

研究課題名（和文）

貝は空を飛ぶか？：渡り鳥による貝類の遠距離移動分散仮説の検証

■ 研究の実施状況とその成果

自力では辿りつけぬはずの生物が、生態系に出現する現象が知られている。例えば、太平洋上の火山島にもどういふわけか必ず陸産貝類（カタツムリ）が生息しているが、しかしそれらがどのように絶海の孤島にたどり着いたのかは未だに解明されていない。近年、小型の陸産貝類が鳥類に食べられても消化管の中を生き延び、生きたまま糞として排泄されることが、実験的に示された。すなわち、能動的な移動分散能力が極めて低い陸産貝類が、長距離移動が可能な生物の代表格とも言える鳥類の力を借りて受動的に空を飛んで長距離を移動している可能性が浮上してきた。本研究は、自力では長距離を移動できない陸産・淡水産貝類を対象に、それらが渡り鳥に付随して空を飛び、長距離移動をしているという仮説の検証を目的に行われた。

しかしながら仮説の検証にあたり、太平洋上の孤島を調査地とするのは、陸産・淡水産貝類が島に到達した歴史が古すぎて移動分散の履歴を追跡できないために、不適切である。その点、ノルウェー北部、北緯 80 度に位置するスバル諸島のスピッツベルゲン島は、最終氷期（～1 万年前）まで完全に氷に覆われていたとされており、すなわち 1 万年未満のごく最近ようやく岩盤が露出したばかりの極めて新しい生態系を保持している。それ以外にもスバル諸島がヨーロッパ本土から 200 km ほど沖合に浮かぶ絶海の孤島群であり、さらには毎年何万羽もの渡り鳥が飛来していることから、仮説の検証にあたりこの上ない好条件を有していると言える。スピッツベルゲン島に飛来する渡り鳥のうち、代表的な種については、鳥類の研究者による長年の研究成果から、正確な越冬地も明らかにされている。すなわち、スピッツベルゲン島とヨーロッパ本土（特に越冬地）の貝類の DNA を比較すれば、貝類がどこから導入されたのか割り出すことができるはず、というのが本研究の中核を成すアイデアである。1 万年という時間は、DNA の変異が蓄積するには短すぎ、スピッツベルゲン島の貝類の個体群は、元々の産地の同種貝類の個体群とほぼ全く同じ DNA を持っているとして予測でき、本研究を行う調査地としてスピッツベルゲン島が最適である理由と言える。すなわち、スピッツベルゲン島の生物の移動分散の歴史は、DNA を使うことによって理論上かなり正確に復元することが可能なのである。この計画を実行するため私は、長年に渡ってスピッツベルゲン島の渡り鳥を研究し続けているオランダ・フローニンゲン大学の Maarten Loonen 教授の元に留学し、本研究助成を受けて共同研究を行うことにした。

3 月末に渡欧した私は、Loonen 教授を始め、国内外の多くの研究者との会議を重ねて計画を練り、さらにオランダ国内の鳥類の越冬地において陸産貝類を採集し、周囲の環境を観察し、スピッツベルゲン島で想定される様々な状況を想定した上で、6 月中旬にいよいよスピッツベルゲン島に乗り込んだ。それから 2 ヶ月間もの間、研究基地であるニーオルスンを拠点に毎日のように野外調査を行ったが、結論から言えば、スピッツベルゲン島に陸産・淡水産貝類を見つけることができず、元々の計画に沿って研究を遂行することは叶わなかった。一方で、その代わりとなる代替研究を合計で 3 つも行うことができ、結果的には非常

に生産的な滞在であったと言えると思う。見ず知らずの土地で調査を行うことの困難さは、野外調査の経験豊かな研究者なら理解できるだろう。予想と異なる現実に、また想像を越えた問題に、ほぼ確実に行き当たる。そんな中で研究者に求められるのは、困難に対し臨機応変に対応する柔軟性と、周囲の状況から研究論文になりうる発見を導く知識と好奇心、限られた時間の中で正しくデータを得る論理的な思考能力、そして最後まで成果を諦めない粘り強さであると私は考えている。二度と来られないかもしれない土地での貴重な調査の機会を思えば、一分一秒をも無駄にはできない。非常に高い能力を求められ、かつ毎日気の休まることのない緊張感のある2ヶ月間であった。そんな中で、少なからぬ結果と今後への繋がりを得られたことは、自信を持って伝えたい十分な成果であると思う。

中でも特に重要な成果は、ホンケワタガモという渡り鳥の糞中に見られる海産貝類に関する発見である。ホンケワタガモは毎年3万羽ほども繁殖のためにスバルバル諸島に飛来する、スバルバル諸島を代表する渡り鳥である。2ヶ月間を過ごしたスピッツベルゲン島の研究基地・ニーオスルンの礫浜にも、毎日たくさんのホンケワタガモが羽を休めていた。これまでに訪れたことのない、夏なお雪の降る極北の調査地を観察する日々の中で、礫浜にホンケワタガモの糞がたくさん落とされていることに気づいた。海産貝類を主に捕食するホンケワタガモの糞中には、当然、砕かれた海産貝類の殻が多く含まれていたが、その中にごくわずかに非常によく保存された海産貝類の死殻が含まれていることを私は発見した。先に紹介した、小型の陸産貝類が鳥類の消化管の中を生き延び得ることを示した研究でも、そのアイディアの発端は、野外に落とされた糞の中にまったく無傷で残された陸産貝類の死殻が見つかったことだった。この経緯を鑑み、ホンケワタガモの糞中に見られた良く保存された海産貝類も、陸産貝類の例と同様に、貝類が鳥類の消化管を生き延び、生きたまま糞中に排泄される可能性があると考えた。すなわち、本来の目標としていた陸産貝類を対象とした研究は叶わなかったものの、海産貝類を使って当初の計画と同様の研究を行うことができるはずと考えたのだ。今回の滞在ではまず、ホンケワタガモの糞中に見られる海産貝類の種を割り出し、どのような殻の特徴を持つ貝類が鳥類の消化管内での貝殻の破壊を免れるのかを調べ、長距離移動に耐えうる貝類種とその特徴を特定することを目的とした。

糞中の貝殻を洗い出し実体顕微鏡で観察・種を同定すること、糞の一部からDNAを抽出しそのDNAから貝類種を特定すること、の2つの方法でより正確な糞中の貝類群集の把握に努めることにした。まずは、ニーオスルンの基地に面する礫浜を毎日のように訪れ、109個のホンケワタガモの糞を個別に採集し、それらを顕微鏡観察用とDNA解析用のサンプルに分けて保存した。顕微鏡観察用のサンプルについてはふるいを用いて洗浄したのち乾燥させ、DNA解析用のサンプルについては1cm³程度を切り取りオーブンで乾燥させてシリカゲル中に保存した。洗浄・乾燥した糞中の貝殻片については、スピッツベルゲン島での滞在を終えた9月以降に、Mathias Wegner 博士(ドイツ・Alfred-Wegener-Institut (AWI) Waddenseastation)、Christian Buschbaum 博士(同上)、Christophe Brochard 博士(オランダ・Bureau Biota)の協力を得て、貝類の種同定を行い、直接観察による糞中の貝類群集の把握に努めた。一方、糞中のDNAの解析については、三浦収博士(高知大学)、安藤温子博士(国立環境研究所)の協力を得て、日本へ帰国後の2018年2月以降に実施することになっている。現地での発見から生まれた新しいプロジェクトが、このように多くの人の協力と賛同を得て、技術的・資金的な支援を獲得し、国際的な共同研究にまで至っていることを、現時点での成果としてここに報告したい。

■ 派遣支援期間中の研究発表・受賞・アウトリーチ活動

学会等での研究発表

5. Morii Y*. Researchers and adventures with my snails. In: Svalbard Symposium for the Dutch Team. University of Groningen, Groningen, The Netherlands, 08-01-2018, Oral in English.
4. Morii Y*, Prozorova LA and Chiba S. Phenotypic divergence and convergence of the bradybaenid land snails in Northeast Asia. Naturalis Biodiversity Center @ Dr. Menno Schilthuis's Lab., Leiden, The Netherlands, 06-12-2017, Oral in English.
3. 森井悠太*. Invitation for ecology and evolution in snails. 大阪大学欧州センター（フローニンゲン大学）、オランダ・フローニンゲン、2016年11月29日（日本語）。
2. Morii Y*, Prozorova LA and Chiba S. Predator-prey interactions as the trigger of prey species divergence. The 8th EUROMAL European Congress of Malacological Societies, Kraków, Poland, 09-2017. Oral.
1. Morii Y*, Prozorova LA and Chiba S. Parallel evolution of incompatible anti-predatory defences in land snails. In: Mini-symposium on the occasion of the Ph.D. defence by Cecilia Sandström. University of Groningen, Groningen, The Netherlands, 28-04-2017, Oral in English.