

鹿児島県万之瀬川水系における淡水産エビ類の分布 およびミナミヌマエビの生活史

著者	佐藤 正典, 新井 けい子, 大原 由佳里
雑誌名	鹿児島大学理学部紀要. 地学・生物学
巻	27
ページ	245-262
別言語のタイトル	Distribution of freshwater shrimps, a prawn and a crayfish, and life history of <i>Neocaridina denticulata denticulata</i> in the system of Manose Rivers in Kagoshima Prefecture, southern Japan
URL	http://hdl.handle.net/10232/00003937

鹿児島県万之瀬川水系における淡水産エビ類の分布
およびミナミヌマエビの生活史

佐藤正典・新井けい子・大原由佳里¹⁾

**Distribution of freshwater shrimps, a prawn and a crayfish,
and life history of *Neocaridina denticulata denticulata* in the system
of Manose Rivers in Kagoshima Prefecture, southern Japan**

Masanori Sato, Keiko Arai, and Yukari Ôhara

Abstract

The distribution of four freshwater decapods, *Macrobrachium formosense* (Palaemonidae), *Caridina leucosticta* and *Neocaridina denticulata denticulata* (Atyidae), and *Procambarus clarkii* (Astacidae) inhabiting the system of Manose rivers in Kagoshima, southern Japan was examined in the autumn of 1986 and 1987. *N. denticulata denticulata* occurred exclusively in a limited area of the upper course of the river system. The other three species occurred in the middle and lower courses. To understand the life history traits of the land-locked *N. denticulata denticulata*, size distribution, population density, sex ratio and ovigerous ratio of this species were examined monthly for populations of a creek (main station) and a spring (temporary station) from May 1986 to Jan. 1988. In the creek, life span was estimated to be about one year. Females were significantly larger than males in later life. Ovigerous females were found in the creek from Apr. to Oct., when the water temperature was relatively high, but were absent in winter during periods of low temperature. In contrast, ovigerous females were present during the winter at the temporary station where the water temperature was a constant 18°C even in winter. Recruitment of juveniles occurred mostly during summer in the creek, but seemed to last throughout the year in the spring. These results suggest that the life history of local populations of *N. denticulata denticulata* is strongly affected by local water temperatures. Thus, even in the same river system, different life history patterns coexist.

Key Words: Distribution, Freshwater decapods, Land-locked shrimp, Life history, *Neocaridina denticulata denticulata*.

¹⁾ 鹿児島大学理学部生物学教室 〒890 鹿児島市郡元1丁目21-35
Department of Biology, Faculty of Science, Kagoshima University, Kagoshima 890, Japan

はじめに

鹿児島県では、これまでに20種の淡水産エビ類(ヌマエビ科10種, テナガエビ科9種, アメリカザリガニ科1種)の生息が確認されている(鈴木・佐藤, 1994)。それらの県内の分布に関しては, SUZUKI *et al.* (1993) による県内全域の研究があり, また, 上田(1970)と税所(1974)による一部地域の記録があるが, 特定の水系に注目してエビ類の分布や生態を詳細に調べた研究はない。

近年, 水産資源としての重要種を含む淡水産エビ類が減少していることが日本各地から報告されており, その原因の一つとして, 河川工事や水質汚染などの人為的な影響が指摘されている(水江・岩本, 1960; 神原ら, 1968; 岩本・水江, 1970; 三矢・濱野, 1988; 林, 1990; 畠山, 1991; 畠山ら, 1991)。私たちも, 1986年以降の鹿児島県内の河川の調査において, 人為的な改変が著しい薩摩半島の都市部や農村部を流れる川では, 自然環境がよく保たれている島嶼部や大隅半島南部の河川に比べて, 明らかにエビ類の生息密度が低いという結果を得ており, また, 私たちがエビ類を採集できなかった地域で, かつては多数のエビ類が生息していたという地元住民の証言を得ている(未発表)。

このような状況のなかで, 現在の河川のエビ類の分布状況を詳細に記録し, 各種の生態学的特性を明らかにしておくことは重要である。本研究では, 薩摩半島で最大の流路をもつ万之瀬川水系において, 淡水産エビ類の分布を詳細に調べるとともに, 本水系の限られた場所に出現したミナミヌマエビ *Neocaridina denticulata denticulata* 個体群について, その生活史を明らかにするための調査を行った。

ミナミヌマエビ(ヌマエビ科)は淡水域で一生をすごす陸封種であり, 西日本各地に分布している(上田, 1957, 1970; 林, 1990)。本亜種の分布南限は鹿児島県本土部であり, 種子島・屋久島以南の南西諸島には分布していない(上田, 1970; SUZUKI *et al.*, 1993)。台湾, 中国大陸, 韓国からは別亜種が報告されている(林, 1990)。ミナミヌマエビは, ヌマエビ科(Atyidae)の他種に比べて, 大型の卵(未発眼卵の長径: 約1 mm)を少数(40-200)産むという産卵特性をもち(上田, 1957, 1970; 嶺井, 1972; 水江・岩本, 1960; 諸喜田, 1981; 竹田, 1972; 小川ら, 1987), その幼生は孵化直後からただちに底生生活にはいり, 浮遊生活期をもたない(Mizue & Iwamoto, 1961)。本種個体群の野外での生活史は, 兵庫県(丹羽・浜野, 1990), 広島県(小川ら, 1987), 熊本県(船方・中山, 1987)で調べられているが, その生活史は, 生息地の環境条件によってかなり異なっている。分布南限にあたる鹿児島県で新たな知見を追加することは, 陸封種の地域特性をよりよく理解することに貢献できるだろう。

鹿児島大学水産学部の鈴木廣志氏には有益な情報を提供していただき, またテナガエビ類を同定していただいた。鹿児島大学理学部生物学教室の池田実, 岩永和彦, 佐藤聖一, 長濱孝子, 小川雪子の各氏には野外調査を手伝っていただいた。Wayne State University の P. FONG 氏には英文を校閲していただいた。これらの方々には感謝する。

調査地と方法

調査地と調査時期

万之瀬川水系(幹線流路延長: 約33 km)は鹿児島県の薩摩半島のほぼ中央に位置し, その河口は東シナ海に向けて開いている(Fig. 1)。万之瀬川本流は, その上流部では南西方向に向かって流れているが, 河口から約15 kmの川辺盆地(川辺町田部田)でその向きを北西方向に大きく

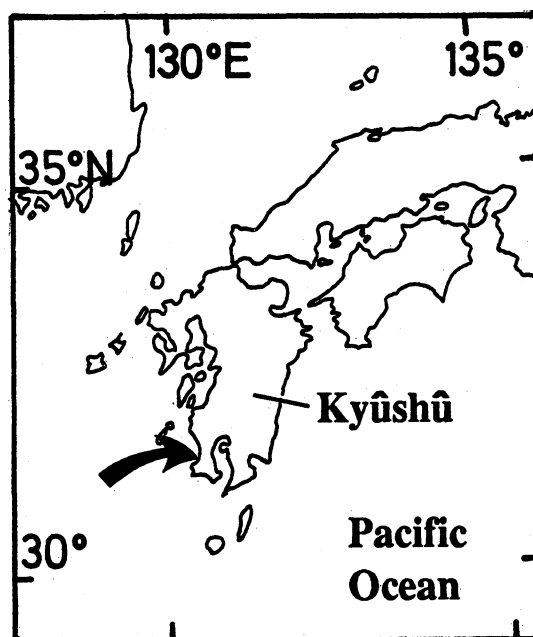


Fig. 1. Map showing location of the system of Manose rivers in southwest Japan. An arrow indicates the mouth of the river system.

変える。その後、約3 kmにわたる狭窄部（峡谷）を経て、川は加世田平野に至る。この峡谷の中央部一帯は甌穴に富み、巖仙峡と呼ばれている（Fig. 2）。上流部の周辺は山林であり、最下流部の河口域周辺には市街地が広がる。それ以外の中流から下流にかけての周辺は、主として水田を中心とした農作地帯である。

エビ類の分布調査のために、万之瀬川本流と3つの支流（加世田川、麓川、野崎川）および2つの湧水地に合計16（1986年10月から12月にかけての調査）または22（1987年10月から11月にかけての調査）の調査地点を設定した（Table 1; Figs. 2, 3）。

ミナミヌマエビの生活史に関しては、1986年5月から1988年1月にかけて、河口から約22 km上流の万之瀬川本流の近傍に位置する小川で主な調査を行った。この小川は、幅0.6-1.0 mで、水深は通常10-30 cmである。日あたりがよく、降雨時に増水する場合を除いて、流れは緩やかである。兩岸の水際には植物が繁茂している。小川は、人工的な高さ約1.5 mの堰を流下し、長さ約20 mの距離をL字型に蛇行した後、万之瀬川本流に注ぐ。調査は、このL字型の部分で行った。本論文ではここを主調査地と呼ぶ。

主調査地の南西約1 kmのところにある水元神社には、湧水地があり、そこからわき出た水は用水路を通して万之瀬川本流に注いでいる。この湧水地では、冬期のみ（1986年11月から1987年2月にかけて）、ミナミヌマエビの生活史に関する調査を行った。

エビ類の分布

採集には、角型タモ網（間口40×25 cm、深さ20 cm、網目の大きさ2×2 mm）を用いた。エビ類の密度を定量化するため、1回の入網ですくう範囲を川岸の草むらの下に沿って約1 mとし、1地点について3回以上入網し、1回あたりの平均採集個体数を求めた。採集された個体は、80%エタノールでただちに固定し、藤野（1972）に従って、種の査定を行った。

Table 1. Density of four freshwater decapods at each sampling station in the system of Manose rivers

Names of rivers and stations	Distance from river-mouth (km)	Date of sampling	Average numbers of inds. / netting			
			<i>M. formosense</i>	<i>C. leucosticta</i>	<i>N. denticulata</i>	<i>P. clarkii</i>
The Manose river						
新万之瀬橋 (1) ¹⁾	3.7	Nov. 18, 1987	2.3	0	0	0
万之瀬橋 (2)	6.2	Nov. 9, 1987	1.8	65.3	0	0
発電所前 (3)	8.7	Nov. 9, 1987	0.4	5.0	0	0
こせの滝 (4)	9.8	Nov. 9, 1987	0	12.0	0	0
轟橋 (5)	13.5	Dec. 23, 1986	0	0	0	0
宮下橋 (6)	15.8	Nov. 9, 1987	0	0	0	0.2
広瀬橋 (7)	17.7	Dec. 23, 1986	0	0	0.2	0
両添橋 (8)	18.6	Nov. 9, 1987	0	0	0	0
明神橋 (9)	20.4	Oct. 13, 1986	0	0	1.0	0
		Nov. 24, 1987	0	0	2.5	0
清水橋	21.3	Oct. 13, 1986	0	0	16.7	0
磨崖仏前 ²⁾ (10)	21.6	Oct. 13, 1986	0	0	20.8	0
		Nov. 24, 1987	0	0	12.9	0
磨崖仏上 (11)	21.8	Oct. 13, 1986	0	0	58.2	0
		Nov. 24, 1987	0	0	16.0	0
水元神社 ³⁾ (12)	22.0	Oct. 31, 1986	0	0	3.3	0
溪谷橋 (13)	23.9	Dec. 23, 1986	0	0	3.6	0
		Nov. 24, 1987	0	0	4.3	0
寺野 (14)	27.7	Nov. 25, 1986	0	0	0	0
		Nov. 24, 1987	0	0	0	0
第一瀬戸山橋 (15)	28.2	Nov. 25, 1986	0	0	0	0
		Nov. 24, 1987	0	0	0	0
火河原上 (16)	30.3	Nov. 25, 1986	0	0	0	0
		Nov. 24, 1987	0	0	0	0
南松ヶ野 (17)	31.6	Oct. 31, 1986	0	0	0	0
The Kaseda river						
小川橋 (18)	8.1	Nov. 9, 1987	2.3	73.3	0	0
The Kodon river						
神田橋	23.5	Nov. 25, 1986	0	0	0	0
The Fumoto river						
石飛橋 (19)	17.5	Nov. 18, 1987	0	0	0	0
小金園橋 (20)	19.6	Nov. 18, 1987	0	0	0.1	0
下郡南 ³⁾ (21)	20.2	Nov. 18, 1987	0	0	1.3	0
神門橋 (22)	20.6	Nov. 18, 1987	0	0	0	0
桑代 (23)	26.4	Nov. 18, 1987	0	0	0	0
The Nozaki river						
川崎橋 (24)	19.4	Oct. 13, 1986	0	0	0.3	0
		Nov. 24, 1987	0	0	0	0
松尾城橋 (25)	19.9	Nov. 24, 1987	0	0	0	0
佐野橋 (26)	22.9	Oct. 13, 1986	0	0	2.0	0
		Nov. 9, 1987	0	0	0.2	0
八瀬尾 (27)	25.0	Nov. 9, 1987	0	0	0	0
八瀬尾の滝 (28)	25.5	Nov. 9, 1987	0	0	0	0

1) Number of the sampling station as in Fig. 2.

2) Around the mouth of a small creek flowing in the Manose river.

3) Spring near the river.

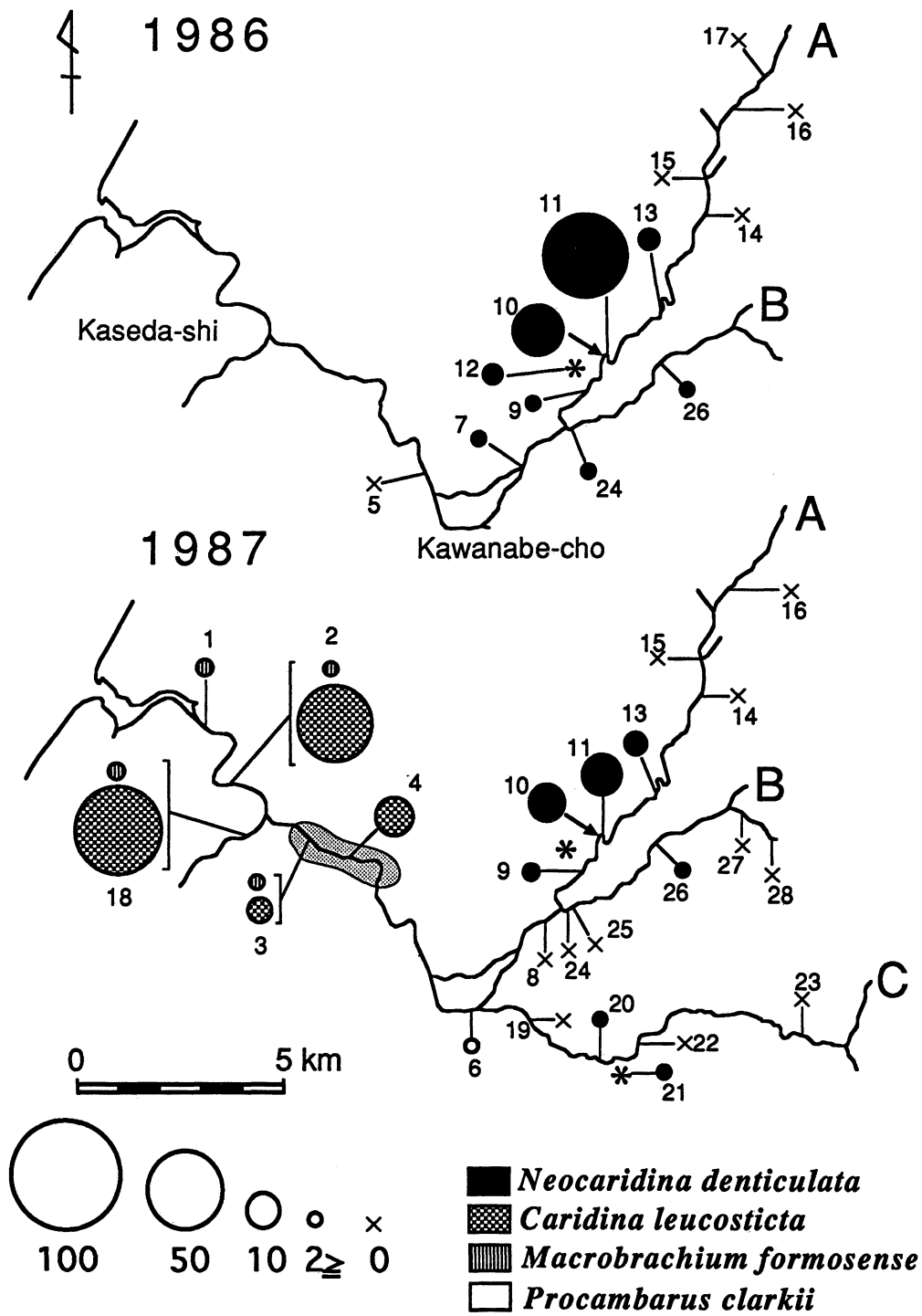


Fig. 2. Distributions of *Neocaridina denticulata denticulata*, *Caridina leucosticta*, *Macrobrachium formosense*, and *Procambarus clarkii* in the system of Manose rivers in Oct. -Dec. 1986 (upper), and in Oct. -Nov. 1987 (lower). Numbers of sampling stations as in Table 1. Size of each circle represents density (No. of individuals / netting). Arrows indicate the main station for life history study of *Neocaridina denticulata denticulata*. Asterisks mean spring. A dotted area indicates the ravine between the Kawanabe Basin and the Kaseda Plain. A: Manose River, B: Nozaki River, C: Fumoto River.

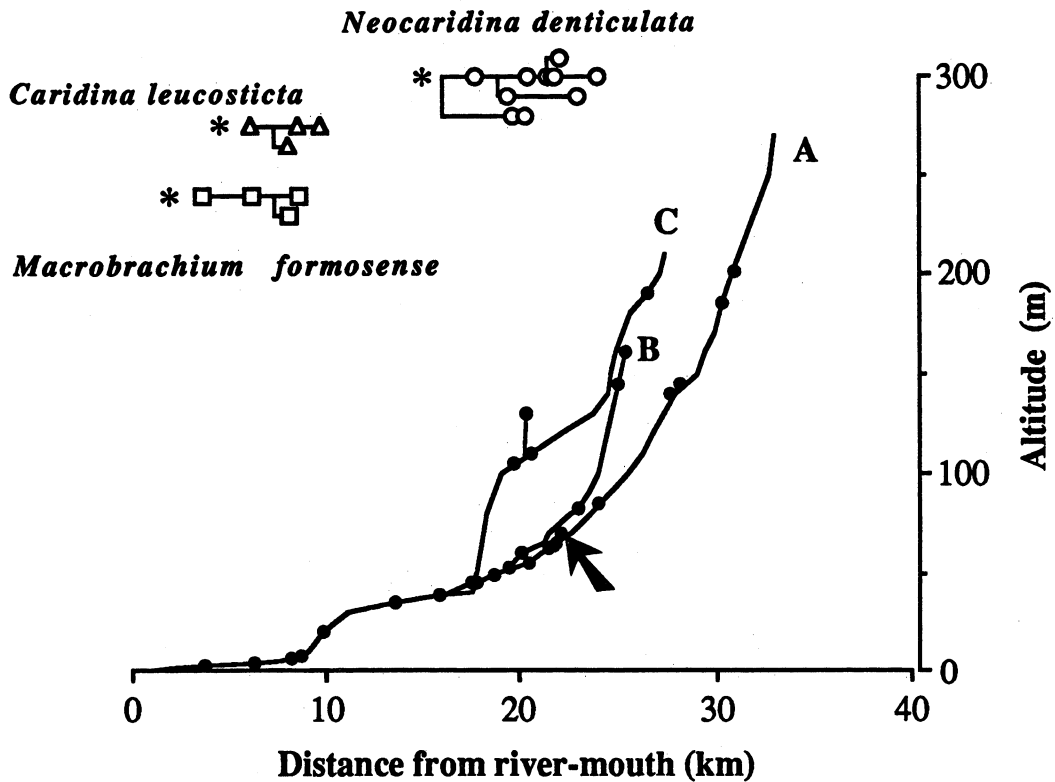


Fig. 3. A diagram showing the profile of the system of three rivers and distributions of three species. In representation of the distributions, lines with asterisks mean the Manose River, and the other lines mean its tributary streams. Closed circles mean sampling stations. An arrow indicates the main station where life history of *Neocaridina denticulata denticulata* was examined. A: Manose River, B: Nozaki River, C: Fumoto River.

ミナミヌマエビの生活史

ミナミヌマエビの生活史を明らかにするために、これまでのすべての研究は、野外で多数の個体を定期的に採集・固定し、それを観察するという方法を採用している（小川ら，1987；船方・中山，1987；丹羽・浜野，1990）。本研究では、調査に伴う人為的な攪乱をできるだけ避けるため、すべての観察は、生きた個体を用いて現場で行い、調査終了後、全個体を採集場所に戻した。

調査地一帯に分布するエビ類がミナミヌマエビ1種だけであることは予備調査および上記の分布調査で確認した。

原則として毎月1回、角型タモ網を用いてエビを採集した。採集時には、棒状温度計によって表層水温を測定した。前述の分布調査と同様に、1回の入網ですくう範囲は、川岸の草むらの下を幅約1mとし、原則として100個体以上採集されるまで入網を繰り返した。1回の入網あたりの平均採集個体数を求め、それを生息密度とした。採集した個体は、すぐに1個体ずつ小型のビニル袋に入れ、ノギスを用いて、体長（眼窩後縁から尾扇末端までの長さ）を計測した。一般にエビ類の体長は、尾扇の長さを含めなくて、眼窩後縁から尾節末端までの長さとして定義されている（上田，1970；丹羽・浜野，1990）。しかし、現場で生体の体長を正確に計測するためには、尾扇の長さを含める方が容易だったので、本研究では上記のように体長を定義した。エタノール固定試料（雄29個体、雌23個体）を用いて、尾扇の長さを含めない体長（ L_a ）とそれを含める体長（ L_b ）の関係を検討したところ、両者の間には強い相関が認められ（ $L_a = -0.56 + 0.98L_b$, $r =$

0.998), 両者の値の差は, ほとんどの個体で1 mm以下であった。

実体顕微鏡下で各個体の第1腹肢を観察し, 本種の雄に特徴的なうちわ状の内肢 (MIZUE & IWAMOTO, 1961; 上田, 1970; 藤野, 1972) の有無により, 性を判定した。雌については, 抱卵の有無も調べた。

1986年10月13日に万之瀬川本流で採集した339個体については, 80%エタールで固定し, 研究室内でより詳しい性比の調査を行った。この場合には, ヌマエビ類一般の性の判別基準である第2腹肢内肢の雄性突起の有無 (MIZUE & IWAMOTO, 1961; 上田, 1970; 林, 1990) についても調べた。

結 果

万之瀬川水系におけるエビ類の分布

本研究で確認された淡水産エビ類は, テナガエビ科のミナミテナガエビ *Macrobrachium formosense*, ヌマエビ科のミゾレヌマエビ *Caridina leucosticta* とミナミヌマエビ *Neocaridina denticulata denticulata*, およびアメリカザリガニ科のアメリカザリガニ *Procambarus clarkii* の合計4種である。

川辺盆地中心部を境にして, 水系の上流部と下流部とではエビ類の分布に大きな違いが認められた (Figs. 2, 3)。下流部では, ミナミテナガエビとミゾレヌマエビが生息しており, 特にミゾレヌマエビが多かった。この2種は, 川の狭窄部までは分布していたが, それより上流には全く出現しなかった。一方, 上流部では, 川辺盆地の上縁部 (河口から18-24 km) に限って, ミナミヌマエビただ1種が出現した。アメリカザリガニは, 川辺盆地中央部で1個体のみ採集された。

万之瀬川の河口から約22 km上流地点 (川辺町清水, 標高約60 m, Fig. 4) 付近では, 特にミナミヌマエビの密度が高かった。そこでは川の本流部だけでなく, 近傍の小川や水路など (水元神社の湧水地を含む) にもミナミヌマエビが多数生息していた。2本の支流 (野崎川と麓川) の3地点と知覧町の湧水地でも少数のミナミヌマエビが採集された。河口からの距離が24 kmを越える最上流部では, 川の傾斜度が大きくなり (Fig. 3), 本流, 支流ともにエビ類は採集されなかった。

ミナミヌマエビの生活史特性

(1) 性比

野外での生体を用いた観察では, 体長14 mm以上の個体について性の判別が可能であった。毎月の性比は, 採集個体数が少ないときを除いて, ほぼ1 : 1であった (Table 2)。この方法で約2年間にわたって調査したエビの総数は1478個体で, 雄722個体, 雌756個体 (雄 : 雌 = 1 : 1.05) であった。

固定標本を用いた研究室内での観察では, 体長7 mm以上の個体について性を判別できた。1986年10月13日に採集した体長7 mm以上の固定標本339個体 (このうち181個体の体長は7-14 mm) の内, 雄は178個体, 雌は161個体 (雄 : 雌 = 1 : 0.9) であった。

(2) 個体群動態

現場で採集された最小個体の体長は3.0 mm (1987年9月7日, 主調査地で採集), 最大個体の体長は, 雌では29.0 mm (1986年7月9日, 主調査地で採集), 雄では27.1 mm (1987年5月25日, 主調査地で採集) であった。また, 室内の水槽中で飼育した抱卵雌 (1個体) からふ化した稚エビ (6個体) の体長は3.5-3.7 mm (平均3.6 mm) であった (ふ化後24時間以内に計測)。

主調査地と水元神社湧水地の毎月の体長組成ヒストグラムを雌雄別に示した (Figs. 5, 6)。こ



Fig. 4. A photograph of the Manose River at Kiyomizu in Kawanabe-cho (about 22 km upstream from the river-mouth). Many individuals of *Neocaridina denticulata denticulata* were collected under a growth of weeds along the shores.

の際、現場で雌雄を判定できなかった体長14 mm以下の個体については、性比を1 : 1と想定し(前述の性比の調査結果に基づく)、雌雄同数ずつに分配した。

主調査地のヒストグラムでは、同じ年に産まれたと考えられる集団(同年発生群)が単峰形に近い一団を成し、別の年に産まれたと考えられる集団とはほとんど重複しなかった。1986年には7月9日に、1987年には6月29日にそれぞれ初めて、その年に産まれた新規個体の加入が認められた。1986年に加入した集団の密度は翌年の6月以降に急速に低下し、9月までには、その集団のほとんどの個体が消失した(Fig. 7)。生活史の末期(加入翌年の7月以降)には、性比が著しく雌に偏っていた(Table 2)。

1987年7月、台風による大雨で川が増水し、底質の一部が流失した。その直後の調査では、その年に生まれた新規加入集団も前年生まれたの集団も共に密度が著しく低かった。しかしその後1カ月の間に、新規加入集団の密度が急速に増加した。

主調査地における同年発生群の毎月の雌雄別平均体長を求め、その成長を検討した(Fig. 8)。1986年6月以降に加入した新規集団(Fig. 8の世代Ⅱ)は、雌雄ともに、その年の11月頃まで急速に成長し、平均体長が18-20 mmに達した。その後は、体長の増加がほとんど認められなかった。急速な成長が起こる6-11月(生活史の前期)では雌雄の体長に有意な差は認められなかった(ANOVA検定, $p > 0.05$)が、成長がほとんど休止する11月以降(生活史の後期)では、雌は雄よりも有意に大きい傾向があり($p < 0.05$)、その雌雄の体長差は、生活史の末期(加入翌年の6月以降)に特に著しかった。1987年6月以降に加入した集団(Fig. 8の世代Ⅲ)でも、世代Ⅱと同様に、生活史前期に急速な成長が認められたが、11月の時点での平均体長は15-16 mmであり、世代Ⅱの場合よりも小さかった。

一方、水元神社湧水地では、ヒストグラム上で同年発生群を識別するのが困難であった (Fig. 6)。調査の行われた冬の時期、体長20-25 mmのエビの出現頻度が比較的高いという点は、主調査地での結果と類似していた (特に、12月23日)。しかし、湧水地では体長20 mm以下の小型個体の出現頻度が主調査地に比べて高かった。

Table 2. Sex ratio of each generation of *Neocaridina denticulata denticulata* in the system of Manose rivers. Sex ratio = No. of females / No. of total specimens (females + males). Numbers in parentheses mean sample size. Generations were distinguished based on the histograms of size distributions (Fig. 5)

Date of sampling	Generation			Total
	I	II	III	
1986				
May 26	0.52 (99)			0.52 (99)
July 9	0.56 (57)			0.56 (57)
Aug. 30	0.88 (8)	0.53 (17)*		0.64 (25)
Sep. 30	1.00 (2)	0.71 (41)*		0.72 (43)
Oct. 31		0.57 (77)*		0.57 (77)
Nov. 25		0.49 (97)*		0.49 (97)
Dec. 23		0.52 (105)*		0.52 (105)
1987				
Jan. 27		0.47 (99)*		0.47 (99)
Feb. 25		0.52 (115)*		0.52 (115)
Apr. 8		0.43 (74)*		0.43 (74)
Apr. 30		0.47 (107)*		0.47 (107)
May 25		0.51 (150)		0.51 (150)
June 29		0.55 (62)		0.55 (62)
July 29		0.88 (16)	1.00 (1)*	0.88 (17)
Sep. 7		1.00 (2)	0.38 (8)*	0.5 (10)
Oct. 2			0.63 (41)*	0.63 (41)
Oct. 28			0.56 (77)*	0.56 (77)
Nov. 24			0.42 (71)*	0.42 (71)
Dec. 21			0.43 (71)*	0.43 (71)
1988				
Jan. 25			0.36 (81)*	0.36 (81)
Total				0.51 (1478)

*) Individuals smaller than 14mm in body length were not assessed.

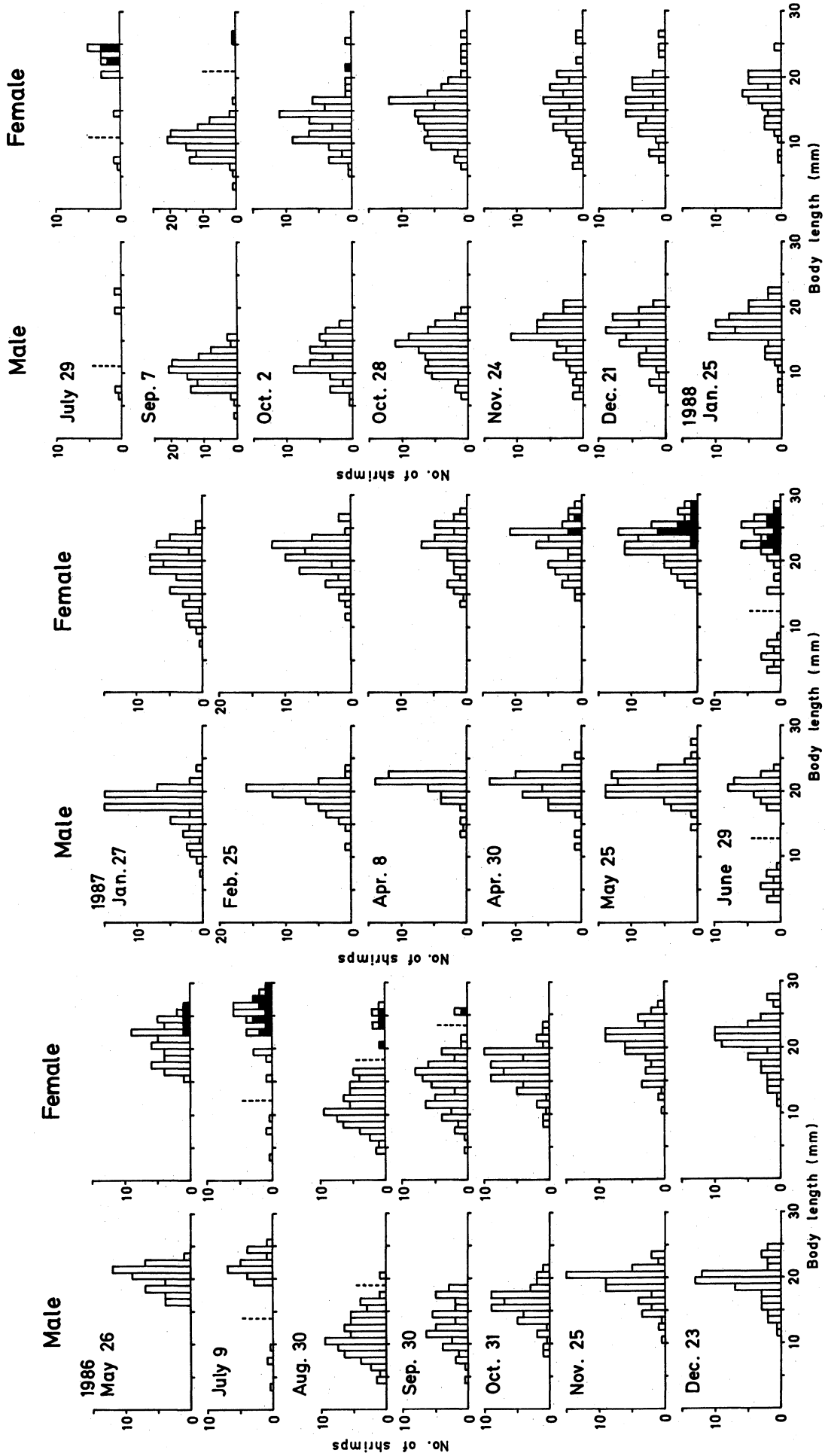


Fig. 5. Monthly size distributions of males and females of *Neocardina denticulata denticulata* collected at the main station in the Manose River, from May 1986 to Jan. 1988. Solid areas indicate ovigerous females. Dashed lines are estimated boundaries between different cohorts (generations).

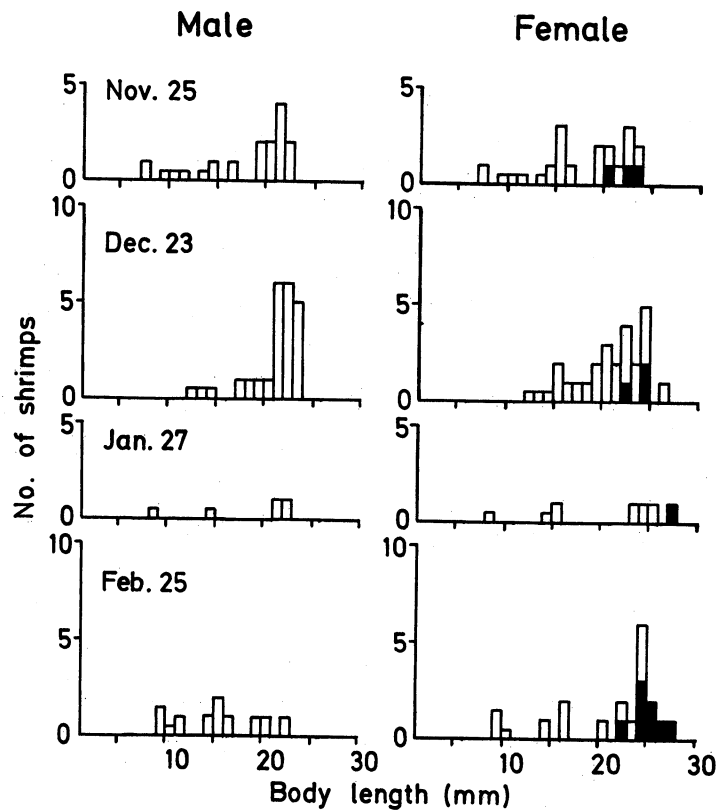


Fig. 6. Monthly size distributions of males and females of *Neocaridina denticulata denticulata* collected at the spring of the Mizumoto Shrine, from Nov. 1986 to Feb. 1987. Solid areas indicate ovigerous females.

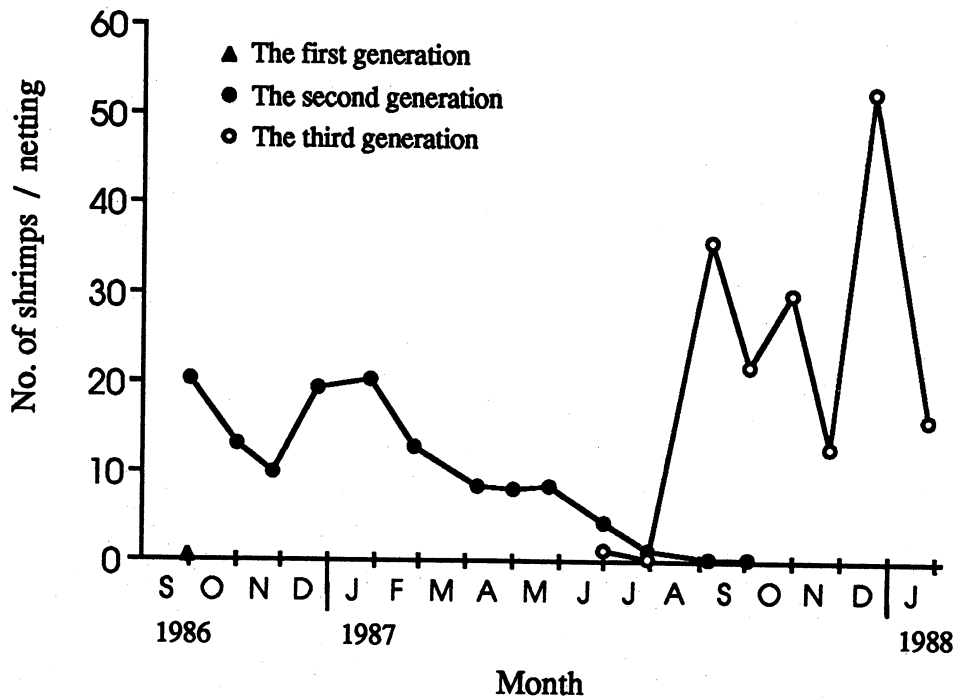


Fig. 7. Monthly density of three generations of *Neocaridina denticulata denticulata* at the main station in the Manose River, from Sep. 1986 to Jan. 1988.

(3) 抱卵期

本研究で採集された最小の抱卵雌の体長は、主調査地では20.2 mm (1986年8月30日採集)であり、水元神社湧水地では20.5 mm (1986年11月25日採集)であった。したがって、万之瀬川水系では体長20.2 mm以上の雌を抱卵可能な雌とみなし、その個体数に対する抱卵中の雌 (以下、抱卵雌とよぶ) の個体数の比 (以下、抱卵率とよぶ) を計算した。Fig. 9 に毎月の抱卵率と抱卵雌密度を示す。

主調査地では、抱卵雌は4月から10月にかけて出現し、それらはほとんどすべて前年生まれの世代に属していた (Fig. 5)。抱卵雌の出現時期は、水温が16℃以上の温暖な時期にあたる (Fig. 9)。とりわけ5月から7月にかけての初夏 (水温の上昇時期) に抱卵雌の密度が高かった。この時期の抱卵率は0.2-0.5であった。7月以降、抱卵可能な大型雌の減少とともに、抱卵雌の密度も減少したが、抱卵率はこの時期 (8-9月) に最大 (0.6-1.0) となった。調査期間中の昼間の最高水温は22.8℃ (1986年8月)、最低水温は10.9℃ (1987年1月) であった。

10月以降には、その年に生まれた世代の中に、抱卵可能な体長20 mm以上の雌が出現した (Fig. 5)。そのような雌のうち、年内に実際に抱卵したと考えられる個体は、1987年10月2日に採集された1例 (体長21.3 mm) のみであった。

水温が18℃でほぼ一定である水元神社の湧水地では、1986年11月から1987年2月にかけての冬期にも抱卵雌が見られた (Figs. 6, 9)。その時の抱卵率は0.2-0.6であった。

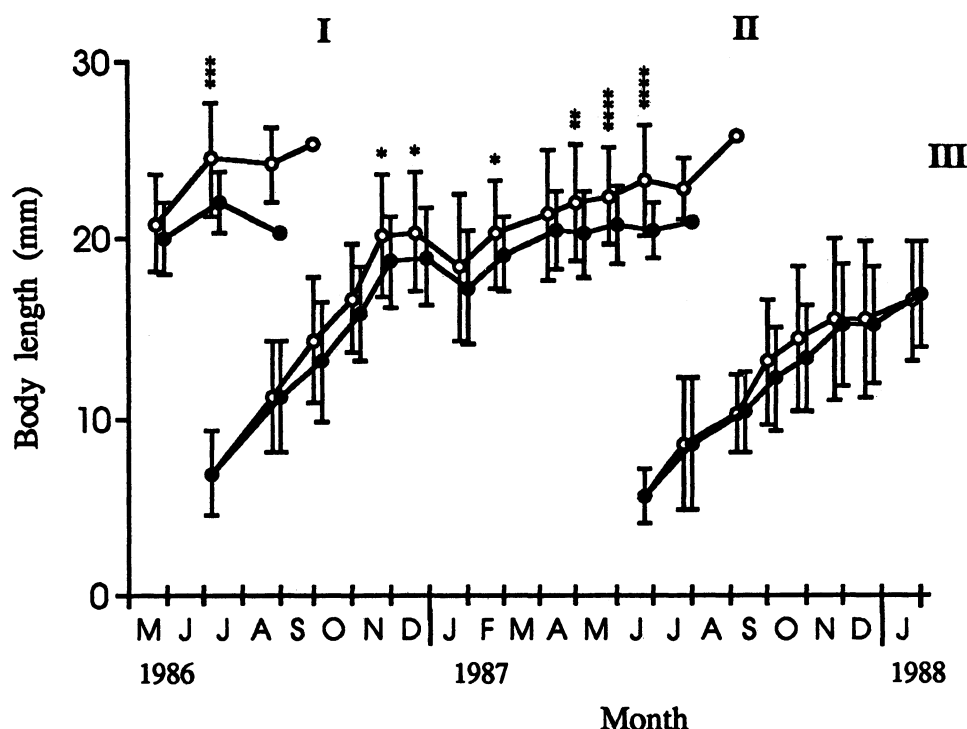


Fig. 8. Monthly records of average body length of females (○) and males (●) of three generations (I, II, III) of *Neocardina denticulata denticulata* collected at the main station in the Manose River, from May 1986 to Jan. 1988. Each bar indicates SD. Asterisks indicate significant differences between females and males from results of one-way ANOVA (*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$, ****: $P < 0.0001$). When number of males or females was less than four, SD bar was not shown and significance of the difference was not tested.

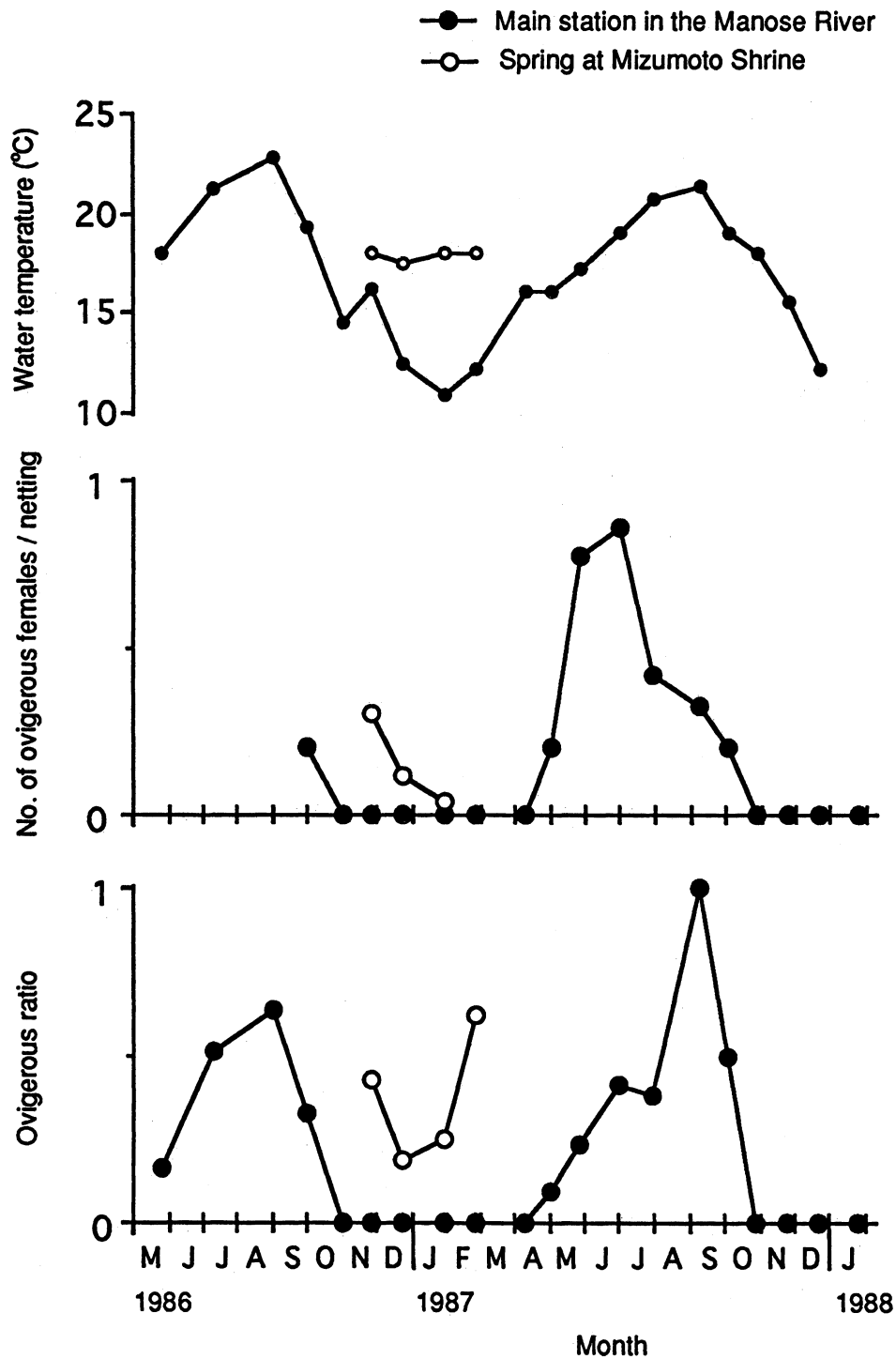


Fig. 9. Monthly records of density of ovigerous females and ovigerous ratio in *Neocaridina denticulata*, and water temperature at the main station in the Manose River, from May 1986 to Jan. 1988 (●), and at the spring in Mizumoto Shrine, from Nov. 1986 to Feb. 1987 (○). Ovigerous ratio = No. of ovigerous females / No. of females larger than the minimum ovigerous females (20.2 mm in body length). A datum on density of ovigerous females in Feb. 1987 in Mizumoto Shrine was lost because of our error.

考 察

万之瀬川水系におけるエビ類の分布

ミナミヌマエビは、川辺盆地の上縁部（河口から18-24kmの範囲）にのみ出現し、特に川辺町清水付近で生息密度が高いことがわかった。下流部ではミナミヌマエビは全く見られず、ミゾレヌマエビやミナミテナガエビが生息していた。SUZUKI *et al.* (1993) は、1990-1991年の春および秋に万之瀬川水系の8地点でエビ類の分布を調べたが、この時も、下流部にはミゾレヌマエビとミナミテナガエビが生息し、上流部にはミナミヌマエビだけが生息するという本研究と同様の結果が得られている。税所 (1974) は、万之瀬川の巖仙峡でスジエビ *Palaemon paucidens* を採集しているが、本研究ではスジエビは採集されなかった。

ミナミヌマエビは淡水域で一生をすごす陸封種であり (MIZUE & IWAMOTO, 1961; 林, 1990), かつては、西日本各地の河川、湖沼、水田周辺の水路などで普通に見られたが、近年激減したと言われている (水江・岩本, 1960; 林, 1990)。SUZUKI *et al.* (1993) の鹿児島県全域における淡水産エビ類の分布調査によれば、本土部の186の調査地点のうちミナミヌマエビが採集されたのは7水系14地点にすぎない。

万之瀬川水系における本種の生息環境の特徴は、川の流れが比較的ゆるやかなことと岸辺に植物の茂みがよく発達していることであった。最大密度を記録した川の淵の川床には大量の落葉が堆積していた。このような場所は、従来報告されている「ミナミヌマエビにとっての好適な生息場所」(上田, 1957, 1970; 嶺井, 1972; 小川ほか, 1987; 三矢・濱野, 1988) とよく合致する。

このような環境条件を満たす場所は、万之瀬川水系の中一下流部に広く存在しているにもかかわらず、実際のミナミヌマエビの分布は狭い範囲に限られていた。一般に十脚甲殻類は、毒物による水質汚染の影響を受けやすいと言われている (松本, 1975)。現在よく使用される農薬のうちスミチオンなどの有機リン系殺虫剤に対するヌカエビ *Paratya compressa improvisa* の感受性は、魚類に比べて数千倍も高いことが証明されている (HATAKEYAMA & SUGAYA, 1989)。近年のミナミヌマエビの減少に関しても、その主な原因が農薬にある可能性が指摘されている (水江・岩本, 1960; 神原ほか, 1968; 林, 1990)。この点に関して、万之瀬川水系のミナミヌマエビの分布域が湧水地の近傍であることが注目される。そこは、常に清澄な水が供給されるために農薬などの人為的な汚染の影響を受けにくいのもかもしれない。本種の分布下限付近（河口から約18 km）を境にして、その上流と下流とでは、水生昆虫類を中心にした底生動物相や BOD 値にも大きな違いがあることが知られている（上流部ではカゲロウ目、トビケラ目、甲虫目の個体数が多いのに対して、下流部では双翅目のユスリカ類が多い）(小野原ら, 1990)。

一方、ミナミテナガエビやミゾレヌマエビは、幼生期を海（または汽水域）で過ごした後に川を遡上する両側回遊種である (諸喜田, 1979, 1981; 三矢・濱野, 1988)。したがって、これらの種の集団には、万之瀬川水系とは別の水系で生まれた個体が含まれている可能性がある。万之瀬川では、加世田平野と川辺盆地の間にある峡谷がこれら2種の分布上限になっていた。この峡谷では、川床が凹凸に富んだ岩盤になっており、各所で小さな滝ができています。特に、峡谷中央部の「こせの滝」と呼ばれる場所や峡谷上縁部には比較的大きな滝（最大落差：約5 m）がある。さらに、この峡谷内の上流側2 kmの間には少なくとも2つの人工の堰がある。そのうち1つは水力発電用の取水ダムであり、水門閉鎖時には川の落差が約3 mになる。これらの自然の滝や人工の堰が両側回遊種の遡上を妨害していることは十分考えられる。三矢・濱野 (1988) は、ミナミテナガエビとミゾレヌマエビを含む両側回遊性エビ類が人工的なダムによって遡上を妨げられる

ことを明らかにしている。

アメリカザリガニは1930年に北アメリカから神奈川県に移入され、その後日本全国に分布を広げた種である(伴, 1980)。鹿児島県に侵入・定着したのは1960年以降と言われている(江平・井出口, 1992)。現在のところ、万之瀬川水系のアメリカザリガニの生息密度は他のエビ類に比べて低いといえる。

ミナミヌマエビの生活史特性

万之瀬川の主調査地では、抱卵雌から孵化直後の稚エビまでのあらゆる大きさの個体が見られ、毎月の体長組成ヒストグラムの推移から同年発生群の成長を追跡することができた。このことは、ミナミヌマエビの全生活史が比較的狭い範囲内で完結していることを示している。

主調査地では、4月下旬から10月上旬まで抱卵雌が採集された。他の河川でも、本種は、寒冷期を除く春から秋にかけて抱卵している(上田, 1957, 1970; 嶺井, 1972; 小川ほか, 1987; 篠原, 1963; 竹田, 1972)(Table 3)。

一方、水元神社の湧水地では、冬期(11月から2月)でも抱卵雌が見られ、その時の水温は約18℃でほぼ一定であった。船方・中山(1987)も、熊本県下の河川と湧水地とで本種の生活史を比較し、12月には水温12℃の河川では抱卵雌が見られないが、水温17-18℃の湧水地では抱卵雌が出現することを報告している(Table 3)。本種の抱卵には水温が大きな影響を及ぼしていると考えられ、このことは竹田(1972)の飼育実験によっても証明されている。本種にとっての抱卵可能な最低水温は、どの地域においても15℃前後であると推測される(Table 3)。

ミナミヌマエビの最小抱卵雌の体長は、他の地域ではほとんどの場合16-17mmであるが(Table 3)、万之瀬川水系の主調査地では20.2mm、湧水地では20.5mmであった。体長20mm未満の個体が産卵しないのは万之瀬川水系の地域個体群の特性であるかもしれない。

万之瀬川主調査地では、抱卵盛期は5-6月であり、ほとんどの新規加入は夏期(6-9月)に起こっている。この新規加入群は夏から秋にかけて急速に成長し、その大部分の個体は、発生当年には産卵せず、越冬して翌年産卵するものと考えられる。この状況は、広島県の芦田川の個体群と同様である(小川ほか, 1987)。

世代の後期において、雌の体長は雄よりも有意に大きいことが確かめられ、その違いは世代の末期に特に顕著であった(Fig. 8)。最大体長における同様な雌雄差はこれまでに他の地域でも報告されている(Table 3)。本研究では、体長14mm未満の個体の雌雄判別を行っていないので、いつから雌雄差が生じるかという点を明確にできなかったが、MIZUE & IWAMOTO(1961)と小川ほか(1987)は、急速な成長の途上にある体長11-13mmの個体において、すでに体長の雌雄差が生じると報告しており、雌雄の成長速度に差があることを示唆している。

大型に成長した同年発生群は誕生翌年の夏までにはほとんど消失した。現在までのところ、大型個体が大規模な移動を行う証拠はないので、この大型個体の消失は死亡によるものと推定された。したがって、万之瀬川水系河川部では、本種の寿命は約1年と考えられる。世代の末期に性が雌に偏ること(Table 2)は、雄が雌よりも短命であることを示唆している。

一方、水元神社の湧水地では、抱卵雌が冬期にも出現することから、新規加入は年間を通して繰り返されていると予想される。船方・中山(1987)は、熊本県の湧水地(水温は年間を通して18℃以上)でミナミヌマエビの生活史を調査し、孵化後約3カ月で成熟・抱卵するというサイクルが年間を通して繰り返されていると報告している。水元神社湧水地では、生活史の詳細を明らかにすることができなかったが、そこで生活史は、河川部とは大きく異なると思われる。

Table 3. Comparison of life history traits in various populations of *Neocaridina denticulata denticulata*

Locality	Spawning period	Body length of the smallest ovigerous female (mm)	Body length of the largest female (F) and male (M) (mm)	Life span	Reference
West Japan	May - Sep.	17.0	28.0 (F) 23.5 (M)	1 year	KAMITA (1957, 1970)
Hyôgo Pref. Chigusa River ¹⁾	May - Sep. (15-29°C) ⁴⁾	16.0			TAKEDA (1972)
Hyôgo Pref. Sugow River	May - Sep. (15-31°C)	15.4	28.6 (F) 24.1 (M)	2 months or 1 year	NIWA & HAMANO (1990)
Shimane Pref. Takatsu River ¹⁾	May - Sep. (19-27°C)				SHINOHARA (1963)
Hiroshima Pref. Ashida River	May - Sep.	16.6	29.9 (F) 24.3 (M)	11-14 months	OGAWA <i>et al.</i> (1987)
Nagasaki Pref. ¹⁾	May - Sep.	16.0		>2 years	MIZUE & IWAMOTO (1960)
Kumamoto Pref. Kikuchi River ²⁾	Apr. - Nov. (15-23°C)	16.0	30.0 (F) 26.0 (M)	1 year	FUNAKATA & NAKAYAMA (1987)
Kumamoto Pref. Ukishima ²⁾	Throughout year? (18-25°C)	16.0	24.0 (F) 19.0 (M)	3 months	FUNAKATA & NAKAYAMA (1987)
Kumamoto Pref. Lake Ezu ²⁾	Throughout year? (17-23°C)	19.0	28.0 (F) 23.0 (M)		FUNAKATA & NAKAYAMA (1987)
Kagoshima Pref. Manose River	Apr. - Oct. (16~23°C)	20.2	29.0 (F) 27.1 (M)	1 year	Present study
Kagoshima Pref. Mizumoto Shrine ³⁾	Throughout year? (18°C)	20.5	27.4 (F) 23.7 (M)		Present study

1) Shrimps collected here were cultured for life history study.

2) The study was carried out in the limited period from Apr. to Dec.

3) The study was carried out in the limited period from Oct. to Jan.

4) Water temperature in the period.

比較的狭い範囲内で一生を過ごす本種個体群の生活史は局地的な水温条件の影響を受けやすいと考えられる。河川部と湧水地とでは、たとえ同一水系の近接した場所であっても、水温条件が大きく異なるため、それぞれの場所で異なった生活史パターンが成立すると考えられる。

摘 要

1. 鹿児島県万之瀬川水系において、1986年と1987年の秋に淡水産エビ類の分布を調べ、4種を確認した。
2. ミナミヌマエビ（ヌマエビ科，陸封種）は川辺盆地の上縁部のみに出現し、そこには他種は生息していなかった。アメリカザリガニ（アメリカザリガニ科）は川辺盆地の中央部で採集された。両側回遊種のミゾレヌマエビ（ヌマエビ科）とミナミテナガエビ（テナガエビ科）は川辺盆地の下縁部（峡谷）より下流に出現した。
3. ミナミヌマエビの生活史特性を明らかにする目的で、1986年5月から1988年1月までの期間、万之瀬川に接する小川（主調査地）において、毎月1回、個体群の密度、体長組成、性比、抱卵率を調べた。近接する湧水地でも冬期の4か月間、同様の調査を行った。
4. 主調査地では、ミナミヌマエビの寿命は約1年と推定された。生活史後期には、性比が雌に偏る傾向が認められ、雄が雌よりも早く死滅すると推定された。
5. 主調査地では、ミナミヌマエビの抱卵雌は、水温の比較的高い4月から10月にかけて出現し、冬期には出現しなかった。これに対して、水温が18℃でほぼ一定している湧水地では、冬期にも抱卵雌が出現した。
6. ミナミヌマエビ個体群の生活史は局地的な水温条件に強く影響されるため、同一水系内であっても水温条件の異なる場所では、生活史特性が異なると考えられる。

文 献

- 伴浩治. 1980. アメリカザリガニ—侵略成功の鍵. 「日本の淡水生物」(川合禎次ほか編), 37-43. 東海大学出版会, 東京.
- 江平憲治・井出口龍哉. 1992. アメリカザリガニ. 調べよう鹿児島島の自然(鹿児島県立博物館報告書), 5: 41-42.
- 藤野隆博. 1972. 日本の淡水エビ類の分類と見分け方. *Nature Study*, 18: 53-58.
- 船方浩司・中山みゆき. 1987. ミナミヌマエビの生態. 熊本生物研究誌, 19: 15-26.
- 畠山成久. 1991. 農薬散布の水生昆虫に及ぼす影響. 水, 33: 24-30.
- HATAKEYAMA, S. and SUGAYA, Y. 1989. A freshwater shrimp (*Paratya compressa improvisa*) as a sensitive test organism to pesticides. *Environ. Pollut.*, 59: 325-336.
- 畠山成久・白石寛明・浜田篤信. 1991. 霞ヶ浦水系河川のカエビ (*Paratya compressa improvisa*) 生物試験による農薬毒性の季節変動. 水質汚濁研究, 14: 460-468.
- 林健一. 1990. 日本産エビ類の分類と生態 (51) ヌマエビ科—カワリヌマエビ属, 属の検索. 海洋と生物, 66: 36-39.
- 岩本泰雄・水江一弘. 1970. タエビとヌマエビの増殖. 養殖, 7: 27-32.
- 神原成美・打越貞光・伊藤卯七郎. 1968. 淡水産エビ類の調査. 香川水試事報 (昭和41年度): 43-44.
- 上田常一. 1957. 日本の陸水エビ類の生態 2. ミナミヌマエビ (*Neocaridina denticulata*). 動物学雑誌, 66: 240-244.
- 上田常一. 1970. 日本淡水エビ類の研究 (改訂増補版), 園山書店, 松江, 213pp.
- 松本浩一. 1975. 生物指標としての甲殻類. 「環境と生物指標 2—水界編—」(津田松苗・菊池泰二編), 126-136. 共立出版, 東京.
- 嶺井久勝. 1972. 日本の淡水エビ類の生態と増殖. *Nature Study*, 18: 62-68.
- 三矢泰彦・濱野龍夫. 1988. 魚道のないダムが十脚甲殻類の流程分布に与える影響. *Nippon Suisan*

- Gakkaishi, 54:429-435.
- 水江一弘・岩本泰雄, 1960.タエビの増殖. 水産増殖, 8:85-94.
- MIZUE, K. and IWAMOTO, Y. 1961. On the development and growth of *Neocaridina denticulata* De Haan. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 10:15-24.
- 丹羽信彰・浜野龍夫. 1990. 兵庫県菅生川におけるミナミヌマエビの個体群生態. Research on Crustacea, 19:43-54.
- 小川泰樹・角田俊平・若下藤雄. 1987. 芦田川(広島県東部)に生息するミナミヌマエビの生態. 水産増殖, 35:33-41.
- 小野原裕子・上野容利子・宮口克二・岩元宏毅・赤碕昭一・山下一己・入来栄美子・稲本信隆・奥園和光. 1990. 底生動物相による河川水質汚濁評価の試み(第II報) -万之瀬川について-. 鹿児島県環境センター所報, 6:60-66.
- 税所俊郎. 1974. 鹿児島県西岸淡水系甲殻類調査. 鹿児島県西部及び北部地域自然環境保全基本調査, 129-148. 鹿児島県.
- 篠原国一. 1963. ミナミヌカエビの増殖. 島根水試事報(昭和34-36年度):398-410.
- 諸喜田茂充. 1979. 琉球列島の陸水エビ類の分布と種分化について-II. 琉球大学理学部紀要, 28:193-278.
- 諸喜田茂充. 1981. ヌマエビ類の生活史. 海洋と生物, 12:15-23.
- 鈴木廣志・佐藤正典. 1994. 淡水産のエビとカニ(かごしま自然ガイド), 西日本新聞社, 福岡市, 137pp.
- SUZUKI, H., TANIGAWA, N., NAGATOMO, T. & TSUDA, E. (1993). Distribution of freshwater caridean shrimps and prawns (Atyidae and Palaemonidae) from southern Kyushu and adjacent islands, Kagoshima Prefecture, Japan. Crustacean Res., 22: 55-64.
- 竹田文弥. 1972. コエビ群エビ類の産卵に関する研究, 飼育による産卵期と産卵回数について. 昭和45年度兵庫県立水産試験場事業報告別冊, 兵庫県立水産試験場, 30pp.