒速数 cm 未満), fast (秒速数 cm 以上数 10cm 未満), rapid (秒速数十 cm 以上) の3段階で表し、明るさは dark (採集地点の林冠に間隙がほとんど無い), shade (林冠の間隙が50%未満), bright (林冠の間隙が50%以上) の3段階で表現した。また、堆積物の量は rare (ほとんど無い), little (堆積物の厚さ10 mm 未満), much (厚さ10mm 以上) の3段階で表現し、標高は25,000分の1の地図から読みとった。

個体の体色は、一寸木 (1976) の記載を参考にして

Fig. 1 Map showing the sampling stations (●) in Kagoshima Prefecture, Shimokoshiki Is. and Uji Is.

甲面および歩脚の色によって類型化した。体色の記録と同時に甲幅をノギスで0.05mmの精度で計測し、性も記録した。本報告では、1989年の調査で採集された標本に加え、1986年5月11日に宇治群島家島で採集した標本、および1987年6月4日に下甕島で採集した標本も用いた。

各体色のカロテノイド色素組成は、薄層クロマトグラフィー法によって分離分析した。分析には、各体色型の雌雄それぞれ1個体を用いた。

採集地点における生息数を相対的に評価するために、採集個体数を単位努力量当りの個体数（個体数/10分/人）に換算し、相対生息数として表わした。

結 果

1. 鹿児島県に出現する体色型

サワガニの体色変異は甲背面および歩脚において明瞭であり、鹿児島県で採集された標本は大きく3つの型に区別することができた（Fig. 2）。すなわち、

赤色型：甲背面の前半部は黒色、後半部および歩脚が朱色である個体、

青色型：甲背面全体が青色もしくは前半部が青く後半部が淡黄色、歩脚が淡黄色の個体、

茶色型：甲背面が褐色もしくは紫色、歩脚も同様の体色を呈する個体

の3型である。

赤色型の個体は、甲背面および歩脚における斑紋の存在に違いが認められ、この形質によりさらに3亜型に分けることができた。すなわち、斑紋がまったく無い個体（赤色1型）、歩脚のみに斑紋がある個体（赤色2型）、甲背面と歩脚に斑紋がある個体（赤色3型）の3亜型である。また、茶色型の個体でも、甲背面および歩脚が紫色の個体（茶色1型）、甲背面および歩脚が黄褐色もしくは灰褐色の個体（茶色2型）、茶色2型の体色に赤みが加わった個体（茶色3型）、および前半部が暗褐色で、後半部および歩脚が淡黄色の個体（茶色4型）の4亜型に分けることができた。

2. 各体色型の色素組成

標本各個体の単位湿重量当たりの各カロテノイド色素の含有量をみると、ルテインは青色型および茶色4型が $2.66\mu\text{g/g}$ から $14.02\mu\text{g/g}$ の範囲で、赤色型および茶色1型が $4.09\mu\text{g/g}$ から $10.12\mu\text{g/g}$ の範囲であった（Table 1）。アスタキサンチンの含有量は、青色型および茶色4型では $3.92\mu\text{g/g}$ 以下であったが、赤色型および茶色1型では $5.31\mu\text{g/g}$ から $9.04\mu\text{g/g}$ の範

Fig. 2 Three types of color variations of *Geothelphusa dehaani*, captured in Kagoshima Prefecture. a: Red Type, b: Blue Type, and c: Brown Type. The smallest unit of scale indicates 5.0mm.

Table 1 Carotenoid contents of whole body in each color-type crab. For color-type, see the text.
Unit: $\mu\text{g/g}$

color type	sex	carapace width (mm)	lutein fraction	astaxanthin fraction	asta-mono fraction	asta-di fraction	β -carotene fraction	others
BLUE	male	21.15	2.66	trace	0.00	0.00	4.94	trace
BLUE	female	22.10	6.83	trace	0.00	0.00	2.61	2.06
BROWN 4	male	17.20	4.49	1.43	0.00	0.00	2.80	2.58
BROWN 4	female	20.30	14.02	3.92	0.97	0.00	1.90	3.51
RED	male	24.40	4.09	9.04	2.88	5.51	0.47	2.77
RED	female	20.90	10.01	5.31	1.80	10.90	0.60	6.57
BROWN 1	male	24.70	6.25	7.38	2.75	8.04	1.49	3.33
BROWN 1	female	21.20	10.12	7.49	4.26	9.88	0.56	4.23

囲であった。アスタキサンチン・モノエステル (asta-mono) の含有量は、青色型および茶色 4 型では $0.97 \mu\text{g/g}$ 以下で、ほとんど検出できなかったが、赤色型および茶色 1 型では $1.80 \mu\text{g/g}$ から $4.26 \mu\text{g/g}$ の範囲であった。アスタキサンチン・ジエステル (asta-di) の含有量は、青色型と茶色 4 型ではすべて $0.00 \mu\text{g/g}$ であったのに対し、赤色型および茶色 1 型では $5.51 \mu\text{g/g}$ から $10.90 \mu\text{g/g}$ の高い値を示した。一方、 β -カロテンの含有量は青色型および茶色 4 型では $1.90 \mu\text{g/g}$ から $4.94 \mu\text{g/g}$ の高い値を示したが、赤色型および茶色 1 型では $0.47 \mu\text{g/g}$ から $1.49 \mu\text{g/g}$ の範囲であった。

以上のように、青色型と茶色 4 型におけるアスタキサンチン、アスタキサンチン・モノエステル、およびアスタキサンチン・ジエステルの含有量は、赤色型と茶色 1 型の含有量にくらべて少ないかもしくは含有されていないかった。これに対し、青色型と茶色 4 型における β -カロテンの含有量は、赤色型と茶色 1 型の含有量にくらべて多い傾向が認められた。

3. 各体色型の分布、相対生息数、および生息環境

鹿児島県に出現した 3 つの体色型の分布をみると、鹿児島県北部の米之津川水系、野田川水系、川内川水系、天降川水系、大淀川水系および鹿児島県東部の安楽川水系では赤色型が生息していた (Table 2, Fig. 3)。薩摩半島の甲突川水系、神之川水系の神之川と野田川では赤色型が出現したが、同じ神之川水系の下谷口川、新川水系、伊作川水系、永吉川水系、万之瀬川水系、花渡川水系、大浦川水系、港川水系、馬渡川水系では青色型が出現した。大隅半島では菱田川水系と

肝属川水系の串良川と肝属川において赤色型が出現したが、肝属川水系の苦野川、雄川水系の紫立川と馬場川、神之川水系では青色型が出現した。茶色型は大隅半島の雄川水系の馬場川および薩摩半島の甲突川水系の犬追川をのぞいたすべての河川で出現した。甲突川水系の犬追川ではサワガニの生息を確認することができなかった。(Table 2)。

以上のように、各体色型の分布は、薩摩半島では甲突川水系の甲突川と新川水系の新川および神之川水系の野田川と同水系の下谷口川を境に、大隅半島では肝属川水系の肝属川と同水系の苦野川を境にして分かれ、北には赤色型が分布し、南には青色型が分布していた (Fig. 3)。茶色型は調査地域全域にわたって分布していた。また、宇治群島家島の個体は青色型であったのに対し、下甕島の個体は赤色型であった。

各体色型の平均相対生息数 (個体/10分/人) と標準偏差は、青色型で 2.32 ± 1.39 、赤色型で 6.65 ± 4.64 、茶色型で 4.40 ± 2.79 であった。青色型の生息域と赤色型の生息域の相対生息数の比は $1.00 : 1.49$ であった。また、青色型の生息域内における青色型と茶色型の相対生息数の比は $1.00 : 2.45$ であった。一方、赤色型の生息域内における赤色型と茶色型の相対生息数の比は $1.75 : 1.00$ であった。このように、赤色型と青色型の生息域間の相対生息数には大きな差はなかったが、各体色型の相対生息数は、赤色型、茶色型、青色型の順に少なかった。

各体色型の生息環境をみると、赤色型生息域内の 33 地点の川幅は $0.3 \sim 7\text{m}$ の範囲で、標高は $90 \sim 745\text{m}$ の範囲であった (Table 3)。33 点のうち 18 地点では流れ

サワガニの体色変異と分布

Table 2 List of color variations of *Geothelphusa dehaani* obtained from each station. BL, RE, and BR indicate Blue Type, Red Type, and Brown Type, respectively

Stn.	River	River branch	Peninsula	Color
1	Manose R.	Hori	Satsuma	BL, BR
2		Higo		BL, BR
3		Nagasato		BL, BR
4		Hutokoro		BL, BR
5	Koutsuki R.	Inuoi	Satsuma	-----
6		Hishijima		RE, BR
7		Koutsuki		RE, BR
8		Miyawaki		RE, BR
9	Kimotsuki R.	Kushira	Oosumi	RE, BR
10		Kimotsuki		RE, BR
11		Tomano		BL, BR
12		Hutamata		BR
13	Sendai R.	Shira	Main land	RE, BR
14		Shin		RE, BR
15		Kosendai		RE, BR
16		Tsuzura		RE, BR
17		Kubuki		RE, BR
18		Hiwaki		RE, BR
19		Oousu		RE, BR
20		Takanari		RE, BR
21	Koutsuki R.	Koutsuki	Satsuma	RE, BR
22	Hishida R.	Uratani	Oosumi	RE, BR
23		Tsukino		RE, BR
24		Mae		RE, BR
25		Karei		RE, BR
26	Amori R.	Nosaka	Main land	RE, BR
27		Tsukuda		BR
28		Nakatsu		RE, BR
29		Miyakoda		RE, BR
30	Izaku R.	Izaku	Satsuma	BL, BR
31	Nagayoshi R.	Hutamata	Satsuma	BL, BR
32	Satsumakamino R.	Shimotanikuchi	Satsuma	BL, BR
33	O R.	Hutokoro	Oosumi	BR
34		Shibatate		BL, BR
35		Oohuji		BR
36		Akase		BR
37		Baba		BL
38	Manose R.	Nozaki	Satsuma	BL, BR
39		Ootani		BL, BR
40	Kedo R.	Kedo	Satsuma	BL, BR
41	Ooura R.	Ooura	Satsuma	BL, BR
42	Oosumikamino R.	Kamino	Oosumi	BL, BR
43		Kamino		BL, BR
44		Kamino		BL, BR
45		Kamino		BL, BR
46	Shin R.	Shin	Satsuma	BL, BR
47	Mawatari R.	Mawatari	Satsuma	BL, BR
48		Takatori		BL, BR
49	Minato R.	Minato	Satsuma	BL, BR
50	Ooyodo R.	Ooyodo	Main land	RE, BR
51	Anraku R.	Anraku	Main land	RE, BR
52		Motomura		RE, BR
53	Hishida R.	Ootori	Oosumi	RE, BR
54	Komenotsu R.	Jyoudan	Main land	RE, BR
55		Jikutani		RE, BR
56		Shirakisendai		RE, BR
57	Noda R.	Takaono	Main land	RE, BR
58	Yahusa R.	Yahusa	Satsuma	RE, BR
59	Satsumakamino R.	Kamino	Satsuma	RE, BR
60		Noda		RE, BR

Fig. 3 Map showing distributions of three color types of *Geothelphusa dehaani*.

が速く、12地点ではゆるやかであった。周辺の植物には全般に広葉樹や竹が多くみられた。川床の底質は半数以上の地点で転石と礫が主であった。周辺の明るさをみると明るい地点と暗い地点がほぼ同数認められた。川床の堆積物の厚さは22地点において10mmを超えた。

青色型生息域内の26地点の川幅は0.5～5 mの範囲で、標高は40～540mの範囲であった (Table 4)。このうち10地点では流れが速く、15地点ではゆるやかであった。周辺の植物は赤色型の生息地点と同様に広葉樹

や竹が多かった。10地点の川床の底質状態は転石と礫であった。明るさをみると、中程度の地点と暗い地点がほぼ同数であった。川床の堆積物の厚さは17地点において10mmを超えた。

4. 体色と成長

成長と体色との関係を見るために、赤色型の生息域および青色型の生息域別に各体色型の甲幅組成を検討した (Figs. 4, 5)。

赤色型生息域の雄においては、茶色2型および茶色

Table 3 Environmental characteristics of habitat of Red Type crabs

Stn.	River width (m)	Current velocity	Vegetation*	River bottom**	Visibility	Amount of soil	Elevation (m)
6	0.4	slow	B, L	Co, Si	dark	much	120
7	2.5	fast	B	R	bright	little	150
8	2	fast	G, L	Co	bright	little	150
9	3	rapid	L	B, G, Co	dark	rare	300
10	3	slow	B, L	R, F	bright	much	100
13	1.5	rapid	S, C, R	Co, P	dark	much	310
14	1	rapid	L	Co, P	dark	much	270
15	3	rapid	L	Co, P	dark	rare	315
16	4	rapid	F, L, R	Co, P	shade	rare	320
17	3	rapid	B, L	Co, P	bright	little	330
18	0.5	slow	G, S	Co, P	shade	rare	150
19	2.5	slow	B, F, L	Co, P	dark	rare	240
20	1	rapid	C, F, S	Co, P	dark	much	120
21	1	rapid	G, S	Co, P	dark	much	395
22	1	slow	L	R, Co, Si	dark	much	360
23	3	rapid	B, S	Co, P	shade	much	335
24	4	rapid	G, S	Co, P	bright	much	295
25	0.5	slow	B, L	Co, P	dark	much	325
26	0.3	slow	B, L	R, Co	dark	much	340
27	3	rapid	L	Co, P, Si	bright	little	745
28	1	rapid	F, G	R, Co	shade	much	610
29	2	rapid	G, L, R	Co, P	bright	rare	300
50	7	rapid	L, R	Co, Si, Cl	bright	much	210
51	3	rapid	C, L	Co	bright	much	210
52	0.5	slow	B	Co	dark	much	100
53	3	slow	L	R, Co	dark	rare	90
54	4	fast	C, G, L	Co, P	bright	much	270
55	4	rapid	L	Co, P, Si	bright	much	120
56	0.5	slow	F, L, S	Co, P, Si	dark	much	150
57	5	rapid	B, L	Co, P, Si	bright	much	170
58	2	slow	L	Co, P, Si	dark	much	230
59	1	slow	G, R	Co, Si	bright	much	200
60	3	rapid	L	Co, P, Si	dark	much	200

* B : bamboo, C : conifer, F : fern, G : grass, L : latifoliate tree, M : moss, R : rice field, S : shrub

** R : rock, B : boulder, Co : cobble, P : pebble, G : granule, S : sand, F : fine sand, Si : silt, Cl : clay.

Table 4 Environmental characteristics of habitat of Blue Type crabs

Stn.	River width (m)	Current Velocity	Vegetation*	River bottom**	Visibility	Amount of soil	Elevation (m)
1	5	rapid	L	R	shade	much	40
2	2	slow	L	Co, P	dark	little	120
3	0.5	slow	B, C, S	P, S	shade	much	140
4	3	rapid	L	G, So	shade	rare	220
11	5	fast	L	B, Co, F	shade	much	90
12	4	rapid	L	Co, G	shade	rare	390
30	3	slow	B, C	Co, P	dark	much	100
31	1	slow	R, S	Co, P	dark	rare	130
32	0.5	slow	C, L, S	Co, P	dark	much	210
33	2	rapid	C, L	P, S	dark	rare	270
34	2	rapid	L	Co, S	dark	little	405
35	1	rapid	C, M	R, Co, S	dark	much	515
36	3	rapid	L, M	Co, S	dark	much	540
37	1	slow	B, C	Co, Si	dark	much	270
38	1.5	slow	C, G, L	Co, P	dark	much	340
39	0.5	slow	B, L	Co, P	dark	much	123
40	2	slow	B, F	R, Co, P	bright	much	270
41	2	slow	B, C, L	P	bright	rare	60
42	3	rapid	L, M	Co	dark	rare	180
43	1	slow	C, G, R	Co, Si	shade	much	140
44	3	slow	B, G	R, Co, Si	shade	much	180
45	2	slow	F, G	Co, P	bright	much	40
46	0.5	slow	G, L	Co, P, Si	dark	much	70
47	4	rapid	B, L	Co, P	shade	much	310
48	2	rapid	C, G, L	B, Si	shade	rare	100
49	3	slow	B, S	Co, S	shade	much	70

*B: bamboo, C: conifer, F: fern, G: grass, L: latifoliate tree, M: moss, R: rice field, S: shrub

**R: rock, B: boulder, Co: cobble, P: pebble, G: granule, S: sand, F: fine sand, Si: silt, Cl: clay.

3型のモードは両型とも6～8mmの甲幅範囲に認められた (Fig. 4)。赤色3型、赤色2型、および赤色1型のモードはそれぞれ16～18mm, 18～20mm, 20～22mmの甲幅範囲に認められた。一方、雌では、茶色2型および茶色3型のモードはそれぞれ6～8mm, 8～10mmの甲幅範囲に認められ、赤色3型、赤色2型、および赤色1型のモードはそれぞれ12～14mm, 22～24mm, 22～24mmの甲幅範囲に認められた。茶色1型は雌雄とも広い甲幅範囲に出現した。

青色型生息域の雄では、茶色2型および茶色3型のモードはともに6～8mmの甲幅範囲に認められ、茶

色1型および茶色4型のモードはともに14～16mmの甲幅範囲に認められた (Fig. 5)。青色型は20～22mmの甲幅範囲にモードが認められた。同地域の雌においても、茶色2型および茶色3型のモードはそれぞれ6～8mm, 8～10mmの甲幅範囲に認められ、茶色4型および茶色1型のモードはそれぞれ12～14mm, 14～16mm甲幅範囲に認められた。青色型のモードは22～24mmの甲幅範囲に認められた。

以上のように、赤色型が生息する地域では、甲幅が小さいときには茶色2型および茶色3型の個体が多々出現した。甲幅が14mm前後になると両型に

Fig. 4 Size frequency distribution of each color-type crab collected within the area where Red Type were distributed.

かわって赤色 3 型が多くなり、甲幅が 18mm 前後では赤色 2 型が多くなり、そして甲幅 22mm 前後では赤色 1 型が多くなる傾向がみられた。

この体色変化は、青色型が生息する地域でも同様の傾向を示し、甲幅が小さいときには茶色 2 型および茶色 3 型の個体が多くなり、甲幅 14mm 前後になると両型にかわって茶色 4 型が多くなり、さらに、甲幅 20mm 前後になると青色型が多くなった。茶色 1 型は両地域とも小型個体から大型個体にわたって出現した。

考 察

サワガニは甲幅 4 mm 前後の稚ガニで孵化し、孵化時の体色には地域差はなくすべて淡黄褐色を呈しており、成長してはじめて、その地域特有の体色を呈すると報告されている(一寸木, 1976)。鹿児島県に生息するサワガニの体色は、青色型、赤色型、茶色型の 3 型に大別でき、各体色型の甲幅組成から、甲幅 4 mm か

Fig. 5 Size frequency distribution of each color-type crab collected within the area where Blue Type were distributed.

ら 14mm までの個体は茶色 2 型および茶色 3 型で、甲幅が 14mm 以上になると青色型もしくは赤色型の体色を呈するようになることが明らかにされた。したがって、本種の体色変異は基本的に青色型と赤色型の 2 型のみであり、茶色型は小型個体の体色と考えられる。

嶺井 (1976) および YAMAGUCHI & TAKAMATSU (1980) は、本種の二次性徴は甲幅 14mm から 15mm で完全に発現すると報告している。したがって、サワガニは二次性徴が発現する時期を境にして、青色型もしくは赤色型の体色を呈するようになると考えられる。

茶色 4 型は、青色型の生息する地域にのみ出現し、茶色 2, 3 型と青色型との中間型と考えられる。

北アメリカに生息するザリガニの一種 *Orconectes immunis* や、クルマエビ *Penaeus japonicus* では体色変異は照度、餌、底質の色といった環境要因に起因することが知られている (KENT, 1901; 三宅ら, 1968)。しかしながら、本研究では、青色型の生息域と赤色型の生息域の間で底質、明るさ、堆積物の量など

の生息環境には大きな差が認められなかった。

甲殻類の多くはアスタキサンチンを主体とする色素を含有しており、餌料中の β -カロテンやゼアキサンチンを変換してアスタキサンチンを蓄積すると言われていた (TANAKA *et al.*, 1976a, b; FOX, 1976)。サワガニについてもそのカロテノイド色素組成が研究され、アスタキサンチンが外殻の主色素であると報告されている (松野ら, 1982)。本研究において青色型と赤色型のカロテノイド色素組成を比較した結果、検体数は少ないけれども、青色型では、材料となる β -カロテンが豊富に蓄積されているにもかかわらず、アスタキサンチンやアスタキサンチン・モノエステル、アスタキサンチン・ジエステルがほとんど検出されないことが明らかにされた。このことから、赤色型においては β -カロテンからアスタキサンチンの代謝が予想されるが、青色型においては β -カロテンは吸収されるもののアスタキサンチンへの変換、代謝が弱い機能していないことが示唆される。

赤色型と青色型の鹿児島県における地理的分布は、薩摩半島では神之川水系、甲突川水系および新川水系の隣接する地域を境として、大隅半島では肝属川水系がある地域を境として、南北に明瞭に分かれることが明らかになった。この分布の境となっている地域は、約6300年前に発生した幸屋火砕流に起因する堆積物の分布北限 (日本第四紀学会編, 1987) とほぼ一致する。今後は、サワガニ2体色型の分布を地史的視点から検討すると同時に、両体色型の成長、繁殖、移動能力などそれぞれの生態学的特性を明らかにする必要がある。

謝 辞

本研究を行うに際して、カロテノイド色素の分離分析にあたりご指導ご助言をいただいた、鹿児島大学水産学部海洋資源生物化学教室田中淑人博士に深謝致します。また、本論文をまとめるにあたり適切なご助言をいただいた、九州大学農学部動物学教室嶺井久勝博士に感謝致します。さらに、英文部の校閲をして下さった、鹿児島大学大学院留学生の Mr. J. D. RONQUILLO および Mr. M. I. SAID に感謝致します。

文 献

- 一寸木肇, 1976. サワガニ *Geothelphusa dehaani* (WHITE) の体色変異とその分布について (予報). 甲殻類の研究, 7: 177-183.
- 一寸木肇, 1980. 本州北部におけるサワガニ *Geothelphusa dehaani* (WHITE) の体色変異について (予報). 甲殻類の研究, 10: 57-60.
- FOX, D. L., 1976. *Animal biochromes and structural colours*. Univ. California Press, L. A., 420pp.
- KENT, W. J., 1901. The colors of the crayfish. *Amer. Nat.*, 35: 933-936.
- 松野隆男・若狭義子・大久保雅啓, 1982. サワガニのカロテノイド. 日水誌, 48: 661-666.
- 嶺井久勝, 1976. サワガニ, 清流に生きる. アニマ, 41: 10-15.
- 三宅与志雄・石川雄介・星野暹, 1968. 餌料や底質の違いによるクルマエビの体色変化. 岡山県水産試験場事業報告書, 27-34.
- NAKAJIMA, K. and T. MASUDA, 1985. Identification of local population of freshwater crab *Geothelphusa dehaani* (WHITE). *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 51: 175-181.
- 日本第四紀学会編, 1987. 日本第四紀地図. 東京大学出版会, 東京, 1p.
- 菅原恭一・蒲生重男, 1984. 本州南部および四国におけるサワガニ *Geothelphusa dehaani* (WHITE) の地方集団の分化について. 日本生物地理学会会報, 39: 33-37.
- TANAKA, Y., H. MATSUGUCHI, T. KATAYAMA, K. L. SIMPSON and C. O. CHICHESTER, 1976a. The biosynthesis of astaxanthin-XVI. The carotenoids in Crustacea. *Comp. Biochem. Physiol.*, 54B: 391-393.
- TANAKA, Y., H. MATSUGUCHI, T. KATAYAMA, K. L. SIMPSON and C. O. CHICHESTER, 1976b. The biosynthesis of astaxanthin-XVIII. The metabolism of the carotenoids in the prawn, *Penaeus japonicus* BATE. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 42: 197-202.
- YAMAGUCHI, T. and Y. TAKAMATSU, 1980. Ecological and morphological studies on the Japanese freshwater crab, *Geothelphusa dehaani*. *Kumamoto J. Sci., Biol.*, 15: 1-27.

890 鹿児島市下荒田四丁目50-20

鹿児島大学水産学部

鈴木廣志

一寸木肇, 1976. サワガニ *Geothelphusa dehaani* (WHITE) の体色変異とその分布について (予