



科学の眼

まなこ

発行：姫路科学館（〒671-2222 姫路市青山 1470-15 電話：079-267-3961）
<http://www.city.himeji.lg.jp/atom/>

地球シリーズ

空から氷が降ってくる！

雹（ひょう）

Hail

姫路科学館 学芸・普及担当 徳重 哲哉

平成26年6月24日に、東京都多摩地区を中心に大量の雹が降りました。6月12日には丹波地方でも降雹がありました。江戸時代の百科事典『和漢三才図会』の雹の項（図1）には、「日本の北地では、夏月に雹の降ることがままあって、大きさは蓮かはす 苺おにぼすの実ぐらいのものが普通である。畿内の温和な地では雹はまれで、十年に一度も見ることはない。」とあります。なぜ、暖かい時期に氷が降ってきたのでしょうか？今回は、空で雹ができるしくみを紹介します。



図1 雹

『和漢三才図会』より

■積乱雲、雹、雨

雹は積乱雲から降ってくる氷の粒のうち、直径5mm以上のもので、5mm未満のものは霰あられといます。積乱雲は、モクモクと湧き上がった背の高い雲です。特に、夏の積乱雲は入道雲とも呼ばれ、白く輝く雲が、強い上昇気流によって大きく盛り上がります。雲は、水蒸気が凝結した水滴や、これが凍った小さな氷の粒（氷晶ひょうしょう）が、太陽の光を散乱するため白く見え、水滴などの量が多いと散乱も強くなります。白く輝く入道雲には水滴が大量にあります。問題は、なぜ凍るのか、どうして融けずに降ってくるのかの2点です。

■上昇による空気塊の状態変化

水蒸気を含んだ空気の塊の変化を考えます。大きな空気塊は、外部との熱のやり取りに対する全体の温度変化が小さいため、断熱変化すると考えられます。空気塊が上昇すると、上空ほど気圧が低いため断熱膨張し、膨張により熱が失われるため、内部の気温が下がります（図2）。断熱変化による温度変化の割合（断熱減率）は、空気塊の湿度によって変わります。

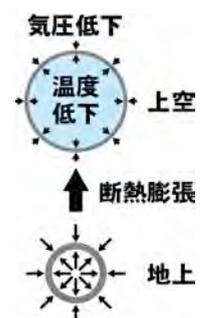


図2 断熱変化

空気中の水蒸気の量は水蒸気圧で表します。水蒸気圧は蒸発によって増え、凝結によって水滴ができると減ります。蒸発と凝結が釣り合った状態を飽和ほうわといい、そのときの水蒸気圧を飽和水蒸気圧といいます。飽和水蒸気圧に対する空気中の水蒸気圧の割合が湿度そうたいしつど（相対湿度）です。水蒸気と水滴が混在している相対湿度 100%の空気に対し、水滴がない相対湿度 100%未満の空気は「乾燥」と考えます。乾燥空気は 100m 上昇するごとに気温が約 1℃下がります（乾燥断熱減率かんそうだんねつげんりつ）。一方、飽和水蒸気を含む空気は、常温の範囲では 100m 上昇するごとにおよそ 0.5℃下がります（湿潤断熱減率しつじゆんだんねつげんりつ）。なお、水蒸気は凝結するとき、凝結熱（潜熱せんねつ）を放出して空気塊を温めます。気温が高いほど飽和水蒸気圧も高く、潜熱の放出も多いため、実際は、気温が高いほど湿潤断熱減率が小さくなります。

■積乱雲の中で

地表付近の気温が 30℃、雲底高度が 1000m の場合を考えます。地表付近で温められた空気塊が上昇するとき、雲がない部分は乾燥断熱減率で 100m ごとに 1℃ずつ気温が低下し、雲の底で気温 20℃になります。湿潤断熱減率が 0.5℃/100m の場合、雲の中では 1000m 上昇するごとに 5℃ずつ下がり、水滴がどんどん増えます。高度 5000m を超えると氷点下になり、水滴は凍って氷晶になります。（図 3）。

ただし、氷晶ができるには氷晶核が必要なので、0℃で水滴が全て氷晶になるのではなく、0℃から-40℃程度の範囲では、0℃以下でも水滴のままの過冷却水滴が相当量あります。過冷却水滴の近くに同じ温度の氷晶ができると、これが氷晶核となって周囲の水蒸気を集めて成長し、逆に、周囲が不飽和になった過冷却水滴からは水蒸気が蒸発するため、氷晶は急激に成長します（図 4）。

氷晶が成長し重くなると、重力が上昇気流に勝って、氷晶は落下し始めます。上昇気流があまり強くなければ、氷晶や水滴の付着により氷晶は成長しながら落下し続け、途中で融けて雨になります。一方、積乱雲が発達中で、上昇気流が強まりつつある時には、氷晶は積乱雲の中で下降・上昇を繰り返してますます成長し、雹になります（図 5）。

雹が大量にできると、入道雲を作るような強い上昇気流でも落下を食い止められず、一斉に落下します。雹は雨粒よりも高速で落下するので、真夏ほど気温も高くない時期には、雹はあまり融けず、凍ったまま降ってくるのです。

大量の雹が降ると、硬いものが高速でぶつかるため、農作物や屋根などに大きな被害をもたらすこともあります。また、積乱雲中で氷晶や雹が衝突し、その摩擦で発生する静電気が雷ですから、頭上で雷鳴が聞こえる時には、雹にも警戒が必要です。

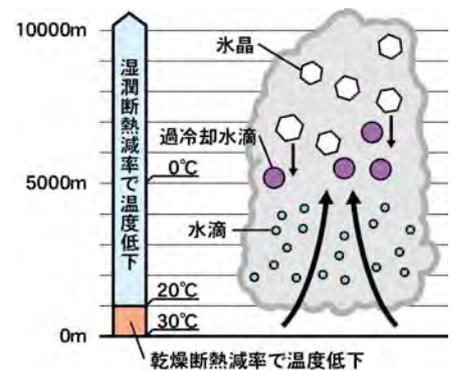


図 3 積乱雲と温度変化

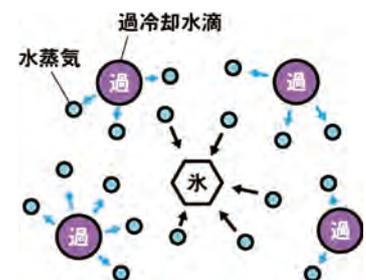


図 4 過冷却水滴と氷晶

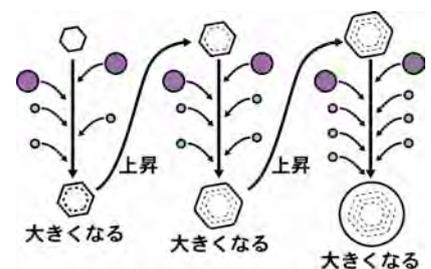


図 5 氷晶が成長して雹になる

PDF版のおまけページ

降り積もった白い雹は、輪転機印刷ではわかりにくいので印刷版には掲載しませんでした。PDF版限定でカラー画像をご覧ください。

写真1、2とも東京都三鷹市中原での状況で、写真2の右側には郵便配達バイクの前輪が半分ほど埋もれているのが見えます。



写真1 降り積もった雹



写真2 降り積もった雹

写真提供：國澤有通さん