

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

科學大綱

(十)

湯姆生著

胡明復等譯

商務印書館發行

網 大 學 科

(十)

譯等復明胡 著生姆湯

萬有文庫

第一集一千種

總編者
王雲五

商務印書館發行

科學大綱

第二十三篇 氣象學

美國哈佛大學哲學博士
國立東南大學地學教授 竺可楨譯

近世氣象學之目的，在研究環繞地球外部之空氣，且發明空氣在地球上周流之定理。此等定理苟能完全熟識，則風雲晴晦，不難預料於事先，而氣象學將成爲有極大價值之一種科學矣。

人類在地球上之居住面積，幾完全爲氣候狀況所限。雖今日人類差可適應任何種之氣候，然世界最冷之地，或則絕無人跡，或則人烟寥落，如北部西比利亞其明證也。氣候對於各人種之性情，常有顯著之影響，與夫遠大之關係。在地球之古代歷史中，數經冰期，遂致氣候有劇烈之變遷；當冰期盛時，歐洲北美之大部分，均淹沒於冰區之下，高山峻嶺，均成爲冰川之中心。迨自冰期而入溫期，

冰川溶解，成爲巨河大川，流入於湖海之中。迄今此等湖海，已成陳跡，或變爲沙漠，或涸爲沼澤。此等變遷，遠在古代，今則地球上貿易風帶內，雖以沙漠著，但自人類有史以來，殊無全球逐漸趨向於乾旱之確證，且間有足爲相反之左證者。如在中央亞細亞氣候固日臻於乾燥，但非洲撒哈拉 (Sahara) 沙漠中，則昔年不堪耕種之石田，今乃反足滋生草木也。

氣象變更之原因 氣象之變更，由於空氣之紛紜不定。空氣愈紛亂，則氣象之更變也亦愈劇烈。空氣之所以紛紜不定者，其最要原因，爲地球各處所受太陽之光與熱有多寡不同之故。餘如地球之自轉與公轉，地球面部海陸分布之不勻，地面高度之不同，而所受日光有多寡之別，以及空氣之爲氣質，故其體積，氣壓，溫度，均易生更變，凡此種種，皆足以助空氣呈紛亂之現象。

今氣象學之數學或理想方面，雖極爲世人所注目，但氣象學進步最速，實在其實驗或觀察方面。蓋各種理想，全恃觀察之結果以爲後盾，使事實與理想能相符合，則其理想始有價值。是故世界文明各國，莫不有氣象測候所之設立，而此等機關，在各國又多屬於政府。其責任在於記錄氣候上

之各種要素，以爲預告風雲晴雨，以及統計上之用。英國政府司觀測氣候之機關，名氣象局，屬於航空部。



空氣與測量空氣之方法

圖中所示係著名山岳之高度，以及各種主要雲類之平均高度。各種空中探險方法，以及所達最大高度亦表示於其中。圖中虛線爲北緯五十度左右之上同溫層與對流層更迭之處。

空氣中之上下二層 地球之外，環繞四周者皆空氣。空氣由數種氣質混合而成。其最要氣質，在下層爲氮與氫。碳酸氣與水氣雖有，而所占成分甚微。至於氫（argon）則更鮮矣。在上層空氣之成分，或有不同，氫與氦（helium）均存在於上層空氣中，依最近之說，則以氦爲尤多也。

若以溫度而論，則空氣可分爲上下二層。下層空氣之溫度向上低減極速，在上層則不然。以科學家研究所能及之地而論，則上層空氣之溫度，不因高下而生參差也。

氣象學家因名上層空氣爲同溫層（stratosphere），下層空氣爲對流層（troposphere）。自地面上升，高度愈大，空氣溫度愈低，迨達對流層與同溫層之交，若更復上升，溫度不再下降。此中變更，常極迅速，然亦有徐緩者，但對流層與同溫層更迭之處，不難推測而知也。同溫層離地之高度，因時因地而有不同，如在北緯五十度，其高度約距海面七英里左右。同溫層與對流層中，空氣之溫度，均非一定，時有升降。二層之所以不同者，則在同溫層中，空氣溫度不因上升而低減，在對流層中，則空氣溫度能因上升而低減也。是故昔人有謂上升愈高，則空氣溫度愈低者，其言要未足信，同溫層實爲近今之發明。試略述此驚人發明之由來。

上層空氣之測候

對於上層空氣之研究，極爲近今科學家所注目。在各國要重測候所，其測候上層空氣之利器均惟輕氣球是賴。所用之氣球有兩種。其大者稱爲記錄氣球（*recording balloon*），中貯微小而極精巧之儀器，曰氣象儀（*meteo-graph*），上升時挾之以俱。氣球一入空中，逐漸上升，直至爆發破碎而止，其中所貯之氣象儀乃下降墜地。氣象儀籠以竹製之匣，且球破後，球衣在空中飄轉翱翔，不即驟下，故氣象儀雖隨球衣墜地，但往往得以無恙。儀器上繫有懸賞通告，凡有人拾得此器，可向附近郵政局繳還，并可得若干報酬也。氣象儀中所記錄者爲氣壓、溫度及濕度。各種記錄均在一長方形之銀鍍金屬牌上，其大小僅如通常用之郵票耳。故欲知所得之結果，須於顯微鏡中檢得之，但甚精確可恃也。

第二種氣球則較小，輕氣裝入後，其直徑亦不過十八英寸至二十四英寸。球衣以橡皮製，染作深灰色，使易於觸目。此種氣球名爲探風氣球（*pilot balloons*）。各國氣象臺每日施放若干。其內裝輕氣，入空中而後，其行蹤可以經緯儀（*theodolite*）測定之。測定之法，或二處同時觀測，或一人觀

測亦可。如二處同時觀測，則二地相距，必須在半英里以上，其間距離即成爲基線，測定氣球之地位，即以此線爲標準。二處預先約定時間，同時觀測，每分鐘觀測一次，記氣球在空中之傾角及其偏角。『即氣球方位與基線所成之角。』自此等記錄，即可求得每分鐘氣球所在之地點。若以一人觀測，則較爲迅速，其法即假定氣球上升之速率爲恆定，直徑十八英寸至二十四英寸之氣球。據近來實驗之結果，其上升速率，約爲每分鐘四百五十英尺，至五百英尺。知氣球之高度、仰角及方位角而後，則其所在之地位，不難即時以算尺 (slide rule) 求得之。此法較爲簡捷，故各國測候所多樂用之，因用此法觀測，事竣而後，其結果亦可了然於胸中矣。

氣球行蹤之測定 氣球上升時所循之途徑，極無一定。而尤以英國東部濱海各測候所測定者爲奇幻。蓋英國東部常有海風，能挾氣球以西向入內陸。迨氣球上升達一處，超出海風之上，爲海風影響所不及，則其風又多來自西方，故氣球乃復折而東向，時或飛越原測候所，東入北海中，直至極其遙遠之處，乃失其所在。氣球所經之途徑，亦有作廣大之弧形者，則常轉向右方，或則作非規則的螺旋形。要之其所取途徑之作直線者，蓋寥寥也。此蓋由於各層空氣中之風向，頗不一致，近地面

之風向往
往與上層
風向相反。
空中交通，
與風向有
莫大之關
係，航空者
苟能升入
一定高度，
乘風而行，

則其欲達目的地也，必可收事半功倍之效矣。

驚人之新發明

探風氣球雖微小，但往往在極高處尚能見之，普通在二萬英尺以上，自經緯



探風氣球將上升時之景象

在觀測者之後，爲一特製之經緯儀，以備觀測氣球所循途徑之用，其法即每隔若干分鐘測定氣球之速率及方位一次。以此法所得之結果極有價值。普通探風氣球能達四英里之高，但有時能升至六英里之高，而始不見其蹤跡者。較大之測量氣球則可以升至十四英里之高。空氣達一定高度後，則其溫度不復下降，其理即由測量氣球所發明。

儀之天文鏡中，猶能窺見探風氣球。亦有能達至三萬英尺以上，始失其所在者。較大之測量氣球，則騰空更高。蓋自所得之記錄，足以推知其所升之高度。離地面十四英里以上之溫度及氣壓，竟有用此法以測得者。此等記錄，予科學家以極驚異之事實。蓋昔人常以爲自地而上升，愈高則亦愈冷，直至空氣外界而後止。但自氣球所測得之結果而論，則知自地而上升，其初焉溫度固逐漸下降，但至一處即止，過此更上，則溫度不復下降，直至測量氣球所能達之高度，尙無更變也。在北緯五十度左右，同溫層離地面之高度爲七英里，在赤道上則其高度爲十英里，至南北極則僅五英里而已。

由地而上升，溫度逐漸低減，迨達一處而溫度不復下降，是實爲對流層之最高處，而爲同溫層之底部也。在對流層內溫度逐漸向上低減，故炎熱之空氣，得以上升，因熱空氣較冷空氣爲輕故也。但在同溫層內，則無此等現象。蓋空氣苟上升，則氣壓減少，而體積膨脹，體積膨脹，則溫度下降，而使較附近之空氣爲冷，空氣冷則重，即足以阻止其上升矣。

同溫層所以能存在之理由，雖尙未洞悉，但其影響所及，實至重且要。蓋空氣中各種紛亂之現象，多由於溫度高下不均而生。同溫層中各處溫度既相等，故此等現象僅能見諸同溫層之下。雲霧

但能成於對流層中，各種風暴以及天氣之變遷，亦惟於對流層中始有之。

生物適存之地帶有限，上升愈高，溫度愈低，其結果足以使高山之巔，終年積雪，雖在赤道之上，亦復如斯。是以搏搏大地，百物暢茂，然其足以適於動植物之生存者，僅限於極狹窄之空氣層內。此空氣層之厚，在赤道不過三英里，緯度愈高則愈薄，直至北極圈與南極圈，則雖在海平面亦復不適於生物之繁殖，故在極圈左右，此層空氣已無厚薄之足言矣。全球空氣惟在此層內，始有冰點以上之溫度。

三

氣壓與溫度 空氣中之擾亂，由於溫度與氣壓之變遷。溫度為氣象學上之基本原數。地球面部所受之熱量，全來自日球，蓋日球幅射光與熱，達於地面，則能增益其溫度。但地面各處性質不同，故其所受之熱量亦有異。大陸之溫度易於增高，海洋則不然。日光經空氣而後，空氣不因之以加熱，但與炎熱之地面相接觸，則空氣之溫度乃能增高。大陸海洋均能傳導熱力於其附近之空氣，此所以在中午或夏季時，陸上之空氣遠較在海上者為熱也。但水雖較大陸為難熱，但亦難冷，是故達冬

季，或子夜，則大陸上之空氣，又較海洋上爲冷矣。

大氣爲各種氣質所混合而成，已如上述，但各種氣質均具同一性質，即熱則體積膨脹，冷則體積減縮是也。反而言之，凡氣質體積膨脹時，其溫度即低減，體積收縮時，則溫度即上升。如氣質之一部壓力增加，則其中有若干氣質必流向他方，氣壓較低之處，在大氣中，此等氣質之運行名爲風。

設地面一處受熱較多，則其溫度必較附近各處爲高，溫度高則體積擴大，而使上層空氣受重大之壓力，夫如是，則其上層空氣所受之壓力，較附近各處同層內之壓力爲大，於是空氣即流向他方，氣壓之較低者。但他方受此加入之空氣以後，其近地面之氣壓，必因之以增加。結果則在地面受熱較多之處，其氣壓反較四旁爲低，遂使地面上各方空氣，均流向溫度較高之處，如是流行不息，遂成爲風。

此等空氣之流行，可以設一喻以說明之，置爐於室中，積薪其內而焚之，洞開窗牖，上下兩部，則室中之熱空氣，將自窗穴之上部流於外，而戶外之冷空氣，則將自窗穴之下部流入也，此雖小事，可以喻大矣。

地面各處局部之空氣流行，雖時見不鮮，特其最要者，實能廣被全球，成爲系統，日球既爲地面上熱力惟一之發源地，故亦爲支配空氣流系統之最要主宰。在赤道上，所受日光較他處爲多，至高緯度，則同一地也，冬夏兩季所得熱量，復相差遠殊，因之以生寒溫熱三帶之差別，冬夏寒暑季候之不同，而全球空氣流系統之形勢，乃於是乎成，凡各種天氣與其變遷，莫不與空氣流系統息息相關者也。

四

空氣中擾亂之影響 在空氣下層，即對流層中，所生之擾亂，極爲複雜，本書限於篇幅，不能詳述。但其本來面目，可於世界空氣流系統，及地面上氣壓溫度之分布窺見一斑也。在赤道附近爲無風帶，是實爲地球上氣流之最要來源。此處炎熱之空氣，向上升騰，外溢而往兩極。下部空氣上升而後，南北兩方之空氣乃吹入以代之，此等接濟來自北回歸線與南回歸線之附近。

但地球自轉，日夜不息，此等運行對於風能生一極可驚異之影響。乘電車者，若於電車轉角時，在車中向前而行，則必不能直前自如，而傾向一方。此蓋由於乘車者雖欲逕往直前，而其足下之電

車，乃適轉向他方也。地球上之風亦猶是耳。當風吹向一方時，其下之地面乃適移向他方，其結果，對於地面而論，亦足以使風轉向。蓋吾人四周之空氣，實隨地球以移轉，猶乘電車者隨車而前行也。但風在地面上自由行動時（猶之人在車中自由行動），地球之方向，時時更迭，故風向亦若隨之而變矣。在北半球地球自轉，能使風轉向右方，在南半球，則使其轉向左方。

貿易風 (trade winds) 因上述原因，所以凡風之自北方或南方吹向赤道者，未幾而變爲東北風或東南風，此等風，名爲東北貿易風（北半球），與東南貿易風（南半球）。自赤道上升之空氣，達高處而流向兩極，復因上述原因，在北半球折向右方，而在南半球則折向左方。故熱帶中上層之風向，在北半球爲西南，而在南半球則爲西北。此等上層風名爲反貿易風。反貿易風至回歸線附近，乃復下降而成一無風帶，即所謂回歸線無風帶是也。北回歸線以北在北溫帶中，地面多西南風。南溫帶內則多西北風。至空氣上層則無論南半球與北半球，其溫帶均多西風。南半球溫帶中西風之盛，著名於世，航海者均視爲畏途，因風猛浪高，使扁舟撼盪於海洋中，故南緯四十度左右有『撼盪四十』（rolling forties）之稱也。在北溫帶中則風殊不如在南溫帶之有定向。南北溫帶

之所以有此差別者，由於南半球多海洋少大陸，而北半球則海陸參半之故。海陸對於所受日光影響之不同，已如上述，大陸雖易熱，但亦易冷，海洋則反是。時當炎夏，則北回歸線以北，及南回歸線以南之海洋中，氣壓高而溫度低，在大陸之上則有極高之溫度與極低之氣壓。迨暑往寒來，大陸之上，溫度下降，而成高氣壓，海洋中則溫度較高，而成低氣壓。此等冬夏兩季之變遷，在北半球較南半球爲尤厲。

五

印度之季風 冬夏兩季氣壓高下之更易，生一重要之現象。現象惟何，卽『季風(monsoon)』是也。在印度季風之來，每歲有一定之時期，儼如節候，至足奇也。冬季印度之風，來自東北，蓋亞洲之東北，時爲高氣壓，空氣由高氣壓吹入印度，故其風冷而乾燥，一至夏季，則亞洲之高氣壓變而爲低氣壓，以波斯俾路芝斯坦 (Baluchistan) 爲其中心，而高氣壓則移向南印度洋中，在馬達加斯加 (Madagascar) 島與澳洲之間。當空氣自高氣壓流向低氣壓時，在北半球有轉向右方之趨勢，故高氣壓雖在印度之南，但風至印度沿海時，已成爲西南風。此西南風未達目的地以前，飛越廣闊無涯

赤道上之海洋，故滿含水氣。迨達印度西岸，則適遇綿亘於馬拉巴（Malabar）海濱南北之山脈，橫阻於前。西南風欲越此山嶺，則非上升不可。空氣上升，則氣壓低減，體積擴大，而溫度因以下降，原有之水氣，乃不復能包含於其中。蓋空氣溫度高，則其能收容水氣之量大，溫度下降，則本有之水氣，必且凝結而出，初爲雲霧，繼爲雨露，此所以印度之西南季風，常能使印度西部海濱得傾盆大雨也。印度東部之孟加拉（Bengal）灣，地亦濱海，且如阿撒母（Assam）之南部，以及緬甸濱海等處，亦有高峻山嶺，橫梗於前。來自海洋中之西南風，至此亦偪迫而上，故孟加拉與阿撒母之沿海雨量亦獨多。越濱海一帶山嶺而過之空氣，仍不乏水氣餘留於其中，迨達喜馬拉雅（Himalaya）山，乃始悉數凝結而出矣。故喜馬拉雅山之山腰及山麓，亦爲多雨之地。阿撒母省南部之拆拉朋齊（Cherrapunji）稱爲世界雨量最多之地，每年平均有五百英寸云。

六

氣象記錄方法