

平成21年 5月18日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19770010
 研究課題名 (和文) 日本のミジンコは本当に空を飛んでいるか：DNA データからの検討
 研究課題名 (英文) Population genetic structure of freshwater zooplankton in Japan
 研究代表者 牧野 渡 (Makino Wataru)
 東北大学・大学院生命科学研究科・助教
 研究者番号：90372309

研究成果の概要：

本研究では、1) 知見の乏しい、我が国の淡水産動物プランクトンの遺伝的多様性を評価すると同時に、2) 動物プランクトンの移動分散能力 (飛翔能力) はタクサ間の生活史特性の違いに応じて変化する、という従来の「漠然とした理解」を検証すること、を目的とした。得られた結果は、1) については、*Sinodiaptomus valkanovi* というヒゲナガケンミジンコのニューゼーランドへの侵入を分子生態学的に確認し、また形態的に識別できない隠蔽種の存在を日本の淡水産動物プランクトンにおいて初めて発見するなどの成果を得た。2) については、ミトコンドリアDNAのCOI領域の塩基配列データからは、移動分散 (=飛翔能力) のタクサ間差が「漠然とした理解 (すなわち飛翔能力がミジンコ類 > ヒゲナガケンミジンコ類 > ケンミジンコ類となる)」と一致する、という当初の仮説を支持する結果は得られなかった。その理由としては様々な要因が挙げられるが、分子進化速度がミジンコ類 < ヒゲナガケンミジンコ類 = ケンミジンコ類、とタクサ間で異なり、それが解析のノイズとなった可能性が考えられた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,500,000	0	2,500,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	270,000	3,670,000

研究分野：生物

科研費の分科・細目：生態・環境

キーワード：

- | | | |
|----------------|------------|-----------|
| (1) 移動分散 | (2) プランクトン | (3) 生活史特性 |
| (4) ミトコンドリアDNA | (5) 分子生態学 | (6) 日本 |

1. 研究開始当初の背景

遺伝的多様性、とりわけ種内系統地理は生物多様性の正確な評価に際して必要であり、我が国でも様々な生物群において知見が蓄積されてきた。しかし水域生態系において低次生産者として重要な役割を担う動物プランクトンを対象とした研究は全く行なわれてこなかった。

この点をふまえ私は、複雑な生活環を示しながらも様々なタイプの湖沼沢で卓越し、日本各地に広く分布しているヒゲナガケンミジンコを対象とし、その生活史特性と遺伝子組成の湖沼間比較を行った。これは淡水産動物プランクトンの遺伝的多様性(種内系統地理)を扱った日本で初めての研究である。

その結果は、分類学的観点(隠蔽種の存在)からも生態学的観点(移動分散能力の評価)からも、我が国の動物プランクトンを正確に理解するためには、DNA情報がもはや不可欠であることを示した。

2. 研究の目的

本研究のゴールは次の2つである。

1) ミジンコ類、ヒゲナガケンミジンコ類、ケンミジンコ類についてDNA解析を行なうことで、各々の広域出現種の遺伝的多様性を記述し、かつ前述した「隠蔽種」が含まれる可能性を検証すること。

2) 塩基配列の地理的変異を種間で比較すると、各種の移動分散能力について検討することができる。

動物プランクトンの移動分散(多くは鳥類などの「運び屋(ベクター)」による移動分散、すなわち「飛翔」)のタクサ間差については、下枠内で説明する「漠然とした理解」が浸透しているが、これを詳細に検討した研究は、実は存在しないのである。

そこで本研究では、上記のタクサ毎に得られるデータを利用して、移動分散(=飛翔能力)のタクサ間差が「漠然とした理解」と一致するか、すなわち移動分散が ミジンコ類 > ヒゲナガケンミジンコ類 > ケンミジンコ類 となるかを確認すること、を第二のゴールとする。

補足：生活史特性と移動分散(飛翔)能力の関係：漠然とした理解

動物プランクトンには休眠卵という、産出後すぐには孵化しない卵を産むものがある。休眠卵には乾燥耐性や消化液耐性があるため、水鳥などのベクターにより新しいハビタットへ運ばれうる、すなわち休眠卵で空を飛ぶ(先行研究により実証済み)。ゆえに休眠卵を産むミジンコ類とヒゲナガケンミジンコ類は、休眠卵を産まないケンミジンコ類よりも大きな飛翔力を持つ。またミジンコ類とヒゲナガケンミジンコ類の生活史戦略の根本的な相違(下表)のため、ミジンコ類の休眠卵産生能力は、ヒゲナガケンミジンコ類よりも高い。以上をまとめると、飛翔能力は ミジンコ類 > ヒゲナガケンミジンコ類 > ケンミジンコ類となる。

3. 研究の方法

(1) 試料採集

本研究の対象となる動物プランクトンは、日本各地で出現・卓越する広域出現種である。これらは過去に出現が記録された湖沼の中から適宜選択した場所で採集・エタノールで固定して実験室に持ち帰る。申請者のこれまでの調査により、すでに多くの地点で採集されているものもあるが、概して西南日本、とりわけ中四国・九州地方のサンプル収集具合がまだまだ不十分であるため、まず中四国・九州地方を中心とした綿密な採集を行なう。またケンミジンコ (*Cyclops*) は他の種類とは異なり冬期間に出現するため、これを目的とした採集を11月以降に各地で行なう。東北地方近隣での採集は、適宜行なう

(2) DNA解析

各々の研究対象種について、ミトコンドリアDNAのCOI領域の部分配列（約1000塩基対）の塩基配列を決定する。COI領域がうまく増幅されない種類が出てきた場合には、COI領域に次いでよく用いられているミトコンドリアDNAの16S rRNA領域や12S rRNA領域の塩基配列を調べて解析に供する。

(3) 系統解析

(2) で得られた塩基配列をもとに系統樹を作成（グルーピング）し、遺伝的分化の程度を確認・種間で比較する。

以上の解析をもとに、移動分散能力の種間比較・タクサ間比較を行なう。本研究課題名「日本のミジンコは本当に空を飛んでいるのか：DNAデータからの検討」に沿った形で説明すると、休眠卵の時期に鳥に付着して移動分散する「空を飛ぶ」種類は：

①その大きな移動能力のため、広範囲から同一のDNA塩基配列が得られ、②種内遺伝構造変異の説明要因としての「個体群間の変異」の寄与率が低下し、③固定指数がゼロに近くなり、④遺伝子流動速度が高くなることが予想される。

このロジックに沿って、本研究の第二のゴールであるタクサ間比較、すなわち移動分散 (= 飛翔能力) のタクサ間差が「漠然とした理解」と一致するか、すなわち飛翔能力が ミジンコ類 > ヒゲナガケンミジンコ類 > ケンミジンコ類 となるかを検証する。

4. 研究成果

本研究では、1) 知見の乏しい、我が国の淡水産動物プランクトンの遺伝的多様性を評価すると同時に、2) 動物プランクトンの移動分散能力（飛翔能力）はタクサ間の生活史特性の違いに応じて変化する、という従来の「漠然とした理解」を検証することを目的と、日本各地で出現・卓越する広域出現タクサ、すなわち、ミジンコ類・ヒゲナガケンミジンコ類・ケンミジンコ類について、ミトコンドリアDNAのCOI領域の部分配列の塩基配列を決定・比較した。またヒゲナガケンミジンコ類とケンミジンコ類については、核DNAのITS領域についても解析を試みた。得られた結果は次のとおりである。1) については、*Sinodiaptomus valkanovi*というヒゲナガケンミジンコのニュージーランドへの侵入を分子生態学的に確認 (Makino, Knox, Duggan, Freshwater Biology, submitted) し、また形態的に識別できない隠蔽種の存在を日本の淡水産動物プランクトンにおいて初めて発見 (Makino and Tanabe, Molecular Ecology,

submitted) するなどの成果を得た。今後は、
遺伝的多様性の種間差を手がかりとして、我が国の淡水プランクトン相が成立した過程について考察する予定である。2)については、ミトコンドリアDNAのCOI領域の塩基配列データからは、移動分散 (=飛翔能力) のタクサ間差が「漠然とした理解 (すなわち飛翔能力がミジンコ類 > ヒゲナガケンミジンコ類 > ケンミジンコ類となる)」と一致する、という当初の仮説を支持する結果は得られなかった。その理由としては様々な要因が挙げられるが、分子進化速度がミジンコ類 < ヒゲナガケンミジンコ類 = ケンミジンコ類、とタクサ間で異なり、それが解析のノイズとなった可能性が考えられた。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計2件)

1) 牧野渡. ヒゲナガケンミジンコmtCOI塩基配列の「中途半端な」種内変異. 日本生態学会盛岡大会. 2009年3月21日. 岩手県立大学 (盛岡市) .

2) 牧野渡. 日本におけるSinodiaptomus属ケンミジンコの分布と遺伝的分化. 日本陸水学会札幌大会. 2008年10月11日. 岩手県立大学 (盛岡市) .

6. 研究組織

(1) 研究代表者

牧野 渡 (Makino Wataru)
東北大学・大学院生命科学研究科・助教
研究者番号: 90372309