

气象学

(试用教材)

广东农林学院林学系土地气象教研组编

1973.2.

说 明

- 一、本讲义暂供我系热带林专业和林学专业本学期试用，故有关气候内容除概述华南广东气候特点外，着重结合广东海南岛、雷州半岛热带地区和桂南闽南等南亚热带地区的气候资料编写。
- 二、为了结合专业需要，将过去小气候的坡地气候一节，改为“山地气候”一章，并将其编为第二章，紧接在第一章“气象要素概述”之后讲解。因为山地气候主要阐述太阳辐射、土温、气温、湿度、降水与风等气象要素随山地的不同高度、不同地貌、不同方位的分布，希望藉此复习前章气象要素的基本概念及其实际应用。
- 三、有关气候区划内容，如果按照一般气候区划系统，是以一个气候类型为主，归纳一些气候特点类似的不同县份（即使相距很远）集中阐述。为了使工农兵学员将来在一个地区进行营林工作时，便于了解和比较该地区附近各县的气候特点起见，故改以地区为主，将一地区附近各县的不同气候特点集中探讨。
- 四、本课程理论教学40学时（实验11学时），内容较多，有关各地气候材料，只作自学参攷。
- 五、“教材要彻底改革”，但由于我们的水平较低，教学大纲的编排及其内容难免有不妥之处，希望同志们及时指正。

目 录

绪 论	1
第一章：基本气象要素概述	
一、太阳辐射	3
二、温度	9
三、空气湿度	12
四、蒸发凝结和降水	16
(一)、蒸发	16
(二)、凝结	18
(三)、降水	20
五、气压和风	22
第二章：山地气候	32
一、影响气候的因素	32
二、山地的高度和方位对太阳辐射的影响	33
三、地形对温度的影响	36
四、地形对大气水分的影响	40
五、地形对风的影响	43
第三章：小气候	45
一、小气候的概念	45
二、土地表层的热状况	46
三、贴地气层的热状况	50
四、小气候的改造	53

(一) 灌溉对小气候的影响	53
(二) 松土	56
(三) 搭风障	57
(四) 复盖	58
(五) 种植防护林	58
五、森林小气候	59
(一) 林内的太阳辐射	60
(二) 林中温度的特征	61
1. 林土温度	61
2. 林中心气温	62
(三) 林内土壤湿度和空气湿度的特征	64
1. 林内土壤的湿度	64
2. 林内空气的湿度	65
(四) 森林中的风	66
(五) 林中空地小气候	67
六、小气候的观测	69
(一) 测点的选择原则	69
(二) 观测项目及其高度和深度	70
(三) 观测点的布置	70
(四) 观测时间的选择	70
(五) 如何保证观测资料的质量	71
(六) 观察温度表应注意事项	71
第四章：气象台的天气预报和民间看天经验	73
一、气象台站天气预报简述	73
(一) 天气图预报方法	73

4	(二) 单站补充预报	74
	(三) 地方特征天气预报	74
	(四) 天气预报常用语	75
	二、民间看天经验	76
	(一) 学习民间看天经验的重要意义	76
	(二) 降雨的两个基本原理	78
	1. 气温升降是空气相对湿度变化的主要矛盾	78
	2. 空气上升运动是降温促进过饱和凝云降雨的主要途径	80
	(1) 热力对流形成对流雨	80
	(2) 地形阻碍形成地形雨	80
	(3) 冷暖气团交绥的暖锋、冷锋、静止锋形成锋面雨	80
	(4) 辐合上升形成的台风雨	82
	(三) 劳动人民预测晴雨歌谚的科学论据	82
	1. 看雾预测晴雨	82
	2. 看风预测晴雨	85
	3. 看冷暖情况预测晴雨	90
	4. 看云和光象预测晴雨	92
	5. 看物象预测晴雨	98

第五章：寒潮与霜冻 - - - - - 102

一、寒潮侵入华南的路径 - - - - - 102

(一) 寒潮侵入广西的路径 - - - - - 103

(二) 寒潮侵入广东的路径 - - - - - 104

二、华南寒潮期的降温规律 - - - - - 107

三、霜冻 - - - - - 109

(一) 霜冻的概念及其成因 - - - - - 109

(二) 影响平流辐射霜冻的天气因素	111
1. 风的影响	
2. 云的影响	
3. 湿度的影响	
四、寒潮对橡胶危害的气象条件	112
(一) 低温强度	
(二) 低温持续时间	
(三) 温度日较差	
(四) 风	
(五) 日照	
(六) 降水和相对湿度	
(七) 雾	
附: 橡胶树寒害级别	115
五 地形及防护林带对寒潮霜冻的影响	115
(一) 不同类型地形对寒害的影响	116
1. 易进难出的地形	
2. 易进易出的地形	
3. 难进易出的地形	
4. 难进难出的地形	
(二) 地形对寒潮霜冻的再分配作用	117
(三) 小丘陵坡向对寒害的影响	120
(四) 防护林带对寒潮霜冻的影响	124
六、防寒措施	125
(一) 沟植越冬法	
(二) 防风障	
(三) 活动防霜棚	

- 6 (四) 茎干色澤
(五) 培土
(六) 煙烟和灌水
(七) 注意接芽問題
(八) 寒前停止翻耕

七、民间预测寒潮霜凍經驗 - - - - - 132

第六章：台風 - - - - - 137

一、台風的概述 - - - - - 137

二、台風的發源地及其行徑 - - - - - 138

三、台風在广东省登陸的季节和地点 - - - - - 139

四、台風的構造和天气 - - - - - 140

五、台風警报的信号 - - - - - 141

六、民间预测台風的經驗 - - - - - 142

七、橡胶树受台風危害規律 - - - - - 145

八、減輕台風危害橡胶树的农业措施 - - - - - 147

第七章：防护林带的防风效应 - - - - - 151

一、防护林带减弱风速的基本原理 - - - - - 151

二、不同结构林带的防风效果 - - - - - 152

三、林带间的距离和防风效果 - - - - - 155

四、橡胶园营造防护林带的设计 - - - - - 157

五、雷州林场营造防护林带几点建议 - - - - - 158

(一) 发挥丛生萌芽林的防风效能 - - - - - 159

(二) 利用和改造现有林木为防护林带 - - - - - 160

(三) 订好轮伐萌芽更新计划,以林护林 - - - - - 162

(四) 掌握合理伐樁高度	7	164
(五) 选苗适当方向萌条		165
(六) 确定有利行间方向		165
(七) 降低植实扎深根系		167

第八章：华南地区气候 - - - - - 169

一、华南气候概述 - - - - - 169

(一) 大气环流的季节变化 - - - - - 169

(二) 气温的特征 - - - - - 171

1. 年均温高 - - - - - 171

2. 夏长冬暖 - - - - - 171

3. 常年无冬 - - - - - 172

4. 年较差小 - - - - - 177

(三) 降水特点 - - - - - 177

1. 年雨量丰沛, 各地差异仍大 - - - - - 177

2. 降水分配不均, 雨量集中夏季 - - - - - 178

二、广东气候 - - - - - 179

(一) 地理环境与气候的形成 - - - - - 179

(二) 热力资源 - - - - - 180

1. 四季温度的特点 - - - - - 180

2. 活动积温的分布 - - - - - 186

3. 无霜期 - - - - - 18

(三) 水分保证 - - - - - 191

1. 年降水量的分布与季节分配 - - - - -

2. 广东的干旱 - - - - - 194

3. 各地的湿润状况 - - - - - 195

(四) 广东季风热带—南亚热带气候 - - - - - 197

1. 季风热带 - - - - - 201

(1) 季风热带的北界 - - - - - 201

(2) 季风热带气候的特点	— — — — —	
(3) 雷州半岛季风热带气候	— — — — —	205
① 湛江台地平原气候小区 (IC2d)	— — —	
② 雷西台地基本无寒害气候地带 (ID2d)	— —	
(4) 海南岛季风热带气候	— — — — —	208
① 琼中山地潮湿气候区	— — — — —	210
② 中部山地湿润半湿润气候区	— — — — —	211
1) 保亭丘陵、盆地山地气候小区 (IB2b)		
2) 白沙丘陵、山地气候小区 (IC2b)		
③ 东南沿海湿润气候区 (IB1c — 加积, IB1d — 万宁)	— — — — —	213
④ 岛北气候区 (IB2c — 那大, IB1c — 定安, IC2d — 福山, IB1d — 海口, IC1d — 文昌)	— — — — —	214
⑤ 岛南气候区	— — — — —	216
1) 陵水台地平亮气候小区 (IC1d)		
2) 琼南海岸台地平亮气候小区 (ID1c)		
⑥ 岛西气候区	— — — — —	218
1) 石碌、东方、乐东盆地气候小区 (ID1c)		
2) 琼西海岸台地干旱、无寒害、风害气候小区 (IE1d)		
2. 季风南亚热带	— — — — —	223
(1) 季风南亚热带北界	— — — — —	223
(2) 季风南亚热带气候特点	— — — — —	224
三、广西南部气候	— — — — —	226
(一) 桂东南丘陵、台地气候小区 (IB2b)	— — — — —	226
(二) 左右江邕江谷地气候小区 (IC2c)	— — — — —	229
(三) 十万大山气候小区	— — — — —	230

	9
(四) 桂西喀斯特高原气候小区	231
(五) 东兴山地气候小区 (IIA2c)	232
(六) 钦州沿海台地平原气候小区 (IIB2d)	233
(七) 钦廉台地丘陵气候小区 (IIB3c)	235
(八) 北海台地气候小区 (IIC2d)	237
(九) 灵山山地丘陵气候小区 (IIC3c)	238

四、福建南部气候 240

(一) 福建季风南亚热带气候概述	240
------------------	-----

1. 热量

2. 水湿条件

3. 风

(二) 福建南亚热带南部亚地带气候	245
-------------------	-----

1. 闽南滨海低丘台地气候小区	246
-----------------	-----

2. 乌山山前丘陵气候小区	247
---------------	-----

绪 论

毛主席教导说：“人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。”包围在地球表面的整个大气圈中，经常进行着增热冷却、水的蒸发和水汽凝结等物理过程，以及发生风、云、雨、雪、寒、暖、燥、湿等物理现象。气象学就是人们用来了解和探讨自然界这些物理过程和物理现象的一门科学。它能帮助人们预测未来天气和掌握气候形成规律，以便在生产活动中利用有利的天气和气候条件，克服不利的天气和气候因素，从而向控制天气改造自然方面不断发展不断前进。

大气物理过程和物理现象是由太阳辐射，空气温度，湿度，大气压力，风速风向，云况，降水等的定量特征来描述的，这些项目的特征量称为气象要素。各种气象要素会直接间接和综合地影响林木的生长发育，因此常将各种气象要素总的情况或对某些起决定性作用的气象要素的情况称为气象条件。

气象学所包括问题的范围很广泛，作为影响林木生长发育的气象因素，在应用上的内容各有不同，譬如在进行采种、育苗、移植造林以及在苗圃喷药防止病虫害时，往往需要预测晴雨情况，这些都属于气象学的天气部分；而在营林时，还应了解各地气候区域的划分，使更有效的布置林业生产，达到适木适地的目的，这方面的问题，在气象学的气候部分探讨。

天气和气候的概念不同，所谓天气是指在一一定的地区，一定的时间内各种气象要素如温度，湿度，风，云，降水等现象空间分布的总和与这些天气现象随有限时间变化的天气过程。如预报某天广州的天气是：白天多云，偏东风，最高温度 27°C ，夜间多云转阴，东北风，下半夜有小雨，最低温度 19°C 。就是一个例子。

气候则是指一个地方多年特有的天气情况，其中包括最常见的一般的天气情况和特殊年份出现的极端的天气情况。与天气概念不

同的地方是气候多少保持着经常性和稳定性。可见要确定一地的气候特点，必须在该地经过多年的天气观测，并将多年观测到的各种气象要素值加以统计整理，最后得出平均值，极端值，变化值，这样整理出来的资料称为气候资料。显然对一地的天气观测年限愈长，确定该地的气候特点就愈准确可靠。

气象条件是树木不可缺少的生活因子，各种树木只有在一定的气象条件和其它的生活条件综合作用下，才能生长发育，开花结果，完成生活周期。树木对它的生活环境条件既然有一定的要求，因而形成森林在地球上依纬度而有不同的水平分布和依海拔高度而有不同的垂直分布。在我国从南到北由于气温逐渐降低，根据树木的喜温程度可分为热带林，亚热带林，温带林，寒带林四种。由于气候不同，一般南方多常绿树种，北方多落叶树种，高山地区多为针叶树种，低凹地区多阔叶树种。可见在各地选择树种造林时，就必须充分考虑到当地的气候特点和树种的生育特性的关系。

气象条件与造林，育苗，营造防护林以及森林保护等工作关系十分密切。如在林木种子的贮藏中，不同树种的种子，需要满足其本性要求的一定温度、湿度等条件，才能保存其生命力。在育苗工作中，必须根据灾害性天气预报来防止各种自然灾害，并根据气候与天气情况确定播种，造林最适宜的季节。在园林化设计和造林调查设计工作中，必须根据造林地区的气候资料来决定造林树种，季节与造林技术。营造防护林带时，必须根据当地的气候资料来确定防护林的走向，宽度及树种，始能发挥防护林的最大效用。

了解各地气候条件和各种树种对光、热和水分的需要量，根据各地区气候和小气候的知识，以及正确地利用农业技术，便可扩大现有林业生产分布的范围，例如解决热带和亚热带树种向北推移的问题。

气候是森林植物生长环境的因素之一，但森林植物和它所生长的环境是一个不可分割的整体，在森林植物的影响下，它所生长的

环境也会发生一定程度的变化。可见森林不仅是木材资源，同时也是气候资源。

第一章：基本气象要素概述

一、太阳辐射

太阳射向地球的光能巨流称为太阳辐射。太阳辐射是极其复杂的天气现象和天气变迁的主要原因，因为在大气中发生的各种过程都是借地球从太阳获得的热能来进行的。

地球上气候不同的最主要原因，归根到底也是由于太阳辐射能到达量的不同，从而形成不同纬度上有热带、温带、寒带之分，以及同一地区上一年中有四季的区别。

植物在生长发育过程中，太阳辐射是一个不可缺少的因子。在太阳辐射的光谱中，大体上可以区分为：可见光（用分光镜可以分出紫、蓝、青、绿、黄、橙、红七种颜色），和比可见光的波长长的红外线，以及比可见光波长短的紫外线三个部分。植物只有在太阳辐射的可见光照射下才能进行光合作用，制造有机物质。一般植物进行光合作用主要是吸收红、橙光及蓝紫光，这些光线称为生理辐射。紫外线能抑制植物徒长，杀死病菌孢子和提高种子萌发能力等作用。红外线则只是产生热效应，供给植物热量，促进植物体内水分的循环及蒸腾过程的进行。

太阳辐射的能量所用单位是卡/厘米²·分。例如在大气上界的平均太阳辐射强度为1.90卡/厘米²·分，称为太阳常数。

大家都知道，地球表面受一层很厚的大气圈包围着，当太阳光进入大气圈之后，大气中的水汽、凝结物、微尘杂质等对太阳辐射的能量有着吸收、散射、反射等减弱作用。因此，到达地面的太阳辐射能量显然要比1.94卡/厘米²·分为少。其中被减弱的程度，随阳光在大气圈中射程的长短和大气中含水汽微尘量的多寡而转移。

当太阳辐射穿过太气，遇到直径小于太阳辐射的波长（或者相仿）的空气分子、水汽、尘埃等微小质点时，其中有一部分（主要是太阳辐射的可见光区和紫外线）就被质点改向四方传播，这种现象称为散射。未经质点散射而直接投射到地面的光能，称为太阳直接辐射。虽然有些折回宇宙空间，但也有部分散射至地面。地面获得的太阳直接辐射和散射辐射的总和称为总辐射。

大气中那些吸收和散射太阳辐射的水汽和微尘杂质，绝大部分集中在近地面气层，随着高度增加而迅速减少，高山上面空气含水汽微尘较少，对太阳辐射的散射作用较小，可见到达高山上的太阳总辐射要比平地多，而且富有短波的紫外线。紫外线往往会抑制林木的高生长，高山上林木之所以生长得矮或匍匐状以及节间短等特征，显然与高山上紫外线较多有关。高山上只宜种植阳性树种，因为喜阳树种，一般具有厚而粗糙的树皮，叶的表面厚而富有角质层，叶面比较平滑，木质部较为发达，比较不怕强光灼伤和霜冻。沿海平原地区，空气中水汽含量丰富，云雾也多，有利于减弱太阳辐射能量和散射其中的短波光线，故具有^有阴性树种发展的最好辐射气候条件。

地表面接受太阳辐射能量的多寡，与太阳高度的关系也十分密切，所谓太阳高度，是指光线与水平面所成的角度，如右图中用 h 的符号表示。

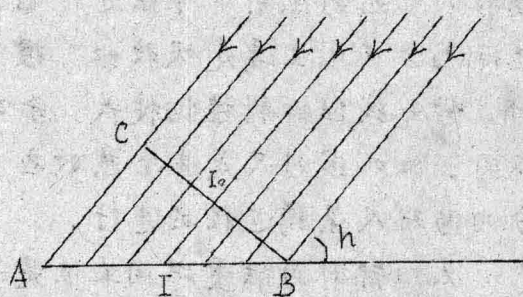


图 1.1 太阳高度角与太阳辐射通量的关系

从太阳发射到地面某有限平面的辐射，可以认为是以平行线的方式射出的，右图 A B 水平面上与垂直于阳光的 B

C 面上所接受的太阳辐射总量是相等的。设 A B 面上单位面积的太阳辐射能量是 I ，B C 面上单位面积的太阳辐射能量是 I_0 。则：

$$I \cdot AB = I_0 \cdot BC$$

那么 $I = I_0 \cdot \frac{BC}{AB}$

或 $I = I_0 \cdot \sin h$

由上式可见，水平面上的太阳辐射能与太阳高度的正弦成正比，太阳高度越低即 h 的角度越小，同一束光分布的面积就越大，则单位面积所投射的辐射量就少。中午获得太阳辐射能量比晨昏多，夏季比冬季多，都是因为太阳高度较高的缘故，所以太阳高度是支配地表面获得太阳辐射能量多寡的一个重要因子。

在一天中，太阳高度的变化和不同季节白天正午太阳高度的差异，都是由于地球自转和公转所造成。在地球自转和公转的过程中，不仅影响山地不同坡向获得太阳辐射有所差异，而且产生各地一年中昼夜长短有规律的变化。

地球在自转的同时，还绕着太阳沿椭圆形的轨道每年公转一周。在公转的过程中，由于地轴始终维持与轨道平面成 66.5° （更精确的说是 $66^\circ 33'$ ）的倾角，这就是造成太阳正午在地球上的直射点逐日改变。春分日正午太阳直射赤道，此后逐渐北移，夏至日直射北纬 23.5° ，之后又向南移动，秋分日重新直射赤道，冬至日直射南纬 23.5° ，之后，又向北移动。可见，一年中，太阳正午直射点仅在南北纬 23.5° 范围内移动，故有南北回归线之称。由于这个原理，以广州地区来说（位居北纬 $23^\circ 08'$ ）每年除于夏季短时间内太阳正午会在头顶外，其余绝大部分时间太阳位置多偏南，这就造成山的南坡，一年中太阳高度（即近午前后时间阳光与坡面所成角度）比北坡大，获得太阳辐射能量和光照比北坡丰富，所以在选择造林地时，南坡被称为阳坡而北坡被称为阴坡。

地球在公转时，地轴保持一定方向和与轨道面成 66.5° （ $66^\circ 33'$ ）倾角这个原因，不仅造成各地年中太阳高度逐日变化，而且昼夜长短也很有规律的更换。春分和秋分，全球（除两极外）都是昼夜平分。春分以后至秋分（即夏半年）北半球昼长夜短，並以夏至昼最长夜最短。

而且随纬度越高白昼越长。秋分以后至第二年春分（即冬半年），北半球昼短夜长，而以冬至昼最短夜最长，随纬度越高则白昼越短。（见附图2）

昼夜长短，会影响植物的生活，在自然状况下生长的各种植物对光照持续时间的反应是不同的，有的植物在白昼愈长黑夜愈短的条件下，开花结实愈快，这类植物称为长日照植物。有的植物在白昼愈短黑夜愈长的条件下，开花结实愈快，这类植物称为短日照植物。植物对白昼长短的反应在很大程度上与其起源地有关。长日照植物大多数是高纬度植物；短日照植物主要是低纬度的热带和亚热带植物。热带地方，一年到头日照时间变化少，总是12小时左右，温度总是高的，故短日照植物在一年内都可以开花。不过，当人为改变了光照的时间，对植物的生长发育就会产生影响。

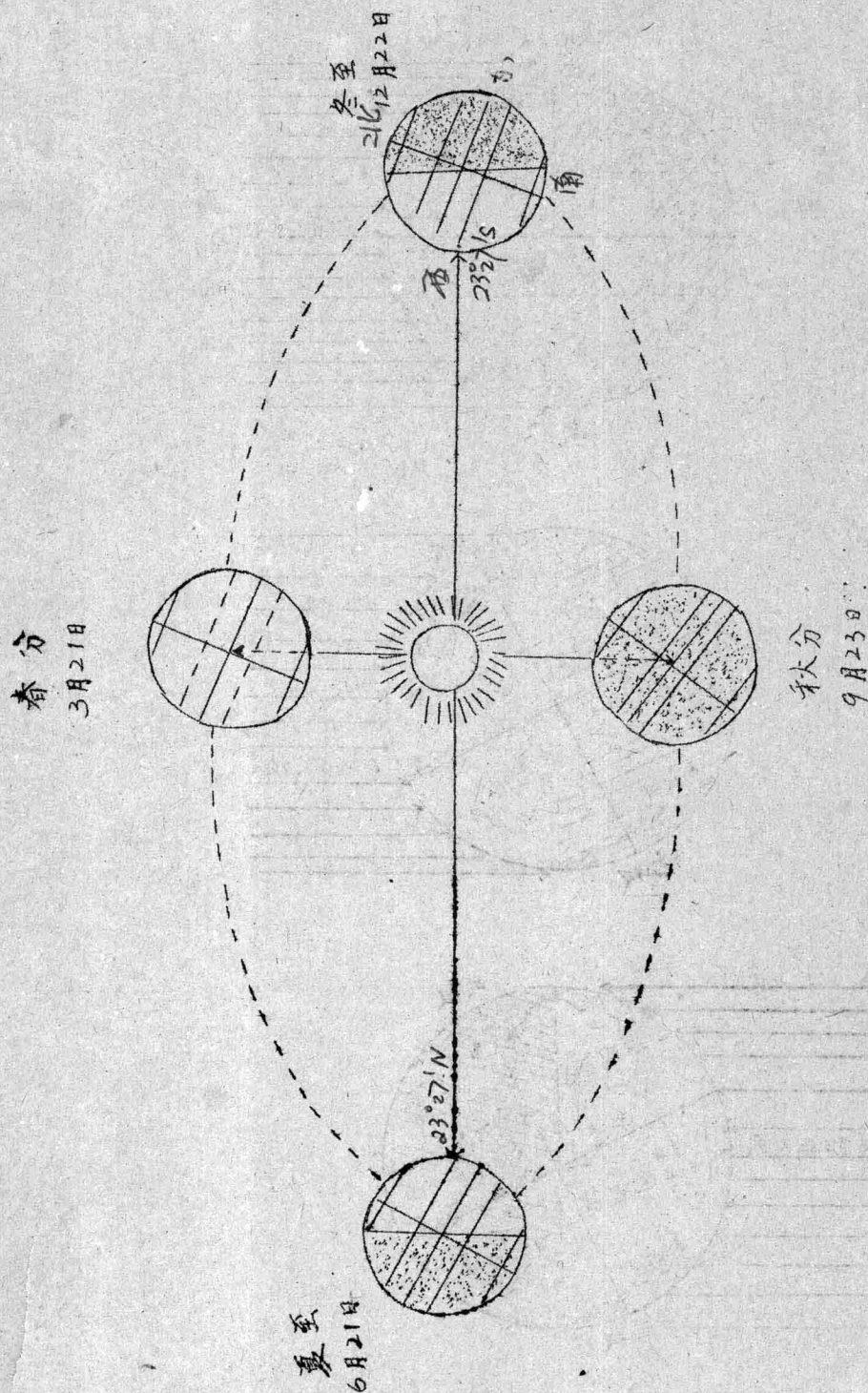
前华南热作所曾把橡胶幼苗改变其光照时间，并观测其生长快慢如下资料：

表 1.1. 光照与橡胶苗木的生长 处理时间约6个月。

处 理	苗 高		苗 粗		叶 蓬 散
	(厘米)	(%)	(厘米)	(%)	(蓬)
24小时光照	31.9	179	0.8	114	4.8
自然光照	17.8	100	0.7	100	3.9
6小时光照	5.3	29.8	0.6	85	2.9

由上表资料可见，长光照对橡胶幼苗的生长，特别是伸长生长，有显著的促进作用。其中24小时不断光照，系由3000米烛光电灯作为人工补助光照；6小时光照，系用黑布幕遮盖以缩短日照。

注：米烛光是以一个国际烛光的点光流为中心，以一米为半径所做的球面上的照度。



(附图1) 形成季节的天文原因