

## 東邦大学審査学位論文（博士）の要旨

# 論文要旨

氏名 柚原 剛

## 論文題目

東京湾河口域における絶滅危惧ベントスの保全生態学的研究—メタ個体群に基づく地域個体群保全—

## 論文要旨

戦後の埋立による東京湾河口域の干潟や塩性湿地の大幅な減少は、環境依存性の高い種の絶滅危惧・絶滅を招いた。干潟や塩性湿地の復元や再生は、干潟ベントス多様性保全の面で喫緊の課題である。本研究は、干潟ベントスが幼生分散による局所個体群間の交流からなるメタ個体群を形成することを考慮し、閉鎖水域である東京湾を地域的メタ個体群形成空間と捉え、この中に可能な限り広域・網羅的に調査地として設定し、調査研究を行った。そして得られた知見をもとに、沿岸開発が進んだ首都圏沿岸域における干潟および塩性湿地に生息する絶滅危惧ベントスの保全策を検討した。

まず東京湾内の残存する干潟および人工水路の小規模干潟において各種マクロベントスの生息状況を調査し、その群集構造を明らかにした。その結果、小櫃川河口干潟、江戸川放水路、多摩川河口干潟で種数および希少種・絶滅危惧種が多く確認された。また人工的な水路内の干潟においても塩性湿地を伴う所では希少種・絶滅危惧種が多く確認され、人工水路干潟も貴重な生息場として重要な役割を果たしていることが確認された。このことから各種ベントスの生息空間が大きい小櫃川河口干潟、江戸川放水路、多摩川河口干潟など大河川の河口干潟の保全を前提として、人工水路干潟を含めた高潮部や小規模な塩性湿地の保全が、絶滅危惧ベントスの保全に必要であることが示唆された。

つぎに塩性湿地を代表する絶滅危惧ベントス種としてウモレベンケイガニ *Clistocoeloma sinense* を材料として選択し、まず mtDNA を用いた遺伝的集団解析により日本沿岸域での遺伝的多様性や地域個体群間の連結性を明らかにした。その結果、東京湾地域個体群は遺伝的多様性が低く、他地域から孤立した地域的個体群であることが明らかとなった。つぎに東京湾の複数箇所でウモレベンケイガニの生活史や個体群の特性を記載した。その結果、低成長、低繁殖努力を補完する安定生存がウモレベンケイガニ個体群の維持戦略であり、死亡を回避する生息場の安定性が、本種の局所的個体群での生存と繁殖に最も重要な要因であることが示唆された。加えて複数箇所での個体群動態研究から、各局所個体群で再生産および新規加入が確認できたことから、遺伝的集団解析の結果と併せて、各局所個体群が結合して1つの東京湾メタ個体群構造を形成していることが確認された。

最後に、東京湾内の塩性湿地に生息する腹足類と甲殻類の分布状況および、その生息に影響する物理環境要因を検討した。その結果、主にカニ類の絶滅危惧ベントス種の東京湾内での偏在的分布と環境要因との応答関係が示され、湾東岸に偏在分布していた絶滅危惧種ヒメアシハラガニ、クシテガニ、アリアケモドキは低地盤高や高塩分を選好していた。したがってこれらの絶滅危惧種を湾全域分布させるには、湾西岸に低地盤部を伴う塩性湿地を伴う干潟を数多く設置することが望まれる。また湾西岸に偏在分布していた絶滅危惧種ベンケイガニは高地盤高を選好しており、湾全域分布させるには湾東岸域の生息場を潮間帯から潮上帯まで連続性を確保することが望まれる。

幼生分散ネットワークからなるメタ個体群構造を踏まえると、分散着底成功率を高めるため、面積は小規模でも数多くの塩性湿地を沿岸に配置が最適である。このことから東京湾内に残存する塩性湿地の現状を鑑みると、塩性湿地が少ない湾奥と湾東岸の間に位置する千葉市内の小規模感潮河川での生息場の再生とともに、塩性湿地を伴う干潟がほとんどない湾西岸荒川や多摩川などの大河川河口干潟近傍ならびに川崎市や横浜市内での塩性湿地環境の再生が、希少性の高い塩性湿地性ベントス個体群の東京湾での個体群保全として効果的であることが示唆される。

## 論文審査の要旨及び審査結果の要旨

2011 年入学	研究分野 環境科学	氏名 柚原 剛
審査委員	(主査) 教授 大越 健嗣 (副査) 准教授 西廣 淳 (副査) 准教授 鏡味 麻衣子 (副査) 名誉教授 風呂田 利夫 (副査) 奈良女子大教授 和田 恵次	
(論文題目) 東京湾河口域における絶滅危惧ベントスの保全生態学的研究 —メタ個体群に基づく地域個体群保全—		
(論文審査の要旨及び審査結果の要旨) 戦後の埋立による東京湾河口域の干潟や塩性湿地の大幅な減少は、環境依存性の高い種の絶滅危惧・絶滅を招いた。干潟や塩性湿地の復元や再生は、干潟ベントス多様性保全の面で喫緊の課題である。申請者は、干潟ベントスが幼生分散による局所個体群間の交流からなるメタ個体群を形成することを考慮し、閉鎖水域である東京湾を地域的メタ個体群形成空間と捉え、この中に可能な限り広域・網羅的に調査地として設定し、調査研究を行った。そして得られた知見をもとに、沿岸開発が進んだ首都圏沿岸域における干潟および塩性湿地に生息する絶滅危惧ベントスの保全策を検討した。これらをまとめた学位論文は 6 章からなっている。 第 1 章では干潟やそこに生息する生物の特性および人間活動に伴う埋立や汚染などの攪乱の現状を東京湾での事例をあげながら論じ、本研究の必要性を示した。 第 2 章では、東京湾全域スケールでのベントスの生息分布状況を明らかにするため、東京湾内に残存する干潟および人工水路内の小規模干潟でのベントスの生息状況を網羅的に調査し、東京湾では人工水路を含む小規模な塩性湿地に絶滅危惧ベントスが多く生息することを示すと同時に、各調査地点間のベントス種組成の類似性と相違を統計解析を用いて明らかにした。この内容は日本ベントス学会誌 68:16-28(2013)に発表された。 第 3 章では、塩性湿地を代表する絶滅危惧ベントス種としてウモレベンケイガニ <i>Clistocoeloma sinense</i> を材料として選択し、mtDNA を用いて遺伝的集団解析を行うことにより、絶滅危惧種の個体群規模の現状を把握した。九州から東京湾内外で採集した個体から DNA を抽出し、PCR 法により mtDNA の CO I 領域の増幅と塩基配列決定を行い、集団構造を解析した。ウモレベンケイガニのハプロタイプは 9 タイプ検出された。東京湾の全局所集団はハプロタイプ組成が極めて類似し、東京湾内でメタ個体群を形成していると推察された。また東京湾の集団は伊勢・三河湾の集団と遺伝的に分化していた。すなわち東京湾地域		

個体群は遺伝的多様性が低く、他地域から孤立した地域的個体群であることが明らかとなった。これらの内容は PLoS ONE 9(1): e84720(2014)に発表された。

第4章では、絶滅危惧種の個々の種の生態学的特徴を把握するため、東京湾の複数か所でウモレベンケイガニの生活史や個体群の特性を記載した。東京湾5か所での季節別のサイズヒストグラムの結果、新浜湖、玉前緑地の個体数が多く、小櫃川河口干潟、横浜の個体数が少なかった。抱卵はいずれの調査地でも7~9月までみられ、特に8月に盛期を示した。甲幅5mm以下の新規加入個体は6月から10月にかけて確認された。各局所個体群で再生産および新規加入が確認できたことから、遺伝的集団解析の結果と併せて、各局所個体群が結合して1つの東京湾メタ個体群構造を形成していることが示唆された。これらの内容は Plankton & Benthos Research に受理された。

第5章では、東京湾内の塩性湿地に依存的に生息する表在性ベントスの腹足類と甲殻類の現在の分布状況から、その生息に影響する物理・化学的環境要因を検討した。東京湾沿岸部31か所の塩性湿地で、間隙水塩分・底土・ORP値を採集、計測し、地盤高・植生面積を求めた。以上の環境要因を説明変数、各ベントスの在・不在を応答変数とし、GLMを用いた階層分割を行い、各説明変数が及ぼす影響力を検討した。その結果、主にカニ類の絶滅危惧ベントス種の東京湾内での偏在的分布と環境要因との応答関係が示され、湾東岸に偏在分布していた絶滅危惧種ヒメアシハラガニ、クシテガニは低地盤高や高塩分を選好していた。したがってこれらの絶滅危惧種を湾全域分布させるには、湾西岸に低地盤部を伴う塩性湿地を伴う干潟を数多く設置することが望まれる。また湾西岸に偏在分布していた絶滅危惧種ベンケイガニは高地盤高を選好しており、湾全域分布させるには湾東岸域の生息場を潮間帯から潮上帯まで連続性を確保することが望まれることなど今後の展望を示した。

これらをもとに第6章では、高度に開発された東京湾の塩性湿地に生息する絶滅危惧ベントスの保全策を検討した。幼生分散ネットワークからなるメタ個体群構造を踏まえると、分散した幼生の着底による地域的な個体群の形成率を高めるため、面積は小規模でも数多くの塩性湿地を沿岸に配置することが今後必要であることを示した。具体的には、塩性湿地が少ない湾奥と湾東岸の間に位置する千葉市内の小規模感潮河川での生息場の再生とともに、塩性湿地を伴う干潟がほとんどない湾西岸荒川や多摩川などの大河川河口干潟近傍ならびに川崎市や横浜市内での塩性湿地環境の再生が、希少性の高い塩性湿地性ベントス個体群の東京湾での個体群保全として効果的であることを示唆した。

以上の研究成果は塩性湿地依存性のベントスの東京湾での生息の現状を明らかにしたうえで、大面積の干潟の保全だけではなく、これまで注目されてこなかった小面積の塩性植生を伴う干潟の保全、さらにはそれらの造成を含む多数の干潟の連続的な配置が絶滅危惧ベントスを保全するうえで重要であることを新たに示した点で評価される。また、本論文の主要な部分はずでに客観的評価を受けている。これらの研究成果により、申請者は博士(理学)の資格を有することを審査員全員で認めた。

