# บทที่ 4
# ทฤษฎีและวิธีการที่ใช้ในการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีคำนิยาม เกี่ยวกับพายุหมุนเขตร้อน และอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนที่มีต่อพื้นที่ศึกษา และการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนรายวันของสถานีในพื้นที่ศึกษาที่เกิดจากพายุหมุนเขตร้อน เพื่อจะได้ประยุกต์ทฤษฎีดังกล่าวเข้าด้วยกันได้อย่างเหมาะสม

## 4.1 พายุหมุนเขตร้อนและอิทธิพลที่มีต่อพื้นที่ศึกษา

### 4.1.1 ความหมายและคำจำกัดความของพายุหมุนเขตร้อน

พายุหมุนเขตร้อน (Tropical Cyclone) เป็นชื่อที่ใช้เรียกพายุหมุนที่เกิดเหนือทะเลหรือมหาสมุทรในเขตร้อนแถบละติจูดต่ำระหว่าง 5 - 15 องศา ทั้งในซีกโลกเหนือและใต้ โดยทั่วไปแล้วพายุนี้จะปกคลุมบริเวณไม่กว้างนัก และเมื่ออยู่ในสภาวะที่เจริญเติบโตเต็มที่จะเป็นพายุที่มีความรุนแรงมากที่สุดชนิดหนึ่งในบรรดาพายุที่เกิดขึ้นในโลก ระบบการหมุนเวียนของพายุหมุนเขตร้อนกระแสลมจากทุกทิศทางจะผัดเวียนในลักษณะก้นหอยเข้าหาศูนย์กลาง ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกเหนือ และตามเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ ยิ่งใกล้ศูนย์กลางซึ่งเรียกว่าตาพายุ (Eye) ลมจะหมุนเกือบเป็นวงกลมและมีความเร็วสูงสุดพายุหมุนเขตร้อนแบ่งตามความเร็วลมใกล้ศูนย์กลางได้ดังนี้

1) พายุดีเปรสชั่น (Depression) เป็นพายุหมุนเขตร้อนที่มีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางที่ผิวพื้นไม่เกิน 34 นอต (63 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

2) พายุโซนร้อน (Tropical Storm) มีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางที่ผิวพื้นตั้งแต่ 34 นอต แต่ไม่เกิน 64 นอต (118 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

3) พายุไต้ฝุ่น (Typhoon) มีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางที่ผิวพื้นตั้งแต่ 64 นอต (118 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ขึ้นไป และถ้าความเร็วสูงสุดที่ผิวพื้นเกินกว่า 130 นอต (241 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) เรียกว่า Super Typhoon

พายุหมุนเขตร้อนที่มีความรุนแรงขั้นพายุไต้ฝุ่น จะปรากฏบริเวณลมสงบหรือลมอ่อนแปรปรวนตรงบริเวณศูนย์กลางพายุฯ ซึ่งเรียกว่า "ตาพายุ" (Eye) มีลักษณะเป็นวงกลมเคลื่อนไปกับการหมุนเวียนของลมทั้งระบบมองเห็นได้ชัดเจนจากภาพถ่ายดาวเทียม ส่วนที่บริเวณรอบ ๆ หรือที่ขอบตาของพายุมีลักษณะเป็นกำแพงเมฆโดยรอบ และเป็นบริเวณที่ลมแรงที่สุด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตาพายุนี้มีขนาดตั้งแต่ 15-60 กิโลเมตร หรือบางครั้งหากพายุมีความรุนแรงมากอาจมีขนาดถึง 64-130 กิโลเมตร

4.1.2 การก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน

พายุหมุนเขตร้อนมีลำดับขั้นตั้งแต่การก่อตัวจนกระทั่งสลายตัว ดังนี้

1) ภาวะการก่อตัว (Formation)

พายุหมุนเขตร้อนจะก่อตัวและมีกำลังแรงขึ้นได้นั้น จะต้องอาศัยพลังงานทั้งจากภายนอก เช่น การเคลื่อนตัวของมวลอากาศ (กระแสลม) และพลังงานจากภายในพายุเอง เช่น ความร้อนที่เกิดจากการควบแน่นของไอน้ำ นอกจากนี้ยังต้องอาศัยสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเกิดพายุฯ ด้วย ดังนี้ คือ

ก. ไม่มีความฝืด เช่น ในทะเลหรือมหาสมุทร

ข. อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลสูงกว่า 26 องศาเซลเซียส

ค. ความกดอากาศต่ำกว่าปกติในเลตติจูด (ต่ำกว่า 1004 mb.)

ง. มีความแปรปรวนของอากาศในเขตร้อนอย่างใดอย่างหนึ่งบริเวณผิวพื้น เช่น หย่อมความกดอากาศต่ำ

จ. การเคลื่อนตัวของความแปรปรวนเป็นไปอย่างช้า ๆ

ฉ. ลมค่อนข้างอ่อน ในระดับต่าง ๆ จนถึงความสูงประมาณ 10 กม.

ช. มีลักษณะการไหลเวียนเข้าของลมในระดับต่ำ ๆ

ซ. ความชื้นสัมพัทธ์สูงในบรรยากาศหลายระดับ จนถึงความสูงประมาณ 6 กม.

ฌ. ในระดับสูง (ประมาณ 7 กม. ขึ้นไป) ลมจะพัดในทิศออกจากกัน หรือจากบริเวณที่มีความเร็วน้อยไปหาความเร็วมาก (outflow or speed divergence)

ด้วยเหตุนี้พายุหมุนเขตร้อนมักจะเกิดในมหาสมุทรเขตโซนร้อนที่มีมวลอากาศอุ่นชื้น จากรูปที่ 3.1 พายุมักจะเกิดเมื่อคลื่นอากาศฝายตะวันออกได้ปรากฏขึ้น และต่อมาลมตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังแรง ทำให้มีการหมุนเวียนของลมเกิดขึ้น โดยมากจะเกิดที่ละติจูด 5 องศาเหนือขึ้นไป การหมุนเวียนของลมเข้าหาศูนย์กลางในขณะที่พายุกำลังก่อตัวเป็นการสะสมความร้อนและความชื้น จากขบวนการลอยตัวทำให้มีการกลั่นตัวเป็นไอน้ำและความร้อนจะถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศเหมือนการกลั่นตัวของน้ำ อากาศอุ่นชื้นที่เกิดจากการหมุนจะถูกยกตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว อากาศที่ร้อนชื้นจะเข้ามาแทนที่อากาศที่ลอยขึ้นไป ยิ่งการกลั่นตัวมีมากเท่าใด ความร้อนจะถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศมากเท่านั้น ผลที่ตามมาก็คือการลอยตัวอย่างรวดเร็วของอากาศที่อยู่ภายในและการแทนที่ของอากาศภายนอกโดยมีความเร็วเพิ่มขึ้น จนกระทั่งพายุมีการหมุนเวียนคล้ายวงล้อขนาดใหญ่และมีการพัดของลมรุนแรง ความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางยังไม่ถึงเกณฑ์พายุโซนร้อนหรือไต้ฝุ่น แต่จะมีเมฆและฝนตกเกือบทั่วไป ลำดับการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน แสดงไว้ในรูปที่ 4-3

2) ภาวะที่กำลังทวีความรุนแรง

พายุที่ก่อตัวแล้วบางลูกก็จะทวีกำลังแรงขึ้นเป็นลำดับ จนมีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางเข้าเกณฑ์พายุโซนร้อนหรือไต้ฝุ่น และความกดอากาศใกล้ศูนย์กลางลดต่ำลงกว่า 1,000 มิลลิ-

บาร์มาก เมฆและฝนตกแผ่เป็นบริเวณกว้าง แต่ยังมีบริเวณปกคลุมไม่มากนัก ประมาณไม่เกิน 200 กิโลเมตร

3) ภาวะที่รุนแรงเต็มที่ (Mature Stage)

ในภาวะนี้ ความเร็วลมสูงสุดและความกดอากาศใกล้ศูนย์กลางมักจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากภาวะที่ 2 เท่าใดนัก แต่บริเวณลมแรงและบริเวณฝนตกหนักจะแผ่กว้างขึ้นกว่าภาวะที่ 2 โดยมีความกว้างประมาณ 500 กิโลเมตร และบางลูกอาจถึง 1,000 กิโลเมตร

4) ภาวะสลายตัว (Decaying Stage) เมื่อพายุฯ เคลื่อนขึ้นบนภาคพื้นทวีปจะลดกำลังลง โดยมีความขรุขระของแผ่นดิน เช่น ป่าไม้ เทือกเขา และอื่น ๆ ทำให้การหมุนเวียนของกระแสอากาศเป็นไปอย่างไม่สะดวก ประกอบกับความชื้นมีน้อย หรือได้รับกระแสอากาศเย็นและแห้ง จากมวลอากาศภาคพื้นทวีป ทำให้พายุอ่อนกำลังลงและสลายตัวไปในที่สุด

4.1.3 การเคลื่อนตัวของพายุหมุนเขตร้อน

พายุหมุนเขตร้อนมักมีเวลาการเกิด และแหล่งกำเนิดค่อนข้างแน่นอน โดยส่วนมากมักเกิดทางด้านตะวันตกของมหาสมุทรในเขตร้อน เมื่อก่อตัวขึ้นเป็นพายุดีเปรสชั่นแล้วจะเคลื่อนตัวไปทางทิศตะวันตกในกระแสลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกในเขตโซนร้อน ตามแนวร่องความกดอากาศต่ำ โดยจะหมุนคล้ายลูกข่าง มีความเร็วในการเคลื่อนตัวประมาณ 15-20 กิโลเมตรต่อชั่วโมงในซีกโลกเหนือ จนกระทั่งถึงประมาณเส้นรุ้งที่ 20 - 30 องศา จะเริ่มเลี้ยวโค้ง จากนั้น จะเคลื่อนไปทางเหนือแล้วเปลี่ยนไปทางตะวันออก ด้วยเหตุนี้พายุฯ จึงสร้างความเสียหายให้แก่พื้นที่ในทวีปต่าง ๆ ที่อยู่ทางด้านตะวันออก รูปที่ 4-4 แสดงเส้นทางการพัดผ่านของพายุหมุนเขตร้อน ซึ่งจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิเหนือพื้นผิวทะเลในซีกโลกทั้งสอง

4.1.4 โครงสร้างของเมฆและระบบฝนบริเวณพายุหมุนเขตร้อน

1) โครงสร้างของเมฆ

เมฆจะก่อตัวเมื่ออากาศที่ใกล้ผิวโลกลอยขึ้นเนื่องจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ การลอยขึ้นเนื่องจากลมปะทะลาดเขา หรือการพาความร้อนของอากาศในทางราบ การไหลขึ้นของกระแสอากาศได้พาเอาไอน้ำขึ้นไปด้วยปริมาณมหาศาลในบรรยากาศ เมื่ออากาศลอยขึ้นจะขยายตัวและเย็นลง ไอน้ำจะกลั่นตัวเมื่อเย็นลงมากพอและเกิดควบแน่นเป็นเมล็ดน้ำกลายเป็นเมฆ

ในพายุกระแสลมที่เวียนรอบ ๆ ตาพายุจะไหลขึ้นรอบ ๆ ตาใกล้ศูนย์กลาง อัตราการไหลขึ้นจะมีมากเมื่อเคลื่อนเข้าไปข้างในเป็นการอธิบายว่าทำไมจึงมีเมฆบาง ๆ ข้างบนและตามขอบมีเมฆหนากว่าและยิ่งหนามากขึ้นเมื่อเข้าไปใกล้ศูนย์กลาง อากาศที่ลอยขึ้นจะปลดปล่อยไอน้ำออกมาขณะที่ไหลขึ้นเบื้องบนมีลักษณะเวียนก้นหอยแผ่ออกข้างนอก การแผ่ออกเบื้องบนของพายุกลายเป็น

เมฆที่เป็นเกล็ดน้ำแข็งเห็นได้ล่วงหน้าไกล ๆ เมื่อพายุเคลื่อนที่เข้าไปหา เมฆที่กล่าวนี้มีลักษณะคล้ายชนนกเรียกเมฆเซอรัส เมื่อสังเกตเห็นเมฆชนิดนี้ที่ขอบฟ้าเป็นสัญญาณอันตรายที่เตือนว่าพายุกำลังเคลื่อนเข้ามาหา ภาคใต้ของไทยก็เคยเห็นเมฆชนิดนี้บ่อย ๆ เรียกว่า "อุกราฟ้าเหลือง" ซึ่งจะปรากฏในตอนบ่าย

อากาศแห้งที่พัดออกมาจากตาพายุเบื้องบนจะจมลงห่างจากพายุประมาณ 100 กม. จะทำให้มีลักษณะอากาศดีผิดปกติข้างหน้าพายุที่จะเคลื่อนไป

โครงสร้างของเมฆในพายุมีดังนี้

เมฆชั้นสูง - เมฆเซอรัส ถัดไปเป็นเมฆเซอโรสเตรตัส ตามปกติจะปรากฏเป็นวงแสง (halos)

เมฆชั้นกลาง - เมฆออลโตคิวมูลัสตามปกติจะมีอาทิตย์ทรงกลด (Coronas) กับเมฆออลโตสเตรตัส

เมฆชั้นต่ำ - เมฆตราโตคิวมูลัส คิวมูโลนิมบัส และเมฆฝนสีดำ นิมโบสเตรตัส

รายละเอียด ดังแสดงในรูปที่ 4-5

2) ระบบฝนบริเวณพายุหมุนเขตร้อน

ฝนที่ตกลงมาเกิดจากละอองน้ำที่ประกอบเป็นเมฆรวมตัวกันเป็นหยดน้ำจนกระแสอากาศที่ลอยขึ้นพยุงไว้ไม่ไหวจึงร่วงหล่นลงมาเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ในพายุหมุนเขตร้อนกระแสอากาศที่ไหลขึ้นแรงที่สุดจะอยู่ทางด้านซ้ายข้างล่างของเส้นทางพายุที่เคลื่อนที่ไป ดังนั้นเมื่อศูนย์กลางพายุ ฝนน้อยเคลื่อนผ่านไปแล้วในทันทีจะมีฝนตกหนักทั้งขนาดของเมล็ดฝนและความเข้ม ด้วยเหตุผลเดียวกันนี้ ตามปกติฝนที่ตกทางด้านหน้าของพายุทางซีกขวาของเส้นทางจะมีน้อยที่สุดเพราะมีกระแสอากาศไหลขึ้นไม่มาก รายละเอียดแสดงไว้ในในรูปที่ 4-6

ลักษณะภูมิประเทศเช่นบริเวณใกล้ ๆ ลาดเนินและภูเขาจะมีผลกระทบทำให้มีฝนตกหนักเมื่อกระแสลมพัดก่อนถึงภูเขาฝนที่ตกจากเมฆที่กระแสลมพัดพาไปจะตกทางด้านรับลมหรือต้นลม (Windward side) ของภูเขา ส่วนทางด้านหลังจะมีฝนตกน้อย ดังนั้นบริเวณลาดเชิงเขาที่ลมพัดผ่านจึงมีฝนตกหนักมากจนอาจทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันที่ไหลหลากมาจากเทือกเขาได้

อนึ่งเมื่อเวลาพายุเคลื่อนใกล้เข้ามาบางครั้ง ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังแรงเนื่องจากความกดอากาศสูงจากซีกโลกใต้เคลื่อนผ่านเส้นศูนย์สูตรแผ่เข้ามาทำให้มีฝนตกหนักแผ่เป็นบริเวณกว้างเรียกว่า Monsoon Surge ซึ่งจะขัดแย้งจากข้อเท็จจริงจากที่กล่าวแล้วว่าทางด้านหน้าของพายุมีฝนตกน้อยหรือพายุเมื่อเคลื่อนเข้าสู่แผ่นดินแล้วจะอ่อนกำลังลง ซึ่งในกรณีเช่นนี้จึงต้องเพ่งเล็งสิ่งแวดล้อมเช่นลมมรสุมหรือคลื่นอากาศในกระแสลมฝ่ายตะวันตกมาประกอบด้วย

บริเวณตาพายุซึ่งอยู่ตรงศูนย์กลางของพายุไซโคลนที่มีกำลังแรง ลมค่อนข้างสงบ ไม่มีเมฆ หรือมองเห็นท้องฟ้าได้และมีแสงแดด จะเกิดขึ้นหลังจากที่มีลมพัดแรงกล้า ท้องฟ้ามืดคลื้มมีฝนตกหนักแล้วจู่ ๆ ลงสงบอย่างฉับพลัน เมฆหายไป ท้องฟ้าเปิดหรือมีเมฆชั้นสูงอยู่บ้าง ความกด

อากาศลดลงต่ำกว่าปกติมาก ลักษณะเช่นนี้บางครั้งผู้ที่ประสบภัยเข้าใจว่าพายุพัดผ่านไปแล้ว จึงออกมาจากที่กำบังประมาณ 1-3 ชั่วโมง แต่แล้วเมื่อตาพายุเคลื่อนผ่านไปแล้ว คราวนี้กำแพงเมฆอีกด้านหนึ่งจะเคลื่อนเข้ามาและมีกำลังแรงมากกว่าคราวก่อนทั้งลมและฝน ผู้คนจะเสียชีวิตกันมาก ด้วยเหตุนี้ความยาวนานของพายุจะเท่ากันกับเมื่อครั้งแรกแล้วอากาศก็จะดีขึ้นเป็นลำดับจนเข้าสู่สภาวะปกติ

4.1.5 ฤดูกาลและแหล่งกำเนิดของพายุหมุนเขตร้อนที่มีอิทธิพลต่อพื้นที่ศึกษา

โดยปกติในปีหนึ่ง ๆ จะมีพายุหมุนเขตร้อนเกิดขึ้นทั่วโลกประมาณ 80 ลูก โดยเกิดขึ้นในซีกโลกเหนือประมาณ 58 ลูก ในซีกโลกใต้ประมาณ 22 ลูก สำหรับในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิคเหนือด้านตะวันตก จะมีพายุเกิดขึ้นประมาณ 22 ลูก และในอ่าวเบงกอล 1-2 ลูก และจะมีพายุฯ เคลื่อนผ่านประเทศไทย ปีละประมาณ 3-4 ลูก

พายุหมุนเขตร้อนที่มีอิทธิพลต่อพื้นที่ศึกษามักก่อตัวขึ้นบริเวณทะเลจีนใต้ และมหาสมุทรแปซิฟิคเหนือด้านตะวันตก ในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายน ไปจนถึงเดือนตุลาคมของทุกปี ซึ่งเป็นช่วงเวลาเดียวกับฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ที่พัดผ่านเข้ามาพอดี หลังจากก่อตัวแล้วพายุฯ จะเคลื่อนตัวไปทางตะวันตกผ่านประเทศเวียดนาม ลาว แล้วเข้าสู่พื้นที่ศึกษา หรือบางครั้งแนวพายุอาจไม่พาดผ่านพื้นที่ศึกษาโดยตรง จากข้อมูลและสถิติที่ผ่านมาพอสรุปได้ว่าจำนวนพายุหมุนเขตร้อนที่มีอิทธิพลทำให้เกิดฝนตก และก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษามีจำนวนเฉลี่ย ปีละประมาณ 2-3 ลูก รูปที่ 4-7 แสดงแต่แหล่งกำเนิดของพายุหมุนเขตร้อนที่มีอิทธิพลต่อพื้นที่ศึกษา ส่วนเส้นทางเดินเฉลี่ยของพายุหมุนเขตร้อนที่มีอิทธิพลต่อพื้นที่ศึกษาแสดงไว้ในรูปที่ 4-8 และรูปที่ 4-9 โดยรูปที่ 4-8 แสดงถึงเส้นทางเดินเฉลี่ยของพายุส่วนใหญ่ที่ก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้และมหาสมุทรแปซิฟิค ส่วนรูปที่ 4-9 แสดงถึงเส้นทางของพายุหมุนเขตร้อน ส่วนใหญ่ที่มักพาดผ่านประเทศไทย แยกตามเดือนต่าง ๆ สำหรับรายชื่อของพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวขึ้นในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือด้านตะวันตก และเป็นชื่อพายุที่ผ่านประเทศไทย รวมทั้งพื้นที่ศึกษา แสดงไว้ในตารางที่ 4-1

4.1.6 อิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนที่มีต่อพื้นที่ศึกษา

โดยปกติพายุหมุนเขตร้อน จะมีกำลังแรงเมื่อยังเคลื่อนตัวอยู่เหนือน่านน้ำ และจะอ่อนกำลังลงเมื่อเคลื่อนตัวขึ้นสู่แผ่นดิน ดังนั้น พายุฯ ที่เคลื่อนมาจากทางด้านตะวันออกจากทะเลจีนใต้หรือมหาสมุทรแปซิฟิค ซึ่งต้องผ่านประเทศเวียดนาม ลาว หรือกัมพูชาก่อนเข้าสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยส่วนใหญ่ จึงลดความรุนแรงลงเป็นพายุดีเปรสชั่น แต่กระนั้นก็ยังสามารถก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต และทรัพย์สินได้ เนื่องจากฝนที่ตกหนักและอุทกภัยที่เกิดขึ้น รวมทั้ง

โรคระบาดที่อาจเกิดขึ้นตามมาภายหลังจากอุทกภัย (รายละเอียดเหตุการณ์และความเสียหายที่เกิดขึ้นได้รวบรวมไว้ในตารางที่ ก-1 ในภาคผนวก ก.)

## 4.2 นิยามของฝนและการวิเคราะห์ข้อมูลฝน

### 4.2.1 จำนวนน้ำฝนหรือปริมาณฝน

จำนวนน้ำฝนหรือปริมาณฝน คือ ปริมาณของฝนที่ตกสะสมลงบนพื้นดิน หรือคิดเป็นความสูงของน้ำฝนที่ตกสะสมบนพื้นผิวดิน และสามารถวัดได้ด้วยเครื่องวัดฝน สำหรับประเทศไทยการรายงานฝนประจำวันเป็นการรายงานจำนวนน้ำฝนที่ตกรวมภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 07.00 น. ของวันหนึ่งไปจนถึงเวลา 07.00 น. ของวันถัดไป โดยมีเกณฑ์กำหนดตามลักษณะของฝนที่ตกในย่านมรสุมไว้ด้วย ดังนี้ (ปราณี ว่องวิทวัส, 2532)

| | |
|---|---|
| ฝนวัดจำนวนไม่ได้ (Trace) | มีปริมาณฝนไม่ถึง 0.1 มิลลิเมตร |
| ฝนเล็กน้อย (Slight rain) | มีปริมาณฝนตั้งแต่ 0.1-10.0 มิลลิเมตร |
| ฝนปานกลาง (Modurate rain) | มีปริมาณฝนตั้งแต่ 10.1-35.0 มิลลิเมตร |
| ฝนหนัก (Heavy rain) | มีปริมาณฝนตั้งแต่ 35.1-90.0 มิลลิเมตร |
| ฝนหนักมาก (Very heavy rain) | มีปริมาณฝนมากกว่า 90 มิลลิเมตร |

การวัดปริมาณฝนตกอาจมีการวัดทุก ๆ ชั่วโมง 3 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการนำไปใช้งาน

### 4.2.2 เกณฑ์การพยากรณ์ฝน

ในการพยากรณ์ฝนแต่ละวัน ซึ่งไม่เหมือนกันนับว่ามีความยากลำบากพอสมควร บางบริเวณมีฝนตกหนักมาก แต่อีกบริเวณไม่มีรายงานฝนตกเลย ทำให้ยากแก่การพยากรณ์พอสมควร ดังนั้น เพื่อให้มีความถูกต้องมากที่สุด จึงได้วางหลักเกณฑ์ในการพยากรณ์ฝนแต่ละวันตามลักษณะพื้นที่ที่ฝนจะตกไว้ดังนี้ (ปราณี ว่องวิทวัส, 2532)

| | |
|---|---|
| ฝนบางแห่ง (Isolated rainfall) | จะมีฝนตกน้อยกว่า 30% ของพื้นที่ |
| ฝนกระจาย (Scattered rainfall) | จะมีฝนตกมากกว่า 30% ของพื้นที่ แต่ไม่เกิน 60% ของพื้นที่ |
| ฝนกระจายเกือบทั่วไป (Almost widespread rainfall) | จะมีฝนตกมากกว่า 60% ของพื้นที่ แต่ไม่เกิน 80% ของพื้นที่ |
| ฝนทั่วไปหรือฝนเป็นบริเวณกว้าง (Widespread rainfall) | จะมีฝนตกมากกว่า 80% ของพื้นที่ |

4.2.3 การวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนตามพื้นที่

การวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เกิดจากอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษาแต่ละลูกจะแยกทำการวิเคราะห์ใน 3 รูปแบบ คือ ลักษณะการกระจายของฝนรายวัน ฝนรายวันสูงสุด และปริมาณฝนรวม นอกจากนี้จะทำการวิเคราะห์ช่วงเวลาฝนตก โดยอาศัยข้อมูลฝนรายวัน และจำนวนวันฝนตกที่เกิดจากพายุฯ ของสถานีวัดฝนใด ๆ ในพื้นที่ศึกษาที่ถูกคัดเลือกแล้ว จำนวนไม่เกิน 109 สถานี มาวิเคราะห์รวมกัน โดยเมื่อทราบขอบเขตของพื้นที่ศึกษา ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดฝนและข้อมูลปริมาณฝนขณะเกิดเหตุการณ์ของสถานีนั้น ๆ แล้ว ก็นำข้อมูลดังกล่าวมาลงจุดในแผนที่ หลังจากนั้น จะทำการเขียนเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน (Isohyets) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรายวัน ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุด ลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวม และช่วงเวลาการตกของฝนในพื้นที่ศึกษา ที่เกิดจากอิทธิพลของพายุฯ โดยในการศึกษานี้จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SURFER มาช่วยในการวิเคราะห์และเขียนรูปดังกล่าว สำหรับวิธีคำนวณในตัวโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่เลือกใช้ในการวิเคราะห์นี้ จะใช้วิธี Reciprocal Distance Squared (RDS)

สาเหตุที่เลือกใช้วิธี Reciprocal Distance Squared (RDS) ในการคำนวณปริมาณฝนที่จะใช้เขียนเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน เนื่องจากวิธีดังกล่าวนี้ สามารถประยุกต์ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งจะช่วยให้การทำงานสะดวกและรวดเร็วขึ้น อันจะเป็นทางหนึ่งให้มีการศึกษาและหาทางนำเอาวิธีนี้มาใช้ในการวิเคราะห์ฝนในประเทศไทย ให้แพร่หลายยิ่งขึ้น ทั้งนี้จากการศึกษาในอเมริกาพบว่า วิธีเขียนเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน โดยอาศัยการคำนวณด้วยวิธีนี้ให้ผลลัพธ์เส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน และปริมาณฝนเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างไปจากการเขียน หรือลากเส้นด้วยมือมากนัก ดังแสดงในรูปที่ 4-10

หลักการและรายละเอียดของวิธี Reciprocal Distance Squared (RDS) โดยย่อมีดังนี้

1) กำหนดให้พื้นที่ที่จะทำการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนในรูปแบบต่าง ๆ อยู่ในควอแดรนท์ที่ 1 ของระบบพิกัดฉาก x, y จากนั้นจะสร้างกริดตามแกน x, y เพื่อแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อย ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4-11

2) อาศัยสมมุติฐานที่ว่าปริมาณฝน ณ ตำแหน่งที่ไม่มีการตรวจวัดบริเวณจุดตัดกันของ x, y ใด ๆ สามารถคำนวณหาได้จากข้อมูลฝนที่ตรวจวัดได้จากสถานีใกล้เคียง จำนวน N สถานี จากสถานีที่ถูกคัดเลือกมาทั้งหมด M สถานี

3) ปริมาณฝน ณ จุดตัดกันของ x, y ใด ๆ จะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณฝนที่วัดได้จากสถานีใกล้เคียง N สถานี และผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง จะได้ว่า

เมื่อ R คือ ปริมาณฝน ณ ตำแหน่ง x, y ใด ๆ

Pi คือ ปริมาณฝนที่วัดได้ ณ สถานี i ใกล้เคียง

Di คือ ระยะทางระหว่างตำแหน่ง x, y ใด ๆ กับสถานี i ใกล้เคียง

N คือ จำนวนสถานีใกล้เคียงที่ถูกนำมาใช้ในการคำนวณหาปริมาณฝน ณ ตำแหน่งจุดตัดกันของ x, y ใด ๆ

เมื่อคำนวณหาปริมาณฝน ณ จุดตัดกันของ x, y ใด ๆ ได้แล้ว จากนั้นขั้นตอนต่อไปในตัวโปรแกรม คือ การเขียนเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน (Isohyets) โดยอาศัยปริมาณฝน ณ จุดตัดกันของ x, y ใด ๆ ที่คำนวณได้เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนในรูปแบบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นต่อไป

ในการกำหนดระยะห่างของเส้นกริดตามแกน x, y มักพิจารณาจากจำนวนจุดตัด (x, y) ของเส้นกริดในพื้นที่ที่ทำการศึกษาเป็นเกณฑ์ จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีผู้แนะนำให้ใช้ระยะห่างของเส้นกริดที่ให้จำนวนจุดตัดของกริดในพื้นที่ศึกษา อยู่ระหว่าง 3-4 เท่าของจำนวนสถานีวัดปริมาณฝนที่จะใช้ในการวิเคราะห์ที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากที่ผ่านมาพบว่า ผลลัพธ์เส้นชั้นน้ำฝนเท่ากันที่ได้จากเกณฑ์กำหนดดังกล่าวมีค่าไม่แตกต่างจากการกำหนดระยะห่างของเส้นกริดให้ถี่ขึ้นมากนัก ความถูกต้องก็อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ทั้งยังทำให้ประหยัดเวลาที่คอมพิวเตอร์จะใช้ในการคำนวณลง ช่วยให้การทำงานเสร็จเร็วขึ้น (Tsong Chang Wei & J.L. McGuinness, 1973)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทดลองเขียนรูปลักษณะการกระจายของฝนรวมที่เกิดจากพายุฯ ลูกเดียวกัน โดยการกำหนดระยะห่างของเส้นกริดแตกต่างกันไปโดยเริ่มตั้งแต่ 1Ø, 2Ø, 3Ø และ 4Ø กิโลเมตร ซึ่งจะให้จำนวนจุดตัดในพื้นที่ศึกษาประมาณ 18ØØ, 5ØØ, 225 และ 13Ø คิดเป็นจำนวนเท่าของสถานีวัดฝนได้ประมาณ 7, 5, 2 และจำนวนเกือบเท่ากันคือ 1 เท่า ตามลำดับ พบว่าระยะห่างของเส้นกริดที่ 1Ø กิโลเมตร ให้ผลลัพธ์เส้นชั้นน้ำฝนเท่ากันออกมาดีที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 4-12 ดังนั้น ในการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรายวัน ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุด และลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวมที่เกิดจากพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยทุกลูกที่คัดเลือกมาทั้งหมดที่จะดำเนินการต่อไปนี้จึงเลือกใช้ระยะห่างของเส้นกริดประมาณ 1Ø กิโลเมตร เป็นเกณฑ์ และจะเลือกใช้ค่า N หรือจำนวนสถานีวัดปริมาณฝนใกล้เคียงโดยรอบจุดตัด (x, y) ใด ๆ ประมาณ 1Ø สถานี ทั้งนี้เพื่อให้ได้ค่าฝนเฉลี่ยที่จุดตัด (x, y) ที่ดีและใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ส่วนค่า M หรือจำนวนสถานีวัดปริมาณฝนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์ของพายุฯ แต่ละลูกจะขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของข้อมูลฝนที่คัดเลือกมา (ตารางที่ 4-3) แต่ทั้งนี้จะไม่เกิน 1Ø6 สถานี

## 4.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพายุหมุนเขตร้อนและปริมาณฝนในรูปแบบต่าง ๆ

เมื่อทราบรายละเอียดเกี่ยวกับพายุหมุนเขตร้อน และอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนที่มีต่อพื้นที่ศึกษา รวมทั้งลักษณะการกระจายของฝนในลักษณะต่าง ๆ แล้ว ต่อไปจะทำการวิเคราะห์เพื่อ

ดูลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างพายุหมุนเขตร้อนและปริมาณฝนในรูปแบบต่าง ๆ

4.3.1 การวิเคราะห์การกระจายของฝนจากข้อมูลเส้นชั้นน้ำฝนกับแนวทางเดินของพายุฯ จะอาศัยหลักการทางด้านอุตุนิยมวิทยา ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษามาอธิบายปรากฏการณ์จากผลที่ได้จากการวิเคราะห์

4.3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนกับความรุนแรงของพายุฯ จะใช้การสรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ และข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมไว้ โดยอาศัยการวิเคราะห์อย่างง่าย (Empirical Approach) มาช่วยอธิบาย

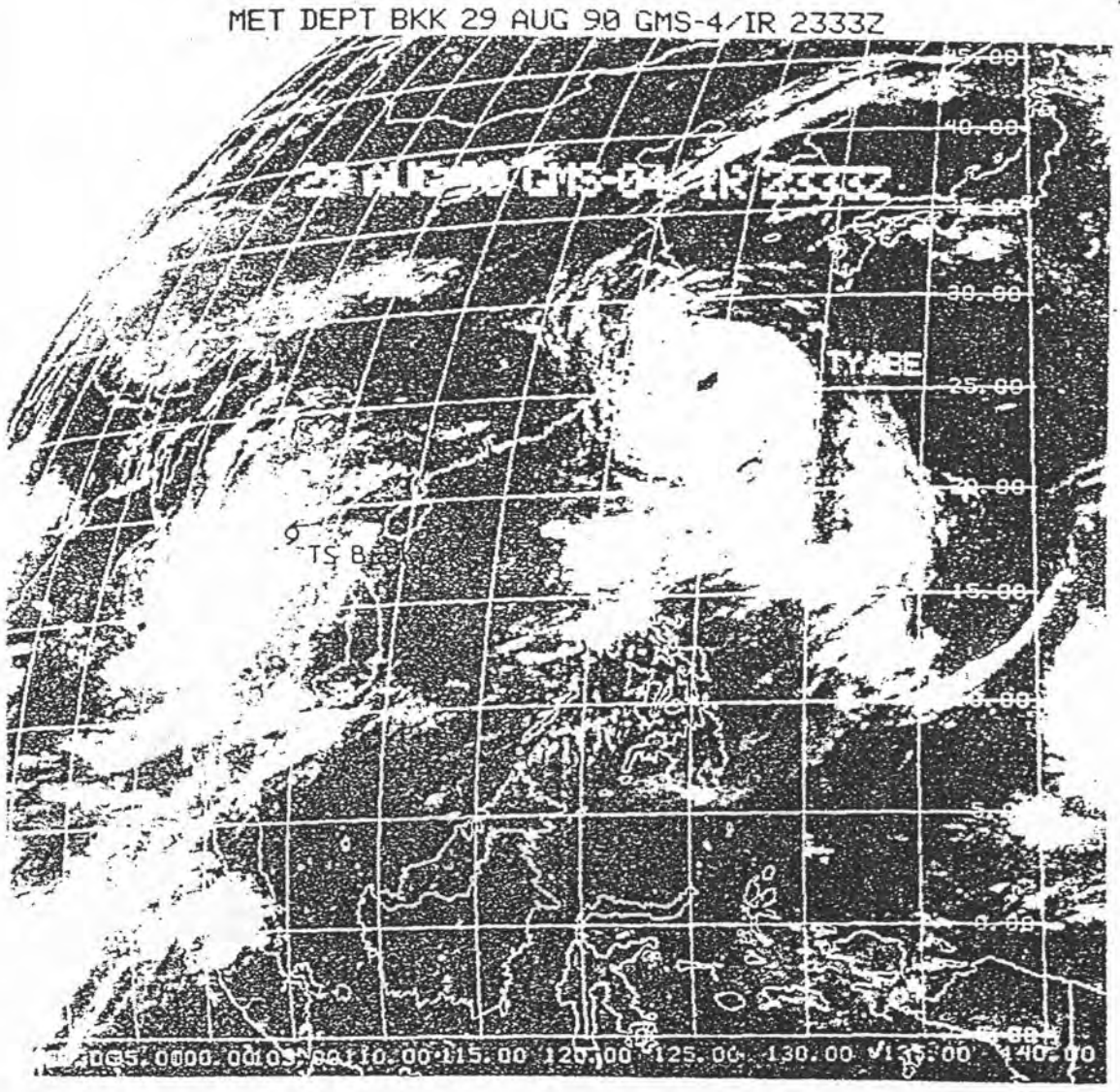
4.3.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนและการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา จะอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศและข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทางด้านอุทกวิทยา เช่น ระดับน้ำในลำน้ำ ปริมาณการไหลของน้ำในลำน้ำ เป็นต้น มาช่วยในการอธิบายและสรุปปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 4-1 รายชื่อพายุหมุนเขตร้อนในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือด้านตะวันตก

| แถวที่ 1 | | แถวที่ 2 | | แถวที่ 3 | | แถวที่ 4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGELA | แองเจลา | ABE | เอบี | AMY | เอมี | AXEL | เอเซล |
| BRIAN | ไบรอัน | BECKY | เบคคี | BRENDAN | เบรนแดน | BOBBIE | บอบบี |
| COLLEEN | คอลลีน | CECIL | ซีซิล | CAITLIN | เคทลีน | CHUCK | ชัค |
| DAN | แดน | DOT | ดอท | DOUG | ดัค | DEANNA | ดีนนา |
| ELSIE | เอลซี | ED | เอด | ELLIE | เอลลี | ELI | เอลี |
| FORREST | ฟอร์เรสต์ | FLO | โฟล | FRED | เฟรด | FAYE | เฟย์ |
| GAY | เกย์ | GENE | จีน | GLADYS | เกลดีส์ | GARY | แกรี |
| HUNT | ฮัน | HATTIE | แฮตตี | HARRY | แฮรี | HELLEN | เฮนเลน |
| IRMA | เออร์มา | IRA | อีรา | IVY | ไอวี | IRVING | เออร์วิง |
| JACK | แจค | JEANA | จีนนา | JOEL | โจเอล | JANIS | แจนีส |
| KORYN | คอรีน | KYLE | คีล | KINNA | คีนนา | KENT | เคนท์ |
| LEWIS | ลูอีส | LOLA | ลอลา | LUKE | ลูกี | LOIS | โลอีส |
| MARIAN | มาเรียน | MIKE | ไมค์ | MIREILLE | มิเรลลี | MARK | มาร์ค |
| NATHAN | นาธาน | NELL | เนล | NAT | แนต | NINA | นีนา |
| OFELIA | โอฟีเลีย | OWEN | โอเวน | ORCHID | ออคิด | OMAR | โอมาร์ |
| PERCY | เปอร์ซี | PAGE | เพจ | PAT | แพท | POLLY | พอลลี |
| ROBYN | โรบิน | RUSS | รัส | RUTH | รูท | RYAN | ไรอัน |
| STEVE | สตีฟ | SHARON | ชารอน | SETH | เซท | SIBYL | ซีบิล |
| TASHA | ตาชา | TIM | ทีม | THEIMA | เธลมา | TED | เทด |
| VERNON | เวอร์นอน | VANESSA | วาเนสสา | VERNE | เวอร์นี | VAL | วาล |
| WINONA | วิโนนา | WALT | วอลท์ | WILDA | วิลดา | WARD | วอร์ด |
| YANCY | ยันซี | YUNYA | ยันยา | YURI | ยูริ | YVETTE | อีเวตตี |
| ZOLA | โซลา | ZEKE | เซกี | ZELDA | เซลดา | ZACK | แซค |

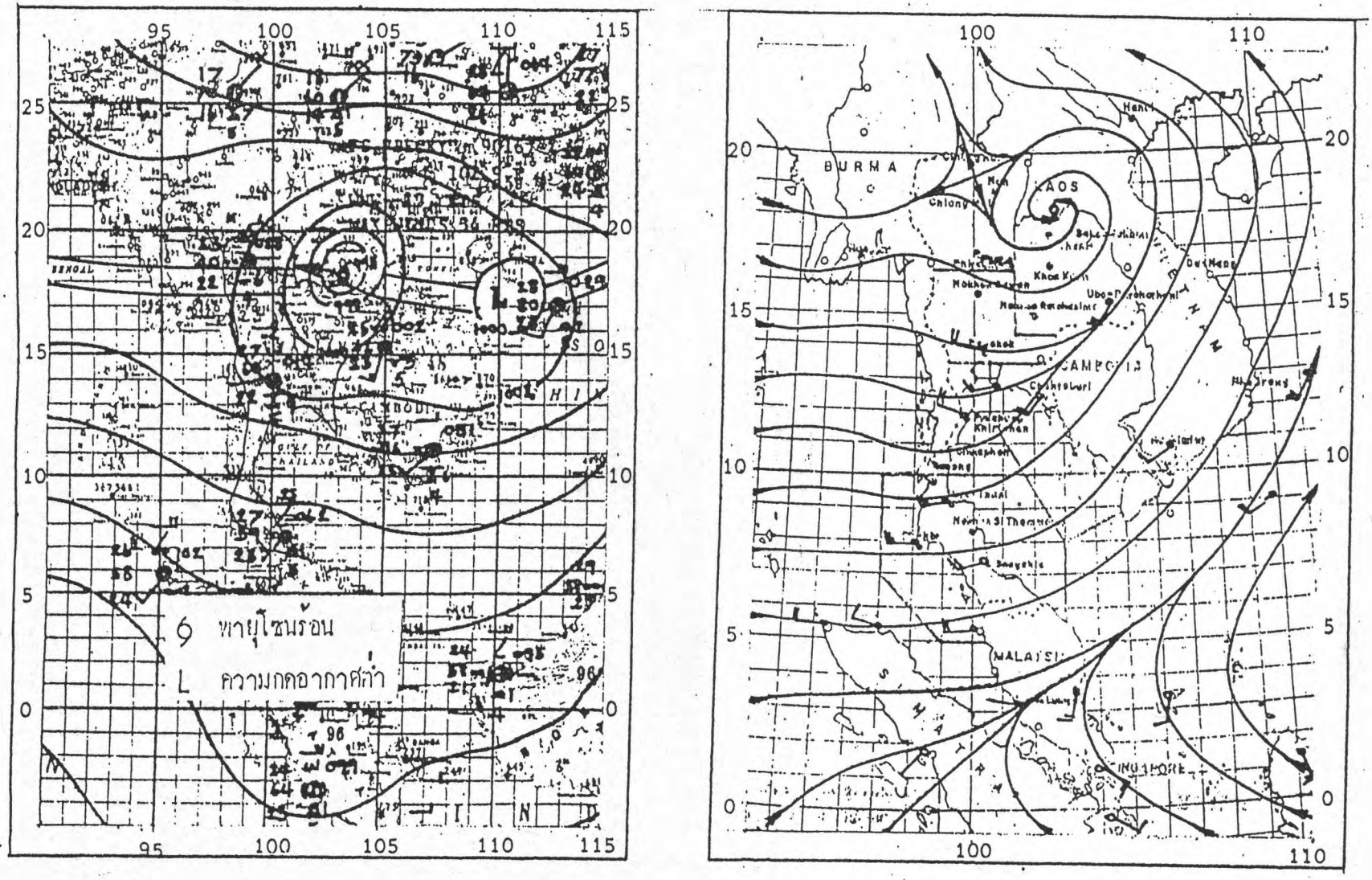
หมายเหตุ ชื่อพายุฯ กำหนดให้ใช้หมุนเวียนไปตามตัวอักษรจนจบแถวที่ 4 แล้วจึงขึ้นแถวที่ 1 ใหม่

ที่มา : JIWC, 17 JULY 1989 (APPENDIX 1-4 TYPHOON COMITTEE PERATIONAL MANUAL METEOROLOGICAL COMPONENT)



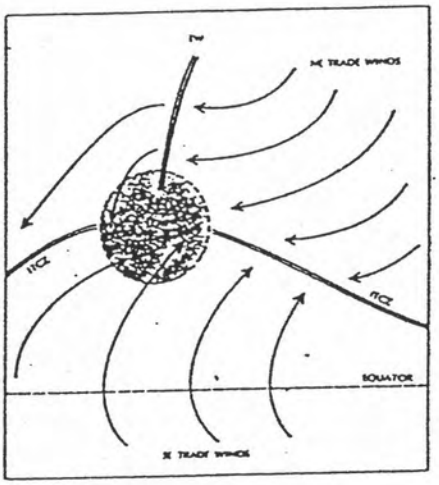

พายุโซนร้อน "เบกกี" ในประเทศลาว มีศูนย์กลางอยู่ห่างจากจังหวัดหนองคายไปทางทิศเหนือ ประมาณ 50 กิโลเมตร ภาพถ่ายเมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2533 เวลา 06.33 น.
(Infrared imagery)

รูปที่ 4-1 ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียมขณะเกิดพายุหมุนเขตร้อน

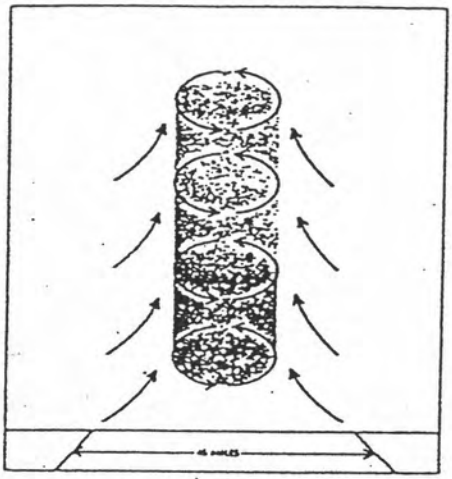



แผนที่อากาศผิวพื้น(ซ้าย)และแผนที่ลมชั้นบนระดับ 600 เมตร (ขวา) เมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2533 เวลา 0700 น

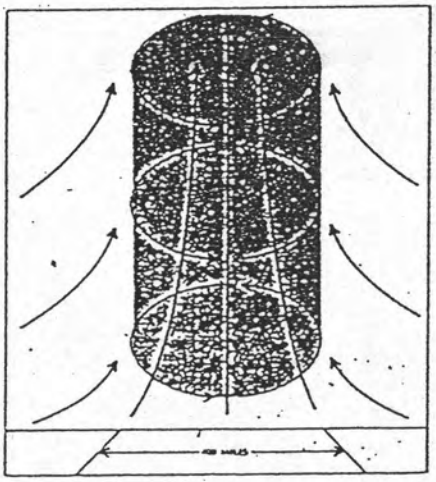
รูปที่ 4-2 ตัวอย่างแผนที่อากาศผิวพื้น และลมชั้นบนขณะเกิดพายุหมุนเขตร้อน



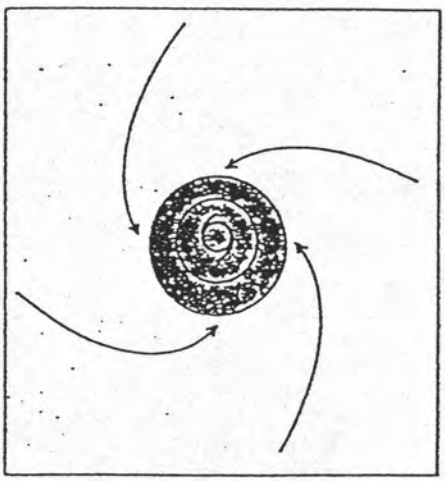

ก. ลมในทิศตรงกันข้ามพัดเวียนเข้าหากัน



ข. การลอยตัวของมวลอากาศอุ่น

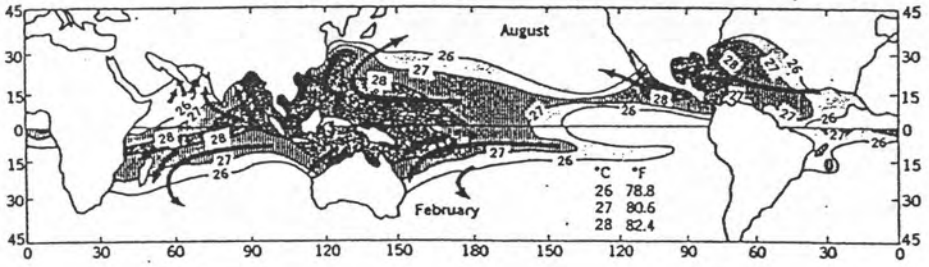


ค. การยกตัวขึ้นอย่างรวดเร็วของอากาศ

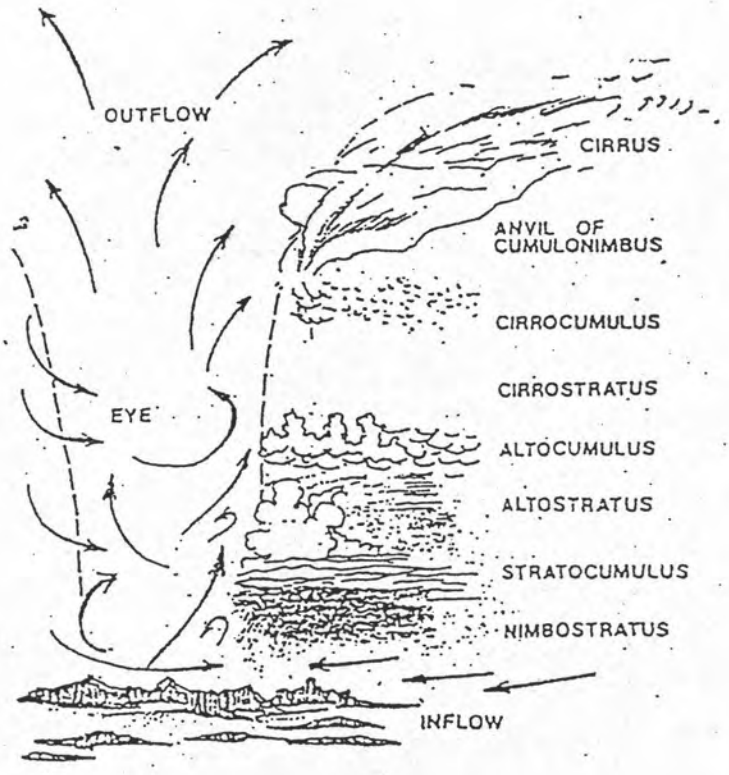


ง. การหมุนเวียนของลมในแนวตั้ง

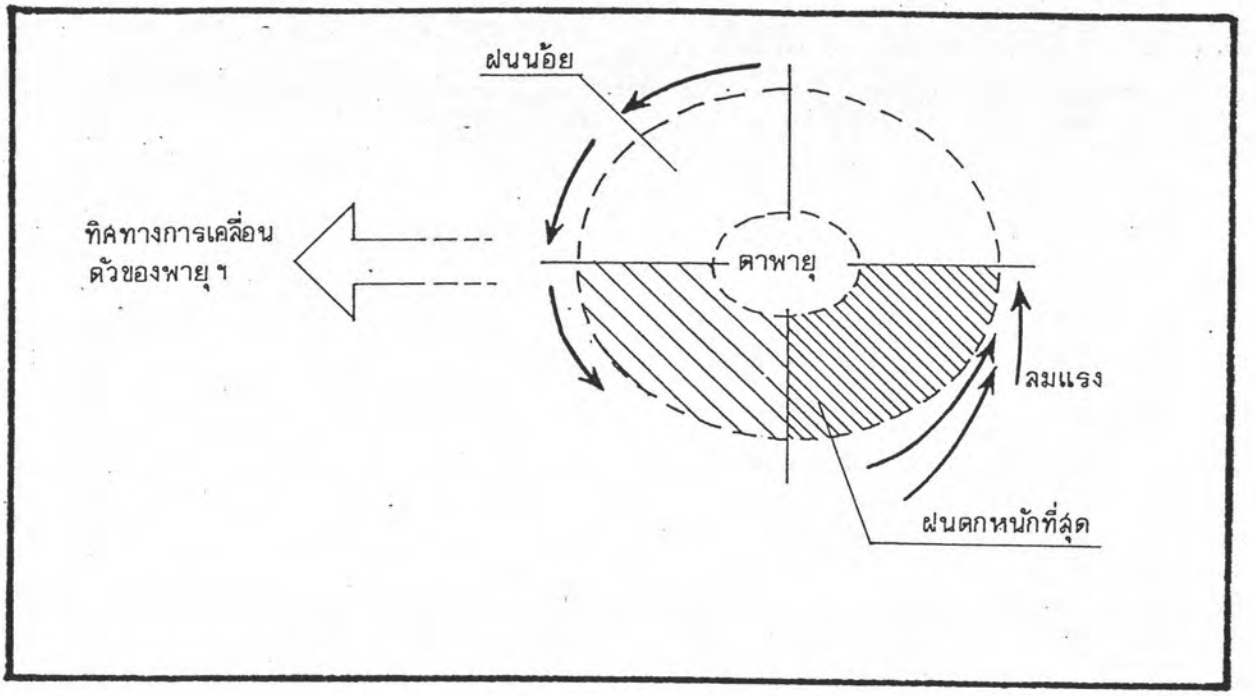
รูปที่ 4.3 การก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน



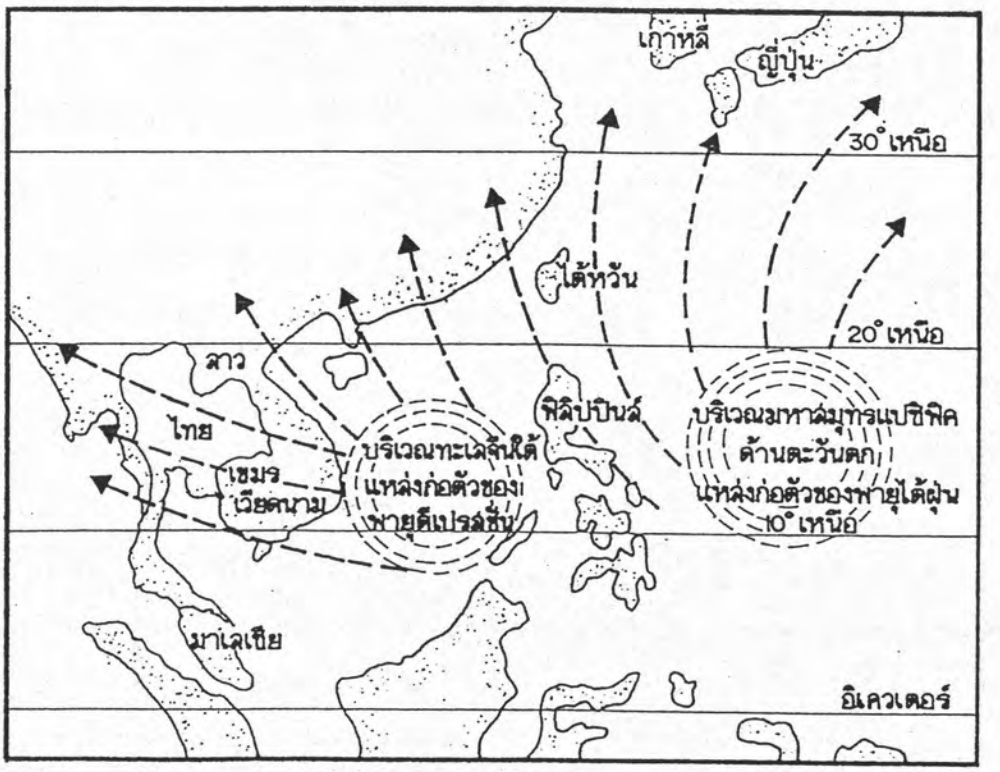

รูปที่ 4.4 เส้นทางการพัดผ่านของพายุหมุนเขตร้อนจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิเหนือพื้นผิวทะเลในฤดูร้อนของซีกโลกทั้งสอง



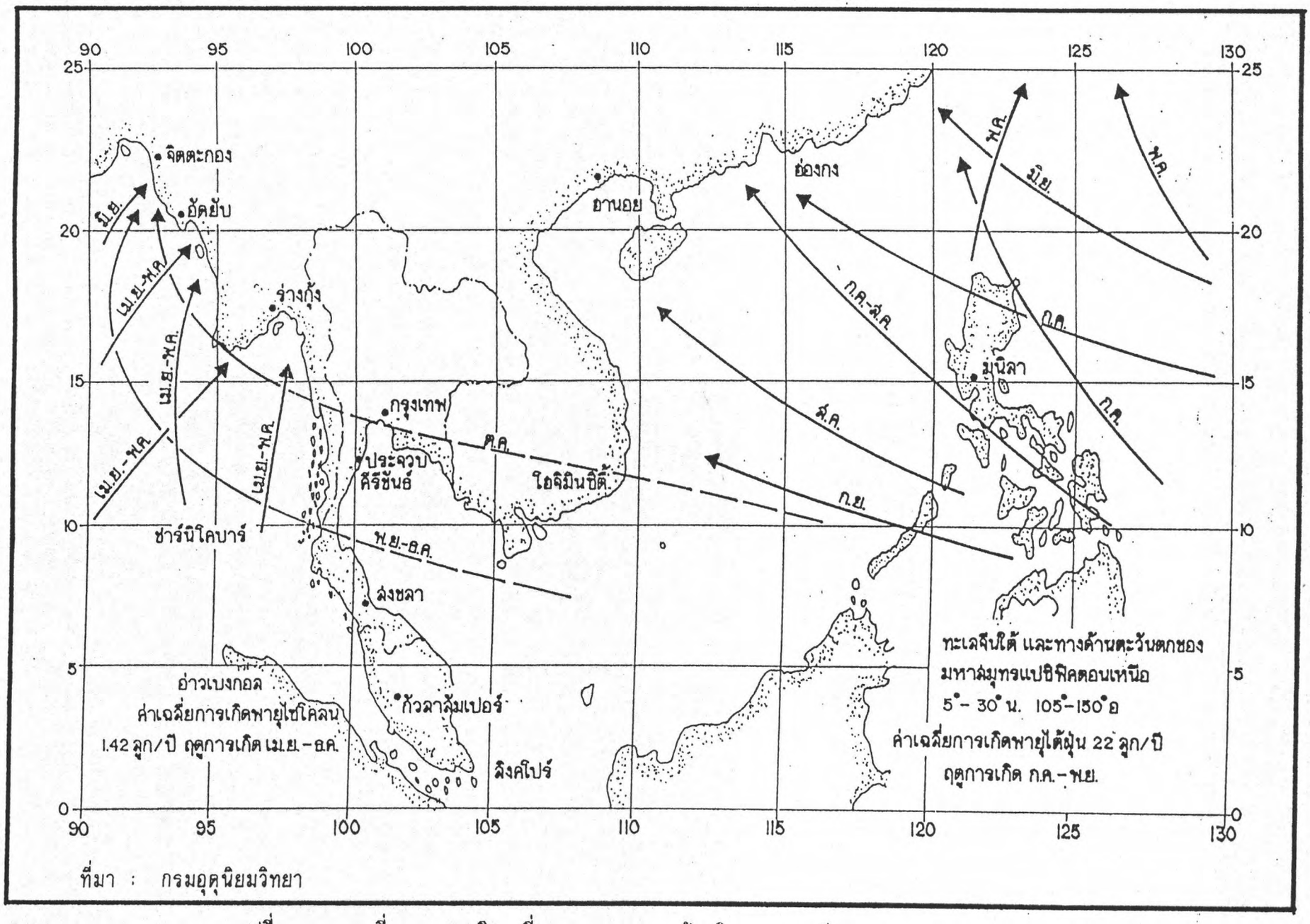

รูปที่ 4.5 โครงสร้างของเมฆในพายุหมุนเขตร้อน




รูปที่ 4.6 ระบบฝนบริเวณพายุหมุนเขตร้อน

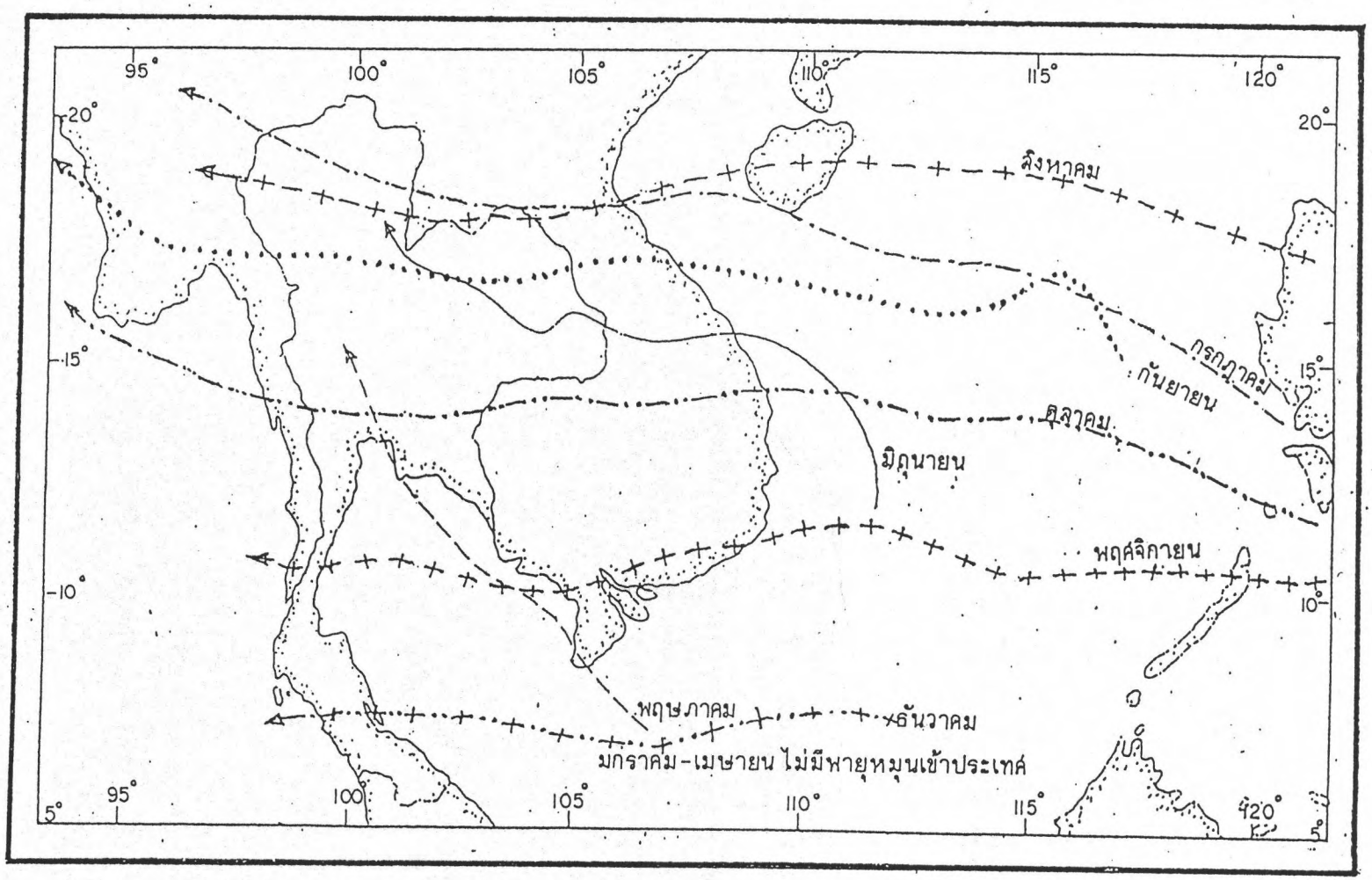



รูปที่ 4.7 แหล่งกำเนิดของพายุหมุนเขตร้อนที่มีอิทธิพลต่อพื้นที่ศึกษา



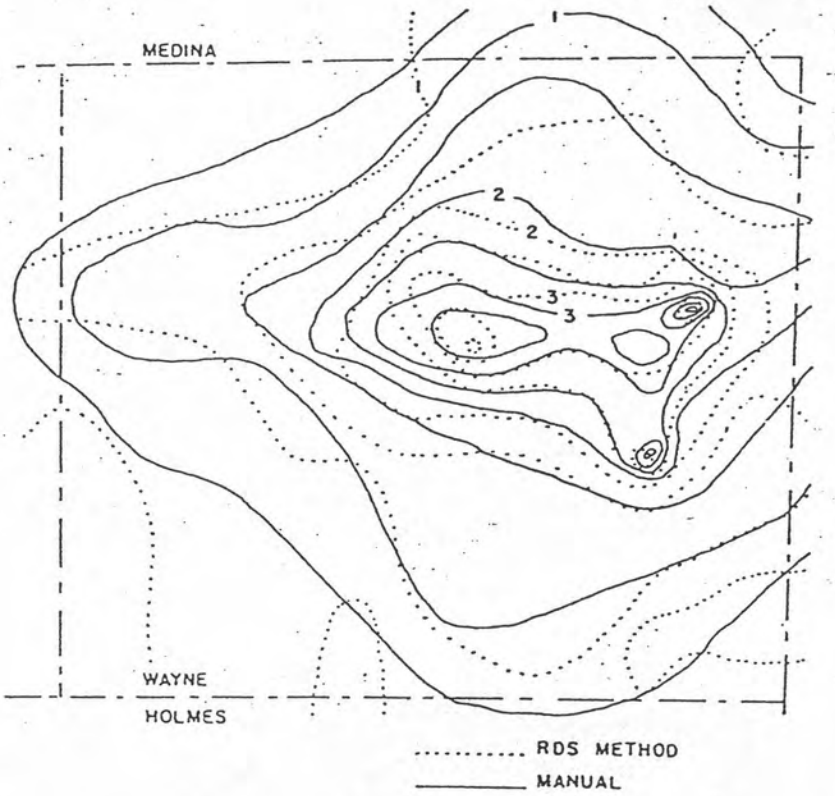

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

รูปที่ 4.8 แผนที่แสดงทางเดินเฉลี่ยของพายุหมุนเขตร้อนในคาบ 39 ปี (พ.ศ. 2494-2532)

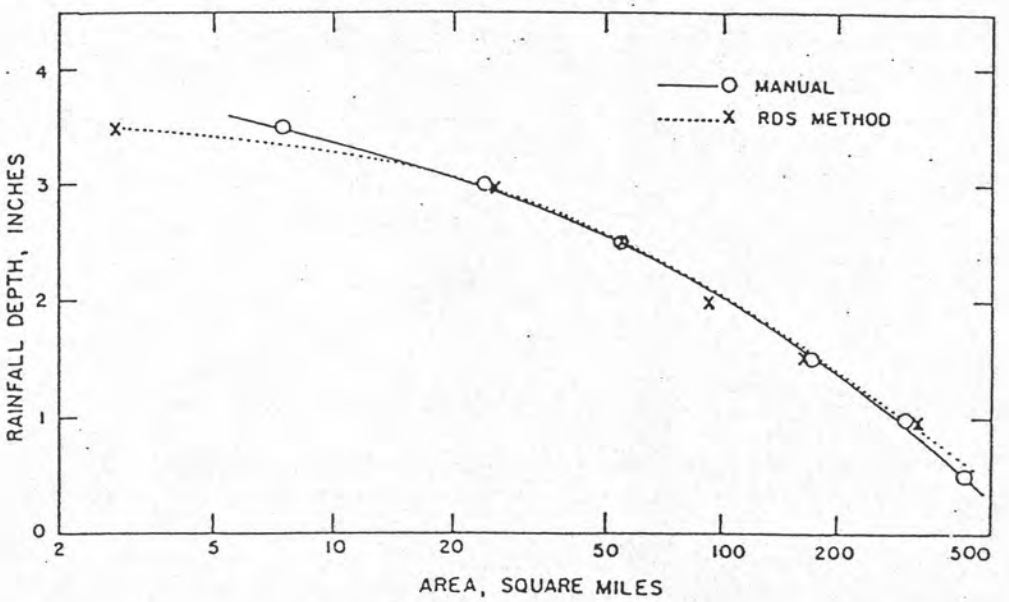



ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

รูปที่ 4-9 ทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เข้าประเทศไทยในคาบ 25 ปี (พ.ศ.2494-2518)



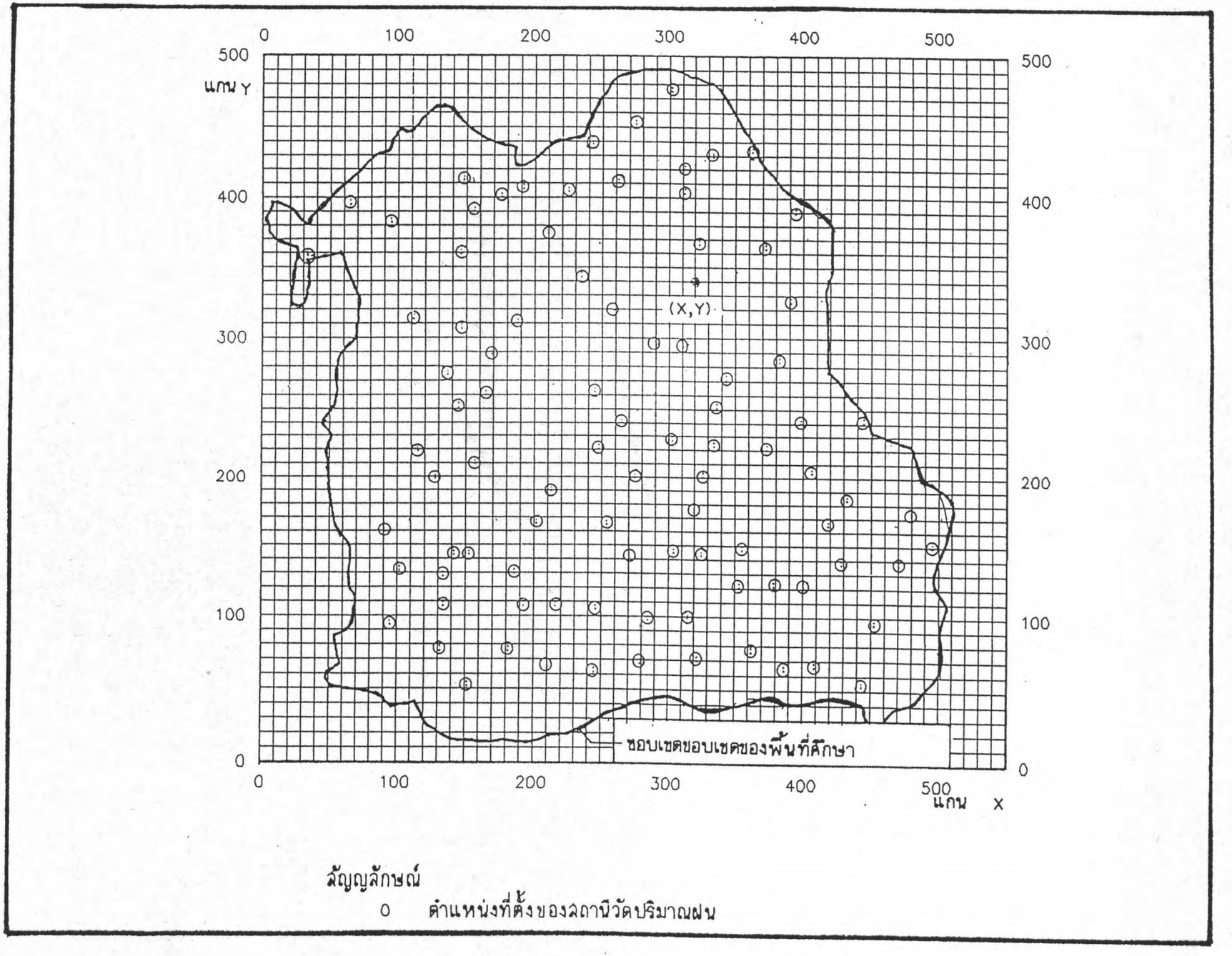

Isohyetal map for storm of May 15, 1968, Wayne County, Ohio.



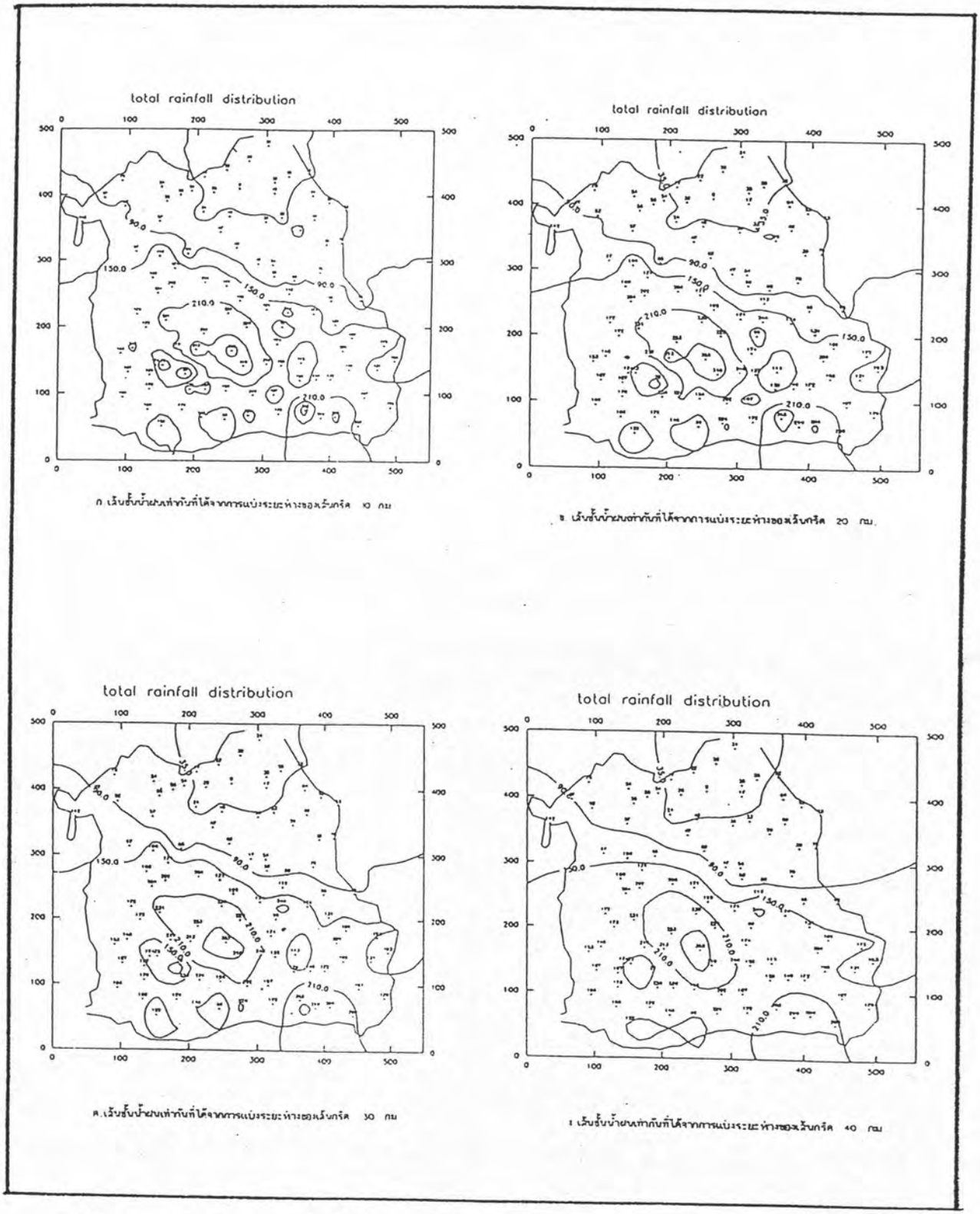

Area-depth curves for May 15, 1968, storm in Wayne County, Ohio.

ที่มา: Tsong Chang Wei & J.L. Mc Guinness (1973)

รูปที่ 4-10 เปรียบเทียบผลลัพธ์การเขียนเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน และปริมาณฝน-พื้นที่ที่ได้จากการคำนวณ โดยวิธี RDS และการเขียนด้วยมือ




รูปที่ 4-11 ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดปริมาณฝนและระบบกริดโดยวิธี RDS




รูปที่ 4-12 เปรียบเทียบเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากันที่ได้จากการแบ่งกริด 1Ø, 2Ø, 3Ø และ 4Ø กม.