

2021年秋季学期

第 13 讲 植物群落结构与演替

沈显生

中国科学技术大学

期末考试：1月7日（周五）16：00-17：30

地点：5102；5104（座次A-G7列）

主要内容

- 一、生物群落的概念
- 二、植物群落的种类组成
- 三、植物群落的结构与影响因素
- 四、植物群落的演替与分类

一、生物群落的概念

- 生物群落 (Bio-community)—— 在一定的时间和空间范围内，由各种生物种群组成的集合体。
- 生物群落——包括动物群落、植物群落 (plant community)、微生物群落 (皮肤、口腔、胃肠道微生物群落的平衡非常重要)。
- 植物群落研究历史最长，始于 19 世纪后期。

植物群落的基本特征

- 1、具一定的种类组成 (物种多样性)；
- 2、具形态结构 (物理结构)、营养结构 (营养关系)、生态结构 (生活型)、季相；
- 3、形成群落环境 (外部、内部)；
- 4、种群间相互影响 (竞争、生态位)；
- 5、具动态发育和生物量积累的特征；
- 6、具分布规律 (水、热) 和特定范围 (植被带)；

植物群落是一个客观实体吗？

- 有机论学派——是客观存在的、有组织结构的、有发生-发展-成熟-死亡过程，是像有机体一样的自然单元。
- 个体论学派——群落结构是松散的，内部是连续变化的，没有明显边界的，是人为划分的非自然单元。

二、植物群落的种类组成

➤ 群落分析方法

样地——在群落内部比较典型的自然地段。

样方——能够反映群落组成的最小面积。

最小样方：（亚热带）

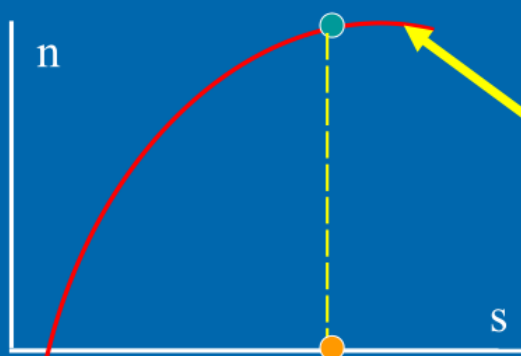
森林乔木层 10x10 m²

灌木层 4x4 m²

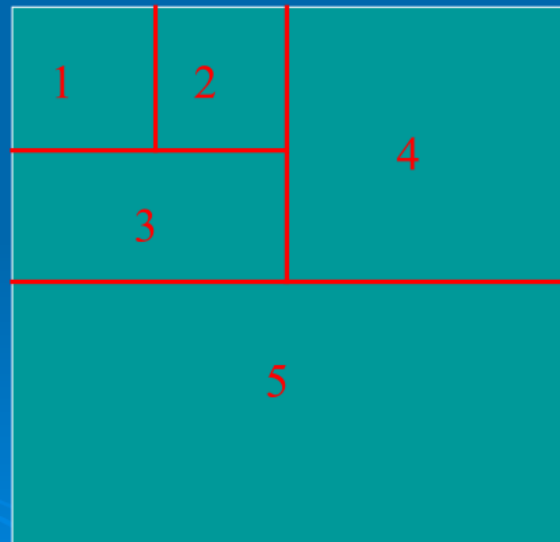
草本层 1x1 m²

北方针叶林 400 m² 雨林 2500 m²

最小样方 - 面积曲线和巢式样方法



冗 (rong) 余种——在群落调查中，样方统计遗漏的物种。



优势种与建群种

- 优势种——指群落各层中数量多、体积大、盖度大的种群。
- 建群种——对群落的结构和环境起决定作用的种群，或称关键种。（海星——贻贝；龙虾——球海胆——海藻）
- 优势种不一定是建群种；建群种不一定是优势种。

频度与频度定律

- $F =$ 某个物种所出现的样方数占群落样方总数的 %。
- 频度定律： $A > B > C \geq D < E$
- Raunkiaer(丹) 做 50 个 0.1m^2 样方，调查出 80 种植物。经过统计：F 值 1-20%=A；21-40%=B；41-60%=C；61-80%=D；81-100%= E。（环评称**存在度**，I -V5 级）
- 解释：（1）A 级频度最小，该级大，说明物种丰富；（2）E 级频度最大，该级大，说明是共优势种；（3）B、C、D 是伴生种，如果数值大，说明组成不均匀。

物种的多样性

- 生物多样性——在一定地域或空间范围内，生物种类数量和环境的多样化程度。（3 个层次：物种的；遗传的；生态系统的）
- 群落的物种多样性——是指群落中物种的大小、密度、分布格局的综合特征。（包括物种的丰富度和均匀度的综合指标。例如：99+1；50+50）

物种多样性指数

辛普森指数： Simpson's diversity index

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

随机取 2 个样品，属于不同物种的概率 = 1 — 随机取 2 个样属于相同物种的概率。

香农 - 威纳指数： Shannon-Wiener's diversity index

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

描述某种出现的不确定性，不确定性越高，则多样性程度高。

对数的底可以为 2， e, 10，其单位分别是 bit， nit， dit / individual。

例如： 甲和乙两个群落：甲群落有 2 个种，个体数分别是 50 : 50。而乙群落也是 2 个种，个体数分别是 99 : 1。

➤ Simpson's 指数：

甲：当 50: 50 时， $D=1-[(0.5)^2+(0.5)^2]=0.5$

乙：当 99 : 1 时， $D=1-[(0.99)^2+(0.01)^2]=0.02$

➤ Shannon-Wiener's 指数：

取底为 2 时：

50 : 50 $H_{甲} = -[(0.5)(\log_2 0.5)+(0.5)(\log_2 0.5)] = 1.0 \text{ bit/indi.}$

99 : 1 $H_{乙} = -[(0.99)(\log_2 0.99)+(0.01)(\log_2 0.01)] = 0.81 \text{ bit/indi.}$

取底为 e 时： $H_{甲} = 0.693 \text{ nit/indi.}$ $H_{乙} = 0.036 \text{ nit/indi.}$

取底为 10 时： $H_{甲} = 0.301 \text{ dit/indi.}$ $H_{乙} = 0.024 \text{ dit/indi.}$

物种丰度相同，但物种多样性不同。

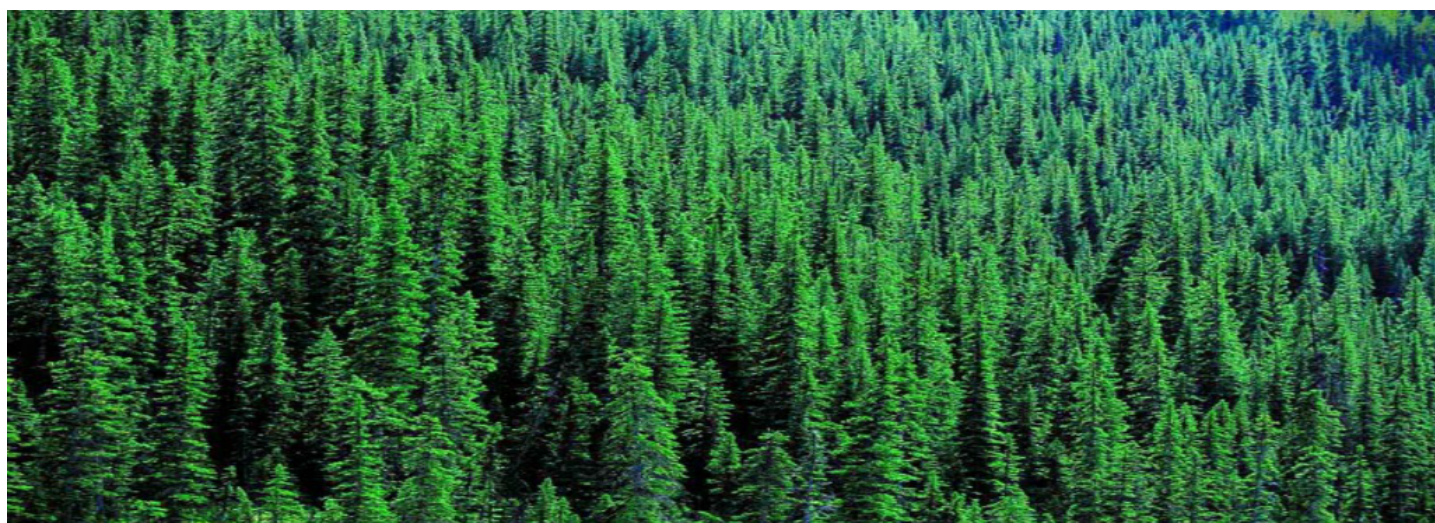
三、植物群落的结构与影响因素

➤ (一) 垂直结构 (物理结构)

森林植物群落分 4 层

动物群落分层

水生生物群落分层



➤ (二) 植物群落的水平结构

1、局域空间异质性——环境质量的均匀性导致的。(乘坐缆车可观察)

植物群落的镶嵌性, 复合性。

2、大尺度水平分布 (乘坐飞机可观察)



➤ (三) 植物群落的时间结构

群落的外貌——由群落的建群种所表现出来的物理特征。

群落的季相——由于季节的变化，出来不同的外貌（常绿林；落叶林；混交林）。



植物群落的季节相貌（季相）

对城市绿化的启示



(四) 植物群落的生态结构

- 生活型：是趋同适应的结果。（芽是最敏感的）
- 生活型分类：高位芽植物，地上芽植物，地面芽植物，地下芽植物，一年生植物。
- 生活型谱：

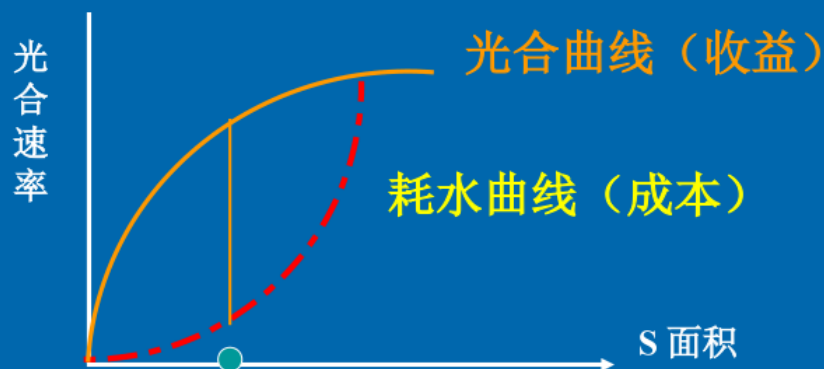
海南岛雨林： **96.88**; 1.72; 0.42; 0.98; 0

寒带针叶林： 25.4; 4.4; **39.6**; 26.4; 3.2

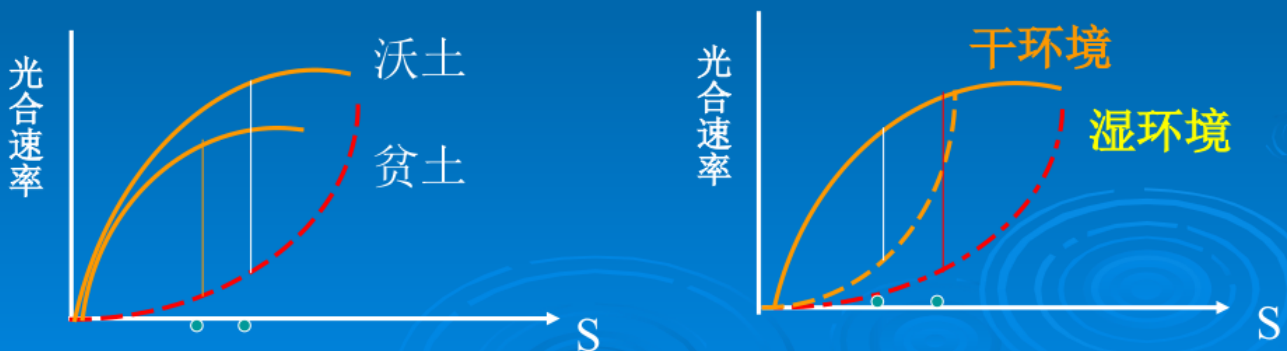
在岛屿上，生活型会发生改变（植物动物都是）

植物最佳叶面积的预测

群落内部
生境多样，各种
植物的叶片面积
应该生长到多大
才最合适？



收益 - 成本分析法



(五) 影响群落结构的因素

- 1 同资源种团——等价种，生态位近似，利用资源方式相同。
- 2 绞杀干扰的作用，
林窗“林隙”作用；
- 3 空间异质性；
- 4 竞争和捕食关系的影响；
- 5 自然保护区的建立应该注意



(六) 群落的地带性分布

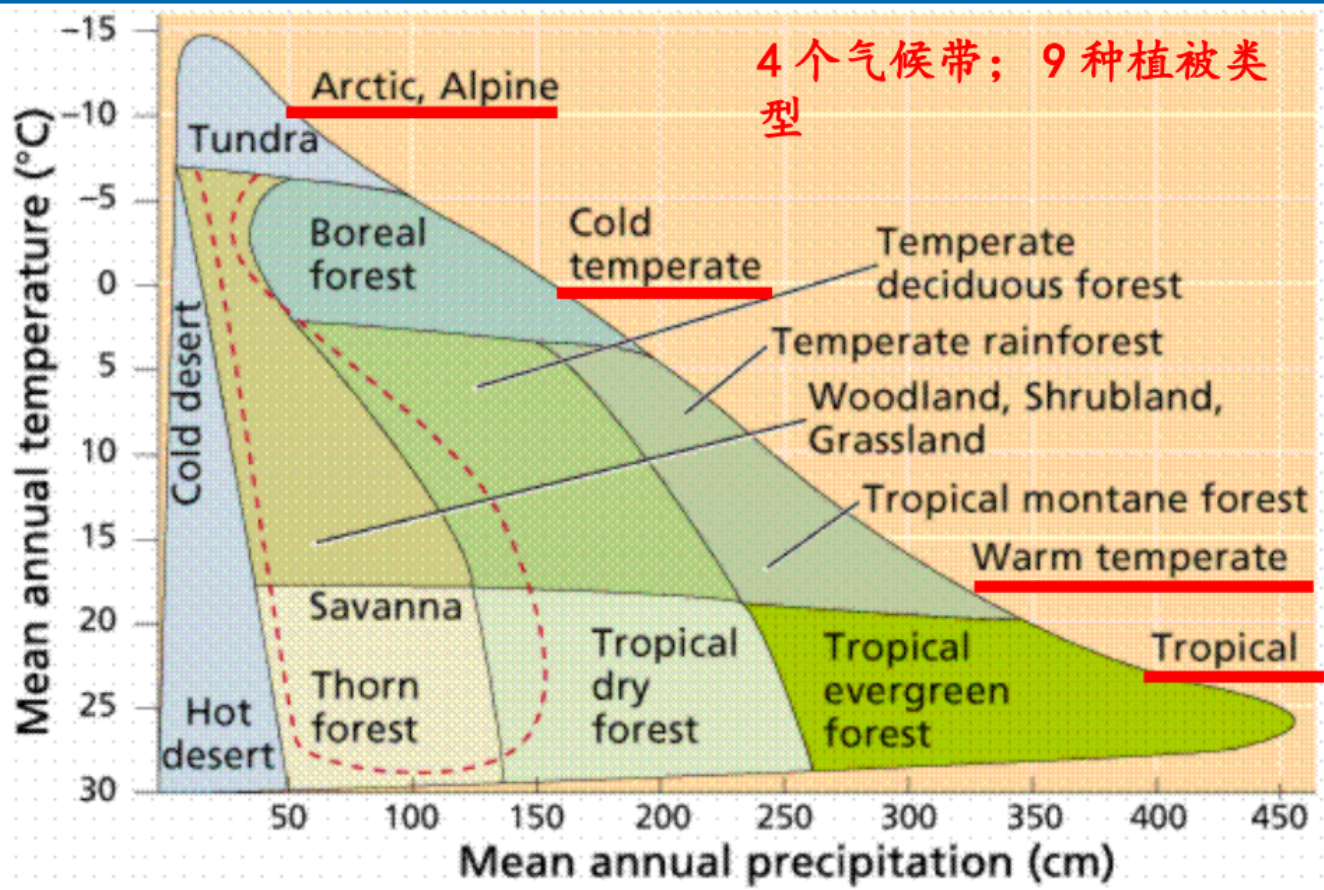
- 沿经纬度的分布
- 沿海拔的分布
- 水体中的群落
(非地带性)



- 群落对环境的影响：

—— 时间、空间、气候、土壤

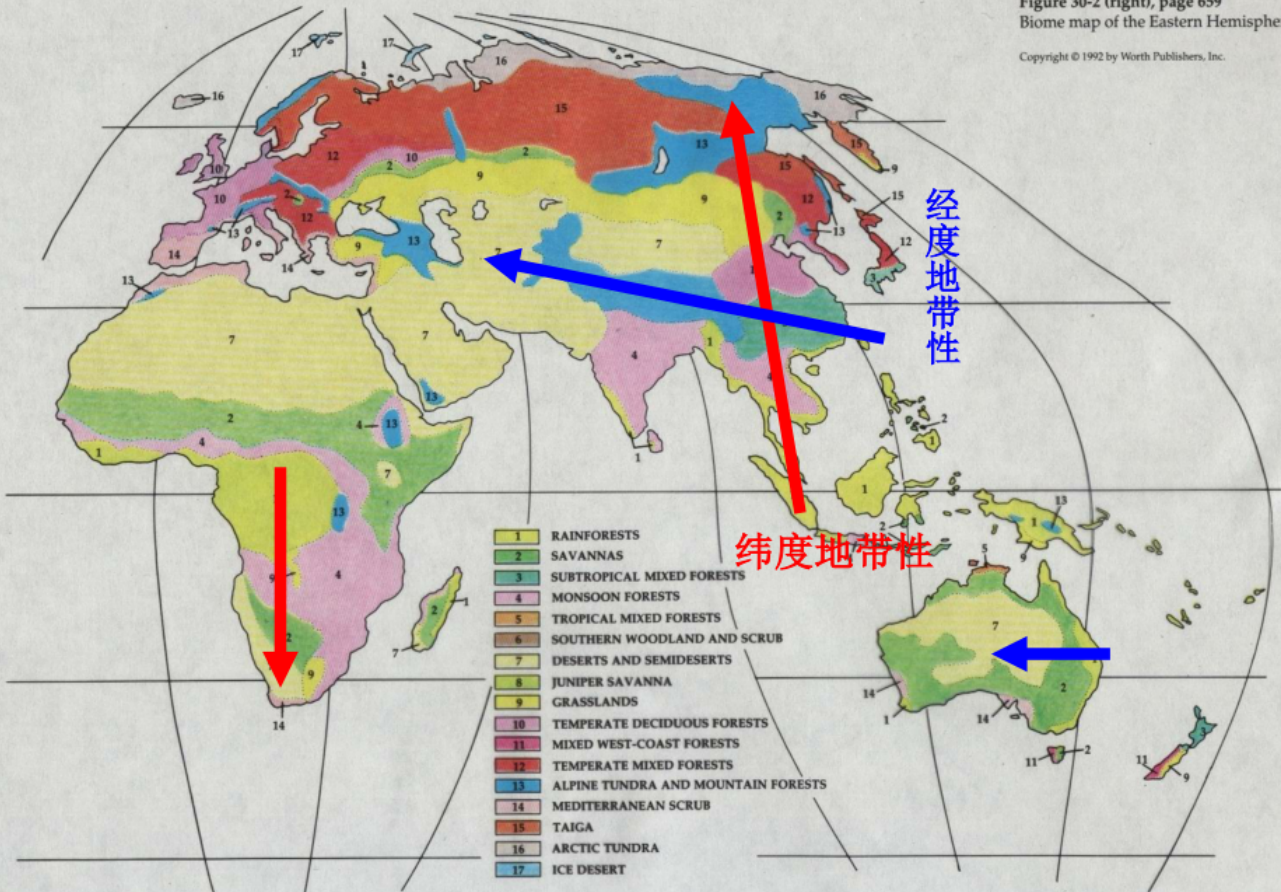
生长于旧金山的火棘 2009.11



9 种植被的类型由温度和降雨量决定

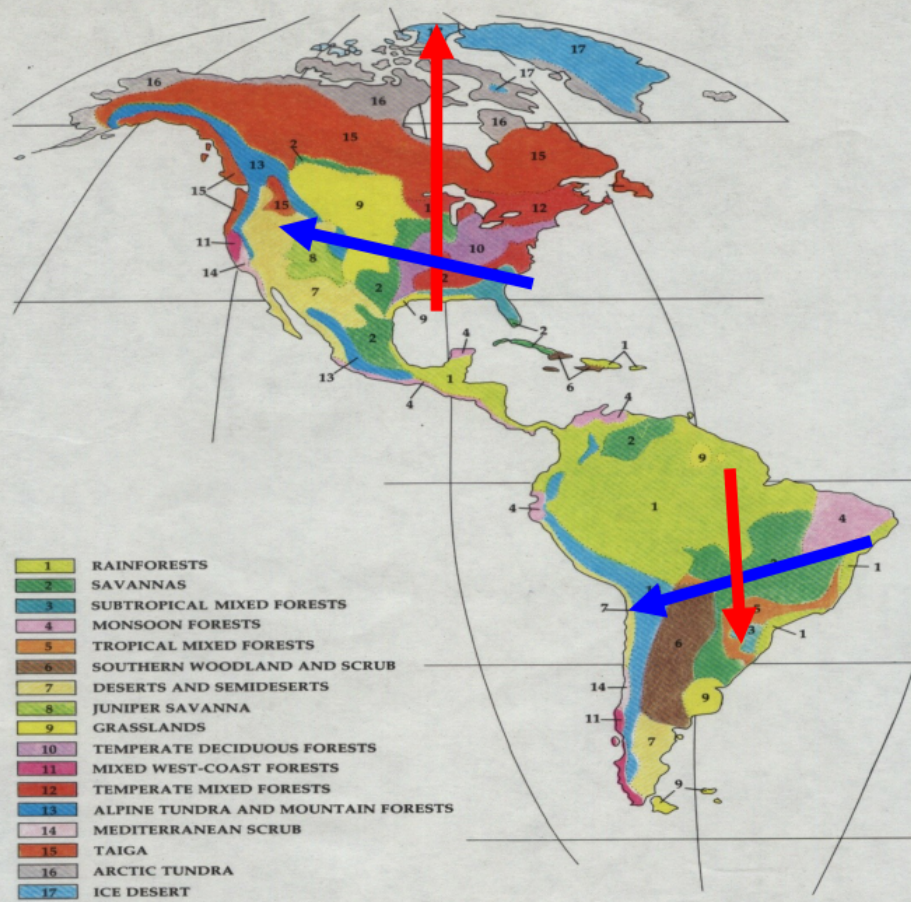
水平地带性分布

Transparency 100
Figure 30-2 (right), page 659
Biome map of the Eastern Hemisphere
Copyright © 1992 by Worth Publishers, Inc.



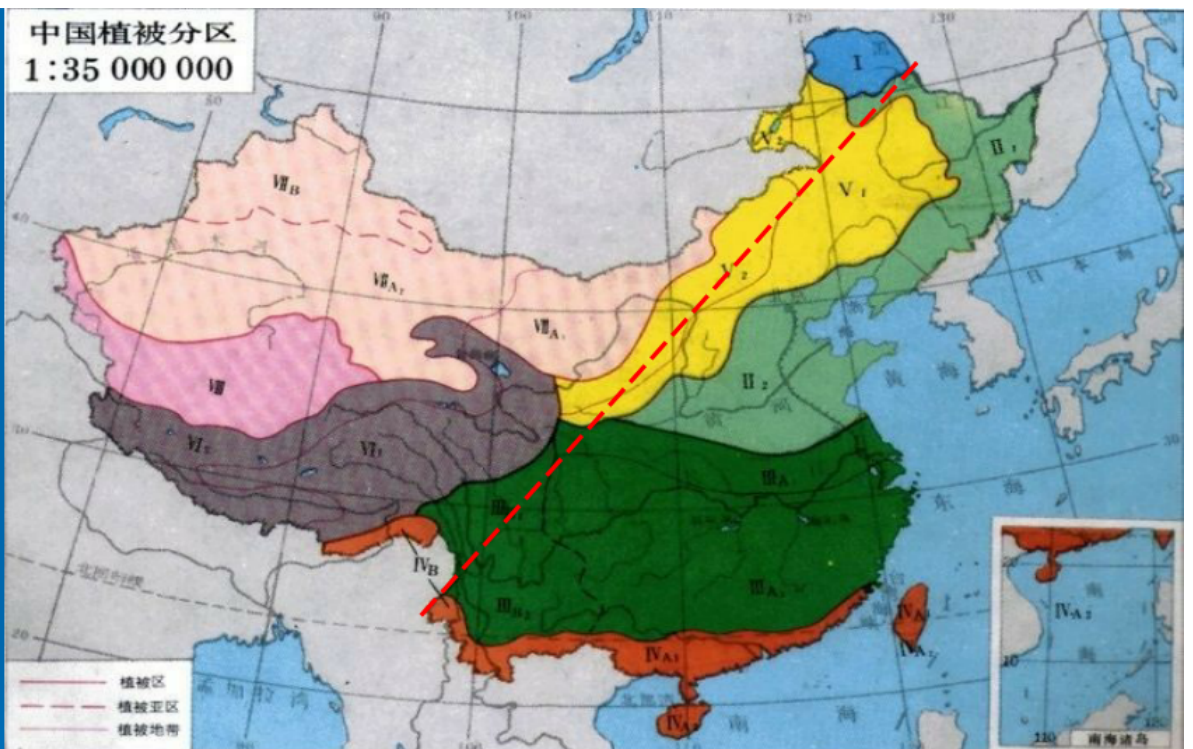
水平分布

Transparency 99
Figure 30-2 (left), page 658
Biome map of the Western Hemisphere
Copyright © 1992 by Worth Publishers, Inc.



中国植被分布图

中国植被分区
1:35 000 000



腾冲至黑河线是我国人口密度, 和降雨分界线 (200mm)

2019, 中国森林植被覆盖率达 22.96%

- | | | | |
|---|--|--|---|
| I 寒温带落叶针叶林区 | III_A 常绿阔叶林地带 | IV_A 季雨林地带 | VI 温带荒漠区 |
| II 温带落叶阔叶林区
II ₁ 含针叶树的落叶阔叶林地带
II ₂ 落叶阔叶林地带 | III_B 西部常绿阔叶林亚区
III _{B₁} 硬叶常绿阔叶林地带
III _{B₂} 常绿阔叶林地带 | IV_B 西部热带季雨林亚区 | VI_A 南部荒漠亚区
VI _{A₁} 半荒漠、荒漠地带
VI _{A₂} 荒漠、裸露荒漠地带
VI _B 北部荒漠亚区 |
| III 亚热带常绿阔叶林区
III _A 东部常绿阔叶林亚区
III _{A₁} 含常绿阔叶树的落叶阔叶林地带 | IV 热带季雨林区
IV _A 东部热带季雨林亚区
IV _{A₁} 季雨林型常绿阔叶林地带 | V 温带草原区
V ₁ 森林草原地带
V ₂ 草原地带 | VI_B 高寒草甸、草原区
VI ₁ 森林草甸地带
VI ₂ 草原地带 |
| | | | VI_B 高寒荒漠区 |

植被垂直地带性分布规律

山体的自然环境条件？

垂直分布带谱是什么？（基带植被，树线）

水平分布与垂直分布的相关性？

水域植被是非地带性的（隐域植被）。

四、植物群落的演替与分类

（一）演替

- 群落发育——一个群落诞生的过程，繁殖体入侵—定居—繁殖—扩大种群—种群变动与竞争—生态位形成—群落环境形成。
- 群落演替——一个群落随着自身的发育终将被另一个群落所替代的过程。（分为：原生演替和次生演替）
- 原生演替——是从没有任何繁殖体的土壤基质中（原生裸地），发育成为一个群落的过程。
- 一般模式：地衣—苔藓—蕨类或草本种子植物—木本植物
- 例外：原生演替可以从苔藓或蕨类或草本植物开始，需要有共生菌的参与。

例如：原生演替过程——以阿拉斯加山地为例



1741年沙俄探险队航行46天，博物学家G. W. Steller发现阿拉斯加，所有权归沙俄。自1794年观察以来，阿拉斯加山坳冰川区的边缘每年以3m的速度退去，至今已退去670m。1867年沙俄将170 km²阿拉斯加以720万美元卖给美国。



8

80-100年后，云杉将成熟的桤木和杨树挤走。

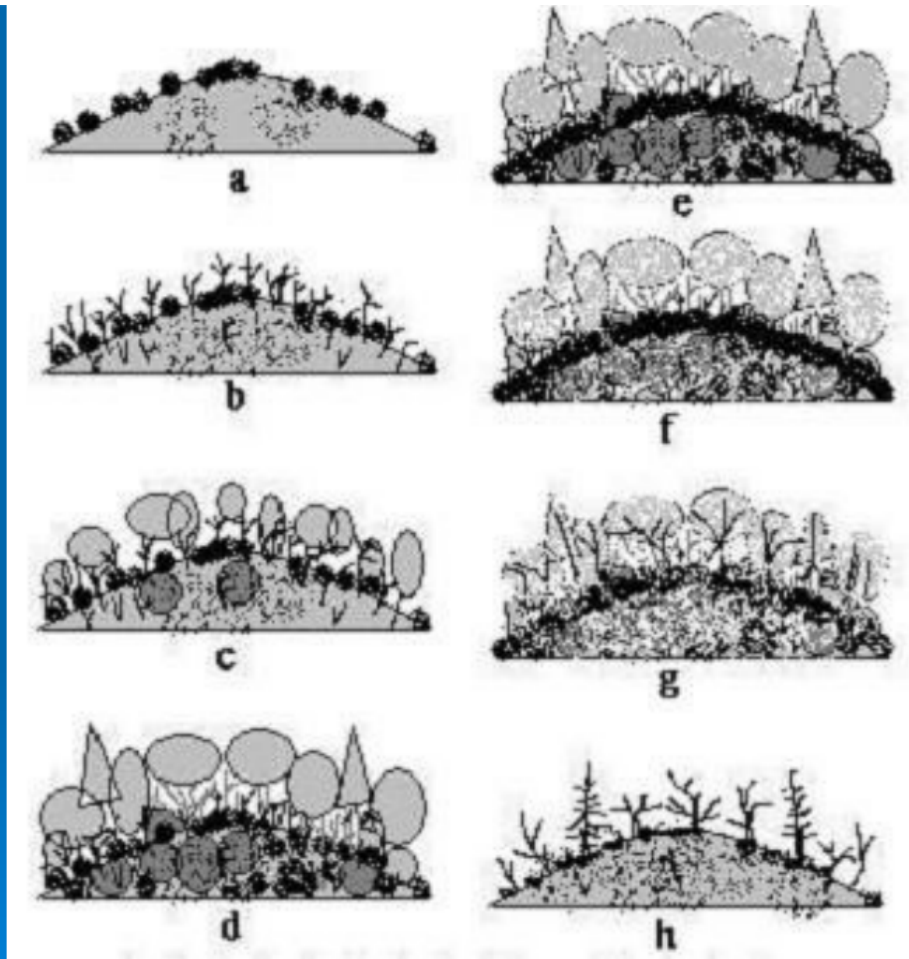


冰川退去的1个世纪后，在这个区域里，稠密的希德卡云杉和芹叶钩吻成为优势种。

次生演替

- 次生演替——从次生裸地上发育起来的植物群落演替过程。
- 一般模式：蕨类植物或草本植物—木本植物。（如：撂荒地、废弃果园和茶园等）
- 例外：可以从阳性树种开始。（如：建群种的死亡）

讨论：群落的外环境与内环境有什么不同？



群落的能量和物质的代谢，物种和结构层次的动态发育如何？

黄山白鹅岭黄山栎群落发育过程示意图

(二) 植物群落的分类

- **植被型**——高级单位：建群物种生活型相同，水热条件一致的群落合称。如，落叶阔叶林，常绿阔叶林，落叶针叶林，常绿针叶林。
- **群系**——中级单位：建群物种名称相同的群落合称。如，白桦群系，山核桃群系。
- **群丛**——低级单位：乔-灌-草3个层结构相同，各层优势种相同的群落。森林群落有3层结构，草原或草甸只有1层结构。

(3级基本的分类单位)

中国植物群落分类系统

- **植被型组** (11) : 建群种生活型相同, 如, 针叶林。
 - **植被型** (29) : 落叶阔叶林, 常绿阔叶林。
 - **植被亚型**: 有气候、地貌、土壤基质引起差异。如, 北亚热带常绿阔叶林。
 - **群系组**: (略)
 - **群系** (550) : 建群种相同; 黄山松林 (群系), 栓皮栎群系 (林) ……
 - **亚群系**: (略)
 - **群丛组**: (略)
 - **群丛** (1100) : 乔——灌——草 3 层的优势种相同
 - **亚群丛**: (略)
- (《中国植被》由 9 级单位组成的分类系统)

植物群落的命名

- **命名方法**: 采用优势种命名。

群系: **Formation** 最上层优势种;

群丛: **Association** 乔木优势种 - 灌木优势种 - 草本优势种

- **命名例子**:

群系 Form. *Quercus stewardii* (黄山栎林)

Form. *Juglans cathayensis* (野核桃林)

群丛 Ass. *Pinus taiwanensis-Rhododendron simsii-Pyrola decorata* (黄山松 - 杜鹃 - 鹿蹄草群丛)

Ass. *Castanea seguinii+Platycarya strobilacea-Lonicera japonica+Rubus parvifolius-Solidago decurrens* (茅栗 + 化香 - 忍冬 + 悬钩子 - 一枝黄花群丛)

植物群落是气候与土壤的综合反映

- 植物群落是一个生命层次，有其自身生物学特征，具有发生、发展、死亡的过程。群落演替是在内因和外因共同作用下发育过程，分为原生演替和次生演替。

植物群落的形成受三大因素影响：（1）热量的时空分布；（2）水分的时空分布；（3）土壤的空间分布。分布是有规律的（水平分布与垂直分布）。

生物群落是生态系统的基本组成，其中植物群落、动物群落和微生物群落各自执行不同的功能。

主要内容回顾

- 一、生物群落的概念
- 二、植物群落的种类组成
- 三、植物群落的结构与影响因素
- 四、植物群落的演替