การจัดการความรู้ (KM) ประจำปี พ.ศ. 2569
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

เรื่อง
คู่มือการจำแนกประเภทเมฆและรหัสทางอุตุนิยมวิทยา
จาก WMO International Cloud Atlas ฉบับปี ค.ศ. 2017

โดยคณะทำงานการจัดการความรู้ ปีงบประมาณ พ.ศ.2569
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

คำนำ

เอกสารฉบับนี้ เป็นเอกสารสรุปองค์ความรู้จากกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การจัดการความรู้ (Knowledge Management: KM) ของศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง เรื่อง “Cloud Atlas การแบ่งชั้นเมฆ และการศึกษาเมฆคิวมูโลนิมบัส” ตามแผนการจัดการความรู้ที่ 15 ของแผนการจัดการความรู้ (KM Action Plan) ของกรมอุตุนิยมวิทยา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2569 เป็นการสรุปเนื้อหาและหลักเกณฑ์การจำแนกประเภทเมฆ ที่เรียบเรียงและแปลมาจาก International Cloud Atlas: Manual on the Observation of Clouds and Other Meteors (WMO-No. 407) ฉบับปี ค.ศ. 2017 ซึ่งเป็นฉบับล่าสุดที่เป็นมาตรฐานสากลที่ใช้ในงานอุตุนิยมวิทยาทั่วโลก โดยเนื้อหาดังกล่าวได้นำมาใช้ในกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (KM) เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพ การแบ่งระดับชั้นความสูง และการกำหนดรหัสเมฆในเชิงอุตุนิยมวิทยา รวมถึงเนื้อหาเรื่อง เมฆ กับการปฏิบัติการฝนหลวง ซึ่งได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากศูนย์ปฏิบัติการฝนหลวงภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง กรมฝนหลวงและการบินเกษตร

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และเพิ่มพูนทักษะในการตรวจ สังเกตุ และจำแนกประเภทเมฆอย่างเป็นระบบ แก่บุคลากรในสังกัดศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง และผู้ที่สนใจ เพื่อให้การปฏิบัติงานตรวจอากาศเป็นไปตามมาตรฐานสากล และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คณะทำงานการจัดการความรู้
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง
30 เมษายน 2569

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ข
สารบัญ	ค
บทที่ 1 บทนำและหลักการของการจำแนกประเภทเมฆ	
1.1 นิยามของเมฆ	1
1.2 ลักษณะของเมฆ	1
1.2.1 Luminance (ความสว่าง)	1
1.2.2 Colour (สี)	2
1.3 หลักการจำแนกประเภทเมฆ	3
1.3.1 Genera (สกุลเมฆ)	3
1.3.2 Species (ชนิดเมฆ)	5
1.3.3 Varieties (ลักษณะย่อย)	6
1.3.4 Supplementary features (ลักษณะประกอบเพิ่มเติม)	7
1.3.5 Accessory clouds (เมฆประกอบ)	8
1.3.6 Mother-clouds (เมฆแม่)	9
1.3.7 Special clouds (เมฆชนิดพิเศษ)	9
1.4 สรุปการจำแนกประเภทเมฆ	10
1.5 คำย่อและสัญลักษณ์ของเมฆ	12
บทที่ 2 การจำแนกเมฆ	
2.1 คำนิยามของเมฆและแนวคิดเบื้องต้น	14
2.2 ระดับชั้นของเมฆ (Levels)	14
2.3 สกุลของเมฆ (Genera)	15
2.4 ชนิดของเมฆ (Species)	21
2.5 Varieties (ลักษณะที่ปรากฏ)	31
2.6 ลักษณะเสริม (Supplementary features)	37
2.7 Accessory clouds (เมฆบริวาร)	44
2.8 Special clouds (เมฆพิเศษ)	47
บทที่ 3 รายละเอียดเมฆแต่ละระดับ (Genera)	
3.1 เมฆชั้นสูง (High-level clouds)	53
3.1.1 Cirrus (Ci) — เซอร์รัส	53
3.1.2 Cirrocumulus (Cc) — เซอร์โรคิวมูลัส	62
3.1.3 Cirrostratus (Cs) — เซอร์โรสเตรตัส	70
3.2 เมฆชั้นกลาง (Medium-level clouds)	77
3.2.1 Altocumulus (Ac) — อัลโตคิวมูลัส	77
3.2.2 Altostratus (As) — อัลโตสเตรตัส	91

สารบัญ

	หน้า
3.2.3 Nimbostratus (Ns) — นิมโบสเตรตัส	100
3.3 เมฆชั้นต่ำ (Low-level clouds)	104
3.3.1 Stratocumulus (Sc) — สเตรโตคิวมูลัส	104
3.3.2 Stratus (St)	118
3.3.3 Cumulus (Cu)	127
3.3.4 Cumulonimbus (Cb)	136
บทที่ 4 เมฆชั้นบรรยากาศระดับสูงและเมฆลักษณะพิเศษ	
4.1 บทนำ	141
4.2 อิทธิพลของภูเขาทางด้านรับลม	141
4.3 เมฆในบรรยากาศชั้นบน	147
4.4 เมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลกชนิดกรดไนตริกและน้ำ	149
4.5 เมฆนอคติลูเซนต์ (เมฆเมโซสเฟียร์แถบขั้วโลก)	151
บทที่ 5 วิธีปฏิบัติในการสังเกตการณ์เมฆ	158
5.1 หลักการสังเกตการณ์ที่ใช้กับคำจำกัดความของเมฆ	158
5.2 ขั้นตอนในการสังเกตการณ์เมฆ	158
5.3 เทคนิคและอุปกรณ์เสริม	158
5.4 การวัดและประเมินค่าทางกายภาพ	159
5.5 การสังเกตการณ์ในสถานการณ์พิเศษ	161
5.6 การเข้ารหัสรหัสเมฆ (Cloud Coding)	161
5.6.1 การเขียนโค้ดเมฆชั้นต่ำ C_L	162
5.6.2 การเขียนโค้ดเมฆชั้นกลาง C_M	164
5.6.3 การเขียนโค้ดเมฆชั้นสูง C H	166
5.7 สัญลักษณ์เมฆที่สอดคล้องกับรหัส C_L , C_M และ C_H	168
5.8 การสังเกตเมฆจากเครื่องบิน	168
บทที่ 6 เมฆ กับการปฏิบัติการฝนหลวง	170
6.1 ความเป็นมาของโครงการพระราชดำริฝนหลวง	170
6.2 หลักการปฏิบัติการฝนหลวง	172
6.3 เทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติการฝนหลวง	176
6.4 เงื่อนไขการปฏิบัติการฝนหลวง	177
6.5 ลักษณะเมฆที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติการฝนหลวง	178

บทที่ 1
บทนำและหลักการของการจำแนกประเภทเมฆ

1.1 นิยามของเมฆ

เมฆ (cloud) คือ ไฮโดรมีเทออร์ (hydrometeor) ที่ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กมากของน้ำในสถานะของเหลว หรือน้ำแข็ง หรือทั้งสองอย่าง ซึ่งแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ และโดยทั่วไปไม่สัมผัสกับพื้นผิวโลก นอกจากนี้ เมฆอาจประกอบด้วยอนุภาคของน้ำหรือ น้ำแข็งที่มีขนาดใหญ่กว่า รวมถึงอนุภาคของเหลวหรือของแข็งที่ไม่ใช่น้ำ เช่น อนุภาคที่พบในไอควัน ควัน หรือฝุ่น

1.2 ลักษณะของเมฆ

ลักษณะของเมฆสามารถอธิบายได้ดีที่สุดโดยพิจารณาจากมิติ ขนาด รูปร่าง โครงสร้าง เนื้อสัมผัส ความสว่าง และสีของเมฆ ปัจจัยเหล่านี้จะถูกพิจารณาในรายละเอียดสำหรับรูปแบบเมฆลักษณะเฉพาะแต่ละประเภทต่อไปนี้

1.2.1 Luminance (ความสว่าง)

ความสว่างของเมฆถูกกำหนดโดยปริมาณแสงที่ถูก สะท้อน กระเจิง และส่งผ่าน โดยอนุภาคซึ่งเป็นองค์ประกอบของเมฆ แสงดังกล่าวส่วนใหญ่มาจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง เช่น ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ หรือดวงดาว รวมถึงแสงจากท้องฟ้า และในบางกรณีอาจมาจากแสงที่สะท้อนจากพื้นผิวโลก โดยเฉพาะบริเวณทุ่งน้ำแข็ง พื้นที่ปกคลุมด้วยหิมะ หรือแหล่งน้ำ ซึ่งสามารถสะท้อนแสงอาทิตย์หรือแสงจันทร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความสว่างของเมฆอาจเปลี่ยนแปลงได้จากการมีหมอกควัน (haze) อยู่ระหว่างผู้สังเกตกับเมฆ หมอกควันอาจทำให้ความสว่างของเมฆลดลงหรือเพิ่มขึ้นได้ ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของหมอกควันและทิศทางของแสงที่ตกกระทบ นอกจากนี้ หมอกควันยังส่งผลให้ความเปรียบต่าง (contrast) ลดลง ซึ่งมีผลต่อการสังเกตรูปร่าง โครงสร้าง และเนื้อสัมผัสของเมฆ ความสว่างของเมฆยังอาจได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์ทางแสงต่าง ๆ เช่น ฮาโล รุ้ง โคโรนา และกลอรี

ในเวลากลางวัน ความสว่างของเมฆมีค่ามากพอที่จะทำให้สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน ในเวลากลางคืนที่มีแสงจันทร์ เมฆจะสามารถมองเห็นได้เมื่อดวงจันทร์มีขนาดมากกว่าหนึ่งในสี่ของดวงเต็ม ในช่วงข้างมืดแสงจันทร์ไม่เพียงพอที่จะทำให้เห็นเมฆที่อยู่ไกล โดยเฉพาะเมฆบาง สำหรับคืนที่ไม่มีแสงจันทร์ โดยทั่วไปจะไม่สามารถมองเห็นเมฆได้ อย่างไรก็ตาม การมีอยู่ของเมฆอาจอนุมานได้จากการบดบังของดวงดาว (โดยคำนึงว่าดวงดาวใกล้ขอบฟ้าอาจถูกบดบังด้วยหมอกควัน) รวมถึงจากแสงออโรราบริเวณขั้วโลก หรือแสงจักรราศี (zodiacal light)

ในบริเวณที่มีแสงไฟส่องสว่างเพียงพอ เมฆสามารถมองเห็นได้ในเวลากลางคืน เหนือเขตเมืองขนาดใหญ่ เมฆอาจปรากฏให้เห็นจากการได้รับแสงที่ส่องจากด้านล่าง โดยชั้นเมฆที่ถูกส่องสว่างด้วยแสงไฟอาจทำหน้าที่เป็นฉากหลังที่สว่าง ส่งผลให้เศษเมฆชั้นล่างเด่นชัดยิ่งขึ้น

เมื่อเมฆที่มีความทึบแสงเล็กน้อยถูกส่องสว่างจากด้านหลัง ความสว่างของเมฆจะมีค่าสูงสุดในทิศทางของแหล่งกำเนิดแสง และจะลดลงเมื่อระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสงเพิ่มขึ้น เมฆที่บางจะมีการลดลงของความสว่างอย่างรวดเร็ว ในขณะที่เมฆที่มีความหนาทางแสง (optical thickness) (ซึ่งเป็นตัวชี้วัดระดับที่เมฆขัดขวางการผ่าน

ของแสง) มากกว่า จะมีการเปลี่ยนแปลงของความสว่างน้อยกว่า หากเมฆมีความหนาและทึบมากยิ่งขึ้น จะไม่สามารถระบุตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงได้เลย

ในกรณีที่ดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์อยู่ด้านหลังเมฆเดี่ยวที่มีความหนาแน่นสูง ขอบของเมฆมักจะปรากฏสว่างจ้า และอาจเห็นแถบสว่างสลับกับแถบเงาล้อมรอบเมฆนั้น เนื่องจากความหนาทางแสงของชั้นเมฆมักไม่สม่ำเสมอ แหล่งกำเนิดแสงอาจมองเห็นได้ผ่านบางส่วนของเมฆ แต่ไม่สามารถมองเห็นได้ผ่านส่วนอื่น ความแปรผันของความหนาทางแสงและความสว่าง โดยเฉพาะบริเวณใกล้ดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ อาจเปลี่ยนแปลงอย่างมากตามเวลาอันเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของเมฆ

สำหรับชั้นเมฆที่มีความทึบแสงสม่ำเสมอและเพียงพอ แหล่งกำเนิดแสงอาจยังสามารถรับรู้ตำแหน่งได้เมื่ออยู่ไม่ไกลจากจุดเหนือศีรษะ (zenith) แต่จะถูกบดบังอย่างสิ้นเชิงเมื่ออยู่ใกล้ขอบฟ้า ในบางกรณี ชั้นเมฆที่มีความทึบเพียงพออาจแสดงความสว่างสูงสุดบริเวณเหนือศีรษะ เมื่อดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์อยู่ในตำแหน่งต่ำ

แสงที่สะท้อนจากเมฆมายังผู้สังเกตจะมีค่าสูงสุดเมื่อเมฆอยู่ในทิศทางตรงข้ามกับแหล่งกำเนิดแสง ความสว่างจะเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นของเมฆและความหนาของเมฆในแนวสายตา เมื่อเมฆมีความหนาแน่นและมีมิติในแนวดิ่งมากเพียงพอ จะปรากฏเฉดสีเทาหลายระดับ แสดงลักษณะนูนต่ำของเมฆได้ชัดเจน และเมื่อแสงตกกระทบในแนวเฉียงมากขึ้น ช่วงของเฉดสีจะยิ่งกว้างขึ้น

ท้ายที่สุดความสว่างของเมฆมีความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างเมฆที่ประกอบด้วยหยดน้ำกับเมฆที่ประกอบด้วยผลึกน้ำแข็ง โดยทั่วไป เมฆผลึกน้ำแข็งจะมีความโปร่งแสงมากกว่า เนื่องจากมีความบางและมีจำนวนอนุภาคน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม เมฆผลึกน้ำแข็งบางชนิดอาจก่อตัวเป็นกลุ่มหนาและมีความเข้มข้นของอนุภาคสูง เมื่อถูกส่องสว่างจากด้านหลัง จะเห็นการไล่เงาที่เด่นชัด แต่เมื่อรับแสงสะท้อน จะปรากฏเป็นสีขาวสว่างจ้า

1.2.2 Colour (สี)

เนื่องจากแสงทุกช่วงความยาวคลื่นถูกเมฆกระเจิงในระดับที่ใกล้เคียงกัน สีของเมฆจึงขึ้นอยู่เป็นหลักกับสีของแสงที่ตกกระทบ หมอกควันที่อยู่ระหว่างผู้สังเกตกับเมฆอาจทำให้สีของเมฆเปลี่ยนแปลงไปได้ ตัวอย่างเช่น มักทำให้เมฆที่อยู่ไกลดูเป็นสีเหลือง ส้ม หรือแดง สีของเมฆยังได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์เรืองแสงพิเศษต่าง ๆ (photometeors)

เมื่อดวงอาทิตย์อยู่สูงเหนือขอบฟ้าเพียงพอ เมฆหรือบางส่วนของเมฆที่กระเจิงแสงจากดวงอาทิตย์เป็นหลักจะมีสีขาวหรือสีเทา ส่วนที่ได้รับแสงส่วนใหญ่มาจากท้องฟ้าสีฟ้าจะมีสีเทาอมฟ้า เมื่อการส่องสว่างจากดวงอาทิตย์และท้องฟ้าอ่อนมาก เมฆมักจะมีสีใกล้เคียงกับสีของพื้นผิวที่อยู่ด้านล่าง

เมื่อดวงอาทิตย์เข้าใกล้ขอบฟ้า สีของดวงอาทิตย์อาจเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีส้ม และเป็นสีแดง ท้องฟ้าในบริเวณใกล้ดวงอาทิตย์และเมฆจะมีสีเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้ สีฟ้าของท้องฟ้าและสีของพื้นผิวด้านล่างยังคงมีอิทธิพลต่อสีของเมฆ สีของเมฆยังแปรผันตามระดับความสูงของเมฆและตำแหน่งสัมพัทธ์ระหว่างเมฆ ผู้สังเกต และดวงอาทิตย์

เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ใกล้ขอบฟ้า เมฆชั้นสูงอาจยังดูเกือบเป็นสีขาว ในขณะที่เมฆชั้นต่ำจะแสดงสีส้มหรือสีแดงอย่างเด่นชัด ความแตกต่างของสีเหล่านี้ช่วยให้สามารถประมาณระดับความสูงสัมพัทธ์ของเมฆได้ (โดยสังเกตว่าเมฆที่อยู่ในระดับเดียวกันจะดูมีสีแดงน้อยกว่าเมื่อมองไปทางดวงอาทิตย์ เมื่อเทียบกับการมองออกห่างจากดวงอาทิตย์)

เมื่อดวงอาทิตย์อยู่เหนือหรืออยู่บนขอบฟ้าเล็กน้อย แสงอาจทำให้ด้านล่างของเมฆปรากฏเป็นสีแดง หากพื้นผิวด้านล่างของเมฆมีลักษณะเป็นลอนหรือขรุขระ สีจะปรากฏเป็นแถบ ๆ สลับกันระหว่างแถบที่สว่างกว่า (โทนเหลืองหรือแดง) และแถบที่มืดกว่า (โทนสีอื่น) ซึ่งช่วยให้เห็นลักษณะนูนต่ำของเมฆชัดเจนยิ่งขึ้น

เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ต่ำกว่าขอบฟ้าเล็กน้อย เมฆชั้นต่ำสุดที่อยู่ในเงาของโลกจะมีสีเทา เมฆชั้นกลางจะมีสีชมพูหรือสีดอกกุหลาบ และเมฆที่อยู่สูงมากอาจมีสีขาวอมเทา

ในเวลากลางคืน ความสว่างของเมฆโดยทั่วไปต่ำเกินกว่าที่การมองเห็นสีจะทำงานได้ เมฆที่สามารถรับรู้ได้ทั้งหมดจึงปรากฏเป็นสีดำถึงสีเทา ยกเว้นเมฆที่ได้รับแสงจากดวงจันทร์ ซึ่งจะปรากฏเป็นสีขาวนวล แสงสว่างพิเศษ เช่น ไฟ แสงไฟจากเมืองขนาดใหญ่ แสงออโรราบริเวณขั้วโลก เป็นต้น บางครั้งอาจทำให้เมฆบางส่วนมีสีปรากฏเด่นชัดมากหรือน้อยแตกต่างกันไป

1.3 หลักการจำแนกประเภทเมฆ

เมฆมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และปรากฏในรูปแบบที่หลากหลายอย่างไม่มีที่สิ้นสุด อย่างไรก็ตาม มีรูปแบบลักษณะเฉพาะจำนวนจำกัดที่ถูกสังเกตพบเป็นประจำทั่วโลก ซึ่งสามารถนำมาจัดกลุ่มเมฆอย่างกว้าง ๆ ภายใต้ระบบการจำแนกประเภทได้ ระบบดังกล่าวใช้การจำแนกเป็น สกุล (genera), ชนิด (species) และ ลักษณะย่อย (varieties) โดยมีหลักการคล้ายกับระบบการจำแนกพืชหรือสัตว์ และเช่นเดียวกัน มีการใช้ชื่อภาษาละติน

มีเมฆบางรูปแบบที่อยู่ระหว่างกลางหรืออยู่ในช่วงเปลี่ยนผ่าน ซึ่งแม้จะพบได้ค่อนข้างบ่อย แต่ไม่ได้ถูกอธิบายไว้ในระบบการจำแนก รูปแบบเปลี่ยนผ่านเหล่านี้มีความสำคัญน้อย เนื่องจากมีความไม่เสถียร และลักษณะปรากฏก็ไม่แตกต่างจากคำจำกัดความของรูปแบบลักษณะเฉพาะมากนัก

นอกจากนี้ ยังมีการจำแนกเมฆเพิ่มเติมอีกสองประเภท ได้แก่ เมฆพิเศษ (Special clouds) และ เมฆในบรรยากาศชั้นบน (Upper atmospheric clouds) ซึ่งโดยทั่วไปพบได้ไม่บ่อยหรือพบเป็นครั้งคราว และในบางกรณีพบเฉพาะในบางภูมิภาคของโลกเท่านั้น

1.3.1 Genera (สกุลเมฆ)

การจำแนกเมฆประกอบด้วยกลุ่มหลัก 10 กลุ่ม เรียกว่า “สกุลเมฆ (genera)” เมฆที่สังเกตพบแต่ละก้อนจะจัดอยู่ในสกุลใดสกุลหนึ่งเพียงสกุลเดียวเท่านั้น

Cirrus (Ci)

Cirrocumulus (Cc)

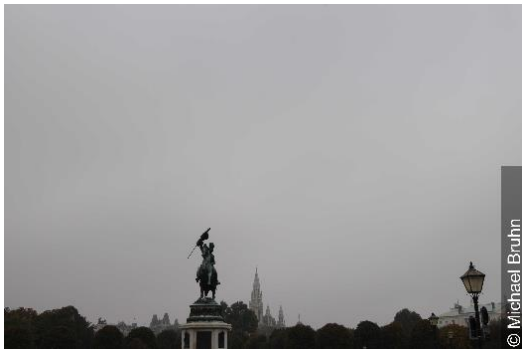
Cirrostratus (Cs)

Altocumulus (Ac)

Altostratus (As)

Nimbostratus (Ns)

Stratocumulus (Sc)



Stratus (St)

Cumulus (Cu)

Cumulonimbus (Cb)

1.3.2 Species (ชนิดของเมฆ)

เมฆส่วนใหญ่ในแต่ละ Genera จะถูกแบ่งย่อยออกเป็น Species ชนิดต่างๆ โดยพิจารณาจาก รูปร่างของเมฆ หรือ โครงสร้างภายในของเมฆ เมฆที่สังเกตพบในท้องฟ้าและได้รับการจำแนกว่าอยู่ใน Genera ใดแล้ว จะสามารถมีชื่อ species ได้เพียง ชนิดเดียวเท่านั้น

(Ci) fibratus

(Ci) uncinus

(Ci) spissatus

(Ac) castellanus

(Ac) floccus

(Ac) stratiformis

(St) nebulosus

(Ac) lenticularis

(St) fractus

(Cu) humilis

(Cu) mediocris

(Cu) congestus

(Ac) volutus

(Cb) calvus

(Cb) capillatus

1.3.3 Varieties (ลักษณะย่อยของเมฆ)

Varieties คือการจัดเรียงที่แตกต่างกันขององค์ประกอบที่มองเห็นได้ของเมฆ รวมถึงระดับความโปร่งใสที่แตกต่างกัน

(Ci) intortus

(Ci) vertebratus

(As) undulatus

(Ci) radiatus

(Cc) lacunosus

(Ac) duplicatus

(Ac) translucidus

(Ac) perlucidus

(Ac) opacus

ลักษณะย่อย (variety) อาจพบร่วมกันได้ในเมฆหลายสกุล (genera) และเมฆหนึ่งก้อนอาจแสดงลักษณะของลักษณะย่อยมากกว่าหนึ่งแบบ ในกรณีเช่นนี้ จะต้องระบุลักษณะย่อยที่สังเกตพบทั้งหมดรวมไว้ในชื่อของเมฆ

1.3.4 Supplementary features (ลักษณะประกอบเพิ่มเติม)

บางครั้งเมฆอาจมีลักษณะประกอบเพิ่มเติมที่ติดอยู่กับเมฆ หรือหลอมรวมอยู่กับเมฆบางส่วน

(Cb) incus

(Cb) mamma

(Ac) virga

(Cb) praecipitatio

(Cb) arcus

(Cb) tuba

(Ac) asperitas

(Sc) fluctus

(Ac) cavum

(Cb) murus

(Cb) cauda

1.3.5 Accessory clouds (เมฆประกอบ)

บางครั้งเมฆอาจมีเมฆอื่นซึ่งมักมีขนาดเล็กกว่าปรากฏร่วมด้วย เรียกว่า เมฆประกอบ โดยเมฆเหล่านี้อาจแยกออกจากตัวเมฆหลัก หรือหลอมรวมอยู่กับเมฆหลักบางส่วน

(Cb) pileus

(Cb) velum

(As) pannus

(Cb) flumen

1.3.6 Mother-clouds (เมฆแม่)

เมฆอาจก่อตัวขึ้นได้ในอากาศที่ปลอดโปร่ง หรืออาจก่อตัวขึ้นหรือพัฒนาต่อเนื่องมาจากเมฆอื่น ซึ่งเรียกว่า “เมฆแม่ (mother-clouds)” ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของการเปลี่ยนแปลง อาจใช้คำต่อท้ายชื่อเมฆได้ 2 กรณี ดังนี้

(a) “Genitus” ส่วนหนึ่งของเมฆอาจพัฒนาและเกิดเป็นส่วนยื่นออกมาในระดับที่เห็นได้ชัด ส่วนยื่นเหล่านี้ไม่ว่าจะยังติดอยู่กับเมฆแม่หรือแยกออกมาแล้ว อาจพัฒนาเป็นเมฆที่อยู่ในสกุล (genus) แตกต่างจากเมฆแม่ได้ ในกรณีนี้ เมฆดังกล่าวจะถูกเรียกตามชื่อสกุลที่เหมาะสม ตามด้วยชื่อสกุลของเมฆแม่ และเติมคำต่อท้ายว่า “genitus” ตัวอย่างเช่น Cirrus altocumulogenitus หรือ Stratocumulus cumulogenitus

(b) “Mutatus” เมฆทั้งหมดหรือส่วนใหญ่ของเมฆอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในอย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้เมฆเปลี่ยนจากสกุลหนึ่งไปเป็นอีกสกุลหนึ่ง เมฆที่เกิดขึ้นใหม่จะถูกเรียกตามชื่อสกุลที่เหมาะสม ตามด้วยชื่อสกุลของเมฆแม่ และเติมคำต่อท้ายว่า “mutatus” ตัวอย่างเช่น Cirrus cirrostratomutatus หรือ Stratus stratocumulomutatus

ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในดังกล่าว ไม่ควรสับสนกับการเปลี่ยนแปลงรูปลักษณ์ที่เกิดจากการเคลื่อนที่สัมพันธ์กันระหว่างเมฆกับผู้สังเกต

1.3.7 Special clouds (เมฆชนิดพิเศษ)

นอกจากนี้ ยังมีกรณีพิเศษที่เมฆอาจก่อตัวขึ้นหรือพัฒนาเนื่องจากปัจจัยก่อกำเนิดบางประการ ซึ่งมักเป็นปัจจัยเฉพาะพื้นที่ ปัจจัยเหล่านี้อาจเกิดขึ้นตามธรรมชาติ หรือเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งนี้ สามารถจำแนกกรณีของ “เมฆชนิดพิเศษ” ออกได้หลายประเภท ดังนี้

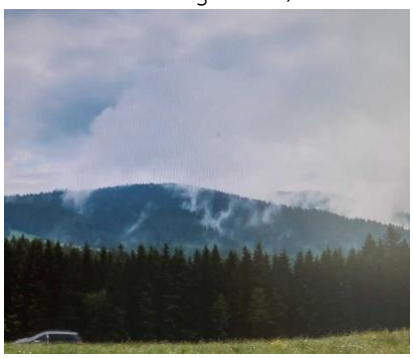
(Cu) flammagenitus

(Cu) homogenitus

Aircraft condensation trails ((Ci) homogenitus)

(Ci) homomutatus

(St) cataractagenitus



(St) silvagenitus

1.4 สรุปการจำแนกประเภทเมฆ

การจำแนกประเภทเมฆในรูปแบบต่าง ๆ ได้สรุปรวมไว้ใน ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจำแนกประเภทเมฆ

Genera	Species	Varieties	Supplementary features	Accessory clouds	Mother-clouds and special clouds	
	(listed by frequency of observation)				Genitus	Mutatus
Cirrus	fibratus uncinus spissatus castellanus floccus	intortus radiatus vertebratus duplicatus	mamma fluctus		Cirrocumulus Altocumulus Cumulonimbus Homo	Cirrostratus Homo
Cirrocumulus	stratiformis lenticularis castellanus floccus	undulatus lacunosus	virga mamma cavum		-	Cirrus Cirrostratus Altocumulus Homo
Cirrostratus	fibratus nebulosus	duplicatus undulatus	-		Cirrocumulus Cumulonimbus	Cirrus Cirrocumulus Altostratus Homo
Altocumulus	stratiformis lenticularis castellanus	translucidus perlucidus opacus	virga mamma cavum		Cumulus Cumulonimbus	Cirrocumulus Altostratus Nimbostratus Stratocumulus

Genera	Species	Varieties	Supplementary features	Accessory clouds	Mother-clouds and special clouds	
	(listed by frequency of observation)				Genitus	Mutatus
	floccus volutus	duplicatus undulatus radiatus lacunosus	fluctus asperitas			
Altostratus	-	translucidus opacus duplicatus undulatus radiatus	virga praecipitatio mamma	pannus	Altocumulus Cumulonimbus	Cirrostratus Nimbostratus
Nimbostratus	-	-	praecipitatio virga	pannus	Cumulus Cumulonimbus	Altocumulus Altostratus Stratocumulus
Stratocumulus	stratiformis lenticularis castellanus floccus volutus	translucidus perlucidus opacus duplicatus undulatus radiatus lacunosus	virga mamma praecipitatio fluctus asperitas cavum		Altostratus Nimbostratus Cumulus Cumulonimbus	Altocumulus Nimbostratus Stratus
Stratus	nebulosus fractus	opacus translucidus undulatus	praecipitatio fluctus		Nimbostratus Cumulus Cumulonimbus Homo Silva Cataracta	Stratocumulus
Cumulus	humilis mediocris congestus fractus	radiatus	virga praecipitatio arcus fluctus tuba	pileus velum pannus	Altocumulus Stratocumulus Flamma Homo Cataracta	Stratocumulus Stratus
Cumulonimbus	calvus capillatus	-	praecipitatio virga incus mamma arcus murus cauda tuba	pannus pileus velum flumen	Altocumulus Altostratus Nimbostratus Stratocumulus Cumulus Flamma Homo	Cumulus

1.5 คำย่อและสัญลักษณ์ของเมฆ

ตัวย่อและสัญลักษณ์สำหรับเมฆในแต่ละสกุล (genera) รวมถึงตัวย่อของชนิด (species) แสดงไว้ในตารางที่ 3 ส่วนตัวย่อของลักษณะย่อย (varieties) และลักษณะประกอบเพิ่มเติม (supplementary features) แสดงไว้ในตารางที่ 4 และตัวย่อของเมฆแม่ (mother-clouds) และเมฆชนิดพิเศษ (special clouds) แสดงไว้ในตารางที่ 5

1.5.1 Genera and species

ตารางที่ 3 สัญลักษณ์และ/หรือตัวย่อของสกุลเมฆและชนิดของเมฆ

Genera			Species	
Designation	**Abbreviations**	**Symbols**	**Designation**	**Abbreviation**
Cirrus	Ci		fibratus	fib
Cirrocumulus	Cc		uncinus	unc
Cirrostratus	Cs		spissatus	spi
Altocumulus	Ac		castellanus	cas
Altostratus	As		floccus	flo
Nimbostratus	Ns		stratiformis	str
Stratocumulus	Sc		nebulosus	neb
Stratus	St		lenticularis	len
Cumulus	Cu		fractus	fra
Cumulonimbus	Cb		humilis	hum
			mediocris	med
			congestus	con
			volutus	vol
			calvus	cal
			capillatus	cap

1.5.2 Varieties, supplementary features and accessory clouds

ตารางที่ 4 ตัวย่อของลักษณะย่อยของเมฆ ลักษณะประกอบเพิ่มเติม และเมฆประกอบ

Varieties		Supplementary features		Accessory clouds	
Designation	Abbreviation	Designation	Abbreviation	Designation	Abbreviation
intortus	in	incus	inc	pileus	pil
vertebratus	ve	mamma	mam	velum	vel
undulatus	un	virga	vir	pannus	pan
radiatus	ra	cavum	cav	flumen	flm
lacunosus	la	fluctus	flu		
duplicatus	du	asperitas	asp		
translucidus	tr	praecipitatio	pra		
perlucidus	pe	arcus	arc		
opacus	op	murus	mur		
		tuba	tub		
		cauda	cau		

1.5.3 Mother-clouds and special clouds

ตารางที่ 5 ตัวย่อของเมฆแม่และเมฆชนิดพิเศษ

Genitus		Mutatus	
Designation	Abbreviation	Designation	Abbreviation
cirrocumulogenitus	ccgen	cirromutatus	cimut
altocumulogenitus	acgen	cirrocumulomutatus	ccmut
altostratogenitus	asgen	cirrostratomutatus	csmut
nimbostratogenitus	nsgen	altocumulomutatus	acmut
stratocumulogenitus	scgen	altostratomutatus	asmut
cumulogenitus	cugen	nimbostratomutatus	nsmut
cumulonimbogenitus	cbgen	stratocumulomutatus	scmut
flammagenitus	flgen	stratomutatus	stmut
homogenitus	hogen	cumulomutatus	cumut
silvagenitus	sigen	homomutatus	homut
cataractagenitus	cagen		

บทที่ 2
การจำแนกเมฆ

2.1 คำนิยามของเมฆและแนวคิดเบื้องต้น

Height (ความสูง): ระยะทางตามแนวตั้งจากจุดสังเกตการณ์บนพื้นผิวโลกไปยังจุดที่กำลังวัด

Altitude (ระดับสูง): ระยะทางตามแนวตั้งจากระดับน้ำทะเลปานกลางไปยังจุดที่กำลังวัด

Height/Altitude of cloud base (ความสูง/ระดับสูงของฐานเมฆ): สำหรับการตรวจวัดจากพื้นผิว หมายถึงความสูงของฐานเมฆเหนือระดับพื้นดิน สำหรับการตรวจวัดจากอากาศยาน หมายถึงระดับสูงของฐานเมฆเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

Vertical extent (ความหนาตามแนวตั้ง): ระยะทางตามแนวตั้งจากฐานเมฆไปยังยอดเมฆ

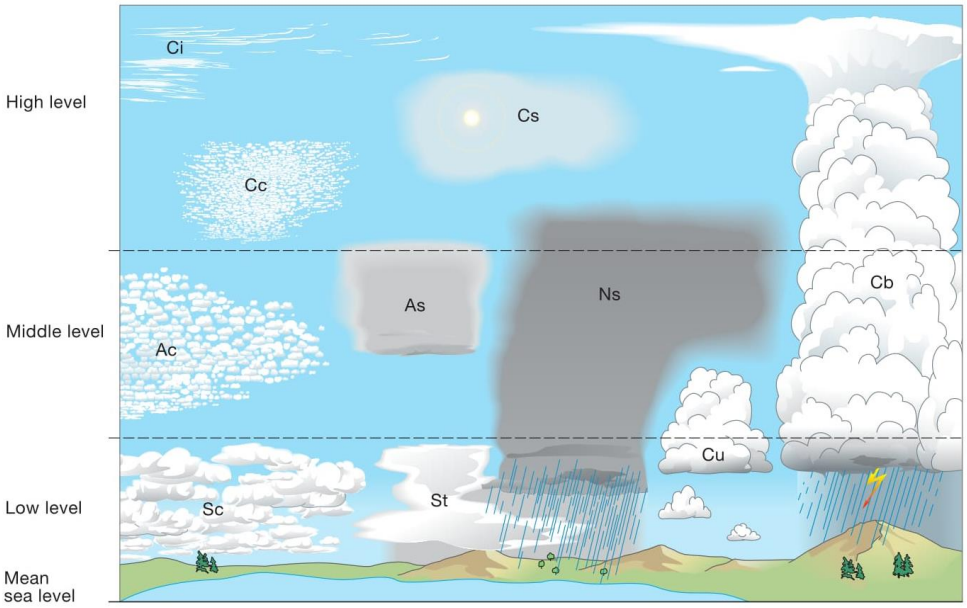
2.2 ระดับชั้นของเมฆ (Levels)

โดยทั่วไปจะพบเมฆอยู่ในช่วงระดับสูงที่แตกต่างกันไป ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลไปจนถึงจุดสูงสุดของชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ (Tropopause) ชั้นบรรยากาศนี้สามารถ **แบ่งตามแนวตั้งออกเป็น 3 ระดับ** ได้แก่ ระดับสูง, ระดับกลาง และระดับต่ำ โดยแต่ละระดับกำหนดจากช่วงความสูงที่เมฆบางสกุล (Genera) มักจะปรากฏขึ้นบ่อยที่สุด ทั้งนี้แต่ละระดับอาจมีการซ้อนทับกัน และขีดจำกัดความสูงจะแตกต่างกันไปตามละติจูด (ดูตารางที่ 6 และภาพประกอบที่ 1)

ตารางที่ 6: ความสูงโดยประมาณของแต่ละระดับ และสกุลของเมฆที่ปรากฏในแต่ละระดับ

ระดับ	สกุลของเมฆ	เขตขั้วโลก	เขตเขตอบอุ่น	เขตร้อน
สูง (High)	Cirrus, Cirrocumulus, Cirrostratus	3 – 8 กม. (10,000 – 25,000 ฟุต)	5 – 13 กม. (16,500 – 45,000 ฟุต)	6 – 18 กม. (20,000 – 60,000 ฟุต)
กลาง (Middle)	Altocumulus, Altostratus, Nimbostratus	2 – 4 กม. (6,500 – 13,000 ฟุต)	2 – 7 กม. (6,500 – 23,000 ฟุต)	2 – 8 กม. (6,500 – 25,000 ฟุต)
ต่ำ (Low)	Stratus, Stratocumulus, Cumulus, Cumulonimbus	ตั้งแต่พื้นผิวโลก ถึง 2 กม. (0 – 6,500 ฟุต)	ตั้งแต่พื้นผิวโลก ถึง 2 กม. (0 – 6,500 ฟุต)	ตั้งแต่พื้นผิวโลก ถึง 2 กม. (0 – 6,500 ฟุต)

เมฆส่วนใหญ่จะจำกัดตัวอยู่ภายในระดับของตนเอง ยกเว้นข้อยกเว้นที่สำคัญดังต่อไปนี้: (ก) **Altostratus** มักพบในระดับกลาง แต่บ่อยครั้งที่มียอดแผ่สูงขึ้นไปกว่านั้น (ข) **Nimbostratus** เกือบจะพบในระดับกลางเสมอ แต่โดยปกติจะขยายตัวครอบคลุมเข้าไปในอีกสองระดับที่เหลือ (ค) **Cumulus** และ **Cumulonimbus** มักมีฐานเมฆอยู่ในระดับต่ำ แต่มีความหนาตามแนวตั้งมากจนยอดเมฆอาจขึ้นไปถึงระดับกลางและระดับสูงได้
เมื่อทราบความสูงของเมฆก้อนใดก้อนหนึ่ง แนวคิดเรื่องระดับชั้นจะช่วยให้ผู้สังเกตการณ์สามารถระบุชนิดของเมฆได้ง่ายขึ้น โดยพิจารณาเลือกจากสกุลของเมฆที่มักพบในระดับความสูงนั้นๆ



ภาพที่ 2.1: เมฆทั้ง 10 สกุลในแต่ละระดับ

2.3 สกุลของเมฆ (Genera)

จากการพิจารณารูปทรงของเมฆที่พบเห็นได้ทั่วไปที่สุด นำไปสู่การจำแนกเมฆออกเป็น **10 สกุล (Genera)** คำนิยามของสกุลเมฆที่ระบุไว้ด้านล่างนี้อาจไม่ได้ครอบคลุมลักษณะปรากฏที่เป็นไปได้ทั้งหมด แต่จะจำกัดขอบเขตเฉพาะการอธิบายประเภทหลักๆ และลักษณะสำคัญที่จำเป็นในการแยกแยะเมฆสกุลหนึ่งออกจากเมฆสกุลอื่นที่มีลักษณะปรากฏคล้ายคลึงกัน

Cirrus (Ci) เซอร์รัส (Howard 1803)

เมฆที่แยกตัวออกจากกัน มีลักษณะเป็นเส้นใยสีขาวละเอียดอ่อน หรือเป็นแผ่นสีขาว (หรือเกือบขาว) หรือเป็นแถบแคบๆ เมฆเหล่านี้จะมีลักษณะปรากฏเป็นเส้นใย (คล้ายเส้นผม) หรือมีเงาวาวแบบไหม หรือมีทั้งสองลักษณะ

Cirrocumulus (Cc) เซอร์โรคุมูลัส ((Howard 1803); Renou 1855)

เมฆที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง สีขาว หรือเป็นชั้นของเมฆที่ไม่มีเงาในตัวเมฆ ประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ที่มีขนาดเล็กมาก ซึ่งอาจมีรูปร่างเป็นเม็ดเล็ก ๆ หรือเป็นลอนคลื่น ฯลฯ โดยอาจจะเชื่อมติดกันหรือแยกจากกัน และเรียงตัวกันอย่างค่อนข้างเป็นระเบียบ ส่วนย่อยส่วนใหญ่จะมีขนาดความกว้างที่มองเห็น (apparent width) น้อยกว่า 1 องศา

เกร็ดความรู้: ขนาด 1 องศาเทียบได้โดยประมาณกับความกว้างของนิ้วก้อยเมื่อเหยียดแขนออกไปจนสุด

Cirrostratus (Cs) เซอร์โรสเตรตัส ((Howard 1803); Renou 1855)

เมฆที่มีลักษณะเป็นม่านโปร่งแสง สีขาวออกฟ้า มีลักษณะปรากฏเป็นเส้นใย (คล้ายเส้นผม) หรือเรียบเนียน โดยจะแผ่ปกคลุมท้องฟ้าทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน และโดยทั่วไปมักจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ฮาโล (Halo phenomena/พระอาทิตย์หรือพระจันทร์ทรงกลด)

Altocumulus (Ac) อัลโตคิวมูลัส (Renou 1855)

เมฆที่มีลักษณะเป็นกลุ่มก้อน เป็นแผ่น หรือเป็นชั้น มีสีขาวหรือสีเทา หรือมีทั้งสองสี โดยทั่วไปมักจะมีการปรากฏของเงาในตัวเมฆ ประกอบด้วยแผ่นบาง ๆ (Laminae เป็นชั้นเดียวหรือหลายชั้น), ก้อนมน, ม้วนลอน ฯลฯ ซึ่งบางครั้งอาจมีลักษณะเป็นเส้นใยหรือแผ่กระจายออกไปบางส่วน และอาจจะเชื่อมติดกันหรือแยกจากกันก็ได้ ส่วนย่อยที่มีการเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบส่วนใหญ่นั้น โดยปกติจะมีขนาดความกว้างที่มองเห็น (apparent width) อยู่ระหว่าง 1 ถึง 5 องศา

เกร็ดความรู้: วิธีการประมาณค่า 5 องศาอย่างง่าย คือขนาดความกว้างของสามนิ้วกลาง (นิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนาง) เมื่อเหยียดแขนออกไปจนสุด ซึ่งจะช่วยแยกแยะระหว่าง Altocumulus กับ Cirrocumulus ได้ชัดเจนขึ้น

Altostratus (As) อัลโตสเตรตัส (Renou 1855)

เมฆที่มีลักษณะเป็นแผ่นหรือเป็นชั้น สีออกเทาหรือฟ้า มีลักษณะปรากฏเป็นริ้ว (Striated - เป็นร่องหรือช่องในแนวขนานกับการไหลของอากาศ), เป็นเส้นใย หรือดูเป็นเนื้อเดียวกัน โดยจะแผ่ปกคลุมท้องฟ้าทั้งหมดหรือบางส่วน และมีบางส่วนที่บางพอจะมองเห็นดวงอาทิตย์ได้ลางๆ เหมือนมองผ่านกระจกฝ้า **เมฆอัลโตสเตรตัสจะไม่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ฮาโล**

Nimbostratus (Ns) นิมโบสเตรตัส (CEN 1930)

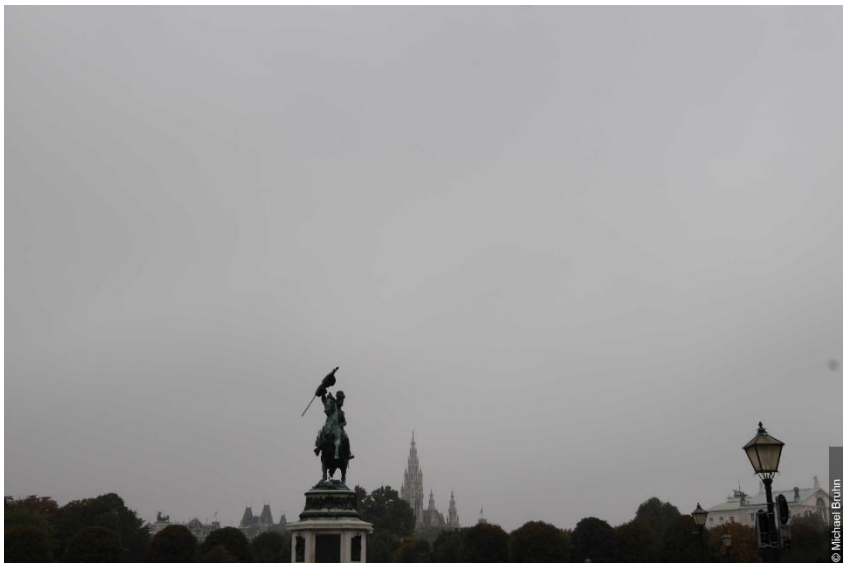
ชั้นเมฆสีเทา มักมีสีเข้ม ลักษณะปรากฏจะดูพร่ามัวเนื่องจากมีฝนหรือหิมะตกลงมาอย่างค่อนข้างต่อเนื่อง ซึ่งในกรณีส่วนใหญ่หยาดน้ำฟ้าจะตกถึงพื้นดิน เมฆชนิดนี้มีความหนามากพอที่จะบดบังแสงอาทิตย์ได้ทั้งหมดตลอดทั้งชั้น บ่อยครั้งมักมีเมฆชั้นต่ำที่มีลักษณะขาดวิ่น (Ragged clouds) ปรากฏอยู่ใต้ชั้นเมฆหลัก ซึ่งเมฆเหล่านี้อาจจะรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกับชั้นเมฆหลักหรือไม่ก็ได้

Stratocumulus (Sc) สเตรโตคิวมูลัส (Kaemtz 1840)

เมฆที่มีลักษณะเป็นกลุ่มก้อน เป็นแผ่น หรือเป็นชั้น สีเทาหรือสีขาวออกฟ้า หรือมีทั้งสองสีปนกัน และมักจะมีส่วนที่สีเข้ม (มีเงา) ปรากฏอยู่เสมอ เมฆชนิดนี้ประกอบด้วยส่วนย่อยที่เป็นรูปทรงคล้ายกระเบื้องโมเสก (Tessellations), ก้อนมน, หรือม้วนลอน ฯลฯ ซึ่งไม่มีลักษณะเป็นเส้นใย (ยกเว้นในกรณีที่เป็นแนวหยาดน้ำฟ้าที่ระเหยไปก่อนถึงพื้น หรือ Virga) และส่วนย่อยเหล่านี้อาจจะเชื่อมติดกันหรือแยกจากกันก็ได้ ส่วนย่อยที่มีการเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบส่วนใหญ่นั้น จะมีขนาดความกว้างที่มองเห็น (apparent width) **มากกว่า 5 องศา**

Stratus (St) สเตรตัส (Howard 1803; Hildebrandsson 1887; Abercromby 1887)

โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นชั้นเมฆสีเทาที่มีฐานเมฆค่อนข้างสม่ำเสมอ ซึ่งอาจก่อให้เกิดฝนละออง (Drizzle), หิมะ หรือหิมะเม็ดเล็ก ๆ (Snow grains) ในขณะที่มองดวงอาทิตย์ผ่านชั้นเมฆนี้ จะยังคงสามารถมองเห็นขอบนอกของดวงอาทิตย์ได้อย่างชัดเจน เมฆสเตรตัสไม่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ฮาโล ยกเว้นในกรณีที่อุณหภูมิต่ำมาก ๆ เท่านั้น บางครั้งเมฆสเตรตัสอาจปรากฏในรูปแบบของแผ่นเมฆที่ขาดวิ่น (Ragged patches)



Cumulus (Cu) คิวมูลัส (Howard 1803)

เมฆที่แยกตัวออกจากกัน โดยทั่วไปมีความหนาแน่นและมีขอบนอกที่คมชัด พัฒนาตัวในแนวตั้งในรูปของยอดเขาสูงขึ้นไป รูปโดม หรือรูปหอคอย ซึ่งส่วนบนที่ป่องออกนั้นมักจะดูคล้ายกับดอกกะหล่ำ (Cauliflower) ส่วนของเมฆที่ได้รับแสงแดดมักจะมีสีขาวสว่างจ้า ส่วนฐานเมฆจะมีสีค่อนข้างเข้มและเกือบจะเป็นแนวราบ บางครั้งเมฆคิวมูลัสอาจปรากฏในลักษณะขาดวิ่น (Ragged)

Cumulonimbus (Cb) คิวมูโลนิมบัส (Weilbach 1880)

เมฆที่มีความหนาและหนาแน่นมาก มีความหนาตามแนวตั้งอย่างมาก ปรากฏในรูปทรงคล้ายภูเขาหรือหอคอยขนาดมหึมา โดยปกติแล้วพื้นที่ส่วนบนอย่างน้อยบางส่วนจะมีลักษณะเรียบเนียน เป็นเส้นใย หรือเป็นริ้ว และเกือบจะแบนราบเสมอ ส่วนนี้มักจะแผ่ออกไปมองดูคล้ายกับ **ทั่ง (Anvil)** หรือขนนกขนาดใหญ่ บริเวณใต้ฐานเมฆซึ่งมักจะมีสีเข้มมาก บ่อยครั้งมักปรากฏเมฆชั้นต่ำที่มีลักษณะขาดวิ่น โดยอาจจะรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกับฐานเมฆหลักหรือไม่ก็ได้ และบางครั้งอาจพบหยาดน้ำฟ้าในลักษณะที่เป็นสายลงมาแต่ยังไม่ถึงพื้น (Virga)

ข้อสังเกตสำหรับผู้ปฏิบัติงาน:

- **ลักษณะยอดเมฆ:** การที่ยอดเมฆเริ่มแบนราบหรือเป็นเส้นใย (Anvil) เป็นสัญญาณบ่งบอกว่าเมฆได้พัฒนาขึ้นไปถึงจุดสูงสุดของชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์แล้ว และมักมีความรุนแรงของพายุฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้น
- **ความแตกต่างจาก Cumulus:** คิวมูโลนิมบัสจะมีส่วนยอดที่เป็นน้ำแข็ง (ลักษณะเป็นเส้นใยหรือเรียบ) ในขณะที่คิวมูลัสทั่วไปยอดจะดูเหมือนดอกกะหล่ำที่มีขอบคมชัด

2.4 ชนิดของเมฆ (Species)

สกุลของเมฆส่วนใหญ่อาจถูกแบ่งย่อยออกเป็น "ชนิด" (Species) โดยพิจารณาจากลักษณะเฉพาะของรูปทรงเมฆและความแตกต่างของโครงสร้างภายใน
เมฆที่อยู่ในสกุลใดสกุลหนึ่งจะสามารถมีชื่อชนิดได้ **เพียงชนิดเดียวเท่านั้น** (นั่นคือ ชนิดของเมฆในสกุลเดียวกันจะเป็นลักษณะที่แยกขาดจากกัน ไม่ซ้อนทับกัน) ในทางกลับกัน ชนิดของเมฆบางชนิดอาจพบร่วมกันได้ในหลายสกุล อย่างไรก็ตาม หากไม่มีคำนิยามของชนิดใดที่สอดคล้องกับลักษณะของเมฆในสกุลนั้น ๆ ก็ไม่จำเป็นต้องระบุชนิดของเมฆ

Fibratus (ฟิเบรตัส)

เมฆที่แยกตัวออกจากกัน หรือเป็นม่านเมฆบาง ๆ ประกอบด้วยเส้นใยที่มีลักษณะเกือบตรง หรือโค้งงออย่างไม่เป็นระเบียบ โดยที่ **ปลายเส้นใยจะต้องไม่เป็นรูปตะขอหรือเป็นพุ่ม**
คำนิยามนี้ใช้เรียกกับเมฆสกุล **Cirrus (เซอร์รัส)** และ **Cirrostratus (เซอร์โรสเตรตัส)** เป็นหลัก

Uncinus (อันซีนัส)

เมฆเซอร์รัส (Cirrus) ที่ไม่มีส่วนสีเทา มักมีรูปร่างคล้ายเครื่องหมายจุลภาค (Comma) โดยที่ส่วนปลายด้านบนมีลักษณะงอเป็นรูปตะขอ หรือเป็นพุ่ม ซึ่งส่วนบนสุดของพุ่มนั้นจะต้องไม่มีลักษณะเป็นปุ่มนูนมน

Spissatus (สปิสเซตัส)

เมฆเซอร์รัส (Cirrus) ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อน มีความหนาแน่นมากพอที่จะมองเห็นเป็นสีออกเทาเมื่อมองย้อนไปทางดวงอาทิตย์ เมฆชนิดนี้อาจบังดวงอาทิตย์จนทำให้ขอบดวงอาทิตย์พร่ามัว หรือแม้กระทั่งบดบังดวงอาทิตย์จนมิดก็ได้

Cirrus spissatus บ่อยครั้งมีต้นกำเนิดมาจากส่วนยอดของเมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus)

Castellanus (คาสเทลลานัส)

เมฆที่มีลักษณะปรากฏอย่างน้อยในบางส่วนของยอดเมฆ เป็นปุ่มนูนรูปคิวมูลัส (Cumuliform) ในลักษณะเป็นหอคอยหรือยอดปราสาท (Crenellated) ซึ่งบางยอดจะมีความสูงมากกว่าความกว้าง โดยยอดเหล่านี้จะเชื่อมต่อกันด้วยฐานเมฆอันเดียวกัน และดูเหมือนเรียงตัวกันเป็นแถว ลักษณะความเป็น "คาสเทลลานัส" นี้จะเห็นได้ชัดเจนเป็นพิเศษเมื่อมองจากด้านข้าง

คำนิยามนี้ใช้เรียกกับเมฆสกุล **Cirrus (เซอร์รัส)**, **Cirrocumulus (เซอร์โรคิวมูลัส)**, **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)** และ **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)**

Floccus (ฟลอกคัส)

ชนิดของเมฆที่แต่ละหน่วยเมฆมีลักษณะเป็นปุ่มพุ่มเล็ก ๆ คล้ายรูปคิวมูลัส (Cumuliform) โดยที่ส่วนล่างของพุ่มเมฆนั้นจะค่อนข้างขาดวิ่น และมักจะมีแนวหยาดน้ำฟ้าที่ระเหยไปก่อนถึงพื้น (**Virga**) ปรากฏร่วมด้วยเสมอ คำนิยามนี้ใช้เรียกกับเมฆสกุล **Cirrus (เซอร์รัส)**, **Cirrocumulus (เซอร์โรคิวมูลัส)**, **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)** และ **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)**

Stratiformis (สเตรติฟอร์มิส)

เมฆที่แผ่ขยายออกไปเป็นแผ่นกว้างหรือเป็นชั้นในแนวราบอย่างทั่วถึง
คำนิยามนี้ใช้เรียกกับเมฆสกุล **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)**, **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)** และในบางครั้งอาจใช้กับ **Cirrocumulus (เซอร์โรคิวมูลัส)**

Nebulosus (เนบูโลซัส)

เมฆที่มีลักษณะคล้ายม่านหรือชั้นเมฆที่พร่ามัว สลัว หรือไม่สามารถระบุขอบเขตที่ชัดเจนได้ โดยที่ไม่ปรากฏรายละเอียดหรือโครงสร้างแยกย่อยให้เห็นภายในเนื้อเมฆ

คำนิยามนี้ใช้เรียกหลัก ๆ กับเมฆสกุล **Cirrostratus (เซอร์โรสเตรตัส)** และ **Stratus (สเตรตัส)**

Lenticularis (เลนติคิวลาริส)

เมฆที่มีรูปร่างลักษณะคล้าย **เลนส์** หรือ **เมล็ดอัลมอนด์** มักจะมีความยาวมากและโดยปกติจะมีขอบนอกที่คมชัดชัดเจน ในบางครั้งอาจปรากฏการเหลือบสี (**Irisations**) ให้เห็นได้ เมฆชนิดนี้มักเกิดขึ้นในกระบวนการเกิดเมฆจากลักษณะภูมิประเทศ (Orographic origin) เช่น บริเวณใกล้ภูเขา แต่ก็สามารถเกิดขึ้นในบริเวณที่ไม่มีภูมิประเทศเด่นชัดได้เช่นกัน

คำนิยามนี้ใช้เรียกหลัก ๆ กับเมฆสกุล **Cirrocumulus (เซอร์โรคิวมูลัส)**, **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)** และ **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)**

Volutus (โวลูตัส)

เมฆที่มีลักษณะเป็นก้อนยาว ทรงกระบอกคล้ายท่อ วางตัวในแนวราบ มักอยู่ระดับต่ำและแยกตัวเป็นอิสระ (ไม่เชื่อมติดกับเมฆอื่น) บ่อยครั้งมองดูเหมือนกำลังหมุนตัวอย่างช้าๆ รอบแกนในแนวราบ เมฆม้วนชนิดโวลูตัสนี้ถือเป็นคลื่นเดี่ยว (Soliton) ที่ไม่ติดกับเมฆชนิดอื่น และเป็นตัวอย่างหนึ่งของปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาที่เรียกว่า **Undular bore** (คลื่นอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านบรรยากาศที่มีความเสถียร)
คำนิยามนี้ใช้เรียกกับเมฆสกุล **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)** เป็นส่วนใหญ่ และพบได้ยากในสกุล **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)**

Fractus (แฟรกตัส)

เมฆที่มีลักษณะเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยรูปทรงไม่แน่นอน ซึ่งมีรูปลักษณ์ที่ดูขาดวิ่น (Ragged) อย่างชัดเจน คำนิยามนี้ใช้เรียกเฉพาะกับเมฆสกุล **Stratus (สเตรตัส)** และ **Cumulus (คิวมูลัส)** เท่านั้น

Humilis (ฮิวมิลิส)

เมฆคิวมูลัส (Cumulus) ที่มีลักษณะเด่นคือมีการพัฒนาตัวในแนวตั้งเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และโดยทั่วไปจะดูเหมือนมีลักษณะแบนราบ

Mediocris (เมดิโอคริส)

เมฆคิวมูลัส (Cumulus) ที่มีการพัฒนาตัวในแนวตั้งในระดับปานกลาง โดยที่บริเวณยอดเมฆจะเริ่มปรากฏปุ่มนูนเล็กๆ และมีการแตกหน่อ (Sproutings) ยื่นออกมาให้เห็น

Congestus (คอนเจสตัส)

เมฆคิวมูลัส (Cumulus) ที่มีการ**แตกหน่ออย่างรุนแรง** โดยทั่วไปมีขอบนอกที่คมชัดและมักจะมีความสูงในแนวตั้งอย่างมาก ส่วนบนที่ป่องออกของ Cumulus congestus มักจะมีลักษณะดูคล้ายกับดอกกะหล่ำ (Cauliflower) ขนาดมหึมา

Calvus (แคลวัส)

เมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) ซึ่งมีปุ่มนูนที่ส่วนบนอย่างน้อยบางส่วนเริ่มสูญเสียขอบนอกที่เป็นรูปทรงคิวมูลัส (ที่เคยดูเป็นก้อนคมชัด) ไป แต่ยังไม่สามารถแยกแยะส่วนที่เป็นรูปทรงเซอร์รัส (เส้นใยน้ำแข็ง) ได้ชัดเจน ปุ่มนูนและส่วนที่แตกหน่อเหล่านั้นมักจะรวมตัวกันเป็นมวลสีขาวออกฝ้า โดยปรากฏร่องรอยเป็นริ้วใน

แนวตั้ง (Striations) ซึ่งเป็นร่องหรือช่องที่เรียงตัวขนานไปกับทิศทางลม บ่งบอกถึงลักษณะการไหลของอากาศในขณะนั้น

Capillatus (คาพิลลาตัส)

เมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) ที่มีลักษณะเด่นคือปรากฏส่วนที่เป็นรูปทรงเซอร์รัส (Cirriform) อย่างชัดเจนบริเวณส่วนบนของเมฆ ซึ่งมีโครงสร้างเป็นเส้นใยหรือเป็นริ้วที่เห็นได้ชัด มักมีรูปร่างเป็น **รูปทั่ง (Anvil)**, เป็นพู่ หรือเป็นกลุ่มก้อนของเส้นผมที่ยุ่งเหยิงไม่เป็นระเบียบ

โดยปกติแล้ว Cumulonimbus capillatus จะมาพร้อมกับฝนโชว์เวอร์หรือพายุฝนฟ้าคะนอง มักมีลมกระโชกแรง (Squalls) และบางครั้งอาจมีลูกเห็บตก ร่วมกับการปรากฏของแนวหยาดน้ำฟ้าที่ระเหยก่อนถึงพื้น (Virga) ที่ชัดเจนมาก

ตารางที่ 7: ชนิดของเมฆและสกุลที่ปรากฏร่วมกันบ่อยที่สุด

ชนิดของเมฆ (Species)	Ci	Cc	Cs	Ac	As	Ns	Sc	St	Cu	Cb
fibratus (fib)	●		●							
uncinus (unc)	●									
spissatus (spi)	●									
castellanus (cas)	●	●		●			●			
floccus (flo)	●	●		●			●			
stratiformis (str)		●		●			●			
nebulosus (neb)			●					●		
lenticularis (len)		●		●			●			
volutus (vol)				●			●			
fractus (fra)								●	●	
humilis (hum)									●	
mediocris (med)									●	
congestus (con)									●	
calvus (cal)										●
capillatus (cap)										●

2.5 Varieties (ลักษณะที่ปรากฏ)

วาริเอตี้คือการจำแนกตามการเรียงตัวของส่วนประกอบเมฆที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และระดับความโปร่งใสของเมฆสกุลนั้น ๆ โดยมีหลักการสำคัญดังนี้:

- **ไม่จำเป็นต้องเลือกเพียงอย่างเดียว:** เมฆหนึ่งก้อนสามารถมีชื่อวาริเอตี้ได้หลายชื่อพร้อมกัน (ไม่ผูกขาด) เพราะวาริเอตี้ต่าง ๆ ไม่ได้ขัดแย้งกันเอง
- **ข้อยกเว้นสำคัญ:** มีเพียงวาริเอตี้ **translucidus (โปร่งแสง)** และ **opacus (ทึบแสง)** เท่านั้นที่ **"ขัดแย้งกันเอง"** (Mutually exclusive) หมายความว่าเมฆก้อนหนึ่งจะเป็นทั้งโปร่งแสงและทึบแสงพร้อมกันไม่ได้
- **ใช้ร่วมกันได้หลายสกุล:** วาริเอตี้บางชนิดสามารถนำไปใช้เรียกเมฆได้หลายสกุล (Genera)
- **ไม่จำเป็นต้องระบุเสมอไป:** การที่มีการกำหนดวาริเอตี้ขึ้นมา ไม่ได้หมายความว่าเมฆทุกก้อนที่เห็นบนท้องฟ้าจะต้องถูกระบุชื่อวาริเอตี้กำกับเสมอไป หากลักษณะไม่ชัดเจนพอ เราก็ไม่ต้องระบุ

Intortus (อินตอร์ตัส)

ใช้เรียกเมฆ **เซอร์รัส (Cirrus)** ที่มีเส้นใยโค้งงออย่างไม่เป็นระเบียบเป็นอย่างมาก และมักจะดูเหมือนพันกันยุ่งเหยิงในลักษณะที่คาดเดาทิศทางไม่ได้ (หรือที่เรียกว่า "Capricious" ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงที่เอาแน่เอานอนไม่ได้)

Vertebratus (เวอร์เทบราตัส)

เมฆที่มีส่วนประกอบย่อยเรียงตัวกันในลักษณะที่ชวนให้นึกถึง **กระดูกสันหลัง (Vertebrae)**, **ซี่โครง** หรือ **โครงกระดูกปลา (Fish skeleton)**

คำนิยามนี้ใช้เรียกหลัก ๆ กับเมฆสกุล **Cirrus (เซอร์รัส)**

Undulatus (อันดูเลตัส)

เมฆที่อยู่เป็นกลุ่ม (Patches), เป็นแผ่น (Sheets) หรือเป็นชั้น (Layers) ที่ปรากฏลักษณะเป็น **ลอนคลื่น (Undulations)**

ลักษณะคลื่นนี้อาจสังเกตเห็นได้ในชั้นเมฆที่มีเนื้อค่อนข้างสม่ำเสมอ หรือในเมฆที่ประกอบด้วยส่วนประกอบย่อย ๆ ทั้งแบบที่แยกจากกันหรือรวมกันเป็นเนื้อเดียว ในบางครั้งอาจพบระบบของลอนคลื่นซ้อนกันสองทิศทาง (Double system) ได้ด้วย

คำนิยามนี้ใช้เรียกหลัก ๆ กับเมฆสกุล **Cirrocumulus (เซอร์โรคิวมูลัส)**, **Cirrostratus (เซอร์โรสเตรตัส)**, **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)**, **Altostratus (อัลโตสเตรตัส)**, **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)** และ **Stratus (สเตรตัส)**

Radiatus (ราดิเอตัส)

เมฆที่ปรากฏเป็นแถบขนานกว้างๆ หรือเรียงตัวกันเป็นแถบขนาน ซึ่งเนื่องจาก**ผลทางทัศนียภาพ (Perspective)** ทำให้พวกมันดูเหมือนพุ่งไปรวมตัวกันที่จุดหนึ่ง ณ เส้นขอบฟ้า หรือในกรณีที่แถบเมฆพาดผ่านท้องฟ้าทั้งหมด จะดูเหมือนพุ่งไปรวมกันที่จุดสองจุดที่อยู่ตรงข้ามกันบนเส้นขอบฟ้า จุดเหล่านี้เรียกว่า **"จุดรังสี" (Radiation points)**

คำนิยามนี้ใช้เรียกหลัก ๆ กับเมฆสกุล **Cirrus (เซอร์รัส)**, **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)**, **Altostratus (อัลโตสเตรตัส)**, **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)** และ **Cumulus (คิวมูลัส)**

Lacunosus (ลากูโนซัส)

กลุ่มเมฆ แผ่นเมฆ หรือชั้นเมฆ ที่มักจะค่อนข้างบาง และมีลักษณะเด่นคือมี **รูโหว่รูปทรงกลม** กระจายตัวอยู่อย่างค่อนข้างเป็นระเบียบ ซึ่งรูโหว่เหล่านี้หลายจุดมักจะมีขอบที่เป็นฝอย (Fringed edges) องค์ประกอบของเมฆและช่องว่างที่ใสสะอาดมักจะเรียงตัวกันในลักษณะที่ชวนให้นึกถึง **ตาข่าย (Net)** หรือ **รวงผึ้ง (Honeycomb)** คำนิยามนี้ใช้เรียกหลัก ๆ กับเมฆสกุล **Cirrocumulus (เซอร์โรคิวมูลัส)** และ **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)** และอาจพบได้บ้างแต่น้อยมากใน **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)**

Duplicatus (ดูปลิคาตัส)

กลุ่มเมฆ แผ่นเมฆ หรือชั้นเมฆ ที่วางตัวอยู่ **ซ้อนกันตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป** ในระดับความสูงที่ต่างกันเล็กน้อย โดยในบางครั้งชั้นเมฆเหล่านี้อาจมีการเชื่อมรวมกันไปบ้างในบางส่วน

คำนิยามนี้ใช้เรียกหลัก ๆ กับเมฆสกุล **Cirrus (เซอร์รัส)**, **Cirrostratus (เซอร์โรสเตรตัส)**, **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)**, **Altostratus (อัลโตสเตรตัส)** และ **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)**

Translucidus (ทรานสลูซิดัส)

เมฆที่อยู่เป็นกลุ่มกว้าง เป็นแผ่น หรือเป็นชั้น ซึ่ง**ส่วนใหญ่ของเนื้อเมฆมีความโปร่งแสงเพียงพอ**ที่จะเผยให้เห็นตำแหน่งของดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ได้

คำนิยามนี้ใช้เรียกกับเมฆสกุล **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)**, **Altostratus (อัลโตสเตรตัส)**, **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)** และ **Stratus (สเตรตัส)**

Perlucidus (เพอร์ลูซิดัส)

กลุ่มเมฆ แผ่นเมฆ หรือชั้นเมฆที่แผ่ตัวเป็นบริเวณกว้าง โดยมี**ช่องว่างที่แยกจากกันชัดเจน** (แม้บางครั้งช่องว่างนั้นจะเล็กมากก็ตาม) ระหว่างองค์ประกอบของเมฆ ช่องว่างเหล่านี้ช่วยให้เราสามารถมองเห็นดวงอาทิตย์, ดวงจันทร์, สีฟ้าของท้องฟ้า หรือเมฆที่อยู่ชั้นบนขึ้นไปได้

วาริเอตี้นี้สามารถปรากฏร่วมกับวาริเอตี้ Translucidus (โปร่งแสง) หรือ Opacus (ทึบแสง) ได้ด้วย

คำนิยามนี้ใช้เรียกกับเมฆสกุล **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)** และ **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)**

Opacus (โอพากัส)

กลุ่มเมฆ แผ่นเมฆ หรือชั้นเมฆที่แผ่ตัวเป็นบริเวณกว้าง ซึ่ง**ส่วนใหญ่ของเนื้อเมฆมีความทึบแสงมากพอ**ที่จะบดบังดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ได้อย่างสมบูรณ์

คำนิยามนี้ใช้เรียกกับเมฆสกุล **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)**, **Altostratus (อัลโตสเตรตัส)**, **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)** และ **Stratus (สเตรตัส)**

ตารางที่ 8: วาริเอตี้ของเมฆและสกุลที่ปรากฏร่วมกันบ่อยที่สุด

วาริเอตี้ (Varieties)	Ci	Cc	Cs	Ac	As	Ns	Sc	St	Cu	Cb
intortus (in)	●									
vertebratus (ve)	●									
undulatus (un)		●	●	●	●		●	●		
radiatus (ra)	●			●	●		●		●	
lacunosus (la)		●		●			●			
duplicatus (du)	●		●	●	●		●			
translucidus (tr)				●	●		●	●		
perlucidus (pe)				●			●			
opacus (op)				●	●		●	●		

2.6 ลักษณะเสริม (Supplementary features)

ในบางครั้ง เมฆไม่ได้มีเพียงแค่ตัวก้อนหรือแผ่นหลักเท่านั้น แต่ยังมี **ลักษณะเสริม** ที่ติดอยู่กับตัวเมฆ หรือบางส่วนอาจจะกลืนกินรวมไปกับก้อนเมฆหลักด้วย

ลักษณะเหล่านี้ไม่ใช่เมฆก้อนใหม่ที่ลอยแยกออกมา (ซึ่งถ้าแยกออกมาเราจะเรียกว่า Accessory clouds) แต่เป็นเหมือน **"อวัยวะ" หรือ "ร่องรอย"** ที่งอกออกมาจากตัวเมฆเดิม

Incus (อินคัส)

ส่วนบนของเมฆ **คิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus)** ที่แผ่ขยายออกเป็นรูปทรง **ทั่ง (Anvil)** โดยมีลักษณะผิวที่ดูเรียบ เป็นเส้นใย (Fibrous) หรือเป็นริ้ว (Striated)

Mamma (แมมมา)

ลักษณะเป็นส่วนที่ **ย้อยลงมา (Hanging protuberances)** คล้ายกับ **เต้านม (Udders)** อยู่บริเวณพื้นผิวฐานด้านล่างของเมฆ

ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นได้บ่อยที่สุดกับเมฆสกุล **Cirrus (เซอร์รัส)**, **Cirrocumulus (เซอร์โรคิวมูลัส)**, **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)**, **Altostratus (อัลโตสเตรตัส)**, **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)** และ **Cumulonimbus (คิวมูโลนิมบัส)**

Virga (เวอร์กา)

แนวหยาดน้ำฟ้า (Precipitation) ที่ตกลงมาในแนวดิ่งหรือแนวเฉียง เป็นริ้วยาว (Fallstreaks) ห้อยย้อยลงมาจากบริเวณฐานด้านล่างของเมฆ **โดยที่หยาดน้ำฟ้านั้น "ไม่ตกถึงพื้นโลก"**

มักเกิดขึ้นกับเมฆสกุล **Cirrocumulus (เซอร์โรคิวมูลัส)**, **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)**, **Altostratus (อัลโตสเตรตัส)**, **Nimbostratus (นิมโบสเตรตัส)**, **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)**, **Cumulus (คิวมูลัส)** และ **Cumulonimbus (คิวมูโลนิมบัส)**

Praecipitatio (เพรซิปิตาชิโอ)

หยาดน้ำฟ้า (ไม่ว่าจะเป็น ฝน, ฝนละออง, หิมะ, เม็ดน้ำแข็ง หรือลูกเห็บ) ที่ตกลงมาจากเมฆและ **"ตกถึงพื้นโลก"** อย่างชัดเจน

มักพบได้บ่อยที่สุดกับเมฆสกุล **Altostratus (อัลโตสเตรตัส)**, **Nimbostratus (นิมโบสเตรตัส)**, **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)**, **Stratus (สเตรตัส)**, **Cumulus (คิวมูลัส)** และ **Cumulonimbus (คิวมูโลนิมบัส)**

Arcus (อาร์คัส)

ลักษณะเป็นลำเมฆหนาทึบวางตัวใน **แนวนอน (Horizontal roll)** โดยที่ขอบเมฆอาจจะดูหลุดลุ่ย (Tattered edges) มักพบบริเวณ **ส่วนหน้าด้านล่าง (Lower front part)** ของเมฆบางชนิด และเมื่อแผ่ขยายกว้างออกไป จะมีลักษณะคล้ายกับ **ซุ้มโค้ง (Arch)** ที่มืดครึ้มและดูน่าเกรงขาม
มักเกิดขึ้นกับเมฆสกุล **Cumulonimbus (คิวมูโลนิมบัส)** และพบได้บ้างในเมฆ **Cumulus (คิวมูลัส)**

Tuba (ทูบา)

ลักษณะเป็น **ลำเมฆ (Cloud column)** หรือ **กรวยเมฆหัวกลับ (Inverted cloud cone)** ที่ยื่นออกมาจากฐานเมฆ ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงการมีอยู่ของ **ลำอากาศหมุน (Vortex)** ที่มีความรุนแรงไม่มากก็น้อย มักเกิดขึ้นกับเมฆสกุล **Cumulonimbus (คิวมูโลนิมบัส)** และพบได้บ้างในเมฆ **Cumulus (คิวมูลัส)**

Asperitas (แอสเพอริตัส)

ลักษณะเป็นโครงสร้างคล้าย **เกลียวคลื่นที่คมชัด** อยู่บริเวณด้านล่างของเมฆ มีความยุ่งเหยิง (Chaotic) และมีการจัดระเบียบในแนวราบรอยน้อยกว่าวาริเอตี้ Undulatus **Asperitas** มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวคือ:

- เป็นคลื่นที่เกิดขึ้นเฉพาะจุดบริเวณฐานเมฆ
- พื้นผิวอาจจะดูเรียบหรือมีปุ่มป่ำขนาดเล็กแทรกอยู่
- ในบางครั้งจะมียอดแหลมชี้ลงมาด้านล่าง คล้ายกับการที่เรา **มองดูผิวน้ำทะเลที่ปั่นป่วนจากใต้น้ำ**
- ระดับของแสงและความหนาของเมฆที่ต่างกัน มักจะทำให้เกิดเอฟเฟกต์ทางสายตาที่ดูดุดันและน่าตื่นตาตื่นใจมาก

มักเกิดขึ้นกับเมฆสกุล **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)** และ **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)**

Fluctus (ฟลักตัส)

ลักษณะการก่อตัวของ **คลื่นในช่วงเวลาสั้นๆ** มักจะปรากฏอยู่ที่บริเวณพื้นผิวด้านบนของเมฆ โดยมีรูปทรงเป็น **เกลียวหรือคลื่นที่กำลังม้วนตัวแตกสลาย** (มักรู้จักกันในชื่อ **คลื่นเคลวิน-เฮล์มโฮลทซ์ (Kelvin-Helmholtz waves)**)

มักเกิดขึ้นกับเมฆสกุล **Cirrus (เซอร์รัส)**, **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)**, **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)**, **Stratus (สเตรตัส)** และพบได้ในบางครั้งกับเมฆ **Cumulus (คิวมูลัส)**

Cavum (คาวัม)

ลักษณะเป็น **รูโหว่ที่เห็นขอบชัดเจน** โดยทั่วไปจะมีรูปทรงกลม (บางครั้งเป็นเส้นตรง) เกิดขึ้นในชั้นเมฆบางๆ ที่ประกอบด้วย **หยดน้ำเย็นยิ่งยวด (Supercooled water droplets)** โดยปกติจะมี **Virga (สายฝนที่ตกไม่ถึงพื้น)** หรือปอยเมฆ **Cirrus** ตกลงมาจากบริเวณกึ่งกลางของรู และรูนี้จะค่อยๆ ขยายใหญ่ขึ้นตามกาลเวลา

- หากมองจากด้านล่างตรงๆ จะเห็นเป็นรูปวงกลม
- หากมองจากระยะไกลอาจเห็นเป็นรูปวงรี
- หากเกิดจากการที่ **เครื่องบิน** บินผ่านเมฆ รูโหว่มักจะเป็นเส้นยาว (Dissipation trail) และมี Virga ตกลงมาตามแนวเส้นที่ค่อยๆ ขยายกว้างขึ้น

มักเกิดขึ้นกับเมฆสกุล **Altocumulus (อัลโตคิวมูลัส)** และ **Cirrocumulus (เซอร์โรคิวมูลัส)** และพบน้อยมากใน **Stratocumulus (สเตรโตคิวมูลัส)**

Murus (มูรัส)

ลักษณะเป็น **การลดตัวต่ำลงของฐานเมฆ** เฉพาะจุดอย่างต่อเนื่องและมักจะเกิดขึ้นอย่างกะทันหัน โดยย้อยลงมาจากฐานของเมฆ **คิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus)** ซึ่งในบางครั้งอาจมี **Tuba (เมฆงวง)** ก่อตัวออกมาจากจุดนี้ด้วย

โดยปกติจะมีความเกี่ยวข้องกับพายุแบบ **Supercell** หรือพายุแบบ **Multicell** ที่มีความรุนแรง มักจะก่อตัวขึ้นในส่วนที่ "ไม่มีฝนตก" (Rain-free base) ของเมฆคิวมูโลนิมบัส และเป็นตัวบ่งชี้ถึงบริเวณที่มี **กระแสอากาศไหลขึ้นที่รุนแรง (Strong updraft)**

หาก **Murus** แสดงให้เห็นถึงการหมุน (Rotation) และการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งอย่างชัดเจน อาจนำไปสู่การก่อตัวของ **Tuba (เมฆกรวย/พายุหมุน)** ได้ และเป็นที่รู้จักกันทั่วไปในชื่อ **"Wall cloud" (เมฆผนัง)**

Cauda (เคาดา)

ลักษณะเป็นเมฆในแนวราบที่มี **รูปทรงคล้ายหาง (Tail-shaped)** อยู่ในระดับต่ำ (ไม่ใช่รูปทรงกรวยหรือ Tuba) โดยยื่นยาวออกมาจากบริเวณที่มีฝนตกหลักของเมฆคิวมูโลนิมบัส (Supercell) ไปจนถึง **Murus (เมฆผนัง)** โดยปกติแล้วมันจะเชื่อมติดกับเมฆผนัง และฐานของทั้งสองมักจะอยู่ในระดับความสูงเดียวกัน

การเคลื่อนที่ของเมฆจะพุ่งออกจากบริเวณที่มีฝนตกเข้าหาเมฆผนัง และมักจะสังเกตเห็นการยกตัวของอากาศอย่างรวดเร็ว (Upward motion) บริเวณจุดที่ "หาง" เชื่อมต่อกับ "กำแพง" และเป็นที่รู้จักกันทั่วไปในชื่อ **"Tail cloud" (เมฆหาง)**

ตารางที่ 9: ลักษณะเสริมของเมฆและสกุลที่ปรากฏร่วมกันบ่อยที่สุด

ลักษณะเสริม (Supplementary features)	Ci	Cc	Cs	Ac	As	Ns	Sc	St	Cu	Cb
incus (inc)										●
mamma (mam)	●	●		●	●		●			●
virga (vir)		●		●	●	●	●		●	●
cavum (cav)		●		●			●			
fluctus (flu)	●			●			●	●	●	
asperitas (asp)				●			●			
praecipitatio (pra)					●	●	●	●	●	●
arcus (arc)									●	●
murus (mur)										●
tuba (tub)									●	●
cauda (cau)										●

2.7 Accessory clouds (เมฆบริวาร)

ในบางครั้ง เมฆอาจมีเมฆก้อนอื่นซึ่งโดยปกติจะมี **ขนาดเล็กกว่า** ปรากฏร่วมอยู่ด้วย เราเรียกเมฆเหล่านี้ว่า **เมฆบริวาร** โดยมันอาจจะ **แยกตัวออกมาเป็นอิสระ** จากตัวเมฆหลัก หรืออาจจะ **เชื่อมรวมกันเพียงบางส่วน** ก็ได้

Pileus (พิเลียส)

เป็นเมฆบริวารที่มีขนาดในแนวราบค่อนข้างเล็ก มีลักษณะเป็น **รูปฝาชี (Cap)** หรือ **หมวก (Hood)** ปรากฏอยู่เหนือยอดหรือเกาะติดกับส่วนบนของเมฆรูปทรงก้อน (Cumuliform cloud) ซึ่งบ่อยครั้งที่เมฆก้อนหลักจะพุ่งทะลุผ่านเมฆ Pileus นี้ขึ้นไป นอกจากนี้เรายังอาจสังเกตเห็น Pileus หลายชั้นวางซ้อนกัน (Superposition) ได้บ่อย ๆ

มักเกิดขึ้นเป็นหลักกับเมฆสกุล **Cumulus (คิวมูลัส)** และ **Cumulonimbus (คิวมูโลนิมบัส)**

Velum (เวลัม)

เป็นเมฆบริวารที่มีลักษณะเป็น **ผ้าคลุม (Veil)** แผ่ขยายออกใน **แนวราบเป็นบริเวณกว้าง** โดยจะอยู่ใกล้เหนือยอดหรือเกาะติดกับส่วนบนของเมฆรูปทรงก้อน (Cumuliform clouds) หนึ่งก้อนหรือหลายก้อน ซึ่งบ่อยครั้งที่ยอดเมฆเหล่านั้นจะ **พุ่งทะลุ (Pierce)** ผ่านแผ่นผ้าคลุมนี้ขึ้นไป
มักเกิดขึ้นเป็นหลักกับเมฆสกุล **Cumulus (คิวมูลัส)** และ **Cumulonimbus (คิวมูโลนิมบัส)**

Pannus (แพนนัส)

ลักษณะเป็น **เศษเมฆที่ขาดวิ่นรุ่งริ่ง (Ragged shreds)** ซึ่งในบางครั้งอาจรวมตัวกันจนกลายเป็นชั้นที่ต่อเนื่องกันได้ เมฆชนิดนี้จะปรากฏอยู่ **ใต้เมฆก้อนอื่น** และบางครั้งอาจเกาะติดกับฐานของเมฆก้อนหลักนั้นด้วย

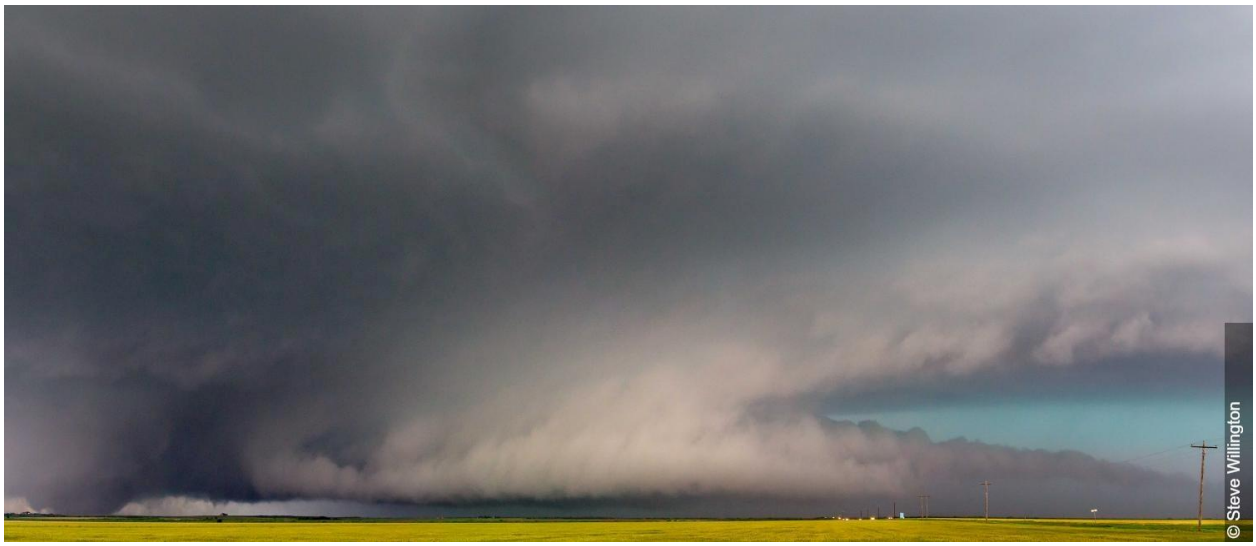
มักเกิดขึ้นเป็นหลักกับเมฆสกุล **Altostratus (อัลโตสเตรตัส)**, **Nimbostratus (นิมโบสเตรตัส)**, **Cumulus (คิวมูลัส)** และ **Cumulonimbus (คิวมูโลนิมบัส)**

Flumen (ฟลูเมน)

ลักษณะเป็น **แถบของเมฆระดับต่ำ** ที่มีความเกี่ยวข้องกับพายุฝนฟ้าคะนองที่รุนแรงมาก (Supercell) โดยแถบเมฆจะเรียงตัวขนานไปกับทิศทางลมในระดับต่ำ และเคลื่อนที่เข้าหาหรือมุ่งหน้าไปยังตัวพายุซูเปอร์เซลล์นั้น เมฆบริวารเหล่านี้ก่อตัวขึ้นบนแนวของ **อากาศที่ไหลเข้าสู่พายุ (Inflow band)** ตามแนวแนวปะทะอากาศอุ่นเทียม (Pseudo-warm front) โดยองค์ประกอบของเมฆจะเคลื่อนที่เข้าหาจุดที่อากาศยกตัวขึ้น (Updraft) ฐานของเมฆ Flumen จะอยู่ในระดับความสูงเดียวกับฐานของจุดยกตัวนั้น

จุดสังเกตสำคัญ:

- **ไม่ติดกับเมฆผนัง:** Flumen จะไม่เชื่อมติดกับเมฆผนัง (Murus) และฐานของมันจะอยู่ **สูงกว่า** ฐานของเมฆผนัง
- **หางบีเวอร์ (Beaver's tail):** เป็นรูปแบบหนึ่งของ Flumen ที่มีลักษณะแบนและกว้างเป็นพิเศษ ดูคล้ายกับหางของตัวบีเวอร์ จึงเป็นที่มาของชื่อเรียกนี้ในหมู่นักไล่ล่าพายุ



ตารางที่ 10: เมฆบริวารและสกุลที่ปรากฏร่วมกันบ่อยที่สุด

เมฆบริวาร (Accessory clouds)	Ci	Cc	Cs	Ac	As	Ns	Sc	St	Cu	Cb
pileus (pil)									●	●
velum (vel)									●	●
pannus (pan)					●	●			●	●
flumen (flm)										●

2.8 Special clouds (เมฆพิเศษ)

นอกจากเมฆมาตรฐานที่เราเรียนรู้กันมาแล้ว ยังมีกรณีพิเศษที่เมฆอาจก่อตัวหรือเติบโตขึ้นอันเป็นผลมาจาก **ปัจจัยสร้างตัวเฉพาะจุด (Localized generating factors)** บางประการ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจเป็นได้ทั้ง **จากธรรมชาติ** หรือ **ผลจากกิจกรรมของมนุษย์**

Flammagenitus (ฟลัมมาเจนิตัส)

เมฆชนิดนี้พัฒนาขึ้นจาก **การพาความร้อน (Convection)** ที่ถูกกระตุ้นโดยความร้อนจาก **ไฟป่า (Forest fires/Wildfires)** หรือ **การระเบิดของภูเขาไฟ (Volcanic eruption)**

หลักเกณฑ์การเรียกชื่อ: หากสังเกตเห็นได้ชัดเจนว่าเมฆมีต้นกำเนิดมาจากแหล่งความร้อนธรรมชาติเฉพาะจุด และมีองค์ประกอบ (อย่างน้อยบางส่วน) เป็นหยดน้ำ เราจะเรียกชื่อตาม **สกุล (Genus)** ของเมฆนั้น ตามด้วยชนิดย่อย (Species) หรือลักษณะเสริม (ถ้ามี) และปิดท้ายด้วยชื่อเมฆพิเศษว่า **“flammagenitus”**

- **ตัวอย่างการเรียกชื่อ:** * Cumulus congestus flammagenitus
    - Cumulonimbus calvus flammagenitus

บันทึกเพิ่มเติม: Cumulus flammagenitus ยังมีชื่อเรียกอย่างไม่เป็นทางการที่คุ้นหูกันในหมู่คนทั่วไปว่า **'Pyrocumulus' (ไพโรคิวมูลัส)**

Homogenitus (โฮโมเจนิตัส)

เมฆที่พัฒนาขึ้นอันเป็นผลมาจาก **กิจกรรมของมนุษย์** โดยตรง ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดที่สุดคือ:

- **Aircraft condensation trails (contrails):** เส้นสีขาวที่เกิดจากการควบแน่นของไอเสียเครื่องบินในระดับสูง
- **กิจกรรมทางอุตสาหกรรม:** เช่น เมฆรูปร่างก้อน (Cumuliform) ที่เกิดจากมวลอากาศร้อนที่ลอยตัวขึ้นเหนือหอหล่อเย็น (Cooling towers) ของโรงไฟฟ้า

หลักเกณฑ์การเรียกชื่อ: หากสังเกตเห็นได้ชัดเจนว่าเมฆนั้นมีต้นกำเนิดมาจากกิจกรรมของมนุษย์โดยเฉพาะ ให้เรียกชื่อตาม **สกุล (Genus)** ที่เหมาะสม ตามด้วยชื่อเมฆพิเศษว่า **“homogenitus”**

- **ตัวอย่างการเรียกชื่อ:** * เมฆก้อนที่ก่อตัวเหนือโรงงาน: Cumulus mediocris homogenitus
    - เส้นเมฆจากเครื่องบิน: Cirrus homogenitus

Aircraft condensation trails (เส้นทางควบแน่นจากเครื่องบิน)

สำหรับเส้นคอนเทรล (Contrails) ที่เราเห็นกันนั้น จะมีหลักการระบุชื่อดังนี้:

- **เกณฑ์ด้านเวลา:** เส้นทางควบแน่นจากเครื่องบินจะต้อง **คงตัวอยู่ได้อย่างน้อย 10 นาที** จึงจะได้รับการบันทึกชื่อเป็นเมฆ
- **การเรียกชื่อ:** ให้ใช้ชื่อสกุล **Cirrus** (เนื่องจากเกิดในระดับสูงและเป็นผลึกน้ำแข็ง) ตามด้วยชื่อเมฆพิเศษเพียงอย่างเดียวว่า **“homogenitus”**
    - ดังนั้น ชื่อเรียกที่เป็นทางการคือ **Cirrus homogenitus**

หมายเหตุสำคัญ: เนื่องจากคอนเทรลที่เพิ่งก่อตัวใหม่ๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างรวดเร็วและอาจปรากฏเป็นรูปทรงต่างๆ เพียงชั่วคราว ดังนั้นในทางอุตุนิยมวิทยา **จะไม่มีการระบุชื่อชนิด (Species), วาริเอตี้ (Varieties) หรือลักษณะเสริม (Supplementary features)** ให้กับ Cirrus homogenitus เพื่อป้องกันความสับสนจากรูปร่างที่ยังไม่คงที่นั่นเอง

Homomutatus (โฮโมมูเตตัส)

เมื่อเส้นคอนเทรลที่คงตัวอยู่นาน (**Cirrus homogenitus**) ถูกกระแสลมชั้นบนที่รุนแรงพัดพาไปเป็นระยะเวลาหนึ่ง มันจะเริ่ม **เติบโตและแผ่ขยายออก** จนปกคลุมท้องฟ้าเป็นบริเวณกว้างขึ้น และเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในโครงสร้างจนในที่สุดมีลักษณะปรากฏเหมือนกับเมฆตระกูลเซอร์รัส (Cirri-form) ตามธรรมชาติ

หลักเกณฑ์การเรียกชื่อ: ในกรณีนี้ เราจะเรียกชื่อตาม **สกุล (Genus)** ที่มันกลายเป็น (เช่น Cirrus, Cirrocumulus หรือ Cirrostratus) ตามด้วยชนิดย่อย, วาริเอตี้ และลักษณะเสริมตามที่เห็นจริง แล้วปิดท้ายด้วยชื่อเมฆพิเศษว่า **“homomutatus”**

- **ตัวอย่างการเรียกชื่อ:** * Cirrus floccus homomutatus (ดูเป็นปุยคล้ายเมฆธรรมชาติแต่มีต้นกำเนิดจากเครื่องบิน)
    - Cirrus fibratus homomutatus (ดูเป็นเส้นใยละเอียดที่แผ่ออกมา)

Cataractagenitus (คาตาแรคตาเจนิตัส)

เมฆชนิดนี้อาจก่อตัวขึ้น **เฉพาะจุดในบริเวณใกล้เคียงกับน้ำตกขนาดใหญ่** โดยมีสาเหตุมาจากน้ำที่แตกตัวเป็นละออง (Spray) จากการตกลงมาของน้ำตก

กลไกการเกิด: ในขณะที่น้ำที่ตกลงมาทำให้เกิดกระแสลมพัดลง (Downdraft) อากาศในบริเวณรอบข้างจะมีการเคลื่อนที่ยกตัวขึ้นเพื่อชดเชยกัน (Locally ascending motion) นำพาเอาละอองน้ำเหล่านี้ลอยขึ้นไปก่อตัวเป็นเมฆ

หลักเกณฑ์การเรียกชื่อ: ให้ใช้ชื่อตาม **สกุล (Genus)** ที่เหมาะสม ตามด้วยชนิดย่อย, วาริเอตี้ และลักษณะเสริม (ถ้ามี) แล้วปิดท้ายด้วยชื่อเมฆพิเศษว่า **“cataractagenitus”**

- **ตัวอย่างการเรียกชื่อ:**
    - Cumulus cataractagenitus (เมฆก้อนเล็กๆ ที่ลอยตัวเหนือแนวต้นน้ำของน้ำตก)
    - Stratus cataractagenitus (เมฆแผ่นเตี้ยๆ ที่ปกคลุมอยู่หน้าน้ำตก)

Silvagenitus (ซิลวาเจนิตัส)

เมฆชนิดนี้พัฒนาขึ้น **เฉพาะจุดเหนือพื้นที่ป่าไม้** อันเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของความชื้นในอากาศ ซึ่งเกิดจาก **การระเหย (Evaporation)** และ **การคายน้ำของพืช (Evapotranspiration)** จากเรือนยอดของต้นไม้ในป่า

หลักเกณฑ์การเรียกชื่อ: ให้ใช้ชื่อตาม **สกุล (Genus)** ที่เหมาะสม ตามด้วยชนิดย่อย, วาริเอตี้ และลักษณะเสริม (ถ้ามี) แล้วปิดท้ายด้วยชื่อเมฆพิเศษว่า **“silvagenitus”**

- **ตัวอย่างการเรียกชื่อที่พบบ่อย:**
    - Stratus silvagenitus (เมฆแผ่นเตี้ยที่ลอยเรี่ยอยู่ตามยอดไม้หรือหุบเขาหลังฝนตก)

© Franz Feldmann

บทที่ 3
รายละเอียดเมฆแต่ละระดับ (Genera)

3.1 เมฆชั้นสูง (High-level clouds)

3.1.1 Cirrus (Ci) — เซอร์รัส

คำนิยามของเซอร์รัส

เมฆเซอร์รัสคือเมฆที่ **แยกตัวออกจากกัน (Detached)** มีลักษณะเป็นเส้นใยสีขาวละเอียดอ่อน (Delicate filaments) หรือเป็นแผ่นสีขาว/เกือบขาว หรือเป็นแถบแคบๆ เมฆเหล่านี้จะมีลักษณะปรากฏแบบ **เส้นใย (Fibrous)** คล้ายเส้นผม หรือมี **ความเงาวาวแบบไหม (Silky sheen)** หรืออาจมีลักษณะทั้งสองอย่างรวมกัน

3.1.1.1 Species (ชนิด)

Cirrus fibratus (Ci fib) — เซอร์รัส ไฟเบรตัส

คำว่า fibratus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า **"ประกอบด้วยเส้นใย"** ซึ่งในทางอุตุนิยมวิทยาได้นิยามลักษณะไว้ดังนี้:

- **ลักษณะเส้นใย:** เป็นเส้นใยสีขาวที่ค่อนข้างตรง หรือโค้งงออย่างไม่เป็นระเบียบมากน้อยต่างกันไป
- **ความละเอียด:** เส้นใยเหล่านี้จะมีความละเอียด (Fine) อยู่เสมอ
- **จุดสิ้นสุด (สำคัญมาก):** ปลายของเส้นใย **จะไม่** ม้วนเป็นขอ (Hooks) หรือรวมกันเป็นกระจุกปุย (Tufts)
- **การเรียงตัว:** เส้นใยแต่ละเส้นส่วนใหญ่จะแยกจากกันอย่างชัดเจน ไม่พันกันจนหนาทึบ

Cirrus uncinus (Ci unc) — เซอร์รัส อันซินัส

คำว่า uncinus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า **"ตะขอ" (Hooked)** โดยมีลักษณะทางเทคนิคดังนี้:

- **สี:** เป็นเมฆเซอร์รัสที่ **ไม่มีส่วนสีเทา** (ขาวสะอาดสะอ้าน)
- **รูปทรง:** มักมีรูปร่างคล้าย **เครื่องหมายจุลภาค (Comma)**
- **ส่วนปลาย:** ส่วนยอดหรือส่วนบนสุดจะจบลงด้วยลักษณะที่เป็น **ตะขอ (Hook)** หรือเป็น **กระจุกปุย (Tuft)**
- **ข้อกำหนดสำคัญ:** ส่วนบนที่เป็นกระจุกนั้นจะต้อง **ไม่มี** ลักษณะเป็นปุ่มนูนพอง (Protuberance) เหมือนยอดเมฆก้อน

Cirrus spissatus (Ci spi) — เซอร์รัส สปิสซาตัส

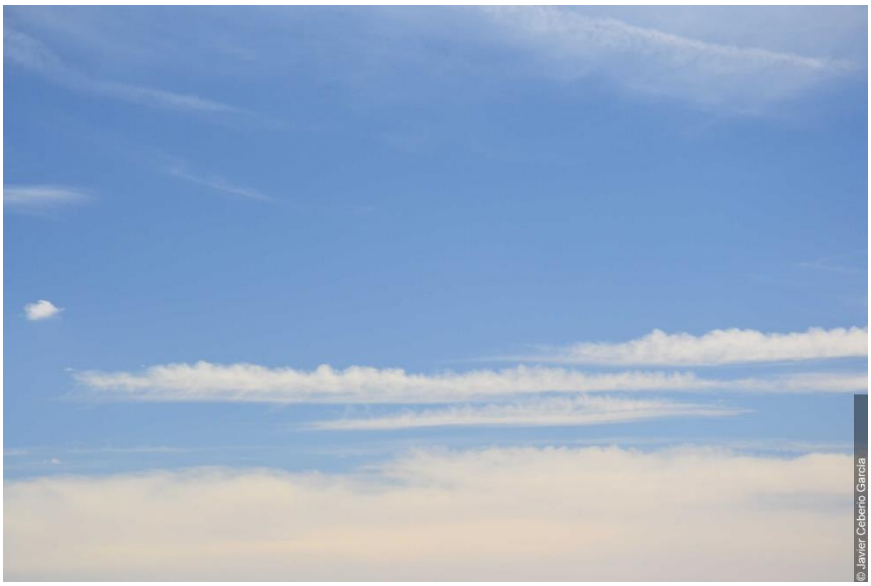
คำว่า spissatus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า **"ทำให้หนาขึ้น"** หรือ **"อัดแน่น"** โดยมีลักษณะทางเทคนิคดังนี้:

- **ลักษณะปรากฏ:** เป็นเมฆเซอร์รัสที่รวมตัวกันเป็น **ปื้นหรือแผ่น (Patches)**
- **ความหนาแน่น:** มีความหนาแน่นมากพอที่จะทำให้มองเห็นเป็น **สีเทา** เมื่อมองย้อนไปทางดวงอาทิตย์ (ต่างจากเซอร์รัสชนิดอื่นที่มักจะขาวโปร่งแสงตลอดเวลา)
- **อิทธิพลต่อแสง:** สามารถบังดวงอาทิตย์จนดูสลัว ขอบดวงอาทิตย์พร่ามัว หรือแม้กระทั่ง **บังดวงอาทิตย์จนมิด** ได้เลย
- **ต้นกำเนิด:** บ่อยครั้งที่ Cirrus spissatus มีจุดเริ่มต้นมาจากส่วนบนสุดของเมฆฝนฟ้าคะนอง หรือ **ยอดทั่ง (Anvil)** ของเมฆ Cumulonimbus ที่หลงเหลืออยู่หลังจากตัวพายุสลายไปแล้ว

Cirrus castellanus (Ci cas) — เซอร์รัส คาสเทลลานัส

คำว่า castellanus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า **"ปราสาท"** หรือ **"ป้อมปราการ"** โดยมีลักษณะทางเทคนิคดังนี้:

- **ลักษณะเด่น:** เป็นเมฆเซอร์รัสที่ค่อนข้างหนา มีลักษณะเป็น **หอคอยเล็กๆ (Turrets)** ทรงมนหรือเป็นมวลเมฆที่พุ่งสูงขึ้นมาจากฐานเดียวกัน
- **รูปทรง:** บ่อยครั้งดูเหมือน **เชิงเทินบนกำแพงปราสาท (Crenellated appearance)**
- **โครงสร้าง:** ถึงแม้จะดูเป็นก้อนพุ่งขึ้นไป แต่ส่วนยอดหรือขอบมักจะยังมีลักษณะเป็น **เส้นใย (Fibrous)** ซึ่งบ่งบอกว่าเป็นผลึกน้ำแข็ง



Cirrus floccus (Ci flo) — เซอร์รัส ฟล็อคคัส

คำว่า floccus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า **"ปุยขนสัตว์"** หรือ **"ปุยฝ้าย"** โดยมีลักษณะทางเทคนิคดังนี้:

- **ลักษณะเด่น:** เป็นเมฆเซอร์รัสที่มีลักษณะเป็น **กระจุกปุยขนาดเล็ก (Tufts)** ทรงมน และมักจะอยู่แยกตัวจากกัน (Isolated)
- **หางเมฆ:** บ่อยครั้งที่จะเห็น "ทาง" หรือ "หาง" (Trails) ยืดออกมาจากกลุ่มปุยเหล่านี้ ซึ่งเกิดจากผลึกน้ำแข็งที่ตกลงมาแล้วระเหยไป (Virga)
- **การแยกแยะด้วยขนาด:** เช่นเดียวกับชนิด castellanus เราใช้เกณฑ์การวัดองศาเมื่อมองสูงกว่า 30° เหนือเส้นขอบฟ้า:
    - **Cirrus floccus:** ส่วนที่เป็นปุยอาจจะ **กว้างกว่า 1°** (กว้างกว่านิ้วก้อยเมื่อเหยียดแขนสุด)
    - **Cirrocumulus:** หากปุยเหล่านี้มีขนาดเล็กและกว้าง **น้อยกว่า 1°** จะจัดว่าเป็น Cirrocumulus

3.1.1.2 Varieties (ลักษณะที่ปรากฏ)

ในหมวดนี้จะอธิบายถึงความหลากหลายในการวางตัวของเส้นใยเมฆเซอร์รัสบนท้องฟ้า

Cirrus intortus (Ci in) — เซอร์รัส อินตอร์ตัส

คำว่า intortus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า **"บิดเบี้ยว"** หรือ **"พันกัน"** ซึ่งนิยามทางเทคนิคระบุไว้ว่า:

- **ลักษณะเส้นใย:** เป็นเมฆเซอร์รัสที่มีเส้นใยโค้งงออย่าง **ไม่เป็นระเบียบมาก ๆ (Very irregularly curved)**
- **การจัดเรียง:** เส้นใยเหล่านั้นมักจะดูเหมือน **พันกันยุ่งเหยิง (Entangled)** ในลักษณะที่ไร้ทิศทางแน่นอน

Cirrus radiatus (Ci ra) — เซอร์รัส เรดิเอตัส

คำว่า radiatus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า **"รัศมี"** หรือ **"ก้านล้อ"** โดยมีนิยามทางเทคนิคดังนี้:

- **การจัดเรียง:** เมฆเซอร์รัสที่เรียงตัวเป็น **แถบขนานกัน (Parallel bands)**
- **ภาพลวงตาทางทัศนียภาพ (Perspective):** เนื่องด้วยมุมมองจากพื้นดิน ทำให้แถบขนานเหล่านี้ดูเหมือน **พุ่งเข้าหาจุดรวมสายตาเพียงจุดเดียว** หรือพุ่งไปยังจุดสองจุดที่อยู่ตรงข้ามกันบนเส้นขอบฟ้า
- **การผสมผสาน:** แถบเมฆเหล่านี้บ่อยครั้งอาจมีส่วนประกอบของเมฆสกุลอื่นปนอยู่ด้วย เช่น Cirrocumulus (เมฆลายเกล็ด) หรือ Cirrostratus (เมฆแผ่นบาง)

Cirrus vertebratus (Ci ve) — เซอร์รัส เวอร์เทบราตัส

คำว่า vertebratus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า **"กระดูกสันหลัง"** ซึ่งนิยามทางเทคนิคอธิบายไว้ชัดเจนมาก:

- **ลักษณะการจัดเรียง:** เป็นเมฆเซอร์รัสที่มีองค์ประกอบต่าง ๆ เรียงตัวกันในลักษณะที่ชวนให้นึกถึง **กระดูกสันหลัง (Vertebrae)**, **ซี่โครง (Ribs)** หรือ **โครงกระดูกปลา (Fish skeleton)**

Cirrus duplicatus (Ci du) — เซอร์รัส ดูปลิคาตัส

คำว่า duplicatus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า **"ซ้ำ"** หรือ **"สองเท่า" (Double)** โดยมีนิยามทางเทคนิคดังนี้:

- **การจัดเรียง:** เมฆเซอร์รัสที่เรียงตัวกันเป็น **ชั้น ๆ ซ้อนทับกัน (Superposed layers)** โดยแต่ละชั้นจะอยู่ในระดับความสูงที่แตกต่างกันเล็กน้อย
- **ลักษณะการรวมตัว:** ในบางจุด ชั้นเมฆเหล่านี้อาจจะดูเหมือน **เชื่อมรวมกัน (Merged)** จนแยกไม่ออก
- **ความสัมพันธ์กับ Species:** ส่วนใหญ่แล้วเมฆชนิด Cirrus fibratus (เส้นใยเรียบ) และ Cirrus uncinus (เบ็ดตกปลา) มักจะปรากฏตัวในรูปแบบวาริเอตี้ duplicatus นี้บ่อยที่สุด

3.1.1.3 ลักษณะเสริมและเมฆบริวาร

ตามคู่มือระบุไว้ว่า เมฆเซอร์รัสมักจะมีลักษณะเสริมเพียงไม่กี่อย่าง โดยส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นกับชนิดที่หนาแน่นที่สุด อย่าง **spissatus** :

1. **Mamma (มัมมา):** ลักษณะเป็นปุ่มนูนยื่นลงมาจากฐานเมฆ ดูคล้ายเต้านมหรือถุงน้ำ เกิดจากการที่ผลึกน้ำแข็งในเมฆพยายามจะตกลงมาในอากาศที่แห้งกว่าด้านล่าง
2. **Fluctus (ฟลัคตัส):** หรือที่รู้จักกันในชื่อ "คลื่นเคลวิน-เฮล์มโฮลทซ์" (Kelvin-Helmholtz waves) มีลักษณะเหมือนคลื่นทะเลที่กำลังม้วนตัวพังทลายลงมา เกิดจากความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างชั้นเมฆกับชั้นอากาศเหนือเมฆ

3.1.1.4 เมฆที่อาจกลายเป็นเซอร์รัส

ในส่วนนี้เราจะใช้คำต่อท้ายที่เราเคยคุยกันไป (genitus และ mutatus) มาอธิบายที่มาของมัน:

1. การกำเนิดจากทางสายน้ำฟ้า (Virga)

เมื่อเมฆระดับสูงหรือระดับกลางมีผลึกน้ำแข็งตกลงมาเป็นสาย (Virga) แล้วตัวเมฆหลักสลายไป เหลือเพียงสายเหล่านั้นทิ้งไว้ สายน้ำฟ้าจะกลายเป็นเมฆเซอร์รัสแทน:

- **Ci cirrocumulogenitus:** เกิดจากสายน้ำฟ้าของเมฆเซอร์โรคิวมูลัส (เมฆลายเกล็ด)
- **Ci altocumulogenitus:** เกิดจากสายน้ำฟ้าของเมฆอัลโตคิวมูลัส (เมฆก้อนระดับกลาง)

2. การกำเนิดจากเมฆฝนฟ้าคะนอง

- **Ci cumulonimbogenitus:** เกิดจากส่วนบนสุดของเมฆคิมูโลนิมบัส (Cb) โดยเฉพาะส่วนที่เป็น "ยอดทั่ง" (Anvil) ที่แผ่ออกมาเป็นเส้นใยน้ำแข็งหนาแน่น

3. การกลายสภาพ (Transformation)

- **Ci cirrostratomutatus:** เกิดจากการที่เมฆเซอร์โรสเตรตัส (เมฆแผ่นบางชั้นสูง) ที่มีความหนาไม่เท่ากัน เกิดการระเหยในส่วนที่บางกว่าออกไป จนเหลือทิ้งไว้เพียงส่วนที่หนากว่าซึ่งดูแยกเป็นเส้นใยหรือปื้น ๆ แบบเซอร์รัส

3.1.1.5 Cirrus (Ci) ต่างกับ Cirrocumulus (Cc) อย่างไร?

ลักษณะที่สังเกต	**Cirrus (Ci)**	**Cirrocumulus (Cc)**
ลักษณะปรากฏหลัก	เป็น **เส้นใย (Fibrous)** หรือเงาวาวแบบไหม	เป็นริ้วคลื่นหรือเม็ดเล็กๆ (Grains/Ripples)
องค์ประกอบย่อย	**ไม่มี** องค์ประกอบที่เป็นเม็ดเล็ก ๆ หรือเกล็ดปลา	**มี** องค์ประกอบเป็นก้อนหรือแผ่นจิ๋วๆ เรียงต่อกัน
ปรากฏการณ์แสง	**ไม่พบ** วงแสงโคโรนา (Corona) หรือรุ้งที่เมฆ (Irisation)	**อาจพบ** โคโรนาหรือการเกิดรุ้งที่ตัวเมฆได้
การเกิดเงา (Shading)	ในชนิดที่หนา (Spissatus) **อาจเห็นเป็นสีเทา** หรือมีเงาได้	**ไม่มีการเกิดเงา** ก้อนจะขาวสว่างสม่ำเสมอกัน
สายน้ำฟ้า (Virga)	**ไม่มี** สายน้ำฟ้าตกลงมา	**อาจพบ** สายน้ำฟ้า (Virga) ตกลงมาได้

3.1.1.6 Cirrus (Ci) ต่างกับ Cirrostratus (Cs) อย่างไร?

ลักษณะที่สังเกต	**Cirrus (Ci)**	**Cirrostratus (Cs)**
โครงสร้าง	**ไม่ต่อเนื่อง (Discontinuous)** มักเป็นหย่อมหรือแถบแคบๆ มีช่องว่างเห็นฟ้าชัดเจน	**ต่อเนื่อง (Continuous)** เป็นแผ่นแผ่กว้างปกคลุมท้องฟ้าเป็นบริเวณกว้าง
ความหนาและแสง	อาจ **หนาพอที่จะบัง** ดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์จนมิดได้ (Spissatus)	**บางเสมอ** จนสามารถมองเห็นดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์เป็นดวงชัดเจนลอดผ่านแผ่นเมฆได้
ลอนคลื่น (Undulations)	**ไม่มี** ลักษณะเป็นลอนคลื่นสม่ำเสมอ	**อาจพบ** ลักษณะเป็นริ้วคลื่นหรือลอนคลื่นได้
ลักษณะเสริม	**พบ Mamma ได้** (โดยเฉพาะในชนิด spissatus)	**ไม่พบ** ลักษณะปุ่มนูนแบบ Mamma
ปรากฏการณ์แสง	**ไม่มี** วงแสงโคโรนา (Corona) และมักพบ **Halo แค่บางส่วน** (ไม่เต็มวง)	**พบปรากฏการณ์ Halo (ทรงกลด)** ได้บ่อยและมักเห็นเป็นวงที่สมบูรณ์กว่า

3.1.1.7 Cirrus (Ci) ต่างกับ Altocumulus (Ac) อย่างไร?

ลักษณะที่สังเกต	Cirrus (Ci)	Altocumulus (Ac)
ลักษณะปรากฏหลัก	เป็น **เส้นใย (Fibrous)** หรือมีเงาวาวแบบไหมชัดเจน	เป็นก้อนมน หรือเป็นแผ่นบาง (Laminae) หรือเป็นลอน (Rolls)
ส่วนประกอบย่อย	**ไม่มี** องค์ประกอบที่เป็นแผ่นซ้อนกันหรือลอนที่ชัดเจน	**มี** องค์ประกอบที่เป็นแผ่น, ลอน หรือก้อนเรียงตัวกัน
การเกิดเงา (Shading)	**มักไม่มีเงา** ยกเว้นชนิด spissatus ที่อาจมีสีเทาได้บ้าง	**มักมีเงาชัดเจน** (Shading) ปรากฏในแต่ละองค์ประกอบของเมฆ
ลักษณะลอนคลื่น	**ไม่มี** ลักษณะเป็นลอนคลื่นสม่ำเสมอ (Undulations)	**พบได้บ่อย** ที่จะเรียงตัวเป็นลอนคลื่นอย่างเป็นระเบียบ
สายน้ำฟ้า (Virga)	**ไม่มี** สายน้ำฟ้า (ยกเว้นจะพัฒนาไปเลย)	**พบได้บ่อย** ที่จะมีสายน้ำฟ้าห้อยลงมา
ปรากฏการณ์แสง	**ไม่พบ** วงแสงโคโรนา (Corona)	**พบได้บ่อย** ที่จะเกิดวงแสงโคโรนา

3.1.1.8 Cirrus (Ci) ต่างกับ Altostratus (As) อย่างไร?

ลักษณะที่สังเกต	Thick Cirrus (Ci)	Altostratus (As)
ขอบเขตแนวนอน	**มีขนาดเล็กกว่า** มักอยู่เป็นกลุ่มหรือปื้นจำกัดพื้นที่	**แผ่กว้างกว่า** มักปกคลุมท้องฟ้าเป็นบริเวณกว้างขวาง
สีและลักษณะปรากฏ	**ส่วนใหญ่เป็นสีขาว** และดูมีความเงาวาวแบบเส้นใย	**มักเป็นสีเทาหรือฟ้าหม่น** และมีลักษณะเรียบเนียนสม่ำเสมอกว่า
การตกของหยาดน้ำฟ้า	**ไม่มี** ทั้งฝนตกลงถึงพื้นหรือสายน้ำฟ้า (Virga)	**อาจพบ** สายน้ำฟ้าหรือหยาดน้ำฟ้าตกลงมาได้
ลอนคลื่น (Undulations)	**ไม่มี** ลักษณะเป็นริ้วคลื่นสม่ำเสมอ	**อาจพบ** ลักษณะเป็นลอนคลื่น (Undulations) ได้

3.1.1.9 องค์ประกอบทางกายภาพ

ความลับของความสวยงามของเซอร์รัสซ่อนอยู่ในโครงสร้างภายในดังนี้:

- **ผลึกน้ำแข็งล้วนๆ:** เมฆเซอร์รัสประกอบด้วย **ผลึกน้ำแข็ง (Ice crystals)** เกือบทั้งหมด โดยทั่วไปผลึกเหล่านี้จะมีขนาดเล็กมากและอยู่กันอย่างเบาบาง จึงเป็นเหตุผลว่าทำไมเมฆเซอร์รัสส่วนใหญ่ถึง **โปร่งแสง (Transparent)**
- **การตกของผลึก:** ในส่วนที่หนาทึบหรือเป็นปุย ผลึกน้ำแข็งอาจมีขนาดใหญ่พอที่จะมี "ความเร็วปลาย" (Terminal velocity) หรือความเร็วในการตกที่สังเกตได้ ทำให้เกิด **ทางสายน้ำฟ้า (Trails)** ที่ทอดยาวลงมาจากฐานเมฆ
- **เมื่อน้ำแข็งละลาย:** แม้จะเกิดไม่บ่อยนัก แต่บางครั้งผลึกน้ำแข็งในสายน้ำฟ้านี้อาจละลายกลายเป็น **หยดน้ำขนาดเล็ก** ซึ่งจะทำให้สายนั้นเปลี่ยนจากสีขาวเป็น **สีเทา** และอาจเกิด **รุ้งกินน้ำ (Rainbow)** ได้ในสภาวะนี้

- **อิทธิพลของลม:** สายเมฆเหล่านี้มักจะโค้งงอหรือไม่ขนานกับเส้นขอบฟ้า เพราะถูกแรงลมในแต่ละระดับความสูงที่ต่างกันพัด (Wind shear) รวมถึงขนาดที่ต่างกันของอนุภาคน้ำแข็งด้วย
- **ปรากฏการณ์ฮาโล (Halo):** แม้จะเกิดปรากฏการณ์ทรงกลดได้ แต่มักจะเห็นมัน **ไม่เต็มวง** (Incomplete ring) เพราะความบางและแคบของตัวเมฆเซอร์รัสเอง ทำให้แสงไม่มีพื้นที่ในการสร้างวงกลมที่สมบูรณ์

3.1.1.10 ข้อสังเกตเพิ่มเติมและเมฆพิเศษ

กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเซอร์รัสมีความน่าสนใจมาก ดังนี้:

- **การเปลี่ยนรูปร่าง:** เมฆเซอร์รัสที่เป็นปุยยอดมนมักเกิดในท้องฟ้าที่โปร่งใส เมื่อเวลาผ่านไปอาจเกิด "หาง" (Fibrous trails) ใต้ปุยนั้น ทำให้ส่วนยอดมนค่อย ๆ หายไป จนสุดท้ายกลายเป็นเพียงเส้นใย (fibratus หรือ uncinus)
- **การเกิดจากเมฆอื่น:** นอกจากที่เคยคุยกันไปแล้ว เซอร์รัสที่เป็นเส้นใยยังอาจพัฒนามาจาก Altocumulus castellanus/floccus หรือแม้แต่ยอดของเมฆก้อน Cumulus congestus ในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำจัด ๆ ได้ด้วย
- **เมฆจากเครื่องบิน (Contrails):**
    - **Ci homogenitus:** คือเส้นควันขาวจากเครื่องบินที่คงตัวอยู่นานอย่างน้อย **10 นาที** จะถูกจัดเป็นเมฆเซอร์รัสชนิดนี้ (มักจะไม่มีการระบุ Species หรือ Variety เพราะรูปร่างเปลี่ยนไปมาเร็วมาก)
    - **Ci homomutatus:** เมื่อเวลาผ่านไป หากเส้นควันเครื่องบินนั้นถูกลมชั้นบนพัดจนเริ่มพัฒนาเป็นเส้นใยหรือปอยคล้ายเซอร์รัสธรรมชาติ เราจะเรียกชื่อชนิดตามด้วยคำว่า homomutatus

Colour (สีของเมฆเซอร์รัส)

นี่คือจุดที่จะใช้แยกความ "สูง" ของเมฆได้ดีที่สุด:

- **กลางวัน:** เมฆเซอร์รัสที่ไม่อยู่ใกล้ขอบฟ้าจะมี **สีขาว** และ **ขาวสว่างกว่า** เมฆชนิดอื่น ๆ ในบริเวณเดียวกันเสมอ
- **เมื่อดวงอาทิตย์แตะขอบฟ้า:** ในขณะที่เมฆระดับต่ำเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือส้ม แต่เมฆเซอร์รัสจะยังคง **ขาว** อยู่
- **หลังดวงอาทิตย์ตก:** นี่คือช่วงเวลา Magic Hour เซอร์รัสที่อยู่สูงมากจะเริ่มเปลี่ยนสีตามลำดับ: **เหลือง ⟶ ชมพู ⟶ แดง ⟶ และสุดท้ายคือสีเทา** (ตอนรุ่งเช้าจะสลับลำดับกัน)
- **ใกล้ขอบฟ้า:** เมฆเซอร์รัสบริเวณขอบฟ้ามักมีสีออกเหลืองหรือส้มตลอด เพราะแสงต้องเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศที่หนาแน่นมากกว่าจะมาถึงตาเรา

3.1.2 Cirrocumulus (Cc) — เซอร์โรคิวมูลัส

คำว่า Cirrocumulus เกิดจากการผสมคำว่า Cirrus (ริ้วสีขาว) กับ Cumulus (ก้อน) ซึ่งนิยามทางเทคนิคระบุไว้ดังนี้:

- **ลักษณะปรากฏ:** เป็นปื้น (Patch), แผ่น (Sheet) หรือชั้น (Layer) ของเมฆสีขาวที่ **บาง**
- **การเกิดเงา: ไม่มีการเกิดเงา (Without shading)** นี่คือจุดสำคัญมากเพราะมันจะขาวสว่างสม่ำเสมอกันทั้งก้อน

- **องค์ประกอบย่อย:** ประกอบด้วยส่วนย่อยที่มีขนาดเล็กมาก ซึ่งมีรูปร่างเป็น **เม็ด (Grains)**, **ระลอกคลื่น (Ripples)** และอื่น ๆ
- **การจัดเรียง:** องค์ประกอบเล็ก ๆ เหล่านั้นอาจจะเชื่อมรวมกันหรือแยกจากกันก็ได้ และมักจะเรียงตัวกันอย่าง **ค่อนข้างเป็นระเบียบ**
- **เกณฑ์การวัดขนาด:** เมื่อมองดู องค์ประกอบส่วนใหญ่จะมี **ความกว้างปรากฏน้อยกว่า 1°**

3.1.2.1 Species (ชนิด)

Cirrocumulus stratiformis (Cc str) — เซอร์โรคิวมูลัส สเตรติฟอร์มิส

คำว่า stratiformis มาจากภาษาละตินที่หมายถึง **"รูปแบบแผ่น" (Layer/Sheet)** โดยมีลักษณะเฉพาะตามคู่มือดังนี้:

- **ลักษณะเด่น:** เป็นเมฆเซอร์โรคิวมูลัสที่แผ่ตัวในลักษณะเป็น **แผ่นหรือชั้นที่กว้างขวาง**
- **ความต่อเนื่อง:** ในบางครั้งแผ่นเมฆนี้อาจจะดูต่อเนื่องกันไป หรือ **มีการขาดตอน** ให้เห็นเป็นช่วงๆ ก็ได้

Cirrocumulus lenticularis (Cc len) — เซอร์โรคิวมูลัส เลนติคิวลาริส

คำว่า lenticularis มาจากภาษาละตินที่แปลว่า **"ถั่วเลนทิล"** หรือ **"เลนส์นูน"** โดยมีลักษณะทางเทคนิคดังนี้:

- **รูปร่าง:** เป็นเมฆที่มีลักษณะเป็นหย่อมๆ รูปทรงเหมือน **เลนส์** หรือ **เมล็ดอัลมอนด์ (Almond-shaped)**
- **ลักษณะเด่น:** มักจะมีความเรียวยาว (Elongated) และมี **ขอบเขตที่ชัดเจน (Well-defined outlines)**
- **การกระจายตัว:** หย่อมเมฆมักจะอยู่แยกกันเป็นอิสระ (Isolated) ผิวเมฆส่วนใหญ่จะดูเรียบเนียน และมีสีขาวจัดสว่างสม่ำเสมอทั่วทั้งก้อน
- **ปรากฏการณ์แสง:** ในเมฆชนิดนี้ บางครั้งเราจะสังเกตเห็น **การเกิดสีรุ้ง (Irisation)** ที่ขอบเมฆด้วย

Cirrocumulus castellanus (Cc cas) — เซอร์โรคิวมูลัส คัสเทลลานัส

คำว่า castellanus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า **"ปราสาท"** หรือ **"หอคอย"** โดยมีนิยามทางเทคนิคดังนี้:

- **รูปทรง:** เป็นเมฆที่มีบางส่วนพัฒนาตัวใน **แนวตั้ง (Vertically developed)** ดูเหมือนเป็น **หอคอยเล็กๆ (Small turrets)**
- **ฐานเมฆ:** หอคอยเหล่านี้จะพุ่งขึ้นมาจาก **ฐานในแนวราบอันเดียวกัน (Common horizontal base)**
- **ขนาด:** เมื่อมองดูเมฆที่อยู่สูงกว่า 30 องศาจากขอบฟ้า ความกว้างปรากฏของหอคอยเหล่านี้จะ **น้อยกว่า 1 องศา** เสมอ (เล็กกว่านิ้วก้อย)
- **กลไกการเกิด:** Castellanus เกิดจาก **สภาวะอากาศไม่เสถียร (Instability)** ในระดับความสูงนั้น ทำให้มวลอากาศมีการยกตัวขึ้นเป็นจุดๆ

Cirrocumulus floccus (Cc flo) — เซอร์โรคิวมูลัส ฟล็อคคัส

คำว่า floccus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า **"ปอยขนสัตว์"** หรือ **"ปอยสำลี"** โดยมีลักษณะทางเทคนิคดังนี้:

- **ลักษณะเด่น:** เป็นปอยเมฆก้อนเล็ก ๆ (Cumuliform tufts) ที่มีขนาด **เล็กมาก**
- **ส่วนฐาน:** ส่วนล่างของปอยเมฆมักจะดู **รุ่งริ่งหรือขาดวิ่น (Ragged)** ไม่เป็นเส้นตรงเรียบเนียนเหมือนชนิดอื่น
- **ขนาด:** เช่นเดียวกับ Cc ชนิดอื่น เมื่อมองที่มุมสูงกว่า 30 องศา แต่ละปอยจะมีความกว้าง **น้อยกว่า 1 องศา** (เล็กกว่านิ้วก้อย) เสมอ
- **การกำเนิด:** เกิดจากสภาวะอากาศไม่เสถียรในระดับความสูงนั้น และบ่อยครั้งมัน **พัฒนามาจาก Cirrocumulus castellanus** หลังจากที่ส่วนฐานของหอคอยสลายตัวไป เหลือทิ้งไว้เพียงส่วนยอดที่ดูเหมือนปอยสำลีนั่นเอง

3.1.2.2 Varieties (ลักษณะที่ปรากฏ)

Cirrocumulus undulatus (Cc un) — เซอร์โรคิวมูลัส อันดูลาตัส

คำว่า undulatus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า **"ลูกคลื่น"** โดยมีลักษณะตามนิยามสั้น ๆ แต่ชัดเจนดังนี้:

- **ลักษณะปรากฏ:** เป็นเมฆเซอร์โรคิวมูลัสที่แสดงให้เห็นถึง **ระบบของลอนคลื่น (Undulations)**
- **รูปแบบ:** อาจปรากฏเป็นระบบคลื่นเพียงชุดเดียว (เส้นขนานกันไปทิศเดียว) หรือ **สองชุด (Two systems)** ที่ตัดกันจนดูเหมือนตารางหรือตาข่ายละเอียด ๆ ก็ได้

Cirrocumulus lacunosus (Cc la) — เซอร์โรคิวมูลัส ลาคูโนซัส

คำว่า lacunosus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า **"ช่องว่าง"** หรือ **"หลุม"** โดยมีลักษณะตามนิยามดังนี้:

- **ลักษณะเด่น:** เป็นปื้น แผ่น หรือชั้นเมฆที่มี **รูกลม (Round holes)** กระจายตัวอยู่ค่อนข้างเป็นระเบียบ
- **ขอบของรู:** รูเหล่านี้หลายอันจะมี **ขอบที่เป็นฝอย (Fringed edges)**
- **การจัดเรียง:** ส่วนที่เป็นเนื้อเมฆและส่วนที่เป็นช่องว่างใส ๆ มักจะเรียงตัวกันดูเหมือน **ตาข่าย (Net)** หรือ **รังผึ้ง (Honeycomb)**

3.1.2.3 ลักษณะเสริมและเมฆบริวาร

สามารถพบสิ่งเหล่านี้ได้ในเมฆ Cc :

- **Virga (สายน้ำฟ้า):** เรามักจะเห็นเส้นสายจิ๋วๆ ตกลงมาจากฐานเมฆ โดยเฉพาะจากชนิด **castellanus** (หอคอย) และ **floccus** (ปอยสำลี) นี่คือผลึกน้ำแข็งที่เริ่มตกสู้แรงโน้มถ่วงแต่ระเหยไปก่อนจะถึงพื้นดิน
- **Mamma (ปุ่มนูน):** ในบางโอกาส เมฆ Cc อาจมีลักษณะเป็น **ปุ่มนูนคล้ายเต้านม** ห้อยลงมาจากฐานเมฆ ซึ่งแสดงถึงการที่อากาศเย็นและหนักจมตัวลงมา
- **Cavum (รูโหว่ขนาดใหญ่):** นี่คือแรร์ไอเทมที่จะหาดูได้ยากมาก! มันคือรูโหว่ขนาดใหญ่ที่ดูเหมือนถูกเจาะในแผ่นเมฆ (มักเรียกว่า Fallstreak hole) จะเกิดขึ้นเฉพาะเมื่อ Cc นั้นมี **หยดน้ำเย็นยิ่งยวด (Supercooled water droplets)** และถูกรบกวนจนกลายเป็นน้ำแข็งและตกลงมาเป็นสายพร้อมกัน

3.1.2.4 เมฆที่อาจกลายเป็นเซอร์โรคิวมูลัส

1. **การพัฒนาจากตระกูลเดียวกัน:**
    - **Cc cirromutatus:** เกิดจากการที่เมฆเซอร์รัส (Ci) ที่เป็นเส้นใยเริ่มแตกตัวออกหรือรวมตัวกันเป็นเม็ดจิ๋ว ๆ
    - **Cc cirrostratomutatus:** เกิดจากการที่เมฆเซอร์โรสเตรตัส (Cs) ที่เป็นแผ่นเรียบ เกิดความปั่นป่วนในชั้นบรรยากาศจนแผ่นเมฆแตกออกเป็นริ้วหรือเกล็ด
2. **การย่อส่วนจากระดับกลาง:**
    - **Cc altocumulomutatus:** อันนี้พิเศษหน่อยคือเดิมทีเป็นเมฆอัลโตคิวมูลัส (Ac) ที่มีก้อนขนาดใหญ่ (กว้างกว่า 1°) แต่พอมันลอยสูงขึ้นหรือมวลอากาศเย็นตัวลงจนก้อนเมฆหดเล็กลงเรื่อย ๆ จนกว้างน้อยกว่า 1° (เล็กกว่านิ้วก้อย) เราก็จะเปลี่ยนชื่อเรียกมันเป็นเซอร์โรคิวมูลัสแทน
3. **กำเนิดจากฝีมือมนุษย์:**
    - **Cc homomutatus:** เกิดจากเส้นควันเครื่องบิน (Contrails) ที่คงตัวอยู่นาน แล้วถูกกระแสลมชั้นบนที่รุนแรงพัดจนเปลี่ยนรูปร่างจากเส้นตรงทึบ ๆ กลายเป็นริ้วหรือเกล็ดจิ๋ว ๆ เหมือนเมฆธรรมชาติ

3.1.2.5 Cirrocumulus (Cc) ต่างกับ Cirrus (Ci) อย่างไร?

ลักษณะที่สังเกต	Cirrocumulus (Cc)	Cirrus (Ci)
โครงสร้างหลัก	มีลักษณะเป็น **ริ้ว (Ripples)** หรือ **เม็ด (Grains)**	มีลักษณะเป็น **เส้นใย (Fibrous)** เงาวาว เหมือนไหม หรือเรียบเนียน
สัดส่วนเส้นใย	ส่วนที่เป็นเส้นใยหรือส่วนเรียบเนียน **ต้องไม่ใช่ส่วนใหญ่** ของกลุ่มเมฆนั้น	**ส่วนใหญ่** ประกอบด้วยเส้นใยหรือปอยที่ดูนุ่มนวล
สายน้ำฟ้า (Virga)	**อาจพบได้** (โดยเฉพาะในชนิด cas และ flo)	**ไม่มี** (ยกเว้นจะกำลังกลายสภาพไปเป็นชนิดอื่น)
การเกิดเงา (Shading)	**ไม่มีเงา** ขาวสว่างสม่ำเสมอ	**อาจพบเงาได้** (โดยเฉพาะในชนิด spissatus)
ปรากฏการณ์ฮาโล	**ไม่พบ** ปรากฏการณ์ฮาโล	**อาจพบ** ฮาโลแบบไม่เต็มวง (Partial halo)

3.1.2.6 Cirrocumulus (Cc) ต่างกับ Cirrostratus (Cs) อย่างไร?

ลักษณะที่สังเกต	Cirrocumulus (Cc)	Cirrostratus (Cs)
โครงสร้างภายใน	มี **ริ้ว (Ripples) หรือเม็ด (Grains)** ชัดเจน ส่วนที่เรียบเนียนต้องไม่ใช่ส่วนใหญ่	เป็น **แผ่นเรียบเนียน (Smooth)** หรือเป็นเส้นใยที่ดูต่อเนื่องกันไปทั้งแผ่น
การมองเห็นดวงอาทิตย์	มักบางจนเห็นดวงอาทิตย์ชัดเจน แต่ถ้าหนาขึ้นจะเห็นแค่ **"ตำแหน่ง"** ของดวงอาทิตย์เท่านั้น	มักบางพอที่จะเห็น **"ดวง"** (Disc) ของดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ได้เสมอ
ปรากฏการณ์แสง	**อาจพบรุ้งที่เมฆ (Irisation)**	**ไม่พบรุ้งที่เมฆ** แต่พบปรากฏการณ์ Halo
ปรากฏการณ์ฮาโล	**ไม่มี** การเกิดฮาโล	**พบบ่อย** และมักจะเป็นวงกลมที่สมบูรณ์
ลักษณะเสริม	อาจพบ **Virga (สายน้ำฝ้า)** หรือ **Mamma (ปุ่มนูน)**	**ไม่พบ** ทั้ง Virga และ Mamma

3.1.2.7 Cirrocumulus (Cc) ต่างกับ Altocumulus (Ac) อย่างไร?

ลักษณะที่สังเกต	Cirrocumulus (Cc)	Altocumulus (Ac)
ขนาดขององค์ประกอบ (Size)	**เล็กมาก:** กว้างน้อยกว่า 1° (เมื่อมองที่มุมสูงกว่า 30° จากขอบฟ้า)	**ใหญ่กว่า:** กว้างประมาณ 1° ถึง 5°
การเกิดเงา (Shading)	**ไม่มีเงาเลย:** เม็ดเมฆจะขาวสว่างสม่ำเสมอกันทั้งก้อน	**มีเงาชัดเจน:** มักเห็นส่วนที่เป็นสีเทาหรือมีเงาในตัวก้อนเมฆ
ปรากฏการณ์ฮาโล (Halo)	**ไม่มีเลย:** ไม่ปรากฏวงแสงทรงกลด	**พบน้อยมาก:** ถ้ามีมักจะเป็นวงที่ไม่สมบูรณ์

3.1.2.8 องค์ประกอบทางกายภาพ

แม้หน้าตาจะดูเป็นก้อนเหมือนเมฆระดับต่ำ แต่เนื้อในของมันต่างกันอย่างสิ้นเชิง:

- **ผลึกน้ำแข็งคือหัวใจหลัก:** เมฆเซอร์โรคิวมูลัสประกอบด้วย **ผลึกน้ำแข็ง (Ice crystals)** เกือบทั้งหมด
- **หยดน้ำที่คงอยู่เพียงชั่วคราว:** ในบางกรณีอาจมี **หยดน้ำเย็นยิ่งยวด (Strongly supercooled water droplets)** เกิดขึ้นได้ (คือหยดน้ำที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งแต่ยังไม่แข็งตัว) แต่พวกมันมักจะถูกแทนที่ด้วยผลึกน้ำแข็งอย่างรวดเร็ว
- **ปรากฏการณ์ทางแสง:**
    - **โคโรนา (Corona):** อาจเห็นวงแสงสีรุ้งขนาดเล็กล้อมรอบดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ (คนละอย่างกับฮาโลโคโรนาจะอยู่ชิดกับดวงอาทิตย์มากกว่า)
    - **สีรุ้งที่ขอบเมฆ (Irisation):** การมีหยดน้ำขนาดจิ๋วหรือผลึกน้ำแข็งที่สม่ำเสมอกัน ทำให้เกิดการเลี้ยวเบนของแสงจนเห็นเป็นสีพาสเทลสวยงามตามขอบเมฆ

3.1.2.9 ข้อสังเกตเพิ่มเติม

คู่มือได้ระบุรายละเอียดเชิงลึกเพื่อให้ใช้พิจารณาดังนี้:

- **กำเนิดจากภูเขา (Orographic lifting):** เมฆ Cirrocumulus รูปทรงเลนส์หรือเมล็ดอัลมอนด์ (ชนิด lenticularis) สามารถเกิดขึ้นได้จากการที่ชั้นอากาศชื้นถูกยกตัวขึ้นตามสภาพภูมิประเทศ เช่น เมื่อลมพัดปะทะภูเขาสูงนั่นเอง
- **เพื่อนร่วมท้องฟ้าตามละติจูด:**
    - **ละติจูดกลางและสูง (เขตหนาว/อบอุ่น):** มักจะพบ Cc ปรากฏตัวพร้อมกับเมฆ Cirrus และ/หรือ Cirrostratus เสมอ
    - **ละติจูดต่ำ (เขตร้อนแบบบ้านเรา):** Cc มักจะอยู่ตัวคนเดียวได้บ่อยกว่า ไม่ค่อยมี Cirrus หรือ Cirrostratus มาอยู่ข้าง ๆ เสมอไป
- **อย่าสับสนกับขอบเมฆอื่น:** หากเห็นหย่อมเมฆเล็ก ๆ ที่ "ยังพัฒนาไม่สมบูรณ์" อยู่แถว ๆ ขอบของเมฆ **Altocumulus** หรือลอยอยู่ระดับเดียวกับ Altocumulus **ห้าม** ระบุว่าเป็น Cirrocumulus ให้ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของ Altocumulus ไปเลย
- **กฎเหล็กเมื่อไม่มั่นใจ:** หากลังเลว่าจะเป็น Cc หรือ Ac ดี ให้ตัดสินว่าเป็น **Cirrocumulus (Cc)** ก็ต่อเมื่อมัน "พัฒนามาจาก" หรือ "เชื่อมต่ออย่างเห็นได้ชัด" กับเมฆ **Cirrus** หรือ **Cirrostratus** เท่านั้น

3.1.3 Cirrostratus (Cs) — เซอร์โรสเตรตัส

นิยามของเมฆชนิดนี้เปรียบเสมือน "ม่านโปร่งแสงแห่งท้องฟ้า" โดยมีลักษณะเฉพาะดังนี้:

- **ความโปร่งใส (Transparent):** เป็นม่านเมฆที่ยอมให้แสงส่องผ่านได้ดีมาก จนบางครั้งเราแทบไม่สังเกตเห็นว่ามีเมฆอยู่ถ้าไม่มีปรากฏการณ์ทางแสงเกิดขึ้น
- **สีขาวหม่น (Whitish cloud veil):** มีลักษณะเหมือนผ้าคลุมหน้าหรือม่านบางๆ สีขาว
- **รูปร่างปรากฏ:** มี 2 รูปแบบหลักคือ:
    1. **แบบเส้นใย (Fibrous):** ดูเหมือนเส้นผมที่สางจนเรียบ
    2. **แบบเรียบเนียน (Smooth):** ดูเหมือนแผ่นฟิล์มหรือฝ้าบางๆ ที่ฉาบไปบนฟ้า
- **การปกคลุม:** อาจจะปกคลุมท้องฟ้าเพียงบางส่วน หรือครอบคลุมไปทั่วทั้งท้องฟ้าเลยก็ได้
- **ปรากฏการณ์ฮาโล (Halo phenomena):** นี่คือซิกเนเจอร์ของเขาเลย มักจะทำให้เกิด **"พระอาทิตย์ทรงกลด"** หรือ **"พระจันทร์ทรงกลด"** เป็นวงกลมล้อมรอบดวงดาวนั่นเอง

3.1.3.1 Species (ชนิด)

Cirrostratus fibratus (Cs fib) — เซอร์โรสเตรตัส ไฟเบรตัส

คำว่า fibratus มีรากศัพท์เดียวกับคำว่า "Fiber" ที่แปลว่าเส้นใย มีลักษณะเด่นดังนี้:

- **ลักษณะปรากฏ:** เป็นม่านเมฆที่มีลักษณะเป็นเส้นใย (Fibrous veil) ซึ่งจะสามารถสังเกตเห็น **รอยริ้วบาง ๆ (Thin striations)** ปรากฏอยู่ในแผ่นเมฆนั้นได้ชัดเจน
- **การก่อตัว:** เมฆชนิดนี้มักจะพัฒนามาจาก:
    - **Cirrus fibratus:** เมื่อเมฆเซอร์รัสแบบเส้นใยเริ่มขยายตัวและเชื่อมรวมกันจนกลายเป็นแผ่นม่าน
    - **Cirrus spissatus:** (มีโอกาสเกิดได้น้อยกว่า) เมื่อส่วนที่หนาแน่นของเซอร์รัสแผ่ออกไปจนกลายเป็นแผ่นบาง ๆ

Cirrostratus nebulosus (Cs neb) — เซอร์โรสเตรตัส เนบิวโลซัส

คำว่า nebulosus แปลว่า **"ขมุกขมัว"** หรือ **"เป็นฝ้า"** โดยมีลักษณะตามนิยามดังนี้:

- **ลักษณะปรากฏ:** เป็นม่านเมฆที่ **ไม่มีรายละเอียด (No distinct detail)** ใด ๆ เลยจะมองไม่เห็นเส้นใย ไม่เห็นรอยริ้ว และไม่เห็นเม็ดก้อน เป็นเพียงแผ่นสีขาวที่ฉาบไว้เรียบ ๆ เท่านั้น
- **ความหนาแน่น:** มีความหลากหลายมาก:
    - บางครั้งอาจจะ **บางเบามาก (So light)** จนเกือบมองไม่เห็น (Barely visible) ทำให้ท้องฟ้าดูเป็นสีฟ้าซีด ๆ แทนที่จะเป็นสีฟ้าเข้มสดใส
    - บางครั้งอาจจะ **ค่อนข้างหนา (Relatively dense)** จนมองเห็นได้ชัดเจนว่าเป็นแผ่นฝ้าสีขาวปกคลุมท้องฟ้า

Cirrostratus duplicatus (Cs du) — เซอร์โรสเตรตัส ดูพลิเคตัส

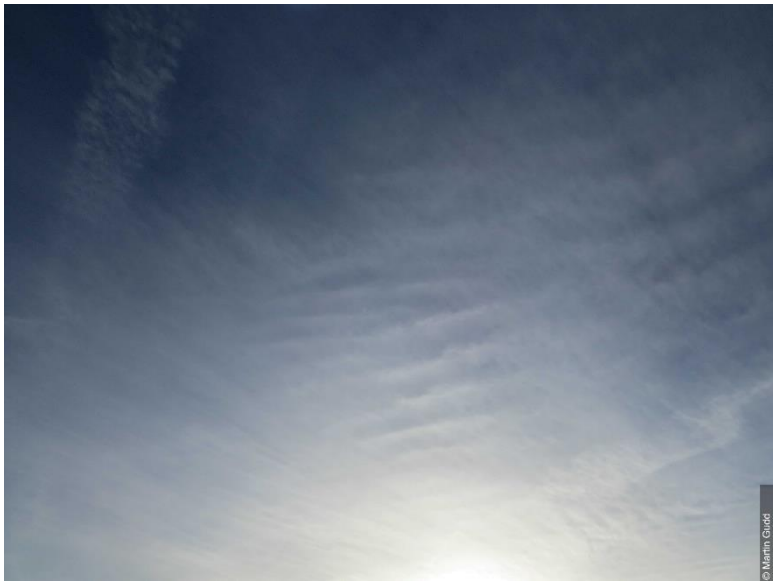
คำว่า duplicatus แปลว่า **"ซ้ำ"** หรือ **"สองเท่า"** โดยมีลักษณะตามนิยามดังนี้:

- **การจัดเรียง:** เป็นเมฆเซอร์โรสเตรตัสที่วางตัว **ซ้อนทับกัน (Superposed sheets/layers)**
- **ระดับความสูง:** แต่ละชั้นจะอยู่ที่ **ระดับความสูงต่างกันเล็กน้อย**
- **ลักษณะปรากฏ:** บางส่วนของแผ่นเมฆอาจจะ **รวมตัวเข้าด้วยกัน (Merged)** แต่จะยังพอสังเกตเห็นรอยแยกหรือความเหลื่อมล้ำของชั้นเมฆได้

Cirrostratus undulatus (Cs un) — เซอร์โรสเตรตัส อันดูลาตัส

คำว่า undulatus หมายถึง **"ลอนคลื่น"** โดยมีนิยามสั้นๆ ดังนี้:

- **ลักษณะปรากฏ:** เป็นม่านเมฆเซอร์โรสเตรตัสที่ปรากฏ **รอยกระเพื่อมหรือลอนคลื่น (Undulations)** อย่างชัดเจนบนพื้นผิวของม่านเมฆ
- **โครงสร้าง:** ลอนคลื่นเหล่านี้อาจดูเหมือนระลอกน้ำจางๆ ที่แผ่ซ่านไปทั่วแผ่นเมฆ มักเกิดจากความปั่นป่วนของกระแสลมในชั้นบรรยากาศระดับสูงที่พัดผ่านแผ่นเมฆนั้น



3.1.3.2 เมฆที่อาจกลายเป็นเซอร์โรสเตรตัส

สามารถสังเกตที่มาของมันได้จากชื่อเรียกเฉพาะตามกระบวนการเกิดดังนี้:

- **จากเมฆชั้นสูงด้วยกัน:**
    - **Cs cirromutatus:** เกิดจากเมฆเซอร์รัส (Ci) หลาย ๆ ก้อนขยายตัวและแผ่จนมาบรรจบกันเป็นผืนเดียว
    - **Cs cirrocumulomutatus:** เกิดจากเมฆเม็ดจิ๋วเซอร์โรคิวมูลัส (Cc) ที่ค่อย ๆ รวมตัวกันจนสูญเสียลักษณะที่เป็นเม็ด กลายเป็นแผ่นม่านเรียบ ๆ
    - **Cs cirrocumulogenitus:** เกิดจากผลึกน้ำแข็งที่ตกลงมาจากเมฆ Cc แล้วแผ่ออกเป็นปื้นแผ่นในระดับที่ต่ำลงมาเล็กน้อย
- **จากการยกระดับหรือลดความหนา:**
    - **Cs altostratomutatus:** เมื่อเมฆแผ่นระดับกลางอย่าง Altostratus (As) มีขนาดบางลงเรื่อย ๆ จนเริ่มโปร่งแสงและเห็นพระอาทิตย์ชัดเจนขึ้น เราจะเปลี่ยนไปเรียกมันว่าเป็น Cs
- **จากพายุหรือฝีมือมนุษย์:**
    - **Cs cumulonimbogenitus:** เกิดจาก "ยอดทั่ง" ของเมฆพายุฝนฟ้าคะนอง (Cumulonimbus) ที่แผ่ออกไปกว้างมากจนกลายเป็นม่านเมฆชั้นสูง
    - **Cs homomutatus:** เกิดจากควันเครื่องบิน (Contrails) ที่คงตัวอยู่นานแล้วถูกลมชั้นบนพัดแผ่ออกไปจนคลุมฟ้า

3.1.3.3 Cirrostratus (Cs) ต่างกับ Cirrus (Ci) อย่างไร?

ลักษณะที่สังเกต	Cirrostratus (Cs)	Cirrus (Ci)
รูปทรง (Form)	เป็น **"ม่านเมฆ" (Veil)** ที่แผ่กว้างในแนวราบครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่	เป็น **"ก้อนหรือปอย" (Patches/Filaments)** ที่อยู่แยกกันเป็นอิสระ
รายละเอียด (Details)	หากเป็นชนิด nebulosus จะ **เรียบเนียนไม่มีรายละเอียด** (ไม่มีเส้นใย)	มักเห็นเป็น **เส้นใย** ชัดเจน มีความเงาวาว
ความหนา (Density)	**บางมากเสมอ** จนมองเห็นดวงอาทิตย์/ดวงจันทร์เป็นดวงชัดเจน	อาจหนาจนบังดวงอาทิตย์มิดในบางส่วน (ชนิด spissatus)
ปรากฏการณ์ฮาโล (Halo)	**พบบ่อยมาก** และมักจะเป็นวงกลมที่**สมบูรณ์**	พบน้อยกว่า และถ้ามีมักจะไม่ครบบรรจบเป็นวง
ปรากฏการณ์อื่นๆ	อาจพบ **Corona (วงแสงรุ้งชิดดวงอาทิตย์)**	**ไม่พบ** ทั้ง Corona และ Mamma

3.1.3.4 Cirrostratus (Cs) ต่างกับ Cirrocumulus (Cc) อย่างไร?

ลักษณะที่สังเกต	Cirrostratus (Cs)	Cirrocumulus (Cc)
โครงสร้างเนื้อเมฆ	**ไม่มีเม็ดจิ๋ว:** เนื้อเมฆเรียบเนียนหรือเป็นเส้นใยที่เชื่อมต่อกัน ไม่แตกออกเป็นเม็ดเล็ก ๆ	**มีเม็ดจิ๋ว:** ประกอบด้วยเม็ดเล็ก ๆ (Grains) หรือระลอกคลื่นจิ๋วที่แยกจากกันชัดเจน
แสงเงา (Shading)	**อาจพบเงาได้บ้าง:** ในบางส่วนของม่านเมฆอาจจะดูทึบหรือมีสีหม่นกว่าส่วนอื่น	**ไม่มีเงา:** ขาวสว่างสม่ำเสมอทั่วทั้งเม็ดเมฆ
ปรากฏการณ์สีรุ้ง	**ไม่พบ Irisation:** ไม่เกิดสีรุ้งที่ขอบเมฆ	**อาจพบ Irisation:** มักเห็นสีชมพูหรือสีเขียวเหลือบที่ขอบเมฆ
ปรากฏการณ์ฮาโล	**พบได้บ่อย:** เป็นตัวเอกของการเกิด "พระอาทิตย์ทรงกลด"	**ไม่พบเลย:** โครงสร้างไม่เอื้อต่อการเกิดฮาโล
ลักษณะเสริม	**ไม่มี** ทั้ง Mamma และ Virga	**อาจพบได้** ทั้ง Mamma (ปุ่ม) และ Virga (หาง)

3.1.3.5 Cirrostratus (Cs) ต่างกับ Altocumulus (Ac) อย่างไร?

ลักษณะที่สังเกต	Cirrostratus (Cs)	Altocumulus (Ac)
โครงสร้างพื้นฐาน	**ไม่มี** ลักษณะที่เป็นก้อนกลม (Rounded masses) หรือหอคอย (Turrets)	ประกอบด้วย **ก้อนกลมหรือปอย** ที่แยกจากกันชัดเจน
การเกิดเงา (Shading)	**ไม่มีเงาเข้ม:** แสงแดดส่องผ่านได้ดีเสมอ ไม่เคยทึบจนเป็นสีเทาเข้มทั้งผืน	**มีเงาชัดเจน:** มักมีส่วนที่หนาจนเกิดเงาสีเทาในตัวเมฆ (Shaded)
รุ้งที่เมฆ (Irisation)	**ไม่พบ** ปรากฏการณ์รุ้งที่ขอบเมฆ	**พบบ่อยมาก** โดยเฉพาะตามขอบของก้อนเมฆ
ลักษณะเสริม	**ไม่พบ** ทั้ง Mamma และ Virga	**อาจพบได้** ทั้ง Mamma และ Virga

3.1.3.6 Cirrostratus (Cs) ต่างกับ Altostratus (As) อย่างไร?

ลักษณะที่สังเกต	Cirrostratus (Cs)	Altostratus (As)
ดวงอาทิตย์/ดวงจันทร์	**เห็นเป็นดวงชัดเจน (Clear disc)** ยกเว้นตอนอยู่ใกล้ขอบฟ้า	เห็นแค่ **"ตำแหน่งสว่าง"** (เหมือนมองผ่านกระจกฝ้า) หรือไม่เห็นเลย
แสงเงา (Shading)	**ไม่มีเงา** หรือมีเงาเพียงบางส่วนที่จางมาก	**มีเงาชัดเจน** (ถ้าเป็นชนิด opacus จะดูเป็นสีเทาทึบทั้งแผ่น)
ปรากฏการณ์ฮาโล	**พบบ่อยมาก** เป็นสัญลักษณ์ของ Cs	**แทบไม่พบเลย** (เพราะเมฆหนาเกินไปจนแสงหักเหไม่ได้)
หยาดน้ำฟ้า (Rain)	**ไม่มีฝน** และไม่มีหิมะตกลงมา	**อาจมีฝนหรือหิมะ** ตกลงมาถึงพื้นหรือเป็นสาย (Virga)
ลักษณะเสริม	**ไม่มี** Mamma, Virga หรือฝน	**อาจพบ** Mamma, Virga และหยาดน้ำฟ้าชัดเจน

3.1.3.7 Cirrostratus (Cs) ต่างกับ Stratus (St) อย่างไร?

แม้ทั้งคู่จะดูเป็นแผ่นม่านเหมือนกัน แต่สามารถแยกแยะได้ดังนี้:

- **ความสม่ำเสมอของสี (Color):** * **Cs:** จะมีความขาวสว่างสม่ำเสมอ **ทั่วทั้งแผ่น (Whitish throughout)**
    - **St:** แม้จะดูขาวจัดเมื่ออยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ (ในระยะไม่เกิน 45 องศา) แต่ถ้ามองห่างออกมา มักจะเห็นโทนสีเทาหม่นหรือความขุ่นมัวปรากฏอยู่
- **โครงสร้าง (Appearance):**
    - **Cs:** อาจจะเห็นเป็น **เส้นใย (Fibrous appearance)** เหมือนเส้นผมสาง
    - **St:** มักจะดูเรียบเนียนแบบหมอก หรือดูเหมือนผืนผ้าที่ไม่มีรอยริ้วของเส้นใยน้ำแข็ง
- **ปรากฏการณ์ฮาโล (Halo):**
    - **Cs:** มักแสดงปรากฏการณ์ **ฮาโลหลายรูปแบบ** เป็นเรื่องปกติ
    - **St: แทบจะไม่เกิดฮาโลเลย** ยกเว้นในกรณีที่หายากมาก ๆ คือเมื่อเมฆชั้นต่ำนั้นประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กจิ๋ว (เช่น ในสภาพอากาศหนาวจัดแบบขั้วโลก)

3.1.3.8 Cirrostratus (Cs) ต่างกับ Haze (Hz) อย่างไร?

ลักษณะที่สังเกต	Cirrostratus (Cs)	Haze (Hz - ฟ้าหลัว)
โทนสีหลัก	**สีขาวบริสุทธิ์ (White throughout)** ทั่วทั้งผืน	**สีเหลืองหรือน้ำตาลหม่น (Dirty yellowish to brownish)** ดูไม่สะอาด
ลักษณะของสี	อาจดูเป็นสีเทาได้บ้างถ้ามีการบังกันจนเกิดเงา (Partial shading)	มีลักษณะ **เหลือบมุก (Opalescent)** หรือดูขุ่นมัวแบบสม่ำเสมอ
ความคมชัด	มักเห็นขอบเขตหรือริ้วเส้นใยได้บ้างในบางจุด	ดูฟุ้งกระจายไปทั่วท้องฟ้าโดยไม่มีขอบเขตชัดเจน

3.1.3.9 องค์ประกอบทางกายภาพ

ในเชิงลึกแล้ว ม่านเมฆนี้มีลักษณะพิเศษที่ทำให้มันต่างจากเมฆแผ่นชนิดอื่น ดังนี้:

- **ความโปร่งใสที่พอเหมาะ:** เมฆ Cs มีความหนาในแนวตั้งปานกลาง และประกอบด้วย **ผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กที่อยู่กันอย่างเบาบาง (Sparse ice crystals)** ด้วยเหตุนี้เอง แสงแดดจึงทะลุผ่านได้ง่าย ทำให้เรามองเห็นดวงอาทิตย์เป็นดวงกลม (ยกเว้นเวลาใกล้ขอบฟ้าที่แสงต้องเดินทางผ่านเมฆหนาขึ้น)
- **ที่มาของริ้วเส้นใย:** ในบางครั้ง ผลึกน้ำแข็งในเมฆ Cs จะมีขนาดใหญ่พอที่จะมี **ความเร็วปลาย (Terminal velocity)** หรือตกลงมาด้วยน้ำหนักของมันเอง จนเกิดเป็น **เส้นใยที่ลากยาว (Trailing filaments)** ทำให้ม่านเมฆดูเป็นริ้วเส้นผม (fibrous) อย่างที่เห็นในชนิด fibratus นั่นเอง
- **ตัวชี้วัดด้วยฮาโล:** ปรากฏการณ์ฮาโล (Halo) มักเกิดในเมฆ Cs ที่บางมาก ๆ จนบางครั้งท้องฟ้าดูเหมือนไม่มีเมฆเลย แต่การปรากฏของ **"วงแสงฮาโล"** คือหลักฐานชิ้นเดียวที่บอกเราว่า "มีม่านเมฆเซอร์โรสเตรตัสอยู่ตรงนั้น"

3.1.3.10 ข้อสังเกตเพิ่มเติม

คู่มือได้ระบุรายละเอียดปลีกย่อยที่น่าสนใจไว้ดังนี้:

- **ลักษณะของขอบเมฆ (Borders):** * หากม่านเมฆ Cs ไม่ได้ปกคลุมท้องฟ้าทั้งหมด มักจะมี **ขอบที่ขรุขระ (Irregular border)** และมีลักษณะเป็นฝอยหรือพู่เหมือนเมฆเซอร์รัส (Cirrus) ล้อมรอบอยู่
    - แต่ในบางกรณีที่พบไม่บ่อยนัก ขอบของมันอาจจะ **เรียบกริบและตัดชัดเจน (Straight edged and clear cut)** เหมือนถูกขีดด้วยไม้บรรทัดก็ได้
- **การพิจารณาจากเงา (Shadows):** * กฎเหล็กคือ **Cs จะไม่หนาจนทำให้เงาของวัตถุบนพื้นหายไป** ตราบใดที่ดวงอาทิตย์ยังอยู่สูงจากขอบฟ้า
    - **ข้อยกเว้น:** เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ต่ำ (ทำมุมน้อยกว่า 30 องศา) แสงแดดต้องเดินทางผ่านม่านเมฆเป็นระยะทางที่ยาวขึ้น (Light path) ความเข้มแสงอาจลดลงมากจนเงาที่พื้นจางหายไปได้
- **สีสันของเมฆ (Colours):** * ข้อสังเกตเกี่ยวกับสีของเมฆเซอร์รัส (Cirrus) เช่น การเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ส้ม หรือแดงในช่วงพระอาทิตย์ขึ้นและตก สามารถนำมาใช้กับเซอร์โรสเตรตัสได้เกือบทั้งหมดเช่นกัน

3.2 เมฆชั้นกลาง (Medium-level clouds)

3.2.1 Altocumulus (Ac) — อัลโตคิวมูลัส

ในระดับความสูงนี้ เมฆจะเริ่มมี "เนื้อหนัง" และ "แสงเงา" ชัดเจนขึ้นกว่าเมฆชั้นสูง โดยมีลักษณะสำคัญดังนี้:

- **สี (Color):** มีทั้งสีขาว หรือสีเทา หรือมีทั้งสองสีปนกันในก้อนเดียว
- **รูปแบบ (Form):** ปรากฏเป็นหย่อม (Patch), เป็นแผ่น (Sheet) หรือเป็นชั้น (Layer)
- **โครงสร้าง (Composition):** ประกอบด้วยแผ่นบางๆ (Laminae), ก้อนกลม (Rounded masses) หรือม้วนลอน (Rolls)
- **ลักษณะเฉพาะ:**
    - **มีแสงเงา (Shading):** โดยปกติจะมองเห็นส่วนมืดและส่วนสว่างในตัวก้อนเมฆชัดเจน
    - บางส่วนอาจดูเป็นเส้นใย (Fibrous) หรือฟุ้งกระจาย (Diffuse) และอาจจะเชื่อมรวมกันหรือไม่ก็ได้
- **กฎการวัดขนาด (The "3-Finger" Rule):**
    - จุดที่ใช้แยกออกจากเมฆชั้นสูง (Cc) คือขนาด
    - องค์ประกอบที่เรียงตัวกันส่วนใหญ่จะมีความกว้างปรากฏ **ระหว่าง 1° ถึง 5°**
    - เทคนิค: หากชูนิ้วขึ้น 3 นิ้ว (ชี้ กลาง นาง) เสมอกับแนวสายตา ขนาดของก้อนเมฆ Ac ส่วนใหญ่จะมีความกว้างพอ ๆ กับ 3 นิ้วนี้ ถ้าเล็กกว่า 1 นิ้วก้อยจะเป็น Cc แต่ถ้าใหญ่กว่ากำปั้นจะเป็น Sc

3.2.1.1 Species (ชนิด)

Altocumulus stratiformis (Ac str) — อัลโตคิวมูลัส สเตรติฟอร์มิส

ชื่อ stratiformis บ่งบอกถึงลักษณะที่เป็น "แผ่นชั้น" มีรายละเอียดดังนี้:

- **ลักษณะเด่น:** เป็นแผ่นเมฆหรือชั้นเมฆที่แผ่ขยายออกไปกว้างขวาง (Extensive sheet or layer)
- **โครงสร้างภายใน:** ประกอบด้วยก้อนเมฆย่อยๆ ที่อาจจะ **แยกจากกัน (Separate)** หรือ **เชื่อมรวมกัน (Merged)** ก็ได้
- **ความนิยม:** เป็นชนิดที่ **พบบ่อยที่สุด (Most frequently occurring)** ในบรรดาอัลโตคิวมูลัสทั้งหมด

© Frank Le Blancq

© Michael Bruhn

Altocumulus lenticularis (Ac len) — อัลโตคิวมูลัส เลนติคิวลาริส

ชื่อ lenticularis มาจากภาษาละตินที่แปลว่า "เลนส์" หรือ "เมล็ดถั่วเลนทิล" มีลักษณะเด่นตามคู่มือดังนี้:

- **รูปทรง (Shape):** เป็นหย่อมเมฆที่มีรูปทรงเหมือน **เลนส์นูน** หรือ **เมล็ดอัลมอนด์** มักจะมีลักษณะเรียวยาวและมี **ขอบเขตที่ชัดเจน (Well-defined outlines)**
- **โครงสร้างภายใน:** สามารถปรากฏได้ 2 รูปแบบ:
    1. เป็นกลุ่มของก้อนเมฆเล็ก ๆ ที่มาอยู่รวมกันอย่างหนาแน่น
    2. เป็นก้อนเนื้อเดียวที่ดูเรียบเนียน (Smooth) แต่มี **แสงเงาที่ตัดกันชัดเจน (Pronounced shadings)**
- **ปรากฏการณ์สีรุ้ง:** ในบางครั้งอาจสังเกตเห็น **Irisation (สีรุ้งที่ขอบเมฆ)** ได้ด้วย ซึ่งจะเพิ่มความสวยงามและดูลึกลับให้กับเมฆชนิดนี้มากยิ่งขึ้น

Altocumulus castellanus (Ac cas) — อัลโตคิวมูลัส คาสเทลลานัส

ชื่อ castellanus มาจากคำว่า "Castle" หรือปราสาท เพราะรูปร่างของมันดูเหมือนป้อมปราการบนกำแพงเมืองโบราณ มีลักษณะเด่นดังนี้:

- **รูปทรงป้อมปราการ (Turrets):** มีส่วนที่พุ่งตัวขึ้นไปในแนวตั้ง (Cumuliform turrets) โดยฐานของเมฆแต่ละก้อนจะเชื่อมต่อกันเป็นเส้นแนวนอนเดียวกัน (Common horizontal base)
- **ลักษณะการจัดเรียง:**
    - มักจะเรียงตัวกันเป็น **แถวหรือเส้นตรง**
    - ดูเหมือน **ฟันปลาหรือเชิงเทินปราสาท (Crenelated)**
    - บางครั้งยอดที่พุ่งขึ้นไปจะ **สูงกว่าความกว้าง** ของตัวมันเองเสียอีก
    - จะมองเห็นได้ชัดเจนที่สุดเมื่อมองจาก **ด้านข้าง (From the side)**

Altocumulus floccus (Ac flo) — อัลโตคิวมูลัส ฟล็อคคัส

หากมองขึ้นไปแล้วเห็นก้อนเมฆดูเหมือนปุยสำลีที่ฉีกขาดกระจัดกระจาย นั่นคือลักษณะของชนิดนี้:

- **ลักษณะปรากฏ:** เป็นปอยเมฆขนาดเล็กที่มีรูปร่างคล้ายคิวมูลัส (Small tufts of cumuliform appearance)
- **ส่วนฐานเมฆ:** จุดเด่นคือส่วนล่างของปอยเมฆมักจะ **รุ่งริ่ง (Ragged)** ไม่เรียบคม
- **สายฝนน้ำแข็ง (Virga):** มักจะพบ **เส้นใยที่ลากท้าย (Fibrous trails)** ตกลงมาจากปอยเมฆเหล่านั้น ซึ่งก็คือ "วีร์กา" (Virga) ที่เกิดจากผลึกน้ำแข็งนั่นเอง
- **สัญญาณทางสภาพอากาศ:** เมฆชนิดนี้เป็นเครื่องหมายของ **ความไม่เสถียร (Instability)** ของอากาศในระดับกลางเช่นเดียวกับชนิดปราสาท (castellanus)

Altocumulus volutus (Ac vol) — อัลโตคิวมูลัส โวลูตัส

คำว่า volutus แปลว่า **"ม้วน"** หรือ **"ลอน"** มีลักษณะที่โดดเด่นไม่เหมือนใครดังนี้:

- **รูปทรง (Shape):** เป็นก้อนเมฆรูปทรง **กระบอก (Tube-shaped)** ยาวสม่ำเสมอในแนวราบ และที่สำคัญคือมัน **แยกตัวเป็นอิสระ (Detached)** ไม่ได้เชื่อมต่อกับฐานเมฆอื่น
- **การเคลื่อนไหว:** มักจะดูเหมือนกำลัง **ม้วนตัวอย่างช้าๆ (Roll slowly)** รอบแกนแนวนอนของตัวมันเอง
- **การปรากฏ:** * โดยปกติจะปรากฏเป็น **เส้นเดียว (Single line)**
    - มักจะมีความยาวจำกัด ไม่ค่อยแผ่ยาวจากขอบฟ้าฝั่งหนึ่งไปถึงอีกฝั่งหนึ่ง (ซึ่งต่างจากเมฆม้วนในระดับต่ำ)
- **ความยากในการพบ:** เมฆชนิดนี้ถูกระบุว่า **หายาก (Rare)**

3.2.1.2 Varieties (ลักษณะที่ปรากฏ)

Altocumulus translucidus (Ac tr) — อัลโตคิวมูลัส ทรานสลูซิดัส

คำว่า translucidus แปลว่า **"โปร่งแสง"** โดยมีลักษณะตามนิยามดังนี้:

- **ลักษณะปรากฏ:** เป็นหย่อม (Patch), แผ่น (Sheet) หรือชั้นเมฆ (Layer) ของอัลโตคิวมูลัส
- **จุดเด่น:** พื้นที่ส่วนใหญ่ของเมฆมีความ **โปร่งแสงเพียงพอ (Sufficiently translucent)** ที่จะทำให้เรา **"มองเห็นตำแหน่ง"** ของดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ผ่านแผ่นเมฆได้
- **สายพันธุ์ที่พบบ่อย:** วาริเอตี้นี้มักจะพบควบคู่ไปกับชนิด:
    - **stratiformis (แบบแผ่น):** เหมือนม่านลูกไม้ที่แสงลอดผ่านได้
    - **lenticularis (แบบเลนส์):** แม้จะหนาตรงกลาง แต่ขอบ ๆ มักจะบางจนโปร่งแสง

Altocumulus perlucidus (Ac pe) — อัลโตคิวมูลัส เพอร์ลูซิดัส

คำว่า perlucidus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า "โปร่งแสงผ่านช่อง" หรือ "มองทะลุผ่านได้" มีลักษณะเฉพาะดังนี้:

- **ลักษณะโครงสร้าง:** เป็นหย่อม แผ่น หรือชั้นเมฆของอัลโตคิวมูลัสที่มี **ช่องว่างระหว่างก้อน (Spaces between the elements)** ชัดเจน
- **สิ่งที่มองเห็นผ่านช่อง:** ช่องว่างเหล่านี้กว้างพอที่จะทำให้มองเห็น:
    - ดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์
    - **สีฟ้าของท้องฟ้า** (ซึ่งเป็นจุดที่สวยมาก)
    - หรือแม้แต่เมฆที่อยู่ชั้นสูงขึ้นไป (เช่น Cirrus) ก็สามารถมองลอดผ่านช่องนี้ได้
- **สายพันธุ์ที่พบบ่อย:** มักปรากฏในชนิด **stratiformis** (แบบแผ่นแผ่กว้าง)

Altocumulus opacus (Ac op) — อัลโตคิวมูลัส โอพากัส
วาริเอตี้นี้จะทำหน้าที่เป็นม่านทึบที่ปกคลุมท้องฟ้า โดยมีลักษณะดังนี้:

- **การบังแสง:** พื้นที่ส่วนใหญ่ของเมฆมีความ **ทึบแสงพอที่จะบังดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ได้มิด (Mask completely)** จนเราไม่สามารถระบุตำแหน่งของดวงอาทิตย์ได้เลย
- **ลักษณะฐานเมฆ (Base):**
    - โดยส่วนใหญ่ ฐานเมฆจะดู **เรียบเสมอกัน (Even)** แต่ที่เราเห็นมันดูเป็นก้อนๆ เชื่อมกัน เป็นเพราะความขรุขระของ **"ผิวด้านบน"** เมฆ
    - แต่บางครั้ง ฐานเมฆก็อาจจะ **ไม่เรียบ (Uneven)** ได้ ซึ่งจะทำให้เราเห็นมิติความตื้นลึกของก้อนเมฆได้อย่างชัดเจน (True relief) โดยเฉพาะเวลาดวงอาทิตย์อยู่ต่ำ

- **สายพันธุ์ที่พบบ่อย:** มักปรากฏในชนิด **stratiformis** (แบบแผ่น) เป็นหลัก

Altocumulus duplicatus (Ac du) — อัลโตคิวมูลัส ดูปลิเคตัส

คำว่า duplicatus แปลว่า **"ซ้ำ"** หรือ **"สองเท่า"** มีลักษณะที่สังเกตได้ดังนี้:

- **ลักษณะโครงสร้าง:** เป็นอัลโตคิวมูลัสที่ปรากฏเป็นหย่อม แผ่น หรือชั้น **ตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป (Two or more superposed)** วางซ้อนทับกันอยู่
- **การจัดวาง:** ชั้นเมฆเหล่านี้จะอยู่ **ชิดติดกันมาก (Close together)** และในบางบริเวณอาจจะมีการ **เชื่อมรวมกันบางส่วน (Partly merged)** จนดูเหมือนเป็นปึกเดียวกัน
- **สายพันธุ์ที่พบบ่อย:** มักจะพบในชนิด:
    - **stratiformis (แบบแผ่น):** เห็นเป็นแผ่นเมฆซ้อนกันหลายเลเยอร์
    - **lenticularis (แบบเลนส์):** อาจจะเคยเห็นภาพ "จานบินซ้อนกันหลายชั้น" (Stacked cloud) นั่นแหละคือตัวอย่างที่ชัดเจนของ Ac len du

Altocumulus undulatus (Ac un) — อัลโตคิวมูลัส อันดูเลตัส

ลักษณะของมันจะดูเหมือนผิวน้ำที่ถูกรบกวนจนเกิดเป็นระลอกคลื่นที่แผ่กระจายออกไป มีรายละเอียดดังนี้:

- **โครงสร้างของก้อนเมฆ:** ประกอบด้วยก้อนเมฆที่แยกจากกัน หรือเชื่อมรวมกันก็ได้
- **การจัดเรียงตัว (The Patterns):** จะสังเกตเห็นการเรียงตัวได้ 2 รูปแบบหลัก:
    1. **แบบขนาน:** ก้อนเมฆยืดออกเป็นแนวยาวและวางตัวขนานกันเป็นแถว ๆ (Elongated and broadly parallel)
    2. **แบบตาราง:** จัดเรียงเป็นแถวและแนว (Ranks and files) จนดูเหมือนมีระบบของคลื่นสองระบบที่ตัดกันอยู่ ทำให้เห็นเป็นลวดลายคล้ายตารางหมากรุกหรือลอนลูกฟูกที่ซับซ้อน

Altocumulus radiatus (Ac ra) — อัลโตคิวมูลัส เรดิเอตัส

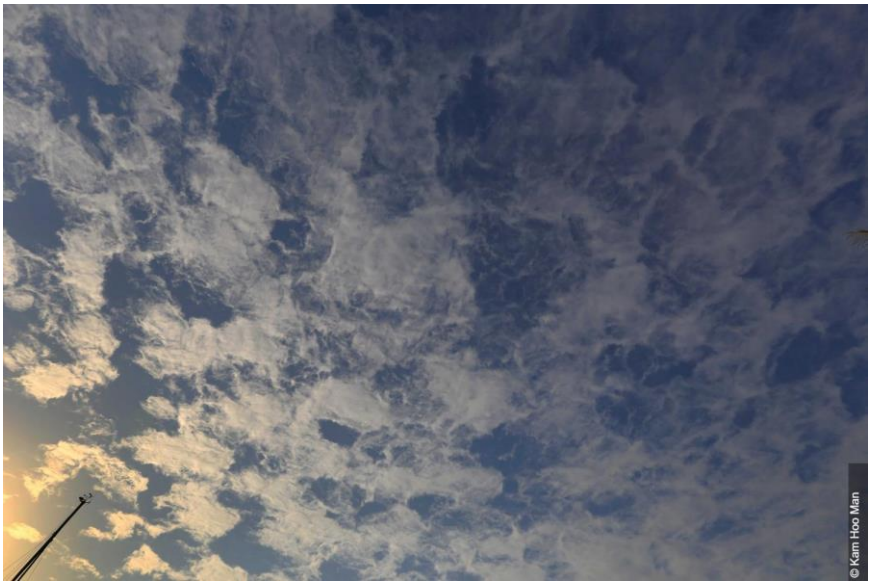
คำว่า radiatus แปลว่า "รัศมี" หรือ "พุ่งออกจากจุดศูนย์กลาง" โดยมีลักษณะเด่นดังนี้:

- **ลักษณะแถบเมฆ:** เป็นเมฆอัลโตคิวมูลัสที่เรียงตัวเป็น **แถบขนานที่ค่อนข้างตรง (Straight parallel bands)**
- **จุดรวมสายตา (Perspective):** แม้ในความเป็นจริงแถบเมฆเหล่านี้จะขนานกัน แต่ด้วยผลของทัศนียภาพ (Perspective) จะทำให้เรามองเห็นเหมือนแถบเมฆ **พุ่งไปรวมตัวกันที่จุดหนึ่ง (Converge)** หรือพุ่งออกจากจุดสองจุดที่อยู่ตรงข้ามกันที่ขอบฟ้า

Altocumulus lacunosus (Ac la) — อัลโตคิวมูลัส ลาคูโนซัส

ลักษณะของมันจะดูเหมือนแผ่นเมฆที่ถูกเจาะรู หรือดูคล้ายกับผ้าลูกไม้ที่ละเอียดอ่อน มีรายละเอียดดังนี้:

- **ลักษณะโครงสร้าง:** ปรากฏเป็นแผ่น ชั้น หรือหย่อมเมฆที่มี **รูกลม (Round holes)** กระจายตัวอยู่อย่างค่อนข้างเป็นระเบียบ
- **ขอบของช่องว่าง:** รูเหล่านี้หลายรูกจะมี **ขอบที่เป็นฝอย (Fringed edges)** ไม่ได้เรียบกริบเสียทีเดียว
- **รูปแบบการจัดเรียง:** ก้อนเมฆและช่องว่างใสมักจะเรียงตัวกันในลักษณะเหมือน **ตาข่าย (Net)** หรือ **รังผึ้ง (Honeycomb)**
- **ความไม่คงตัว:** จุดที่น่าตื่นเต้นคือ รายละเอียดของเมฆชนิดนี้ **เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Change rapidly)** หากคุณนั่งสังเกตเพียงไม่กี่นาที รูปร่างของรูหรือตาข่ายอาจจะเพี้ยนไปจากเดิมแล้ว



3.2.1.3 ลักษณะเสริมและเมฆบริวาร

ในบรรดาเมฆชั้นกลาง อัลโตคิวมูลัสมักจะมีของแถมติดมาด้วยเสมอ ดังนี้:

- **Virga (วีร์กา):** * สามารถพบสายฝน (หรือหิมะ) ที่ระเหยไปก่อนถึงพื้นดินได้ในอัลโตคิวมูลัสเกือบทุกชนิดเลย
    - **ไฮไลต์สำคัญ:** โดยเฉพาะชนิดปุยฝ้าย (Altocumulus floccus) เมื่อมันสลายตัวไป มักจะทิ้ง **สายวีร์กาที่ทำจากผลึกน้ำแข็งสีขาวจั๊วะ** เอาไว้
    - **การเปลี่ยนชื่อ:** หากตัวก้อนเมฆ floccus สลายตัวไปจนหมด เหลือแต่สายใยสีขาวทิ้งไว้บนฟ้า เราจะไม่เรียกว่า Ac อีกต่อไป แต่จะเปลี่ยนชื่อเป็น **Cirrus altocumulogenitus** (เซอร์รัสที่กำเนิดจากอัลโตคิวมูลัส) แทน เป็นการเลื่อนขั้นขึ้นไปเป็นเมฆชั้นสูงนั่นเอง
- **ลักษณะเสริมอื่น ๆ ที่น่าสนใจ:** * **Mamma (มัมมา):** ลักษณะเป็นปุ่มย้อยลงมาคล้ายเต้านม มักเกิดใต้ฐานเมฆที่หนาและไม่เสถียร
    - **Cavum (คาวุม):** รูโหว่ขนาดใหญ่กลางแผ่นเมฆ (หรือที่เรียกกันว่า Fallstreak hole)
    - **Fluctus (ฟลักตัส):** คลื่นที่ม้วนตัวเหมือนเกลียวคลื่นในทะเล (Kelvin-Helmholtz waves)
    - **Asperitas (แอสเพอริตัส):** พื้นผิวเมฆที่ดูปั่นป่วน ขรุขระ เหมือนผิวน้ำทะเลที่บ้าคลั่งยามพายุ

3.2.1.4 เมฆที่ให้กำเนิดอัลโตคิวมูลัส

การพัฒนาของเมฆ Ac สามารถเกิดขึ้นได้จากหลายแหล่งกำเนิด ดังนี้:

- **การขยายตัวจากเมฆชั้นสูง (Ac cirrocumulomutatus):** เมื่อก้อนเมฆขนาดจิ๋วของ Cirrocumulus เริ่มมีขนาดใหญ่ขึ้นหรือหนาตัวขึ้นจนเกิน 1 องศา มันจะถูกเปลี่ยนชื่อเรียกทันที
- **การแตกตัวจากเมฆชั้นต่ำ (Ac stratocumulomutatus):** เมื่อแผ่นเมฆ Stratocumulus ที่อยู่ต่ำกว่าเริ่มยกตัวสูงขึ้นและแตกออกเป็นก้อนเล็กลงในระดับชั้นกลาง
- **การเปลี่ยนแปลงจากเมฆแผ่น (Ac altostratomutatus หรือ Ac nimbostratomutatus):** เมื่อแผ่นเมฆทึบอย่าง Altostratus หรือเมฆฝนอย่าง Nimbostratus เริ่มขาดออกจากกันจนกลายเป็นก้อน ๆ
- **กำเนิดจากเมฆก้อน (Ac cumulogenitus):** นี่คือจุดที่น่าสนใจที่สุด เมื่อเมฆก้อน (Cumulus) พุ่งตัวขึ้นไปชนกับชั้นบรรยากาศที่คงตัวในระดับกลาง ยอดของมันจะแผ่ออกด้านข้างเหมือน "ท่อไอเสีย" หรือ "ยอดเห็ด":
    1. หากหยุดโตแค่ตรงนั้น จะกลายเป็นหย่อมเมฆ Ac แผ่ออกมาจากส่วนยอด
    2. หากหยุดชั่วคราวแล้วโตต่อ จะเห็น Ac เกาะอยู่ตามด้านข้างของก้อนเมฆหลัก
- **กำเนิดจากเมฆพายุ (Ac cumulonimbogenitus):** บางครั้งเราจะเห็น Ac อยู่ใกล้ ๆ หรือเกาะอยู่ข้าง ๆ เมฆคิวมูโลนิมบัส (Cb) แม้ว่าในตอนที่มันเกิด เมฆแม่จะยังเป็นแค่ระดับ Cumulus อยู่ก็ตาม แต่ตามหลักการเราจะเรียกว่า **cumulonimbogenitus**

3.2.1.5 การเปรียบเทียบระหว่าง Ac กับ Ci

แม้ทั้งคู่จะมีลักษณะเป็นริ้วหรือเป็นก้อนได้ แต่สามารถใช้เกณฑ์เหล่านี้ตัดสินได้:

- **ลักษณะพื้นผิว:** * **Ci:** จะดูเป็นเส้นใย (Fibrous) หรือมีความเงาวาวเหมือนไหม (Silky appearance) เป็นหลัก
    - **Ac:** จะไม่มีลักษณะเหมือนเส้นไหม แต่จะเห็นเป็น **แผ่นบาง (Laminae), ม้วนลอน (Rolls)** หรือก้อนที่ดูมีเนื้อหนังมากกว่า
- **แสงและเงา (จุดตัดสินสำคัญ):** * **Ci: ไม่มีทางเกิดแสงเงา (Shading)** ในตัวเมฆเด็ดขาด เพราะมันบางเกินไป
    - **Ac:** มักจะมีความหนาพอที่จะสร้าง **เงา** (ส่วนที่มืดกว่า) ขึ้นในตัวก้อนเมฆ
- **การจัดเรียงและส่วนประกอบ:**
    - Ac มีโอกาสเกิดลวดลายลูกคลื่น (**Undulations**) หรือมีสาย **Virga** ตกลงมาได้ชัดเจนกว่า
    - Ac มักจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ **โคโรนา (Corona)** หรือวงแสงสีรุ้งเล็ก ๆ รอบดวงอาทิตย์/ดวงจันทร์ ซึ่งต่างจาก Ci

3.2.1.6 การเปรียบเทียบระหว่าง Ac กับ Cc

คู่มือได้ระบุเกณฑ์การแยกแยะที่ชัดเจนไว้ 3 ข้อหลัก ดังนี้:

- **การมีแสงเงา (Presence of shading):**
    - นี่คือ "ไพ่ตาย" เลยหากก้อนเมฆย่อยๆ นั้นมี **แสงเงา (Shading)** ปรากฏให้เห็น (มีส่วนสีเทาหรือส่วนที่มืดกว่าอีกส่วนในก้อนเดียว) ให้ถือว่าเป็น **Altocumulus** ทันที แม้ว่าขนาดของก้อนจะดูเล็กจิ๋ว (น้อยกว่า 1°) ก็ตาม เพราะเมฆ Cc จะไม่มีเงาเด็ดขาด
- **ขนาดปรากฏ (Apparent width):**
    - หากเมฆนั้นไม่มีแสงเงาเลย (ขาวนวลไปหมด) ให้ใช้กฎนิ้วมือตัดสิน:
        - **Ac:** องค์ประกอบส่วนใหญ่จะมีขนาดระหว่าง **1° ถึง 5°** (ประมาณความกว้างของ 3 นิ้วมือเมื่อเหยียดแขนสุด)
        - **Cc:** องค์ประกอบส่วนใหญ่จะเล็กกว่า 1° (เล็กกว่านิ้วก้อย)
- **ปรากฏการณ์ฮาโล (Halo phenomena):**
    - หากเห็นวงแหวนรุ้งกินน้ำขนาดใหญ่ล้อมรอบดวงอาทิตย์ (Halo) ผ่านแผ่นเมฆก้อนนั้น ให้สันนิษฐานว่าเป็น **Cirrocumulus** เนื่องจากมันประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งที่ระดับสูง ส่วน Ac มักจะไม่ค่อยสร้างฮาโลที่สมบูรณ์แบบได้เท่า

3.2.1.7 การเปรียบเทียบระหว่าง Ac กับ As

กฎการแยกแยะระหว่าง **Altocumulus** และ **Altostratus** มีจุดสังเกตหลักดังนี้:

- **โครงสร้างของเนื้อเมฆ (Structure):**
    - **Ac:** ต้องเห็นเป็น "องค์ประกอบแยกย่อย" ไม่ว่าจะเป็นแผ่นบางๆ (Plates), ก้อนกลม (Rounded masses) หรือม้วนลอน (Rolls)
    - **As:** จะดูเป็นผืนเดียวกัน สม่ำเสมอ หรือมีลักษณะเป็นเส้นใย (Fibrous) แต่จะไม่แยกเป็นก้อนๆ ชัดเจน

- **การมองเห็นดวงอาทิตย์/ดวงจันทร์:**
    - **Ac:** หากเมฆบางพอ จะมองเห็น **"แผ่นจาน" (Disc)** หรือขอบของดวงอาทิตย์ได้ชัดเจน
    - **As:** จะยอมให้เห็นแค่ "ตำแหน่ง" ของดวงอาทิตย์ (เหมือนมองผ่านกระจกฝ้าที่สว่างที่สุดจุดหนึ่ง) หรือไม่ก็บังมิดจนมองไม่เห็นอะไรเลย
- **เมฆบริวารและหยาดน้ำฟ้า:**
    - **Ac:** มักจะ **"ไม่มี"** เมฆบริวารที่เรียกว่า Pannus (เมฆขาดวิ่นใต้ฐานเมฆหลัก) และโดยปกติจะ **"ไม่มี"** ฝนหรือหิมะตกถึงพื้น (ยกเว้น virga)
    - **As:** มักจะมีฝน (Rain), หิมะ (Snow) หรือน้ำแข็งเม็ดเล็ก (Ice pellets) ตกลงมา และมักพบเมฆ Pannus อยู่ใต้ฐานเสมอ
- **ปรากฏการณ์ทางแสง:**
    - **Ac: "ไม่มี"** ปรากฏการณ์ฮาโล (Halo) หรือการเกิดสีรุ้ง (Irisation) แบบที่เมฆแผ่นบางๆ ทำได้

3.2.1.8 การเปรียบเทียบระหว่าง Ac กับ Sc

ความแตกต่างหลักที่สามารถใช้แยกแยะระหว่างเมฆชั้นกลาง (Ac) และเมฆชั้นต่ำ (Sc) มี 2 ข้อสำคัญดังนี้:

- **ขนาดของก้อนเมฆ (Apparent width):**
    - นี่คือเกณฑ์ตัดสินสากลเลย ให้เลือกมองก้อนเมฆที่อยู่สูงจากขอบฟ้าขึ้นมามากกว่า 30° (เพื่อเลี่ยงความเพี้ยนจากระยะทาง) แล้วชูมือขึ้นวัดขนาด:
        - **Ac:** องค์ประกอบส่วนใหญ่จะมีขนาดระหว่าง **1° ถึง 5°** (หรือประมาณความกว้างของ **3 นิ้วมือ** เมื่อเหยียดแขนสุด)
        - **Sc:** องค์ประกอบส่วนใหญ่จะมีขนาด **กว้างกว่า 5°** (หรือกว้างกว่า **กำปั้น** ของเราเมื่อเหยียดแขนสุด)
- **หยาดน้ำฟ้า (Precipitation):**
    - **Ac:** โดยปกติจะ **"ไม่มี"** ฝนหรือหิมะตกถึงพื้นดิน (มีเพียงสายวิร์กาที่ระเหยไปก่อน)
    - **Sc:** สามารถให้กำเนิด **ฝนละออง, หิมะ หรือหิมะเม็ดเล็ก (Snow pellets)** ที่มีความรุนแรงต่ำ แต่ตกลงมาถึงพื้นได้

3.2.1.9 การเปรียบเทียบระหว่าง Ac flo กับ Cu

แม้ว่า **Altocumulus floccus (Ac flo)** จะมีรูปร่างเป็นก้อนปุยดูคล้ายกับเมฆคิวมูลัสขนาดเล็ก (เช่น ชนิด fractus, humilis หรือ mediocris) แต่สามารถแยกพวกมันออกจากกันได้ด้วยจุดสังเกตดังนี้:

- **ลักษณะของฐานเมฆและสายฝน (Base and Virga):**
    - **Ac flo:** มักจะมี **สายใยสีขาว (Virga)** ลากท้ายลงมาเสมอ ซึ่งเกิดจากผลึกน้ำแข็งที่กำลังตกลงมาและระเหยไป
    - **Cumulus (Cu):** โดยปกติจะมี **ฐานเมฆที่เรียบตรง (Flat base)** และดู "แน่น" กว่า ไม่ค่อยมีสายฝนลากท้ายรุ่งริ่งเหมือน Ac flo
- **ขนาดปรากฏ (Size):**

- **Ac flo:** โดยทั่วไปจะมีขนาด **เล็กกว่า** เมฆคิวมูลัสอย่างชัดเจนเมื่อมองในมุมเดียวกัน
- **Cu:** มักจะมีขนาดก้อนที่ใหญ่และดูมีมิติความหนามากกว่า

3.2.1.10 องค์ประกอบทางกายภาพ

ความน่าสนใจของเมฆอัลโตคิวมูลัสอยู่ที่การเป็น "ลูกผสม" ในบางสภาวะ:

- **หยดน้ำเป็นหลัก:** โดยปกติแล้ว อัลโตคิวมูลัสจะประกอบด้วย **หยดน้ำ (Water droplets)** เสมอสังเกตได้จาก:
  - ความโปร่งแสงที่ค่อนข้างต่ำ (เมฆดูมีเนื้อหนัง)
  - ขอบของก้อนเมฆที่แยกจากกันจะดู **คมชัด (Sharp outlines)**
- **การกลายเป็นน้ำแข็ง:** เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงมาก ๆ ผลึกน้ำแข็งสามารถก่อตัวขึ้นได้ หากหยดน้ำระเหยไปจนหมด เมฆจะกลายเป็น **เมฆน้ำแข็ง (Ice cloud)** ทั้งก้อน ซึ่งจะทำให้:
  - ขอบที่เคยคมชัดจะเริ่ม **ฟุ้งกระจายและไม่คม** อีกต่อไป
  - ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นได้กับทุกชนิดของ Ac แต่จะพบได้บ่อยที่สุดในชนิด **castellanus** (ปราสาท) และ **floccus** (ปุยฝ้าย)

3.2.1.11 ข้อสังเกตเพิ่มเติม

กระบวนการเกิดและสภาพแวดล้อมของอัลโตคิวมูลัสมีจุดที่น่าสนใจดังนี้:

- **วิวัฒนาการของรูปร่าง:** ในช่วงเริ่มก่อตัว อัลโตคิวมูลัสมักจะเริ่มจากการเป็นผืนเมฆที่ดู **เรียบเนียน (Smooth)** และมีขนาดกว้างพอประมาณ หลังจากนั้นมันถึงจะค่อยๆ **แตกตัวย่อยออก (Subdivide)** จนกลายเป็นก้อนเล็กๆ ที่เรียงตัวกันอย่างมีระเบียบในลักษณะเป็นแผ่นบาง (Laminae) หรือเป็นรูปตารางหมากรุก (Tessellations) อย่างที่เห็นบ่อยๆ
- **การเกิดจากภูมิประเทศ (Orographic lifting):** เมฆรูปเลนส์หรือรูปอัลมอนด์ (Ac lenticularis) มักจะก่อตัวขึ้นกลางท้องฟ้าที่ดูว่างเปล่า สาเหตุเกิดจากอากาศที่มีความชื้นถูก **"ภูเขา"** ดันให้ยกตัวสูงขึ้นเฉพาะจุดจนกลั่นตัวเป็นเมฆรูปทรงประหลาดเหล่านั้น
- **การปรากฏหลายชั้น:** อาจจะพบอัลโตคิวมูลัสปรากฏอยู่ใน **หลายระดับความสูงพร้อมกัน** บนท้องฟ้าเดียว และบ่อยครั้งที่มันจะมาปรากฏตัวร่วมกับเมฆแผ่นอย่าง Altostratus
- **ลักษณะของอากาศรอบๆ:** ในกรณีที่มันอยู่ร่วมกันหลายชั้น อากาศที่อยู่ใต้แผ่นเมฆหรือช่องว่างระหว่างก้อนเมฆมักจะดู **ขุ่นมัว (Hazy)** เนื่องจากมีความชื้นหรือฝุ่นละอองสะสมอยู่สูงในบริเวณนั้น

3.2.2 Altostratus (As) — อัลโตสเตรตัส

ชื่อนี้มาจากการรวมคำว่า Altum (ระดับสูง/กลาง) กับ Stratus (แผ่ขยาย)

นิยามของอัลโตสเตรตัส

ลักษณะเด่นที่ทำให้แยกมันออกจากเมฆชนิดอื่นได้คือ:

- **สีสัน:** มักมีสี **เทา (Greyish)** หรือ **ฟ้าหม่น (Bluish)**
- **ลักษณะปรากฏ:** เป็นแผ่นเมฆ (Sheet) หรือชั้นเมฆ (Layer) ที่มีเนื้อสัมผัสได้ 3 แบบหลักๆ:

1. **Striated:** เป็นลายเส้นริ้ว
2. **Fibrous:** เป็นเส้นใย
3. **Uniform:** เรียบเนียนสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียว

- **การปกคลุม:** แผ่กระจายปกคลุมท้องฟ้าเป็นบริเวณกว้าง (ทั้งผืนหรือบางส่วน)
- **สมบัติทางแสง (จุดสังเกตสำคัญ):** มีบางส่วนที่บางพอจะทำให้มองเห็นดวงอาทิตย์ได้ **"ลางๆ"** เหมือนเรามองผ่าน **"กระจกฝ้า" (Ground glass)**
- **สิ่งที่ไม่มี:** อัลโตสเตรตัส **ไม่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ฮาโล (Halo)** หรือวงแสงรอบดวงอาทิตย์/ดวงจันทร์แบบสมบูรณ์

3.2.2.1 Species (ชนิด)

Altostratus ไม่มีการแบ่งย่อยออกเป็นชนิด (Species) สาเหตุที่เป็นแบบนั้นก็เพราะ:

1. **Uniformity of appearance:** รูปลักษณ์ของมันมีความสม่ำเสมอไปทั้งผืน
2. **General structure:** โครงสร้างโดยรวมของมันดูเป็นเนื้อเดียวกันมากเกินกว่าจะแยกความแตกต่างเป็นชื่อชนิดย่อยได้

3.2.2.2 Varieties (ลักษณะที่ปรากฏ)

Altostratus translucidus (As tr) — อัลโตสเตรตัส ทรานสลูซิดัส

คำว่า translucidus หมายถึง "โปร่งแสง" หรือ "ยอมให้แสงผ่านได้"

- **ลักษณะเด่น:** เป็นแผ่นเมฆที่มีความหนาไม่มากนัก
- **การมองเห็น:** พื้นที่ส่วนใหญ่ของเมฆมีความ **โปร่งแสงพอที่จะมองเห็นตำแหน่งของดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ได้ (Reveal the position)** * **เปรียบเทียบ:** ลองนึกถึงเวลาเรามองผ่านกระดาษไขหรือกระจกฝ้า เราจะไม่เห็นขอบของดวงอาทิตย์เป็นวงกลมคมชัด (Disk) เหมือนตอนมองผ่านเมฆบางชนิด แต่เราจะรู้ว่าดวงอาทิตย์อยู่ตรงไหนเพราะจุดนั้นจะสว่างที่สุดในท้องฟ้า

Altostratus opacus (As op) — อัลโตสเตรตัส โอพากัส

คำว่า opacus แปลว่า "ทึบแสง" ซึ่งตรงข้ามกับแบบ translucidus อย่างชัดเจน:

- **การบังแสง:** พื้นที่ส่วนใหญ่ของแผ่นเมฆมีความ **หนาทึบพอที่จะบังดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ได้มิด (Mask completely)**
- **ลักษณะปรากฏ:** ท้องฟ้าจะดูเป็นสีเทาเข้มสม่ำเสมอ จนเราไม่สามารถบอกตำแหน่งได้เลยว่าดวงอาทิตย์ซ่อนอยู่ตรงไหน ไม่มีแม้แต่จุดที่สว่างกว่าปกติเหมือนในแบบโปร่งแสง

Altostratus duplicatus (As du) — อัลโตสเตรตัส ดูปลิเคตัส

ลักษณะของมันจะเหมือนกับการวางแผ่นฟิล์มสีเทาซ้อนกันหลายๆ ชั้น มีรายละเอียดดังนี้:

- **โครงสร้าง:** ประกอบด้วยแผ่นเมฆ **ตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป (Two or more layers)** วางซ้อนทับกัน (Superposed)
- **ระดับความสูง:** ชั้นเมฆเหล่านี้จะอยู่ที่ **ระดับความสูงต่างกันเล็กน้อย** ทำให้เรามองเห็นความตื้นลึกของแต่ละชั้นได้

- **การรวมตัว:** ในบางจุดชั้นเมฆเหล่านี้อาจจะ **เชื่อมรวมกันบางส่วน (Partly merged)** จนดูหนาเป็นพิเศษ
- **ความยากในการพบ:** วาริเอตี้นี้ **พบได้ยาก (Rarely seen)** ในเมฆชนิด Altostratus เพราะส่วนใหญ่เมฆแผ่นมักจะรวมตัวเป็นชั้นเดียวที่หนาแน่นไปเลย

Altostratus undulatus (As un) — อัลโตสเตรตัส อันดูเลตัส

คำว่า undulatus แปลว่า "เป็นคลื่น" (Undulations)

- **ลักษณะเด่น:** เป็นแผ่นเมฆอัลโตสเตรตัสที่มี **ลักษณะเป็นระลอกคลื่น (Undulations)** ปรากฏบนผืนเมฆ
- **รูปแบบที่เห็น:** จะเห็นเป็นริ้วหรือแถบขนานกันไป ซึ่งเกิดจากกระแสลมในชั้นบรรยากาศที่มีความเร็วหรือทิศทางต่างกันเล็กน้อย ทำให้มวลอากาศกระเพื่อมเป็นลูกคลื่น
- **ความต่างจาก Ac un:** แม้จะเป็นคลื่นเหมือนกัน แต่ใน Altostratus คลื่นนี้จะดูฟุ้งและกลืนไปกับแผ่นเมฆมากกว่า จะไม่มีการแยกเป็นก้อน ๆ (Elements) ชัดเจนเหมือนใน Altocumulus

Altostratus radiatus (As ra) — อัลโตสเตรตัส เรดิเอตัส

คำว่า radiatus มาจากลักษณะที่ดูเหมือน "รัศมี" หรือเส้นขนานที่พุ่งออกมา

- **ลักษณะเด่น:** เป็นแผ่นเมฆที่มี **แถบขนานขนาดกว้าง (Broad parallel bands)** ปรากฏอยู่ในเนื้อเมฆ
- **ภาพลวงตาทางสายตา:** แถบขนานเหล่านี้จะดูเหมือนพุ่งไป **รวมตัวกันที่จุดหนึ่ง (Converge)** หรือพุ่งจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดที่อยู่ตรงข้ามกันบนขอบฟ้า(คล้ายกับเส้นทางรถไฟที่ดูเหมือนจะไปบรรจบกันที่ปลายสาย ทั้งที่ความจริงมันขนานกัน)
- **ความยากในการพบ:** เช่นเดียวกับแบบซ้อนชั้น วาริเอตี้นี้ **พบได้ยาก (Rarely seen)** ในเมฆชนิด Altostratus

3.2.2.3 ลักษณะเสริมและเมฆบริวาร

ในขณะที่ตัวแผ่นเมฆ Altostratus ดูนิ่งเรียบ แต่องค์ประกอบเสริมของมันกลับดูน่าเกรงขามมาก:

- **Virga (วีร์กา) & Praecipitatio (แพรซิพิทาชิโอ):**
    - **Virga:** คือสายฝนที่ตกลงมาแต่ระเหยไปก่อนถึงพื้นดิน เห็นเป็นริ้วห้อยลงมาใต้แผ่นเมฆ
    - **Praecipitatio:** นี่คือจุดเปลี่ยนสำคัญหากหยาดน้ำฟ้า (ฝน, หิมะ, หรือเม็ดน้ำแข็ง) **ตกลงมาจนถึงพื้นดิน** เราจะเรียกฟีเจอร์นี้ว่า Praecipitatio ซึ่งมักพบในอัลโตสเตรตัสที่ค่อนข้างหนา
- **Pannus (แพนนัส):**
    - เป็นเมฆบริวาร (Accessory cloud) ที่สำคัญมาก มีลักษณะเป็น **เศษเมฆขาดวิ่น** ลอยอยู่ใต้แผ่นเมฆอัลโตสเตรตัสหลัก มักเกิดในช่วงที่มีฝนตกสะสมจนอากาศข้างล่างชื้นจัด บางครั้งเศษเมฆเหล่านี้อาจจะเกาะกลุ่มกันจนดูเหมือนเมฆชั้นต่ำได้เลย
- **Mamma (มัมมา):**
    - ในบางครั้งอาจเห็นลักษณะเป็น **ปุ่มย้อยลงมา** จากฐานแผ่นเมฆอัลโตสเตรตัส ซึ่งแสดงถึงความไม่เสถียรของอากาศและการจมตัวของมวลอากาศที่เย็นและชื้น

3.2.2.4 เมฆที่ให้กำเนิดอัลโตสเตรตัส

เมฆอัลโตสเตรตัส (As) สามารถ "พัฒนา" มาจากเมฆชนิดอื่นได้ 4 เส้นทางหลัก ดังนี้:

- **หนาตัวขึ้นจากเมฆชั้นสูง (As cirrostratomutatus):** เมื่อเมฆเซอร์โรสเตรตัส (Cirrostratus) ที่เป็นฝ้าบาง ๆ เริ่มมีความหนาแน่นมากขึ้นจนบังดวงอาทิตย์มืดลง และปรากฏการณ์ฮาโลเริ่มจางหายไป มันจะเปลี่ยนร่างกลายเป็นอัลโตสเตรตัส
- **บางลงจากเมฆฝน (As nimbostratomutatus):** ในทางกลับกัน หากเมฆฝนแผ่นหนาอย่างนิมโบสเตรตัส (Nimbostratus) เริ่มอ่อนกำลังลงหรือบางตัวขึ้นจนเราเริ่มเห็นแสงสว่างลาง ๆ ของดวงอาทิตย์ลอดผ่านกระจกฝ้าออกมาได้ มันก็จะถูกจัดกลุ่มใหม่เป็นอัลโตสเตรตัส

- **กำเนิดจากฝูงแกะ (As altocumulogenitus):** เมื่อเมฆอัลโตคิวมูลัส (Altocumulus) มีการตกลงมาของสายวีร์กาที่เป็นผลึกน้ำแข็ง (Ice crystal virga) จำนวนมากและแผ่กระจายออกกว้างขวาง จนก้อนเมฆเดิมหายไปกลายเป็นแผ่นเนื้อเดียวกัน
- **แผ่ออกมาจากเมฆพายุ (As cumulonimbogenitus):** ข้อนี้พบบ่อยในเขตร้อน (Tropical) อย่างบ้านเรา เมื่อเมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) หรือเมฆฝนฟ้าคะนองแผ่ขยายส่วนกลางหรือส่วนบนออกด้านข้างเป็นบริเวณกว้าง ทิ้งร่องรอยแผ่นเมฆสีเทาทิ้งไว้บนท้องฟ้า

3.2.2.5 การเปรียบเทียบระหว่าง As กับ Ci spi

แม้ทั้งคู่จะดูเป็นหย่อมเมฆหนา ๆ เหมือนกัน แต่สามารถใช้เกณฑ์เหล่านี้ตัดสินได้:

- **ขนาดและขอบเขต (Horizontal extent):**
    - **As:** แม้จะแตกออกเป็นหย่อม ๆ แต่โดยรวมแล้วมักจะ **แผ่ขยายกว้างขวาง** ครอบคลุมพื้นที่ท้องฟ้ามากกว่า
    - **Ci spi:** มักจะอยู่เป็นกลุ่มก้อนที่จำกัดขอบเขตมากกว่า ไม่แผ่กว้างเป็นผืนใหญ่เท่า
- **สีสัน (Color):**
    - **As:** จะเน้นไปทาง **สีเทา (Predominantly grey)** อย่างเห็นได้ชัด
    - **Ci spi:** มักจะมีสีขาวสว่าง เนื่องจากประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งในระดับที่สูงกว่ามาก
- **หยาดน้ำฟ้า (Precipitation):**
    - **As:** มีโอกาสที่จะให้ **ฝน, หิมะ หรือเม็ดน้ำแข็ง** ตกลงมาถึงพื้นดินได้
    - **Ci spi:** จะไม่มีหยาดน้ำฟ้าที่ตกลงมาถึงพื้นดินเด็ดขาด
- **ปรากฏการณ์ทางแสง (Optical phenomena):**
    - **As:** มักจะทำให้เกิด **โคโรนา (Coronae)** หรือวงแสงสีรุ้งรอบดวงอาทิตย์/ดวงจันทร์
    - **Ci spi:** ไม่ทำให้เกิดโคโรนา แต่อาจทำให้เกิดปรากฏการณ์ฮาโล (Halo) บางประเภทแทน

3.2.2.6 การเปรียบเทียบระหว่าง As tr กับ Cs

เมื่อมีเมฆแผ่นบาง ๆ ปกคลุมท้องฟ้า สามารถแยก **Altostratus translucidus** (ชั้นกลาง) ออกจาก **Cirrostratus** (ชั้นสูง) ได้ด้วยวิธีนี้:

- **การเกิดเงา (Casting shadows):**
    - **As tr:** เมื่อมองลงไปที่พื้น **วัตถุต่าง ๆ จะไม่เกิดเงา** (หรือเกิดเงาจางมาก ๆ จนมองไม่เห็น) เพราะเมฆชั้นกลางมีความหนาพอที่จะทำให้แสงกระจายตัวจนหมด
    - **Cs:** โดยปกติ **วัตถุจะยังคงทอดเงาลงบนพื้น** ได้อย่างชัดเจน เพราะเมฆชั้นสูงมีความโปร่งแสงมากกว่า
- **ลักษณะของดวงอาทิตย์ (Sun's appearance):**
    - **As tr:** ดวงอาทิตย์จะดูมัว ๆ เหมือนมองผ่าน **"กระจกฝ้า" (Ground glass effect)** ขอบของดวงอาทิตย์จะเบลอจนแยกไม่ออก
    - **Cs:** เรายังพอมองเห็นขอบของดวงอาทิตย์เป็นวงกลม (Disk) ได้ค่อนข้างชัดเจนกว่า

- **ปรากฏการณ์ฮาโล (Halo phenomena):**
    - **As tr: "ไม่มี"** การเกิดปรากฏการณ์ฮาโล (พระอาทิตย์ทรงกลด) เนื่องจากเมฆประกอบด้วยหยดน้ำเป็นหลัก
    - **Cs:** มักจะเกิด **ปรากฏการณ์ฮาโล** (เช่น วงกลม 22 องศา) ให้เห็นบ่อยครั้ง เพราะประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งที่ทำหน้าที่หักเหแสง

3.2.2.7 การเปรียบเทียบระหว่าง As กับ Ac หรือ Sc

ในบางสภาวะ เมฆ **Altostratus (As)** อาจจะมีรอยแยกหรือช่องโหว่ (Gaps or breaks) จนทำให้ดูคล้ายกับชั้นของ **Altocumulus (Ac)** หรือ **Stratocumulus (Sc)** ได้ แต่สามารถแยกแยะได้จากจุดนี้:

- **ความสม่ำเสมอ (Uniformity):** * **Altostratus:** จะมีลักษณะที่ **สม่ำเสมอและเรียบเนียนกว่า (More uniform appearance)** มาก แม้จะมีรอยแยก แต่เนื้อเมฆส่วนใหญ่จะยังดูเป็นผืนเดียวกัน ไม่เห็นการจัดเรียงเป็นก้อน ๆ หรือเป็นลอนคลื่นที่ชัดเจน
    - **Altocumulus / Stratocumulus:** จะประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย ๆ (Elements) ที่เรียงตัวกันอย่างมีระเบียบ เห็นขอบเขตของก้อนเมฆแต่ละก้อนชัดเจนกว่ามาก

3.2.2.8 การเปรียบเทียบระหว่าง As op กับ Ns

เมื่อเจอแผ่นเมฆสีเทาหนาทึบอยู่ต่ำๆ ให้สังเกตจุดต่างดังนี้:

- **แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ (The Sun):**
    - **As op:** ยังมี **"ส่วนที่บางกว่า"** ซึ่งทำให้เราพอจะมองเห็นตำแหน่งดวงอาทิตย์ได้ลางๆ (เหมือนกระจกฝ้า) หรืออย่างน้อยก็รู้สึกได้ว่ามีจุดที่สว่างกว่าบริเวณอื่น
    - **Ns:** หนาทึบจน **"ปิดตาย"** แสงจากดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ทุกส่วน
- **เฉดสี (Shade of grey):**
    - **As op:** จะมีสีเทาที่ **"สว่างกว่า"** เล็กน้อย
    - **Ns:** จะเป็นสีเทาเข้มที่ดู **"หนักและมืด"** (Dark and wet look)
- **ฐานเมฆ (Base):**
    - **As op:** ฐานเมฆมักจะ **"ดูไม่สม่ำเสมอ"** (Less uniform base) และอาจเห็นลักษณะเป็นปุ่มย้อยหรือ **Mamma** ได้ชัดเจนกว่า
    - **Ns:** ฐานเมฆมักจะดูเรียบเนียนไปกับสายฝนที่ตกลงมาจนดูไม่ออกว่าขอบเมฆอยู่ตรงไหน
- **หยาดน้ำฟ้า (Precipitation) - จุดตัดสินสำคัญ:**
    - หากมี **ฝน, หิมะ หรือหิมะเม็ดเล็ก** ตกต่อเนื่องลงมาจน **"ถึงพื้นดิน"** ให้ระบุว่าเป็น **Nimbostratus** ทันที

3.2.2.9 การเปรียบเทียบระหว่าง As tr กับ St

แม้ทั้งคู่จะเป็นเมฆแผ่นที่ดูเรียบเหมือนกัน แต่สามารถแยก **Altostratus translucidus** (ชั้นกลาง) ออกจาก **Stratus** (ชั้นต่ำ) ได้ดังนี้:

- **ลักษณะของดวงอาทิตย์ (The Sun's appearance):**
    - **As tr:** จะมีลักษณะเหมือนมองผ่าน **"กระจกฝ้า" (Ground glass effect)** คือเราจะเห็นตำแหน่งดวงอาทิตย์เป็นจุดสว่างที่ **ขอบเบลอ** ฟุ้งกระจายไปกับเนื้อเมฆ
    - **St (แบบบาง):** หากเมฆสเตรตัสบางพอที่จะเห็นดวงอาทิตย์ ขอบของดวงอาทิตย์มักจะดู **คมชัด (Sharp outline)** กว่าอย่างเห็นได้ชัด
- **สีและการไล่เฉด (Shading and Color):**
    - **As tr:** จะต้องมี **การไล่เฉดหรือความหม่น (Shading)** ปรากฏให้เห็นเสมอ มักออกไปทางสีเทาหรือฟ้าหม่น ไม่เป็นสีขาวล้วน
    - **St:** ในขณะที่เมฆสเตรตัสแบบบาง เมื่อมองไปยังทิศทางของดวงอาทิตย์ มันอาจจะปรากฏเป็น **สีขาวสว่าง (White)** ได้

3.2.2.10 การเปรียบเทียบระหว่าง As op กับ St neb op

แม้ทั้งคู่จะดูเป็นเพดานสีเทาทึบเหมือนกัน แต่สามารถแยก **Altostratus opacus** (ชั้นกลาง) ออกจาก **Stratus nebulosus opacus** (ชั้นต่ำ) ได้ดังนี้:

- **ความสว่างของดวงอาทิตย์ (The Sun):**
    - **As op:** ในบางจุดของผืนเมฆ มักจะมี **"ส่วนที่บางพอ"** ที่จะทำให้เราพอจะระบุตำแหน่งของดวงอาทิตย์ได้ลางๆ
    - **St neb op:** มักจะหนาทึบสม่ำเสมอจนมองไม่เห็นตำแหน่งดวงอาทิตย์เลย
- **ชนิดและความรุนแรงของหยาดน้ำฟ้า (Precipitation):** นี่คือเกณฑ์ตัดสินที่ชัดเจนที่สุด:
    - **หิมะ (Snow):** เกิดได้ทั้งคู่ แต่ถ้าเป็นหิมะที่ **ตกหนักหรือรุนแรง** มักมาจาก **As**
    - **ฝน (Rain) และ เม็ดน้ำแข็ง (Ice pellets):** เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของ **As** เท่านั้น (St ไม่ให้ฝนเม็ดใหญ่)
    - **ฝนละออง (Drizzle) และ หิมะเม็ดเล็ก (Snow grains):** เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของ **St** เท่านั้น
- **ลักษณะเสริม (Mamma):**
    - หากเห็นลักษณะปุ่มย้อยหรือ **Mamma** ให้สันนิษฐานว่าเป็น **As op**

3.2.2.11 องค์ประกอบทางกายภาพ

เมฆ **Altostratus (As)** ไม่ได้เป็นแค่แผ่นบางๆ แต่มันคือ "ยักษ์ใหญ่" บนท้องฟ้า:

- **ขนาด:** แผ่กว้างได้เป็น **หลายสิบถึงหลายร้อยกิโลเมตร** และมีความหนา (แนวตั้ง) ได้ถึง **หลายร้อยถึงหลายพันเมตร** เลย

โครงสร้างภายใน (3 ส่วนหลัก)

ในกรณีที่เมฆสมบูรณ์ที่สุด จะมีการแบ่งชั้นภายในตามสถานะของน้ำดังนี้:

1. **ส่วนบน (Upper):** ประกอบด้วย **ผลึกน้ำแข็ง (Ice crystals)** ทั้งหมดหรือเป็นส่วนใหญ่
2. **ส่วนกลาง (Middle):** เป็นจุดนัดพบที่วุ่นวาย มีทั้ง **ผลึกน้ำแข็ง, ผลึกหิมะ/เกล็ดหิมะ** และ **ละอองน้ำเย็นจัด (Supercooled water droplets)** ผสมกันอยู่

3. **ส่วนล่าง (Lower):** ประกอบด้วย **ละอองน้ำปกติหรือละอองน้ำเย็นจัด** เป็นส่วนใหญ่

ทำไมเราถึงเห็นดวงอาทิตย์ "เบลอ"?

นี่คือคำตอบที่สงสัยแน่ๆ :

- เพราะใน **ส่วนล่าง** ของเมฆ มีอนุภาค (หยดน้ำ) หนาแน่นมากจนขอบของดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ **พร่ามัว (Always blurred)** เสมอ
- และเพราะอนุภาคเหล่านี้มีจำนวนมหาศาล แสงจึงถูกกระเจิงไปหมด ทำให้ผู้สังเกตบนพื้นโลก **ไม่มีวันเห็นปรากฏการณ์ฮาโล (Never see halo phenomena)** ในเมฆชนิดนี้

หยาดน้ำฟ้า (Precipitation)

เมื่ออนุภาคในเมฆรวมตัวกันหนักขึ้น จะเริ่มเห็นหยาดน้ำฟ้า:

- **รูปแบบ:** มักจะเป็นแบบ **"ตกต่อเนื่อง" (Continuous)**
- **สถานะ:** มาได้ทั้งในรูปของ **ฝน (Rain), หิมะ (Snow)** หรือ **เม็ดน้ำแข็ง (Ice pellets)**

3.2.2.12 ข้อสังเกตเพิ่มเติม

ในส่วนนี้จะเน้นไปที่ความวุ่นวายบริเวณ **"ใต้ฐานเมฆ"** ซึ่งมีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้:

1. ฐานเมฆที่ดูไม่เรียบ (Ragged Appearance)

บางครั้งฐานของ Altostratus จะดูขรุขระหรือดูเหมือนมีปุ่มย้อย (**Mamma**) ซึ่งเกิดจาก **สายวีร์กา (Virga)** ของฝนหรือหิมะ

- หากมีฝนบางจุดระเหยช้ากว่าจุดอื่น เราจะเห็นริ้วฝนนั้นห้อยต่ำลงมาเด่นชัดกว่าบริเวณข้างเคียง

2. ฐานเมฆลวงตา (The Apparent Base)

จุดนี้สำคัญมากบางครั้ง "หยาดน้ำฟ้า" ทำให้เรามองไม่เห็นฐานเมฆที่แท้จริง:

- **กรณีหิมะระเหย:** ถ้าหิมะตกสม่ำเสมอแล้วระเหยไปหมดก่อนถึงพื้น จะทำให้เราแยกไม่ออกว่าเมฆสิ้นสุดตรงไหน
- **ระดับการละลาย (Melting Level):** หากหิมะละลายกลายเป็นฝนอย่างรวดเร็ว เราจะมองเห็นเหมือนเป็น "ฐานเมฆใหม่" ตรงระดับที่มันละลาย เพราะการมองผ่านสายฝนนั้นชัดเจนกว่าการมองผ่านม่านหิมะ ทำให้จุดที่หิมะกลายเป็นฝนดูเหมือนขอบเมฆที่ชัดขึ้นมานั่นเอง

3. เมฆแพนนัส (Pannus) — เมฆเศษวิ่นใต้ฐาน

จะสังเกตเห็นเมฆเศษวิ่นเหล่านี้ได้บ่อยขึ้นเมื่อฝนเริ่มตกหนัก:

- **การก่อตัว:** เกิดจากอากาศชั้นล่างมีความชื้นสูงขึ้นจากการระเหยของฝนที่ตกลงมา
- **จุดนัดพบที่ 0°C:** พวกมันชอบก่อตัวใกล้ระดับเยือกแข็ง เพราะหิมะที่ละลายจะดึงความร้อนจากอากาศ ทำให้อากาศข้างล่างปั่นป่วนและไม่เสถียร (Instability) จนเกิดเป็นเมฆเศษวิ่นเหล่านี้
- **วิวัฒนาการ:** * **ระยะแรก:** เป็นชิ้นเล็ก ๆ กระจัดกระจาย อยู่ห่างจากฐานเมฆหลักค่อนข้างมาก
    - **ระยะต่อมา:** เมื่อเมฆหลัก (As) หนาขึ้นและฐานเมฆต่ำลง เมฆแพนนัสเหล่านี้จะขยายขนาดและจำนวนมากขึ้น จนอาจจะเชื่อมกันเป็นแผ่นเกือบต่อเนื่อง (Quasi-continuous layer) เลย

3.2.3 Nimbostratus (Ns) — นิมโบสเตรตัส

หาก Altostratus คือกระจกฝ้า **Nimbostratus** ก็คือกำแพงหนาที่มาพร้อมสายน้ำ โดยมีลักษณะสำคัญดังนี้:

- **ลักษณะปรากฏ (Appearance):** เป็นชั้นเมฆสีเทา และมักจะมีสี **เทาเข้ม (Dark)** ท้องฟ้าจะดูหม่นและขรึมกว่าเมฆชนิดอื่น ๆ
- **ความฟุ้งกระจาย (Diffuse):** รูปลักษณ์ของมันจะดูมัวและฟุ้งกระจาย ซึ่งเกิดจาก **ฝนหรือหิมะที่ตกลงมาอย่างต่อเนื่อง (Continuously falling rain or snow)**
- **การบังแสง:** มันมีลำตัวที่ **หนามากตลอดทั้งผืน** จนสามารถ **บดบังดวงอาทิตย์ได้มิด (Blot out the Sun)** เราจะไม่เห็นแม้แต่จุดสว่างลาง ๆ ของดวงอาทิตย์เหมือนในเมฆชั้นกลางชนิดอื่น
- **หยาดน้ำฟ้า (Precipitation):** ในกรณีส่วนใหญ่ ฝนหรือหิมะจากเมฆชนิดนี้จะ **ตกถึงพื้นดิน** อย่างชัดเจน

3.2.3.1 ลักษณะเสริมและเมฆบริวาร

สำหรับเมฆ **Nimbostratus (Ns)** สิ่งที่เราจะสังเกตเห็นได้บ่อยที่สุดคือหยาดน้ำฟ้าในรูปแบบต่างๆ :

- **Supplementary Features (ลักษณะเสริม):**
    - **Praecipitatio (แพรซิพิทาชิโอ):** นี่คือหัวใจของเมฆชนิดนี้เลยมันคือหยาดน้ำฟ้าที่ตกลงมาจน **ถึงพื้นดิน** โดยมักจะเป็น **ฝน (Rain), หิมะ (Snow)** หรือ **เม็ดน้ำแข็ง (Ice pellets)** ที่ตกอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง
    - **Virga (วีร์กา):** ในบางครั้งเราอาจเห็นสายฝนหรือหิมะที่ห้อยลงมาแต่ระเหยไปก่อนถึงพื้น ทำให้ฐานเมฆดูฟุ้งๆ มัวๆ
- **Accessory Cloud (เมฆบริวาร):**
    - **Pannus (แพนนัส):** จะพบเมฆชนิดนี้ได้ **บ่อยมาก (Frequently)** ใต้เมฆนิมโบสเตรตัส มันคือเศษเมฆรูปร่างบิดเบี้ยว ขาดวิ่น ที่ลอยต่ำลงมาเนื่องจากความชื้นใต้ฐานเมฆหลักมีสูงมาก บางครั้งพวกมันอาจจะเกาะกลุ่มกันจนดูเหมือนเป็นชั้นเมฆใหม่ที่ต่ำจนเกือบติดยอดไม้หรือภูเขาเลยทีเดียว

3.2.3.2 เมฆที่ให้กำเนิดนิมโบสเตรตัส

เมฆนิมโบสเตรตัสสามารถพัฒนามาจากเมฆชนิดอื่นได้หลายช่องทาง ดังนี้:

- **หนาตัวขึ้นจากเมฆแผ่นชั้นกลาง (Ns altostratomutatus):** นี่คือเส้นทางที่ **พบบ่อยที่สุด (Usually)** เมื่อเมฆ Altostratus เริ่มหนาขึ้นเรื่อย ๆ จนแสงอาทิตย์หายไปหมด และฝนเริ่มตกต่อเนื่องถึงพื้น มันก็จะถูกเปลี่ยนชื่อเรียกเป็นนิมโบสเตรตัส
- **หนาตัวขึ้นจากเมฆก้อนชั้นต่ำหรือชั้นกลาง (Ns stratocumulomutatus / Ns altocumulomutatus):** กรณีนี้ **พบได้ยาก (Rarely)** เกิดจากการที่เมฆก้อนอย่าง Stratocumulus หรือ Altocumulus ขยายตัวมาชนกันจนแน่นขนัดและหนาตัวขึ้นเป็นผืนใหญ่ผืนเดียว
- **แผ่ออกมาจากเมฆพายุ (Ns cumulonimbogenitus): บางครั้ง (Sometimes)** เมื่อเมฆพายุฟ้าคะนอง (Cumulonimbus) สลายตัวหรือแผ่ส่วนกลางและส่วนบนออกเป็นบริเวณกว้างจนกลายเป็นแผ่นเมฆฝนต่อเนื่อง
- **แผ่ออกมาจากเมฆก้อนใหญ่ (Ns cumulogenitus):** กรณีนี้ **พบได้ยากมาก (Very rarely)** จะเกิดขึ้นเมื่อเมฆ Cumulus congestus (เมฆก้อนขนาดใหญ่) เริ่มให้ฝนและแผ่ตัวออกจนกลายเป็นแผ่นเมฆทึบ

3.2.3.3 การเปรียบเทียบระหว่าง Ns กับ As op

สามารถแยกเมฆฝนแผ่น (Ns) ออกจากเมฆชั้นกลางแบบทึบ (As op) ได้ด้วยเกณฑ์ตัดสินเหล่านี้:

- **ความเข้มของสี (Shade of Grey):**
    - **Ns:** โดยทั่วไปจะมีสี **เทาที่เข้มกว่า (Darker grey)** ดูหม่นหมองและมีน้ำหนักมากกว่า
    - **As op:** สีเทาจะดูสว่างกว่าเล็กน้อย ไม่มืดครึ้มเท่า
- **การบดบังดวงอาทิตย์/ดวงจันทร์:**
    - **Ns:** หนามากจน **บดบังมิดทั้งผืน** ไม่ว่ามองไปมุมไหนก็ไม่เห็นตำแหน่งดวงอาทิตย์
    - **As op:** จะมีแค่บางส่วนที่หนาจนบังมิด แต่ยังมีบางจุดที่บางพอให้เห็นตำแหน่งดวงอาทิตย์ลางๆ
- **หยาดน้ำฟ้า (จุดตัดสินในคืนเดือนมืด):**
    - ในคืนที่ไม่มีแสงจันทร์ การแยกแยะด้วยตาเปล่าจะยากมากแต่มีกฎเหล็กคือ **ถ้ามีฝน, หิมะ หรือเม็ดน้ำแข็ง ตกถึงพื้นดิน** ให้ระบุว่าเป็น **Nimbostratus** ทันที
- **ระดับฐานเมฆ:**
    - หากพอมองเห็นฐานเมฆได้ **Ns มักจะมีฐานที่ต่ำกว่า** เมฆอัลโตสเตรตัส
- **แสงจากภายใน (Illumination from inside):**
    - นี่คือลักษณะพิเศษบางครั้งเมฆ Ns จะดูเหมือนมี **"การส่องสว่างจากข้างใน"** (อาจเกิดจากการกระเจิงของแสงในม่านฝนหรือหิมะหนา) ซึ่งลักษณะนี้ **ไม่มีวันพบ** ใน Altostratus

3.2.3.4 การเปรียบเทียบระหว่าง Ns กับ Ac str op

สามารถใช้ 2 จุดสังเกตหลักเพื่อแยก **Nimbostratus (Ns)** ออกจาก **Altocumulus stratiformis opacus (Ac str op)** ได้:

- **หยาดน้ำฟ้า (Precipitation):**

- **Ns:** เป็น "เมฆแห่งฝน" จะมี **ฝน (Rain), หิมะ (Snow)** หรือ **เม็ดน้ำแข็ง (Ice pellets)** ตกลงมาอย่างชัดเจน
- **Ac str op:** โดยปกติจะ **ไม่มีหยาดน้ำฟ้าตกลงมา** ถึงพื้นดินเลย แม้จะดูหนาทึบแค่ไหนก็ตาม

- **โครงสร้างและฐานเมฆ (Features and Base):**
  - **Ns:** จะดู **ไร้รูปทรง (No features)** และมักจะ **มองไม่เห็นฐานเมฆที่ชัดเจน** เพราะม่านฝนหรือม่านหิมะจะทำให้ฐานเมฆดูฟุ้งกลืนไปกับอากาศด้านล่าง
  - **Ac str op:** จะยังคงเห็น **องค์ประกอบที่เป็นก้อนหรือแผ่น (Elements)** เรียงตัวกันอย่างชัดเจน และมีผิวหน้าด้านล่าง (Lower surface) ที่แยกขาดจากอากาศข้างใต้ได้ชัดเจนกว่ามาก

3.2.3.5 การเปรียบเทียบระหว่าง Ns กับ Sc str op

สามารถแยก **Nimbostratus (Ns)** ออกจาก **Stratocumulus stratiformis opacus (Sc str op)** ได้โดยสังเกตจาก:

- **รายละเอียดของฐานเมฆ (Features & Base):**
  - **Ns:** จะดูเป็นผืนเรียบที่ **ไร้ลวดลาย (No features)** และมักจะ **มองไม่เห็นฐานเมฆที่ชัดเจน** เพราะถูกม่านฝนหรือหิมะบดบังจนฟุ้งไปหมด
  - **Sc str op:** แม้จะหนาจนบังแดดมิด แต่จะยังพอเห็น **ร่องรอยของก้อนเมฆ (Elements)** ที่อาจจะเบียดรวมกันจนแน่นหรือแยกกันบ้าง และมีขอบเขตของฐานเมฆที่ดู "คม" กว่า
- **ชนิดและความถี่ของหยาดน้ำฟ้า (Precipitation):**
  - **Ns:** ให้ฝนหรือหิมะตก **ต่อเนื่องและจริงจัง** (Rain, snow, or ice pellets)
  - **Sc str op:** ปกติจะไม่ค่อยมีฝนตก แต่ถ้ามี ก็จะเป็นแค่การ **ตกแบบอ่อนๆ และไม่บ่อยนัก (Infrequent weak falls)** เช่น ฝนปรอย หิมะบางๆ หรือหิมะเม็ดเล็ก (Snow pellets)

3.2.3.6 การเปรียบเทียบระหว่าง Ns กับ St neb op

สามารถแยก **Nimbostratus (Ns)** ออกจาก **Stratus nebulosus opacus (St neb op)** ได้จาก 2 ปัจจัยหลักนี้:

- **ชนิดของหยาดน้ำฟ้า (Type of Precipitation):** นี่คือ "กุญแจสำคัญ" เลย
  - **Ns:** จะให้หยาดน้ำฟ้าที่มีพลังมากกว่า คือ **ฝน (Rain), หิมะ (Snow)** หรือ **เม็ดน้ำแข็ง (Ice pellets)** ที่ตกอย่างต่อเนื่อง
  - **St neb op:** จะให้เพียงหยาดน้ำฟ้าแบบเบาบางเท่านั้น ได้แก่ **ฝนละออง (Drizzle), หิมะโปรย** หรือ **หิมะเม็ดเล็ก (Snow grains)**
- **ต้นกำเนิดและบริบทของท้องฟ้า (Evolution & Context):**
  - **Ns:** มักจะ **พัฒนามาจากเมฆอัลโตสเตรตัส (Altostratus)** ที่หนาตัวขึ้นจนเต็มท้องฟ้า (มักมีเมฆชั้นสูงหรือชั้นกลางนำมาก่อน)
  - **St neb op:** มักจะก่อตัวขึ้นมาเดี่ยว ๆ ในระดับต่ำ โดยที่ **ไม่มีเมฆชั้นต่ำหรือชั้นกลางชนิดอื่น** อยู่ในบริเวณนั้น (เช่น พัฒนามาจากหมอกที่ยกตัวขึ้น)

3.2.3.7 การเปรียบเทียบระหว่าง Ns กับ Cb

ในวันที่ฝนตกหนักและท้องฟ้ามืดมิดจนมองเห็นแต่แผ่นเมฆสีเทาหนาทึบที่ดูคล้าย **Nimbostratus** ให้คอยสังเกตปรากฏการณ์เหล่านี้:

- **ฟ้าแลบและฟ้าร้อง (Lightning and Thunder):** หากมีประกายไฟบนฟ้าหรือมีเสียงคำรามเกิดขึ้น แม้เพียงครั้งเดียว ให้จัดประเภทเมฆนั้นเป็น **Cumulonimbus (Cb)** ทันที
- **ลูกเห็บ (Hail):** หากหยาดน้ำฟ้าที่ตกลงมามีลักษณะเป็นก้อนน้ำแข็งแข็งๆ (ลูกเห็บ) นี่คือสัญญาณชัดเจนของเมฆ **Cumulonimbus** เพราะ Nimbostratus ไม่มีความรุนแรงของกระแสอากาศภายในพอที่จะสร้างลูกเห็บได้

องค์ประกอบทางกายภาพ

เมฆนิมโบสเตรตัสมีโครงสร้างที่ทรงพลังมากดังนี้:

- **อาณาเขตและความหนา:** โดยทั่วไปจะแผ่ปกคลุมเป็น **บริเวณกว้างมาก (Wide area)** และมีความหนาในแนวตั้ง **(Vertical extent)** ที่สูงมากเช่นกัน
- **ส่วนประกอบภายใน:** มันคือ "แหล่งรวม" ของสถานะน้ำเลยประกอบด้วย:
    - หยดน้ำ (Water droplets) ซึ่งบางครั้งอาจเป็น **น้ำเย็นจัด (Supercooled)**
    - หยดฝน (Raindrops)
    - ผลึกหิมะ (Snow crystals) และเกล็ดหิมะ (Snowflakes)
    - หรือการผสมผสานกันของอนุภาคของเหลวและของแข็งทั้งหมดข้างต้น
- **การบดบังแสง:** ด้วยความที่มันมีความหนาแน่นของอนุภาคสูงมาก (High concentration) ร่วมกับความหนาของตัวเมฆเอง ทำให้ **แสงอาทิตย์ไม่สามารถส่องทะลุผ่านออกมาได้เลย**

3.2.3.8 ข้อสังเกตเพิ่มเติม

ในส่วนสุดท้ายของ **Nimbostratus (Ns)** มีประเด็นที่น่าสนใจมากดังนี้:

1. จุดเปลี่ยนจาก Altostratus เป็น Nimbostratus

มันคือกระบวนการที่ต่อเนื่องกันเมื่อเมฆ Altostratus หนาขึ้นเรื่อย ๆ จนฐานเมฆค่อย ๆ ต่ำลง และหนาพอที่จะ **บังดวงอาทิตย์จนมิดสนิท** เมื่อนั้นเราจะเปลี่ยนการเรียกชื่อเป็น **Nimbostratus** ทันที

2. แสงสว่างจากภายใน (Illuminated from inside)

เคยสังเกตไหมคะว่าทำไมเมฆฝนบางก้อนถึงดูเหมือนมีแสงนวล ๆ อยู่ข้างใน?

- **สาเหตุ:** เพราะหยดน้ำขนาดเล็ก (Cloud droplets) ที่เคยขวางทางแสงที่ฐานเมฆ ถูกฝนหรือหิมะที่ตกลงมา "กวาด" ออกไป (Swept out) หรือระเหยไปหมดแล้ว
- แสงจากด้านบนจึงส่องทะลุลงมาได้ลึกกว่าเมฆทั่วไปที่มีความหนาเท่ากันแต่ไม่มีฝนตก

3. ระดับการละลาย (The Melting Level)

แม้โดยทั่วไป Ns จะไม่มีฐานที่ชัดเจน แต่เราอาจเห็น "ฐานลวงตา" ได้:

- **จุดสังเกต:** ตรงระดับที่ **หิมะละลายกลายเป็นฝน** แสงจะผ่านฝนได้ดีกว่าผ่านหิมะ ทำให้เราเห็นเหมือนมีขอบหรือฐานเมฆเกิดขึ้นตรงระดับนั้น (เห็นได้ชัดเมื่อระดับการละลายอยู่ต่ำและฝนไม่หนาแน่นเกินไป)

4. ความสัมพันธ์กับเมฆแพนนัส (Pannus)

เมฆเศษวิ่นใต้ฐาน (Pannus) คือตัวแปรสำคัญที่ทำให้สับสนได้:

- **การรวมตัว:** ในช่วงแรกจะเป็นก้อนแยกกัน แต่ต่อมาอาจรวมกันเป็นแผ่นจนดูเหมือนเป็นฐานเมฆจริง ๆ
- **วงจรชีวิต:** พวกมันสลายตัวได้ง่ายเพราะถูกหยดฝนดึงไปรวมตัวกัน แต่ก็ก่อตัวใหม่ได้เรื่อย ๆ จากความชื้น
- **จุดสังเกต:** ถ้าฝนตกหนักมาก ๆ เมฆแพนนัสจะถูกฝน "กวาด" ออกไปเร็วกว่าที่มันจะสร้างใหม่ ทำให้พวกมันหายไปในที่สุด

5. ลักษณะพิเศษในเขตร้อน (Tropics)

สำหรับบ้านเรา (ประเทศไทย) อาจเห็น Nimbostratus ในเวอร์ชันนี้:

- ในช่วงที่ฝนซาชั่วคราว เมฆ Ns อาจจะแตกตัวออกเป็นหลายชั้น และกลับมารวมตัวกันใหม่ได้อย่างรวดเร็ว
- มักจะเห็นสีที่เรียกว่า **"Livid colour"** (สีเทาอมม่วงหรือเทาเขียวเข้ม) ที่มีความสว่างไม่สม่ำเสมอ ซึ่งเกิดจากช่องว่างภายในมวลเมฆนั่นเอง

3.3 เมฆชั้นต่ำ (Low-level clouds)

3.3.1 Stratocumulus (Sc) — สเตรโตคิวมูลัส

เมฆชนิดนี้มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่ทำให้แยกออกจากเมฆก้อนชนิดอื่นได้ง่าย ๆ ดังนี้:

- **สีสัน (Color):** มักจะมีสี **เทา หรือ ขาวสว่าง หรือมีทั้งสองสีปนกัน** แต่อัญมณีลับของมันคือ **"มักจะมีส่วนที่มืดหรือคล้ำ" (Dark parts)** ปรากฏอยู่เสมอ ไม่ขาวนวลไปทั้งก้อนเหมือนเมฆชั้นกลางบางชนิด
- **รูปร่าง (Form):** ปรากฏเป็นกลุ่ม (Patch), เป็นแผ่น (Sheet) หรือเป็นชั้นปกคลุม (Layer) โดยประกอบขึ้นจากส่วนย่อย ๆ ที่เรียกว่า:
    - **Tessellations:** ลักษณะเหมือนกระเบื้องโมเสกหรือก้อนที่วางเบียดกัน
    - **Rounded masses:** ก้อนมน ๆ
    - **Rolls:** เป็นลอนคลื่นเหมือนขนมปังแถว
- **พื้นผิว (Texture):** มีลักษณะ **ไม่เป็นเส้นใย (Non-fibrous)** คือดูเป็นเนื้อก้อนที่ชัดเจน ยกเว้นในส่วนที่เป็นสายฝนระเหยหรือ **Virga** เท่านั้นที่อาจจะดูเป็นเส้น ๆ ได้
- **การรวมตัว:** ก้อนเมฆเหล่านี้อาจจะเชื่อมติดกันเป็นแพ (Merged) หรือแยกออกจากกันเป็นก้อน ๆ ก็ได้

3.3.1.1 Species (ชนิด)

Stratocumulus stratiformis (Sc str)

คำว่า Stratiformis มาจากภาษาละอองที่แปลว่า "รูปแบบแผ่น" หรือ "ชั้น" ซึ่งลักษณะเฉพาะที่จะสังเกตเห็นได้คือ:

- **การจัดระเบียบ:** ปรากฏเป็น **ลอน (Rolls)** หรือเป็น **ก้อนมนขนาดใหญ่ (Large rounded masses)** ที่เรียงตัวต่อกันเป็นผืนกว้าง หรือแผ่เต็มท้องฟ้าเป็นชั้น (Extended sheet or layer)
- **รูปทรง:** องค์ประกอบย่อยๆ ของเมฆมักจะมีลักษณะ **แบนราบ (More or less flattened)** ไม่พองฟูเหมือนเมฆก้อนทั่วไป
- **ความนิยม:** สายพันธุ์นี้คือ **"สายพันธุ์ที่พบได้บ่อยที่สุด" (The most common)** ของเมฆ Stratocumulus เลย

Stratocumulus lenticularis (Sc len)

คำว่า Lenticularis หมายถึงรูปทรงคล้าย **เลนส์ (Lens)** หรือ **เมล็ดอัลมอนด์ (Almond)** ซึ่งมีลักษณะเด่นที่ควรสังเกตดังนี้:

- **รูปร่าง:** เป็นกลุ่มเมฆที่มีรูปทรงมนรี และมักจะ **ยาวมาก (Very elongated)** โดยมี **ขอบเขตที่ชัดเจน (Well-defined outlines)**
- **โครงสร้างภายใน:** สามารถปรากฏได้ 2 รูปแบบ:
    1. ประกอบด้วยก้อนเล็ก ๆ มาเรียงชิดติดกัน (ซึ่งก้อนย่อยต้องกว้างกว่า 5° เมื่อมองทำมุมเกิน 30° จากขอบฟ้าตามกฎนิ้วมือของเรา)
    2. เป็นก้อนเนื้อเดียวที่ดูเรียบเนียน และ **มักจะมีสีคล้ำ (Usually dark unit)**
- **ปรากฏการณ์พิเศษ:** บางครั้งอาจเกิด **การเหลือบสี (Irisation)** หรือสีรุ้งบนตัวเมฆได้ด้วย
- **ความหายาก:** สายพันธุ์นี้ **ค่อนข้างหายาก (Fairly rare)** เมื่อเทียบกับแบบแรก

Stratocumulus castellanus (Sc cas)

ชื่อ Castellanus มีที่มาจากคำว่า "Castle" หรือปราสาทนั่นเองสังเกตได้ไม่ยากเลย:

- **ลักษณะเด่น:** มี **ยอดเมฆทรงหอคอย (Turrets)** พุ่งตัวขึ้นไปในแนวตั้ง โดยที่ฐานของพวกมันยังคงเชื่อมต่อกันเป็นแถวในแนวนอน
- **รูปร่าง:** * มองดูแล้วเหมือน **เชิงเทินบนกำแพงปราสาท (Crenellated appearance)**
    - ยอดหอคอยเหล่านี้มักจะเรียงตัวเป็นแนวเส้นตรง
    - บางครั้งยอดจะ **สูงกว่าความกว้าง** ของตัวมันเองเสียอีก
    - จะเห็นได้ชัดเจนที่สุดเมื่อมองดูเมฆนี้จาก **"ด้านข้าง"** (มองไปทางขอบฟ้า)

การ "พัฒนา" ที่สำคัญ:

เมฆ Sc cas นี้ไม่ได้หยุดอยู่แค่นั้นหากอากาศเอื้ออำนวย มันสามารถพัฒนาต่อไปเป็นเมฆที่ใหญ่กว่าได้:

1. **กลายเป็น Cumulus congestus (เมฆก้อนใหญ่):** หากยอดเมฆพุ่งตัวขึ้นอย่างรุนแรงหรือมีความสูงในแนวตั้งมาก ๆ เราจะเรียกมันว่า stratocumulogenitus (กำเนิดจากสเตรโตคิวมูลัส)
2. **กลายเป็น Cumulonimbus (เมฆพายุฟ้าคะนอง):** นี่คือขั้นสุดหากยอดเมฆเริ่มดูเรียบเนียน เป็นเส้นใย (เหมือนริ้วน้ำแข็ง) หรือถ้ามันเริ่มส่งเสียง **ฟ้าร้อง มีฟ้าแลบ หรือลูกเห็บตก**

Stratocumulus volutus (Sc vol)

คำว่า Volutus แปลว่า "ม้วน" หรือ "หมุน" ซึ่งเป็นสมาชิกใหม่ที่เพิ่งถูกเพิ่มเข้ามาในทำเนียบเมฆเมื่อไม่นานมานี้เอง (ปี 2016) ลักษณะของมันคือ:

- **รูปร่าง:** เป็นมวลเมฆรูปทรง **กระบอกยาว (Tube-shaped)** วางตัวในแนวนอน
- **ลักษณะการลอย:** เป็นเมฆที่ **แยกตัวออกมาเดี่ยวๆ (Detached)** ไม่ได้เชื่อมต่อกับฐานเมฆชนิดอื่น เหมือนเมฆอาร์คัส (Arcus) ที่เราเห็นเวลาพายุจะมา
- **การเคลื่อนที่:** มักจะดูเหมือนกำลัง **ม้วนตัวอย่างช้าๆ (Roll slowly)** รอบแกนแนวนอนของตัวเอง
- **จำนวน:** ส่วนใหญ่จะมาแค่ **เส้นเดียวเดี่ยวๆ (Singularly)** แต่ในบางครั้งก็อาจเห็นเรียงตามกันมาเป็นแนวได้
- **ความหายาก:** สายพันธุ์นี้ **หายากมาก (Rare)** ถ้าใครถ่ายรูปได้ถือว่าโชคดีมาก

Stratocumulus floccus (Sc flo)

คำว่า Floccus หมายถึง "ปุยฝ้าย" หรือ "ปุยขนสัตว์" ซึ่งสามารถสังเกตลักษณะเด่นได้ดังนี้:

- **รูปร่าง:** เป็น **กระจุกเมฆเล็ก ๆ (Small tufts)** ที่ดูเหมือนเมฆก้อนจิ๋ว ๆ กระจัดกระจายอยู่บนฟ้า
- **ส่วนล่าง:** บริเวณฐานของกระจุกเมฆเหล่านี้มักจะ **ขาดวิ่น (Ragged)** ไม่เป็นเส้นตรงเรียบเนียน
- **หางเมฆ (Virga):** ในสภาพอากาศที่หนาวจัด อาจเห็น **ริ้วที่เป็นเส้นใย (Fibrous trails)** ห้อยลงมาจากปุยเมฆเหล่านี้ ซึ่งก็คือผลึกน้ำแข็งที่กำลังตกลงมาและระเหยไป (Ice crystal virga) นั่นเอง
- **การก่อตัว:** บ่อยครั้งเมฆปุยสำลีนี้เกิดจากการที่ฐานของเมฆรูปปราสาท (Stratocumulus castellanus) เริ่มสลายตัวลง (Dissipation) เหลือทิ้งไว้เพียงยอด ๆ เป็นปุย ๆ

3.3.1.2 Varieties

Stratocumulus translucidus (Sc tr)

คำว่า Translucidus มีความหมายตรงตัวว่า "โปร่งแสง" ซึ่งสามารถตัดสินใจเลือกชื่อนี้ได้เมื่อเห็นลักษณะดังนี้:

- **ความหนาแน่น:** เป็นกลุ่มหรือแผ่นเมฆที่ **ไม่หนาทึบ (Not very dense)** ในทุกจุดที่มอง
- **การทะลุผ่านของแสง:** ส่วนใหญ่ของผืนเมฆมีความโปร่งแสงมากพอที่จะ **เผยให้เห็นตำแหน่งของดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์** ได้ชัดเจน (เหมือนมีม่านบางๆ มาบังไว้)
- **รอยต่อระหว่างก้อน:** จุดที่น่าสังเกตคือ ตรงบริเวณที่ก้อนเมฆแต่ละก้อนมาบรรจบกัน อาจจะยังพอ **มองเห็นสีฟ้าของท้องฟ้า** ได้ลางๆ

Stratocumulus perlucidus (Sc pe)

คำว่า Perlucidus มาจากภาษาละตินที่หมายถึง "การมองทะลุผ่านช่อง" ความต่างที่สำคัญจากชนิดโปร่งแสง (Translucidus) ที่เราเพิ่งคุยกันไปก็คือ:

- **ลักษณะช่องว่าง:** แทนที่จะให้แสงส่องผ่านตัวเมฆออกมาตรง ๆ Perlucidus จะมี **ช่องว่าง (Spaces) ระหว่างก้อนเมฆแต่ละก้อน**
- **สิ่งที่มองเห็นผ่านช่อง:** ผ่านช่องว่างเล็ก ๆ เหล่านี้ จะสามารถมองเห็น:
    - **ดวงอาทิตย์** หรือ **ดวงจันทร์** ที่ส่องลงมาแบบเต็ม ๆ
    - **สีฟ้าของท้องฟ้า** ที่ชัดเจน
    - หรือแม้แต่ **เมฆที่อยู่ชั้นสูงกว่า** (เช่น Cirrus หรือ Altocumulus) ก็สามารถมองลอดผ่านร่องของมันไปได้

Stratocumulus opacus (Sc op)

คำว่า Opacus หมายถึง "ทึบแสง" ซึ่งตรงข้ามกับสองแบบแรกที่เราคุยกันมาเลย ลักษณะที่จะสังเกตได้คือ:

- **ความหนาแน่น:** เป็นเมฆที่ **หนาทึบ (Dense)** และต่อเนื่องกันเป็นผืนใหญ่ (Continuous sheet)
- **การบังแสง:** องค์ประกอบส่วนใหญ่หนาพอที่จะ **บดบังดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ได้อย่างสนิท** ไม่เห็นแม้แต่ตำแหน่งที่อยู่ของมัน
- **ลักษณะพื้นผิว:**
    - **ด้านฐานเมฆ:** บางครั้งฐานเมฆอาจจะดูเรียบเสมอกัน แต่เรายังเห็นรอยแยกหรือรอยต่อ (Subdivision) ได้จากความขรุขระของผิวด้านบน
    - **ความนูนเด่น:** แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว ฐานเมฆจะ **ขรุขระ ไม่สม่ำเสมอ (Uneven)** ทำให้เรามองเห็นก้อนเมฆแต่ละก้อนนูนเด่นออกมาเป็นมิติ (True relief) อย่างชัดเจนเลย

Stratocumulus duplicatus (Sc du)

คำว่า Duplicatus หมายถึง "ซ้ำ" หรือ "สองเท่า" ซึ่งสามารถระบุเมฆชนิดนี้ได้เมื่อเห็นลักษณะดังนี้:

- **การซ้อนทับ (Superposed):** ประกอบด้วยเมฆสเตรโตคิวมูลัสตั้งแต่ **2 ชั้นขึ้นไป** วางซ้อนกันในแนวนอน
- **ระยะห่าง:** ชั้นเมฆเหล่านี้มักจะอยู่ **ใกล้ชิดกันมาก** และในบางจุดอาจจะมีบางส่วนที่เชื่อมรวมเข้าด้วยกัน (Partly merged)
- **สายพันธุ์ที่พบ:** ลวดลายแบบซ้อนกันนี้ มักจะปรากฏใน 2 สายพันธุ์หลักที่เราคุยกันไปแล้ว คือ:
    1. **Stratiformis (Sc str):** แบบแผ่นที่ซ้อนกันเป็นเลเยอร์
    2. **Lenticularis (Sc len):** แบบรูปทรงเลนส์ที่วางซ้อนกันเหมือนจานรองแก้วหลายใบ

Stratocumulus undulatus (Sc un)

คำว่า Undulatus หมายถึง "ลูกคลื่น" ซึ่งสามารถระบุลวดลายนี้ได้จากลักษณะเฉพาะตัวดังนี้:

- **การจัดระเบียบ:** ก้อนเมฆที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่และมักมีสีเทา จะเรียงตัวกันเป็น **เส้นขนาน (Parallel lines)** อย่างชัดเจน
- **ระบบคลื่นคู่ (Double system):** ในบางครั้งอาจเห็นความน่าทึ่งมากกว่าเดิม คือมีเส้นคลื่นชุดที่สองมาตัดขวางกับระบบคลื่นหลัก ทำให้ก้อนเมฆดูเหมือนถูกจัดวางเป็น **"แถวและแนว" (Rank and file)** อย่างกับแถวทหารเลย
- **สายพันธุ์ที่พบ:** ลวดลายแบบคลื่นนี้จะเกิดขึ้นในสายพันธุ์ **Stratiformis (Sc str)** เท่านั้น

Stratocumulus radiatus (Sc ra)

คำว่า Radiatus หมายถึง "รัศมี" หรือ "การแผ่ออก" ลักษณะเด่นที่จะสังเกตเห็นได้คือ:

- **การเรียงตัว:** เมฆจะรวมตัวกันเป็น **แถบกว้างที่เกือบจะขนานกัน (Broad, nearly parallel bands)** * **ภาพลวงตาทางสายตา:** ด้วยอิทธิพลของทัศนมิติ (Perspective) แถบเมฆที่ขนานกันเหล่านี้จะดูเหมือน **พุ่งไปบรรจบกันที่จุดใดจุดหนึ่งบนขอบฟ้า** (หรือพุ่งจากจุดหนึ่งไปหาอีกจุดที่อยู่ตรงข้ามกัน) คล้ายกับเส้นถนนที่ดูเหมือนจะไปรวมกันที่ปลายสายตา
- **การจำแนกที่สำคัญ:** ลวดลายนี้ดูคล้ายกับเมฆคิวมูลัสที่เรียงตัวเป็นแถว (Cloud streets) มาก แต่จุดต่างคือ:
    - **Sc ra:** จะเห็นเป็นแถบเมฆที่เชื่อมต่อกันมากกว่าและมีขนาดก้อนตามกฎ 5° ของสเตรโตคิวมูลัส
    - **Cumulus:** จะเห็นเป็นก้อนเดี่ยว ๆ (Individual cells) ที่มาวางเรียงต่อกันเป็นแถวเฉย ๆ
- **สายพันธุ์ที่พบ:** ลายนี้พบได้ในสายพันธุ์ **Stratiformis (Sc str)**

Stratocumulus lacunosus (Sc la)

คำว่า Lacunosus มาจากภาษาละตินที่หมายถึง "หลุม" หรือ "ช่องว่าง" ซึ่งสามารถสังเกตความพิเศษของมันได้ดังนี้:

- **ลักษณะรูพรุน:** ปรากฏเป็นแผ่นหรือกลุ่มเมฆที่มี **รูกลม (Round holes)** กระจายตัวอยู่อย่างค่อนข้างมีระเบียบ
- **ขอบของรู:** รูเหล่านี้หลายรูกจะมีลักษณะ **ขอบเป็นฝอย (Fringed edges)** ไม่ได้เรียบกริบเหมือนวงกลมที่ขีดเขียนขึ้น
- **รูปทรงรังผึ้ง:** การจัดเรียงตัวของเนื้อเมฆและช่องว่างสีฟ้า มักจะดูเหมือน **ตาข่าย (Net)** หรือ **รังผึ้ง (Honeycomb)**
- **ความเปลี่ยนแปลง:** จุดที่น่าตื่นเต้น คือลวดลายนี้ **เปลี่ยนแปลงเร็วมาก (Change rapidly)** ถ้าหันไปมองอีกที รายละเอียดของช่องว่างอาจจะขยับขยายหรือเปลี่ยนรูปไปแล้ว

3.3.1.3 ลักษณะเสริมและเมฆบริวาร

เมฆ Stratocumulus สามารถแสดงลักษณะพิเศษที่น่าสนใจได้ดังนี้:

1. ลักษณะพื้นผิวที่รุนแรงและปั่นป่วน
    - **Asperitas (แอสเพอริตัส):** ดูเหมือนผิวน้ำทะเลที่ปั่นป่วนและขรุขระอย่างรุนแรงเมื่อมองจากด้านล่าง
    - **Fluctus (ฟลักตัส):** หรือที่เรียกกันว่า "คลื่นเคลวิน-เฮล์มโฮลทซ์" (Kelvin-Helmholtz) มีลักษณะคล้ายยอดคลื่นที่กำลังม้วนตัว
    - **Cavum (คาวุม):** ในอุณหภูมิต่ำมาก อาจเกิด "รู" ขนาดใหญ่ที่ดูเหมือนถูกเจาะในแผ่นเมฆ (Fallstreak hole)
2. Mamma (มามมา)

คือลักษณะที่ฐานเมฆย้อยลงมาเป็น **"รูปเต้านม" หรือ "ถุงคว่ำ"**

- **ลักษณะ:** ดูเหมือนมันพร้อมจะหลุดแยกตัวออกมาจากแผ่นเมฆใหญ่
- **ข้อควรระวัง:** อย่าสับสนกับ Altostratus opacus ที่มีรอยยับย่นเพราะ Mamma ของสเตรโตคิวมูลัสจะดูมีมิติและนูนเด่นชัดเจนกว่ามาก

3. หยาดน้ำฟ้า (Precipitation & Virga)
    - **Virga (วีร์กา):** อาจเห็นสายฝนระเหยเป็นเส้นใยห้อยลงมาแต่ตกไม่ถึงพื้น โดยเฉพาะในวันที่อากาศใกล้พื้นดินหนาวจัด
    - **Praecipitatio (เพรซิพิทาทิโอ):** การที่ฝนหรือหิมะตกถึงพื้นดินจริง ๆ นั้น **เกิดขึ้นได้ยากมาก** สำหรับเมฆชนิดนี้ และถ้าตก ก็จะมี **ความรุนแรงต่ำมาก (Weak intensity)** เท่านั้น

3.3.1.4 เมฆที่อาจกลายเป็นสเตรโตคิวมูลัส

สามารถสังเกตการ "พัฒนา" ของมันได้จากแหล่งกำเนิดหลัก ๆ ดังนี้:

1. พัฒนาจากเมฆชั้นกลางและเมฆฝนแผ่น
    - **จาก Altocumulus:** เมื่อก้อนเมฆชั้นกลางขยายขนาดใหญ่ขึ้นจนเกิน 5 องศา (Sc altocumulomutatus)
    - **จาก Altostratus หรือ Nimbostratus:** เกิดจากความปั่นป่วนของอากาศใต้ฐานเมฆฝนที่ชื้นแฉะ จนกลายเป็นก้อนวิ่น ๆ (Sc altostratogenitus หรือ nimbostratogenitus)
    - **สัญญาณฝนหยุด:** เมื่อเมฆ Nimbostratus เริ่มบางลงหลังฝนหยุดตก มันจะกลายเป็นแผ่นก้อน Sc แทน (Sc nimbostratomutatus)
2. พัฒนาจากเมฆสเตรตัส (Stratus)
    - เกิดจากการที่เมฆแผ่นเรียบ ๆ (Stratus) ถูกยกตัวขึ้น หรือถูกกระแสอากาศปั่นป่วนจนแตกตัวออกเป็นก้อน ๆ (Sc stratomutatus)
3. เกิดจากการขยายตัวของเมฆก้อน (Cumulus & Cumulonimbus)

นี่คือจุดที่พบบ่อยที่สุด:

- **เมื่อเจอชั้นอากาศคงที่:** ยอดเมฆ Cumulus จะหยุดโตและแผ่ออกด้านข้างเหมือนรูปร่ม (Sc cumulogenitus)

- **เมื่อลมแรง (Wind Shear):** ยอดเมฆโดนลมพัดจนเอนและแผ่กระจายออก
- **ช่วงเย็น (Evening transition):** เมื่อแสงแดดหมด พลังงานความร้อนที่พยุงเมฆก้อนก็หมดลง ยอดเมฆที่เคยกดนูนจะ "ยุบตัวลง" และแผ่แบนกลายเป็น Sc

3.3.1.5 การเปรียบเทียบระหว่าง Sc กับ Cirrostratus nebulosus

ในสภาวะที่อากาศหนาวจัดเป็นพิเศษ เมฆ Sc สามารถสร้าง **สายฝนระเหยที่เป็นผลึกน้ำแข็ง (Ice crystal virga)** ปริมาณมากจนทำให้เกิดปรากฏการณ์ **พระอาทิตย์ทรงกลด (Halo phenomena)** ได้ ซึ่งปกติเราจะเจอเหตุการณ์นี้กับเมฆชั้นสูงอย่าง Cirrostratus เท่านั้น

หากเจอสถานการณ์ที่แยกไม่ออก ให้ใช้หลักเกณฑ์เหล่านี้ตัดสิน:

- **การมองเห็น "ความเป็นก้อน" (Evidence of elements):** * **Sc:** แม้จะมีละอองน้ำแข็งฟุ้งกระจาย แต่คุณจะยังพอเห็นร่องรอยของ **ก้อนมน (Rounded masses)** หรือ **ลอนเมฆ (Rolls)** อยู่บ้าง ไม่เรียบเนียนไปทั้งหมด
    - **Cs neb:** จะดูเป็นฝ้าขาวเนียนละเอียดสม่ำเสมอเหมือนม่านที่ไม่มีรูปร่างก้อนเลย
- **ความทึบแสง (Opacity):**
    - **Sc:** จะมีความ **หนาและทึบแสงมากกว่า** อย่างเห็นได้ชัด
    - **Cs neb:** จะบางเบาและโปร่งใสกว่ามาก จนบางครั้งถ้าไม่มีวงทรงกลดเราอาจจะไม่รู้เลยว่ามีเมฆอยู่ตรงนั้น

3.3.1.6 การเปรียบเทียบระหว่าง Stratocumulus กับ Altocumulus

วิธีที่จะแยกเมฆชั้นต่ำ (Sc) ออกจากเมฆชั้นกลาง (Ac) ได้อย่างแม่นยำ มีกฎเหล็กอยู่ 2 ข้อดังนี้:

1. กฎ 5 องศา (The 5° Rule)

นี่คือวิธีที่นักอุตุนิยมวิทยาทั่วโลกใช้กัน ให้ชูมือขึ้นไปบนฟ้า (มองทำมุมสูงกว่า 30 องศาจากขอบฟ้า):

- **Stratocumulus (Sc):** ก้อนเมฆส่วนใหญ่จะมีขนาด **กว้างกว่า 5 องศา** หรือเทียบเท่ากับความกว้างของ **3 นิ้ว (นิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนาง) วางเรียงชิดกัน** เมื่อเหยียดแขนตึง
- **Altocumulus (Ac):** ก้อนเมฆจะมีขนาดเล็กกว่านั้น (อยู่ระหว่าง 1 ถึง 5 องศา) หรือประมาณความกว้างของ 2 นิ้ว

2. หยาดน้ำฟ้า (Precipitation)

- **Stratocumulus (Sc):** มีโอกาสเกิดฝนหรือหิมะตกได้ แม้จะมีความรุนแรงต่ำ (Weak intensity)
- **Altocumulus (Ac):** แทบจะไม่มีหยาดน้ำฟ้าตกลงมาถึงพื้นเลย (นอกจากจะเห็นเป็น Virga หรือสายฝนระเหยในอากาศเท่านั้น)

3.3.1.7 การเปรียบเทียบระหว่าง Stratocumulus กับ Altostratus

เมื่อมองเห็นแผ่นเมฆแผ่ขยายเต็มท้องฟ้า ให้สังเกตจุดต่างเหล่านี้เพื่อแยกประเภท:

- **ลักษณะของฐานเมฆ (Uniformity):**
    - **Sc:** ฐานเมฆจะ **ไม่สม่ำเสมอ (Less uniform)** มีความขรุขระ มีมิติสูงต่ำชัดเจน

    - **As:** ฐานเมฆจะดูเรียบเนียนและสม่ำเสมอกว่า เหมือนแผ่นผ้าที่ขึงไว้เท่ากันทั้งผืน
- **การปรากฏขององค์ประกอบ (Elements):**
    - **Sc:** เป็นหัวใจสำคัญเลย คือต้องเห็นเป็น **ก้อนมน (Rounded masses)** หรือ **ลอน (Rolls)** อย่างชัดเจน
    - **As:** จะไม่มีลักษณะเป็นก้อนแยกจากกันแบบนั้น
- **เนื้อเมฆ (Texture):**
    - **Sc:** เนื้อเมฆดูแน่นและ **ไม่เป็นเส้นใย (Non-fibrous)** ยกเว้นในวันที่หนาวจัดมาก ๆ เท่านั้น
    - **As:** มักจะมีลักษณะ **เป็นเส้นใย (Fibrous)** หรือดูฟุ้งกระจายเหมือนแปรงปัด
- **หยาดน้ำฟ้า (Precipitation):**
    - **Sc:** ฝนหรือหิมะตก **น้อยมากและเบามาก** (Weak and infrequent)
    - **As:** สามารถทำให้เกิดฝนหรือหิมะตกต่อเนื่องในระดับ **เบาไปจนถึงปานกลาง** ได้เลย

3.3.1.8 การเปรียบเทียบระหว่าง Sc ชนิดแผ่นทึบ กับ เมฆฝนแผ่น

หากยืนอยู่ใต้ท้องฟ้าที่มืดมัวและหนาทึบ ให้ใช้เกณฑ์เหล่านี้เพื่อแยกแยะว่ามันคือ "แค่เมฆทึบ" หรือ "เมฆฝนจริง" :

- **ลักษณะฐานเมฆและความเป็นก้อน:**
    - **Sc str op:** ฐานเมฆจะ **ไม่สม่ำเสมอ (Less uniform)** และที่สำคัญที่สุดคือต้องเห็น **ความเป็นก้อนมน (Rounded masses)** หรือ **ลอน (Rolls)** ชัดเจน แม้จะดูมืดแค่ไหนก็ตาม
    - **Ns:** จะดูเป็นแผ่นหนาที่เปียกชื้นและเรียบเนียนกว่า จนแทบไม่เห็นรอยแยกของก้อนเมฆเลย
- **หยาดน้ำฟ้า (Precipitation):**
    - **Sc str op:** ถ้ามีฝนตก จะเป็นเพียง **ฝนปรอยๆ หรือหิมะที่เบามาก (Weak intensity)** และตกเป็นพักๆ ไม่สม่ำเสมอ
    - **Ns:** มักจะมาพร้อมกับ **ฝนหรือหิมะที่ตกหนักและต่อเนื่อง** (Heavy intensity) จนทัศนวิสัยแย่ลง
- **ลักษณะพิเศษเสริม:**
    - **Sc str op:** อาจพบความสวยงามปนน่ากลัวอย่าง **Asperitas (คลื่นปั่นป่วน)** หรือ **Mamma (เมฆอกไก่)** ได้
    - **Ns:** มักจะมีเมฆเศษด้ายที่เรียกว่า **Pannus** (เมฆแผ่นขาดวิ่นใต้ฐานเมฆฝน) ลอยอยู่ข้างล่าง ซึ่งใน Sc จะไม่มีสิ่งนี้

3.3.1.9 การเปรียบเทียบระหว่าง Stratocumulus กับ Stratus

แม้ทั้งคู่จะลอยอยู่ต่ำใกล้พื้นดินเหมือนกัน แต่สามารถแยก **Stratocumulus (Sc)** ออกจาก **Stratus (St)** ได้ด้วยจุดสังเกตเหล่านี้:

- **ความเป็นก้อน (Structure):**
    - **Sc:** หัวใจสำคัญคือต้องมี **"รูปทรง"** คุณจะเห็นเป็นก้อนมน (Rounded masses) เป็นลอน (Rolls) หรือเป็นกลุ่มก้อนชัดเจน

    - **St:** จะดูเป็นแผ่นเรียบเนียนสม่ำเสมอเหมือนหมอกที่ลอยสูงขึ้นไปบนฟ้า (Uniform sheet) โดยไม่มีรอยนูนของก้อนเมฆเลย
- **ความขาดวิ่น (Raggedness):**
    - **Sc:** โดยปกติจะ **ไม่ขาดวิ่น** (ยกเว้นสายพันธุ์ Floccus ที่มีปุยข้างบนแต่ฐานวิ่น)
    - **St:** มักจะมีลักษณะขาดวิ่นเป็นริ้ว ๆ โดยเฉพาะในกลุ่ม Stratus fractus ที่ดูเหมือนเศษสำลีโดนฉีก
- **ประเภทของหยาดน้ำฟ้า (Precipitation):**
    - **Sc:** หากมีฝนตก จะเป็น **ฝน (Rain)** หรือหิมะที่มีความเข้มข้นต่ำ
    - **St:** มักจะทำให้เกิด **ฝนปรอย (Drizzle)** (เม็ดฝนจิ๋ว ๆ ที่ตกลงมาถี่ ๆ จนเหมือนละอองน้ำ) หรือเม็ดหิมะขนาดเล็ก (Snow grains)
- **ลักษณะพิเศษเสริม:**
    - **Sc:** อาจพบ **Mamma** (ยอดอกไก่) หรือ **Virga** (สายฝนระเหยที่ตกไม่ถึงพื้น) ได้บ่อยกว่า
    - **St:** เนื่องจากฐานลอยต่ำมาก หยาดน้ำฟ้ามักจะ **ตกถึงพื้นดินเสมอ** จึงแทบไม่เห็น Virga
- **ปรากฏการณ์แสง:**
    - **Sc:** ในบางครั้งอาจเกิด **Corona (อาทิตย์/จันทร์ทรงกลดแบบวงแหวนสี)** ได้ ซึ่งในเมฆ Stratus พบน้อยมาก

3.3.1.10 การเปรียบเทียบระหว่าง Stratocumulus กับ Cumulus

สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างเมฆสองชนิดนี้ได้จากจุดสังเกตดังนี้:

- **ลักษณะของยอดและฐาน:**
    - **Sc:** มักจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหรือแผ่นกว้าง และ **ยอดเมฆมักจะแบน (Flat tops)** หากมียอดพุ่งขึ้นมาเป็นรูปโดมหรือหอคอย ฐานของมันก็ยังคงเชื่อมติดกันเป็นแผ่นเดียว
    - **Cu:** จะอยู่แยกกันเป็นก้อนเดี่ยว ๆ (Detached) และมักจะมียอดที่ **พองโตเป็นรูปโดมหรือกอกะหล่ำ** อย่างชัดเจน
- **แสงและเงา:**
    - **Sc:** เนื้อเมฆอาจมีเงาทอดผ่านไปทั่วทั้งก้อนหรือแผ่น ทำให้ดูขมุกขมัว
    - **Cu:** โดดเด่นด้วย **สีขาวสว่างจ้า** ในส่วนที่โดนแสงแดด และมีฐานที่ค่อนข้างมืดตัดกันชัดเจน
- **ลักษณะเสริม (Accessory Clouds):**
    - **Sc:** จะ **ไม่มี** ลักษณะพิเศษอย่าง Arcus (เมฆกันชน), Tuba (พวยงวง), Pileus (เมฆรูปหมวก), Velum (เมฆรูปผ้าคลุม) หรือ Pannus (เมฆเศษด้ายใต้ฐาน)
    - **Cu:** สามารถพบส่วนประกอบเหล่านี้ได้บ่อยครั้ง โดยเฉพาะเมื่อมันกำลังพัฒนาตัว
- **หยาดน้ำฟ้าและรุ้งกินน้ำ:**
    - **Sc:** ถ้ามีฝนตก จะตกแบบ **สม่ำเสมอและต่อเนื่อง** (Uniformly) หรือตก ๆ หยุด ๆ แบบเบา ๆ และ **มักไม่ทำให้เกิดรุ้งกินน้ำ**

- **Cu:** ฝนจะตกในลักษณะ **ฝนซู่ (Showers)** คือมาเร็ว ไปเร็ว และมีความแรงเปลี่ยนไปมา และมักจะเป็นตัวการที่ทำให้เกิดรุ้งกินน้ำที่สวยงาม

3.3.1.11 การเปรียบเทียบระหว่าง Stratocumulus floccus กับ Cumulus

เมื่อเห็นเมฆก้อนที่มีลักษณะฟุ้งกระจายเหมือนปุยฝ้ายที่โดนฉีกออก (Frayed) ในวันที่ลมค่อนข้างแรง ให้ใช้เกณฑ์เหล่านี้ในการแยกแยะ:

- **ลักษณะของฐานเมฆ (Base Structure):**
  - **Sc floccus:** ส่วนล่างของเมฆจะ **ขาดวิ่นมาก (Very ragged)** หากคุณเริ่มเห็นว่าฐานเมฆพยายามจะรวมตัวกันเป็นแผ่นเรียบ (Flat base) มันก็มักจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว
  - **Cu fractus / Cu med:** ในวันที่ลมแรง เมฆ Cumulus อาจจะมีฐานที่ไม่สม่ำเสมอ แต่โดยรวมมันยังคงรักษาโครงสร้างของ "เมฆก้อน" ที่ดูหนาแน่นกว่าได้ดีกว่า
- **ระดับความสูง (Altitude):**
  - **Sc floccus:** มักจะมี **ฐานที่อยู่สูงกว่า** ระดับความสูงที่เมฆ Cumulus ควรจะอยู่ตามปกติในวันนั้น (บางครั้งอาจจะเห็นเมฆ Cumulus ลอยอยู่ข้างล่าง ต่ำกว่าระดับของ Sc flo นี้ด้วยซ้ำ)

3.3.1.12 ส่วนประกอบทางกายภาพ

แม้ภายนอกจะดูหนาทึบหรือนุ่มนวล แต่ภายในของ **Stratocumulus** มีความน่าสนใจดังนี้:

- **ส่วนประกอบหลัก:** ส่วนใหญ่ประกอบด้วย **ละอองน้ำ (Water droplets)**
- **สิ่งที่แฝงมาด้วย:** บางครั้งอาจมี **เม็ดฝน (Raindrops)** หรือในกรณีที่หาได้ยากกว่านั้น อาจพบหิมะเม็ด (Snow pellets), ผลึกน้ำแข็ง (Snow crystals) หรือเกล็ดหิมะ (Snowflakes) ปะปนอยู่ด้วย
- **ลักษณะเนื้อเมฆ:** ถึงแม้จะมีผลึกน้ำแข็งอยู่บ้าง แต่มันมักจะ "เบาบาง" เกินกว่าจะทำให้เมฆดูเป็นเส้นใย (Fibrous) เหมือนเมฆชั้นสูง เนื้อเมฆจึงยังดูเป็นก้อนมน ๆ อยู่เสมอ
- **ในสภาพอากาศหนาวจัด:** เมฆชนิดนี้สามารถสร้าง **Virga (สายฝนระเหย)** ที่เป็นผลึกน้ำแข็งปริมาณมากจนทำให้มองเห็นปรากฏการณ์ **พระอาทิตย์ทรงกลด (Halo phenomena)** ได้

ปรากฏการณ์แสงที่น่าจับตามอง

หากแผ่นเมฆสเตรโตคิวมูลัสไม่หนาจนเกินไป (เช่น ชนิด Translucidus หรือ Perlucidus) อาจจะได้เห็นความสวยงามทางออปติกดังนี้:

1. **Corona (คอโรนา):** วงแสงสีรุ้งรอบดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ที่เกิดจากการเลี้ยวเบนของแสงผ่านละอองน้ำ
2. **Irisation (เมฆสีรุ้ง):** การเหลือบสีรุ้งตามขอบเมฆ ซึ่งสวยงามและหาดูได้ยาก

3.3.1.13 ข้อสังเกตเพิ่มเติม

เพื่อให้เข้าใจภาพรวมของ **Stratocumulus** ได้ลึกซึ้งขึ้น มีข้อสรุปที่น่าสนใจดังนี้:

- **ความเหมือนที่แตกต่าง (Sc vs Ac):**
  - รูปลักษณ์ภายนอกของมันดูคล้ายกับ **Altocumulus (เมฆก้อนชั้นกลาง)** มาก

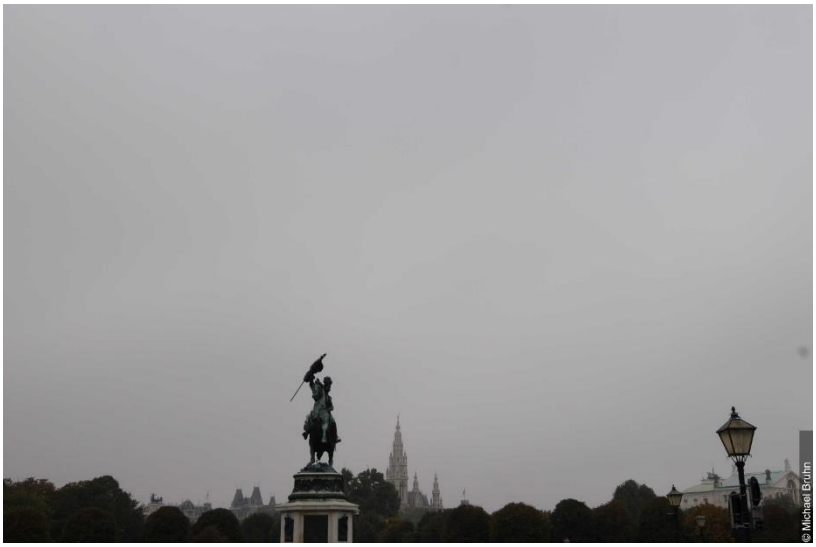
- แต่เพราะ **Sc** มักลอยอยู่ที่ระดับความสูงที่ต่ำกว่ามาก ทำให้ก้อนเมฆ (Elements) ของมันดู **มีขนาดใหญ่กว่า** และในบางครั้งผิวสัมผัสก็ดู **เรียบเนียนกว่า** เมฆชั้นกลางที่มีความละเอียดมากกว่า

- **การจัดระเบียบที่โดดเด่น:**
  - เมฆชนิดนี้มักจะเรียงตัวกันเป็น **เส้นแถว (Lines)** หรือ **กลุ่มก้อน (Groups)**
  - มักแสดงลวดลายเป็น **ลูกคลื่น (Undulations)** ทั้งแบบคลื่นชุดเดียวหรือสองชุดตัดกัน
- **ความต่อเนื่องของผืนเมฆ:**
  - แม้ก้อนเมฆอาจจะดูแยกจากกันบ้าง แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว Sc มักจะมาในลักษณะ **ผืนเมฆที่ต่อเนื่องกัน (Continuous layer)** * ในบางครั้งอาจมีช่องว่าง (Gaps) ให้เห็นบ้าง แต่หัวใจสำคัญคือ **"ฐานเมฆที่ไม่เรียบ"**
- **มิติของฐานเมฆ (Relief):**
  - ใต้ฐานของผืนเมฆที่ต่อเนื่องกันนี้ จะเห็นความนูนเด่น (Relief) ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น **รอยยับย่น (Creases)** หรือ **เมฆอกไก่ (Mamma)** ซึ่งทำให้มันดูมีมิติและดู "หนัก" กว่าเมฆชั้นอื่น ๆ

3.3.2 Stratus (St)

คำว่า Stratus มาจากภาษาละตินที่แปลว่า "แผ่ขยาย" หรือ "เป็นชั้น" สามารถจำกัดความเมฆชนิดนี้ได้ง่าย ๆ ดังนี้:

- **ลักษณะทั่วไป:** เป็นชั้นเมฆ **สีเทา (Grey cloud layer)** ที่มีฐานเมฆค่อนข้าง **เรียบเสมอกัน (Uniform base)** มันจะดูเหมือนม่านสีเทาที่ขึงปิดท้องฟ้าไว้
- **หยาดน้ำฟ้า:** จุดเด่นของมันคือการให้ **ฝนปรอย (Drizzle)**, หิมะ หรือเม็ดหิมะขนาดเล็ก (Snow grains)
- **การมองผ่านแสง:** เมื่อมองดวงอาทิตย์ผ่านเมฆชนิดนี้ จะยังสามารถ **มองเห็นขอบของดวงอาทิตย์ได้ชัดเจน** (Discernible outline) เหมือนมองผ่านกระจกฝ้าที่ไม่ได้หนาจนเกินไป
- **ปรากฏการณ์แสง:** โดยปกติแล้ว **ไม่ทำให้เกิดทรงกลด (No halo phenomena)** ยกเว้นในกรณีที่อุณหภูมิต่ำมาก ๆ เท่านั้น
- **รูปแบบพิเศษ:** บางครั้งมันไม่ได้มาเป็นแผ่นสมบูรณ์ แต่มาในลักษณะ **ชิ้นส่วนขาดวิ่น (Ragged patches)** ซึ่งเรามักจะเห็นมันลอยไปมาตามยอดตึกหรือไหล่เขา



3.3.2.1 Species (ชนิด)

Stratus nebulosus (St neb)

คำว่า Nebulosus แปลว่า "คล้ายหมอก" หรือ "ไม่ชัดเจน" ซึ่งสามารถระบุตัวตนของสายพันธุ์นี้ได้จากลักษณะดังนี้:

- **ความเป็นม่าน:** เป็นชั้นเมฆที่มีความ **เรียบเนียนสม่ำเสมอ (Uniform layer)** มากที่สุด มองไปแล้วจะไม่เห็นเป็นก้อน ไม่เห็นเป็นลอน และไม่มีโครงสร้างที่เด่นชัดเลย
- **สี:** มักมีสี **เทา (Grey)** สม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น
- **ความแพร่หลาย:** นี่คือสายพันธุ์ที่ **พบได้บ่อยที่สุด** ของสเตรตัส เวลาที่ตื่นมาแล้วเห็นฟ้าเป็นสีเทาหม่นเหมือนมีผ้าผืนใหญ่มาขึงไว้ นั่นล่ะคือ St neb

Stratus fractus (St fra)

คำว่า Fractus มีรากศัพท์เดียวกับคำว่า "Fraction" หรือ "Fracture" ที่หมายถึงการแตกหักหรือเศษเสี้ยว ลักษณะเด่นที่จะสังเกตเห็นได้คือ:

- **รูปร่างไม่แน่นอน:** ปรากฏในลักษณะเป็น **เศษเมฆที่ขาดวิ่นและไม่เป็นระเบียบ (Irregular ragged shreds)** ดูเหมือนสำลีที่ถูกดึงทิ้งออกเป็นชิ้น ๆ
- **ความเปลี่ยนแปลง:** ขอบเมฆและรูปทรงของมันจะ **เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและรวดเร็วมาก (Change continuously and rapidly)** ตามกระแสลมในระดับต่ำ
- **การก่อตัว:** มักจะเห็นมันลอยอยู่ใต้ฐานเมฆฝนขนาดใหญ่อย่าง Nimbostratus หรือเห็นตามไหล่เขาและยอดตึกสูงในวันที่ความชื้นสูงมาก ๆ

Stratus opacus (St op)

คำว่า Opacus หมายถึง "ทึบแสง" หรือ "มืด" ซึ่งสามารถระบุลักษณะของลวดลายนี้ได้ง่าย ๆ ดังนี้:

- **ความหนาแน่น:** ไม่ว่ามันจะมาในรูปแบบของกลุ่ม (Patch), ผืนเมฆ (Sheet) หรือเป็นชั้น (Layer) ส่วนใหญ่ของมันจะมีความ **หนาและทึบแสงมาก**
- **การบังแสง:** ความหนานี้จะ **บดบังดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ได้อย่างสมบูรณ์ (Completely masks)** จนเราไม่สามารถบอกตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนฟ้าได้เลย
- **ความแพร่หลาย:** นี่คือลวดลายที่ **พบได้บ่อยที่สุด (Most common variety)** ของเมฆสเตรตัส

Stratus translucidus (St tr)

คำว่า Translucidus หมายถึง "ความโปร่งแสง" ซึ่งสามารถสังเกตความแตกต่างได้ดังนี้:

- **ความบาง:** เนื้อเมฆมีความบางเพียงพอที่จะให้แสงลอดผ่านได้ (Translucent)
- **การปรากฏของดวงดาว:** จุดเด่นที่สุดคือ เมื่อมองผ่านแผ่นเมฆนี้ จะยังสามารถ **มองเห็นขอบหรือตำแหน่งของดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ได้อย่างชัดเจน (Reveal the outline)**
- **บรรยากาศ:** ท้องฟ้าจะดูเป็นสีเทาอ่อนหรือขาวนวล ไม่มืดมนเท่ากับชนิด Opacus ทำให้รู้สึกว่าวันนั้นยังพอมีแสงสว่างอยู่บ้าง

Stratus undulatus (St un)

คำว่า Undulatus หมายถึง "ลูกคลื่น" ซึ่งในเมฆสเตรตัสจะมีลักษณะเฉพาะตัวดังนี้:

- **ลวดลาย:** ปรากฏเป็นระลอกหรือ **ลอนคลื่น (Undulations)** บนผืนเมฆที่ดูเรียบเนียน
- **ความหายาก:** ลวดลายนี้ **ไม่ค่อยเกิดขึ้นบ่อยนัก (Does not occur very often)** เมื่อเทียบกับเมฆชนิดอื่นอย่าง Altocumulus หรือ Stratocumulus
- **โครงสร้าง:** แม้จะเป็นลอนคลื่น แต่จะยังสังเกตเห็นว่ามันคงความเป็นเมฆแผ่น (Stratus) อยู่ คือไม่มีความนูนหนาเป็นก้อนชัดเจนเท่ากับตระกูลสเตรโตคิวมูลัส

3.3.2.2 ลักษณะเสริมและเมฆบริวาร

ลักษณะเสริมเพียงหนึ่งเดียวที่จะพบได้ภายใต้เมฆสเตรตัสคือ:

- **Praecipitatio (เพรซิพิทาทิโอ):** คือการที่มี **หยาดน้ำฟ้าตกถึงพื้นดิน** อย่างชัดเจน
- **รูปแบบของหยาดน้ำฟ้า:** สำหรับเมฆชั้นต่ำและเรียบเนียนอย่างสเตรตัส หยาดน้ำฟ้าที่ตกลงมามักจะมีขนาดเล็กและละเอียด ได้แก่:
    - **Drizzle (ฝนปรอย):** เม็ดฝนขนาดจิ๋วที่ตกลงมาถี่ ๆ จนดูเหมือนละอองน้ำ
    - **Snow (หิมะ):** ในเขตอากาศหนาว
    - **Snow grains (เม็ดหิมะขนาดเล็ก):** หิมะเม็ดเล็ก ๆ ที่มีลักษณะทึบแสง

3.3.2.3 เมฆที่อาจกลายเป็นสเตรตัส

สามารถพบเห็นการก่อตัวของ Stratus ได้จาก 3 แหล่งกำเนิดหลักดังนี้:

1. การเปลี่ยนร่างจาก Stratocumulus (St stratocumulomutatus)

เมื่อเมฆก้อนชั้นต่ำ (Sc) มีการเปลี่ยนแปลงดังนี้:

- **หนาขึ้นและลอยต่ำลง:** จนฐานเมฆเริ่มเรียบเนียนสม่ำเสมอเป็นผืนเดียวกัน

- **สูญเสียมิติ (Loss of relief):** ก้อนมน ๆ หรือลอนคลื่นที่เคยเห็นชัดเจนเริ่มจางหายไปจนกลายเป็นแผ่นเรียบ
- **ข้อควรระวัง:** หาก Sc ที่มีฝนตกหนาขึ้นจนมองไม่เห็นรูปทรงก้อนเป็นเวลานาน นักอุตุนิยมวิทยาอาจพิจารณาว่ามันกลายเป็น **Nimbostratus (Ns)** แทนที่จะเป็น Stratus

2. การยกตัวของชั้นหมอก (Lifting of Fog)

นี่คือภาพที่เราเห็นบ่อยในยามเช้า:

- เมื่อพื้นดินเริ่มอุ่นขึ้นจากแสงแดด หรือมีลมพัดแรงขึ้น **ชั้นหมอก (Fog)** ที่คลุมดินอยู่จะค่อย ๆ ลอยสูงขึ้นจากพื้น
- เมื่อมันลอยพ้นพื้นดินแต่ยังคงความเป็นแผ่นเรียบอยู่ เราจะเรียกมันว่า **Stratus** ทันที

3. การเกิดเมฆขาดวิ่นในวันฝนตก (Stratus fractus)

ในขณะที่มีฝนตก หรือก่อนและหลังฝนตกไม่นาน เมฆขนาดใหญ่สามารถ "สลัด" เศษเมฆออกมาเป็น **Stratus fractus** ได้:

- เกิดจากเมฆชั้นกลาง/เมฆฝน: Altostratus, Nimbostratus หรือ Cumulonimbus (เรียกตามแหล่งกำเนิด เช่น **St fra nimbostratogenitus**)
- เกิดจากเมฆก้อนที่มีฝน: Cumulus (เรียกชื่อว่า **St fra cumulogenitus**)

3.3.2.4 การเปรียบเทียบระหว่าง Stratus กับ Cirrus

หากเห็นเมฆที่เป็นเส้นใย (Fibres) ลอยอยู่บนฟ้า ให้สังเกตจุดต่างเหล่านี้เพื่อไม่ให้โดนเมฆหลอก:

- **ความขาวสว่าง (Whiteness):**
    - **Ci:** มีสีขาวบริสุทธิ์และสว่างจ้า เพราะประกอบด้วยผลึกน้ำแข็งที่สะท้อนแสงได้ดีมาก
    - **St fractus:** เส้นใยจะดู **ไม่ขาวเท่า** (มักออกไปทางสีเทา) ยกเว้นในกรณีเดียวคือเมื่อมองย้อนไปทางดวงอาทิตย์
- **การแผ่กระจาย (Spread):**
    - **Ci:** เส้นใยจะดูละเอียดอ่อนและ **แผ่กระจายเป็นวงกว้าง** ดูฟุ้งกระจายไปทั่วท้องฟ้า
    - **St fractus:** เส้นใยจะดูหนาและ **ไม่แผ่กว้างเท่า** ดูเป็นกระจุกที่ขาดวิ่นมากกว่า
- **ความเร็วในการเปลี่ยนรูป (Rate of change):**
    - **Ci:** เปลี่ยนแปลงรูปทรง **ช้ามาก** จนแทบสังเกตไม่เห็นความเคลื่อนไหวในระยะเวลาสั้น ๆ
    - **St fractus:** เปลี่ยนรูปทรง **รวดเร็วมาก** (Rapidly) เพราะมันอยู่ใกล้พื้นดินและโดนกระแสลมปั่นป่วนพัดพาไป

3.3.2.5 การเปรียบเทียบระหว่าง Stratus ชนิดโปร่งแสง กับ Cirrostratus

แม้ทั้งคู่จะยอมให้แสงดวงอาทิตย์ลอดผ่านจนเห็นขอบดวง ได้เหมือนกัน แต่จุดตัดสินที่สำคัญที่สุดคือ **"สี"** :

- **ความขาวบริสุทธิ์ (Whiteness):**

- **Stratus translucidus (St tr):** เนื้อเมฆจะ **ไม่ขาวสนิท** (Not so completely white) โดยปกติจะออกเป็นสีเทาอ่อนหรือขาวขุ่นๆ ยกเว้นเพียงกรณีเดียวคือเวลาที่มองย้อนไปยังทิศทางของดวงอาทิตย์โดยตรง ซึ่งแสงที่จ้าอาจจะทำให้มันดูขาวขึ้นได้
- **Cirrostratus (Cs):** จะมีลักษณะเป็นม่านสีขาวสว่างที่ดูเนียนตาและขาวบริสุทธิ์กว่ามาก เพราะประกอบไปด้วยผลึกน้ำแข็งที่สะท้อนแสงได้ดีเยี่ยม

3.3.2.6 การเปรียบเทียบระหว่าง Stratus กับ Altostratus

เมื่อเห็นม่านเมฆสีเทาแผ่เต็มฟ้า ให้ลองใช้เกณฑ์เหล่านี้ตัดสินใจ:

- **ความชัดเจนของดวงอาทิตย์ (The Sun's Outline):**
  - **Stratus (St):** ขอบของดวงอาทิตย์จะ **ไม่เบลอ** คุณจะมองเห็นดวงอาทิตย์เป็นวงกลมหรือเสี้ยวที่ชัดเจน (เหมือนมองผ่านกระจกฝ้าบาง ๆ)
  - **Altostratus (As):** ดวงอาทิตย์จะดูมัว ๆ เหมือนมองผ่านกระจกที่พ่นทรายหนา ๆ หรือเหมือน "ดวงไฟที่ส่องผ่านแผ่นพลาสติกขุ่น" จนมองไม่เห็นขอบที่ชัดเจน
- **แสงเงาเมื่อมองย้อนแสง (Shading):**
  - **Stratus (St):** หากเป็นเมฆสเตรตัสชนิดบาง (Translucidus) เมื่อมองไปยังทิศทางดวงอาทิตย์จะ **ไม่มีเงาเข้ม** ปรากฏให้เห็น เนื้อเมฆจะดูสว่างนวลสม่ำเสมอ
  - **Altostratus (As):** มักจะ **ปรากฏแสงเงา (Shading)** เสมอ แม้จะเป็นส่วนที่บางที่สุดก็ตาม
- **ประเภทของหยาดน้ำฟ้า (Precipitation):**
  - **Stratus (St):** ให้หยาดน้ำฟ้าเม็ดจิ๋วอย่าง **ฝนปรอย (Drizzle)** หรือเม็ดหิมะขนาดเล็ก (Snow grains)
  - **Altostratus (As):** ให้หยาดน้ำฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า เช่น **ฝน (Rain)** หรือเม็ดน้ำแข็ง (Ice pellets)
  - หมายเหตุ: ทั้งคู่สามารถทำให้เกิดหิมะ (Snow) ได้เหมือนกัน

3.3.2.7 การเปรียบเทียบระหว่าง Stratus ชนิดแผ่นหนาทึบ กับ เมฆฝนแผ่น

เพื่อให้แยกแยะ "ความมืดมน" สองแบบนี้ได้ ให้สังเกตจุดต่างที่สำคัญดังนี้:

- **ลักษณะของฐานเมฆ (Base Appearance):**
  - **St neb op:** ฐานเมฆจะ **เรียบเสมอกันและขอบเขตชัดเจนกว่า (More clearly defined/uniform)** ดูเป็นแผ่นที่ตัดขอบได้ชัดบนท้องฟ้า
  - **Ns:** ฐานเมฆจะดูฟุ้งกระจาย ไม่ชัดเจน และมักจะดู "เปียกแฉะ" (Wet appearance) เหมือนมีม่านฝนปกคลุมอยู่ตลอดเวลา
- **ความรู้สึกของเนื้อเมฆ (Texture):**
  - **St neb op:** จะดู **"แห้ง" (Dry appearance)** แม้จะทึบแต่ดูไม่เหมือนเมฆที่มีน้ำหนักน้ำอยู่มหาศาล
  - **Ns:** จะดู **"เปียก" (Wet appearance)** และมีความหนาแน่นของความชื้นที่สัมผัสได้ด้วยตาเปล่า

- **หยาดน้ำฟ้า (Precipitation):**
    - **St neb op:** ให้หยาดน้ำฟ้า **ระดับเบาเท่านั้น** เช่น ฝนปรอย (Drizzle) หรือเม็ดหิมะขนาดเล็ก
    - **Ns:** มักจะให้ **ฝน (Rain)** หรือหิมะที่ตกจริงจัง หรือเม็ดน้ำแข็ง (Ice pellets)
- **ประวัติการก่อตัว (History):**
    - **St neb op:** มักจะเกิดขึ้นมาโดด ๆ โดยไม่มีเมฆชนิดอื่นนำมาก่อน (เช่น เกิดจากหมอกที่ยกตัวขึ้น)
    - **Ns:** มักจะเป็น "ผู้สืบทอด" เสมอ คือต้องมีเมฆชั้นกลาง (เช่น Altostratus) นำมาก่อน แล้วค่อย ๆ หนาตัวจนกลายเป็นเมฆฝนแผ่น Ns ในที่สุด

3.3.2.8 การเปรียบเทียบระหว่าง Stratus ชนิดโปร่งแสง กับ เมฆฝนแผ่น

จุดตัดสินที่ง่ายที่สุดที่สามารถใช้แยกแยะได้ทันทีคือ:

- **การมองเห็นดวงอาทิตย์ (The Sun's Visibility):**
    - **Stratus translucidus (St tr):** เนื้อเมฆมีความบางพอที่คุณจะ **มองเห็นดวงอาทิตย์เป็นรูปวงกลม (Disc of the Sun)** ได้อย่างชัดเจน อย่างน้อยก็มองเห็นผ่านส่วนที่บางที่สุดของผืนเมฆ
    - **Nimbostratus (Ns):** จะมีเนื้อเมฆที่หนาทึบสม่ำเสมอจน **บดบังดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ได้อย่างสมบูรณ์ (Masks the Sun throughout)** ในทุกส่วนของผืนเมฆ จนคุณไม่สามารถบอกตำแหน่งของดวงอาทิตย์ได้เลย

3.3.2.9 การเปรียบเทียบระหว่าง Stratus กับ Stratocumulus

แม้ทั้งคู่จะชอบแผ่ตัวเป็นผืนใหญ่ปกคลุมท้องฟ้าเหมือนกัน แต่สามารถใช้เกณฑ์ตัดสินเพียงข้อเดียวที่เด็ดขาดที่สุดได้เลย:

- **การมีอยู่ของ "ก้อนเมฆ" (Elements):**
    - **Stratus (St):** จะ **ไม่มีหลักฐานของความเป็นก้อน (No evidence of elements)** ให้เห็นเลย ไม่ว่าก้อนนั้นจะแยกจากกันหรือพยายามเชื่อมติดกันก็ตาม เนื้อเมฆจะดูเรียบเนียนเป็นเนื้อเดียวเหมือนผนังทาสี
    - **Stratocumulus (Sc):** จะยังคงเห็นโครงสร้างที่เป็น **ก้อนมนๆ ลอนคลื่น หรือการรวมตัวกันของก้อนเมฆ** ที่ทำให้ผิวเมฆดูขรุขระ มีมิติของแสงและเงา (Relief)

3.3.2.10 การเปรียบเทียบระหว่าง Stratus ชนิดขาดวิ่น กับ Cumulus ชนิดขาดวิ่น

แม้จะดูฟุ้งกระจายเหมือนกัน แต่สามารถแยกพวกมันออกจากกันได้ด้วยกฎเหล็ก 2 ข้อนี้:

- **ความขาวและความหนาแน่น (Whiteness and Density):**
    - **Stratus fractus (St fra):** จะดู **ขาวน้อยกว่า** (ออกโทนเทาหม่น) และมีความ **หนาแน่นน้อยกว่า** ดูโปร่งแสงและบอบบางกว่า
    - **Cumulus fractus (Cu fra):** จะมีความขาวสว่างกว่าและดูเป็นกลุ่มก้อนที่ "ทึบ" กว่าเล็กน้อย
- **การพัฒนาในแนวตั้งและที่มา (Vertical development and Origin):**

- **Stratus fractus (St fra):** แทบ **ไม่มีการพัฒนาในแนวตั้ง** เลย เพราะมันเกิดขึ้นจาก **"ความปั่นป่วนของอากาศ" (Turbulence)** ในระดับต่ำ ไม่ได้เกิดจากการที่มวลอากาศร้อนลอยตัวขึ้น
- **Cumulus fractus (Cu fra):** มักจะดูมีความพองหรือหนาในแนวตั้งมากกว่า เพราะมันเกิดจากการที่อากาศได้รับความร้อนจากพื้นดินแล้วลอยตัวขึ้น (Convection) จึงดูมีความ "มีชีวิตชีวา" กว่า

3.3.2.11 ส่วนประกอบทางกายภาพ

แม้เราจะเห็นมันเป็นเพียงแผ่นสีเทา แต่เนื้อในของมันมีการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิและความหนาแน่นดังนี้:

- **ส่วนประกอบหลัก:** โดยปกติจะประกอบด้วย **ละอองน้ำขนาดเล็ก (Small water droplets)**
- **เมื่ออุณหภูมิต่ำ:** ในสภาพอากาศที่หนาวเย็นจัด เมฆสเตรตัสอาจประกอบด้วย **ผลึกน้ำแข็งขนาดเล็ก** ซึ่งมักจะเป็นชั้นบาง ๆ และในกรณีที่หาได้ยากมาก มันอาจทำให้เกิดปรากฏการณ์ **พระอาทิตย์ทรงกลด (Halo phenomena)** ได้ด้วย
- **ความหนาและหยาดน้ำฟ้า:**
  - ถ้าเมฆมีความหนาแน่นหรือหนามาก มักจะมี **ฝนปรอย (Drizzle)**, หิมะ หรือเม็ดหิมะ (Snow grains) อยู่ภายใน
  - ในสภาวะนี้ เมฆจะเปลี่ยนสีจากเทาอ่อนเป็น **สีเทาเข้มจนดูน่ากลัว (Threatening appearance)** เหมือนพายุจะเข้าเลยล่ะ

ปรากฏการณ์แสงที่น่าสนใจ

สามารถสังเกตความมหัศจรรย์ของแสงผ่านเมฆชนิดนี้ได้ 2 รูปแบบ:

1. **Corona (คอโรนา):** หากเมฆมีความบางมาก จะเกิดวงแสงสีรุ้งเล็ก ๆ รอบดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์
2. **เฉดสีควันไฟ (Smoky greyish tint):** สำหรับเมฆสเตรตัสชนิดโปร่งแสง (Translucidus) เมื่อมองในทิศทางที่ทำมุมมากกว่า 90 องศากับดวงอาทิตย์ คุณจะเห็นมันเป็นสีเทาหม่นเหมือนควันไฟ ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับที่พบใน **หมอก (Fog)**

3.3.2.12 ข้อสังเกตเพิ่มเติมและเมฆพิเศษ

1. กลไกการเกิด (The Recipe for Stratus)

เมฆสเตรตัสไม่ได้เกิดจากการลอยตัวของความร้อนเหมือนเมฆก้อน แต่เกิดจากปัจจัยผสมระหว่าง **"ความเย็น"** และ **"ลมปั่นป่วน" (Turbulence)** :

- **บนบก:** เกิดจากการที่พื้นดินคายความร้อนในตอนกลางคืน (คืนที่ฟ้าใส ลมสงบจะเกิดได้ดีมาก) หรือมีอากาศอุ่นพัดมาเจอกับพื้นดินที่เย็นกว่า
- **ในทะเล:** เกิดจากอากาศที่ค่อนข้างอุ่นพัดผ่านผิวน้ำที่เย็นกว่า

2. ช่วงเวลาเปลี่ยนผ่าน (Transitory Stage)

บางครั้งอาจเห็นเมฆเป็นชิ้น ๆ ที่พยายามจะรวมตัวกัน หรือกำลังจะสลายตัว:

- เมฆ **Stratus fractus** เหล่านี้คือ "ร่างชั่วคราว" ก่อนที่จะกลายเป็นแผ่นเรียบเนียน หรือก่อนจะหายไปในอากาศ ซึ่งช่วงเวลานี้มักจะสั้นมาก ๆ

3. เมฆบริวาร (Accessory Clouds)

ในขณะที่ฝนตกหนักใต้เมฆ Altostratus, Nimbostratus, หรือ Cumulonimbus:

- ความชื้นใต้ฐานเมฆเหล่านั้นประกอบกับลมปั่นป่วน จะทำให้เกิดเศษเมฆ **Stratus fractus** ลอยต่ำ ๆ ขึ้นมา ซึ่งเรามีชื่อเรียกเฉพาะในฐานะเมฆบริวารว่า **Pannus**

4. เมฆจากปัจจัยพิเศษ (Special Clouds)

นอกจากชั้นบรรยากาศปกติแล้ว กิจกรรมบนโลกก็สร้าง Stratus ได้:

- **จากน้ำตก (Cataractagenitus):** ละอองน้ำจากน้ำตกขนาดใหญ่ที่ฟุ้งกระจายจนกลายเป็นเมฆ จะถูกเรียกว่า Stratus cataractagenitus
- **จากป่าไม้ (Silvagenitus):** การคายน้ำของต้นไม้ในป่าทึบที่ทำให้ความชื้นสูงขึ้นจนเกิดเมฆ จะถูกเรียกว่า Stratus silvagenitus

3.3.3 Cumulus (Cu)

เมฆคิวมูลัสมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่ชัดเจนมาก จนสามารถระบุตัวตนของเขาได้ทันทีจากลักษณะเหล่านี้:

- **การแยกตัว (Detached):** เป็นเมฆที่ลอยอยู่เป็นก้อน ๆ แยกจากกันอย่างชัดเจน ไม่ได้แผ่เป็นแผ่นติดกันเหมือนสเตรตัส
- **ความหนาแน่นและขอบเขต (Dense & Sharp outlines):** เนื้อเมฆดูมีความหนาแน่นสูง และมี **ขอบเขตที่คมชัด** ไม่ฟุ้งกระจาย
- **การพัฒนาในแนวตั้ง (Vertical development):** มีลักษณะการก่อตัวพุ่งขึ้นด้านบนคล้ายกับ **เนินเขา (Mounds), โดม (Domes) หรือหอคอย (Towers)**
- **ยอดเมฆรูปดอกกะหล่ำ (Cauliflower):** ส่วนบนที่พองออกมักจะมีลักษณะตะปุ่มตะป่ำคล้ายกับดอกกะหล่ำ
- **การเล่นแสงและเงา:**
    - **ส่วนที่โดนแดด:** จะมีสี **ขาวสว่างจ้า (Brilliant white)**
    - **ฐานเมฆ:** มักจะ **ค่อนข้างมืด** และอยู่ในลักษณะ **เกือบขนานกับพื้นโลก (Nearly horizontal)**
- **ลักษณะขาดวิ่น:** ในบางครั้ง คิวมูลัสก็อาจปรากฏในรูปแบบที่ขอบดูรุ่งริ่งหรือขาดวิ่นได้เช่นกัน

3.3.3.1 Species (ชนิด)

Cumulus humilis (Cu hum)

คำว่า Humilis ในภาษาละตินแปลว่า "ต่ำ" หรือ "ติดดิน" ซึ่งสะท้อนลักษณะของมันได้ดีเยี่ยมดังนี้:

- **การพัฒนาในแนวตั้งน้อย (Small vertical extent):** เป็นเมฆคิวมูลัสที่ "ตัวเตี้ย" ที่สุดในตระกูล มันมีความสูงน้อยมากเมื่อเทียบกับความกว้างของก้อน
- **ลักษณะแบนราบ (Flattened appearance):** จะเห็นมันดูเหมือน **"ขนมปังแผ่น"** หรือก้อนสำลีที่ถูกกดให้แบนลอยอยู่บนฟ้า
- **ไม่มีฝน:** จุดที่สำคัญที่สุดคือ เมฆชนิดนี้ **ไม่เคยทำให้เกิดฝน (Never produce precipitation)** มันจึงถูกขนานนามว่าเป็น "เมฆอากาศดี" (Fair-weather clouds)

Cumulus mediocris (Cu med)

คำว่า Mediocris แปลว่า "ปานกลาง" ซึ่งเป็นช่วงวัยรุ่นของเมฆคิวมูลัส มีลักษณะเด่นดังนี้:

- **การพัฒนาแนวตั้งระดับปานกลาง (Moderate vertical extent):** ก้อนเมฆจะเริ่มมีความสูงพอ ๆ กับความกว้าง (หรือสูงกว่าเล็กน้อย) ไม่แบนราบเหมือน Humilis แล้ว
- **ยอดเริ่มแตกหน่อ (Small protuberances):** ที่ยอดเมฆจะเริ่มมี **ปุ่มป่ำหรือส่วนนูน** เล็ก ๆ พุ่งขึ้นมา ดูเหมือนยอดดอกกะหล่ำที่กำลังเติบโต
- **การเกิดฝน:** โดยทั่วไปแล้ว Mediocris **มักจะยังไม่ทำให้เกิดฝน** แต่อาจจะทำให้เกิดเงาบนพื้นดินได้มากกว่าแบบแรกเนื่องจากความหนาของก้อนที่เพิ่มขึ้น

Cumulus congestus (Cu con)

คำว่า Congestus หมายถึง "กองรวมกัน" หรือ "หนาแน่น" ซึ่งในทางอุตุนิยมวิทยาหมายถึงเมฆที่กำลัง **"พอกพูน"** ขึ้นไปในแนวดิ่งอย่างรุนแรง:

- **การเติบโต:** มีการพุ่งตัวขึ้นสูงมาก (Great vertical extent) ยอดเมฆพองฟูเหมือน **ดอกกะหล่ำยักษ์** และยังมีขอบเขตที่คมชัด (Sharp outlines) เพราะยังประกอบด้วยละอองน้ำเป็นหลัก
- **หยาดน้ำฟ้า:** ต่างจากสองสายพันธุ์แรก เพราะตัวนี้ **ทำให้เกิดฝนได้** โดยมักมาในรูปแบบของ **ฝนไล่ช้าง (Showers)** หรือถ้าในเขตหนาวอาจเป็นหิมะหรือเม็ดน้ำแข็ง (Snow pellets) โดยเฉพาะในเขตร้อนบ้านเรา เมฆตัวนี้แหละที่ประทานฝนลงมาอย่างหนัก
- **หอคอยเมฆ:** บางครั้งมันจะพุ่งสูงขึ้นไปดูเหมือน **หอคอยแคบ ๆ** และบ่อยครั้งที่ส่วนยอดอาจจะหลุดออกจากตัวแม่แล้วค่อย ๆ สลายตัวไปตามลม ซึ่งอาจทำให้เกิดสายฝนระเหยที่เรียกว่า **Virga** ได้ด้วย

การพัฒนาเป็นเมฆฝนฟ้าคะนอง (Transformation to Cb)

สามารถสังเกตได้ว่า Cumulus congestus กำลังจะอัปเกรดตัวเองเป็น **Cumulonimbus (Cb)** หรือเมฆคิวมูโลนิมบัส เมื่อเห็นสัญญาณเหล่านี้:

1. **ยอดเมฆเปลี่ยนไป:** จากเดิมที่ดูเป็นก้อนตะปุ่มตะป่ำคมชัด ยอดเมฆเริ่มจะดู **เรียบเนียน (Smooth)** หรือเริ่มเห็นเป็น **ริ้วเส้นใย (Fibrous/Striated)** ซึ่งเกิดจากละอองน้ำกลายเป็นผลึกน้ำแข็ง
2. **ปรากฏการณ์ทางเสียงและแสง:** เมื่อเริ่มเห็น **ฟ้าแลบ (Lightning)** ได้ยินเสียง **ฟ้าร้อง (Thunder)** หรือเห็น **ลูกเห็บ (Hail)** ตกลงมา นั่นคือสัญญาณว่ามันได้พัฒนาเป็น Cb โดยสมบูรณ์แล้ว

Cumulus fractus (Cu fra)

คำว่า Fractus หมายถึงการแตกหักหรือเศษเสี้ยว (เหมือนที่เราเจอใน Stratus fractus) แต่สำหรับคิวมูลัสจะมีบุคลิกเฉพาะตัวดังนี้:

- **ลักษณะทางกายภาพ:** เป็นเมฆคิวมูลัสขนาดเล็กที่มี **ขอบรุ่งริ่ง (Very ragged edges)** ดูไม่เป็นก้อนสมบูรณ์
- **ความเคลื่อนไหว:** รูปร่างของมันจะ **เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและรวดเร็ว (Continuously and rapidly changing)** ตามกระแสลมปั่นป่วนในอากาศ
- **การก่อตัว:** มักจะเห็นได้ในช่วงที่เมฆคิวมูลัสก้อนใหญ่กำลังเริ่มก่อตัว หรือในวันที่ลมระดับต่ำมีความแปรปรวนสูง

Cumulus radiatus (Cu ra)

คำว่า Radiatus หมายถึงการแผ่ออกเป็นเส้นรัศมี ซึ่งในภาษาที่นักดูเมฆนิยมใช้กันจะเรียกว่า **"Cloud Streets"** มีลักษณะเด่นดังนี้:

- **การจัดตัว (Arrangement):** เมฆคิวมูลัสจะเรียงตัวกันเป็นแนวเส้นตรงที่เกือบขนานไปกับทิศทางของลม (Parallel to the wind direction)
- **สายพันธุ์ที่พบ:** ส่วนใหญ่มักจะเกิดกับสายพันธุ์ **Mediocris (ขนาดปานกลาง)**
- **ภาพลวงตาทางทัศนียภาพ (Perspective):** แม้ความจริงพวกมันจะเรียงขนานกัน แต่เมื่อมองจากพื้นดิน เส้นขนานเหล่านี้จะดูเหมือนพุ่งไปรวมกันที่จุดหนึ่ง ณ เส้นขอบฟ้า (คล้ายกับเวลามองรางรถไฟที่พุ่งไปรวมกันที่ปลายสายตา)

3.3.3.2 ลักษณะเสริมและเมฆบริวาร

เมื่อสังเกตเมฆคิวมูลัส (โดยเฉพาะชนิดที่กำลังพุ่งตัวแรง ๆ) อาจจะเห็นลักษณะพิเศษเหล่านี้พ่วงมาด้วย:

1. เครื่องประดับส่วนบน (เมฆหมวกและผ้าคลุม)
   - **Pileus (ไพลีอัส):** เมฆที่มีลักษณะคล้าย **"หมวก"** หรือผ้าคุมเล็ก ๆ วางอยู่บนยอดเมฆคิวมูลัส เกิดจากการที่เมฆก้อนพุ่งตัวขึ้นไปดันชั้นอากาศชื้นด้านบนให้กลั่นตัวเป็นแผ่น
   - **Velum (เวลัม):** ลักษณะคล้าย **"ผ้าคลุมหน้า"** ที่บางและกว้างกว่าไพลีอัส มักจะถูกเมฆคิวมูลัสพุ่งทะลุผ่านขึ้นไป
2. ส่วนที่เกี่ยวกับหยาดน้ำฟ้า
   - **Virga (เวอร์กา):** สายฝนที่ตกจากฐานเมฆแต่ **ระเหยไปก่อนจะถึงพื้น** เห็นเป็นริ้ว ๆ ใต้ฐานเมฆ
   - **Praecipitatio (พรีซิพิทาชิโอ):** ฝนที่ตก **ลงมาถึงพื้นดิน** จริง ๆ ซึ่งในคิวมูลัสจะเป็นลักษณะฝนไล่ช้าง (Showers)

3. ลักษณะที่พบน้อย (Rare Features)

- **Fluctus (ฟลักตัส):** คลื่นเมฆที่ดูเหมือน **"เกลียวคลื่นในทะเล"** (Kelvin-Helmholtz waves) มักพบในสายพันธุ์ Humilis เมื่อมีลมพัดตัดกันแรง ๆ
- **Arcus (อาร์คัส):** เมฆกันชนหรือเมฆม้วน (Roll/Shelf cloud) ที่ขอบด้านล่างของเมฆก้อน (พบน้อยมากใน Cu มักจะพบใน Cb มากกว่า)
- **Pannus (แพนนัส):** เศษเมฆขาดวิ่นที่ลอยอยู่ใต้เมฆก้อนใหญ่ในขณะที่มีฝนตก
- **Tuba (ทูบา):** ลักษณะเป็น **"ติ่ง"** หรือกรวยพุ่งลงมาจากฐานเมฆ (พบน้อยมาก ๆ สำหรับคิวมูลัสธรรมดา)

3.3.3.3 เมฆที่อาจกลายเป็นคิวมูลัส

ก่อนที่จะเห็นเมฆก้อนชัดเจน มักจะเห็น **"จุดมัว ๆ" (Hazy spots)** บนท้องฟ้าก่อน ซึ่งนั่นคือจุดเริ่มต้นของการกลั่นตัวเป็นก้อนเมฆ และนี่คือเหล่าเมฆต้นกำเนิดของคิวมูลัส:

1. การพัฒนาจากเมฆที่มีทรงหอคอย (Castellanus)

เมื่อเมฆชั้นกลางหรือชั้นต่ำที่มีลักษณะเป็นแง่งหอคอยอยู่แล้ว ได้รับแรงส่งจากการลอยตัวของอากาศเพิ่มขึ้น:

- **จาก Altocumulus castellanus:** พัฒนาไปเป็น Cu congestus altocumulogenitus
- **จาก Stratocumulus castellanus:** พัฒนาไปเป็น Cu congestus stratocumulogenitus

2. การเปลี่ยนร่างโดยตรง (Transformation)

นี่คือการเปลี่ยนรูปร่างจากเมฆแผ่นไปเป็นเมฆก้อน:

- **จาก Stratocumulus:** กลายเป็น Cu stratocumulomutatus
- **จาก Stratus:** กลายเป็น Cu stratomutatus > **จุดสังเกต:** การเปลี่ยนจาก Stratus (เมฆแผ่นชั้นต่ำ) มาเป็น Cumulus (เมฆก้อน) มักจะเกิดขึ้นบ่อย **ในตอนเช้าเหนือพื้นดิน** เมื่อแสงแดดเริ่มสลายม่านหมอกให้กลายเป็นก้อนเมฆ

3. การเกิดเมฆขาดวิ่นในสภาวะฝนตก (Fractus)

ในขณะที่มีฝนตก เมฆขนาดใหญ่อาจทำให้เกิดเศษเมฆคิวมูลัสขาดวิ่นลอยอยู่ข้างล่าง:

- เกิดได้จากทั้ง Altostratus, Nimbostratus, Cumulonimbus หรือแม้แต่เมฆคิวมูลัสก้อนใหญ่ที่มีฝนเองโดยมีชื่อเรียกตามแม่ของมัน เช่น **Cu fra nimbostratogenitus** เป็นต้น

3.3.3.4 การเปรียบเทียบระหว่าง Cumulus กับ Altocumulus/Stratocumulus

จุดต่างที่สำคัญที่สุดที่สามารถใช้สังเกตได้คือ:

- **การแยกตัวและรูปทรง (Detached & Dome shaped):** * **Cumulus:** จะลอยแยกจากกันเป็นก้อน ๆ และมีทรงยอดโดมชัดเจน (เหมือนยอดกะหล่ำ)
    - **Ac/Sc:** มักจะเรียงตัวชิดติดกันเป็นแผง หรือเป็นกลุ่มก้อนที่แบนกว่า
- **ระวังเรื่องทัศนียภาพ (Perspective Effect):** เมื่อมองเมฆคิวมูลัสที่อยู่ไกลออกไปใกล้เส้นขอบฟ้า พวกมันอาจจะดูเหมือน "รวมตัวกันเป็นแผ่น" จนดูคล้าย Sc หรือ Ac ได้ ต้องสังเกตดี ๆ ว่าก้อนเหล่านั้นยังมีความหนาในแนวตั้ง (Vertical extent) อยู่หรือไม่

ปฏิสัมพันธ์กับเมฆชั้นอื่น (Interaction)
เมฆคิวมูลัสมีพฤติกรรมที่น่าสนใจเมื่อมันเติบโตขึ้นไปเจอกับเมฆชั้นอื่นดังนี้:

1. **การแผ่ตัว (Spread):** ยอดของคิวมูลัสอาจจะแผ่ออกด้านข้างจนกลายเป็นเมฆแผ่นอย่าง Stratocumulus cumulogenitus หรือ Altocumulus cumulogenitus
2. **การทะลุผ่าน (Penetrate):** ก้อนคิวมูลัสที่พุ่งแรงอาจจะเจาะทะลุชั้นของ Sc หรือ Ac ที่มีอยู่เดิมขึ้นไปได้เลย
3. **การรวมตัว (Merge):** ในกรณีที่เป็นเมฆฝนอย่าง Altostratus หรือ Nimbostratus คิวมูลัสอาจเข้าไปรวมเป็นเนื้อเดียวกับม่านเมฆเหล่านั้นได้

กฎการจำแนก:
"ตราบใดที่เมฆเหล่านั้นยังคง **'ลอยแยกจากกัน'** หรือยังมี **'ความสูงในแนวตั้งที่โดดเด่น'** เราจะยังเรียกพวกมันว่า **Cumulus** อยู่เสมอแม้ว่าพวกมันจะกำลังแผ่ตัวหรือพยายามรวมร่างกับเมฆอื่นอยู่ก็ตาม"

3.3.3.5 การเปรียบเทียบระหว่าง Cumulus กับ Altostratus/Nimbostratus

ในวันที่ฝนกำลังจะตก เมฆคิวมูลัสที่แผ่ตัวกว้างอาจทำให้สับสนกับเมฆแผ่นชั้นกลางอย่าง **Altostratus (As)** หรือเมฆฝนแผ่นอย่าง **Nimbostratus (Ns)** รวมถึงเมฆ **Stratocumulus (Sc)** ชนิดแผ่นหนาได้ วิธีแยกแยะมีดังนี้:

- **รูปแบบของหยาดน้ำฟ้า (Precipitation):**
    - **Cumulus (Cu):** หากฝนที่ตกลงมาเป็นแบบ **"ฝนไล่ช้าง" (Showers)** คือตกหนักสลับเบา หรือตกแล้วหยุดอย่างรวดเร็ว ให้สันนิษฐานว่าเป็นเมฆคิวมูลัส
    - **As / Ns:** มักจะให้ฝนที่ตกต่อเนื่องสม่ำเสมอเป็นเวลานาน (Steady rain)
- **ความคงทนของเมฆ (Longevity):**
    - **Altostratus, Nimbostratus และ Sc opacus:** เมฆพวกนี้ขึ้นชื่อเรื่อง **"ความอึด"** พวกมันจะปกคลุมท้องฟ้าและคงรูปร่างอยู่อย่างนั้นเป็นเวลานานหลายชั่วโมง
    - **Cumulus:** จะ **ไม่อยู่ยงคงกระพัน** ขนาดนั้น มันมีการเปลี่ยนแปลงรูปทรงตลอดเวลา เดี๋ยวมาเดี๋ยวไป ไม่ได้อยู่แช่เป็นแผ่นทึบนานเท่าเมฆตระกูลสเตรตัส

3.3.3.6 การเปรียบเทียบระหว่าง Cumulus congestus กับ Cumulonimbus

แม้ว่า **Cumulus congestus (Cu con)** จะมีขนาดใหญ่ยักษ์และพุ่งสูงจนน่ากลัว แต่เราจะยังไม่เรียกมันว่าเมฆฝนฟ้าคะนอง (Cb) จนกว่าจะผ่านเกณฑ์ตัดสิน 2 ข้อนี้:

- **ลักษณะของยอดเมฆ (Appearance of the top):**
    - **Cu con:** ยอดเมฆที่เป็นปุ่มป่ำเหมือนดอกกะหล่ำจะยังมี **ขอบที่คมชัดมาก (Sharply defined)** และไม่มีลักษณะเป็นเส้นใยหรือริ้ว ๆ (No fibrous or striated texture) เพราะยอดเมฆยังประกอบด้วยละอองน้ำเป็นหลัก
    - **Cb:** ยอดเมฆจะเริ่ม **"ฟุ้ง"** หรือแผ่ออกเป็นริ้วเหมือนเส้นผม หรือดูเรียบเนียนเหมือนเหล็กทั่ง (Anvil) เนื่องจากละอองน้ำที่ยอดเมฆได้กลายเป็นผลึกน้ำแข็งไปแล้ว
- **ปรากฏการณ์ทางสภาพอากาศ (Weather phenomena):**

- **Cu con:** อาจมีฝนตกหนักได้ แต่จะ **ไม่มีฟ้าแลบ (No lightning), ฟ้าร้อง (No thunder)** หรือ **ลูกเห็บ (No hail)**
- **Cb:** เมื่อไหร่ที่ได้ยินเสียงฟ้าร้องหรือเห็นลูกเห็บตก แม้จะเพียงครั้งเดียว เมฆก้อนนั้นจะถูกเปลี่ยนประเภทเป็น Cumulonimbus ทันที

3.3.3.7 การเปรียบเทียบระหว่างคิวมูลัสปานกลาง/ขาดวิ่น กับ สเตรโตคิวมูลัส ฟล็อกคัส

ในสภาวะที่มีลมพัดแรง (Fresh to strong winds) เมฆคิวมูลัสอาจจะดูรุ่งริ่งจนคล้ายกับ Sc floccus แต่สามารถใช้เกณฑ์ตัดสินเหล่านี้แยกแยะได้:

- **ฐานเมฆ (The Base):**
  - **Cumulus:** มักจะมี **"ส่วนที่แบนราบ" (Flat base)** ปรากฏให้เห็นอยู่บ้าง แม้บางส่วนจะดูรุ่งริ่งก็ตาม
  - **Sc floccus:** ส่วนล่างของเมฆมักจะ **รุ่งริ่งไปทั้งหมด (Very ragged)** และถ้าหากมีส่วนที่ดูแบนราบเกิดขึ้น มันก็จะสลายตัวไปอย่างรวดเร็วมาก
- **โครงสร้างแนวตั้ง (Vertical Structure):**
  - เมฆคิวมูลัสในสภาวะนี้จะมีโครงสร้างที่ **"เอนไปตามทิศทางลม" (Leaning strongly downwind)** อย่างชัดเจน
- **การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง:**
  - สำหรับ **Cumulus fractus** ขอบของมันจะมีการ **เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง** (เหมือนปุยสำลีที่กำลังโดนลมฉีกออก)

กฎการตัดสินใจ:

"มีกฎเหล็กข้อหนึ่งระบุไว้ว่า **'หากเกิดความลังเลหรือไม่แน่ใจ'** ในการระบุตัวตนระหว่างสองชนิดนี้ ให้ระบุว่าเมฆนั้นเป็น **สายพันธุ์คิวมูลัส (Cumulus)** ที่เหมาะสมไว้ก่อนได้เลย"

3.3.3.8 การเปรียบเทียบระหว่าง Cumulus ชนิดขาดวิ่น กับ Stratus ชนิดขาดวิ่น

แม้ทั้งคู่จะดูเหมือนเศษสำลีที่ถูกดึงออกจากกัน แต่สามารถแยกแยะความแตกต่างได้จาก 3 จุดสังเกตหลักดังนี้:

- **ความสูงในแนวตั้ง (Vertical extent):**
  - **Cu fra:** โดยทั่วไปจะมีความ **"หนา"** หรือพุ่งในแนวตั้งมากกว่า แม้จะเป็นเศษเสี้ยวแต่ก็ดูมีมิติ
  - **St fra:** มักจะดูแบนราบกว่า ไม่มีการพุ่งตัวขึ้นด้านบน
- **ความสว่างและความโปร่งแสง (Whiteness & Transparency):**
  - **Cu fra:** มักจะดู **ขาวสว่างกว่า** และเนื้อเมฆดู **ทึบแสงกว่า**
  - **St fra:** จะดูเทาหม่นกว่า และมีความโปร่งแสงมากกว่า (ดูบอบบางกว่า)
- **รูปทรงของยอดเมฆ (Tops):**
  - **Cu fra:** บางส่วนของยอดเมฆอาจจะยังมองเห็นเป็น **ทรงมนหรือทรงโดม** เล็ก ๆ ได้อยู่บ้าง
  - **St fra:** จะไม่มีทรงมนเลย มันจะปรากฏเป็น **"เศษรุ่งริ่ง" (Ragged shreds)** ตลอดทั้งก้อน

3.3.3.9 ส่วนประกอบทางกายภาพ

แม้เมฆคิวมูลัสจะดูเหมือนก้อนสำลีที่นุ่มนิ่ม แต่โครงสร้างภายในของมันมีการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิและความสูง ดังนี้:

- **ส่วนประกอบหลัก:** ส่วนใหญ่ประกอบด้วย **ละอองน้ำ (Water droplets)** ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ขอบเมฆดูคมชัดและมีสีขาวสว่างเมื่อกระทบแสงแดด
- **การเกิดหยาดน้ำฟ้า:** เมื่อเมฆมีการพัฒนาในแนวตั้งสูงมาก (เช่น สายพันธุ์ Congestus) มันจะสามารถปล่อยหยาดน้ำฟ้าลงมาในรูปแบบของ **ฝนไล่ช้าง (Showers)**, หิมะ หรือเม็ดหิมะ (Snow pellets) ได้

จุดเปลี่ยนสำคัญ: เมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง

ความมหัศจรรย์เกิดขึ้นเมื่อยอดเมฆพุ่งสูงขึ้นไปจนถึงระดับที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 °C:

1. **การพัฒนาเป็น Cumulonimbus (Cb):** ผลึกน้ำแข็งจะเริ่มก่อตัวขึ้น และมันจะเติบโตขึ้นเรื่อย ๆ โดยการดูดกลืนละอองน้ำเย็นจัด (Supercooled water droplets) รอบ ๆ ตัว กระบวนการนี้จะเปลี่ยนเนื้อเมฆที่ดูเป็นก้อนคมชัด ให้กลายเป็นเนื้อใย ๆ (Fibrous) ซึ่งเป็นสัญญาณว่ามันได้กลายเป็นเมฆฝนฟ้าคะนองแล้ว
2. **การสลายตัวในอากาศหนาว (Degeneration):** ในสภาพอากาศที่หนาวเย็นจัด หากอุณหภูมิทั่วทั้งก้อนเมฆต่ำกว่า 0 °C มาก ๆ กระบวนการนี้จะทำให้เมฆคิวมูลัสเสียรูปทรงและกลายสภาพเป็น **สายหิมะที่ฟุ้งกระจาย (Diffuse trails of snow)** แทนที่จะเติบโตเป็นก้อนต่อไป

3.3.3.10 ข้อสังเกตเพิ่มเติมและเมฆพิเศษ

1. กลไกการเกิด (Formation Mechanisms)

เมฆคิวมูลัสไม่ได้เกิดจากความร้อนเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจาก 3 ปัจจัยหลักนี้:

- **Convection:** กระแสอากาศร้อนพุ่งขึ้นจากพื้นดินที่ถูกแดดเผา
- **Instability:** อากาศชั้นบนเย็นจัดจนทำให้อากาศข้างล่างลอยตัวขึ้นไป (ความไม่เสถียร)
- **Lifting:** การที่มวลอากาศถูกยกตัวขึ้น เช่น พัดปะทะภูเขา (Orographic lift)

2. ความสูงและชั้นความเสถียร (Vertical Extent & Stability)

ขนาดของคิวมูลัสขึ้นอยู่กับ **"เพดาน"** หรือชั้นอากาศที่เสถียร (Stable layer) :

- **เพดานสูง:** เกิดเป็น **Congestus** (ก้อนยักษ์) โดยเฉพาะในเขตร้อนบ้านเราจะตัวสูงเป็นพิเศษ
- **เพดานต่ำ:** เกิดเป็น **Humilis** (ก้อนแบน) เพราะโดนกดไว้ไม่ให้โต
- **เพดานแข็งแรง (Inversion):** ยอดเมฆจะแทงไม่ทะลุแล้วแผ่ออกด้านข้างกลายเป็น Sc หรือ Ac แทน

3. วงจรชีวิตของเมฆ (Diurnal Variation)

- **บนบก:** ชัดเจนมาก เริ่มก่อตัวสาย ๆ (หลังแดดออก) พีคสุดช่วงบ่าย และจะสลายตัวไปในช่วงเย็นเมื่อพื้นดินเย็นลง
- **ในทะเล:** ไม่ค่อยเปลี่ยนตามเวลา แต่ถ้าจะมีกิจกรรมสูงสุด มักจะเป็นช่วง **ดึกถึงเช้ามืด**
- **ชายฝั่ง:** กลางวันเกิดบนบก (ลมทะเล) กลางคืนเกิดในทะเล (ลมบก)

4. แสงและเงา (Illumination)

สามารถดูมิติของเมฆได้ตามทิศทางแสง:

- **อยู่ตรงข้ามดวงอาทิตย์:** เห็นลวดลายปุ่มป่ำชัดเจนมาก (Relief)
- **ย้อนแสง:** ตัวเมฆจะมืด แต่จะมี **"ขอบเงิน" (Silver lining)** ที่สว่างจ้าสวยงามมาก
- **เทียบกับเมฆชั้นสูง:** ถ้าเทียบกับเมฆน้ำแข็ง (Cirrus) คิวมูลัสจะดูขาวน้อยกว่าเล็กน้อยและขอบจะดูเทากว่า

เมฆคิวมูลัสชื่อพิเศษ (Special Origins)

หากเมฆคิวมูลัสไม่ได้เกิดจากธรรมชาติโดยตรง จะมีชื่อต่อท้ายดังนี้:

1. **Flammagenitus:** เกิดจากความร้อนของ **ไฟป่า** หรือ **ภูเขาไฟระเบิด** (เช่น Cu con flammagenitus)
2. **Homogenitus:** เกิดจากกิจกรรมของ **มนุษย์** เช่น ความร้อนเหนือหอระบายความร้อนของโรงไฟฟ้า
3. **Cataractagenitus:** เกิดจากละอองน้ำจาก **น้ำตก** ขนาดใหญ่

3.3.4 Cumulonimbus (Cb)

สามารถสังเกตความแตกต่างระหว่างเมฆก้อนยักษ์ (Cu con) กับเมฆพายุ (Cb) ได้จากนิยามที่เป็นเอกลักษณ์นี้:

- **ความมหึมา (Heavy & Dense):** เป็นเมฆที่ดูหนักแน่น หนาทึบ และพุ่งตัวในแนวตั้งอย่างมหาศาล (Considerable vertical extent) จนดูเหมือน **ภูเขาหรือหอคอยขนาดยักษ์**
- **ลักษณะส่วนยอด (Upper portion):** นี่คือจุดตัดสิน! ส่วนยอดของ Cb อย่างน้อยบางส่วนจะ:
    - **ดูเรียบเนียน (Smooth)**
    - **เป็นเส้นใย (Fibrous)** หรือมีริ้วขนานกัน (Striated)
    - และมักจะ **แบนราบ** จนแผ่ออกไปกว้างขวาง ดูเหมือน **"ทั่ง" (Anvil)** หรือขนนกยักษ์ (Plume)
- **ฐานเมฆที่มืดมิด:** ฐานของมันมักจะมืดดำมาก (Very dark) เพราะความหนาทึบของเมฆบังแสงอาทิตย์ไว้เกือบหมด
- **องค์ประกอบใต้ฐาน:** บ่อยครั้งที่จะเห็นเมฆต่ำขาดวิ่น (Ragged clouds) ลอยอยู่ข้างใต้ ซึ่งอาจจะรวมร่างกับเมฆแม่หรือไม่ก็ได้ และบางครั้งอาจเห็นสายฝนระเหย (Virga) ร่วมด้วย

3.3.4.1 Species (ชนิด)

Cumulonimbus calvus (Cb cal)

สายพันธุ์คัลวัส - ชนิดยอดเรียบ

คำว่า Calvus ในภาษาละตินแปลว่า **"ล้าน" (Bald)** ที่ได้ชื่อนี้ก็เพราะว่าส่วนยอดของมันดู "โล้น" หรือเรียบเนียน ไม่มีการแตกหน่อเป็นดอกกะหล่ำที่ชัดเจนเหมือนตอนเป็นคิวมูลัส แต่ก็ยังไม่ถึงขั้นแผ่ออกเป็นรูปทั่ง ลักษณะเด่นที่ควรสังเกตคือ:

- **ยอดที่เริ่มเบลอ (Indistinct tops):** ส่วนที่เคยเป็นปุ่มป่ำคมชัดจะเริ่ม **ดูไม่ชัดเจน (Indistinct)** และดูแบนลง (Flattened)
- **เนื้อเมฆเปลี่ยนไป:** ยอดเมฆจะดูเหมือนก้อนสีขาว ๆ ที่ **ไม่มีขอบเขตคมชัด (Without sharp outlines)** อีกต่อไป นี่คือสัญญาณว่าละอองน้ำเริ่มกลายเป็นผลึกน้ำแข็งแล้ว
- **ยังไม่มีริ้ว (No fibrous parts):** แม้ยอดจะเบลอ แต่จะ **ยังมองไม่เห็น** เส้นใยหรือริ้วขนานที่ชัดเจนเหมือนสายพันธุ์ถัดไป
- **การเกิดฝน:** โดยปกติจะทำให้เกิด **ฝนตกแบบไล่ช้าง (Showers)** ที่ตกลงถึงพื้นดิน

Cumulonimbus capillatus (Cb cap)

คำว่า Capillatus แปลว่า **"มีผม" (Having hair)** ซึ่งสื่อถึงลักษณะของยอดเมฆที่ดูฟุ้งกระจายเหมือนเส้นผมมนุษย์นั่นเอง:

- **ยอดเมฆแบบเส้นใย (Fibrous/Striated):** ส่วนบนของเมฆจะมีลักษณะเหมือนเมฆเซอร์รัส (Cirriform) คือเห็นเป็นริ้ว ๆ หรือเส้นใยชัดเจน ซึ่งเกิดจากผลึกน้ำแข็งล้วน ๆ
- **รูปทรงยอดเมฆ:** มักจะแผ่ออกเป็นรูป **"ทั่ง" (Anvil)** ซึ่งเราจะเรียกว่า Cumulonimbus capillatus incus หรือบางครั้งอาจดูเหมือนพู่ขนนกยักษ์ หรือกองเส้นผมที่ยุ่งเหยิงก็ได้
- **กรณีอากาศหนาวจัด:** ในมวลอากาศที่เย็นมาก ๆ ลักษณะเส้นใยนี้อาจลามลงมาจนครอบคลุมเมฆเกือบทั้งก้อนเลย

- **ความรุนแรงของสภาพอากาศ:** เมฆตัวนี้มาพร้อมกับของครบชุด ทั้ง **ฝนไล่ช้าง (Showers), พายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorm), ลมกระโชกแรง (Wind squalls)** และบางครั้งก็มี **ลูกเห็บ (Hail)** แถมยังมักจะเห็นสายฝนระเหย (**Virga**) ที่ชัดเจนมากใต้ฐานเมฆด้วย

3.3.4.2 ลักษณะเสริมและเมฆบริวาร

เมื่อพายุลูกใหญ่ก่อตัวขึ้น มักจะพบเห็นลักษณะพิเศษเหล่านี้พ่วงมาด้วยเสมอ:

1. ส่วนประกอบหลักที่เป็นเอกลักษณ์
    - **Incus (อินคัส):** หรือยอดรูป **"ทั่ง"** ที่แผ่ออกกว้าง เป็นสัญลักษณ์สูงสุดของ Cb เลย
    - **Mamma (มามมา):** หรือเมฆตะปุ่มตะป่ำคล้าย **"เต้านม"** มักจะห้อยย้อยลงมาจากใต้ฐานของ "ทั่ง" นี่คือสัญญาณของอากาศที่แปรปรวนอย่างหนัก
2. หยาดน้ำฟ้าและการก่อตัวใต้ฐาน
    - **Praecipitatio (พรีซิพิทาซิโอ):** ฝนที่ตกถึงพื้น ทั้งฝนหนัก หิมะ หรือ **ลูกเห็บ (Hail)**
    - **Virga / Pannus:** สายฝนระเหย หรือเศษเมฆขาดวิ่นที่ลอยต่ำใต้ฐานเมฆในขณะฝนตก
    - **Arcus (อาร์คัส):** เมฆกันชนหรือ **Shelf Cloud** ที่ดูเหมือนกำแพงยักษ์พุ่งเข้ามาหาเรา
    - **Murus (มูรัส):** หรือ **Wall Cloud** ก้อนเมฆหนาทึบที่หย่อนตัวลงมาจากฐานเมฆพายุ มักเป็นจุดกำเนิดของพายุหมุน
3. ส่วนเสริมหายาก (Rare Features)
    - **Tuba (ทูบา):** กรวยพายุ (พายุงวงช้าง)
    - **Cauda / Flumen:** เมฆที่มีลักษณะคล้าย **"หาง"** หรือริ้วยาวที่ถูกดูดเข้าสู่ศูนย์กลางพายุ
    - **Pileus / Velum:** เมฆหมวกหรือผ้าคลุมที่อาจเห็นได้ตอนที่พายุพุ่งตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว

3.3.4.3 เมฆที่เป็นต้นกำเนิดของคิวมูโลนิมบัส

โดยปกติแล้ว เมฆพายุไม่ได้เกิดขึ้นมาแบบยักษ์ใหญ่ทันที แต่มีการพัฒนามาจากเมฆชนิดอื่นตามลำดับดังนี้:

1. ต้นกำเนิดที่พบบ่อยที่สุด (The Main Path)

- **จาก Cumulus congestus:** นี่คือเส้นทางสายหลักเลยเมื่อเมฆก้อนยักษ์ (Congestus) ได้รับพลังงานความร้อนและความชื้นมากพอ จนยอดเมฆเริ่มกลายเป็นน้ำแข็งและฟุ้งกระจาย เราจะเรียกมันว่า Cb cumulogenitus หรือ Cb cumulomutatus

2. ต้นกำเนิดจากเมฆชนิดอื่น (Alternative Paths)

พายุยังสามารถ "พัฒนา" มาจากเมฆที่มีลักษณะเป็นหอคอยหรือเมฆแผ่นได้ด้วย:

- **จาก Altocumulus castellanus:** กลายเป็น Cb altocumulogenitus ซึ่งมีจุดเด่นคือ **ฐานเมฆจะอยู่สูงกว่าปกติมาก**
- **จาก Stratocumulus castellanus:** กลายเป็น Cb stratocumulogenitus
- **จาก Altostratus หรือ Nimbostratus:** บางส่วนของเมฆแผ่นเหล่านี้อาจเกิดการยกตัวอย่างรุนแรงจนพัฒนาเป็นพายุแทรกตัวอยู่ภายใน เรียกว่า Cb altostratogenitus หรือ Cb nimbostratogenitus

3.3.4.4 ความแตกต่างหลักระหว่างคิวมูโลนิมบัสและเมฆที่คล้ายคลึงกัน

1. Cb เทียบกับ Nimbostratus (เมฆฝนแผ่น)

เมื่อเมฆแผ่ปกคลุมท้องฟ้ากว้างมากจนมองไม่เห็นรูปทรงก้อน ให้สังเกตจากสิ่งที่ตกลงมาจากฟ้าแทน:

- **ลักษณะของหยาดน้ำฟ้า (Precipitation):**
    - **Cumulonimbus (Cb):** ฝนจะตกแบบ **"ไล่ช้าง" (Showers)** คือตกหนักสลับเบาอย่างรวดเร็ว หรือถ้ามี **ลูกเห็บ (Hail)** ร่วมด้วย มั่นใจได้เลยว่าคือ Cb
    - **Nimbostratus (Ns):** ฝนจะตกต่อเนื่องสม่ำเสมอเป็นเวลานาน (Steady rain)
- **เสียงและแสง:** หากได้ยินเสียง **ฟ้าร้อง (Thunder)** หรือเห็น **ฟ้าแลบ (Lightning)** นั่นคือคุณสมบัติเฉพาะตัวของ **Cb** เท่านั้น Ns จะไม่มีปรากฏการณ์นี้

2. Cb เทียบกับ Cumulus congestus (เมฆก้อนยักษ์)

สองตัวนี้หน้าตาคล้ายกันมากจนเกือบแยกไม่ออก แต่มีจุดเปลี่ยน (Tipping point) อยู่ที่:

- **ความคมชัดของยอดเมฆ (Outlines):**
    - **Cumulus congestus:** ยอดจะเป็นปุ่มป่าคมชัดเหมือนกะหล่ำปลีตลอดเวลา
    - **Cumulonimbus:** ทันทีที่ส่วนยอด **"เสียความคมชัด" (Loses sharpness)** หรือเริ่มเห็นเป็น **"ริ้วเส้นใย" (Fibrous/Striated)** ให้เปลี่ยนชื่อเรียกเป็น Cb ทันที
- **กฎการตัดสินใจสุดท้าย:** หากมองยอดเมฆไม่ชัด (เช่น มีเมฆอื่นบัง) แต่มี **ฟ้าร้อง ฟ้าแลบ หรือลูกเห็บ** เกิดขึ้น ให้ระบุว่าเป็น **Cumulonimbus** ได้เลย

3.3.4.5 ส่วนประกอบทางกายภาพ

เมฆคิวมูโลนิมบัสเป็นเหมือนโรงงานผลิตหยาดน้ำฟ้าขนาดใหญ่ ที่มีการผสมผสานกันระหว่างของเหลวและของแข็งอย่างซับซ้อน:

- **ส่วนประกอบหลัก (Mixed Phase):** * **ส่วนล่างและส่วนกลาง:** ประกอบด้วย **ละอองน้ำ (Water droplets)** และเม็ดฝนขนาดใหญ่
    - **ส่วนยอด (Upper portion):** ประกอบด้วย **ผลึกน้ำแข็ง (Ice crystals)** เป็นหลัก ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เราเห็นยอดเมฆเป็นริ้ว ๆ หรือเป็นทั่งนั่นเอง
- **หยาดน้ำฟ้าหลากชนิด:** ภายในก้อนเมฆยักษ์นี้เป็นที่อยู่ของทั้ง **เกล็ดหิมะ (Snowflakes)**, **เม็ดหิมะ (Snow pellets)** และที่สำคัญคือ **ลูกเห็บ (Hailstones)**
- **สถานะพิเศษ (Supercooled):** สิ่งที่น่าทึ่งคือ ละอองน้ำและเม็ดฝนภายในเมฆ Cb บ่อยครั้งจะอยู่ในสภาวะ **"เย็นจัด" (Supercooled)** คือมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 °C แต่ยังไม่แข็งตัวเป็นน้ำแข็ง จนกว่าจะไปกระทบกับอะไรบางอย่าง

3.3.4.6 ข้อสังเกตเพิ่มเติมและเมฆพิเศษ

1. การกำเนิดและการจัดตัว

- **ปัจจัยการเกิด:** เหมือนกับเมฆ Cumulus congestus แต่จุดที่ทำให้มันข้ามเส้นมาเป็น Cb คือการเกิด **"ผลึกน้ำแข็ง"** ที่ยอดเมฆ ซึ่งจะสังเกตได้จากขอบเมฆที่เริ่ม "เบลอ" หรือกลายเป็น "เส้นใย"
- **รูปแบบการปรากฏ:** อาจจะลอยอยู่ **ก้อนเดียวโดด ๆ (Isolated)** หรือเรียงตัวต่อกันเป็นแนวขนาดยักษ์ดูเหมือน **"กำแพงเมฆ" (Cloud wall)** ที่ทอดยาวสุดลูกหูลูกตา

2. "โรงงานผลิตเมฆ" (The Cloud Factory)

นี่คือคุณสมบัติที่น่าทึ่งที่สุดของ Cb เพราะมันสามารถสร้างเมฆชนิดอื่นออกมาได้มากมาย:

- เมื่อส่วนยอดแผ่ออก มันจะกลายเป็น **Cirrus spissatus** (เมฆเซอร์รัสหนา), **Altocumulus**, หรือ **Altostratus**
- เมื่อส่วนฐานสลายตัวไป อาจเหลือทิ้งไว้เป็นเมฆ **Stratocumulus**
- **รูปทรงของทั่ง (Anvil):** หากลมชั้นบนแรงมาก ทั่งจะถูกพัดไปทางด้านท้ายลมด้านเดียว กลายเป็น **"ทั่งครึ่งซีก" (Half anvil)** หรือดูเหมือนขนนกยักษ์ (Plume)

3. เมฆบริวารและการแทรกตัว

- **Pannus:** เศษเมฆรุ่งริ่งใต้ฐานมักจะเกิดแยกกันก่อน แล้วค่อย ๆ รวมตัวกันจนเป็นแผ่นทึบติดกับฐานเมฆพายุ
- **การพรางตัว:** บางครั้ง Cb อาจจะแอบซ่อนตัวอยู่ภายในมวลเมฆขนาดใหญ่อย่าง Altostratus หรือ Nimbostratus จนมองไม่เห็นรูปทรงก้อนจากภายนอก

4. แหล่งกำเนิดพิเศษ

- **ภูมิศาสตร์:** พบน้อยมากในเขตขั้วโลก แต่พบได้บ่อยและรุนแรงที่สุดใน **เขตร้อน** (อย่างบ้านเรา) และเขตอบอุ่น
- **Flammagenitus:** หากเห็นเมฆพายุที่ก่อตัวขึ้นเหนือไฟป่าขนาดใหญ่หรือภูเขาไฟระเบิด เราจะเรียกมันว่า **Cumulonimbus flammagenitus** (หรือที่หลายคนรู้จักในชื่อ Pyrocumulonimbus) ซึ่งอันตรายมาก เพราะมันสามารถสร้างฟ้าผ่ากลับลงมาเติมเชื้อไฟได้

บทที่ 4
เมฆชั้นบรรยากาศระดับสูงและเมฆลักษณะพิเศษ

4.1 บทนำ

ในกระแสอากาศที่ไหลข้ามเนินเขา ภูเขา หรือสันเขา เมฆที่เกิดจากอิทธิพลของภูเขา (Orographic clouds) อาจเกิดขึ้นได้ทั้งในระดับต่ำกว่า ระดับเดียวกับยอดเขา หรือเหนือยอดของสิ่งกีดขวางนั้น เมฆประเภทนี้ในชั้นโทรโพสเฟียร์อาจมีลักษณะที่แตกต่างไปจากลักษณะปกติของ **เมฆ 10 สกุลหลัก (10 cloud genera)** อย่างเห็นได้ชัด อย่างไรก็ตาม เมฆที่เกิดจากอิทธิพลของภูเขาในชั้นโทรโพสเฟียร์จะยังคงถูกจัดจำแนกให้อยู่ในสกุลใดสกุลหนึ่งเหล่านี้เสมอ

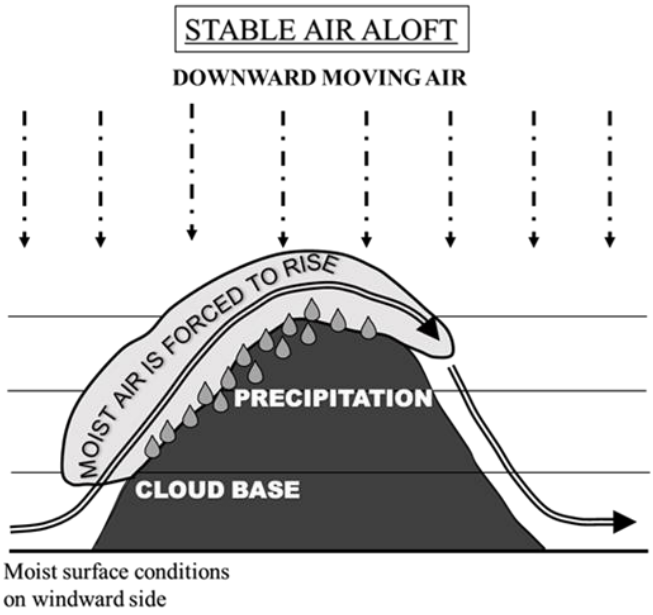
อิทธิพลของภูเขาที่มีต่อกระแสอากาศจะนำไปสู่การพัฒนาตัวหรือการขยายตัวของเมฆทาง **ด้านรับลม (Windward)** ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะสลายตัวไปทาง **ด้านปลายลม (Leeward)** เนื่องจากการจมตัวลงของอากาศ

การไหลของอากาศข้ามสิ่งกีดขวางอาจก่อให้เกิด **คลื่นภูเขา (Mountain waves)** ทางด้านปลายลม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะของบรรยากาศและลักษณะของภูมิประเทศ ในบางครั้ง การแกว่งตัวของอากาศทางด้านปลายลมจะก่อให้เกิด **เมฆรูปเลนส์ (Lenticular clouds)** ขึ้นบนยอดของคลื่นเหล่านั้น ซึ่งถือเป็นสัญญาณบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนของอากาศอันเนื่องมาจากลักษณะภูมิประเทศ

เมฆที่เกิดจากอิทธิพลของภูเขาที่พบได้บ่อยที่สุด จัดอยู่ในตระกูลเมฆ **อัลโตคิวมูลัส (Altocumulus)**, **สแตรโตคิวมูลัส (Stratocumulus)** และ **คิวมูลัส (Cumulus)** การสังเกตเมฆในพื้นที่ภูเขานั้นถือเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเมฆเหล่านี้อาจเป็นสัญญาณบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยได้

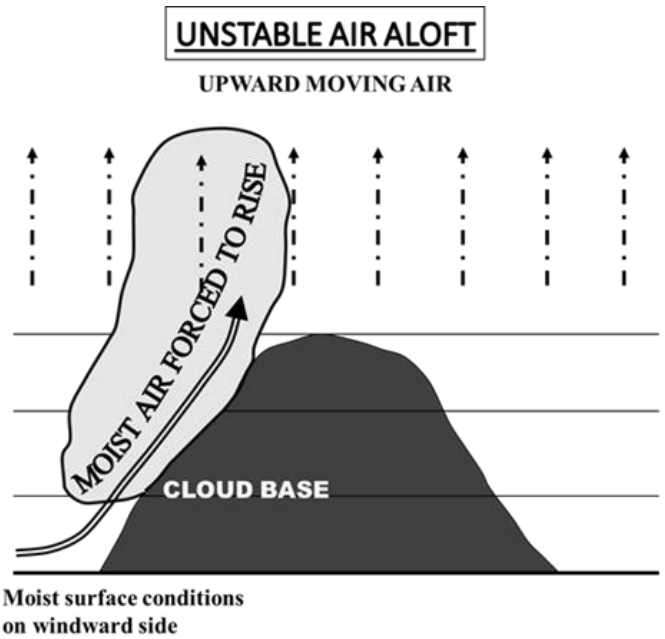
4.2 อิทธิพลของภูเขาทางด้านรับลม

เมื่อกระแสอากาศเคลื่อนที่ไปปะทะกับภูเขาหรือเนินเขา อากาศจะถูกบังคับให้ยกตัวสูงขึ้น ซึ่งปรากฏการณ์นี้เรียกว่า **การยกตัวเนื่องจากลักษณะภูมิประเทศ (Orographic lift)** หากกระแสอากาศนั้นมีความชื้นเพียงพอ เมฆจะก่อตัวขึ้นทาง **ด้านรับลม (Windward side)** ของภูเขา และเรียกเมฆเหล่านี้ว่า **เมฆที่เกิดจากอิทธิพลของภูเขา (Orographic clouds)** (ดังรูปที่ 4.1)



รูปที่ 4.1 เมฆที่เกิดจากอิทธิพลของภูเขาในสภาวะอากาศคงตัว (Stable) และมีความชื้นสูงทางด้านรับลม

ประเภทของเมฆที่ก่อตัวขึ้นนั้นขึ้นอยู่กับ **ความคงตัวของอากาศ (Air stability)** และ **ปริมาณความชื้น (Moisture content)** นอกจากนี้ อากาศยังสามารถลอยตัวขึ้นตามความลาดชันของภูเขาเนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนในเวลากลางวัน ดังนั้นทั้ง **การยกตัวเนื่องจากลักษณะภูมิประเทศ (Orographic lifting)** และ **การยกตัวเนื่องจากความร้อน (Thermal lifting)** มักจะทำงานร่วมกันเพื่อก่อให้เกิดเมฆ **คิวมูลัส (Cumulus)** ที่มียอดสูงและมีการพัฒนาตัวในแนวตั้ง (ดังรูปที่ 4.2) ด้วยเหตุนี้ พื้นที่ที่เป็นเนินเขาหรือภูเขาจึงมักจะมีเมฆปกคลุมมากกว่าพื้นที่ราบต่ำที่อยู่ใกล้เคียง

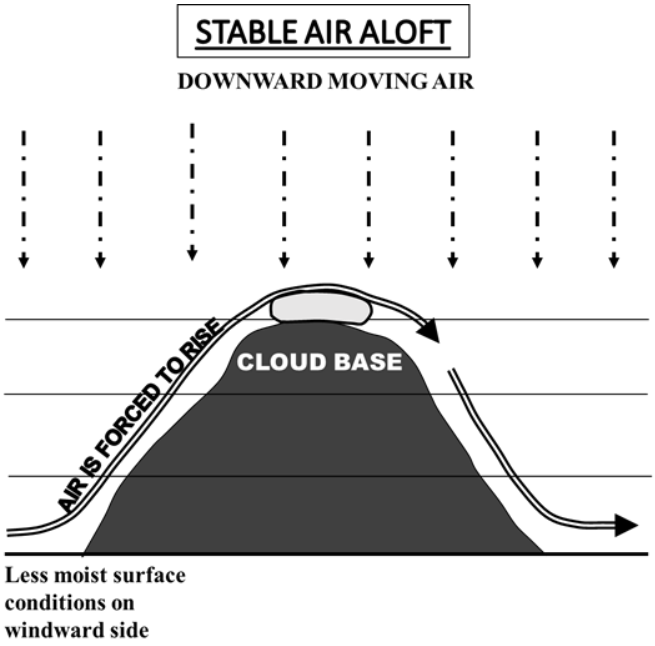


รูปที่ 4.2 เมฆที่เกิดจากอิทธิพลของภูเขาในสภาวะอากาศไม่คงตัว (Unstable) และมีความชื้นสูงทางด้านรับลม

เมฆที่มีอยู่เดิมซึ่งเคลื่อนที่มาถึงบริเวณภูเขาหรือเนินเขา และอยู่ในระดับความสูงที่ใกล้เคียงกับสิ่งกีดขวางนั้น อาจมีการเปลี่ยนแปลงทั้งรูปร่างและโครงสร้างอันเป็นผลมาจากลักษณะภูมิประเทศ โดยเมฆจะมีความหนาแน่นมากขึ้น ขนาดและความเข้มข้นของหยดน้ำหรืออนุภาคน้ำแข็งจะเพิ่มสูงขึ้น และมักจะมีการพัฒนาตัวในแนวตั้งที่สูงขึ้นด้วย เมฆเหล่านี้อาจปกคลุมอยู่เหนือสันเขา ซึ่งอาจทำให้หยาดน้ำฟ้าเริ่มตกหรือมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น บ่อยครั้งที่มักเกิด **หยาดน้ำฟ้าจากอิทธิพลของภูเขา (Orographic precipitation)** อย่างหนักทางด้านรับลมของสิ่งกีดขวาง โดยเฉพาะสิ่งกีดขวางที่ตั้งอยู่ใกล้ทะเล กระบวนการนี้เรียกว่า **การเสริมความรุนแรงของหยาดน้ำฟ้าจากภูเขา (Orographic enhancement of precipitation)** ซึ่งจำเป็นต้องมีสภาวะทางอุตุนิยมวิทยาสเกลใหญ่ (Synoptic conditions) ที่เฉพาะเจาะจงและไม่เกี่ยวข้องกับลักษณะภูมิประเทศประกอบด้วย

ในทางกลับกัน เมฆจะบางลงและสลายตัวไปทาง **ด้านปลายลม (Leeward side)** ซึ่งเป็นจุดที่ลักษณะภูมิประเทศส่งผลให้อากาศเคลื่อนที่จมตัวลง และมีหยาดน้ำฟ้าน้อยลงอย่างเห็นได้ชัด (**เขตเงาฝน หรือ Rain shadow**) ในกรณีที่เป็นภูเขาลูกโดดๆ เมฆที่เกิดจากอิทธิพลของภูเขามักจะมีลักษณะเป็นวงแหวน (Collar) โอบล้อมรอบภูเขา หรือเป็นลักษณะ **เมฆหมวก (Cap cloud)** ที่ปกคลุมส่วนยอดเขา (ดังรูปที่ 4.3) ซึ่งทั้งสองรูปแบบนี้มักมีความสมมาตร เมฆเหล่านี้มักจะทำให้เกิดหยาดน้ำฟ้าเพียงเล็กน้อยหรือไม่ตกเลย

ในกรณีที่เป็นเทือกเขาขวางกั้น เมื่อมองจากด้านปลายลม **เมฆหมวก (Cap clouds)** จะเป็นสัญญาณบ่งชี้ว่ามีโอกาสเกิดกิจกรรมของคลื่น (Wave activity) ในทิศทางใต้ลม บางครั้งเมฆเหล่านี้อาจดูเหมือน **แถบเมฆหรือกำแพงเมฆ (Bank or wall)** ที่พาดไปตามแนวสันเขา อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญที่ต้องระลึกไว้คือ การที่ไม่มีเมฆเหล่านี้ไม่ได้หมายความว่าจะไม่มีคลื่นภูเขาเกิดขึ้น เพราะในสภาวะที่อากาศแห้งกว่าปกติ คลื่นอาจเกิดขึ้นได้โดยที่ไม่มีเมฆหมวกปรากฏให้เห็น



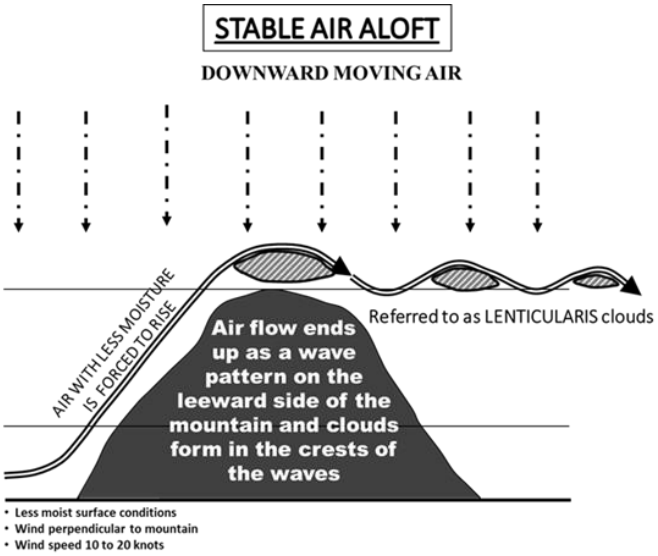
รูปที่ 4.3 เมฆที่เกิดจากอิทธิพลของภูเขาในสภาวะอากาศคงตัว (Stable) และมีความชื้นต่ำทางด้านรับลม

เมื่อกระแสลมมีกำลังแรง เมฆที่เกิดจากอิทธิพลของภูเขาซึ่งก่อตัวขึ้นใกล้กับยอดเขาอาจปรากฏให้เห็นเป็นแถบยาวพัดย้อนออกไปจากตัวภูเขาทางด้านปลายลม ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า **เมฆแบนเนอร์ (Banner cloud)** ซึ่งไม่ควรสับสนกับหิมะที่ถูกลมพัดฟุ้งกระจายออกมาจากสันเขาหรือยอดเขา

ในสภาวะบรรยากาศที่คงตัว (Stable environment) กระแสลมแรงที่พัดในทิศตั้งฉากกับสิ่งกีดขวาง (เช่น เทือกเขา) จะถูกบังคับให้ยกตัวขึ้นทางด้านรับลม และจมตัวลงตามแนวลาดชันทางด้านท้ายลม กระแสอากาศที่ถูกรบกวนนี้จะเริ่มแกว่งตัวเป็นชุดคลื่นในขณะที่เคลื่อนที่ต่อไปตามทิศทางลม ก่อให้เกิดสิ่งที่เรียกว่า **คลื่นภูเขา (Mountain waves)**

หากคลื่นเหล่านี้มีลักษณะหยุดนิ่งอยู่กับที่ในขณะที่อากาศไหลผ่าน จะเรียกคลื่นเหล่านี้ว่า **คลื่นนิ่ง (Stationary or standing waves)** ซึ่งเป็นคลื่นที่ไม่มีความปั่นป่วน (และอาจเรียกว่า **Trapped lee waves**) เมื่ออากาศมีความชื้นเพียงพอ **เมฆที่เกิดจากอิทธิพลของภูเขา (Orographic clouds)** อาจปรากฏขึ้นในส่วนที่อากาศยกตัวขึ้นตรงบริเวณยอดคลื่น (ดังรูปที่ 4.4) เมฆเหล่านี้มักจะก่อตัวขึ้นเหนือเทือกเขาหรือทางด้านท้ายลม และจะคงตัวอยู่นิ่งเป็นเวลาหลายชั่วโมง (แต่ไม่ค่อยจะคงอยู่นานเกินหนึ่งวัน)

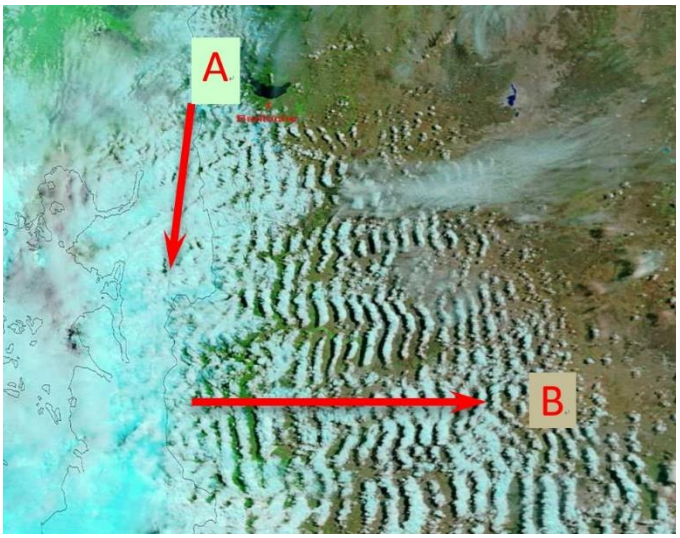
สำหรับผู้สังเกตการณ์บนพื้นดิน เมฆเหล่านี้จะดูเหมือนเคลื่อนที่ช้ามากหรือไม่เคลื่อนที่เลย แม้ว่าลมในระดับความสูงของเมฆอาจจะมีกำลังแรงก็ตาม ในบางกรณี ความเร็วของลมจะถูกเปิดเผยให้เห็นผ่านเครื่องหมายหรือร่องรอยภายในก้อนเมฆ ตัวอย่างเช่น องค์ประกอบย่อยของเมฆที่เคลื่อนที่จากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งของก้อนเมฆหลัก **เมฆรูปเลนส์ (Lenticularis-shaped clouds)** เหล่านี้ที่เกิดจากคลื่นภูเขา เป็นสัญญาณบ่งชี้ถึงลมแรงในบรรยากาศชั้นกลางที่มีสภาวะคงตัว (Stable middle levels) เมฆประเภทนี้ไม่ก่อให้เกิดหยาดน้ำฟ้า (ฝนหรือหิมะ)



รูปที่ 4.4 คลื่นภูเขา (Mountain waves)

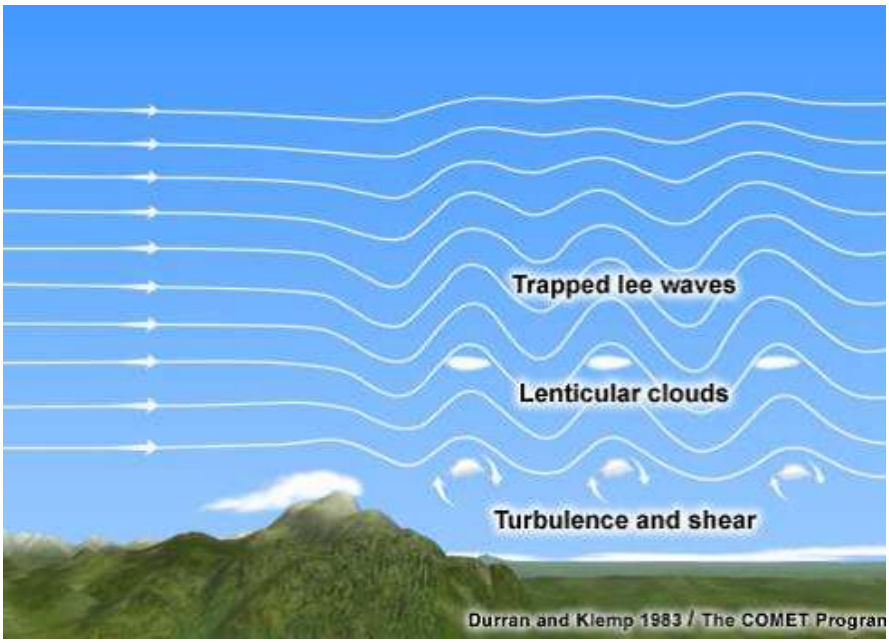
ในบางครั้ง คลื่นเหล่านี้สามารถแผ่ขยายออกไปเป็นระยะทางไกลในลักษณะของ **“ขบวนคลื่นท้ายลม” (Lee wave trains)** ดังนั้นผลกระทบของมันจึงอาจรู้สึกได้แม้ในพื้นที่ที่ห่างไกลออกไปมาก เราสามารถมองเห็นพวกมันเรียงตัวเป็นแถบยาวขนานไปกับแนวเทือกเขา โดยมีระยะห่างที่สม่ำเสมอเป็นระยะทางหลายกิโลเมตร (ดัง

รูปที่ 4.5) บนภาพถ่ายจากดาวเทียม คลื่นเหล่านี้จะปรากฏให้เห็นเป็นรูปแบบเส้นกระแสอากาศ (Streamline pattern) ที่ชัดเจน



รูปที่ 4.5 ภาพถ่ายดาวเทียมของขบวนคลื่นท้ายลม (A = แนวการวางตัวของเทือกเขา; B = ทิศทางลม)

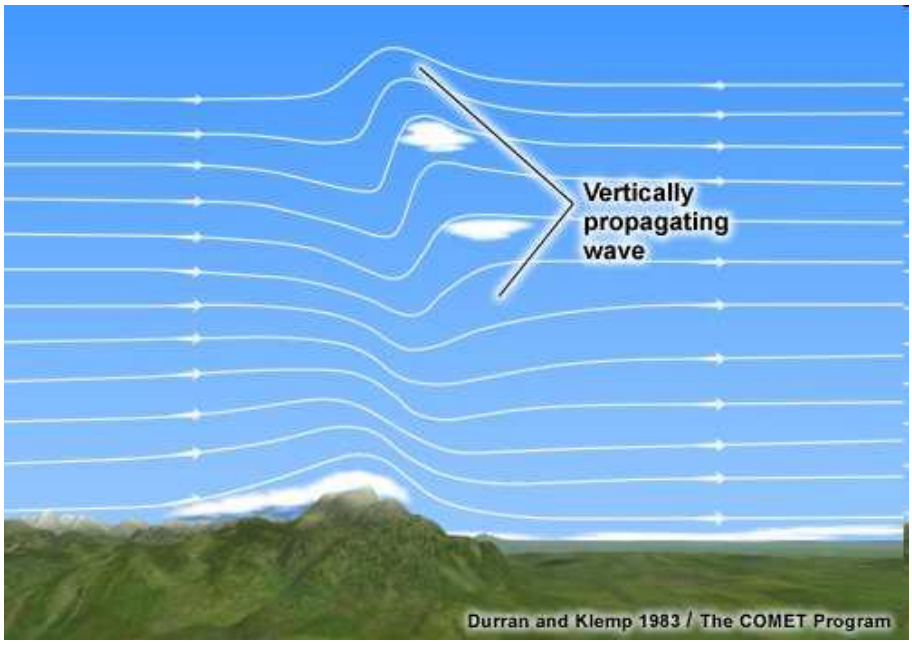
เมฆคลื่น (Wave clouds) อาจปรากฏขึ้นในหลายระดับความสูงพร้อมๆ กัน บ่อยครั้งที่เมฆรูปเลนส์ (Lenticularis) ก้อนเดียวหรือ **ซ้อนทับกันเป็นตั้งหลายชั้น** ปรากฏขึ้นเหนือเนินเขาหรือภูเขา โดยบางครั้งอาจเยื้องไปทางด้านรับลมหรือด้านปลายลมเล็กน้อย อิทธิพลของภูเขาที่มีต่อกระแสอากาศนั้นอาจส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญในระดับความสูงที่มากกว่าความสูงของยอดเขาหรือสันเขาหลายเท่า และอาจแผ่ขยายขึ้นไปได้ไกลจนถึงชั้น **สตราโตสเฟียร์ (Stratosphere)** (ดังรูปที่ 4.6)



รูปที่ 4.6 คลื่นท้ายลมแบบถูกกัก (Trapped lee waves)

ในบริเวณสันเขาที่มีความกว้างมาก เมื่อบรรยากาศมีความคงตัวสูง (High stability) ตลอดช่วงความลึกของชั้นบรรยากาศ และมี **แรงเฉือนของลม (Wind shear)** ที่เด่นชัดเหนือยอดเขา อาจเกิดคลื่นที่แผ่ขยายตัวในแนวดิ่ง (Vertically propagating waves) ซึ่งพลังงานจะส่งผ่านขึ้นไปด้านบน คลื่นเหล่านี้เรียกว่า **คลื่นท้ายลมแบบไม่ถูกกัก (Untrapped lee waves)**

การก่อตัวของ **เมฆตระกูลเซอร์รัส (Cirriform cloud)** อันเนื่องมาจากอิทธิพลของภูเขา (ดังรูปที่ 4.7) เป็นสิ่งบ่งชี้ถึง **ความปั่นป่วนของอากาศ (Turbulence)** บริเวณใกล้ส่วนบนสุดของชั้นโทรโพสเฟียร์ ในบางครั้งยอดของคลื่นเหล่านี้อาจแผ่ขยายเลยระดับความสูงปกติขึ้นไปจนถึงชั้น **สตราโตสเฟียร์ (Stratosphere)**



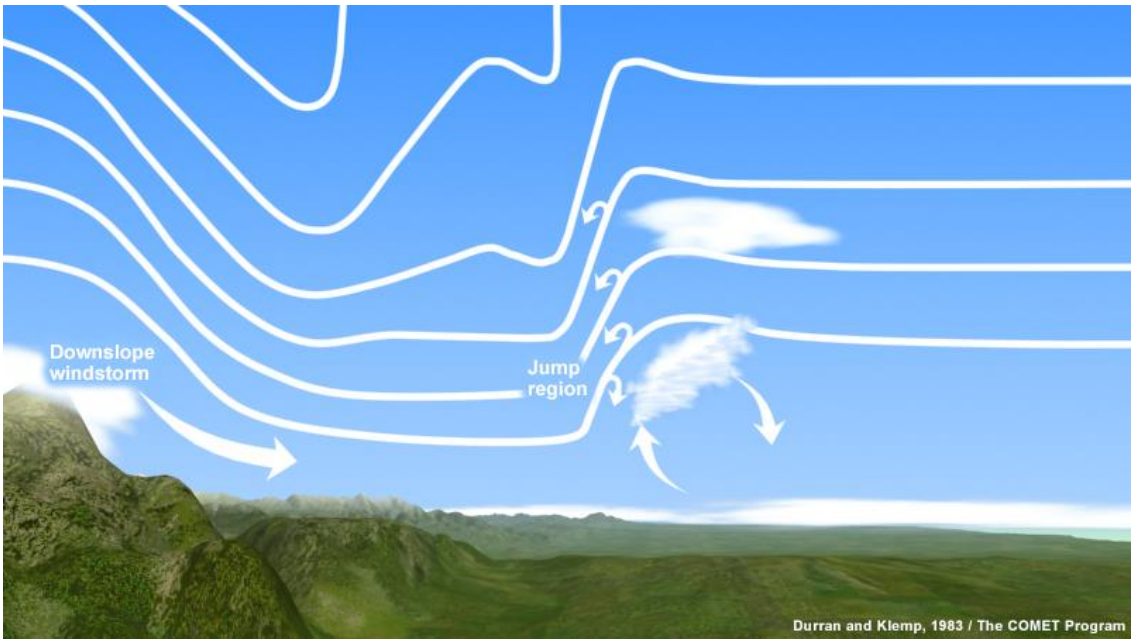
รูปที่ 4.7 คลื่นที่แผ่ขยายตัวในแนวดิ่ง (Vertically propagating wave)

ในบริเวณที่มีช่องว่างชัดเจนระหว่างภูเขากับเมฆ (เรียกว่า **ช่องว่างเฟิน หรือ Foehn gap**) มีแนวโน้มว่าจะเกิด **ความปั่นป่วนของอากาศ (Turbulence)** ที่รุนแรง แต่ในบริเวณที่ไม่มีช่องว่างชัดเจนระหว่างภูเขากับเมฆความปั่นป่วนของอากาศที่เกิดขึ้นมักจะมีกำลังอ่อน

แม้ว่าการปรากฏของเมฆจะเป็นเสมือนลายเซ็นที่บ่งบอกถึงการเคลื่อนที่และความปั่นป่วนของอากาศ แต่บางครั้งปรากฏการณ์เหล่านี้อาจเกิดขึ้นได้โดยไม่มีสิ่งบ่งชี้ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า **ความปั่นป่วนในอากาศแจ่มใส (Clear air turbulence - CAT)** มักเกิดขึ้นบริเวณใกล้กับ **แนวแบ่งเขตชั้นบรรยากาศ (Tropopause)** อันเนื่องมาจากคลื่นที่แผ่ขยายตัวในแนวดิ่งภายใต้สภาวะอากาศแห้ง

ในบางช่วงเวลา ช่วงกว้าง (Amplitude) ของ **คลื่นภูเขา (Mountain waves)** อาจมีค่าสูงมาก และพลังงานของคลื่นจะแผ่กระจายตัวลงสู่ด้านล่างในบริเวณด้านเหนือลมของสันเขาโดยตรง ซึ่งก่อให้เกิดเหตุการณ์สภาพอากาศที่สำคัญ เช่น คลื่นแตกตัว (Breaking waves), **ความปั่นป่วนระดับรุนแรงถึงรุนแรงมาก (Strong to extreme turbulence)**, **โรเตอร์ (Rotors)** และ **พายุลมพัดลงลาดเขา (Downslope windstorms)** ที่สร้างความเสียหายทางด้านปลายลมของเทือกเขา

ภายใต้เมฆคลื่นท้ายลม (Lee wave cloud) ในระดับบรรยากาศชั้นล่าง อาจเกิดกระแสลมวนขนาดใหญ่ที่มีแกนในแนวราบ (ดังรูปที่ 4.8) หากอากาศที่ยกตัวขึ้นของกระแสลมวนนิ่งขนาดใหญ่นี้เย็นตัวลงเพียงพอ อาจปรากฏแถบเมฆที่เรียกว่า **“เมฆโรเตอร์” (Rotor cloud)** หรือเมฆม้วน (Roll cloud) ขึ้นในส่วนบน เมฆโรเตอร์หรือเมฆม้วนนี้เป็นสิ่งบ่งชี้ถึงพื้นที่ที่มี **ความปั่นป่วนรุนแรง (Severe turbulence)** ที่ระดับพื้นผิวหรือใกล้พื้นโลก โดยลมที่พื้นผิวจะมีทิศทางและ/หรือความเร็วที่แปรปรวนสูงมาก ซึ่งถือเป็นอันตรายต่อการบินอย่างยิ่ง



รูปที่ 4.8 เมฆโรเตอร์” (Rotor cloud)

4.3 เมฆในบรรยากาศชั้นบน

เมฆที่สามารถมองเห็นได้ในบรรยากาศชั้นบน ได้แก่ **เมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลก (Polar stratospheric clouds)** ซึ่งก่อตัวในชั้นสตราโตสเฟียร์ที่ระดับความสูงระหว่างประมาณ 15 กม. (50,000 ฟุต) ถึง 30 กม. (150,000 ฟุต) ในบริเวณละติจูดสูงของทั้งสองซีกโลกในช่วงฤดูหนาว และ **เมฆนอคติลูเซนต์ (Noctilucent clouds)** ซึ่งก่อตัวในชั้นเมโซสเฟียร์ที่ระดับความสูงประมาณ 80–85 กม. (280,000–300,000 ฟุต)

บริเวณใกล้หรือที่ระดับเมโซพอส (Mesopause) ในช่วงฤดูร้อน เมฆนอคติลูเซนต์ยังมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เมฆเมโซสเฟียร์แถบขั้วโลก (Polar mesospheric clouds)

เมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลกจะเกิดขึ้นเฉพาะในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำมากเท่านั้น ซึ่งโดยปกติจะเกิดขึ้นภายใน **พายุหมุนขั้วโลกในชั้นสตราโตสเฟียร์ (Polar stratospheric polar vortices)** ที่ก่อตัวขึ้นในฤดูหนาว เมฆเหล่านี้พบได้น้อยกว่าในแถบอาร์กติก (ขั้วโลกเหนือ) เนื่องจากพายุหมุนขั้วโลกมีความเสถียรน้อยกว่า เมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลกเป็นเมฆในบรรยากาศเพียงชนิดเดียวที่คงอยู่ได้ทั้งในสภาวะที่อุณหภูมิสูงกว่าและต่ำกว่า **จุดเยือกแข็งของน้ำแข็ง (Ice frost point)**

เมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลกที่ก่อตัวเหนือจุดเยือกแข็งของน้ำแข็ง เกิดจากการควบแน่นร่วมกันของกรดไนตริกและน้ำ ส่วนเมฆที่ก่อตัวต่ำกว่าจุดเยือกแข็งจะประกอบด้วยน้ำแข็งเป็นหลัก เนื่องจากมีปริมาณไอน้ำมากกว่ากรดไนตริกอย่างมาก ด้วยลักษณะทางทัศนศาสตร์ที่โดดเด่น เมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลกชนิดน้ำแข็งนี้จึงเป็นที่รู้จักกันในชื่อ **เมฆมุก (Nacreous หรือ Mother-of-pearl clouds)** เดิมทีเมฆทั้งสองประเภทนี้ถูกตรวจพบครั้งแรกโดยเครื่องมือรีโมตเซนซิงและถูกเรียกว่า เมฆประเภทที่ 1 (กรดไนตริกและน้ำ) และเมฆประเภทที่ 2 (น้ำแข็ง) อย่างไรก็ตาม ระบบการเรียกชื่อนี้ไม่ได้ถูกนำมาใช้แล้วในปัจจุบัน เนื่องจากเรามีความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้นเกี่ยวกับอนุภาคต่างๆ ในเมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลกแต่ละประเภท

เมฆมุก (Nacreous clouds)

คือเมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลกชนิดน้ำแข็ง (Ice polar stratospheric clouds) หรือที่รู้จักกันในชื่อ "เมฆแม่มุก" (Mother-of-pearl clouds)

คำนิยาม เมฆที่มีลักษณะคล้ายกับ **เมฆเซอร์รัส (Cirrus)** หรือ **เมฆอัลโตคิวมูลัส เลนทิคูลาริส (Altocumulus lenticularis)** และปรากฏการเปลี่ยนสีที่เด่นชัดมาก (**Irisation**) คล้ายกับสีรุ้งที่เหลือบบนเปลือกมุก โดยสีที่สดใสและสวยงามที่สุดจะสังเกตเห็นได้เมื่อดวงอาทิตย์ตกลงไปอยู่ใต้ขอบฟ้าแล้วหลายองศา

4.3.1 องค์ประกอบทางกายภาพ

เมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลกชนิดน้ำแข็ง (เมฆมุก) ก่อตัวขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่า **จุดเยือกแข็งของน้ำแข็ง (Ice frost point)** โดยปกติจะอยู่ที่ประมาณ **−85 °C** ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่หนาวเย็นกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นสตราโตสเฟียร์ตอนล่าง ลักษณะสีรุ้งที่สดใสอันเป็นผลจากการเลี้ยวเบน (Diffraction) และการแทรกสอด (Interference) ของคลื่นแสง บ่งชี้ว่าเมฆเหล่านี้ประกอบด้วยผลึกรูปทรงกลมที่มีขนาดใกล้เคียงกัน โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ **10 ไมโครเมตร (μm)**

4.3.2 ข้อสังเกตเพิ่มเติม

เมฆมุกมักเกิดขึ้นในบริเวณละติจูดสูงในช่วงฤดูหนาว เมื่ออุณหภูมิในชั้นสตราโตสเฟียร์ลดลงต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง เมฆชนิดนี้พบได้บ่อยที่สุดในทวีปแอนตาร์กติกา แต่ก็มีการสังเกตพบในแถบอาร์กติก สกอตแลนด์ สแกนดิเนเวีย อะแลสกา แคนาดา และตอนเหนือของสหพันธรัฐรัสเซีย ในโอกาสที่หาได้ยากยิ่ง มีรายงานการพบเมฆนี้ในส่วนอื่นๆ ของยุโรปเหนือด้วย

บ่อยครั้งที่เมฆมุกมีลักษณะเป็น **เมฆคลื่นรูปเลนส์ (Lenticular wave clouds)** จึงมักพบทางด้านใต้ลมของเทือกเขาที่กระตุ้นให้เกิด **คลื่นความโน้มถ่วง (Gravity waves)** ขึ้นในชั้นสตราโตสเฟียร์ นอกจากนี้ การก่อตัวของมันอาจเกี่ยวข้องกับพายุรุนแรงในชั้นโทรโพสเฟียร์ด้วย

- **ในช่วงกลางวัน:** เมฆมุกมักจะมีลักษณะคล้ายกับเมฆเซอร์รัสสีซีดๆ
- **หลังดวงอาทิตย์ตก:** จะปรากฏสีรุ้งที่สดใสและสวยงาม ซึ่งมีอาณาเขตกว้างขวางและเข้มข้นกว่าปรากฏการณ์สีรุ้งเฉพาะจุด (Irisation) ที่มักปรากฏตามขอบเมฆบางๆ ในชั้นโทรโพสเฟียร์ (เช่น เมฆอัลโตคิวมูลัส เลนทิคูลาริส) สีรุ้งจะสดใสที่สุดเมื่อดวงอาทิตย์อยู่ต่ำกว่าขอบฟ้าหลายองศา
- **เมื่อดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าลงไปอีก:** สีต่างๆ จะถูกแทนที่ด้วยสีรวมๆ ที่จะ **เปลี่ยนจากสีส้มเป็นสีชมพู** และตัดกับท้องฟ้าที่กำลังมืดลงอย่างชัดเจน

หากมีทั้งเมฆเซอร์รัสและเมฆมุกปรากฏขึ้นพร้อมกันหลังดวงอาทิตย์ตก ความสูงที่มากกว่าของเมฆมุกจะทำให้พวกมันยังคงแสดงสีสันที่สดใสได้ ในขณะที่เมฆเซอร์รัสเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเทาไปแล้ว สำหรับเมฆมุกที่มีลักษณะเป็นรูปเลนส์จะหยุดนิ่งอยู่บนยอดคลื่นความโน้มถ่วงแม้ว่าจะมีกระแสอากาศไหลผ่านก็ตาม ส่วนเมฆมุกที่ไม่ได้เป็นรูปเลนส์อาจดูเหมือนเคลื่อนที่อย่างช้าๆ เมื่อปรากฏอยู่เหนือตำแหน่งที่ดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้า เนื่องมาจากระยะห่างที่ไกลมากจากผู้สังเกต

4.4 เมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลกชนิดกรดไนตริกและน้ำ

เมฆในชั้นสตราโตสเฟียร์ที่มีอนุภาคขนาดเล็กกว่าและมีจำนวนหนาแน่นน้อยกว่าเมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลกชนิดน้ำแข็ง (เมฆมุก) โดยเมฆชนิดนี้สามารถคงอยู่ได้ในอุณหภูมิที่สูงกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำแข็งได้ถึง **6 °C** ภายในประกอบด้วยสารไฮเดรตในสถานะของแข็ง (Solid hydrates) หรือหยดสารละลายในสถานะของเหลวของ **กรดไนตริกและน้ำ**

4.4.1 องค์ประกอบทางกายภาพ

เมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลกที่ประกอบด้วยน้ำและกรดไนตริกอาจปรากฏขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่าประมาณ **−78 °C** เมฆเหล่านี้ประกอบด้วยอนุภาคสองชนิดที่เกิดจากการควบแน่นร่วมกันของกรดไนตริกและน้ำ อนุภาคที่สามารถคงอยู่ได้ที่อุณหภูมิ −78 °C คือ **อนุภาคกรดไนตริกไตรไฮเดรต (Nitric acid trihydrate)** ซึ่งโมเลกุลของกรดไนตริกหนึ่งโมเลกุลจะจับตัวกับโมเลกุลของน้ำสามโมเลกุล อย่างไรก็ตาม เช่นเดียวกับเมฆในชั้นโทรโพสเฟียร์ที่มีสภาวะเย็นยิ่งยวด (Supercooled) กรดไนตริกไตรไฮเดรตอาจไม่ก่อตัวขึ้นที่อุณหภูมิ −78 °C ทันทีเนื่องจากมีแรงต้านการก่อตัวของผลึก (Nucleation barrier)

เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าระดับการเกิดกรดไนตริกไตรไฮเดรตลงไปอีก 3 °C กรดไนตริกและน้ำจะควบแน่นร่วมกันบนละอองลอยของกรดซัลฟิวริกในชั้นสตราโตสเฟียร์ เกิดเป็นอนุภาคของเหลวในสถานะเย็นยิ่งยวดเมื่อเทียบกับกรดไนตริกไตรไฮเดรต ก่อตัวเป็น **หยดสารละลายสามส่วนประกอบเย็นยิ่งยวด (Supercooled ternary solution droplets)** ซึ่งการก่อตัวของหยดสารละลายประเภทนี้ไม่มีแรงต้านการก่อตัวของผลึก

อนุภาคของกรดไนตริกไตรไฮเดรตมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1–10 ไมโครเมตร (μm) แต่มีความหนาแน่นของจำนวนอนุภาคน้อยมาก ส่วนอนุภาคของสารละลายสามส่วนประกอบเย็นยิ่งยวดนั้นมีความหนาแน่นสูงกว่ามาก แต่โดยปกติจะมีขนาดเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร เนื่องจากอนุภาคสารละลายมีขนาดเล็กและอนุภาคกรดไนตริกไตรไฮเดรตมีความหนาแน่นน้อย เมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลกชนิดนี้จึง **สังเกตเห็นได้ยากด้วยตาเปล่า** และไม่แสดงสีสันสดใสเหมือนเมฆมุก (ชนิดน้ำแข็ง) การจัดประเภทของเมฆเหล่านี้ในอดีตสะท้อนถึงความแตกต่างของสัดส่วนการผสมกันระหว่างกรดไนตริกไตรไฮเดรตและสารละลายสามส่วนประกอบตามที่วัดได้ด้วยเลเซอร์ (Lidar) แต่ในความเป็นจริง การผสมกันของอนุภาคเหล่านี้มีลักษณะต่อเนื่องกันไป (Continuum)

เมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลกทั้งชนิดน้ำแข็ง, ชนิดกรดไนตริกไตรไฮเดรต และชนิดสารละลายสามส่วนประกอบ **ล้วนมีความเชื่อมโยงกับการทำลายโอโซนในชั้นสตราโตสเฟียร์และการเกิด "รูโหว่โอโซน"** โดย

พวกมันทำหน้าที่เป็นพื้นผิวให้เกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนคลอรีนในรูปแบบที่ไม่อันตรายให้กลายเป็นรูปแบบที่ว่องไวต่อปฏิกิริยา ซึ่งจะทำลายโอโซนแบบเร่งปฏิกิริยา (Catalytically) นอกจากนี้ การก่อตัวของเมฆยังช่วยกำจัดก๊าซกรดไนตริกออกจากชั้นสตราโตสเฟียร์ ซึ่งหากก๊าซนี้ยังอยู่ มันจะสามารถขัดขวางการสูญเสียโอโซนได้ด้วยการดึงคลอรีนกลับไปอยู่ในรูปแบบที่ไม่อันตรายตามเดิม

4.4.2 ข้อสังเกตเพิ่มเติม

เมฆสตราโตสเฟียร์แถบขั้วโลกเกิดขึ้นเฉพาะในภูมิภาคละติจูดสูงในช่วงฤดูหนาว หรือใกล้ฤดูหนาว เมื่ออุณหภูมิในชั้นสตราโตสเฟียร์ตอนล่างและตอนกลางลดลงต่ำกว่าประมาณ −78 °C (สำหรับชนิดกรดไนตริกไตรไฮเดรต), −81 °C (สำหรับชนิดสารละลายสามส่วนประกอบ) และ −85 °C (สำหรับชนิดน้ำแข็ง) ช่วงเวลาที่มองเห็นได้ชัดเจนที่สุดคือ **ก่อนดวงอาทิตย์ขึ้นและหลังดวงอาทิตย์ตก** ในช่วงสนธยาทางพลเรือน (Civil twilight) เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ต่ำกว่าขอบฟ้าระหว่าง 1° ถึง 6°

เมฆชนิดกรดไนตริกไตรไฮเดรตและชนิดสารละลายสามส่วนประกอบจะมีลักษณะฟุ้งกระจายมากกว่าและไม่แสดงสีสันสดใสเท่าเมฆมุก โดยอาจปรากฏเป็น **ม่านสีเหลืองบางๆ ปกคลุมท้องฟ้าเป็นบริเวณกว้าง** ซึ่งอาจทำให้สับสนกับเมฆเซอร์โรสเตรตัส (Cirrostratus) หรือชั้นหมอกแดด (Haze) แต่จะสามารถสังเกตเห็นโครงสร้างทางราบที่ละเอียดได้ใกล้บริเวณขอบฟ้า และหากพวกมันอยู่ในชั้นสตราโตสเฟียร์จริง จะยังคงสามารถมองเห็นได้ดีแม้เวลาจะผ่านไปนานหลังดวงอาทิตย์ตกแล้วก็ตาม

4.5 เมฆนอคติลูเซนต์ (เมฆเมโซสเฟียร์แถบขั้วโลก) (Noctilucent clouds (polar mesospheric clouds))

คำนิยาม เมฆที่มีลักษณะคล้ายกับ **เมฆเซอร์รัส (Cirrus)** ที่มีเส้นใยบางเบา แต่โดยปกติจะมี **สีฟ้าอ่อนหรือสีเงิน** เมฆเหล่านี้จะปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนตัดกับท้องฟ้ายามค่ำคืนที่มืดมิดในช่วงหลังดวงอาทิตย์ตกของฤดูร้อนไปแล้วเป็นเวลานาน เนื่องจากพวกมันอยู่ในชั้น **เมโซสเฟียร์ (Mesosphere)**

4.5.1 องค์ประกอบทางกายภาพ

เมฆนอคติลูเซนต์ประกอบด้วย **ผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กมาก** ที่ก่อตัวขึ้นบนอนุภาคฝุ่นขนาดจิ๋ว ซึ่งอาจมีต้นกำเนิดมาจากอวกาศอย่าง **ไมโครเมทีเออร์ (Micrometeors - อุกกาบาตขนาดจิ๋ว)** เชื่อกันว่าอนุภาคของเมฆนอคติลูเซนต์มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ **0.3 ไมโครเมตร (μm)** เมฆนอคติลูเซนต์จะก่อตัวขึ้นเฉพาะในช่วงฤดูร้อน ซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิในชั้นเมโซสเฟียร์หนาวเย็นที่สุด โดยจำเป็นต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่าประมาณ **−120 °C** เพื่อให้เกิดการก่อตัวของเมฆชนิดนี้

4.5.2 ข้อสังเกตเพิ่มเติม

เมฆนอคติลูเซนต์เกิดขึ้นที่ระดับความสูงใกล้กับ **เมโซพอส (Mesopause)** เมฆที่ "ส่องสว่างในยามค่ำคืน" เหล่านี้จะมองเห็นได้เฉพาะในช่วงสนธยาหรือท้องฟ้ายามวิกาลเพียงไม่กี่เดือนในช่วงฤดูร้อนเท่านั้น ผู้สังเกตการณ์บนพื้นดินจะมองเห็นเมฆนี้ได้เฉพาะในบริเวณละติจูดกลางถึงละติจูดสูง (ประมาณละติจูดที่ 50°–65° ทั้งเหนือและใต้) เมฆชนิดนี้หาดูได้ยากในละติจูดที่น้อยกว่า 45° ขณะที่ในละติจูดที่สูงกว่า 75° แสงกลางวันในฤดูร้อนหรือแสงสนธยาที่สว่างเกินไปจะทำให้ไม่สามารถสังเกตเห็นได้

โดยปกติแล้ว ในซีกโลกเหนือช่วงเวลาที่สังเกตได้คือกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนสิงหาคม ส่วนในซีกโลกใต้คือกลางเดือนพฤศจิกายนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ความถี่ในการปรากฏของเมฆนอคติลูเซนต์มักจะพุ่งสูงสุดในช่วงก่อนและหลังวันครีษมายัน (Summer Solstice - วันที่กลางวันยาวที่สุดในฤดูร้อน) ของแต่ละซีกโลก ประมาณ 2-3 สัปดาห์

เชื่อกันว่าเมฆนอคติลูเซนต์คือ "ขอบที่ขาดรุ่งริ่ง" ของชั้นเมฆเมโซสเฟียร์แถบขั้วโลกที่แผ่ขยายครอบคลุมเป็นบริเวณกว้างกว่ามาก แม้ว่าเราจะไม่สามารถสังเกตเมฆนอคติลูเซนต์จากพื้นผิวโลกในบริเวณแถบขั้วโลกได้ (เพราะท้องฟ้าไม่มืดพอ) แต่ดาวเทียมและยานอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุมสามารถสังเกตเห็น **เมฆเมโซสเฟียร์แถบขั้วโลก** ได้จากวงโคจรรอบโลก โดยจะมองเห็นพวกมันจากด้านข้าง (Edge-on) ตัดกับพื้นหลังท้องฟ้าที่มืดมิด ซึ่งความสว่างและความถี่ของเมฆจะเพิ่มขึ้นตามระดับละติจูดที่มุ่งหน้าไปยังขั้วโลก

เมฆนอคติลูเซนต์จะปรากฏให้เห็นตัดกับพื้นหลังท้องฟ้าที่มืดสนิทในขณะที่ดวงอาทิตย์อยู่ต่ำกว่าขอบฟ้าไปมากแล้ว แต่เมฆที่อยู่สูงมากเหล่านี้ยังคงได้รับแสงจากดวงอาทิตย์อยู่ พวกมันจะเริ่มมองเห็นได้ในช่วงเวลาเดียวกับที่ดาวฤกษ์ที่มีความสว่างโชติมาตรลำดับที่ 1 (ดาวที่สว่างที่สุดบนฟ้า) เริ่มปรากฏ ผู้สังเกตการณ์ควรอยู่ในจุดที่มองเห็นเส้นขอบฟ้าทางทิศที่มีแสงสนธยาได้โดยไม่มีสิ่งกีดขวาง

โดยทั่วไปจะพบเมฆนอคติลูเซนต์ใกล้กับขอบฟ้า มักจะแผ่ตัวขึ้นไปสูงประมาณ 15°–20° เหนือขอบฟ้าตามแนวโค้งของแสงสนธยา แต่บางครั้งก็อาจแผ่ขึ้นไปได้สูงกว่านั้นจนเลยจุดเหนือศีรษะ (Zenith) โดยเฉพาะในช่วงเริ่มต้นและช่วงท้ายของการปรากฏตัว และในช่วงเวลาใกล้เที่ยงคืนของท้องถิ่นซึ่งเป็นช่วงที่เมฆได้รับแสงน้อยลง เมฆนอคติลูเซนต์จะมีความสว่างลดลงและถดถอยกลับไปใกล้ขอบฟ้าทางทิศเหนือ (ในซีกโลกเหนือ) หรือขอบฟ้าทางทิศใต้ (ในซีกโลกใต้)

ลักษณะปรากฏ

โดยทั่วไปจะสังเกตเห็นเมฆนอคติลูเซนต์ได้ในช่วงเวลาสนธยา เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ต่ำกว่าขอบฟ้าของผู้สังเกตระหว่าง 6° ถึง 16° โดยจะมองเห็นได้ชัดเจนที่สุดเมื่อดวงอาทิตย์อยู่ต่ำกว่าขอบฟ้าประมาณ 10°

- **หากดวงอาทิตย์อยู่ต่ำกว่าขอบฟ้าน้อยกว่า 6°:** พื้นหลังท้องฟ้าจะสว่างเกินไปจนมองไม่เห็นเมฆที่มีความสว่างระดับปานกลาง
- **หากดวงอาทิตย์อยู่ต่ำกว่าขอบฟ้ามากกว่า 16°:** ระดับความสูงที่เมฆก่อตัวจะเริ่มไม่ได้รับแสงสว่างจากรังสีของดวงอาทิตย์อีกต่อไป

อย่างไรก็ตาม หากเป็นเมฆนอคติลูเซนต์ที่สว่างมาก อาจตรวจพบได้ตั้งแต่ดวงอาทิตย์อยู่ต่ำกว่าขอบฟ้าระหว่าง 2° ถึง 6° แต่ในช่วงเวลาดังกล่าวจะแยกแยะพวกมันออกจากเมฆเซอร์รัส (Cirrus) ระดับสูงได้ยาก

เมื่อปรากฏเมฆนอคติลูเซนต์ที่สว่างและพัฒนาตัวอย่างสมบูรณ์ภายใต้สภาวะท้องฟ้าแจ่มใส การระบุชนิดจะทำได้ง่ายแม้แต่กับผู้สังเกตที่ไม่มีประสบการณ์ แต่ความยากอาจเกิดขึ้นเมื่อต้องระบุเมฆที่จางและขาดรายละเอียดทางโครงสร้าง หรือเมื่อมีเมฆในชั้นโทรโพสเฟียร์มาบดบัง ในกรณีที่สงสัย ผู้สังเกตควรตรวจสอบให้แน่ใจว่าวัตถุนั้นไม่ใช่ **ออโรรา (Aurora)** หรือเมฆในชั้นโทรโพสเฟียร์ที่ได้รับแสงแดด/แสงจันทร์ หรือแม้แต่ **คอนเทรล (Contrail - เส้นเมฆจากเครื่องบิน)**

จุดต่างที่สำคัญ

สิ่งที่แยกเมฆนอคติลูเซนต์ออกจากเมฆในชั้นโทรโพสเฟียร์อย่างเห็นได้ชัดคือ:

1. การมองเห็นได้ในยามค่ำคืน
2. สีขาวแกมน้ำเงินที่ชัดเจน
3. การหายไปในช่วงรุ่งสาง เมื่อใกล้จะเริ่มเข้าสู่ช่วงสนธยาทางพลเรือน (Civil twilight)

ในการแสดงตัวที่สว่างไสว เมฆชนิดนี้จะดูน่าเกรงขามและสะดุดตามาก ในช่วงสนธยาหลังดวงอาทิตย์ตกเริ่มแรกเมฆจะเป็นสีเทาหรือสีฟ้าอ่อน และเมื่อเวลาผ่านไป พวกมันจะสว่างขึ้นเรื่อยๆ โดยปรากฏเป็นสีขาวแกมน้ำเงินคล้ายเงินที่หมองเล็กน้อย (Tarnished silver), สีขาวมุก หรือสีฟ้าไฟฟ้า (Electric blue) บางครั้งอาจมีโทนสีทอง สีแดง หรือสีเขียวปรากฏขึ้นเมื่อเมฆอยู่ใกล้ขอบฟ้า และในบางโอกาสอาจพบขอบด้านบนของเมฆเป็นสีแดง

ในช่วงเที่ยงคืน อาจเห็นเมฆนอคติลูเซนต์ค่อนข้างต่ำทางขอบฟ้าทิศเหนือ (ในซีกโลกเหนือ) หรือต่ำทางขอบฟ้าทิศใต้ (ในซีกโลกใต้) เมื่อใกล้รุ่งสาง พวกมันจะปรากฏครอบคลุมพื้นที่ท้องฟ้ามากขึ้นก่อนจะหายไปเมื่อฟ้าสาง

แนวทางช่วยในการระบุเมฆนอคติลูเซนต์:

1. **ความสว่าง:** เมฆนอคติลูเซนต์จะ **สว่างกว่าท้องฟ้ายามสนธยาเสมอ** ดังนั้นเมฆใดที่ปรากฏเป็นเงาดำมืด (Silhouette) ตัดกับพื้นหลังท้องฟ้า จะไม่ใช่เมฆนอคติลูเซนต์
2. **แสงสะท้อนอื่น:** เมฆระดับต่ำ (Tropospheric clouds) เมื่อได้รับแสงจันทร์ แสงไฟเมือง หรือแสงที่กระเจิงมาจากส่วนที่สว่างของท้องฟ้า อาจดูสว่างกว่าพื้นหลังได้หากฟ้ามืดพอ แต่แยกแยะได้ด้วยสีและรูปร่าง โดยเมฆระดับต่ำจะเป็นสีขาวน้ำนม ในขณะที่เมฆนอคติลูเซนต์จะเปล่งประกายเป็นสีขาวแกมน้ำเงิน และเมฆระดับต่ำจะยังคงมองเห็นได้ในช่วงสนธยาทางพลเรือนและหลังดวงอาทิตย์ขึ้น ซึ่งต่างจากเมฆนอคติลูเซนต์
3. **สีของเมฆเซอร์รัส:** เมฆเซอร์รัสที่ได้รับแสงแดดขณะดวงอาทิตย์อยู่ใต้ขอบฟ้ามักจะเป็นสีเหลือง ส้ม และชมพู เมฆที่มีสีเหล่านี้มักจะไม่ใช่เมฆนอคติลูเซนต์
4. **การใช้กล้องส่องทางไกล:** กล้องส่องทางไกลช่วยในการระบุได้ดีมาก ภายใต้กำลังขยายจะเห็นรายละเอียดที่คมชัดกว่าตาเปล่า ซึ่งต่างจากเมฆเซอร์รัสที่มักจะดูพร่ามัวหรือฟุ้งกระจาย (Nebulous) เมื่อมองผ่านกล้องส่องทางไกล

มาตราส่วนความสว่าง

ความสว่างของเมฆนอคติลูเซนต์สามารถประมาณค่าได้ตามมาตราส่วน 5 ระดับ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1. มาตราส่วนสำหรับระดับความสว่างของเมฆนอคติลูเซนต์

ระดับความสว่าง	คำอธิบาย
1	**จางมาก (Very weak):** มองเห็นเมฆได้ยาก สังเกตเห็นได้เฉพาะเมื่อใช้กล้องส่องทางไกลหรือเครื่องมือช่วยเท่านั้น
2	**จาง (Weak):** มองเห็นเมฆได้ด้วยตาเปล่า แต่มีความสว่างเพียงเล็กน้อย
3	**สว่างปานกลาง (Moderate):** มองเห็นเมฆได้ชัดเจน และมีความสว่างพอสมควร
4	**สว่าง (Strong):** เมฆมีความสว่างมากและสังเกตเห็นได้ง่าย ดึงดูดสายตาผู้สังเกต
5	**สว่างมาก (Very strong):** เมฆสว่างจ้ามากจนเห็นได้ชัดเจนทันที แม้แต่กับผู้สังเกตที่ไม่ได้ตั้งใจมอง

เมฆเรืองแสงในเวลากลางคืนสามารถจำแนกประเภทได้ดังต่อไปนี้

ประเภทที่ 1: แบบม่าน (Type I Veils)

เมฆประเภทนี้มีความบางเบามาก ขาดโครงสร้างที่ชัดเจน และมักจะปรากฏเป็นพื้นหลังให้กับเมฆรูปแบบอื่นๆ มีลักษณะคล้ายกับ **เมฆเซอร์รัส (Cirrus)** ในบางครั้งอาจพบโครงสร้างที่เป็นเส้นใยจางๆ และมักจะแสดงความสว่างที่ดูเหมือนการระยิบระยับ (Flickering luminosity)

แบบม่าน (Veils) ถือเป็นรูปแบบที่เรียบง่ายที่สุดของเมฆนอคติลูเซนต์ และมักจะปรากฏขึ้นก่อน (ประมาณครึ่งชั่วโมง) การปรากฏตัวของเมฆนอคติลูเซนต์ที่มีโครงสร้างชัดเจนกว่า

ประเภทที่ 2: แบบแถบ (Type II Bands)

มีลักษณะเป็นริ้วยาว มักปรากฏเป็นกลุ่มที่เรียงตัวขนานกันหรือถักทอทำมุมแคบๆ ต่อกัน แต่ในบางครั้งอาจพบแถบเดี่ยวแยกออกมา เมฆประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย:

- **IIa:** ประกอบด้วยริ้วที่มีขอบฟุ้งกระจายหรือไม่ชัดเจน
- **IIb:** มีขอบที่คมชัดเจน

เมฆแบบแถบจะมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งน้อยมากเมื่ออยู่ในระดับมุมเงยต่ำ แต่ภายในโครงสร้างโดยรวมสามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงความสว่างได้ในช่วงเวลาทุกๆ 20–60 นาที แถบที่มีลักษณะฟุ้งและเคลื่อนที่น้อยมักเป็นโครงสร้างหลักที่พบได้ทั่วไปในอาณาบริเวณของเมฆนอคติลูเซนต์ โดยเฉพาะเมื่อความสว่างอยู่ในระดับต่ำ

นอกจากนี้ อาจพบริ้วขนาดเล็กที่มีการบิดเบี้ยวหรือโค้งงอวางพาดขวางแถบหลัก หรือแตกแขนงออกมาจากแถบเหล่านั้น โดยทั่วไปแถบที่เรียงต่อกันจะมีระยะห่างตั้งแต่ 10–60 กม. และเคยมีรายงานการพบระยะห่างที่มากกว่า 100 กม. ด้วยเช่นกัน

ประเภทที่ 3: แบบคลื่นถี่ (Type III Billows)

มีลักษณะเป็นริ้วสั้นๆ เรียงตัวชิดกันและขนานกันโดยประมาณ ระยะห่างระหว่างลูกคลื่นที่อยู่ติดกันมีตั้งแต่ประมาณ 1 กม. ถึง 10 กม. ในบางครั้งแบบคลื่นถี่นี้จะวางพาดขวางแถบยาว (Bands) ทำให้มีลักษณะดูคล้ายกับ **"ซี่หวี"** หรือ **"ก้านขนนก"** ในขณะที่บางครั้งพวกมันอาจปรากฏอยู่อย่างโดดเดี่ยวโดยมีเมฆแบบม่าน (Veil) เป็นพื้นหลัง

เมฆแบบคลื่นถี่สามารถเปลี่ยนรูปร่างและการจัดเรียงตัว หรือปรากฏขึ้นและหายไปได้ภายในเวลาเพียงไม่กี่นาที ซึ่งรวดเร็วและบ่อยครั้งกว่าเมฆแบบแถบยาวมาก เมฆประเภทนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย:

- **IIIa:** ประกอบด้วยริ้วขนาดสั้น ตรง และแคบ

- **IIIb:** แสดงโครงสร้างลักษณะคล้ายคลื่นที่มีการกระเพื่อม (Undulations)

ประเภทที่ 4: แบบวงหมุน (Type IV Whirls)

มีลักษณะเป็นวงแหวนของเมฆเพียงบางส่วน หรือในโอกาสที่หาได้ยากอาจพบเป็นวงแหวนที่สมบูรณ์ โดยมีศูนย์กลางที่มืดกว่า บางครั้งพบลวดลายนี้ปรากฏร่วมกับเมฆรูปแบบม่าน (Veil), แบบแถบ (Band) และแบบคลื่นถี่ (Billow) โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อยที่สังเกตได้ดังนี้:

- **IVa:** ประกอบด้วยวงหมุนที่มีรัศมีความโค้งขนาดเล็ก (0.1°–0.5°) อาจปรากฏเป็นระลอกคลื่นสว่างขนาดเล็ก ดูคล้ายกับรอยกระเพื่อมของแสงบนผิวน้ำ
- **IVb:** มีลักษณะเป็นการโค้งงออย่างง่ายของแถบเมฆหนึ่งแถบหรือหลายแถบ โดยมีรัศมีความโค้งประมาณ 3°–5°
- **IVc:** มีโครงสร้างเป็นวงแหวนขนาดใหญ่

โครงสร้างซ้อน (Complex structures)

ในการปรากฏตัวที่ซับซ้อน อาจพบเมฆตั้งแต่สองรูปแบบขึ้นไปพร้อมกัน ไม่ใช่เรื่องแปลกที่จะพบริ้วแถบยาว (Bands) สองกลุ่มวางพาดตัดกัน ซึ่งจะทำให้เกิด **"จุดสว่างเข้ม" (Bright knots)** บริเวณที่คลื่นเคลื่อนที่มาตัดกัน โครงสร้างที่ซับซ้อนสามารถแบ่งประเภทย่อยได้ดังนี้:

- **O:** รูปแบบที่ไม่เข้าพวกกับประเภท I–IV ที่กล่าวมาข้างต้น
- **S:** เมฆนอคติลูเซนต์ที่มีจุดสว่างเข้ม (Bright knots) ปรากฏอยู่ในโครงสร้าง
- **P:** เมฆแบบคลื่นถี่ (Billows) ที่วางพาดตัดกับแถบหลัก (Band)
- **V:** โครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายตาข่าย (Net-like structure)

นอกจากนี้ **เมฆนอคติลูเซนต์เทียม (Artificial noctilucent clouds)** สามารถเกิดขึ้นได้จากการปล่อยจรวดขึ้นสู่อวกาศ ซึ่งมีการปล่อยไอเสียที่เป็นไอน้ำและอนุภาคของแข็งเข้าไปในชั้นเมโซสเฟียร์ เมฆนอคติลูเซนต์ที่เกิดจากฝีมือมนุษย์เหล่านี้สามารถสังเกตเห็นได้ในละติจูดที่ต่ำกว่า 45° (ซึ่งเป็นบริเวณที่ปกติจะมองไม่เห็นเมฆชนิดนี้ตามธรรมชาติ)

บทที่ 5
วิธีปฏิบัติในการสังเกตการณ์เมฆ (Observation Procedures)

5.1 หลักการสังเกตการณ์ที่ใช้กับคำจำกัดความของเมฆ

คำจำกัดความของเมฆ ที่ระบุไว้นี้ ใช้ได้กับการสังเกตการณ์ที่ดำเนินการภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้

1. ผู้สังเกตการณ์อยู่ที่พื้นผิวโลก บนบกในพื้นที่ที่ไม่มีภูเขา หรือในทะเล
2. อากาศแจ่มใส และไม่มีปรากฏการณ์บดบังทัศนวิสัย เช่น หมอกควัน ฝุ่นละอองฝุ่นละอองฯลฯ
3. ดวงอาทิตย์อยู่สูงพอที่จะให้ความสว่างและสีสัน ตามปกติ
4. เมฆอยู่สูงเหนือเส้นขอบฟ้ามากจนผลกระทบจากทัศนวิสัยนั้นแทบไม่มีเลย

เนื่องจากมีความจำเป็น ต้องปรับคำจำกัดความให้เข้ากับเงื่อนไขอื่นๆ ในหลายกรณี เช่น ในเวลากลางคืน เมื่อดวงจันทร์ส่องสว่างมาก อาจทำให้การส่องสว่างเมฆคล้ายกับดวงอาทิตย์ได้

5.2 ขั้นตอนในการสังเกตการณ์เมฆ

ควรดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้ ในระหว่างการสังเกตเมฆ:

- ประเมินหรือวัดปริมาณเมฆทั้งหมด (ปริมาณเมฆที่ปกคลุมท้องฟ้า)
- ระบุชนิดของเมฆทั้งหมดบนท้องฟ้า ให้ระบุชนิดย่อยและลักษณะของเมฆประกอบเมฆที่เกี่ยวข้องกับเมฆนั้นด้วย
- ประเมินหรือวัดปริมาณเมฆของแต่ละประเภทและชั้นเมฆ เมฆชั้นต่ำ กลาง สูง
- ประเมินหรือวัดความสูงของฐานเมฆชั้นต่ำ
- ประเมินทิศทางการเคลื่อนที่ของเมฆ

5.3 เทคนิคและอุปกรณ์เสริม

สวมแว่นกันแดด

โดยทั่วไปแล้ว ในเวลากลางวันควรสวมแว่นกันแดดแบบโพลาไรซ์ (สำหรับสายตา) โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบที่มีปีกด้านข้างทึบแสงเพื่อกันแสงจากด้านข้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมองดูเมฆสูง หากเลนส์โพลาไรซ์ไม่ได้ทำให้การมองเห็นท้องฟ้าเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าเลนส์อาจไม่ได้ปรับตั้งอย่างถูกต้อง เลนส์โพลาไรซ์ช่วยลดแสงจ้าจากแสงแดดและปกป้องดวงตาจากรังสีอัลตราไวโอเลต นอกจากนี้ยังช่วยให้มองเห็นได้ชัดเจนขึ้นเมื่อเมฆนั้นบางมาก โดยสร้างความคมชัดมากขึ้นระหว่างเมฆท้องฟ้าสีฟ้า และเมื่อเมฆถูกปกคลุมด้วยหมอก

ทำการสังเกตการณ์ในเวลากลางคืน

ในเวลากลางคืน ให้ทำการสังเกตการณ์จากสถานที่ที่มืดที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และอยู่ห่างจากแสงไฟ ปล่อยให้ดวงตาของคุณปรับตัวเข้ากับความมืด ซึ่งจะใช้เวลาอย่างน้อย 5 นาที การมองเห็นในเวลากลางคืนจะได้ผลดีที่สุดเมื่อใช้การมองเห็นแบบรอบข้าง การขยับศีรษะไปมาจะช่วยให้เห็นรายละเอียดได้มากกว่าการจ้องมองนิ่งๆ

คอยเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง

การสังเกตการณ์ที่แม่นยำนั้นขึ้นอยู่กับการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเมฆอย่างต่อเนื่อง เมฆอัลโตคิวมูลัส (เมฆชั้นกลาง)เกิดขึ้นจากการขยายตัวของยอดเมฆคิวมูลัส(เมฆชั้นต่ำ)ที่สังเกตเห็นเมื่อ 15 นาทีก่อนหรือไม่ อาจมองเห็นฟ้าผ่าในระยะไกลได้ในบริเวณที่มองไม่เห็นในช่วงเวลาสังเกตการณ์ปกติ
โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ให้สังเกตท้องฟ้าในช่วงพระอาทิตย์ขึ้นและพระอาทิตย์ตก การเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบของสีเมฆในช่วงเวลาเปลี่ยนผ่านเหล่านี้ อาจเป็นสิ่งยืนยันหรือทำให้คุณสังเกตเห็นการมีอยู่ของชั้นเมฆหลายชั้นได้

สังเกตท้องฟ้าทั้งหมด

การสังเกตท้องฟ้าโดยรวมสามารถช่วยในการกำหนดลักษณะทั่วไปของท้องฟ้าได้ บริเวณที่มี หมอกบางๆ กระจายอยู่ใต้ชั้นเมฆ Altostratus ที่กว้างขวาง อาจบ่งบอกถึงการเปลี่ยนผ่านอย่างช้าๆ ในทางกลับกัน บริเวณที่มีหมอกบางๆ อาจบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนผ่านอย่างรวดเร็วไปสู่ Altostratus และ อาจเปลี่ยนไปเป็น Nimbostratus ได้ด้วย

ระวังลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไป

เมฆชนิดเดียวกัน ประเภทเดียวกัน และตระกูลเดียวกัน อาจมีลักษณะแตกต่างกันในสภาวะทางอุตุนิยมวิทยาที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น เมฆคิวมูลัส(Cu)ในช่วงที่อากาศเย็นจากขั้วโลกพัดเข้ามา อาจมีลักษณะแตกต่างจากเมฆคิวมูลัสในช่วงที่อากาศเขตร้อนที่ไม่เสถียรพัดเข้ามา ในช่วงที่อากาศเย็นพัดเข้ามา เมฆจะมีขอบคมชัดกว่า กว้างกว่า และมีความสูงน้อยกว่า ในขณะที่ในอากาศเขตร้อน เมฆจะมีขอบไม่คมชัด มีลักษณะเป็นทรงหอคอย และมีความสูงมากกว่า
ปัจจัยอื่นๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงความเร็วลม ในแนวดิ่ง สามารถส่งผลต่อลักษณะของเมฆได้ ตัวอย่างเช่น

- ยอดเมฆคิวมูโลนิมบัส มักไม่สมมาตร แผ่กระจายออกไปทางด้านล่าง แต่บางครั้งก็สมมาตร (แผ่กระจายออกไปทุกทิศทาง) เมื่อมีแรงเฉือนลมที่ยอดเมฆน้อยที่สุด
- เมฆ ซีรัส (Cirrus) มักจะมีร่องรอยตกลงมาด้านล่างและด้านหลังส่วนบนสุดของกลุ่มเมฆ (หัวเมฆ) เนื่องจากความเร็วลมมักจะเพิ่มขึ้นตามความสูงจากร่องรอยไปยังกลุ่มเมฆ เมื่อความเร็วลมไม่แตกต่างกันตามความสูงในชั้นนี้ ร่องรอยจะปรากฏว่าตกลงมาอยู่ใต้กลุ่มเมฆ โดยตรง เมื่อความเร็วลมลดลง ตามความสูงในชั้นนี้ ร่องรอยจะตกลงมาด้านล่างและด้านหน้าของกลุ่มเมฆซีรัสนั้น เป็นภาพสะท้อนซึ่งกันและกัน แม้แต่ผู้สังเกตการณ์ที่มีประสบการณ์ก็อาจเห็นว่ามันแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง

5.4 การวัดและประเมินค่าทางกายภาพ

ปริมาณเมฆปกคลุมทั้งหมดและปริมาณเมฆ

ปริมาณเมฆทั้งหมด หมายถึง สัดส่วนของท้องฟ้าที่ปกคลุมด้วยเมฆทั้งหมดที่มอง เห็นได้ ปริมาณเมฆ สัดส่วนของท้องฟ้าที่ปกคลุมด้วยเมฆชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือเมฆที่มีลักษณะผสมผสานกัน อาจหมายถึงกลุ่มเมฆ ชนิด ชั้น หรือการผสมผสานของเมฆบางชนิดก็ได้ ควรประเมินปริมาณเมฆทั้งหมดและปริมาณเมฆในแต่ละประเภทเสมอ ควรจดบันทึกปริมาณเมฆชนิดต่างๆ ที่อยู่ในประเภทเดียวกัน และปริมาณเมฆในแต่ละชั้นด้วย

การประเมินควรทำจากพื้นที่โล่งที่สามารถมองเห็นท้องฟ้าได้ทั้งหมด เมื่อท้องฟ้าถูกบดบังบางส่วน เช่น โดยภูเขา หรือโดยหมอกควัน หรือควันไฟ ควรประเมินปริมาณเมฆทั้งหมดและความหนาแน่นของเมฆจากส่วนที่มองเห็นได้ นอกจากนี้ เมื่อท้องฟ้าถูกบดบังบางส่วนด้วยฝนหรือหิมะควรพิจารณาว่าส่วนนั้นถูกปกคลุมด้วยเมฆที่ก่อให้เกิดฝนหรือหิมะ ด้วย

การประเมินปริมาณเมฆอาจทำได้ยากหากเมฆบางส่วนมองเห็นได้ไม่ชัดเจนหรือถูกบดบังชั่วคราว ซึ่งมักเกิดขึ้นเมื่อเมฆเรียงตัวเป็นชั้นหรือเป็นกลุ่ม ในสถานการณ์เช่นนี้ อาจสามารถประเมินปริมาณเมฆได้โดยการสังเกตท้องฟ้าในช่วงเวลาหนึ่ง เนื่องจากเมฆที่เคยซ่อนอยู่ก็อาจปรากฏให้เห็นได้ เมื่อเมฆเรียงตัวเป็นชั้นหรือซ้อนทับกัน ปริมาณเมฆที่สังเกตได้ทั้งหมดอาจมากกว่าปริมาณเมฆปกคลุมทั้งหมด

ช่องว่างระหว่างเมฆใกล้เส้นขอบฟ้าอาจมองไม่เห็นได้จากตำแหน่งของผู้สังเกตการณ์ จึงควรพิจารณาเฉพาะช่องว่างที่มองเห็นได้จากตำแหน่งของผู้สังเกตการณ์เท่านั้นเมื่อประเมินปริมาณหรือความหนาแน่นของเมฆ ในคืนที่มืดมิด เราสามารถกำหนดได้เพียงปริมาณเมฆปกคลุมทั้งหมดเท่านั้น ซึ่งควรพิจารณาจากสัดส่วนของท้องฟ้าที่ดวงดาวถูกบดบังหรือถูกเมฆบดบังจนหมด

ความสูงและระดับความสูง

ผู้สังเกตการณ์ควรวัดหรือประมาณความสูงของฐานเมฆเหนือระดับของสถานที่สังเกตการณ์หรือระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง หากเป็นไปได้ ควรระบุ ขอบเขตแนวดิ่งของเมฆด้วย ควรระบุที่มาของความสูงหรือระดับความสูงที่รายงาน (การประมาณ การวัดด้วยเครื่องวัดความสูงของเมฆ ฯลฯ) เสมอ

ทิศทางและความเร็วของการเคลื่อนที่

โดยปกติแล้ว ทิศทางการเคลื่อนที่ของเมฆคือทิศทางที่เมฆเคลื่อนที่ออกมา ตัวอย่างเช่น หากเมฆเคลื่อนที่จากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศทางการเคลื่อนที่ที่บันทึกไว้คือ “ทิศตะวันตกเฉียงใต้” ความเร็วของเมฆคือความเร็วในการเคลื่อนที่ในแนวนอนของเมฆ
การสังเกตท้องฟ้าควรรายงานทิศทางและหากเป็นไปได้ ความเร็วของการเคลื่อนที่ของเมฆหรือองค์ประกอบขนาดใหญ่ของเมฆ ในกรณีส่วนใหญ่ ข้อมูลนี้ยังเป็นการประมาณทิศทางและความเร็วของลมที่ระดับเมฆได้ดีอีกด้วย การเคลื่อนที่ของเมฆโดยรวมอาจแตกต่างจากการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบขนาดใหญ่ของเมฆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของเมฆที่เกิดจากภูมิประเทศ เมื่อสังเกตเห็นความแตกต่างดังกล่าว ควรรายงานไว้

ความหนาแน่นเชิงแสง

ความหนาแน่นเชิงแสงของเมฆ คือ ระดับที่เมฆขัดขวางไม่ให้แสงผ่านเข้าไป ความหนาแน่นเชิงแสงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพและขนาดของเมฆ ผู้สังเกตควรบันทึกความหนาแน่นเชิงแสง และระบุทิศทางที่เมฆหรือชั้นเมฆมีความหนาแน่นมากที่สุด

คำอธิบาย	ความคิดเห็น
ท้องฟ้าโปร่ง	สามารถมองเห็นสีฟ้าของท้องฟ้าได้ผ่านก้อนเมฆ
เมฆเล็กน้อย	เมฆบดบังสีฟ้าของท้องฟ้า แต่ไม่ได้ขัดขวางการทอดเงาของดวงอาทิตย์ เมฆชนิดนี้มักเป็นสีขาว แต่บางครั้งอาจเป็นสีเทาอ่อน
เมฆปานกลาง	เมฆมีความสว่าง โดยรวมดี แต่มีเงาที่เห็นได้ชัดในบางจุด เมื่อปรากฏเป็นแผ่นหรือชั้นขนาดใหญ่ เมฆจะมีสีเทาอ่อน
เมฆเป็นส่วนมาก	เมฆมีสีเข้มมาก เมื่อปรากฏเป็นแผ่นหรือชั้นขนาดใหญ่ เมฆจะมีสีเทาเข้ม แต่เมื่อชั้นเมฆไม่ต่อเนื่องหรือประกอบด้วยองค์ประกอบกระจัดกระจาย ส่วนที่โดนแสงแดดโดยตรงจะมีสีขาวและค่อนข้างสว่าง
เมฆมาก/เมฆเต็มท้องฟ้า	เมฆมีสีเทา ดำ ยกเว้นส่วนที่โดนแสงแดดซึ่งมีสีขาวสว่าง

5.5 การสังเกตการณ์ในสถานการณ์พิเศษ

การสังเกตการณ์เมฆจากสถานีบนภูเขา

เมื่อสถานีบนภูเขาอยู่ต่ำกว่าระดับฐานของเมฆ ขั้นตอนการสังเกตเมฆจะเหมือนกับสถานีระดับต่ำ ภูมิประเทศที่เป็นภูเขามักมีจุดอ้างอิงแนวตั้งที่ชัดเจน ดังนั้นข้อมูลเกี่ยวกับความสูงหรือระดับความสูงของเมฆจึงมักค่อนข้างแม่นยำ เมื่อสังเกตเห็นเมฆต่ำกว่าระดับสถานี ควรระบุแยกต่างหาก ควรให้คำอธิบายเกี่ยวกับพื้นผิวด้านบนของเมฆเหล่านั้น รวมถึงลักษณะต่างๆ เช่น พื้นผิวเรียบหรือเป็นคลื่น หรือการมีอยู่ของเมฆคิวมูลัส ขนาดใหญ่ เหนือชั้นบนสุด เมื่อประเมินปริมาณเมฆ ควรพิจารณาตำแหน่งที่ภูเขาโผล่พ้นขึ้นมาผ่านกลุ่มเมฆ แผ่นเมฆ หรือชั้นเมฆว่ามีเมฆปกคลุมอยู่ด้วย

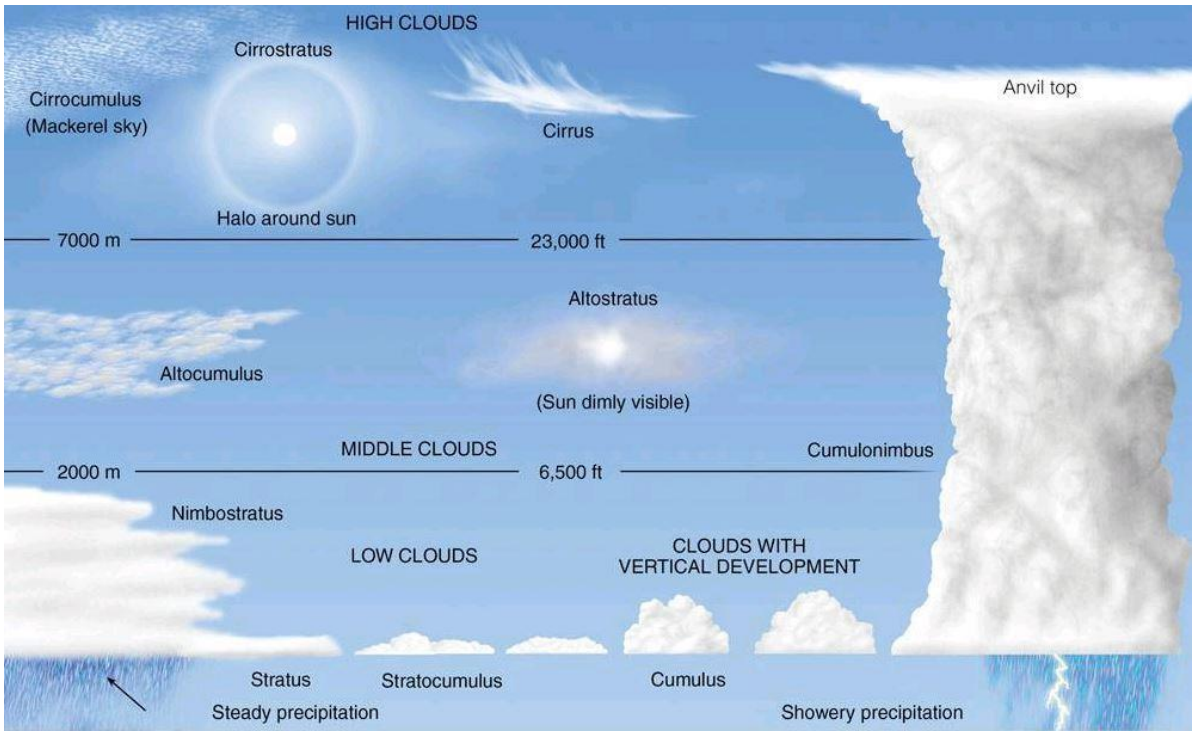
การสังเกตเมฆในชั้นบรรยากาศตอนบน

เมฆมุกและเมฆเรืองแสงในเวลากลางคืนควรได้รับการระบุโดยอาศัยคำจำกัดความและคำอธิบายของเมฆในชั้นบรรยากาศตอนบนเป็นหลัก เมื่อพบเห็นเมฆในชั้นบรรยากาศระดับสูงเหล่านี้ จะต้องบันทึกวันที่ เวลา และสถานที่ที่ทำการสังเกตอย่างแม่นยำ ควรบันทึกตำแหน่งของเมฆบนท้องฟ้า และควรถ่ายภาพไว้ทุกครั้งที่ทำได้ ในกรณีของเมฆเรืองแสงในเวลากลางคืน ควรบันทึกค่ามุมนอนหรือ Azimuth (ขอบเขตด้านซ้ายและขวา) ของภาพและระดับความสูงเหนือเส้นขอบฟ้า มุมเงย หรือ Elevationของขอบบนของเมฆ (และขอบล่างถ้ามี) ควรวัดความสว่างของเมฆโดยใช้มาตราส่วนห้าจุด และถ้าเป็นไปได้ ควรระบุโครงสร้างและการจำแนกประเภทของเมฆด้วย ควรสังเกตสภาพการสังเกตการณ์โดยทั่วไปด้วย เช่น หมอกควัน หมอกและเมฆในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์นอกจากนี้ ควรสังเกตการเกิดแสงเหนือพร้อมกับเมฆเรืองแสงในเวลากลางคืนด้วย หากผู้สังเกตการณ์ไม่สามารถระบุทิศทางหรือระดับความสูงของเมฆเรืองแสงในเวลากลางคืนได้ในขณะสังเกตการณ์ ควรจดบันทึกอย่างละเอียดเกี่ยวกับขอบเขตของเมฆเมื่อเทียบกับลักษณะภูมิประเทศ และระดับความสูงเมื่อเทียบกับดาวฤกษ์สว่างใดๆ ที่มองเห็นได้ในบริเวณใกล้เคียงกับเมฆ การบันทึกจุดอ้างอิงเหล่านี้จะช่วยให้สามารถกำหนดขอบเขตและระดับความสูงของเมฆได้ในภายหลัง

5.6 การเข้ารหัสรหัสเมฆ (Cloud Coding)

รหัส C, $_L$, C, $_M$ และ C, $_H$ที่ปรากฏในบทความนี้ เป็นวิธีที่สะดวกในการอธิบายเมฆในรายงานทางอุตุนิยมวิทยา โดยใช้รูปภาพที่เลือกจากตารางข้อมูลจำเพาะ รายละเอียดของข้อมูลจำเพาะและขั้นตอนต่างๆ ได้รับการอธิบายอย่างละเอียดในหัวข้อข้อมูลจำเพาะของรหัสและขั้นตอนการกำหนดรหัส
ข้อมูลต่อไปนี้แสดงไว้สำหรับตัวเลขรหัสแต่ละตัว
ขั้นตอนการเลือกตัวเลขรหัสที่ถูกต้องจะอธิบายไว้ในคำแนะนำการเข้ารหัสของกลุ่มเมฆในรหัส C_L , C_Mและ C_H
ข้อกำหนดรหัสและขั้นตอนการเขียนโค้ด

- เมฆ C_L - เมฆประเภท Stratocumulus, Stratus, Cumulus และ Cumulonimbus
- เมฆ C_M - เมฆประเภท Altocumulus, Altostratus และ Nimbostratus
- เมฆ C_H - เมฆประเภท Cirrus, Cirrocumulus and Cirrostratus



5.6.1 การเขียนโค้ดเมฆชั้นต่ำ C_L

1. ถ้าเมฆคิวมูลอนิมบัสอย่างน้อยบางส่วนเป็นชนิด capillatus การเข้ารหัสจะเป็น $C_L = 9$
2. หากเมฆคิวมูลอนิมบัสยังไม่ปรากฏเป็นเส้นใยหรือลายชัดเจน การกำหนดรหัสจะเป็น $C_L = 3$
3. หากมีเมฆสตราโตคุมูลัสที่เกิดจากการแผ่ขยายของเมฆคุมูลัสอยู่ การเข้ารหัสจะเป็น $C_L = 4$
4. หากพบเมฆคิวมูลัสและเมฆสตราโตคิวมูลัสพร้อมกัน โดยมีฐานอยู่ที่ระดับความสูงต่างกัน การเข้ารหัสจะเป็น $C_L = 8$
5. ถ้ามีเมฆคิวมูลัสเมดิโอคริสหรือคิวมูลัสคอนเจสตัส โดยที่ฐานของเมฆทั้งหมดอยู่ที่ระดับเดียวกัน การกำหนดรหัสจะเป็น$C_L = 2$
6. หากสภาพอากาศมีเมฆ Stratus fractus หรือ Cumulus fractus เป็นหลัก ให้ใช้รหัสรูปภาพ $C_L = 7$
7. หากเมฆ Stratus nebulosus/fractus ในสภาพอากาศแห้งเป็นหลัก ให้ใช้รหัสรูปภาพ $C_L = 6$
8. หากเมฆสตราโตคุมูลัสที่ไม่ใช่คุมูลโลเจนิตัสมีจำนวนมาก ให้ใช้รหัสรูปภาพ $C_L = 5$
9. ถ้าเมฆคิวมูลัสฮูมิลิส/แฟรกตัสในสภาพอากาศแห้งเป็นหลัก ให้ใช้รหัสรูปภาพ $C_L = 1$

Low-level cloud classification aid

Is Cb present?

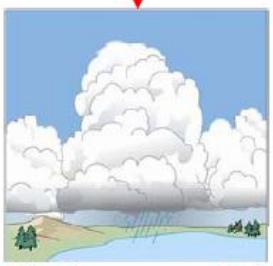
yes

Is it clearly fibrous, does it have an anvil or plume?

yes

Cb cap / cap inc C_L 9
Top mostly with anvil;
all forms of shower possible.

no

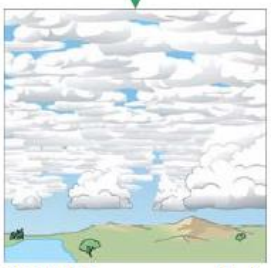


Cb cal C_L 3
Upper part lacks sharp outlines;
all forms of shower possible.

no

Is it formed by spreading out of Cu?

yes

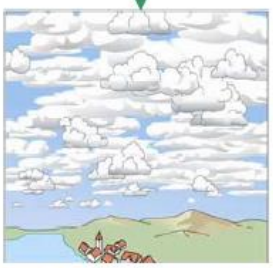


Sc cugen C_L 4
Flattened due to a stable layer or during the afternoon.

no

Are Cu and Sc on different levels?

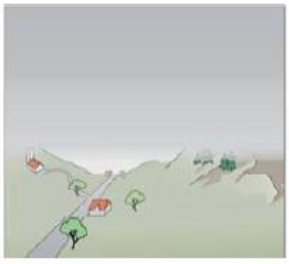
yes



Cu + Sc C_L 8
bases at different levels
Usually Cu base below Sc.

no

St fra, Cu fra C_L 7
Ragged St or Cu below rain-bearing clouds; before, during, after precipitation.



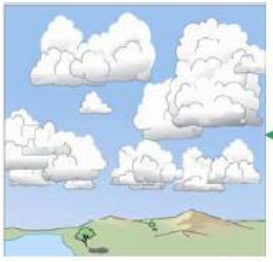
St neb / fra C_L 6
Smooth, uniform layer or in ragged shreds when dissipating.

Is the vertical extent moderate or great?

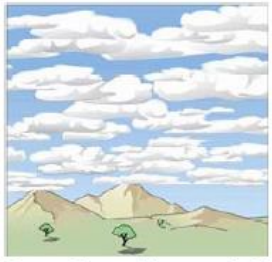
no

Which of the four remaining clouds predominates?

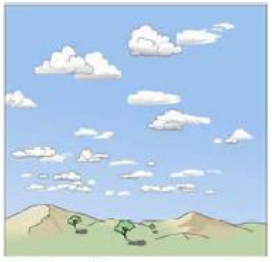
yes



Cu med / con C_L 2
Defined cauliflower shape.



Sc not formed by the spreading out of Cu C_L 5
Rounded shapes with shading.

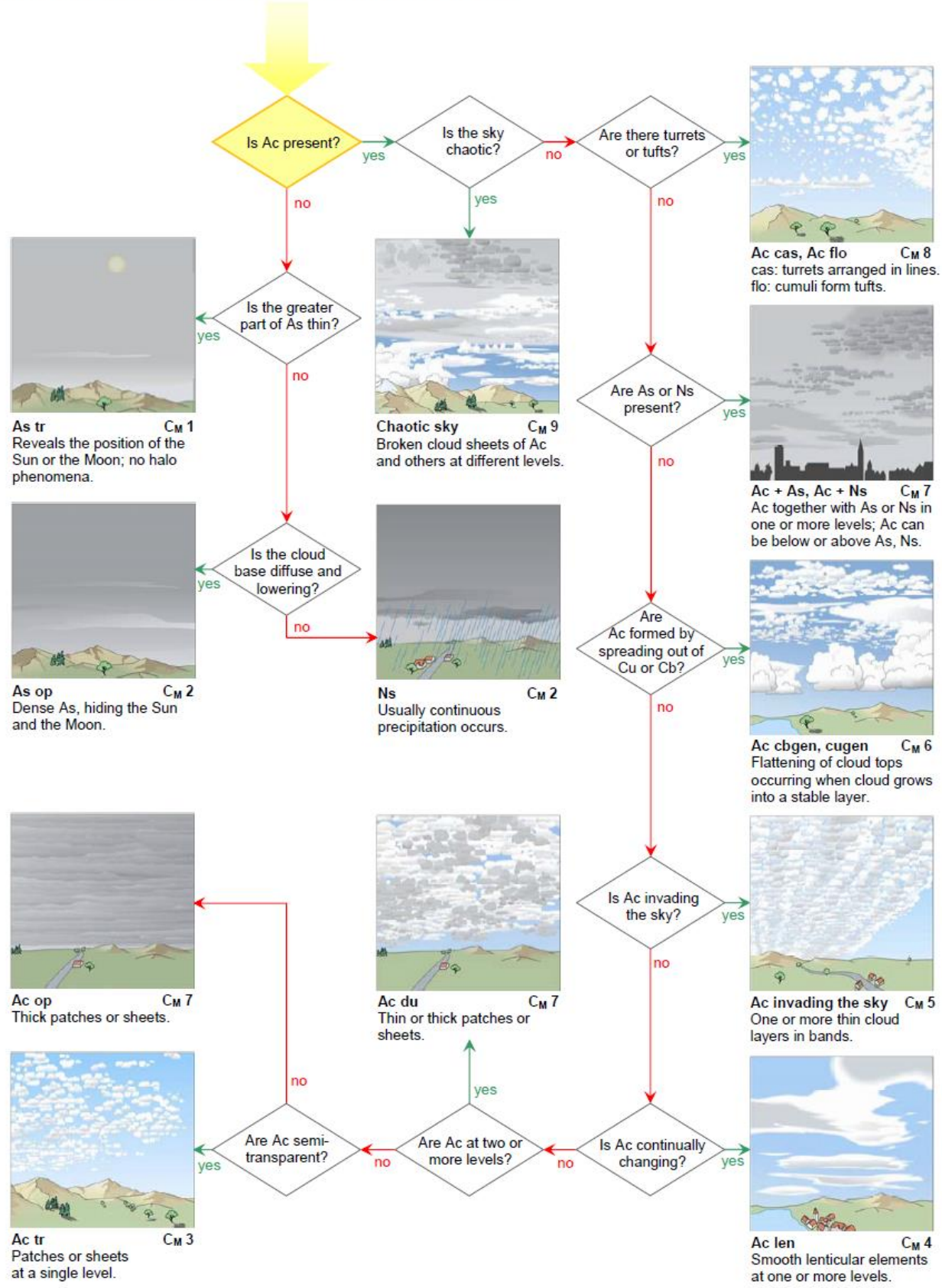


Cu hum / fra C_L 1
Very little vertical extent, can be frayed.

5.6.2 การเขียนโค้ดเมฆชั้นกลาง C_M

1. หากมีเมฆอัลโตคุมูลัสในท้องฟ้าที่สับสนวุ่นวาย การเข้ารหัสจะเป็น $C_M = 9$
2. หากพบ Altocumulus castellanus หรือ floccus การเข้ารหัสจะเป็น $C_M = 8$
3. หากเมฆอัลโตคูมูลัสปรากฏร่วมกับเมฆอัลโตสเตรตัสหรือเมฆนิมโบสเตรตัส การเข้ารหัสจะเป็น $C_M = 7$
4. หากพบ Altocumulus cumulogenitus หรือ cumulonimbogenitus รหัสจะเป็น $C_M = 6$
5. ถ้าเมฆอัลโตคุมูลัสกำลังรุกเข้ามาในท้องฟ้ามากขึ้นเรื่อยๆ รหัสจะเป็น $C_M = 5$
6. ถ้ากลุ่มเมฆอัลโตคุมูลัสมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง การเข้ารหัสจะเป็น $C_M = 4$
7. หากเมฆอัลโตคูมูลัส (ชนิดทรานส์ลูซิดัสและ/หรือโอพาคัส) อยู่สองระดับขึ้นไป การเข้ารหัสจะเป็น $C_M = 7$
8. ถ้าเมฆอัลโตคูมูลัสที่ระดับเดียวส่วนใหญ่เป็นแบบโปร่งแสง การเข้ารหัสจะเป็น $C_M = 3$
9. ถ้าเมฆอัลโตคุมูลัสที่ระดับเดียวส่วนใหญ่ทึบแสง การเข้ารหัสจะเป็น $C_M = 7$
10. ถ้าส่วนใหญ่ของเมฆอัลโตสเตรตัสโปร่งแสง การเข้ารหัสจะเป็น $C_M = 1$
11. ถ้ากลุ่มเมฆอัลโตสเตรตัสส่วนใหญ่มีความหนาแน่นมากพอที่จะบดบังดวงอาทิตย์หรือดวงจันทร์ได้อย่างสมบูรณ์ หรือถ้ามีกลุ่มเมฆนิมโบสเตรตัสอยู่ด้วย การเข้ารหัสจะเป็น $C_M = 2$

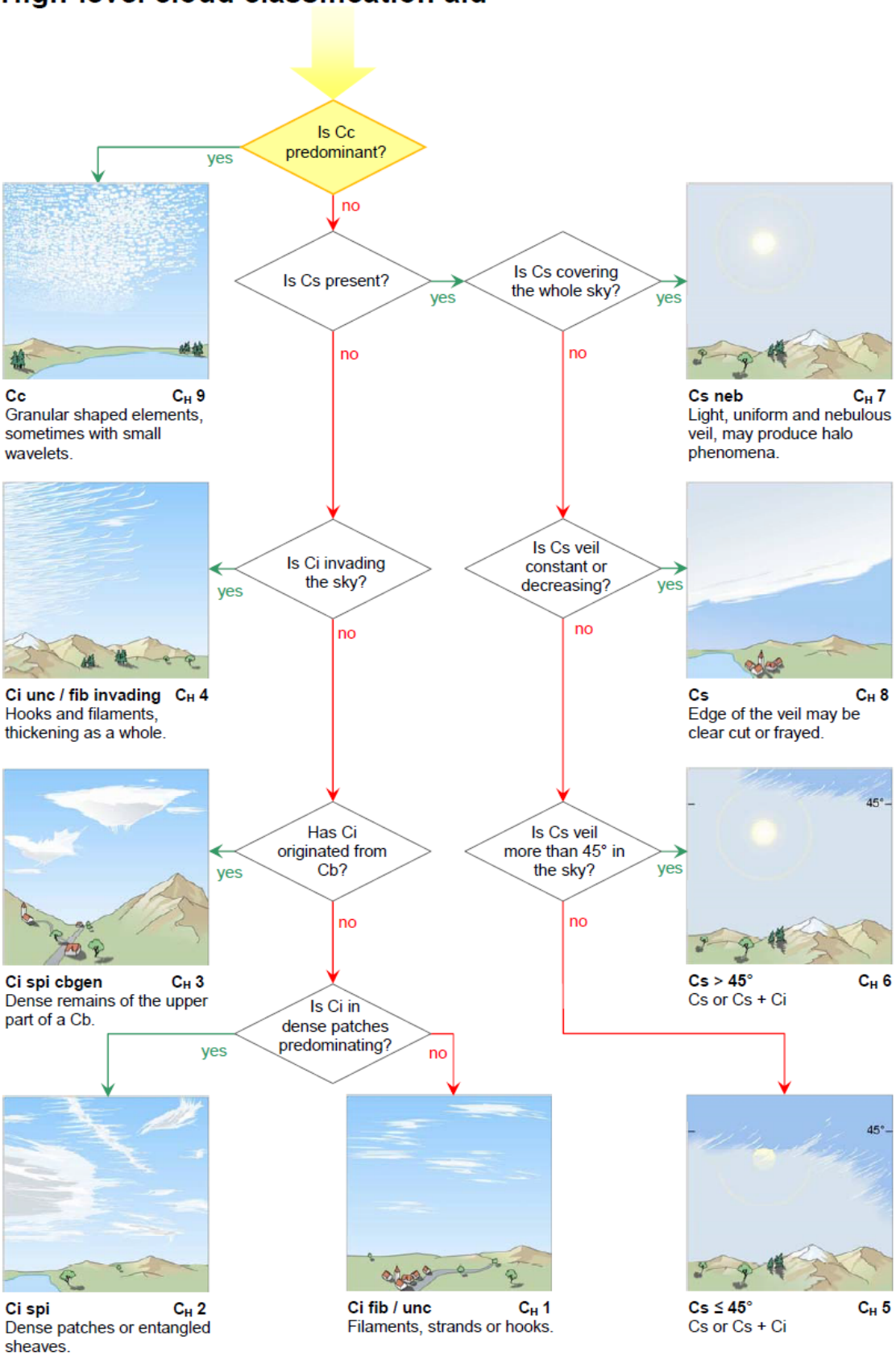
Middle-level cloud classification aid



5.6.3 การเขียนโค้ดเมฆชั้นสูง C_H

1. ถ้าเมฆซีร์โรสเตรตัสปกคลุมท้องฟ้าทั้งหมด รหัสจะเป็น $C_H = 7$
2. ถ้าเมฆซีร์โรสเตรตัสไม่ได้รุกเข้ามาในท้องฟ้าและไม่ได้ปกคลุมท้องฟ้าทั้งหมด รหัสจะเป็น $C_H = 8$
3. ถ้าเมฆซีร์โรสเตรตัสค่อยๆรุกเข้ามาในท้องฟ้าและขยายขึ้นไปสูงกว่าเส้นขอบฟ้ามากกว่า 45° แต่ไม่ได้ปกคลุมท้องฟ้าทั้งหมด การกำหนดรหัสจะเป็น $C_H = 6$
4. ถ้าเมฆซีร์โรสเตรตัสค่อยๆรุกเข้ามาในท้องฟ้าและอยู่เหนือเส้นขอบฟ้าไม่เกิน 45° รหัสจะเป็น $C_H = 5$
5. ถ้าเมฆ Cirrus uncinus และ/หรือ fibratus กำลังรุกเข้ามาในท้องฟ้าอย่างต่อเนื่อง การเข้ารหัสจะเป็น $C_H = 4$
6. ถ้าเมฆซีรัสสปิสซาตัสก้อนหนึ่งมีต้นกำเนิดมาจากเมฆคิวมูลอนิมบัส รหัสจะเป็น $C_H = 3$
7. หากท้องฟ้าปกคลุมของ Cirrus spissatus non-cumulonimbogenitus และ Cirrus castellanus และ/หรือ floccus มีอิทธิพลเหนือกว่า รหัสคือ $C_H = 2$
8. Cirrus fibratus และ/หรือ uncinus มีรหัสเป็น $C_H = 1$

High-level cloud classification aid



Cc C_H 9
Granular shaped elements, sometimes with small wavelets.

Cs neb C_H 7
Light, uniform and nebulous veil, may produce halo phenomena.

Ci unc / fib invading C_H 4
Hooks and filaments, thickening as a whole.

Cs C_H 8
Edge of the veil may be clear cut or frayed.

Ci spi cbgen C_H 3
Dense remains of the upper part of a Cb.

Cs > 45° C_H 6
Cs or Cs + Ci

Ci spi C_H 2
Dense patches or entangled sheaves.

Ci fib / unc C_H 1
Filaments, strands or hooks.

Cs ≤ 45° C_H 5
Cs or Cs + Ci

5.7 สัญลักษณ์เมฆที่สอดคล้องกับรหัส C_L , C_M และ C_H

กลุ่มเมฆที่สอดคล้องกับตัวเลขต่างๆ ของรหัส C_L , C_Mและ C_Hสามารถแสดงได้โดยใช้สัญลักษณ์ที่ระบุไว้ในตาราง

Code	C_L	C_M	C_H
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

5.8 การสังเกตเมฆจากเครื่องบิน

การสังเกตการณ์เมฆจากบนอากาศให้ข้อมูลที่แตกต่างจากการสังเกตการณ์จากพื้นผิวโลก ผู้สังเกตการณ์บนอากาศจะมีความรู้ที่สมบูรณ์กว่าเกี่ยวกับการกระจายตัวในแนวดิ่งของเมฆ ปริมาณและความสูงของเมฆ โครงสร้างของเมฆ และลักษณะของส่วนบนหรือพื้นผิวของเมฆ รวมถึงอนุภาคที่เป็นองค์ประกอบของเมฆด้วย ลักษณะของเมฆขึ้นอยู่กับตำแหน่งของเมฆเมื่อเทียบกับเครื่องบิน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องระบุเงื่อนไขที่ทำการสังเกตการณ์ คำอธิบายลักษณะในส่วนนี้สอดคล้องกับลักษณะที่พบได้บ่อยที่สุดของเมฆเมื่อสังเกตการณ์ที่ระดับความสูง 500–1,000 เมตร (1,650–3,300 ฟุต) ใต้ฐานเมฆหรือเหนือพื้นผิวด้านบน หรือสังเกตจากภายในเมฆ

ซีรัส (ซี)

เมฆเซอร์โรคิวมูลัส (Cc)

ซีร์โรสเตรตัส (Cs)

อัลโตคุมูลัส (Ac)

อัลโตสเตรตัส (แอส)

นิมโบสเตรตัส (Ns)

สตราโตคุมูลัส (Sc)

สตราตัส (เซนต์)

คิวมูลัส (Cu)

คิวมูลอนิมบัส (Cb)

กลับสู่ด้านบน

บทที่ 6
เมฆ กับการปฏิบัติการฝนหลวง

การปฏิบัติการฝนหลวงเป็นกระบวนการดัดแปลงสภาพอากาศเพื่อเพิ่มปริมาณฝน โดยอาศัยความรู้ด้านอุตุนิยมวิทยา โดยเฉพาะการศึกษา “เมฆ” ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดฝน การบรรยายครั้งนี้เป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างหน่วยงานกรมฝนหลวงและการบินเกษตร กับกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับการตรวจสังเกตุลักษณะเมฆ และกระบวนการปฏิบัติการฝนหลวง

6.1 ความเป็นมาของโครงการพระราชดำริฝนหลวง

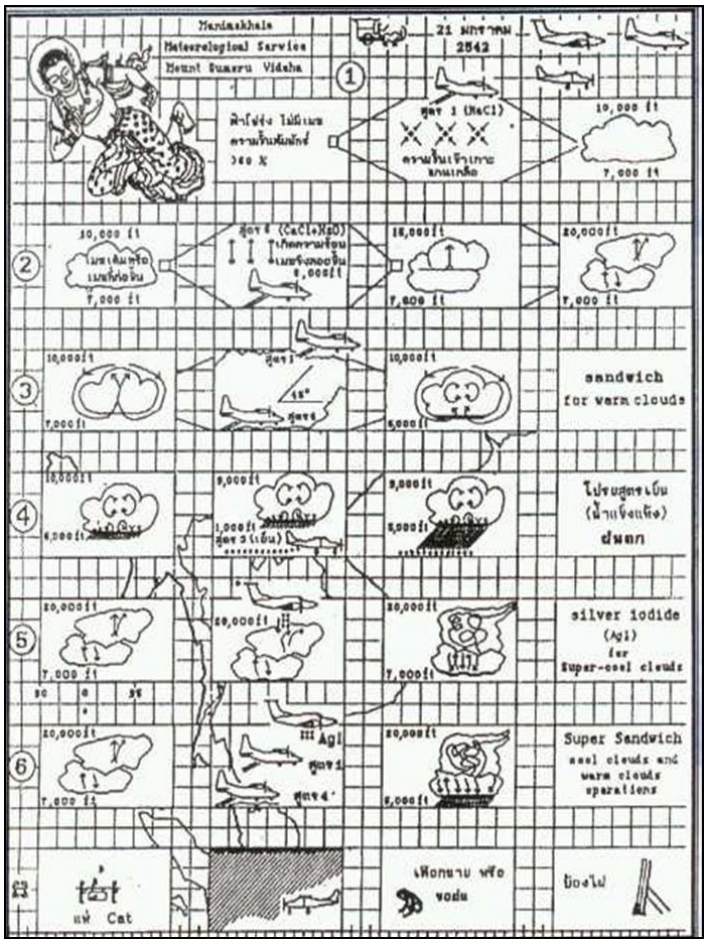
โครงการฝนหลวงเริ่มต้นจากพระราชดำริของ พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร รัชกาลที่ 9 เมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2498 ขณะเสด็จพระราชดำเนินเยี่ยมราษฎรในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขณะเสด็จพระราชดำเนินจากจังหวัดนครพนมไปจังหวัดกาฬสินธุ์ ผ่านจังหวัดสกลนครและเทือกเขาภูพาน ซึ่งพระองค์ทรงพบว่าพื้นที่ดังกล่าวประสบปัญหาทางทรัพยากรน้ำอย่างรุนแรง กล่าวคือ บางพื้นที่มีน้ำท่วมขัง ขณะที่บางพื้นที่กลับประสบภาวะแห้งแล้ง ขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและการเกษตร

จากสถานการณ์ดังกล่าว พระองค์ทรงมีพระราชดำริในการบริหารจัดการน้ำอย่างเป็นระบบ โดยเสนอแนวทาง 2 ประการ ได้แก่ การก่อสร้างแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่ที่มีน้ำมาก และการพัฒนาวิธีการเพิ่มปริมาณฝนในพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำ โดยทรงตั้งคำถามเชิงวิทยาศาสตร์**ว่า “จะทำอย่างไรให้เมฆที่มีอยู่ในบรรยากาศสามารถก่อให้เกิดฝนได้”** ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้หม่อมราชวงศ์เทพฤทธิ์ เทวกุล วิศวกรและนักประดิษฐ์ควายเหล็กที่มีชื่อเสียงเข้าเฝ้าฯ แล้วพระราชทานแนวความคิดนั้นแก่หม่อมราชวงศ์เทพฤทธิ์ เทวกุล (ปรมาจารย์ฝนหลวง) ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของแนวคิดการดัดแปลงสภาพอากาศเพื่อการเกษตรในประเทศไทย

ภายหลังจากนั้น พระองค์ได้ทรงศึกษาค้นคว้าและทดลองแนวทางการทำฝนหลวงอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาหลายปี ร่วมกับนักวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านอุตุนิยมวิทยา จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2512 ได้มีการทดลองปฏิบัติการฝนหลวงครั้งแรก ณ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้เครื่องบินโปรยสารกระตุ้น

การเกิดฝน เช่น น้ำแข็งแห้ง (Dry Ice) ซึ่งผลการทดลองประสบความสำเร็จ สามารถทำให้เกิดฝนตกในพื้นที่เป้าหมายได้จริง

ต่อมาในปี พ.ศ. 2514 ได้มีการนำเทคโนโลยีฝนหลวงมาใช้ช่วยเหลือประชาชนควบคู่กับการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดองค์ความรู้และเทคนิคเฉพาะของประเทศไทยที่เรียกว่า “ตำราฝนหลวงพระราชทาน” ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการปฏิบัติการอย่างเป็นระบบ ในด้านการพัฒนาองค์กร ได้มีการจัดตั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการฝนหลวงอย่างเป็นทางการ โดยในปี พ.ศ. 2518 ได้จัดตั้ง “สำนักงานปฏิบัติการฝนหลวง” และต่อมาในปี พ.ศ. 2535 ได้มีการรวมหน่วยงานด้านฝนหลวงและการบินเกษตรเข้าด้วยกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน เป็น “สำนักฝนหลวงและการบินเกษตร” ในที่สุด ได้มีการยกระดับหน่วยงานเป็น “กรมฝนหลวงและการบินเกษตร” เมื่อวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2556 เพื่อให้มีบทบาทในการบริหารจัดการน้ำ การแก้ไขปัญหาภัยแล้ง และการสนับสนุนภาคการเกษตรของประเทศอย่างเป็นระบบและยั่งยืน นอกจากนี้ วันที่ 14 พฤศจิกายน ของทุกปียังได้รับการกำหนดให้เป็น “วันพระบิดาแห่งฝนหลวง” เพื่อเทิดพระเกียรติในพระอัจฉริยภาพด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 ที่ทรงคิดค้นและพัฒนาโครงการฝนหลวงเพื่อประโยชน์ของประชาชนชาวไทย



ตำราฝนหลวงพระราชทาน

6.2 หลักการปฏิบัติการฝนหลวง

การปฏิบัติการฝนหลวงเป็นกระบวนการดัดแปลงสภาพอากาศที่อาศัยหลักการทางฟิสิกส์ของเมฆและอุตุนิยมวิทยา เพื่อกระตุ้นให้เมฆที่มีศักยภาพสามารถพัฒนาและก่อให้เกิดฝนได้ โดยมุ่งเน้นการเพิ่มจำนวนแกนควบแน่น การเร่งการรวมตัวของหยดน้ำ และการควบคุมสมดุลพลังงานภายในก้อนเมฆ เพื่อเสริมประสิทธิภาพของกระบวนการเกิดฝนตามธรรมชาติให้เกิดขึ้นอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิผลสูงสุด หลักการปฏิบัติการฝนหลวงแบ่งได้ทั้งแบบ 3 ขั้นตอนหลัก (ขั้นตอนพื้นฐาน ตามแนวพระราชดำริ) ได้แก่ ก่อกวน เลี้ยงให้อ้วน โจมตี และพัฒนาต่อยอดเป็น 6 ขั้นตอน (เทคนิคพิเศษเพิ่มเติม ตามตำราฝนหลวงพระราชทาน) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำฝนให้ตกหนักและต่อเนื่องยาวนานขึ้น ดังนี้

<u>1) ขั้นตอนก่อกวน (การก่อเมฆ)</u>

ขั้นตอนก่อกวน (การก่อเมฆ) เป็นจุดเริ่มต้นของการปฏิบัติการฝนหลวง โดยอาศัยการโปรยสารโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ซึ่งมีคุณสมบัติดูดความชื้น(Hygroscopic) เพื่อเพิ่มแกนควบแน่นในบรรยากาศ ทำให้ไอน้ำสามารถรวมตัวเป็นหยดน้ำขนาดเล็กได้ง่ายขึ้นและก่อเกิดเป็นกลุ่มเมฆ ทั้งนี้กระบวนการดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์เพียงพอ โดยทั่วไปมากกว่าร้อยละ 60 ซึ่งเป็นเงื่อนไขสำคัญต่อการพัฒนาเมฆในระยะเริ่มต้น

2) ขั้นตอนเลี้ยงเมฆให้อ้วน

ขั้นตอนเลี้ยงเมฆให้อ้วนเป็นกระบวนการเสริมพลังให้ก้อนเมฆพัฒนาในแนวดิ่ง โดยการโปรยสารที่มีคุณสมบัติคายความร้อน เช่น แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) และแคลเซียมออกไซด์ (CaO) เพื่อกระตุ้นให้มวลอากาศภายในเมฆเกิดการยกตัวและดูดอากาศชื้นโดยรอบเข้ามาเพิ่ม ส่งผลให้การกลั่นตัวของไอน้ำทวีความเข้มข้นขึ้น เมฆจึงขยายตัวใหญ่ขึ้น มีความหนาแน่นมากขึ้น และพร้อมเข้าสู่ขั้นตอนการก่อให้เกิดฝนต่อไป

3) ขั้นตอนโจมตี

ขั้นตอนโจมตีเป็นกระบวนการเร่งให้เมฆก่อให้เกิดฝนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการโปรยสารดูดความร้อน เช่น ยูเรีย เพื่อลดอุณหภูมิบริเวณฐานเมฆ ส่งผลให้ไอน้ำเกิดการควบแน่นและรวมตัวกันมากขึ้นจนพัฒนาเป็นหยดน้ำขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักเพียงพอจะตกลงสู่พื้นดินในรูปของฝน

4) การเสริมการโจมตี

การเสริมการโจมตีเป็นขั้นตอนสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของการเกิดฝน โดยการใช้น้ำแข็งแห้ง (CO_2) โปรยใต้ฐานเมฆเพื่อลดอุณหภูมิของอากาศบริเวณนั้น ทำให้หยดน้ำฝนมีโอกาสระเหยน้อยลงระหว่างการตกสู่พื้น ส่งผลให้ปริมาณฝนที่ตกถึงพื้นดินเพิ่มขึ้นและเกิดประโยชน์ต่อพื้นที่เป้าหมายมากยิ่งขึ้น

5) การโจมตีเมฆเย็น

การโจมตีเมฆเย็นเป็นกระบวนการสำคัญในการกระตุ้นการเกิดฝนในเมฆที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง โดยการโปรยสารซิลเวอร์ไอโอไดด์ (Silver Iodide: AgI) ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายผลึกน้ำแข็งธรรมชาติ เพื่อเร่งการก่อตัวของผลึกน้ำแข็งภายในเมฆ ทำให้เกิดการรวมตัวและเพิ่มขนาดจนมีน้ำหนักมากพอที่จะตกลงสู่พื้นดินในรูปของหยาดน้ำฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

6) การโจมตี แบบซูเปอร์แซนวิช

การรวมขั้นตอนเป็นการบูรณาการเทคนิคการปฏิบัติการฝนหลวงหลายรูปแบบเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ โดยใช้สารหลายชนิดปฏิบัติการทั้งบริเวณยอดเมฆและฐานเมฆในเวลาเดียวกัน เพื่อเสริมกลไกการก่อตัวและการรวมตัวของหยดน้ำให้เกิดอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพสูงสุด ส่งผลให้การเกิดฝนมีความเข้มข้นและครอบคลุมพื้นที่เป้าหมายได้ดียิ่งขึ้น

6.3 เทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติการฝนหลวง

การปฏิบัติการฝนหลวงในปัจจุบันอาศัยเทคโนโลยีที่หลากหลาย เพื่อให้สามารถควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการก่อให้เกิดฝนได้อย่างเหมาะสมกับสภาพอุตุนิยมวิทยาในแต่ละพื้นที่ โดยเทคโนโลยีหลักที่ใช้สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1) การโปรยสารจากเครื่องบิน

เป็นวิธีหลักที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยใช้เครื่องบินบินเข้าสู่บริเวณก้อนเมฆเป้าหมายในระดับความสูงที่เหมาะสม แล้วทำการโปรยสารฝนหลวง เช่น โซเดียมคลอไรด์ แคลเซียมคลอไรด์ ยูเรีย หรือซิลเวอร์ไอโอไดด์ เทคโนโลยีนี้มีข้อได้เปรียบคือสามารถเข้าถึงตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างแม่นยำ ทั้งบริเวณยอดเมฆและฐานเมฆ ทำให้ควบคุมกระบวนการก่อเมฆ การเลี้ยงเมฆ และการโจมตีได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การปฏิบัติการต้องอาศัยการวางแผนเส้นทางบินอย่างรอบคอบ เนื่องจากมีความเสี่ยงจากกระแสลมแรงและสภาพอากาศแปรปรวนภายในก้อนเมฆ

2) การใช้สารแบบแฟลร์

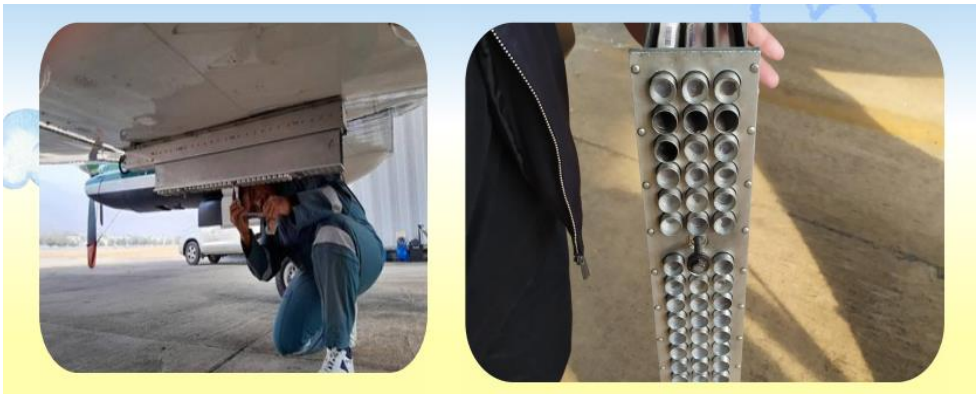
เป็นเทคโนโลยีที่ใช้สารเคมีในรูปแบบแท่งหรือแฟลร์ ซึ่งเมื่อจุดติดไฟจะเกิดการเผาไหม้และปล่อยอนุภาคของสารขึ้นสู่บรรยากาศในลักษณะควัน ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถกระจายสารได้อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ เหมาะสำหรับการเพิ่มแกนควบแน่นหรือผลึกน้ำแข็งในเมฆ โดยเฉพาะในกรณีของการปฏิบัติการเมฆเย็นหรือการยับยั้งพายุลูกเห็บ เทคโนโลยีนี้ยังช่วยลดข้อจำกัดบางประการของการโปรยสารแบบผง เช่น การกระจายตัวไม่ทั่วถึง

3) การใช้ Ground-based Generator

เป็นนวัตกรรมที่พัฒนาเพื่อใช้ในพื้นที่ที่ไม่สามารถใช้เครื่องบินปฏิบัติการได้ เช่น พื้นที่ภูเขาสูง พื้นที่ใกล้เขตแดน หรือบริเวณที่มีข้อจำกัดด้านการบิน ระบบนี้ทำงานโดยการเผาสารเคมีจากพื้นดินแล้วปล่อยอนุภาคลอยขึ้นไปตามกระแสลมสู่ระดับเมฆ โดยอาศัยหลักการยกตัวของอากาศ (updraft) เพื่อพาสารเข้าสู่ก้อนเมฆ เทคโนโลยีนี้มีต้นทุนต่ำกว่าและสามารถปฏิบัติการได้ต่อเนื่อง แต่ประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับทิศทางและความแรงของลมเป็นสำคัญ

4) การยับยั้งพายุลูกเห็บ (Hail Suppression)

เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีฝนหลวงเพื่อควบคุมความรุนแรงของพายุลูกเห็บ โดยการเพิ่มจำนวนแกนผลึกน้ำแข็งในเมฆเย็นด้วยสาร เช่น ซิลเวอร์ไอโอไดด์ เมื่อมีแกนผลึกจำนวนมาก น้ำแข็งจะไม่สามารถรวมตัวเป็นก้อนใหญ่ได้ แต่จะแตกตัวเป็นผลึกขนาดเล็กและละลายระหว่างตกลงสู่พื้น กลายเป็นฝนแทนลูกเห็บ วิธีนี้ช่วยลดความเสียหายต่อพืชผลทางการเกษตรและทรัพย์สินของประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ



6.4 เงื่อนไขการปฏิบัติการฝนหลวง

การปฏิบัติการฝนหลวงจำเป็นต้องอาศัยเงื่อนไขทางอุตุนิยมวิทยาที่เหมาะสมเป็นพื้นฐาน โดยต้องมีความชื้นสัมพัทธ์เพียงพอ ลมไม่แรงจนรบกวนการก่อตัวของเมฆ และบรรยากาศอยู่ในสภาวะไม่เสถียรซึ่งเอื้อต่อการยกตัวของอากาศ ทั้งนี้ค่าดัชนีต่าง ๆ เช่น Lifted Index ที่มีค่าเป็นลบและ K-index ที่อยู่ในระดับสูง ล้วนเป็นตัวชี้วัดสำคัญที่บ่งบอกถึงศักยภาพในการพัฒนาเมฆและการเกิดฝนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Criteria
RH 5,000 – 10,000 ft > 60 %
Wind Speed 5,000 – 10,000 ft < 20 knots
LI (Lifted Index) < 0
SI (Showalter Index) < 0
K Index ≥ 30

6.5 ลักษณะเมฆที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติการฝนหลวง

การเลือกเมฆที่เหมาะสมถือเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดประการหนึ่งของความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวง เนื่องจากกระบวนการฝนหลวงไม่สามารถสร้างเมฆขึ้นมาใหม่ได้ แต่เป็นการ “เสริมและเร่ง” กระบวนการพัฒนาเมฆที่มีอยู่เดิม ดังนั้นการวิเคราะห์ลักษณะเมฆทั้งในเชิงกายภาพและพลวัตของบรรยากาศจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

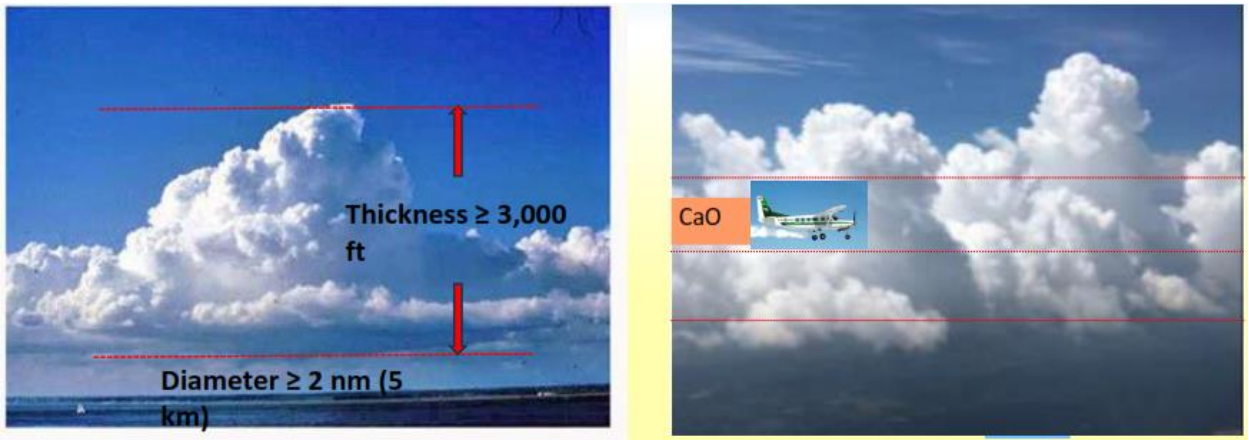
1) เมฆในขั้นตอนก่อเมฆสำหรับการปฏิบัติการขั้นตอนที่ 1

ในระยะเริ่มต้นควรเป็นสภาพท้องฟ้าที่โปร่ง หรือมีเมฆคิวมูลัสขนาดเล็กกระจายตัว (Fair-weather cumulus) ซึ่งบ่งชี้ว่าบรรยากาศยังมีศักยภาพในการพัฒนาเมฆเพิ่มเติมได้ โดยต้องมีความชื้นในอากาศเพียงพอและมีการยกตัวของอากาศในระดับหนึ่ง เมฆในระยะนี้ยังไม่พัฒนาเต็มที่ จึงเหมาะสำหรับการเพิ่มแกนควบแน่นเพื่อกระตุ้นให้เกิดการก่อตัวของเมฆใหม่หรือเพิ่มปริมาณเมฆเดิม

2) เมฆในขั้นตอนเลี้ยงเมฆให้อ้วนสำหรับการปฏิบัติการขั้นตอนที่ 2

เมฆที่เหมาะสมควรมีการพัฒนาในระดับหนึ่ง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 กิโลเมตร และมีความหนาในแนวดิ่งมากกว่า 3,000 ฟุต ซึ่งแสดงถึงการมีพลังยกตัว (updraft) ที่เพียงพอ เมฆลักษณะนี้มักอยู่

ในช่วงกำลังเจริญเติบโต (growing stage) สามารถตอบสนองต่อการเติมพลังงานและความชื้นเพิ่มเติมได้ดี ทำให้เมฆขยายตัวทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง และเพิ่มศักยภาพในการเกิดฝนในขั้นตอนถัดไป



3) เมฆในขั้นตอนโจมตีสำหรับการปฏิบัติการขั้นตอนที่ 3-4

เมฆควรมีความหนาแน่นสูง มีโครงสร้างชัดเจน และอยู่ในระยะก่อนเกิดฝน (pre-precipitation stage) หรือเริ่มมีฝนตกเล็กน้อย เมฆในระยะนี้มีปริมาณหยดน้ำสะสมอยู่มาก แต่ยังไม่เพียงพอที่จะตกลงสู่พื้นในปริมาณมาก การปฏิบัติการในขั้นตอนนี้จึงมุ่งเน้นการเร่งการรวมตัวของหยดน้ำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจนสามารถตกเป็นฝนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) เมฆเย็น (Cold Cloud) สำหรับการปฏิบัติการขั้นตอนที่ 5-6

เมฆที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติการในระดับสูงจะต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0°C โดยมักพบที่ระดับความสูงประมาณ 20,000 ฟุตขึ้นไป เมฆลักษณะนี้มีทั้งหยดน้ำเย็นยิ่งยวด (supercooled water) และผลึกน้ำแข็ง ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้สารกระตุ้นการเกิดผลึกน้ำแข็ง เช่น ซิลเวอร์ไอโอไดด์ เพื่อเร่งกระบวนการตกของหยาดน้ำฟ้า นอกจากนี้ เมฆต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรงและมีการยกตัวต่อเนื่อง เพื่อให้การปฏิบัติการมีประสิทธิภาพสูงสุด