

### **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