

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K20488

研究課題名(和文) 東北沿岸の半陸生ガニ2個体群存続に及ぼす防災設備の影響：個体群遺伝構造による解析

研究課題名(英文) Effects of disaster prevention facilities on the persistence of semi-terrestrial crab populations along the Tohoku coast: analysis of population genetic structure

研究代表者

柚原 剛 (Yuhara, Takeshi)

東北大学・生命科学研究科・学術研究員

研究者番号：90772369

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、東日本大震災後の復興事業に伴う護岸工事等で陸域と海域が分断されつつある現在、東北地方太平洋沿岸域を含めた日本列島の半陸生ガニ3種(クロベンケイガニ、アカテガニ、アシハラガニ)を対象に遺伝的な分集団化や局所集団の孤立の可能性を明らかにすることを目的とした。その結果、半陸生ガニ3種の中でクロベンケイガニのみが、東北地方から房総半島にかけての太平洋沿岸地域集団と他地域集団とで遺伝子交流の制限が示唆された。このことから東北地方太平洋沿岸域の個体群維持のためには、クロベンケイガニの生息場である陸域と海域の連続性確保が必要である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本各地の沿岸域に生息しているクロベンケイガニにおいて、東北地方太平洋沿岸の地域集団の遺伝的孤立が示唆された。東日本大震災の津波被害が大きかった東北地方から房総半島にかけての太平洋沿岸では、震災後に多くの防潮堤や護岸が建設されている。したがって、これらの集団を保全するためには、陸域と海域の移動のための継続的な生息地を確保するために、防潮堤のセットバック、アンダーパスやエコロードの建設などの積極的な対策も必要であろう。

研究成果の概要(英文)：The common semi-terrestrial brachyuran crabs, such as *Orisarma dehaani*, *Chiramantes haematocheir*, and *Helice tridens*, inhabited the terrestrial area and spawned in the coastal area, requiring a continuous habitat to maintain their populations. After the seawall construction associated with reconstruction after the Great East Japan Earthquake, the terrestrial and coastal areas were fragmented, making analysis of the population genetic structure of these crabs an urgent issue. Therefore, this study aimed to clarify the possibility of genetic differentiation of local populations of these crabs in the Japanese archipelago. Among the three crabs, only *O. dehaani* showed gene flow restriction between the Tohoku Pacific coast and the other Japanese coasts. Therefore, it is necessary to ensure the continuous habitats in order to conserve the crab populations in the Tohoku Pacific coast.

研究分野：海洋保全生態学

キーワード：個体群存続機構 集団遺伝構造 半陸生ガニ 遺伝的分化 震災復興工事

### 1. 研究開始当初の背景

東北地方太平洋沿岸域では、一部のベントスで地域特有の遺伝子型が報告されており、日本における沿岸生物個体群の遺伝構造を考える上で、最も重要な地域と言える。また、それら局所個体群の遺伝構造は、個体群の成立や存続を考える上でも重要である。本研究が対象とする半陸生ガニ(クロベンケイガニ、アカテガニ、アシハラガニ)は、陸域で生活し、産卵は海域で行うため、個体群維持には陸域と海岸が連続した環境を必要とする。しかし、半陸生ガニの研究は大きく立ち遅れており、特に、東日本大震災後の護岸工事等で陸域と海域が分断されつつある現在、半陸生ガニの集団遺伝構造の解析は喫緊の課題である。そこで本研究では、地域的な遺伝的分化が予測される東北沿岸域の半陸生ガニの遺伝構造を明らかにすることで、その個体群存続機構と震災復興工事の影響を解明する。具体的には、MIG-seq法を用いたSNP情報から、詳細に遺伝的解析を行い、個体群存続の可能性を調べる。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、環境の健全性を指標する半陸生ガニ3種の地域的な遺伝構造の解明である。特に、集団内の遺伝的分化が予測される東北沿岸域の遺伝構造に焦点を当て、そのパターンから上記仮説を検証し、局所個体群の存続機構を明らかにする。各地の局所集団で採集を行いMIG-seq法(Multiplexed ISSR Genotyping by sequencing; 以後MIG-seq記述)を用いて遺伝子型を決定する。これにより、SSRマーカーを用いた従来方法よりも詳細な遺伝構造解析を行う。これらの解析結果から、分布北限域の沿岸生物における遺伝的分化の現状を把握し、震災後の復興工事が東北沿岸域の半陸生ガニに与える影響を評価する。東南海地震など、今後発生が予測される災害の防災に様々なインフラが各地で整備されつつあるが、本研究はその沿岸生物への影響を最小限に抑えるための基盤的な知見も提供できるだろう。

### 3. 研究の方法

2019年と2020年にかけて、日本列島各地の46地点の干潟や塩性湿地で3種類の半陸生ガニのサンプリングを行った。クロベンケイは、東北の7地点と他の14地点で合計184個体を採集した。アカテガニは、東北地方の11地点と他の15地点で252個体を採集した。アシハラガニは、東北地方7地点、他の9地点で151個体を採集した。すべてのサンプルは、-20℃で冷凍保存するか、99%エタノールで保存したのち、室内でDNAを抽出した。そのうちクロベンケイガニでは18地点168個体、アカテガニでは23地点214個体、アシハラガニでは16地点157個体を用いて、MIG-seq法を用いたゲノムワイドSNP解析を行った。得られたSNPを用いてSTRUCTURE解析により日本列島における各種の集団遺伝構造を解析した。

### 4. 研究成果

クロベンケイガニでは、MIG-Seq解析により18の集団から得られた168個体から1249のSNP(一塩基多型)が得られた。クロベンケイガニでのSTRUCTURE解析の結果、クラスターの数が2( $K=2$ )のとき $K=201.570$ と最大になった。このことから、2つの遺伝的なクラスターに分類された(図1)。すなわち、東北地方太平洋沿岸の5つの地域集団(千葉県太平洋側の夷隅川河口から岩手県古川沼まで)と、日本の他の海岸にある13の地域集団が明確に区別された(図1)。

アカテガニではMIG-Seq解析により21集団から得られた183個体から583のSNPが得られた。アカテガニでのSTRUCTURE解析の結果、クラスターの数が2( $K=2$ )のとき $K=6.287$ と最大になった(図2)。この結果からは、アカテガニにおいては、地理的な遺伝的分化はみられなかった(図2)。

アシハラガニではMIG-Seq解析により16集団から得られた145個体から1025のSNPが得られた。アシハラガニでのSTRUCTURE解析の結果

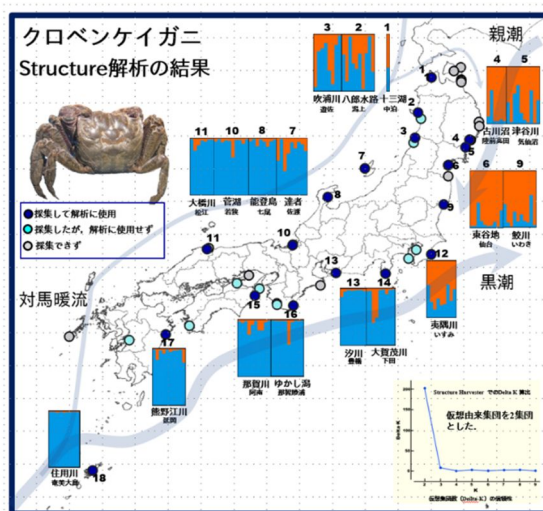


図1 日本列島18集団のクロベンケイガニ168個体を用いたMIG-Seq法により得られた1249SNP情報をもとに、Structure解析により得られた仮想由来2集団が各個体内に占める割合

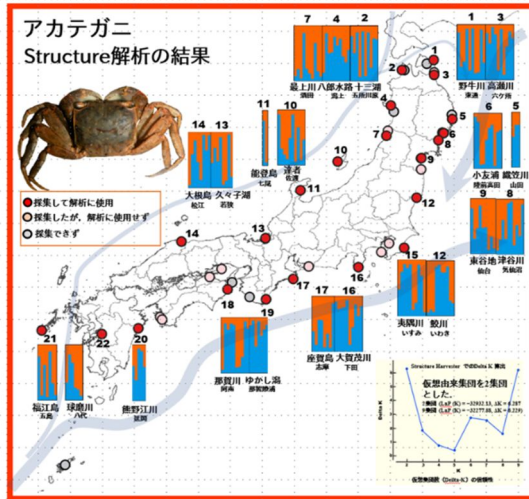


図 2 日本列島 21 集団のアカテガニ 183 個体を用いた MIG-Seq 法により得られた 583SNP 情報をもとに, Structure 解析により得られた仮想由来 2 集団が各個体内に占める割合

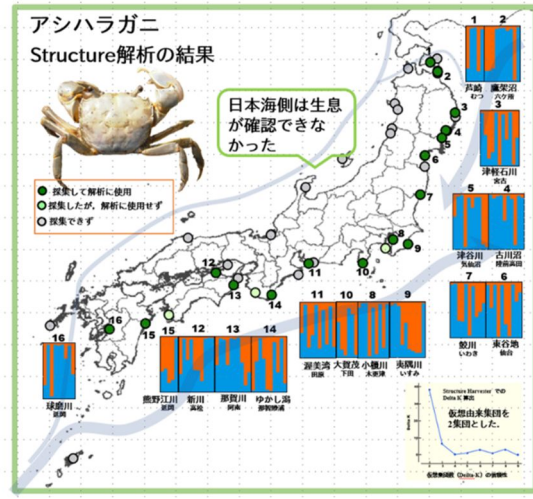


図 3 日本列島 16 集団のアシハラガニ 145 個体を用いた MIG-Seq 法により得られた 1025SNP 情報をもとに, Structure 解析により得られた仮想由来 2 集団が各個体内に占める割合

果, クラスター数が 2 ( $K=2$ ) のとき  $K = 38.865$  と最大になった (図 3). この結果からは, アシハラガニにおいては, 地理的な遺伝的分化はみられなかった. またアシハラガニは本研究では日本海側では生息が確認できなかった (図 3).

本研究で調査した 3 種の半陸生ガニのうち, クロベンケイガニのみが遺伝的分化を示し, 特に東北地方太平洋沿岸域の集団で分化していた. クロベンケイガニの東北地方太平洋沿岸の集団は, 千葉県以南の太平洋沿岸や日本海沿岸の集団からの幼生の加入が少ないことから, 高い近郊係数を示し (図 4), 有効集団サイズの減少が示された. この結果は, 種の分布範囲の辺縁部にある集団の一般的な傾向と一致している. したがって, 東北地方太平洋沿岸域のクロベンケイガニ集団を, その生息地を含めて保全することが少なくとも必要である. 一方, クロベンケイガニよりも浮遊幼生期間が長いアカテガニとアシハラガニでは, 地域集団間の遺伝的分化は検出されず, 日本沿岸全域で遺伝的に均質な集団を形成していた. これらの結果から, アカテガニとアシハラガニの幼生の分散能力は親潮や黒潮の影響を凌ぐのに十分であり, 地域集団間には十分な遺伝子の流れがあることがわかった.

東日本大震災の津波被害が大きかった東北地方から房総半島にかけての太平洋沿岸域では, 震災後に多くの防潮堤や護岸が建設された. 防潮堤は陸域と沿岸域の境界に位置するため, 幼生放仔や幼生加入の際に, 半陸生ガニが移動する際の障害となる. そのため, クロベンケイガニが外部集団からの新規加入が少なくなり, これらの集団の遺伝的分化が加速する可能性がある. クロベンケイガニをはじめとする半陸生ガニを保全するためには, 防潮堤のセットバック, アンダーパスやエコロードの建設など, 繁殖移動のための継続的な生息地を確保するための積極的な対策が必要となる.

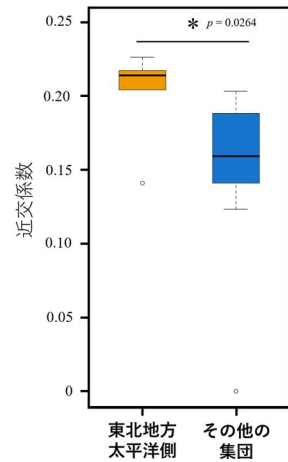


図 4 クロベンケイガニの東北地方太平洋沿岸側の集団 ( $n=5$ ) とその他の集団 ( $n=13$ ) の近郊係数の平均値の比較

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 柚原 剛・鈴木孝男	4. 巻 5
2. 論文標題 秋田県・青森県・山形県における半陸生ガニ3種の分布状況	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 みちのくベントス	6. 最初と最後の頁 13-15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 柚原 剛・内野 敬・鈴木孝男	4. 巻 5
2. 論文標題 北上川河口で確認された絶滅危惧種ベンケイガニ	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 みちのくベントス	6. 最初と最後の頁 7-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 柚原 剛・迫 大希・廣田 峻・松尾 歩・陶山佳久・占部城太郎
2. 発表標題 日本沿岸域に生息する半陸生ガニ3種の遺伝的集団構造
3. 学会等名 日本生態学会 第68回大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------