

11.1 Introduction

群集生態学に欠けている2つの点

(i) 定量的予測のための一般的・メカニスティックな原則の不足

(ii) 均一な集団を仮定し、進化を無視してきた

進化は短期間で起こりうる。進化を考えることで、群集動態を予測できるかも

11.1.1 Bridging the gap between evolutionary biology and community ecology

群集生態学と進化生物学の統合：「進化群集生態学」

→共通基準の欠落

1. ある種の遺伝的多様性・表現型可塑性が群集構造に与える影響

2. 種多様性・群集構造がある種の遺伝的多様性・表現型に与える影響

*ここでは、マクロ進化は取り扱わない（群集系統学・群集の共多様化）

11.2 Evolutionary biology: mechanisms for genetic and phenotypic change

(I) 遺伝的変異の維持

(II) 変異から個体群が受ける恩恵

11.2.1 Benefits and maintenance of genetic diversity at the population level

突然変異はほとんど有害→安定化選択により除かれる

中立な変異でも遺伝的浮動によりやがて失われる

変異は個体群の絶滅リスクを減らすために維持される (?)

(a) 「絡まり合った土手」仮説 (Cf. Darwin 1859)

ニッチの少しずつ異なる個体→競争が少なく、全体として多くのエネルギーを獲得

(b) 「赤の女王」仮説 (Cf. van Valen 1973)

遺伝的多様性が感染・天敵のリスクを減少させる

e.g., アマモ (生産量：図 11.1)・アカガエル (幼生の生存率)・ミジンコ (侵入成功)・セイタカアワダチソウ (うどん粉病感染)

11.2.2 The source and nature of genetic variation

遺伝的多様性：遺伝子型の数として扱われる

遺伝的変異が（自然選択の働く）表現型変異に反映されるか？

実は、中立な遺伝マーカーは量的遺伝変異を反映していない ($r = 0.217$)

11.2.3 The relationship between genetic and phenotypic diversity

表現型多様性 \neq 遺伝的多様性

表現型可塑性：ある遺伝子型が環境条件の変化に応じて別の生理的・形態的表現型を作り出す事 (e.g., 植物の防御物質・対捕食者誘導防御)

反応基準 (図 11.2)：変動環境に対する条件付き戦略

canalization (運河化)：普通の状況だと同じに見えるけど、極端な状況に置かれると隠されていた違いが出る (図 11.2b)

11.3 Proof of principle: community properties result from genetic identity and selection at the level of individual organisms

延長された表現型 (Dawkins 1982) (?)

種間の違いに匹敵するほどの種内多型

- ・ 植食者に対する植物の防御能力を決める二次化合物
- ・ 両生類の対捕食者防御
- ・ サンゴの褐虫藻の耐熱性
- ・ マツヨイグサ：節足動物群集の 40% を遺伝子型で説明
- ・ ポプラ：リターの分解が遺伝子型で決まる
- ・ アーバスキュラー菌根菌：遺伝子型 \rightarrow 植物の成長速度
- ・ 可塑的な化学物質 (グルコシノレート) の量 \rightarrow 植食者・寄生者・二次寄生者

Cf. 群集・生態系遺伝学 (community/ecosystem genetics) Whitham et al. (2006) *Nat Rev Genet*

11.4 Effects of genetic and phenotypic diversity on community composition and species diversity

群集の特徴 \propto 遺伝的多様性だけではだめ

生態的・遺伝的要素の相対的重要性と、相関のメカニズム

(A) 種多様性と群集の生産性・安定性

(B) 種内多型

11.4.1 Effects of genetic diversity on community functioning

植物の遺伝的多様性 \rightarrow 利用できる資源量が増加する

遺伝子型多様度 \rightarrow 群集の指標 (e.g., 生産量・侵入抵抗性・分解率)

サンプリング効果のみでなく、相補性原則

地上群集の植物遺伝的多様性が注目されてきたが、植食者・土壌生物の研究も必要
単なる遺伝子型数だけでなく、実際の遺伝的分化や形質の機能的分化も調べるべき

11.4.2 Diversity begets diversity?

(1) 「多様性が多様性を呼ぶ」仮説

種内変異が関連する動物群集の種多様性を増加させる

(2) 「より多くの個体」仮説

生産量が上がり、競争が激化して競争排除が起こる

実験では、節足動物の量・多様度 \propto 植物の遺伝子型多様度
e.g., セイタカアワダチソウの上の昆虫群集 (図 11.3)

(2)の弱点：キーストーン種の遺伝的変異しか考えていない

暫定的結論：種内の遺伝的多様性は種多様性の減少率を下げる

11.4.3 Phenotypic diversity is also important for community diversity and composition

遺伝子型間の非相加的効果は予測できるか

facilitation or inhibition は群集プロセスに影響する形質の機能的相似度に依る？

似ていなければ facilitation (マイクロコズム実験)

群集動態は個体の形質から予測できない←可塑性を考えていない

環境の変化が種間相互作用を変える「形質媒介相互作用」(図 11.4)

遺伝子 \times 環境 (G \times E) 相互作用 \rightarrow 2種と環境の3通り (G \times G \times E) 相互作用 (図 11.5)

e.g., 相互作用している種が化学コミュニケーションにより、互いの表現型を変化

11.4.4 Phenotypic plasticity and invasive success

可塑性でニッチ幅が広がれば、侵入成功 \rightarrow 外来種はより可塑的か

11.5 Effect of community composition on the genetic and phenotypic diversity of single species

今までの話は、進化 \rightarrow 群集/群集 \rightarrow 進化の影響は？ (図 11.5)

(ア) 「多様性は多様性を呼ぶ」仮説

種多様性 = 多様化選択 (e.g., タンポポと競争者)

(イ) 逆の仮説

多様な群集は、ある種がそれまでとは別のニッチを使う事を制限する

ヤグルマギクの侵入による在来種の遺伝的変異の変化

外来種が侵入→方向性選択により遺伝的変異が減少／多様化選択により増加

11.6 Future directions

・ 遺伝的多様性・表現型可塑性→群集構造

・ 種間相互作用・群集の種構成→進化的変化

遺伝的に多様な種は群集でより長く存続するか

群集構造がどの程度選択を引き起こし、生態的種分化に至るか

1. 栄養段階と遺伝的多様度の関係

2. 可塑性と群集多様性の関係（可塑性と適応度・可塑性と遺伝的多型の効果の違い）

最近の文献

大串・近藤・吉田（編）進化生物学から迫る．シリーズ群集生態学2．京都大学学術出版会

Berg MP, Ellers J (2010) Trait plasticity in species interactions: a driving force of community dynamics. *Evolutionary Ecology* **24**: 617-629

Bolnick DI, Amarasekare P, Araujo MS, et al. (2011) Why intraspecific trait variation matters in community ecology. *Trends in Ecology and Evolution* **26**: 183-192

Ellner SP, Geber MA, Hairston NG (2011) Does rapid evolution matter? Measuring the rate of contemporary evolution and its impacts on ecological dynamics. *Ecology Letters* **14**: 603-614

Gravel D, Bell T, Barbera C, et al. (2011) Experimental niche evolution alters the strength of the diversity-productivity relationship. *Nature* **469**: 89-92

Matthews B, Narwani A, Hausch S, et al. (in press) Toward an integration of evolutionary biology and ecosystem science. *Ecology Letters*

Schoener TW (2011) The newest synthesis: understanding the interplay of evolutionary and ecological dynamics. *Science* **331**: 426-429