

## 地 形 与 霜 凍

呂 炯

(中國科学院地球物理研究所)

1953年作者曾对華北地區小麥春凍的情况作了分析和研究<sup>[1]</sup>, 1954年5月下旬曾去張北調查了苜蓿的凍害, 1955年2月下旬及1955年12月至1956年1月又考察了華南熱帶的霜凍。本文拟就調查所得和見聞所及, 对地形与霜凍的關係, 略加闡述。至於防霜措施以及凍後的補救方法等, 以涉及農業技術範圍, 本文不拟討論。

### 一. 霜凍成因与其類別

霜的發生就自然条件來說, 可分兩類: 平流霜和輻射霜。

平流霜是冷气团沿着地面平流而來產生的寒潮所引起的霜凍。冬春之际, 冷气团常从蒙古人民共和國和西伯利亞, 甚至从北冰洋向我國襲來, 最强的能影响到海南島。平流霜因北來風力較大, 所以温度虽降低, 常不見有霜。名之为“霜”, 实不甚妥。当寒潮到達華南的時候, 因華南通常气温較高, 濕度較大, 常会产生陰雨的天气, 但雨量並不多。这种霜凍, 因風力較大, 亦可叫做“風霜”或“風寒”。

輻射霜是一种局部性的霜。在寒冷無風的晴夜, 亦就是沒有風、雨、雲、霧之夜, 地面上或植物上冷却較快, 气温降到冰點以下, 一部分水气即凝結为白色的霜。假如水蒸气很少, 即使气温降到冰點以下, 也不会出現白霜。我國黃河流域以北地區, 冬季又冷又乾燥, 夜間的气温虽然常在冰點以下, 但沒有白霜出現。長城內外, 更是如此。我們把这种沒有白霜出現的凍害称为黑霜。但在長江流域以南以至華南地區, 夜間气温如降到冰點以下, 必有白霜出現。不論黑霜或白霜, 風靜無雲是必要的条件, 所以輻射霜也可称为“靜霜”或“晴霜”。

內蒙古區接近蒙古高压區, 冬春常颳大風。所謂“边日照人似月色, 野風吹草作泉声”, 又如“天蒼蒼, 地茫茫, 風吹草低見牛羊”正是這裏的寫照。作者於1954年5月底在張北縣北境的白塔住过兩晚, 兩天都颳大風, 中午前後尤甚, 以致步行困难, 估計大風在7級左右, 約有每秒13~15米的風速。這裏的凍害主要是平流霜; 而長江流域以南

主要凍害為輻射霜。

上面兩種霜凍，時常先後出現。先是冷氣流沿着地面從北方襲來，產生風霜。然後由於晴夜風息，近地面溫度降低，產生靜霜。

霜凍的產生，隨地勢的高低、風的向背、植株或林木的疏密、以及接近城市、村莊、森林、河道、湖泊或海洋與否，而有所不同。此外，地土顏色的深淺，土質的堅鬆，和霜凍的輕重也有關係。淺色地面的溫度較低於深色的，疏鬆的地面溫度較低於緊密的。

就平流霜來說，高聳的向風面容易遭受風霜。張北苜蓿的霜凍主要就是風霜，不過，並不是單純的風霜，而是“風蝕”<sup>1)</sup>。根據張北縣山杏溝苜蓿調查的結果，凡犯風大的土地，雖然苜蓿當年生長比較良好，但由於春季北來寒風的吹刮，不僅加深了霜凍，而且由於表土吹失，根部容易暴露，土壤水分亦容易散逸，以致凍害的結果更為嚴重。伊萬諾夫（А. П. Иванов）曾經指出，“在乾燥、晴朗無風的條件下，植物能忍耐較低的溫度。例如，小麥植株在無風的條件下，受得住 $-6^{\circ}\text{C}$ 的寒冷，而在有風的條件下，只能忍受 $-3^{\circ}\text{C}$ 的低溫”<sup>[3]</sup>。更何況大風吹刮了表土，吹失了水分，凍害自然加重。所以張北縣境內一般種在梁頂上的苜蓿，凍死都很多，死亡率為41~71%。反之，在背風的窪地上，雖土壤與耕作條件較差，但由於不犯風，且有它處吹來的沙土覆蓋其上，凍害就輕了。

在經常有風霜或風蝕而又乾燥的地區，最好選擇避風而低窪的地方種植莊稼，否則必須在北面設立風障。如張北山杏溝李姓的一畝苜蓿地，土質雖壞，但由於地勢低窪而背風，因之土壤比較潤濕，凍害就很小，苜蓿死亡率僅1.9%。所以，即使在溫度並沒有絲毫改變的情況之下，如能減低北來的風速，亦可以增強植株的抗寒能力，這對風蝕和風霜都是有效的。俗語說得好：“冷在風上，窮在債上”。所謂冷在風上，這裏是對人而言，然而也同樣適用於動物和植物。

這裏我舉出另外一個例子，可以更清楚地說明風蝕的關係。張北山杏溝一家趙姓的1.5畝的苜蓿地，其中1畝除草，半畝未除草。由於除草的1畝表土鬆散，風蝕嚴重處，根頸外露，因之凍害很重，凍死植株達86.4%。其它半畝未除草的，由於草根團結了土壤，並在地表積聚了一層沙土，枯草覆蓋地面，既能保溫，又能固土，因此凍害很小，凍死植株只有15.4%。除草為田間管理重要工作之一。在早春播種，隨苜蓿幼苗出土，同時雜草也逐漸旺盛起來，由於它比苜蓿長得快，能掩蓋苜蓿，並且搶奪養分和水分，抑制苜蓿的生長，甚至形成缺苗，這說明雜草對苜蓿是不利的。但另一方面，越冬前地面存

1) 風蝕是除了大風加強凍害之外，加上表土吹失，根部裸露，土壤中水分吹跑。北方風大而乾燥的地區有此現象，南方濕潤地區祇有風霜，沒有風蝕。風蝕包括風霜，但風霜並不包括風蝕。

有雜草，可以避免表土的風蝕以及風沙的打擊，並可稍稍調節春季地表溫度的日較差，減少凍害。這兩方面顯然是矛盾的，由於地面有草，對苜蓿生長不利，但對苜蓿越冬則又有利。解決的辦法應該提倡苜蓿與禾本科牧草（如後面所談的無芒草、黑麥草等）混播。在混播的辦法沒有實行之前，暫時對犯風的苜蓿地，不妨採用拔大草，留小草或保留壟內的草，以便苜蓿在越冬的第一年生長較嫩時，不致因風蝕而死亡。但應當明確，這是一種消極的防凍措施，通常不應該提出不除草的辦法。<sup>[3]</sup>

就輻射霜來說，和平流霜的情形恰恰相反。窪地深谷霜凍最嚴重；狹窄而彎曲的溝谷，霜凍也較重；廣闊平淺的平原，霜凍較輕，因為低窪之處下沉的冷空氣不易宣洩。山頂和山坡的上部，輻射霜是說不上的，但因高聳暴露，易受風霜的侵襲。在長江流域以南地區，尤其在華南，風霜之害遠不如靜霜之甚，也就是說：在霜凍較重的年份，在山坡上部的凍害總較低窪的地方為輕。

此外，在受蔭蔽的地方，如在城市、村莊以及房屋的附近，尤其在它們的南邊，霜凍也少見。接近大河、湖泊或海洋的地方，也不容易有霜害。據山東省農業科學研究所調查，1953年4月12日在濱海的日照縣，受凍害的小麥約佔小麥面積8.6%，而離海約100公里的沂水縣，凍害面積卻佔19%。又據在日照的調查，在大窪嶺向東沿海地帶無凍害，在大窪嶺以西凍害即重，又膠州灣一帶，小麥凍害也較內地為輕，凍後並能照常生長<sup>[4]</sup>。這是因為水面上較暖的空氣和水邊陸地上較冷的空氣有交換作用的緣故。

華南霜凍一般不嚴重，且因寒流到達華南時常多陰雨天氣，及二、三日後天氣轉晴，氣溫已漸升高，輻射霜凍亦已減弱，所以一般只有較輕的風霜，輻射霜比較少見。

## 二．凍害与地形的關係

山的南坡與北坡相較，往往南坡青綠，北坡枯黃，尤以較陡的上坡為然。東坡及東南坡往往較西坡及西南坡受凍害重。山頂較山腳凍害輕，山坡中部又較山頂更輕。坡度陡的又較平緩的為輕。

生長在水邊的植物不遭受凍害。如在百色右江水邊的一棵蓖麻，為時不過年餘，而生長旺盛，高達4~5米，枝葉扶疏，莖皮已呈木質化。在1955年1月12日寒潮南下時，竟絲毫未受凍害。而在離水邊較遠的高地上的，生長較矮小，且在遭受霜凍之後呈枯枝落葉之象。可見水體的功用不僅在強大寒潮南下時能起作用，即在每年冬季亦不因溫度較低而抑止生長。

受房屋、村莊、山坡及地阡等蔭蔽的植物，不受或少受寒害。如南寧近郊丘陵地的南坡，坡度6°，在中、下坡所種蓖麻，在遭受凍害之後，均莖葉枯黃，獨有一棵莖葉青綠，

有人說這是抗寒品種。經細察這株蓖麻的北面距離 2 米許，有坍塌的泥牆痕跡。詢之同去調查的同志，始知在 1954 年 7~8 月間，確曾見及這株蓖麻的北面有小屋一間，但當我們去調查的時候（1955 年 3 月 4 日），這間小屋已經坍倒了。原來這株蓖麻係受北面小屋的蔽護，所以莖葉挺秀，未遭寒害。

在霜凍之後，一般的芒果樹均或多或少遭受凍害。但在田東縣農場一棵芒果樹的東、北兩面均有房屋，西面有樹，因此這棵芒果樹沒有遭受寒害。

廣西境內的龍眼或荔枝樹，在遭受凍害之後，大都葉子枯黃，有些受凍較輕的，則樹冠四周的外表面葉子枯黃，而內部則仍青綠。又朝向村莊房屋的半面樹冠比較青綠，而朝向曠野的半面比較枯黃。更有趣的在去龍津的公路旁，有一棵荔枝樹，樹的南邊約 3~4 米處有農家房屋，而北邊則面臨曠野。這棵樹的南半面樹冠正在開花，北半面的樹冠不但未開花，且有若干枯葉。“南枝向暖北枝寒”，正為此寫照。

北面高起的障碍物對於小麥所起保護作用，至為明顯。前面提過的 1953 年 4 月山東小麥霜害調查，在文登專區內，麥地北面有地阡、山坡或村莊的，霜凍均極輕微，或無凍害。又如曹縣十區東張莊有一塊麥地，北段離村不遠，且有大樹屏障，受凍很輕，而且凍後還能出穗。但南段離村較遠，凍害即較重，凍後出穗不齊。又沂水縣十區有數塊麥地凍害較重，死苗在 30% 以上。只有北面靠地阡處，全無凍害。地阡之防凍作用與阡之高度有關：地阡高 4.5 尺的麥田，有 8 行小麥無凍害；高 2 尺的，5 行無凍害；高 1 尺上下的，2~3 行無凍害<sup>[5]</sup>。

長江流域以南地區，北面有風口之處，結霜時間較短。風口之南如有出口的，受凍較輕；沒有出口的，成為風袋，受凍特重。

在常綠大樹下的苗圃受害亦較輕微，苗圃在水塘邊上的受凍亦輕。

高聳如龜背或雞籠的地形，風霜較重，低窪如盆盂的地形，靜霜較重。不同窪地成霜凍的情形如次頁圖 1 所示。

北來寒流中途如遇高聳的地形，往往分成兩股在其兩側繞行，而在其南面較遠之處，可能復合而為一。所以在東、北、西三面霜凍較重，南面則較輕。

在森林茂密中的植株或幼苗受凍害輕，沒有任何樹木掩護的受凍害重。

就地形對霜害的影響而言，歸納起來，可以得到下面一些簡單的規律：

山的南坡較北坡好，西坡及西南坡較東坡及東南坡好，山頂較山腳好，山坡中部則又較山頂及山腳好，坡度陡的較平緩的好，有村莊、山岡或森林掩護的較沒有掩護的好，在水邊的較遠離水源的好。

現在讓我們把上面所談的，扼要解釋一下。

在寒潮南下的時候，山的北坡首当其衝，先受到風霜，南坡則無風寒。等到寒潮前鋒已過，夜晴風息，產生輻射霜的時候，則南北坡的差別就不大，甚至消失了，有時夜間北坡貼近地面（如离地 20 厘米）的气温可能还比南坡近地面的气温略略高些。这可能因为北坡夜間尚有微風，上下層的气層容易混和，而南坡風靜，上下層空气不能交換的緣故。但只限於貼近地面的气温有時可以如此，在离地較高（如在 1.5 米以上）的气温仍以北坡為較低。

至於东、西坡霜凍的差別，因为在最低温度一样的情況下，东坡早晨温度急剧上升，迅速解凍，更容易引起植物組織的破坏。

圖 2 是根据苏联斯米尔諾夫 (B. A. Смирнов) 的觀測，在东坡和西坡上气温的等值線<sup>[10]</sup>。在 1935 年 2 月 23 日早晨苏呼米 (Сухуми) 地區 8 時 20 分在东坡上出現温度的入射型：地表附近是  $9^{\circ}\text{C}$ ，而在 1.5 米高处是  $6^{\circ}\text{C}$ 。在同一時間，西坡上，温度垂直分佈，仍然是温度逆增，地表附近温度为  $3^{\circ}\text{C}$ 。到了 9 時 20 分，东坡土壤附近温度到達  $12^{\circ}\text{C}$ ，而西坡土壤附近只有  $5^{\circ}\text{C}$ 。这个例子很好地說明了早晨东坡上温度的增高比西坡快得多。

苏联農業專家伊万諾夫曾經說过：“植物的死亡，常常是由於植物解凍太快的結果，解凍緩慢時，植物便不致死亡。温度的剧烈变換，忽而解凍，忽而結凍，这是最有害

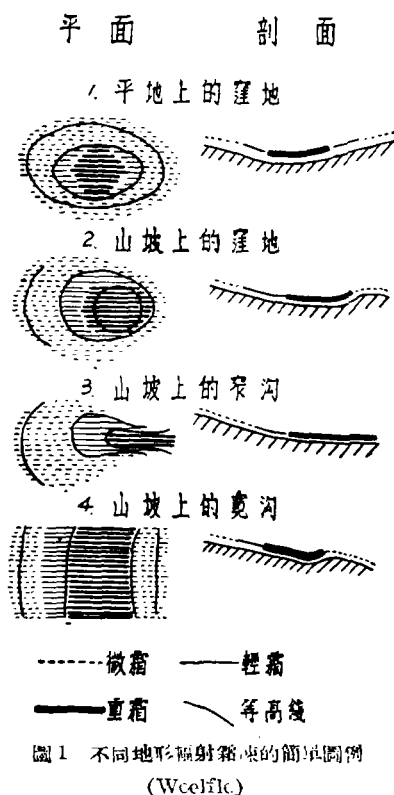


圖 1 不同地形輻射霜凍的簡單圖例 (Weelflc)

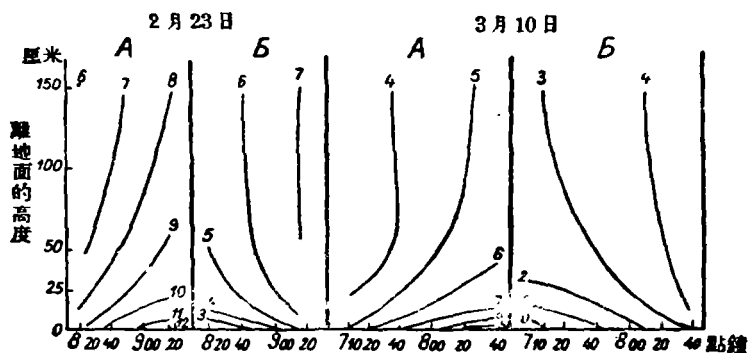


圖 2 在苏联阿勃哈茲不同方位坡地上貼地气層的温度等值線

的”[7]。

上面曾經說過,夜間山坡的冷空气向下流走,所以山麓地帶凍害最重,山坡中部凍害最輕。至山坡上部近山頂处,因受北來寒流之吹拂,所以温度也稍为低些,但比山脚低地要好得多,茲再以圖 3 表示之。

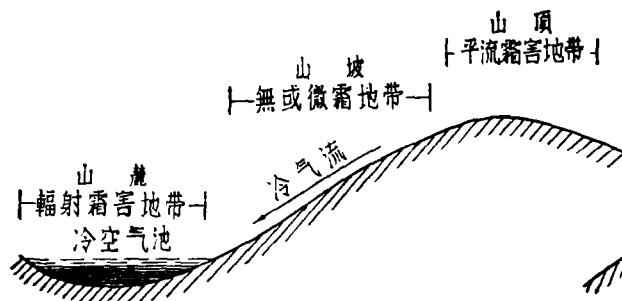


圖 3 斜坡上有無霜害地帶



圖 4 山坡中部的小窪地为  
夜間冷空气積聚之处

有時山坡中部也有凍害很重的。这是因为山坡中部有小低窪的地形(圖 4),夜間高坡上流下來的冷空气就滯積在这个小窪地裏面,不易下洩之故。

傾度陡的山坡,冬季夜間的冷空气容易下瀉,所以陡的山坡較平緩的霜凍为輕。

森林也是气流的障碍物,所以这裏特別提出森林与凍害的關係。这可举迦盖(R. Geiger)和亞孟(H. Amann)在德國上巴伐利亞(Oberbayern)的石礫平原(Schotterebene)研究林分与霜凍的關係的例子[8]。圖 5 是在离地面 25 及 100 厘米的低

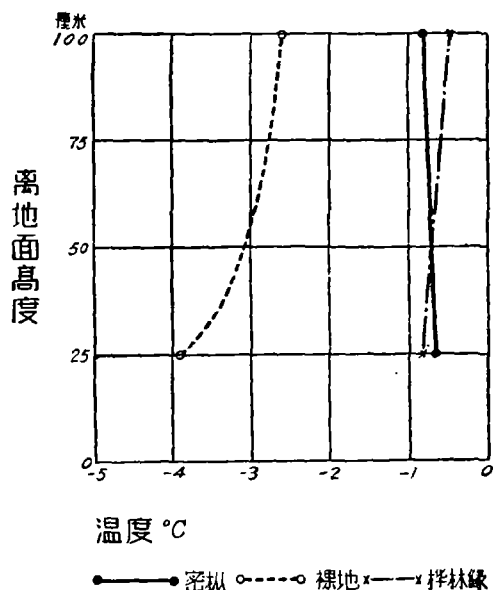


圖 5 在德國慕尼黑附近的阿青格霜地上  
11 个辐射霜夜的平均最低温度

气層中 11 个霜夜求得在樅樹叢林中、在裸地上及在樺樹林緣中最低温度的平均值。圖中裸地上垂直温度分佈是如此: 在离地 25 厘米高度处为  $-3.9^{\circ}\text{C}$ , 在 100 厘米处为  $-2.6^{\circ}\text{C}$ 。在茂密的樅樹林中及在樺樹林緣中, 不論在 25 或 100 厘米处的温度均較裸地上为高。在樅樹林中 25 厘米高度的气温反高出 100 厘米处气温  $0.2^{\circ}\text{C}$ ; 在樺樹林緣中 25 厘米处的温度低於 100 厘米处亦僅  $0.3^{\circ}\text{C}$ 。但在裸地上 25 厘米处的温度低於 100 厘米处的温度則達  $1.3^{\circ}\text{C}$ 。由此可以說明在森林中近地面的空气層內, 剧

烈的温度下降是不易出現的。

森林气候的主要特徵是: 弱的光照, 和緩的温度变化, 無霜期較長, 微弱的風速和蒸發量, 这种情形可以从地面一直保持到樹冠表面。所以鬱閉度比較大的森林对減少寒害肯定有好处的。同样的理由可以說明密植的小麥受霜害較輕的道理。如河南溫縣在 1953 年 4 月小麥遭受霜凍, 根据縣政府的調查, 馬莊農民張孫兩家的三條腿套種密植(行距 3.5 寸)小麥田內, 凍坏的僅佔 20%。同時有兩家馬姓的三條腿套種稀植(行距 7 寸)小麥田內, 凍坏的植株則達 90.5%<sup>[9]</sup>, 此外, 还有若干例子, 都証明密植的小麥可以少受或免受凍害<sup>[10]</sup>。

牧草也有類似的情形。張北地區苜蓿單獨播种的成活率很低, 有時 80% 被凍死。但与無芒草、黑麥草等混合播种時, 凍死的就只有 20% 左右。

森林地帶中霜凍的情形比較複雜, 這裏根据下列四种情况加以討論。

例 1 (圖 6): 由於林帶下部沒有下木或間木或覆盖植物等阻塞, 山坡上夜間輻射所產生的冷空气很容易通过樹幹間空隙下流, 同時林帶裏面較暖的空气亦多少能自由地与上坡的冷空气相交換, 減弱了坡上的霜凍, 因此坡上只有微霜。防護林帶以上密下疏的防霜效果最好, 就因为樹冠上部較密, 可以削弱夜間由地面向上輻射的作用。

例 2: 在乔木的林帶下面, 有下木或覆盖植物, 使森林鬱閉度增加, 夜間坡上冷空气不易流下, 而停滯在林帶的上方, 因此靠近林帶的上方, 發生重霜, 离林帶漸远, 霜凍漸輕。但在防護林的下方, 因上面冷空气被截留, 所以霜凍特別減輕或竟沒有霜凍。

例 3: 在單層林(沒有第二層下木的)的中間, 有一塊空地, 空地上因夜間輻射而冷却, 加以周圍林冠上面由於輻射而冷却的冷空气向空地中下流。且因空地上風速很小, 上下層空气不易交換, 这就加强了凝霜作用。好在樹幹下

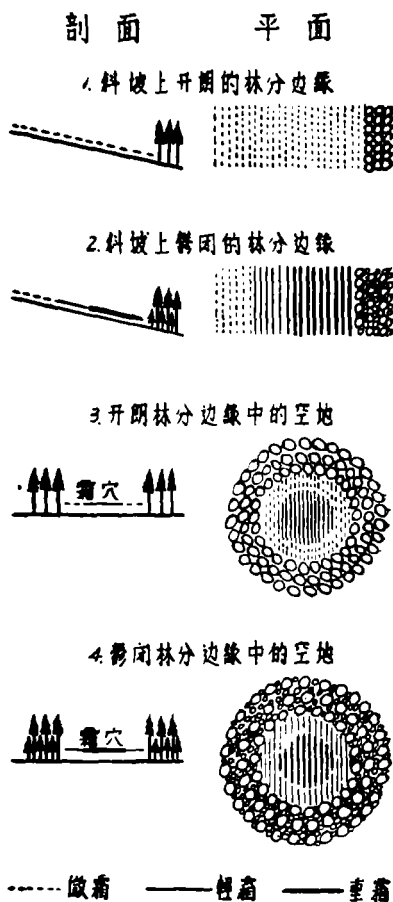


圖 6 在一定地形下由於升期和鬱閉的林分的影响而引起霜凍的簡單圖例(Woelfle)

部没有下木或覆盖植物,所以林裏比较暖的空气可与空地中的冷空气作水平的交换,结果空地中央有轻霜,边缘有微霜。

**例 4:** 林間空地周圍为密閉的森林(有二層林的),因此夜間林內的暖空气不易和空地中間的冷空气交换,结果空地中央有重霜,边缘为轻霜。

例 1、例 2 与例 3、例 4 不同之點,在於前者愈近林帶,霜凍愈重,而後者愈在林間空地的中央則霜凍愈重,愈靠近林帶边缘則愈輕。这就說明為什麼森林中空地上的霜凍有時更甚於林外曠野的道理。

在風力方面,林內和林中空地同受周圍樹木的影响,以致風速微弱。但在溫度方面,則差異很大。只有直徑不超过樹高而局部交换又較好(这是指沒有二層林,樹幹下部稀疏的林帶而言)的小空地,才可以維持森林气候的主要特徵。如林中空地面積加大,樹幹間下部又茂密(有二層林的),通風不良,空气渦動減弱,如圖 6 例 4,則与谷地或盆地的气候相似,使白晝增熱,夜間冷却作用則又加剧。所以在採伐跡地中,霜害程度往往隨着跡地面積的增大而加深。濱海林帶由於風力微弱,林帶間的蒸發減小,以致濕度增加。所以荷蘭農民不喜欢田間林帶,常常把它砍掉。他們說:林帶有增加夜霜的危險,而且夏季收割的莊稼,也因林帶通風惡劣,不易吹乾<sup>[11]</sup>。

苏联林間空地上,無霜期比野外空曠地上要短 20~30 天。由此可見,林間空地就霜凍方面來說,比敞露田野更为惡劣,当然更不能和森林气候相比了。由此可以得出結論,东西走向而前後距离很寬的林帶,对平流霜凍有相当保護作用,但对輻射霜凍,除緊靠林帶的一條很狹窄的地帶(普通只有林高 1.5 倍的寬度)外,幾乎沒有防霜效果,甚或反而加重了霜凍。

林中空地的輻射霜凍,視面積的大小而不同。大致說來,如果空地的直徑,在四周森林高度 3 倍至 20 倍之間<sup>[12]</sup>,遭受輻射霜凍的情形就將最为嚴重。这样的林間空地,我們通常称之为“霜穴”。如果面積相当大而空气容易流通,則霜凍的机会和程度就不会比林外曠野更多和更重。如果空地面積小,容易受四周森林中暖气的挹注,霜凍就大大地減弱。苏联在森林中种植檸檬、茶樹等,就是这个道理。

在靠近水边的地方,除了水陸比熱不同之外,还因水边空气的水汽增多,濕度大,容易飽和而凝結。在凝結時放出潛熱,阻止溫度下降。此外,水汽能吸收地面的熱輻射,使地面散熱緩慢,因而也有助於減輕凍害。

在坡度平緩地區,例如斜度在  $10^\circ$  或更小的丘陵地帶,所受凍害並無坡向不同的區別。此因北來寒流對於平緩丘陵,能隨地形的高低而起伏上下。但坡度漸大,差別漸顯。斜度  $25^\circ$  左右的山坡,則向風坡与背風坡霜凍的差別,極為明顯。



三面环山的馬蹄形盆地,如果缺口向南,是最理想的防霜环境,中間如能有水則更好。因为這裏寒潮不易到達。以廣東信宜与徐聞兩处为例,信宜的东、北、西三面均有山嶺屏障;而徐聞則在雷州半島南端一片平原之上,北來寒流毫無阻隔。因此,1955年1月12日寒潮來襲,信宜最低气温竟高出徐聞 $3.4^{\circ}\text{C}$ 之多( $1.6^{\circ}$ 对 $-1.8^{\circ}$ ),結果徐聞遭受霜害,而信宜則平安無事。虽然信宜的緯度高出徐聞近2度( $22^{\circ}22'$ 对 $20^{\circ}28'$ )。我國冬季的寒潮,並不是每次都能及於華南的。但是,假使到達華南,其主流常由湘南五嶺山脈缺口,越湘桂边界,循湘桂鐵路軌跡南下,由桂林注入廣西东部平原。因为这个地區地势低平,所以寒潮到達華南,必以廣西的东部为最冷,这是作者在1954年2月底去華南調查時所已經明確了的事实。現在試比較一下这条主要寒流路徑上以及路徑兩旁1955年1月及1954年12月的平均温度和絕對最低温度,如下表<sup>[13]</sup>所示:

	1955年1月			1954年12月	
	路徑之西	在寒潮主流的路徑上		路徑之东	
	金城江	桂林	柳州(沙塘)	桂林	賀縣
北緯	$24^{\circ}46'$	$25^{\circ}15'$	$24^{\circ}25'$	$25^{\circ}15'$	$23^{\circ}59'$
海拔(米)	214	167	約150	167	50
平均温度( $^{\circ}\text{C}$ )	8.6	6.1	7.7	5.9	8.6
絕對最低温度( $^{\circ}\text{C}$ )	-2.0	-4.9	-5.8	-1.8	0.8

註: 1955年1月賀縣气象記錄忽然中斷,因此只好比較1954年12月的情況。

由上表很明顯的表示:在寒潮主流路徑上的温度,尤其是絕對最低温度總比寒流路徑东西兩边的为低。

在湘桂交界的廣西境內,如在兴安、灵川之間,湘桂鐵路通过之处,這裏山脈的缺口很窄,好像是冬季寒潮進入華南特別是廣西境內的葫蘆谷口,也可以說是寒潮的走廊。將來是否可以在此处築壩阻塞一些北來寒流,以便熱帶作物在廣西东部能更好的發育,有些同志曾有此意見,这是一个可以考慮的問題,但須經詳細測驗和研究之後,才能下正確的結論。

此外,江河流域的走向也和寒流有密切的關係。廣西省內左右二江的走向不同,霜凍的程度亦各異。茲將右江上游的百色及左江上游的龍津作一比較,如右表所示:

龍津緯度比百色低 $1^{\circ}33'$ , 1955

		百 色	龍 津
北緯		$23^{\circ}55'$	$22^{\circ}22'$
海拔(米)		138	128
1955年 1月	平均温度( $^{\circ}\text{C}$ )	10.5	11.3
	平均最低温度( $^{\circ}\text{C}$ )	6.4	7.5
	絕對最低温度( $^{\circ}\text{C}$ )	-2.0	-3.0

年 1 月平均温度和平均最低温度都是龍津比百色高。但绝对最低温度龍津却比百色低  $1^{\circ}\text{C}$ ，这就是因为百色北部有都陽山脈(海拔 800~1,000 米) 为屏障。而且百色所在的右江自西北向东南伸展，是不利於寒潮的侵入。左江的流向則自西南向东北，北來寒流，尤其是东北來的寒流，正好沿江直下龍津；到龍津後，又为中越边界的大青山所阻，不得外洩。因此，在强大寒潮到達華南的時候，龍津的最低温度就總較百色为低了。

### 参 考 文 献

- [1] 呂 炯：關於小麥春凍問題的探討。科學通報 1953 年 8 期，63-66 頁。
- [2] 伊万諾夫：米丘林遺傳選種與良種繁育學。第二集 156 頁，1953 年 7 月，科學出版社。
- [3] 吳祖堂：張北縣第三區苜蓿凍害調查初步總結。1954 年油印本 12 頁。
- [4] 山東省農業科學研究所：山東省小麥凍害研究總結。乙·春寒凍害 2 頁，1953 年 8 月油印本。
- [5] 見[4]。
- [6] С. А. Санюкникова：Микроклимат и местный климат. стр. 108, 1950, Ленинград.
- [7] 見[2]。
- [8] Max Woeble: Waldbau und Forstmeteorologie. S. 17, 1950, München.
- [9] 劉祝宜、余成業：溫縣小麥霜災考查。5 頁，油印本。
- [10] 華北行政委員會農林局：山西小麥霜凍二次報告。1954 年油印本 2 頁。
- [11] R. J. Van Der Linde and J. P. M. Woudenberg: On the microclimatic properties of sheltered areas. p. 9, 1950, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.
- [12] 大後美保：農業災害とその防ぎ方，83 頁，1952，東京博友社出版。
- [13] 江愛良：廣西寒害調查報告。尚未發表。

## TOPOGRAPHICAL FEATURES AND FROST DAMAGE

Lü Chung

(Institute of Geophysics, Academia Sinica)

The author has in the past four years been afforded opportunities to investigate the problem of frost damage, such as the frost bite of wheat in North China, of forage plants in the Changpei Area, and of tropical plants in South China. In the course of these investigations the author has keenly felt the close relationship between topography and frost damage. If favourable topography is chosen for plants, the frost damage may be avoided or lessened to some extent.

In this paper, the author based on his past investigations makes a comprehensive report particularly on matters concerning topography in hopes that it may be helpful to agriculture in taking precautions against frost damage.