

職業學校叢書

氣象學大意

朱炳海著

龍門聯合書局印行

節 目

緒論	1
----------	---

第一篇 氣象要素

第一章 大氣	3
第二章 太陽輻射	5
第三章 地溫	7
第四章 氣溫	9
第一節 氣溫的變化	9
第二節 怎樣觀測溫度	9
第五章 氣壓	15
第一節 氣壓的變化	16
第二節 怎樣觀測氣壓	18
第六章 風	20
第一節 風的成因	20
第二節 風向和風速	22
第三節 季風和其他	24
第四節 怎樣觀測風向和風速	26
第七章 蒸發	28

第八章 濕度	30
第一節 濕度的變化	30
第二節 怎樣觀測濕度	33
第九章 雲和霧	35
第一節 雲霧的性質和成因	35
第二節 雲狀	36
第三節 雲量和日照	38
第十章 霜和植物生長期	39
第十一章 降水	42
第一節 雨雪霰雹	42
第二節 怎樣觀測降水量	44

第二篇 天氣

第十二章 天氣通論	46
第十三章 溫帶氣旋	48
第十四章 反氣旋	50
第十五章 熱帶氣旋	52
第十六章 雷雨和龍捲風	55
第十七章 怎樣預測天氣	58

第三篇 氣候

第十八章 日熱	61
第一節 日熱分佈(一)	61

第二節 日熱分佈(二).....	62
第十九章 氣溫.....	65
第一節 世界的氣溫.....	65
第二節 中國的氣溫.....	67
第二十章 氣壓和風.....	70
第一節 世界的氣壓帶和風帶.....	70
第二節 中國的氣壓和風.....	73
第二十一章 降水量.....	75
第一節 世界的降水量.....	75
第二節 山地的降水量.....	78
第三節 中國的降水量.....	80
第二十二章 氣候和自然植物羣.....	82

氣象學大意

緒 論

甚麼是氣象學 寒暖風雨等現象的成因，變化和時空分佈，就是氣象學所研究的對象，這就是人們所叫的天氣現象。所以氣象學就是研究天氣現象的科學。

氣象學和天文學的分別 從天氣現象的性質，可知各種天氣現象都是大氣圈裏的物理現象，所以沒有大氣的空間根本就沒有天氣現象，也就出了氣象學研究的領域。一般人把宇宙間日月星體的天文現象，和大氣圈裏寒暖風雨的天氣現象，往往混做一談，甚至把天文學和氣象學也不加分別，這是絕對錯誤的！

氣象學和農業的關係 農業的目的，是在培植作物，飼養畜類，以供人生的需要；可是每逢天時失常，雨水不調就發生災害，使人類生活上增加痛苦。又因某種作物只能生長在某種天氣盛行的區域，所以北人食麥，南人食米，成為必然的結果；至於康藏山地，雖在熱帶左近，却因為地高天寒的關係，只有青稞玉米才是土人唯一的食糧。旱潦的發生，是由於短期天氣的失常，地面作物帶的分佈，又視長期天氣的特性而定，在氣象學上研究短期天氣的部份，叫做天氣學；研究長期天氣的部分，叫做氣候學。天氣學和氣候學同為組成氣象學的兩大部門，也都是控制農作物的重要條件。所

以要謀農業目的的順利成功，必需對於所在地的氣候和當年生長季的天氣，先有澈底的了解纔行。近代的農業學家，把整部的氣象學，看做必備的知識，也就為這點道理！

第一篇 氣象要素

太陽的輻射，大氣的成分，溫度，壓力，氣流和濕度，雲，雨等等，都是組成天氣現象的要素，所以統叫做氣象要素。這許多要素一方面是各時間氣象現象的表徵，同時也是互為影響的因子。所以在論整個天氣現象或氣候環境之前，必先把各個氣象要素分別認識清楚。

第一章 大氣

大氣的物理性 大氣就是空氣，因為牠的無色無味無臭，所以盈溢地面而不覺其存在。到一六四三年經托里拆利氏的實驗才知道牠能支持 76 厘米水銀柱的壓力，一六五〇年哥列克氏發明抽氣機，而測得牠的重量。據近代測定的結果，牠的密度是 0.001293 克/立方厘米。

因為大氣是一種混合物，並非化合物，所以組成大氣的各個成分，仍保留着個別的性質。因此對大氣的本身講，並無特有的熔點和沸點，同時我們也正可以利用牠這種性質，只用物理方法，就可將各個成分分析出來。

大氣是一種不良導體，牠的傳熱率比水還小二十五倍，所以大氣圈內的熱力的流動，是以輻射和對流為主。純粹大氣吸收光熱的能力很小，幾乎是完全透明的。光熱波通過大氣，也和通過其他

氣體時相同，發生反射，折射，繞射和散射等現象。又因為大氣各成分的沸點都很低，在自然環境裏，決不至冷卻到牠液化的程度，所以凡是永久氣體可適用的氣體定律，大氣都可適用。

大氣的化學組成 大氣雖是混合物，可是牠的組成幾乎恆定。在氣象學的立場上看，大氣的成分，應分為三類：

(1)永久氣體 以氮，氧二元素為主，氫，臭氧，二氧化碳和其他稀有元素，只有極小量存在。這類氣體的沸點溫度極低，在自然環境裏絕不會液化，所以統稱做永久氣體，也就是普通所說的純粹空氣。各元素在純粹空氣中所佔的容積百分數如下：

元素	容積%	沸點 °c	元素	容積%	沸點 °c
N ₂	78.03	-195.8	Ne	0.0018	-245.9
O ₂	20.99	-183.0	Kr	0.0001	-152.9
A	0.9323	-185.7	He	0.0005	-268.9
CO ₂	0.03	-78.5	O ₃	0.00006	-112.0
H ₂	0.01(?)	-252.7	Xe	0.000009	-107.1

因為這部份純粹空氣的成分恆定，可以求得牠的平均分子量是 28.97。

(2)水汽 在大氣圈中存在的量極小，而變化不定。熱帶是水汽最多之地，所佔容積，不過 4%；至於溫帶區域，就減至 1% 以下；到了極地的緯度，就不到 0.3% 了。水汽的存在量跟緯度的增加而減少，同時純粹空氣所佔的百分數自然相應增加。大氣圈內所含水汽的總重約 $146,150 \times 10^8$ 噸，只合純粹空氣總重 ($56,181,850 \times 10^8$ 噸) 的千分之三。水汽存在的量雖小，但是雨，雪，霜，露

等現象的變化，都是牠在空中各個變化歷程的產物；非但如此，就是氣溫的升降，和氣流的行動，也間接受牠的影響。所以空中水汽和人生的關係非常重要。

(3)微塵 空中塵埃的存在，足以損污用品，障礙視線，對於空中交通尤多危險；可是，要沒有牠的存在，雲霧不能凝成，雨雪斷了來源；同時，白晝因此縮短，天空爲之減色；所以就氣象學的立場論，微塵的重要並不亞於其他！

空中微塵的數量，依環境而有多少。大洋上每立方厘米約含500至2,000粒。至於大都會中，牠存在的數量，要以100,000計。推究牠的來源，地面的燃燒作用最爲重要，其次如浪花鹽分的飛散，火山烟灰的噴發，高空隕石的破壞，和植物花粉的吹播等，都佔有相當分量。

第二章 太陽輻射

太陽輻射的性質 太陽熱力藉輻射作用而傳達地面，故稱曰太陽輻射；這是地面上一切動力之源，也是支配氣象現象的唯一力量。太陽輻射的波長介於0.03與0.00,000,14厘米之間，而人目所能見的，只以0.00,008與0.00,004厘米間的波長爲限。白色的日光經過三稜鏡的分析，就成爲紫靛藍綠黃橙紅七色，紫綫的波長最短，紅綫的波長最長。短於紫綫和長於紅綫的部分，叫做紫外綫和紅外綫，或統稱曰暗綫。

太陽常數 在大氣圈的表面，當太陽直射時，每一平方厘米的面積上，每分鐘所受的太陽輻射量是1.94克卡，這叫做太陽常數。

依此推算全球在每分鐘內受熱 247.38×10^{16} 克卡之多，這不過等於太陽所發幅射熱二十二萬萬分之一！

大氣層和太陽輻射 太陽輻射遇着大氣層和雲霧的表面，43% 被反射而喪失於上空；7% 為大氣成分所吸收；能抵達地面的，不過半數。這半數的太陽輻射，一小部分經大氣分子或雲霧水滴的散射或漫射，成天光而達地面，故地面可能接收到的直射光，還不到全部太陽輻射的半數。

太陽輻射的日變化 以上所說是一般的平均狀態。事實上，大氣圈內的水汽微塵愈多，太陽輻射穿過的氣層愈厚，光熱在空中的損失也必愈多，於是地面能受到的光熱因此愈小。陰雨或飛沙的天氣，日光特弱，就因為空中水汽或塵埃過多的緣故。晨昏的太陽不如正午強，就因為早上或黃昏，太陽斜射，正午太陽直射，斜射時日光穿過的氣層厚，地面單位面積所受的热量小，直射時日光穿過的氣層薄，地面單位面積所受的热量大的緣故。（參觀圖 1。）

太陽輻射的季候變化

夏季，太陽直射北半球，使北半球晝長夜短，輻射光穿過大氣的厚度既小，所以地面受熱最多，而天氣最熱。冬季，太陽直射南半球，使北半球晝短夜長，輻射光穿過大氣的厚度既大，所以地面受

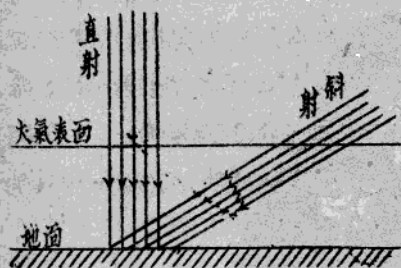
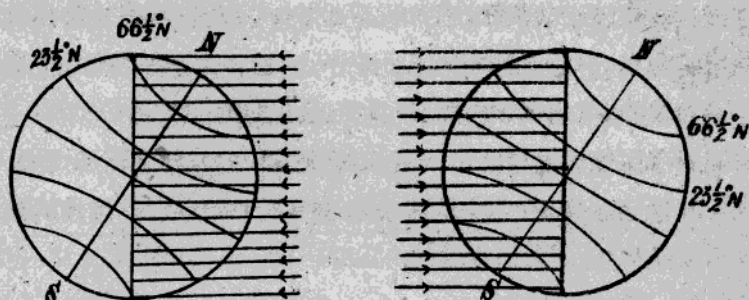


圖 1. 直射與斜射時地面受熱之比較。

熱最少，而天氣最冷。



甲. 夏季太陽直射赤道以北

乙. 冬季太陽直射赤道以南

圖 2. 冬夏季太陽與地面之傾斜。

第三章 地溫

地面溫度的日變化 地面接受太陽輻射，同時也發散熱力，這叫做地面輻射。太陽輻射使地面熱力增加，溫度升高，地面輻射使地面熱力減少，溫度降低。實測的地面溫度，即由於這兩種輻射比較強弱而定。日出後，太陽輻射勝過地面輻射，地面溫度逐步升高，至下午一時左右，太陽輻射與地面輻射已至平衡狀態，所以這時的溫度全天最高；此後地面輻射勝過太陽輻射，溫度就逐步降低。日沒以後，太陽輻射完全停頓，而地面輻射繼續進行，不過因為溫度的低降而變緩；到了早晨日出之前，也就是太陽輻射行將加入之時，地面積熱最少，所以地面溫度也最低。

地面溫度的年變化 地面溫度的季候變化，大部份由於各季太陽輻射和地面輻射對比的大小而定。冬去春來，太陽輻射勝過地面輻射，所以地面積熱增多，地面溫度也就跟着升高，到七月而

達出入平衡狀態，就發生全年的最高溫度。夏去秋來，太陽輻射不如地面輻射，於是地面積熱逐步減少，地面溫度也跟着降低，到了一月，熱力的出入又達平衡，就發生最低溫度。

地下溫度怎樣變化的 地面下層的熱力，是從表面傳導來的；所以下層地溫的變化，比表面和緩，就是說，入地愈深，溫度的較差

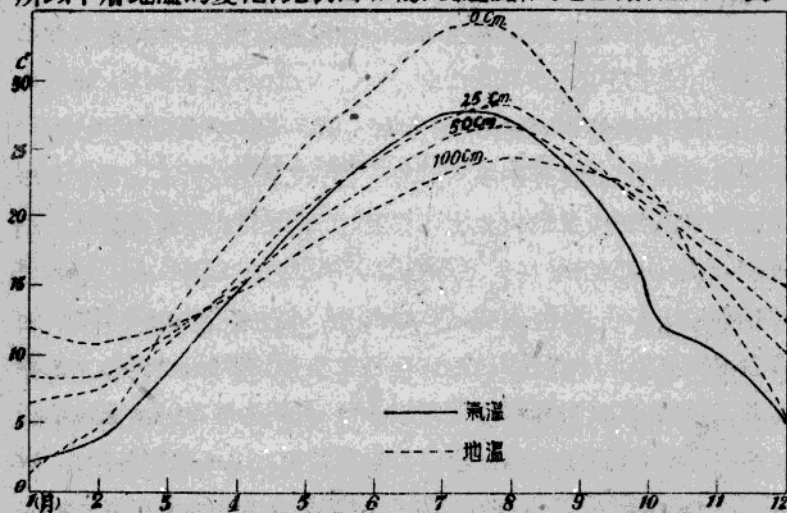


圖3. 南京氣溫和地溫之年變。

愈大，同時極端溫度發生的時間也愈遲。上圖是南京各層地溫的年變曲線。

怎樣統計溫度紀錄 一日各小時溫度的平均，叫做溫度的日平均。一月各日平均溫度的平均，叫做溫度的月平均。一年各月平均溫度的平均，叫做溫度的年平均。最高溫度和最低溫度，統叫做極端溫度。最高溫度與最低溫度的差數，叫做溫度的較差。一日的最高溫度減去最低溫度，叫做溫度的日較差。一年間最暖月

平均溫度減去最冷月的平均溫度，叫做溫度的年較差。平均溫度的高低和較差的大小，是討論各地溫度特性的主要項目。

地面性質和溫度的關係 地面各處性質不同，對於熱力的感應互異，所以把同量的太陽輻射，射到地面，各部分的地面溫度可以大不相同。由於陸面和水面物理性的不同而造成溫度變化懸殊的現象，在氣象學上是一件非常重要的基本事實。水面的比熱最大，陸面的比熱還不到牠的二分之一。水面能透射熱力，使熱力深入下層；有反射作用，蒸發作用，使一部份熱力發散於空中；還有平流作用和對流作用，使熱水冷水不集中於局部，所以白晝和夏季的水溫升高很緩；夜間和冬季，因為有下層或其他較暖部份熱力的調劑，水溫降低也慢。反之，陸面既不能透射，又無反射，蒸發，平流和對流等作用，熱力過多則集於表層，熱力缺少也無從調劑，所以白晝和夏季的陸溫升高特快，夜間和冬季則降低也特快。總括說來，白晝和夏季的陸面溫度高於水面，夜間和冬季的陸面溫度低於水面；所以陸面溫度的日較差和年較差都比水面溫度的大。例如南京地面溫度的年較差是 32.4°C 而同緯度洋面溫度的年較差不過 7°C — 8°C 。沙漠的地面溫度，變化最劇；有草木的地面，溫度變化就較和緩。

第四章 氣溫

第一節 氣溫的變化

甚麼是支配氣溫的因子 大氣對於太陽輻射的短波，幾乎完全透明，可是對於地面輻射的長波，因為有水汽，二氧化碳等成分

的存在，却能吸收四分之三以上，所以大氣溫度的升降，幾乎和太陽輻射無關，而直接受着地面輻射的支配。

地面輻射既是支配氣溫的唯一直接因子，所以關於氣溫的變化可見有下列的現象：

氣溫變化和地溫變化的不同 氣溫的變化比地溫和緩，換句話說，氣溫的較差比地溫爲小，極端溫度發生的時間也比地溫爲遲。南京地溫的年較差 32.4°C ，而氣溫年較差只 25.5°C 。至於全年最高溫度和最低溫度發生的時間，氣溫比地溫要落後半個月。（參觀圖 3.）

高空氣溫的變化 自地面向上，因爲離地面輻射既遠，空中水汽和二氧化碳等成分又減少，所以氣溫的較差必漸減小，而極端溫度發生的時間也必愈落後。例如南京氣溫的年較差，在地面層 25.5°C ，上升 1 仟米就減至 23.6°C ；至 2 仟米 20.7°C ；3 仟米， 17.0°C ；4 仟米， 15.7°C 。至於氣溫的日較差，一般而論，到 2 仟米的高度不過 2.4°C ；至 2.5 仟米則小至 0.2°C 。

氣溫和高度 下午地面溫度最高之時，自地面向高空每上升 100 米，溫度降低，可大到 1°C ；早上地面溫度最低之時，每上升 100 米，溫度的降低最少，且常有向上增加的現象，叫做溫度逆增。溫度逆增之層，可高出地面 300 米以上。

大陸氣溫和海洋氣溫 大陸氣溫的變化比海洋氣溫的變化激劇；例如濟南和青島相距很近，因爲濟南受大陸氣流的影響大，而青島受海洋氣流的影響大，所以濟南的最高溫度發生在七月，年較差 30.5°C ；而青島的最高溫度發生在八月，年較差減小到 26.2°C 。

見圖 4。

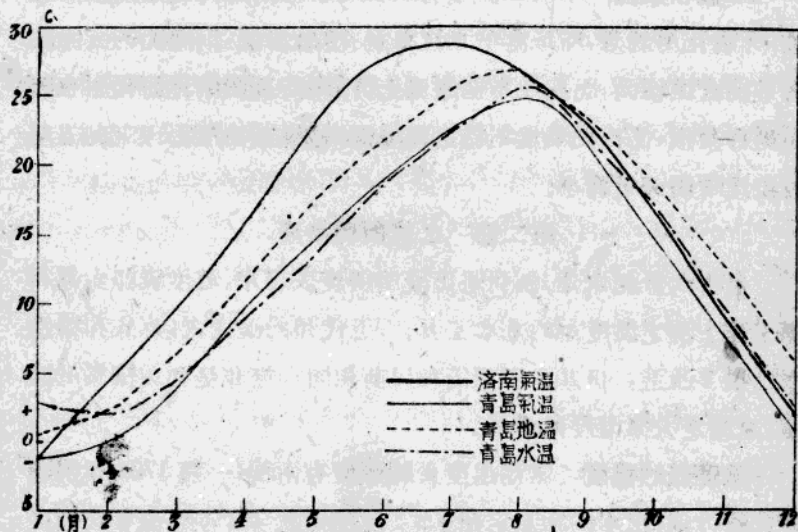


圖 4. 濟南及青島溫度的年變。

地形和氣溫 同在大陸，氣溫的變化又視地形的起伏而有不同。凡如山谷的下陷地形，冷時冷空氣易於密集，暖時熱能難於發散，所以溫度較差大，至於如山峯的凸起地形，冷時冷氣四瀉下沉，暖時熱能極易發散，故溫度較差小。

地面性質和氣溫 其次，地面草木的有無，土色的深淺，土質的鬆密和含水的多寡，都是控制氣溫變化的因子。大凡地面的草木愈繁茂，土色愈深褐，土質愈堅密和含水愈多，則其上氣溫的變化必愈和緩，反之，則必愈劇烈。

季候和氣溫 在同一地方的氣溫變化，又視季候而有不同。就中國的緯度論，夏季晝夜俱熱，冬季晝夜都冷，只有春秋兩季，晝夜等長，所以溫度的日較差最大。

天氣和氣溫 水汽和雲層有吸收地面輻射而回射至地面的功效，叫做花房效應，所以空中水汽愈重，雲層愈低，則晝間的太陽輻射不能直達地面，而溫度不能激直上升；同時夜間的地面輻射也無從暢行發散，使夜間氣溫不能迅速降低，結果則使陰雨天氣的溫度較差比晴明天氣為小。

第二節 怎樣觀測溫度

自十六世紀末葉，伽利略氏發明溫度表以來，溫度表即成為科學工作上測定溫度用的基本工具。近代用的溫度表，形式和構造雖已很多改進，但基本原理仍和以前相同，無非是利用流質的漲縮，來測定大氣溫度的升降。

溫度表的標度 常用溫度表的標度有兩種：一是1724年德國華氏所首創，把水的冰點定在 32° ，沸點定在 212° ，叫做華氏標度 (F)；二是1742年瑞典攝氏首創，1750年林氏再加修正的，把水的冰點定在 0° ，沸點定在 100° ，叫做攝氏標度或百分標度 (C)。在科學工作上，原來華氏標度使用最廣，現在百分標度的使用已起而代之。這兩種標度換算的公式如下：

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32^{\circ}}{9}$$

何以要用百葉箱 氣象測候所記錄的溫度，乃是真正的大氣溫度，所以溫度表中水銀線的升降，要純粹由於大氣分子和水銀球接觸傳導而發生的，才是真相。要合於這個目的，溫度表的怎樣安置，必須慎重將事，如把溫度表曝於露天，遇日光則所示的溫度高於氣溫，到夜間或被雨打，則又低於氣溫。如把牠掛在室內，牠所

示的溫度是室內空氣的溫度，牠的上升或下降，是因室內人為環境而定，也不是自然大氣真正的溫度。在固定的測候場所，溫度表應放在特製的百葉箱裏。（見圖 5）在百葉箱裏，自然界的氣流暢通，而直射的太陽和雨雪都打不到，所以這裏溫度表所表示的溫度，才是真正的大氣溫度

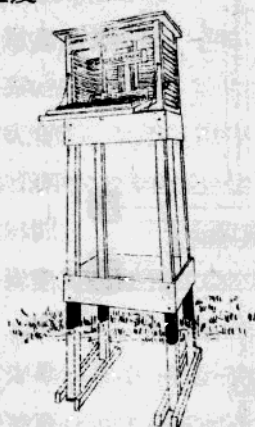


圖 5. 百葉箱。

百葉箱 我國現用的百葉箱，是英國施蒂芬氏所計劃的型式，四壁是雙重的百葉片配合而成，箱頂二層，底板鑿有圓孔，所以空氣暢通。外塗白漆以反射陽光。箱高約 74 厘米，闊 71.5 厘米，深 55.5 厘米（詳測候手冊 23 頁）。百葉箱應安置在平坦的淺草地上，場地的周圍至少要 6 米×9 米。箱底離地規定 1 米。四腳堅實，力足以當強風。箱門向北，或稍偏東，以防直射光的侵入。這樣大小的百葉箱可以安置普通溫度表二支，垂直掛起，又最高溫度表和最低溫度表各一，都水平置於架上或將水銀球稍稍向下斜。