บทที่ 2

ฝน (RAIN)

ฝน คือ กลุ่มของไอน้ำที่รวมตัวกันจนมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีน้ำหนักมากกว่าแรงต้านทานของกระแสอากาศที่ไหลขึ้น เมื่อกลุ่มของไอน้ำไปกระทบกับความเย็นของชั้นบรรยากาศจึงกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำตกลงมาเป็นเม็ดเล็กๆ ส่วนมากจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางโดยประมาณ 0.5 มม.ขึ้นไป แต่ถ้าฝนตกแผ่กระจายเป็นบริเวณกว้างขนาดของเม็ดฝนอาจมีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 0.5 มม. ตามธรรมดาเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดฝนจะมีค่าประมาณ 2 มม.

2.1 ลักษณะการเกิดฝน

โดยปรกติแล้วฝนเกิดจากเมฆที่หนาทึบพอสมควร โดยอาศัยการลอยตัวสูงขึ้นของอากาศตามระบบการพาความร้อนหรือการเบียดตัวเข้าหากันของอากาศเป็นตัวหล่อเลี้ยง ซึ่งอากาศจะลอยตัวสูงขึ้นก็ต่อเมื่อมีการแผ่รังสีความร้อน หรือการเย็นตัวของผิวโลก และบรรยากาศไม่เท่ากัน หรือจากสิ่งกำบังของภูมิประเทศ เมื่ออากาศขึ้นลอยตัวขึ้นและเย็นลง ไอน้ำในอากาศจะกลั่นตัวกลายเป็นเมฆ โดยอาศัยอนุภาคเล็กๆที่มีอยู่เป็นจำนวนมากพอในบรรยากาศเป็นตัวกลางที่จะให้ไอน้ำเกาะบนอนุภาคเหล่านั้นรวมกันทำให้เห็นเป็นเมฆ เมฆจะกลายเป็นฝนได้ก็ต้องมีอนุภาคแข็งตัว (freezing nuclei) หรือเม็ดน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งจะต้องดึงเม็ดน้ำขนาดเล็กมารวมตัวกันจนเกิดเป็นเม็ดฝน ซึ่งได้แบ่งทฤษฎีของการรวมตัวของเม็ดเมฆจนเกิดเป็นฝนไว้ 2 กรรมวิธี คือ [2]

2.1.1 กรรมวิธีของการชนกัน แล้วรวมตัวกัน (collision - coalescence process) กรรมวิธีจับตัวรวมกัน (capture process) หรือกรรมวิธีของฝนในเขตร้อน (warm rain process) กรรมวิธีที่มีชื่อต่างๆกัน ทั้ง 3 อย่างนี้เป็นวิธีเดียวกันโดยมีการตั้งสมมติฐานว่า ภายในก้อนเมฆก้อนหนึ่งจะมีเม็ดเมฆซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.001 - 0.1 มม. ขนาดต่างๆหลายขนาด เม็ดเมฆขนาดใหญ่จะมีการเคลื่อนที่เข้าชนเม็ดขนาดเล็กในทางเดินของมัน จึงเกิดการรวมตัวกันให้มีขนาดใหญ่ยิ่งขึ้น (collision and coalescence) ปรากฏการณ์เช่นนี้จะเกิดขึ้นซ้ำๆต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็วจนเกิดเม็ดน้ำใหญ่มากและเม็ดใหญ่ๆก็จะแตกแยกออกมาอีกแล้วเกิดกรรมวิธีซ้ำๆต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็วจนเกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ทำให้เกิดเม็ดฝนมากมาย กรรมวิธีนี้เป็นกรรมวิธีของการเกิดฝนในเขตร้อน ซึ่งเมฆมีอุณหภูมิสูงกว่า 0 °C

2.1.2 กรรมวิธีผลึกน้ำแข็ง ฝนซึ่งเกิดจากกรรมวิธีนี้ จะเกิดขึ้นในเมฆที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 °C ซึ่งประกอบไปด้วย ไอน้ำ ผลึกน้ำแข็ง และน้ำปนกันอยู่ ซึ่งทั้ง 3 สภาวะจะอยู่ด้วยกัน เรียกน้ำซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 °C นี้ว่า "น้ำเย็นยวดยิ่ง" (supercooled water) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ และเมื่อไอน้ำผลึกน้ำแข็ง และน้ำเย็นกว่า 0 °C อยู่ด้วยกันแล้วจะเกิดสภาวะไร้เสถียรภาพขึ้น เนื่องจากความดันไอน้ำของเม็ดน้ำสูงกว่าความดันไอน้ำของผลึกน้ำแข็ง ทำให้ไอน้ำกลั่นตัวลงบนผลึกน้ำแข็งและมีเม็ดโตขึ้นอย่างรวดเร็ว และเมื่อผลึกน้ำแข็งโตใหญ่ขึ้นจนแนวต้านของอากาศรับไว้ไม่ไหว ก็จะตกลงมาเป็นหิมะในเขตหนาว ถ้าตกลงมาในบรรยากาศที่มีอุณหภูมิสูง เช่น ในเขตร้อน หิมะจะละลายและตกลงมาเป็นฝน

2.2 ชนิดของฝน

ฝนเมื่อพิจารณาตามสาเหตุที่เกิดขึ้น มี 4 ชนิด คือ [2]

2.2.1 ฝนที่เกิดจากการพาความร้อน (convective rain) เกิดขึ้นจากการที่ผิวโลกได้รับความร้อนไม่เท่ากัน ทำให้อุณหภูมิของอากาศในแต่ละที่ไม่เท่ากัน จึงทำให้เกิดการลอยตัวสูงขึ้นของอากาศที่อุ่นกว่าและเบากว่าอากาศซึ่งอยู่รอบๆ ฝนชนิดนี้มักจะตกบริเวณแคบๆและตกเพียงระยะสั้นๆ อาจตกหนักแต่หยุดเร็ว และอาจมีพายุฟ้าคะนองได้ ส่วนมากมักจะตกอยู่ในช่วงระยะเวลาระหว่างบ่ายถึงค่ำ ประเทศไทยมีโอกาสที่จะมีฝนชนิดนี้ได้เกือบทุกวัน ในระยะตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - ตุลาคม ซึ่งเป็นระยะที่อากาศมีความชื้นมาก เฉพาะภาคใต้เนื่องจากมีทะเลล้อมรอบ จึงอาจมีฝนชนิดนี้ได้เกือบทั้งปี แต่ส่วนใหญ่จะมีฝนตกอยู่ทางฝั่งรับลมเท่านั้น

2.2.2 ฝนภูเขา (orographic rain) เกิดจากลมพัดอากาศไปกระทบภูเขาที่ขวางอยู่ทำให้เกิดการยกตัวของอากาศไปบนภูเขา เมื่อไปกระทบความเย็นในที่สูงทำให้ไอน้ำกลั่นตัวเป็นเม็ดฝน โดยที่ฝนจะตกทางซีกเขาด้านรับลม ส่วนทางซีกเขาด้านปลายลม มีฝนตกน้อยหรืออาจจะไม่มีเลย

2.2.3 ฝนพายุหมุน (cyclonic rain) เกิดจากการยกตัวของอากาศที่พัดสอบเข้าหากัน เข้าสู่หย่อมความกดอากาศต่ำ หรือ พายุหมุน ทำให้มีฝนตกหนักถึงหนักมากแผ่เป็นบริเวณกว้างตามเส้นทางที่พายุเคลื่อนผ่าน และอาจตกติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน 2-3 วัน ประเทศไทยมีโอกาสที่พายุนี้จะเคลื่อนผ่านเข้ามาทางตอนบนของประเทศได้ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม - ตุลาคม ส่วนในภาคใต้และอ่าวไทย มีช่วงเดือนตุลาคม - ธันวาคม โดยเฉลี่ยแล้วจะมีพายุหมุนผ่านเข้ามาปีละ 3-4 ลูก ส่วนใหญ่จะเป็นพายุดีเปรสชั่น

2.2.4. ฝนแนวอากาศ (frontal rain) เกิดจากแนวอากาศ 2 ชนิดคือแนวอากาศร้อนและแนวอากาศเย็นเคลื่อนตัวมาพบกัน อากาศของมวลทั้ง 2 ชนิดจะไม่ปนกันทันที แต่จะทำให้เกิดแนวหรือขอบเขตระหว่างมวลอากาศทั้งสองชนิด มวลอากาศเย็นซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่า และหนักกว่ามวลอากาศร้อนจะดันมวลอากาศร้อนให้ลอยสูงขึ้น ทำให้เกิดเมฆต่างๆเกิดพายุและฝนได้

2.3 พายุฟ้าคะนอง (Thunderstorms)

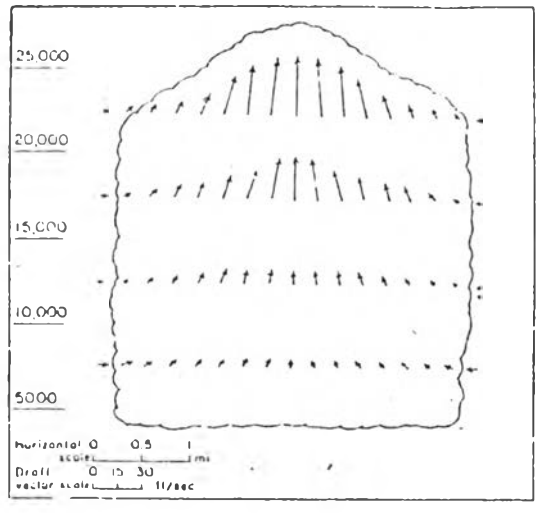
พายุฟ้าคะนองโดยทั่วไปเป็นพายุที่เกิดเฉพาะท้องถิ่น เกิดจากเมฆคิวโมโลนิมบัส มีฟ้าแลบ(lihghtning) กับฟ้าร้อง (thunder) รวมอยู่ด้วย นอกจากนั้นมักจะมีลมกระโชกแรง และฝนตกหนักขึ้น บางครั้งมีลูกเห็บ (hail) ตกลงมาด้วย พายุฟ้าคะนองนี้เป็นพายุที่เกิดในช่วงเวลาอันสั้น มีน้อยครั้งที่เกิดขึ้นนานกว่า 2 ชั่วโมง [11]

พายุฟ้าคะนอง เป็นลมกระโชกแรงที่เกิดจากเมฆที่ก่อตัวทางดิ่งอย่างรุนแรงมียอดเมฆสูงมาก ฐานเมฆมีสีดำ มีเสียงฟ้าร้อง ฟ้าคะนอง ฟ้าผ่าอย่างรุนแรงและถี่ มักจะมีลูกเห็บตกลงมาด้วย [12]

การก่อตัวของพายุฟ้าคะนองเป็นผลเนื่องจากอากาศมีความชื้นมาก และมีอุณหภูมิสูงทำให้อากาศไม่เสถียรภาพ ยกตัวขึ้นและมีการคลุกเคล้าของอากาศจากระดับล่างขึ้นบน และบนลงล่าง ซึ่งในเขตละติจูดกลาง พายุฟ้าคะนองนี้มักจะก่อตัวได้สูงถึง 40,000-50,000 ฟุต [13] และจะสูงกว่านี้ในเขตโซนร้อน สำหรับการก่อตัวของพายุฟ้าคะนองนั้น แบ่งขั้นตอนระยะเวลาที่ก่อตัวไว้ดังนี้ [14]

ก. ระยะเริ่มก่อตัวเป็นเมฆคิวมูลัส (Cumulus stage) เป็นระยะเริ่มแรกของการก่อตัว เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศสูงกว่าบริเวณข้างเคียง ทำให้อากาศไม่เสถียรภาพ (unstable) อากาศมีการยกตัวลอยสูงขึ้น มีความเร็วเฉลี่ย 1-2 เมตร/วินาทีที่ใกล้ฐานเมฆ และมากกว่า 10 เมตร/วินาทีที่ใกล้ยอดเมฆ จนกระทั่งมีการควบแน่น กลั่นตัวเป็นหยด

น้ำ รวมตัวกันเป็นก้อนเมฆ เมฆชนิดนี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.1-10 กิโลเมตร ซึ่งในระยะที่เริ่มก่อตัวนี้จะมีเพียงกระแสอากาศไหลขึ้น (updraft) เพียงอย่างเดียว ดังรูปที่ 2.1

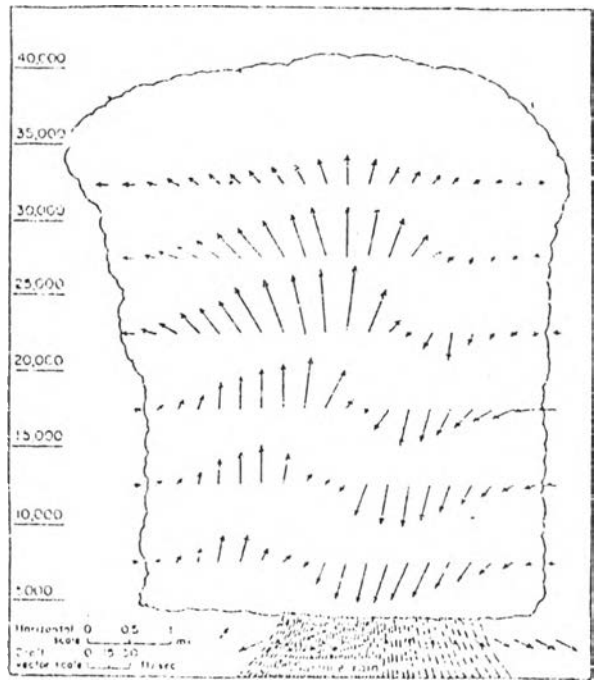


รูปที่ 2.1 ระยะเริ่มก่อตัวเป็นเมฆคิวมูลัสซึ่งเป็นระยะแรกของการเกิดพายุฟ้าคะนอง มีกระแสอากาศไหลขึ้นเพียงอย่างเดียว [14]

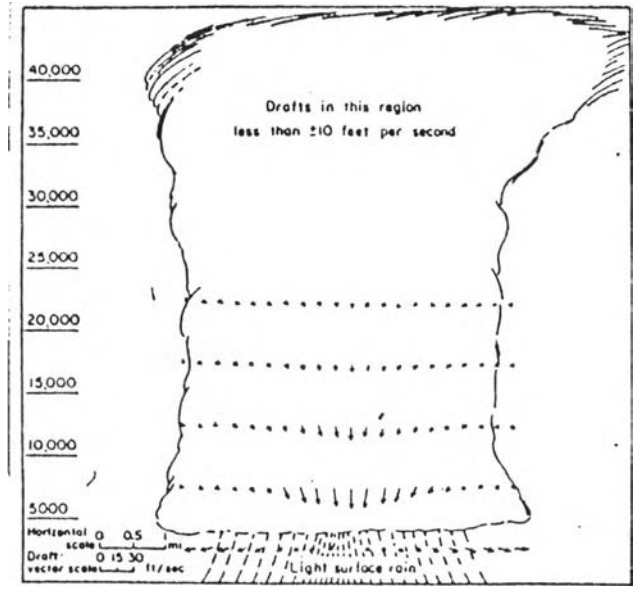
ข. ระยะเจริญเติบโตเต็มที่ (Mature stage) เป็นระยะที่พัฒนาต่อจากระยะที่ 1 (Cumulus stage) แล้วเจริญเติบโตในแนวดิ่งเรื่อยๆ จากเมฆคิวมูลัสก้อนใหญ่ เป็นคิวมูโลนิมบัส (เมฆฟ้าคะนอง) ในที่สุด โดยมีการคลุกเคล้าของอากาศในระดับล่างขึ้นบน และบนลงล่าง (both updraft and downdraft) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ซึ่งในช่วงนี้จะมีหยดน้ำหรืออนุภาคน้ำแข็งตกลงมาจากฐานเมฆอย่างชัดเจน โดยที่กระแสอากาศที่ไหลขึ้นและไหลลงยังคงดำเนินต่อไปนั้น มักจะมีกำลังสูงสุดในส่วนบนของเมฆในระยะแรกของการเจริญเติบโตเต็มที่ และต่อมากระแสอากาศไหลขึ้นมักจะไม่รุนแรง แต่กระแสอากาศที่ไหลลงหรือจมลงนั้นจะถูกดันให้แผ่ออกทางข้างที่ใกล้พื้นโลก แล้วม้วนตัวขึ้นอีกในแนวดิ่งอย่างรวดเร็วและรุนแรง ทำให้เกิดลมกระโชกแรง เนื่องจากกระแสที่ไหลลงมีกำลังแรงมาก โดยที่กระแสไหลลงนี้มีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศที่อยู่ล้อมรอบ ดังนั้นลมกระโชกแรงนี้เกิดจากกระแสไหลลงที่แรงของอากาศเย็น ซึ่งจะมีทั้งฝนหนักตามลงมาด้วย และบางครั้งมีลูกเห็บตกลงมากับกระแสไหลลงนี้

ค. ระยะสลายตัว (Dissipating stage) ระยะสลายตัวนี้เริ่มตั้งแต่มีการไหลขึ้นของกระแสอากาศ (Updraft disappers) แต่กระแสอากาศที่ไหลลงยังคงดำเนินต่อไปและยังมีฝนอยู่ จนกระทั่งอุณหภูมิอากาศที่เย็นกว่ารอบๆจะค่อยๆเพิ่มขึ้นจนเท่ากับรอบข้างเคียง และไม่มีการกลั่นตัวเกิดขึ้นต่อไปอีก ต่อมากระแสไหลลงก็จะอ่อนไปด้วย จนกระทั่งสลายตัวไปในที่สุด ดังรูปที่ 2.3

ในขณะที่ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำในเมฆที่ก่อตัวในแนวตั้งคิวมูโลนิมบัสนี้ ความร้อนแฝงจะถูกปล่อยออกที่ระดับความสูงของเมฆ และพลังงานนี้ทำให้เกิดกระแสอากาศไหลขึ้น (updrafts) และกระแสอากาศไหลลง (downdrafts) แทนการเคลื่อนไหวแบบหมุนวน ในลักษณะนี้ถ้าความชื้นมีเพียงพอก็จะเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัสได้ แต่ถ้าในกรณีที่ความชื้นไม่เพียงพอที่จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ก็จะเกิดเป็นเพียงกระแสอากาศปั่นป่วน (turbulance) ซึ่งเครื่องบินมักจะได้รับความเสียหาย ทั้งที่ไม่มีเมฆคิวมูโลนิมบัสเลย โดยเฉพาะในเขตร้อนแห้งแล้ง [10]

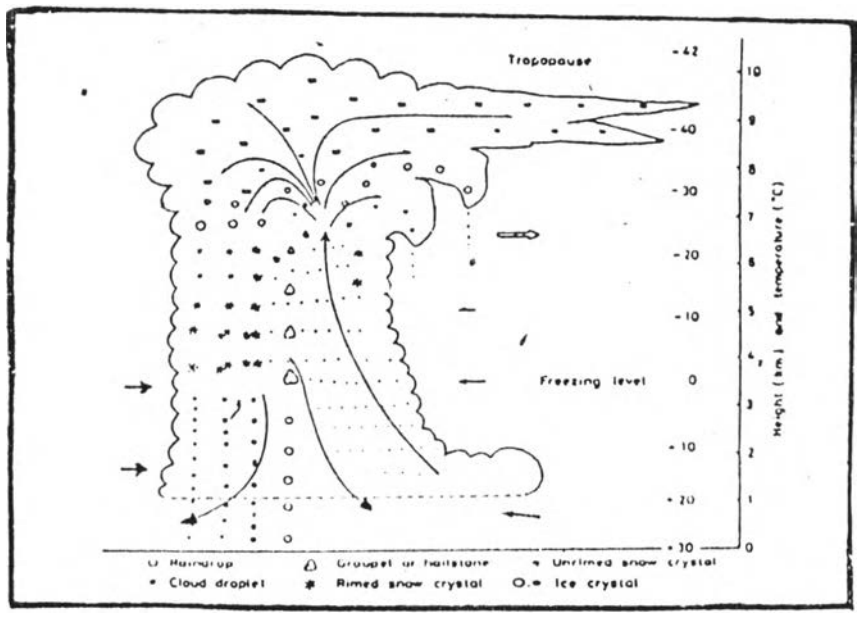


รูปที่ 2.2 ระยะเจริญเติบโตเต็มที่ (Mature stage) ของพายุฟ้าคะนอง มีกระแสอากาศไหลขึ้นและลง [14]



รูปที่ 2.3 ระยะสลายตัวของพายุฟ้าคะนองมีแต่กระแสอากาศไหลลงอย่างเดียวจนกระทั่งสลายตัวไปในที่สุด [14]

การกระจายของหยาดน้ำฟ้าแต่ละชนิดในเมฆฟ้าคะนอง จะมีความแตกต่างตามการเจริญเติบโตของเมฆ ในที่นี้จะกล่าวถึงการกระจายของหยาดน้ำฟ้าในเมฆฟ้าคะนองขณะกำลังเจริญเติบโตเต็มที่ โดยอนุภาคของเมฆจะอยู่ที่ฐานเมฆระดับที่มีการกลั่นตัว ส่วนน้ำที่อยู่ในสถานะของแข็งจะอยู่ในระดับสูง ตั้งแต่อุณหภูมิประมาณ -20 องศาเซลเซียสเป็นต้นไป ดังนั้นเมื่อมีกระแสอากาศไหลขึ้นพาเอาอนุภาคน้ำขึ้นไปในระดับสูงที่มีอุณหภูมิต่ำ น้ำจะกลายเป็นผลึกหิมะแล้วบางส่วนจะลอยขึ้นบริเวณที่เป็นยอดทั่ง โดยบางส่วนจะตกลงมาแล้วละลายกลายเป็นน้ำ เนื่องจากอุณหภูมิเบื้องล่างสูงกว่า



o หยดน้ำ Δ ลูกเห็บ

• เม็ดเมฆ * หิมะ o- เกล็ดน้ำแข็ง

รูปที่ 2 4 การกระจายของหยาดน้ำฟ้าในเมฆฟ้าคะนอง [Riehl,1954]