

12 物种形成和灭绝

王强

December 24, 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》

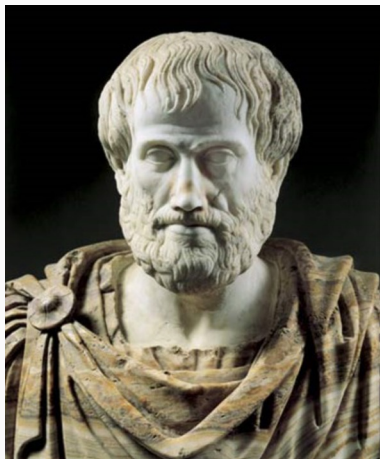


Figure 1. 亚里士多德 (Aristotle), 384–322 BC, 分类学之父

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 (图26.5).

■ 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.

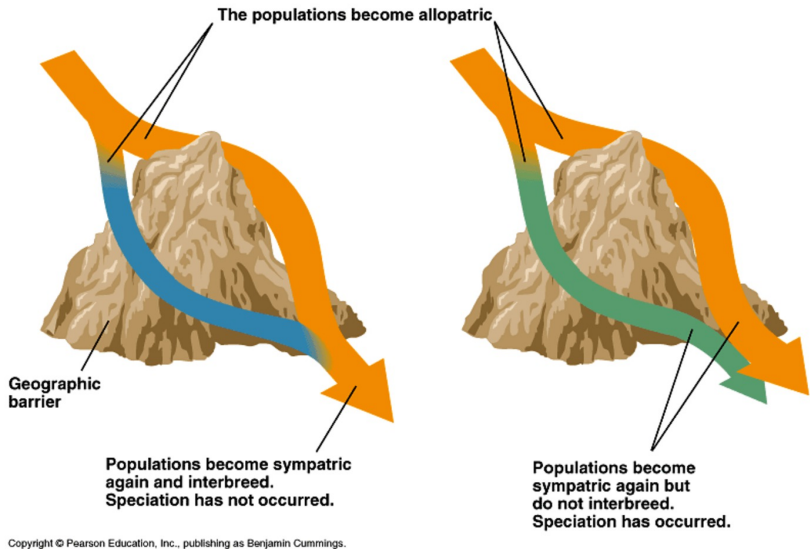


Figure 4. 地理隔离

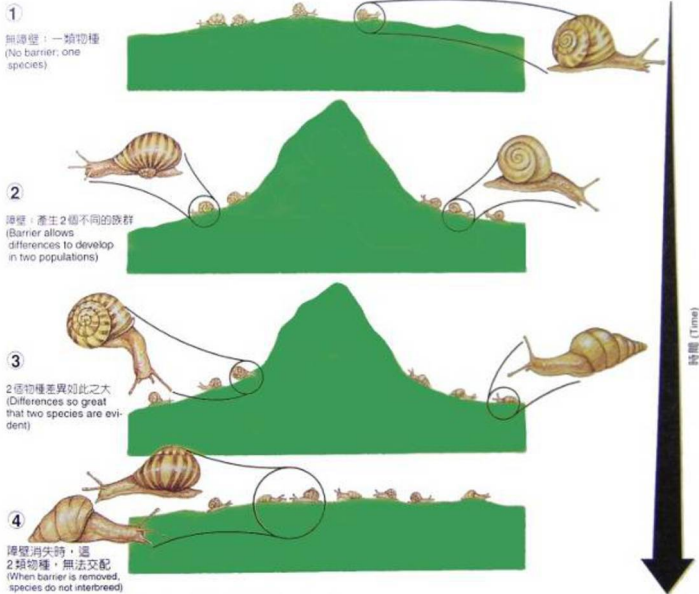


Figure 5. 地理隔离的例子

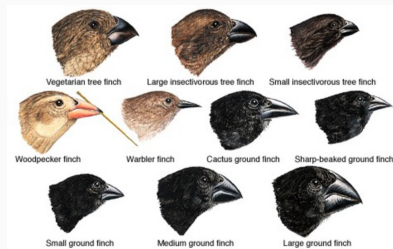


Figure 6. 地雀

■ 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.

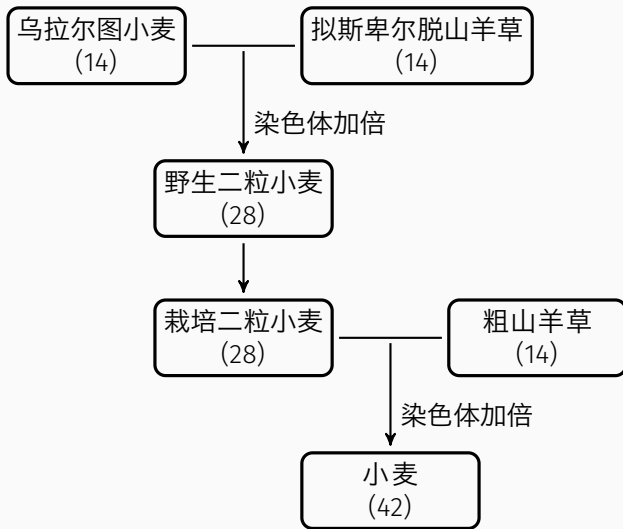


Figure 9. 小麦起源

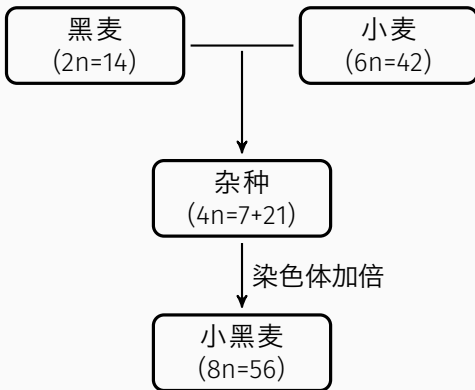


Figure 10. 小黑麦培育

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.