

百 科 小 叢 書

氣 象 學

竺 可 楨 著

王 雲 五 主 編

商 務 印 書 館 發 行

百 科 小 叢 書

氣 象 學

竺 可 楨 著

王 雲 五 主 編

商 務 印 書 館 發 行

中華民國二十二年十一月
初版
中華民國二十二年十一月
國難後第一版

(七三八)

百科叢書
氣象學 一冊

每冊定價大洋貳角

外埠酌加運費

版 翻
權 印
所 必
有 究

著 者 竺 可 楨

主 編 者 王 雲 五

發 行 者 兼 印 刷 者 上 海 河 南 路 商 務 印 書 館

發 行 所 上 海 及 各 埠 商 務 印 書 館

氣象學

目錄

第一章	氣象學之起源	氣象學之範圍	一
第二章	空氣之由來	空氣之成分	三
		空氣之高度	三
第三章	天色何以青		八
第四章	虹蜺	暈珥	一一
		海市蜃樓	一一
第五章	溫度		一六
第六章	氣壓		二二
第七章	風		二六
第八章	露	霜	三五
		霧	三五
		雲	三五
第九章	雨	雪	四六
		雹	四六

第十章	風暴	颶風	五三
-----	----	----	----

第十一章	雷雨	五七
------	----	----

氣象學

第一章 氣象學之起源 氣象學之範圍

氣象一門，起源特早，關於氣象之歌謠，載在我國古書上者，不可勝數。如詩云「月離於畢，俾滂沱兮。」老子曰「飄風不終朝，驟雨不終日。」至於禮記月令一篇，全部幾盡爲時令節氣之記事。蓋自古以來，人類卽已徜徉於大氣之中，舉凡耳之所聞，目之所見，皮膚之所感覺，如風雨雷電，雲霞雪雹，寒暑燥濕，在在皆與氣象有關，宜其常在古人心目中也。氣象之起源雖早，但其成立爲一種科學，則亦不過晚近五十年事耳。古人歌謠記載，多係個人觀察所得，非經精確儀器之推算，團體詳細之研究，雖其所說，往往與事理相脗合，然要不得謂之爲科學也。自西曆十七世紀初當我國明季末葉時，寒暑表氣壓表相繼爲意大利人該列倭（Galileo）托列紀賴（Torricelli）所發明，氣象一科，乃

日有進步。迨十九世紀中葉，歐美各國爭先設立氣象臺，全球氣候之形勢，於是大明，而氣象學乃始得自立爲一科矣。（註一）

近人往往以氣象學與天文學混合爲一，實則二者範圍迥不相同。所謂氣象學（meteorology）者，乃研究地球上空氣中各種現象之科學，與天文學之專論恆星行星衛星及他種天體者，實可謂有天壤之別。如推算日蝕屬於天文學，但研究日暈之理，則屬於氣象學。因日蝕由於月球在天空中之位置，適介於日地二球之間，地上日光爲月球所掩而生。而日暈則由空氣對於日光之作用而成者也。

（註一）欲知氣象學發達之歷史可參觀科學雜誌第五卷第三期及觀象叢報第五卷第十一冊竺可楨著「氣象學

發達之歷史」篇

第二章 空氣之由來 空氣之成分 空氣之高度

吾人生長於大氣之中，不可以須臾離也。蓋絕飲食猶可以苟延殘喘於旦夕，無空氣，則生命之絕滅將不旋踵矣。空氣之重要既若此，安得不一考其來源。天文學家謂地球之初，實來自日球，全部均係氣體。自離日球而後，地球溫度逐漸冷降，岩石金類，均由氣體而變為液體。在地球面部，因熱量易於發散，溫度下降較速，故岩石金類，浸假而變為固體。猶氫、氦、氫等因沸騰點甚低，不易凝結為流質，故至今猶為氣體，即成所謂空氣是也。（註二）

空氣之成分，以氫氣為最多，而氦氣次之。以大概而論，則氫氣約占空氣體積百分之七十八，氦氣則占空氣體積百分之二十一，其餘一分則合氫、氫及碳酸等氣而成，如下表所示：

第一表 空氣之成分（註三）

氣名

沸騰點（攝氏）

體積成分（以百分計）

氮(nitrogen)	零下 一九四度	七八・〇三
氧(oxygen)	零下 一八二度	二〇・九九
氩(argon)	零下 一八六度	〇・九四
碳酸氣(carbon dioxide)	零下 八十度	〇・〇三
氫(hydrogen)	零下 二五二度	〇・〇一
氖(neon)	零下 二五〇度	〇・〇〇一二
氦(helium)	零下 二六九度	〇・〇〇〇四

氮氣成分之多，雖不及氫氣，而其重要則過之。蓋草木鳥獸人類之所以能生殖，火之所以能燃燒，岩石之所以能風化而成爲泥土，莫不均賴氮氣。以功用而論，次於氮氣者爲碳酸氣，其成分雖僅空氣體積萬分之三，而植物纖維細胞之所以能增長者，實有賴於是。氮氣雖占空氣之大部，然因其與他種物質不易化合，故功用極少。氫之性質，頗似氮，此外如氖、氬等氣，則其在空氣中成分過少，更無足道矣。

以上所述成分，係指乾燥之空氣而言。但地面附近之空氣，因與海洋湖澤相接觸，未有不沾潤濡濕者。空氣中所含水氣之多寡，視乎天氣之晴晦，溫度之高下而定。多時可達空氣體積百分之四，少時則可在百分之一以下，以浸至於無。氫、氧等氣，因沸騰點甚低，如第一表所示，故在尋常空氣中爲氣體。水氣則不然，或結成液體則爲雲霧雨露，或凝成固體則爲霰、雹、霜、雪。其所呈之形狀因時而易，此所以在氣象學上水氣之重要，遠過於他種氣質也。

空氣既爲地球之一部，隨地球而移行，則其高度之有限也明矣。有謂空氣充溢於宇宙，其厚乃無極，日月星辰與地球之間，莫不存有空氣者，妄也。測量空氣之高度方法甚多，（註四）其發明最早者，爲阿拉伯人埃爾哈善（Alhazen），於西曆十二世紀時，以晨昏曙光（twilight）時間之長短，而推算得空氣之高度，乃爲五十哩，其理由可說明之如下。

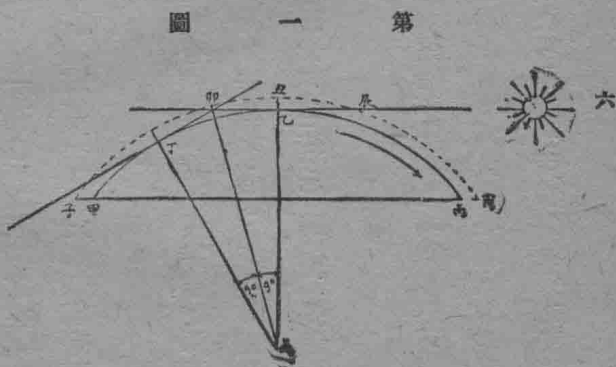
自晨光破曉以至日出，其時間可謂之曙，自日落西山以至薄暮，黑暗不辨人物，其時間亦可謂之曙。日出以前，日落以後，地球上之所以得有曙光，而不即刻成爲黑暗世界者，全賴空氣反射作用。曙光時間之長短，視乎空氣之厚薄而定，如第一圖甲、丁、乙、丙爲地面。甲、子、乙、丑、丙、寅，爲空氣之高度。

設地球自左向右而轉，當太陽在亥，則地面上乙處正爲旭日東升之時，丁處適在晨光破曉之時。因在丁處雖不見太陽，但自空氣層卯處之日光，反射入丁，而丁處乃亦能見熹微之曙光。丁以左，則併曙光亦不能見矣。乙戊丁角爲十八度，由是可以求得空氣之高度乙丑，爲七十九公里（五十哩）。

近世科學進步極速，測量空氣高度之方法亦日多且精。故在十二世紀時，祇能於地面七十九公里以上推得有空氣，至近日，則雖離地三百五十公里（二百哩）以上，尚可查得有空氣也。諾威科學家拋爾升（Paulsen）曾以北極光而測得離地四百公里處尚有空氣云。（註五）

（註二） 欲知地球上空氣之來源參觀 Chamblin and Salisbury "Text Book of Geology", Vol. II. pp.

92-98 及 Moulton "Introduction to Astronomy", 1917 Ed. page 432



(註三) 表見 J. Hann "Lehrbuch der Meteorologie", S 5

(註四) 欲知測量空氣高度之法參觀 A. G. McAdie "The Principles of Aërography", Rand McNally & Co. 1917 pp. 19-20

(註五) 參觀 Scientific American Monthly, July, 1921 按一哩乃等於一公里又十分之六

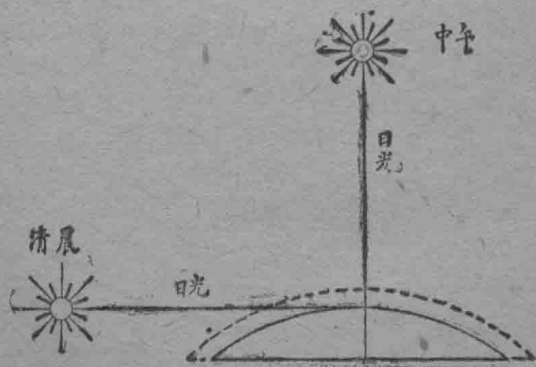
第三章 天色何以青

或謂氣之輕清而上浮者爲天，氣本無色，因積高厚無極之氣，乃成青色。（註六）歐美科學家在十九世紀初葉，亦常有此等論調。（註七）迨十九世紀之末，賴英國科學家司脫盧忒（Stout）之研究，而天之所以青者，乃得一充分之解釋。（註八）蓋日光合紅、黃、綠、藍、青等色而成，此等光線，均爲空中以太（ether）之波浪，如水之有波浪也。紅色黃色光線，光波中之長者也。藍色青色光線，光波中之短者也。空氣中除各種氣質而外，尚含有多數微細之塵泥，爲吾人肉眼所不能見，大小與光波不相上下。光線透過空氣時，光波小者如青色藍色光線，一遇此等微塵，爲所阻礙，不得前進，而返射入天空。紅色黃色光線，光波較長，故獨能推排此等微塵，而至地面。吾人若瞪目視太陽，則但見紅黃等色，因藍色光線與青色光線，已爲微塵返射入天空也。但苟移日向天空仰視，則不見紅黃等色，而但見蔚然之青藍色矣，此天色之所以青也。

往往狂風驟起時，雖天無點雲，但頃刻間即陰翳蔽日，使天作魚白色，其故何也。是實因狂風揚塵而起，增加空氣中微塵之數，且此等塵泥，顆粒較大，不但能反射青藍色之短波光線，而亦能返射紅黃色之長波光線，使回入天空，天空既有各色光線，則不能保持其尋常之青色，而作魚白色。

當太陽初出時，其顏色鮮紅可愛，與平常之作蛋黃色者不同，是爲旭日。旭日紅色之所以顯明者，由於清晨日光抵地，中途所經過之空氣極厚，在中午則所經過之空氣層較薄，如第二圖所示。所經過之空氣層愈厚，則光線之受反射者愈多，不特青色藍色之光波已反射無餘，即光波較長之黃色光線，亦受影響，僅餘光波最長之紅色光線，以照耀晨光熹微之世界而已。夕陽之所以作紅色者，亦可以此理類推。

圖 二 第



(註六) 參觀中華書局出版天空現象譚第一頁

(註七) 參觀 J. Hann "Lehrbuch der Meteorologie", Leipzig, 1915, p. 18.

(註八) 見 "Origin of the Blue of the Sky," by Lord Rayleigh (J. W. Strutt) Philosophical Magazine, April, 1899

第四章 虹蜺 暈珥 海市蜃樓

夏季雷雨而後，往往

見虹，虹所在之方向，與日

適相反，朝則見之於西，暮

則見之於東，吾人背日始

能見虹。虹之光彩，七色皆

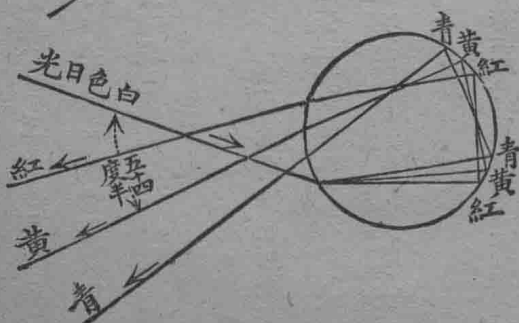
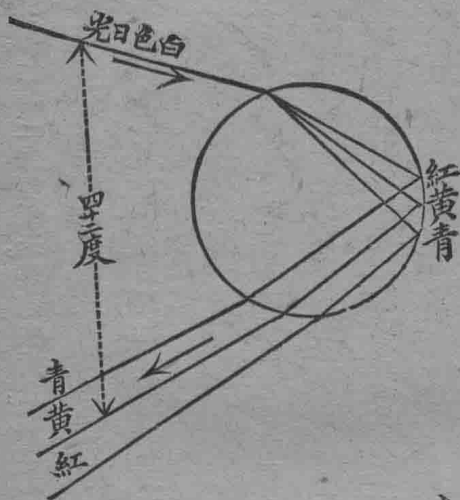
備，（註九）由於日光經雨

點而後，白色之日光，分析

為紅黃青等色而成。凡日

光遇雨點時，經一次折光，

圖



則成主虹(primary rainbows)，如第三圖甲所示。經兩次折光，則成副虹(secondary rainbows)，如第三圖乙所示，副虹各色光彩，遠不及主虹之顯明，且其顏色排列，亦與主虹相反。爾雅疏謂『虹雙出，鮮盛者爲雄，雄曰虹，暗者爲雌，雌曰蜺。』蜺卽副虹也，是則古人於虹蜺已能辨別清楚，但謂虹蜺有雌雄之別，則誤矣。

俗謂虹能截雨，其典出自詩經，『朝濟于西，崇朝其雨，』意卽方雨而見虹，則其雨終朝而止矣。朱子語類謂『虹非能止雨也，而雨氣至是已薄，亦是日色射散雨氣』云云。其言極透徹，不但道破虹之不能截雨，且能將真正理由說出，惟其雲薄雨稀，所以能漏日光，惟其能漏日光，所以見虹也。俗稱虹能截雨，未免將因果倒置。

禮記月令爲『季春虹始見』，又曰『孟冬虹始藏』，是明明以季春至孟冬爲虹見之時期矣。但虹何以能見於夏季，而不能見於冬季哉？是亦可以科學上之理解釋之。夏季之雨如雷雨驟雨等，其範圍較冬季之雨爲小，而其來也驟，故諺有夏雨隔牛背之稱。往往村之一方有大雨，而他方尙能見太陽，亦有同時降雨而併見太陽者。苟當時吾人背太陽而向雨，則卽能見虹矣。冬季無隔牛背之