เมฆต่ำ (Low clouds) (สูงจากพื้นดินถึงความสูง ก.ม)

สตราตัส (stratus) (ใช้อักษรย่อ St)

เป็นเมฆที่อยู่ต่ำและอยู่เป็นแนวนอนคล้ายกับหมอก แต่บางทีอาจเป็นฝ่นฟิลม์บาง ๆ ทำให้ท้องฟ้ามีลักษณะเป็นฝ้า เมฆนี้มักเป็นหมอกที่ลอยขึ้นไปจากผิวดิน ถ้ามีเมฆ stratus จะทำให้เกิด drizzle (ฝนปรอย) ร่วมด้วย

สตราโตคูมลัส (stratocumulus) (ใช้อักษรย่อ Sc)

เป็นเมฆที่อยู่ต่ำกว่าเมฆเกือบทั้งหมด ประกอบด้วยมวลที่เป็นก้อนกลม มักจะเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เมฆนี้มีสีเทาอ่อนพร้อมกับจะมีสีที่แก่กว่าในที่เป็นแห่ง ๆ ก้อนเมฆมักจะอยู่ชิดกันทำให้ดูเป็นคลื่น

นิมโบสตราตัส (Nimbostratus) (ใช้อักษรย่อ Ns)

เมฆนี้ค่อนข้างจะมีสีเทาแก่ที่สม่ำเสมอทำให้ท้องฟ้ามืดครึ้ม เป็นเมฆที่ทำให้เกิดฝนและหิมะ

เมฆต่ำที่ก่อตัวในแนวดิ่ง (Low coluds vertically formed) (สูง 500 m - 6 กม.)

คูมลัส (Cumulus) (ใช้อักษรย่อ Cu)

เมฆนี้เป็นเมฆที่หนาและก้อนใหญ่ที่ก่อตัวจากแนวดิ่ง ลักษณะที่ฐานเป็นแนวนอกและบนยอดมีลักษณะกลมหรือคล้ายโดม (Domes shape) บางครั้งถ้าเมฆก่อตัวมากขึ้นจะเป็นรูปดอกกะหล่ำปลี (Zcauliflower) เมฆนี้มักแสดงถึงอากาศดี เมื่อมองตรงกันข้างกับดวงอาทิตย์ขอบจะสว่างตรงฐานจะมืด การที่ฐานของเมฆเป็นเส้นตรงเพราะว่าเป็นระดับควบแน่น เมฆนี้มักจะไม่ทำให้ฝนตกนอกจากว่าจะเปลี่ยนแปลงเป็นเมฆ cumulonimbus

คูมูโลนิมบัส (cumulonimbus) (ใช้อักษรย่อ Cb)

เป็นเมฆที่มีก้อนหนาทึบซึ่งแผ่กระจายในแนวดิ่ง เป็นเมฆที่หนาที่สุดและง่ายต่อการสังเกตุเพราะที่ยอดเป็นรูปทั่งซึ่งคลอบคลุมด้วยเมฆบางของ cirrus เมฆนี้มักจะเรียกว่าเมฆฝนฟ้าคะนองเพราะมีฟ้าแลบฟ้าร้องและพายุร่วมด้วยเสมอ เมฆคูมูโลนิมบัสทำให้เกิดฝน ลูกเห็บและหิมะ

Figure 3.29 A very generalized vertical arrangement of cloud types. (*From Atmosphere and Weather Charts, published by A. J. Nystrom and Company.*)

FIG. 3.30

Cirrus Invading the Sky (C_H1). Delicate Cirrus composed of irregularly arranged filaments oriented in various directions and showing a tendency at lower left to fuse together into Cirrostratus. *Courtesy, U.S. Department of Commerce, Weather Bureau*

FIG 3.31

Cirrocumulus (C_H9). Closely packed, small, globular masses are arranged in lines or ripples, associated with Cirrostratus at lower right. U.S. Army photo

FIG. 3.32

Cirrostratus (C_H7). A well-defined halo of 22° around the sun is visible as well as a parhelic circle through the sun.

FIG. 3.33

Cirrostratus (C_H6). A thin nil **extends above 45° at 'upper left, a fibrous structure** with **parallel bands shows** at left renter, **and patches** of **Altocumulus lentricularis and** Alto-**stratus below.** ***Courtesy, U.S. Department*** of **Commerce,** Weather **Bureau.**

FIG. 3.34

Semi-transparent Altocumulus (C_M3). A **layer** of **Altocumulus at one level composed** of soft, flat, rounded **masses,** thick enough **to be** rather **heavily shaded** in **places,** but with interstices **where the** blue **appears.** ***Courtesy,*** U.S. ***Department*** of **Commerce. Weather Bureau.**

FIG. 3.35

Altocumulus (C_M7). Patcher **of** Alto cumulus with **Stratocumulus below and Altostratus at** upper **right.** ***Courtesy,*** U.S. ***Department of*** Corn. ***merce, Weather Bureau.***

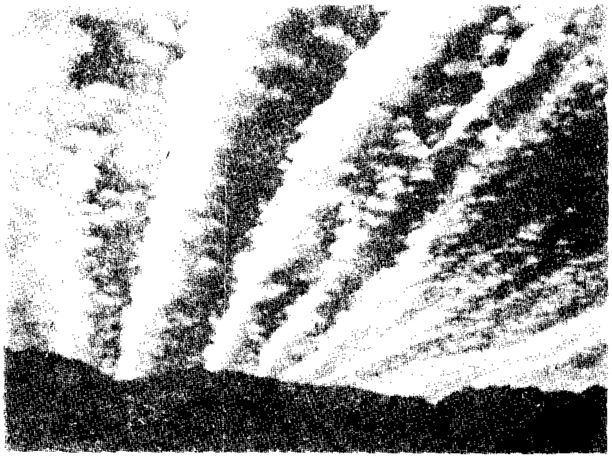


FIG. 3.36

Altocumulus Increasing and Thickening (C_M5). Bands of Altocumulus are advancing from left to right across the sky. *Courtesy, U.S. Department of Commerce, Weather Bureau.*

FIG. 3.37

Thin Altostratus Covering Entire Sky (C_M1) Two well-defined masses of Stratocumulus lenticularis are at the center. *Courtesy, U.S. Department of Commerce, Weather Bureau.*

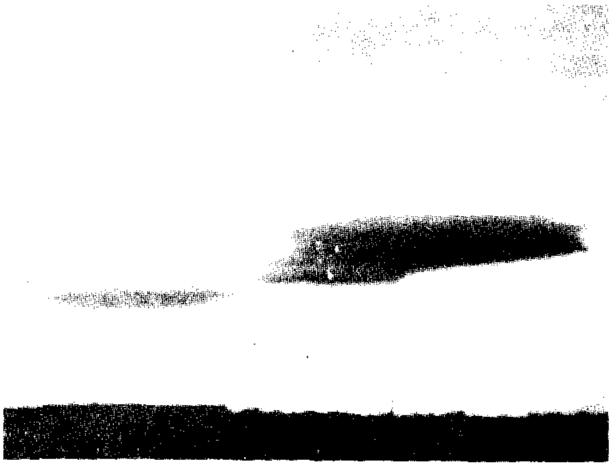


FIG. 3.38

Thick Altostratus (C_M2). Below the Altostratus layer is band of Stratocumulus, and fog can be seen in the valley below. *Courtesy, U.S. Department of Commerce, Weather Bureau.*

FIG. 3.39

Stratocumulus (C_L5). Light and shade contrasts are apparent near the zenith, and parallel rows can be seen near the horizon. *Courtesy, U.S. Department of Commerce, Weather Bureau.*

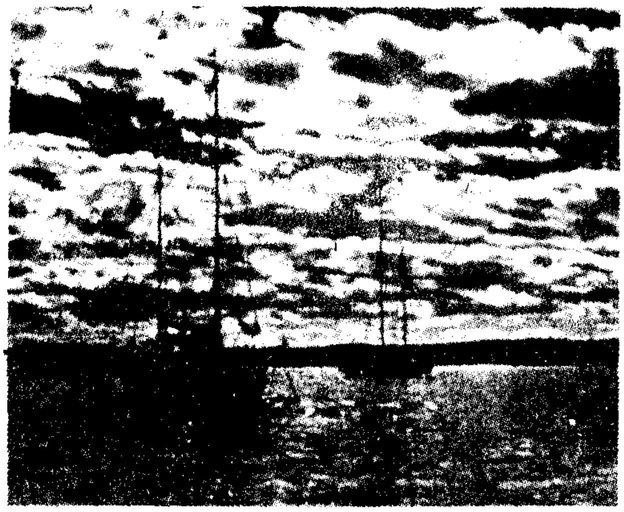


FIG. 3.40

Stratocumulus from the Spreading Out of Cumulus (C_L4). The dark shadows indicate considerable thickness of the clouds. *Courtesy, U.S. Department of Commerce, Weather Bureau.*

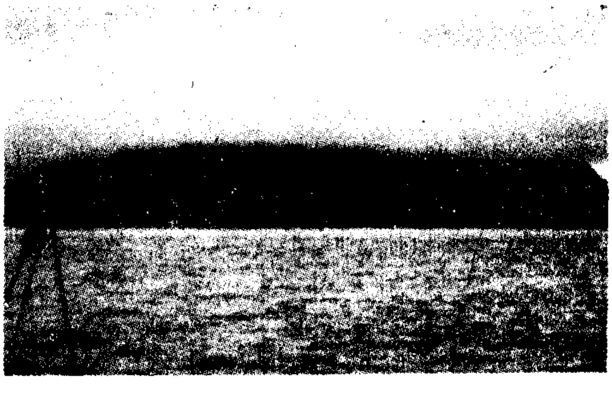


FIG. 3.41

Stratus (C_L6). Low Strati are moving over a small, rocky island. These clouds move in at very low altitudes over the West Coast to form fog. *Courtesy, U.S. Department of Commerce, Weather Bureau.*

FIG. 3.42

Stratus fractus of Bad Weather (C_L 7). Dark grey, more or less homogeneous clouds cover the sky. Light snow was falling, but because of the use of infrared film, it is not shown and the visibility appears greater than it was. *Courtesy, U.S. Department of Commerce, Weather Bureau.*

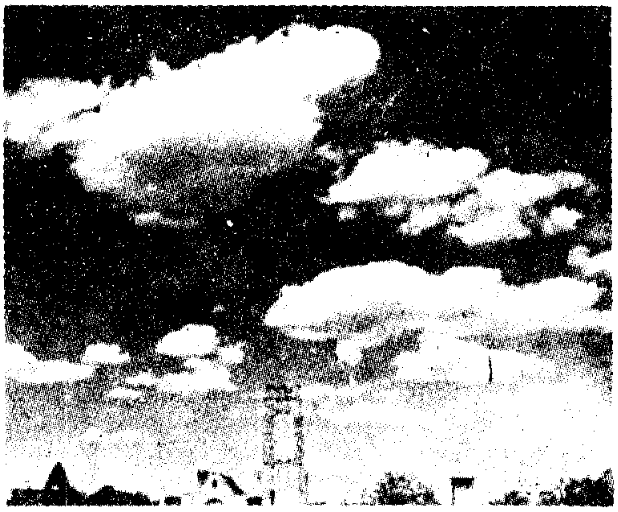


FIG. 3.43

Cumulus humilis (C_L 1) The scattered masses have a flat and deflated appearance, the horizontal extension being greater than the vertical. *Courtesy, U.S. Department of Commerce, Weather Bureau.*

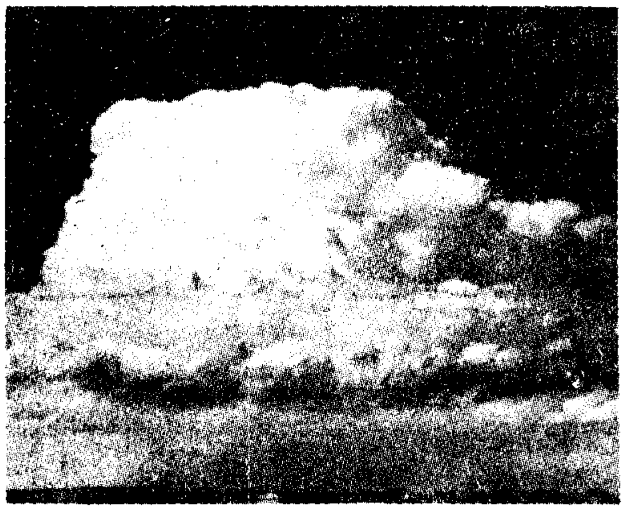


FIG. 3.44

Cumulonimbus calvus (C_L 3). The characteristic anvil of fibrous cloud has not yet developed. Showers can be seen falling from the base of the cloud. *Courtesy, U.S. Department of Commerce, Weather Bureau.*

หมอก (fog)

หมอก คือเมฆซึ่งอยู่ล้อมรอบพื้นดินและขัดขวางการมองเห็นระยะ 1 ก.ม หรือน้อยกว่า หมอกทุกชนิดประกอบด้วยหยดน้ำเล็ก ๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.01-0.1 mm หมอกที่ไม่ใช่หมอกแท้ ได้แก่ ฟ้าหรัวและ smog

ฟ้าหลัว (Haze)

1. dry haze (ฟ้าหรัวแห้ง) ไม่ใช่หมอก แต่เกิดจากอณูของฝุ่นละอองหรือเกลือต่าง ๆ แขวนตัวอยู่ในอากาศเป็นจำนวนมาก เกลือเหล่านี้มีอณูเล็กมาก จนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

2. Damp haze (ฟ้าหรัวชื้น) เกิดขึ้นเมื่อหมอกมีจำนวนหยดน้ำมีน้อยและมีขนาดเล็ก เมื่อเกิดฟ้าหรัวจะทำให้ดูท้องฟ้าจะเป็นฟ้าบาง ๆ ถ้ามองวัตถุที่ค่อนข้างขาวจะแลเห็นฟ้าเป็นสีเหลืองซีด ถ้าวัตถุนั้นมีสีค่อนข้างดำจะแลเห็นฟ้าเป็นสีน้ำเงินซีด

Smog (smoke + fog)

ในเมืองที่มีอณูของสารซับน้ำจำนวนมาก อันเกิดจากถ่านหิน โรงงานหรือควันน้ำมันที่พ่นจากรถยนต์ทำให้เกิดหมอกที่มีขนาดเล็กและมีความหนาแน่นสูง

หมอกสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด

1. หมอกที่เกิดจากการระเหย (evaporation fog)

   ก. steam fog ในเขตร้อนหลังจากมีพายุฝนฟ้าคะนอง อากาศจะเย็นตัวลงชั่วคราว ดังนั้นการระเหยจากดินและพืชผักจะทำให้เกิดหมอกขึ้น

   ข. frontal fog เมื่อมวลอากาศอุ่นไปแทนที่ อากาศเย็นก็จะเกิดแนวปะทะอากาศอุ่นขึ้น การระเหยจากฝนที่อุ่นเมื่อตกผ่านอากาศที่แห้งกว่าและเย็นเบื้องล่างอาจทำให้เกิดการอิ่มตัวและควบแน่นเป็นหมอกขึ้น

2. หมอกที่เกิดจากการเย็นตัว

   ก. radiation fog หรือ Ground fog เป็นหมอกที่เกิดขึ้นอยู่ทั่วไปในบ้านเรา

ความร้อนที่ส่องมาในเวลากลางวันทำให้เกิดการระเหย และชุ่มชื้น ในเวลากลางคืนที่ท้องฟ้าแจ่มใส โลกและอากาศจะเย็นลง ความร้อนของอากาศที่ใกล้ผิวโลกจะสูญเสียให้กับอากาศเบื้องบน จนกระทั่งอากาศที่อยู่ใกล้พื้นดินลดลงจนถึงจุดน้ำค้าง ทำให้เกิดหมอกพื้นดินขึ้น หมอกนี้มักจะเกิดขึ้นในเวลากลางคืนหรือเช้าตรู่ก่อนดวงอาทิตย์ขึ้น เมื่อดวงอาทิตย์ขึ้นแล้ว หมอกจะจางหายไปใน 1-2 ช.ม

ข. **Advection fog** เกิดได้ 2 วิธี

1. เมื่ออากาศเย็นพัดเหนือผิวน้ำที่อุ่น เช่น บริเวณ arctic การระเหยของน้ำขึ้นสู่เบื้องบนทำให้เกิดหมอก (ดังนั้นบางครั้งจึงเรียกว่า steam fog)
2. เมื่ออากาศอุ่นพัดเหนือพื้นผิวที่เย็น หมอกที่เกิดในทะเล $\frac{4}{5}$ ส่วนเกิดโดยวิธีนี้ เช่น เมื่อกระแสน้ำอุ่น Gulf stream พบกับกระแสน้ำเย็น labrador แถว New found land หรือเมื่อกระแสน้ำอุ่นพัดผ่านเกาะอังกฤษทำให้เกิดหมอกที่เรียกว่า pea soup

ค. Upslpe fog หมอกภูเขา การที่อากาศค่อย ๆ ไหลไปตามลาดภูเขา อากาศจะขยายตัวเพราะความกดดันลดลง และอากาศจะเย็นตัวทำให้เกิดหมอกขึ้น

หยาดน้ำฟ้า (Precipitation)

หยาดน้ำฟ้าถือว่าเป็นขั้นสุดท้ายในกระบวนการธรรมชาติ การที่จะเกิดฝนได้นั้นจะต้องมีระยะ

1. อากาศชื้นที่สกปรก
2. อากาศลอยตัวสูงขึ้น
3. เย็นลง
4. อิ่มตัว
5. ควบแน่น
6. หยดน้ำเล็ก ๆ เจริญเติบโตมีขนาดใหญ่ขึ้น
7. กลายเป็นฝนตกลงมา

สำหรับขั้นที่ 6 การที่หยดน้ำเล็ก ๆ เจริญเติบโตเป็นหยดน้ำขนาดโตตกลงมาเป็นฝนนั้น ยังไม่รู้แจ้งชัด นักวิทยาศาสตร์กำลังศึกษาอยู่

ฝน (rain)

ฝนเกิดจากการควบแน่นของไอน้ำในอากาศที่อุณหภูมิเหนือจุดเยือกแข็ง หยดน้ำฝนมีขนาด 0.5 mm หรือใหญ่กว่า การที่ฝนตกเบา ๆ และเม็ดเล็ก (sprinkle) นั้น แสดงว่าหยดน้ำฝนก่อตัวในเมฆสูงได้ระเหยก่อนที่จะมาถึงพื้นดิน หรืออาจแสดงว่าอัตราการควบแน่นในเมฆส่วนล่างเป็นไปค่อนข้างช้า ถ้าหยดน้ำก่อตัวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 0.5 mm ฝนชนิดนี้เรียกว่า drizzle หมอกบางทีก็กลายเป็น drizzle ได้

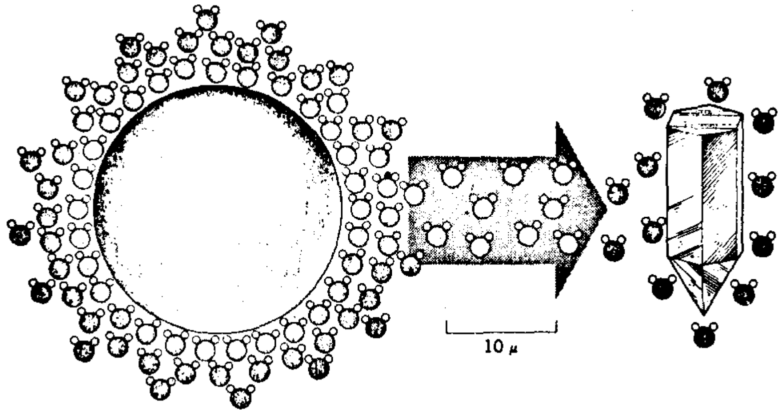


Fig. 3.45 Greater saturation vapor pressure over water surface than over ice surface causes supercooled droplets to evaporate and ice crystals to grow.

กระบวนการที่หยดน้ำเล็ก ๆ ในก้อนเมฆโตขึ้นจนมีขนาดที่จะตกลงมาเป็นฝนบนพื้นโลกนั้นยังไม่รู้แจ้งชัดนัก จึงได้มีการตั้งทฤษฎีขึ้น 2 ทฤษฎี

ทฤษฎีที่ 1 เรียกว่า Bergeron ice crystal theory ทฤษฎีนี้ กล่าวว่าที่ส่วนบนของก้อนเมฆนั้นจะต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งและประกอบด้วยผลึกของน้ำแข็ง กับ Supercooled water droplets (คำว่า supercooled water droplets หมายถึง หยดน้ำที่ควบแน่นเป็นของเหลวที่อุณหภูมิเหนือ 0°C และยังคงรักษาสถานะเป็นของเหลว หลังจากที่อุณหภูมิได้ลงลงต่ำไปกว่าจุดเยือกแข็ง) เนื่องจากความดันไออิ่มตัวเหนือ supercooled water มีมากกว่าผลึกน้ำแข็ง

(หรือพูดว่าระเหยได้เร็วกว่าผลึกน้ำแข็ง) ดังนั้น ไอน้ำจาก supercooled water จะมาควบแน่นบนผลึกน้ำแข็ง ทำให้ผลึกน้ำแข็งโตขึ้นจนตกลงมาเป็นฝน และในระหว่างที่ตกลงมานั้นอาจไปชนกับหยดน้ำหยดอื่นและรวมกันเป็นหยดน้ำที่มีขนาดโตมากขึ้น ทฤษฎีนี้เป็นการอธิบายถึงการเกิดฝนในเมืองหนาว (ดูรูป 3.45)

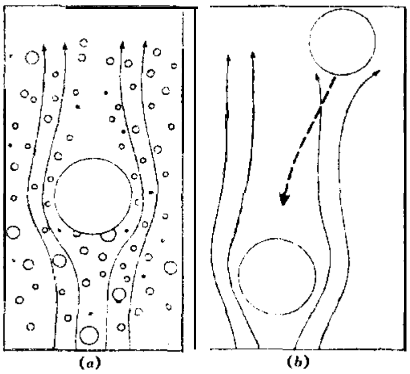


Fig. 3.46A falling raindrop will capture cloud droplets on its forward side (a), and it may be overtaken by other raindrops coming into its wake (b).

ลักษณะหยดน้ำฝนที่ตกลงมาสู่พื้นดิน

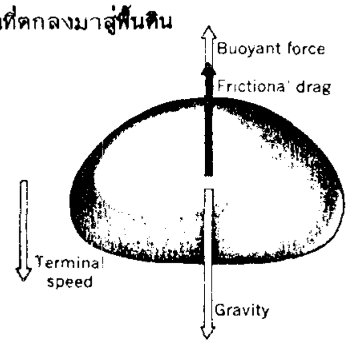


Fig. 3.47 Drop falling at terminal speed Its spherical shape becomes distorted.

<u>ทฤษฎีที่ 2 เรียกว่า Coales cluce theory</u> (ดูรูป 3.46)

ในเขตร้อนบางครั้งฝนอาจจะตกจากเมฆที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็ง ดังนั้น ได้มีการตั้งทฤษฎีขึ้นอีกทฤษฎีว่า การที่หยดน้ำมีขนาดโตขึ้นมานั้นเกิดจากการชนกันของหยดน้ำที่มีขนาดต่าง ๆ กัน แล้วรวมกันเป็นหยดน้ำที่โตจสตกลงมาเป็นฝนได้

ลักษณะอากาศและฝนในประเทศไทย

ประเทศไทยอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรมาก ระหว่างเส้นละติจูดประมาณ 5° ถึง 20° เหนือ จัดได้ว่าอยู่ในแถบร้อนของโลก อากาศค่อนข้างร้อนซึ่งรับไอน้ำได้มากกว่าปกติ เมื่ออากาศอุ่นและชื้นลอยขึ้นจะขยายตัวและเย็นตัวลง ควบแน่น กลายเป็นฝน สาเหตุที่ทำให้อากาศลอยสูงขึ้นนั้นมีดังนี้

1. การพาความร้อนของอากาศ (Convection) ทำให้เกิดฝน convective rain (ฝนพาความร้อน)
2. อากาศลอยขึ้นไปตามลาดภูเขา ทำให้เกิดฝนภูเขา (Orographic rain)
3. การพุ่งขึ้นเบื้องบนของอากาศในพายุหมุน ทำให้เกิด Cyclonic rain (ฝนพายุหมุน)
4. อากาศร้อนไหลพุ่งขึ้นไปบนมวลอากาศเย็นทำให้เกิดฝนแนวปะทะ (frontal rain)
5. เกิดจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (NE monsoon) พัดปะทะกับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (SW monsoon) กลายเป็นร่องความกดอากาศต่ำที่เรียกว่า ITC หรือ Intertropical convergence Zone

1. ฝนพาความร้อน เกิดจากในเวลากลางวันพื้นดินได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ อากาศก็จะร้อนขึ้นด้วยและจะลอยสูงขึ้นเย็นตัวลงตามลำดับ เมื่อเย็นลงจนถึงจุดที่อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำก็จะกลั่นตัวเป็นเมฆ cumulus และอาจรุนแรงจนกลายเป็นเมฆ cumulonimbus ตกลงมาเป็นฝน พายุ ฟ้าคะนอง

   ฝนชนิดนี้อาจตกเป็นแห่ง ๆ ได้ทุกวัน ในระยะตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นระยะที่อากาศในประเทศเรามีความชื้นมาก เนื่องจากได้รับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากมหาสมุทรอินเดีย สำหรับภาคใต้ เนื่องจากมีทะเลล้อมรอบจึงอาจมีฝนชนิดที่ตกเป็นแห่งได้ตลอดปี

2. <u>ฝนภูเขา</u>graphic rain)

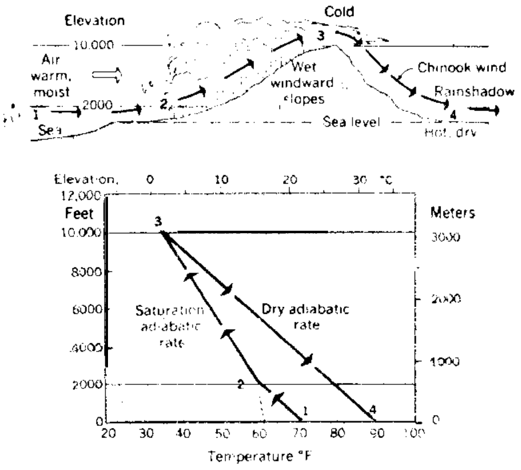


Figure 3.48 Forced ascent of oceanic air masses, producing precipitation and a rainshadow desert. (From A. N. Strahler, 1963, *The Earth Sciences*, Harper and Row, New York.)

Orographic rain เกิดจากอากาศชื้นพัดปะทะกับภูเขา ลมจะพัดพุ่งขึ้นไปตามลาดเขา แล้วจะเย็นลงในขณะที่สูงขึ้นไป เนื่องจากการลอยตัวทำให้อุณหภูมิลดลง เมื่อถึงจุดที่อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ จะกลั่นตัวเป็นเมฆ และตกเป็นฝนทางด้านเขาต้นลม ส่วนซีกทางด้านหลังก็อาจมีฝนตกได้บ้างแต่มีจำนวนน้อย เพราะเมื่อลมพัดข้ามเลยยอดเขาไปจะจมตัวลงตามลาดเขาด้านหลัง อากาศจะอุ่นขึ้นตาม adiabatic process อากาศอุ่นสามารถมีไอน้ำได้มาก เพราะฉะนั้นเมฆจะหายไป เมืองที่อยู่ทางซีกเขาด้านปลายลมจึงมีฝนน้อย เช่น ที่ตากซึ่งมีภูเขาตะนาวศรีกั้นขวางทางลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อยู่ ส่วนจังหวัดที่ตั้งอยู่หน้าภูเขา เช่น ระยอง จันทบุรี จะมีฝนตกมาก

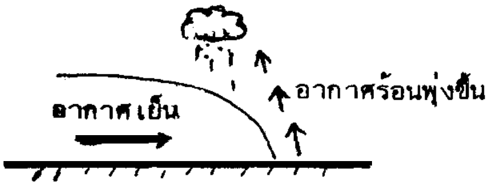
3. <u>ฝนพายุหมุน (cyclonic rain)</u> พายุหมุนที่เกี่ยวข้องกับประเทศไทยเรา ได้แก่พายุดีเปรสชั่น พายุโซนร้อนและพายุไต้ฝุ่น (เรียกชื่อต่างกันเพราะความเร็วลมผิดกัน พายุดีเปรสชั่นมีความเร็วลมน้อยที่สุด น้อยกว่า 61 ก.ม/ช.ม พายุโซนร้อนความเร็วลมอยู่ระหว่าง 61-117 ก.ม/ช.ม และดยุไต้ฝุ่นมีความเร็วลมมากกว่า 117 ก.ท/ช.ม) อาณาบริเวณหรือเส้นผ่าศูนย์กลางของพายุหมุนอาจกว้างมากกว่า 1000 ก.ม แต่โดยเฉลี่ยจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ

650 ก.ม ลมที่พัดเข้าสู่พายุหมุนจะม้วนเข้าหาศูนย์กลาง เป็นรูปก้นหอยในทางทวนเข็มนาฬิกา พายุหมุนในประเทศไทยโดยมากเป็นดีเปรสชั่น ซึ่งมีเมฆ nimbostratus ทำให้เกิดฝนตกหนัก ตกทั่วไปเป็นบริเวณกว้างและมีระยะหลายวัน

พายุหมุนที่ผ่านเข้ามาในประเทศไทยนั้นมักก่อตัวในทะเลจีนใต้หรือในมหาสมุทรแปซิฟิค โดยอาจแรงถึงขั้นเป็นไต้ฝุ่นอยู่ก่อน แต่เมื่อจะเข้ามาถึงประเทศไทยจะต้องผ่านเวียตนาม ลาวหรือเขมรเสียก่อนจึงทำให้อ่อนกำลังลง เพราะต้องปะทะภูเขา ต้นไม้ บ้านเรือน ฯลฯ เมื่อถึงไทยจึงมักลดกำลังลงเป็นเพียง depression เท่านั้น พายุหมุนจะผ่านเข้ามาหรือผ่านใกล้ประเทศไทยมากในเดือน มิ.ย ถึง ก.ค แต่ในภาคใต้และในอ่าวไทยมีมากในเดือน พ.ย และ ธ.ค ฝนพายุหมุนทำให้เกิดน้ำท่วมได้มากที่สุด

4. <u>ฝนแนวปะทะอากาศ</u> (Frontal rain)

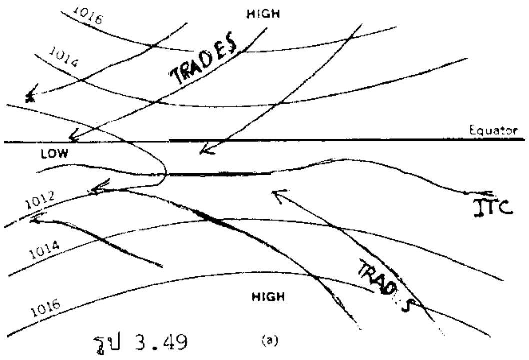
เกิดเมื่อมวลอากาศเย็นจากทางเหนือกับมวลอากาศร้อนจากทางใต้เคลื่อนที่มาพบกัน อากาศเย็นซึ่งหนักกว่าจะช้อนให้อากาศร้อนลอยขึ้นเบื้องบน ทำให้อากาศร้อนเย็นตัวลงตามลำดับ ฝนแนวปะทะมักจะมีพายุฝนฟ้าคะนองรุนแรง มีระยะเวลาที่ตกไม่นาน ประเทศไทยไม่ใคร่มีฝนชนิดนี้ ที่พอจะมีบ้างก็คือ cold front ฝนแนวปะทะอากาศเย็น ซึ่งเกิดในเดือน ก.ค ถึง พ.ย



และเดือน ก.พ ถึงเดือน เม.ย อันเป็นระยะที่มวลอากาศเย็นในไซบีเรีย หรือในตอนเหนือของประเทศจีน ได้เคลื่อนลงมาถึงประเทศไทยเป็นครั้งคราว ฝนชนิดนี้เกิดขึ้นบ่อยในภาคเหนือ

5. <u>ฝนที่เกิดจาก</u> ITC

เมื่อลมสินค้าจากซีกโลกเหนือ (N.E Trades) กับลมสินค้าจากซีกโลกใต้ (S.E Trades) พัดมาปะทะกัน ก็จะทำให้อากาศพุ่งขึ้นสู่เบื้องบนเกิดเป็นร่องความกดอากาศต่ำขึ้น เรียกว่า Intertropical convergence zone ฝนที่ตกจากสาเหตุนี้จะตกเป็นบริเวณกว้าง และอาจมีพายุฟ้าคะนองอย่างแรง ถ้าแนวปะทะของมันพาดประจำอยู่กับที่หลาย ๆ วัน จะมีฝนตกมากทำให้เกิดน้ำท่วมได้ ฝนที่เกิดจาก ITC นี้ทำให้บริเวณตอนกลางของประเทศไทยมีฝนตกในเดือน ก.ย มากกว่าเดือนอื่น ๆ (รูป 3.49)



รูป 3.49 (a)

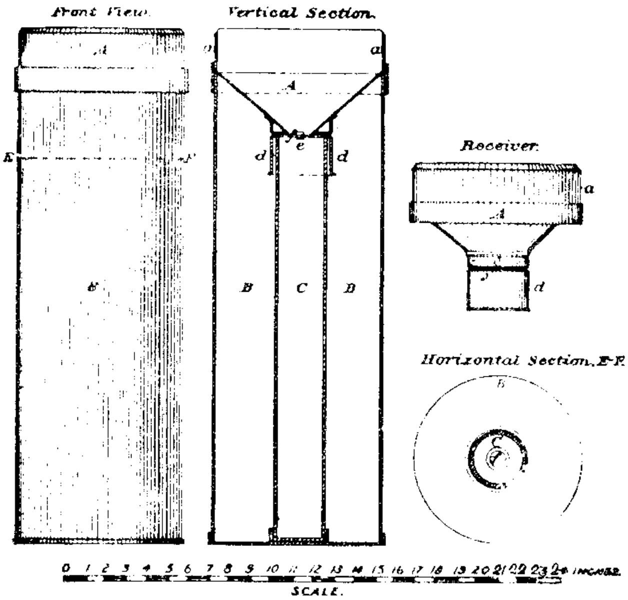


Fig 3.50 *Standard rain gauge.*

เครื่องมือวัดจำนวนน้ำฝน (ดูรูป 3.50)

เครื่องมือที่ใช้เรียกว่า rain gauge สำนักงานอุตุ ฯ นิยมใช้ชนิด 8 นิ้ว ซึ่งประกอบด้วยโครงรูปทรงกระบอกภายนอกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ซึ่งในส่วนบนมีกรวยสวมอยู่ กรวยนี้

จะนำน้ำฝนให้ไหลเข้าไปในกระบอกทองเหลืองซึ่งอยู่ภายในและมีวามยาว 20 นิ้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.53 นิ้ว ไม้บรรทัดชนิดพิเศษจะใช้ในการวัดจำนวนน้ำฝนที่ตก ถ้าเราวัดความสูงของน้ำฝนที่ตกได้ 10 cm ก็แสดงว่าฝนตกจริง ๆ เพียง 1 cm

<u>การทำฝนเทียม</u> (Rsin making)

การทำฝนเทียมอาศัยหลักเดียวกับธรรมชาติที่ทำให้เกิดฝน คือ ต้องมีนิวเคลียส (ฝุ่นละออง) ที่จะให้ไอน้ำมาเกาะเกิดเป็นหยดน้ำขึ้น บางครั้งเมฆไม่สามารถตกลงมาเป็นฝนได้เพราะขาดนิวเคลียสนี้ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงเลียนแบบธรรมชาติ โดยการพ่นน้ำแข็งแห้ง (CO_2 แข็ง) ลงในเมฆ cumulus ที่หนาและรวดเร็วในการรวมตัวก็อาจทำให้ฝนตกได้ ทั้ง ๆ ที่เมฆนั้นยังไม่ควรตกลงมาเป็นฝน น้ำแข็งแห้งทำให้เกิด iec crystal จำนวนมากมายซึ่งทำให้หยดน้ำมาควบแน่น การเปลี่ยนสถานะจากของแข็ง (CO_2 แข็ง) ไปเป็น gas ทำให้อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมเย็นลงด้วย เพราะการเปลี่ยนสถานะของแข็งเป็นกาซต้องดูดความร้อนจากสิ่งภายนอกโดยรอบ ทำให้อากาศที่อยู่รอบ ๆ น้ำแข็งแห้งเย็น และทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งขึ้นซึ่งไอน้ำจะควบแน่นเป็นหยดน้ำตกลงมาเป็นฝน

การทำฝนเทียมจะต้องทำในขณะเมื่ออากาศมีความชื้นพอเพียง และในท้องฟ้าจะต้องมีเมฆชนิดที่จะทำให้ฝนตกได้โดยธรรมชาติอยู่แล้ว เช่น เมฆชั้นกลางจำพวก altostratus และเมฆต่ำ stratocumulus และ cumulus เป็นต้น ในท้องฟ้าที่ว่างเปล่าไม่มีเมฆหรือมีเมฆแต่เพียงในชั้นสูงบาง ๆ ไม่อาจทำให้ฝนเทียมเกิดขึ้นได้

นอกจากนี้ยังพบว่าผลึกของเงินไอโอไดด์ก็อาจทำให้ฝนตกได้ โดยการโปรยลงในเมฆที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า -5°C เนื่องจากเงินไอโอไดด์มีรูปร่างของผลึกเหมือนกับน้ำแข็งธรรมดาทั่วไป ดังนั้นจึงช่วยก่อรูปผลึกน้ำแข็งขึ้น สารจำพวกซับน้ำ (hygroscopic nuclei) เช่น Nall Ca Cl_2 ก็ใช้ในการทำฝนเทียม

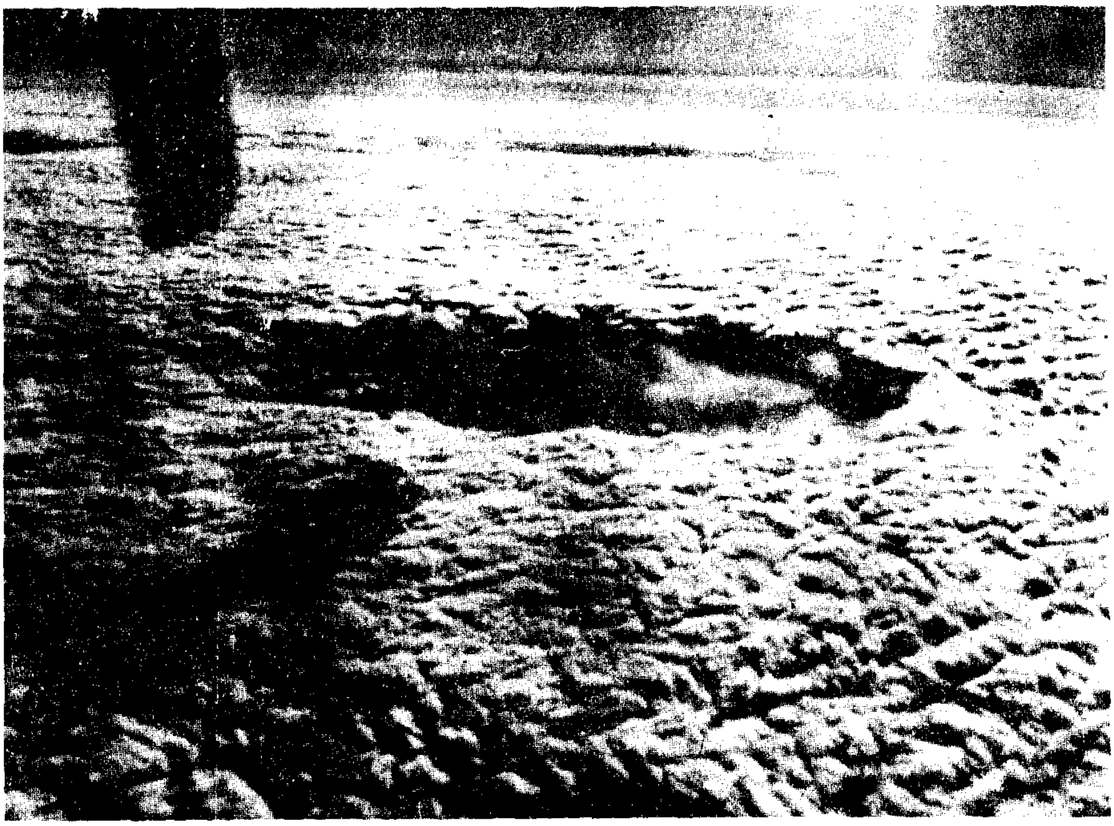


Plate 3.51
Hole in supercooled cloud deck caused by dry-ice seeding
U.S. Air Force photo

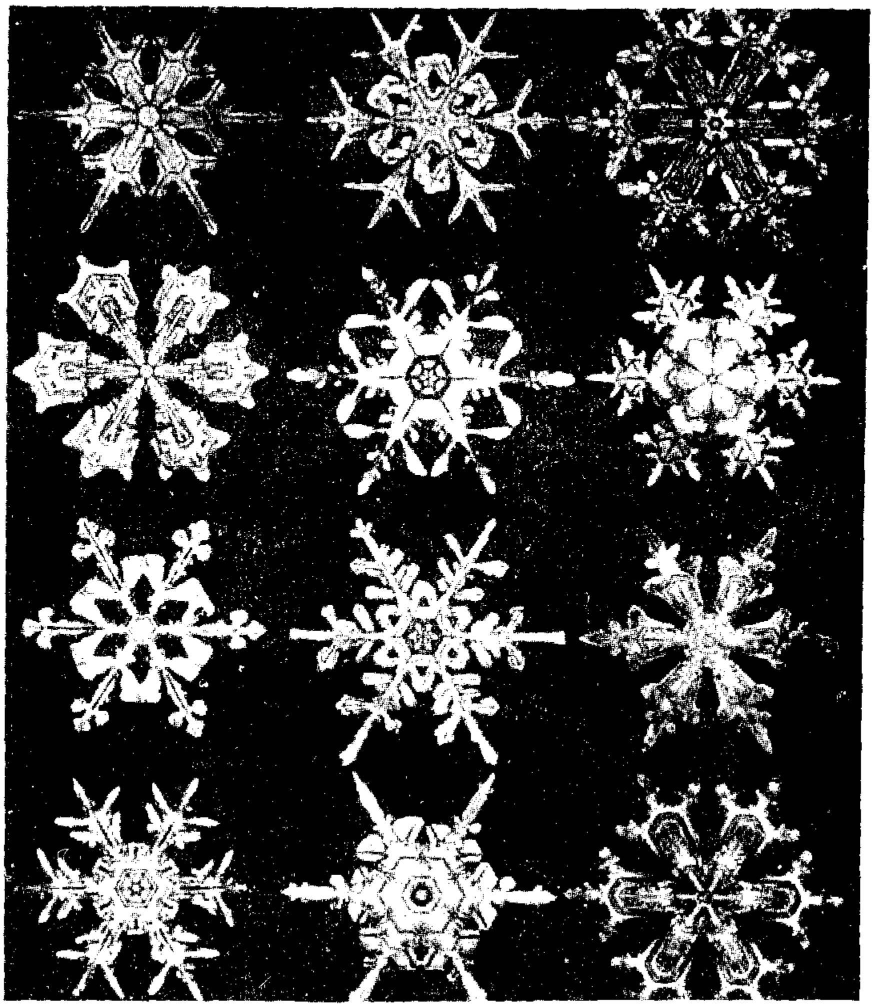
การหว่านสารเคมีเข้าไปในเมฆมีอยู่หลายวิธี เช่น นำไปกับเครื่องบินแล้วโปรยสารเคมี หรือพ่นละอองน้ำลงเหนือเมฆ หรือบรรจุสารเคมีลงในกล่องผูกติดกับบอลลูนให้ลอยตัวขึ้นไปในอากาศแล้วให้กล่องนั้นจะเปิดออกเมื่อบอลลูนลอยเข้าไปในเมฆ หรือโดยใช้ Generator พ่นจากพื้นดินโดยตรง หรืออาจใส่ในจรวดยิงเข้าไปในก้อนเมฆก็ได้ สารเคมีที่ใช้จะต้องมีปริมาณพอเหมาะ จากการทดลองปรากฏผลว่า หากใช้สารเคมีมากเกินไปกลับทำให้มีฝนตกน้อยลง ทั้งนี้อาจเป็นด้วยผงเคมีที่ใช้เป็นแกนในการกลั่นตัวของไอน้ำ ทำให้เกิดละอองน้ำเล็กละเอียดขึ้นมากมาย และกระจายกันออกไป ไม่สามารถรวมตัวเป็นหยดน้ำขนาดใหญ่ขึ้นได้

การทำฝนเทียมมีประโยชน์ต่อเกษตรกรรมอย่างมหาศาล เป็นประโยชน์แก่กสิกรโดยทั่วไป อย่างไรก็ดีการทดลองทำฝนเทียมในขณะนี้ยังไม่อาจกล่าวได้ว่า ได้รับผลสำเร็จเป็นที่พอใจนัก

<u>หิมะ</u> (snow)

เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ไอน้ำในอากาศจะเปลี่ยนรูปเป็นผลึกเรียกว่า หิมะ ผลึกของหิมะเป็นรูป 6 เหลี่ยม (hexagonal) ซึ่งมีแบบที่สวยงามต่าง ๆ กันหลายแบบ ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งเล็กน้อย ผลึกเหล่านี้จะถูกปกคลุมด้วยชั้นบาง ๆ ของน้ำ และเมื่อไปชนกับหิมะอื่นก็จะจับตัวกันหลวม ๆ เป็นเกล็ดใหญ่ ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งมากผลึกจะแห้งและไม่จับกัน เพราะฉะนั้นหิมะจะตกลงมาเป็นผลึกเดียว ทำให้มีลักษณะละเอียดเบาเป็นปุย ประเทศไทย

Snow Crystals. Courtesy, U.S. Department of Commerce, Weather Bureau. FIG. 3.52



ไม่เคยมีหิมะเกิดขึ้น เพราะอุณหภูมิของอากาศทั่วประเทศไม่เคยลดต่ำถึง 0°C แม้อาจจะมีตกลงมาบ้างก็จะระเหยเป็นไอไปหมดก่อนที่จะถึงพื้นดิน

หิมะเป็นสื่อความร้อนที่เลว เมื่อหิมะตกลงมาปกคลุมดินในฤดูหนาว หิมะจะช่วยรักษาอุณหภูมิของดินไว้ไม่ให้ลดต่ำมากเกินไป แม้ว่าอุณหภูมิของอากาศจะหนาวจัด เพราะฉะนั้นจะช่วยป้องกันมิให้พื้นแผ่นดินเย็นจัดจนน้ำในดินแข็งตัวเป็นระยะลึกลงไป ซึ่งเป็นอันตรายแก่รากพืชเป็นอย่างมาก หิมะที่ตกสะสมกันอยู่ตามบริเวณที่เป็นภูเขาในระหว่างฤดูหนาวจะค่อย ๆ ละลายออกทีละน้อย ในฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อน น้ำที่เกิดจากการละลายของหิมะมีค่าทางเศรษฐกิจอย่างมากมาย ในการนำไปใช้เป็นพลังน้ำ และการใช้น้ำให้เป็นประโยชน์ในกิจการต่าง ๆ ตลอดจนการอนุรักษ์น้ำไว้ใช้ในการเกษตรและการคมนาคม

<u>ลูกเห็บ</u> (Hail)

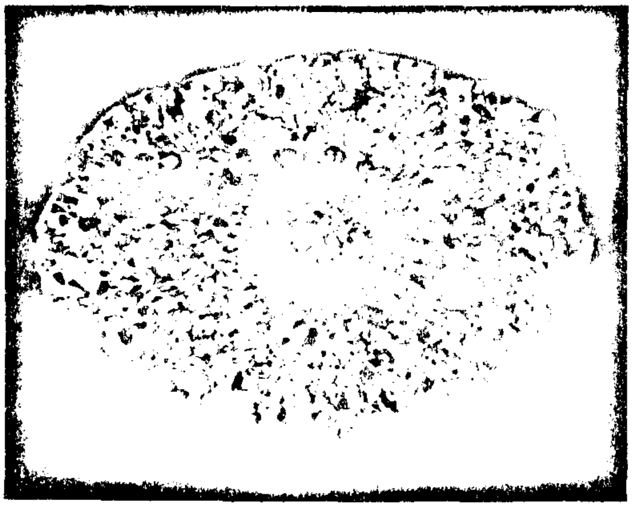


Figure 3.53 The crystal structure of a hailstone revealed when a thin slice is viewed under polarized light. The core of this hailstone was made up of clear ice in the form of large crystals, surrounded by a shell of milky ice made up of small crystals. A thicker shell of clear ice formed the outer layer. *Courtesy* National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado.

ลูกเห็บเป็นผลึกน้ำแข็ง มีลักษณะค่อนข้างกลมและแข็งมาก เมื่อผ่าก้อนลูกเห็บออกเป็น 2 ซีก จะเห็นลูกเห็บประกอบด้วยชั้นน้ำแข็งหลาย ๆ ชั้น (concentric layer) แต่ละชั้นมีความหนาแน่นไม่เหมือนกัน และมีลักษณะทึบแสงและโปร่งแสง ลูกเห็บมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

0.7 cm หรือ2.5 cm หรือใหญ่กว่าที่เคยพบใน ส.ร.อ มีขนาดใหญ่ถึง 12.7 cm และมีน้ำหนักเกินหนึ่ง ก.ก

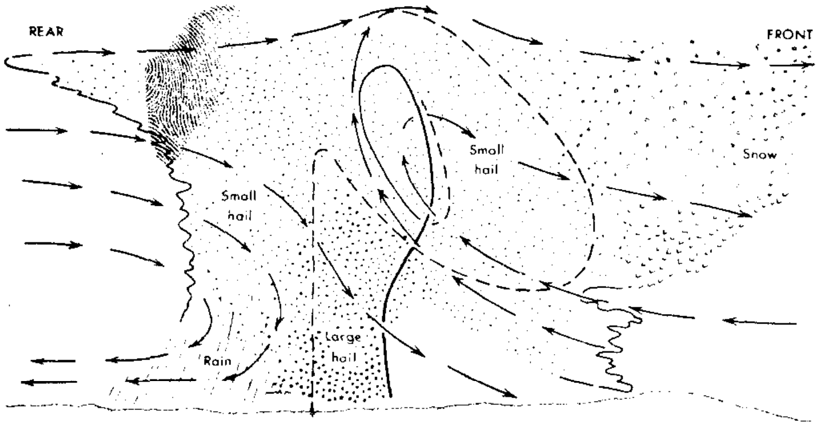


Figure 3.54 Simplified version of the physical model of severe hailstorm proposed by Keith A. Browning and Frank A. Ludlam. Arrows show air motions with respect to the cloud.

ลูกเห็บจะตกจากเมฆ cumulonimbus เท่านั้น ในเมฆนี้ภายในตัวเมฆจะมีอากาศที่อุ่นและชื้น ลอยสูงขึ้นในแนวดิ่งอย่างรวดเร็ว เมื่อเริ่มต้นควบแน่นเป็นหยดน้ำฝนแล้ว จะถูกนำขึ้นไปเบื้องบนด้วยกระแสอากาศในทันทีทันใด ดังนั้นหยดน้ำจะถูกยกไปอยู่ในเบื้องบนของเมฆที่ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง และหยดน้ำจะแข็งตัวและในขณะเดียวกันจะมีน้ำแข็งมาจับโดยรอบด้วยการระเหิด เมื่อลมที่ไหลขึ้นลดความแรงลง หยดน้ำแข็งจะตกลงมาสู่ส่วนล่างของเมฆ ซึ่งอุณหภูมิไม่เย็นมากนัก และจะมีน้ำมาจับโดยรอบ และบังเอิญมีลมแรงเกิดขึ้นอีก หยดน้ำแข็งที่มีน้ำเกาะอยู่โดยรอบก็จะถูกนำขึ้นไปเบื้องสูง ซึ่งเป็นอาณาบริเวณที่เย็นจัดและมีน้ำแข็ง ในบางครั้งการเดินทางนี้ไปชนกับ supercooled water droplets (หยดน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งแต่ยังรักษาสถานะเป็นน้ำอยู่ไม่แข็งตัว) การเจริญเติบโตก็เป็นไปรวดเร็วยิ่งขึ้น การขึ้นและลงของหยดน้ำแข็งอาจเป็นไปหลายครั้งจนกระทั่งหนักตกลงมาเป็นลูกเห็บ ที่กล่าวมาแล้วเป็นทฤษฎีการเกิดลูกเห็บแบบเก่า

ทฤษฎีใหม่ของการเกิดลูกเห็บกล่าวว่า ไม่จำเป็นต้องมีการเคลื่อนไหวขึ้น ๆ ลง ๆ หลายครั้ง เพียงแต่หยดน้ำแข็งที่อยู่เบื้องบนของเมฆตกผ่านชั้นบรรยากาศและไปชนกับ supercooled water droplets ก็อาจทำให้เกิดลูกเห็บได้

ในประเทศไทย ลูกเห็บมักจะเกิดขึ้นพร้อมกับพายุฤดูร้อน ระหว่างเดือน ก.พ ถึง พ.ค ส่วนมากมักจะเกิดขึ้นในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และอาจมีในภาคกลางบ้าง แต่ไม่บ่อยครั้งนัก เนื่องจากในฤดูร้อน พื้นแผ่นดินร้อนจัด อากาศเหนือพื้นดินจะร้อนและไหลขึ้นสู่เบื้องบนอย่างแรง เกิดเป็นเมฆ cumulus และ cumulonimbus ขนาดใหญ่ขึ้นในที่บริเวณบางแห่งจนกลายเป็นพายุ และอาจมีลูกเห็บตกลงมาด้วย ลูกเห็บที่ตกในประเทศไทยส่วนมากมีขนาดเล็กประมาณเท่าเม็ดมะขามหรือลูกมะยม จึงไม่ค่อยเป็นอันตรายต่อพืชผักมากนัก แต่ในประเทศหนาวลูกเห็บบางครั้งมีขนาดใหญ่ ชาวไร่ ชาวนาจึงจำเป็นต้องทราบก่อนล่วงหน้าเพื่อป้องกันอันตรายที่จะมีต่อพืช การพยากรณ์ทางด้านการเกษตรจึงสำคัญ การที่ลูกเห็บในประเทศร้อนมีขนาดเล็กกว่าในประเทศหนาวเพราะว่าลูกเห็บที่ตกผ่านอากาศร้อนบางส่วนจะละลายกลายเป็นไอไป จึงทำให้ขนาดที่เหลือเล็กลง