

機関番号：84201

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2009

課題番号：19310150

研究課題名（和文）外来個体群の侵入・分散に伴う淡水エビ類の遺伝子汚染と共生システムの攪乱

研究課題名（英文）GENETIC POLLUTION AND DISTURBANCE OF SYMBIOTIC SYSTEM OF THE FRESHWATER SHRIMP, NEOCARIDINA DENTICULATA DENTICULATA, BY THE INVASION OF CLOSELY RELATED ALIEN SPECIES

研究代表者 西野 麻知子（NISHINO MACHIKO）

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター・総合解析部門・部門長

研究者番号：60237716

研究成果の概要（和文）：

日本に侵入したと推測されるカワリヌマエビ属を遺伝解析した結果、2つのクレードに分かれた。クレードⅠは日本在来亜種ミナミヌマエビと分布域が重なったが、クレードⅡは日本と中国の両方にみられた。雄の外部形態からも、前者は在来、後者は外来種と判断された。日本の4地点では両クレードが混在し、外来種との交雑による遺伝子攪乱の可能性が示された。聞き取り結果と合わせると、日本のカワリヌマエビ属は中国の華中・華北地域、近年、兵庫県で発見された共生種ヒルミミズは華中地域から導入された可能性が高い。

研究成果の概要（英文）：

Recent invasion of taxonomically unsettled atyid shrimp *Neocaridina* spp. from China into Japan has been suspected through the import as fishing bait. To elucidate this suspicion, the shrimps and their symbionts were collected and analyzed both from Japan and China. Two major haplotype clades were found for *Neocaridina* spp., based on the sequenced partial CO I and 16SrRNA genes of the mtDNA. Clade I was composed of the haplotypes detected only from Japan, while Clade II was composed of those observed from both countries. Clade II included the haplotypes with identical or few nucleotide differences between Japan and China. This indicates that Clades I and II are assigned to the indigenous lineage in Japan (i.e., *N. denticulata denticulata*) and the exotic ones from China, respectively. These facts suggest that invasion of *Neocaridina* spp. from China into Japan has really occurred. In four localities of Japan, the two clades were observed sympatrically, implying the genetic pollution through hybridization or introgression between indigenous and exotic populations. Together with the hearing investigation from exporters and importers of the shrimps, exotic *Neocaridina* spp. were supposed to have been introduced from the northern and middle part of China, and the symbiotic branchiobdellidan, *H. truncatus*, recently recorded in central Japan from the middle part of China.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 19 年度	8,200,000	2,460,000	10,660,000
平成 20 年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
平成 21 年度	2,600,000	780,000	3,380,000
年度			
年度			
総計	14,500,000	4,350,000	18,850,000

研究分野：生物学
科研費の分科・細目：資源保全学

キーワード：生物多様性保全、遺伝子汚染、
外来種、淡水エビ、外部共生、共生攪乱、

1. 研究開始当初の背景

西日本に限定して分布する淡水産ミナミヌマエビ *Neocaridina denticulata denticulata* は、2000 年頃から突然、日本各地で採集されるようになった。さらに 2003 年には、中国河南省、広東省からしか分布記録がないヒルミミズ *Holtodrilus truncatus* が、兵庫県夢前川水系の「ミナミヌマエビ」体表に、多数付着しているのが見つかった (Niwa *et al.*, 2005)。これらの事実から、ミナミヌマエビの外来個体群および近縁亜種・種のみならず、その共生種もまた日本に侵入・定着している可能性が高いと推測された(西野、丹羽, 2004)。輸出入業者への聞き取り調査から、1990 年頃から中国、韓国から、生きた淡水エビが釣り餌として空輸され、また観賞用として全国にインターネット販売されていることも分かってきた。しかし中国、韓国には、ミナミヌマエビおよびその近縁種・亜種が 30 種近く分布しており、共生動物も含め、どの種がどの地域から侵入したかや、在来のミナミヌマエビとの交雑の有無、またホストチェンジによる共生関係の変化については、全く分かっていなかった。

2. 研究の目的

日本に侵入・定着し、各地に分散しつつあると考えられる淡水エビ、カワリヌマエビ (*Neocaridina*) 属の亜種・種とその共生種ツノウズムシ類 *Scutariellidae* spp. やヒルミミズの 1 種 *Holtodrilus truncatus* について、侵入した外来個体群・近縁亜種・種等の原産地を特定し、日本の淡水環境への侵入・定着・分散のプロセスを明らかにし、遺伝子汚染および共生関係の攪乱の現状を把握すること。また、これらの種が侵入・定着に成功した要因、共生関係の攪乱プロセスを解明し、遺伝子汚染のリスク評価を行うこと。

3. 研究の方法

- (1) 2007 年から 2009 年まで、日本各地および中国 (河南省、広東省、福建省、浙江省、安徽省、江西省)、台湾でカワリヌマエビ属とその共生動物 (ヒルミミズ、ツノウズムシ類) を採集し、カワリヌマエビ属については付属肢、共生動物については内部形態を中心に、比較解析を行った。
- (2) これらカワリヌマエビ属とヒルミミズについて、16S rDNA と COI 遺伝子領域を対象とした mtDNA 解析を行った。
- (4) 共生者の組成や共生率を、日本、中国、台湾のカワリヌマエビ個体群間で比較し、宿主と共生者、共生者どうしの関係を整理した。

4. 研究成果

日本と中国のカワリヌマエビ属の mtDNA 解析から、COI 遺伝子 522 塩基と 16S rRNA 473 塩基の配列を決定し、系統解析を行ったところ、得られたハプロタイプは比較的高い確率で支持される 2 クレードに分かれた。クレード I は日本のハプロタイプからのみ構成され、クレード II は国内と中国の両方のハプロタイプで構成されていた。この結果から、I が在来 (= ミナミヌマエビ)、II が外来系統と考えられた。雄の形態のみであるが、クレード I と II は識別可能で、クレード II は、雄の付属肢から、日本での分布記録のない *N. heteropoda*, *N. palmata* とその近縁種と考えられた。そのため、日本に外来のカワリヌマエビ属が侵入・定着していることはほぼ間違いないことが示された。

国内でのクレード分布を検討したところ、ミナミヌマエビの自然分布域内では、18 個体群中 7 個体群が在来クレード、7 個体群で外来クレードが検出され、外来クレードが分布を広げているが、まだ純系の個体群が残っている地域があることが明らかになった。しかし、4 個体群では両クレードが混在しており、在来ミナミヌマエビとの交雑による遺伝子汚染が生じている可能性が示された。一方、分布域外の個体群は、1 地点を除いてすべて外来クレードだった。

輸出入業者への聞き取り結果も合わせると、カワリヌマエビ属は中国華北の遼寧省、華中の河南省、浙江省および韓国など複数の地域から侵入している可能性が高いことがわかった。

その後、中国福建省と台湾の一部および韓国から、これまで在来と考えてきたクレードに属するハプロタイプが検出された。このことから、在来のミナミヌマエビと同じ系統のエビが、日本だけでなく台湾、中国、韓国にもともと生息しており、少なくとも韓国からは、mtDNA だけでは捉えきれない侵入が生じている可能性が示唆された。

また、これまで中国河南省と広東省からしか報告のなかったヒルミミズ類 *Holtodrilus truncatus* が、新たに華中の安徽省 (1 地点) と浙江省 (2 地点) のカワリヌマエビ属および和歌山県のヌマエビ類から確認された。ヒルミミズがカワリヌマエビ属に共生する割合は最大 37% で、出現したどの地点でもツノウズムシ類 *Scutariellidae* spp. が同所的に見られた。この状況は、外来カワリヌマエビ属が侵入していると推測されている兵庫県での観察結果とよく似ていた。

過去 3 年間の調査で採集されたヒルミミズの国内個体群 (兵庫県、和歌山県、宮古島) と中国個体群 (広東省、浙江省) について mtDNA の解析を行ったところ、兵庫県の個体群が中国の華中地域の個体群と最も近縁な位置にあることがわかった。この結果は、宿主のカワリヌマエビ属で推定

された結果と整合性があった。これら DNA 分析の結果から判断して、これまでの聞き取り調査によって推定されてきた外来カワリヌマエビ属の侵入経路は、ほぼ正しいものと考えられた。すなわち、カワリヌマエビ属は中国の華中・華北地域から、兵庫県のヒルミミズは華中のカワリヌマエビ属とともに侵入した可能性が高い。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計7件)

Ohtaka, A. and R.-T. Chen, New records of a branchiobdellidan and four microdrile oligochaetes (Annelida: Clitellata) from inland waters of Taiwan, Taiwan Journal of Biodiversity, 査読有, 12, 97-110, 2010

川井唯史・大高明史, 日光市で発見されたニホンザリガニ個体群の由来, および大正時代に本州に持込まれた個体に関する宮内庁公文書等に基づく情報, 弘前大学教育学部紀要, 査読無, 101, 31-40, 2009

Martin, P. and A. Ohtaka. A new phreodrilid species (Annelida; Clitellata; Phreodrilidae) from Lake Biwa, Japan. Species Diversity, 査読有, 13, 221-130, 2008

大高明史, 日本における外来ヒルミミズ類(環形動物門, 環帯綱)の分布の現状, 陸水学雑誌, 査読有, 68, 483-489, 2007

藤田朝彦・西野麻知子・細谷和海, 魚類標本から見た琵琶湖内湖の原風景, 魚類学雑誌, 査読有, 55, 77-93, 2007

川勝正治・西野麻知子・大高明史, プラナリア類の外来種, 陸水学雑誌, 査読有, 68, 461-469, 2007
Kawakatsu, M., S. Gelder, R. Ponce de Leon, O. Volunterio, S-K Wu, M. Nishino, A. Ohtaka, N. Niwa, Y. Fujita, M. Urabe, G. Sasaki, M. Kawakatsu, T. Kawakatsu (2007) An annotated bibliography of the order temnocephalida (Plathelminthes, Rhabdocoela, "Turbellaria") from Japan, Taiwan, China and Korea, with other Far Eastern Records of Temnocephalids, 査読無, 45pp. <http://victoriver.com>

[学会発表](計7件)

Ohtaka, A., M. Nishino, N. Niwa, M. Ikeda, H. Tohyama, Y-D. Cui, H-Z. Wang, Z-Y. Wang and R. Chen, Coexistence of ectosymbiotic branchiobdellidans (Annelida, Clitellata) and Temnocephalidans (Platyhelminthes, Turbellaria) on atyid shrimps in China, 11th International Symposium on Aquatic Oligochaeta, Turkey, 2009

Tohyama, H., M. Ikeda, N. Niwa, A. Ohtaka, H. Wang, Y. Cui, Z. Wang, R. Chen and M. Nishino, Suspected

invasion of freshwater atyid shrimp from China into Japan revealed by mitochondrial DNA analysis. The Crustacean Society Summer Meeting in Tokyo, Japan & the 47th Annual Meeting of Carcinological Society of Japan, Tokyo, 2009

Nishino, M., N. Niwa, M. Ikeda and H. Tohyama, Invasion and dispersion of alien freshwater shrimps, *Neocaridina* spp. (Caridea, Atyidae) and its ectosymbionts into Japan. The Crustacean Society Summer Meeting in Tokyo, Japan & the 47th Annual Meeting of Carcinological Society of Japan, Tokyo, 2009

遠山裕子, 池田 実, 丹羽信彰, 大高明史, H. Wang, Y. Cui, 西野麻知子, mtDNA 分析により検討した中国産カワリヌマエビの侵入, 日本生態学会, 岩手, 2009,

西野麻知子・丹羽信彰・池田実・遠山裕子・大高明史, 外来のカワリヌマエビ属の侵入・分布拡大プロセスと在来種との関係, 日本生態学会, 岩手, 2009,

遠山裕子, 池田 実, 丹羽信彰, 大高明史, H. Wang, Y. Cui, 西野麻知子, 外国産カワリヌマエビは国内に侵入しているか-mtDNAの系統情報による検証, 日本陸水学会, 札幌, 2008
Ikeda, M. Cryptic invasion of decapod crustaceans, 5th World Fisheries Congress, Yokohama, 2008

[図書](計3件)

大高明史, ザリガニの生物学(分担, 第V部 保全学, 第3章 群集生物保全. pp.445~475), 北海道大学出版会, 2010

西野麻知子(編)とりもどせ!琵琶湖・淀川の原風景 - 水辺の生物多様性保全に向けて - .サンライズ出版, 2009, 286pp.

西野麻知子, 外来のカワリヌマエビ属の侵入.(分担, 深泥池七人委員会編集部会(編)深泥池の自然と暮らし - 生態系管理をめざして -), サンライズ出版, 2008, pp.74-75

[その他]

ホームページ等

<http://victoriver.com>

6. 研究組織

(1)研究代表者

西野 麻知子 (NISHINO MACHIKO)

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター・総合解析部門・部門長

研究者番号: 60237716

(2)研究分担者

大高 明史 (OHTAKA AKIFUMI)

弘前大学・教育学部・教授

研究者番号: 20223844

池田 実 (IKEDA MINORU)
東北大学・大学院農学研究科・准教授
研究者番号：70232204

(3)連携研究者

大和 茂之 (YAMATO SIGEYUKI)
京都大学フィールド科学教育研究センター・助教
研究者番号：60230497

(4)研究協力者

川勝正治 (KAWAKATSUMASAHARU)
藤女子大学・元教授

丹羽信彰 (NIWANOBUAKI)
神戸市立六甲アイランド高等学校・教諭

遠山裕子
東北大学・大学院農学研究科・研究生

Wang Hong-Zhu
Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of
Sciences, Professor, China

Cui Yong-De
Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of
Sciences, Researcher, China

Wang Zhi-Young
Xiamen University, Professor, China

Chen Rong-Bin
Xiamen University, Researcher, China

Chen Rung-Tsung
Endemic Species Research Institute,
Graduate student, Taiwan

Wu Shi-Kuei
University of Colorado at Boulder,
Professor/Curator Emeritus, USA

Ponce de León Rodrigo
Laboratorio de Zoologica de Invertebrados, Facultad
de Ciencias, Professor, Uruguay

Volonterio Odile
Laboratorio de Zoologica de Invertebrados, Facultad
de Ciencias, Researcher, Uruguay