

บทที่ 14

ความชื้น เมฆ และหยาดน้ำฟ้า

รศ. ปานทิพย์ อัครนวานิช

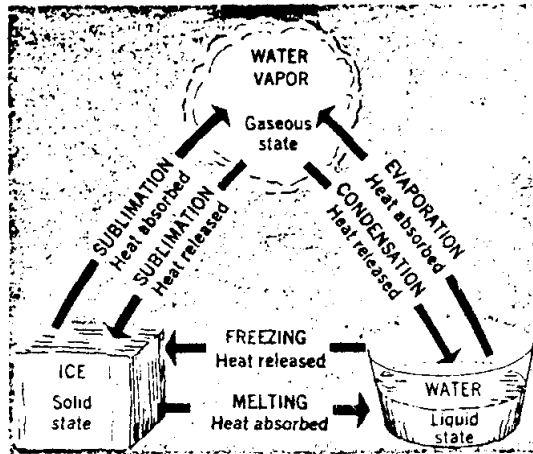
ความชื้นและน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสภาพแวดล้อมของสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลก พืชและสัตว์ซึ่งเป็นอาหารของมนุษย์ต้องการน้ำเพื่อใช้ในการเติบโต มนุษย์ใช้น้ำในหลายทางด้วยกัน แหล่งน้ำเบื้องต้นเพียงแห่งเดียวมาจากบรรยากาศในการระเหยของน้ำกลายเป็นไอน้ำในบทรนี้ส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับน้ำในสถานะเป็นไอน้ำในบรรยากาศและขบวนการที่น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งเป็นไอ และเป็นฝนตกสู่พื้นดินและมหาสมุทร

สถานะของน้ำและความชื้น

น้ำปรากฏอยู่ได้ถึง 3 สถานะคือ

1. ของแข็ง ได้แก่ น้ำแข็ง
2. ของเหลว ได้แก่ น้ำ
3. ก๊าซ ได้แก่ ไอน้ำ

จากสภาพไอน้ำ โมเลกุลอาจจะเปลี่ยนกลับมาเป็นสถานะที่เป็นของเหลว (น้ำ) ได้โดยการกลั่นตัว (CONDENSATION) หรือถ้าอุณหภูมิลดต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ไอน้ำก็จะกลายเป็นของแข็ง (เกล็ดน้ำแข็ง) โดยไม่ต้องผ่านขบวนการเป็นของเหลวโดยการระเหิด (SUBLIMATION) และน้ำบนพื้นโลกสามารถเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นไอน้ำโดยการระเหย (EVAPORATION) ในทำนองเดียวกัน ของแข็ง (น้ำแข็ง) จะกลายเป็นไอโดยไม่ผ่านการเป็นของเหลวโดยวิธีการระเหิด และแล้วน้ำจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็งโดยการคายความร้อนออก (FREEZING) และจากของแข็งกลายเป็นของเหลวโดยการหลอมเหลว (MELTING) ดังนั้นจึงอาจแสดงความสัมพันธ์ของสถานะของน้ำทั้ง 3 ได้ตามรูป 14.1



รูป 14.1 ความสัมพันธ์ของสถานะของน้ำทั้ง 3

สิ่งสำคัญที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร คือ การแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อน ตัวอย่างเช่น เมื่อน้ำระเหยกลายเป็นไอ ความร้อนก็จะแฝงไปกับไอน้ำด้วย ซึ่งเรียกว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ และสาเหตุนี้เองทำให้น้ำที่เหลืออยู่มีอุณหภูมิลดลง ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดที่สุด คือ เราจะรู้สึกเย็นเมื่อเหงื่อระเหย ทั้งนี้เพราะเมื่อเหงื่อระเหยจะนำความร้อนแฝงไปด้วย การระเหยของน้ำทุกๆ 1 กรัมจะใช้เวลาความร้อนแฝงประมาณ 600 แคลอรี ในทางตรงกันข้ามเมื่อไอน้ำจะกลายเป็นของเหลว 1 กรัมจะต้องคายความร้อนออก 600 แคลอรี เช่นกัน

ในทำนองเดียวกัน น้ำ 1 กรัมจะเปลี่ยนสถานะมาเป็นน้ำแข็งต้องคายความร้อนออกไปถึง 80 แคลอรี และในทางตรงกันข้ามถ้า น้ำแข็งจะกลายเป็นน้ำต้องใช้ความร้อน 80 แคลอรี ต่อกรัม

สำหรับขบวนการระเหิด (SUBLIMATION) นั้นจะเกิดจากความร้อนแฝงที่ไอน้ำดูดเอาไว้ถูกคายออกไป กล่าวคือ ความร้อนแฝงที่อยู่ในไอน้ำจะถูกคายออกไปเป็นจำนวนมาก จึงทำให้อุณหภูมิจึงทำให้อุณหภูมิของไอน้ำลดต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ไอน้ำจึงควบแน่นกลายเป็นผลึกน้ำแข็ง ในทางตรงกันข้ามผลึกน้ำแข็งจะดูดความร้อนแฝงเข้ามาและทำให้ผลึกน้ำแข็งกลายเป็นไอน้ำโดยไม่ผ่านการเป็นของเหลว

ความชื้น (HUMIDITY)

ความชื้นตามความหมายทั่วไป หมายถึง ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ณ เวลาใด เวลาหนึ่ง ไอน้ำในบรรยากาศได้จากพื้นผิวโลกโดยการระเหยจากน้ำกลายเป็นไอ และโดยการระเหิดจากน้ำแข็งกลายเป็นไอ ปริมาณไอน้ำแต่ละแห่งบนพื้นโลกจะแตกต่างกัน ในช่วงฤดูหนาวในเขตอาร์กติกอากาศเย็นและแห้ง ปริมาณไอน้ำแทบจะไม่มีเลย ส่วนในบริเวณศูนย์สูตรมีอากาศร้อนชื้นจะมีปริมาณไอน้ำสูงถึง 4 หรือ 5% ของปริมาตรอากาศทั้งหมด

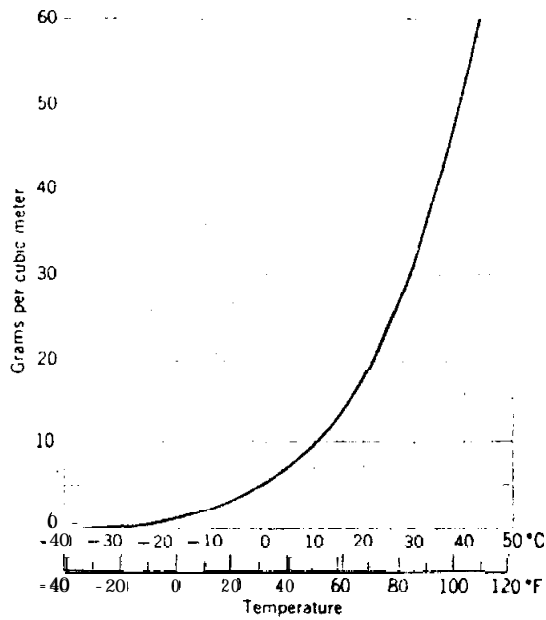
อุณหภูมิต่ำเป็นตัวกำหนดปริมาณไอน้ำในอากาศ ณ อุณหภูมิใดอุณหภูมิต่ำหนึ่งซึ่งถือเป็นขีดกำหนดสูงสุดของความสามารถของอากาศที่จะรับไอน้ำไว้ได้ เรียกจุดกำหนดนี้ว่า **จุดอิ่มตัว (SATURATION POINT)**

การวัดความชื้นในอากาศ

การวัดความชื้นในอากาศมีหลายวิธี ดังนี้คือ

1. **ความชื้นสัมบูรณ์ (ABSOLUTE HUMIDITY)** คือจำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ณ ขณะใดขณะหนึ่ง หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าความชื้นสัมบูรณ์ คือ ความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศ โดยคิดจากน้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ 1 หน่วยปริมาตร น้ำหนักคิดเป็นกรัม หรือเกรน ส่วนปริมาตรคิดเป็นลูกบาศก์เมตร หรือลูกบาศก์ฟุตก็ได้ ถ้าน้ำหนักของไอน้ำเป็นกรัม ปริมาตรของอากาศจะเป็นลูกบาศก์เมตรเป็นต้น (รูป 14.2)

2. **ความชื้นจำเพาะ (SPECIFIC HUMIDITY)** การใช้ความชื้นสัมบูรณ์ (ABSOLUTE HUMIDITY) บอกลักษณะของความชื้นในอากาศอย่างเดียวจะไม่ได้ผลนักเพราะเมื่ออากาศลอยตัวขึ้นหรือจมตัวลงจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตร ดังนั้นความชื้นสัมบูรณ์จึงมีค่าเปลี่ยนแปลง เพราะค่าความชื้นสัมบูรณ์นี้เป็นค่าเปรียบเทียบจากปริมาตรของอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตรกับความชื้นของอากาศที่มีหน่วยเป็นกรัมแต่ถ้าอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตรขยายตัวหรือหดตัวจะทำให้ค่าความชื้นสัมบูรณ์เปลี่ยนแปลงไปในทางอุณหพลศาสตร์จึงใช้วิธีการวัดความชื้นในอากาศเสียใหม่ หน่วยวัดความชื้นแบบใหม่นี้เรียกว่า ความชื้นจำเพาะ ซึ่งเป็นอัตราส่วนของน้ำหนักของไอน้ำ



รูป 14.2 ความชื้นสัมบูรณ์สูงสุดของอุณหภูมิต่าง ๆ

ในอากาศต่อน้ำหนักของอากาศขึ้น (น้ำหนักของอากาศรวมกับน้ำหนักของไอน้ำ) โดยให้น้ำหนักของอากาศมีหน่วยเป็นกรัมต่อน้ำหนักของอากาศขึ้น 1 กิโลกรัม เมื่ออากาศยกตัวขึ้นสูง โดยความชื้นไม่เปลี่ยนแปลง ค่าของความชื้นจำเพาะจะคงเดิมแม้ว่าปริมาตรของอากาศจะขยายตัวเพิ่มขึ้นก็ตาม

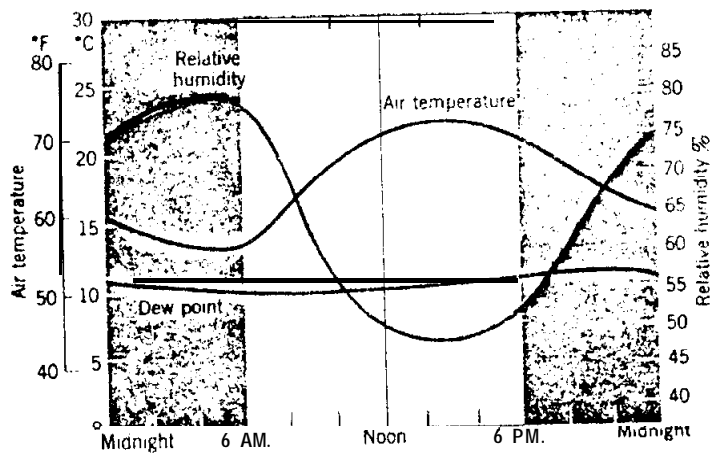
ความชื้นจำเพาะมักจะใช้ในการแสดงลักษณะความชื้นของมวลอากาศขนาดใหญ่ ตัวอย่างเช่น อากาศที่เย็นจัดและแห้งที่ปกคลุมบริเวณอาร์กติกในฤดูหนาวจะมีความชื้นจำเพาะต่ำเท่ากับ 0.2 กรัมต่อ 1 กิโลกรัม ในขณะที่อากาศร้อนจัดและชุ่มชื้นบริเวณศูนย์สูตรมีความชื้นจำเพาะถึง 18 กรัมต่อ 1 กิโลกรัม ดังนั้นในบริเวณต่างๆ ของโลก พิสัยของความชื้นจำเพาะจะแตกต่างกันมากถึง 100 หรือ 200 เท่า

3. ความชื้นสัมพัทธ์ (RELATIVE HUMIDITY) เป็นวิธีวัดความชื้นที่ใช้มากที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์ คือสัดส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ ต่อปริมาณไอน้ำที่อากาศจะสามารถรับไว้ได้จนถึงจุดอิ่มตัว ที่อุณหภูมินั้น ซึ่งแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ จุดอิ่มตัวของไอน้ำในอากาศจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 100% ถ้าค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 10% แสดงว่าอากาศจะสามารถรับไอน้ำไว้ได้เพียง 1 ใน 10 ณ อุณหภูมิและความกดอากาศนั้น

การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสามารถเกิดขึ้น ดังนี้

1. **ปริมาณไอน้ำ** เมื่อความกดอากาศคงที่ แต่ปริมาณไอน้ำในอากาศเพิ่มขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มขึ้นด้วย

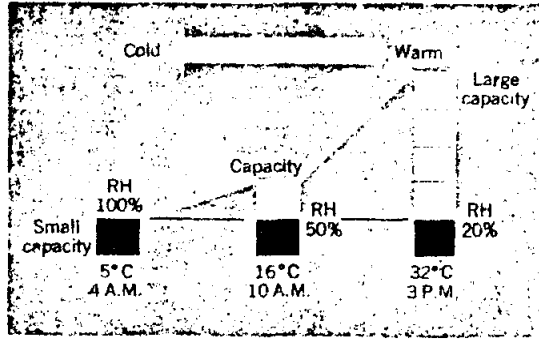
2. **อุณหภูมิ** เมื่อปริมาณไอน้ำและความกดอากาศคงที่ แต่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ความชื้นสัมพัทธ์จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์จะสูง และถ้าอุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์จะต่ำ (รูป 14.3) ถ้าอุณหภูมิลดต่ำลงและปริมาณไอน้ำในอากาศมิได้เพิ่มขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์จะสูงขึ้นทั้งนี้เพราะเมื่ออากาศเย็นลง ปริมาตรของอากาศจะหดตัว จำนวนไอน้ำที่มีอยู่จึงมีเปอร์เซ็นต์สูง ในทางตรงกันข้าม เมื่ออุณหภูมิมีสองขึ้นและไม่มี การเพิ่มปริมาณไอน้ำในอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์จะต่ำลง ทั้งนี้เพราะ เมื่ออุณหภูมิมีสองขึ้น ปริมาตรของอากาศจะขยายมากขึ้น อากาศยังสามารถอุ้มไอน้ำไว้ได้อีกมาก



รูป 14.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และจุดน้ำค้าง

ณ กรุงเทพมหานคร ดิ ซี

ตัวอย่างง่าย ๆ ที่จะช่วยให้เข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนี้มากขึ้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 14.4 เมื่อเวลา 10 น. อุณหภูมิของอากาศประมาณ 16° ซ (60° ฟ) ความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 50% ต่อมาเมื่อประมาณ 15.00 น. อุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 32° ซ (90° ฟ) ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงเหลือประมาณ 20% ซึ่งแสดงว่าอากาศมีความแห้งมาก ต่อมาในเวลากลางคืน อุณหภูมิลดต่ำลง และเมื่อเวลาประมาณ 4.00 น. อุณหภูมิลดต่ำลงเหลือประมาณ 5° ซ (40° ฟ) ซึ่งขณะนั้นความชื้น



รูป 14.4 เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

สัมพัทธ์สูงขึ้นถึง 100% และอากาศอึดตัวไปด้วยไอน้ำเป็นช่วงที่อากาศชุ่มชื้นมากที่สุด ถ้าอุณหภูมิยังคงลดต่ำลงไปอีก ความชื้นสัมพัทธ์ยังคงเหลืออยู่ 100% เหมือนเดิม และทำให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำที่มีมากเกินไปออกมาในรูปของหยาดน้ำฟ้ารูปต่างๆ เช่น น้ำค้าง หมอก เมฆ ฝน เป็นต้น ถ้าอุณหภูมิลดต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง การกลั่นตัวจะปรากฏในรูปของของแข็งบนพื้นโลก เช่น น้ำค้างแข็ง หิมะ ฝนน้ำแข็ง เป็นต้น

สรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นตัวการสำคัญประการหนึ่งในการทำให้ความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนแปลงไป อากาศร้อนจะมีความสามารถในการรับไอน้ำได้มากกว่าอากาศเย็น อุณหภูมิที่อากาศเริ่มอึดตัวและไอน้ำเริ่มต้นกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเรียกว่า **จุดน้ำค้าง (DEW POINT)** อุณหภูมิของจุดน้ำค้างจะเป็นเท่าไรก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความชื้นสัมบูรณ์หรือจำนวนไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศนั้น ถ้าอากาศมีจำนวนไอน้ำมาก อุณหภูมิของจุดน้ำค้างก็สูง แต่ถ้าในอากาศมีจำนวนไอน้ำอยู่น้อยอุณหภูมิของจุดน้ำค้างก็ต่ำ ถ้าอุณหภูมิของอากาศลดต่ำกว่าจุดน้ำค้างจะเกิดการกลั่นตัวขึ้น ซึ่งจะปรากฏออกมาในลักษณะของหยาดน้ำฟ้า ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ ในฤดูร้อน ตามแก้วนํ้าแข็งจะมีหยดน้ำมาเกาะอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะอากาศที่มาสัมผัสกับแก้วนํ้าแข็งที่เย็นจะลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วต่ำกว่าจุดน้ำค้างจึงทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเกาะอยู่ข้าง ๆ แก้ว

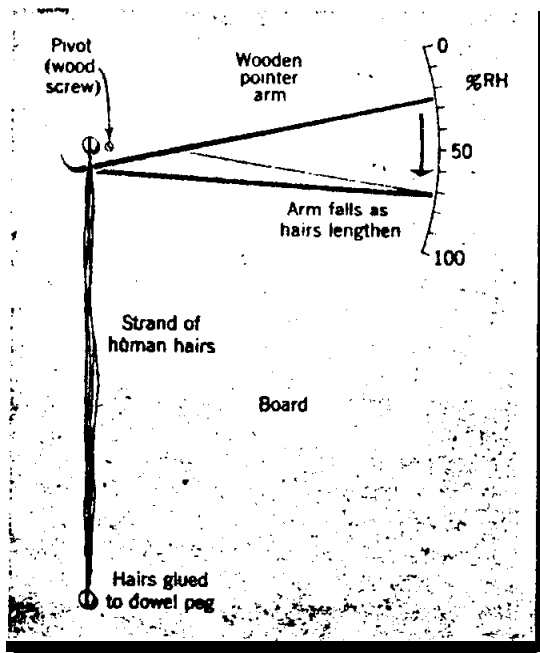
การวัดความชื้นของอากาศ

การวัดความชื้นในอากาศสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือดังนี้

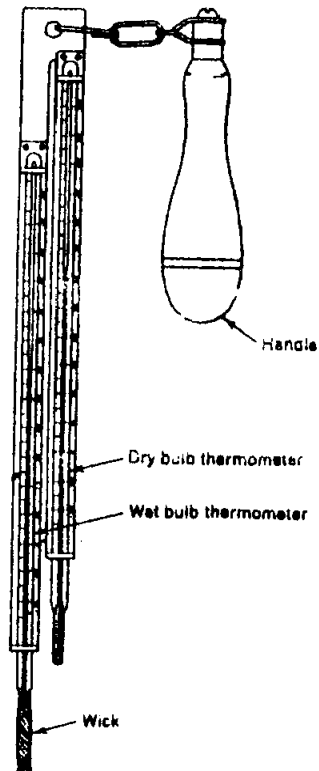
1. **ไฮโกรมิเตอร์ (HYGROMETER)** เป็นไฮโกรมิเตอร์ที่ใช้กันโดยทั่วไปประกอบด้วยเส้นผมของคนซึ่งเส้นผมนี้จะยืดหรือหดได้เมื่อความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนแปลง ถ้าความชื้นในอากาศ

มาก เส้นผมจะยืดออก แต่ถ้าความชื้นในอากาศน้อยเส้นผมจะหด การหดตัวและยืดตัวของเส้นผมจะมีผลทำให้หน้าปัดของไฮโกรมิเตอร์หมุนไปมาได้ (รูป 14.5)

2. ไฮโกรมิเตอร์แบบกวัดแกว่ง (SLING PSYCHROMETER) ประกอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ 2 อัน คือ เทอร์โมมิเตอร์ชนิดกระเปาะแห้งและเทอร์โมมิเตอร์ชนิดกระเปาะเปียก ซึ่งเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะเปียกนี้จะมีผ้าที่เปียกชุ่มที่กระเปาะอยู่ตลอดเวลา เมื่ออากาศมีความชื้นน้อยน้ำที่ชุ่มกระเปาะเปียกก็จะระเหยออกไปและพาความร้อนออกไปด้วย จึงทำให้อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกลดต่ำ ตามปกติแล้วอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะเปียกจะต่ำกว่าอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะแห้ง จากนั้นก็นำเอาอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองมาเปรียบเทียบหาความชื้นสัมพัทธ์ได้ เช่น ถ้าอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองเท่ากันแสดงว่าความชื้นสัมพัทธ์สูงถึง 100% แต่ถ้าอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองทิ้งช่วงห่างกันมากเท่าไรความชื้นในอากาศจะน้อยเท่านั้น (รูป 14.6)



รูป 14.5 ไฮโกรมิเตอร์

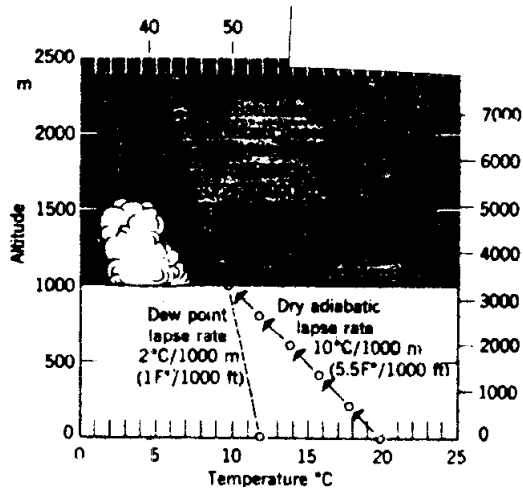


รูป 14.6 ไฮโกรมิเตอร์แบบกวัดแกว่ง

3. ไฮโกรกราฟ (HYGROGRAPH) เป็นเครื่องมือวัดความชื้นในอากาศที่ทำงานแบบอัตโนมัติโดยมีการบันทึกความชื้นของอากาศติดต่อกันเป็นเวลานาน

การกลั่นตัวของไอน้ำ

การกลั่นตัวของไอน้ำเป็นขบวนการทางธรรมชาติซึ่งไอน้ำในอากาศเปลี่ยนภาวะกลายเป็นน้ำ ตามกฎทางอุณหพลศาสตร์เมื่อมวลอากาศลอยตัวสูงขึ้นอุณหภูมิของอากาศจะลดลงทั้ง ๆ ที่ความร้อนของอากาศที่ลอยขึ้นไปมิได้สูญเสียให้แก่บรรยากาศที่อยู่โดยรอบ แต่การที่อุณหภูมิของอากาศลดต่ำลงนั้นเป็นเพราะในระดับที่สูงขึ้นความกดของอากาศจะลดลง จึงทำให้มวลอากาศที่ลอยตัวสูงขึ้นขยายตัวออกไป โมเลกุลของอากาศแผ่กระจายออกไปอย่างกว้างขวางและเคลื่อนที่ไปอย่างช้า ๆ ดังนั้นจึงทำให้อุณหภูมิของอากาศลดลงตามอัตราอะเดียแบติก ซึ่งเป็นขบวนการที่เกิดขึ้นโดยไม่มีการเพิ่มและสูญเสียความร้อน การลดและเพิ่มอุณหภูมิแบบอะเดียแบติก ไม่เหมือนกับการลดและเพิ่มอุณหภูมิแบบปรกติ (NORMAL TEMPERATURE LAPSE RATE) ดังที่กล่าวแล้วในบทที่ 12 สำหรับในบริเวณที่ไม่มีการกลั่นตัวเกิดขึ้น มวลอากาศที่ลอยตัวสูงขึ้นจะลดอุณหภูมิแบบอะเดียแบติกของอากาศแห้ง กล่าวคือ จะลดในอัตราประมาณ 10° ซ ต่อ 1,000 เมตร หรือ 5.4° ฟ ต่อ 1,000 ฟุต ส่วนในบริเวณที่มีการกลั่นตัว เมื่ออากาศลอยตัวสูงขึ้นอุณหภูมิจะลดต่ำลงในอัตราประมาณ 3° ซ ต่อ 1,000 เมตร (2° ฟ ต่อ 1,000 ฟุต)



รูป 14.7 เมื่อมวลอากาศยกตัวสูงขึ้น อุณหภูมิจะลดลงตามอัตราอะเดียแบติก

ตามรูป 14.7 แกนนอนจะแสดงอุณหภูมิและแกนตั้งแสดงความสูงวงกลมเล็ก ๆ พร้อมลูกศรแสดงการลอยตัวสูงขึ้นของมวลอากาศ สมมติว่ามวลอากาศมีอุณหภูมิ 20° ซ (68° ฟ) ณ ระดับใกล้พื้นดิน และอุณหภูมิที่จุดน้ำค้างเท่ากับ 12° ซ (54° ฟ) ถ้ามวลอากาศลอยตัวสูงขึ้น อุณหภูมิจะค่อย ๆ ลดต่ำลงเรื่อย ๆ ดังนั้นเมื่อระดับความสูง 1,000 เมตร (3,300 ฟุต) อุณหภูมิของอากาศจะลดต่ำลงเหลือประมาณ 10° ซ (50° ฟ) ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่จุดน้ำค้าง ในที่สุดเมื่ออุณหภูมิมวลอากาศซึ่งอิมตัวไปด้วยไอน้ำลดต่ำลงถึงอุณหภูมิที่จุดน้ำค้างหรือความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเป็น 100% การกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเล็ก ๆ จะเกิดขึ้น และจะก่อตัวเป็นเมฆ

ภายหลังจากการกลั่นตัวของไอน้ำเกิดขึ้นแล้ว อากาศจะลอยตัวต่อขึ้นไปอีก ทั้งนี้เพราะความร้อนแฝงที่คายออกมาตอนเกิดการกลั่นตัวทำให้อากาศนั้นร้อนและลอยตัวต่อไป แต่อากาศชั้นที่ลอยตัวขึ้นไปตอนหลังนี้จะค่อย ๆ ลดต่ำลงตามอัตราระหว่าง 3-6° ซ ต่อ 1,000 เมตร (2 และ 3° ฟ ต่อ 1,000 ฟุต) ซึ่งอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมินี้มีชื่อว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามอัตราอะเดียแบติกของอากาศอิมตัว จากขบวนการที่มวลอากาศร้อนลอยตัวขึ้นไปนี้ทำให้ไอน้ำกลั่นตัว หากการกลั่นตัวเกิดขึ้นในอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง การกลั่นตัวจะออกมาใน

รูปของแข็งเช่น น้ำค้างแข็ง หิมะ ถ้าการกลั่นตัวเกิดในอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งจะออกมาในรูปของน้ำค้าง หมอก เมฆ เป็นต้น

เมฆ (CLOUDS)

เมฆเป็นองค์ประกอบทางภูมิศาสตร์ที่สำคัญอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงสภาวะของลมฟ้าอากาศที่เป็นอยู่ในขณะนั้นและที่จะเกิดขึ้นในอนาคตใกล้ๆ ดังนั้นความรู้เกี่ยวกับเรื่องชนิดของเมฆจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับคนทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับนักบิน เมื่อนักบินได้รับการบรรยายสรุปจากนักอุตุนิยม ความรู้ในเรื่องชนิดและรูปร่างของเมฆจะช่วยให้เขาสามารถวิเคราะห์และคาดหมายลักษณะอากาศได้ล่วงหน้า

เมฆประกอบด้วยหยดน้ำเล็ก ๆ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.0008 - 0.0024 นิ้ว (0.02 - 0.06 มิลลิเมตร) หรืออาจจะเป็นผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กก็ได้หรืออาจประกอบด้วยหยดน้ำที่มีความเย็นจัด มีอุณหภูมิถึงจุดเยือกแข็ง (0° ซ หรือ 32° ซ) หรือต่ำกว่า แต่ยังคงสภาพเป็นหยดน้ำอยู่

การเกิดเมฆนั้นเป็นผลมาจากอากาศร้อนชื้นลอยขึ้นไป อุณหภูมิของอากาศจะลดลงโดยอาศัยผืนละอองเล็ก ๆ หรือผงเกลือเป็นแกนกลางของการกลั่นตัว (NUCLEI OF CONDENSATION) ไอน้ำก็จะกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำและรวมตัวกันเป็นก้อนเมฆ เมฆจะยังคงประกอบด้วยหยดน้ำทั้งหมด ณ อุณหภูมิที่ต่ำจนถึง -12° ซ (10° ฟ) ถ้าอุณหภูมิของอากาศอยู่ระหว่าง -12° ซ ถึง -30° ซ (10° ฟ ถึง -20° ฟ) เมฆจะประกอบด้วยหยดน้ำเล็ก ๆ และผลึกน้ำแข็ง ถ้าต่ำกว่า -30° ซ (-20° ฟ) เมฆจะประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งเป็นส่วนใหญ่ และต่ำกว่า -40° ซ (-40° ฟ) เมฆจะประกอบไปด้วยผลึกน้ำแข็งทั้งหมด ดังนั้นเมฆในระดับสูงประมาณ 20,000 - 40,000 ฟุต เมฆจึงประกอบไปด้วยผลึกน้ำแข็ง

ชนิดของเมฆ

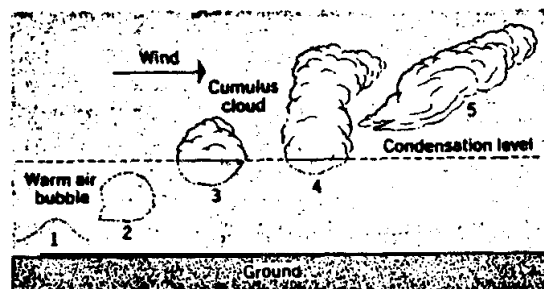
ลักษณะและชนิดของเมฆมีมากมายหลายชนิดแตกต่างกัน ถ้าพิจารณาถึงลักษณะรูปร่างสามารถแบ่งเมฆออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. เมฆแผ่น (STRATIFORM)

2. เมฆก้อน (CUMULIFORM)

1. เมฆแผ่น (STRATIFORM) มาจากภาษาละตินสเตรตัส ซึ่งมีความหมายว่า แผ่ ออกเป็นชั้น เป็นแผ่น คือเมฆที่แผ่ปกคลุมท้องฟ้าเป็นบริเวณกว้างมีลักษณะแผ่ออกเป็นแผ่น ตามแนวอนคล้าย ๆ ฟ้าห่ม เมฆแผ่นเกิดจากการที่ชั้นอากาศถูกบังคับให้ลอยตัวสูงขึ้นอย่างช้า ๆ โดยอยู่เหนือชั้นอากาศที่มีสภาวะคงที่และมีความหนาแน่นมากกว่า ในขณะที่ชั้นอากาศลอยตัว สูงขึ้นอุณหภูมิของชั้นอากาศจะลดต่ำลงตามอัตราอะเดียแบติก จนเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ก่อตัวเป็นเมฆ การกลั่นตัวจะเกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้าง เมฆแผ่นจะทำให้เกิดฝนตกหรือหิมะตก เป็นบริเวณกว้าง

2. เมฆก้อน (CUMULIFORM) เป็นเมฆที่ก่อตัวในแนวขึ้น มีลักษณะเป็นก้อน (คำว่า CUMULUS หมายความว่า พอกพูน สะสมกัน) เมฆก้อนเกิดจากมวลอากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมวลอากาศร้อนมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศโดยรอบ มวลอากาศร้อนที่ลอยขึ้น ไปจะลดอุณหภูมิต่ำลงจนเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำก่อตัวเป็นก้อนเมฆ ฝนที่เกิดจากเมฆก้อน จะตกอยู่ภายในบริเวณแคบ ๆ



รูป 14.8 มวลอากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้นเพื่อก่อตัวเป็นเมฆก้อน

ถ้าพิจารณาทั้งลักษณะรูปร่างและความสูงประกอบกัน เมฆสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท (รูป 14.9) ดังนี้คือ

1. **เมฆชั้นสูง (HIGH CLOUDS)** เมฆที่อยู่ในระดับความสูงจากพื้นโลกตั้งแต่ 20,000-40,000 ฟุต (6-12 ก.ม.) เมฆชั้นสูงเป็นเมฆฝอยประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งเล็กละเอียด แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

1.1 **เมฆเซอร์รัส (CIRRUS)** เป็นเมฆสีขาว มีลักษณะเป็นเส้น ๆ ต่อเนื่องกัน ค่อนข้างโปร่งแสง เกิดขึ้นเป็นหย่อม ๆ หรือเป็นแถบ บางครั้งแลดูคล้ายขนนกหรือเส้นไหม ถ้ามีเมฆชนิดนี้อยู่กระจัดกระจายจากกันแสดงว่า อากาศจะแจ่มใส แต่ถ้าก่อตัวหนามากขึ้นในไม่ช้าจะเกิดพายุ

1.2 **เมฆเซอร์โรสเตรตัส (CIRROSTRATUS)** มีลักษณะเป็นเมฆแผ่นสีขาวบางมาก เหมือนกับเป็นฝ้าบาง ๆ ราบเรียบสม่ำเสมอ ในบางครั้งอาจแผ่ปกคลุมเต็มท้องฟ้าและมักจะทำให้เกิดปรากฏการณ์วงแสง (HALO) รอบดวงอาทิตย์ หรือดวงจันทร์ได้เสมอ

1.3 **เมฆเซอร์โรคิวมูลัส (CIRROCUMULUS)** มีลักษณะเป็นเมฆก้อนกลมเล็ก ๆ เรียงติดต่อกันเป็นพืดหรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม มีลักษณะคล้ายระลอกคลื่นเล็ก ๆ เรียงติดต่อกันเป็นพืดหรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

2. **เมฆชั้นกลาง (MIDDLE CLOUDS)** เป็นเมฆที่เกิดในระดับสูงประมาณ 6,500-20,000 ฟุต (2-6 ก.ม.) ที่สำคัญได้แก่

2.1 **เมฆแอลโตสเตรตัส (ALTOSTRATUS)** เป็นเมฆแผ่นที่หนาที่บมากกว่าเมฆเซอร์โรสเตรตัส มักจะแผ่ปกคลุมท้องฟ้าเป็นบริเวณกว้าง มีสีเทาหรือน้ำเงินอ่อนเมื่อดวงอาทิตย์ส่องแสงผ่านเมฆชนิดนี้จะมีลักษณะคล้ายกับดวงไฟที่ส่องผ่านผ้าขาวออกมาเมื่อมีเมฆชนิดนี้ปรากฏแสดงว่า อากาศจะไม่ดี อากาศครึ้มฟ้าครึ้มฝน

2.2 เมฆแอลโตคิวมูลัส (ALTOCUMULUS) เป็นเมฆก้อนมีลักษณะเป็นคลื่นหรือเป็นลอนเรียงใกล้ชิดกัน เป็นก้อนใหญ่กว่าเมฆเซโรคิวมูลัส มีสีขาวหรือเทาหรือทั้งขาวและเทาปนกัน เมื่อเกิดเมฆแอลโตคิวมูลัส แสดงว่าสภาพอากาศจะดีขึ้น

3. เมฆชั้นต่ำ (LOW CLOUD) เป็นเมฆที่เกิดในระดับสูงจากพื้นดินประมาณ 6,500 ฟุต (2 ก.ม.) ได้แก่

3.1 เมฆสเตรตัส (STRATUS) มีลักษณะเป็นแผ่นหนาที่บสีเทาลอยอยู่ในระดับต่ำเป็นพืดต่อเนื่องกันในท้องฟ้า

3.2 เมฆนิมโบสเตรตัส (NIMBOSTRATUS) คำว่า นิมโบ (NIMBO) มาจากภาษาละติน นิมบัส (NIMBUS) มีความหมายว่า พายุฝน เมฆชนิดนี้มีลักษณะเป็นแผ่นหนาที่บแผ่ไปทั่วท้องฟ้า ทำให้ท้องฟ้ามืดครึ้ม มีสีเทาแต่ส่วนมากมักค่อนข้างดำ ในท้องฟ้าที่มีเมฆชนิดนี้เกิดขึ้นมักจะมีฝนหรือหิมะตกต่อเนื่องกัน

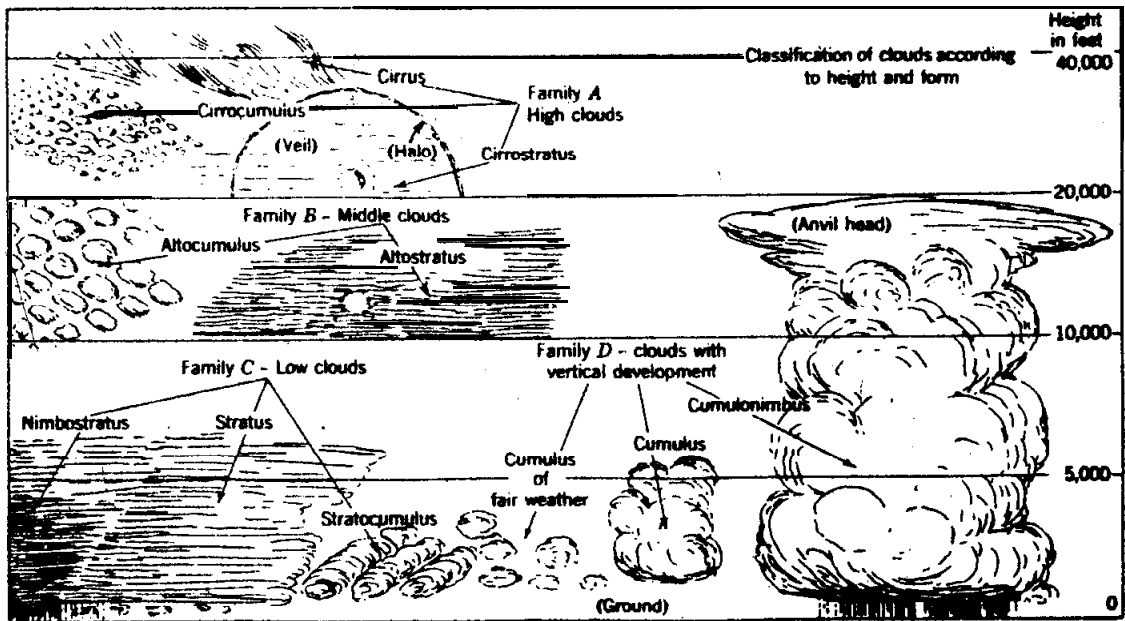
3.3 สเตรโตคิวมูลัส (STRATOCUMULUS) เป็นเมฆชั้นต่ำอีกชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นก้อนกลมเล็ก ๆ หรือเป็นลอนที่เชื่อมติดต่อกันเป็นแนวยาวมีสีเทาหรือบางส่วนก็เป็นสีดำ โดยมากมักเกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้าง โดยปกติเมฆชนิดนี้เกิดขึ้นในขณะที่ท้องฟ้าแจ่มใส แต่บางครั้งอาจจะทำให้มีฝนหรือหิมะเกิดขึ้นได้

4. เมฆก่อตัวในแนวยืน (CLOUDS WITH VERTICAL DEVELOPMENT) เกิดโดยอากาศไหลขึ้นในแนวยืน ทำให้มีลักษณะเป็นเมฆก้อนรูปร่างคล้ายโดม หอคอยหรือภูเขา ฐานสูงจากพื้นดินประมาณตั้งแต่ 1,500 ฟุต - 40,000 ฟุต (460 เมตร - 12,200 เมตร) ที่สำคัญได้แก่

4.1 เมฆคิวมูลัส (CUMULUS) เป็นเมฆก้อนสีขาวคล้ายปุยฝ้ายฐานเรียบแต่ยอดของเมฆมีลักษณะเป็นรูปโดม หรือดอกกะหล่ำ เกิดขึ้นเป็นหย่อม ๆ กระจุกกระจายไม่ต่อเนื่องกัน ด้านที่แสงอาทิตย์ผ่านทะลุได้จะมีสีขาวสดใส ส่วนด้านที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์ หรือฐานเมฆจะมีสีเทาหรือสีดำ ถ้าเป็นเมฆคิวมูลัสก้อนเล็ก ๆ อยู่เป็นหย่อม ๆ กระจุกกระจายไม่ต่อเนื่องกัน

จะแสดงถึงภาวะอากาศดี ท้องฟ้าแจ่มใส ถ้าก้อนมีขนาดใหญ่ขึ้นอาจมีฝนตกได้

4.2 เมฆคิวมูโลนิมบัส (CUMULONIMBUS) เป็นเมฆคิวมูลัสที่ก่อตัวขึ้นมีขนาดใหญ่และหนาทึบ มีรูปร่างคล้ายภูเขาหรือเป็นทรงหอคอยขนาดใหญ่เป็นเมฆที่แสดงถึงสภาวะอากาศไม่ดี เป็นเมฆที่ก่อให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (THUNDERSTORM) ฝนจะตกหนัก มีปรากฏการณ์ของฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และลมกระโชกพัดแรงเป็นพัก ๆ ฐานของเมฆสูงจากพื้นดินประมาณ 1,600 ฟุต (500 เมตร) ขึ้นไปจนถึงระดับความสูงประมาณ 30,000-40,000 ฟุต (9-12 ก.ม.) เมื่อก่อตัวเต็มที ยอดเมฆมักจะแผ่ตัวแบนออกจนมีลักษณะคล้ายรูปทั่ง เมื่อดูระยะไกลยอดของเมฆจะมีสีขาว ฐานของเมฆจะมีสีดำทึบ ท้องฟ้าจะมีดครึ้มคล้ายกับเวลากลางวัน ขบวนการเกิดเมฆคิวมูโลนิมบัส จะอธิบายในเรื่องการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองในบทที่ 15



รูป 14.9 ประเภทของเมฆซึ่งพิจารณาทั้งลักษณะรูปร่างและความสูงประกอบกัน

หมอก (FOG)

หมอกก็คือ เมฆซึ่งเกิดขึ้นที่พื้นดินหรือใกล้พื้นดินนั่นเอง หมอกเกิดขึ้นเมื่ออากาศชั้นใกล้พื้นดินมีอุณหภูมิลดต่ำลงถึงจุดน้ำแข็ง ไอน้ำในอากาศจึงเกิดการกลั่นตัวเป็นหมอก หมอกแตกต่างจากเมฆเพียงประการเดียว คือ หมอกเกิดขึ้นที่พื้นดิน หรือใกล้พื้นดิน ส่วนเมฆนั้นเกิดขึ้นในระดับสูงจากพื้นดินขึ้นไป ในที่บางแห่งหมอกที่เกิดขึ้นจะช่วยทำให้พืชพรรณธรรมชาติตามชายฝั่งทะเลทรายมีชีวิตอยู่ได้ แต่อย่างไรก็ตาม หมอกหนาที่ที่เกิดขึ้นเป็นอุปสรรคต่อระบบการคมนาคมขนส่งสมัยใหม่ เช่น ก่อให้เกิดอุบัติเหตุรถยนต์ชนกันบนทางถนนอันเนื่องมาจากหมอกลงจัดทำให้ผู้คนล้มตายเป็นจำนวนมาก ทำให้การบินล่าช้าลงและเมื่อเกิดหมอกลงจัด สนามบินบางแห่งต้องปิด ยังผลให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจและก่อให้เกิดความไม่สะดวกสบายแก่ผู้เดินทาง นอกจากนี้หมอกที่เกิดขึ้นในทะเลและมหาสมุทรยังเป็นอุปสรรคต่อการเดินเรือด้วย คงจะเคยได้ยินบ้างบ่อย ๆ เกี่ยวกับเรือบรรทุกน้ำมันขนาดใหญ่ชนกันในทะเลมหาสมุทรเนื่องจากหมอกลงจัด ส่วนหมอกปนควัน (SMOG) ที่เกิดตามโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีควันไฟ และฝุ่นปะปนอยู่ จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพของคนเป็นอย่างมาก

หมอกสามารถแบ่งประเภทตามลักษณะการเกิดได้ดังนี้คือ

1. หมอกที่เกิดจากการแผ่รังสี (RADIATION FOG) หมอกชนิดนี้โดยปกติเกิดในเวลา กลางคืนในฤดูหนาวที่อากาศหนาวเย็น ท้องฟ้าแจ่มใสไม่มีเมฆและลมสงบ จากภาวะอากาศเช่นนี้จึงทำให้พื้นดินคายความร้อนออกได้มากและเป็นไปอย่างรวดเร็ว เมื่อพื้นดินมีอุณหภูมิลดต่ำลง อากาศที่อยู่ใกล้พื้นดินเมื่อสัมผัสกับพื้นดินที่เย็นก็จะลดอุณหภูมิต่ำลงตามไปด้วย เมื่ออุณหภูมิลดต่ำจนถึงจุดน้ำค้าง การกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศใกล้พื้นดินก็จะเกิดเป็นหมอกขึ้น หมอกชนิดนี้เป็นหมอกที่เกิดจากพื้นดินแผ่ความร้อนออก หรือบางทีเรียกว่าหมอกพื้นดิน (GROUND FOG) โอกาสของการเกิดหมอกชนิดนี้ขึ้นมากจะพบอยู่ในบริเวณลักษณะภูมิประเทศบางแห่ง เช่น หุบเขา เป็นต้น ซึ่งในเวลากลางคืนอากาศเย็นจะจมตัวลงมารวมกันอยู่บริเวณนี้ หมอกชนิดนี้มักเกิดในเวลากลางคืน หรือตอนเช้าก่อนดวงอาทิตย์ขึ้น

2. หมอกที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ (ADVECTION FOG) เป็นหมอกที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศในแนวนอน ตัวอย่างเช่น ในสหรัฐอเมริกา เมื่อมวลอากาศร้อนชื้นจากอ่าวเม็กซิโก เคลื่อนที่ไปทางเหนือผ่านหุบเขาตอนบนของแม่น้ำมิสซิสซิปปี ซึ่งมีอากาศหนาวเย็นและบางที่มีหิมะปกคลุมอยู่มวลอากาศร้อนชื้นจะลดอุณหภูมิต่ำลงจนถึงจุดน้ำค้างและกลั่นตัวเป็นหมอกขึ้น นอกจากนี้หมอกยังเกิดขึ้นในท้องทะเลที่มีกระแส น้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็นไหลมาพบกัน เช่น หมอกที่เกิดบริเวณแกรนแบงค์ (GRAND BANK) นอกฝั่งเกาะนิวฟันด์แลนด์ เป็นต้น ถ้าเป็นหมอกบาง ๆ เมื่อได้รับแสงอาทิตย์ตอนเช้าก็จะหายไปอย่างรวดเร็วและบางที่อาจเกิดขึ้นใหม่ในเวลากลางวัน และตอนหัวค่ำก็ได้ และบางที่หมอกนี้อาจจะปกคลุมบริเวณใดบริเวณหนึ่งตลอดทั้งวันก็มี

3. หมอกบนทางลาด (USPLOPE FOG หรือ OROGRAPHIC FOG) อุณหภูมิของพื้นที่จะค่อย ๆ ลดต่ำลงตามระดับความสูง ดังนั้น ตามลาดเขาอุณหภูมิจึงต่ำกว่าเบื้องล่าง เมื่ออากาศร้อนชื้นไหลขึ้นไปตามพื้นที่ลาด อากาศจะค่อย ๆ ลดอุณหภูมิต่ำลงจนถึงจุดน้ำค้างและกลั่นตัวเป็นหมอกขึ้น

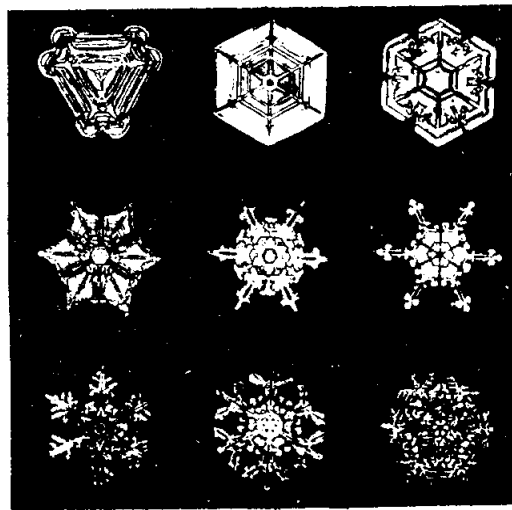
หยาดน้ำฟ้า (PRECIPITATION)

หยาดน้ำฟ้าเกิดจากหยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศเกาะรวมตัวอยู่ภายในก้อนเมฆจนกระทั่งหยดน้ำเหล่านี้มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก อากาศไม่สามารถอุ้มไว้ได้จึงตกลงมายังพื้นดินในรูปลักษณะของฝน ฝนน้ำแข็ง หิมะ และลูกเห็บ เป็นต้น รูปลักษณะของหยาดน้ำฟ้าจะแตกต่างกันไปตามวิธีการเกิดและอุณหภูมิตั้งแต่ระหว่างการเกิด หยาดน้ำฟ้าที่สำคัญได้แก่ ฝน หิมะ ฝนน้ำแข็ง ลูกเห็บ เป็นต้น

ฝน เป็นหยาดน้ำฟ้าชนิดหนึ่งที่ตกจากเมฆลงสู่พื้นดินในลักษณะของเหลว ฝนเป็นหยาดน้ำฟ้าที่พบมากที่สุดในการบรรดาหยาดน้ำฟ้าชนิดต่าง ๆ เกิดจากละอองน้ำขนาดเล็ก ๆ รวมตัวกันเป็นหยดน้ำขนาดใหญ่จนมีน้ำหนักมากกว่าแรงต้านของอากาศที่พัดขึ้นไปจึงตกลงมาเป็นฝน เม็ดน้ำฝนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 0.5 มิลลิเมตร (0.02 นิ้ว) ขึ้นไป บางทีเม็ดน้ำฝนอาจมีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ถึง 7 มิลลิเมตร (0.25 นิ้ว) บางทีมวลอากาศลดอุณหภูมิต่ำลงถึงจุดน้ำค้างอย่างช้า ๆ จึงทำให้เม็ดฝนมีขนาดเล็ก (เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ .02 นิ้ว หรือน้อยกว่า)

เมื่อตกลงเบื้องล่างจึงคล้ายกับเป็นละอองฝน ผ่นชนิดนี้จึงมีชื่อว่า ผ่นละออง

หิมะ เป็นหยาดน้ำฟ้าชนิดหนึ่งซึ่งเกิดในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว หิมะเกิดจากละอองน้ำเล็กละเอียดในเมฆซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0° ซ. มาก เปลี่ยนภาวะในทันทีทันใดกลายเป็นผลึกน้ำแข็ง ในขณะที่ผลึกน้ำแข็งล่องลอยไปในอากาศที่ไหลขึ้นลงภายในก้อนเมฆ ผลึกน้ำแข็งจะมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากขึ้น เมื่อกระแสอากาศที่ไหลขึ้นไม่อาจต้านทานน้ำหนักของผลึกน้ำแข็งได้ ผลึกน้ำแข็งเหล่านี้จะตกลงจากก้อนเมฆอย่างรวดเร็วในลักษณะของหิมะ เนื่องจากหิมะตกผ่านชั้นอากาศที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งลงมา จึงทำให้หิมะตกลงมาถึงพื้นดินในลักษณะเป็นของแข็งอยู่ หิมะเป็นผลึกน้ำแข็งที่มีลักษณะสวยงาม เมื่อส่องดูด้วยแว่นขยายจะเห็นผลึกน้ำแข็งเหล่านี้ ส่วนมากมีลักษณะเป็นรูป 6 เหลี่ยมแบบต่างๆ กัน (รูป 14.10 และ รูป 14.11)



รูป 14.10 หิมะเป็นผลึกน้ำแข็งที่มีรูป 6 เหลี่ยมแบบต่างๆ กัน



รูป 14.11 จากการเกิดพายุหิมะในเดือนมกราคม ค.ศ. 1943 จึงทำให้หิมะปกคลุมอยู่ตามสายไฟ ต้นไม้ กิ่งไม้ ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อมลรัฐนิวเจอร์ซีย์

ฝนน้ำแข็ง (SLEET) เมื่อเม็ดฝนตกผ่านชั้นอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำถึงจุดเยือกแข็ง ทำให้เม็ดฝนแข็งตัวเป็นน้ำแข็งก่อนที่จะตกลงมายังพื้นดิน นี่คือการปรากฏการณ์ที่เรียกว่า “ฝนน้ำแข็ง” ในสหรัฐอเมริกา แต่ในประเทศอื่น ๆ นอกจากสหรัฐอเมริกา คำว่า “ฝนน้ำแข็ง” ไม่ได้หมายถึงปรากฏการณ์ที่เม็ดน้ำฝนแข็งตัวกลายเป็นน้ำแข็ง แต่กลับหมายถึง น้ำฝนผสมกับหิมะ

ลูกเห็บ เป็นหยาดน้ำฝนที่พบน้อยกว่าหยาดน้ำฟ้า 3 ชนิดดังกล่าวข้างต้น ส่วนมากจะเกิดในฤดูร้อนและเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดเฉพาะเมฆคิวมูโลนิมบัส ลูกเห็บจะเป็นก้อนน้ำแข็งค่อนข้างกลมและแข็งมาก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรขึ้นไป ลูกเห็บเกิดขึ้นเนื่องจากภายในเมฆคิวมูโลนิมบัส มีกระแสอากาศร้อนและชื้น ไหลขึ้นสู่เบื้องบนอย่าง

เร็ว เมื่อเม็คน้ำฝนในเมฆถูกกระแสอากาศหอบขึ้นไปถึงบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ทำให้เม็คน้ำฝนกลายเป็นผลึกน้ำแข็งและโตขึ้นเรื่อย ๆ โดยมีละอองน้ำในเมฆเกาะพอกผลึกน้ำแข็งให้โตขึ้นและมีน้ำหนักมากขึ้น เมื่อสามารถเอาชนะกระแสอากาศที่ไหลขึ้นได้ก็จะตกลงมา ในขณะที่ตกลงมาผลึกน้ำแข็งบางก้อนอาจจะถูกกระแสอากาศเบื้องล่างที่ไหลขึ้นอย่างแรงพัดกลับขึ้นไปอีกวนเวียนกันอยู่เช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งกลายเป็นก้อนน้ำแข็งขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากจนกระแสอากาศเบื้องล่างไม่อาจต้านทานไว้ได้ก็จะตกลงมายังพื้นดิน เรียกว่า ลูกเห็บ

ในประเทศไทย ลูกเห็บมักจะเกิดติดตามมาพร้อมกับพายุฤดูร้อนระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม ส่วนมากมักจะเกิดมีขึ้นในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และอาจมีในภาคกลางบ้างแต่ไม่บ่อยครั้งนัก เนื่องจากในฤดูร้อนพื้นแผ่นดินร้อนจัด อากาศเหนือพื้นดินจะร้อนและไหลขึ้นเบื้องบนอย่างแรง เกิดเป็นเมฆคิวมูลัส และคิวมูโลนิมบัสขนาดใหญ่ขึ้นจนกลายเป็นพายุ หากพายุที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงมาก ในขณะที่พายุเคลื่อนที่เข้ามาอาจจะมิลูกเห็บตกลงมาด้วย ลูกเห็บที่ตกในประเทศไทยส่วนมากมีขนาดย่อมประมาณเท่าเม็ดมะขามหรือลูกมะยม ต่างกับลูกเห็บที่เกิดในประเทศหนาวซึ่งมักมีขนาดใหญ่กว่ามาก เพราะลูกเห็บที่ตกผ่านอากาศร้อนลงมาบางส่วนของลูกเห็บจะละลายกลายเป็นไอน้ำไปจึงทำให้ขนาดที่เหลืออยู่เล็กลง

ลูกเห็บที่ตกในประเทศร้อนมักไม่ใคร่เป็นอันตรายต่อพืชมากนัก ผิดกับที่ตกในประเทศหนาว เพราะลูกเห็บที่ตกในประเทศหนาวมีขนาดใหญ่ เมื่อตกลงถึงพื้นดินย่อมเป็นอันตรายต่อพืชไร่ได้มาก

การวัดหยาดน้ำฟ้า

หยาดน้ำฟ้าโดยทั่วไปกำหนดหน่วยเป็นเซนติเมตรหรือนิ้วต่อระยะเวลาที่ฝนตก แต่บางแห่งกำหนดหน่วยเป็นนิ้วหรือเซนติเมตรต่อระยะเวลา 24 ชั่วโมง น้ำฝน 1 นิ้วคือ ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาปกคลุมพื้นดินหมด 1 นิ้ว โดยยังไม่มีภาระเหยหรือซึมลงไปในดิน เครื่องวัดน้ำฝนอย่างง่าย ๆ ได้แก่ ถังโลหะเป็นรูปทรงกลม ก้นเรียบ มีความลึกพอสำหรับเก็บน้ำฝนที่ตกลงมาในระยะหนึ่ง ๆ (รูป 14.12) การอ่านค่าของปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาแต่ละครั้งอาจผิดพลาดได้ง่ายถ้าไม่ได้ตรวจดูโดยทันทีทันใด บางครั้งถ้ามีฝนตกน้อย เช่นตกเพียง 0.1 นิ้ว (0.25

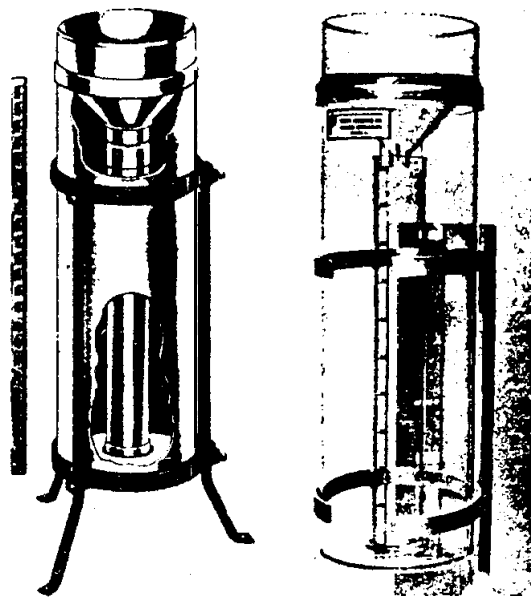
เซนติเมตร) อาจทำให้บอกปริมาณฝนตกได้ไม่แน่นอน ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการผิดพลาดที่วัดปริมาณน้ำฝนแต่ละครั้ง เครื่องมือที่วัดน้ำฝนชนิดดีจึงมีกรวยต่อกันถึงไปยังกระบอกวัด แม้จะมีฝนตกเพียงเล็กน้อยก็สามารถจะอ่านปริมาณน้ำฝนที่แน่นอนได้

สำหรับการวัดปริมาณของหิมะที่ตกแต่ละครั้ง สามารถวัดได้โดยการเปรียบเทียบจากการละลายของหิมะมาเป็นน้ำที่หิมะตกแต่ละครั้ง เพราะสถิติเกี่ยวกับน้ำฝนที่ตกแต่ละครั้งกับหิมะที่ตกแต่ละครั้ง สามารถนำมาเปรียบเทียบหาข้อเท็จจริงบางอย่างด้วยกันได้เช่น ถ้าหิมะตกวัดได้สูง 10 นิ้ว จะมีค่าเท่ากับฝนที่ตกวัดได้ 1 นิ้ว อัตราส่วนนี้อาจแตกต่างกันออกไป คือ ถ้าหิมะตกใหม่ ๆ อาจจะวัดได้สูงถึง 30 นิ้วต่อฝนที่ตกวัดได้ 1 นิ้ว ถ้าหิมะนั้นตกนานแล้วอาจจะวัดได้ 2 นิ้วต่อฝนตกวัดได้ 1 นิ้ว

หยาดน้ำฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร

หยาดน้ำฟ้าเกิดขึ้นได้ด้วยสาเหตุดังนี้

1. หยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากการพาความร้อน (CONVECTIONAL PRECIPITATION)

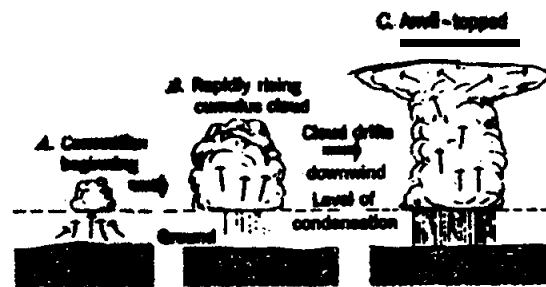


รูป 14.12
เครื่องวัดน้ำฝน

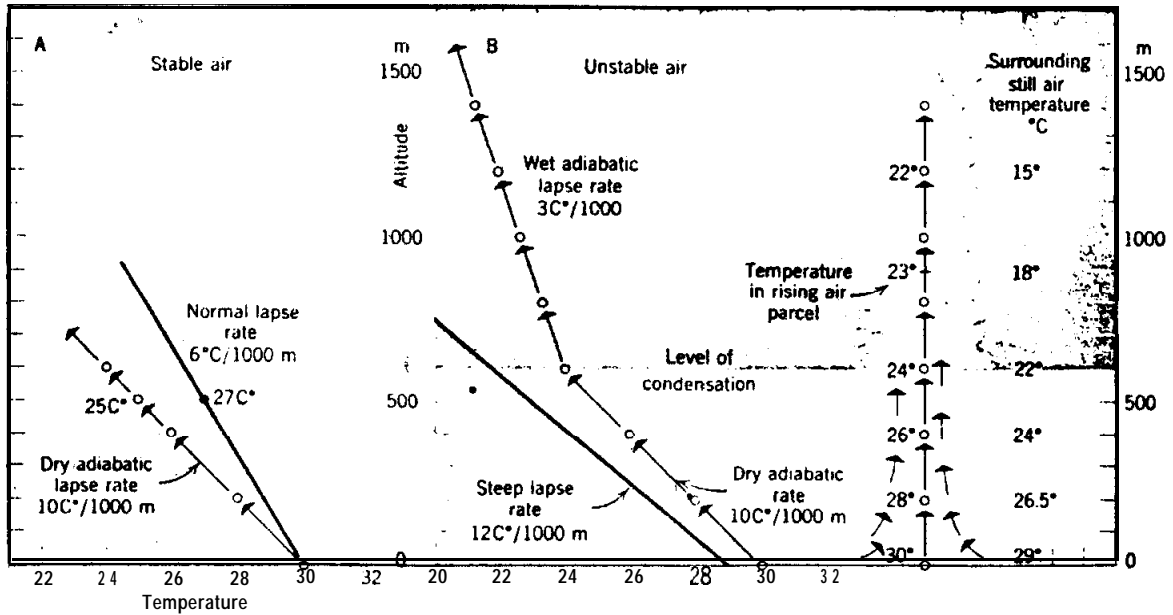
2. หยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากลมพัดมาปะทะภูเขา (OROGRAPHIC PRECIPITATION)
3. หยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากแนวปะทะอากาศ (FRONTAL PRECIPITATION)

1. หยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากการพาความร้อน (CONVECTIONAL PRECIPITATION)

เกิดจากการที่อากาศเหนือพื้นดินที่ร้อนและเบากว่าอากาศที่อยู่โดยรอบยกตัวสูงขึ้น อุณหภูมิของอากาศจะลดต่ำลงตามอัตราอะเดียแบติก จนกระทั่งต่ำกว่าจุดน้ำค้าง จึงเกิดการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศก่อตัวเป็นเมฆคิวมูลัส อากาศร้อนยังคงลอยตัวสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและในที่สุดก่อตัวเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัส ทำให้เกิดหยาดน้ำฟ้าลงสู่พื้นดิน (รูปที่ 14.13)



รูป 14.13 หยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากการพาความร้อน



รูป 14.4 A ภายใต้ภาวะอากาศทรงตัว

รูป 14.4 B ภายใต้ภาวะอากาศที่ไม่ทรงตัว

อากาศจะไม่ถูกบังคับให้ยกตัวสูงขึ้น

อากาศจะยกตัวสูงขึ้น

รูป 14.4 A เป็นภาวะที่อากาศทรงตัว (อากาศแห้ง) สมมติว่าอากาศที่พื้นดินมีอุณหภูมิ 30° ซ อากาศจะลอยตัวขึ้นสู่เบื้องบน เมื่ออากาศลอยตัวขึ้นสู่เบื้องบน อุณหภูมิของอากาศจะลดลงตามอัตราอะเดียแบติกของอากาศแห้ง (10° ซ/1,000 เมตร) เมื่ออากาศลอยขึ้นไปสูง 500 เมตร อุณหภูมิจะลดลง 5° ซ ฉะนั้นอุณหภูมิของอากาศที่ลอยขึ้นไป ณ ระดับความสูง 500 เมตร จะเท่ากับ 25° ซ ในขณะที่อุณหภูมิของอากาศโดยรอบ ณ ระดับความสูง 500 เมตรเท่ากับ 27° ซ (อุณหภูมิของอากาศโดยรอบจะลดลงตามอัตราปกติ คือ 6° ซ/1,000 เมตร) ฉะนั้น ณ ระดับความสูง 500 เมตร อากาศที่ลอยตัวสูงขึ้นมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศโดยรอบ จึงทำให้อากาศที่ลอยตัวสูงขึ้นมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศโดยรอบ อากาศแทนที่จะลอยตัวสูงขึ้นกลับจมตัวลงเบื้องล่าง ภาวะเช่นนี้เรียกว่า ภาวะอากาศที่ทรงตัวซึ่งไม่ก่อให้เกิดหยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากการพาความร้อน

รูป 14.4 B แสดงถึงภาวะอากาศไม่ทรงตัว สมมติว่าที่พื้นดินอากาศโดยรอบมีอุณหภูมิประมาณ 29 °C ส่วนมวลอากาศร้อน ณ ระดับพื้นดินมีอุณหภูมิ 30 °C ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศโดยรอบ 1 °C มวลอากาศร้อนนี้จะลอยตัวขึ้นสู่เบื้องบนเพราะมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศโดยรอบ เมื่อลอยตัวสูงขึ้นมวลอากาศจะลดอุณหภูมิลงตามอัตราอะเดียแบติกของอากาศ 10 °C/100 เมตร) เมื่อลอยขึ้นไปจนถึงระดับความสูง 600 เมตร อุณหภูมิของมวลอากาศจะลดลงเหลือประมาณ 24 °C แต่ยังมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศโดยรอบ (ณ ระดับความสูง 600 เมตรอากาศโดยรอบมีอุณหภูมิ 22 °C) ฉะนั้นมวลอากาศยังคงลอยตัวสูงขึ้นต่อไป และ ณ ระดับความสูง 600 เมตร อุณหภูมิลดต่ำลงถึงจุดน้ำค้าง การกลั่นตัวจึงเกิดขึ้น จากนี้ต่อไปมวลอากาศที่ลอยตัวสูงขึ้นจะลดอุณหภูมิต่ำลงตามอัตราอะเดียแบติกของอากาศอิ่มตัว การกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศทำให้มีการคายความร้อนแฝงออกประมาณกันว่า มีการคายความร้อนแฝงออกมาถึง 600 แคลอรีต่อน้ำ 1 กรัม ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มความร้อนให้แก่มวลอากาศที่ลอยตัวสูงขึ้น ถึงแม้มวลอากาศจะลอยตัวสูงขึ้นไปจนถึงระดับประมาณ 1,000 เมตร อุณหภูมิของมวลอากาศก็ยังคงสูงกว่าอากาศโดยรอบ และยังคงลอยตัวขึ้นสูงต่อไป และก่อตัวเป็นเมฆคิวมูลินิมบัส ซึ่งทำให้เกิดหยาดน้ำฟ้าลงสู่พื้นดินในรูปของฝนตกหนักมีปรากฏการณ์ของฟ้าร้อง ฟ้าแลบ ฟ้าผ่าด้วย และบางที่อาจมีลูกเห็บตกด้วย

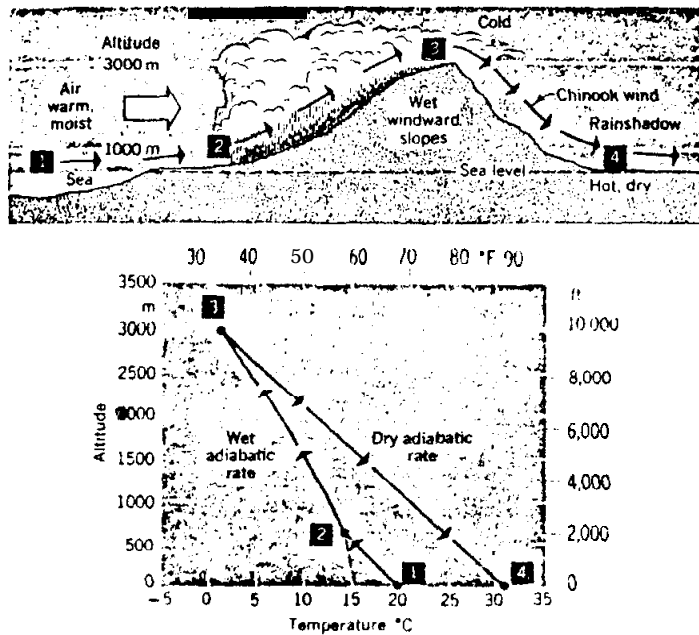
หยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากการพาความร้อนเกิดมากในบริเวณที่ได้รับแสงอาทิตย์เต็มที่ เช่น บริเวณศูนย์สูตร และเขตร้อน ส่วนในเขตขั้วบน หยาดน้ำฟ้าชนิดนี้จะเกิดในฤดูร้อน

2. หยาดน้ำฟ้าที่เกิดขึ้นจากลมพัดมาปะทะภูเขา (OROGRAPHIC PRECIPITATION)

คำว่า ORO มาจากภาษากรีก OROS มีความหมายว่า ภูเขา ลักษณะธรรมชาติที่ก่อให้เกิดหยาดน้ำฟ้าชนิดนี้มากที่สุดคือต้องเป็นบริเวณภูเขาสูงหรือที่ราบสูงที่ตั้งอยู่ริมฝั่งทะเลที่ได้รับลมพัดจากทะเล เมื่อลมร้อนขึ้นพัดผ่านทะเลมาเคลื่อนที่ไปปะทะกับสิ่งกีดขวางอาจจะเป็นเทือกเขา ที่ราบสูง หรือหน้าผาชัน ลมจะถูกบังคับให้ยกตัวสูงขึ้นไปตามเขาด้านที่ตั้งรับลม (WINDWARD SLOPES) อุณหภูมิของอากาศจะค่อย ๆ ลดต่ำลงตามอัตราอะเดียแบติก เมื่ออุณหภูมิลดต่ำถึงจุดน้ำค้างก็จะเกิดการกลั่นตัวก่อตัวเป็นเมฆและทำให้เกิดหยาดน้ำฟ้าขึ้นทางด้านที่ได้รับลม (รูป 14.15) หลังจากนั้นลมจะพัดผ่านยอดเขาลงไปตามไหล่เขาด้านปลายลม (LEEWARD SLOPES) อุณหภูมิของอากาศจะสูงขึ้นตามลำดับตามอัตราอะเดียแบติกแห้ง จึงทำให้ไหล่เขา

ด้านปลายลมมีอากาศแห้งแล้งและร้อนเป็นเขตเงาฝน ดังจะเห็นได้จากบริเวณทะเลทรายที่สำคัญของโลกบางแห่งพบอยู่ทางด้านปลาย ลมของภูเขา เช่น ทะเลทรายอะตากามาในอเมริกาใต้ ทะเลทรายในรัฐเนวาดา และตะวันออกของแคลิฟอร์เนีย เป็นต้น ผู้คนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เทือกเขา จะสามารถเห็นถึงอิทธิพลของหยาดน้ำฟ้าชนิดนี้ได้ชัดเจนจากพืชพรรณธรรมชาติที่ขึ้นด้านของภูเขาที่ได้รับลมจะมีป่าไม้หนาทึบ ส่วนด้านตรงกันข้ามเป็นเขตเงาฝนมีอากาศแห้งแล้ง พืชพรรณธรรมชาติเบาบาง

สำหรับในประเทศไทย หยาดน้ำฟ้าชนิดนี้พบมากทางด้านตะวันตกของภาคใต้จากจังหวัดระนองถึงจังหวัดสตูล และทางด้านตะวันออกของประเทศจากจังหวัดจันทบุรี ถึงตราด ในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และทางด้านตะวันออกของภาคใต้จากจังหวัดนครศรีธรรมราชจนถึงจังหวัดนราธิวาสในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



รูป 14.15 ลมร้อนขึ้นจากทะเลอวกบังกับให้ยกตัวสูงขึ้นตามด้านของภูเขาที่ตั้งรับลม ทำให้เกิดหยาดน้ำฟ้าขึ้น

3. หยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากแนวปะทะอากาศ (FRONTAL PRECIPITATION) เกิดจากมวลอากาศ 2 กลุ่ม ที่มีคุณสมบัติต่างกันเคลื่อนที่มาพบกัน มวลอากาศเย็นที่หนักกว่าจะยังคงอยู่ใกล้พื้นดิน และจะซัดดันให้มวลอากาศร้อนลอยขึ้นสู่เบื้องบน มวลอากาศร้อนที่ลอยสูงขึ้นจะลดอุณหภูมิต่ำลงจนถึงจุดน้ำค้าง (ไอน้ำจะกลั่นตัวกลายเป็นเมฆ และทำให้เกิดหยาดน้ำฟ้าเป็นบริเวณกว้าง สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับการเกิดหยาดน้ำฟ้าชนิดนี้จะอธิบายในบทที่ 15