

# 12 物种形成和灭绝

---

王强

December 25, 2024

南京大学生命科学学院

# Outline

12.1 物种概念

12.2 物种形成的方式

12.3 物种的灭绝

## 12.1 物种概念

---

## 12.1.1 什么是物种

迄今为止没有一个定义能够令所有的博物学家都满意; 然而每个博物学家在谈论物种时都隐约知道他所指的是什么.

— 达尔文《物种起源》

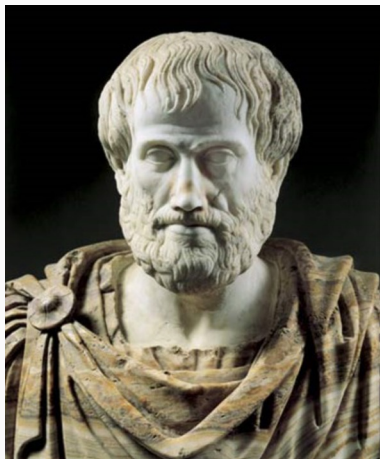


Figure 1. 亚里士多德 (Aristotle), 384–322 BC, 分类学之父

**亚里士多德的物种** 物种是真实存在的事物, 具有其本质特征. 人们能够清楚地将一个物种与另一个物种区分开来, 不同物种相互之间不重叠并可进行比较.

1. 本质主义
2. 分类
3. 变化与不变
4. 目的论

《动物志》和《生物学》



Figure 2. 恩斯特·迈尔 Ernst Mayr, 1904–2005

是分类单位, 也是客观存在.

**物种** 是互交繁殖的自然群体, 一个物种和其他物种在生殖上互相隔离.

- 同一物种的个体共有**一个基因库**.
- 目前已识别的生物种类超过200万个, 预计还有1000万到3000万种待发现.



区分物种的主要根据是有无生殖隔离

- 但根据形态特征进行物种鉴定不但有效, 而且方便.
- 无法判断有无生殖隔离的情况:
  - ▶ 化石 (古生物)
  - ▶ 只进行无性生殖的生物 (细菌等原核生物)

## 12.1.2 生殖障碍造成物种分化

### 生殖隔离的原因

#### ■ 合子前障碍:

- ▶ 繁殖期不同
- ▶ 生境不同
- ▶ 表型差异
- ▶ 配子隔离

#### ■ 合子后障碍:

- ▶ 杂种不活性
- ▶ 杂种不育性
- ▶ 杂种崩溃



Figure 3. 马, 驴和骡

## 12.1.3 空间上不连续, 时间上是连续的

- 生殖隔离使物种与物种之间在空间上 (genetics) 是**不连续的**
  - ▶ 物种间的不连续性使群体遗传结构保持**相对稳定**
  - ▶ 个体基因型在有性生殖情况下不能稳定地传递到后代  
— 个体基因型的**不稳定性**

**生态位 (niche)** 一个物种在生态系统中的位置, 作用和功能.

**稳定与不稳定的辩证关系是生命及其系统生存和发展的基础.**

■ 物种之间的界限并非总是十分明确.

- ▶ 亚种: 有遗传差异但无生殖隔离.
- ▶ 山雀有 3 个亚种: 小山雀, 南山雀, 大山雀, 小山雀与大山雀之间已有生殖隔离, 但由于南山雀的存在而使该生殖隔离不完全.
- ▶ → 渐变群 (cline): 形成中 (不完全) 的种

- 每一个分类群的物种都有共同来源 — 时间上的**连续性**

亲缘关系的纽带将各个物种连接起来, 因此, 物种之间存在着历史的或时间上的连续性.

**非常重要:** 对物种认识的时空观 (空间上的不连续和时间上连续性)

## 12.2 物种形成的方式

---

## 12.2.1 地理隔离条件下的物种形成

Porto Santo 岛上欧洲家兔的进化: 15-19 世纪.

- 迁徙地与原地不尽相同, 由于自然选择的作用, 迁徙群体的遗传结构朝着适应地环境条件的方向变化.
- 群体间的遗传差异积累到物种间的遗传差异 — 隔离是重要条件.
- 遗传漂变 (genetic drift)



## ■ 物种形成需要隔离

- ▶ 迁徙群体的遗传结构, 表型性状, 生态位等方面在新环境条件下出现变化 — 环境阻隔 — 遗传差异积累 — 生殖隔离

## ■ 生殖隔离与自然选择

- ▶ 生态位显著不同的 2 个种群, 其杂交后代的适应性发生变化将推动 2 个种群间产生生殖隔离
- ▶ 地理隔离 — 差异积累 — 自然选择淘汰产生不能适应的杂种的个体 — 生殖隔离

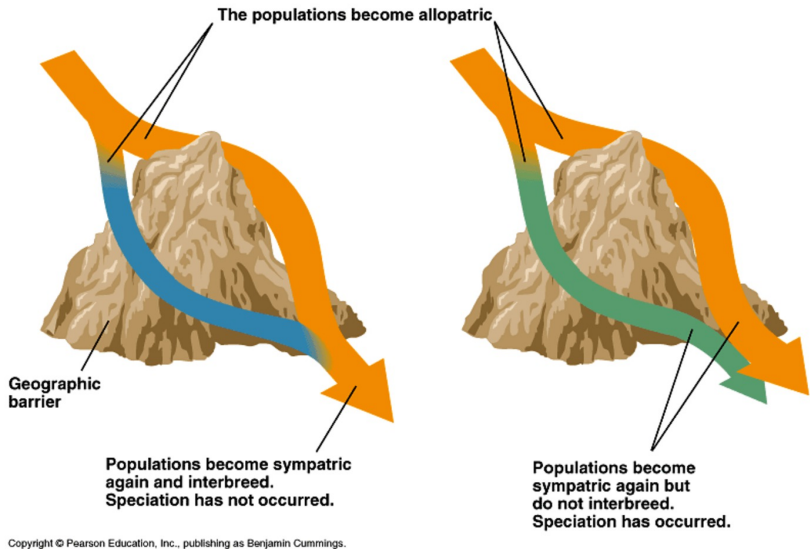


Figure 4. 地理隔离

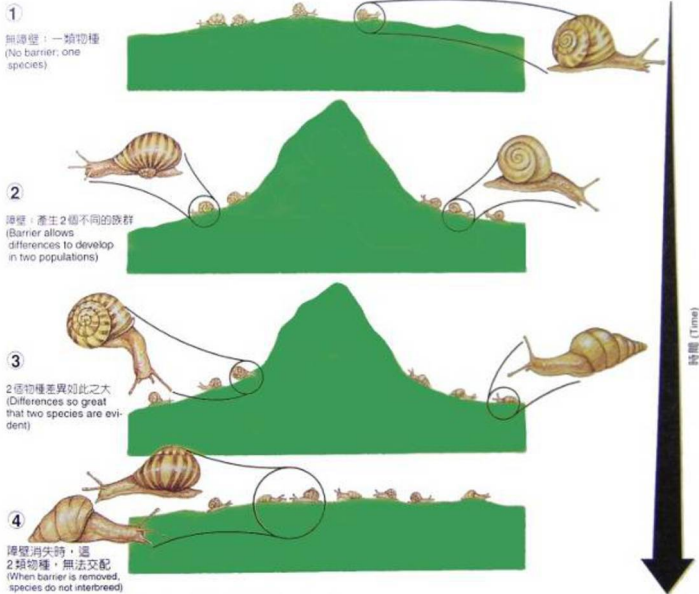


Figure 5. 地理隔离的例子

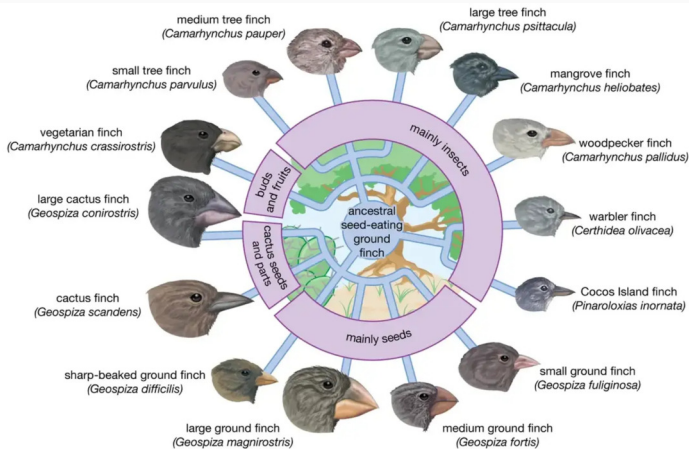


Figure 6. 地雀

## ■ 异地物种形成 (allopatric speciation)

### ▶ 渐进的物种形成过程 (gradual speciation)

- 自然选择使轻微变异汇集, 积累 — 显著差异
- 正是达尔文进化论提出的物种形成模式 — 自然选择

### ▶ 渐进的物种形成过程不是物种形成的唯一方式. 其它的物种形成模式有:

- 彼此独立发生的相似的物种形成
- 多倍体植物产生新的物种

## 12.2.2 彼此独立发生的相似的物种形成

- 维多利亚湖, 马拉维湖, 坦葛尼喀湖 — 丽鱼
- 维多利亚湖 14000 年前, 曾干涸
- 线粒体 DNA 比较研究
  - ▶ 维多利亚湖, 马拉维湖 — 1 个谱系
  - ▶ 坦葛尼喀湖 — 11 个谱系
- 三大湖中, 相同的适应性进化, 由于生境高度相似, 相互独立地发生过多次
- 生物变异是随机的, 而选择是有方向的



Figure 7. 非洲大湖区



Figure 8. 丽鱼



## 12.2.3 多倍体植物, 新的物种

- 渐进的物种形成 — 进化的材料是结构基因点突变.
  - ▶ 突变, 重组, 选择和隔离等因素导致渐进的物种形成.
  - ▶ 发育调节基因的突变, 染色体畸变, 染色体数目非整倍性和整倍性的变化等, 比点突变和重组的影响大.

西瓜 ( $2n=22$ ), 秋水仙素处理茎尖, 染色体加倍, 形成四倍体 (同源多倍体)

四倍体  $\times$  二倍体  $\rightarrow$  三倍体无籽西瓜

- 跳跃式物种形成: 只经过一, 两代就产生新的物种.
- 同地物种形成: 突变个体和野生型占据不同的生态位, 自然选择使他们间的杂种消除, 形成两个新种.

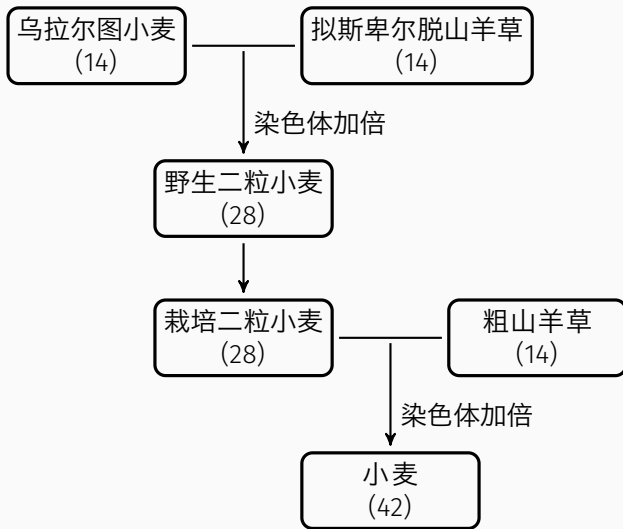


Figure 9. 小麦起源

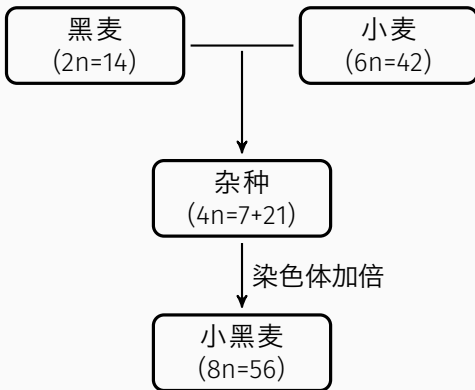


Figure 10. 小黑麦培育

## 12.2.4 物种形成可能是渐进的或是跳跃的

- 化石记录的疑问
- 渐进式
- 点断平衡式

## 12.3 物种的灭绝

---

## 12.3.1 物种灭绝的定义与分类

1. 谱系角度
2. 群体遗传角度
3. 物种角度

## 12.3.2 物种灭绝的原因

1. 奥陶纪-志留纪灭绝 (约4.4亿年前), 约85%的物种灭绝.
  2. 晚泥盆纪灭绝 (约3.6亿年前), 约75%的物种灭绝, 主要是海洋生物.
  3. 二叠纪-三叠纪灭绝 (约2.52亿年前), 最严重的灭绝事件, 约96%的海洋物种和70%的陆地物种灭绝.
  4. 三叠纪-侏罗纪灭绝 (约2亿年前), 约80%的物种灭绝.
  5. 白垩纪-第三纪灭绝 (约6600万年前), 约75%的物种灭绝, 包括恐龙.
- 现代灭绝: 当前地球正经历第六次大灭绝, 主要是由于人类活动 (如栖息地破坏、气候变化、污染和过度捕猎) 导致的物种灭绝速度加快.