

## Chapter 8 : Local Interactions and Local Dispersal in a Zooplankton Metacomunity

黒江 (東大・多様性)

### Introduction

パッチの質の不均一性とパッチ間の分散率はメタ群集に影響する主要な要因である。この章では要因の強さが、メタ群集レベルよりも局所動態レベルのものが強く働くような、パッチ環境に異質性が存在するシステムを扱う。

De Maten 湖沼群 (33 個の大小の湖沼からなり、河川のつながりにより 3 水系に分類)

局所群集構造に影響する要因：局所環境と分散率

以下の仮説に基づき群集構造を決定する要因を野外パターンと実験により検証

Q1. 局所要因とメタ群集レベルの要因の相対的な重要性は？

Q2. コネクティビティは局所動態の同調性をもたらしているか？

Q3. 局所プロセスと分散が群集構造の決定要因になっているか？(mass effect の検証)

□調査項目

目的変数：種多様性、プランクトン密度

環境変数 (池間でのばらつきが大きい→[Fig.8.1](#))：透明度、クロロフィル a 濃度、魚類のバイオマス、沿岸の大型草本の有無、面積、栄養塩濃度、pH、電気伝導率、酸素濃度

コネクティビティ：河川の長さ (個体による受動的な分散)、パッチ間の直線距離 (鳥などによる能動的な分散) の 2 タイプに関してそれぞれ 3 つのスケール (直接連結/同水系/メタ群集) を設定。

### Question1 : What is the relative importance of local (species sorting) and regional (mass effect) variables?

□ 方法

各池のプランクトン密度と cladoceran の種多様度を定量化。

プランクトンの種多様性への局所と空間の変数の影響を調べる (重回帰式による偏回帰分析)。

プランクトン密度への局所と空間変数の影響 (RDA：正準相関分析)。

□結果と考察 [fig.8.2](#)

- ・プランクトン密度…空間変数は、直結する池間でも水系クラスター内でも有意
- ・種の多様性…空間変数は有意ではない

他の実験でも、分散率や栄養塩を操作したときに、種密度と多様性では異なる傾向が見られ、局所的な種多様性にはコネクティビティは関係しておらず、abundance に対する影響を検出した。

- ・ species sorting は常に有意 (例外あり) で純粋な効果は常に空間変数より大。

### Question2 : Do the ponds show temporal coherence? 同調性が存在するか？

同調性：環境の空間的自己相関 or 分散 or 両要因、により生じる。同調性が、直接連結している池間でより強いときは分散による可能性が大。←群集構造に対する Mass effect の影響を検出！！

□方法

人為操作により環境の空間的自己相関をなくし、直接連結のない池よりも連結のある池の方がシンクロするかどうかを検証。総当りでの池間の相関係数と直結している池間の相関係数を比較。プランクトンの abundance データには主成分分析を適用。

## □ 結果と考察

密度 **Fig.8.3a**…第1主成分はメタ群集レベルの同調性←同調性と直接的な連結との間には相関なし！

種多様度 **Fig.8.3b**…上流のグループで同調性が明確、下流グループでは検出されず（掘った時期の違いによるもの）。

クロロフィル a **Fig.8.3c**…同一グループ内での相関は、クロロフィル a と cladoceran で明確に検出された。

メタ群集レベルの同調性はメタ群集の動態の決定要因⇔局所レベルの群集構造や分散は環境の自己相関によるもので同調性には関係ない。

- ・季節性による違いは分離できず

### Question3: Do local processes and Dispersal have a deterministic effect on zooplankton community structure in this system?

分散の影響が環境要因の違いによって変わるかどうかを実験により検証

□方法：エンクロージャーによる操作実験（N=15）

操作する要因：魚による捕食(なし/2 個体)×大型草本による被陰(なし/5 個体) ←4 パターンに対して池 12, 13 のプランクトンを混合して投入（各 N=3）、+魚なし被陰なし（池 12 のみのプランクトン群集）

□結果と考察（25 日間放置後）

- ・操作要因によってプランクトン密度と種多様度が異なった **Fig.8.4,8.5**。
- ・RDA の第1軸：魚の有無、第2軸：被陰植物の有無。→局所環境が重要な要因！

#### *Does dispersal influence community structure?*

実験結果は局所環境の変数の重要性を強調するものであったが、分散の影響があることも明らかとなった（種数が  $RC > NN$  ←分散の効果を示唆 **Fig.8.5**）。分散率は局所群集の収容力に強く影響している。

#### The relationship between observational and experimental data

実験により分類された4タイプの群集は局所スケールでの群集構造のプロトタイプにあたる。実際に観察される群集構造は、大型植物による被陰と魚による捕食の程度によってこれら4種を混合したものとなる（12, 13の池ではすでに実証済み）。

- ・プランクトンの相対密度あるいは種多様性と、局所環境の関係性

96、97年と98年は傾向が異なる（環境変数の説明力が下がりしかも純粋な効果が有意でない）。98年だけ池がにごっていて、プランクトンに対して環境変数の説明力がさがった。

- ・96年に観察された3タイプの群集の違いも説明可能

透明な池—魚なし、植物あり。不透明な池—魚あり、植物なし。中間的な池—魚あり、植物ありのプロトタイプと対応。

#### The Zooplankton metacommunity structure of De Maten: Putting it all together

・主要な要因は、パッチの不均一性と分散率の2点（野外研究で各パラメータが与える影響に着目）。

・局所密度は局所環境とコネクティビティに影響を受けていた＝「群集構造は、species sorting と mass effects の影響を受ける」

・操作実験によって、魚による捕食と植物による被陰を分離→群集構成に大きく影響しており、野外の群集のパターンと一致。

⇒局所環境に異質性があるとき、局所群集構造に mass effects は影響していないことを明らかにした。

- ・直接の連結性と関係のない同調性は、何かしらの局所プロセスによる影響を示唆。
- ・ species sorting > mass effect (分散が十分だから)。下流の種が上流の池にも出現←移動分散の影響？

### Conclusions

・他の湖沼群に比べるとコネクティビティが高い（空間スケールが小さく、また洪水や河川という直接のリンクが存在する）。→mass effect はほとんど検出されず。種の出現には池の環境がもっとも影響（species sorting > mass effect）。

De Maten では、分散は各局所群集に到達するのに必要な前提である。到達した先で、種間相互作用により異なる環境にも適応できる種構成に淘汰される。しかし、分散の程度が強いと群集は均一化し、分散率がある程度であると、局所の species sorting が強力になることが示唆された。

次のステップは？

- 1) 実験的に分散率を操作することで、mass effect が群集構造を変える程度を定量化。
- 2) このシステムのモデル化により、mass effect を促進するのに必要な理論的分散率の決定。
- 3) 2で算出した分散率と他の池間での実際の分散率との比較。