

閩侯蔣丙然編

通俗氣象學

中央觀象臺印

# 通 俗 氣 象 學

## 發 端

地球爲行星之一。氣空裹之。草木也。禽獸也。人類也。均生於其間。而賴以存活。是以氣空問題。其對於吾人社會。利害之直接悠久而重要。殆非其他問題所可比擬者也。

茫茫氣海。灌溉大地。吾人即生息於此海之中。自生而幼而壯而老而死。無不息息與此氣空相關。有氣空而後草木能吸收太陽光線。而造厥化學作用。以供吾人之利用。有氣空而後天空能現蔚藍之色。而虹霓等現象每因之以生。以成宇宙之大觀。有時而晴暖。有時而陰涼。有時而發現種種殊狀異色之雲。有時而雨雪下降。以及雷電冰雹之發生。其變幻亦至無常。且散味傳聲種種能力亦非有氣空不可。故無此氣空。而地球爲無氣力無生機之物體。有此氣空。而形形色色之生物。始附此地球而生。

氣空包吾地以透明之氣。故空中光線得以達到地面。吾人乃得仰窺天空之列宿。否則天文家雖有能力。不僅不能分別星辰之位置。即所居之地。在何許。亦莫之能辨也。動植物之機體。無非此氣組合而成。即謂此機體爲空氣所成之堅體可也。生人呼吸之氣。可以散及於植物。或其他生物。四散游行。循環不絕。故吾人所呼吸飲食者。無非其他生物所享受之餘者。氣空應呼吸之需。即生活之總機。然氣空之中。尙有至微生物存在。常足以妨害人類生命。則研究氣

空問題之重要。從可知矣。

研究氣空之物理情形。運動狀況。對於生物之作用。及其中所含之能力。所發生之現象。爲生人不可少之學。斯學維何。即亞利西突德 Aristote 所創之氣象學也。斯學一部屬於天文。以其須知地球繞日之運行。以此運行有關於晝夜四時風土。及太陽之能力。即爲氣象學之根本。有屬於物理及力學者。以其得解釋及計算其發展之能力。有屬於生理學者。以其能表明對於各生物生機之作用也。總言之。氣象學爲近數十年來新科學。其用至爲重大。近世文明各國因此項費用。每年無慮幾千萬金。其注重可謂至矣。

日來歐美各國。均設立氣象會。特建氣象臺。以研究氣空種種事項。且有用汽球等以探討高空之情狀。至風土時令氣流。及週期現象諸問題。均已明晰。而旋風颶風雷雨天時預報等。亦多所發明。在今日言。氣象一學。已將登峯造極。茲編所及。均集氣學中人人應具之知識。應社會之需求。爲研究恆象之一助。以期斯學之昌明。至於氣空中各特別問題。當另詳之。

## 第一章 溫度

太陽光熱 太陽爲氣空中諸現象發生之大原。其所傳之光熱如何。自爲言氣象者。所首當研究。太陽光熱之到地面也。有氣空與無氣空。大有區別。今先假定無氣空者言之。地面所受光熱。依太陽高度而差。太陽離地平愈高。其所受光熱愈大。故此熱度。在夜間爲零。自日出漸增至日中。又

自日中漸減至於日入，任一地點所受之光熱量，均可爲之計算。惟此量隨地點之緯度，及四時而變更。以地球緯度言，原分五部，各不相同。曰赤道圈，曰兩黃道圈，曰兩黑道圈。若以赤道圈而論，晝夜均十二時，其熱力之變差，僅依太陽在地平上高度，及其距地之遠近。試令地球軌道爲正圓，距地度終年均等，則二分時太陽在赤道圈平面，其正午高度較一年中諸日爲高，地面所收熱力自以此二日爲最大，自二分至二至，太陽漸離赤道，故二至日所收熱力爲最小。是在赤道，太陽熱力，終年有兩變差，在於二分二至。惟地球軌道爲橢圓形，則太陽距赤道不能常相等，最卑點在冬，最高點在夏，故夏至所收光熱，小於冬至，即因太陽距地之遠近不等，故四時亦因之有短長。自春分至秋分，有百八十六日，而自秋分至春分，只百七十九日也。若去赤道圈至其他各帶內，則大不同。以中緯度論，自冬至至夏至，晝長常加增，其各時太陽距地平之高度，亦常增高，而自夏至至冬至則相反。故每年只有一最高及一最低。若至北極圈，冬季所受之太陽熱力更小。在北極自秋分至春分（九月二十二日至三月二十日）太陽均不出地平，無熱力之可受。自春分至秋分（三月二十日至九月二十一日）太陽竟日不入地平，則竟日受太陽熱力。但因太陽去地有遠近之差，故其最大之熱力，在夏至之前。以上所論，均謂太陽直射其光線於地面，惟地面原有空氣，故未到地面之先，已爲空氣吸收一分之熱力，其吸收之率，則按空氣之含分，光線之斜正，或所遇氣空之質

量爲衡。故卜克 Bragner 氏有公例云。凡一已知之透明係數。(透明係數卽能達地面一分之光熱也。)若空氣質量依等差級數而遞增。則其所傳光熱依等比級數而遞減。地理學家。每謂夏至日。北極當無冰海。有此例則此說可破。蓋不宜僅研究太陽所生之熱力。須研究其既被空氣吸收後。所能達於地面之熱力若干也。

空氣之溫度 空氣能吸收太陽熱力。自具傳熱退冷諸能力。故言氣學者當計空氣溫度。計空氣溫度之器。曰溫度表。(俗稱寒暑表)有水銀製者。有酒精製者。大抵以水銀製者爲精確。故標準器均係水銀製者。至其刻度。原分三種曰攝氏度。其零爲冰化點。百度爲水沸點。曰華氏度。其三十二度爲攝氏之零度。二百十二度。爲攝氏之百度。曰海氏度。其零度與攝氏同。其八十度爲攝氏之百度。(第一圖)尚有一種溫度自記表。(第二圖)用機力標誌溫度。任何時之變象。均可一目了然。至溫度表之皮設。須置於四面空氣流通。而陽光不到之處。故須特立一貯藏室。否則度數不準也。(第三圖)

所謂一日平均溫度者。卽以每日二十四小時觀測度數。用二十四分之。所得之數是也。此平均數。與每日最高最低兩度之折中數。至爲相近。一月平均溫度。卽月中若干日之平均數也。一年平均溫度。卽一年十二月之平均數也。一地之平均溫度。卽一地累年積月所得之平均數也。有此種種平均數。則溫度週期變象。可以推求。以每日平均言。則太陽初升之頃。溫度卽行增高。至午後二時。而最高之溫度生

焉。既而溫度漸低。復至太陽初升之起點。而最低之溫度生焉。其最高度數。不發生於太陽熱力最大之正午。而生於午後者。因依物理。無論何時所受之熱。均增於已受之熱力上。故溫度常自太陽升時。增至太陽沒時。雖溫度漸高。而散熱力亦大。必有一時。增熱與散熱之力相抵。自此時始。太陽漸低。溫度亦遂低降也。但此項變差。亦隨緯度不同。大抵兩極上。無過日溫度變象之度。而漸增至於赤道圈。因赤道日間太陽高度之變更。較他緯度爲大。而太陽距地平常甚高。其夜間之溫度常低也。緯度之外。尚有種種變更原因。日雲量。晴天差大。陰天差小。日風。土地面土壤不同。變差亦異。海洋之水。熱率最高。收熱緩。散熱亦緩。陸地則晝之收熱與夜之散熱均甚速。故海洋變差小。陸地變差大。日地勢。平原山坡之地。其變差較低谷之地爲小。日高度。大抵高度大者。變度亦大。因高處水汽少。故吸熱少。而散熱多也。若以週年平均數言之。亦有變差。其最大原因。則爲緯度與風土。赤道圈內。一年有兩最高。兩最低。熱帶以外。則只有夏季一最高。及冬季一最低。在極圈內。年中有一時期。太陽常在地平下。溫度常低。至太陽出地平始高。故漸近極點。冬季溫度漸低。週年之變差亦漸大。而在同緯度上。則風土不同。週年之變象亦異。水之退冷增熱。均甚緩。且水流不息。亦能使溫度平利。故海面週年溫度之變差減小。若至大陸。則大不同。愈近大陸。其差愈大。若至沙漠不毛之地。則更大矣。則按週年溫度之變差。可分風土爲三類。日海洋風土。或經常風土。其最高最



低之差在六度至八度之間。曰均中風土。或溫和風土。其差在十度二十度之間。曰大陸風土。或過度風土。其差在二十度以上。如亞素 Agores 加納利 Canaris 羣島。爲海洋風土。冬夏溫度之差爲二十五度與十八度。巴黎爲溫和風土。其差爲十七度六與二度六。西伯利亞爲大陸風土。其差爲十八度及零下九度。就溫度之分配言。自赤道起。至四十五度止。同緯度上之週年平均溫度。海洋較大陸爲低。而至緯度四十五度以上。則相反焉。

邇年以來。探空之學。異常發達。因而證明入高空中溫度以漸低降。大抵升高百零一公尺低降一度。若係濕空氣。則此例當小變。故時令不同。此變差亦異。據觀測所得。夏季每百八十公尺低一度。冬季每二百四十公尺低一度。溫度既隨高度而低減。則升至極高之處。必有極低溫度。據近今探空汽球所測。自萬四千公尺至萬五千公尺之高。溫度爲零下六十度及零下七十度。若依此類推。則至五十三公里高。溫度當爲零下二百七十三度。惟至此溫度。空氣當凝聚而成液體。而據種種現象。至此高度尙有空氣。故可繼言。最高處溫度之低減率。當較小也。高空之情形如此。而切近地面之氣層。又有複雜現象。日中低層溫度增加甚多。而高處少。故地面與高處之差亦增。夜間不然。低處溫度低減較高處爲多。故較數漸消。而低減率亦緩。有時附近地面較其同時高處之溫度爲低。此即交互之現象也。此現象爲四時夜間。天氣清明時。附近地面。常有之現象。于高處則仍遵公例。

焉

近今有風箏,探空氣球,氣船,飛艇之觀測。以上諸說均可證明。據德西郎特保氏 Teisserend de Börd 云,氣空可分三層自地面始。經第一氣層。其厚自千公尺至三千公尺。其溫度依高度之變差。甚無規則。且常有交互現象。再上至一萬公尺。則依高度之低降。至有規則。且甚疾速。約每百公尺低十分度之八至十分度之九。再高則據亞西猛 Assmann 氏之證明。尚有一氣層。其尺度較下層為高。亦不因高度而漸減。故常均等。可名之為同溫度層。其運行為平行的。惟其厚度若干。則尚未證明也。

若就地面各地而言。則距海平面不同。亦有變差。大抵每百公尺可差十分度之五六。凡欲比較各地之溫度者。均須為此訂正也。茲列一表如下。以見訂正高度後溫度之遞差。甚有秩序也。

地 名	緯 度	高 度	實 測 溫 度	訂 正 溫 度
巴 黎	48.49	50	9.6	10.0
巴 爾	47.33	278	9.1	10.7
南 特	47.15	40	18.8	10.0
色 尼 弗	46.12	408	4.3	11.6
蒲爾德突慕	45.47	1467	3.3	11.5
克蘭菲佛藍	45.46	388	9.3	11.5
來 安	45.41	174	10.5	11.5
波 爾 多	44.50	74	12.0	12.4



擗擗大地。其地面各點溫度如何分配。亦言氣學者。所不可不知。故有同溫度線圖之製。其法係取地圖上各地點之溫度。先爲海平面高度之折計。將其所得度數。載於圖上。凡有同溫度之點。用蠅聯線聯之。即得所謂同溫度線。首製是圖者。(第四圖第五圖)爲韓勃爾 Hambolt 氏。其始僅有週年同溫度線圖。繼以欲分別各地風土。又製冬夏兩季同溫度線圖。至杜佛 Dove 氏出。又增製每月同溫度線圖。若地面性質。處處均同。且無高低起伏。則同溫度線之分配。即地球之距等圈也。無如地球性質。隨地不同。故同溫度線之形。亦不整齊。其原因。可分如下。曰陸地與海洋之分配。海洋上空氣濕度甚高。其吸收太陽熱力。較之陸地上之乾空氣爲大。故在同緯度上。熱力至於海面者小。而至於陸地者大也。曰海流與氣流。此兩流常相輔而行。如地面上有一區域。或終年或年中一大份。有此兩流自低緯度行向高緯度。必增高其所經處之溫度。觀海灣流之作用可知。曰高度。同緯度之地。高處較低地所包裹空氣爲薄。而吸熱量亦小。其日中所受之熱多。而夜間所散之熱亦多。若緯度不同。則在低緯度所得多於所失。而其高處之溫度亦較其周圍之低處爲高。而在高緯度。則高度之效力相反。曰植物關繫。在草木茂盛之區。太陽所傳之光熱。多爲植物吸收。以成其化學及蒸發之作用。故其溫度常較沙漠爲低。巴西 Bresil 與沙亞拉 Sahara 溫度之分別。即在此也。

若用在陸地與在大洋所測之溫度。分別計算。例若地

球全爲大陸。赤道圈之溫度。爲四十度。而極上之溫度爲零下三十五度。若地球全爲水。則赤道爲二十七度。兩極爲零下十五度。惟零下十五度。則水已成冰。性質又不相同矣。但無論爲水爲陸。緯度四十五度處。度數均爲十一度二。若於各經線上。定其最高溫度之點。聯此諸點成一線。環繞地球。即所謂溫熱赤道也。此溫熱赤道上。溫度不能相同。惟太平洋面。則溫熱赤道與地球赤道相近。其餘各地。則或高向北。或低向南。與各地之氣候大有關係焉。

以溫度對於風土而論。最爲明顯者。爲溫度與植物生長之關係。大抵溫度之作用。可分兩種。一爲分配植物發生區。此區內植物不能移生他區。一爲在同區之內。可以變更植物發生之次第。所以有植物帶之分別焉。且溫度因高度而變差。故高低不同。所生之植物亦異。是以至一千三百七十公尺以上。具有小草木。再上則具有苔。再高則無草木矣。蓋因植物自萌芽至蕃殖。必有一定量之溫度。方克完全達其發生之次第。吾國南北氣候不同。收穫時間各異。職此故也。茲付植物帶圖(第六圖)及溫帶農作物帶圖(第七圖)以示植物發生界之分限。與氣候之關係焉。

地溫與水溫 以上所論。均爲地面空氣之溫度。茲當論及地內溫度。空氣溫度。有週日與週年之變差。迨至地函之內。則一公尺內。尚有週日變差。再深則只有週年變差。深度增進。此項變差。亦漸減殺。各地氣候不同。性質各異。此深度亦自有別。然各地有其一定之數。既達此度。其溫度則歷

久而無變。此即不變溫度層也。然則自地面以至此層地內溫度可分兩層。一層爲有週日變差。一層爲有週年變差。此不變溫度層之深度。常依地之性質。與地面溫度週年變度而變更。熱帶之地。週年變差甚微。故深度較在中緯度者爲小。在南美州。自北緯十一度至南緯五度間。蒲山戈 Boussingault 氏謂可於不及一公尺之深處。遇此層焉。在印度之貼藩唐 Trevandum 不變溫度層。在十五公尺。大抵熱帶區域。此層多在六公尺之內。中緯度諸地。則約在二十公尺之間。法國巴黎氣象臺之地窖。深爲二十八公尺。已超不變溫度層之界線。故一七八三年。法人黎發涉 Lavoisier 及加西尼 Casini 所置溫度表之度數。幾常爲十一度七十二。即偶有不規則之變差。然亦不及十分之一也。研究此問題者。頗不乏人。其所用之觀測器。亦係一尋常球底之水銀溫度表。惟須以銅鏈繩至所定之深度耳。最初從事此觀測者。爲徐利茲 Zurich 人奧特 Ott 氏。一八三四年。格特黎 Quetelet 測之於比京。一八三七年。福畢 Forbes 測之於愛丁堡 Edimburg。一八三八年。安克斯盪測之於虞伯沙爾。一八四二年。加德谷特 Cald Cott 測之於貼藩唐。綜上種種觀測。其成績之最著者。則爲證明太陽熱力。能深入地層而蓄於地中。而其所達之點。有一定之深處。蓋過此則無週期之變差矣。且在燠季。溫度自地面減至不變溫度層。而在寒季。則又依深度而漸增焉。就諸家之觀測言之。其最精確者。爲格特黎氏。依其所得真相。得例如下。(甲)太陽熱力自地面傳至七公尺八十之深。約一

百四十四日。平均計之。約每六日達三公尺。(乙)太陽熱力。至十二五公尺以下。無週年變差。(丙)週日溫度變差。傳於地內之速率。每三小時達一公寸。(丁)地內深一公尺三十。已無週日變差。約較週年變差界綫之深度。小十九倍。按二十五公尺等於一公尺三十之十九倍。而十九又適爲三百六十五之平方根云。一八四一年。帕滑 Bravais 氏。及馬達 Matin 氏。同在距海平面高度二千六百八十三公尺處觀測地溫。所得成績亦與格氏相符。據帕氏云。依地溫之觀測。足以證明最高最低溫度傳遞之速率。約一公寸須二小時五十分。不變溫度層之下。同在一層內者。溫度週年常同。而其增進。則依深度。但漸加之級數。隨地不同。蓋依地質爲標準。大抵三十公尺至四十公尺間。可進一度。平均計之。約三十三公尺進一度。然據最深鑛井之觀測。則深度愈大。此增進率當較小也。其在週年平均溫度低於零度之地。雖夏季解凍。草木蕃殖之時。地底深下之處。仍自凝結。是以伊古斯克 I Kousk 週年平均溫度爲零下七度。即深至一百十六公尺。仍爲零下三度。以臆度之。至一百九十公尺常在零上矣。

水之溫度。可分爲泉水。江河。湖水及海水。大概泉水無週日或週年溫度之變差。江河湖水週日無甚變差。以其常流不息也。惟週年之差。則甚大。冬季河面結冰冰層之下。溫度均爲零度。冷期愈長。則冰層愈厚。而零度亦愈下。若在不活動之深湖。夏季溫度自水面漸減至水底。蓋因不動之故。水之密率自面漸增至底也。大概水底之溫度。多爲四度。以

水之密率。以四度爲最大也。若淺湖則現象亦然。惟其底不常爲四度耳。

以海水溫度言。與風土頗有關係。然其受溫度影響之深度亦不甚大。因海面有海流。至深底則海水爲不動性也。據地中海之觀測。至一百六十二公尺深。溫度已常爲十三度。若至深底。則常僅二度耳。大洋中常有大海流。與海面及海岸之溫度。大有關係。熱海流在海面。引赤道之水以向兩極。其冷海流則在下層。引兩極之水向赤道。此熱海流謂之海灣流。冷海流謂之拉巴陶海流。

沿海之地大都爲經常風土。因水之比熱率甚大。故海能藏熱。且能使溫度無大變差。此所以海島之氣候常平和也。據邇來林雷 Lightning 探海隊之報告。大西洋面溫度之分配如下。緯度六十度至四十度。經度四度至十四度。溫度十一度至十四度。緯度三十度至二十三度。經度十度至三十五度。溫度十七度至二十度。緯度二十六度。至赤道及南緯二十度。溫度爲二十一度至二十六度。至二千至三千海尺(約一公尺二五)深。平均溫度爲一度。二度。三度。在緯度六十度。五百海尺深處。水溫在零度下(零下一度一, 一度二, 一度三。)至於海水之鹽分。則各地不同。而與水密率及海流之造成有大關係焉。

海水結冰之溫度。平均在零下二度。附岸之海面。必先凝結。在北極區域。冬季所成之冰。較夏季能溶化者爲厚。是以北冰洋終年均有冰塊。夏季此冰塊。有時分裂爲風力浪

力及海流所冲。挾而下行。即成所謂流冰。此流冰所至之界。不可不知。以與航海大有危險也。

## 第二章 氣壓與風

空氣之壓力 空氣包襲地球。球面物體。均受空氣壓力。因其係屬氣體。與尋常氣體。性質相同。任何空隙之處。必占滿之。且有重力。故上層空氣疊於下層空氣。欲使其平均。必壓力與彈力相等。是以上層空氣積質有變動。下層所受之壓力。亦有輕重也。平均計之。每一公分之平方面。受壓力一公斤。即中國一寸平方面。受壓力十五斤也。茲欲詳明氣壓之真相如何。請舉人之身體爲例。人體大小不同。平均面積約一平方公尺。則人身所受空氣壓力。爲 $1033 + 10000\text{gr} = 1330\text{kg}$  (一萬零三百三十公斤)以如許重量。人體乃能載之。豈非異事。不知人體中之流質。大都具不受壓性。而氣體亦具有彈力。互相抵抗。而得其平。若外來之氣壓。因故減少。體中之氣壓大。而液體即從口鼻而出也。此所以飛行家。高入空中。往往因氣壓太低。因而眩暈。或口鼻出血也。

定氣空壓力之器。曰氣壓表。俗稱風雨表。首創斯器者。爲卓西利。有一玻璃管。長約一公尺。一端封閉。其中滿貯水銀。開口一端。倒置於水銀盆內。管中水銀下降。至一定之高度爲止。在此高度以上。則成爲真空。量盆平面與水銀柱頂之高度。即氣壓度。因此水銀柱之重量。等於空氣用於盆平面之壓力也。此種水銀表甚多。以佛丁氏與陶迺樂氏兩種爲適用。(第八圖)尚有一種空盒氣壓表。(第九圖)爲一金屬製

盒中係真空。兩底爲有撓力之鐵葉。中置有彈簧。按外來氣壓之大小以伸縮故足以示氣壓度數。此表吾人平日多稱之曰風雨表。實則僅足以示氣壓之變象如何。與風雨初無與也。且嘗見空盒表上。載風、雨、晴、變動等字。亦毫無標準。不可據以爲實。凡欲得任一時間之氣壓。則用自記表。(第十圖)其主動機關。係真空盒。其他則與溫度自記表同。

空氣係屬氣體。受壓力愈小。其所占之體積愈大。愈向高空。空氣柱愈短。而空氣愈輕。此所以氣壓依高度而變更。氣空之界。本屬無有止境。惟以漸稀薄。就實用言之。則氣壓低至等於地面壓力千萬分之一。當可視爲氣空之界。因抽氣機所能有之真空。亦不能過此也。平均計之。此界當爲五十五公里。但氣壓單位若改小。則可達八十公里。然較之地球全徑。已小多矣。據實測者言。若向高空上升。其始氣壓之減小甚速。以後則漸緩。繼則變差不甚大。所以欲得地面各點氣壓之真相者。必須先爲高度之訂正。始可比較。實用之簡單法。則可依每高百公尺減小十公釐折算。若欲求精密之數。可用拉巴拉西 Laplace 公式。且此公式。尚可爲計算高度之用也。

若欲明氣壓週日之變差。以用自記表格紙爲最明瞭。以中緯度各地言。如北京。天氣晴明時。高低有一定之時間。冬季最低在九時十四時間。夏季在八時十六時間。夏季之差。較冬季爲大。此變差與溫度反向。其原因如何。當如下述。溫度一高。空氣膨脹。上升而向較冷之區。故因稀薄而壓力



低降也。若以週年之變差言。則彼區與此區各不相同。就中緯度諸地。有通例如下。大陸氣壓冬高而夏低。海洋氣壓則相反。居海陸間各區域。則冬季陸地之能力勝。夏季海洋之能力勝。故在兩季。有兩最高。而中間以春秋之兩最低也。

地面海面氣壓之變差原無或息。欲研究其分配如何。則可取各地氣壓度數。爲去其高度及緯度之影響。而將其同度之點。用聯線聯之。即成所謂同氣壓線圖。其周圍氣壓較中心爲低者。謂之高氣壓圈。周圍氣壓較中心爲高者。謂之低氣壓圈。觀此圖而週年中各地氣壓之情形如何。昭然若揭。故可得一公例焉。凡在一區域。其溫度較其周圍之溫度爲最高。無論其絕對的或關係的。必有一最低氣壓。而其絕對或關係之最低溫度。必附以最高氣壓焉。即地面性質不同。氣壓分配有不平均。此例均不能破也。(第十一十二圖)

風之造成原因 上章論太陽光熱對於地面氣候之作用。已明。其爲孳生之機。今茲所論之風。則亦以此光熱爲樞紐。設無太陽光熱。則氣空包地球而不動。重而且冷。毫無生氣。從無微風之振動。因而瘴厲之氣咸萃。不惟不足以養生。且足以致死。惟有光熱而後。大氣乃能繞地球而運行。俾各層氣流。以次更新。掃除傷生之濁氣。以涼颼調盛暑。以和風劑嚴寒。佈生機於大地。使萬物均吸此清氣之資生焉。

茲篇所論之風。及後篇所論之雲、雨。均爲氣象學中之通識。因大空氣流及空中水氣。爲節調天時。及一年四季氣象概況之兩中心點。所以當詳爲研究。以明乎氣空之機力。

作用也。蓋此中當有一定不易之公例存。言氣象者必深明此公例而後能與天文學並駕齊驅。因天文學者能預知日月五星之纏度軌道。而言氣象者。若於種種原因。未能深悉則無以爲定準。故不可不深爲研究也。

所謂風者。氣空失其均勢。任一積量之空氣所發生之運動是也。故風者即空氣之流行。其向大抵多係平橫的。其力之大小則非均等的。其原起點則爲壓力之不均。設氣空到處密率均同。而各地之氣壓表度數均等。則氣空當永久不動。無如有多數之原因。足使氣空之均勢破壞。而其最大之故。則爲溫度之參差。與水汽之變化。是以隨地隨時氣壓均不相同。且變差極大。而風颯因此而生。至其流行則多由氣壓重處向氣壓輕處。故圍繞高氣壓圈。風多向外行。而繞低氣壓圈。則風多向內行。

溫度不同。密率亦異。故氣壓亦有參差。假設有一時氣空到處均平靜不動。忽有雲積掩太陽光線。則空氣之在其下者。必冷而凝縮。密率以重。均勢遂失。而動象見矣。其向與雲行同。且此較涼之氣必占其周圍較熱較漲者之位置。須至溫度平均。無此地凝縮。彼處膨脹。而後空氣始定。設晴天無雲。太陽光綫正射於吾人頂上。則正對光綫之空氣。其增熱必較受斜光綫之空氣爲速。因而膨脹上升。其周圍之空氣乃進而補之。猛進不已。如此則風颯生焉。蓋氣空中之特別或普通氣流。無非此太陽光熱之不均。冷熱空氣互求均勢所造成也。

但兩方面之間隔空氣。若受熱不同。應見何象。亦有研究之價值。所最困難者。則對此茫茫氣空。並無標點。其氣層之行向如何。不能明定之耳。然以科學思想爲之證明。亦可解此疑問。其曾爲此試驗者。爲佛朗格蘭氏。佛氏取相隔兩室。冷暖不同。燃三蠟燭。分置於兩室相通之門隙。一近門楣。一在中間。一在地板。而見近地板處火招之向。可指明風自冷室入於暖室。在上端則向相反。而在兩端之間。則有一處空氣不動(第十三圖)若以流質爲比。亦更明顯。設有甲乙兩管(第十四圖)上下均有管相通。惟上通管有活拴。以便啓閉。其始兩管中所貯之水。溫度相同。則水均不動。若令甲管之溫度不變。乙管之溫度增加。又啓上端之活拴。則見在下端熱管。壓力小於冷管。水從冷管流向熱管。而上端熱管壓力大於冷管。而水從熱管流向冷管。而管之中央。則有一處壓力相等。而水不運行。此平面。在氣學中謂之中性平面。若以此理推之。地面空氣。亦莫不然。設以空氣柱。因故增熱。則氣層上升。而下端有氣流向熱處行。而此增熱空氣柱之上端。則有氣流自熱處向冷處行。

凡寓居海濱者。常見每日常早九點鐘時。有風自海而陸。即海軟風。此風能使氣空清涼。至下午五六點鐘止。依佛朗格蘭之試驗。則其故甚易知。蓋以太陽光綫對於海陸所生之效力不同也。每日自九時始。海岸之溫度漸大於平均溫度。此平均溫度與海面溫度幾相等。於是風自海而陸。至晚九時後。則不同。海岸溫度較平均溫度爲高。則有風

自陸而海。故居海岸者。均覺每日海軟風之後。必有數小時靜風。即有陸風繼之而生。是以海潮之外。航海亦可利用此風。以進口或出口焉。

距海岸頗遠。軟風即失其用。而在海面。則有所謂季風者生焉。據觀測所得。在北半球。春季季風始於四月。秋季季風始於十月。而在南半球。則時令相反。故秋季季風始於四月。春季季風始於十月。季風之行向。多依太陽光綫最有能力之半球。當兩季風交換之時。航海最爲危險。或因諸風集合。互相衝突而成颶風。或因有較大之靜風。間於兩相反季風之間。海陸之形勢不同。大有影響及諸現象。是以對於季風。各地有各地之特例。向赤道處太陽光綫大都爲垂綫。故其溫度較地球面任何地點爲高。是以兩半球均有下層氣流向赤道行。而在赤道區之空氣。增熱甚大。升而上向高空。至數公里之高。此上升氣流。乃分而爲二。而向兩極。但此上升運動必能吸收其兩旁之空氣。故切地面兩氣流。自溫帶向赤道。是以圍繞地球。有兩循環氣流。可以下說解釋之。吾人所處者爲北半球。今先就北半球論。有一氣流。自熱帶行向赤道。其位置在氣空下層。且切地面。爲吾人觀測所能覺察者。即北半球之恆風或貿易風也。將近赤道時。其遠近以時令而變。上升而向高空。至一定之高度時。漸平行向兩極。但漸離赤道。亦漸下降。莫利 Maury 氏名之曰上層反恆風。界止於此。其周環尙未完全。以恆風與反恆風。爲赤道之上升氣流所聯合。尙未達於極北也。

設地球爲不動體。而到處之性質均同。又運行之向非有顛倒。則兩氣流之集合。必向北。其向南者。亦向南。而上層之反恆風。必下行向地面。以與恆風相合。則氣空之流行。幾乎僅在低緯度之地有之。但就吾人日常所見者。其運動之發點在赤道。此運動極有規則。恆風及反恆風在赤道線附近。其運行亦甚有規則。但去此線漸遠。其主動之作用以漸而減。故下降氣流較上升氣流爲分散。且不如其有界限而固定。其平均位置與赤道之引力及反恆風所達之高度有關係。而此高度則與溫度按高度漸減之例有關。故因時令不同而有變差焉。

其南向之周環。較北向之周環。範圍爲廣。且侵入北半球之大西洋。夏季時其侵占之現象更顯(第十五圖)

地面氣空異常活動。故無論其如何有規則。其界外氣流亦必受厥影響。現以前所論者均謂地球不動而性質均同。實則地球有自動公動。及海陸分配之不平均。遂足以使氣流出原有周環之外。而生第二周環焉。

地球自轉。自西而東。在二十四小時間。地面各點均轉一周。但在此期間其所行之路不等。其速率亦不等。其在赤道每秒速率爲四百六十五公尺。至克恩郎 Greenland (緯度約七十度)每度約一百六十公尺。至極上則速率等于零。凡居赤道下者均覺空氣不動。實則每秒行四百六十五公尺。或每小時一千六百七十四公里。設此空氣移置於五十六度緯度上。而其運行之速率不改。惟四十六度上之每點速

率僅每小時九百二十四公里。則此空氣到地面時。爲東來之空氣。每小時七百二十五公里。成世界上未有之暴風。若有空氣自五十六度移向赤道。則其現象相同。惟風向爲自東而西耳。而就實際言之。則不若是。蓋空氣自此緯度移至彼緯度。其行以漸而進。當其運行期間。則有多數之阻力。使其速率均等。但微弱之較差。非盡無之。且緯度愈高。範圍愈小。故以上所述之效果。至高緯度處。尤爲顯著。則其暴風之多。自非無原矣。

今試就恆風之轉向。以證明地球旋轉之影響。在北半球之恆風。當其運行時。係自北而南。向赤道行。惟在此時間。其所經之緯度半徑漸大。速率亦漸增。設其速率不變。似漸移西。其視向當爲北西向南東。即北半球恆風之方向也。其在南半球亦然。故南半球恆風方向爲南東。

當上升氣流達其一定高度時。乃分爲二枝。以成上層反恆風。此層風初成時。仍守其向西之趨勢。但愈向北緯度。徑小而速率亦小。故更而徧東。遂成北東向。達於二至線附近。下降向地。此處爲上升風現象又行發生之地。反恆風以其東向及其速率侵入。但因係垂直之運行。故其速率不顯。至此緯度。又得兩區。曰二至線靜風區。

總言之。自赤道向北極。所見之風行現象如下(一)赤道靜風圈(二)北東恆風(三)二至線靜風(四)無定風。向在北西及南東之間。而南半球之次長亦同。(第十六圖)

此種氣空之氣流。大都受時令之影響。夏季之末。北極

附近之區有數月有晝而無夜空氣暖而稀薄有晝無夜之後即繼之以有夜無晝空氣奇冷乃以凝聚其所留之空隙必吸空氣以填補之。而在南半球則時令相反現象亦相反。故當時令交換之際南北半球之空氣必互相移動也。當冬季氣流向北極時必間以赤道氣流故其範圍至廣。而空氣震動之能力亦增而成暴風期至太陽近北半球時空氣漸暖而膨脹赤道氣流漸緩所達之緯度亦漸低而北極氣流之能力增加惟以散佈亞州歐州故其速率不大所以在北半球夏季爲靜風期至氣空之震動範圍亦較狹且大抵與氣空電氣現象有關是爲雷雨期。

上述諸恆風之問題久爲氣象家及航海家之疑問自赫黎及赫德黎首爲解釋近今之論恆風者多宗之焉。

觀第十七十八圖即可見大西洋恆風之道及其方向其最足令人注意者爲時令與大陸之影響二三兩月南半球爲夏季溫度爲最高故距離不遠而至八九兩月則非洲北部爲夏末亦達其最高之吸引力在兩恆風之間則有赤道靜風圈冬夏之末其所占位置至爲不同因其隨太陽在兩至帶之運行也。但無論何時從未越赤道而向南。在二三兩月赤道與赤道靜風圈至近北東恆風止于緯度四度左右至八九兩月赤道與靜風圈相去較遠而此恆風則達緯度十一度左右。

帆船航行洋面時常覺當初發時一帆風順繼乃風力漸微以至於無風海面如鏡船行不甚疾至此竟不動焉太



陽正垂頂上熱度甚高。空氣之在此間者增熱大而輕。遂成爲上升運動。且同時大西洋太平洋面。海水蒸發甚烈。隨上升空氣以達高空。因冷縮而成爲雨點。有時變動太驟。乃成颶風焉。

反恆風之存在。久爲大多數實測家之證明。哈爾大尉 Capital Hall 常測見恆風區域之高層雲。其行向與下層風向完全相反。且於一八二〇年八月在德尼利弗峯。高約三公里。遇南西風與地面之北東恆風正相反向。韓勃爾 Humbolt 於一七九九年。亦曾登此峯所遇之風亦同。

茲再舉萬松火山灰散佈於巴拔特海島時之情形以證明之。

在一八一二年四月三十夜住巴拔特島者。均聞有聲隆洪。如發巨砲。守兵均持械以待。至明日早則東向之海面近地平綫處非常清淨。惟其上層。則黑雲濃厚。遍佈天空。使人不能辨咫尺。此現象蓋因萬松火山所噴之灰而來。火山在巴島之西。距離爲八十公里。其噴灰甚高。直達反恆風之高度。風力復大。故挾之而散佈於巴島。是以巴島所佈火山灰。約厚三分。

首先斷言上層反恆風之存在者。爲哈黎氏。Halley 自哈氏至今氣象家均謂中緯度所遇之南西風。卽上層反恆風之迴風一份耳。但此上層風。在赤道區高度至大。故卽至

靜風圈附近之最高峰。尙未能遇及。惟漸向兩至帶。此風漸下行。且其所經之道。空氣漸冷。因挾雲而行。則其方向如何。更爲易定。至近今有探空氣球及風箏飛行機諸器。此恆風之存在。已毫無疑義。即有時偶不顯著。亦因空氣之有其他震動耳。

自哥倫布發明新大陸之後。恆風之用始著。哥氏原擬航行赴印度。因遇恆風。竟行向美洲。同行者。均危懼。咸以不能盪反歐陸爲憂。設非有恆風。則此勇敢之航海家。恐均將老死異域矣。

至地面氣壓度數之變差。氣層溫度之更換。空中水點之凝成。雲彩形狀之特異。據杜佛氏之研究。大抵均因此兩氣流交戰而來。設氣空無此兩有定之氣流。則地面上種種氣學現象。恐均不如是之有經矣。

在大西洋。及太平洋所見之恆風。常擴散於兩至綫之界。但至印度海。因有大陸之影響。遂不能有恆風。故在印度洋則自四月至十月有南西風吹向印度斯坦北印度及中國。而自十月至四月則有北東風。此風卽前所說之季風也。季風亦名蒙松風。原係馬來語 Moussin 卽季是也。以北半球而言。夏季時太陽光綫斜向北。只有南西季風。至冬季時。太陽斜向南。而北東季風生焉。此風可直入大陸。但因地形不同。而有變動。如山脈之延長。往往能使此風與之平行。

對於此有規則之大概風向。前已略爲說明。但此風之存在。前古時代。已知之。蓋當埃及全盛時。卽利用此風。以與

印度交通至埃及衰微。貿易中綴。而此風之利便。亦無知者。所以尼亞克必當繞行長途。始克自印度河行達波斯海灣也。

大洋之恆風季風外。尙有其他海岸。亦有此類有規則之風。如在巴西。則有春季之北東季風。及秋季之南西季風。地中海亦有所謂年風。在非洲之格爾 Call 及聖力山大 Axandre 則只有北風。故自歐洲至非洲。航行者均謂往時較返時爲易。平均計之。帆船返時。須多費四分之一時間。即汽船亦須多費十分之一時間。

其他有恆之風。則爲海岸之海風與陸風。篇首論太陽熱力足以生風。已爲及之矣。其附山之處。亦有晝夜之有規風。如夜間風自山降。晝間風自地面上山。但其移動至爲不同。大抵以山形及方向而定。

由是觀之。氣空之氣流。原有定則。如血脈之周貫全體焉。有此氣流之周轉。不至使任一地點內之養生物體。如養氣水汽等完全消耗。其害生物體如炭氣等集聚逾量。故曰地面之生機。與此有定氣流。有密切關係也。

風之變動及風向風速之規定。上篇所說。對於有規則之風。已頗爲詳盡。然尙有其他無規則之風。爲中緯度各地所常有者。當爲及之。但此不規則之現象。係自表面觀之。實在宇宙間。無突來之事。每空氣分子之移動。必循一絕對公例。與空中諸世界之周轉同。今試從其方向及速率兩問題求之。當可得此公例之真相焉。

除恆風及信風界限之外。溫帶實爲無定風之區域。中國幾全在此區之內。空氣積質。有時流向此方。有時流向彼方。有時數週。只有一方向風。有時數時間風向數變。有時空氣不動。卽至輕之樹葉亦不爲搖。然風之無定。雖如上述。究亦有一定之規則在。今試爲一一研究及之。

前已云。上層反恆風自赤道向北極。漸向北行。因受地球旋轉之影響。而有偏向。遂爲南西風。且漸向下行。亦漸失其原有之風力及溫度。至緯度三十度。則幾完全降至地面。故自緯度三十度始。以至高緯度。各地周年之平均風向。大抵以南西風爲主要風。據歐洲各測侯家之報告。歐陸全境。均以南西風爲主要。可見其概。吾國處溫帶各地。大抵亦然。惟北京則以北西爲主要風。以其去大洋遠也。然此南西風之外。尚有自極向南之風。爲北東風。亦經吾人所在地面而過。故在北半球有兩普通風向。或爲赤道氣流。或爲北極氣流。赤道氣流熱而濕。北極氣流冷而乾。其對於地面之物產。影響各有不同。而收穫之期。亦視此兩風期限之長短爲斷。

依上所說。則在中緯度各地。以南西風及北東風爲常有之風。至其他各向之風。則以下列之故發生。設有兩風相旁而行。且占有頗大範圍。若其流行之方向相反。則其相界之處。必有旋渦之震浪發生。在北極氣流之界。其風係自北東而南西。而在赤道氣流之界。則自南西而北東。有如一旋渦之平橫運動。此旋渦周沿每點之空氣。有其特別之方向。因此質積完全旋轉也。是卽最無定之風。而其方向力量亦

至不規則。此爲風向變動之第一原因也。

尙有第二原因。亦頗重要。寰球各地。此處與彼處。縱居同一緯度。而溫度各有不同。蓋或此爲水洋。彼爲陸地。或此爲沙漠。彼爲森林。或此爲暖熱之平原。彼爲寒冷之高原。因此溫度之差。遂使經行該地之風。大有更動。且卽在一地。陰天與晴天對於風向亦各有便利不便利之分焉。

其第三原因。則爲大陸地面之崎嶇。蓋風所經處。愈不平均。風向之差愈大。故同一氣流。在海洋面行。與在高低不平之陸地行。方向大有不同也。且據航空家言。地面之風爲間斷的。而高空之風。則常行不息。此其明徵也。

以上所舉風向變動諸例。已略盡矣。今試就風向之次序論之。

北半球原有兩氣流。其來也。一自赤道。一自北極。循行圓球。方向完全相反。有時赤道氣流勝。有時北極氣流勝。兩流互相競爭。其結果卒使空氣分子之行度變更。而使其按風針之各方次第周轉。故氣空中不規則之氣流。實由有規則氣流之衝突所由成也。但此競爭雖無息時。而互相抗抵。必有一敗。而此受衝擊之氣流。必下降向地。大抵自赤道來之空氣多偏向東。故北半球風多南西向。數世紀以來。博學家常證明北半球風向之次第。爲自南西從西從北而北東。及自北東從東從南而南西。此種運行。與太陽上升後。在天空之視轉相同。二千年以前。亞利西突德已於其氣象學中說明云。(凡一風停止。而爲其他向之風占入。其運行之方向。

依太陽之行向。)自希臘博物學說最盛時代。所有學者。亦均持此說。常爲航海者所崇信。而自杜佛氏更以普通之意旨。達科學的之解釋。而後始明北半球風向之次第。均依下表。而毫無疑義。SW. W. NW. N. NE. E. SE. S. SW. 至南半球。則週轉方向完全相反。是以兩半球風向之週轉。與太陽之視轉相符合。在空中航行時所見之風向旋轉。亦適相同也。

風向最爲明顯。且易於測定。欲求其精確。則當於東南西北之間。分爲八向。或十六向。方向既定。任有一活動之物。均可用以指定風向。惟常用者。仍爲風向針。此針係鉛或鋅所製。形如矢。在一直竿上活動。(第十九圖)但此竿須安置高處。以免受物體之阻也。且時期長久。鐵必生銹。竿亦有時偏斜。則針不平均。而所指之向亦至錯亂。故欲免此差誤。必須隨時檢查。且下層之風。有時方向至多。轉掩主風之真。主風常在高層。故必置於高處。始可免此影響也。但無論如何。高度必不能極大。故當須附以雲之觀測。

風之積質。或其密率。變動之範圍至小。其力與其速率有關。且依速率之平方而變。故在氣學。風力風速幾成相等名詞。惟風速以每秒若干公尺計。風力以每平方公尺所受若干公斤之壓力計。附風力風速對照表於篇末。量風速之器。名曰風速計。

按風速計最適用者。爲亞瑪佛天文臺魯濱遜博士所製。即名曰魯濱遜風速計。器之製造如下。一直軸上安四等長十字橫軸。軸

端嵌四半空心圓球。(第二十圖)其嵌法係使其所成之大圈。在一橫平面上。且此球之凸面。必向前球之凹面。故風過時。常遇兩凸面兩凹面。因其力量對於凹面比對於凸面爲大。故風力能使全器均動。風力與風車之週轉有比例。其數當爲三與一之比。卽以三乘半圓球中心點所作之圓圈。即得風車每一周轉。風所行之長度。此旋轉次數。可以表記之。或用電力自記均可。

今試論全球風向之分配。試設一帆船自北極行向赤道。且越赤道而向南極。其沿途所遇之風向。如下述。(一)用帆航行於南西風之區域。(二)越緯度五十度而未至三十五度之先。則有大洋西部之南西風。而北東風亦較其他風爲多。(三)在四十度至四十五度間。則爲風向最無定及靜風之區。(四)西風之後繼之以夏至靜風圈。次則爲恒風。直引帆船達北緯十度。(五)至此則入赤道靜風圈。其闊約五度。(六)自北緯五度至南緯三十度。爲南東恒風。(七)乃入冬至靜風圈。與夏至靜風圈相似。(八)至南緯三十五度至四十度。風向平均。大抵爲西風。而可擴延爲南西或北西。(九)越南緯四十度則有南方反恒風。其向爲北西。直至南極所已發明之地。均爲是風焉。(第二十一圖)

大地面之風向。大概既如此。今試就風力言之。據觀測所得。風力之變動。表面上固至不規則。而實則與其他現象



相同。與地球之旋轉。四季之運行。及每日之時刻。均有關係。據蒲魯塞爾五十年以來之觀測。日晷長則風力小。短則風力大。六月之風力比例爲 0.82。而十二月爲 1.227。惟九月每出於例外。此分配之故。因下半年太陽在赤道下。故風力失於平均。而其他六月。則太陽在赤道上。故相反也。

風力之大小。亦按每日之時刻而變。蒲魯塞爾氣象臺風力自記表。每五分鐘記載一次。平均計之。周日之風力變差。零時至四時爲 0.15。十時爲 0.21。十二時爲 0.26。十四時爲 0.29。十六時爲 0.28。十八時爲 0.23。觀此。可見午後十四時之風力。幾倍於半夜之風力。此種理由。以夜間近地面處。空氣爲最冷。是以空氣重而穩固。日中低處熱。平均不固。故空氣動搖也。惟至高處。則其變象與此不同。

高度不同。風力亦異。依雲行速率。與飛行之觀測。而見風之速率。繼續增高。惟其增度與高度無一定之比例耳。

以上所論之大氣流。在世界有絕大利用。如搖動樹幹。俾距離至遠之花粉。得互相粘合。以便其結果。使城市之空氣。得以更換。運南方之煖氣於北方。俾冷地得以溫和。設無風。則大陸之內無雨水。均成沙漠。且地球當無人類。蓋空氣不動則有毒。動則能掃除一切濁氣。如泉水然。惟流動始不腐也。顧風雖爲生之機。亦足爲死之原。蓋風亦能轉送種種有害衛生之氣。及有害衛生之物也。此則關於衛生問題。在人知所趨避耳。

風向之不同。對於一地方原有之氣候。大有影響。以其

能變更溫度也。夫北風寒。南風煖。盡人知之。然就科學的言。似不宜如此簡單。故必分析每風向對於溫度之對照如何。近今世界。氣象家研究此問題者至夥。而首得成績者。爲法國氣象臺。據云。南東或南西風。比其反向風。所增之溫度約三四度。風向之影響。尙可及於氣壓。據統計所得。最高氣壓。風向當在北。以其氣流冷。最低當在南。以其氣流較熱也。故在中國各地。北西風之氣壓較南東風之氣壓爲高也。此外尙有濕度。亦受風向轉移之影響。而可預知雨之有無。以亞洲言。大抵西北風乾。而東南風濕。且東南風經海洋來。所挾之水汽多。而西北風則自大陸或西伯利亞來。其水汽自較少。是以東南風時。空氣往往飽和。一遇較冷之西北風。卽凝聚也。然西北風所含之水汽雖少。以比較言。其溫度太低。故其濕度有時亦不甚低也。

以上對於風向風力。已頗盡崖略。惟風力之變動最大。輕者僅足以舉羽毛。重者且足以摧屋宇。不可不有以分別之。茲特列一表。以期盡風力大小之變焉。

		風 力 對 照 表												
比 例		0 靜 風	1 輕 風	2 軟 風	3 和 風	4 強 風	5 烈 風	6 暴 風						
現 象		烟直樹葉不動	手、紙、覺葉動	動旗、搖樹葉、小枝	搖大枝	搖大枝及小幹	搖樹折枝幹	屋宇傾倒樹根被拔						
海面用比例		0 靜 風	1 微 風	2 弱 風	3 軟 風	4 缺 風	5 和 風	6 恐 風	7 大 風	8 強 風	9 烈 風	10 狂 風	11 暴 風	12 颶 風
風 力	每秒公尺	公尺 0.0	0.5-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30 以上						
	每小時公里	公里 0-2	2-18	10-30	30-54	54-72	72-108	108 以上						
風 壓 力	每平方公尺	公斤 0-0.1	1-3	3-12	12-27	27-48	48-108	108 以上						

## 第三章 空中之水

吾人所居之地球。其徑爲一二七四二公里。其體積約爲一千萬萬立方公里。若全球爲水。則其重量當爲千萬萬萬公斤。因每立方公分之水重量。爲一公斤。一公尺立方爲千公斤。一公里立方爲千萬萬公斤也。土之密率。較水大五倍半。則地球之重量。當爲六千萬萬萬公斤。包裹地球之空氣。其重量約五二六三千兆公斤。尙不及地球重量千分之一。其體積爲四〇七二千兆立方公尺。水在地面。其重大抵與空氣相等。大洋平均之深度約四公里。其底雖不規則。然自高山至深谷。其變差亦不外十公里。依此平均深度計。則水之容量。當爲三二〇〇千兆。若大洋全乾。則匯江河之水。須四十年方能滿之。若集合此水以爲一點。可成一徑長二百四十公尺之水球。散佈地球面。若球面性質均同。則可浸以二百公尺深度之水。海水密率。較重於淡水。則其重量。當等於地球重量一千七百八十六分之一。

海洋之深。至多不過十公里。有作用空氣之厚。至多亦不過十公里。即在此二十公里之內。種種生物。附以生存。若以之與地球之厚度比較。殊覺甚薄。若以之與日周諸星比較。更渺乎其小矣。

地球面之水。約占全球三分之四。但此均係流質。尙有爲堅體者。如在北冰洋之堅冰。高山巔之積雪。有爲氣體者。則氣空中之水汽是也。斯氣爲養生之要素。且以其量之多寡。可造成豐腴或磽瘠之區。而天氣之陰晴。亦以是而判焉。

且此項之水。無論在大洋。在高山。在氣空。均無不動的。蓋幸有太陽之吸力。氣流之周轉。海洋深底之水。得以垂直上升。達於海面。而因溫熱而蒸發。成爲水汽。以散佈於氣海中。結而爲雲。浮於大陸之上。降而爲雨。滲於地底。流爲泉水。達於江河。而復歸於海。吾人所吸之水。外觀似無甚輕重。然已不知經幾許之流行。經若干人之利用矣。蓋世界物體。均不生不滅也。

雨水降地時。地面至熱。其第一點。必蒸發而不下滲。但積多必滲入地底。所謂流域者。即水依最大斜坡所達之域也。間兩流域之間。有分水脊。相近兩水點。落於脊上。任一點。必各依其路。分向其所趨之流域。而後又曲折而達於大海。

水之原質。爲海洋之鹹水。中含綠化鈉。雨水及江河之淡水。均係海水受太陽熱力蒸發成雲後。所降之海水蒸溜水也。故無論泉源江河之水。其原均爲雨水。即礦泉亦然。其熱度及化學性質。均係雨水下達深層而復上升地面。所生之化學及物理作用而成也。至雨水不鹹之故。則因海水受太陽蒸發。水汽上騰。而鹽不飛散也。是以鹽長留海內。若以海水之鹽。散佈全地面。其厚度當爲十公尺。

水從無純質者。常含空中及地中所遇之物質。其最多者爲炭化及硫化之灰及鎂。硅酸。綠化鈉及鉀。有機物體。菌及微生物。故水之可飲者。必含有充分之養氣。及有限之物質。否則不能飲。然水亦有時可傳染疾病。是以講衛生者。謂病區之水不飲也。

至天空中所現之藍色亦因其含有水汽之故若海水之蔚藍亦以光線之射於水所成也。

蒸發量及濕度 據空氣之分析空氣中除養氣淡氣之外尚有水汽此種水汽均因蒸發而來其源已如上述此蒸發量可用蒸發計定之蒸發之定例。至今日尙未能確定。大抵溫度愈大蒸發速率愈增若濕度與壓力增加則蒸發速率減小據達爾唐 Dalton 氏云蒸發之速率與同溫度水氣最高張力及水氣張力之較有正比例即水溫度愈高蒸發量愈大也若以蒸發量一年及一日間之變差言則與溫度相似而就大地之分配觀之尙無一定之成績大抵在中緯度沙漠如土耳其斯坦其蒸發過二公尺焉。

蒸發所生之水汽由種種能力散佈空中所謂濕度計算法者計算空氣中所含水汽量之變差其用以計空氣濕度之器名濕度表。

空氣愈熱所能含之水汽愈多故令空氣退冷即可使之飽和是以用一溫度表使之冷凝球上成露即可得飽和度按此度依定表求之即得空氣所含之水汽此法爲達爾唐所創經達尼埃 D'Almeida 氏改良然究不甚便利其最簡單者爲索須 Sawure 氏所製之髮製濕度表(第二十二圖)其法蓋木諸之髮之乾濕而長短因空氣愈濕髮愈放長但非目力所能見故必以一針係於髮則可以髮之長短針尖所指之分數以明濕度若干空氣完全飽和時爲一百度最乾時爲零度其中分爲百分相等但每度不能表明實在濕

度。據格呂薩 Gay-Lusac 所定之比例如下。

第 1 十分度	= 22 濕度	第 6 十分度	= 79 濕度
„ 2 十分度	29 濕度	„ 7 十分度	85 濕度
„ 3 十分度	53 濕度	„ 8 十分度	90 濕度
„ 4 十分度	64 濕度	„ 9 十分度	95 濕度
„ 5 十分度	72 濕度	„ 10 十分度	100 濕度

此器雖簡。究不及達尼挨氏之精。近今氣象臺所常用者。爲黎斯利 Leslie 氏所發明。而經奧古斯德 August 氏所改良者。其根據與達氏同。亦取溫度之冷凝。故其名曰冷濕度表。或曰乾濕濕度表。蓋索氏之表。利用髮之吸濕性質。而此表則用蒸發計濕度也。(第二十三圖)

表製用兩溫度表。形式相同。其一表之球。用絨布包之。布之一端。浸於貯水之玻璃杯中。俾布得常濕。溫度表度數愈低。則蒸發力愈大。而蒸發之大小。則與空氣之燥濕有比例。故兩表之較差。空氣愈燥愈大。而與空氣所含之濕氣有反比例。

注意 求濕度。原有應用之公式。茲不備及。常用氣學書中多有之。並附有求濕度之表。按兩溫度表度數之較差求之可矣。大抵附濕度用百分之幾顯之。而定濕度則用若干公釐顯之。定濕度即小氣壓也。

水之蒸發。任何溫度均有之。即至冰度亦不停息。即因

此蒸發使空氣中得有水汽海面空氣常飽和水汽。至大陸。則水汽之多寡依地點而變差蓋其溫度雨計風向及天空狀況均有不同也是以愈向寒冷氣候蒸發力愈薄弱空氣若飽和則蒸發終止空氣愈乾蒸發愈增而風力亦可助蒸發之力。蒸發之能力可生退冷現象故濕布置於風前則冷。而人之皮膚若有蒸發亦較冷也。

高度不同氣空之濕度亦異大抵自地面始漸增至於一定之高度爲止此處即成爲最高濕度層。過此則漸減故至極高之處可達毫無水汽且極乾之點據航空家之觀測此最高濕度層依時間時令及天空狀況而變。

若就地面之濕度言則每時之濕度各異其差與溫度相反空氣愈熱愈乾愈冷愈濕在溫帶之地現象至有規則。大抵自早晨太陽出地平時始減至午後二時左右爲最低。繼乃又增高康齊 Kaemtz 氏在哈爾 Hall 曾爲數十年之比較製成圖表其對於濕度週日之變差瞭如指掌焉。

此空中水汽對於地面生機有絕大之利益雖爲人目所不能見然溫度一低即可使之飽和若係空氣自冷則因水點而不透明是成爲霧若此濕空氣遇堅物體而冷凝即成爲露。

露之成也與雨水完全不同蓋即成於其所成之處。世俗往往誤會謂露從天降殊爲可笑且正史中尙有記甘露降以爲祥瑞者則更奇矣。

設在風靜天清之夜置叢草或棉花於空氣中其溫度



必較其周圍空氣爲低。據物理家魏爾斯 Wells 氏及亞拉谷 Arago 氏之觀測。天色清明之夜。草場之草。其溫度較空氣低六度至七度。設有片雲掩其上。則草之溫度亦增高五六度。空氣之溫度。則毫不更動。此項退冷。皆因夜間散熱所成。設無掩蔽之物。則物體之熱。可以漸漸遠散。空氣具透明性。自不能阻此項散熱。苟有雲彩、樹木、紙、或烟。均能阻之。此項散熱之能力。依物體之性質而異。如玻璃爲最強。五金爲最弱。若此暴露散熱物體。其溫度降至零度之下。則空氣中之濕氣。必因飽和而凝聚於此物體之面。其始爲圓形小點。蓋此爲分子之本形。繼則愈積愈多。則成一薄層之水。

露之成也。大抵天氣清明而無風。或天陰無風。其天清有風時。亦能有之。惟不能多。若天陰而風。則斷無露也。

時令之最適宜於成露者。爲春秋。因晝夜溫度之差。以此兩候爲最大也。至於此成露之現象。與嘯熱氣於冷玻璃所成之水點相似。

露在氣象界中。亦有一重要現象。且在熱帶之地。植物之發生。露爲一要素。其能力能代雨水。蓋若無雨露。植物當乾枯也。

露之爲量。雖亦不少。然甚難量定。因其非如雨之下降也。且各物體散熱能力。既不相同。則其所成之露量。自有參差。其溫度之差愈大。則露愈多。

蒲山戈 Boussingault 曾爲露之計量。當露最多之夜。用海綿在方四公尺草場中。取露承之以瓶而稱之。其量約一

公斤。平均計之。當等每法畝面積高十四公釐之雨量。若以代灌溉水量。自屬太少。然對於牧場及農作。未始無補。因可減少旱乾之害。且在雨水最少之區。亦足以代雨水也。

霜對於植物。有絕大之妨害。而尤以春季萌芽初生時爲最。故農圃最畏春霜。但霜之造成原因。與露相同。因物體之冷度過低。乃成爲霜耳。但此霜害未始無法防禦。於春季清明之夜。做成煙霧。使空氣失其透明之性可耳。近今美人曾有此種發明。其效驗甚著云。

雲霧之造成 濕汽散佈氣空。爲人目所不能見。其變差及其分佈。前已研究及之。然至飽和時。人目遂能見之。蓋飽和而後凝聚也。此凝聚原分三種。曰直接退冷之凝聚。曰汽體緩弛退冷之凝聚。曰冷熱空氣混和退冷之凝聚。法雖不同。而其總因則爲退冷。即溫度之低降或濕度之增加也。設有一定量空氣。其溫度爲三十度。而含有三十一公釐重之水汽。以特別原因。空氣忽冷至二十五度。或有濕汽增入。則空氣必混而成爲不透明之氣。蓋因溫度下降五度。水汽之需量較少。故濕度覺其多。而爲人目所能見也。此種凝聚。即使水汽自氣體而成液體。以極小之水點散佈空中。即成雲或霧焉。

此種氣體液體之交換。各地各高度。均有之。成於地面者。謂之霧。成於高空者。謂之雲。雲與霧原無分別也。凡乘汽球穿雲而過者。無特別現象。惟覺空氣較冷濕。而不甚透明。與在地面遇霧。或山巔穿雲時。所見者相同。

夫雲與霧。從表面觀之。原無甚分別。而實際則有不同。蓋霧爲一地上水汽。自不見狀而成爲能見狀。而雲則爲一水點集合之物體。而有一定之形狀者。且霧爲停滯的。而雲則可隨風移易也。

今先試論霧。若取顯微鏡觀霧。見其中均爲不透明小水點。其全徑亦可用顯微鏡量之。惟甚不易。若於日月光綫所射之薄雲量之。則較易。康齊與亞西猛 Assmann 氏曾爲之計量。據所得成績。則康氏爲零公釐一四。亞氏爲零公釐零一四。其差甚遠。平均計之。當爲零公釐零二。大抵時令不同。水點之大小亦異。空氣愈濕。水點亦愈大。故晴天水點小。陰天水點大。冬季水點小。夏季水點大也。

然此種水點。係屬實心。抑係空心。外爲薄膜。而中含水汽。如胰水泡焉。亦一疑問。自哈黎時。已持空心之說。說者多宗之。因此水點。能飛浮空中之故。且據索須氏之試驗。用濃色之水。以火煮之使沸。以顯微鏡觀其上升之水汽。則極小者飛騰。其餘均下墮。索氏謂上升之小點與下墮者特異。不能謂其非空心者矣。又據卡尊斯達氏 Kratzenstein 之說。謂以光綫射入水點。所成之色。與胰水泡所成者相同。可決言其爲空心的。實則不然。欲明此理。須先知此水點之飛浮空中。非眞浮也。實則常向下墮。因其速率小。故爲風所挾。而運行。且有時尙能上升也。且凡物體下墮。其始速率必增加。空氣之阻力。原與速率有關。顧亦增加不息。其重力之增加速率則均相等。至實運動之增速率。原等於重力之增速及空

氣阻力之較者因運行速率之漸加而漸減必有一時。增速率等於零而成均同運動矣其始空氣阻力與空氣重量相比爲大則易成爲均同運動而下墜之速率必小。且球積愈小。阻力愈大。小水點之徑。只五十分之一公釐。其小可知。則空氣之阻力自當較大而可阻其下墜。故小水點當爲實心球。且果爲空心球。則據計算所得球內之壓力。大於氣壓者三倍。則球必破裂而不能存在矣。然則此水點之爲實心。已毫無疑義。惟雲之高者。亦有爲冰針所成。其下墜與水點同。惟因其小。故爲風所挾。仍浮於空中。說者必曰。若水點冰針均能下墜。何以常見雲之常存不散而不知此常存之雲。未必均爲一種。蓋有新來之水點或冰針以代之也。是以細爲觀測。則見雲之大體。雖若持久不變。而其中變幻亦甚速也。

雲之分類 雲之形狀繁多。而依其類之不同。與氣空之情形。大有關係。故必爲定一至明易分曉之名稱。以爲標準。雲之定名。自何屋亞 Howard 氏始。由亞伯岡比 Halercamby 氏及喜爾特滂尊氏釐訂。經萬國雲學會審定。始定今名。大抵以卷雲、積雲、濃雲、層雲四名爲綱。因其形狀。互相組合。以定其他名稱。

凡雲厚而崇。其頂隆起。作穹窿形。周圍甚晰。似在蔚藍天。作白曲綫者。卽積雲也。在夏天其形爲最明瞭。早晨上升。漸增大。至於溫度最高時。乃漸低降。以至於消滅。其厚約自四百公尺至五百公尺。其高度約自五百至三千公尺。有時此半圓球。互相集合。堆積於地平線上。遠望之有如高山積

雪。其中往往現種種形狀。有如圖畫。

此雲形係由赤道氣流所成。若濕空氣流行甚久。積雲愈積愈厚。如一雲層。遍佈天空。此又成一雲形。謂之層積雲。冬季爲盛。其別於積雲。則以其較厚之故。是以雨雪之至。層積雲較積雲爲多。

若雲之形狀。堆垛不清。僅如層布相疊。卽謂之層雲。

雲之將化爲雨也。麇集愈多。而色呈濃黑。若無風。則其所降之水。爲垂直綫。惟常有微風。使之斜行。此卽所謂濃雲也。

以上所說之雲。均水點所成。但水點之疏密不同。故呈形各異耳。惟是雲不限於溫度在零上之氣層。亦可到溫度在冰度下之區域。至此。水點凝結成爲冰針。其所成之雲。卽冰針雲。而其高度爲最高。卽飛行至高之汽球。尙不能及。而他種之雲。則凡乘汽球者。無不與之相周旋者也。其高度平均在六千公尺至八千公尺之間。其形如線。若集合之。則類帚掃之痕跡。或羽毛。或散髮。而具有纖維紋。此卽所謂卷雲也。此雲至易分別。以其常有細紋。薄而且白。而與上層氣流。至有關係。

有時卷雲之白色漸昧。線縷交互。愈覺其多。天空如張乳色之幕。卽所謂卷層雲也。因上層空氣較濕。故當現時。多爲有雨之兆。其高度約五六千公尺。

有時變成透明之白雲。形如小綿球。卽所謂卷積雲。若球形較大。集合緊湊。遠望之形如蘋果。卽所謂高積雲也。其

高度約三四千公尺。

當雷雨將至時。有雲齧聚。其上升也。如山如塔。勢極崢嶸。即積濃雲也。其高度至不一。大約在一二千公尺之間。

以上所述爲重要之雲名。其分別之處則以其高度及種種組織之不同。實則可畫分爲二類。曰水點雲。曰冰針雲。若就其對於天時影響言。則亦可分爲二類。曰晴天之雲。卷雲。卷積雲。高積雲。及夏季之圓形積雲屬之。曰雨天之雲。卷層雲。高層雲。濃雲。積濃雲屬之。

雲量及雲之高度。雲之多少。爲氣象中一重要問題。因一地之氣候。可從陰晴之日數而定。而雲量之計。則與陰晴有密切關係也。所謂雲量者。即計天空爲雲所占若干分而言。其法分天空爲十分而計。其十分之幾。爲雲所掩。至雲係何類。可不計及。此外尚有日照計。以定太陽照臨之時數。即陰晴之時數。其器甚多。所得之日照時數。用本月之時數分之。即得日照分數。即日照真時數與假定終月日照時數之比例數也。若在夜間。亦可用北極星之亮光。計陰晴焉。

按日照計最適用者爲康白爾 Compell 氏所製。於周圍空曠之地。植立一直柱。上綴一圓球。球後以片紙粘於一同心圓板上。其距球之尺寸。以能令球之焦點射及爲度。有太陽時。紙上成焦點。無太陽則無之。故任何時。有無太陽。均可立見也。(第二十四圖)

尙有一器。係在銅製圓筒。中置鐵衰藍紙。筒

留小孔，擇無掩蔽之處，豎立一柱，將筒按地方之緯度安置，令其頂正對北極。上午日光自東孔入於紙上，按時作影。下午自西孔入亦然。薄暮無陽光，將紙取下，用水洗之。有日光者有影，無日光者無影，即可驗何時爲陰，何時爲晴矣（第二十五圖）。

雲量之多寡，亦有週日與週年之變差，但其種類變差，亦頗複雜。平均約計大陸之內，週日之差最多在日中，最少在晚上。週年之變差則隨地各有不同。

若以雲量在地球面之分配言，設地面性質均同，則雲量成地球面之距等圈。最高在赤道，因有上升空氣，中含至多之水汽也。至南北緯各二十五度三十度間有最低之雲量，因其下行空氣冷，空氣化熱，自不能多成雲也。過此又增高，至五十五度或六十度又一最高，因空氣漸向上升，故退冷而成雲也。繼又低減，至於兩極爲最少，因氣空所含之水分較少也。但在實際上，地球既非同性質，則海洋大陸各不一致。大抵最低在沙漠，以其空氣乾也。最高在大洋，以其空氣多含水汽也。

雲之高度及其方向則與天氣預報有關，故必爲之測定。最近氣象會議測雲高者用三角測量法。以兩人在相去五百公尺之地點，用經緯儀測同點之雲，定其在地平面之高度。及其瞄準平面與經兩地點平面所成之角度，即可以計算其高度若干。每秒後再爲同一之觀測，即可以計算其

速率矣。但用平常經緯儀則兩器所測果係同點否殊難判定。近用攝影經緯儀可以影雲形之組合即可證明所測之是否同點矣。

若雲之方向可用測雲鏡。鏡爲菲納蒙 Finemann 氏所製。有一磁針盤盤上裝一活動圈。圈上置一黑玻璃鏡。鏡上有透明孔。可由孔窺見磁針尖。旁置一直尺。可以上下移動。測者可由尺頂窺見雲影之在鏡中。即依其方向以得雲向。(第二十六圖)

按尙有柏遜氏之測雲竿亦較簡便。其製於平地上。植一竿。上安製成七齒之橫軸。竿下貫一固定不動之風向盤。去盤尺許。綴一橫桿。分繫兩繩。測雲時。觀者在竿後以得見居中一齒得映射於該雲爲準。乃手掣兩繩。旋轉其竿。俾諸齒之直線與雲行之軌道適成一直線。迴觀風向盤即得雲向矣。(第二十七圖)

雲之高度各不相同。即同類之雲亦互異者。但各雲各有其平均高度。不能相混。一八九六年至一八九十年。東亞、歐洲、美洲均爲此觀測。曾製成冬夏各雲平均之表。以供世人參考。以同類之雲言。夏雲比冬雲爲高。此理至明。因夏季地面較熱。必高處始能冷凝而成雲也。赤道之雲較中緯爲高。其理亦然。此溫度濕度既爲雲高變差原因。故一日之間雲高度自日出增至晚間也。



雨之造成 水汽因退冷而凝聚於空中遂成水點組合水點而成雲。而雨即雲中水點之下降也。蓋水點小者難以漸下墜。然因其小故。速率微而下降時。遇有較熱而未飽和之氣層。則又蒸發而成水汽。散於空中。設諸水點。因微塵或電氣能力。及其他原因。凝聚而成大水點。則因重力而下墮。點大則增速率亦大。故下降及地。遂成爲雨。據佛拉瑪海閩氏 Flamaron 云。雲之化雨。均受其上層雲之影響。蓋因上層疊合之雲。受種種外來影響。使下層雲驟然退冷也。但單層之雲。若驟然遇冷。亦可以成雨。且雨水未降之先。往往爲雪。此以冬春爲最多。因在高處溫度常在零下也。

雨點之大小。亦自有別。大抵夏大於冬。熱地大於冷地。誠以大雨點必成於空氣之較熱者。以多含水汽故。至驟雨之降。其初到地之雨點。較他點爲大。但此水點之造成。與空中電氣太有關係。蓋雲中水點。電力均等。自不能集合。若偶有散電。則水點相觸而成爲大水點。觀雷雨時。電光一閃。大雨驟至。職此故也。

凡雨水之計。當以雨水下降。未經下滲。未蒸發之雨量爲準。其單位多係公釐。即每平方公尺之面積。其雨水之高若干公釐耳。量雨計形式至不一。其根本器爲一漏斗及一貯水器。(第二十八圖)漏斗上緣。置一圓環。其製極精。緣如刀口。其圓徑最通川者。爲二百二十六公釐。以其面積適爲四平方公分。若用刻有立方公分之量杯量雨水。而將其數用四十分之。即得若干公釐矣。尙有自記量雨計。其製有一漏

斗承水。雨自漏斗入。流於一器內。此器以重量增加而漸下斜。同時他一器漸升。其下懸輪。輪旁置筆。輪被牽動。筆亦漸升。在圓筒外裏之紙上。劃斜線。以記雨量。其時刻則以圓筒旋轉記之。至器內雨量滿一公分。筆上升幾至紙之上緣。受水之斗。乃盡傾其水於下貯水器內。筆遂下墜。至原處。同時漏斗內之水轉流入他一器內。筆劃線如前。如是循環不息。

量雨計。須置於空曠之地。惟亦不宜過於受風。須遠隔樹木圍牆及建築物。漏斗之緣。須置極平。距地平一公尺或一公尺五。萬不宜置於屋頂或平臺上。以免受其他影響。致雨計較少也。至雨計之量。當於雨初止時行之。以免蒸發。若遇驟雨。則須特別注意。不可使水雨滿而外溢也。氣學中所謂雨計。雨、雪、雹。均同。惟雪、雹等計其溶化後之水高度耳。

有時天氣晴明。毫無片雲。莫有雨點下降。即所謂晴天雨也。蓋空氣中之水汽。因冷而凝。故其所成水點甚錯落而稀少也。

雨之造成。因退冷之凝聚。已如上述。則因退冷之情形。可分雨為三類。曰恒雨。成於有常之上升空氣。即空氣有規則運行之效力。曰旋雨。由天空混亂時。上升空氣退冷所成。即低氣壓。颶風。雷雨。等所成之雨也。曰偶雨。由上升空氣。遇山脈或地面崎嶇而生。純粹偶來之雨也。

地面雨水之分配。與各地氣候。大有關係。茲就全球之大概言之。則當以赤道為最多雨。而以北極為最少雨。實則與風之分配相當。若按地方言之。則各地有其特別情形。如

風向、海洋、森林山脈等。均足使其雨水量增多或減少。吾國對於雨計之詳細觀測。尙未實行。全境雨計之分配。無從確定。但依成雨之三例言。則東南境連數月東南風。自濕海面而來。故多雨。亦有數月。均西北燥風。故多旱者。而西北境之蒙古。則終年均係燥風。即有濕風自海面來。然經十餘省之地。已變成燥風。是以雨水獨缺。茲附第二十九圖。畧示中國雨計之分配。至雨水之多寡。與水土及培植有極大關係。中國東南境常有季風。故不患久旱。即西北季風時。有旋風爲之助。亦不患旱也。(第二十九圖)

各地下雨日期之多寡。與地方之工作農作亦有關係。是以言氣象者。並當注意。茲附一圖。以示中國及東亞下雨日期之大概情形。略以沿海沿江各省爲最。入大陸則漸少。至蒙古則幾無之。(第三十圖)

最短時間。所有之最大雨計。在實用上。有至大之川。蓋洪水之泛濫。其源每生於霪雨。如前年北省之水災是也。惜其時直隸各地。無雨計之紀載。不能得其真相。按中央觀象臺六年六月十八日。雨計三十分鐘間降雨高十六公釐七。則一分鐘雨計爲半公釐餘。亦可謂大矣。然北京爲大陸風土。以臆推之。則其他各地。當有不止此數者。此種雨計之記載。爲言水利衛生者。所當注意。吾國水患。年年雨期時必有之。固不可不急籌此記載之普及也。

雪、雹、霰。空中水汽。在溫度零下。則凝結而成晶體。形狀不一。即雪是也。若凝結太驟。或發生於溶解過度之水點。

則成爲冰塊。即雹或霰。

量雪、雹、霰之計。亦量溶化後之水高度。法先溶化之。而後計定焉。若全球雪之分配。則與冬季溫度之高低。有反比例。因溫度高於零度。則雪化爲雨也。然有積雪歷久不化者。此不化之雪。有其一定之界線。亦依週年平均溫度而更。

雹爲至大之冰塊。或透明或不透明。形狀至異。大小至變。其徑大抵在五公釐及二公分之間。其大於此數倍者亦有之。霰爲小冰珠。不透明且甚脆。徑僅二公釐爲三公釐。若研究雹之正剖面。則中有一核爲小霰所集成。其外裹一層不透明之冰。或透明與不透明互相間隔之冰層。其所以如此者。因雹未到地面。所遇氣層有不同也。

雹之造成。往往在雷雨時。積濃雲上升速而高。所達之點。溫度至低。雲中水汽飽和過度。因退冷驟而空氣震動。故驟凝而成大冰塊。即雹核也。至其下墜時。所過氣層。溫度亦低。且有溶解過度小水點。故附之以成大冰雹焉。

雹最有害於人畜及農作。匈牙利意大利往往用煙炮以防雹害。美國亦有用之者。然尙未見大效也。

霧淞與雨淞 霧中水點溶解過度。在溫度零下。尙爲流質。至遇一固體。乃即凝結成一層小冰珠。遍佈物體。陽光射之。光精異常。即霧淞也。因其多現於樹木。故俗謂之樹掛。若溶解過度。水點太大。成爲雨而下墜。遇一物體。溫度在零下。即成一薄冰即雨淞也。

#### 第四章 空中之光線現象

天色 氣空若純爲氣體。而無液體、固體，錯雜其間。則地面所得光線。只從日月星辰而來。而天空當爲黑色。因有固體液體。則因反射能力。而天空發亮。若各點極細。則光線反射。均從其浪紋最短者始。即紫光線與藍光浪是也。故天空多現藍色。而惟附近日月處。現黃紅色。但因光力太大。爲所掩而不能辨也。至日入月落。紅色較顯。因地平上氣空較厚。且富有微塵。反射能力較強也。若水點浮游空中。以漸增大。則散光不僅及於藍色光線。且可兼及光浪之較長者。天空之藍色漸轉爲白色。至水點大而且多。則全成爲白色矣。天色與氣象有特別關係。觀測者所當詳察之也。

虹 虹蓋由太陽光線。對於雨點之折光反射而成。當太陽麗空。而其對向落雨。則見此向內現一圓光帶。其中心則與觀者之眼及太陽成一直線。虹具有分光諸色。紫在內。繼而靛、青、綠、黃、橘色而紅。但其界限甚不易分明。尙有第二虹。與之同心。但分光色之分配相反耳。太陽離地平過高時。虹即不能見。過四十二度不見第一虹。五十一度不見第二虹。故見虹之時刻。依地方之緯度而不同也。(第三十一圖)

日月光環 切日月之光環是也。日光環以日光太烈難見。月光環則常見。凡薄雲水點細而勻。經日月光線。即可因反折成光環。其徑在一度與四度之間。環之色相不甚明晰。當爲淡藍色。而繼以紅。其大小與雲之水點巨細有反比例。環之數多爲二。測環徑之大小。可以定空中水點之狀況。亦爲預測降雨之一助也。

日月暈 日月光線射於卷雲或卷層雲之冰針。能成種種現象。茲均以暈名之以歸簡括。

暈與虹不同。因虹現於太陽之對向。其與光環亦異。因光環切於日月之周圍也。

冰針之位置不同其反射折光所生之現象。亦至爲奇異。故光環只有一種。而暈則變幻至多也。

見暈即可知有卷雲。航海者見暈必有戒心。以卷雲常爲暴風之朕兆。語云。月暈而風是也。月暈易見。日暈則須用黑玻璃或遮蔽日光始能見之。暈之分類至多。茲略舉一二如下(第三十二圖)

(一)尋常暈。如圖之內圈甲甲。半徑約二十二度。紅色在內。有時亦現黃色。餘色則不甚分曉。環內之天色較他處爲黯。此爲最常見之暈。

(二)大暈與尋常暈同心。半徑約四十六度。色更淡。紅在內紫在外。

(三)白虹。極大橫帶。貫日而繞竟天。色白無彩。爲回光所成。非由折光。有時見環上有光點。反對太陽。

(四)假日或假月。爲兩光點在尋常暈環之兩旁。與日月並列。各色較暈爲顯。太陽過高。則光點顯於暈環之外。大暈亦有假日月。

(五)天頂大虹。切於大暈極光耀。但全環則不能見。

其他形式尙多。名稱亦至不一。詳見前著之說暈中不贅。(見觀象叢報第一卷一冊二冊五冊)

## 第五章 氣空之擾動

天氣圖 欲明廣大區域天氣之狀況若何。若非有天氣圖。斷難一目了然。天氣圖者。廣集散在各地之觀測數。將其度數。載入地圖。而爲同溫度線同氣壓線之標誌。及各地天氣之紀載是也。

低氣壓 凡居中緯度諸地。注意於氣壓之變動。常見氣壓低降。有一小時降至一公釐或二公釐者。一遇氣壓低降如此之速。則天氣必惡。或有暴風雨發生。設當此氣壓大變動之時。試作一圖。以示大地氣壓之分配。則見有一點氣壓特低。而其周圍各地點則依序增高。其同氣壓線形。或爲正圓形。或爲橢圓形。集合此同氣壓綫。即所謂低氣壓。其周圍之風向。與表針相反。若經數小時後。再取各地氣壓。作氣象圖。即見低氣壓依一向而前進。其原有中心處之氣壓。則或增高。或更低降。此中心所經之各點。即中心之軌道也。距中心軌道愈近之地。其變差爲愈大。

有所謂割合度者。即兩點氣壓之斜度也。其計法係量相距兩點之距度。而比較其所差之氣壓爲若干公釐。以一公里爲距度單位。即可求得割合度。在尋常低氣壓。其割合度大於四或五者頗少。惟亦偶有較大者。其割合度之方向。則在低氣壓圈者。均向中心。此割合度與低氣壓之變動。關係至大爲天氣預報之一大根據。言氣象者。所當特別注意也。

低氣壓圈之風系 凡北半球低氣壓。周圍之風。均繞

低氣壓而趨向中心。但其向與割合度成一不及九十度之角。是以風爲螺旋形。即所謂旋風也。北半球自右而左。南半球自左而右。

低氣壓之次數及其軌道 若按地圖上。取每次低氣壓中心所占之位置。作線聯之。可見其不規則之處雖多。而此旋轉之運行。亦自有一定之規則。茲附數圖。以示太平洋及中國海等處旋風低氣壓之軌道(第三十三,三十四,三十五圖)低氣壓進行之速率。至無規則。蓋不僅多數之低氣壓速率不同。即同一低氣壓。此時與彼時亦不相同。然以平均計之。亦自有規則。大抵低氣壓之運行。以地理言。美洲較大。大洋爲速。大西洋較歐洲爲速。而太平洋則較大洋爲緩。以時令言。則冬大而夏小。茲舉其數以爲左證。美國冬每秒十三公尺。夏十公尺三。歐洲冬八公尺。夏六公尺。日本冬十公尺八。夏九公尺四。馬尼刺冬五公尺五。夏五公尺。

若就每月之次數言。則頗複雜。惟如集合各觀測次數。用百分率顯之。則亦可見其準則。在溫帶各地。低氣壓進行多自南西至北西。復經南東至北東。然亦以時令而變。故在中國海一帶。風多向北東。而夏則稍徧北。冬乃稍徧南。至其次數之分配。如下表。

次 地 數 名	月 份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
中 國 海	1			2	4	6	14	22	26	11	6	3
太 平 洋			3	8	14	18	52	72	92	55	37	8
貝加爾海灣	2		2	9	21	10	3	4	6	31	18	9
日 本 海	3	5	18	5	5	3	7	13	21	7	5	8



觀此表，可見中國海之低氣壓，以夏秋之交為多。而在太平洋一帶，則自夏至冬均甚多也。

熱帶圈內旋風運行及其次數，所依之例，與高緯度之低氣壓至不相同。以在赤道圈內，旋風之擴散，與空氣之運行同向，亦自西而東也。其軌道多為拋物線形，但有時亦成為一卷環。至週年中旋風次數之分數，為為明顯。茲分區配列如下表。

次 數 區 別	月 份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
恩 的 爾	2	1	3			2	13	27	24	19	6	3
中 國 海	1			2	4	6	19	22	26	11	6	3
貝 加 爾 灣	2		1	6	18	9	3	3	5	27	19	8
奧 蒙 海	3		1	15	20	23		2	5	7	16	3
亞 丁 海 灣	24	25	18	12	4	1				1	5	10
太 平 洋	29	29	28	5	1				1	1	4	12

大抵旋風最多，均在熱季之末。蓋斯時恆風下界與赤道靜風圈均上升。離赤道極遠，方始下降也。

旋風之速率變差亦大。以中國海言，平均約每小時十四公里至十五公里。

旋風及低壓氣造成學說 關於旋風低氣壓造成之說，至為繁多。有大同小異者，有大相背馳者。至今尚無定說。蓋其種種運行，與實質物體之運行，既自有別。欲為精定學說，自必有精確之觀測。以近今之觀測言之，則每日只有一次。在此二十四小時間，其變化已不知其幾千萬。是今日所

謂之低氣壓。與昨日所見者。關係如何。豈能逆觀。然低氣壓之生因。爲言氣象者之重要問題。要不能不細爲討論。其重要學說。可分兩類。曰熱源說。或物理。曰力源說。兩說極端相反。然各有其是。不可偏廢也。

(一)熱源說 此說造自埃西比 Espy 及菲海爾 Ferrel 兩氏。論旋風低氣壓之生。因氣空下層附近氣層溫度之不同。其說可節要如下。設在一區域內。如海面者。其空氣溼而靜。設其範圍之內。空氣溫度較其周圍地點爲高。即成熱中心。(第三十六圖)其周圍之溫度。以漸遞減。而其附近地面之同氣壓綫。不爲平橫。而爲凹向地面之曲綫。惟有一高度。其同氣壓面爲平橫。即中性平面。(參觀上篇風之造成)在此平面以上。則不然。其同氣壓綫爲凸形曲綫。依此情形。則地面成一低氣壓。因受地球旋轉之影響。成一旋渦運動。在此旋渦內。低層之風。爲向心的。上層之風。爲離心的。且在中性平面之上。故在熱中心之上。空氣係上升的。如係乾空氣則此旋渦之存在。不過俄頃之間。蓋空氣之運行。適所以調和溫度也。若上升者爲濕空氣。則不必甚高。已達飽和之點。遂成凝聚。因凝聚而散熱。此空氣之溫度必較其周圍爲高。而空氣之運行。乃不息。卽爲旋風能力之來源。節言之。則持此說者。謂旋風與低氣壓。均發於靜風區內。其中一部地面溫度。較其周圍爲獨高。惟必當其上升空氣濕度特大。而後始能生最大之凝結。而此旋渦運動。始能擴散而長久。此學說以解釋熱帶內旋風。頗尙吻合。以其旋渦之運動。亦湊合在下。

分離在上。且中心空氣濕度大。而常降大雨也。

此熱源說用之於熱帶之旋風。似尚適合。若用之中緯度之旋風。則大不然。以其多在冬季。則熱源說之要素。不能存在。其批判最力者為奧人漢納氏。Hann 且熱源說之要素。謂低氣壓中心為熱中心。而就漢氏在亞爾伯山之觀測。及其他用汽球風箏所過測言之。則除地面外。低氣壓中心。均甚寒冷。此所以熱源說。不能普及。而有力源說發生也。

(二)力源說 此說首創者為菲埃 Faye 氏。據其所說。低氣壓或旋風軸。均為直軸。其旋轉運動與水之旋渦相似。生於高空。下降地面。蓋由氣流中相附兩氣帶。速率不同所成。其發生及存在。均在高空。地面種種影響。均不能及。以其自上而下。為地面或水面所阻止。故即在此阻礙體上。散佈其自上而下所積蓄之活力。force vive

就此說表面觀之。與尋常觀測之成績。多有不符。如速率。風向。雨水。旋渦等問題是也。故非難者甚多。然自他方面觀之。亦自有條理。以用雲及在汽球之觀測。常見氣空之中。有附近兩氣層。其運行。溫度。濕度均絕對相反。故自此層至彼層。必有不相聯現象。依各種情形之不同。兩層相摩擦。遂有穩固與不穩固兩狀況。如冷燥空氣在溫濕空氣之上層。則必不穩固。若相疊兩氣層。具有穩固要素。則其摩擦也。僅生氣空之氣浪耳。設有不穩固之要素。則混和苟自一點發始。必繼續進行。漸散漸遠。且甚猛烈。此即力源學說所由成也。

節言之。旋風與低氣壓造成之源。至爲不一。此二說皆有本原不可偏倚。實則欲得真相。非細爲研研高空之狀況不可。

低氣壓進行之原因 此項原因。異常複雜。其變更亦至爲神速。非明於每時間高空之狀況不可。故僅恃地面觀測。必難明瞭。然有數種重要原因。尙可取而研究之。茲特分列如下。

(一)氣空之運行 設有低氣壓。徑小如熱帶旋風行至一處。必爲大氣流所挾帶而隨之運行。但至高緯度。則低氣壓之徑較大。大氣流之能力當不若是大也。

(二)雨及濕度 雨大有影響於低氣壓之存在及運行。前存熱源說中已及之。然僅論熱帶一部。其中緯度亦然。據實測所得。凡低氣壓愈深。必前日之雨水極多。苟雨水減少。則低氣壓必漸上升焉。至濕度之影響亦同。濕度最大之區域。低氣壓必自此點發展。冷燥之區。每不利於低氣壓之存在。

(三)溫度 低氣壓各點溫度不同對於低氣壓之運行。能生絕大影響。蓋同溫度線之形勢不同。同氣壓線亦隨之而異。以溫度之分配不同。故此低氣壓與彼低氣壓。所有變動亦不相同。卽在同一之低氣壓。此時與彼時。亦有殊致也。蓋此理可以證明在一垂直高度上。其最低氣壓不能同時發生。以其溫度有變差也。

(四)低氣壓線之不整齊 若低氣壓線周圍之情形。均

同。則低氣壓之行。必不能有所偏倚。而中心乃不相同。若低氣壓中。有一部分。不整齊。而所達之高度頗大。則風力大而湊合之一部。氣壓增高其反向則氣壓低減故低氣壓之運行。恆向風力弱小至不合規則之方也

低氣壓對天時之影響 低氣壓所經之地。因其來向不同。所生之天氣亦異。今試舉上海爲例設有旋風自西來。經上海之北而過。則上海始爲南東風。繼而南。而西。而北西。每有大雨從之。

高氣壓或反旋風 常見範圍頗廣之地。氣壓之分配。風之運行與低氣壓完全相反。此卽所謂高氣壓。或反旋風也。其中心周圍之風。在下層者爲分離的。北半球自左而右。南半球自右而左。其上層則爲湊合的。故在中心區域。有下降之空氣。反旋風之範圍。較低氣壓大。同氣壓線距離至遠。故割合度小而風力微。

高氣壓爲冬季所常有。且能持久不移動。而其周圍之內。風平靜而頗冷天氣常晴明。蓋爲下降風應有之現象也。若地面溫度低。卽成冷中心。而有高氣壓發生。職此之故。此亞洲東部及中央。冬季常有高氣壓也。溫度一高。高氣壓必有變動。此種理由。與天時預測。至有關係。不可不知也。

## 第六章 雷雨

雷雨之意義 就普通意義言之。雷者電之現象。濃雲密佈。電光閃爍。繼以雷聲。驟雨以降。故謂之雷雨。此種雨。在吾國各處方言不同。均有特別名稱。如江蘇謂之陣頭雨。

福建謂之晴時雨。然均不能通用。茲姑就普通意旨。稱之曰。雷雨。實則雷雨之重要原因。固不在雷之有無也。

空氣電氣 此種問題。異常複雜。爲現今物理家所最注意者。然非一二語所能盡。茲姑略及之。

地球爲導電體。散佈其所蓄之電於地面。空氣爲拒電體。而其積質又能含電。故空氣爲蓄電之府。其電之原。則由汽之上蒸。草木之發生。雨之下墜。物質光綫之發射等而來。

電原有陰電陽電之分。地面所具者爲陰電。而空中之電爲陽電。電之互通。大要有二。曰摩擦。曰感應。譬如有甲乙兩雲。甲具陽電。乙具陰陽混雜之電。甲雲以感應吸乙雲之陰電。而拒其陽電。而乙雲遂成爲一端含陽電一端含陰電之雲。此說至簡。可以推知雲中有電。或陰或陽。各不相同。而雷雨時之電光等現象。可得而知矣。

霹靂 凡兩含電物體。其能力不同。苟相遇於距離適合之地。必驟然放電。而生光芒。其顯出之火星。卽雷火也。其光芒卽閃電也。其所發生之響。卽雷聲也。雷聲之隆隆不絕。蓋由於迴響之故。閃電與雷聲。發不同時。以見光與聞聲之速率。各有不同也。至閃電原分三類。曰閃電。卽平常所見之光綫紅白。形態蜿蜒之閃電也。其久暫不過千分秒之一。有時尙能久留者。則或爲第二閃電。或爲光綫之久留眼簾也。曰流散閃電。光綫散於天空。紅紫白不等。惟不聞雷聲。或係第一類電。在雲中之反光。或係遠處電閃之迴光。曰球形閃電。形如火球。大若人頭。或在空中。或跳躍地面。遲速不定。至

爲奇異。其原因難於索解。有時不生損害。有時災及人畜樹木。世之所謂雷擊者。卽此電之作用也。大抵尖而高之物。最易受擊。所以雷作時。最忌於立於高頂之處也。尙有數種樹最易受擊。言森林學者。亦當研究及之。因有觸電之危險。故有避雷針之設。其最宜者爲梅爾森 Melsens 法。其製以鐵條或紅銅條互相通聯。週繞屋脊與牆角。下設尖針。多多益善。通入地內溝中。凡脊角等處。多設銅針。接聯銅條。卽避雷針也。但此針倘製不合宜。尙有危險。設者當爲注意。(第三十七圖)

雷雨 雷雨之現象。已如上述。其發生原因。大抵因空氣震動。下層空氣生極速之上升運動。苟溫度、濕度、能適合。則凝聚而生積濃雲。雲中電力發展。而雷雨以生。茲依其氣空震動之情形。分雷雨爲兩類。

(一)熱氣雷雨 下層地面受熱過大。溫度增高。空氣上升。成雷雨雲。而有雷雨。其範圍至狹。只在一區域之內耳。

(二)低氣壓雷雨 爲低氣壓或旋風之附屬現象。發生於上升空氣之一部。以其生雷雨雲也。其所佈範圍至廣。如一九〇五年經湖北安徽江蘇等省之雷雨是也。

## 第七章 捲風

海捲風 海捲風常生於濃黑而低下之雲底。其始有如漏斗之形突起。其尖向下。望海面下降。逐漸拖長。(第三十八圖)而下面海水亦頓生旋渦。繼而噴起。變成一柱。上接雲柱。遠觀似一雲管。卽捲風也。其轉旋極速。而移轉則頗緩。時

間甚短。惟消時必有淡水下降。至其所生之災。則至今尙未證明者。

陸捲風 自表面觀之。陸捲風與海捲風無甚區別。亦係一漏斗形雲頂尖下垂。旋轉至速。其所異於海捲風者。以海捲風常至小而陸捲風則大小不等。有時且達一二百公尺。其旋渦之軸斜直不一。速率至大。其中心附近者。速率每秒約四十公尺。至五十公尺。中心所過。爲害至大。能挾屋宇而飛。但其災區每不甚寬。而至長。且捲風所過。氣壓必驟然下降。故其所以能成巨災者。不僅風力之大。卽氣壓之低降已然。因氣壓僅差十公釐。其相當壓力已爲每平方公尺一百三十公斤。若捲風中心自一關閉之屋宇而過。因外間壓力驟減。門窗必自內而破。向外屋頂亦能飛揚也。

至於此項捲風生成之原因。說者至多。有謂熱源者。有謂力源者。實則不外於雷雨雲。與旋風絕不相似。故其範圍小而時間短。若乎雲管之有無。則以地面溼度之差而定。

熱捲風 凡言捲風。往往以不同類之捲風。附爲一類。實則只有一上升之旋渦相同。其餘均不相類。如沙漠中所見之沙捲。或捲風是也。此捲風似常稱之曰熱旋風。或熱捲風。其生也。係因地面受太陽光熱過大。故多在風靜天熱之時。其徑只數公尺耳。遇阻礙物或冷區。卽散失。其力能挾柴草紙張及輕物而飛。若以比海陸捲風則小甚。溫熱之地。常見之。



機關之設備及氣象圖之製。近今世界。氣象家所用爲天時預報者。係根據同一時間大多數地點之空氣狀況。其各地所測之度數。可從電報傳達於集中之所。乃用以製氣象圖。圖中分載各地之氣壓、溫度、風向、風力、雨水、天氣等。其同氣壓同溫度之點。用綫聯之。以成同氣壓線及同溫度線。其同氣壓線之遞差。爲五公釐。同溫度線爲五度。以此圖爲根。附以氣學原則。可以推知天時之變化。而預告之。首創是術者。爲勒威耶 Lavoisier 氏。法之天文家也。其後各國繼起。均有此項機關。吾國前者對於此項預報。均由上海徐家匯天文臺主政。近中央設立觀象台。亦有此項預報。其設備大略如下。

每日七時十五時。各測候機關均電傳其觀測成績致本臺。到時即譯成。分載其度數於地圖。而製成氣象圖。按圖爲造預報。此項預報分兩種。曰航海航空預報。曰農事預報。航海航空預報。分電各海口。各信號臺。各航站。報告未來之風向、風力、海面狀況。高空之情形。設預知有暴風。則懸掛特別信號。吾國現時所用者。係徐家匯前氣象臺長勞積勳所定。詳見拙著實用氣象學中。不贅。其農事預報。電達各地。專注意於溫度之變差。天空現象。雨水之多寡。惟此項預報較難。因各地有其特別情形。吾國地方至廣。以能分區預報爲佳。美國之預報。即分全國爲八區。惟仍由中央氣象局總其成耳。

普通之天氣預報 天氣預報。爲人人所當注意。航海

者以知海面之情形。旅行者以知地方之風土。航空者以知高空之狀況。農作者、建築者、田獵者、均恃之以知天時。醫者亦可以先防時令。行軍者可以先知風雨陰晴。以爲設備。可知此預報。世界上無人不留意及之。惟若就其法則之精者言之。則條目紛繁。非寸楮立談所能盡。茲擇其簡便。而利於實用者及之。

(一)俗諺 凡一地方對於天氣之變化。必有一種俗諺。原由數千年經驗而來。未可厚非。不可不加察也。

(二)關於天氣現象者 卷積雲多時。不久當有惡天氣。早晨天色紅。當有雨。晚間天色紅。當有風。若天色紅黃。帶有烟霧。太陽下地。平時特見其大。明日天氣必晴而暖。日月旁有光環或暈。爲風或雨之兆。霧下降飛散。而不成雲。則天氣必佳。若數日有霧。而上升成雲。必有雨。卷雲。卷層雲多。當有風。

(三)關於儀器之標示 (甲)氣壓表常用空盒氣壓表。有陰晴風雨等字。不足爲標準。欲知天氣。須求氣壓之變態。若氣壓之變。差有經常無變動。苟失其經。則天氣變。當惡天氣時。若見氣壓漸高。則天氣漸轉。若驟增。尙不足爲憑也。(乙)溫度表。晴天之時。若每日最低溫度相似。則天氣不變。若每日增高。可見空氣中漸飽和。水汽。而雨將下降。若陰天時。見最低溫度漸降。則天氣當漸晴。(丙)濕度表。天氣晴明時。早晨濕度與正午及午後一二時濕度之差必大。若減小。則空氣飽和。而雨將至矣。

(四)風向之觀測 風之方向。原與氣壓有關。北風或北西風。氣壓常高。故天氣多晴。南風或南東風。氣壓常低。故多陰雨。

(五)雲之觀測 設當天氣晴明時。而見卷雲現於天際。可以斷言其所自來之向。有低氣壓發生。若其速率大。可以斷其低氣壓深而將至。因卷雲往往先低氣壓二十四小時或三十六小時而至也。此法至爲精確。所不可知者。此低氣壓之行向。有無變更耳。惟若低氣壓漸近。則雲之更迭次序。當如下。卷雲愈積愈多。繼乃見卷積雲。既而卷層雲生。天空現乳色。最後有積濃雲。而大風雨至矣。

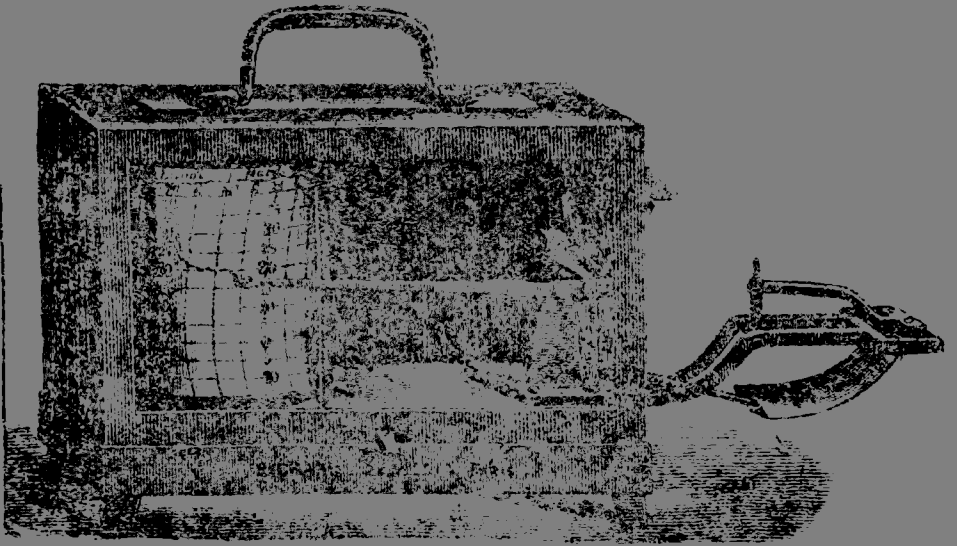
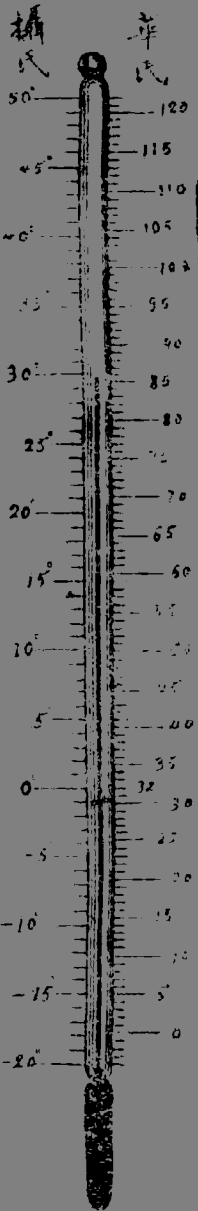
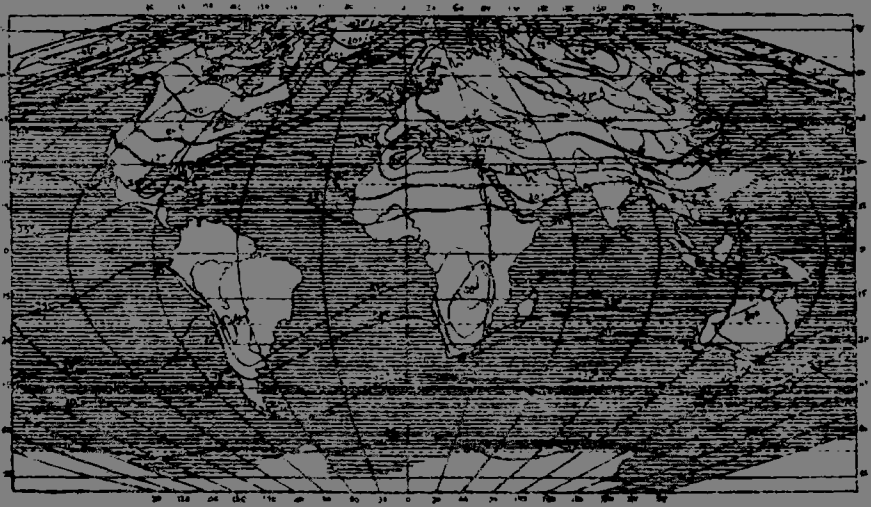


圖 二 表



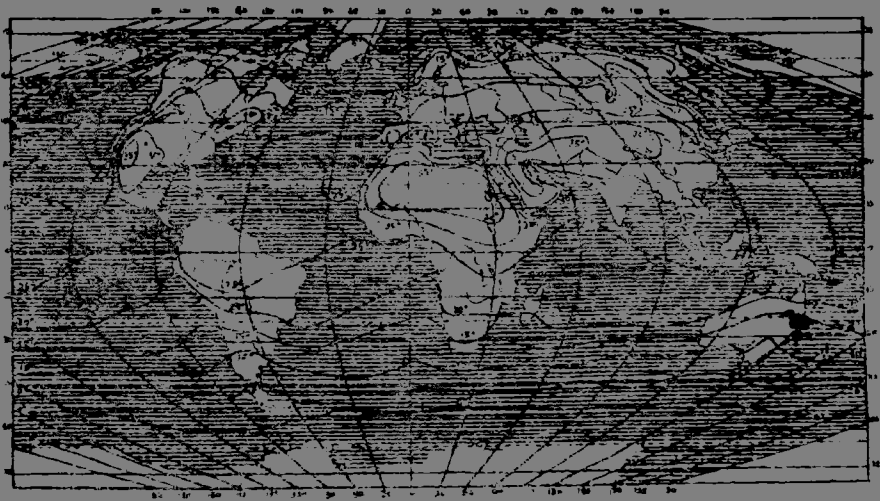
第 三 圖

圖 一 第



環球一月份同溫度綫圖

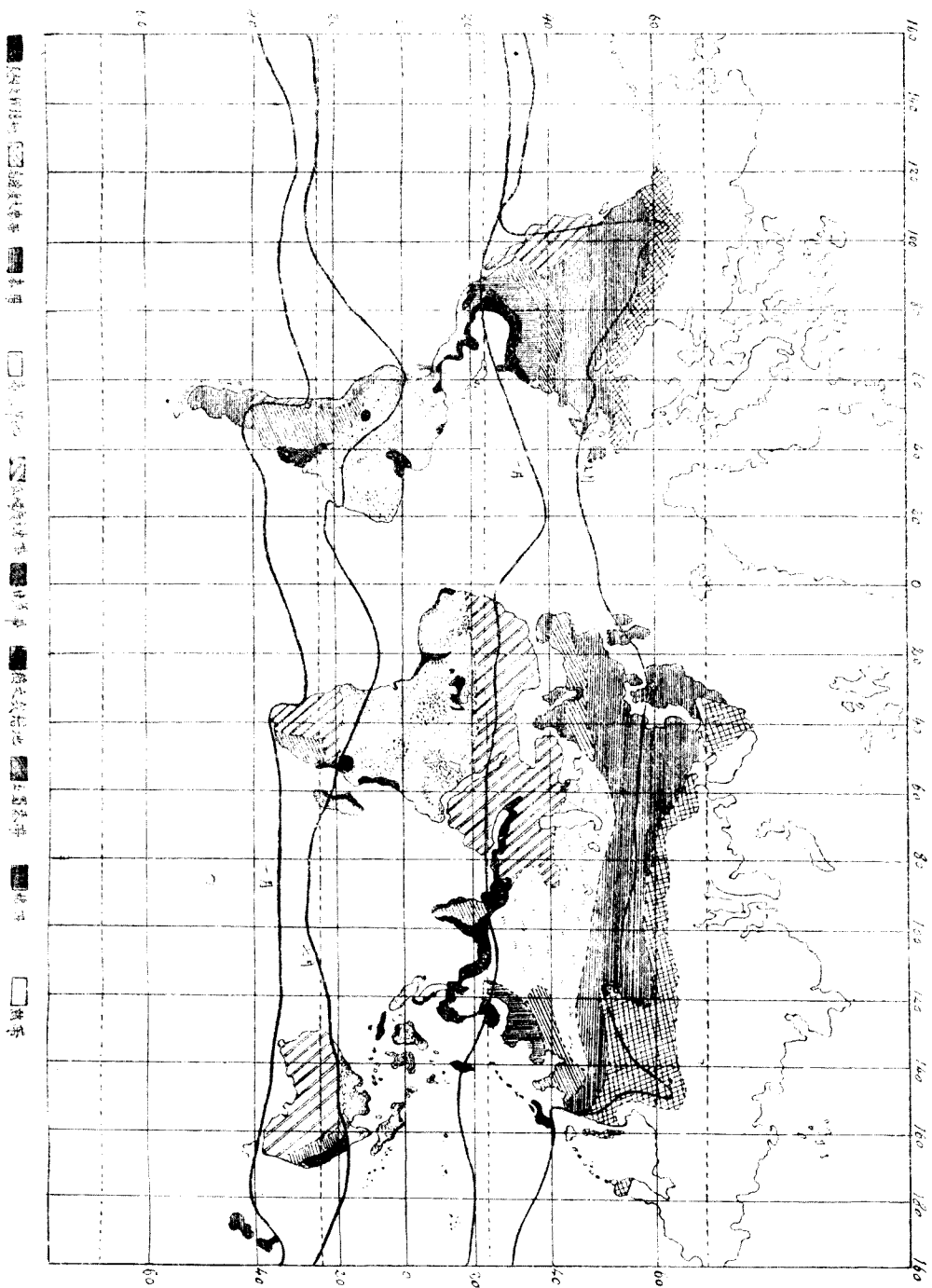
圖 四 第



環球七月份同溫度綫圖

圖 五 第

溫帶農作物帶之圖

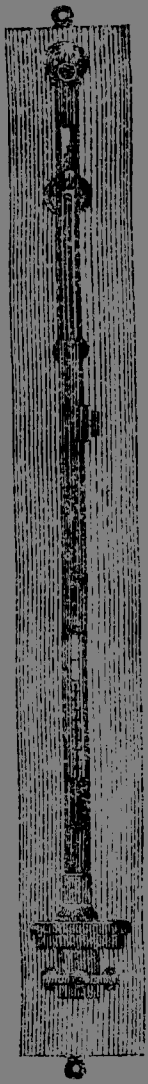


# 植物帶之圖

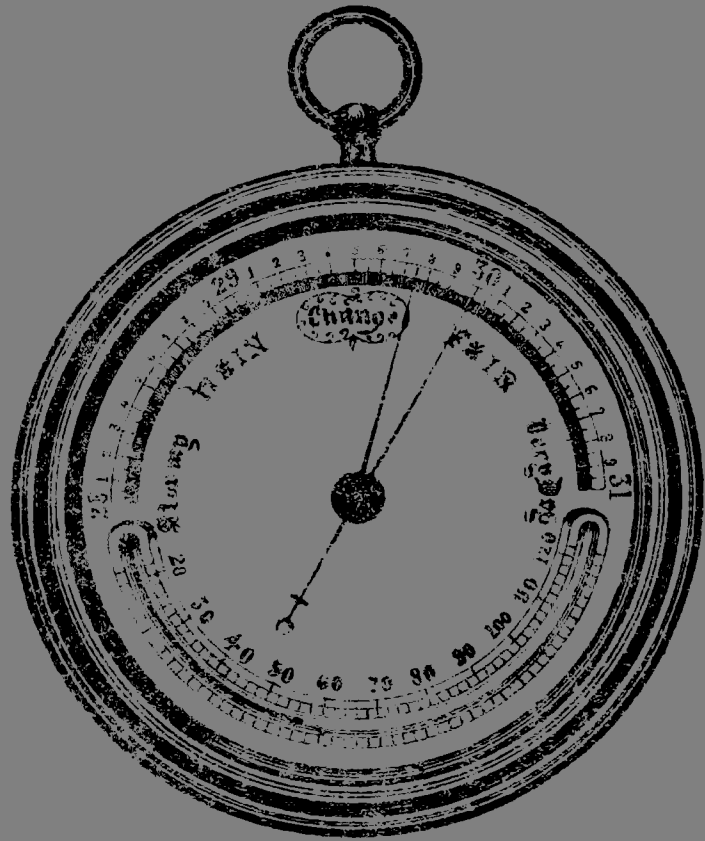


熱帶雨林  
 熱帶季風林  
 溫帶森林  
 草原  
 荒漠  
 季風林  
 針葉森林  
 高山草甸  
 苔原  
 冰原

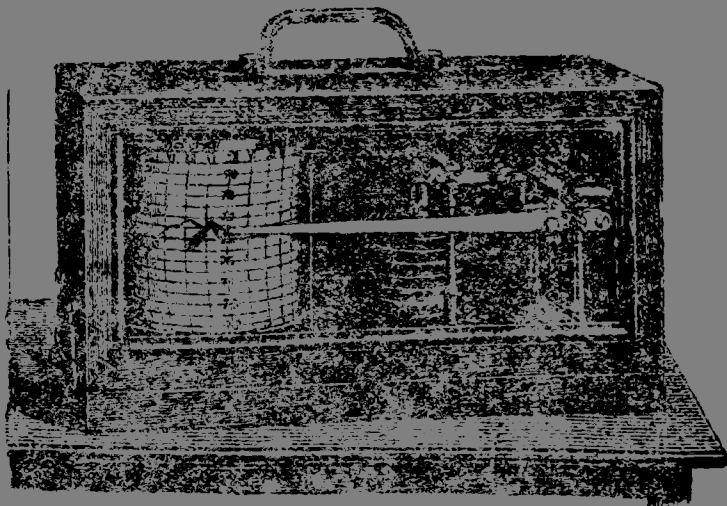
圖 六 第



第八圖



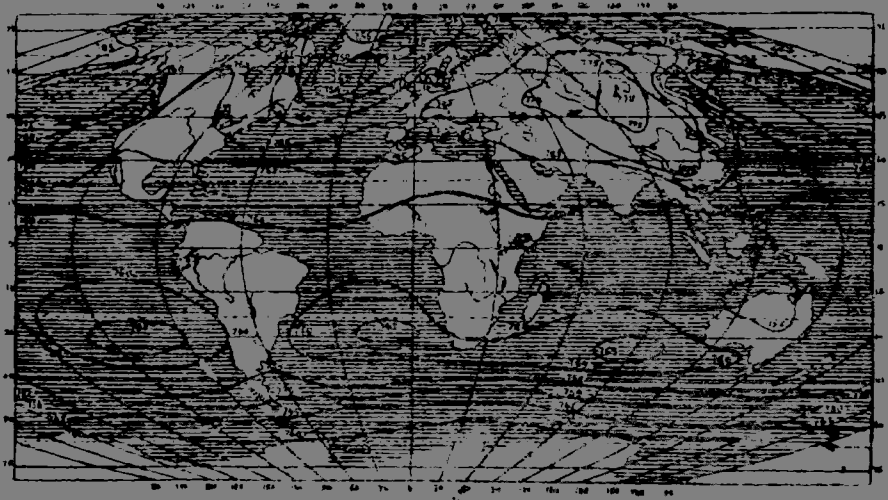
第九圖



氣壓自記表

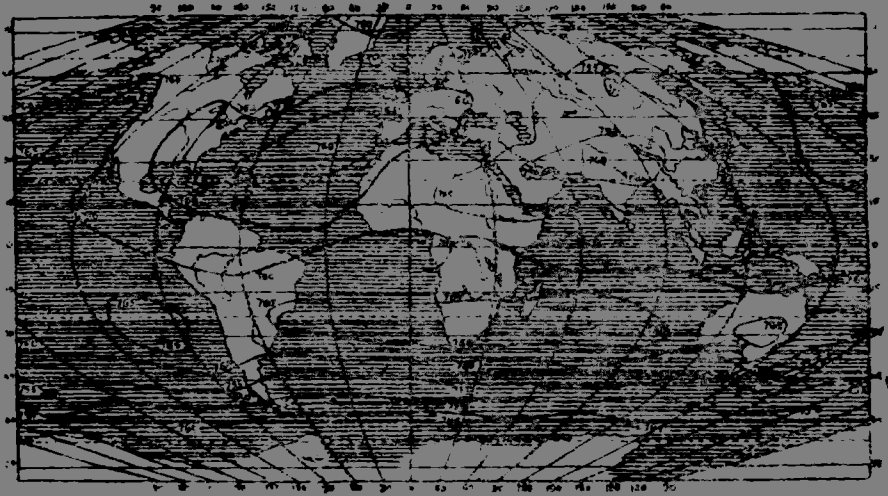
第十圖





環球一月份同氣壓線圖

圖一十第

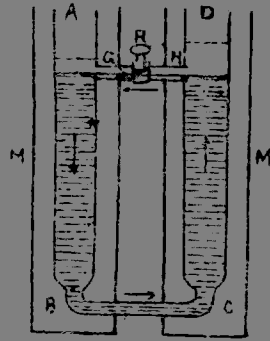


環球七月份同氣壓線圖

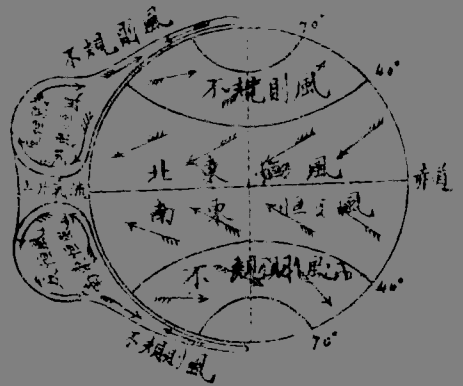
圖二十第



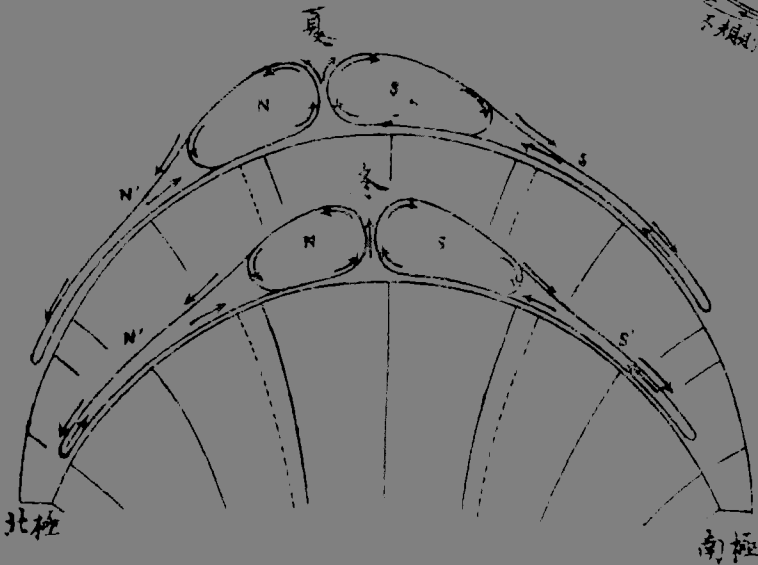
圖三十第



圖四十第



圖六十第



圖五十第

二月 三月

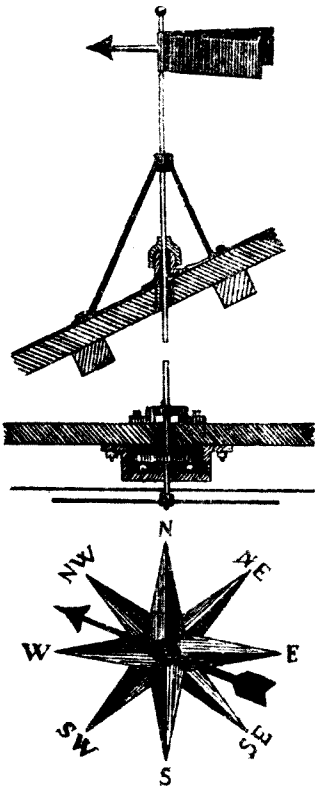


圖七十第

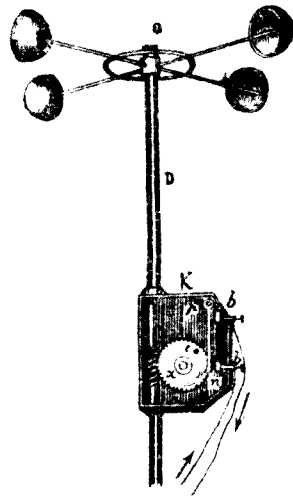
八月 九月



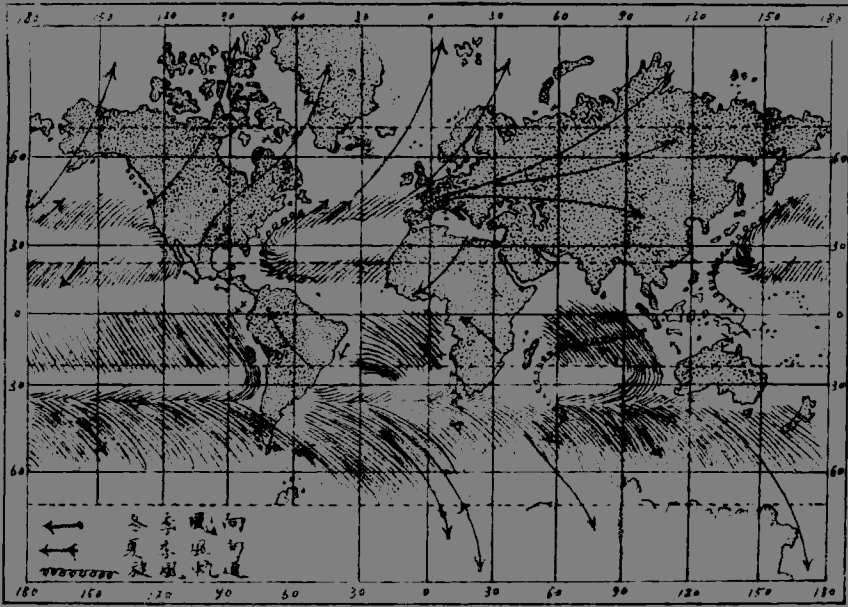
圖八十第



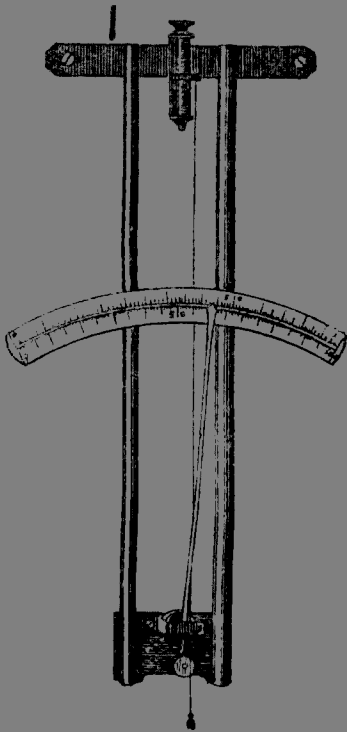
圖九十第



圖十二第



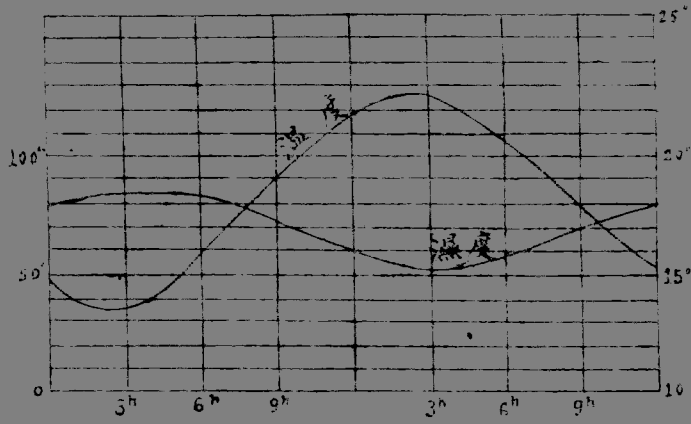
圖一十二第



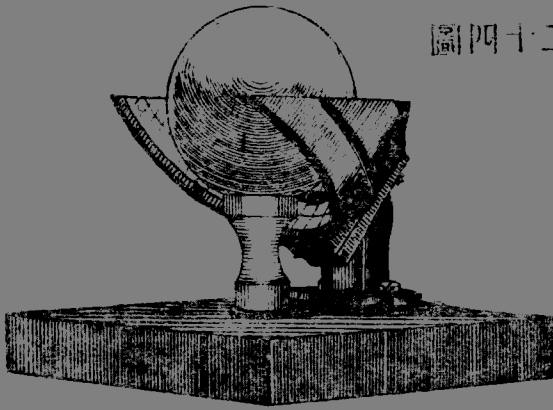
圖二十二第



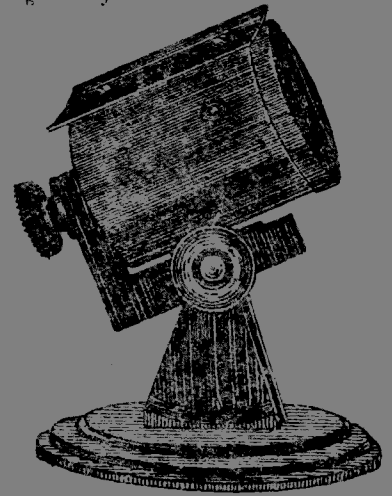
第二十三圖



圖四十二第

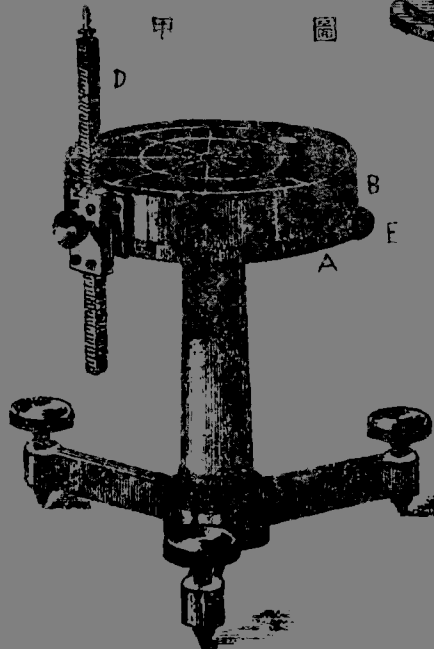


圖五十二第

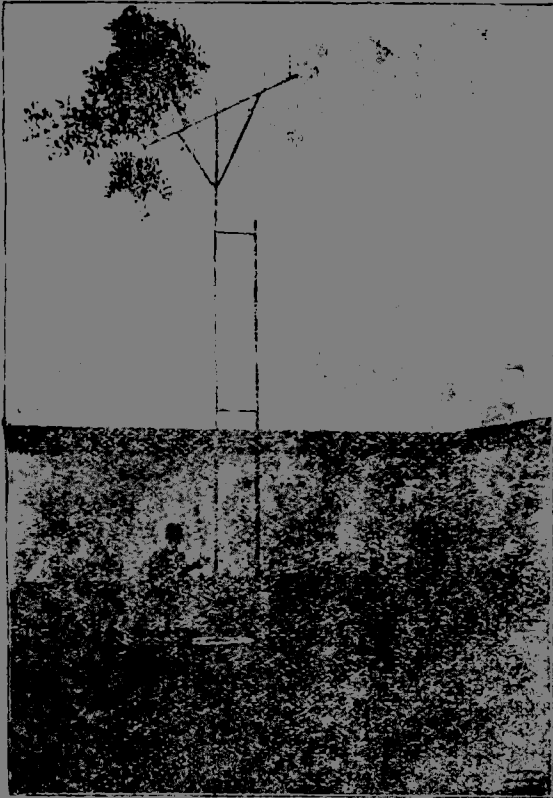


圖六十二第

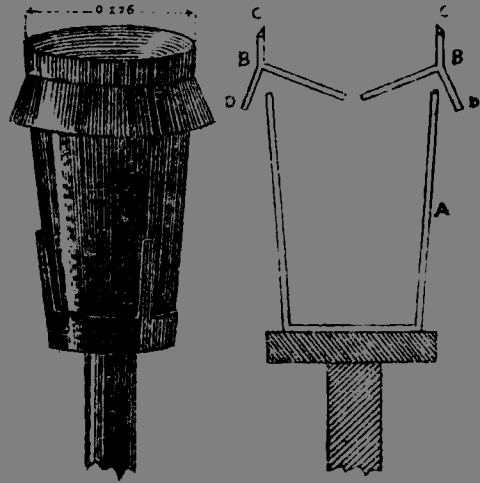
第二十七圖



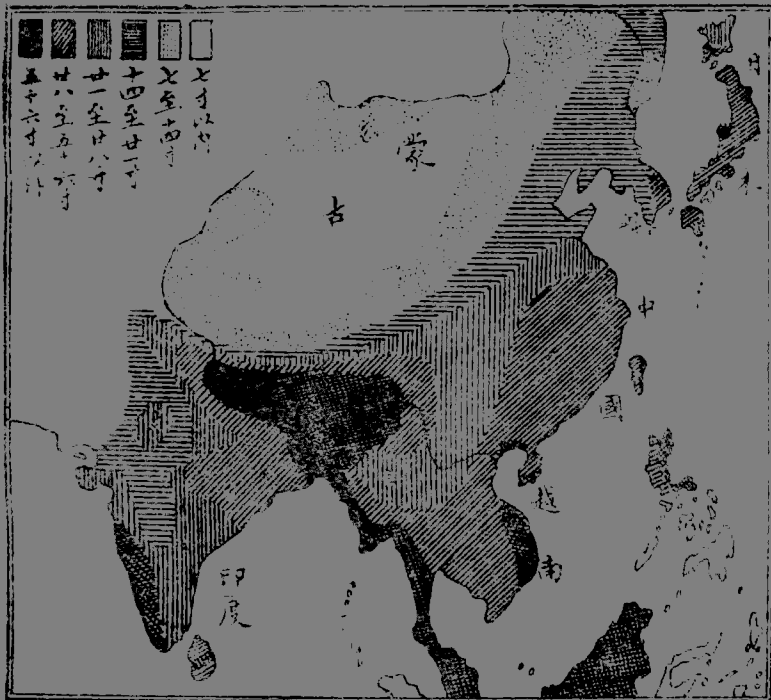
圖八十二第



枯遜氏測雲竿圖

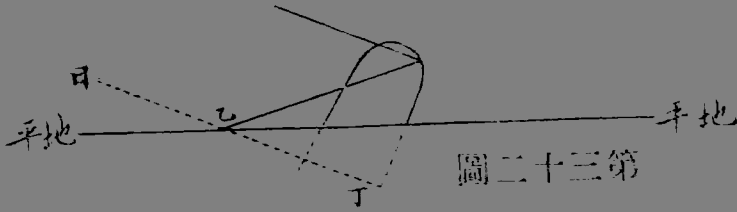
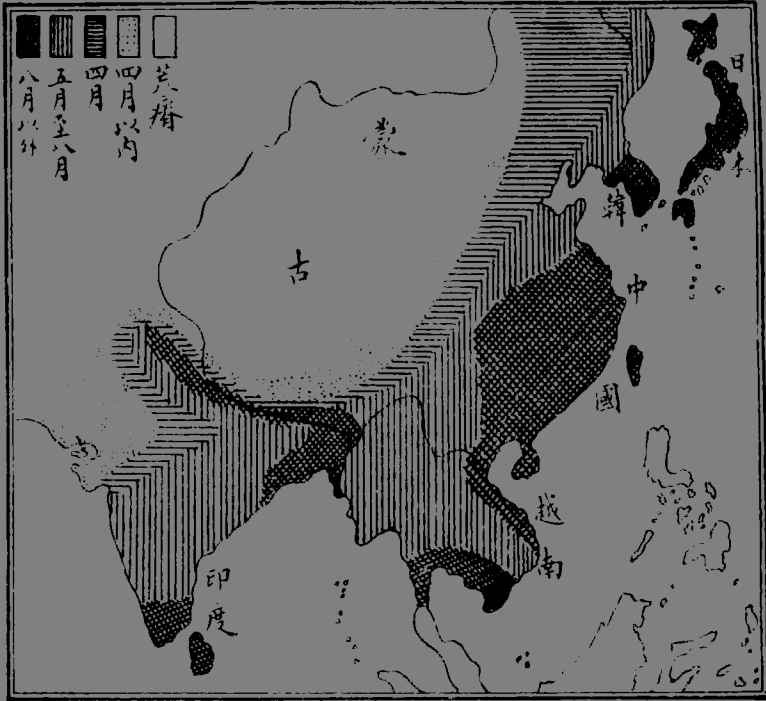


圖九十二第

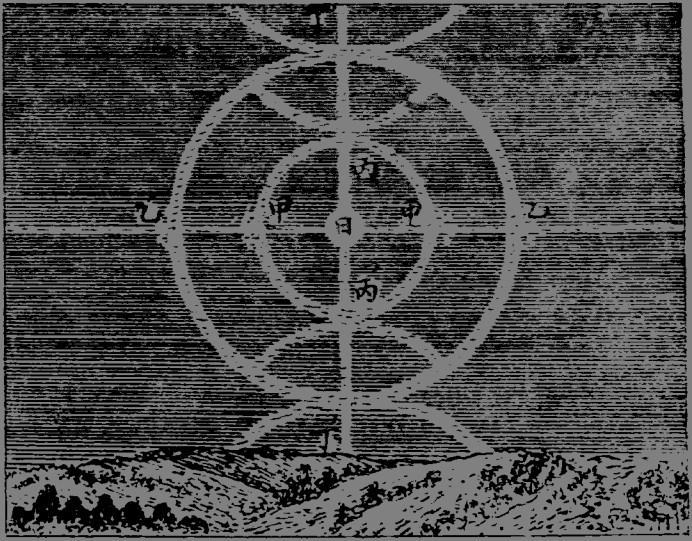


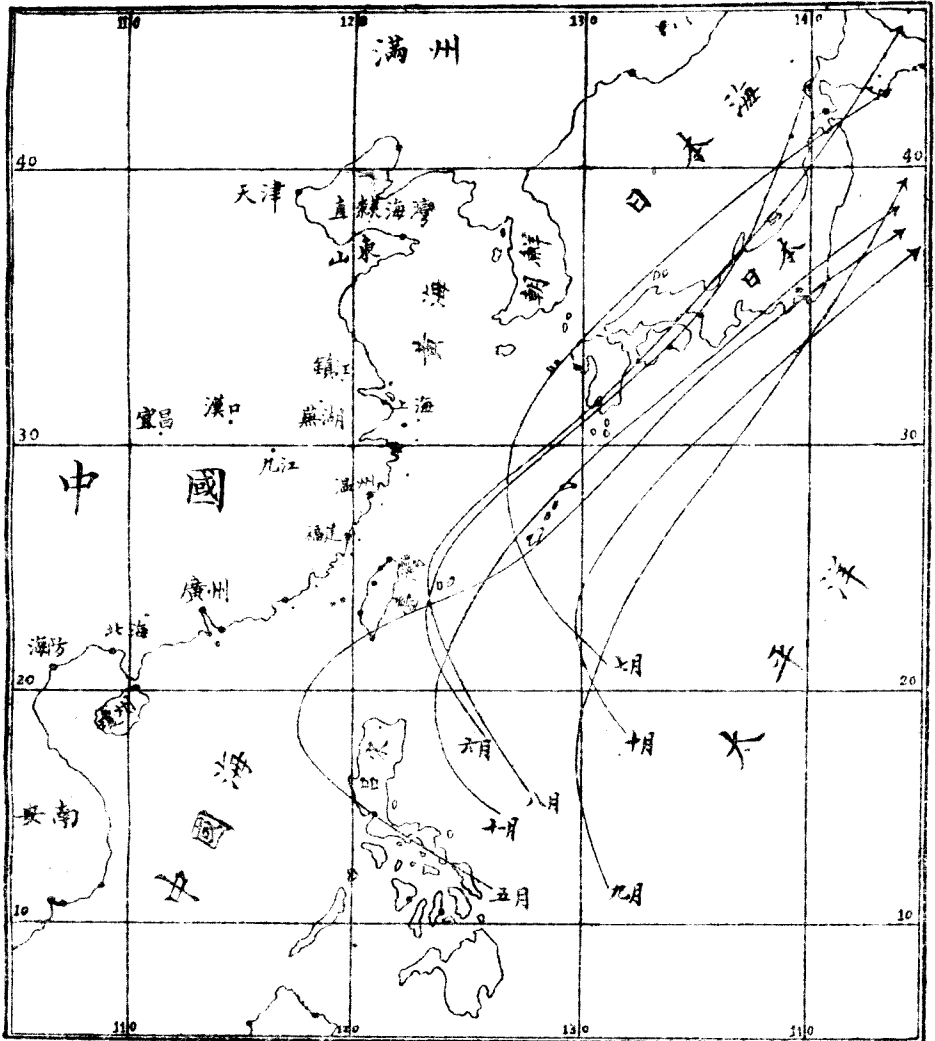
第三十圖

第三十一圖



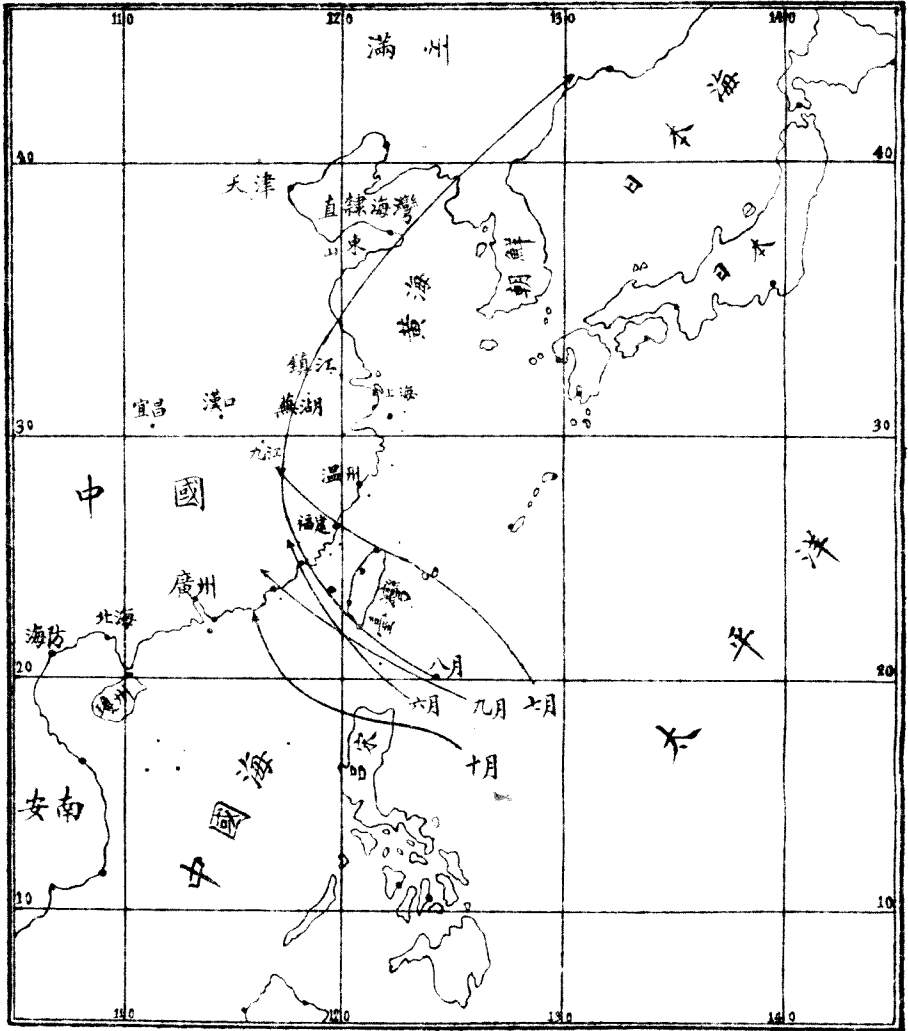
第三十三圖



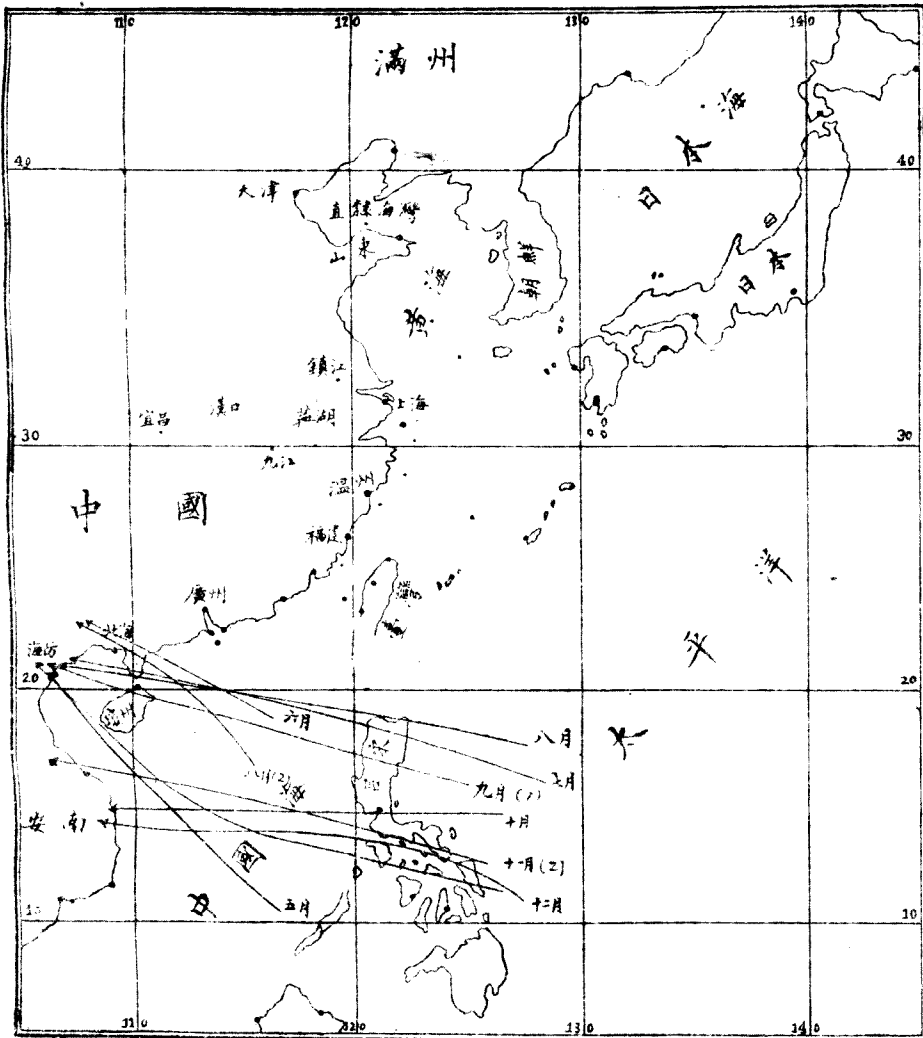


圖四十三第

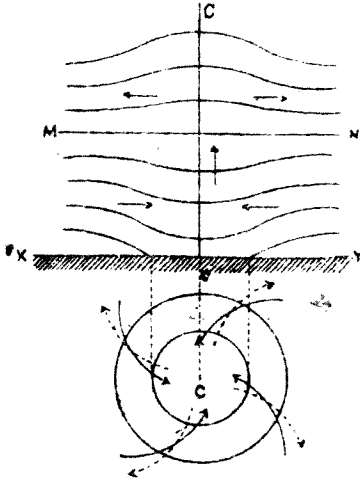




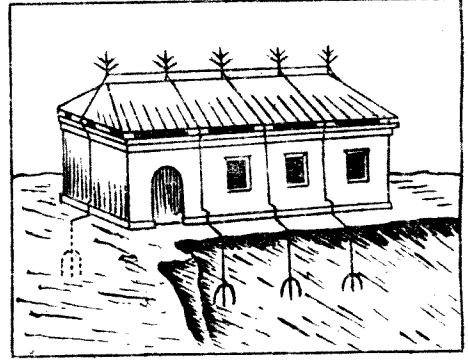
圖五十三第



圖六十三第



圖七十三第



圖八十三第



圖九十三第

15