

生態科学 2006.7.3

「地球規模で見る生物多様性」

椿 宜高
生態学研究センター

講義内容

1. 生物多様性とは
 α 多様性と β 多様性
2. 生息場所の類型
3. 外来生物は多様性をどう変えるか

1. 生物多様性とは

生物多様性条約(1992)における定義

すべての生物（陸上生態系、海洋その他の水界生態系、これらが複合した生態系その他生息又は生育の場のいかんを問わない。）の間の**変異性**をいうものとし、**種内の多様性**、**種間の多様性**及び**生態系の多様性**を含む。

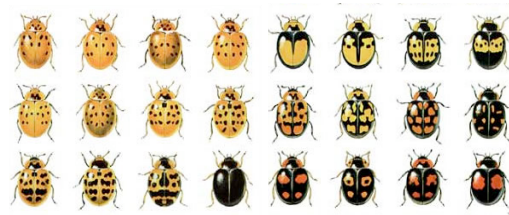
種の多様性

場の多様性

遺伝子の多様性

生物多様性条約の締結は、生物多様性の減少が人間の生存を脅かしていることに、人類が共通認識を持ったことを意味する。最大の問題は、先進国の生活基盤が途上国の生物多様性に依存しているにもかかわらず、その利益が先進国有利に分配されていること。

テントウムシ *Harmonia axyridis* 斑紋の遺伝的個体変異



種の多様性



場（生態系）の多様性



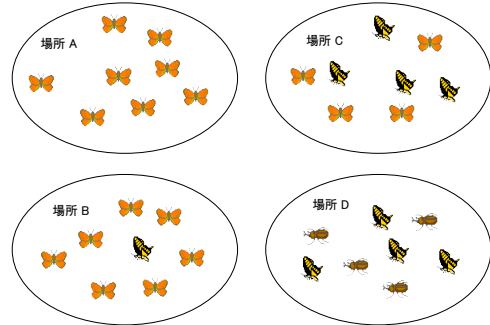
3つの多様性の関係は？

遺伝子の多様性

種の多様性

生態系の多様性

どの場所が最も多様性が高いと感じるか？



比較の際、無意識に使っている尺度

- AとBの比較：種数
- BとCの比較：種あたり個体数（均等性）
- CとDの比較：遺伝的距離

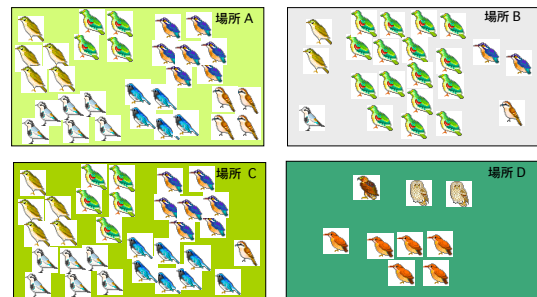
種多様度：種数と均等性を組み合わせた指数

Shannon-Wiener 関数

$$H' = -\sum_i \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

保全の意思決定

4つの場所のうち、2つを保護区にする資金がある場合、どこを選ぶべきか？



このとき使った尺度

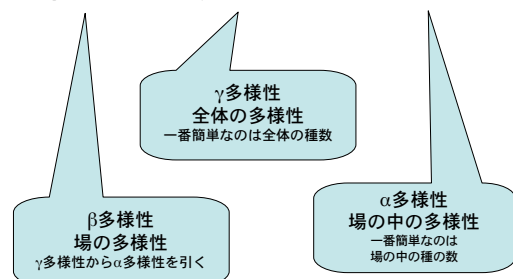
場所間の類似性
(場所の固有性)

全体の多様性を大事にするなら、場所内の多様性だけでなく、場所の固有性も考えるべき

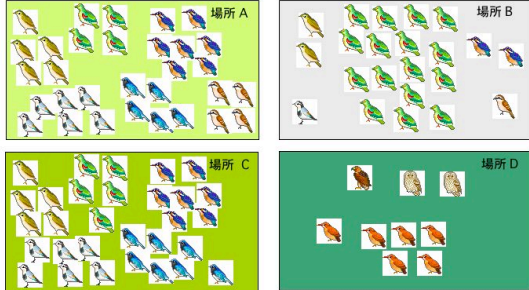
場所内の多様性： α 多様性
場所間の多様性： β 多様性
全体の多様性： γ 多様性

$$\gamma = \alpha + \beta$$

β 多様性 = γ 多様性 - α 多様性



多様性の評価



α の平均=4.75, γ =9, β =4.25
 AとCを残した場合、 α の平均=5.5, γ =6, β =0.5
 AとDを残した場合、 α の平均=4.5, γ =9, β =4.5

α 多様度と β 多様度

どちらが重要かは空間の大きささだい

世界中で約6000種のトンボが記録されている。
 日本からは201種（過産種を除く）。

近畿各県の記録種数

京都	95
滋賀	93
大阪	93
兵庫	94
奈良	89
和歌山	87

種組成はどの県もよく似ており、県の固有種はいない。つまり、 β 多様度は小さい

日本全体とアメリカ合衆国（463種）を比較すると、共通種がほとんどなく、 β 多様度が大きい。

2. 生息場所の鑄型

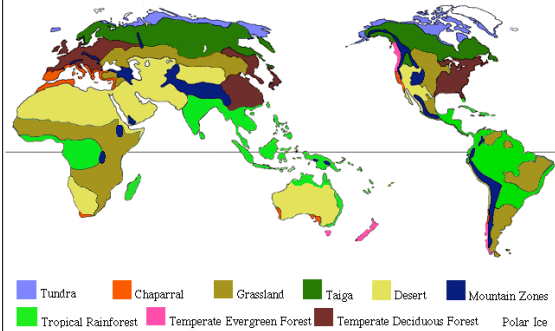
生物が棲息する環境条件には地球規模の鑄型構造がある

地球規模でみると生物多様性のおおかたは「鑄型の複雑さ（気候条件と地理的隔離）」による

ほとんどの生物地理学的パターンは個々の生物が鑄型に対して適応し、進化し、移動し、あるいは絶滅した結果

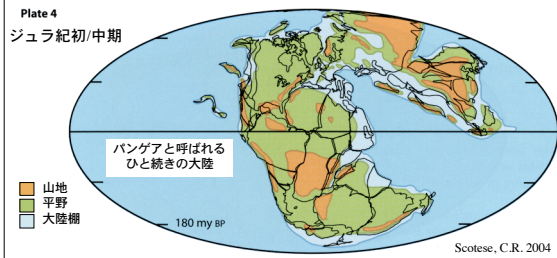
その中には、個々の生物間の相互作用も含まれる（競争、共生、食性、捕食、寄生など）

鑄型の要素としてのバイオーム

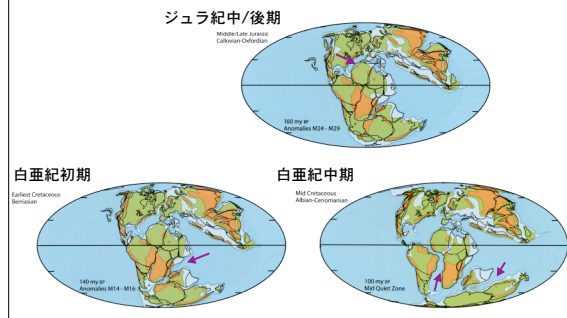


鑄型はどう作られたか

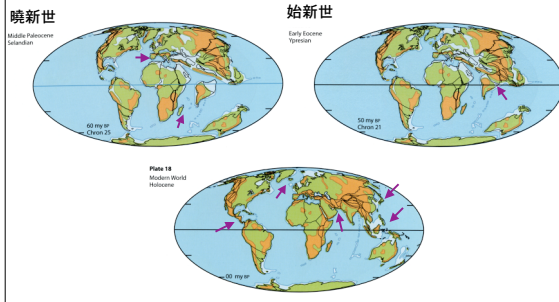
ウェーゲナーの大陸移動説



ジュラ紀中期から白亜紀まで



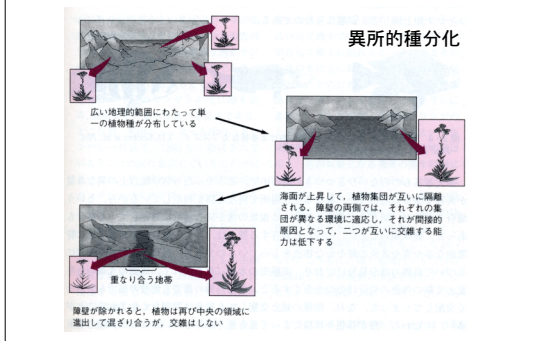
新世代から現在まで



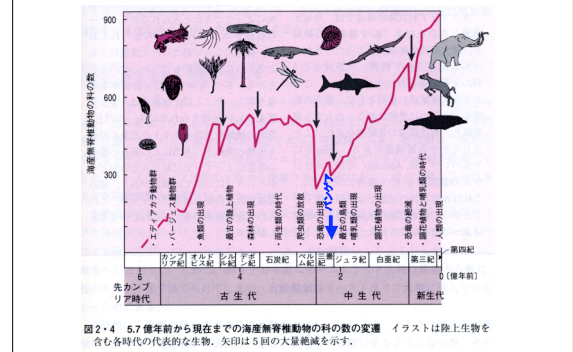
大陸移動によって生物の集団は分離と融合を繰り返した



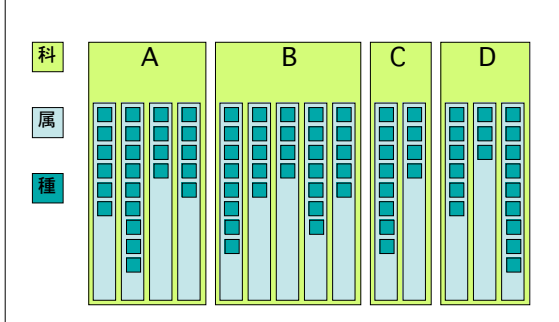
新しい種が生まれるおもなメカニズム



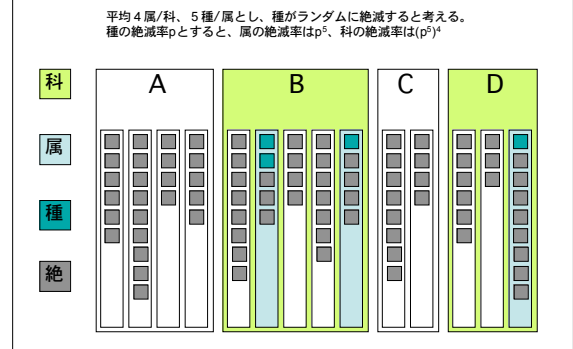
種の爆発的増加と大絶滅



(余談) 科の数が半減するとは？



科の数が半減するとは種が97%絶滅すること



数千万年の時間スケールでは
鑄型はダイナミックに変化したが、

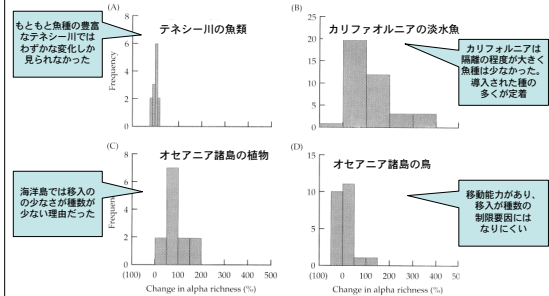
人類の生存期間（50万年）から見る
ときわめてゆっくりしていた

しかし、産業革命以後、鑄型が急速に変わりつつある。

1. 地球の温暖化
2. 土地の開発
3. 外来生物：人為的な生物の大陸間移動

3. 外来生物は種多様度をどう変えたか

α多様度の場合



結果を解釈するための 予備知識として「島の生物地理学」の概略

MacArther and Wilson (1967) "The theory of island biogeography"

Arrheniusの曲線

ある群集の調査で、調査面積を増やしてゆくと、初めは種数の増加が大きいが、次第に小さくなる

$$S = CA^Z$$

$$\log S = \log C + Z \log A$$

S : 種数, A : 面積

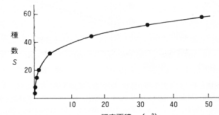


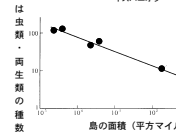
図 14-1 マダガスカルにおける植物の種数・面積曲線。曲線は式(14-1)による (原田・佐田, 1955)。

MacArther and Wilsonは島の面積とその島にすむ生物の種数にもこの関係が成り立つことを示した。

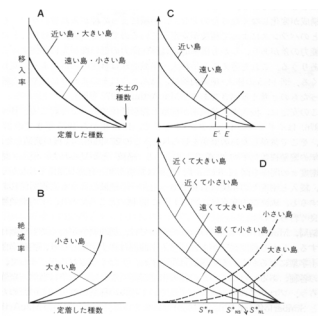


$$S = CA^Z$$

Zは約0.262でほぼ一定



ただし、これは諸島と大陸との距離がだいたい等しい場合

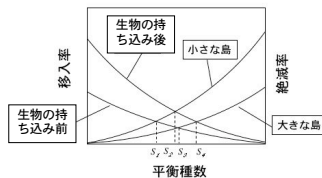


MacArtherらの説明：島の生物種数は「平衡状態」にあつて島への移入と絶滅のバランスによって維持されている

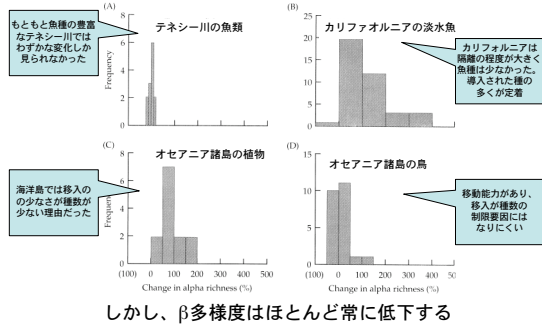
図 14-5 MacArther and Wilson (1967) の島の種数平衡説の図解。A：移入率は島の面積の増加とともに減少し、移入率の全額が定着したときゼロとなる。B：絶滅率は定着種数の増加につれて上昇する。C：移入と絶滅のバランスのとれたEが平衡種数である。D：島の遠い場合。D：島の大きさ(大L, 小S)と距離(近いN, 遠いF)による平衡種数S*の値。詳しい説明は本文参照。

島への生物の持ち込み

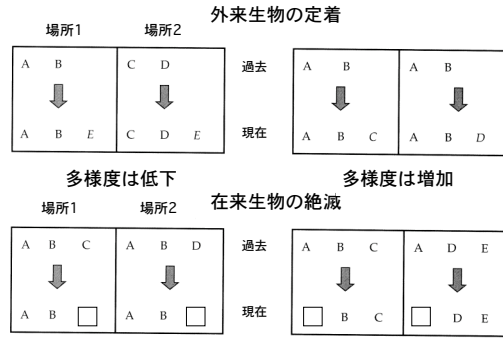
継続的な外来生物の持ち込みは、人為的に移入率を上げることになるので、平衡種数を増加させる効果がある



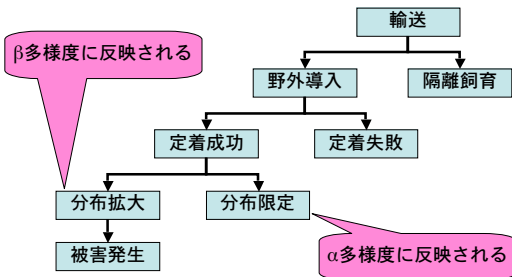
生物導入はα多様度を上げることが多い。



β多様度が変化するケース



外来生物の定着過程



外来生物が厄介なわけ

病気の伝播
農業、林業、漁業への被害
家屋被害
騒音
在来種の絶滅
.....

自分で勝手に増える
殺虫剤抵抗性が進化しやすい
被害に気づくまで時間がかかる
物資輸送は近年ますます増加
情報が少ない

α多様度はそれほど重要ではない

β多様度を低くする外来生物が危険

外来生物の導入は多くの場合、場所内 (local area) のα多様度を大きくするが、地域内 (region) のβ多様度を下げる。つまり、どの場所も同じ生物相になる方向性。

エピソード

「今世紀初めには、インドだけでも少なくとも3万種以上の土地固有のコメがあったと思われる。」

水田の多くが小麦畑に変わり、たった一種の小麦が、1983年にはバンラデシュの小麦畑全体の67%を、翌年にはインドの小麦畑の30%を埋め尽くした。

遺伝子工学などによって改良された作物には知的所有権が認められるのに対し、途上国の農民の伝統品種には権利が認められていない。



侵入生物はまだまだ増える

- 260,000 種の高等植物のうち、10% は侵入生物として成功しうる
- つまり 26,000 種が潜在的な侵入雑草
- 雑草の既知種数 10,000 種
- そのうち4,000種が大陸間の異動を終えている。
- 残る 22,000 種が新しい侵入雑草の候補

Rapaport, 1991 as cited in Reichard and White

一般法則として分かっていること

- 大陸間の貿易で生物の混合が大規模に引き続けている
- 混合は意図的な場合と非意図的な場合がある。
- 生物の多様化につながる場合と貧弱化につながる場合がある。
- 外来生物の一部だけが侵入生物になりうるが、その被害は非常に大きい可能性が高い。
- 侵入生物の候補はあらゆる分類群にあり、あらゆる大陸から入りうる。

意図的導入	非意図的導入 (含事故)
作物の種子 牧草の種子 ペット 観賞用水草 生物防除用天敵 植林用樹木 魚や狩猟動物の放逐	材木輸入 タイヤ 家畜の飼料 家畜が運ぶ病原生物 食物への混入 観葉植物 バラスト水 密航者 (例: ネズミ、クモ)