

## 沖縄島から初記録された侵略的外来淡水エビのカワリヌマエビ類

永井大翔<sup>1</sup>・今井秀行<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 〒 903-0213 沖縄県西原町千原1 国立大学法人琉球大学大学院理工学研究科海洋自然科学専攻

<sup>2</sup> 〒 903-0213 沖縄県西原町千原1 国立大学法人琉球大学理学部海洋自然科学科生物系

### First record of the invasive alien species *Neocardina* sp. from Okinawajima Island, central Ryukyus, Japan

Hiroto Nagai<sup>1</sup>, Hideyuki Imai<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Engineering and Science, University of the Ryukyus, Nishihara, Okinawa 903-0213, Japan

<sup>2</sup> Laboratory of Marine Biology and Coral Reef Studies, Faculty of Science, University of the Ryukyus, Nishihara, Okinawa 903-0213, Japan

**Abstract.** In September 2021, *Neocardina* sp. as a serious invasive alien freshwater shrimp were collected in Kakinohana spring, Okinawajima Island, central Ryukyus, Japan. These shrimp were first recorded on Okinawajima Island and Ryukyu Archipelago. The phylogenetic tree based on the Bayesian inference of nucleotide sequences in the COI region of mitochondrial DNA was used to identify this shrimp as *N. devidi* type II (*N. devidi koreana*?). This species are highly reproductive and are likely to have a negative impact on the ecosystem as well as on native shrimp. Also, same genus shrimp are distributed in Ishigakijima and Iriomotejima Islands, hybridization and extinction are feared by the invasion of this species.

**Key words:** *Neocardina*, invasion, introduced species, カワリヌマエビ類, 沖縄島初記録, 琉球列島初記録

#### (要約)

2021年9月～10月に沖縄島南部の垣花樋川において国外由来の外來淡水エビのカワリヌマエビ類の一種 *Neocardina* sp. を138個体採集した。この採集記録は、沖縄島で初めてだけでなく、琉球列島でも初記録である。ミトコンドリアDNAのCOI領域における塩基配列のベイズ推定を用いた系統樹によって、シナヌマエビ *N. devidi* のII型系統（コウライヌマエビ?）とした。餌資源を共有する在来のコエビ類や生態系に負の影響を与える可能性がある。さらに石垣島と西表島には同属のイシガキヌマエビとイリオモテヌマエビが分布することから、シナヌマエビをはじめとするカワリヌマエビ類の侵入によって雑種化や絶滅が危惧されるため、行政によるモニタリングを喫急に開始するべきである。

#### はじめに

琉球列島に分布するカワリヌマエビ属 *Neocardina* は、イシガキヌマエビ *N. ishigakiensis* とイリオモテヌマエビ *N. iriomotensis* であり、それぞれ石垣島と西表島の固有種である（諸喜田・成瀬, 2017）。また、同属の近縁種であるミナミヌマエビ *N. denticulata* が西日本に、イキシマカワリヌマエビ *N. ikiensis* が長

崎島の壱岐島に分布し、さらに朝鮮半島にコウライヌマエビ *N. denticulata koreana*, 台湾にシナヌマエビ *N. devidi* (= *N. denticulata sinensis*), *N. saccam*, *N. ketagalan* が分布している（Kubo, 1938; Shih & Cai, 2007; 諸喜田・成瀬, 2017; 三次ほか, 2021）。1960年以降、韓国や中国から外国産のカワリヌマエビ類 *Neocardina* spp. が輸入され始め、釣りの生餌や観賞用、水槽の掃除屋、熱帯魚の餌として販売されている（丹羽, 2010）。2000年以降に、北海道（西野, 2017）、宮城県（長谷川ほか, 2015）、埼玉

\* 連絡先 (Corresponding author): imai@sci.u-ryukyu.ac.jp

県（金澤，2015；関根ほか，2020），千葉県（Mitsugi *et al.* 2017），東京都・神奈川県（片山ほか，2017；三井ほか，2019），愛知県（浅香ほか，2019），岐阜県（Shih *et al.* 2017）滋賀県（西野・丹羽，2004），兵庫県・岡山県・広島県（Shih *et al.* 2017），大分県（福家ほか，2021）においてシナヌマエビを含む外来のカワリヌマエビ属についての形態や遺伝子に基づく報告があり，京都府外来種リスト（2019）等にも掲載されている．このように外来のカワリヌマエビ類は北海道から九州にかけて報告され，繁殖力が強く，生態系に悪影響を与えることから侵略的外来エビと言っても過言ではない．現在までに琉球列島における外来のカワリヌマエビ属の記録は存在していなかったが，本稿では沖縄島から採集された初記録および分子系統学的位置について報告する．

### 材料と方法

2021年9月24日に沖縄県南城市の垣花樋川（Fig. 1）にて得られた2個体のカワリヌマエビ類の一種 *Neocaridina* sp.（Fig. 2）をもとに，さらに同年10月2日（水温23.4℃，晴天）に採集を行った．垣花樋川（かきのはなヒージャー／俗称シチャンカー，標高86 m）は，1985年（昭和60年）に環境省の全国名水百選に選定されており，優れた水環境として知られている．

得られた標本は70%エタノールで固定した後に，双眼実体顕微鏡（Nikon SMZ1000）を用いて，金澤（2015）に従い額角の頭胸甲上歯数，額角上縁歯数，額角下縁歯数とCai & Shokita（2006）に従い頭胸甲長を計測した．

雌雄12個体，計24個体（標本番号：NSMT-Cr-29376~NSMT-Cr-29399）の肉片からImai *et al.*（2004）に従って粗全DNAを抽出した．粗全DNAをもとにミトコンドリアDNAのCOI領域をLCO1490とHCO2198プライマー（Folmer *et al.* 1994）を用いてPCR増幅した．反応液については，Emerald Amp® PCR Master Mix（Takara Bio）12.5 ul，25 pmol/ulの各プライマー1.0 ul，鋳型DNA 1.0 ul，滅菌蒸留水9.5 ulの全量25 ulで行った．反応条件は，94℃で3分間の変性後，98℃で15秒間の変性，52℃で1分間のアニーリング，72℃で1分間の伸長反応を30サイクル行い，最後に72℃で5分間の伸長反応で増幅した．得られた増幅産物の塩基配列分析はマクロジェン・ジャパンに外注した．また，2004年に石垣島と西表島で得られたイシガキヌマエビ2個体とイリオモテヌマエビ2個体の塩基配列も同様の手法で入手した．

得られた塩基配列及び，先行研究（Shih & Cai，2007；Shih *et al.* 2017；Han *et al.* 2019；Park *et al.* 2019；福家ほか，2021；Zhou *et al.* 2021）で使用された塩基配列の合計249配列を，NGPhylogeny.fr（<https://ngphylogeny.fr/>）のMAFFT（Katoh & Standley，2013）で多重配列アライメントを実施した．アライメントした塩基配列の内，情報量の少ない6配列（LC612350，LC612351，LC612353，LC612355，LC612367，LC612369）を除外し，243配列（Table 1）から154ハプロタイプを得た．BEAST v.2.6.6（Bouckaert *et al.* 2014）を用いてベイズ推定による分子系統樹を作成した．Site modelはBEAST Model Testを選択し，Clock modelはRelaxed Clock Log Normalを選択した．Clock rateはテッポウエビ属



Fig. 1. Sampling site (Kakinohana spring, Nanjo City, Okinawa Prefecture) and specimens of *Neocaridina* sp. collected on September 24th, 2021. Above lateral view of male (carapace length 4.76 mm, NSMT-Cr-29377) and below lateral view of female (carapace length 4.90 mm, NSMT-Cr-29376).

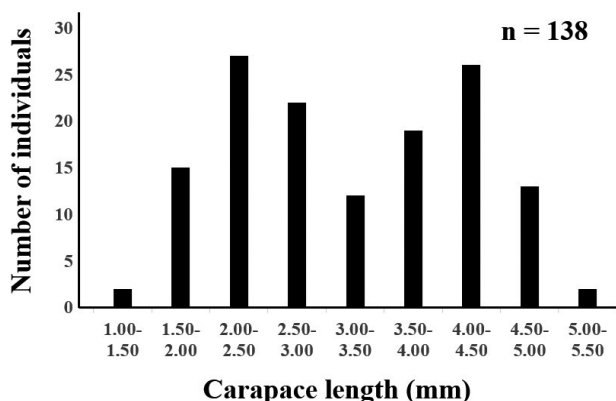


Fig. 2. Histogram of carapace length (mm).

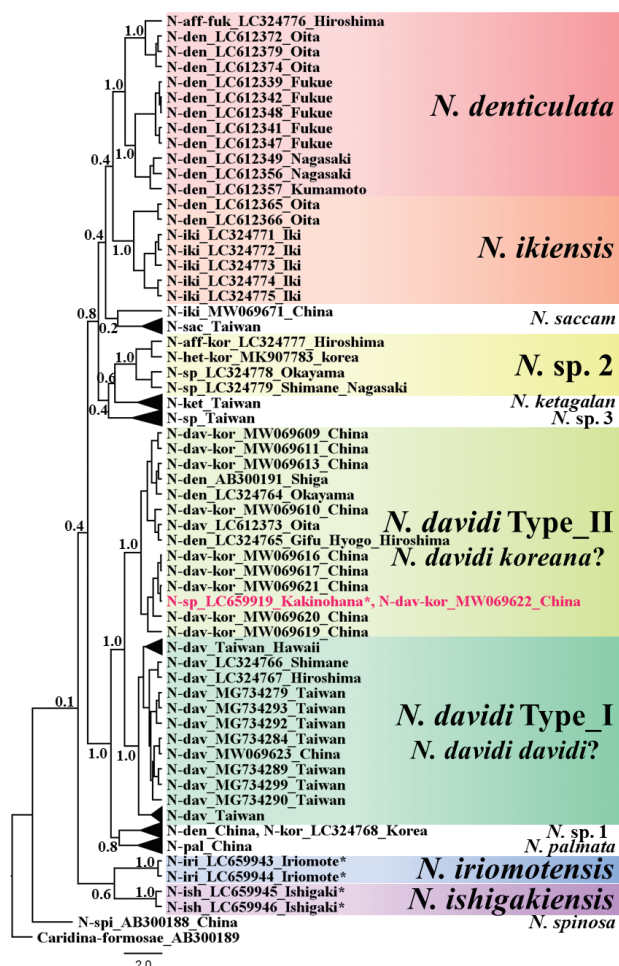


Fig. 3. Phylogenetic tree of *Neocaridina* species by Bayesian inference method based on 154 haplotypes consisting of 485 bp mitochondrial DNA COI region. Accession numbers for each haplotype describes one representative. Asterisk represents the haplotypes obtained in this study.

*Alpheus* の COI 領域における百万年あたり 1.4% を使用した (Knowlton & Weigt, 1998). マルコフ連鎖モンテカルロ (MCMC) 法による本プログラムは、50,000,000 世代走らせて、1,000 世代ごとに系統樹をサンプリングした。初めの 10% の系統樹を burn-in として切り捨て、Node heights は Mean heights を選択し、consensus tree を作成した。

## 結 果

2021 年 10 月 1 日の垣花樋川における調査にて、136 個体のカワリヌマエビ類の一種が得られ、その内 6 個体が抱卵していた。また、カワリヌマエビ属と同じヌマエビ科 Atyidae に属するトゲナシヌマエビ *Caridina typus* 1 個体のほか、サカモトサワガニ *Geothelphusa sakamotoanus* 6 個体、グッピー *Poecilia reticulata* 7 個体、カワニナ類 Pleuroceridae 17 個体が採集された。

額角歯相 (頭胸甲上歯数 + 額角上縁歯数 / 額角下縁歯数) の最小最大値 (最小値 - 最大値) は 1-5+8-18/0-7、平均値は 3+13/4 であった。頭胸甲長の最小最大値は 1.38- 5.48mm、平均値は 3.23 mm であり、階級の幅 0.50 のヒストグラムで表すと 2.00- 2.50 mm と 4.00- 4.50 mm でピークとなる二峰性を示した (Fig. 2)。

ミトコンドリア DNA の COI 領域 485bp に基づくベイズ推定による系統樹において、154 ハプロタイプは 13 グループに分けられた (Fig. 3)。垣花樋川で採集された 24 個体のカワリヌマエビ類の塩基配列 (LC659919~LC659942) は単一のハプロタイプであることから、垣花樋川に侵入した外来のカワリヌマエビ属は 1 種であり、Zhou *et al.* (2021) の *N. davidi koreana* (MW069622) とハプロタイプを共有した。Zhou *et al.* (2021) は、シナヌマエビ *N. da. davidi* と *N. da. koreana* を区別しており、今回の系統樹においても両者はそれぞれ単系統となった。ここでは、分類学的に解決していないので Zhou *et al.* (2021) の *N. da. davidi* をシナヌマエビ I 型、*N. da. koreana* をシナヌマエビ II 型とした。シナヌマエビ II 型の系統には、Shih & Cai (2007), Shih *et al.* (2017), 福家ほか (2021) のシナヌマエビが含まれている。この研究において、福家ほか (2021) によって登録された長崎周辺の塩基配列をミナミヌマエビとした根拠を以下に述べる。Holthuis・酒井 (1970) によると、デ・ハーン (Wilhem De Haan, 1801-1855) は、ミナミヌマエビとともにテナガエ

Table 1. The list of reference sequences from DNA data bank of Japan and assigned groups in this study.

Species	Localities	Accession No.	References	Assigned groups	
<i>N. davidi</i>	Taiwan, Hawaii	AB300183- AB300187	Shih & Cai, 2007	<i>N. davidi</i> Type-I	
	Shimane, Hiroshima	LC324766, LC324767	Shih <i>et al.</i> 2017	<i>N. davidi</i> Type-I	
	Taiwan	MG734257- MG734300	Han <i>et al.</i> 2019	<i>N. davidi</i> Type-I	
	Oita	LC612373, LC612375	Fuke <i>et al.</i> 2021	<i>N. davidi</i> Type-II	
		LC612377, LC612380	Fuke <i>et al.</i> 2021	<i>N. davidi</i> Type-II	
<i>N. da. davidi</i>	China	MW069623- MW069627	Zhou <i>et al.</i> 2021	<i>N. davidi</i> Type-I	
<i>N. da. koreana</i>	China	MW069609- MW069622	Zhou <i>et al.</i> 2021	<i>N. davidi</i> Type-II	
<i>N. denticulata</i>	Shiga	AB300191	Shih & Cai, 2007	<i>N. davidi</i> Type-II	
	Okayama	LC324764	Shih <i>et al.</i> 2017	<i>N. davidi</i> Type-II	
	Gifu, Hyogo, Hiroshima	LC324765	Shih <i>et al.</i> 2017	<i>N. davidi</i> Type-II	
	Fukuejima Island	LC612339- LC612348	Fuke <i>et al.</i> 2021	<i>N. denticulata</i>	
	Nagasaki	LC612349, LC612352	Fuke <i>et al.</i> 2021	<i>N. denticulata</i>	
		LC612354, LC612356	Fuke <i>et al.</i> 2021	<i>N. denticulata</i>	
	Kumamoto	LC612357- LC612364	Fuke <i>et al.</i> 2021	<i>N. denticulata</i>	
	Oita	LC612365, LC612366	Fuke <i>et al.</i> 2021	<i>N. ikiensis</i>	
		LC612368	Fuke <i>et al.</i> 2021	<i>N. denticulata</i>	
		LC612370- LC612372	Fuke <i>et al.</i> 2021	<i>N. denticulata</i>	
		LC612374, LC612376	Fuke <i>et al.</i> 2021	<i>N. denticulata</i>	
		LC612378, LC612379	Fuke <i>et al.</i> 2021	<i>N. denticulata</i>	
	China	MW069628- MW069670	Zhou <i>et al.</i> 2021	<i>N. sp. 1</i>	
	<i>N. heteropoda koreana</i>	Korea	LC324768	Shih <i>et al.</i> 2017	<i>N. sp. 1</i>
			MK907783	Park <i>et al.</i> 2019	<i>N. sp. 2</i>
		LC324771- LC324775	Shih <i>et al.</i> 2017	<i>N. ikiensis</i>	
<i>N. ikiensis</i>	Ikinoshima Island	MW069671	Zhou <i>et al.</i> 2021	<i>N. saccam</i>	
<i>N. iriomotensis</i>	Iriomotejima Island	LC659943, LC659944	present study	<i>N. iriomotensis</i>	
<i>N. ishigakiensis</i>	Ishigakijima Island	LC659945, LC659946	present study	<i>N. ishigakiensis</i>	
<i>N. ketagalan</i>	Taiwan	AB300180- AB300182	Shih & Cai, 2007	<i>N. ketagalan</i>	
		MG734230- MG734256	Han <i>et al.</i> 2019	<i>N. ketagalan</i>	
<i>N. palmata</i>	China	LC324769, LC324770	Shih <i>et al.</i> 2017	<i>N. palmata</i>	
		MW069672	Zhou <i>et al.</i> 2021	<i>N. palmata</i>	
<i>N. saccam</i>	Taiwan	AB300177- AB300179	Shih & Cai, 2007	<i>N. saccam</i>	
		MG734222- MG734229	Han <i>et al.</i> 2019	<i>N. saccam</i>	
<i>N. spinosa</i>	China	AB300188	Shih & Cai, 2007	<i>N. spinosa</i>	
<i>N. aff. fukiensis</i>	Hiroshima	LC324776	Shih <i>et al.</i> 2017	<i>N. denticulata</i>	
<i>N. aff. koreana</i>	Hiroshima	LC324777	Shih <i>et al.</i> 2017	<i>N. sp. 2</i>	
<i>N. sp.</i>	Okinawa	LC659919- LC659942	present study	<i>N. davidi</i> Type-II	
	Okayama	LC324778	Shih <i>et al.</i> 2017	<i>N. sp. 2</i>	
	Shimane, Nagasaki	LC324779	Shih <i>et al.</i> 2017	<i>N. sp. 2</i>	
	Taiwan	MG734216- MG734221	Han <i>et al.</i> 2019	<i>N. sp. 3</i>	
	Taiwan	AB300189	Shih & Cai, 2007	Outgroup	

ビ *Macrobrachium nipponense* を記載されているが、ビュルゲル (Heinrich Burger, 1806 ? –1858) が後者について色彩や長崎の地方名“だくまえび”および長崎付近の河川にごく普通で、多量に捕獲されて特別美味と記載していることを指摘して原産地を長崎に限定した。また George & Holthuis (1965) は、イセエビ *Panulirus japonicus* の模式産地を長崎と推測した。さらに、シーボルトやビュルゲルは長崎周辺から九州北部地域の淡水魚を鮮度の良い状態で川原慶賀に彩色図を作らせ、それらの標本をオラン

ダへ送った (滝川, 2019)。以上の状況から、ミナミヌマエビの模式標本の産地を長崎周辺として扱った。Shih *et al.* (2017) の *N. heteropoda koreana* および Zhou *et al.* (2021) のミナミヌマエビは単系統となったが、福家ほか (2021) の西日本産のミナミヌマエビとは近縁にならず、*N. sp. 1* とみなした。Shih *et al.* (2017) および Han *et al.* (2019) が日本と台湾で記録した未記載種については、それぞれが単系統となったため、日本産を含む系統を *N. sp. 2*、台湾産の系統を *N. sp. 3* とみなした (Table 1)。イシガ

キヌマエビ (LC659945, LC659946) とイリオモテヌマエビ (LC659943, LC659944) については、それぞれ単系統を示した。

## 考 察

垣花樋川は、諸喜田 (2019) によって 2014 年 8 月 16 日に水生生物調査が実施されており、トゲナシヌマエビ、サカモトサワガニ、ヤゴ (トンボ類とイトトンボ類)、グッピー、カワニナ *Semisulcospira libertina*、ヌノメカワニナ *Melanoides tuberculata* が確認されている。そのため垣花樋川におけるカワリヌマエビ類の侵入は 2014 年から 2021 年の間に起こったものであると考えられる。また、本調査においてトゲナシヌマエビは 1 個体しか採集されず、ヌマエビ類の 99.3% がカワリヌマエビ類であった。

金澤 (2015) によると、西日本のミナミヌマエビの額角歯相の最小最大値は 1-4+7-16/2-13、荒川水系の外来のカワリヌマエビ属では 0-7+8-23/2-13、利根川水系では 1-5+8-22/2-10 であり、垣花樋川では 1-5+8-18/0-7 であったことから、金澤 (2015) が埼玉県から報告した外来のカワリヌマエビ属より垣花樋川の額角歯相は小さいことが分かり、今後の沖縄県における外来のカワリヌマエビ類の侵入状況を解析する基礎資料となるだろう。頭胸甲長のヒストグラム (Fig. 2) において二峰性を示したことから、本種は垣花樋川において繁殖していると考えられる。

Kubo (1938) は、福山産ミナミヌマエビと上海産シナヌマエビおよび釜山産コウライヌマエビ (模式産地) は、雄の第 1 腹肢内肢の長さとの幅の比により識別できると報告し、ミナミヌマエビとシナヌマエビでは幅が長さの 1.2 倍、コウライヌマエビでは長さが幅の 1.7 倍であるとしている。垣花樋川で採集された雄の標本は、第 1 腹肢内肢の長さの比を計測すると、長さが幅の 1.6 ~ 1.8 倍 (平均 1.7 倍,  $n = 5$ ) となり、Kubo (1938) のコウライヌマエビと一致した。しかし、豊田 (2019) はシナヌマエビの雄の第 1 腹肢内肢は長さが幅の 1.2 ~ 1.7 倍と示していることから (数値データの根拠が示されていない)、垣花樋川のカワリヌマエビ類の一種はシナヌマエビとも一致した。ここでは学名を特定せずにシナヌマエビ II 型 (*N. davidi* Type II) として扱うことにした。

分子系統解析の結果、シナヌマエビは 2 系統に分けられることが判明し、垣花樋川にはシナヌマエ

ビ II 型 (コウライヌマエビ?) が侵入していることが分かった。Shih & Cai (2007), Shih *et al.* (2017), 福家ほか (2021) より、シナヌマエビ I 型は島根県と広島県、シナヌマエビ II 型は滋賀県、兵庫県、岡山県、広島県、大分県で記録されている。また、関根ほか (2020) は、埼玉県におけるカワリヌマエビ属のミトコンドリア DNA の COI 領域によって Ndv 系統と Ndt 系統の存在を示した。この埼玉県産カワリヌマエビ属の塩基配列は登録されていないが、分子系統樹構築で引用した配列 (AB300183, AB300185- AB300187, LC324764- LC324767) から推測すると、埼玉県内にはシナヌマエビ I 型と II 型の両者が存在していると考えられる。

イシガキヌマエビとイリオモテヌマエビはそれぞれ単系統となり固有性を示した。諸喜田 (1996; 2019) はイシガキヌマエビと台湾産シナヌマエビの交雑実験の結果、二代雑種が生まれてくることを確認している。在来のカワリヌマエビ類とシナヌマエビ種群との交雑が、一代、二代雑種だけでなく戻し交雑も考えられることから、将来的に複数遺伝子座の核 DNA マーカーによる調査が必要かもしれない。シナヌマエビ種群の侵入によって固有種の絶滅が予測されることから、石垣島と西表島における外来のカワリヌマエビ類の侵入状況および流通についての調査は急務であり、島民や観光客に対する啓発および行政による厳格な流通の規制とモニタリングが必要である。さらに西表島が 2021 年 7 月に、奄美大島、徳之島、沖縄島北部とともに世界自然遺産へ登録されたため、固有種の保全は行政の義務であることを指摘したい。

長谷川ほか (2015) は外来のカワリヌマエビ類が本州に分布する在来種のヌカエビ *Paratya improvisa* に与える負の影響を示しており、実際に片山ほか (2017) によって東京都と神奈川県を流れる鶴見川のヌカエビが外来のカワリヌマエビ属に置き換わっていることを報告している。このように在来の淡水エビの餌資源や生息場所などに負の影響を及ぼしている。ただし、垣花樋川で従来から記録されていたトゲナシヌマエビが今回の調査で採集個体数が少なかったことはシナヌマエビ II 型の侵入によるものなのか不明である。

沖縄島では水生動物の遺棄や密放流による事例が多く、例えば国外外来魚のカダヤシ *Gambusia affinis*、グッピー、オオクチバス *Micropterus salmoides*、アメリカザリガニ *Procambarus clarkii* (幸地, 1977; 1986; 1988; 1991)、さらに国内外来魚

の事例としてゲンゴロウブナ *Carassius cuvieri* (諸喜田, 1984), モツゴ *Pseudorasbora parva* (高原ら, 1997), ミナミメダカ *Oryzias latipes* の遺伝子攪乱(今井ほか, 2017; 畑中・今井, 2018)などが報告されている。動植物の放流の禁止を教育現場に導入して啓発することは、在来種の保全に有効である。

## 謝 辞

標本の登録に際して国立科学博物館動物研究部研究主幹の小松浩典博士および塩基配列の登録に際して日本 DNA データバンクの登録係に御礼申し上げます。イシガキヌマエビおよびイリオモテヌマエビのサンプルを提供していただいた琉球大学熱帯生物圏研究センター准教授の成瀬貫博士, 系統樹作成に協力していただいた同大学大学院理工学研究科海洋環境学専攻今井研究室の Eko Hardiant 氏, 垣花樋川における外来のカワリヌマエビ属の発見に貢献していただいた同大学大学院生の望月大地氏と吉田公平氏に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

浅香智也・鈴木誉士・中川雅博, 2019. 愛知県豊川のエビ類相. 伊豆沼・内沼研究報告, **13** : 57–65.

Bouckaert R., Heled J., Kühnert D., Vaughan T., Wu C. H., Xie D., Suchard M. A., Rambaut A., Drummond A. J., 2014. BEAST 2: a software platform for Bayesian evolutionary analysis. *PLoS Computational Biology*, **10** : e1003537.

Cai Y., Shokita S., 2006. Atyid shrimps (Crustacea : Decapoda : Caridea) of the Ryukyu Islands, southern Japan, with descriptions of two new species. *Journal of Natural History*, **40** : 2123–2172.

Folmer O., Black M., Hoeh W., Lutz R., Vrijenhoek R., 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, **3** : 294–299.

福家悠介・岩崎朝生・笹塚諒・山本佑治, 2021. 五島列島福江島におけるミナミヌマエビの初記録. *Cancer*, **30** : 63–71.

George R. W., Holthuis L. B., 1965. A revision of the Indo-West Pacific spiny lobsters of the *Panulirus japonicus* group. *Zoologische Verhandelingen*, **72** : 3–41.

Han C. C., Hsu K. C., Fang L. S., Cheng I. M., Lin H. D., 2019. Geographical and temporal origins of *Neocaridina* species (Decapoda : Caridea : Atyidae) in Taiwan. *BMC Genetics*, **20** : 86.

長谷川政智・池田実・藤本泰文, 2015. 宮城県に侵入した淡水エビ：カワリヌマエビ属 *Neocaridina* spp. の分布拡大とヌカエビ *Paratya compressa improvisa* への影響. 伊豆沼・内沼研究報告, **9** : 47–56.

畑中ひらり・今井秀行, 2018. 核 DNA マーカーによるミナミメダカ沖縄諸島タイプの確率的判定と低い遺伝的多様性. 日本生物地理学会会報, **73** : 60–69.

Holthuis L. B.・酒井恒, 1970. シーボルトと日本動物誌, 日本動物史の黎明. Pp. 304–305. 学術書出版会, 東京.

Imai H., Cheng J. H., Hamasaki K., Numachi K., 2004. Identification of four mud crab species (genus *Scylla*) using ITS-1 and 16S rDNA markers. *Aquatic Living Resources*, **17** : 31–34.

今井秀行・米沢俊彦・立原一憲, 2017. ミナミメダカ琉球型個体群における他個体群の放流による遺伝的攪乱の初事例. 日本生物地理学会会報, **71** : 121–129.

金澤光, 2015. 埼玉県に侵入した外来甲殻類ヌマエビ科カワリヌマエビ属の現状について. 埼玉県環境科学国際センター報, **15** : 152–156.

Katoh K., Standley D. M., 2013. MAFFT multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability. *Molecular and Biology and Evolution*, **30** : 772–780.

片山敦・佐藤僚介・吉川朋子, 2017. 東日本鶴見川水系におけるカワリヌマエビ属とヌカエビの急激な分布の変化. 自然環境科学研究, **30** : 5–12.

Knowlton N., Weigt L. A., 1998. New dates and new rates for divergence across the Isthmus of Panama. *Proceedings of the Royal Society of London B*, **265** : 2257–2263.

幸地良仁, 1977. 名護市の淡水産動物, 魚類・甲殻類・貝類. 名護市教育委員会社会教育課(編), 名護市動物総合調査報告書. Pp. 2–83, 名護市教育委員会, 名護.

幸地良仁, 1986. 沖縄島の河川魚類の現状. 沖縄生物教育研究会誌, (19) : 10–30.

幸地良仁, 1988. 大城ダムの魚類相とブラックバスの食害による影響. 沖縄生物教育研究会誌,

- (21) : 45–57.
- 幸地良仁, 1991. 沖縄島における陸水産移入動物の現状と問題点. 池原貞雄 (編), 南西諸島の野生生物に及ぼす移入動物の影響調査. Pp. 55–97, 世界自然保護基金日本委員会, 東京.
- Kubo I., 1938. On the Japanese Atyid shrimps. *Journal of the Imperial Fisheries Institute*, **33** : 67–100.
- 京都府外来種リスト (2019), [http://www.pref.kyoto.jp/gairai/documents/gairai\\_list2019.xlsx](http://www.pref.kyoto.jp/gairai/documents/gairai_list2019.xlsx). (2021年10月4日閲覧)
- Mistugi M., Hisamoto Y., Suzuki H., 2017. An invasive freshwater shrimp of the genus *Neocaridina* Kubo, 1938 (Decapoda : Caridea : Atyidae) collected from Boso Peninsula, Tateyama City, Chiba Prefecture, eastern Japan. *Crustacean Research*, **46** : 83–94.
- 三次充和・久本洋子・鈴木廣志, 2021. 千葉県房総半島より確認された外来カワリヌマエビ属の一種の外部形態, 遺伝子情報および生活史. *Cancer*, **30** : 1–9.
- 三井翔太・伊藤克哉・相川健志・一寸木肇・佐藤武宏・苅部治紀・松本涼子・瀬能宏, 2019. 小田原城址公園の堀から確認された水生動物. 神奈川自然誌資料, **40** : 75–83.
- 西野麻知子, 2017. 日本への外来カワリヌマエビ属 (*Neocaridina* spp.) の侵入とその分類学的課題. 地域自然史と保全, **39** : 21–28.
- 西野麻知子・丹羽信彰, 2004. 新たに琵琶湖へ侵入したシナヌマエビ? オウミア (琵琶湖研究所ニュース), **80** : 3.
- 丹羽信彰, 2010. 外来輸入エビ, カワリヌマエビ属エビ (*Neocaridina* spp.) および Palaemonidae spp. の輸入実態と国内の流通ルート. *Cancer*, **19** : 75–80.
- Park J., Kim Y., Kwon W., Xi H., Park J., 2019. The complete mitochondrial genome of *Neocaridina heteropoda koreana* Kubo, 1938 (Decapoda : Atyidae). *Mitochondrial DNA Part B*, **4** : 2332–2334.
- 関根一希・小林拳大・山口力丸, 2020. 立正大学熊谷キャンパス水路に生息する外来生物カワリヌマエビ *Neocaridina* spp. —遺伝的2系統の生息とHRM解析法による簡易同定—. 地球環境研究, **22** : 133–139.
- Shih H. T. & Cai Y., 2007. Two new species of the land-locked freshwater shrimp Genus, *Neocaridina* Kubo, 1938 (Decapoda : Caridea : Atyidae), from Taiwan, with Notes on speciation on the land. *Zoological Studies*, **46** : 680–694.
- Shih H. T., Cai Y., Niwa N., Nakahara Y., 2017. A new species of land-locked freshwater shrimp of genus *Neocaridina* (Decapoda : Caridea : Atyidae) from Iki Island, Kyushu, Japan. *Zoological Studies*, **56** : 1–14.
- 諸喜田茂充, 1984. 帰化動物, 沖縄の生物編集委員会 (編), 日本生物教育会沖縄大会記念誌沖縄の生物. Pp. 377–383, 沖縄生物教育研究会, 那覇.
- 諸喜田茂充, 1996. 琉球列島の河川陸封コエビ類とサワガニ類の起源論. 地学雑誌, **105** : 343–353.
- 諸喜田茂充・成瀬貫, 2017. イシガキヌマエビ: 甲殻類: 改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物 第3版 (動物編) —レッドデータおきなわ—. 沖縄県環境部自然保護課, 那覇, 302–303p.
- 諸喜田茂充, 2019. 淡水産エビ類の生活史—エビの川のぼり—. 諸喜田茂充出版記念会, 東京, 216pp.
- 高原建二・当山昌直・小浜継雄・幸地良仁・知念盛俊・比嘉ヨシ子, 1997. 沖縄の帰化動物, 海をこえてきた生きものたち. 沖縄出版, 浦添市.
- 滝川祐子, 2019. 日本動物誌における川原慶賀の役割. 細谷和海編著, シーボルトが見た日本の水辺の原風景. Pp. 51–68, 東海大学出版部, 平塚.
- 豊田幸詞, 2019. シナヌマエビ, 日本産淡水性・汽水性エビ・カニ図鑑. 緑書房, 東京, 66p.
- Zhou C. J., Feng M. X., Tang Y. T., Yang C. X., Meng X. L., Nie G. X., 2021. Species diversity of freshwater shrimp in Henan Province, China, based on morphological characters and COI mitochondrial gene. *Ecology and Evolution*, **11** : 10502–10514.

(2021年10月11日受領, 2021年11月17日受理)