

自然科

濕

度

國富信一著
沈懋德譯



王雲五周昌壽主編



商務印書館發行

自然科學小叢書

濕 度

國富信一著

王雲五 周昌壽 主編

一
商務印書館發

五

十四年六月初版

六折

華

自然科學
小叢書濕

(53002)

度 一 冊

每冊定價大洋叁角伍分

外埠酌加運費匯費

原著者

國富信

一

譯述者

沈懋德

德

主編者

周王昌雲

壽五

發行人

王雲五
上海河南路

五

印刷所

商務印書館
上海河南路

發行所

商務印書館
上海及各埠

目次

第一章 大氣中之水分.....一

第一節 蒸發.....一

第二節 濕度.....三

第三節 濕度之日變化.....一三

一 絕對濕度之日變化及年變化.....一四

二 相對濕度之日變化及年變化.....一六

第四節 水蒸氣之凝結絕熱膨脹.....一八

一 直接冷卻.....一九

二 混合冷卻.....二〇

三 絕熱膨脹之冷却	二〇
-----------	----

第二章 雲	二六
-------	----

第一節 雲量	二六
--------	----

第二節 雲之種類	二九
----------	----

第三節 雲之高度厚度及速度	七〇
---------------	----

第三章 雨	七五
-------	----

第一節 雨之生成	七五
----------	----

第二節 雨滴落下之速度形狀及半徑	七九
------------------	----

第三節 天泣與怪雨	八四
-----------	----

第四節 降雨之種類	八七
-----------	----

第五節 白露雨及梅雨	八九
------------	----

第四章 雪	九二
-------	----

第一節	雪之形狀及成因	九二
第二節	積雪	九七
第五章	其他	一一〇
第一節	雹	一一〇
第二節	凍雨雨冰及霧冰	一一六
第三節	霰露霜及冰柱	一二九
第四節	霧	一三八
第五節	降水量	一四一

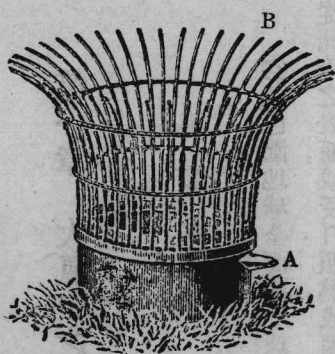
濕度

第一章 大氣中之水分

第一節 蒸發

空氣包圍地球全面，而地球表面有四分之三是海洋；陸上更有無數河川湖沼濕地及動植物。從此等之表面，或受日照熱，或因體熱及化學熱，有水分不絕蒸發到空氣中，成爲無色無味無臭之水蒸氣。故空中無論何時何地，恆有相當之水蒸氣存在；不過水蒸氣之泉源，及水分蒸發之機會，因時因地而異，其在空中之存在量，隨時隨地有不同耳。水蒸氣爲較輕之氣體，其比重僅空氣之六二%，故含有水蒸氣之潤濕空氣較乾燥空氣爲輕，其較輕之量與水蒸氣存在量成比例。

蒸發是水分子獲得富裕之動能，從液狀一躍而成氣狀之現象。故水面蒸發之速度，以蒸發面（即水面）之廣狹形狀，當時氣溫氣壓之高低，及空中原有之水蒸氣量而異；即蒸發面之凸而廣者，較凹而狹者為易；氣溫高，氣壓低，空氣乾燥時亦易。



第一圖 蒸發計

濕氣，即空中存在之水分，為觀測氣象之一種要素。而地

上水分蒸發之盛衰，又為供給空中濕氣之多寡之直接原因，故觀測水面蒸發盛衰之狀況，在純正氣象學及應用氣象學上皆極重要。觀測蒸發所用之器械，普通所用之蒸發計如第一圖，為銅製之圓盆，直徑〇・二或米深〇・一米，上添加銅條柵B，以防鳥獸飲取盆中之水，A嘴則為傾水之用。通常安置於百葉箱附近之草地上。觀測者預納一定量之淨水於盆中，至翌日同時刻，再量盆中之水，取其差以為此一晝夜間之蒸發量。但在此一日中有降雨時，則須根據雨量計所得之結果，將降雨之量減去。如是測得之蒸發量，在氣象學上，可以查知一日中一般

蒸發盛衰之程度。

第二節 濕度

空氣中含有之水蒸氣量，依溫度高低而異，在一定溫度之空氣中，所含之最大水蒸氣量，常是一定。含有最大量之水蒸氣之空氣，稱曰飽和空氣（saturated air），其未達此程度者，曰不飽和空氣（unsaturated air）。因空氣中所含水蒸氣之最大量，高溫時大，低溫時小，故已達飽和狀況之空氣，可由溫度之上昇，變成不飽和狀況；未達飽和之空氣，可由氣溫之下降，成為飽和。由不飽和狀況，冷到飽和時之溫度，稱曰當時之露點（dew point）。達露點後，再加冷卻，可將最大量以外之剩餘水分排出，凝為水滴，以成雨雪露霜等現象。

表：

茲將各溫度每立方米之空氣中所能含有之最大水蒸氣量，以克作單位，列出之，如第一

第一表 空氣中之最大水蒸氣量

濕 度

温 度	水蒸氣量(克)	温 度	水蒸氣量(克)	温 度	水蒸氣量(克)
—二〇	一・〇七八	〇	四・八三五	二〇	一七・一一七
—一九	一・一七〇	一	五・一七六	二一	一八・一四二
—一八	一・二六九	二	五・五三八	二二	一九・二二〇
—一七	一・三七五	三	五・九二二	二三	二〇・三五三
—一六	一・四八九	四	六・三三〇	二四	二一・五四四
—一五	一・六一一	五	六・七六一	二五	二二・七九五
—一四	一・九四二	六	七・二一九	二六	二四・一〇八
—一三	一・八八二	七	七・七〇三	二七	二五・四八六
—一二	二・〇三二	八	八・二一五	二八	二六・九三一
—一一	二・一九二	九	八・八五七	二九	二八・四四七
—一〇	二・三六三	一〇	九・三二九	三〇	三〇・〇三六
—九	二・五四八	一一	九・九三四	三一	三一・七〇二
—八	二・七四一	一二	一〇・五七四	三二	三三・四四六

一七	二・九四九	一三	一一・二四九	三三	三五・二七二
一六	三・一七一	一四	一一・九六一	三四	三七・一八三
一五	三・四〇七	一五	一二・七一二	三五	三九・一八三
一四	三・六五八	一六	一三・五〇四	三六	四一・二七四
一三	三・九二六	一七	一四・三三八	三七	四三・四六一
一二	四・二一一	一八	一五・二一七	三八	四五・七四六
一一	四・五一三	一九	一六・一四三	三九	四八・一三三

由表可見在 0°C 時，一立方米中，約可含四・八四克水蒸氣。若將其容積保持不變，昇溫至 20°C ，則可多含一二・二八克水蒸氣。反之，在 20°C 時，一立方米中之空間，能容水蒸氣一七・一二克，若保持其容積不變，冷到 0°C ，則只能含四・八四克，有一二・二八克排出為水滴，現為雨雪霜露等現象。

在單位空間各溫度下真實含有之水蒸氣量，稱曰各該溫度時之絕對濕度，(absolute humidity) 以克作單位，表出空間內真實含有之濕氣，在物理學上固有意義，然實際上，空中之溫度

及濕度，時時刻刻變化不息，用此方法觀測，需要相當時間；故欲取得某溫度時，空中確實含有水蒸氣量之精確值，在觀測上恆感困難。

空氣中之溫度更可依道爾頓定律 (Dalton's law) 以蒸氣壓力之毫米數表示之；即混合氣體之壓力，為各成分氣體儘其量充滿同體積之空間時之壓力之總和。今水蒸氣亦屬氣體物質，故水蒸氣與空氣混合存時當然亦有其各自之壓力。若以五氧化磷將空氣中之水蒸氣吸收之，則空氣之壓力必減小；本此壓力之減小，亦可測定空中之水蒸氣量。

茲將飽和蒸氣之最大蒸氣壓，相當之水銀柱，以毫米作單位，列出之，如第二表：

第二表 最大蒸氣壓

溫度(攝氏)	蒸氣壓(mm)	溫度(攝氏)	蒸氣壓(mm)	溫度(攝氏)	蒸氣壓(mm)
—二〇	〇・九四	〇	四・七五	二〇	一七・三六
—一九	一・〇三	一	四・九一	二一	一八・四七
—一八	一・一二	二	五・二七	二二	一九・三六

一四	三四一	一六	一三・五一	三六	四四・一六
一五	三一六	一五	一二・六七	三五	四一・七八
一六	二・九三	一四	一一・八八	三四	三九・五二
一七	二・七二	一三	一一・一四	三三	三七・三七
一八	二・五一	一二	一〇・四三	三二	五三・三二
一九	二・三三	一一	九・七七	三一	三三・三七
一〇	二・一五	一〇	九・一四	三〇	三一・五一
一一	一・九九	九	八・五五	二九	二九・七四
一二	一・八四	八	七・九九	二八	二八・〇七
一三	一・六九	七	七・四七	二七	二六・四七
一四	一・五六	六	六・九九	二六	二四・九六
一五	一・四四	五	六・五一	二五	二三・五二
一六	一・三二	四	六・〇七	二四	二二・一五
一七	一・二二	三	五・六六	二三	二〇・八六

一三	三·六七	一七	一四·四〇	三七	四六·六五
一二	三·九五	一八	一五·三三	三八	四九·二六
一一	四·二五	一九	一六·三二	三九	五二·〇〇

設溫度為 $t^{\circ}\text{C}$ 時，空氣中真實含有之水蒸氣之壓力為 f ，設該溫度時之最大蒸氣壓，即飽和蒸氣壓為 F ，則 f/F 稱曰該溫度時之相對濕度 (relative humidity) 或單曰濕度 (humidity) 氣象學及一般物理學表示濕度均用此法。因 F 恆較 f 大，故 f/F 之值常為小數，於實用上不便，通常以百分率表示之，例如 $f/F=0.67$ 時，則寫作 $67/100$ ，讀作濕度六十七。

在氣象學上測量濕度之法有三：第一法，採用同樣之兩支溫度計，其一支之水銀球部，以紗布包之，浸布於水杯中，稱曰濕球 (wet bulb) 他一支則否，稱曰乾球 (dry bulb) 以此二支溫度計并列曝於空氣中，則濕球溫度計之示度，為當時飽和空氣之溫度，恆比乾球溫度計之示度為低。此兩溫度計之示度差，在空氣乾燥時大，潮濕時小；換言之，即兩示度之差與當時之濕度間有密切關係。安果 (Angow) 本實驗結果，造出一種計算濕度之法，其所用之公式如次：

$$f = f' \{ 1 + a(t - t') \} - H(t - t') \{ b - c(t - t') \}$$

式中 f 爲當時空氣中實有水蒸氣之壓力， f' 爲濕球在 t' 度時之最大蒸氣壓， t 爲乾球之示度， t' 爲濕球之示度， H 爲當時之大氣壓力， a 、 b 及 c 爲實測常數，其值當濕球示度在冰點下與在冰點上時不同，茲抄其值如第三表：

第三表 濕度常數表

	a	b	c
濕球未結冰時	0.0159	0.000776	0.000028
濕球已結冰時	0.059	0.000682	0.000028

以此法測量相對濕度之器，稱曰濕度計 (hygrometer)。

爲攜帶方便起見，有亞斯曼之簡便濕度計，如第二圖。 t 爲與飛機推進機相似之通風器，捲上方之鍵，則此器轉動，將 t 內之空氣排出，外氣則由 c 流入經 g 管以填充之，遂生氣流。兩溫度計之球部插入 e 處，一支則包有紗布者，爲濕球。因此時有空氣流通，溫度計之動作較爲迅速。全器外包

黃銅管，管外鍍銀，可避日光及其他輻射熱之影響，其所得結果頗佳。

第二法，利用毛髮濕則延長，乾

則收縮之性質作成，曰毛髮濕度計

(hair hygrometer)。其最簡單者，

用脫脂毛髮，固定其一端，於他端懸

小銅錘，視其伸縮之度，以推知濕度之大小。氣象學上使用最廣者，為法國理查德之自記毛髮濕度

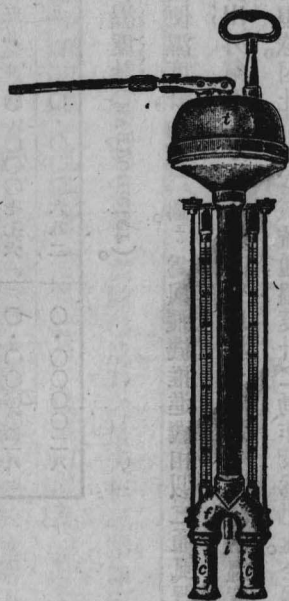
計；如第三圖所示。圖之右中部，將一束人髮之兩端固定於金屬框上，而於中部掛上一鉤，鉤與槓杆

之一端相結。槓杆之他端有記象筆尖，與左側所示轉動圓筒上所捲之記象紙接觸；利用鐘機關使

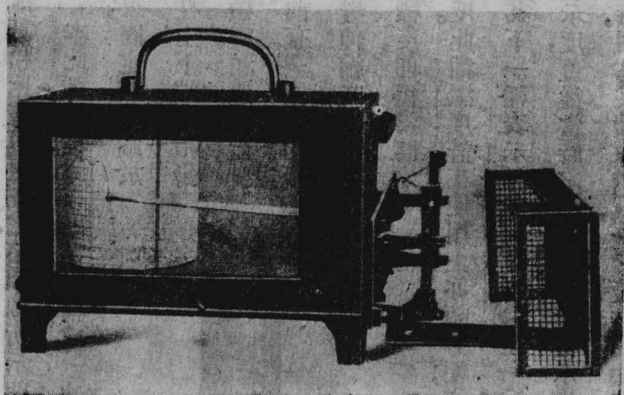
此圓筒一星期或一日轉動一周。空氣中之濕度有大小，因而毛髮或伸或縮，筆尖隨之上下運動，在

記象紙上繪出連續記錄。其溫度之值，可由紙上之記錄知之；記錄紙上橫線表示濕度，縱線表示時

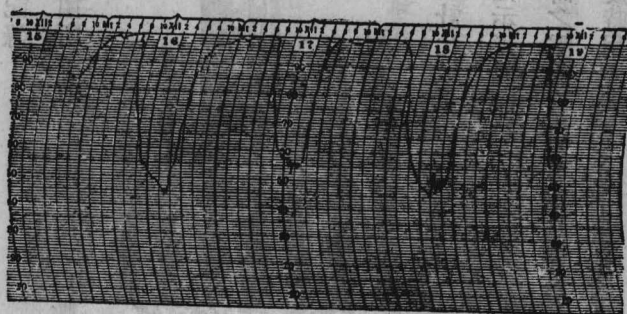
間。此器能將一定時間內之濕度作成連續記錄，固屬方便；然毛髮之性質，常有變化，故宜常與標準



第二圖 亞斯曼濕度計



第三圖 理查德自記毛髮濕度計



第四圖 記錄紙