

森林基本上能消滅冰雹的研究

林業幹部訓練班

森林基本上能消滅冰雹的研究

郝景盛

一、雷雨的成因與構造·····	五
二、天空中的閃電現象·····	九
三、大氣的物理性質·····	一三
四、海拔高度與氣溫，風速之關係·····	一八
五、雲形與冰雹的關係·····	二〇
六、風速與冰雹·····	二四
七、緯度熱量與冰雹·····	二九
八、西北的氣候分析·····	三一
九、森林爲什麼基本上能消滅冰雹？·····	四〇
十、總結·····	五〇
參考文獻·····五二·····附西文參考來源	

森林基本上能消滅冰雹的研究

『砲打冰雹』，『人力能克服冰雹麼』？這個問題在去年很引起了一番不平凡的爭論，氣象學家們認為砲打冰雹結果無效，這意見是很正確的，因為使天空中冰雹化水所需要的熱量太大，而砲火所能供給的熱量又太小，現在僅有可能的所謂利器（如無線電高空探測器，雷達）探測高空是否已有冰雹發生，在理論上講，基本不可能消滅冰雹（2），這是氣象研究者給我們的結論。

自然界是偉大的，各種問題的牽掣是很複雜的，冰雹問題，關係着多方面的科學研究基礎，專由一門學科着眼，不能得到令人滿意的回答，我在本文中，依據氣象學，氣候學方面的理論，去看冰雹之形成；依據小氣候學，去看地表形態與氣溫，氣流（風）的關係；依據物理學，大氣物理學，去研究空氣的溫度，高度，氣壓，含水量諸種關係；依據植物生理學去看植物的蒸騰作用（7）與光合作用所需要的水分與熱量，對於氣

溫的影響，依據自然蒸發，由水轉化爲氣時所需要的熱量，去看太陽的熱能之消耗；依據自然地理學，物理地理學，去看我國西北自然界基本情況與各種氣候因子的關係；依據林學的各種分枝學科，去看森林對於風速，溫度，濕度等各種影響，關於森林的理論，我在本文中所提出的最少，主因，十餘年來我所寫的關於這方面的文章與書籍多已談到，不需要再重說。

冰雹之形成，是因了上昇氣流的速度超過地心吸力或落體速度，上昇氣流的形成，是因了地表的風速，地表的風速的形成，是因了各地氣壓的不同，氣壓之大小，是因了空氣的熱脹與冷縮（即氣溫），特別是熱脹，因熱而膨脹，輕則上浮，形成上昇氣流，故消滅冰雹的基本問題，是消滅上昇的氣流，降低地表氣溫，森林的蒸騰作用，能使地表氣溫降低，基本上消滅上昇的氣流，沒有上昇的氣流，基本上就不會再下雹子。

這一套九連環式的理論，彼此是分不開的，你若推不翻至目前爲止的氣象學，氣候學，小氣候學，自然地理學，植物生理學，物理學，化學，土壤學，林學各種科學中的

已成立了多少年的理論與試驗，我這種創見，或者說發明，『森林基本上能消滅冰雹』，也就能成爲一個自然界的定律。

我的理由在下列各段中敘明。

一九五一年二月



一、雷雨的成因與構造

雷雨的特性有閃電與雷鳴，有不安定的氣流，且帶有不同性的電力，在很短的時間內中和，因雨點凝結所放出來的勢能，會轉變成爲上昇氣流的動能，夾雜着雨，風，雹，閃電與雷聲。

雷雨還有一個特性，在上昇的氣流中心，有塔狀的積雨雲，那裏有足够的濕氣，這氣流的溫度是很高的，只有在夏季一日之中的最熱的幾小時內才能形成，濕，熱與雷電是分不開的，只有熱構不成雷雨。

故溫度高，濕度在百分之七五左右或以上，與不安定的空氣，是造成雷雨的基本條件(31)。

雷雨在歐美氣象學上叫雷風，也對的，因雷雨來時一定有風。我國的一般稱呼叫雷雨。布蘭地(16)把雷雨分爲三種，其中的一種叫對流雷雨，是與我們的冰雹有密切關係的。在一年之中的最熱季，在一日之中的最熱時，地表空氣溫度極高，其中含有充分

的濕度，因此就形成上昇的氣流，在高空相反的還有另外一種寒流，這兩種寒熱不同的氣流，相遇時就會產生雷雨，首先形成塔狀的積雲，繼則變成積雨雲。

爲了清楚，我把冰雹的成因，分四點說明於下：

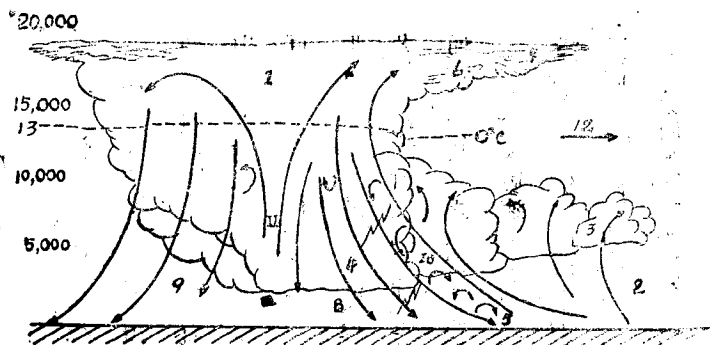
第一、上昇的氣流，地表先有高溫的空氣，形成上昇的氣流，這氣流在距地面較近之處，也還沒有足夠的濕度，但到高空，濕度就夠了，在高空有一股平走或下衝的寒流，這兩個氣流，不但方向不同，而溫度也極其懸殊，一是極冷，一是極熱，熱的氣流向上昇，冷的氣流向下衝，二者相遇即產生雲霧，閃雷，雨雪與冰雹。在冰雹未來之前，必先有雷雨，在西北有經驗的老農，都有這種常識，看一看雲形，聽一聽雷鳴，再觀察一下閃電的花樣，姿態，形勢，與中斷或連續時間之久暫，就可斷定電子之是否要下，雲形是塔狀的，顏色由墨黑到灰綠，雷聲振耳，常連續不斷，極不規則，忽高忽低，突然又打一下，非常怕人，冰雹未來之前，風向是正對着雷聲閃電，風速很大，這證明了上昇的氣流已在很急烈的進行着，待不久，風向即行轉變，電子也就落在頭上，此時之

氣溫定較前此風向相反時爲冷。

第二、空氣中要有足夠的濕度，它可以形成雨點，雪花或冰雹，絕對乾燥的地帶，如戈壁或非洲的薩哈拉大沙漠，那裏是不會產生冰雹的，在永定河上游及察北，綏東，由於我們的實際觀測結果，知道大氣中在夏季是有足夠的濕度的，空氣中的濕度，界於百分之六〇與百分之七〇之間，只有一九五〇年七月二十一日在萬全縣城北神威台到張北的路上狼窩溝，（海拔高一五二〇公尺），空氣中之濕度僅百分之五三，其餘地點，尤其是在高山上或森林附近，如山陰縣之草垛山，渾源縣的龍山梁及蔚縣的小五台山，通常都在百分之八〇，甚至於百分之九〇以上。

第三、風速的推動，下冰雹時，一定同時也有強烈的暴風，這暴風的吹向，是正對着氣壓。極低的地區，那裏氣溫被太陽晒的很高，熱則膨脹而變輕，輕則上浮，其他溫度低，氣壓高處的空氣，很急烈的流來以補其缺隙，於是乎形成風（26）。

第四、要有極厚的雲層，通常厚度在一萬五千英尺到兩萬英尺以上；積雨雲在結冰



第一圖 雷雨的構造

- 1 積雨雲
- 2 陸面因熱形成的上昇氣流
- 3 積雲
- 4 下衝氣流
- 5 暴雨
- 6 乳狀積雨雲
- 7 塔狀積雨雲的前鋒
- 8 冰雹打擊地帶
- 9 電子過後的雨點
- 10 冷熱氣流混交帶
- 11 上昇的熱氣流
- 12 風向
- 13 結冰氣層面，攝氏表零度

圖是仿的柴瓦塔(31)
地帶，13是結冰線，這
是暴雨，8是冰雹打擊
表示氣流方向，5與9
高度，以英尺計，箭頭
雨的構造，左邊是海拔

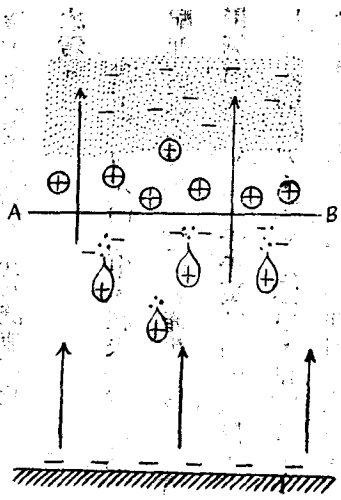
線以上的部分越高時，
越容易降落冰雹，薄雲
是不會產生冰雹的。

第一圖中所示為雷

二、天空中的閃電現象

閃電，雷鳴（即打雷），暴風，是雷雨中的三個普通現象；電的來源，起於大雨點的破裂，雨點的破裂由於暴風的吹動，正負電在上升的氣流中不斷的產生，不斷的接觸，即成了閃電，直徑四公厘的雨點，因了地心的吸力，它的下降速度是每秒鐘在八公尺以上的，因此大雨點在下降的過程中（如果上升氣流速度不够大時）即成為小雨點，減緩下降速度；如上升氣流速度比下降速度為大時，雨點就被吹到結冰線以上，變成冰雹。

在下降的大雨點中，在未分裂之前，雨點不是圓形的，因上升氣流與地心吸力的支配即被拉成長形，這時就產生正負電，電量相等，地球的表面產生負電，雨點的下端被影響而產生正電，千千萬萬的大雨點，多多少少的都產生了正電，無數的大雨點，即造成了大的電力；在積雨雲中，在雲層的下面之底下，如第二圖中所表示出來的甲乙線以下，產生負電，甲乙線（即圖中之A B）以上產生正電，正電又影響到雲的土層產生負



第二圖 電的形成

或線產生正電，或線產生負電。電，負正電也可以叫陰陽電，正負陰陽在物理學中都很通用。在美國每年因了雲中電與地球表面電的中和或相吸，有七百萬至八百人被電打死（31）。這圖是仿照柴瓦塔，見天氣與氣候一書二八九頁（31）。

雷雨進行時，在森林的上空比在耕地的上空為小為弱，歐洲有句古語謂：「雷電不過河」是具有科學真理的（31）。因森林的上空與水面的上空，在白天正熱的時候，無上昇的氣流。

電在空中由雨點到雨點，由雲到雲，由雲到地，由地到雲，彼此的關係，彼此的接觸是非常的錯縱與複雜的，見着閃電的那一刹那，和聽到雷聲的那一刹那，所謂刹那，

更科學的說是時間過程中的一個點，因為它比五百分之一秒或千分之一秒的時間還要短，如果我們能把握住這時間的兩點，用足夠標準的跑表，計出中間的秒數（由閃到雷），我們就可以依據空氣的傳音速度每秒鐘三三一公尺或者一一〇〇英尺，計算出打雷的地點處所與聽者之間的距離。在一五英里以上時，一般的講雷聲是聽不到的（16）。

雷雨的種類也有種種，與我們下電子有關係的是上下對流的閃電雷鳴，即一股冷氣向下衝或平走，一股熱氣向上流，先成積雲，繼則變成積雨雲，空氣中的濕氣百分數越大，氣溫越高，則氣流昇的越高，因水氣變雨點，雨點變雹粒，一系列的都要向外放熱，因此水氣生電放出來的熱力也就越大，而雷聲也就越高大，在熱帶天天可能聽到打雷，在溫帶大陸上只限於夏季，在海洋中打雷只限於夜間（16）。在大陸，猶其在中國的西北，是在一天最熱的時刻之時或之後。

閃電也有種種，其中有一樣是曲折線形的閃光，上下走動，左右曲動，像河流，有分枝，忽隱忽現，迅速的中斷，又迅速的連續起來，這種閃電，在氣象學中有個名詞叫

「之」字形的閃電，有這樣的閃電時，十之八九就要下雹子，起碼也得來一陣暴雨（16）。

據伯爾斯的記載（18），電力之產生，如第三圖，在每一公分的距離中，由數個弗打（電壓的單位）到一〇〇〇——一〇〇〇〇個弗打之間，他對於空中電力的形成，說法雖則與柴瓦塔稍有不同，但原理是一致的，在高空五〇〇〇公尺處為界線，線之上是正電，線之下是負電，溫度在界線處是攝氏表零下一〇度，這是在美國夏天的一般情形；歐洲在攝氏表零下一〇度的界線處較低些，蘇聯更低，在中國的西北地區是個間號，我想可能界於歐美之間，而在蘇聯之上。

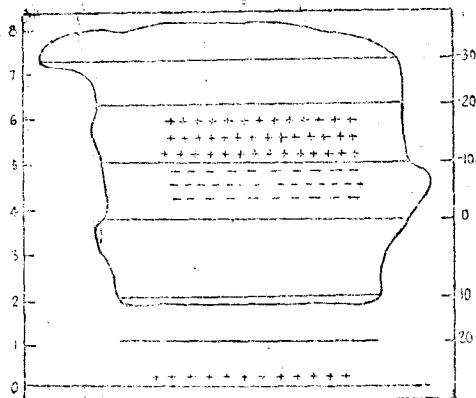
第一聲雷鳴即起於正負之間的界線上。

產生電力之大小，根據閃電發生的處所，距地高度，氣溫，氣壓，濕度，風速等等的條件，按照大氣物理學中所公認的公式可以計算出來，在此不贅（19）。

在高空，冰塊與液體同時存在之地點，最易產生電力（18）。冰塊即雹粒，液

三、大氣的物理性質

空氣的成分很複雜，但與冰雹最有關係的，除大氣之流動外，爲溫度與其中所含的



第三圖 電力的產生

左邊的數字是高度，以一千公尺作單位；右邊是溫度，攝氏表，零度約在三千八百公尺處，正負號表示陽電與陰電。

體即雨點，故冰雹之形成，只有在上升氣流速度每分鐘爲二五〇〇英尺時，或每秒鐘一二公尺時。如果上升氣流速度爲每小時六八英里（或每秒鐘三〇公尺），所形成的雷雨冰雹，更是怕人，（空氣中的濕氣不夠，空氣自然安定，基本上再不會產生雷雨），地面的高熱的氣溫，是造成雷雨的主因，產生閃電的主因。

水分，絕對乾燥的空氣，不會產生各種雲形，也不會降雨，爲了容易說明，我們拿一立方公尺的空氣作實例，按不同的溫度，來看一下其中能含的水分，即達到飽和時所含的水分，一般論之，溫度越高時，其中所含的水分則越多；同一的溫度，飽和時其中所含的水分，據歐美與蘇聯各方面的記載，是稍稍有些不同的，差異的原因，可能是因了試驗的方法，地點，時間與氣壓等等因素：

地方	溫度 (C)	
	零下二〇度	零下二〇度
美 國	〇・八九	二・一五四・八四九・三
歐 洲	一・一	二・四四・九
蘇 聯	〇・九四	二・一五四・五七九・一四
		一七・三六三一・五一

表中數目字是每立方公尺空氣中在不同溫度之下，所含的水分，以克爲重量單位記出的，數目字的來源皆有依據，在蘇聯方面，我是抄的包洛文金物理地理學(9)，歐洲

，依據柏林大學氣象研究所所長費克的著作（21），美國是依據郝德曼的物理與化學手冊（22）。

在低溫度情形下，含水程度相差較大，在零度以上，相差則甚少，這裏爲了更適合於中國西北的自然環境，我採用蘇聯專家們常引用的結果。

（一）一克的水，如果使之由攝氏表二〇度昇到一〇〇度，需要加入八〇卡路里，由一〇〇度的水，若使之再蒸發成爲汽體，則需要再加入五三六卡路里，合計六一六卡路里；（五三六卡路里是一克之水由一〇〇度變水汽過程中所需要的熱量，在一九二〇年以前出版的物理與化學書籍中有用五三七者）一克之水，由零度開始，使之化汽，則需要加入六三六卡路里；由四度開始，則需六三二卡路里；蘇聯水利專家布可夫最近在一篇論文中提到，太陽的熱力將大量的消耗於使水轉變爲蒸汽，他說一公斤的水（即一〇〇〇克的水），需要六二四大卡路里（1），布可夫在他的文章裏沒有指明水溫是由幾度算起的，我替他推算了一下，知道他是由水溫十二度開始的。