

# 第五章 温度因子

## ❖ 一、温度的地理和时间变化

### ❖ (一) 地面辐射差额

❖ 辐射收入 = 太阳直接辐射 + 散射辐射 + 大气逆辐射

$$❖ \quad \quad \quad = S + S' + E_a$$

❖ 辐射支出 = 地面辐射 + 地面对太阳辐射的反射

$$❖ \quad \quad \quad = E_e + [(S + S')\alpha]$$

❖ 其中 $\alpha$ 为地面反射率。

❖ 地面辐射差额用**R**表示:

$$\text{❖ } R = S + S' + E_a - \{E_e + [(S + S')\alpha]\}$$

$$\text{❖ } = S + S' + E_a - E_e - (S + S')\alpha$$

$$\text{❖ } = (S + S') - (S + S')\alpha + E_a - E_e$$

$$\text{❖ } = (S + S') - (S + S')\alpha - (E_e - E_a)$$

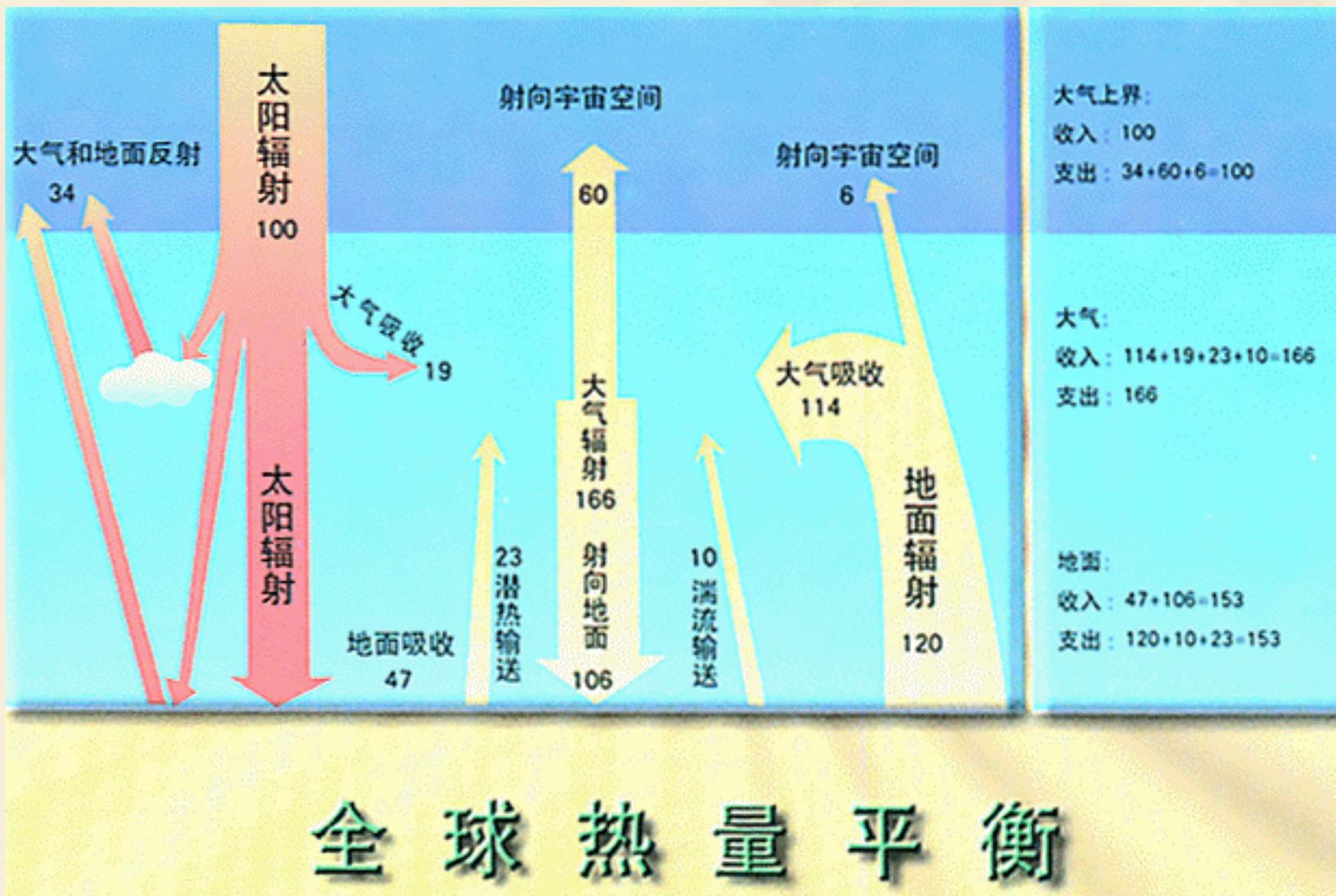
$$= (S + S') (1 - \alpha) - v$$

其中， $E_e - E_a$ 为地面辐射与大气逆辐射之差，称为地面有效辐射,用**v**表示。

白天，**R**为正值，地面增温；

夜间，**S**、**S'**均为**0**， $R = -v$ ，**R**为负值，地面失去热量，降温。

阴天，**S=0**， $R = S' (1 - \alpha) - v$



## ❖ （二）地球表面的热量平衡

### ❖ $R = M + LE + B$

❖ 其中，**M**为地面与空气的热交换；

❖ **LE**为水蒸发或水凝结所产生的潜热；

❖ **B**为地面与下层土壤的热传导。

❖ **M**与风速有关；**B**决定于土壤的温度梯度和传导率。

## (三) 温度变化规律

### 1 温度的空间变化

□ 纬度：影响太阳入射高度角、昼夜长短、太阳辐射量。随着纬度增高，太阳辐射量减少，温度逐步降低。

纬度增加1度，年均温下降0.5~0.9度。

□ 海陆分布：

东南为海洋性气候，从东南到西北，大陆性气候逐渐增强。



## □ 海拔和地形

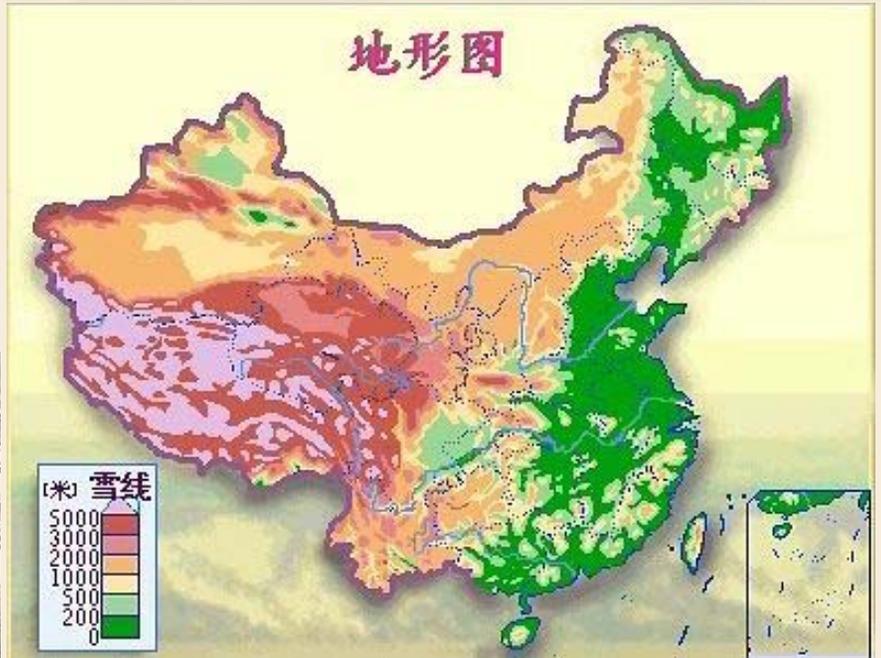
海拔：海拔每升高100m，气温下降0.5~0.6度。温度的垂直递减率，夏季较大，冬季较小。

地形：

坡向：

谷地和盆地：白天受热强烈，且不易消散，温度较高；夜间形成“冷湖”“霜穴”和“暖带”。







## ❖ 2.温度的时间变化

### ❖ (1) 昼夜变化:

❖ 气温: 最低温出现于日出之前, 最高温出现在**13~14**点之间。

❖ 地温: 地表温度变化剧烈, 随深度增加, 变化延迟。地表以下温度变幅减小, 一天中最高最低温度有后延现象。至35—100cm深以上, 土温几乎无昼夜变化。

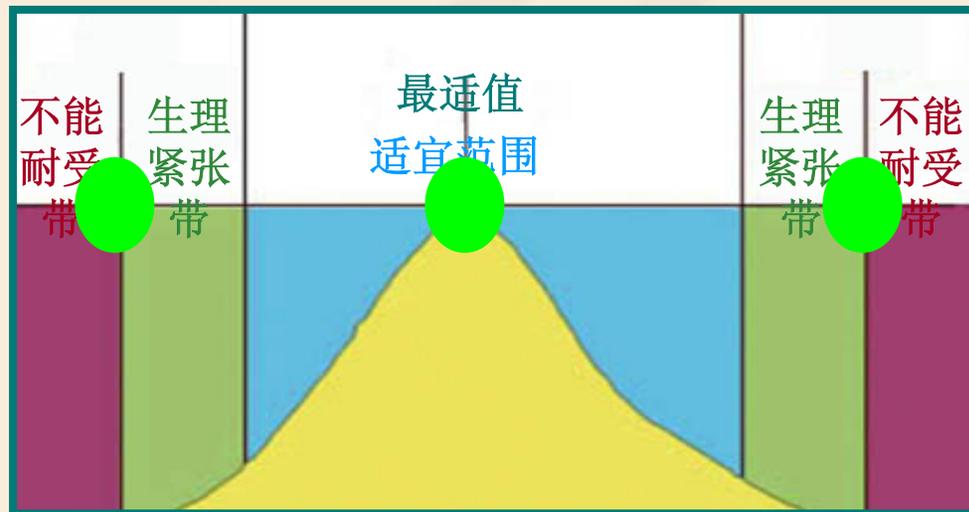
### ❖ (2) 季节变化:

❖ 温度年较差是温度季节变化的一个指标。指最热月与最冷月平均气温之差。赤道年较差最小, 随纬度增加, 年较差变大; 海洋地区小于大陆地区; 有植被的地区小于裸地。

## 二、关于温度的一些生态概念

### (一) 三基点温度

- **最适温度**：生物生长发育或生理活动得以正常进行的温度范围。
  - **最低温度和最高温度**：植物生长发育和生理活动的低温和高温限度。
- 合称为**三基点温度**。



- (二) 积温:

积温既能说明某一地区的热量条件，又能说明生物各生长发育阶段或整个生长期所需要的热量条件。

定义：对于一个地区来说，积温指某一段时间段内温度的积累量，而对于生物来说，积温指生物完成某一生命活动所需要的温度的积累量。生物完成某一生命活动的积温常为一恒定值。

**有效积温： $A=n(T-B)$**

**A**为积温，**n**为某一段时期的天数，**T**这一段时期的平均温度，**B**为生物学零度。

**生物学零度**：指生物生长发育的起点温度，温带一般取 $5^{\circ}\text{C}$ ；亚热带取 $10^{\circ}\text{C}$ 。

**活动积温： $A=n(T-B)$**

**B**取物理学零度，其他各项含义同上。

如，某温带树种生长发育的起始温度为 $5^{\circ}\text{C}$ ，到开花需要30天，这段时期的平均度为 $15^{\circ}\text{C}$ ，则：

有效积温为 $300^{\circ}\text{C}$ ；活动积温为 $450^{\circ}\text{C}$ 。

一般来讲，柑桔需要的有效积温为 $4000\sim 4500^{\circ}\text{C}$ ；紫丁香： $202^{\circ}\text{C}$ ；刺槐： $374^{\circ}\text{C}$ 。

## 三、温度对植物的影响

### (一) 温度对生理活动的影响

- ❖ 温度每升高**10** °C，化学反应速度成一定倍数增加，一般用 **$Q_{10}$** 来表示这一倍数。
- ❖ 不同植物的光合作用所要求的最适温度范围不同。 **$C_4$** 植物，**30** °C以上； **$C_3$** 植物，**20~30** °C；耐荫植物，**10~20** °C。
- ❖ 多数植物的光合的最低限温度为**0** °C，最高限为**20~30** °C。
- ❖ 植物呼吸作用的最适温度范围和最高点温度比光合作用高。

❖ 温度从两个方面对蒸腾产生影响：

第一，影响大气饱和差；

第二，直接影响叶面温度和气孔开关，并使角质层和气孔蒸腾的比率发生变化。

(二) 对生长发育的影响

## 1. 影响种子的萌发

大多数种子萌发的最适温度为**25~30** °C，最高温度为**35~40** °C。许多种子需要经过一个低温期，才能萌发。另外，变温对种子萌发有利。

## 2.影响植物的生长

多数植物在**0~35**的温度范围内，温度上升，长加速。

在一定温度范围内，温度上升、细胞透性增大，植物对生长所必须的水分、**CO<sub>2</sub>**、养分吸收增多，酶活性增强、促进细胞分裂、伸长，因此生长量增加。

## 3.影响生产力

温度是影响生产力的主要因素之一。怀梯克认为，沿温度梯度，生产力从热带到到北极逐渐降低。对生产力而言，最适温度为**15~25**，与光合作用的适宜范围一致。

# 不同生态系统生产力

生物群系	NPP (g/m <sup>2</sup> d)
热带森林	6.8
温带森林	6.2
北方森林	2.5
温带草原	5.0
极地苔原	1.8

## 四、节律性变温对植物的影响

### (一) 温周期现象

植物对温度的日变化和季节变化的反应称为温周期现象。植物只有在已适应的昼夜和季节温度变化的条件下，才能正常生长。

#### ❖ 昼夜变温与种子萌发

有一些植物的种子在变温下萌发良好。低温有利于增加氧在细胞中的溶解度；提高透性。

## ❖ 昼夜变温与生长发育

较低的夜温和适宜的昼温对植物生长、开花、结实和物质的贮藏有利。

察隅云南松林：1000m<sup>3</sup>/ha。

波密云杉林：2000m<sup>3</sup>/ha。

## □ (二) 物候

季节明显地区，植物适应于气候条件的节律性变化，形成与此相应的植物发育节律，称为物候。

植物发芽、生长、现蕾、开花、结实、落叶、休眠等生长发育阶段的开始和结束称为物候期。

植物物候具有稳定性，可以用来指导林业生产。

- ❖ 影响物候的因素：**纬度、经度和海拔**
- ❖ 霍普金斯通过研究发现：

在北美洲温带，每向北移动纬度1度，活像动经度5度，或海拔上升124m，植物在春天和初夏物候会延迟4天。这一规律称为**霍普金斯定律**。

北京和南京，相差7，3、4月间，桃、李开花间差19天；但到4、5月间，两地物候相差9天。

地形，“人间四月芳菲尽，山寺桃花始盛开”。

## 五、极端温度对植物的危害

### (一) 低温危害

1. 寒害：又称冷害，指0度以上低温对植物的伤害。热带、亚热带植物，在气温0—10度左右就能受到寒害。

原因：

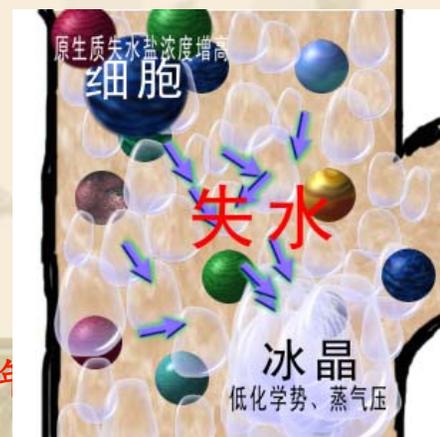
低温造成植物代谢紊乱，膜透性改变和根系吸收力降低等。

2. 冻害：温度降到冰点以下，植物组织发生冰冻而引起的伤害。

原因：

冰点以下，细胞间隙形成冰晶，导致细胞失水而死亡。

细胞失水，原生质收缩，盐类物质浓度升高，引起蛋白质沉淀。水与原生质分离，酶系统失活，化学键断裂，膜性改变和蛋白质变性，植物受害。

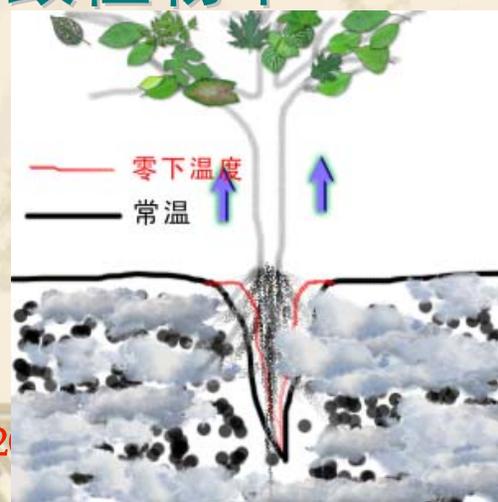


3.冻举：又称冻拔。土壤反复冻融，使树苗被完全拔出土壤。是寒冷地区更新造林的危害之一。

多发生在土壤粘重、含水量高、地表温度容易剧变的立地。

4.冻裂：由于昼夜温差导致树干纵向开裂。

5.生理干旱：冬季或早春土壤冻结时，树木根系不活动。这时如果气温过暖，地上部分进行蒸腾，不断失水，而根系又不能加以补充，导致植物干枯死亡。



## (二) 高温危害

大多数高等植物的最高点温度是35—40度。

1.皮烧：强烈的太阳辐射，使树木形成层和树皮组织局部死亡。

2.根颈灼伤：土表温度增高，灼伤苗木柔弱根茎，杀死输导组织和形成层。

- ❖ 六、温度与植物的分布
- ❖ (一) 温度与森林的分布
- ❖ (二) 温度对植物分布的限制作用
- ❖ 1. 高纬度和高海拔的限制
- ❖ (1) 冬温过低
- ❖ (2) 夏温不足
- ❖ 2. 低纬度和低海拔
- ❖ (1) 夏温过高
- ❖ (2) 冬季冷期过短

# 补充：温室效应的概念

- ❖ 一、温室效应的概念
- ❖ 由于 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 等温室气体的存在，大气阻挡了地球表面的长波辐射，而使地球表面温度保持在一个相对稳定的范围之内，这种现象称为温室效应。
- ❖ 温室效应使地球温度保持在一定的范围之内，对地球生命有利，但超过一定的限度之后，导致全球温度的异常升高，对人类和其他生命可能产生不利影响。

## ❖ 二、温室效应产生的原因

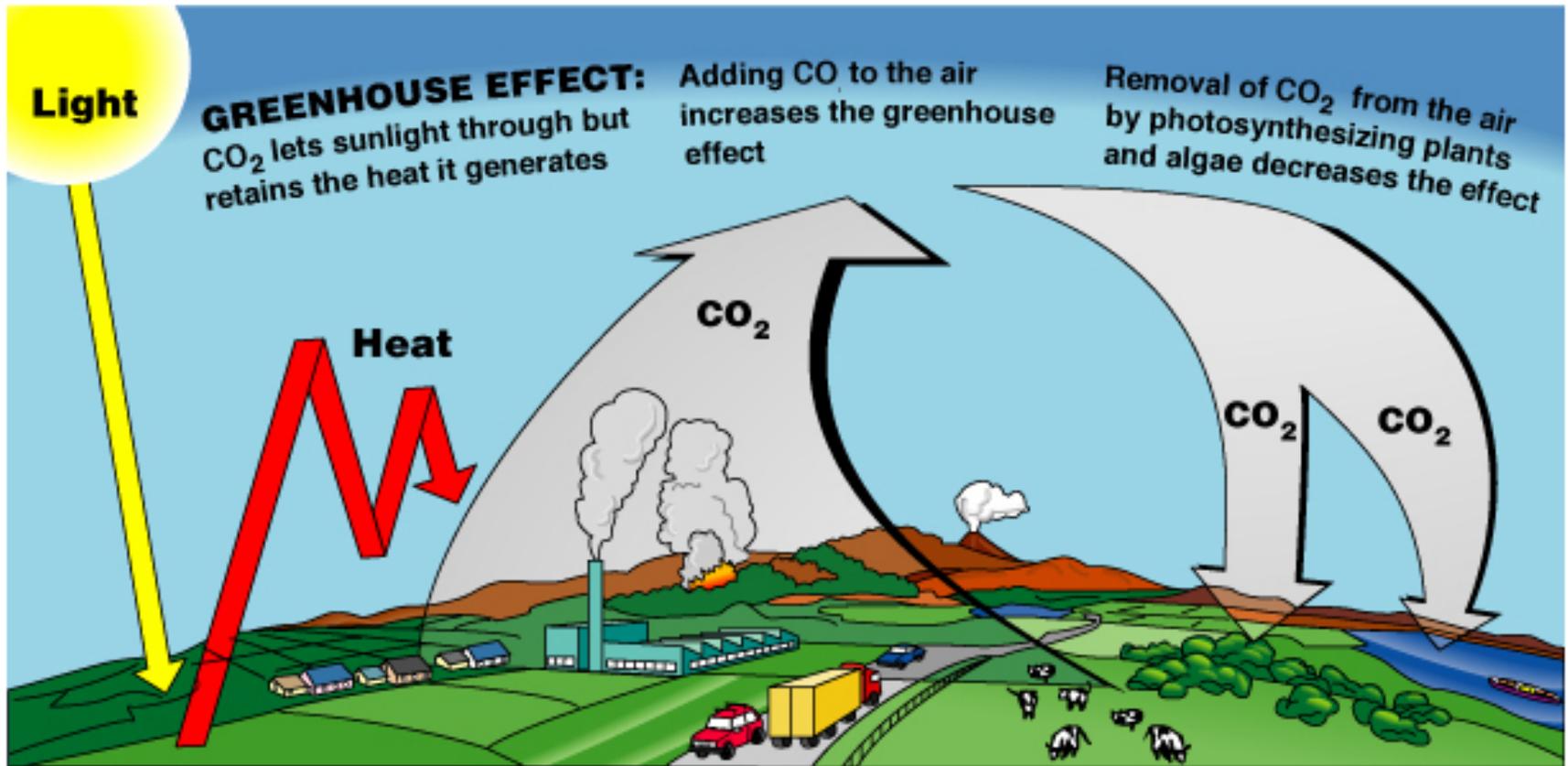
- ❖ 地球大气透过太阳的短波辐射，而吸收地球表面的长波辐射。
- ❖ 大气吸收的长波又以**大气逆辐射**的形式返回地球表面。实质是地面有效辐射降低。

❖ 地面辐射差额用**R**表示：

$$❖ R = S + S' + E_a - \{E_e + [(S + S')\alpha]\}$$

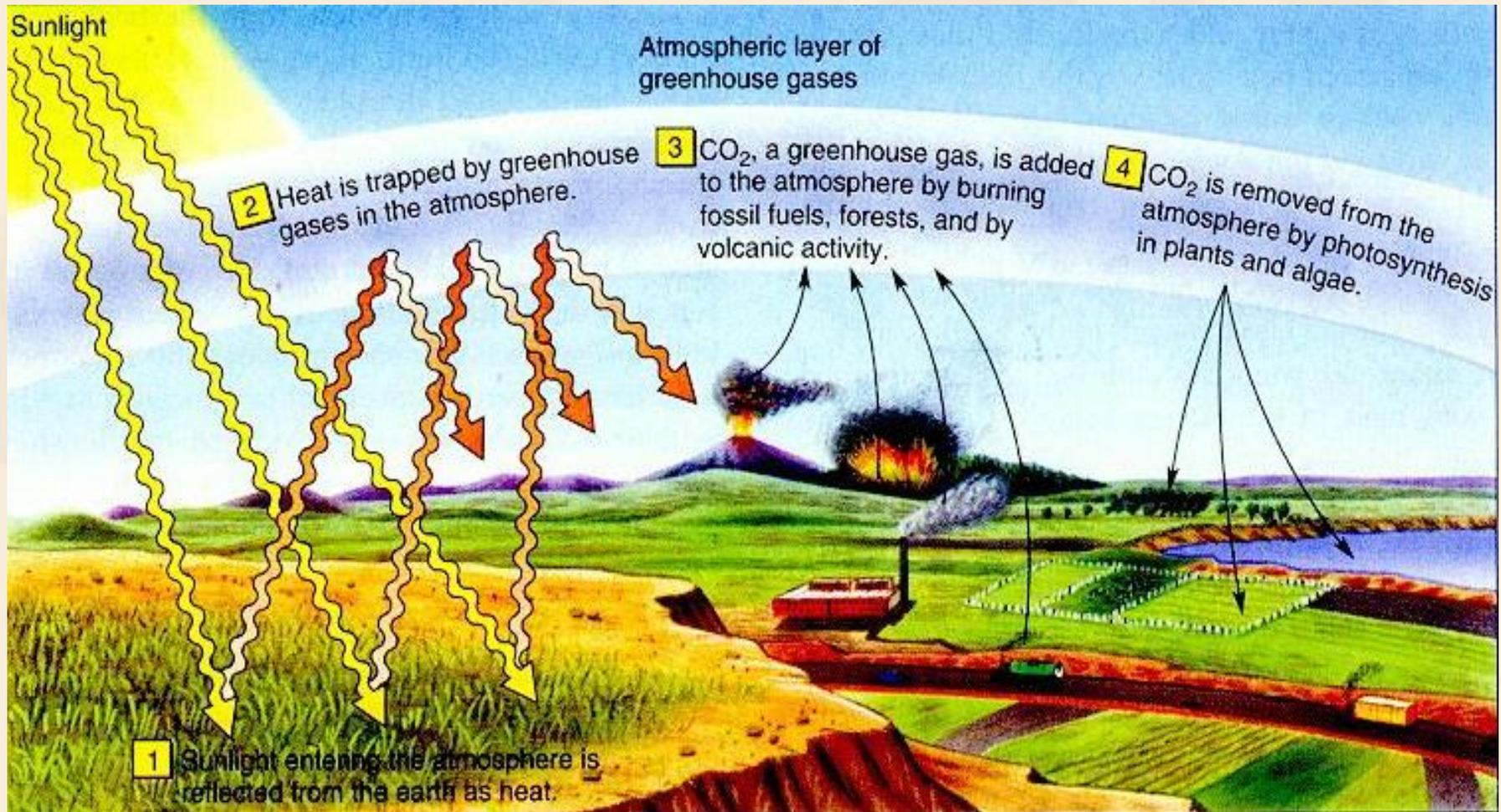
$$❖ = (S + S') - (S + S')\alpha - (E_e - E_a)$$

$$= (S + S') (1 - \alpha) - v$$



©Addison Wesley Longman, Inc.

# The greenhouse effect



# The greenhouse effect



# 温室效应造成的影响

若是温室效应气体浓度不断增加，则将使地表温度增加，进而导致气候的变化，其影响包括：

1. 北半球冬季将缩短，并更冷更湿，而夏季则变长且更乾更热，亚热带地区则将更乾，而热带地区则更湿。
2. 由於气温增高水汽蒸发加速。全球雨量每年将减少，各地区降水形态将会改变。
3. 改变植物、农作物之分布及生长力，并加快生长速度，造成土壤贫瘠，作物生长终将受限制，且间接破坏生态环境，改变生态平衡。
4. 海洋变暖、海平面将于2100年上升15—95公分，导致低洼地区海水倒灌，全世界三分之一居住於海岸边缘的人口将遭受威胁。
5. 改变地区资源分布，导致粮食、水源、渔获量等的供应不平衡，引发国际间之经济、社会问题。

- ❖ 三、控制温室效应的措施
- ❖ （一）减少温室气体的排放  
化石燃料燃烧、植被破坏、农业经营方式。
- ❖ （二）通过植树造林，从大气中吸收更多的  $\text{CO}_2$ 。

## 五、温度因子在林业中的重要性

- 温度对树木生长发育分布的影响
- 极端温度对树木的危害
- 非节律性变温对树木的危害
- 小地形环境的温度对树木的影响
- 皆伐对温度的影响

## 六、小结

### ❖ 温度的时空变化规律

- 空间变化决定与纬度、水陆分布和海拔
- 时间变化有昼夜、季节和长期变化。

### ❖ 三基点温度：最适温度、最高温度和最低温度。

### ❖ 积温

### ❖ 温度对植物的影响

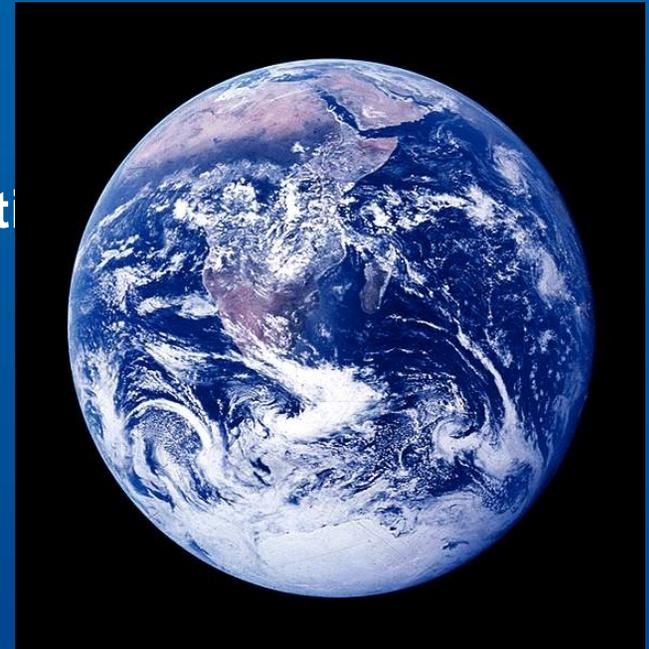
- 对植物生长发育的影响
- ▶ 变温对植物的影响
- 物候现象
- 温度与伤害

# The End



## CHAPER SIX WATER FACTOR

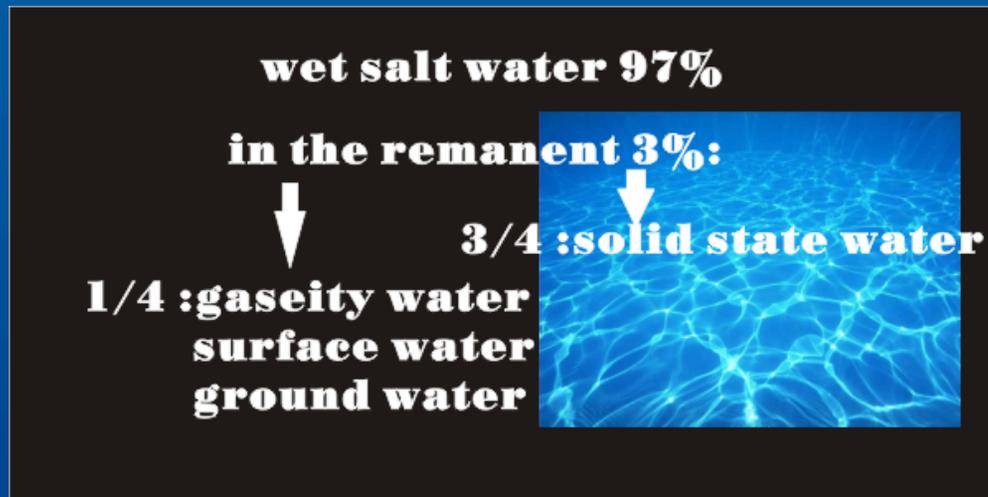
- ◆ Different shape of water and it's ecological meaning
- ◆ Plant's adaptation to the water
- ◆ Condition of water and plant distribution
- ◆ Forest's balance of water
- ◆ Forest's influence to precipitation
- ◆ Relation of water and forest



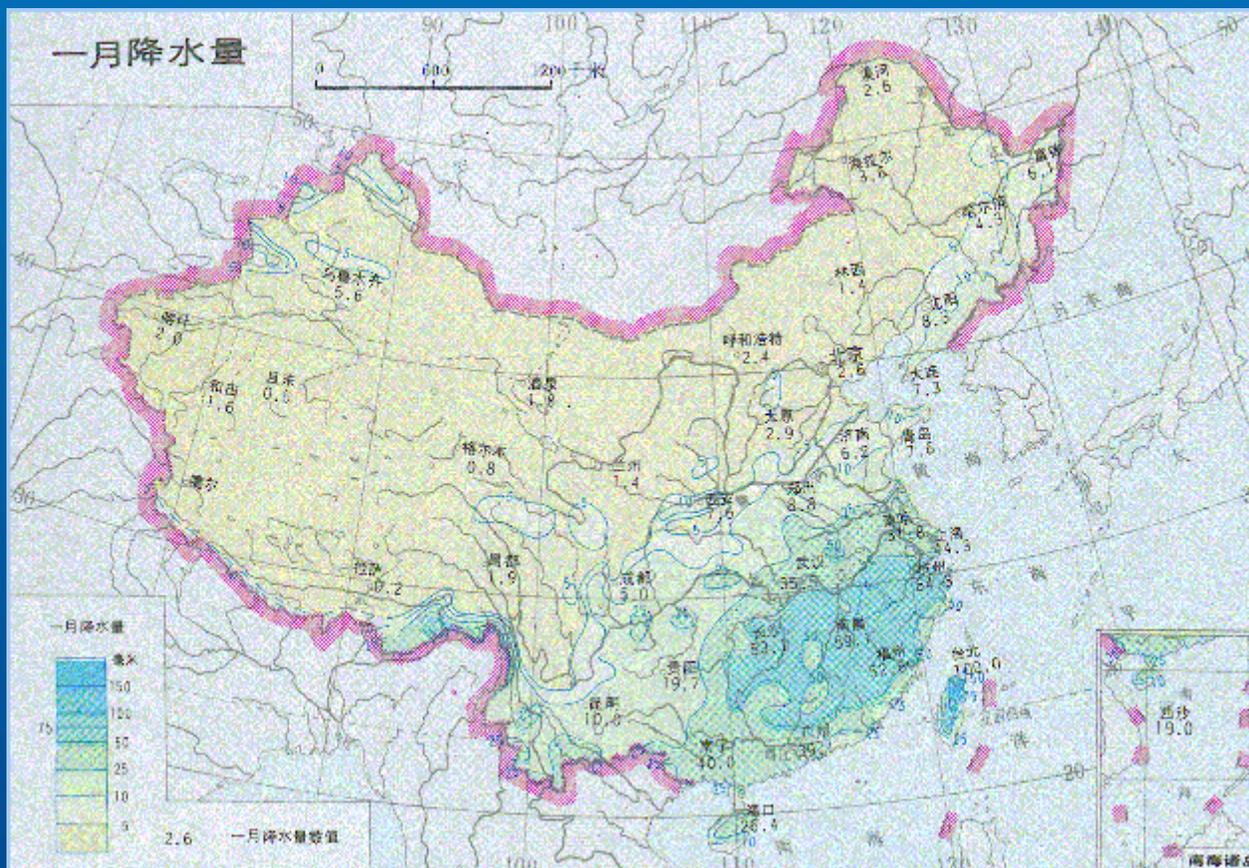
◆ Different shape of water and it's ecological meaning



Water on the earth's surface include liquid state (salt water and fresh water)、solid state and gaseity

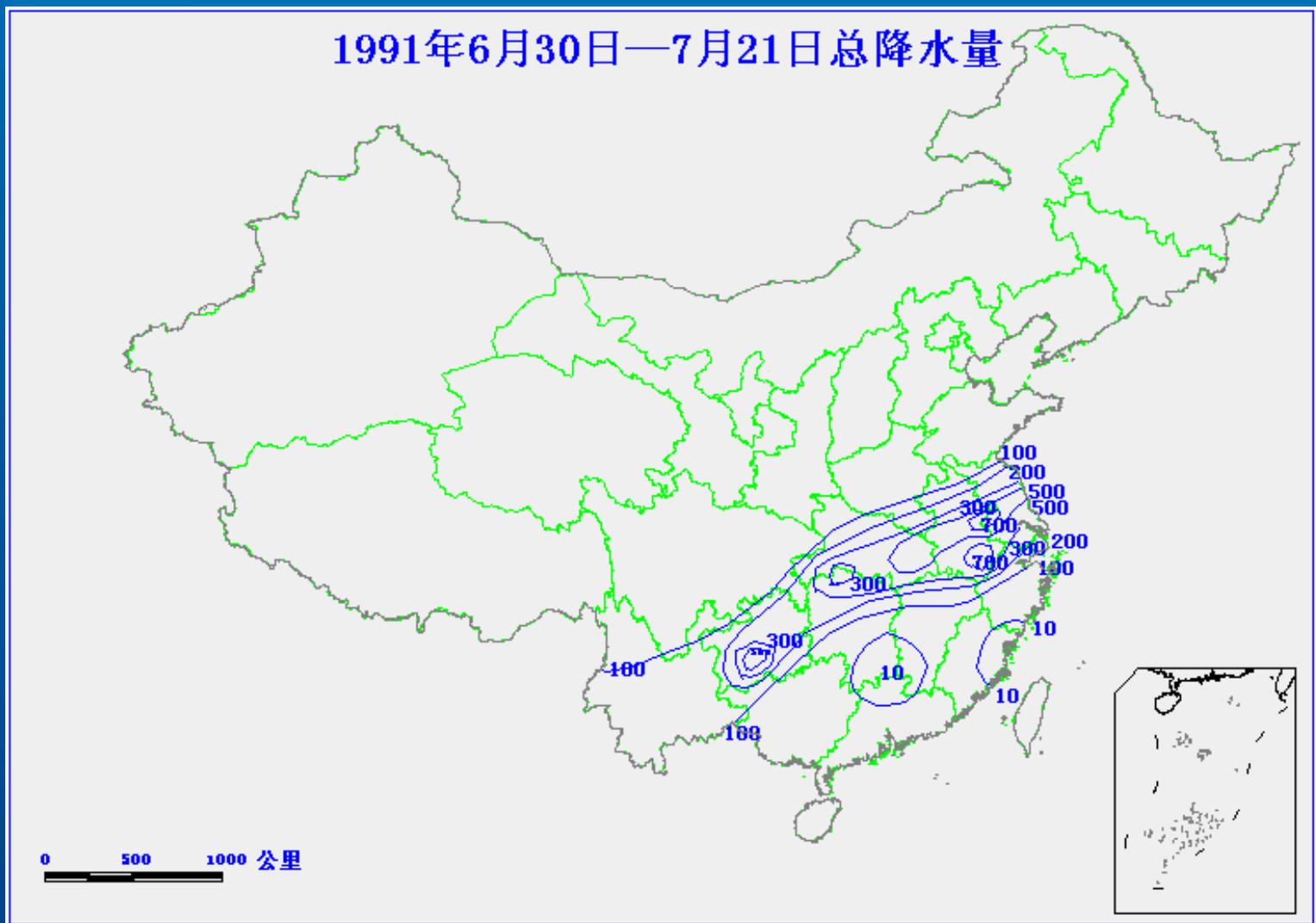


Rainfall is the most important form of water import, it produce ecological effect via annual rainfall、season allotment and strength of rain.

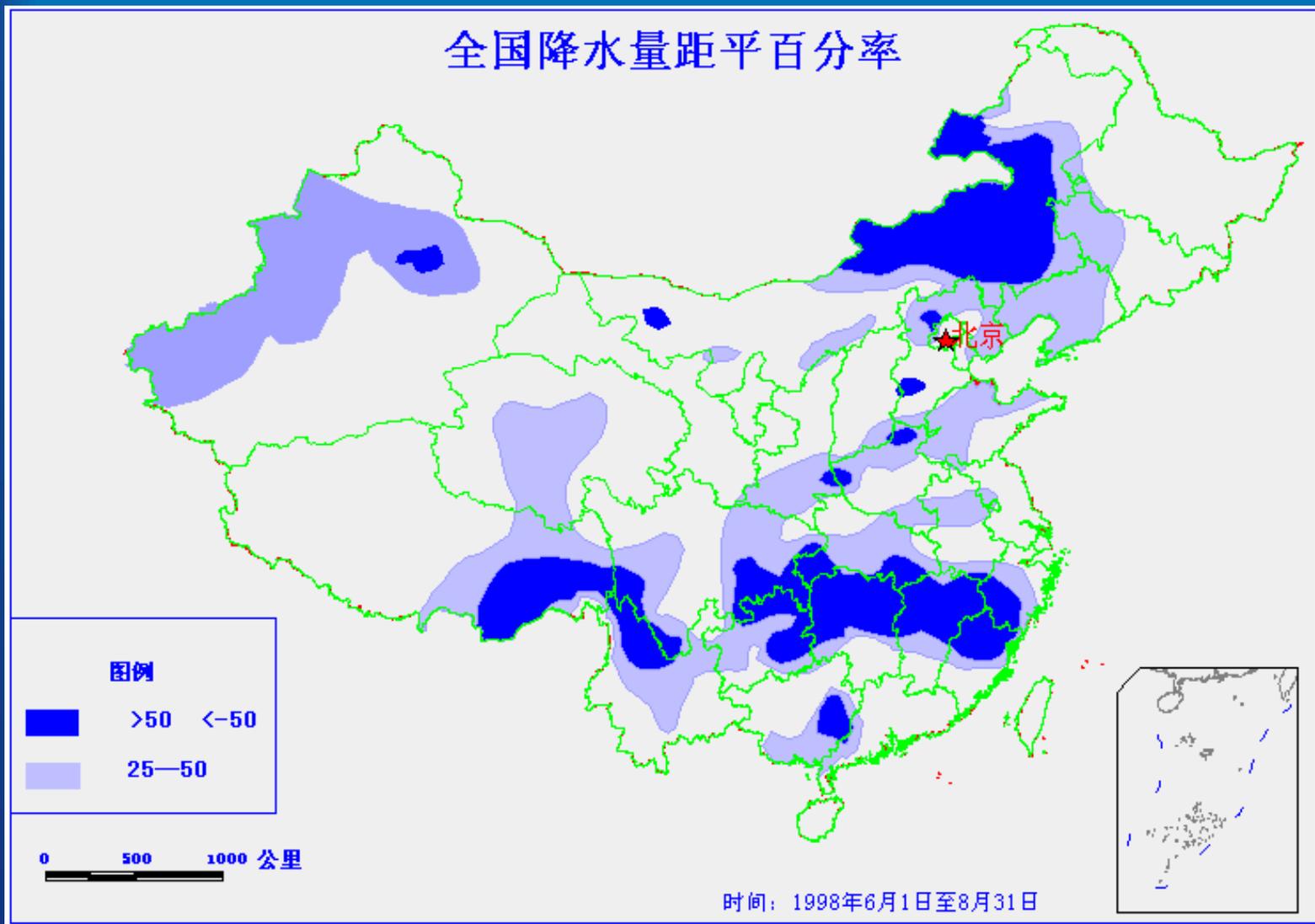


中国一月份降水分布图





### 全国降水量距平百分率



## Snowfall : Important water source of plants

### ◆ Ecological effect :

Have function of supply the soil humidity in the spring.

In The dry region accumulated snow on high mountain is a important vegetative water source.

The cover of winter snow contain aegis to help plants and the young sprouts 、 young trees live through the winter

Snow also can cause tree to snow press, snow fold etc.





## Water in the air vapor, cloud and mist

◆ It is in common use that denote the vapor in the air via relative humidity : $A/B * 100\%$

A-concrete water vapor pressure  
B-saturated water vapor pressure  
(in same condition of temperature)

◆ ecological effect :

influence of illumination condition

influence of rising strength

affect some vegetative distribution



## soil water

- ◆ three styles and ecological effect

gravitation water

capillary water

hygroscopic water

- ◆ 图片待选

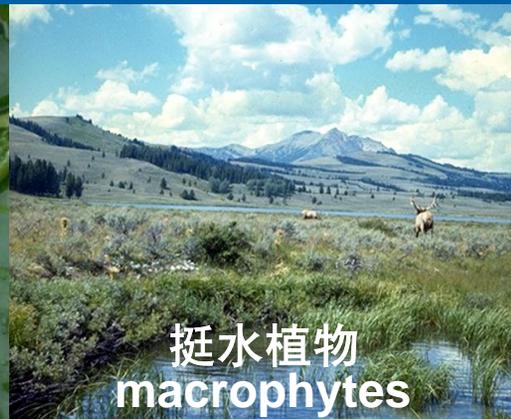
# plant's adaptation to the water

◆植物对水分的需要量，指生产1g干物质所需的水量。按平均计算，植物每生产1g干物质约需300-600g水。

◆大气氧气含量21%，通气不良的土壤氧气含量低于10%，导致多数植物根系生长衰退，下降到2%时，植物难以成活。

按植物对水分的适应可分为：

水生植物



中生植物  
旱生植物

# 旱生植物

## 1 避旱植物

指短命植物以种子或孢子阶段避开干旱影响。主要特征：个体小，根茎比值大，短期完成生命史



## 2 抗旱植物

### (1) 防旱植物

保水型植物

耗水型植物

### (2) 耐旱植物

提高细胞液溶质含量，防止脱水。

### (3) 适旱植物

主要形态特征：缩小枝条和叶面积，增加根系扩展范围，增加叶厚度，增加细胞壁、角质层厚度，减少气孔，木质部细胞较小，栅栏组织发达，海绵组织不明显，细胞间隙小。

主要生理特征：含糖量高，细胞液浓度高，渗透势低，细胞含水量低，原生质透性高，单位叶面积蒸腾率高，开花结实早，寿命长。



# 水分条件与植物分布

( Condition of water and plant distribution )

400-500mm以上	森林
300-400mm	森林草原
200-300mm	荒漠

湿润度 (P/E) : 年平均降水量 (mm) 与潜在蒸发量之比

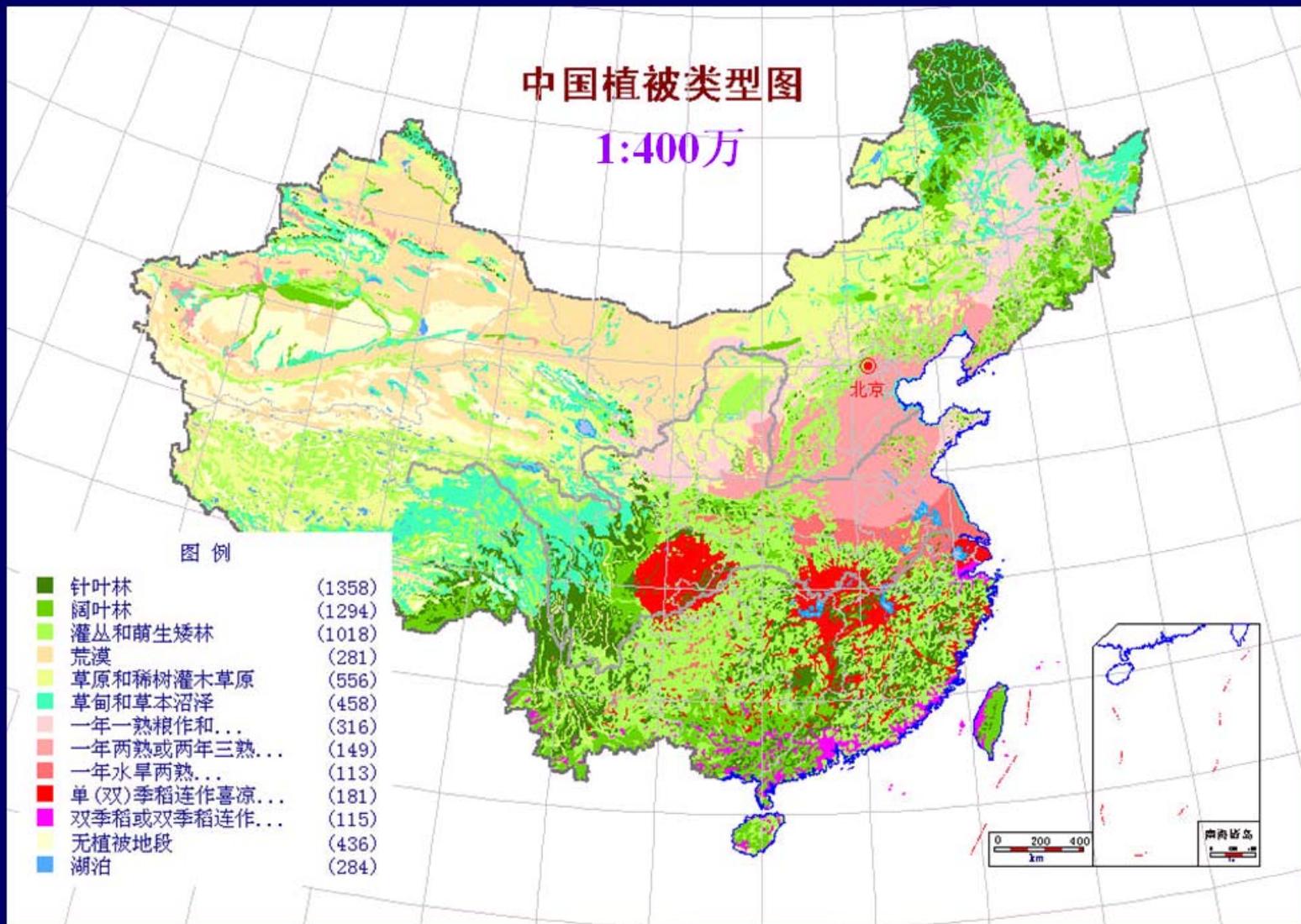
干燥度 (K) : 可能蒸发量与同期降水量之比。

我国采用大于10℃的活动积温乘以0.16倍作为可能蒸发量。

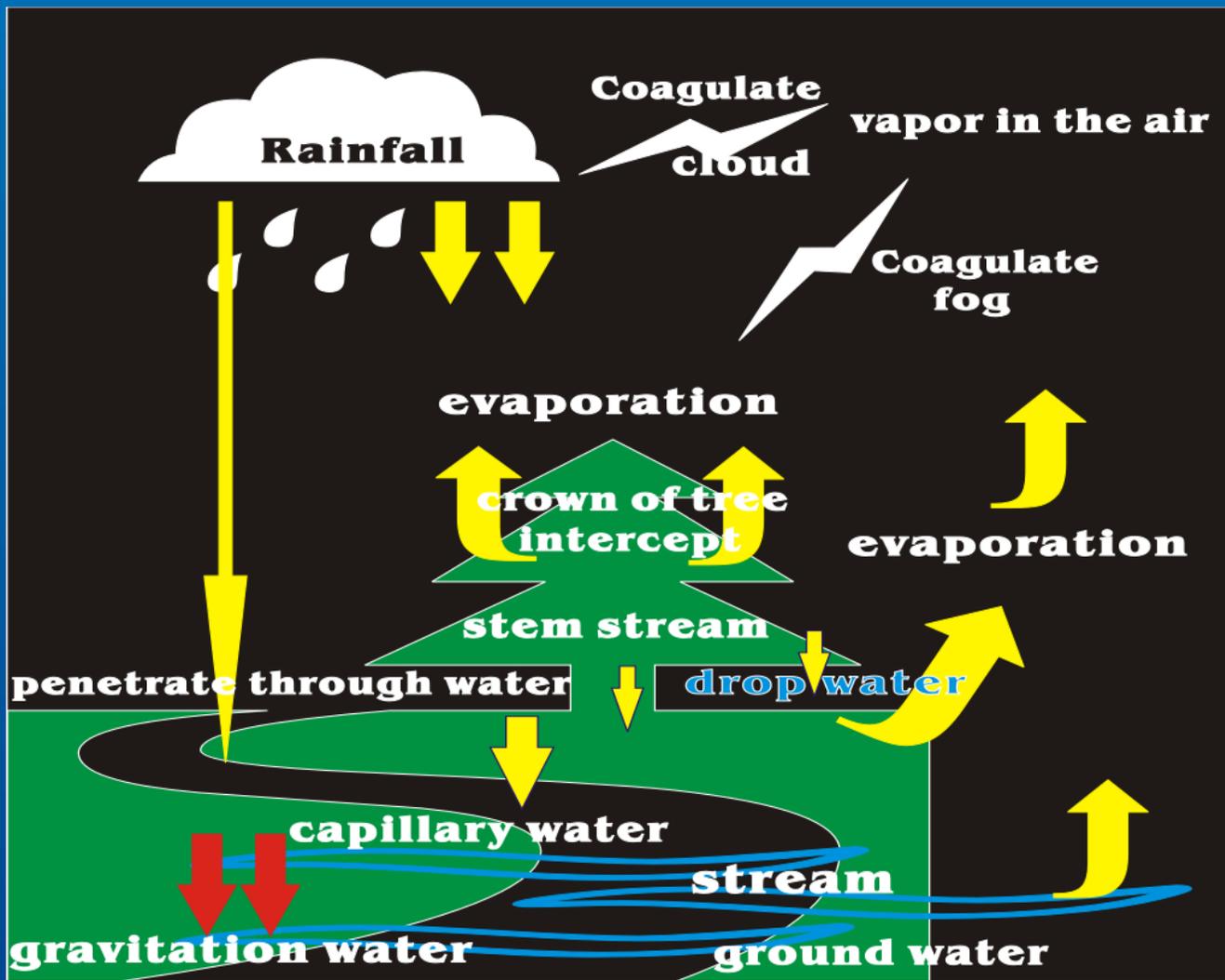
计算公式:  $K=0.16 \sum t/r$

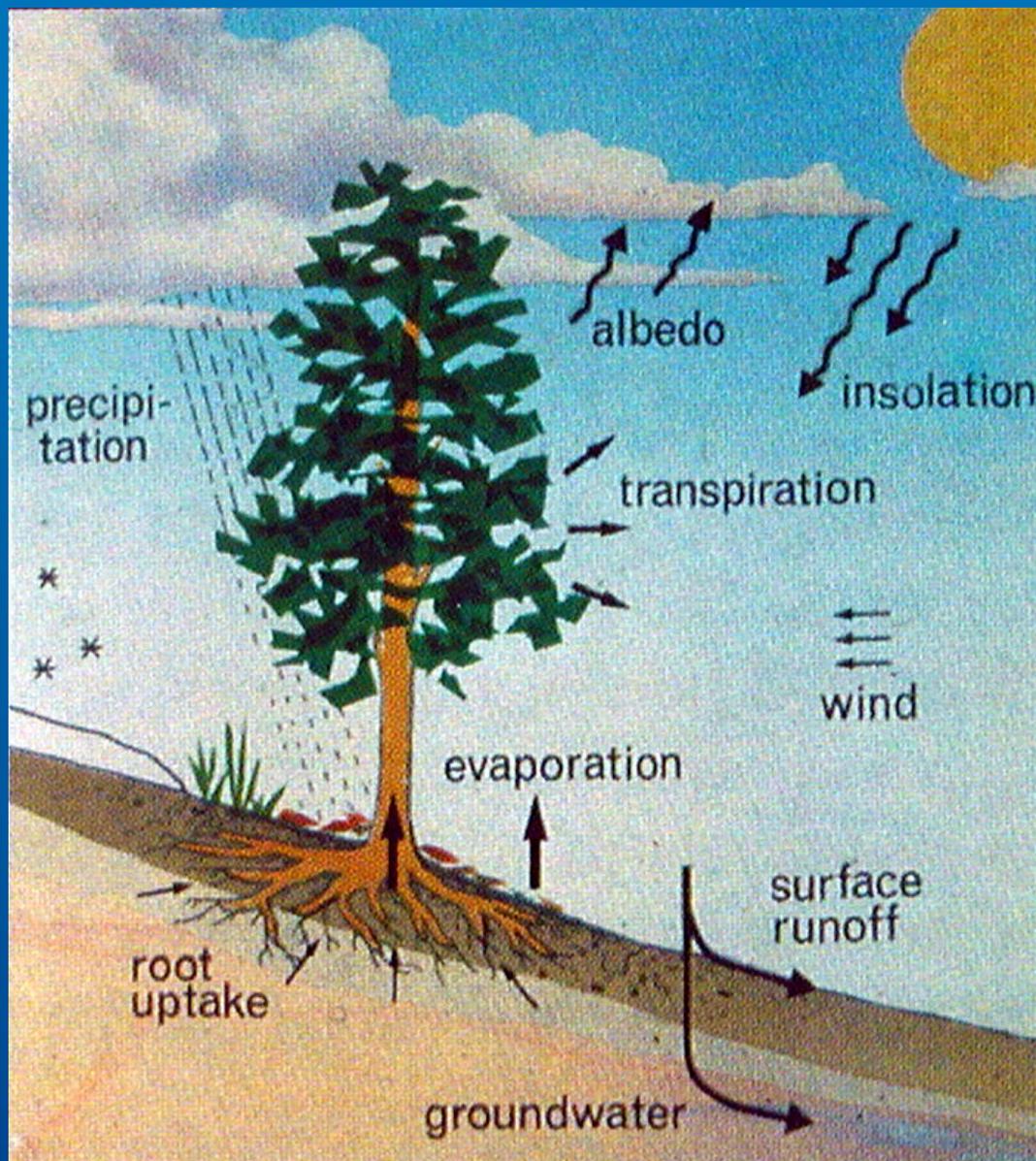
(100页表6-4)

干燥度	水份状况	自然植被
$\leq 0.99$	湿润	森林
1-1.49	半湿润	森林草原
1.50-3.99	半干旱	草甸、草原、荒漠草原
$\geq 4.0$	干旱	荒漠



# Forest's balance of water







林内雨量=滴落量+径流量+穿透雨量

林外雨量：在连续降雨的一段时间内，林冠上部或旷地雨量。

树冠截留雨量=林外雨量-林内雨量

### 影响林冠截留雨量的因素：

树种特性，森林层次结构，降雨强度

### 入渗土壤的水

初渗率：在水分渗入土壤中时，在初期入渗速率很大，即初渗率。

终渗率：初渗率在短时间内即急剧下降，最后趋于稳定，即终渗率。

### 为什么林地的终渗率高？

林地土壤结构好，孔隙度大，地表枯落物覆盖保护土壤不受雨滴的冲击。

### 蒸发散

土壤水经森林植被蒸腾和林地地面蒸发而进入大气的的作用

森林的蒸腾量大于草地、农田作物

### 影响森林蒸腾量的因素：

树种，年龄，气候状况，土壤

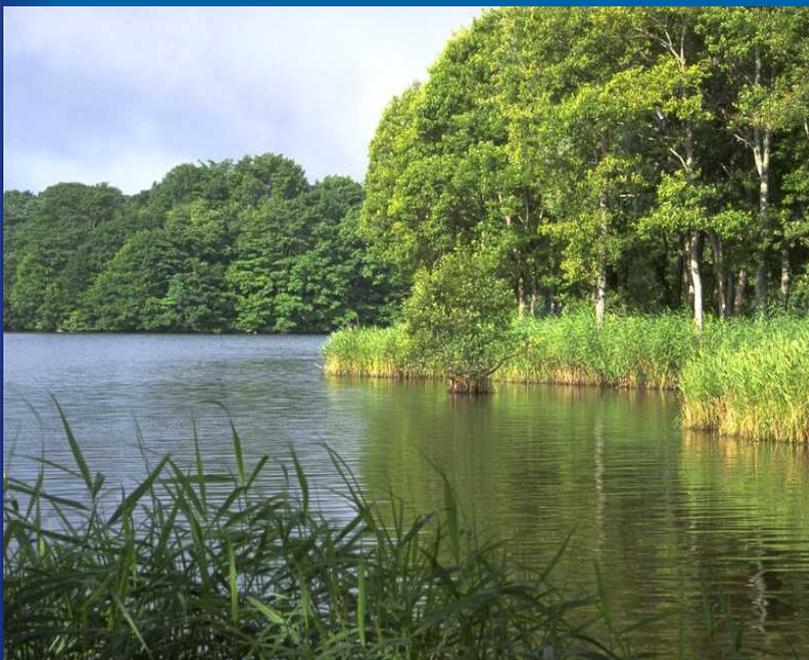
如果全球没有森林，陆地蒸发量将减少8.7%，全球蒸发量将减少1.05%。从全球范围来说，森林增加的蒸发量等于全球降水量的增加量。

## 地表径流

### ◆森林可以显著减少地表径流的原因

1林内死地被物能吸收大量降水

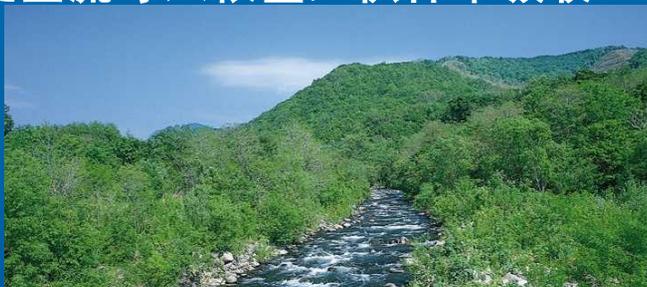
2森林土壤疏松、孔隙多、富含有机质和腐殖质，水分容易被吸收和入渗。地表径流受树干、下木、活地被物和死地被物的阻挡，流动缓慢，有利于被土壤吸收和入渗。



# 森林对降水的影响

- (一) 森林增雨作用的评价
- (二) 降水通过林冠后水质的变化

生态学意义：增加了土壤养分含量，因茎流中养分含量很高，这些养分随茎流导入根区，供林木吸收。



## 水分和林业的关系

- ◆ 水分对森林分布的影响
- ◆ 水分对森林生产力的影响
- ◆ 森林的水土保持和水源涵养作用
- ◆ 造林技术措施应考虑水分因子



本章结束！休息一下吧！😊