



16

N49  
74  
94

# 防霜知識

呂炯

中華全國科學技術普及協會出版

# 防霜知識

呂炯

中華全國科學技術普及協會出版

一九五四年·北京

## 科 普 小 冊 子

|           |                         |        |
|-----------|-------------------------|--------|
| 基本建設的氣象知識 | 朱和周著                    | 1,500元 |
| 氣象知識      | 王鵬飛著                    | 1,300元 |
| 颱風        | 廣州海洋氣象台編著               | 900元   |
| 天文知識      | 戴文賽著                    | 1,600元 |
| 蘇聯農業的電氣化  | H. Γ. 納烏莫夫等著<br>石 含 英 譯 | 2,100元 |
| 人和自然的鬥爭   | 溫濟澤著                    | 1,600元 |

出版編號: 106

### 防 霜 知 識

著 者: 呂 炯

責任編輯: 莫 奎

出 版 者: 中華全國科學技術普及協會  
北京市文津街三號

北京市書刊出版業營業許可證出字第053號

發 行 者: 新 華 書 店

印 刷 者: 北 京 市 印 刷 一 廠

北京市西便門大街乙一號

開本: 31×43 $\frac{1}{2}$  印張: 1 字數: 17,000  
一九五四年十月第一版 印數: 10,500  
一九五四年十月第一次印刷 定價: 1,300元

## 本書提要

霜凍的災害對農作物的威脅是嚴重的，往往造成不少的損失。因此，防治霜凍在農林是一件重要的工作。

這本小冊子讓讀者瞭解了霜凍的成因以後，隨着介紹了霜凍的預測方法。對於容易受到霜凍損害的農作物的種類，以及一九五二年冬到一九五三年春，我國遭受寒流襲擊和遭受霜凍損害的原因和情況，也有所說明。

作者寫到「和霜凍作鬥爭」時，特別注意總結我國煙棚防凍和霜凍前灌水的經驗，並介紹了蘇聯的成功的煙棚方法。此外還介紹了造防霜林與防霜堤，生火加熱，掩蓋法等防霜的方法。

## 目次

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 怎樣認識霜凍 .....                  | 1  |
| 霜是怎樣來的 .....                  | 1  |
| 霜的種類 .....                    | 3  |
| 霜凍和地勢的關係 .....                | 4  |
| 容易遭受霜凍的地區 .....               | 4  |
| 不容易遭受霜凍的地區 .....              | 6  |
| 天空狀況和霜凍 .....                 | 8  |
| 預測霜凍 .....                    | 9  |
| 農作物與霜凍 .....                  | 13 |
| 什麼農作物容易受凍害 .....              | 13 |
| 霜凍為害農作物的多樣性和複雜性 .....         | 14 |
| 一九五二年冬一九五三年春間農作物遭受霜凍的情形 ..... | 18 |
| 溫度劇變對小麥的影響 .....              | 19 |
| 和霜凍作鬥爭 .....                  | 20 |
| 播種時期與霜害的關係 .....              | 20 |
| 分蘗節的深淺與凍害的強弱 .....            | 21 |
| 煙棚防凍 .....                    | 21 |
| 霜凍前灌水 .....                   | 23 |
| 施肥防霜 .....                    | 24 |
| 小麥密植和防凍 .....                 | 26 |
| 防霜林與防霜堤 .....                 | 26 |
| 生火加熱 .....                    | 27 |
| 掩蓋法 .....                     | 28 |

## 怎樣認識霜凍

**霜是怎樣來的** 地面的江河和池塘、森林和草原、甚至晾在院子裏的濕衣裳，都在不聲不響地蒸發着水蒸氣。

水蒸氣是看不見的；但是，在空氣裏面却含有很多。空氣中有了它，才產生雲、雨、雪、露和霜等。

當晴朗的夜間，天上沒有雲的掩蓋，地面上的熱便沒有阻擋地射向空間，散得很快，地面也冷得很快。靠近地面的空氣中的水蒸氣，碰到了冷的物體，如小草、樹葉或大田裏的莊稼，就會凝聚成爲露水（註一）。要是在深秋、初冬或早春，地面溫度降到零度以下，這時露水就凝結爲霜。

霜的顏色是白的。我們用顯微鏡來觀察它，很容易看出它是由微細的水塊聚集在一起，而且沒有什麼秩序和一定的形狀的。

可是另外還有一種霜，在顯微鏡下看來，却是微細的六

角形的水針。這種霜是最常見的，是由於空氣的溫度已經降到冰點以下，空氣中的水蒸氣在冷的物體上，也很快地降到冰點以下而直接從水蒸氣凝結成固體的霜，並沒有經過露水這個中間階段。這種由氣體直接變成固體，中間不經過液體的變化現象，在物理學上叫做「昇華」。

在冬季，由水蒸氣直接凝結成霜的機會，遠比經由露水再化為霜的機會多得多。

假如空氣裏的水蒸氣很少，即使溫度很快地降到零度以下，也不會出現以上所提到的霜。我們雖然沒有看到霜，但是我們却叫這種無霜的冷凍現象為黑霜。這種無形的黑霜通常比白霜還要兇，因為黑霜的溫度普通都比白霜的溫度低。

我國黃河流域以北的地區，冬季的天氣又冷又乾燥，所以，黑霜出現的機會要比白霜多得多。

無論是白霜或是黑霜，對於農作物來說，都可能引起嚴重的損害。因為白霜或黑霜都會引起作物的凍結的現象。所以我們時常把霜和凍的意義相連起來，稱為霜凍。

一提到霜凍，我們就會想到農作物的災害，因為它是農作物的嚴重災害中的一種。我們習慣上把秋天的第一次霜稱為初霜，秋天的霜稱為早霜，春天最後一次的霜稱為終霜，春天的霜稱為晚霜。無論早霜或晚霜，對於農作物都可能造成災害。因為，在秋天，將成熟的瓜、果、蔬菜、以及大田中的五穀等，一經霜凍就長得不好了，或者壞掉了；在春天，許多作物都在發芽生長，霜凍突然一來，就會死掉。

霜凍帶來的災害，我們是知道的；但是，這種災害究竟是霜造成的還是凍造成的呢？

對於這個問題，有人曾經做過實驗：把兩個植物的葉子放在溫度很低的冷箱裏，其中的一個葉子蓋滿了霜，另一個葉子是沒有霜的。結果有霜的葉子只有輕微的霜害痕跡，沒有霜的葉子則受害很重。由此可以知道，霜凍的災害不是霜的本身造成的，而是使霜得以產生的寒冷的溫度，即我們所說的凍。因為在結霜的時候，溫度一定冷到冰點（攝氏表零度）以下，農作物內部所含的水份已經結成了冰，把植物內部的組織破壞了，因此遭受到災害。前面我們說過黑霜比白霜的災害更嚴重，也就由於這個道理。所以有些不懂得這種道理的人，每逢農作物結霜的時候，不惜用很多人工去「拉霜」，就是用人工把農作物上面的霜去掉，這種做法，不但沒有好處，而且會有害處的！

**霜的種類** 就發生霜的自然條件說來，我們也可以把霜區別為兩大類：平流霜和輻射霜。

平流霜是一種由於冷空氣團從別的地區，沿着地面平流過來而產生的霜。在冬季或春季裏，這種冷氣團，常會從蒙古、西伯利亞、甚至從北冰洋那邊，向着我國的地面襲來。

輻射霜是一種地方性的、局部性的霜。在寒冷無風的晴夜，因為這時地面上的或植物上的熱量向天空散射（即是輻射），冷卻很快，而產生了霜。

上面兩種霜凍的情形，時常混合出現，很難嚴格區分。先是冷氣流沿着地面從北方襲來，然後由於晴夜無風，地面溫度降低，產生地方的輻射霜。

對於範圍廣闊的大田作物，一般說來，平流霜的凍害較輻射霜更為嚴重，所以我們對於平流霜更要注意。

**霜凍和地勢的關係** 霜凍的產生，和地勢的高低，以及是不是接近着森林、城市、河道或湖泊而有所不同。地面的土質和溫度等也很有關係。就地勢說來，窪地或深谷霜凍的程度最嚴重；狹窄而彎曲的谷地的霜凍也較重；廣闊而平淺的低地和平原及平坦的山頭，霜凍就比較輕了；至於山頂和斜坡的上部，霜凍最輕。

因此我們可以看出，在通風而開朗的高處，霜凍較輕，而冷空氣容易沉積的低窪地方，霜凍較重。這是因為冷空氣密度大，它總是從高處向低下的地方流動的緣故，好像水一樣（第一圖）。



圖一 霜凍和地勢

**容易遭受霜凍的地區** 被森林包圍的空地，一般說來，是容易發生輻射霜害的。因為在這樣的空地上，氣流受到周圍的森林阻擋，空氣不夠流通，夜間的冷空氣容易沉下來（第二圖）。然而在這樣的空地上，會不會起霜呢？還得看



圖二 爲森林所包圍的空地容易有輻射霜害

這空地面積的大小。如空地的大小在一定的標準以上，則因面積大而空氣容易流通，霜害就會減弱。但如空地的大小在一定的標準以下，面積小了，就容易受森林中暖氣的影響，所以也可以減少霜害。究竟這一定的標準是怎樣的呢？大致說來這空地的直徑，在森林高度三倍以上，二十倍以下較易有霜凍。因此採伐森林，或開闢林間隙地，種植怕冷的植物時，就應該注意空地面積的大小。

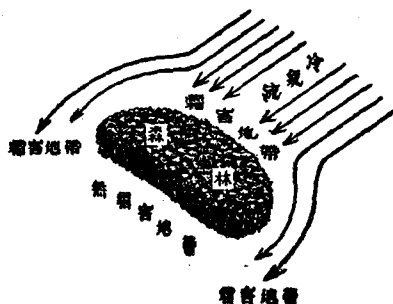


圖三 山谷中的霜害地帶

冷氣流集中的地方，例如谷地 and 山脚地帶，容易遭受到霜害（第三圖）。

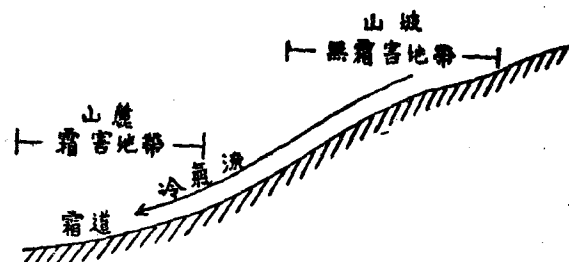
夜間近地面的空氣冷却了，如果遇着地面有些傾斜，冷空氣較重，自然會沿着傾斜的坡勢，向着低的地方流動，好

像落到地面的雨水向着低處的河川流注一樣。在這冷氣流經過的路上容易有霜，因此這些地方也有人叫做霜道。在森林的向風面（普通在北面）和它的兩側，是冷空氣的通道，所以容易受到霜害（第四圖）。



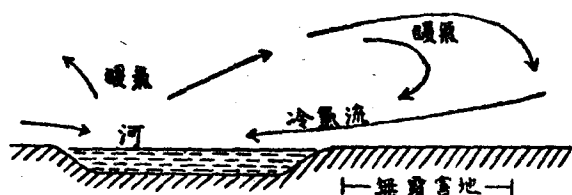
圖四 森林附近的無霜地帶

**不容易遭受霜凍的地區** 如果是一個斜坡，斜坡上部接近地面的冷空氣，因此比較重的緣故，所以時常往下流注，但冷空氣在斜坡上是停留不住的，所以斜坡的中部和上部，是不容易遭受霜害的（第五圖）。



圖五 斜坡上有無霜害的地帶

接近大河、湖泊或海洋的地方，也不容易有霜害。因為在大河湖泊附近或海洋旁邊，水上和地面的空氣對流着，在夜間水上空氣的溫度較地面為高，水上的暖空氣上昇以後，地面的冷空氣向水面流動而生風，冷空氣自不易積聚，因而不容易遭受霜害（第六圖）。



圖六 河邊或湖邊不易發生霜害

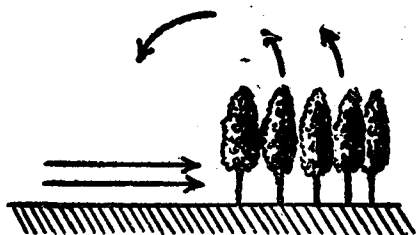
無論什麼時候，水邊的空氣中的水蒸氣總是較多的。由於這個緣故，在地面上還沒有起霜的時候，空氣裏的水蒸氣就已經凝結成為霧小水點了，這是霧。在晴夜水邊是經常有霧的。當地面穿上了霧的外套時，散熱就不容易了，因此氣溫不致下降過多，所以這也成為大河近旁不易發生霜凍的一個原因。

如果河中水量增多，流速較大、泡沫翻騰，水邊的空氣水蒸氣就更充沛了，就更不易有霜害。

在南面向陽的斜坡上，普通是沒有霜害的。因為這種斜坡在白天接受太陽的熱較多，夜間雖然也有放熱作用，但是夜裏的溫度比其它坡地上的溫度總會高些，所以南面斜坡上不易出現霜害。但是，因為南坡上較暖，作物生長較早，一

且周圍的氣溫過低，像這樣的坡地也有了霜，這時受害必定嚴重，所以更應該注意。

森林的邊緣通常是不受凍害的，這是因為森林內外空氣經常交流，在夜間林中空氣的溫度較林外暖和。但是林邊無霜害的地帶都是很窄的，這條無霜的地帶，祇有相當於森林中林木的高度那樣闊。（第七圖）。



圖七 夜間森林內部比較溫暖  
（箭頭表示森林內外氣流的交換）

此外，乾燥的地方也比潤濕的地方霜凍較重，疏鬆的土壤比緊密的土壤多霜；沙土比黏土多霜。因為前者的比熱或熱傳導（註二）皆比後者小。在白天既容易昇高溫度，在夜間也容易降低溫度。

**天空狀況和霜凍** 在寒冷的季節裏，夜間天空晴朗而無風，就容易有霜凍的危險。反之，空氣中塵埃增多，雲量和濕度增加，都能減弱夜間地面的散熱，因而減少或減輕霜害。空氣中如有多量的濕氣，也能減弱霜凍。這是因為濕氣大了，就容易起霧。再如空氣中濕氣大了，空氣的溫度稍為低降一點，就會有露水凝成。我們知道露水凝結時，就放出相

當多的熱量，這熱量叫做汽化潛熱（註三），可以阻止空溫繼續下降，這樣也可以減輕或減少霜凍。因此，夜間如有霧，大概就沒有霜害。

風的作用可以把空氣中的層次吹亂。因為夜晚霜凍的時候，愈冷的空氣愈貼近地面，較暖的空氣所在的位置較高。要是有了風，上下層的空氣就被擾亂，或者使那不同的氣流很快地混合起來。所以風可以減少輻射霜凍的機會。就是說風愈大，霜凍的機會愈少。此外，風的速度愈近地面愈小，所以愈近地面，霜凍的機會就愈多。因此，在曠野裏，空氣愈不流通的地方，霜害的機會就愈多。在寒冷季節，如果是無風的晴夜，空氣乾燥，雖不見有霜，却最易有凍害的危險。

**預測霜凍** 平流霜凍和冷氣團的流動有關，因此須由中央氣象台根據本台及地方氣象台的氣象記錄，繪製成一種天氣圖作出預報，然後向人民大眾廣播，以便採取防霜措施。

我們知道除了平流霜凍以外，還有所謂輻射霜凍，這種霜凍在氣象台常用的天氣圖的分析中，往往不容易覺察。而且這種霜凍發生的地域也比較小，同時常和地方性（註四）小氣候的特點有着密切的關係。因此需要根據當地的情況，判斷是否會成霜。根據一個地方的觀測而預告霜凍，方法很多，但都是根據實踐經驗求得一個公式，然後根據這個公式可以算出當天夜裏會不會發生霜害。這種從經驗得來的方法，在各個地區，各個月份，都各有不同。我們必須從各地的長期

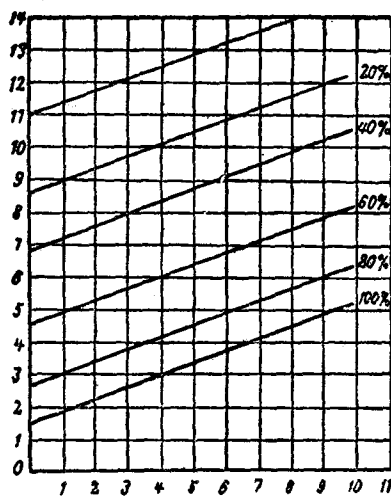
氣象記錄中計算出當地適用的公式來，不可能有一個公式或一種方法可以到處應用。

此外，靠近地面高度的空氣層中，霜害的程度也各有不同。地面或植物覆蓋層的表面，常是夜間溫度最低的地方。就是說：假使地面上沒有植物，遇有霜凍的夜裏，那麼，地面上溫度最低；如果地上有草皮，那麼草皮上的溫度就最低。因此，在結霜的夜裏，測候所的百葉箱中溫度表所記錄下的溫度決不能代表地面夜間的最低溫度。因為離開地面二公尺高度的百葉箱裏夜間的最低溫度，還不是地面植物的最低溫度。如果當時靜夜無風，繁星燦爛，空氣乾燥，百葉箱裏的最低溫度一般要比地面的最低溫度高出攝氏四度到五度的光景；最少要高出三度左右，有時可以高出七度以上。在冬季，箱內外的溫度相差較小，而春秋較大。在有風或雨天、陰天、霧天的夜裏，則百葉箱裏的最低溫度和地面的最低溫度相差較小，有時可以沒有差別。

假使過去還沒有足夠的長期氣象記錄，又怎麼辦呢？這裏我們可以應用蘇聯氣象學家勃洛烏諾夫來得出一個經驗的公式的方法。他的方法很簡便，在百葉箱裏測得十三時（即下午一時）及二十一時（即下午九時）的空氣溫度，然後從十三時的氣溫讀數減去二十一時的氣溫讀數，也就是十三時和二十一時氣溫的較差（第八圖）。在第八圖上，從零點起畫一綫延長到 11 的橫綫，叫橫座標。

這個橫座標上的讀數表示十三時與二十一時氣溫較差：

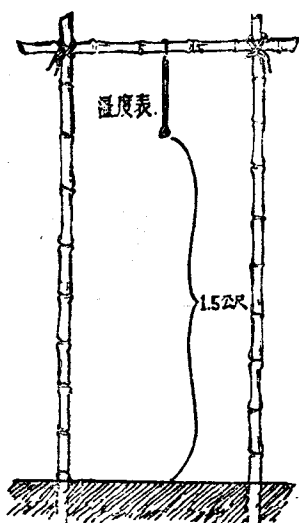
從零點起畫一綫向上延長到 14 的縱綫叫縱座標，這個縱座標上，表示 21 時氣溫的讀數。從橫綫和縱綫的交叉點可以判斷當天夜裏霜凍的可能性。例如十三時和二十一時氣溫的較差為攝氏八度，而二十一時的氣溫為十二度。按圖橫座標上的八和縱座標上的十二，兩綫相交處在百分之二十的斜綫的上方，則霜凍可能性祇有百分之十八。



十三時與二十一時氣溫的較差

圖八 預測霜凍的圖解

如果在鄉間，收聽不到天氣預告，也沒有測候所，自然也沒有百葉箱，又怎麼辦呢？首先，在夕陽下山的時候起，眼見天空晴朗無雲，沒有風，也沒有霧、露，那麼，我們可以推測在午夜以後可能有霜凍發生。於是我們可以利用一支



圖九 溫度表的掛法

溫度表，在下午六、七點鐘（即十八九時）太陽落山以後，安置在田野間一個木架上，溫度表位置約與人肩齊（約離地一公尺半），如第九圖所示。然後每隔一小時，觀測溫度一次。安置溫度表時，必須注意避免被太陽光照射，所以最好在太陽落山後開始觀測。如在太陽落山以後，測得溫度在下列讀數以下，而每小時溫度下降達攝氏一度以上，就表示午夜以後，天明以前，可能有霜凍發生。

如附近農場有測候所，則百葉箱裏乾球和濕球（註五）溫度的差數，大於下表所列數字的時候，也表示夜間有霜凍的可能。如把表一與表二聯合應用，可靠性就更大。

表一

| 時間（時）    | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 9   |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 溫度（攝氏溫度） | 17.0 | 15.8 | 14.6 | 13.4 | 12.2 | 11.3 | 10.2 | 7.6 |

一般百葉箱內，濕球溫度表在下午五時的時候，讀數低到攝氏四度以下，半夜以後就會有霜凍。

有些地區預測霜凍還有這樣的一些簡單的方法，就是在

傍晚的時候，天空中有部份的雲影，到了夜裏九時左右，天氣晴而無風。工作測量距離三尺高的溫度為攝氏十度，到了半夜很快地降到六度。過了半夜，天氣照樣晴而無風，這樣日出以前有霜凍的可能性很大。

表二

| 氣溫（攝氏） | 乾濕球差數      | 霜凍嚴重的場合乾濕球差數 |
|--------|------------|--------------|
| 20度    | } 7.5度（攝氏） | } 9.0度（攝氏）   |
| 19     |            |              |
| 18     | 6.5        | 8.0          |
| 17     | 6.0        | 7.4          |
| 16     | 5.5        | 7.0          |
| 15     | 5.0        | 6.4          |
| 14     | 4.0        | 6.0          |
| 13     | 2.5        | 5.4          |
| 12     | 2.0        | 5.0          |
| 11     | 1.8        |              |
| 10     | 1.5        |              |

要是晴夜僅僅有微風，在屋子北側不通風的露天地方掛一溫度表，這溫度表與地面的距離也是 1.5 公尺。下午六時左右，測得攝氏十度，同時另拿一支溫度表測露天地方約二寸高的溫度為五度，從此以後，溫度繼續降低，夜裏也可能有霜凍。

## 農作物與霜凍

什麼農作物容易受凍害 各種農作物，對於同樣一次的