บทที่ 5
ผลการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลของการศึกษา ในเรื่องพายุหมุนเขตร้อนที่เกี่ยวข้องและก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา ผลการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนตามพื้นที่ที่เกิดจากพายุหมุนเขตร้อนในลักษณะต่าง ๆ คือ ลักษณะการกระจายของฝนรายวัน ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุด ลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวม และช่วงเวลาฝนตก ผลการศึกษาและการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษาเนื่องจากอิทธิพลของพายุฯ และผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพายุหมุนเขตร้อน ฝน และการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นการศึกษาวิเคราะห์และสรุปผลจากข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2519-2533 รวมระยะเวลา 15 ปี ซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

5.1 ผลการศึกษาข้อมูลพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

ในที่นี้ เป็นการศึกษารายละเอียดเฉพาะพายุหมุนเขตร้อนที่แนวพาดผ่านเข้าสู่พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยตรง ซึ่งประกอบด้วย พายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ของภาค และไม่ก่อให้เกิดอุทกภัย และพายุฯ ที่แนวไม่พาดผ่านพื้นที่ศึกษาเพียงแต่เฉียดเข้ามาใกล้ แต่ทำให้เกิดฝนตกหนักและก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา ก่อนจะศึกษาและวิเคราะห์ในรายละเอียดองค์ประกอบของเหตุการณ์อื่น ๆ คือ ลักษณะการกระจายของฝน และลักษณะการเกิดอุทกภัย ในลำดับต่อไป

พายุหมุนเขตร้อนที่มีอิทธิพลเกี่ยวข้องและก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษาดังกล่าวมักก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้ และมหาสมุทรแปซิฟิคระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคมของทุกปี เมื่อก่อตัวขึ้นแล้วจะเคลื่อนตัวไปทางตะวันตกค่อนไปทางเหนือเล็กน้อย และเข้าสู่ชายฝั่งของประเทศเวียตนามก่อนเข้าสู่พื้นที่ศึกษาในที่สุด

จากการศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลพายุหมุนเขตร้อนตั้งแต่ พ.ศ.2519-2533 รวมระยะเวลา 15 ปี โดยข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่ามีพายุฯ ที่เกิดขึ้นและผ่านเข้ามาในพื้นที่ระหว่างละติจูด 0-25 องศาเหนือ และลองติจูด 90-115 องศาตะวันออก ซึ่งครอบคลุมบริเวณคาบสมุทรอินโดจีนและแหลมมลายู (รูปที่ 3-1) จำนวนทั้งสิ้น 138 ลูกในจำนวนนี้ พบว่าเป็นพายุฯ ที่แนวเคลื่อนผ่านเข้ามาในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 23 ลูก แบ่งออกเป็นพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ 12 ลูก และไม่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ 11 ลูก ส่วนพายุฯ ที่แนวไม่ผ่าน แต่พัดเข้าใกล้พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และได้ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่มีทั้งหมด 8 ลูก แยกเป็นพายุฯ ที่ผ่านประเทศไทย 5 ลูก และไม่ผ่านประเทศไทย 3 ลูก สรุปแล้วมีพายุฯ ที่มีรายงานว่าก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ในช่วงเวลาดังกล่าวที่จะต้องศึกษา จำนวนทั้งสิ้น 20 ลูก (ตารางที่ 3-1 และ 3-3 และตารางที่ 5-1) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้พิจารณา คัดเลือกจากข้อมูลการเกิดอุทกภัยในภาคตะวัน

ออกเฉียงเหนือ ขณะที่ได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อน เฉพาะที่มีรายงานความเสียหายเท่านั้น โดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้ คือ

ก. เป็นข้อมูลที่ได้จากเอกสารและรายงานของกรมอุตุนิยมวิทยา และกองป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทยที่มีการบันทึกว่ามีความเสียหายเกิดขึ้น

ข. เวลาของการเกิดอุทกภัยในพื้นที่เนื่องจากพายุหมุนเขตร้อน จะต้องอยู่ในช่วงที่พายุฯ ยังมีอิทธิพลอยู่ อิทธิพลของพายุฯ มีทั้งอิทธิพลทางตรงซึ่งเกิดขึ้นในกรณีที่พายุฯ มีแนวพาดผ่านพื้นที่โดยตรง ส่วนอิทธิพลทางอ้อมเกิดขึ้นกรณีพายุฯ ไม่ผ่านพื้นที่ แต่อิทธิพลของพายุฯ อาจทำให้ร่องความกดอากาศต่ำมีกำลังแรงขึ้น ทำให้ฝนตกหนักได้เหล่านี้ เป็นต้น

ค. พิจารณาข้อมูลพายุฯ ลูกอื่น ๆ หรือข้อมูลฝนรายวันในช่วงก่อนหน้า และหลังจากเกิดเหตุการณ์รวมประมาณ 20 วัน ประกอบด้วย

ผลของการศึกษาพายุหมุนเขตร้อนที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษาจะแยกสรุปเป็นข้อ ๆ ดังนี้

5.1.1 แหล่งกำเนิดของพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัย ที่แนวพาดผ่านและเฉียดเข้ามาใกล้พื้นที่ศึกษาจำนวน 20 ลูก และพายุฯ ที่แนวพาดผ่านพื้นที่ศึกษา แต่ไม่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษาจำนวน 11 ลูก รวม 31 ลูก (ตารางที่ 5-1) พบว่าพายุฯ มีแหล่งก่อตัวอยู่ในทะเลจีนใต้ และมหาสมุทรแปซิฟิคในจำนวนใกล้เคียงกัน คือ 16 ลูก และ 15 ลูก ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเฉพาะพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษาจำนวน 20 ลูก พบว่ามีแหล่งกำเนิดในทะเลจีนใต้จำนวน 12 ลูกซึ่งมากกว่าพายุฯ ที่ก่อตัวในมหาสมุทรแปซิฟิคที่มีจำนวน 8 ลูก หรือคิดเป็นร้อยละ 60 และร้อยละ 40 ตามลำดับ โดยเดือนมิถุนายน มีพายุฯ ก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้ และมหาสมุทรแปซิฟิคอย่างละ 1 ครั้ง และมีข้อน่าสังเกตุว่าในเดือนสิงหาคม พายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา มักก่อตัวในมหาสมุทรแปซิฟิคมากกว่าในทะเลจีนใต้ นั่นคือ พายุฯ ก่อตัวขึ้นในมหาสมุทรแปซิฟิค 5 ลูก และก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้ 2 ลูก ส่วนเดือนกันยายนมีพายุฯ ก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้ 5 ลูก ในมหาสมุทรแปซิฟิค 1 ลูก และเดือนตุลาคมมีพายุฯ ก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้ 4 ลูก มหาสมุทรแปซิฟิค 1 ลูก

กล่าวโดยสรุป พายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างปี พ.ศ.2519-2533 จะก่อตัวขึ้นทั้งในทะเลจีนใต้และมหาสมุทรแปซิฟิคในช่วงเดือนมิถุนายน ส่วนบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิคนั้นพายุฯ จะก่อตัวขึ้นมากที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคม และแหล่งกำเนิดจะเริ่มเลื่อนเข้ามาทางทะเลจีนใต้ใกล้ฝั่งประเทศเวียดนาม ในช่วงเดือนกันยายน และตุลาคมตามลำดับ (ดูรูปที่ 5-1 ถึงรูปที่ 5-4)

5.1.2 ช่วงการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

จากตารางที่ 5-1 สรุปได้ว่าพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัย ที่แนวพาดผ่าน และเฉียดเข้ามาใกล้พื้นที่ศึกษาจำนวน 20 ลูก และพายุฯ ที่แนวพาดผ่านพื้นที่ศึกษาแต่ไม่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษาจำนวน 11 ลูก รวม 31 ลูก จะก่อตัวขึ้นในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน (รวมระยะเวลาประมาณ 7 เดือน) ยกเว้นเดือนกรกฎาคม โดยก่อตัวมากที่สุดในเดือนตุลาคม จำนวน 10 ลูก คิดเป็นร้อยละ 32 ถัดไปคือเดือนสิงหาคมและกันยายน จะมีพายุก่อตัวขึ้นในจำนวนเท่ากัน จำนวน 8 ลูก คิดเป็นร้อยละ 26 ส่วนในเดือนพฤษภาคม และพฤศจิกายน พายุฯ จะมีการก่อตัวน้อยมาก เพียง 1 ลูก คิดเป็นร้อยละ 3 เท่านั้น

ส่วนพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา จำนวน 20 ลูก ดังสรุปในตารางที่ 5-1 จะก่อตัวขึ้นในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคม (รวมระยะเวลาประมาณ 5 เดือน) ยกเว้นเดือนกรกฎาคม โดยจะก่อตัวมากที่สุดในเดือนสิงหาคม คิดเป็นร้อยละ 35 ถัดไปคือเดือนกันยายนและตุลาคม จำนวน 6 ลูก และ 5 ลูก คิดเป็นร้อยละ 30 และ 25 ตามลำดับ ส่วนในเดือนมิถุนายนมีการก่อตัวขึ้น 2 ลูก คิดเป็นร้อยละ 10

เป็นที่น่าสังเกตุว่าในช่วงเดือนกรกฎาคม พายุฯ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา ทั้ง 2 ลักษณะ คือ พายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา จำนวน 20 ลูก แยกเป็นพายุที่แนวพาดผ่านเข้าสู่พื้นที่ 12 ลูก และพายุฯ ที่แนวเฉียดเข้ามาใกล้พื้นที่ 8 ลูก และพายุฯ ที่ไม่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ แต่แนวพาดผ่านพื้นที่ศึกษา จำนวน 11 ลูก ไม่มีการก่อตัวขึ้นเลย ตลอดระยะเวลา 15 ปีที่ทำการศึกษา คือตั้งแต่ พ.ศ.2519 - พ.ศ.2533

5.1.3 ลักษณะของพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

จากตารางที่ 5-2 ซึ่งเป็นข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2519-2533 รวม 15 ปี สรุปได้ว่าพายุหมุนเขตร้อน ที่แนวของพายุเคลื่อนผ่านพื้นที่ศึกษา จำนวน 23 ลูก จำแนกเป็นพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษาจำนวน 12 ลูก เป็นพายุฯ ที่ไม่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา 11 ลูก มีสภาวะความรุนแรงขั้นดีเปรสชั่น ตั้งแต่เกิดจนสลายตัว จำนวน 5 ลูก มีสภาวะรุนแรงถึงขั้นเป็นพายุโซนร้อน (Tropical Storm) เมื่อพายุฯ เติบโตเต็มที่ แล้วลดความรุนแรงลงเป็นพายุดีเปรสชั่น (Depression) ขณะเคลื่อนเข้าสู่พื้นที่ศึกษา จำนวน 16 ลูก และมีสภาวะความรุนแรงถึงขั้นไต้ฝุ่น (Typhoon) เมื่อพายุฯ เติบโตเต็มที่ แล้วลดความรุนแรงลงเป็นดีเปรสชั่นขณะเข้าสู่พื้นที่ศึกษา 1 ลูก โดยในจำนวนทั้งหมดนี้มีเพียงครั้งเดียวเท่านั้นที่พายุฯ มีความรุนแรงถึงขั้นเป็นพายุโซนร้อนขณะเคลื่อนเข้าสู่พื้นที่ศึกษา คือ พายุไต้ฝุ่น "BECKY" ในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2533 พายุฯ ลูกนี้มีความรุนแรงถึงขั้นพายุไต้ฝุ่น (Typhoon) ขณะเมื่อเติบโตเต็มที่

ในเดือนกันยายน จะสังเกตุเห็นว่ามีพายุดีเปรสชั่นเกิดขึ้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับเดือนตุลาคม ซึ่งมีจำนวนพายุฯ เคลื่อนเข้าสู่พื้นที่ในจำนวน 7 ลูก เท่ากัน และเป็นที่น่าสังเกตุว่าในขณะที่เดือนตุลาคม มีจำนวนพายุฯ ที่มีความรุนแรงเต็มที่มากกว่า แต่กลับมีจำนวนพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษาน้อยกว่าพายุฯ ของเดือนกันยายน นั่นคือ เดือนกันยายนมีพายุฯ ที่มีความรุนแรงเต็มที่เป็นพายุโซนร้อนซึ่งอ่อนกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชั่นขณะเข้าสู่พื้นที่ศึกษา จำนวน 4 ลูก ได้ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้น 3 ลูก และพายุดีเปรสชั่น 3 ลูก ได้ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา 2 ลูก รวมพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัย 5 ลูก ในขณะที่เดือนตุลาคม มีพายุฯ ที่มีความรุนแรงเต็มที่เป็นพายุโซนร้อนถึง 6 ลูก และพายุดีเปรสชั่น 1 ลูก แต่มีเฉพาะพายุโซนร้อน ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษาเพียง 2 ลูกเท่านั้น ซึ่งน้อยกว่าเดือนสิงหาคม และเท่ากับเดือนมิถุนายนที่มีพายุฯ เคลื่อนเข้าสู่พื้นที่ในจำนวนน้อยกว่า

และจากข้อมูลดังกล่าวทำให้ทราบว่า ในปีหนึ่ง ๆ จะมีพายุหมุนเขตร้อนที่แนวของพายุเคลื่อนผ่านพื้นที่ศึกษา อยู่ระหว่าง 1-4 ลูก และบางปีก็ไม่มีเลย หรือคิดเป็นค่าเฉลี่ยประมาณ 1-2 ลูกต่อปี พายุฯ ดังกล่าวมีทั้งที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา และไม่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา

เมื่อแยกพิจารณาเฉพาะพายุหมุนเขตร้อน ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา จำนวน 20 ลูก จำแนกเป็นพายุฯ ที่แนวพาดผ่านพื้นที่ศึกษา จำนวน 12 ลูก พบว่า มีลักษณะเป็นพายุโซนร้อนที่อ่อนกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชั่นขณะเข้าสู่พื้นที่ศึกษา จำนวน 8 ลูก เป็นพายุดีเปรสชั่น ตั้งแต่เกิดจนสลายตัว 3 ลูก และเป็นพายุไต้ฝุ่นที่อ่อนกำลังลงเป็นพายุโซน 1 ลูก ส่วนพายุฯ ที่แนวไม่ผ่านพื้นที่ศึกษา จำนวน 8 ลูกนั้น มีสภาวะความรุนแรงถึงขั้นพายุไต้ฝุ่น (Typhoon) เมื่อพายุฯ เติบโตเต็มที่เป็นจำนวนถึง 5 ลูก ซึ่งแม้ว่าแนวพายุฯ จะไม่ผ่านพื้นที่ศึกษาโดยตรง แต่อิทธิพลของพายุฯ ได้ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา พายุฯ ดังกล่าวนี้ก่อตัวขึ้นในเดือนสิงหาคม ถึง 4 ลูก โดยแยกเป็นพายุไต้ฝุ่นที่แนวพายุไม่ผ่านพื้นที่ศึกษา 3 ลูก เป็นพายุไต้ฝุ่นที่อ่อนกำลังลงเป็นพายุโซนร้อนขณะเข้าสู่พื้นที่ศึกษา 1 ลูก และเมื่อพิจารณาข้อมูลจากตารางที่ ก-1 ในภาคผนวกประกอบแล้ว จะสังเกตุเห็นว่าพายุฯ ที่มีความรุนแรงถึงขั้นเป็นพายุไต้ฝุ่นมักก่อตัวขึ้นในมหาสมุทรแปซิฟิคทางด้านตะวันออกของหมู่เกาะฟิลิปปินส์

จากข้อมูลเหล่านี้ทำให้ทราบว่า ในปีหนึ่ง ๆ จะมีพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษาอยู่ระหว่าง 1-4 ลูก หรือบางปีก็ไม่มีเลย เช่น ปี พ.ศ.2519, 2520, 2528, 2529 และ 2531 จำนวนพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา คิดเป็นค่าเฉลี่ยประมาณปีละ 1-2 ลูก

5.1.4 เส้นทางเดินของพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา

เมื่อพิจารณาข้อมูลจากตารางที่ 5-1 พบว่าพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา มีแหล่งกำเนิดหรือบริเวณที่พายุฯ ก่อตัวอยู่ในทะเลจีนใต้และมหาสมุทรแปซิฟิคในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนไปจนถึงเดือนตุลาคม พายุฯ เหล่านี้เมื่อก่อตัวขึ้นแล้วจะเคลื่อนตัวไปทางตะวันตกค่อนไปทางเหนือเล็กน้อย ก่อนจะเข้าสู่ชายฝั่งของประเทศเวียตนามและเคลื่อนตัวต่อไปบนแผ่นดิน เส้นทางเดินของพายุฯ บางลูกอาจเคลื่อนผ่านพื้นที่ศึกษาโดยตรง บางลูกก็แค่ผ่านเข้ามาใกล้ตอนบนหรือตอนล่าง แต่อิทธิพลของพายุฯ ก็ทำให้เกิดฝนตกหนัก และก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา เมื่อพิจารณาพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษารวมกันทั้งหมด แล้วลองจัดกลุ่มใหม่โดยแยกพิจารณาในแต่ละเดือน โดยนำข้อมูลการเคลื่อนตัวของพายุฯ มาเขียนรวมกันบนแผนที่ก็จะได้ผลลัพธ์ดังแสดงในรูปที่ 5-1 ถึงรูปที่ 5-4 ซึ่งทำให้เห็นภาพบริเวณแหล่งกำเนิดของพายุฯ และเส้นทางเดินของพายุฯ และบริเวณที่พายุฯ พาดผ่านในพื้นที่ศึกษาชัดเจนขึ้น ถึงแม้จำนวนพายุที่พิจารณาจะมีจำนวนไม่มากนัก แต่แนวโน้มของเส้นทางจะมีลักษณะใกล้เคียงและสอดคล้องตามรูปที่ 4-9 ที่กรมอุตุนิยมวิทยาเสนอไว้ เมื่อพิจารณาประกอบกับตารางที่ 3-3 แล้วสามารถอธิบายแยกเป็นรายเดือนได้ดังนี้

เดือนมิถุนายน (รูปที่ 5-1) มีพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษาจำนวน 2 ลูก คือ พายุโซนร้อน "SHIRLY" และพายุโซนร้อน "SARAH" ซึ่งมีแหล่งกำเนิดทั้งในทะเลจีนใต้ และมหาสมุทรแปซิฟิค ในช่วงบริเวณละติจูดที่ 10-15 องศาเหนือ พายุทั้ง 2 ลูกเคลื่อนเข้าสู่พื้นที่ศึกษาบริเวณตอนกลางและค่อนไปทางตอนเหนือ ได้แก่ พื้นที่ตอนบนของจังหวัดอุบลราชธานี ยโสธร ร้อยเอ็ด ขอนแก่น เลย พื้นที่ของจังหวัดมุกดาหาร กาฬสินธุ์ สกลนคร อุดรธานี และพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดนครพนม และหนองคาย (รูปที่ 5-5)

เดือนสิงหาคม (รูปที่ 5-2) มีพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา จำนวน 7 ลูก ส่วนใหญ่จะก่อตัวขึ้นในมหาสมุทรแปซิฟิคทางด้านตะวันออกของหมู่เกาะฟิลิปปินส์กินพื้นที่เป็นบริเวณกว้างในช่วงระหว่างละติจูดที่ 5-18 องศาเหนือ เส้นทางเดินของพายุฯ กลุ่มนี้มักเฉียดเข้ามาใกล้ตอนบนของพื้นที่ศึกษาบริเวณจังหวัดหนองคาย ส่วนกลุ่มที่ก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้ จะอยู่ในช่วงบริเวณละติจูด 12-22 องศาเหนือ แนวของพายุฯ มีทั้งผ่านเข้ามาและเฉียดไปทางตอนบนของพื้นที่ศึกษา โดยมีพายุฯ ที่แนวไม่ผ่านพื้นที่ศึกษา จำนวน 5 ลูก และพายุฯ ที่แนวพาดผ่านตอนบนของพื้นที่ศึกษามีจำนวน 2 ลูก คือ พายุโซนร้อน "BESS" และพายุไต้ฝุ่น "BECKY" พื้นที่ที่พายุฯ เคลื่อนผ่าน ได้แก่ จังหวัดนครพนม หนองคาย สกลนคร อุดรธานี และเลย (รูปที่ 5-6)

เดือนกันยายน (รูปที่ 5-3) มีพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือรวม 6 ลูก แหล่งกำเนิดของพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษาของเดือนนี้ ส่วนใหญ่คือทะเลจีนใต้ บริเวณละติจูดที่ 12-18 องศาเหนือ แนวของพายุฯ ส่วนใหญ่จะพาดผ่านบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ พื้นที่ส่วนใหญ่ทางตอนล่างของจังหวัดนครพนม สกลนคร อุดรธานี เลย พื้นที่

ของจังหวัดมุกดาหาร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ พื้นที่ส่วนใหญ่ตอนบนของจังหวัดยโสธร ร้อยเอ็ด มหาสารคาม และพื้นที่ตอนบนบางส่วนของจังหวัดอุบลราชธานี บุรีรัมย์ และนครราชสีมา (รูปที่ 5-7) พายุฯ ที่แนวไม่ผ่านพื้นที่ศึกษา คือ พายุโซนร้อน "RUTH" โดยแนวของพายุฯ จะเฉียดไปทางตอนบนของพื้นที่

เดือนตุลาคม (รูปที่ 5-4) มีพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษาจำนวน 5 ลูก โดยพายุฯ มักก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้ ระหว่างละติจูดที่ 9-15 องศาเหนือ พายุฯ ที่แนวพาดผ่านพื้นที่มี 2 ลูก คือ พายุโซนร้อน "HERBERT" และพายุโซนร้อน "IRA" แนวของพายุฯ จะพาดผ่านทางด้านตอนล่างของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ พื้นที่ตอนล่างของจังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ สุรินทร์ ชัยภูมิ และพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดบุรีรัมย์ และนครราชสีมา (รูปที่ 5-8) ส่วนอีก 3 ลูกนั้น มีลูกหนึ่งที่เฉียดไปทางตอนบนของภาค และอีก 2 ลูก เฉียดไปทางตอนล่างของภาค

5.1.5 จังหวัดที่พายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยเคลื่อนตัวเข้าสู่พื้นที่ศึกษา

จากหัวข้อที่ผ่านมาทำให้ทราบถึงบริเวณพื้นที่ศึกษาที่แนวหรือเส้นทางของพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา มักพาดผ่านในเดือนต่าง ๆ โดยสังเขป สำหรับในหัวข้อนี้จะทำการศึกษาโดยละเอียดยิ่งขึ้น โดยศึกษาว่าบริเวณใดที่พายุฯ มักผ่านเข้ามาบ่อย ๆ หรือมากน้อยแค่ไหนเพียงไร โดยเฉพาะจังหวัดที่อยู่ทางด้านตะวันออก ตะวันออกเฉียงเหนือ และทางด้านใต้ของภาคซึ่งถือเป็นด่านแรกที่พายุฯ จะผ่านเข้ามา

ในตารางที่ 5-3 ได้แยกทำการศึกษาเป็นรายจังหวัด และสรุปได้ว่า ในจำนวนพายุฯ ทั้งหมด 12 ลูก ที่แนวพาดผ่านพื้นที่ศึกษา และก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษานั้น จังหวัดที่พายุฯ ผ่านเข้ามามากที่สุด คือ นครพนม คิดเป็นร้อยละ 42 ถัดไปคือ มุกดาหาร อุบลราชธานี หนองคาย และสุรินทร์ คิดเป็นจำนวนร้อยละ 25, 17 และ 8 ตามลำดับ

ส่วนในตารางที่ 5-4 ได้ทำการศึกษาทั้งบริเวณและช่วงเวลาของพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยเคลื่อนเข้าสู่พื้นที่ศึกษา และสรุปได้ว่าในจำนวนพายุฯ ทั้งหมด 12 ลูกนั้น เดือนกันยายนจะมีพายุฯ ที่แนวพาดผ่านพื้นที่ศึกษา และก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 42 บริเวณที่พายุฯ มักพาดผ่าน คือ บริเวณละติจูดที่ 16-18 องศาเหนือ ซึ่งได้แก่ พื้นที่ของจังหวัดมุกดาหาร และนครพนม ถัดไปคือเดือนสิงหาคม คิดเป็นร้อยละ 25 บริเวณที่พายุฯ มักพาดผ่านคือบริเวณละติจูดที่ 17-19 องศาเหนือ ซึ่งได้แก่พื้นที่ของจังหวัดนครพนม และหนองคาย ส่วนเดือนตุลาคม พายุฯ จะพาดผ่านบริเวณละติจูดที่ 14-15 องศาเหนือ ซึ่งได้แก่ พื้นที่ทางตอนล่างของจังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ สุรินทร์ และบุรีรัมย์ คิดเป็นร้อยละ 16.5 เท่ากับเดือนมิถุนายน ซึ่งแนวของพายุฯ จะพาดผ่านบริเวณระหว่างละติจูด 15-18 องศาเหนือ ได้แก่ พื้นที่ตอนบนของจังหวัดอุบลราชธานี พื้นที่จังหวัดมุกดาหาร และนครพนม

5.2 ผลการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนตามพื้นที่

ในการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนซึ่งได้รับอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อน และก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา จำนวน 20 ลูก ซึ่งเป็นข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2519-2533 รวม 15 ปี ได้แยกการวิเคราะห์ออกเป็น การวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรายวัน การวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุด และการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวมและช่วงเวลาฝนตก อันเป็นค่าปริมาณฝนที่มีผลสำคัญต่อการเกิดอุทกภัย โดยในการวิเคราะห์การตกของฝนแต่ละวันในช่วงที่มีพายุฯ จะอาศัยข้อมูลฝนรายวันที่ตกรวมกันใน 24 ชั่วโมง คือ ตั้งแต่ 07.00 น. ของวันหนึ่งไปจนถึง 07.00 น. ของวันถัดไป ส่วนในการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุด จะทำการคัดเลือกปริมาณฝนรายวันสูงสุดของแต่ละสถานีที่เกิดจากพายุฯ ลูกนั้นในช่วงเหตุการณ์พายุมาวิเคราะห์รวมกัน และในการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวม จะนำฝนรายวันของแต่ละสถานีในช่วงเหตุการณ์พายุฯ มารวมกันเข้า และจะใช้เส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน 10, 35 และ 90 มิลลิเมตร เป็นเส้นแบ่งเกณฑ์ระหว่างปริมาณฝนเล็กน้อยกับปริมาณฝนปานกลาง, ปริมาณฝนปานกลางกับปริมาณฝนหนัก และปริมาณฝนหนักกับปริมาณฝนหนักมาก ตามลำดับ อันจะเป็นการลดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากการเขียนเส้นชั้นน้ำฝนได้ โดยเฉพาะในบริเวณขอบพื้นที่ศึกษา

ในการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรายวัน จะทำการแยกวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนในพื้นที่ตามเกณฑ์ดังกล่าว โดยอาจเพิ่มเส้นชั้นน้ำฝนให้ถี่ขึ้นตามความจำเป็น ส่วนในการวิเคราะห์การกระจายของฝนรายวันสูงสุดและลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวมจะวิเคราะห์ปริมาณฝนเล็กน้อยและฝนปานกลางรวมเป็นบริเวณเดียวกัน และจะแยกวิเคราะห์เกณฑ์ฝนหนักมากให้เด่นชัดขึ้น นั่นคือ ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุดจะใช้เส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน 35, 90, 120, 150, 180, 210 มม. เป็นเส้นพิจารณา และลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวม จะใช้เส้นชั้นน้ำฝนเท่ากับ 35, 90, 150, 210, 270 มม. เป็นเส้นพิจารณา ทั้งนี้เพื่อให้สามารถมองเห็นบริเวณที่เคยมีฝนหนักมากในภาคนี้ได้ชัดเจนขึ้น และจากนั้นจะทำการวิเคราะห์ช่วงเวลาฝนตก โดยอาศัยจำนวนวันที่มีฝนเกิดขึ้น ณ แต่ละสถานี ในช่วงเหตุการณ์พายุ (รายละเอียดในการจัดการข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ส่วนรายละเอียดของข้อมูลฝนรวบรวมไว้ในภาคผนวก ข.)

ขั้นต้นในการวิเคราะห์ได้พยายามแยกพิจารณาลักษณะการกระจายของฝนตามกลุ่มพายุฯ ของแต่ละเดือน ซึ่งได้มีการศึกษามาแล้วในหัวข้อที่ 5.1

ผลจากการพิจารณาลักษณะการกระจายของฝนตามกลุ่มของพายุฯ แต่ละเดือนในลักษณะต่าง ๆ ทั้งฝนรายวัน ฝนรายวันสูงสุด และปริมาณฝนรวม พบว่าลักษณะการกระจายของฝนรายวันที่เกิดขึ้นในแต่ละวันในช่วงพายุ แต่ละลูกในพื้นที่มีความไม่แน่นอนสูง ยากแก่การอธิบาย แต่ปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดลักษณะการกระจายที่ให้ภาพออกมาค่อนข้างชัดเจน คือ ปริมาณฝนรวมและฝนรายวันสูงสุด

โดยเฉพาะจากฝนรวม ซึ่งเป็นสาเหตุหลักต่อการเกิดอุทกภัยลักษณะการกระจายของฝนที่เกิดจากพายุฯ แต่ละลูกมีความแตกต่างชัดเจน และพบว่าลักษณะการกระจายของฝนในพื้นที่ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับแนวที่พายุฯ พัดผ่านเป็นหลัก โดยที่พายุฝนมีแนวโน้มตกมากในบริเวณตอนใต้ของพายุ และสามารถแยกกลุ่มลักษณะการกระจายของฝน เนื่องจากพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษาออกเป็น 4 กลุ่มใหม่ ตามแนวที่พายุฯ พัดผ่านได้ ดังนี้คือ

<u>แนวพายุกลุ่มที่ 1</u> ลักษณะการกระจายของฝน เนื่องจากพายุหมุนเขตร้อน ที่แนวของพายุฯ พาดผ่านบริเวณตอนกลางและตอนบนของพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 5-5) ประกอบด้วยพายุฯ ที่ก่อตัวขึ้นในเดือนมิถุนายน จำนวน 2 ลูก คือ พายุโซนร้อน "SHIRLY" และพายุโซนร้อน "SARAH"

<u>แนวพายุกลุ่มที่ 2</u> ลักษณะการกระจายของฝนเนื่องจากพายุหมุนเขตร้อน ที่แนวของพายุฯ พาดผ่านบริเวณตอนบนของพื้นที่ศึกษา และที่เฉียดเข้ามาใกล้ตอนบนของพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 5-6) ได้แก่ พายุฯ ที่ก่อตัวขึ้นในเดือนสิงหาคมทั้งหมด 7 ลูก และรวมถึงพายุโซนร้อน "RUTH" ในเดือนกันยายน และพายุไต้ฝุ่น "DAN" ในเดือนตุลาคม ซึ่งแนวพายุฯ เฉียดเข้ามาใกล้ตอนบนของพื้นที่ศึกษา รวมพายุฯ ทั้งหมดของกลุ่มนี้มี 9 ลูก

<u>แนวพายุกลุ่มที่ 3</u> ลักษณะการกระจายของฝนเนื่องจากพายุหมุนเขตร้อนที่แนวของพายุฯ พาดผ่านบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 5-3) ประกอบด้วยพายุฯ ที่ก่อตัวในเดือนกันยายน ทั้งหมด 5 ลูก

<u>แนวพายุกลุ่มที่ 4</u> ลักษณะการกระจายของฝนเนื่องจากพายุหมุนเขตร้อน ที่แนวของพายุฯ พาดผ่านบริเวณตอนล่างของพื้นที่ศึกษา และพายุหมุนเขตร้อนที่แนวของพายุฯ เฉียดเข้ามาใกล้ตอนล่างของพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 5-8) ประกอบด้วย พายุฯ ที่ก่อตัวขึ้นในเดือนตุลาคม จำนวน 4 ลูก

รายละเอียดของพายุฯ ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 5-5

เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรวมให้ภาพการกระจายของฝนในพื้นที่ที่เกิดจากพายุฯ ได้ค่อนข้างชัดเจน และจากการศึกษาข้อมูลสภาพการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ส่วนใหญ่ พบว่า น้ำท่วมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ผ่านมา มักมีสาเหตุเนื่องมาจากปริมาณของฝนรวม และการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการกระจายของฝนกับการเกิดอุทกภัย ดังนั้น จึงจะทำการอธิบายลักษณะการกระจายของฝนรวมก่อน

5.2.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวม

ในการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวม ก็เพื่อต้องการทราบว่า ขณะที่พายุฯ แต่ละลูกมีอิทธิพลต่อพื้นที่ศึกษา ได้ก่อให้เกิดปริมาณฝนรวมขึ้นในพื้นที่ศึกษาบริเวณใดบ้าง เป็นปริมาณเท่าใด และแตกต่างกันอย่างไร โดยอาศัยการคัดเลือกข้อมูลจากข้อมูลฝนรายวันของแต่ละสถานีในช่วงเหตุการณ์ที่มีพายุฯ นำมารวมกัน เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวมที่เกิดจากพายุฯ ทั้ง 20 ลูก (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก จ.) แล้วจึงได้

พยายามจัดกลุ่มลักษณะการกระจายออกเป็น 4 กลุ่มใหม่ ดังที่กล่าวข้างต้น หลังจากนั้นจึงนำลักษณะการกระจายของฝนรวมของพายุแต่ละลูกในแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์รวมกันอีกครั้ง ทำให้สามารถแยกเขียนเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากันแต่ละเส้น (คือ 35, 90, 150, 210, 270 มม.) เพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มนั้น ๆ ได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 5-9 โดยที่

ก) เส้นต่ำสุด หมายถึง เส้นแสดงขอบเขตนอกสุดของพื้นที่ที่เคยมีปริมาณฝนรวมในจำนวนดังกล่าวของพายุทุกลูกที่เคยเกิดขึ้น

ข) เส้นเฉลี่ย หมายถึง เส้นแสดงขอบเขตเฉลี่ยระหว่างเขตนอกสุดและในสุดของพื้นที่ที่เคยมีปริมาณฝนรวมในจำนวนดังกล่าว

ค) เส้นสูงสุด หมายถึง เส้นแสดงขอบเขตในสุดของพื้นที่ที่เคยมีปริมาณฝนรวมในจำนวนดังกล่าวของพายุทุกลูก

เมื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรวมที่เกิดจากพายุฯ แต่ละลูกในแต่ละกลุ่มรวมกันจนได้เส้นดังกล่าวเพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มแล้ว จากนั้นจะแยกและนำมาเขียนรวมกันที่เกณฑ์และระดับต่าง ๆ คือ 35, 90, 150, 210, 270 มม. จนครบตามต้องการจะได้ผลลัพธ์เส้นต่ำสุด เส้นเฉลี่ย และเส้นสูงสุด ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบลักษณะการกระจายของฝนรวมที่เกิดจากพายุฯ แต่ละกลุ่มที่เคยเกิดขึ้นในพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วง 15 ปี ที่ผ่านมาดังรูปที่ 5-10 - รูปที่ 5-13 ซึ่งสรุปได้ว่า

<u>แนวพายุฯ กลุ่มที่ 1</u> ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้เกิดปริมาณฝนรวมในเกณฑ์ฝนหนักมาก (90 มิลลิเมตรขึ้นไป) กระจายเกือบทั่วทั้งภาค ยกเว้นด้านตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ และเกณฑ์ฝนหนักมากตั้งแต่ 150 มิลลิเมตรขึ้นไป จะอยู่บริเวณตอนกลางและด้านตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณที่เคยมีฝนหนักมากเกิดขึ้นมากที่สุด ได้แก่ พื้นที่บางส่วนของจังหวัดอุดรธานี และพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัด ชัยภูมิ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด กาฬสินธุ์ ยโสธร และตอนบนของจังหวัดอุบลราชธานี บางบริเวณเคยมีฝนรวมหนักมากเกิน 300 และ 350 มิลลิเมตรขึ้นไป ได้แก่ บริเวณจังหวัดมหาสารคาม ร้อยเอ็ด กาฬสินธุ์ ยโสธร และอุบลราชธานี ซึ่งเกิดจากพายุโซนร้อน "SARAH" เมื่อเดือนมิถุนายน 2526 (รายละเอียดดูในภาคผนวก ง.) และเนื่องจากมีข้อมูลพายุฯ ในกลุ่มนี้มีเพียง 2 ลูก จึงจะไม่ลากเส้นฝนเฉลี่ย

สรุปแล้วพายุฯ กลุ่มนี้จะให้ภาพฝนรวมที่ตกในพื้นที่ศึกษา ที่สามารถแสดงได้ด้วยเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากันต่ำสุด 35, 90, 150 และ 210 มม. โดยเส้น 90, 150 และ 210 มม. จะครอบคลุมพื้นที่ ประมาณ 70-80%, 30-40% และ 10% ตามลำดับ ส่วนเส้นสูงสุดสามารถแสดงได้ด้วยเส้น 35, 90 และ 150 มม. โดยเส้น 90 และ 150 มม. จะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 40-50% และ 10% ตามลำดับรายละเอียดแสดงไว้ในรูปที่ 5-10

<u>แนวพายุฯ กลุ่มที่ 2</u> ประกอบด้วยจำนวนพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีลักษณะการกระจายของฝนรวมที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกันทั้งหมด จำนวน 9 ลูก พายุกลุ่มนี้

ทำให้เกิดปริมาณฝนรวมในเกณฑ์ฝนหนักกระจายเกือบทั่วทั้งภาค ยกเว้นด้านตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณจังหวัดนครราชสีมา และเกณฑ์ฝนหนักมากจะอยู่บริเวณด้านตะวันออกและตอนบนของพื้นที่ บริเวณที่เคยมีฝนหนักมากตั้งแต่ 150 มิลลิเมตร เกิดขึ้นประมาณร้อยละ 50 ขึ้นไป คือแถบทางด้านตะวันออกของภาค ได้แก่ พื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัดหนองคาย พื้นที่จังหวัดนครพนมและสกลนคร พื้นที่บางส่วนของจังหวัดมุกดาหาร และพื้นที่ตอนบนของจังหวัดอุบลราชธานี

สรุปแล้วพายุฯ กลุ่มนี้จะให้เส้นต่ำสุดของปริมาณฝนรวมที่สามารถแสดงได้ด้วยเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากันที่ 35, 90, 150, 210 และ 270 มม. โดยเส้น 90, 150, 210 และ 270 มม. จะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 80%, 40%, 15-20% และ 5-10% ตามลำดับ โดยเฉพาะบริเวณที่มีปริมาณฝนรวมมากกว่า 270 มม.ขึ้นไป จะอยู่บริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัดหนองคาย นครพนม และตอนบนของจังหวัดอุบลราชธานี และเส้นเฉลี่ยสามารถแสดงได้ด้วยเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน 35, 90 และ 150 มม. ซึ่งจะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 80%, 50% และ 25% ตามลำดับ ส่วนเส้นสูงสุดก็สามารถแสดงได้ด้วยเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน 35, 90 และ 150 มม. เช่นเดียวกัน โดยจะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 60%, 20-30% และ 5-10% ตามลำดับ บริเวณที่เคยมีฝนรวมมากกว่า 150 มม. ส่วนใหญ่จะอยู่ทางด้านตะวันออกของภาคบริเวณจังหวัด หนองคาย สกลนคร นครพนม มุกดาหาร กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด ยโสธร และอุบลราชธานี โดยปริมาณฝนรวมที่เคยเกิดขึ้นบางแห่งมีค่ามากกว่า 300 มม. ขึ้นไป ได้แก่ บริเวณจังหวัดนครพนม และอุบลราชธานี เป็นต้น รายละเอียดแสดงไว้ในรูปที่ 5-11

<u>แนวพายุฯ กลุ่มที่ 3</u> ประกอบด้วยพายุฯ 5 ลูก ได้ทำให้เกิดปริมาณฝนรวมในเกณฑ์ฝนหนักและหนักมากกระจายเกือบทั่วทั้งภาค ยกเว้น บริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือ ภาพการกระจายของฝนรวมของพายุฯ กลุ่มนี้แสดงได้ด้วยเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากันต่ำสุดที่ 35, 90, 150, 210 และ 270 มม. คิดเป็นประมาณ 95%, 90%, 60-70%, 20-30% และ 10% ของพื้นที่ ตามลำดับ บริเวณที่เคยมีฝนรวมตั้งแต่ 150 มม.ขึ้นไป จะกระจายเต็มพื้นที่บริเวณตอนกลางและตอนใต้ของภาค ส่วนบริเวณที่เคยมีฝนรวมตั้งแต่ 210 และ 270 มม. ขึ้นไปจะกระจายเป็นหย่อม ๆ อยู่บริเวณตอนกลางทางด้านตะวันออก และทางด้านใต้ของพื้นที่ ได้แก่ บริเวณพื้นรอยต่อระหว่างจังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ มหาสารคาม และร้อยเอ็ดและทางด้านตะวันออกของภาค ได้แก่ รอยต่อระหว่างพื้นที่ของจังหวัดมุกดาหาร ยโสธร และอุบลราชธานี ส่วนบริเวณด้านใต้ ได้แก่ บริเวณจังหวัดศรีสะเกษ

ปริมาณฝนรวมบางแห่งเคยมีค่าสูงกว่า 300 มม. ขึ้นไป ได้แก่ บริเวณจังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น อุบลราชธานี และบริเวณใกล้แนวที่พายุพาดผ่าน

ส่วนเส้นฝนเฉลี่ยแสดงได้ด้วยเส้น 35, 90 และ 150 มม. คิดเป็นประมาณ 80%, 40% และ 15% ของพื้นที่ ตามลำดับ บริเวณที่เคยมีฝนรวมเฉลี่ยตั้งแต่ 150 มม. ขึ้นไป จะอยู่บริเวณตอนกลางค่อนไปทางตะวันตกของภาค ได้แก่ บริเวณจังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น มหาสารคาม บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด และบริเวณจังหวัดศรีสะเกษ

แนวพายุฯ ในกลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยพายุฯ 4 ลูก ได้ทำให้เกิดปริมาณฝนรวมในเกณฑ์ฝนหนัก (35-90 มิลลิเมตร) และหนักมาก (90 มิลลิเมตรขึ้นไป) ในพื้นที่ด้านตะวันตก และด้านใต้ของพื้นที่ แต่มีความไม่แน่นอนสูง เนื่องจากไม่สามารถลากเส้นเฉลี่ย และเส้นสูงสุดของปริมาณฝนในเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ ภาพการกระจายของฝนรวมที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มนี้ แสดงได้ด้วยเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากันที่ 35, 90 และ 150 มม. คิดเป็นประมาณ 80%, 30-40% และ 10-20% บริเวณที่เคยมีฝนหนักมากเกิน 150 มม.ขึ้นไป ได้แก่ พื้นที่บางส่วนของจังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ และสุรินทร์

จากการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรวมที่เกิดจากพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้ง 4 กลุ่ม โดยพิจารณาจากเส้นต่ำสุด เส้นเฉลี่ย และเส้นสูงสุด ซึ่งเป็นตัวแทนพื้นที่แสดงลักษณะการกระจายที่เคยเกิดขึ้นเนื่องจากพายุฯ แต่ละกลุ่ม (ดูตารางที่ 5-7) พบว่า พายุฯ กลุ่มที่ 2 มีการกระจายที่มีความแปรปรวนน้อยที่สุด เพราะเส้นชั้นน้ำฝนทั้งสามเส้นอยู่ใกล้เคียงกันมาก ผลการกระจายของน้ำฝนของพายุแต่ละกลุ่ม พบว่า ฝนจากพายุกลุ่มที่ 3 ให้ปริมาณฝนมากที่สุด ขณะที่กลุ่มที่ 2, 1 และ 4 ให้ปริมาณฝน รองลงมา

5.2.2 ผลการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุด

ในการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุด มีจุดมุ่งหมายและวิธีการดำเนินการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวม คือ เพื่อต้องการทราบว่า ขณะที่พายุฯ แต่ละลูกมีอิทธิพลต่อพื้นที่ศึกษาได้ก่อให้เกิดฝนรายวันสูงสุดขึ้นเป็นปริมาณเท่าใดและในบริเวณใดบ้างของพื้นที่ศึกษา จะต่างกันก็ที่ข้อมูลฝนที่ใช้ ซึ่งจะใช้ปริมาณฝนรายวันสูงสุดของแต่ละสถานีในพื้นที่ทั้งหมดที่เกิดในช่วงเหตุการณ์เนื่องจากอิทธิพลของพายุฯ แต่ละลูก ตัวแทนผลการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุดที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มนี้ แสดงไว้ในรูปที่ 5-14 ถึงรูปที่ 5-17 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

แนวพายุกลุ่มที่ 1 จะให้ภาพการกระจายของฝนรายวันสูงสุดที่ตกในพื้นที่ศึกษา ที่สามารถแสดงได้ด้วยเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากันต่ำสุด 35, 90, 120 และ 150 มม. (รูปที่ 5-14) คิดเป็นประมาณ 80%, 40-50%, 20-30% และ 10-15% ของพื้นที่ บริเวณฝนหนักตั้งแต่ 90 มม. ขึ้นไปจะอยู่บริเวณตอนกลางและด้านตะวันออกเฉียงใต้ของภาค ได้แก่ บริเวณจังหวัดอุดรธานี ขอนแก่น ชัยภูมิ กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี ศรีสะเกษ สุรินทร์ และบุรีรัมย์ ส่วนบริเวณที่เคยมีฝนเกิน 150 มม. ขึ้นไป ได้แก่ บริเวณจังหวัดยโสธร ร้อยเอ็ด และอุบลราชธานี ส่วนเส้นสูงสุดสามารถแสดงได้ด้วยเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน 35, 90 และ 150 มม. บริเวณที่เคยมีฝนหนักมากเกิน 90 มม. จะอยู่บริเวณตอนกลางและด้านตะวันออกของภาค ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร และอุบลราชธานี

แนวพายุฯ กลุ่มที่ 2 ได้ก่อให้เกิดฝนรายวันสูงสุดในเกณฑ์ฝนหนักกระจายเกือบทั่วทั้ง

ภาค ยกเว้น บริเวณด้านตะวันตกเฉียงใต้ (รูปที่ 5-15) ภาพตัวแทนลักษณะการกระจายของฝนที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มนี้ แสดงได้ด้วยเส้นต่ำสุด 35, 90 และ 120 มม. บริเวณที่เคยมีฝนเกิน 90 มม. ขึ้นไป จะอยู่บริเวณตอนบนและด้านตะวันออกของภาคคิดเป็นพื้นที่ประมาณ 50-60% ส่วนบริเวณที่เคยมีฝนรายวันสูงสุดเกิน 120 มม. จะอยู่บริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ บริเวณจังหวัดนครพนม สกลนคร และกาฬสินธุ์ บริเวณด้านตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ บริเวณจังหวัดอุบลราชธานี และด้านตะวันตกเฉียงเหนือ ได้แก่ บริเวณจังหวัดเลย และอุดรธานี ส่วนเส้นเฉลี่ย สามารถแสดงได้ด้วยเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน 35, 90 และ 120 มม. เช่นเดียวกัน บริเวณที่เคยเกิดฝนหนักมากเกิน 90 มม. ขึ้นไป จะอยู่บริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณจังหวัดนครพนม สกลนคร และกาฬสินธุ์ ด้านตะวันออก ได้แก่ ตอนบนของจังหวัดอุบลราชธานี บางแห่งเคยมีฝนรายวันสูงสุดหนักเกินกว่า 150 มม. ขึ้นไป

<u>แนวพายุฯ กลุ่มที่ 3</u> ได้ก่อให้เกิดฝนรายวันสูงสุดในเกณฑ์ฝนหนักกระจายเกือบทั่วทั้งภาค ยกเว้น บริเวณตอนบน (รูปที่ 5-16) ได้แก่ บริเวณจังหวัดหนองคาย และพื้นที่บางส่วนของจังหวัดอุดรธานี สกลนครและนครพนม ภาพตัวแทนลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุดที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มนี้ แสดงได้ด้วยเส้นต่ำสุด 35, 90 และ 120 มม. คิดเป็นประมาณ 80%, 40-50%, และ 20% ของพื้นที่ตามลำดับ บริเวณที่เคยมีฝนหนักมากเกิน 90 มม. ขึ้นไป จะอยู่บริเวณตอนกลางด้านตะวันออก และตะวันออกเฉียงใต้ ยกเว้นด้านตะวันออกของจังหวัดอุบลราชธานี ส่วนเส้นฝนเฉลี่ยแสดงได้ด้วยเส้น 35 และ 90 มม. บริเวณที่เคยมีฝนเฉลี่ยเกิน 90 มม. ขึ้นไป ได้แก่ พื้นที่ด้านตะวันตกของจังหวัดขอนแก่น และด้านตะวันตกของจังหวัดชัยภูมิ และพื้นที่บริเวณรอยต่อของจังหวัดร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี ศรีสะเกษ และสุรินทร์ ฝนรายวันสูงสุดที่เกิดจากพายุฯ บางลูกบางแห่งอาจมีค่ามากกว่า 150 และ 200 มม. ขึ้นไป

<u>แนวพายุฯ กลุ่มที่ 4</u> ทำให้เกิดฝนรายวันสูงสุดในเกณฑ์ฝนหนักกระจาย บริเวณด้านตะวันตก และด้านใต้ของภาค แสดงได้ด้วยเส้นต่ำสุด (รูปที่ 5-17) คิดเป็นประมาณ 50-60% ของพื้นที่บริเวณที่เคยมีฝนรายวันสูงสุดในเกณฑ์ฝนหนักมากตั้งแต่ 90 มม. ขึ้นไป ได้แก่ บริเวณจังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ และสุรินทร์ จากการศึกษาพบว่า พายุฯ กลุ่มนี้ทำให้ฝนตกกระจายในรูปแบบที่ไม่ค่อยแน่นอน จึงไม่ลากเส้นเฉลี่ย และเส้นสูงสุดของบริเวณที่เคยเกิดฝนเนื่องจากพายุฯ กลุ่มนี้

ผลการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุดที่เกิดจากพายุฯ แต่ละลูกทั้ง 20 ลูก แสดงไว้ในภาคผนวก จ.

จากการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุดที่เกิดจากพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้ง 4 กลุ่ม โดยพิจารณาจากเส้นต่ำสุด เส้นเฉลี่ย และเส้นสูงสุด ซึ่งเป็นตัวแทนแสดงลักษณะการกระจายที่เคยเกิดขึ้น เนื่องจากพายุฯ แต่ละกลุ่ม (ตารางที่ 5-8) พบว่า กลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ก่อให้เกิดฝนรายวันสูงสุดกระจายในพื้นที่ใกล้เคียงกัน คือ เส้นต่ำสุดที่แสดงพื้นที่ที่มีฝนตั้งแต่ 90 มิลลิเมตร ขึ้นไปอยู่ระหว่าง 40-60% และพื้นที่ที่มีฝนตั้งแต่ 120 มิลลิ

เมตรขึ้นไป อยู่ระหว่าง 20-30% ของพื้นที่ศึกษา ส่วนเส้นเฉลี่ยก็เช่นเดียวกัน คือ จะมีพื้นที่ที่มีฝนเกิน 90 มิลลิเมตรอยู่ระหว่าง 10-20% ในพายุกลุ่มที่ 2 และ 3 ส่วนกลุ่มที่ 1 ไม่ได้ลากเส้นเฉลี่ยเนื่องจากมีพายุฯ แค่ 2 ลูก ดังที่กล่าวแล้วในหัวข้อ 5.2.1 สำหรับพายุฯ กลุ่มที่ 4 จะให้ค่าฝนรายวันสูงสุดได้น้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ

5.2.3 ผลการวิเคราะห์การกระจายของฝนรายวัน

ในการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรายวันก็เพื่อต้องการอธิบายว่าในขณะที่พายุฯ แต่ละลูกมีอิทธิพลต่อพื้นที่ศึกษา ได้ก่อให้เกิดลักษณะการกระจายของฝนในแต่ละวันในพื้นที่ศึกษาอย่างไร มีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับแนวการเคลื่อนตัว และความรุนแรงหรือไม่ โดยจะพิจารณาตั้งแต่พายุฯ เริ่มมีอิทธิพลจนกระทั่งหมดอิทธิพล (ลักษณะการกระจายของฝนรายวันที่เกิดขึ้นในช่วงที่พายุฯ แต่ละลูกมีอิทธิพลต่อพื้นที่ศึกษา แสดงไว้ในภาคผนวก ค.)

ผลจากการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรายวันที่เกิดจากพายุฯ แต่ละลูกพบว่ามีความไม่แน่นอนสูง โดยเฉพาะพายุฯ บางลูกที่แนวไม่ผ่านพื้นที่ศึกษาสังเกตุเห็นว่า บริเวณพื้นที่ที่ฝนตกยากแก่การอธิบายอย่างยิ่งว่ามีความสัมพันธ์กับพายุฯ อย่างไรหรือไม่ แต่พายุฯ ที่แนวพาดผ่านพื้นที่ศึกษา สังเกตุเห็นความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการกระจายของฝนกับแนวของพายุฯ ได้ชัดเจนขึ้น โดยสังเกตุเห็นว่าจะมีฝนตกล่วงหน้าก่อนที่พายุจะเข้าสู่พื้นที่ศึกษาประกอบ 1-2 วัน พื้นที่ที่ฝนตกจะเริ่มแผ่ขยายกว้างขึ้นจนเมื่อพายุฯ เข้าสู่พื้นที่ ฝนก็จะตกกระจายเป็นบริเวณกว้าง บางครั้งจะตกกระจายทั่วทั้งภาค แต่ไม่สามารถสรุปได้ว่าลักษณะการกระจายที่กินบริเวณพื้นที่มีอาณาบริเวณกว้างมากน้อยต่างกันนั้น สาเหตุเนื่องมาจากความรุนแรงของพายุฯ ที่ต่างกันหรือไม่อย่างไร เนื่องจากไม่มีการบันทึกข้อมูลความเร็วลมหรือความรุนแรงของพายุฯ ในแต่ละวันขณะเข้าสู่พื้นที่ จะทราบก็แต่เพียงว่าพายุฯ นั้น ๆ มีความรุนแรงเป็นดีเปรสชั่น หรือโซนร้อนเท่านั้น

จากการวิเคราะห์สรุปได้ว่าพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา จะทำให้เกิดฝนรายวันตกกระจายในพื้นที่อยู่ในช่วงระยะเวลา 3-5 วัน หรือมากกว่า ลักษณะของการกระจายมีแนวโน้มที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งหรือแนวการเคลื่อนตัวของพายุฯ (ในกรณีที่แนวของพายุฯ พาดผ่านพื้นที่ศึกษา) โดยบริเวณที่ฝนตกหนักมักอยู่ใกล้กับแนวที่พายุฯ กำลังจะเคลื่อนตัวไป แต่ก็มีเหมือนกันที่พบว่าพื้นที่บางแห่ง บริเวณใกล้แนวของพายุฯ กลับมีฝนน้อยกว่าบริเวณบางแห่งที่อยู่ไกลออกไปจากแนวของพายุฯ จากการสังเกตุประกอบกับการศึกษาลักษณะภูมิประเทศแล้วพอจะกล่าวได้ว่า ปรากฏการณ์ดังกล่าวมีผลมาจากลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่เป็นสำคัญ เกณฑ์ฝนหนักมากเกินกว่า 90 มม. ขึ้นไปในบางพื้นที่ ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณด้านล่างของแนวพายุฯ ส่วนพายุฯ ที่แนวไม่ผ่านพื้นที่ไม่สามารถสรุปลักษณะการกระจายของฝนรายวันได้แน่ชัดได้ เนื่องจากศูนย์กลางของพายุอยู่ไกลออกไป ตัวอย่างลักษณะการกระจายของฝนรายวันเนื่องจากพายุฯ ทั้ง 4 กลุ่ม และแนวการเคลื่อนตัวของพายุฯ แสดงไว้ในรูปที่ 5-18 - 5-21

จากรูปจะสังเกตุเห็นลักษณะการกระจายของฝนรายวันจากข้อมูลฝนในระหว่างเหตุการณ์พายุฯ ที่มีอิทธิพลต่อพื้นที่ศึกษาค่อนข้างชัดเจน โดยเฉพาะเป็นพายุฯ ที่แนวพาดผ่านพื้นที่ศึกษาจะเห็นว่าฝนเริ่มตกในบางส่วนของพื้นที่ศึกษา ขณะพายุฯ ยังไม่เข้าสู่พื้นที่แล้วค่อย ๆ ตกหนัก และกินพื้นที่เป็นบริเวณกว้างขึ้น เมื่อพายุฯ เข้ามาใกล้และเข้าสู่พื้นที่ศึกษา แล้วค่อย ๆ ลดลงเมื่อพายุฯ สลายตัวไป ส่วนพายุฯ ที่ก่อให้เกิดลักษณะการกระจายของฝนในพื้นที่ไม่ค่อยชัดเจน ก็คือพายุฯ ที่แนวไม่ผ่านพื้นที่ศึกษาดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ในบทที่ 3

5.2.4 ผลการวิเคราะห์ช่วงเวลาฝนตก

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ช่วงเวลาฝนตกที่เกิดจากพายุฯ ทั้ง 4 กลุ่ม แสดงไว้ในรูปที่ 5-22 ถึงรูปที่ 5-24 ซึ่งสรุปได้ว่าช่วงเวลาฝนตกจะสัมพันธ์หรือสอดคล้องลักษณะการกระจายของฝนรวมที่กระจายในพื้นที่ ช่วงเวลาการตกของฝนในพื้นตามสถานีหรือบริเวณต่าง ๆ ที่เกิดจากพายุฯ แต่ละลูก จะอยู่ระหว่าง 1-7 วัน แต่ประมาณ 80% จะมีช่วงอยู่ระหว่าง 3-5 วัน ซึ่งได้แก่ บริเวณที่อยู่ในแนวเส้นทางเดินของพายุฯ ในการวิเคราะห์นี้ไม่ได้แสดงผลช่วงเวลาฝนตกของพายุฯ กลุ่มที่ 1 ไว้ เพราะมีข้อมูลจำนวนพายุฯ เพียง 2 ลูก และจำนวนวันที่มีฝนตก ณ สถานีต่าง ๆ ที่เกิดจากพายุฯ ทั้ง 2 ลูกนี้มีลักษณะที่ไม่คล้ายกัน (รายละเอียดดูในภาคผนวก ฉ.)

5.3 ผลการศึกษาและการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

เนื่องจากข้อมูลที่ค้นคว้ามาได้จากรายงานความเสียหายที่กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยารวบรวมไว้ และจากกองป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน กระทรวงมหาดไทย มีข้อมูลเฉพาะชื่อของอำเภอและจังหวัดที่เกิดอุทกภัย และความเสียหายที่เกิดขึ้น แต่ไม่มีรายละเอียดอื่น ๆ เช่น ไม่ทราบจำนวนพื้นที่ที่เกิดอุทกภัยที่แน่นอน ระดับของการท่วม ระยะเวลาของการท่วมและมูลค่าความเสียหาย เป็นต้น ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงกระทำได้โดยการกำหนดขอบเขตของลุ่มน้ำย่อยที่เคยมีเหตุการณ์อุทกภัยลงในแผนที่ โดยให้คลุมพื้นที่อำเภอ และจังหวัดที่มีรายงานการเกิดอุทกภัย และถือว่าพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่เคยมีการเกิดอุทกภัย และได้แยกพิจารณาตามกลุ่มแนวพายุฯ ทั้ง 4 กลุ่ม ดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 5.2 ผลจากการศึกษาแสดงไว้ในรูปที่ 5-25 - รูปที่ 5-28 ส่วนรายละเอียดของข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดอุทกภัย รวบรวมไว้ในตารางที่ ก-1 ในภาคผนวก ก.

รูปที่ 5-25 แสดงบริเวณลุ่มน้ำย่อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เคยเกิดอุทกภัยเนื่องจากฝนของแนวพายุฯ กลุ่มที่ 1 ซึ่งมักจะเกิดขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายน คือ ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งอยู่ในลุ่มน้ำโขง เช่น ลำน้ำโขง ส่วนที่ 4 แม่น้ำเลยตอนล่าง และห้วยหลวง ได้แก่ บริเวณพื้นที่อำเภอเมือง อำเภอวังสะพุง และอำเภอท่าลี่ ในจังหวัดเลย และบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ส่วนลุ่มน้ำย่อยที่อยู่ในลุ่มน้ำชี เช่น ลำคันฉู ลำน้ำชีส่วนที่ 2 ลำน้ำพองตอนล่าง ลำปาวตอนล่าง และ

ลำน้ำยัง ซึ่งได้แก่ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ และอำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด และมีลุ่มน้ำย่อย ซึ่งอยู่ในลุ่มน้ำมูลบางส่วน เช่น ลำเสียวน้อย และลำน้ำมูลส่วนที่ 3 ได้แก่ อำเภอจตุรพักตรพิมาน จังหวัดร้อยเอ็ด และอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี

รูปที่ 5-26 แสดงปริมาณลุ่มน้ำย่อยที่เคยเกิดอุทกภัยเนื่องจากฝนของแนวพายุฯ กลุ่มที่ 2 ที่แนวพายุฯ พาดผ่านตอนบนหรือเฉียดเข้ามาใกล้ตอนบนของพื้นที่ ซึ่งมักเกิดขึ้นในเดือนสิงหาคม แต่บางครั้งอาจเป็นเดือนกันยายน หรือตุลาคม บริเวณที่มักเกิดอุทกภัยจากแนวพายุกลุ่มนี้ คือลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำโขง ทางตอนเหนือของภาค เช่น แม่น้ำเลยตอนล่างแม่น้ำโมง แม่น้ำโขงส่วนที่ 6 น้ำสวย และห้วยหลวง ได้แก่ อำเภอเมือง และอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย บริเวณจังหวัดหนองคาย และส่วนตอนบนของจังหวัดอุดรธานี ส่วนลุ่มน้ำโขงทางด้านตะวันออกของภาค เช่น ห้วยทวย แม่น้ำโขง ส่วนที่ 8 ห้วยน้ำก่ำซึ่งอยู่บริเวณจังหวัดนครพนมและสกลนคร ห้วยมุกบริเวณจังหวัดมุกดาหาร แม่น้ำโขงตอนล่าง ลำเชบาย ลำเซ และห้วยดุงลุง ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่ตอนบนของจังหวัดอุบลราชธานี

ส่วนลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำชี เช่น ลำน้ำชีตอนบน บริเวณจังหวัดชัยภูมิ ลำน้ำพองตอนล่าง บริเวณอำเภอเมืองจังหวัดขอนแก่น ลำปาวตอนบนและลำปาวตอนล่าง ได้แก่ พื้นที่ตอนล่างของจังหวัดอุดรธานี และอำเภอเมืองจังหวัดกาฬสินธุ์ และลำน้ำชีตอนล่างบริเวณอำเภอเชื่องในจังหวัดอุบลราชธานี นอกจากนี้ ได้แก่ ลำน้ำมูลส่วนที่ 3 บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี

รูปที่ 5-27 แสดงบริเวณลุ่มน้ำย่อยที่เคยเกิดอุทกภัย เนื่องจากฝนของแนวพายุฯ กลุ่มที่ 3 ที่แนวพายุฯ พาดผ่านบริเวณตอนกลางของภาคช่วงเดือนกันยายน บริเวณที่มักเกิดอุทกภัย คือ ลุ่มน้ำเลยตอนล่างบริเวณจังหวัดเลย และลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำชี เช่น ลำคันฉู และลำน้ำชีส่วนที่ 2 บริเวณพื้นที่จังหวัดชัยภูมิ ลำน้ำชีส่วนที่ 4 ได้แก่ บริเวณพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม และร้อยเอ็ด ลำปาวตอนล่าง ได้แก่ บริเวณพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ และลำน้ำยังบริเวณอำเภอโพนทองจังหวัดร้อยเอ็ด นอกจากนี้ได้แก่ ลุ่มน้ำย่อยส่วนใหญ่ในลุ่มน้ำมูล เช่น ลำเชิงไกร บริเวณอำเภอด่านขุนทด และอำเภอโนนสูง ลำน้ำมูลตอนบนบริเวณอำเภอชมพวง ลำสะแทดบริเวณอำเภอบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ห้วยตาดงจังหวัดบุรีรัมย์ ลำชีบริเวณจังหวัดสุรินทร์ ห้วยทับทัน ห้วยสำราญ ห้วยทา และห้วยชะยุงในบริเวณจังหวัดศรีสะเกษ ลำน้ำมูลส่วนที่ 3 บริเวณอำเภอเมืองจังหวัดอุบลราชธานี นอกจากนี้ เช่น ลำเชบาย และลำเซ ซึ่งเป็นพื้นที่ตอนบนของจังหวัดอุบลราชธานี

รูปที่ 5-28 แสดงบริเวณลุ่มน้ำย่อยที่เคยเกิดอุทกภัย เนื่องจากฝนของแนวพายุฯ กลุ่มที่ 4 ที่แนวพายุฯพาดผ่านบริเวณตอนล่างหรือเฉียดเข้ามาใกล้ตอนล่างของพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนตุลาคม บริเวณที่เกิดอุทกภัยส่วนใหญ่จึงอยู่ทางตอนล่างของภาค เช่น ลำตะคองและลำเชิงไกร บริเวณจังหวัดนครราชสีมา ลำปลายมาศบริเวณอำเภอนางรอง และลำชีบริเวณอำเภอบ้านกรวดจังหวัดบุรีรัมย์ ห้วยทับทันบริเวณอำเภอสังขละจังหวัดสุรินทร์ และห้วยสำราญบริเวณอำเภอขุขันธ์จังหวัดศรีสะเกษ ส่วนบริเวณลุ่มน้ำชี เช่น ลำน้ำชีส่วนที่ 2 บริเวณจังหวัดชัยภูมิ และลำน้ำชีตอนล่างบริเวณอำเภอเชื่องในจังหวัดอุบลราชธานี

รูปที่ 5-29 เป็นภาพรวมแสดงบริเวณลุ่มน้ำย่อยที่เคยเกิดอุทกภัย เนื่องจากอิทธิพลของแนวพายุฯ ทั้ง 4 กลุ่ม

5.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพายุหมุนเขตร้อน ฝน และการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

หลังจากที่ทราบรายละเอียดของพายุหมุนเขตร้อนที่มีต่อพื้นที่ศึกษา ลักษณะการกระจายของฝน และลักษณะการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษาแล้ว ในหัวข้อนี้จะทำการศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ทั้งสามที่เกี่ยวข้องกันต่อไป โดยจะแยกพิจารณาตามหัวข้อที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้

5.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อน ปริมาณฝน และพื้นที่ที่ฝนตกในพื้นที่ศึกษา

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของพายุฯ และปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ศึกษา เพื่อต้องการทราบว่าความเร็วลมใกล้ศูนย์กลางหรือความรุนแรงของพายุฯ มีอิทธิพลต่อปริมาณฝนที่ตกกระจายในพื้นที่ศึกษาหรือไม่ โดยในการวิเคราะห์ได้พยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อนกับปริมาณฝนในพื้นที่ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ ความรุนแรงของพายุฯ กับปริมาณฝนจากของแต่ละสถานีในพื้นที่ที่มีรายงานการเกิดอุทกภัย ความรุนแรงของพายุฯ กับปริมาณฝนเฉลี่ยของลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ที่เคยมีรายงานการเกิดอุทกภัย และความรุนแรงของพายุฯ กับปริมาณฝนรวมเฉลี่ยทั้งภาค พบว่า ใน 2 กรณีแรกไม่สามารถหาข้อสรุปที่ดีและแน่นอนได้เพราะปริมาณฝน ณ สถานีใด ๆ หรือลุ่มน้ำย่อยใด ๆ มักเปลี่ยนแปลงไปตามแนวเส้นทางของพายุฯ แต่ละกลุ่ม และเมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกันแล้ว พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของพายุฯ กับปริมาณฝนรวมเฉลี่ยทั้งภาคที่เกิดจากพายุฯ แต่ละลูกสามารถอธิบายในลักษณะภาพรวม ๆ ได้ดีกว่า โดยอาศัยค่าฝนเฉลี่ยทั้งภาค ที่เกิดในช่วงเหตุการณ์พายุฯ แต่ละลูกนำไปลงจุดความสัมพันธ์กับความรุนแรงของพายุฯ นอกจากนี้ จะแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อนกับพื้นที่ที่เกิดปริมาณฝนรวมมากกว่า 90 มิลลิเมตรขึ้นไป แต่เนื่องจากพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษาที่คัดเลือกมานั้น แนวของพายุฯ ไม่ได้ผ่านพื้นที่โดยตรงทุกลูก และข้อมูลความเร็วของพายุในช่วงที่พัดเข้าพื้นที่ศึกษาแล้วมีไม่มากพอ ดังนั้น จึงเลือกใช้ความเร็วลมใกล้ศูนย์กลาง หรือความรุนแรงของพายุฯ ก่อนเข้าสู่ฝั่งประเทศเวียดนาม เป็นเกณฑ์ ข้อมูลความเร็วลมใกล้ศูนย์กลาง มีเพียงบางส่วนเฉพาะพายุกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 4 รวม 8 ลูก ส่วนพายุฯ ที่ไม่มีข้อมูลดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยลักษณะความรุนแรงของพายุฯ เฉลี่ยแทนดังตารางที่ 5-6 และเมื่อนำค่าไปลงจุดจะได้ความสัมพันธ์ดังแสดงในรูปที่ 5-30 และรูปที่ 5-31

จากรูปที่ 5-30 การลงจุดความสัมพันธ์จะแยกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ทราบความเร็วลมใกล้ศูนย์กลางของพายุฯ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลของพายุฯ กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 4 จำนวน

8 ลูก ได้แก่ พายุ BETTY, CARY, DAN, BECKY, HERBERT, KIM, IRA และ LOLA จะลงจุดตามตำแหน่งที่ทราบค่าของทั้ง 2 แกน ส่วนพายุฯ ที่เหลืออีก 12 ลูก ซึ่งเป็นข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519-2525 เนื่องจากไม่มีข้อมูลความเร็วลมที่ใกล้ศูนย์กลางของพายุฯ ขณะจะเข้าสู่ฝั่ง จึงจำเป็นต้องอาศัยการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะความรุนแรงของพายุฯ ในเกณฑ์ต่าง ๆ คือ ดีเปรสชั่น พายุโซนร้อน และพายุไต้ฝุ่น ซึ่งมีความเร็วลมใกล้ศูนย์กลางพายุฯ ไม่เกิน 63 กม./ชม., 63-118 กม./ชม. และมากกว่า 118 กม./ชม. ขึ้นไปตามลำดับ กับปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งภาคเช่นเดียวกัน โดยจะทำการลงจุดความสัมพันธ์บนแกนที่เป็นตัวแทนของพายุฯ ในลักษณะของความรุนแรงที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่ พายุดีเปรสชั่น พายุโซนร้อน และพายุไต้ฝุ่น แต่เนื่องจากพายุไต้ฝุ่นที่ไม่ทราบความเร็วลมใกล้ศูนย์กลาง ซึ่งจำเป็นต้องแสดงด้วยลักษณะของความรุนแรงไม่มีข้อมูลในส่วนนี้ จึงไม่ได้ลงแกนที่เป็นตัวแทนไว้ และจากการพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากลงจุดความสัมพันธ์จากข้อมูลพายุฯ ทั้ง 20 ลูก พบว่า ความรุนแรงของพายุฯ ทั้ง 4 กลุ่ม ก่อนเข้าสู่ฝั่งจะมีสภาวะอยู่ในขั้นดีเปรสชั่น 3 ลูกอยู่ในขั้นพายุโซนร้อน จำนวน 12 ลูก และพายุไต้ฝุ่น 5 ลูก และจากการสังเกตุต่อไปจะเห็นว่า พายุกลุ่มที่ 2 มีลักษณะความรุนแรงของพายุฯ ก่อนเข้าสู่ฝั่ง แปรปรวนค่อนข้างสูง คือ อาจเป็นได้ทั้งดีเปรสชั่น พายุโซนร้อน และพายุไต้ฝุ่น ในขณะที่พายุฯ กลุ่มที่ 3 จะมีความรุนแรงของพายุ อยู่ในเกณฑ์ดีเปรสชั่น และพายุโซนร้อน ส่วนพายุกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 4 จะมีความรุนแรงอยู่ ในขั้นพายุโซนร้อนเท่านั้น

จากการพิจารณาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของพายุฯ ก่อนเข้าสู่ฝั่งกับปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งภาคของพายุฯ แต่ละกลุ่มที่เกิดขึ้นในอดีต (รูปที่ 5-30) เมื่อพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากพายุฯ ทุกกลุ่ม ทั้ง 4 กลุ่ม ในเชิงภาพรวม จะสังเกตุเห็นว่ามีลักษณะความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันอยู่ 2 กลุ่ม อย่างเห็นได้ชัด คือ กลุ่มพายุฯ ที่แนวของพายุฯ พาดผ่านพื้นที่ศึกษาโดยตรง (จุดทึบ) กับกลุ่มพายุฯ ที่แนวไม่พาดผ่านพื้นที่ศึกษา (จุดโปร่ง) ซึ่งอธิบายได้ว่า พายุฯ ที่แนวพาดผ่านพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีความรุนแรงของพายุก่อนเข้าสู่ฝั่งในขั้นพายุโซนร้อนมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดปริมาณฝนรวมเฉลี่ยทั้งภาคได้มากกว่าพายุฯ ที่มีความรุนแรงในขั้นดีเปรสชั่น ส่วนพายุฯ ที่แนวของพายุฯ ไม่ผ่านพื้นที่ศึกษา มีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่าพายุฯ ที่มีความรุนแรงมากกว่ามีโอกาสก่อให้เกิดปริมาณฝนรวมเฉลี่ยทั้งภาคได้มากกว่าพายุฯ ที่มีความรุนแรงน้อยกว่า

กล่าวโดยสรุปก็คือพายุหมุนเขตร้อนที่มีความรุนแรงของพายุฯ ก่อนเข้าสู่ฝั่งมากมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดปริมาณฝนรวมเฉลี่ยในพื้นที่ได้มากกว่าพายุฯ ที่มีความรุนแรงน้อยกว่า และพายุที่มีแนวพายุพัดเข้าสู่พื้นที่ ก่อให้เกิดปริมาณฝนรวมสูงกว่า พายุที่แนวพายุไม่ผ่านพื้นที่

ส่วนรูปที่ 5-31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของพายุฯ และพื้นที่ที่มีปริมาณฝนรวมตกตั้งแต่ 90 มิลลิเมตรขึ้นไป ซึ่งมีลักษณะและความหมายคล้ายกับรูปที่ 5-30

รูปที่ 5-30 แสดงให้เห็นว่าพายุยิ่งแรงก็จะทำให้เกิดปริมาณฝนรวมตกเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษามาก ยกเว้น พายุที่มีแนวพัดเข้าด้านริมของพื้นที่ จะส่งผลต่อฝนเฉลี่ยรวมน้อยกว่า เพราะฝนไปตก

ในพื้นที่นอกพื้นที่ศึกษา ในรูปที่ 5-31 จะเห็นว่า ไม่ว่าพายุจะพัดผ่านแนวใด แต่ความรุนแรงของพายุจะส่งผลทำให้พื้นที่ฝนตกหนัก (เกิน 90 มม.) สัมพันธ์กับความรุนแรงของพายุ รูปที่ 5-32 แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ที่ฝนตกเกิน 90 มม. กับปริมาณฝนรวมทั้งภาค ซึ่งก็จะเห็นว่ามีความสัมพันธ์กันดี ฝนส่วนใหญ่ที่ตกจะตกในพื้นที่

5.4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณฝนเนื่องจากพายุหมุนเขตร้อนกับการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

หลังจากที่ทราบบริเวณและลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษาที่มักมีอุทกภัยเกิดขึ้น เนื่องจากแนวพายุฯ ทั้ง 4 กลุ่ม ตามหัวข้อที่ 5.3 แล้ว ในหัวข้อนี้ก็จะทำการวิเคราะห์ในรายละเอียดต่อไปว่า แต่ละลุ่มน้ำย่อยหรือบริเวณที่มักเกิดอุทกภัยกับปริมาณฝนที่ตกมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และมีอะไรเป็นปัจจัยหรือสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดอุทกภัยขึ้น เช่น ฝนรายวันสูงสุด ปริมาณฝนรวม หรือการเอ่อของน้ำในลำน้ำ เป็นต้น

ในการวิเคราะห์ได้แยกพิจารณาเป็นลุ่มน้ำย่อย ๆ ไป โดยอาศัยจุดที่ตั้งของอำเภอหรือจังหวัดที่เคยเกิดอุทกภัยเป็นหลักในการพิจารณา จากนั้นจะรวบรวมข้อมูลสาเหตุการเกิดอุทกภัยรวมทั้งวันที่เกิดอุทกภัยจากเอกสารที่ค้นคว้ามาได้ และข้อมูลฝนรายวันช่วงที่มีพายุฯ นำมาใช้ประกอบกับลักษณะที่ตั้งหรือลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำย่อย หรือบริเวณที่เคยเกิดอุทกภัย เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการเกิดเหตุการณ์ว่าการเกิดอุทกภัยในแต่ละครั้งของบริเวณนั้น ๆ มีอิทธิพลจากฝนหรือสาเหตุอื่น

จากเหตุการณ์ดังกล่าวหลาย ๆ เหตุการณ์ พบว่า มีตัวแปรอีกหลายตัวแปรที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น บางเหตุการณ์อาจมีฝนตกมาก่อนล่วงหน้า ก่อนที่จะได้รับอิทธิพลของพายุฯ ดังนั้น เมื่อมีฝนที่เกิดจากพายุฯ ตกอีกไม่มากนักก็ทำให้เกิดน้ำท่วมได้เหล่านี้เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ จึงขอสรุปสาเหตุการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษาที่ได้จากข้อมูลในการศึกษาไว้ดังนี้ คือ

1) เกิดจากฝน ซึ่งอาจเป็นฝนเป็นจุด (Point Rainfall) ที่ตกในพื้นที่นั้นโดยตรง หรืออาจเป็นฝนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำ (Areal Rainfall) ซึ่งยังแยกออกได้เป็นปริมาณฝนรวม หรือฝนรายวันสูงสุด โดยเฉพาะเมื่อมีฝนรายวันสูงสุดตกหนักมากเกินกว่า 90 มม. ขึ้นไปแล้วก็อาจเป็นเหตุให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่บริเวณนั้นได้ เช่น บริเวณจังหวัดเลย และอุดรธานี แต่เมื่อพิจารณาทั้งภาคแล้วสรุปได้ว่าฝนรวม จะก่อให้เกิดเหตุการณ์อุทกภัยได้มากกว่าฝนรายวันสูงสุด

2) เกิดจากฝนตกในพื้นที่ และการหลากของน้ำในลำน้ำ เพราะมีฝนตกหนักเหนือพื้นที่รับน้ำ ได้แก่ พื้นที่บริเวณจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด และกาฬสินธุ์ เป็นต้น

3) การเอ่อของน้ำในลำน้ำโขง

เหตุการณ์ที่กล่าวมานี้ อาจประกอบเข้าด้วยกัน รายละเอียดซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์การเกิดอุทกภัยในลุ่มน้ำย่อยใด ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 5-9 ซึ่งพอจะสรุปตามพื้นที่ได้ดังนี้

ก) บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำโขง มีสาเหตุมาจากมีฝนตกหนักในพื้นที่ ทำให้ลำน้ำธรรมชาติไม่สามารถระบายน้ำออกจากพื้นที่ได้ทัน บริเวณพื้นที่ที่มักมีการเกิดอุทกภัย ได้แก่ บริเวณพื้นที่ของจังหวัดเลย อุดรธานี และสกลนคร ซึ่งมักเกิดจากฝนรวมตั้งแต่ 90 มม. ขึ้นไป ส่วนบริเวณพื้นที่ที่อยู่ติดหรืออยู่ใกล้แม่น้ำโขง ได้แก่ พื้นที่บางส่วนของจังหวัดหนองคาย นครพนม มุกดาหาร และอุบลราชธานี นอกจากจะมีอิทธิพลจากฝนแล้ว ระดับน้ำในแม่น้ำโขงก็เป็นปัจจัยที่สำคัญ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า บางครั้งมีปริมาณฝนตกในพื้นที่น้อย แต่ก็มีอุทกภัยเกิดขึ้น เพราะระดับน้ำในแม่น้ำโขงเอ่อสูง โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดหนองคาย ส่วนบริเวณทางด้านตะวันออกของภาค บริเวณจังหวัดนครพนม มุกดาหาร และอุบลราชธานี ปริมาณฝนรวมที่ก่อให้เกิดอุทกภัยที่เคยเกิดขึ้นมีค่าประมาณ 180 มม. ขึ้นไป ช่วงที่พื้นที่ส่วนนี้มักมีปัญหาดังกล่าว คือ ช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากพายุ กลุ่มที่ 2

ข) บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำชี สาเหตุของการเกิดอุทกภัย ส่วนใหญ่จะเนื่องมาจากมีฝนตกหนักในพื้นที่โดยตรง ปริมาณฝนรวมที่ก่อให้เกิดอุทกภัยมักมีค่าตั้งแต่ 150 มม. ขึ้นไป ส่วนปริมาณฝนรายวันสูงสุด มักมีค่าตั้งแต่ 100 มม. ขึ้นไป พื้นที่ที่มักประสบกับปัญหานี้บ่อย ๆ ได้แก่ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด และกาฬสินธุ์ บางครั้งนอกจากมีฝนตกหนักในพื้นที่โดยตรงแล้ว ยังเกิดจากการหลากของน้ำในลำน้ำชี และจากการศึกษาพบว่าพายุทั้ง 4 กลุ่ม มักมีอิทธิพลที่ก่อให้เกิดปัญหาดังกล่าวต่อพื้นที่นี้

ค) บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำมูล อุทกภัยที่เกิดขึ้นในพื้นที่นี้ส่วนใหญ่จะเนื่องมาจากมีฝนตกหนักในพื้นที่โดยตรง พื้นที่ที่มักประสบกับปัญหาบ่อย ๆ ได้แก่ พื้นที่ภายในจังหวัดที่อยู่บริเวณตอนใต้ของภาค เช่น นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ และศรีสะเกษ ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณทางตอนใต้ของภาคมีลักษณะภูมิประเทศค่อนข้างลาดชัน ดังนั้น น้ำฝนที่ตกเหนือบริเวณเทือกเขาจึงหลากลงไปท่วมพื้นที่ทางตอนบน ปริมาณฝนรวมที่มักก่อให้เกิดอุทกภัยมีค่าประมาณ 110 มม. ขึ้นไป ช่วงเวลาที่พื้นที่บริเวณนี้มักมีปัญหาดังกล่าว คือช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากพายุกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 หรือในช่วงเดือนกันยายนและตุลาคม

5.4.3 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพายุหมุนเขตร้อน ฝน และการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

ในหัวข้อนี้ จะเป็นการสรุปผลการศึกษาและผลการวิเคราะห์ที่ผ่านมาทั้งหมดเกี่ยวกับรายละเอียดของพายุหมุนเขตร้อนที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา ซึ่งถือว่าเป็นตัวการสำคัญที่มีอิทธิพลทำให้เกิดฝนตกหนักกระจายในพื้นที่ในลักษณะต่าง ๆ และเป็นเหตุให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในอดีตที่ผ่านมา

จากการศึกษาที่ผ่านมาในหัวข้อ 5.1 ทำให้ทราบถึงเส้นทางหรือแนวทางเดิน และบริเวณที่พายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยพาดผ่านพื้นที่ศึกษาในช่วงเวลาที่ต่างกัน เพื่อความสะดวกในการศึกษาในขั้นต้นได้แยกพิจารณาพายุฯ ตามเดือนที่พายุฯ ได้มีการก่อตัวขึ้น และพบว่า แนวของพายุฯ ที่พาดผ่านพื้นที่สอดคล้องกับที่ กรมอุตุนิยมวิทยาเสนอไว้ (รูปที่ 4-9) เมื่อวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝน ที่เกิดจากพายุฯ แต่ละลูกในเดือนต่าง ๆ ทำให้สามารถจัดกลุ่มพายุฯ ที่ก่อให้เกิดลักษณะการกระจายของฝนในพื้นที่ศึกษาในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันได้เป็น 4 กลุ่มใหม่ ตามแนวการเคลื่อนตัวของพายุฯ ตามหัวข้อที่ 5.2

และจากผลการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนในพื้นที่ศึกษาที่เกิดจากพายุหมุนเขตร้อน ทำให้สามารถจำแนกพายุฯ ที่มีความสำคัญ และอิทธิพลต่อพื้นที่ศึกษาออกได้เป็น 4 กลุ่ม ตามแนวที่พายุพัดผ่าน ซึ่งเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์การเกิดอุทกภัย คือ

<u>แนวพายุกลุ่มที่ 1</u> เป็นพายุหมุนเขตร้อน ที่แนวพาดผ่านตอนกลางและตอนบนของพื้นที่ศึกษา ซึ่งมักก่อตัวขึ้นในเดือนมิถุนายน พายุฯ กลุ่มนี้มีอิทธิพลทำให้เกิดฝนตกหนักกระจายเกือบทั่วทั้งภาค ยกเว้นด้านตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณจังหวัดนครราชสีมา และบางส่วนของจังหวัดใกล้เคียง โดยมีฝนหนักมากบริเวณด้านตะวันออกเฉียงใต้และบริเวณกลางภาค ซึ่งบริเวณดังกล่าวจะอยู่ค่อนมาทางใต้ในแนวเส้นทางเดินของพายุฯ บริเวณที่มักประสบปัญหาเกี่ยวกับอุทกภัย เนื่องจากพายุกลุ่มนี้ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณลุ่มน้ำชี ได้แก่ พื้นที่บางส่วนของอำเภอเมืองจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธิ์และพื้นที่บางส่วนของอำเภอโพนทอง และอำเภอจตุรพักตร์พิมาน จังหวัดร้อยเอ็ด นอกจากนี้มีบางส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำโขง ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอท่าลี่ และอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย และพื้นที่บางส่วนของอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเป็นจุดบรรจบระหว่างลำน้ำมูล และลำน้ำชี

<u>แนวพายุกลุ่มที่ 2</u> เป็นพายุหมุนเขตร้อนที่แนวของพายุพาดผ่านตอนบนสุด หรือแนวของพายุเฉียดเข้ามาใกล้ตอนบนสุดของพื้นที่ ซึ่งส่วนใหญ่มักก่อตัวขึ้นในเดือนสิงหาคม พายุกลุ่มนี้ก่อให้เกิดฝนตกหนักกระจายเกือบทั่วทั้งภาค แต่จะมีฝนหนักมากอยู่บริเวณทางด้านตะวันออกของภาค บริเวณที่มักประสบปัญหาเกี่ยวกับอุทกภัยเนื่องจากพายุกลุ่มนี้ คือ ลุ่มน้ำโขงตอนบน ได้แก่พื้นที่บางส่วนของจังหวัดเลย หนองคาย และอุดรธานี ส่วนทางด้านตะวันออก ได้แก่ พื้นที่บางส่วนของจังหวัดนครพนม สกลนคร มุกดาหาร และอุบลราชธานี และลุ่มน้ำชี ได้แก่ พื้นที่บางส่วนของจังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น พื้นที่ทางตอนใต้ของจังหวัดอุดรธานี คือ อำเภอนากลาง หนองบัวลำภู โนนสัง และอำเภอกุมภวาปี พื้นที่บางส่วนของจังหวัดกาฬสินธิ์ และพื้นที่ตอนปลายของลุ่มน้ำในเขตจังหวัดอุบลราชธานี ส่วนลุ่มน้ำมูล พื้นที่ส่วนใหญ่ คือ บริเวณตอนบนของจังหวัดอุบลราชธานี

<u>แนวพายุกลุ่มที่ 3</u> เป็นพายุหมุนเขตร้อนที่แนวของพายุพาดผ่านบริเวณตอนกลางของภาค ซึ่งมักก่อตัวขึ้นในเดือนกันยายน พายุฯ กลุ่มนี้ก่อให้เกิดฝนตกหนักกระจายเกือบทั่วทั้งภาค ซึ่งมีลักษณะคล้าย ๆ กับแนวพายุกลุ่มที่ 1 แต่จะค่อนลงมาทางใต้เล็กน้อย บริเวณที่มักประสบปัญหาเกี่ยวกับอุทกภัย เนื่องจากพายุกลุ่มนี้ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณลุ่มน้ำชี ได้แก่ พื้นที่บางส่วนของอำเภอจัตุรัส และอำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ พื้นที่บางส่วนของอำเภอเมือง และอำเภอบ้านไผ่จังหวัดขอนแก่น

พื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม กาฬสินธุ์ และพื้นที่อำเภอเมือง อำเภอเสลภูมิ อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด ส่วนลุ่มน้ำมูล ได้แก่ พื้นที่บางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี

แนวพายุกลุ่มที่ 4 เป็นพายุหมุนเขตร้อนที่แนวของพายุพาดผ่านหรือเฉียดเข้ามาใกล้ตอนล่างของพื้นที่ศึกษา ซึ่งส่วนใหญ่มักก่อตัวในเดือนตุลาคม พายุฯ กลุ่มนี้ก่อให้เกิดฝนหนักทางด้านตะวันตก และทางด้านใต้ของภาค บริเวณที่มักประสบปัญหาเกี่ยวกับอุทกภัยส่วนใหญ่ก็จะอยู่บริเวณแถบทางตอนใต้และตะวันตก ได้แก่ พื้นที่บางส่วนของจังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี

รายละเอียดอื่น ๆ สรุปไว้ในตารางที่ 5-10 ซึ่งสรุปได้ว่าการเกิดอุทกภัย เนื่องจากพายุหมุนเขตร้อนในบริเวณต่าง ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่สอดคล้องกับเส้นทางหรือแนวการเคลื่อนตัวของพายุหมุนเขตร้อนทั้ง 4 กลุ่ม และลักษณะการกระจายของฝนที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มนั้น ๆ แม้ว่าบางครั้งอาจมีความไม่แน่นอนอยู่บ้าง แต่ถ้าเป็นพายุที่พัดผ่านพื้นที่ศึกษา ถ้าพายุมีความรุนแรงมากก็จะก่อให้เกิดฝนกระจายทั่วทั้งภาคในปริมาณมากขึ้น ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนรายวัน ซึ่งพบว่า บางครั้งมีฝนตกหนักนอกเส้นทางพายุฯ ซึ่งน่าจะมีผลมาจากลักษณะของภูมิประเทศด้วย

ตารางที่ 5-1 พายุหมุนเขตร้อนที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา (พ.ศ 2519-2533)

กลุ่มพายุฯ		บริเวณที่พายุฯ ก่อตัว	พ.ย.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	รวม
พายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา	แนวพายุฯ ผ่านพื้นที่ศึกษา	ทะเลจีนใต้	-	1	-	1	4	2	-	8
		มหาสมุทรแปซิฟิค	-	1	-	2	1	-	-	4
	แนวพายุฯ ไม่ผ่านพื้นที่ศึกษา	ทะเลจีนใต้	-	-	-	1	1	2	-	4
		มหาสมุทรแปซิฟิค	-	-	-	3	-	1	-	4
พายุฯ ที่ไม่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา แต่แรงพายุฯ พาดผ่านพื้นที่ศึกษา		ทะเลจีนใต้	1	1	-	-	-	2	-	4
		มหาสมุทรแปซิฟิค	-	-	-	1	2	3	1	7
รวมจำนวนพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา (ลูก)			-	2	-	7	6	5	-	20
ร้อยละ			-	10	-	35	30	25	-	100
รวมจำนวนพายุฯ ที่ไม่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษาแต่แนวผ่านพื้นที่ศึกษา (ลูก)			1	1	-	1	2	5	1	11
ร้อยละ			9	9	-	9	18	46	9	100
รวมจำนวนพายุฯ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา			1	3	-	8	8	10	1	31
ร้อยละ			3	10	-	26	26	32	3	100

ตารางที่ 5-2 ลักษณะของพายุหมุนเขตร้อนที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา (พ.ศ.2519-2533)

เดือน / พ.ศ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	รวม	หมายเหตุ
2519								–	D หมายถึง พายุฯ ที่มีความรุนแรงอยู่ในขั้นดีเปรสชั่น TS หมายถึง พายุฯ ที่มีความรุนแรงอยู่ในขั้นพายุโซนร้อน TY หมายถึง พายุฯ ที่มีความรุนแรงอยู่ในขั้นพายุไต้ฝุ่น ชื่อพายุฯ (ประเภทของพายุขณะมีความรุนแรงเต็มที่, ประเภทของพายุขณะเข้าสู่พื้นที่ศึกษา) เช่น - CECIL(TS,D) หมายถึง พายุโซนร้อนชื่อ CECIL ซึ่งอ่อนกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชั่นขณะเข้าสู่พื้นที่ศึกษาและไม่ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา - SHIRLY*(TS,D) หมายถึง พายุโซนร้อนชื่อ SHIRLY ซึ่งอ่อนกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชั่นขณะเข้าสู่พื้นที่ศึกษาและก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา - IKE*(TY,-) หมายถึง พายุไต้ฝุ่นชื่อ IKE ซึ่งแนวของพายุไม่ผ่านพื้นที่ศึกษา แต่ได้ก่อให้เกิดอุทกภัยขึ้นในพื้นที่ศึกษา * พายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา
2520				CARLA(TS,D)				1	
2521		SHIRLY*(TS,D)		BESS*(TS,D)	D*(D) KIT*(TS,D)			4	
2522				D*(D)	NANCY*(TS,D)			2	
2523					D*(D) RUTH*(TS,-)			2	
2524				ROY*(TS,-)		FABIAN(TS,D)		2	
2525					HOPE*(TS,D)			1	
2526		SARAH*(TS,D)				HERBERT*(TS,D) KIM*(TS,-)		3	
2527		VERNON(TS,D)		IKE*(TY,-)		SUSAN(TS,D)	AGNES(TS,D)	4	
2528					D(D)	CECIL(TS,D)		2	
2529						GEORGIA(TS,D)		1	
2530				BETTY*(TY,-) CARY*(TY,-)				2	
2531						D(D)		1	
2532	CECIL(TS,D)				ANGELA(TY,D)	DAN*(TY,-)		3	
2533				BECKY*(TY,TS)		IRA*(TS,D) LOLA*(TS,-)		3	
พายุฯ ผ่านพื้นที่	1	3	-	4	7	7	1	23	
-ก่อให้เกิดอุทกภัย	-	2	-	3	5	2	-	12	
-ไม่ก่อให้เกิดอุทกภัย	1	1	-	1	2	5	1	11	
พายุฯ ไม่ผ่านพื้นที่แต่ก่อให้เกิดอุทกภัย	-	-	-	4	1	3	-	8	
รวมพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัย	-	-	-	7	6	5	-	20	

ตารางที่ 5-3 บริเวณที่พายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยเคลื่อนเข้าสู่พื้นที่ศึกษา (พ.ศ.2519-2533)

ลำดับ	จังหวัด	จำนวนครั้ง	ร้อยละ
1	หนองคาย	1	8
2	นครพนม	5	42
3	มุกดาหาร	3	25
4	อุบลราชธานี	2	17
5	สุรินทร์	1	8
รวม		12	100

ตารางที่ 5-4 บริเวณและช่วงเวลาที่พายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยเคลื่อนเข้าสู่พื้นที่ศึกษา (พ.ศ.2519-2533)

เวลา / บริเวณ	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	รวม	ร้อยละ	บริเวณจังหวัด
Lat. 18°- 19° N			1			1	8	หนองคาย
Lat. 17°- 18° N	1		2	2		5	42	นครพนม
Lat. 16°- 17° N				3		3	25	มุกดาหาร
Lat. 15°- 16° N	1					1	8	อุบลราชธานี
Lat. 14°- 15° N					2	2	17	อุบลราชธานี, ศรีสะเกษ, สุรินทร์, บุรีรัมย์
รวม	2	-	3	5	2	12	100	
ร้อยละ	16.5	-	25	42	16.5	100		

ตารางที่ 5-5 การแบ่งกลุ่มและรายชื่อพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งแบ่งตามแนวของพายุฯ และลักษณะการกระจายของฝนตามพื้นที่

ลำดับ		ชื่อพายุฯ	
(กลุ่มที่ 1)	1	พายุโซนร้อน "SHIRLY"	(มิ.ย.2521)
	2	พายุโซนร้อน "SARAH"	(มิ.ย.2526)
(กลุ่มที่ 2)	1	พายุโซนร้อน "BESS"	(ส.ค.2521)
	2	พายุดีเปรสชั่น	(ส.ค.2522)
	3	พายุโซนร้อน "RUTH"	(ก.ย.2523)
	4	พายุโซนร้อน "ROY"	(ส.ค.2524)
	5	พายุไต้ฝุ่น "IKE"	(ส.ค.2527)
	6	พายุไต้ฝุ่น "BETTY"	(ส.ค.2530)
	7	พายุไต้ฝุ่น "CARY"	(ส.ค.2530)
	8	พายุไต้ฝุ่น "DAN"	(ส.ค.2532)
	9	พายุไต้ฝุ่น "BECKY"	(ส.ค.2533)
(กลุ่มที่ 3)	1	พายุดีเปรสชั่น	(ก.ย.2521)
	2	พายุโซนร้อน "KIT"	(ก.ย.2521)
	3	พายุโซนร้อน "NANCY"	(ก.ย.2522)
	4	พายุดีเปรสชั่น	(ก.ย.2523)
	5	พายุโซนร้อน "HOPE"	(ก.ย.2525)
(กลุ่มที่ 4)	1	พายุโซนร้อน "HERBERT"	(ต.ค.2526)
	2	พายุโซนร้อน "KIM"	(ต.ค.2526)
	3	พายุโซนร้อน "IRA"	(ต.ค.2533)
	4	พายุโซนร้อน "LOLA"	(ต.ค.2533)

ตารางที่ 5-6 ความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยก่อนเข้าสู่ฝั่ง ปริมาณฝนรวมเฉลี่ยทั้งภาค และพื้นที่ที่เกิดฝนรวมเกิน 90 มม.

ลำดับ	ชื่อพายุ และเวลาที่ก่อตัว	ความเร็วลมใกล้ศูนย์กลางของพายุฯ (กม./ชม.)	สภาวะของพายุก่อนเข้าสู่ฝั่ง	ปริมาณฝนรวมเฉลี่ยทั้งภาค (มม.)	พื้นที่ที่เกิดฝนรวม >90 มม. (ตร.กม.)	พื้นที่ที่เกิดฝนรวม > 90 มม. X 100 / พื้นที่รวมทั้งภาค %
(พายุกลุ่มที่ 1) 1	พายุโซนร้อน "SHIRLY" (มิ.ย.2521)	-	พายุโซนร้อน	89.5	93,800	55.2
2	พายุโซนร้อน "SARAH" (มิ.ย.2526)	-	พายุโซนร้อน	116.1	99,600	58.6
(พายุกลุ่มที่ 2) 1	พายุโซนร้อน "BESS" (ส.ค.2521)	-	พายุโซนร้อน	118.7	102,800	60.5
2	พายุดีเปรสชั่น (ส.ค.2522)	-	พายุดีเปรสชั่น	94.5	78,600	46.2
3	พายุโซนร้อน "RUTH" (ก.ย.2523)	-	พายุโซนร้อน	104.0	87,000	51.2
4	พายุโซนร้อน "ROY" (ส.ค.2524)	-	พายุดีเปรสชั่น	104.3	78,700	46.3
5	พายุไต้ฝุ่น "IKE" (ส.ค.2527)	-	พายุโซนร้อน	114.0	112,750	66.2
6	พายุไต้ฝุ่น "BETTY" (ส.ค.2530)	139	พายุไต้ฝุ่น	87.7	86,800	51.1
7	พายุไต้ฝุ่น "CARY" (ส.ค.2530)	111	พายุโซนร้อน	88.7	63,200	37.2
8	พายุไต้ฝุ่น "DAN" (ต.ค.2532)	120	พายุไต้ฝุ่น	33.4	7,600	4.5
9	พายุไต้ฝุ่น "BECKY" (ส.ค.2533)	130	พายุไต้ฝุ่น	67.8	56,900	33.5
(พายุกลุ่มที่ 3) 1	พายุดีเปรสชั่น (ก.ย.2521)	-	พายุดีเปรสชั่น	64.8	48,400	28.5
2	พายุโซนร้อน "KIT" (ก.ย.2521)	-	พายุโซนร้อน	94.8	92,500	54.5
3	พายุโซนร้อน "NANCY" (ก.ย.2522)	-	พายุโซนร้อน	137.8	108,100	63.5
4	พายุดีเปรสชั่น (ก.ย.2523)	-	พายุดีเปรสชั่น	84.9	78,900	46.4
5	พายุโซนร้อน "HOPE" (ก.ย.2525)	-	พายุโซนร้อน	132.6	118,300	69.5
(พายุกลุ่มที่ 4) 1	พายุโซนร้อน "HERBERT" (ต.ค.2526)	83	พายุโซนร้อน	48.0	29,000	17.1
2	พายุโซนร้อน "KIM" (ต.ค.2526)	74	พายุโซนร้อน	8.3	-	-
3	พายุโซนร้อน "IRA" (ต.ค.2533)	65	พายุโซนร้อน	69.7	47,100	27.7
4	พายุโซนร้อน "LOLA" (ต.ค.2533)	65	พายุโซนร้อน	27.7	1,100	0.6

ตารางที่ 5-7 การกระจายของปริมาณฝนรวมในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เกิดจากพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัย คิดเป็นร้อยละของพื้นที่

ลำดับ	ปริมาณฝน (มม.)	กลุ่มที่ 1 (ร้อยละ)	กลุ่มที่ 2 (ร้อยละ)	กลุ่มที่ 3 (ร้อยละ)	กลุ่มที่ 4 (ร้อยละ)
	เส้นต่ำสุด				
1	90	70-80	80	90	30-40
2	150	30-40	40	60-70	10-15
3	210	10	15-20	20-30	-
4	270	-	5-10	10	-
	เส้นเฉลี่ย				
1	90	-	50	40	-
2	150	-	20	15	-
	เส้นสูงสุด				
1	90	40-50	25	-	-
2	150	10	5	-	-

ตารางที่ 5-8 การกระจายของปริมาณฝนรายวันสูงสุดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เกิดจากพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัย คิดเป็นร้อยละของพื้นที่

ลำดับ	ปริมาณฝน (มม.)	กลุ่มที่ 1 (ร้อยละ)	กลุ่มที่ 2 (ร้อยละ)	กลุ่มที่ 3 (ร้อยละ)	กลุ่มที่ 4 (ร้อยละ)
	เส้นต่ำสุด				
1	90	40-50	50-60	40-50	20
2	120	20-30	30	20	10-15
3	150	10-15	-	-	-
4	270	-	-	-	-
	เส้นเฉลี่ย				
1	90	-	15-20	10-15	-
2	120	-	10	-	-
3	150	-	-	15	-
	เส้นสูงสุด				
1	90	20	25	-	-
2	120	-	5	-	-
3	150	5	-	-	-

ตารางที่ 5-9 ลุ่มน้ำในพื้นที่ศึกษา และการเกิดอุทกภัย

ลำดับ	รหัสลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	บริเวณที่เกิดอุทกภัย	จำนวนครั้งที่เกิดอุทกภัย	สาเหตุ	รายละเอียดขณะเกิดเหตุการณ์
		ลุ่มน้ำโขง				
1	02.13	แม่น้ำโขงส่วนที่ 4	อ.ท่าลี่	1	ฝน	ปริมาณฝนรวม 97 มม.
2	02.15	แม่น้ำเลยตอนล่าง	อ.เมือง จ.เลย	2	ฝน+น้ำจากตอนบนของลุ่มน้ำ	ฝน 1 วัน 65 มม.
			อ.วังสะพุง			ฝนรวมตกเหนือลุ่มน้ำ 90 มม.ขึ้นไป
3	02.18	น้ำโมง	กิ่ง อ.นาค้อ	1	ฝน	ฝนรวมเฉลี่ย 120 มม.ขึ้นไป เช่น กรณีเกิดจากพายุ BESS, BECKY
			อ.บ้านผือ	1	ฝน	
			อ.ท่าบ่อ	2	ฝน+น้ำโขงเอ่อ	ฝนสะสมเฉลี่ย 50 มม. เช่น พายุ ROY
4	02.19	แม่น้ำโขงส่วนที่ 6	อ.เมือง จ.หนองคาย	3	ฝน+น้ำโขงเอ่อ	มีฝนตกสะสมในลุ่มน้ำเลย และลุ่มน้ำโมงตั้งแต่ 100 มม.ขึ้นไป เช่น พายุ BESS, BECKY รวมกับฝนในพื้นที่ประมาณ 50 มม.
5	02.21	ห้วยหลวง	อ.เมือง จ.อุดรธานี	3	ฝน	ฝนวันเดียว 120 มม. เช่น พายุ SARAH ฝนรวม 2 วัน 90 มม. และฝนล่วงหน้าสะสม 5 วัน 100 มม. เช่น พายุ BECKY
6	02.22	ห้วยต่าน	อ.หนองหาน	1	ฝน	ฝน 1 วัน 140 มม. เกิดจากพายุ CARY
7	02.30	ห้วยทาย	อ.ท่าอุเทน	1	ฝน+น้ำโขงเอ่อ	ฝน 1 วัน 130 มม. และฝนล่วงหน้าสะสม
8	02.31	แม่น้ำโขงส่วนที่ 8	อ.เมือง จ.นครพนม	3	ฝน	ฝน 1 วัน 140 มม. เช่น พายุ BETTY
					ฝน+น้ำโขงเอ่อ	ฝนสะสม สรุปไม่ได้
9	02.33	ห้วยน้ำก่ำ	อ.เมือง จ.สกลนคร	4	ฝน	ฝนสะสม 5 วัน 190 มม. โดยฝนวันสุดท้าย 95 มม. เช่น พายุ BECKY ฝน 1 วัน สรุปไม่ได้
10	02.36	ห้วยมุก	อ.เมือง จ.มุกดาหาร	3	ฝน+น้ำในห้วยมุกเอ่อ เนื่องจากน้ำโขง	ฝนสะสม 2 วัน 180 มม.
11	02.38	แม่น้ำโขงตอนล่าง	อ.เขมราฐ	2	ฝน+น้ำโขงเอ่อ	ฝน สรุปไม่ได้
			อ.ชานุมาน	1	ฝน+น้ำโขง	ฝน 2 วัน 195 มม. เช่น พายุ BESS
		ลุ่มน้ำชี				
1	04.02	ลำน้ำชีตอนบน	อ.หนองบัวแดง	1	ฝน	สรุปไม่ได้ เนื่องจากไม่มีข้อมูลขณะเกิดเหตุการณ์
2	04.05	ลำพันชู	อ.จัตุรัส	2	ฝน	สรุปไม่ได้

ตารางที่ 5-9 ลุ่มน้ำในพื้นที่ศึกษา และการเกิดอุทกภัย (ต่อ)

ลำดับ	รหัสลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	บริเวณที่เกิดอุทกภัย	จำนวนครั้งที่เกิดอุทกภัย	สาเหตุ	รายละเอียดขณะเกิดเหตุการณ์
3	04.06	ลำน้ำชีส่วนที่ 2	อ.เมือง จ.ชัยภูมิ	3	ฝน	ฝน 1 วัน 110 มม. เช่น พายุ SHIRLY
					ฝน+น้ำจากตอนบนของลุ่มน้ำ	สรุปไม่ได้
4	04.08	ลำน้ำชีส่วนที่ 3	อ.บ้านไผ่	2	ฝน	ฝนสะสม 5 วัน 210 มม. เช่น พายุ HOPE
5	04.11	ลำพะเนียง	อ.นากลาง	1	ฝน	สรุปไม่ได้เพราะข้อมูลมีน้อย
			อ.หนองบัวลำภู			
6	04.14	ลำน้ำพองตอนล่าง	อ.เมือง จ.ขอนแก่น	4	ฝน	ฝนสะสม 2 วัน 110 มม. เช่น พายุ BETTY, DAN
7	04.16	ลำน้ำชีส่วนที่ 4	อ.เมืองจ.มหาสารคาม	2	ฝน	ส่วนใหญ่จะเกิดเมื่อมีฝนตกต่อเนื่องเป็นเวลาหลายวัน
				1	ฝน+การหลากของน้ำชี	ปริมาณฝนสะสมเกิน 230 มม. เช่น กรณีพายุ KIT
			อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด	3	ฝน	ส่วนมากจะเกิดจากฝนตกในพื้นที่เป็นเวลาหลายวันจนปริมาณฝนสะสมเกิน 200 มม.
			อ.ธวัชบุรี	2	ฝน+การหลากของน้ำในลำน้ำฝน	- " -
			อ.เสลภูมิ	3		- " -
8	04.17	ลำปาวตอนบน	อ.กุมภวาปี	1	ฝน	ฝน 1 วัน 100 มม.+ ฝนสะสมล่วงหน้าใน 5 วัน 100 มม. ฝนสะสม 3 วัน 150 มม.
9	04.19	ลำปาวตอนล่าง	อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	5	ฝน	
			อ.กัมมลาไสย	1	ฝน+การปล่อยน้ำจากเขื่อนลำปาว	ฝนตกหนักเหนือพื้นที่รับน้ำติดต่อกันเป็นเวลาหลายวัน
10	04.20	ลำน้ำยัง	อ.โพนทอง	3	ฝน	ฝน 1 วัน 100 มม. เช่น พายุ SHIRLY
		ลุ่มน้ำมูล				
1	05.05	ลำตะคอง	อ.เมืองจ.นครราชสีมา	3	ฝน	ฝน 1 วัน 110 มม. เช่น พายุ HERBERT ฝนสะสม 3 วัน 150 มม. เช่น พายุ HOPE

ตารางที่ 5-9 ลุ่มน้ำในพื้นที่ศึกษา และการเกิดอุทกภัย (ต่อ)

ลำดับ	รหัสลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	บริเวณที่เกิดอุทกภัย	จำนวนครั้งที่เกิดอุทกภัย	สาเหตุ	รายละเอียดขณะเกิดเหตุการณ์
2	05.10	ลำปลายมาศ	อ.นางรอง	2	ฝน	ฝนตกทางตอนบนของพื้นที่รับน้ำ ฝน 1 วัน 118 มม. ฝนสะสม 160 มม.
3	05.15	ห้วยตาตง	อ.เมือง จ.บุรีรัมย์	3	ฝน	ฝน 1 วัน 140 มม.
4	05.16	ลำชี	อ.เมือง จ.สุรินทร์	1	ฝน	สรุปไม่ได้
5	05.22	ลำน้ำมูลส่วนที่ 3	อ.เมือง จ.อุบลฯ	7	ฝน	ฝน 1 วัน 110 มม. เช่น พายุ D21, D23 ฝนสะสม 3 วัน 140 มม. เช่น พายุ NANCY, HOPE หากมีฝนตกมาก่อนล่วงหน้าติดต่อกัน ค่าฝนจะเปลี่ยนไป
6	05.23	ห้วยสำราญ	อ.เมือง จ.ศรีสะเกษ	4	ฝนตกตอนบนของพื้นที่รับน้ำ	ปริมาณฝนสรุปไม่ได้

ตารางที่ 5-10 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างพายุหมุนเขตร้อน ฝน และการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

รายละเอียดพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา	ลักษณะการกระจายของฝน และปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษา	รายละเอียดการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา
กลุ่มที่ 1 พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนผ่านเหนือบริเวณตอนกลางและตอนบนของพื้นที่ 1. แหล่งกำเนิด -ทะเลจีนใต้ -มหาสมุทรแปซิฟิค 2. เวลาที่พายุฯ ก่อตัว เดือนมิถุนายน 3. บริเวณที่พายุฯ เคลื่อนตัวเข้าสู่พื้นที่ศึกษา อยู่ระหว่างละติจูด 15 องศาเหนือ - 18 องศาเหนือ ได้แก่ บริเวณจังหวัดนครนายก มุกดาหาร และตอนบนของจังหวัดอุบลราชธานี (รูปที่ 5-5) 4. บริเวณที่พายุฯ มักเคลื่อนผ่านในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ จังหวัดนครนายก สกลนคร อุดรธานี มุกดาหาร กาฬสินธุ์ และพื้นที่ตอนบนของจังหวัดอุบลราชธานี ยโสธร ร้อยเอ็ด ขอนแก่น เลย และพื้นที่ด้านตะวันตกของจังหวัดหนองคาย (รูปที่ 5-5)	1. ฝนรวม (รูปที่ 5-10) -เส้นต่ำสุดแสดงได้ด้วยเส้น 35, 90, 150 และ 210 มม. โดยเส้น 90, 150 และ 210 มม. จะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 70-80%, 30-40% และ 10% ตามลำดับ -เส้นสูงสุด แสดงได้ด้วยเส้น 35, 90 และ 150 มม. โดยเส้น 90 และ 150 มม. จะครอบคลุมพื้นที่ 40-50% และ 10% ตามลำดับ บริเวณที่เคยมีฝนรวมมากกว่า 150 มม. จะอยู่ทางตอนกลางและทางด้านตะวันออกค่อนลงมาทางใต้ ได้แก่ บริเวณจังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด และอุบลราชธานี ปริมาณฝนรวมบางแห่งเคยมีค่ามากกว่า 300 มม. ขึ้นไป ได้แก่ บริเวณจังหวัดกาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด และยโสธร 2. ฝนรายวันสูงสุด (รูปที่ 5-14) เกณฑ์ฝนตกมากจะอยู่บริเวณตอนกลางและด้านตะวันออก บริเวณที่มักเกิดขึ้นบ่อย ๆ ได้แก่ บริเวณจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร และตอนบนของจังหวัดอุบลราชธานี บางแห่งอาจเคยมีฝนตกมากเกินกว่า 150 มม. ขึ้นไป 3. ฝนรายวัน จะตกก่อนหน้าที่พายุเข้าสู่พื้นที่ประมาณ 1 วัน เมื่อพายุฯ เข้ามาจะมีฝนตกหนักถึงหนักมากกระจายเกือบทั่วทั้งภาค โดยฝนตกหนักมากจะอยู่บริเวณใต้แนวของพายุ เมื่อพายุผ่านไปฝนก็จะหยุดตกหรือตกเล็กน้อย 4. ช่วงเวลาฝนตก ในบริเวณต่าง ๆ ของพื้นที่ จะมีระยะเวลาประมาณ 3-4 วัน	1. บริเวณที่มักเกิดอุทกภัยส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำโขง ได้แก่ บริเวณจังหวัดเลย และอุดรธานี ลุ่มน้ำชี ได้แก่ บริเวณจังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด และลุ่มน้ำมูลบางส่วน ได้แก่ บริเวณ จังหวัดอุบลราชธานี (รูปที่ 5-25) 2. สาเหตุการเกิดอุทกภัยส่วนใหญ่มาจากฝนตกหนักในพื้นที่แล้วระบายไม่ทัน

ตารางที่ 5-10 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างพายุหมุนเขตร้อน ฝน และการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

รายละเอียดพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา	ลักษณะการกระจายของฝน และปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษา	รายละเอียดการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา
กลุ่มที่ 2 พายุหมุนเขตร้อนที่แนวทางผ่านตอนบนหรือเฉียดเข้ามาใกล้ตอนบนของพื้นที่ 1. แหล่งกำเนิด -ทะเลจีนใต้ -มหาสมุทรแปซิฟิค 2. เวลาที่พายุฯ ก่อตัว ส่วนใหญ่จะก่อตัวในเดือนสิงหาคม 3. บริเวณที่พายุฯ เคลื่อนตัวเข้าสู่พื้นที่ศึกษา ตั้งแต่ละติจูด 17 องศาเหนือขึ้นไป ซึ่งได้แก่ พื้นที่จังหวัดนครพนม และหนองคาย (รูปที่ 5-6) 4. บริเวณที่พายุฯ มักพาดผ่านในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ จังหวัดนครพนม สกลนคร หนองคาย อุดรธานี และจังหวัดเลย (รูปที่ 5-6)	1. ฝนรวม (รูปที่ 5-11) -เส้นต่ำสุด แสดงได้ด้วยเส้น 35, 90, 150, 210 และ 270 มม. โดยเส้น 90. 150, 210 และ 270 มม. จะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 80% 40%, 15-20% และ 5-10% ตามลำดับ -เส้นเฉลี่ย แสดงได้ด้วยเส้น 35, 90 และ 150 มม. โดยเส้น 90 และ 150 มม. จะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 50% และ 20% ตามลำดับ -เส้นต่ำสุด แสดงได้ด้วยเส้น 35, 90 และ 150 มม. โดยเส้น 90 และ 150 จะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 25% และ 5% ตามลำดับ บริเวณที่เคยมีฝนรวมมากกว่า 150 มม. จะอยู่ทางตอนบนและด้านตะวันออกของภาค ได้แก่ จังหวัดหนองคาย สกลนคร นครพนม มุกดาหาร กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด ยโสธร และอุบลราชธานี ปริมาณฝนรวมบางแห่งเคยมีค่าสูงกว่า 300 มม. ขึ้นไป ได้แก่ บริเวณจังหวัดนครพนม และอุบลราชธานี เป็นต้น 2. ฝนรายวันสูงสุด (รูปที่ 5-15) เกณฑ์ฝนหนักมากตั้งแต่ 90 มม. ขึ้นไป ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณทางตอนบนและด้านตะวันออกของภาค โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดนครพนม สกลนคร และตอนบนของจังหวัดอุบลราชธานี เคยมีเกณฑ์ฝนหนักมากเกินกว่าร้อยละ 50 ขึ้นไป บางแห่งอาจเคยมีฝนหนักมากเกินกว่า 150 มม. หรือ 200 มม. ขึ้นไป	1. บริเวณที่มักเกิดอุทกภัยส่วนใหญ่จะเป็นด้านบน และด้านตะวันออกของภาค ด้านบน ได้แก่ บริเวณจังหวัดเลย หนองคาย และอุดรธานี ซึ่งอยู่ในลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำชี ได้แก่ บริเวณจังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น กาฬสินธุ์ ส่วนทางด้านตะวันออก ได้แก่ บริเวณจังหวัดนครพนม มุกดาหาร และพื้นที่ตอนบนของจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งอยู่ในลุ่มน้ำโขง และลุ่มน้ำมูลบางส่วน (รูปที่ 5-26) 2. สาเหตุการเกิดอุทกภัย -เกิดจากมีฝนตกหนักในพื้นที่โดยตรง ได้แก่ บริเวณจังหวัดเลย อุดรธานี ชัยภูมิ ขอนแก่น กาฬสินธุ์ และพื้นที่ส่วนในของจังหวัดอุบลราชธานี ได้แก่ อำเภออำนาจเจริญ อำเภอพนา ตระการพืชผล เป็นต้น -เกิดจากฝน+น้ำโขงเอ่อ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่ติดแม่น้ำโขง ได้แก่ จังหวัดหนองคาย นครพนม มุกดาหาร และทางด้านตะวันออกของจังหวัดอุบลราชธานี

ตารางที่ 5-10 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างพายุหมุนเขตร้อน ฝน และการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

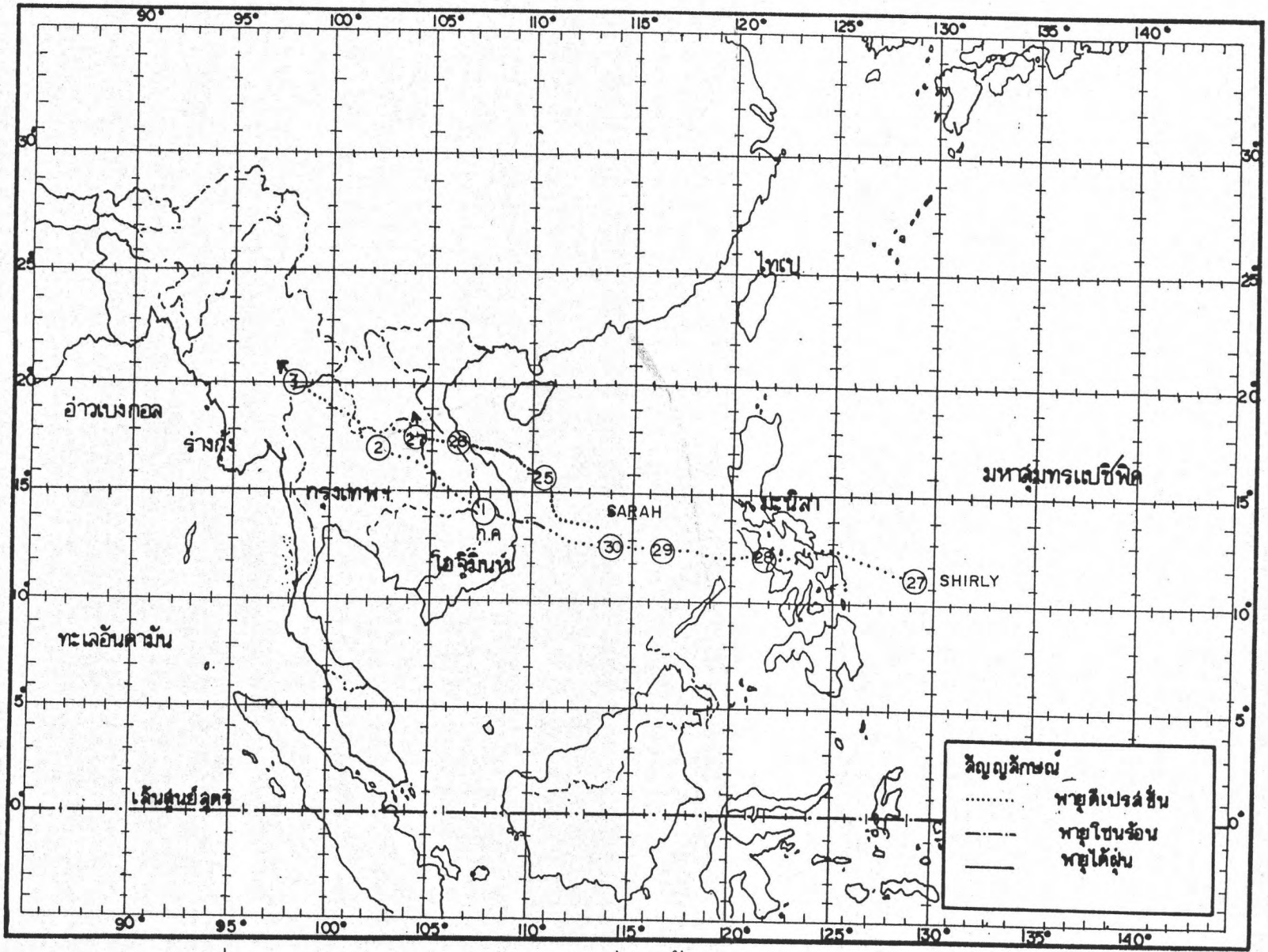
รายละเอียดพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา	ลักษณะการกระจายของฝน และปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษา	รายละเอียดการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา
	3. ฝนรายวัน จะตกล่วงหน้าก่อนที่พายุจะเข้าสู่พื้นที่ หรือเข้ามาใกล้ที่สุด (กรณีแนวพายุฯ ไม่ผ่านพื้นที่) ประมาณ 1-2 วัน โดยเริ่มตกทางด้านตะวันออก แล้วกระจายเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เกือบทั่วทั้งพื้นที่ แล้วเบาบางลงเมื่อพายุผ่านไป 4. ช่วงเวลาฝนตกในบริเวณต่าง ๆ ของพื้นที่ จะมีเวลาประมาณ 3-5 วัน	
กลุ่มที่ 3 พายุหมุนเขตร้อนที่แนวพาดผ่านบริเวณตอนกลางของภาค 1. แหล่งกำเนิด ส่วนใหญ่จะก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้ 2. เวลาที่พายุฯ ก่อตัว เดือนกันยายน 3. บริเวณที่พายุฯ เคลื่อนตัวเข้าสู่พื้นที่ศึกษา บริเวณละติจูด 16-18 องศาเหนือ ได้แก่ จังหวัดมุกดาหาร และนครพนม (รูปที่ 5-7) 4. บริเวณที่พายุฯ มักพาดผ่านในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ จังหวัดนครพนม มุกดาหาร กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ขอนแก่น และชัยภูมิ บริเวณตอนล่างของจังหวัดสกลนคร อุดรธานี และเลย และบริเวณตอนบนของจังหวัดยโสธร ร้อยเอ็ด บุรีรัมย์ และนครราชสีมา (รูปที่ 5-7)	1. ฝนรวม (รูปที่ 5-12) -เส้นต่ำสุด แสดงได้ด้วยเส้น 35, 90, 150, 210 และ 270 มม. โดยเส้น 90, 150, 210 และ 270 จะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 90%, 60-70%, 20-30% และ 10% ตามลำดับ -เส้นเฉลี่ย แสดงได้ด้วยเส้น 35, 90 และ 150 มม. โดยเส้น 90 และ 150 มม. จะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 40% และ 15% ตามลำดับ บริเวณที่เคยมีฝนรวมมากกว่า 150 มม. จะอยู่บริเวณตอนกลางของภาค โดยเฉพาะบริเวณบางพื้นที่ของจังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น มหาสารคาม บุรีรัมย์ และศรีสะเกษ ซึ่งเคยมีฝนหนักมากในเกณฑ์ดังกล่าวมากกว่าร้อยละ 50 ขึ้นไป ปริมาณฝนรวมบางแห่งเคยมีค่าสูงกว่า 300 มม. ขึ้นไป ได้แก่ บริเวณจังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น อุบลราชธานี และ ฯลฯ ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้แนวของพายุ	1. บริเวณที่มักเกิดอุทกภัยส่วนใหญ่คือบริเวณตอนกลางและตอนล่างของภาค ซึ่งอยู่ในลุ่มน้ำชี ได้แก่ บริเวณจังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด ส่วนในลุ่มน้ำมูล ได้แก่ บริเวณจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี และมีบางส่วนของลุ่มแม่น้ำโขง ได้แก่ บริเวณจังหวัดเลย (รูปที่ 5-27) 2. สาเหตุการเกิดอุทกภัย ส่วนใหญ่มาจากฝนตกหนักในพื้นที่โดยตรง ยกเว้นบริเวณจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม และร้อยเอ็ด บางอำเภอ ซึ่งอาจเกิดจากการหลากของลำน้ำชีเนื่องจากการปล่อยน้ำจากเขื่อนอุบลรัตน์ หรือบริเวณตอนใต้ของเขื่อนลำปาว ได้แก่ พื้นที่ในจังหวัดกาฬสินธุ์ และร้อยเอ็ดบางส่วนที่เกิดจากการปล่อยน้ำจากเขื่อนลำปาวรวมกับฝนที่ตกในพื้นที่โดยตรง

ตารางที่ 5-10 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างพายุหมุนเขตร้อน ฝน และการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

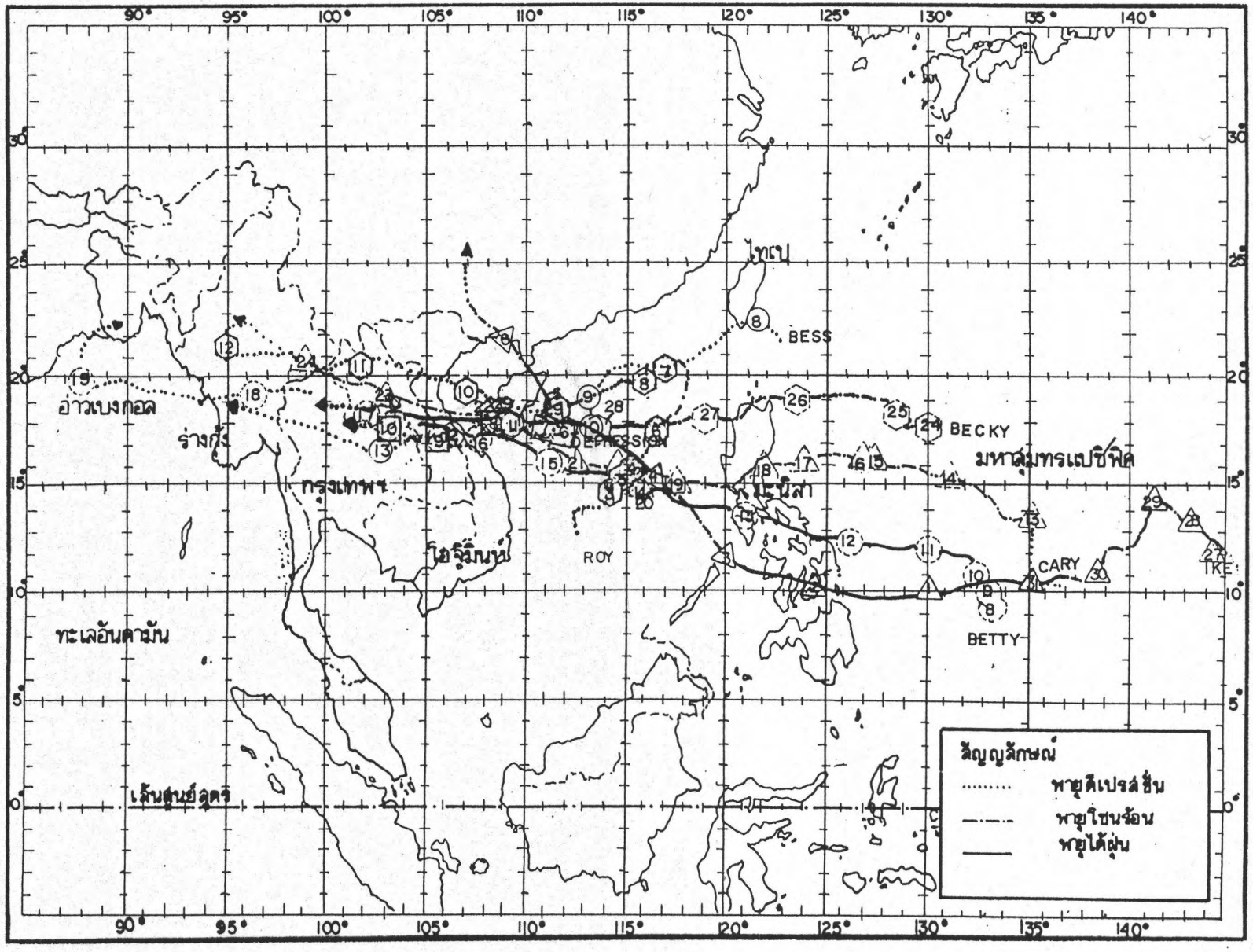
รายละเอียดพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา	ลักษณะการกระจายของฝน และปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษา	รายละเอียดการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา
	2. ฝนรายวันสูงสุด (รูปที่ 5-16) เกณฑ์ฝนหนักมาก 90 มม. ขึ้นไป ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณตอนกลางและด้านตะวันออกของภาค โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น และบริเวณรอยต่อระหว่างจังหวัดร้อยเอ็ด ยโสธร สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี เคยมีฝนในเกณฑ์ดังกล่าวมากกว่าร้อยละ 50 บางแห่งอาจเคยมีฝนหนักมากกว่า 150 หรือ 200 มม. 3. ฝนรายวัน จะตกล่วงหน้าก่อนที่พายุจะเข้าสู่พื้นที่ประมาณ 1-2 วัน เมื่อพายุเข้าสู่พื้นที่จะตกกระจายเกือบทั่วทั้งภาค หรือบางครั้งก็ทั่วทั้งภาค แต่บริเวณฝนหนักมากจะอยู่ใกล้แนวของพายุทางด้านใต้ 4. ช่วงเวลาฝนตก จะมีระยะเวลาประมาณ 3-5 วัน ในบริเวณต่าง ๆ ของพื้นที่	
กลุ่มที่ 4 พายุหมุนเขตร้อนที่แนวพาดผ่านหรือเฉียดเข้ามาใกล้ตอนล่างของพื้นที่ 1. แหล่งกำเนิด ทะเลจีนใต้ 2. เวลาที่พายุฯ ก่อตัว เดือนตุลาคม 3. บริเวณที่พายุฯ เคลื่อนตัวเข้าสู่พื้นที่ศึกษา ตั้งแต่ละติจูด 15 องศาเหนือลงมา (รูปที่ 5-8) 4. บริเวณที่พายุฯ มักพาดผ่านในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ พื้นที่ตอนล่างของจังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์ และนครราชสีมา (รูปที่ 5-8)	1. ฝนรวม (รูปที่ 5-13) -เส้นต่ำสุด แสดงได้ด้วยเส้น 35, 90 และ 150 มม. ตามลำดับ บริเวณที่เคยมีฝนรวมมากกว่า 150 มม. ขึ้นไป จะอยู่บริเวณจังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ และสุรินทร์ ปริมาณฝนรวมบางแห่งเคยมีค่ามากกว่า 200 มม. ได้แก่ ทางด้านใต้ของจังหวัดบุรีรัมย์	1. บริเวณที่มักเกิดอุทกภัย ส่วนใหญ่จะอยู่ทางตอนใต้ของภาคซึ่งอยู่ในลุ่มน้ำมูล ได้แก่ บริเวณจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ และศรีสะเกษ ลุ่มน้ำชี ได้แก่ บริเวณจังหวัดชัยภูมิ และพื้นที่บางส่วนของจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม ยโสธร และอุบลราชธานี 2. สาเหตุการเกิดอุทกภัยเนื่องมาจากฝนตกหนักในพื้นที่โดยตรง

ตารางที่ 5-10 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างพายุหมุนเขตร้อน ฝน และการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

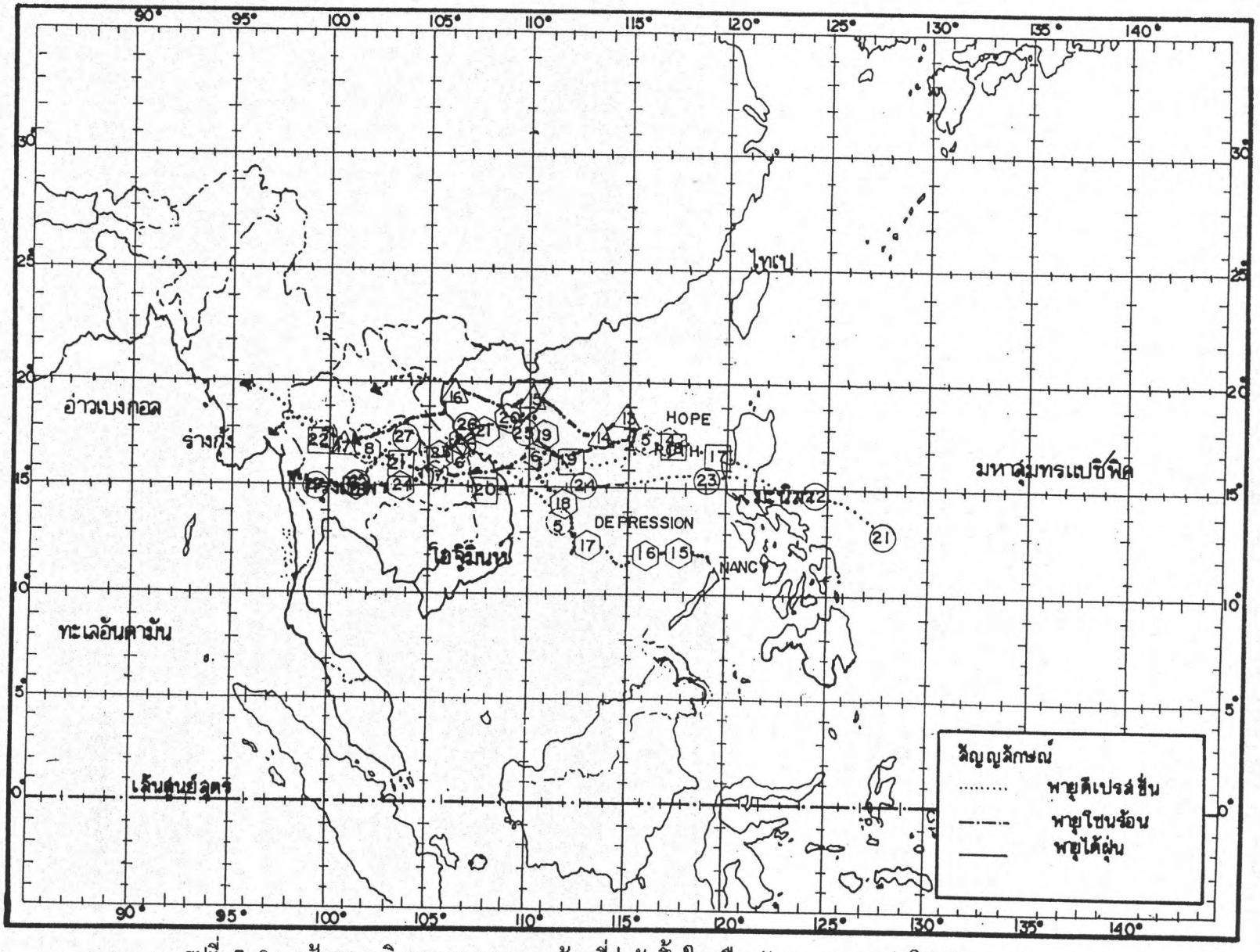
รายละเอียดพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา	ลักษณะการกระจายของฝน และปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษา	รายละเอียดการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา
	2. ฝนรายวันสูงสุด (รูปที่ 5-7) เกณฑ์ฝนหนักมาก จะอยู่บริเวณ ด้านตะวันตกเฉียงใต้ ได้แก่ บริเวณจังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ และสุรินทร์ ฝนรายวันสูงสุดของพายุกลุ่มนี้มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับฝนรายวันสูงสุดที่เกิดจากพายุกลุ่มอื่น ๆ 3. ฝนรายวัน มีรูปแบบการกระจายไม่ค่อยจะแน่นอน แต่ส่วนใหญ่จะมีฝนตกไม่เกิน 50% ของพื้นที่ 4. ช่วงเวลาฝนตก ในบริเวณต่าง ๆ ของพื้นที่จะมีระยะเวลาประมาณ 1-4 วัน หรือมากกว่า	



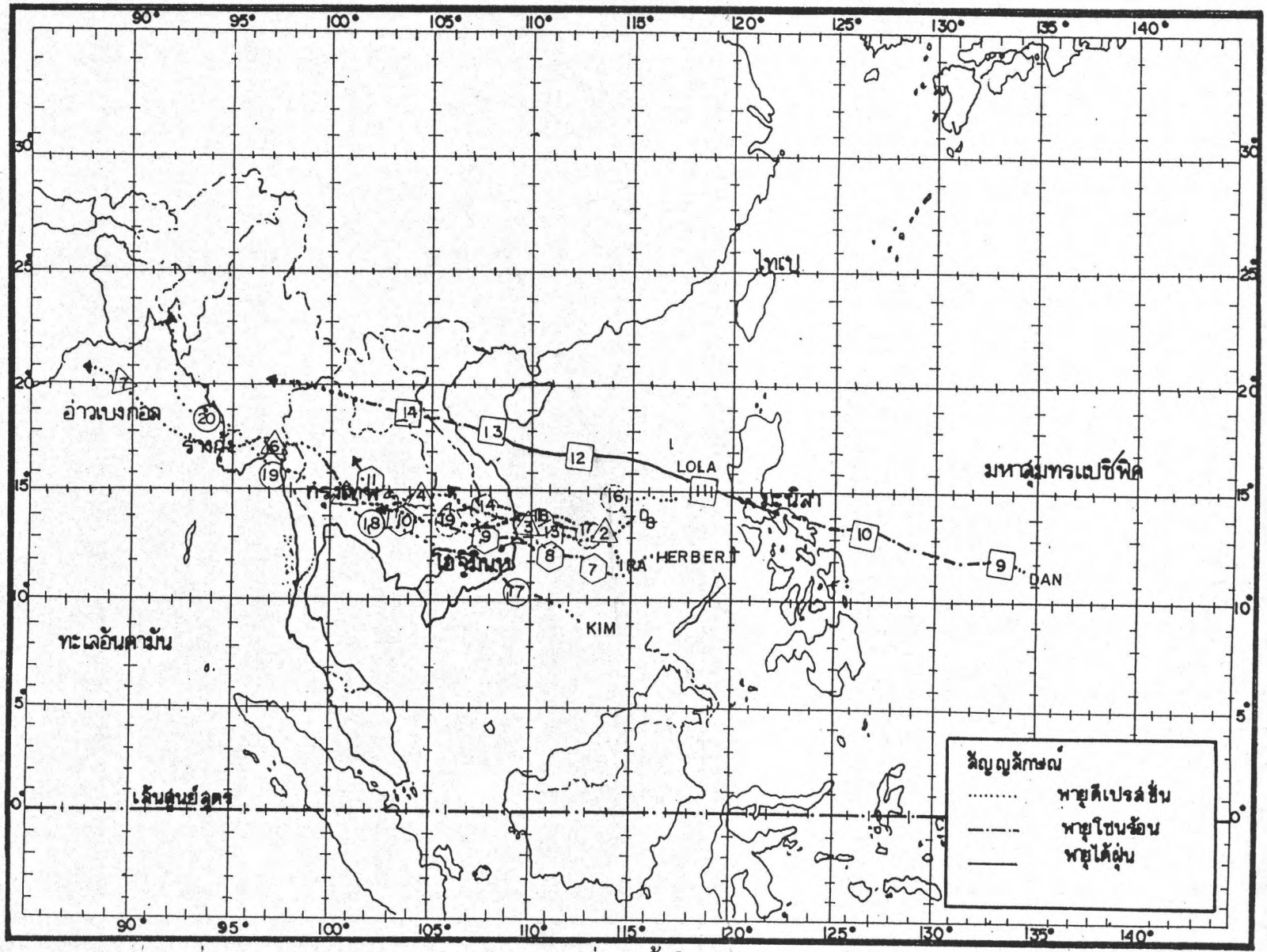
รูปที่ 5-1 เส้นทางเดินของพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวขึ้นในเดือนมิถุนายน และก่อให้เกิดอุทกภัย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ.2519-2533)



รูปที่ 5-2 เส้นทางเดินของพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวขึ้นในเดือนสิงหาคม และก่อให้เกิดอุทกภัย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ. 2519-2533)

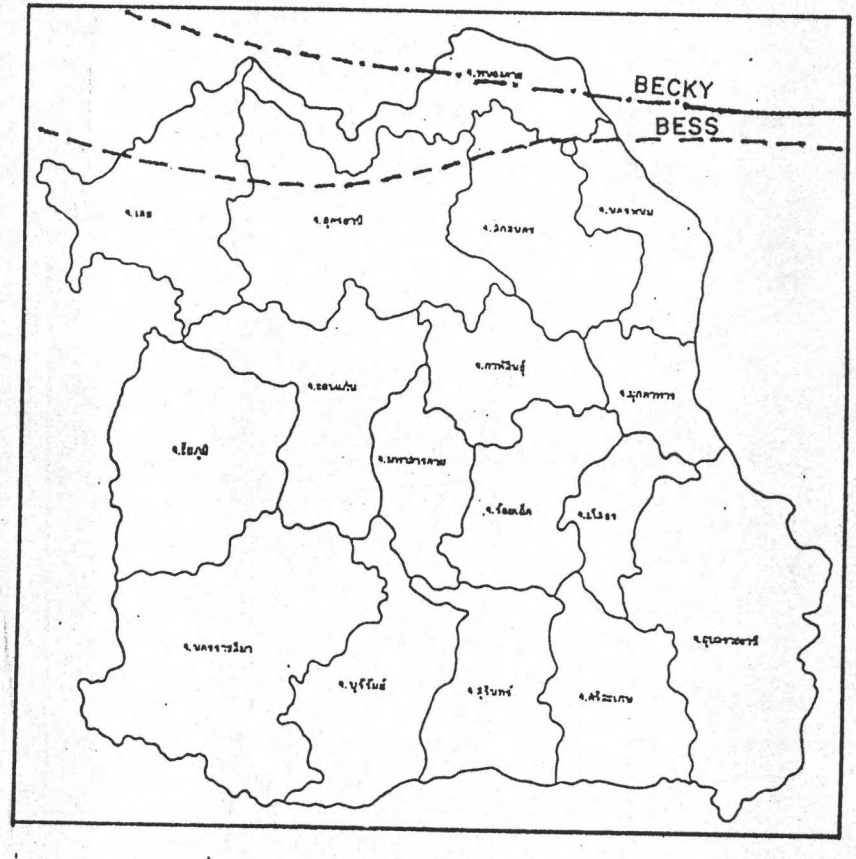


รูปที่ 5-3 เส้นทางเดินของพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวขึ้นในเดือนกันยายน และก่อให้เกิดอุทกภัย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ.2519-2533)

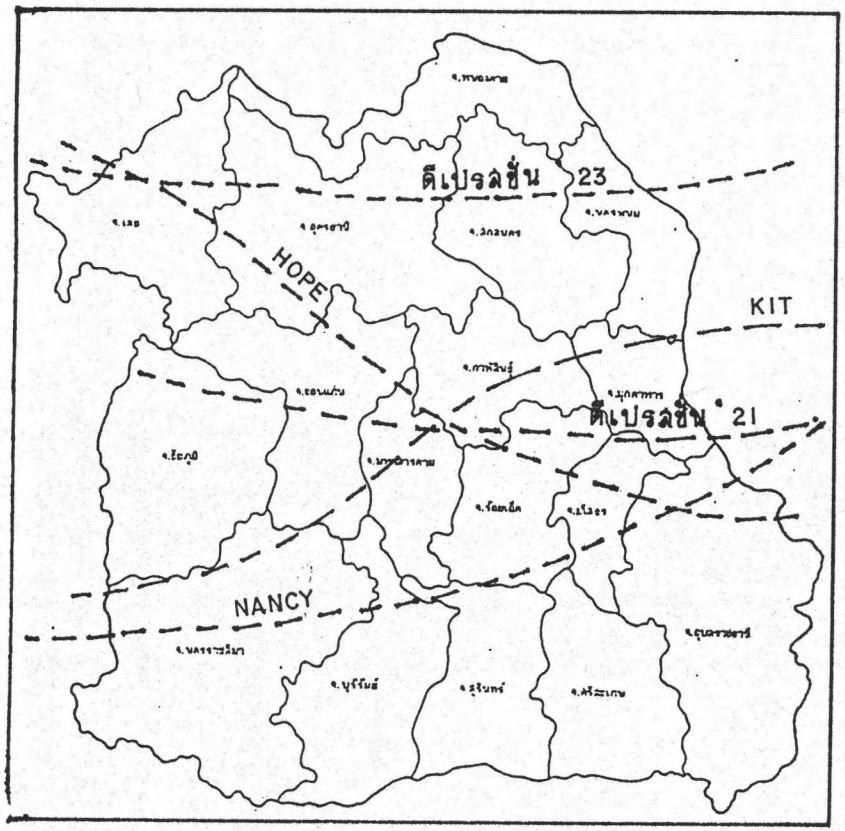


รูปที่ 5-4 เส้นทางเดินของพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวขึ้นในเดือนตุลาคม และก่อให้เกิดอุทกภัย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ.2519-2533)

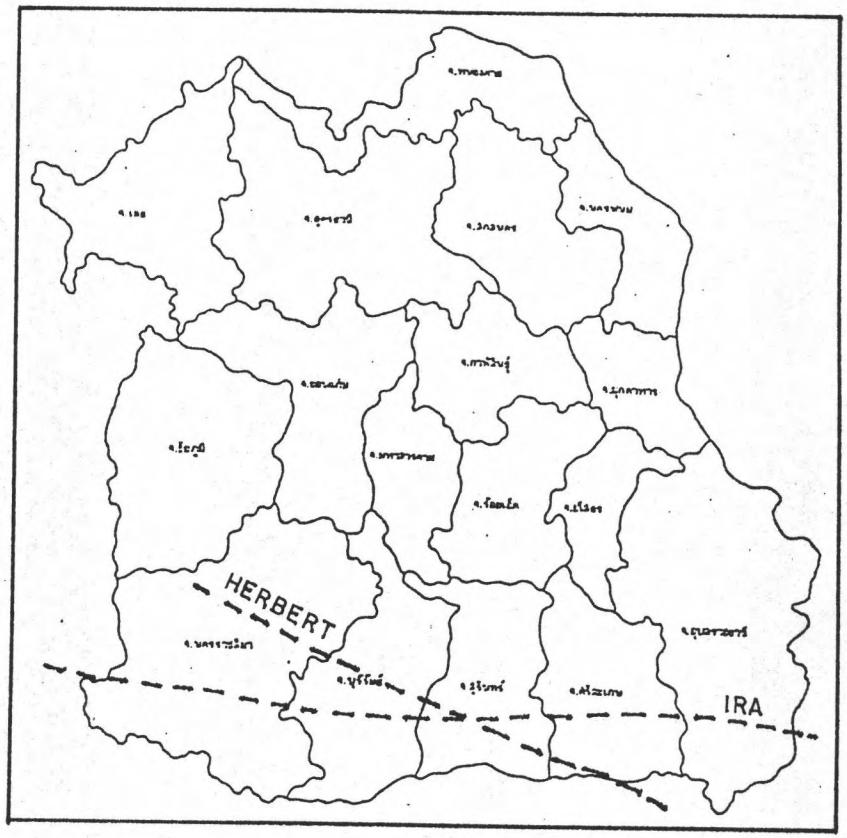
รูปที่ 5-5 บริเวณที่พายุหมุนเขตร้อนกลุ่มที่ 1 ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยเคลื่อนผ่านในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ. 2519-2533)



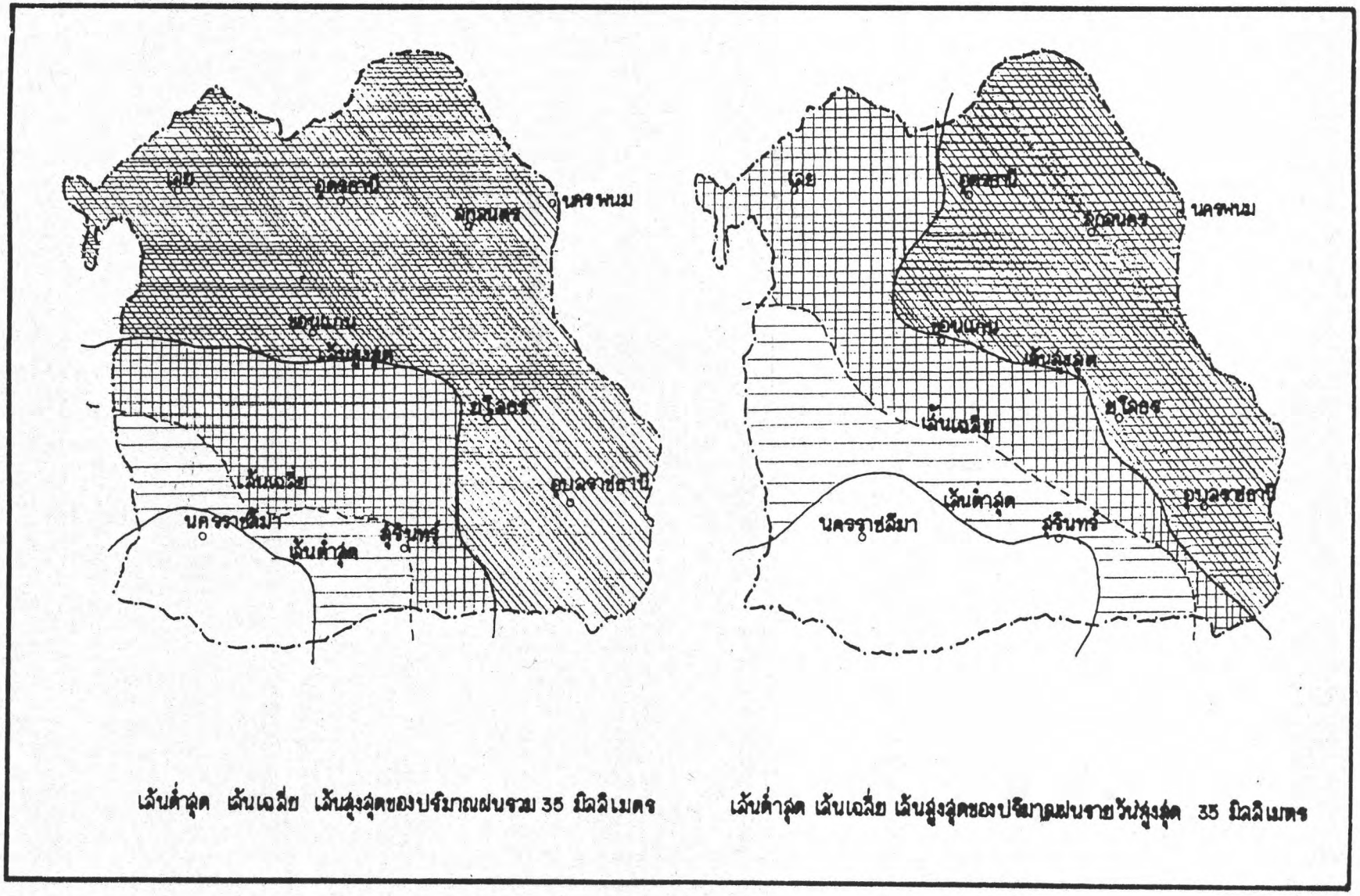
รูปที่ 5-6 บริเวณที่พายุหมุนเขตร้อนกลุ่มที่ 2 ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยเคลื่อนผ่านในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ. 2519-2533)



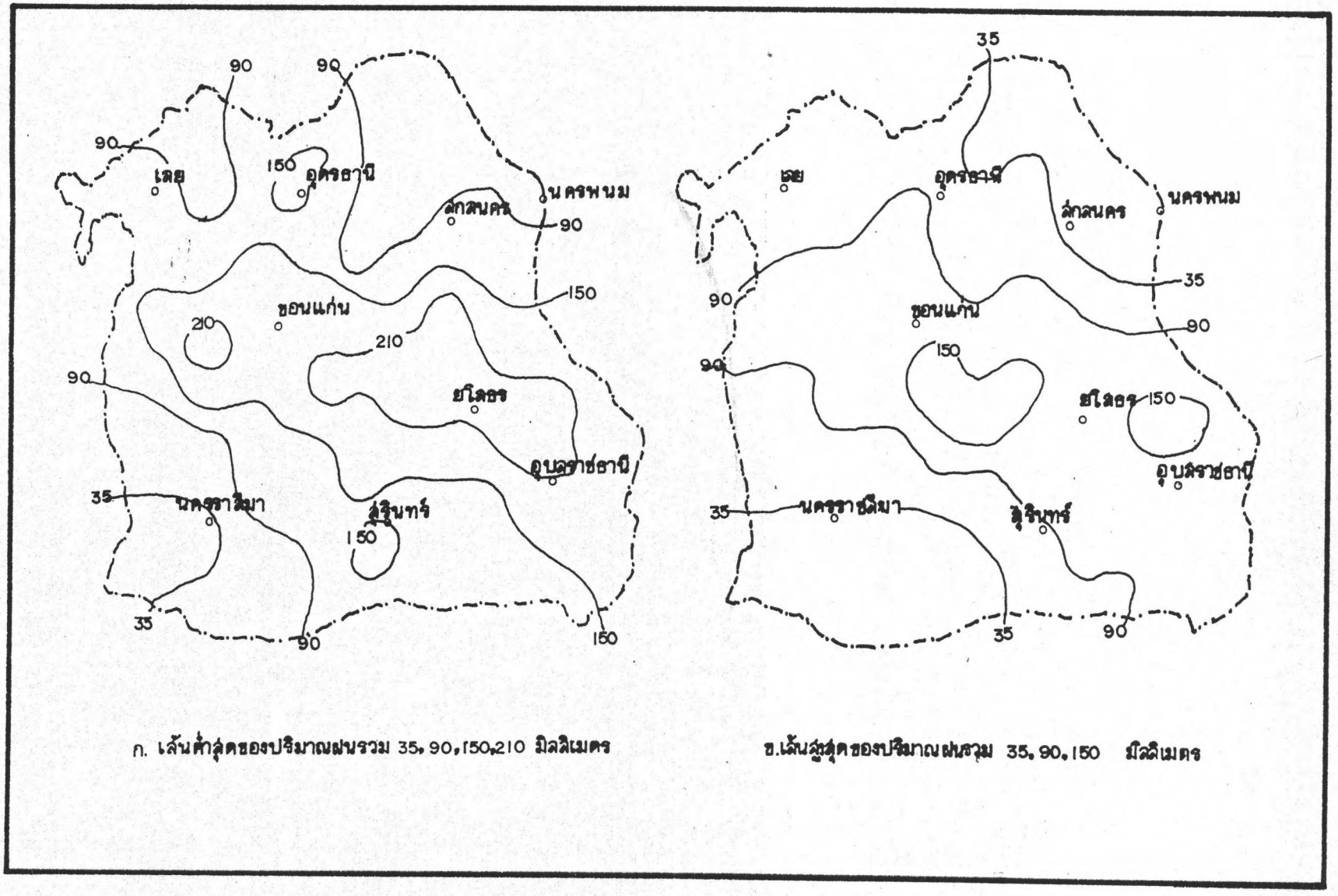
รูปที่ 5-7 บริเวณที่พายุหมุนเขตร้อนกลุ่มที่ 3 ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยเคลื่อนผ่านในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ.2519-2533)



รูปที่ 5-8 บริเวณที่พายุหมุนเขตร้อนกลุ่มที่ 4 ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยเคลื่อนผ่านในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ.2519-2533)



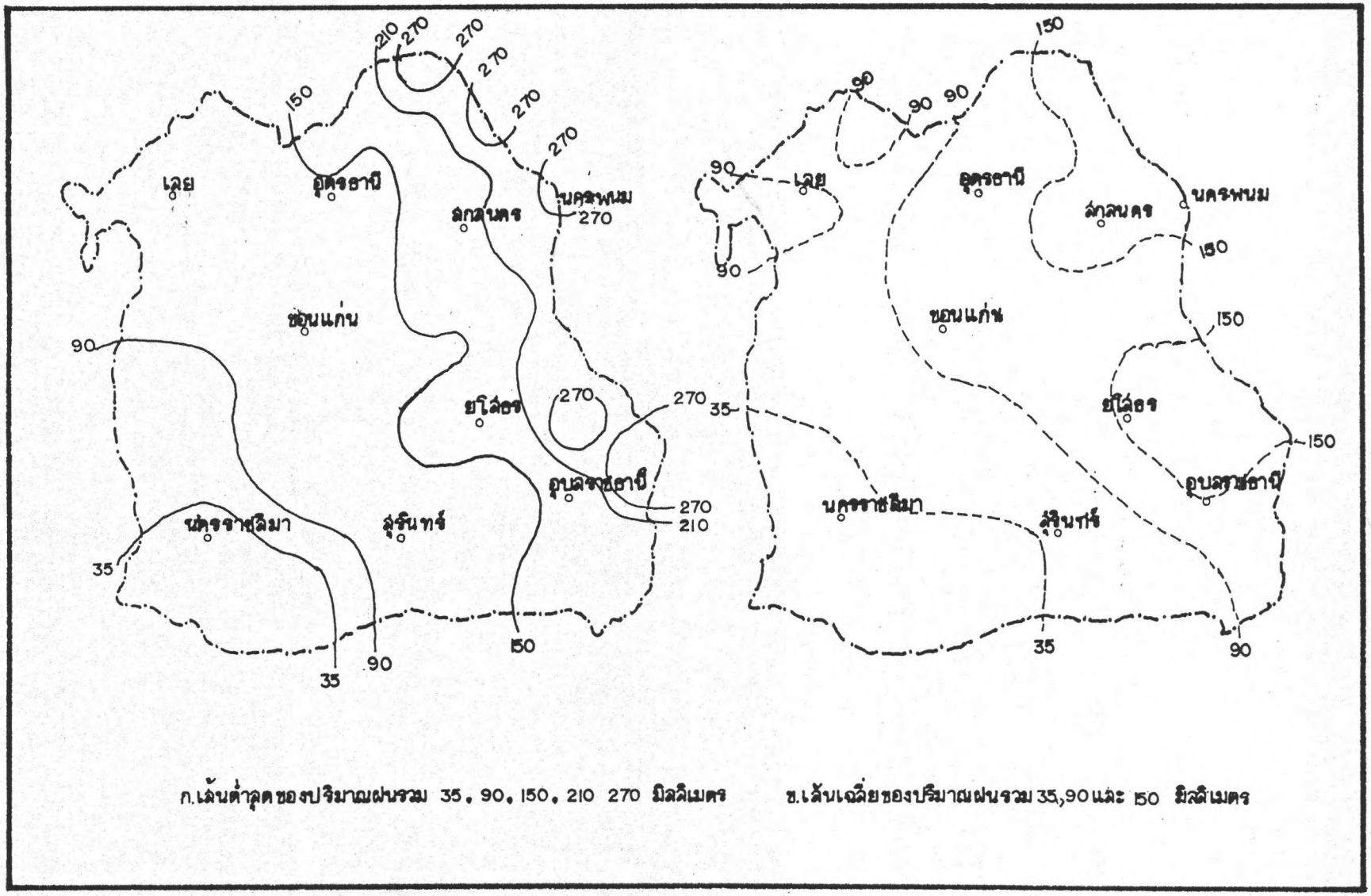
รูปที่ 5-9 ตัวอย่างการเขียนเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากันต่ำสุด เส้นเฉลี่ยและเส้นสูงสุดของปริมาณฝนในเกณฑ์ 35 มม.



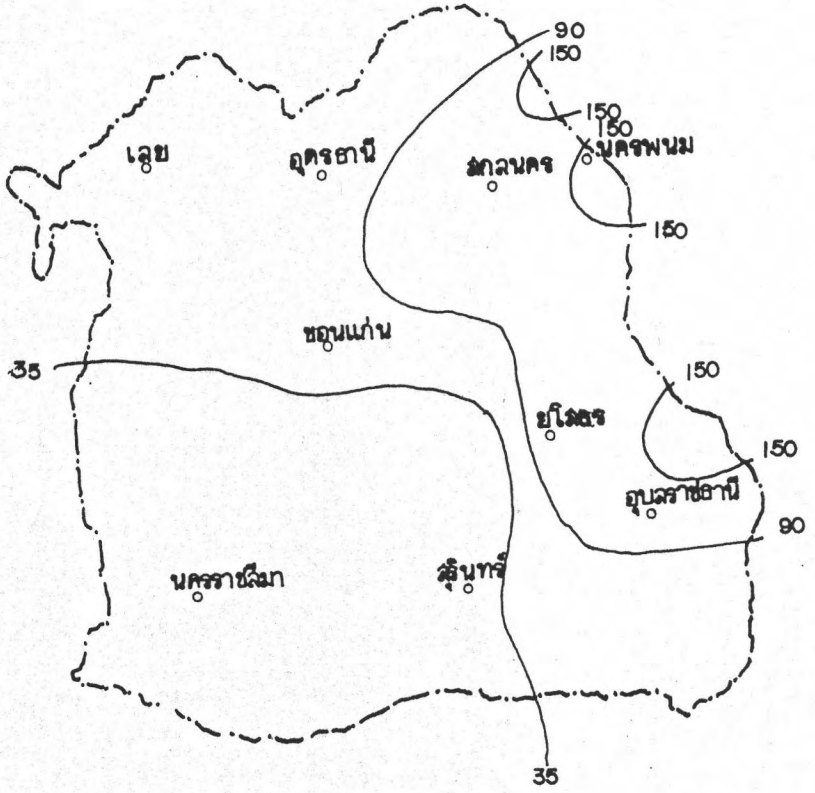
ก. เส้นต่ำสุดของปริมาณฝนรวม 35, 90, 150, 210 มิลลิเมตร

ข. เส้นสูงสุดของปริมาณฝนรวม 35, 90, 150 มิลลิเมตร

รูปที่ 5-10 ลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวมที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มที่ 1 (พ.ศ. 2519-2533)

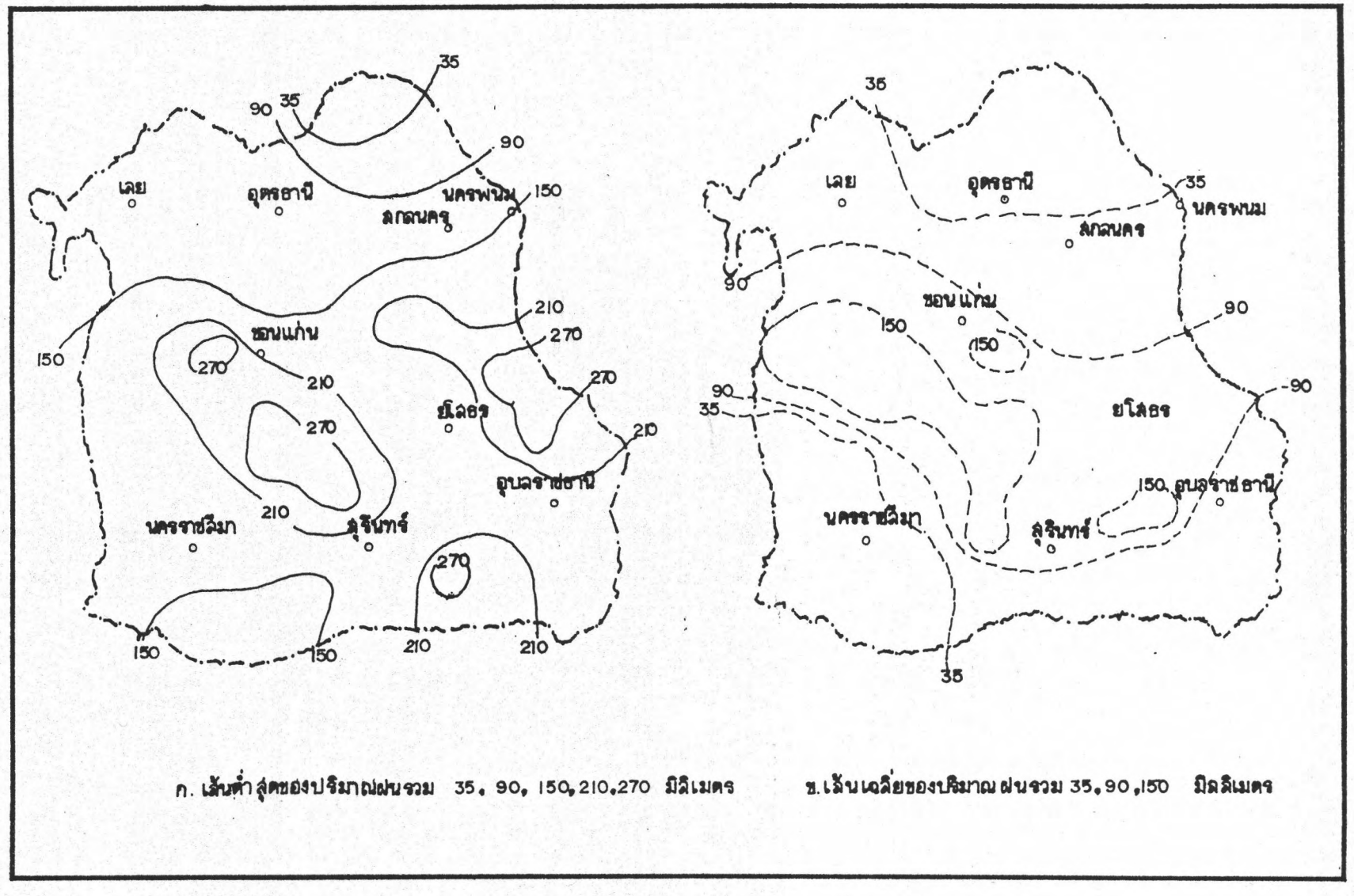


รูปที่ 5-11 ลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวมที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มที่ 2 (พ.ศ.2519-2533)



ค. เส้นสูงสุดของปริมาณฝนรวม 35, 90, 150. มิลลิเมตร

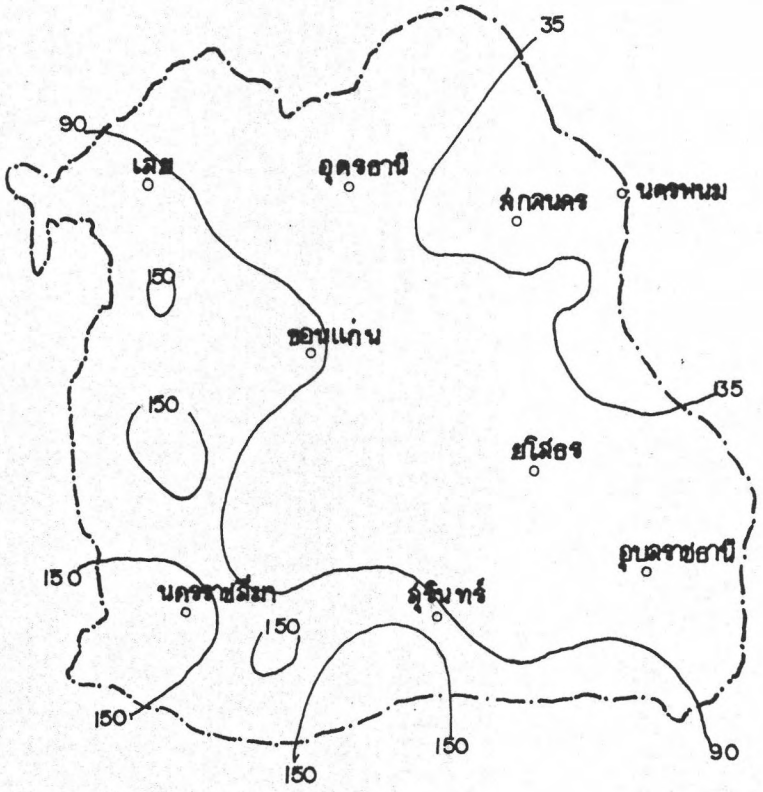
รูปที่ 5-11 ลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวมที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มที่ 2 (พ.ศ.2519-2533) (ต่อ)



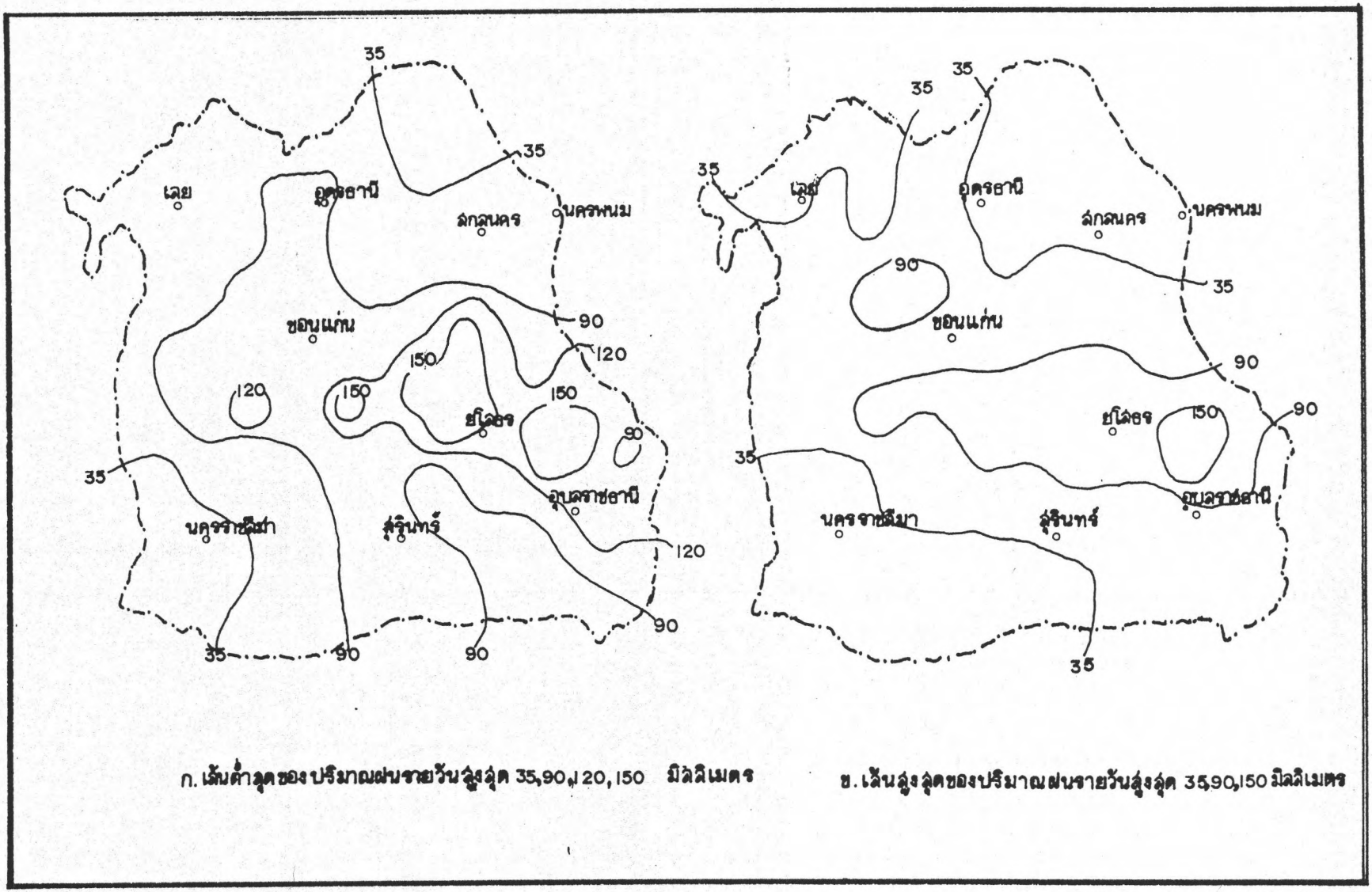
ก. เส้นต่ำสุดของปริมาณฝนรวม 35, 90, 150, 210, 270 มิลลิเมตร

ข. เส้นเฉลี่ยของปริมาณฝนรวม 35, 90, 150 มิลลิเมตร

รูปที่ 5-12 ลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวมที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มที่ 3 (พ.ศ.2519-2533)



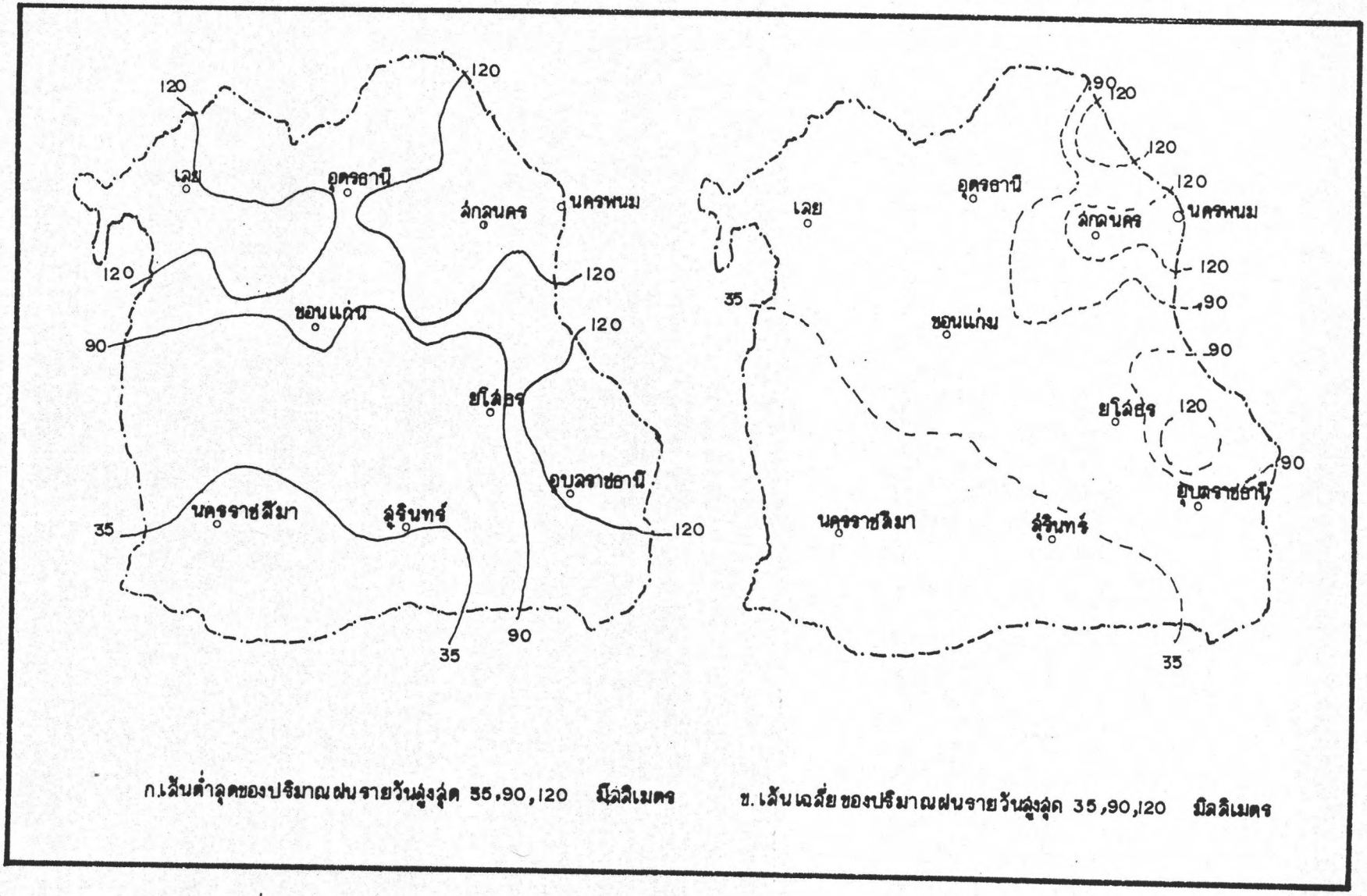
รูปที่ 5-13 ลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรวมที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มที่ 4 (พ.ศ.2519-2533)



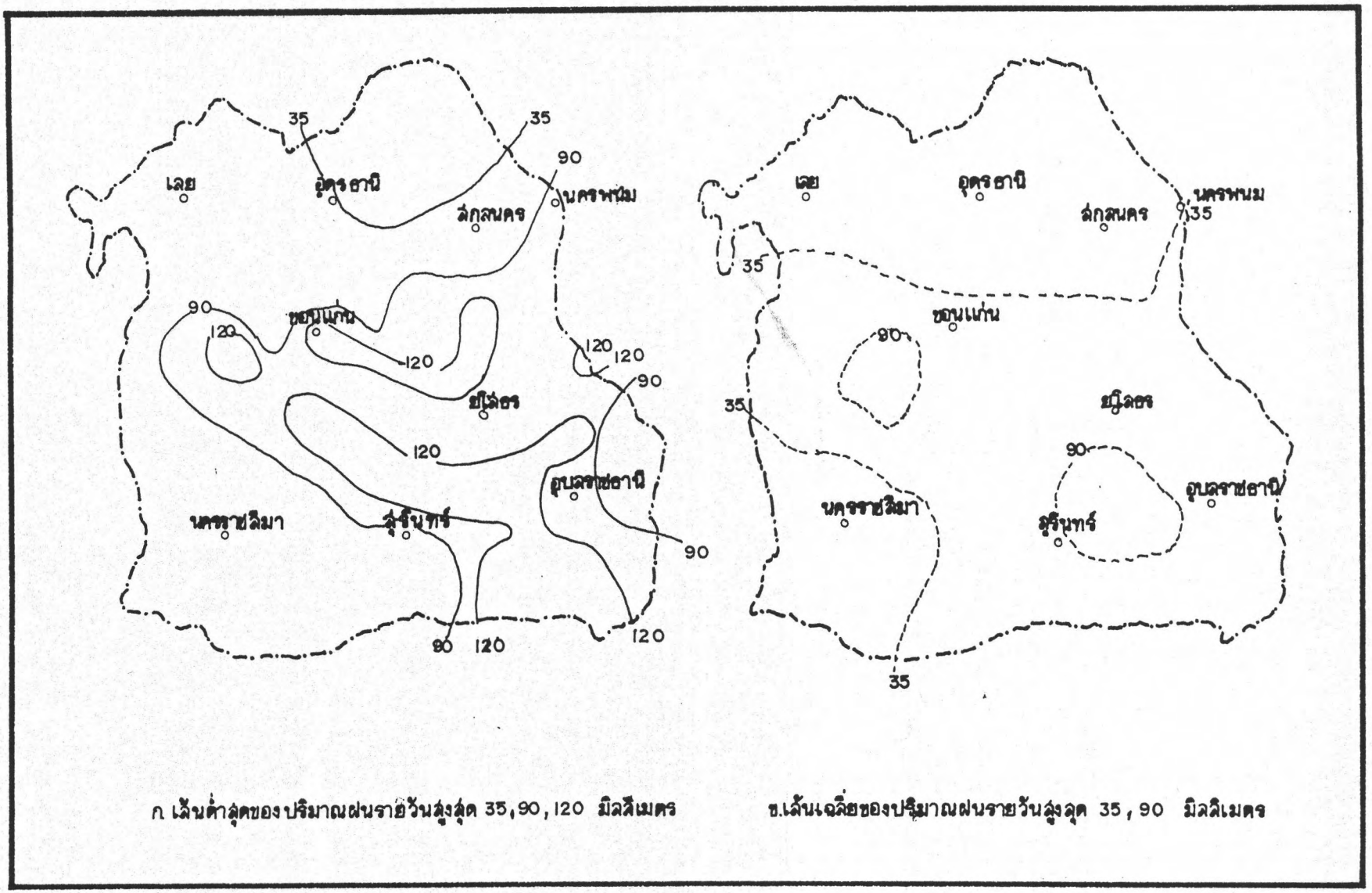
ก. เส้นต่ำสุดของปริมาณฝนรายวันสูงสุด 35,90,120,150 มิลลิเมตร

ข. เส้นสูงสุดของปริมาณฝนรายวันสูงสุด 35,90,150 มิลลิเมตร

รูปที่ 5-14 ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุดที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มที่ 1 (พ.ศ.2519-2533)



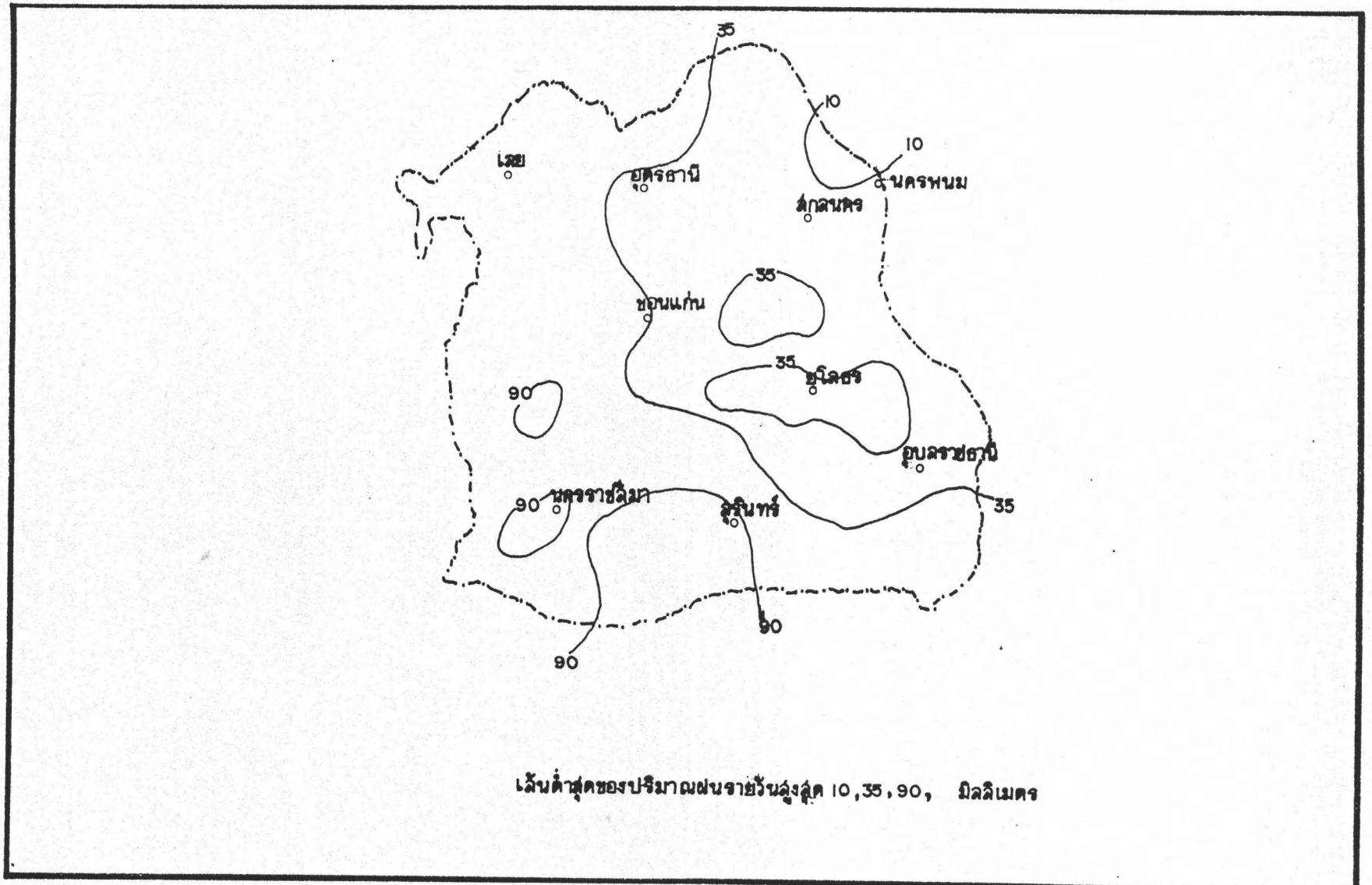
รูปที่ 5-15 ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุดที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มที่ 2 (พ.ศ.2519-2533)



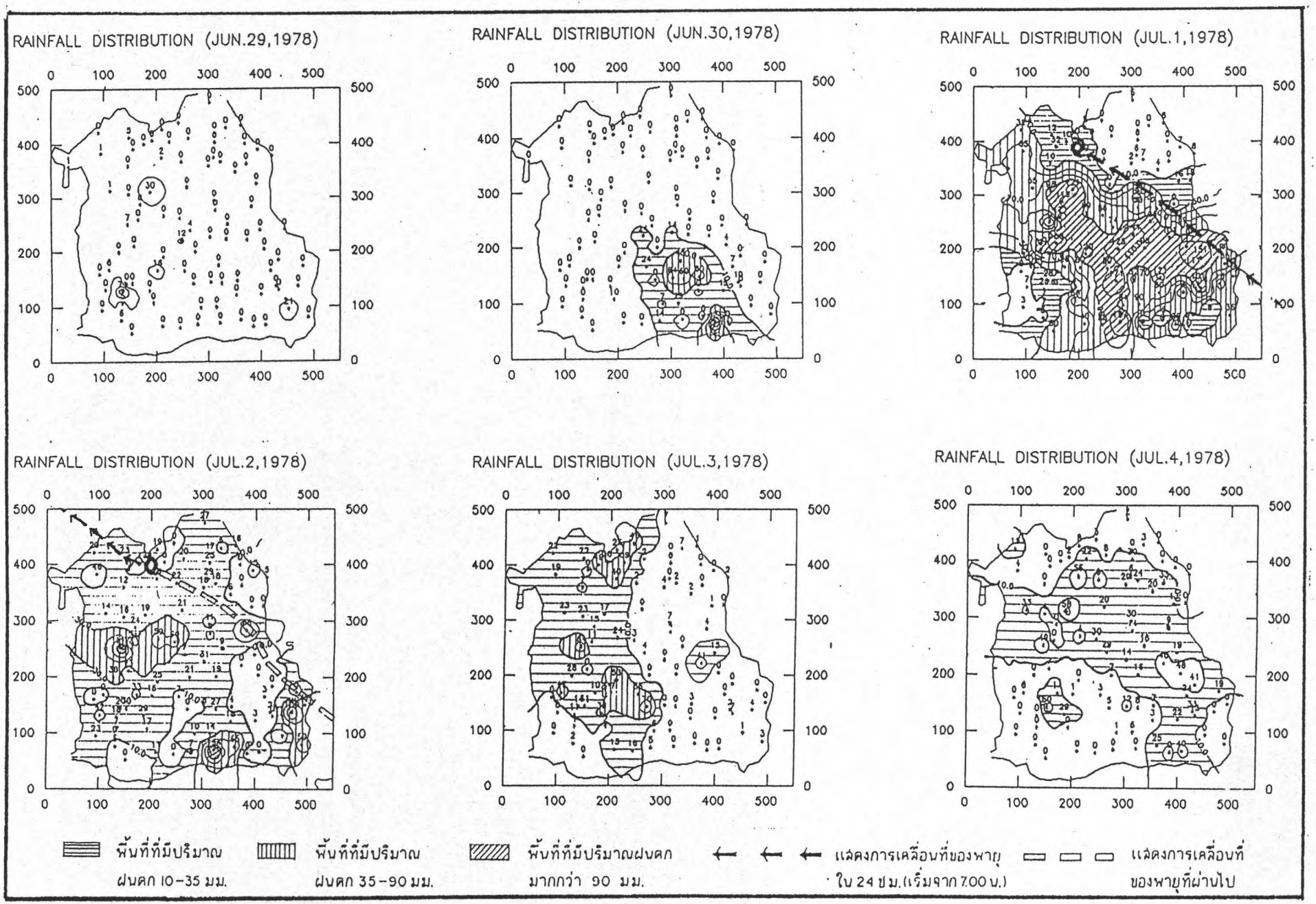
ก เส้นต่ำสุดของปริมาณฝนรายวันสูงสุด 35, 90, 120 มิลลิเมตร

ข.เส้นเฉลี่ยของปริมาณฝนรายวันสูงสุด 35 , 90 มิลลิเมตร

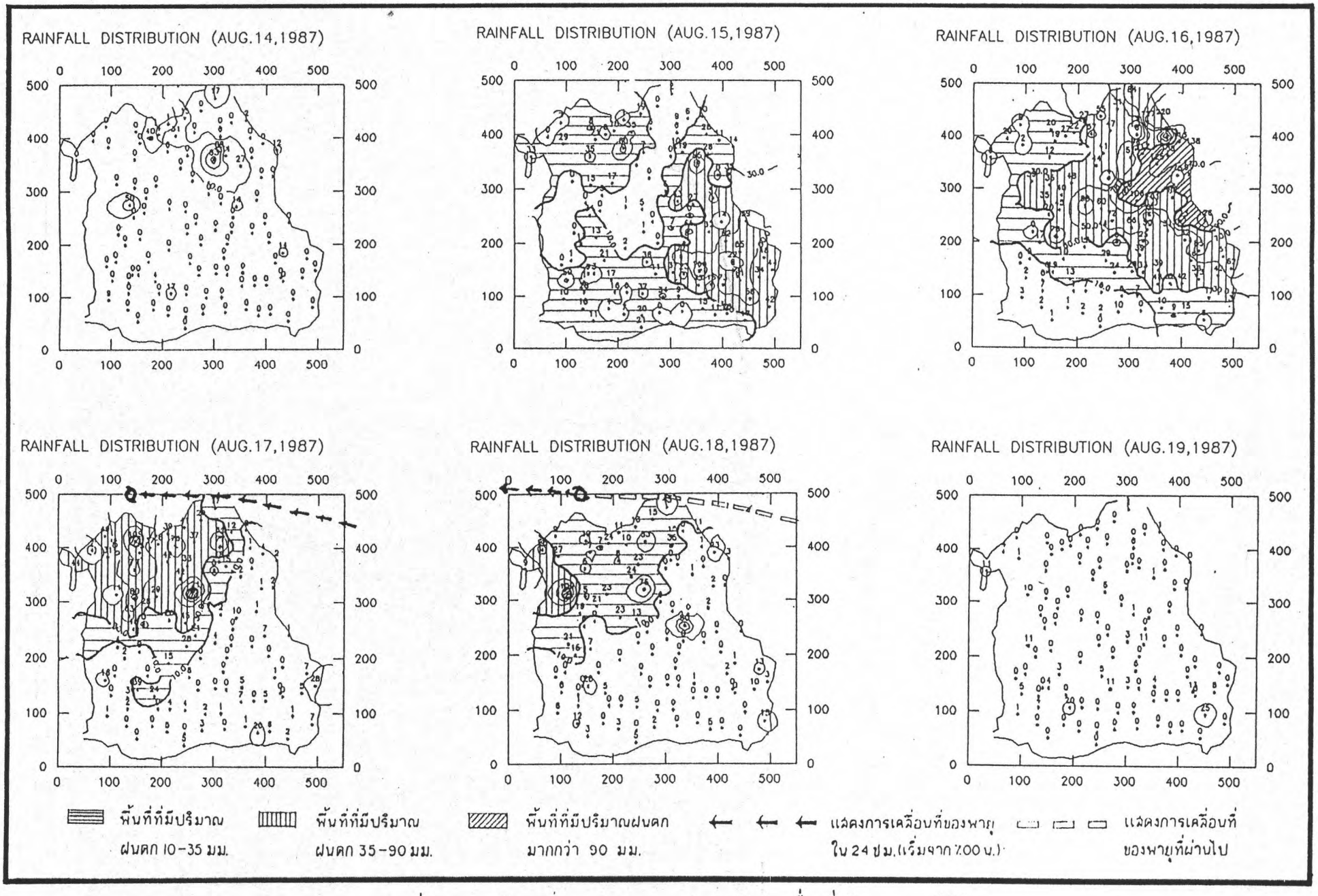
รูปที่ 5-16 ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุดที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มที่ 3 (พ.ศ.2519-2533)



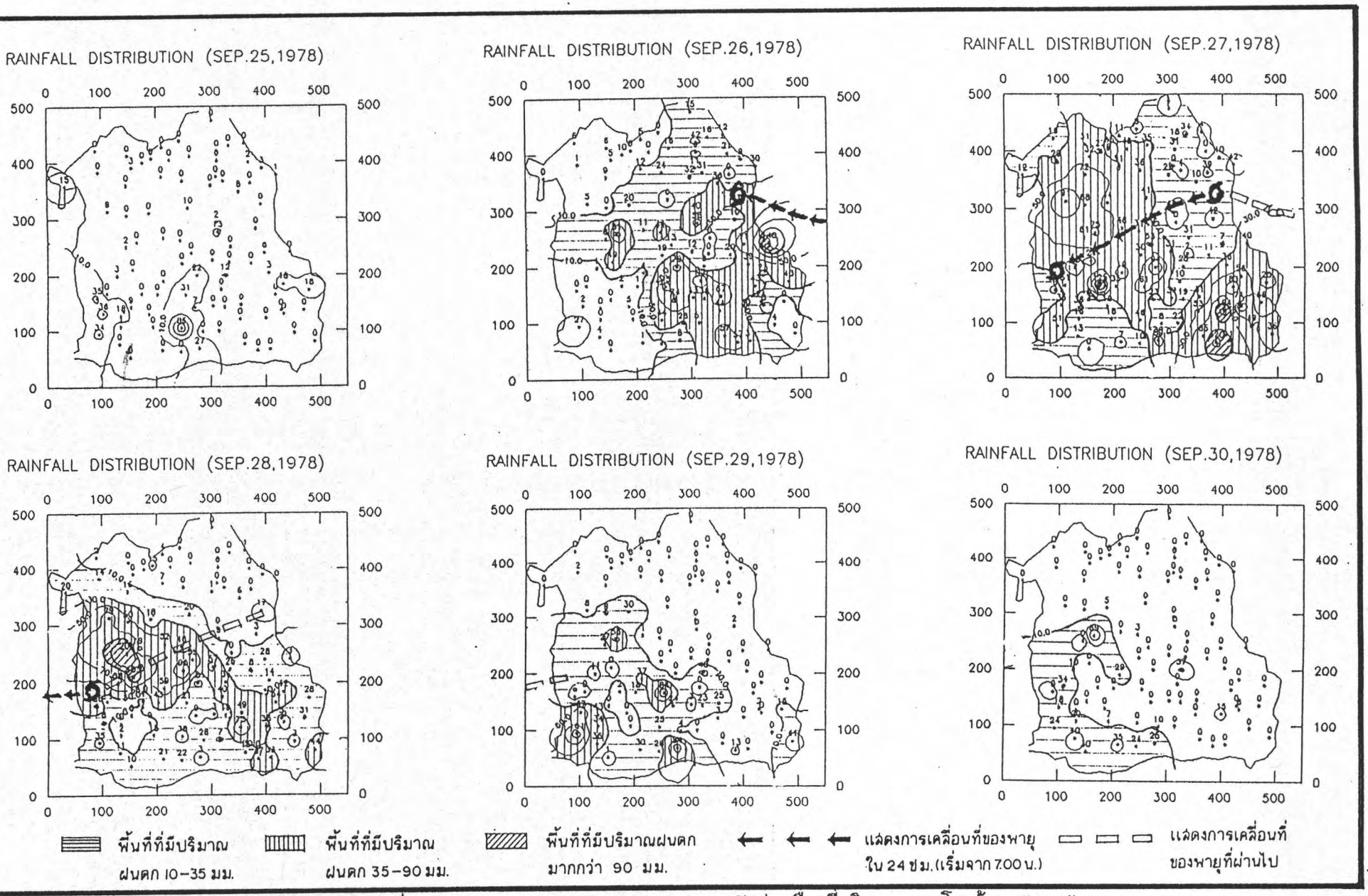
รูปที่ 5-17 ลักษณะการกระจายของฝนรายวันสูงสุดที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มที่ 4 (พ.ศ.2519-2533)



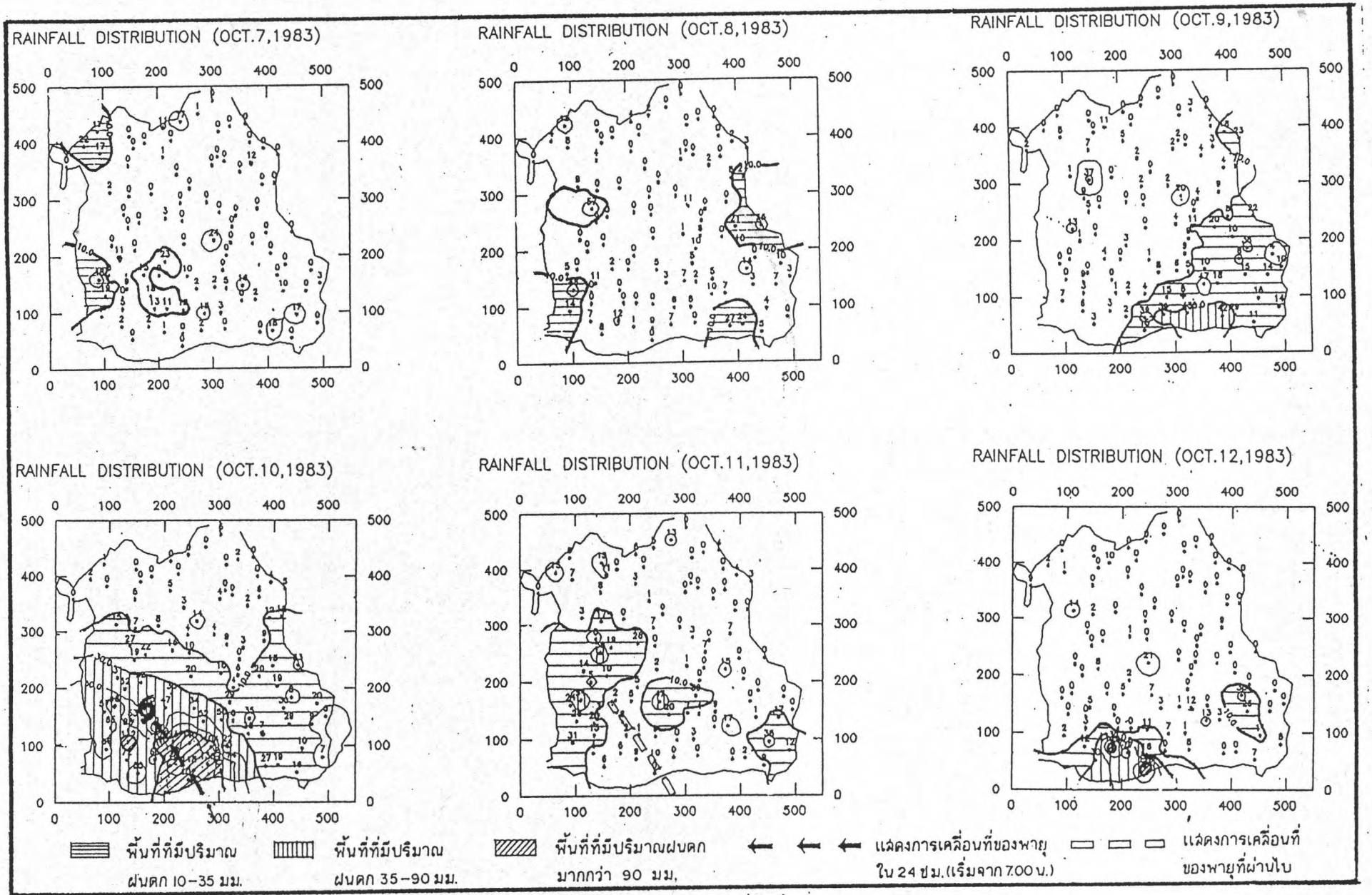
รูปที่ 5-18 ลักษณะการกระจายของฝนรายวันต่อเนื่องที่เกิดจากพายุโซนร้อน "SHIRLY" และแนวการเคลื่อนตัวของพายุ (มิถุนายน 2521)



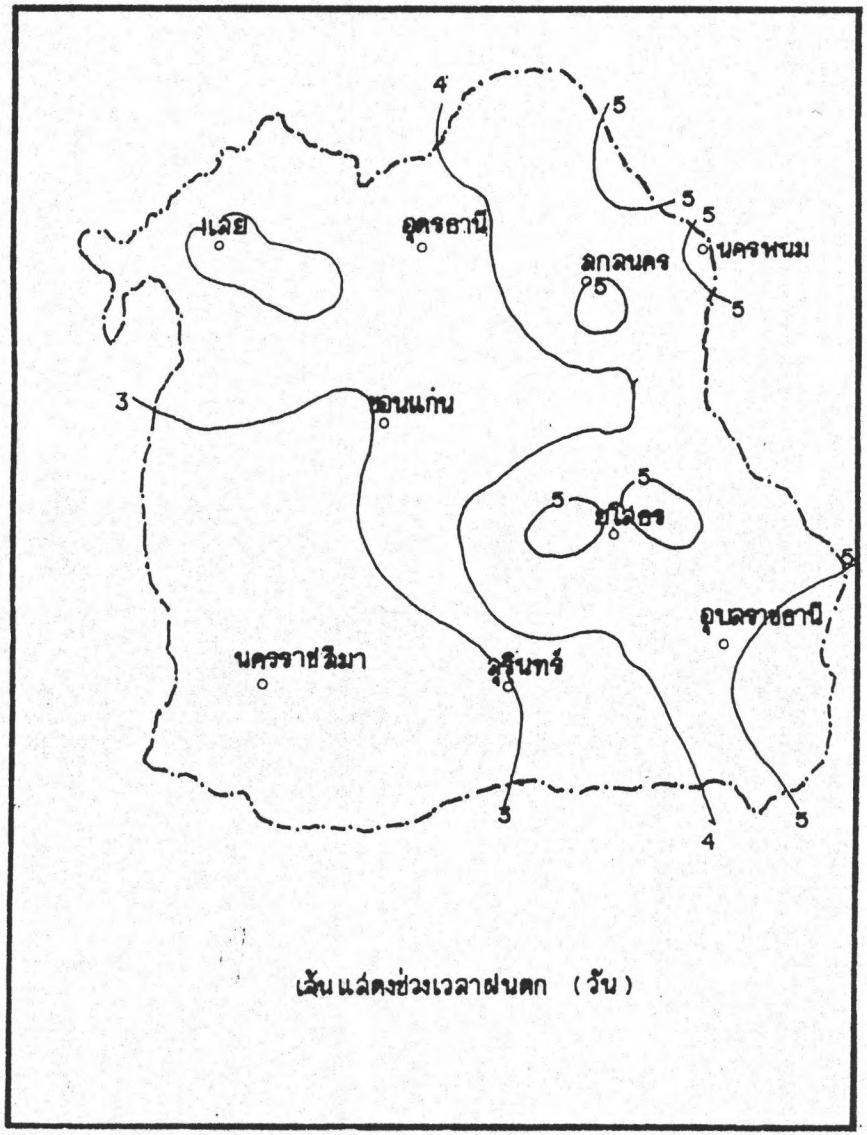
รูปที่ 5-19 ลักษณะการกระจายของฝนรายวันต่อเนื่องที่เกิดจากพายุไต้ฝุ่น "BETTY" และแนวการเคลื่อนตัวของพายุ (สิงหาคม 2530)



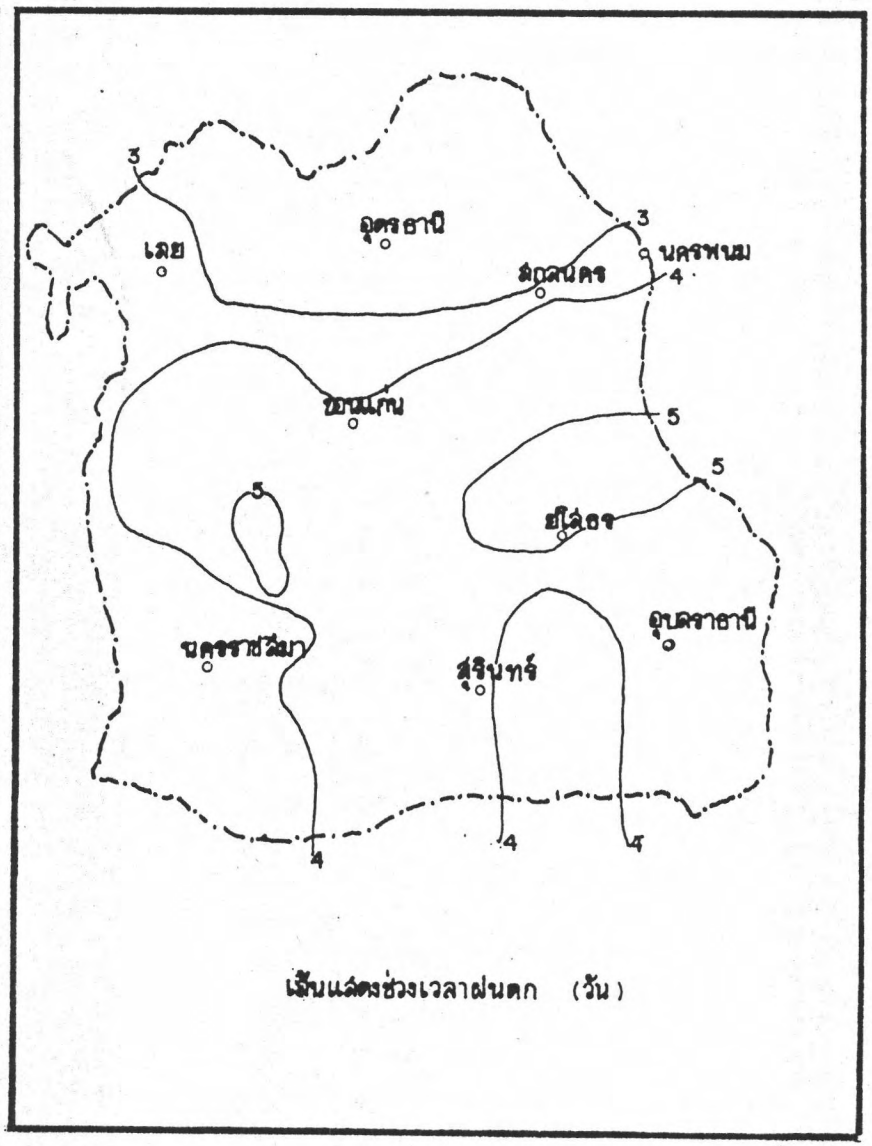
รูปที่ 5-20 ลักษณะการกระจายของฝนรายวันต่อเนื่องที่เกิดจากพายุโซนร้อน "KIT" และแนวการเคลื่อนตัวของพายุ (กันยายน 2521)



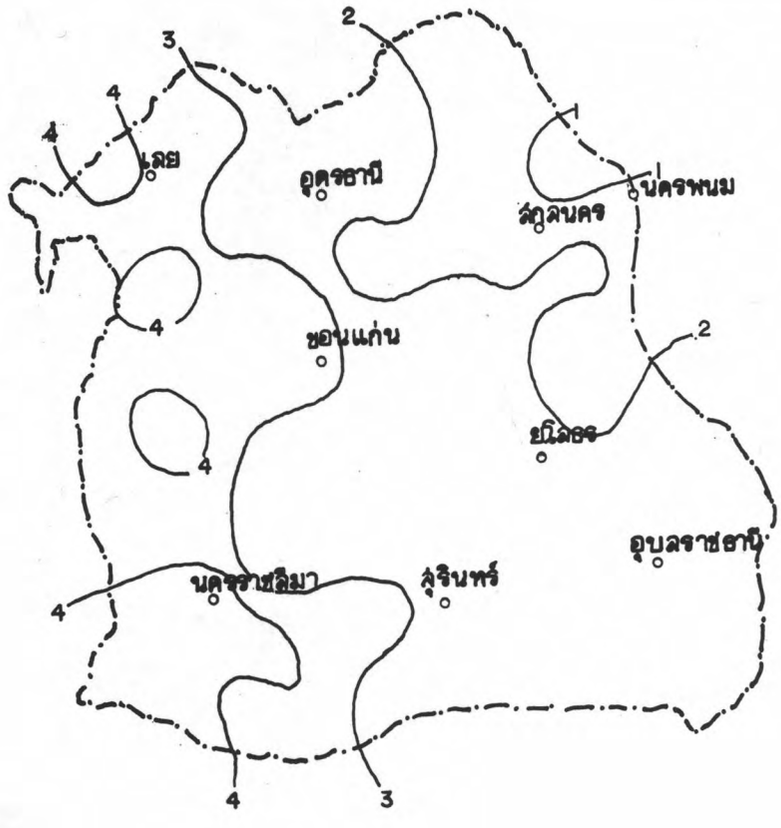
รูปที่ 5-21 ลักษณะการกระจายของฝนรายวันต่อเนื่องที่เกิดจากพายุโซนร้อน "HERBERT" และแนวการเคลื่อนตัวของพายุ (ตุลาคม 2526)



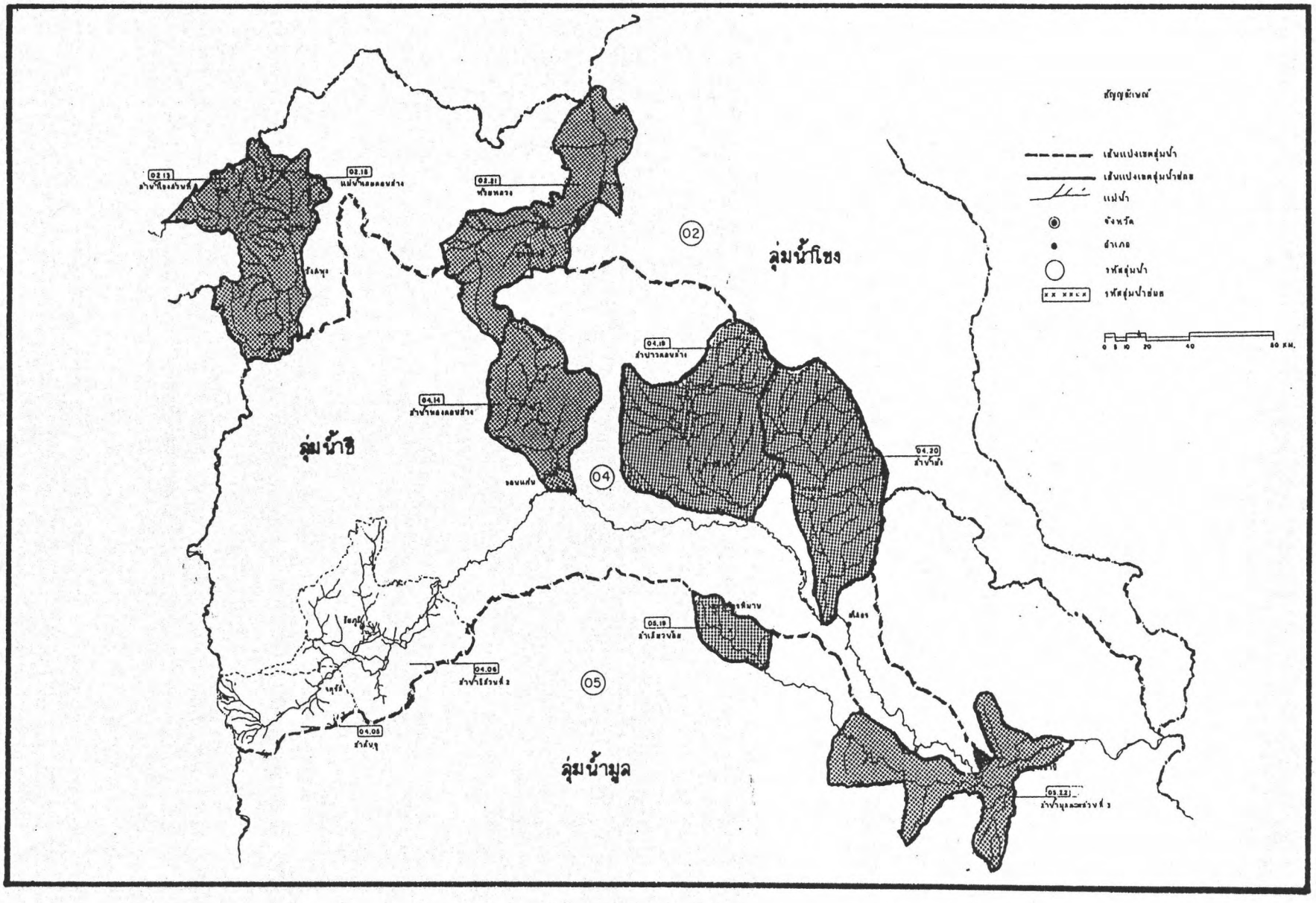
รูปที่ 5-22 ช่วงเวลาฝนตกที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มที่ 2 (พ.ศ.2519-2533)



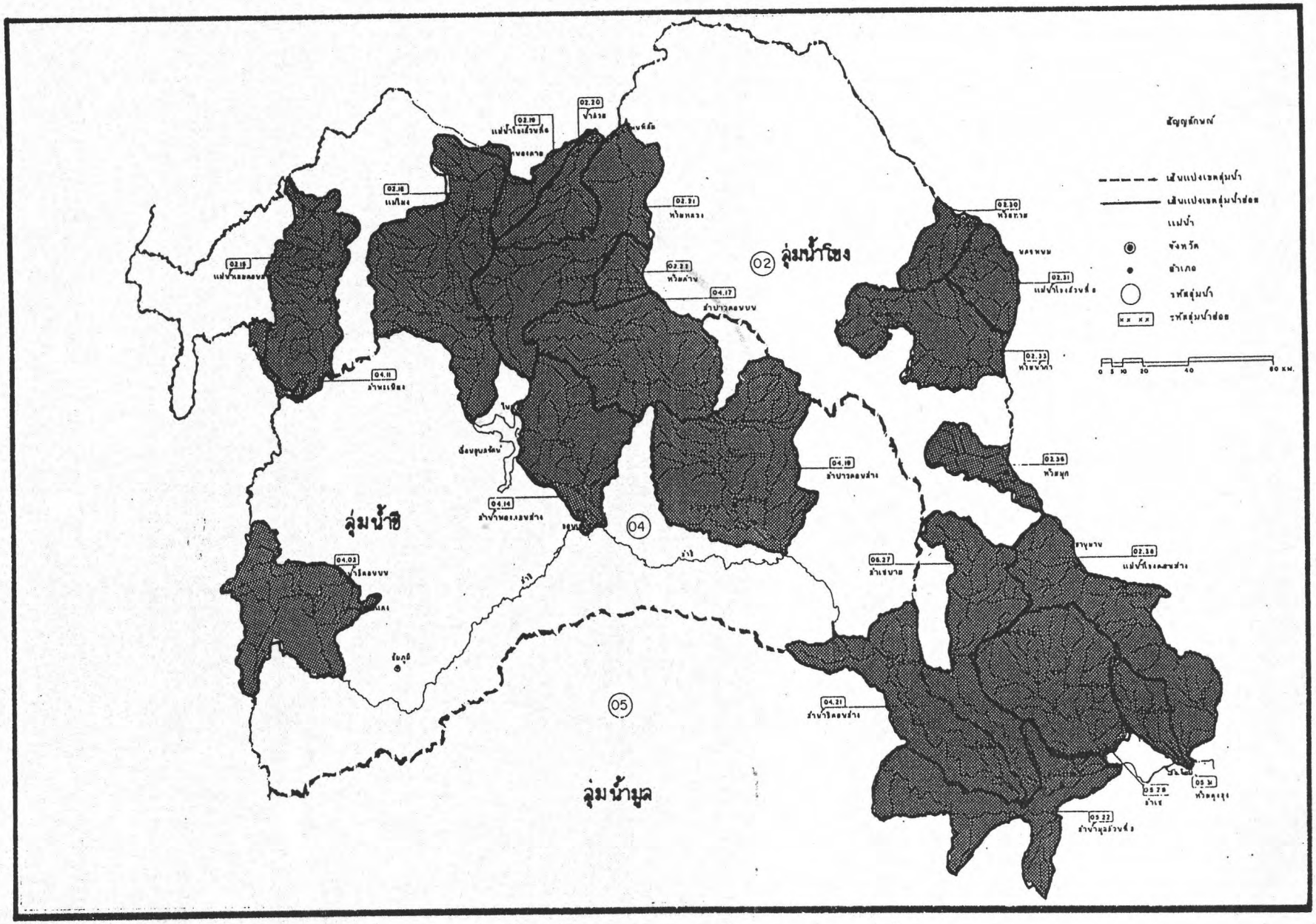
รูปที่ 5-23 ช่วงเวลาฝนตกที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มที่ 3 (พ.ศ.2519-2533)



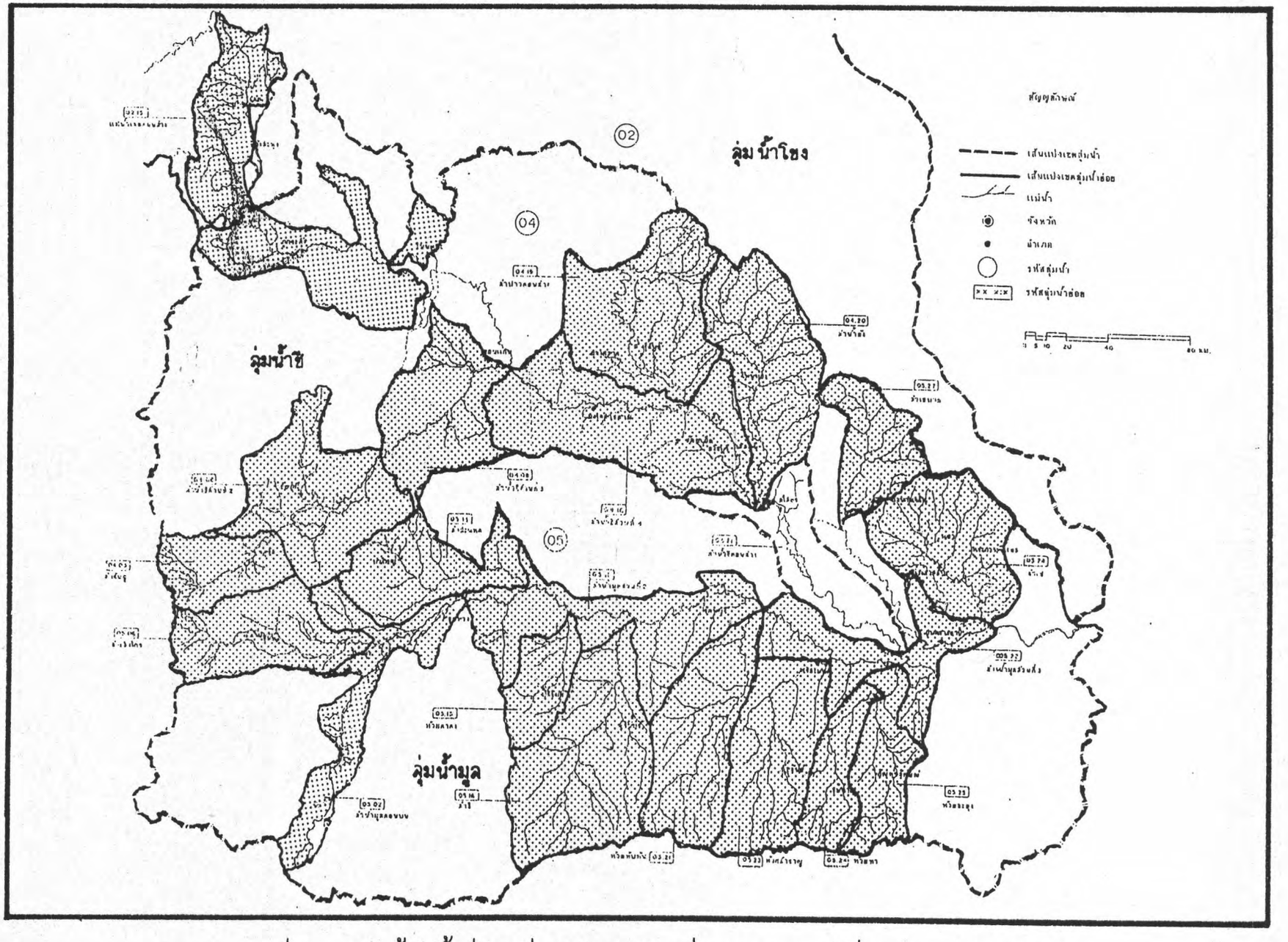
รูปที่ 5-24 ช่วงเวลาฝนตกที่เกิดจากพายุฯ กลุ่มที่ 4 (พ.ศ.2519-2533)



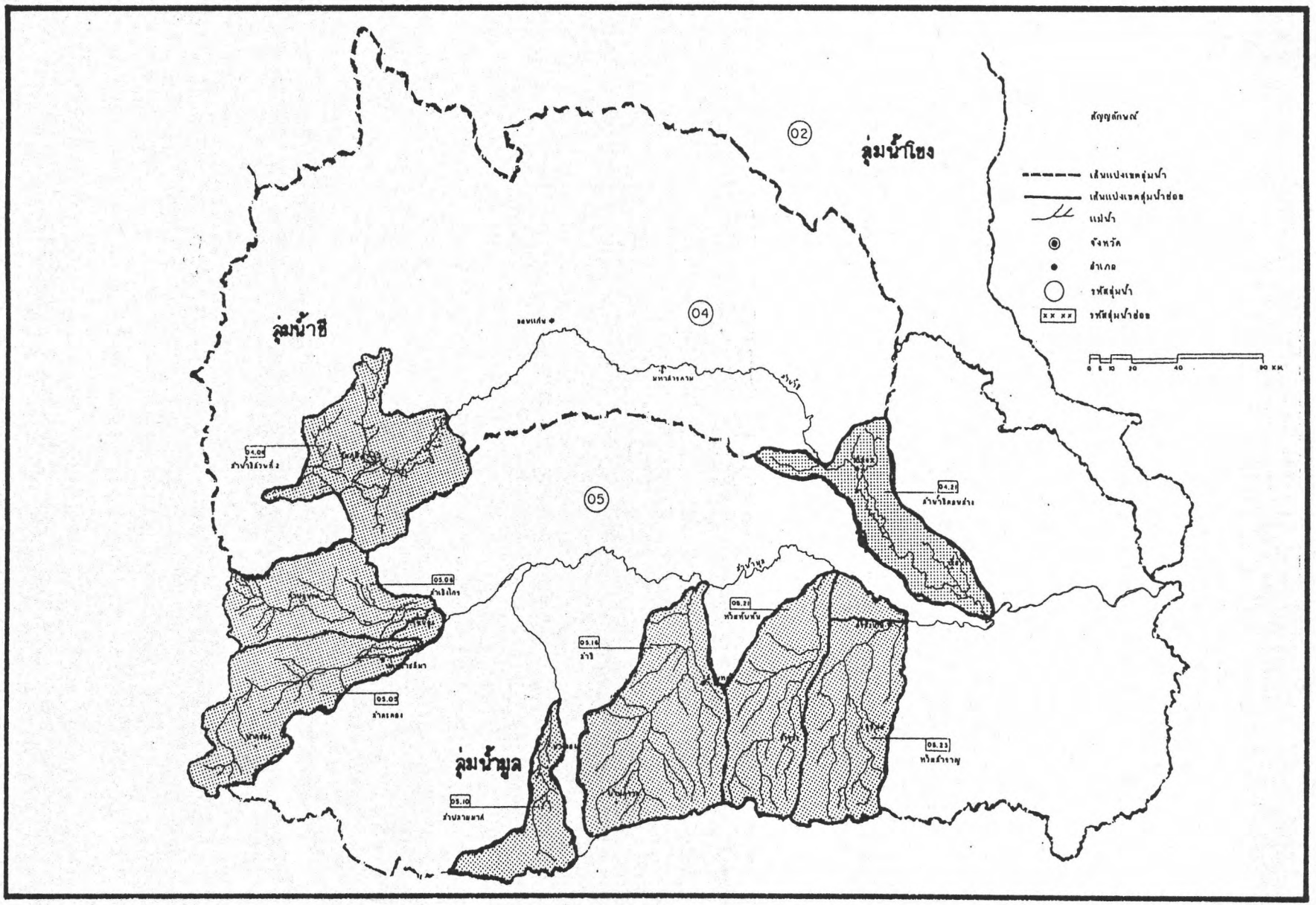
รูปที่ 5-25 ลุ่มน้ำในพื้นที่ศึกษาที่เคยเกิดอุทกภัย เนื่องจากพายุฯ กลุ่มที่ 1 (พ.ศ.2519-2533)



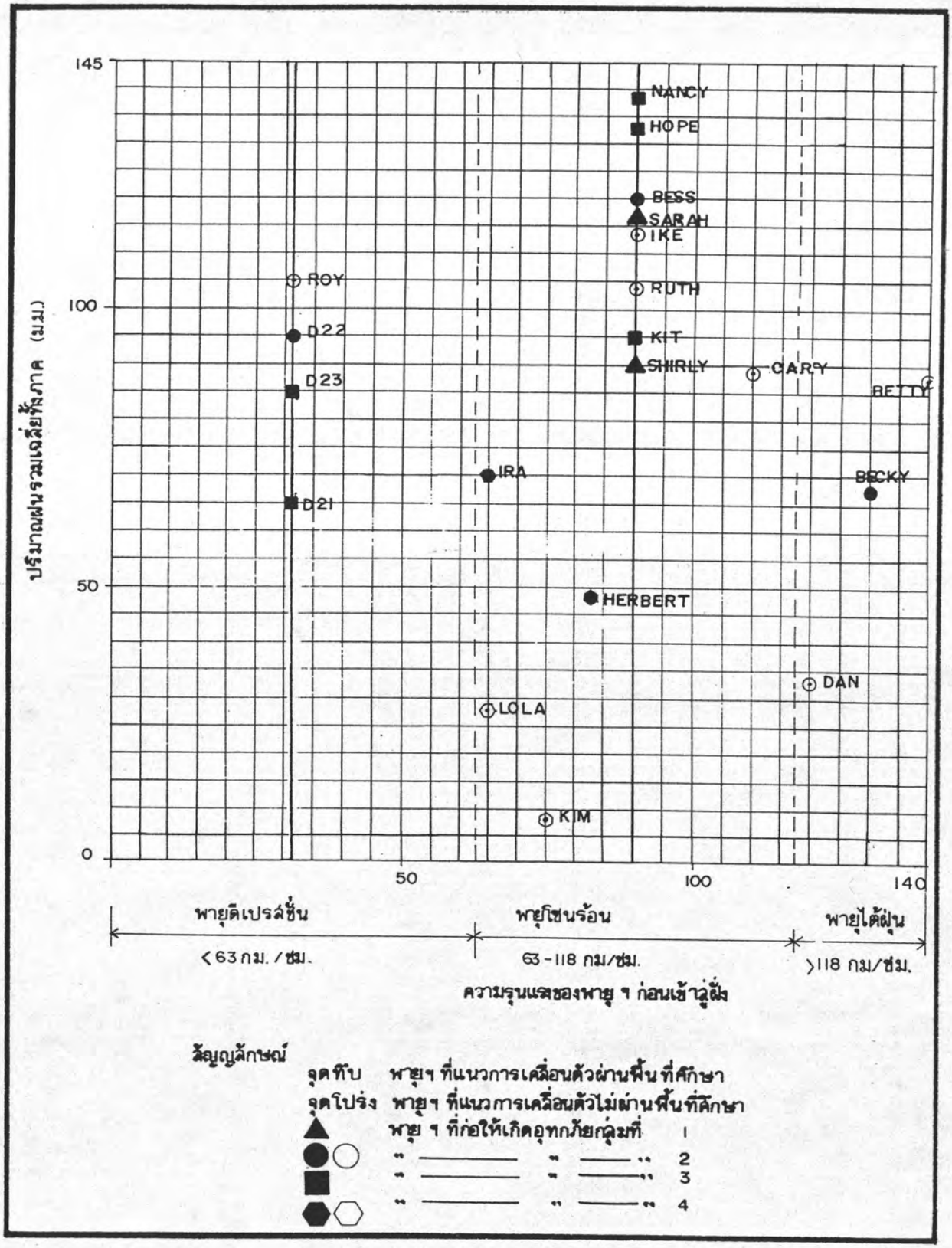
รูปที่ 5-26 ลุ่มน้ำในพื้นที่ศึกษาที่เคยเกิดอุทกภัย เนื่องจากพายุฯ กลุ่มที่ 2 (พ.ศ.2519-2533)



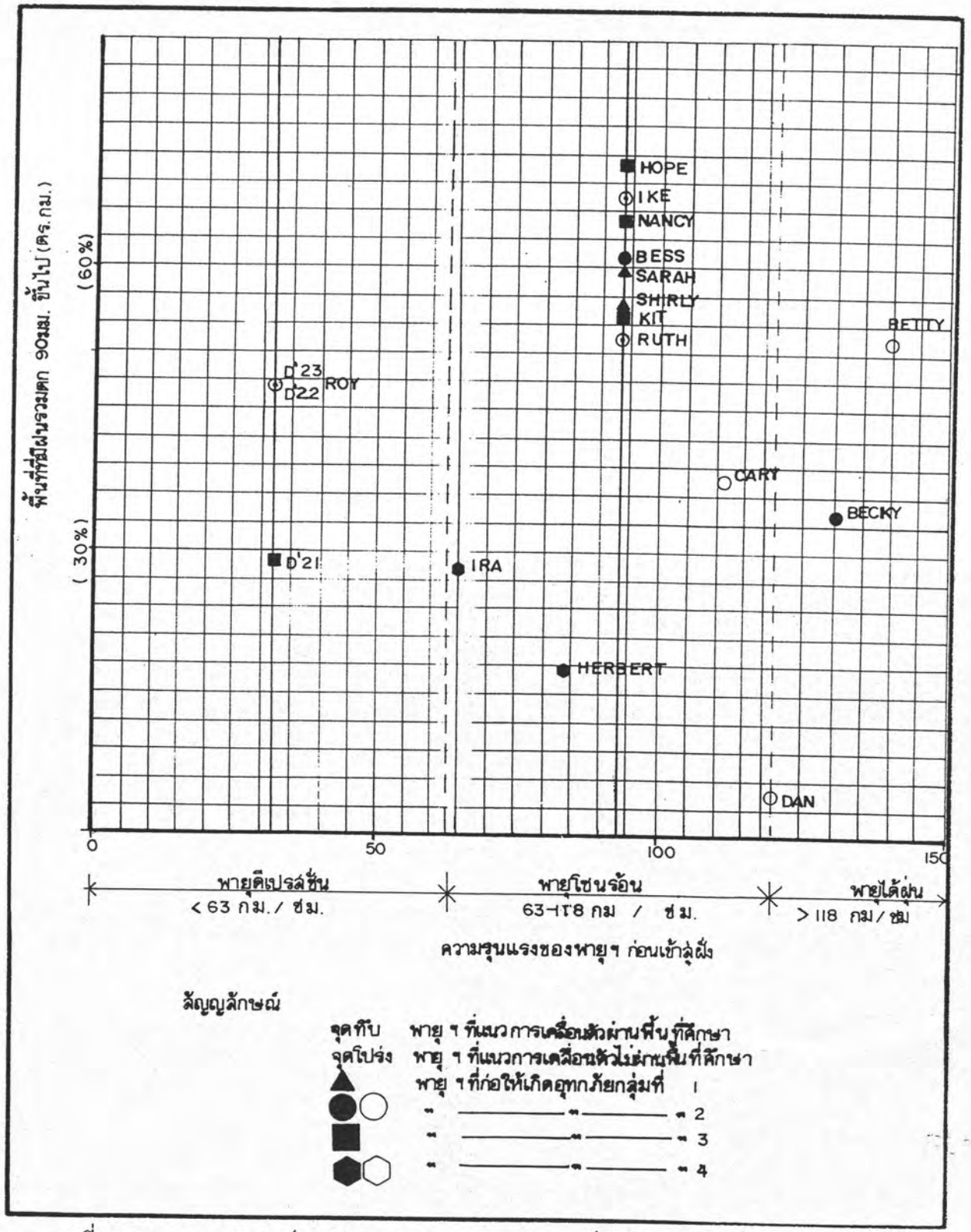
รูปที่ 5-27 ลุ่มน้ำในพื้นที่ศึกษาที่เคยเกิดอุทกภัย เนื่องจากพายุฯ กลุ่มที่ 3 (พ.ศ.2519-2533)



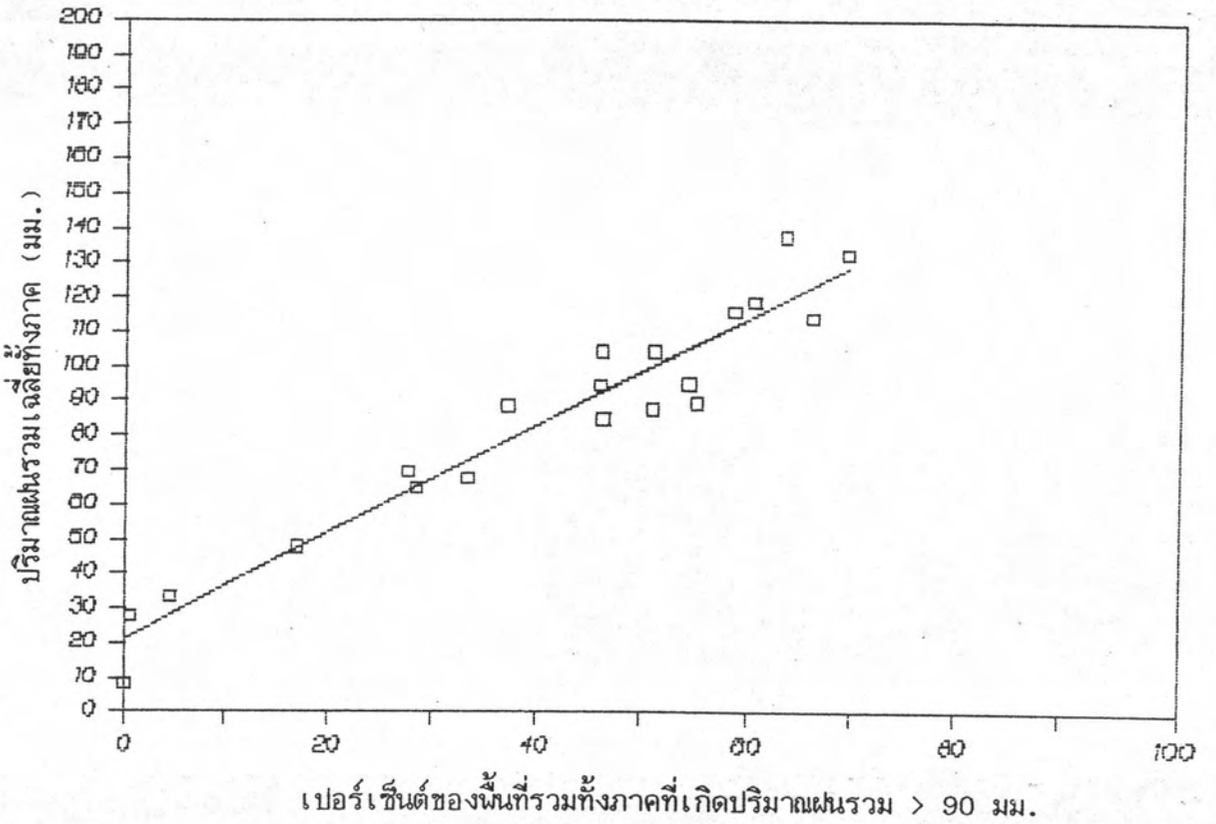
รูปที่ 5-28 ลุ่มน้ำในพื้นที่ศึกษาที่เคยเกิดอุทกภัย เนื่องจากพายุฯ กลุ่มที่ 4 (พ.ศ.2519-2533)



รูปที่ 5-30 ความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัย ก่อนเข้าสู่ฝั่งกับปริมาณฝนรวมเฉลี่ยทั้งภาค



รูปที่ 5-31 ความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของพายุฯ ที่ก่อให้เกิดอุทกภัยก่อนเข้าสู่ฝั่งกับพื้นที่ที่เกิดฝนรวมเกินกว่า 90 มิลลิเมตร



รูปที่ 5-32 ความสัมพันธ์ระหว่าง เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่รวมทั้งภาคที่เกิดปริมาณฝนรวม > 90 มม. กับ ปริมาณฝนรวมเฉลี่ยทั้งภาค (มม.)