

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 3 月 31 日現在

機関番号：14602

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2012

課題番号：21570095

研究課題名（和文）汽水性稀少カニ類は遺伝的・生態的特性に顕著な地域固有性をもつか？

研究課題名（英文）Distinctive local variations of genetic and ecological characters in the rare brackish-water crabs

研究代表者 和田 恵次(WADA KEIJI)

奈良女子大学・自然科学系・教授

研究者番号：80127159

研究成果の概要（和文）：汽水域固有のカニ類が示す顕著な遺伝的・生態的分化の様相を、シオマネキ、ヒメヤマトオサガニ、アリアケモドキ、クマノエミオスジガニ、タイワンヒライソモドキについて、日本沿岸の地域集団間の比較を通して明らかにした。遺伝的障壁は、トカラ海峡にもつものが多く、アリアケモドキのように、太平洋側沿岸と日本海側沿岸の間に遺伝的障壁があるものや、クマノエミオスジガニのように、九州東岸と紀伊半島東岸との間で遺伝的共通性がまったくないものまで認められた。地域集団のもつ繁殖特性が、この遺伝的特性の相違と関連するのが、シオマネキ、アリアケモドキ、ヒメヤマトオサガニで認められた。

研究成果の概要（英文）：Intraspecific genetic and ecological divergence has been elucidated along the Japanese coast for 5 brackish-water crabs of *Uca arcuata*, *Macrophthalmus banzai*, *Deiratonotus cristatus*, *Deiratonotus kaoriae*, and *Ptychognathus ishii*. Most of them had distinct genetic divergence between the Japanese mainland and the Ryukyu Islands, concurrent with ecological divergence of breeding season. Within the Japanese mainland, distinct differentiation was also found between the Japan Sea coast and the Pacific coast in *D. cristatus* and between Kyushu and the Kii Peninsula in *D. kaoriae*.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	3,900,000	1,170,000	5,070,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生物多様性・分類

キーワード：生物多様性 分類 集団 遺伝的構造 生態的特性

1. 研究開始当初の背景

海洋生物では最近になって、陸上生物に劣らず、地域集団間での遺伝的な分化や生態的変異の存在が明らかとなってきた。なかでも沿岸性の内湾や河口域といった他から地形的に隔絶されやすい環境をすみ場所とする

生物種では、開放的な海岸にすみ場所をもつ種に比べて、遺伝的な分化が顕著になる例が示されてきた。

一方集団間の遺伝的な相違は、集団間での生態的特性の相違とも結びついていることが考えられる。同一種の地域集団間での生態的特性の相違は、沿岸性のカニ類では、例え

ば繁殖期の相違や繁殖行動様式の相違として知られている。しかし集団の地域固有性を、遺伝子レベルと生態的特性の両面から明らかにしようとした研究は、海洋生物では例が少ない。

本研究では、汽水域固有で、かつ絶滅が危惧される稀少種のカニ類複数種を取り上げ、その遺伝的変異に加えて、生態的特性特に、繁殖特性においても顕著な地域固有性が認められるかを種間比較を通して見出そうとするものである。

その成果は、海洋生物学、生態学、生物多様性学に大きく貢献するとともに、人為的影響により絶滅が危惧される汽水域固有の種の保全にも貢献するものである。

2. 研究の目的

日本の沿岸に飛び石的に分布する汽水域固有の絶滅危惧稀少カニ類が、その分布の特徴から、遺伝的かつ生態的に、それぞれの地域に固有の特性をもっているかを、モクズガニ科のタイワンヒライソモドキ、スナガニ科のシオマネキ、オサガニ科のヒメヤマトオサガニ、ムツハアリアケガニ科のアリアケモドキとクマノエミオスジガニの5種について、それぞれの地域集団間比較を通して検証しようというのが本研究の目的である。

タイワンヒライソモドキは、汽水域の転石地に生息し、神奈川県から沖縄県までの西南日本に分布するが、記録される地域は限られており、生態的特性は和歌山県の集団で報告されているだけであり、遺伝的変異についての情報は皆無である。

シオマネキは、汽水域の塩性植物群落周辺の泥干潟に生息し、伊豆半島から沖縄県までの西南日本沿岸に分布するが、記録される地域は限られ、かつ集団サイズも小さい集団が多い。シオマネキの遺伝的変異と生態的特性には既往の情報があるが、それは繁殖特性が有明海の集団についてのものだけである。また集団間の遺伝的変異については、沖縄島の集団が特に遺伝的多様性が低下しており、かつ日本の他地域の集団とは大きく異なる特徴をもっていることがわかっている。

ヒメヤマトオサガニは、汽水域の泥干潟に生息し、紀伊半島沿岸から沖縄県までに分布するが、奄美大島以南の集団が種子島以北の集団と形態的に異なることが知られており、繁殖期も九州の集団と沖縄島の集団とで大きく異なることが知られている。しかし遺伝的変異に関しては限られた地域集団のものしかわかっていない。

アリアケモドキは汽水域の干潟中下部から潮下帯の泥底に生息し、北海道から沖縄までの日本全土を覆う分布範囲をもつが、分布が見られる河口域は限られており、広い分布

域をもちながら、分布地は断続的である。本種の生態学的研究はほとんどなく、また遺伝的集団構造を扱った研究もない。

クマノエミオスジガニは、近年アリアケモドキ近縁の新種として報告された日本固有種で、宮崎県の熊野江川河口と三重県の櫛田川と宮川の河口域からしか知られていない顕著な飛び石的分布を示す稀少種である。本種の生態的知見も遺伝的変異の情報も皆無である。

3. 研究の方法

(1) シオマネキ

既往の遺伝的変異の情報に加え、生態的変異の情報を得るために、沖縄県と徳島県吉野川の本種生息地において年間を通じた集団の体サイズ組成の変化、繁殖活動の季節性、配偶行動様式、雌の抱卵数と卵サイズのデータを収集し、それを既往の有明海の集団の情報と比較した。またその生活史特性における地域間差異を既往の遺伝的変異と関連付けて検討した。

(2) アリアケモドキ

和歌山県富田川、徳島県勝浦川、鹿児島県奄美大島役勝川の3地域の集団について、年間を通じた集団の体サイズ組成の変化、繁殖活動の季節性に関するデータを収集し、繁殖期間や寿命といった生活史特性の比較を行った。併せて、この3地域と北海道、岩手、神奈川、高知、佐賀、熊本の集団の遺伝子解析を行い、地域集団間での遺伝的な類縁関係を明らかにした。

(3) クマノエミオスジガニ

既往の宮崎県熊野江川の集団の生活史特性を三重県の集団のそれと比較するため、三重県宮川において、年間を通じた本種集団の体サイズ組成の変化、繁殖活動の季節性を調べた。併せて熊野江川と宮川の集団の遺伝子解析を行い、両集団間での遺伝的差異を検討した。

(4) ヒメヤマトオサガニ

和歌山、高知、種子島、奄美大島、沖縄県、西表島の6地域の集団について遺伝子解析を行い、地域集団間での遺伝的類縁関係を求めた。また6地域集団の繁殖期についての情報も集め、遺伝的変異と繁殖期の地域間差異との関連をみた。

(5) タイワンヒライソモドキ

静岡、和歌山、高知、熊本、対馬、沖縄島の6地域の集団について遺伝的解析を行い、地域集団間での遺伝的類縁関係を求めた。

4. 研究成果

(1) シオマネキ

沖縄島と徳島・熊本の集団間での繁殖特性の相違が明らかとなった。即ち、繁殖期は日本本土では夏季にあるのに対して、沖縄では、夏季と冬季の2期あること、配偶行動様式においては、本土では、地上でつがいを形成する表面様式と巣穴内でつがいを形成する巣穴内様式がとられるのに対して、沖縄では、表面様式しかとられないこと、そして性成熟達成サイズが、沖縄では本土に比べて小さいことなどが明らかとなった。沖縄島の集団は、遺伝的にも本土の集団と大きくかけ離れており、遺伝的多様性も極めて低いことが、既往の情報として知られており、沖縄の集団は、遺伝的にも生態的にも高い固有性を有していることが示された。

(2) アリアケモドキ

年間を通した野外調査から、本種の繁殖期は、和歌山では春から夏にあるのに対し、徳島と奄美大島では冬から春にあるという大きな違いがあることが明らかとなった。さらに北海道から奄美大島までの9地域の集団の遺伝子解析からは、大きく3つのグループ、即ち太平洋沿岸、北海道・北部九州・瀬戸内海、南西諸島に分かれ、しかもその3つのグループ間の遺伝的相違が極めて大きいことが明らかとなった。

(3) クマノエミオスジガニ

三重県宮川における定期的な野外調査から、本集団の繁殖期、寿命ともに宮崎県熊野江川の集団と同様の特徴を示すことが明らかとなった。しかし遺伝子解析からは、両集団は遺伝的にまったく独立していることが示された。

(4) ヒメヤマトオサガニ

和歌山から西表島までの6地域の集団の遺伝子解析から、日本本土(和歌山、高知、種子島)の集団と南西諸島(奄美大島、沖縄島、西表島)の集団間で大きな遺伝的相違が認められた。またその違いは繁殖期が夏期にあるか冬期にあるかという違いとも関連していることが明らかとなった。

(5) タイワンヒライソモドキ

静岡から沖縄までの6地域の集団の遺伝子解析から、日本本土と南西諸島との間に遺伝的障壁があること、また日本海の対馬の集団は、これら2つのグループとも遺伝的に全く異なる特徴をもっていることが明らかとなった。

以上5種のカニ類の遺伝的変異と生態的変異をまとめると次のようになる。

・トカラ海峡に大きな遺伝的障壁が存在し、それが生態的変異とも連動している。(シオマネキ、アリアケモドキ、ヒメヤマトオサガニ、タイワンヒライソモドキ)

・日本本土内にあっても、太平洋側沿岸と日本海側沿岸で遺伝的にも生態的にも異なる特徴が認められる。(アリアケモドキ、タイワンヒライソモドキ)

・日本本土内でも遺伝的にまったく異なる集団が存在することがある。(クマノエミオスジガニ)

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 20 件)

- ① Aoki, M. & Wada, K., Genetic structure of the wide-ranging fiddler crab *Uca crassipes* in the west Pacific region. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 査読有, 93, 2013, 789-795. DOI:10.1017/S0025315412001178
- ② Aoki, M., Nakagawa, Y., Kawamoto, M. & Wada, K., Population divergence of the sentinel crab *Macrophthalmus banzai* is consistent with regional breeding season differences. *Zoological Science*, 査読有, 29, 2012, 821-826. DOI:10.2108/zsj.29.821
- ③ Miyajima, A., Fukui, Y. & Wada, K., Agonistic and mating behavior in relation to chela features in *Hemigrapsus takanoi* and *H. sinensis* (Brachyura, Varunidae). *Crustacean Research*, 査読有, 41, 2012, 47-58. http://ci.nii.ac.jp/vol_issue/nels/A10988150_ja.html
- ④ Kawane, M., Wada, K., Umemoto, A. & Miura, T., Genetic population structure and life history characteristics of the rare brackish-water crab *Deiratonotus kaoriae* Miura, Kawane and Wada, 2007 (Brachyura: Camptandriidae) in western Japan. *Journal of Crustacean Biology*, 査読有, 32, 2012, 119-125. DOI:10.1163/193724011X615398
- ⑤ Kasatani, A., Wada, K., Yusa, Y. & Christy, J.H., Courtship tactics by male *Ilyoplax pusilla* (Brachyura, Dotillidae). *Journal of Ethology*, 査読有, 30, 2012, 69-74. DOI:10.1007/s10164-011-0296-7
- ⑥ Kawamoto, M., Wada, K., Kawane, M. & Kamada, M., Population subdivision of

- the brackish-water crab *Deiratonotus cristatus* on the Japanese coast. *Zoological Science*, 査読有, 29, 2012, 21-29.
DOI:10.2108/zsj.29.21
- ⑦ Kishino, T., Yonezawa, T. & Wada, K., A rare macrophthalmine crab, *Euplax leptophthalmus* H. Milne Edwards, 1852 (Decapoda, Brachyura, Macrophthalmidae) from Amami-Oshima Island, Ryukyu Islands, southern Japan. *Crustacean Research*, 査読有, 40, 2011, 13-20.
http://ci.nii.ac.jp/vol_issue/nels/A10988150_ja.html
- ⑧ Aoki, M. & Wada, K., Comparison of mating behavior of the fiddler crab *Uca lactea* in relation to density. *Crustacean Research*, 査読有, 40, 51-55.
http://ci.nii.ac.jp/vol_issue/nels/A10988150_ja.html
- ⑨ Hasegawa, H., Wada, S., Aoki, M. & Wada, K., Regional variation in preference for gastropod shell species in the hermit crab *Pagurus filholi*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 査読有, 91, 2011, 893-896.
DOI:10.1017/S0025315410000561
- ⑩ Wada, K., Watanabe, Y., Kamada, M., Function of vertical claw-waving in the fiddler crab *Uca arcuata*. *Journal of Crustacean Biology*, 査読有, 31, 2011, 413-415.
DOI:10.1651/10-3441.1
- ⑪ Wada, K. & Yoshimura, N., Geographical variation in morphological characters of *Ilyoplax pusilla* (De Haan, 1835) (Brachyura: Dotillidae). *Crustacean Research*, 査読有, 39, 2010, 67-70.
http://ci.nii.ac.jp/vol_issue/nels/A10988150_ja.html
- ⑫ Kitaura, J., Wada, K., Fukui, Y. & McLay, C.L., Molecular phylogenetic position of the New Zealand sentinel crab, *Macrophthalmus (Hemiplax) hirtipes* (Jacquinot, in Hombron & Jacquinot, 1846) (Decapoda, Brachyura, Macrophthalmidae). *Crustaceana*, 査読有, 83, 2010, 1315-1326.
DOI:10.1163/001121610X533548
- ⑬ Aoki, M., Watanabe, Y., Imai, H., Kamada, M. & Wada, K., Interpopulation variations in life history traits in the fiddler crab *Uca arcuata*. *Journal of Crustacean Biology*, 査読有, 30, 2010, 607-614.
DOI:10.1651/09-3222.1
- ⑭ 岸野底、木邑聡美、唐澤恒夫、國里美樹、酒野光世、野元彰人、和田恵次、汽水性希少カニ類クマノエミオスジガニ *Deiratonotus kaoriae* とアリアケモドキ *D. cristatus* (ムツハアリアケガニ科) の三重県櫛田川河口域における出現状況、日本ベントス学会誌、査読有、65, 2010, 6-9.
<http://www.benthos-research.info/menujournal.html>
- ⑮ Zayas, Y. & Wada, K., A translocation experiment explains regional differences in the waving display of the intertidal brachyuran crab *Ilyoplax pusilla*. *Journal of Ethology*, 査読有, 28, 2010, 189-194.
DOI:10.1007/s10164-009-0177-5
- ⑯ Hangai, R., Kitaura, J., Wada, K. & Fukui, Y., A new species of *Cyclograpsus* (Brachyura: Varunidae) from Japan, co-occurring with *C. intermedius* Ortmann, 1894. *Crustacean Research*, 査読有, 38, 2009, 21-27.
http://ci.nii.ac.jp/vol_issue/nels/A10988150_ja.html
- ⑰ 青木美鈴、今井秀行、和田恵次、沖縄島におけるシオマネキの新生息地と遺伝的構造、日本ベントス学会誌、査読有、64, 2009, 72-76.
<http://www.benthos-research.info/menujournal.html>
- ⑱ Hasegawa, H., Wada, S., Aoki, M. & Wada, K., Regional variation in shell utilization patterns of the hermit crab *Pagurus filholi*. *Plankton & Benthos Research*, 査読有, 4, 2009, 72-76.
<http://www.benthos-research.info/menujournal.html>
- ⑲ Yamada, A., Furukawa, F. & Wada, K., Geographical variations in waving display and barricade-building behaviour, and genetic population structure in the intertidal brachyuran crab *Ilyoplax pusilla* (de Haan, 1835), *Journal of Natural History*, 査読有, 43, 2009, 17-34.
DOI:10.1080/00222930802478677
- ⑳ Ohata, M. & Wada, K., Are females of *Ilyoplax pusilla* (Brachyura: Dotillidae) attracted to groups having more waving males? *Journal of Ethology*, 査読有, 27, 2009, 191-194.
DOI:10.1007/s10164-008-0110-3

〔学会発表〕(計 15 件)

- ① 和田恵次、汽水域のカニ類がもつ生態的遺传的な地域固有性、南紀生物同好会研究発表会、2012 年 11 月 18 日、和歌山
- ② 福井康雄、マメアカイソガニ *Cyclograpsus pumilio* の形態および生態、日本甲殻類学会第 50 回大会、2012 年 10 月 20 日、熊本
- ③ 宮嶋彩、タカノケフサイソガニとヒメケフサイソガニにおける闘争行動および鉗脚の特徴、日本甲殻類学会第 50 回大会、2012 年 10 月 20 日、熊本
- ④ 和田恵次、西南日本におけるヒメヤマトオサガニの遺伝的集団構造、日本甲殻類学会第 49 回大会、2011 年 10 月 22 日、東京
- ⑤ 川根昌子、汽水性希少カニ類タイワンヒライソモドキの日本沿岸域における遺伝的集団構造、日本甲殻類学会第 49 回大会、2011 年 10 月 22 日、東京
- ⑥ 大島麻里、ハクセンシオマネキ *Uca lactea* 雄の waving は近隣個体の性に影響されるか？ 日本甲殻類学会第 49 回大会、2011 年 10 月 22 日、東京
- ⑦ 和田恵次、ヒメヤマトオサガニの個体間そうじ行動-受け手の拒否・譲歩をもたらす要因-、日本動物心理学会(第 71 回)・日本動物行動学会(第 30 回)・応用動物行動学会/日本家畜管理学会(2011 年度)合同大会、2011 年 9 月 10-11 日、東京
- ⑧ Wada, K., Interspecific difference in the social function of undirected waving display in ocypodoid crabs, The Crustacean Society Summer Meeting, June 8, 2011, Honolulu, USA
- ⑨ 和田恵次、汽水性カニ類アリアケモドキ地域集団間における繁殖期の相違と遺伝的・形態的変異、日本生態学会第 58 回大会、2011 年 3 月 10 日、札幌
- ⑩ 青木美鈴、シオマネキにおける地上活動の地域感差異-沖縄と徳島の比較から、日本甲殻類学会第 48 回大会、2010 年 11 月 14 日、沖縄
- ⑪ 川根昌子、九州東岸と紀伊半島東岸に隔離分布する汽水性希少カニ類クマノエミオスジガニ *Deiratonotus kaoriae* の遺伝的集団構造と生活史特性、日本甲殻類学会第 48 回大会、2010 年 11 月 13 日、沖縄
- ⑫ 笠谷麻美、チゴガニ雄の雌獲得戦術-その成功度と要因、日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2010 年 10 月 10 日、東京
- ⑬ 和田恵次、チゴガニにおける社会行動の地理的変異とその要因、日本生態学会第 57 回大会、2010 年 3 月 16 日、東京
- ⑭ 青木美鈴、シオマネキにおける生活史特性の地域間変異-徳島、熊本、沖縄の比較

から、関西自然保護機構 2010 年大会、2010 年 3 月 7 日

- ⑮ Kobayashi, M., Models of genetic system of the cheliped handedness of a fiddler crab, *Uca lactea*, INTECOL10, Aug. 17, 2009, Brisbane, Australia

〔図書〕(計 1 件)

- ① 和田恵次、東海大学出版会、干潟の絶滅危惧動物図鑑、2012 年、195, 198, 201-204, 207-208, 211-212, 214-215.

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.nara-wu.ac.jp/rigaku/bio/pcecol/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

和田 恵次 (WADA KEIJI)

奈良女子大学・自然科学系・教授

研究者番号：80127159

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし