บทที่ 4

ข้อมูลที่ใช้และแนวทางการวิเคราะห์

ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา การคัดเลือกสถานีวัดปริมาณน้ำฝน การเลือกสมการการกระจายความถี่ การวิเคราะห์แนวโน้ม การวิเคราะห์การกระจายตามพื้นที่ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะฝนแล้งรายปีกับสภาวะฝนทิ้งช่วง

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จะเลือกจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวนสถานีทั้งหมด 419 สถานี และจัดเก็บรวบรวมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของกรมชลประทาน ซึ่งมีรายละเอียดของข้อมูลและการคัดเลือกตัวแทนข้อมูลดังนี้

1. ปริมาณน้ำฝน

จุดประสงค์ของการวัดปริมาณน้ำฝนก็เพื่อจะทราบจำนวนของฝนที่ตกลงมาจากบรรยากาศลงสู่พื้นดิน โดยวัดเป็นความสูงของน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นระดับเรียบ ในที่โล่งแจ้งไม่มีอะไรปิดบังและน้ำฝนที่ตกลงมาไม่มีการระเหยหรือไหลซึมไปไหน การวัดไม่จำเป็นต้องเป็นบริเวณที่ฝนตกลงมาทั้งหมด ใช้วัดในเนื้อที่แคบ ๆ ก็ได้ผลเช่นเดียวกัน

สำหรับประเทศไทย การรายงานฝนประจำวันเป็นการรายงานจำนวนน้ำฝนที่ตกรวม ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ตั้งแต่ 07:00 น. ของวันหนึ่งไปจนถึงเวลา 07:00 น. ของวันต่อไป โดยมีเกณฑ์กำหนดตามลักษณะของฝนที่ตกในอำนาจรสุมไว้ด้วยดังนี้

ฝนวัดจำนวนไม่ได้ (trace)	มีปริมาณฝนไม่ถึง 0.1 มิลลิเมตร
ฝนเล็กน้อย (slight rain)	มีปริมาณฝนตั้งแต่ 0.1 - 10.0 มิลลิเมตร
ฝนปานกลาง (moderate rain)	มีปริมาณฝนตั้งแต่ 10.1 - 35.0 มิลลิเมตร
ฝนหนัก (heavy rain)	มีปริมาณฝนตั้งแต่ 35.1 - 90.0 มิลลิเมตร
ฝนหนักมาก (very heavy rain)	มีปริมาณฝนมากกว่า 90.0 มิลลิเมตร

การวัดปริมาณฝนตกอาจมีการวัดทุกระยะ 3 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมง แล้วรวบรวมปริมาณฝนตกของแต่ละตำบลที่เป็น 1 วัน 1 สัปดาห์ หรือ 1 เดือน หรือ 1 ปี แล้วแต่ความประสงค์ที่จะนำเอาไปใช้ประกอบการพิจารณาในการดำเนินงานแต่ละอย่าง (ปราณี ว่องวิทวัส, 2532)

2. <u>รหัสสถานีวัดปริมาณน้ำฝน</u>

การเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน แต่เดิมใช้บันทึกลงสมุด เมื่อต้องการนำไปใช้งานจำเป็นต้องคัดลอกจากสมุดดังกล่าว ซึ่งไม่สะดวกและอาจคลาดเคลื่อนได้ง่าย ในปี พ.ศ. 2512 แผนกอุทกวิทยา (กองอุทกวิทยาในขณะนี้) กรมชลประทานจึงได้เริ่มเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมกับทำการศึกษาเบื้องต้นไปด้วย ดังนั้น จึงจำเป็นต้องกำหนดรหัสสำหรับสถานีสำรวจปริมาณน้ำฝนขึ้น

ตัวเลขรหัสที่ใช้แทนชื่อสถานีสำรวจปริมาณน้ำฝนนี้ กำหนดตามชื่อจังหวัดต่าง ๆ เรียงตามลำดับตัวอักษรภาษาอังกฤษ พร้อมกับระบุหน่วยงานที่ทำการตรวจวัด และประเภทของเครื่องมือที่ทำการตรวจวัด ตัวเลขรหัสประกอบด้วยตัวเลข 5 ตัว ซึ่งมีความหมายดังนี้

เลขหลักหมื่นและหลักพัน หมายถึง ชื่อจังหวัด ซึ่งสถานีสำรวจปริมาณน้ำฝนตั้งอยู่ภายในเขตจังหวัดนั้น

เลขหลักร้อยและหลักสิบ หมายถึง ชื่อสถานีสำรวจปริมาณน้ำฝน

เลขหลักหน่วย หมายถึง หน่วยงานที่ทำการตรวจวัดและประเภทของเครื่องมือที่ใช้ทำการตรวจวัด ซึ่งมีดังนี้

- เลข 0 หมายถึง สถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้เครื่องวัดแบบธรรมดาของกรมชลประทาน
- เลข 1 หมายถึง สถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้เครื่องวัดแบบอัตโนมัติของกองอุทกวิทยา กรมชลประทาน
- เลข 2 หมายถึง สถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้เครื่องวัดแบบธรรมดาของกรมอุตุนิยมวิทยา
- เลข 3 หมายถึง สถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้เครื่องวัดแบบอัตโนมัติของกรมอุตุนิยมวิทยา

เลข 4 หมายถึง สถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้เครื่องวัดแบบธรรมดา
ของหน่วยงานอื่น

เลข 5 หมายถึง สถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้เครื่องวัดแบบธรรมดา
ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ตัวอย่าง ความหมายของเลขรหัส 02033 คือ

02 หมายถึง จังหวัดบุรีรัมย์

0203 หมายถึง สถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

02033 หมายถึง สถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์
ทำการตรวจวัดด้วยเครื่องวัดแบบอัตโนมัติของกรมอุตุนิยมวิทยา

3. ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์สภาวะฝนแล้ง ได้แก่ ปริมาณฝนรายปี ข้อมูลจำนวนวันฝนตกรายปี และจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี(ตามคำนิยามที่กล่าวไว้ในบทที่ 3) นอกจากนี้ยังได้ศึกษาปริมาณฝน และจำนวนวันฝนตกในช่วงต่าง ๆ ของปีของแต่ละสถานี ได้แก่ ปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกก่อนเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วง ปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกหลังเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วง และปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกนอกฤดูฝน

การหาข้อมูลปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกรายปี จะทำการรวมปริมาณฝนรายวันและนับจำนวนวันฝนตกตลอดทั้งปี ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน ของปีที่ต้องการหาจนถึงวันที่ 31 มีนาคม ของปีถัดไป (ตามปีน้ำของกรมชลประทาน)

การหาข้อมูลจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี จะเริ่มจากการกำหนดวันเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูฝน ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม แล้วจึงทำการหาจำนวนวันต่อเนื่องที่ฝนไม่ตก หรือมีปริมาณฝนตกน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10, 20 และ 30 มิลลิเมตร ในช่วงฤดูฝน และจะเลือกค่าจำนวนวันต่อเนื่องมากที่สุดไว้เป็นตัวแทนข้อมูลในแต่ละปี โดยบันทึกช่วงเวลาที่เกิดไว้ด้วย

ในการศึกษาครั้งนี้ จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการหาข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งตัวอย่างผลการหาข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ แสดงในตารางที่ 4-1 ซึ่งเป็นผลการเลือกข้อมูลฝนรายวันในแต่ละปีของสถานี หมายเลข 02140 จังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งข้อมูลจะประกอบด้วยปริมาณฝนรายปี จำนวนวันฝนตกรายปี วันเริ่มฤดูฝน ปริมาณฝนก่อนเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วง

จำนวนวันฝนตกก่อนเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วง วันเริ่มสภาวะฝนทิ้งช่วง ปริมาณฝนรวมในช่วงฝนทิ้งช่วง (กรณีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 มิลลิเมตร) จำนวนวันฝนตกในสภาวะฝนทิ้งช่วง จำนวนวันต่อเนื่องมากที่สุดในแต่ละปี ที่มีปริมาณฝนรวมน้อยกว่าหรือเท่ากับที่กำหนด หรือจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี วันสิ้นสุดสภาวะฝนทิ้งช่วง ปริมาณฝนหลังเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วง จำนวนวันฝนตกหลังเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วง วันสิ้นสุดฤดูฝน ปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกในช่วงฤดูแล้ง (นอกฤดูฝน) นอกจากนี้ตอนท้ายตารางได้สรุปค่า สูงสุด(MAX.) ต่ำสุด(MIN.) และ ค่าเฉลี่ย(AVG.) ของข้อมูลต่าง ๆ ในสถานีนั้นไว้ด้วย

<u>การคัดเลือกสถานีวัดปริมาณน้ำฝน</u>

ข้อมูลที่ใช้การศึกษาครั้งนี้ เป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจัดเก็บข้อมูลตามปีน้ำของกรมชลประทาน มีจำนวนสถานีวัดปริมาณน้ำฝน 419 สถานี ในการศึกษาครั้งนี้ได้คัดเลือกสถานีวัดปริมาณน้ำฝน จำนวน 73 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 4-1 และตารางที่ 4-2 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ โดยมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกว่า จะต้องเป็นสถานีที่มีความยาวของข้อมูลมากพอและตำแหน่งสถานีต้องกระจายทั่วพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีขั้นตอนในการคัดเลือกสถานีดังนี้

1. ตรวจสอบความต่อเนื่องและความยาวของข้อมูลในแต่ละสถานี ซึ่งจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วย ซึ่งทำให้ตรวจสอบได้รวดเร็วขึ้น โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะอ่านข้อมูลปริมาณฝนรายวัน และจะแสดงผลเป็นปริมาณฝนรายเดือนในแต่ละปี ช่วงเวลาที่มีข้อมูลจำนวนปีที่มีข้อมูลต่อเนื่อง จำนวนปีที่มีข้อมูลไม่ต่อเนื่องและจำนวนปีที่ไม่มีข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 4-3 ข้อมูลในตารางที่ 4-3 เป็นข้อมูลของสถานีหมายเลข 72012 อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร ซึ่งพบว่าข้อมูลอยู่ในช่วง ค.ศ. 1952 ถึง ค.ศ. 1991 มีจำนวปีที่มีข้อมูลต่อเนื่องเท่ากับ 32 ปี จำนวนปีที่ข้อมูลไม่ต่อเนื่อง 3 ปี ได้แก่ ปี 1979, 1980 และ 1986 และจำนวนปีที่ไม่มีข้อมูล 5 ปี คือ ปี 1981 ถึง 1985

2. เมื่อตรวจสอบความต่อเนื่องและความยาวของข้อมูลแล้ว จึงทำการคัดเลือกสถานีที่มีข้อมูลยาวมาทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยพิจารณาจากข้อมูลฝนรายเดือนและฝนรายปี ของทุก ๆ ปีในแต่ละสถานี ว่ามีความผิดปกติหรือไม่ เช่น ไม่มีฝนตกเลยในช่วงฤดูฝนทำให้ฝนรายปีมีค่าต่ำมาก ๆ หรือ ข้อมูลฝนรายเดือนในหลาย ๆ เดือนในคนละปี มีข้อมูลซ้ำกัน เป็นต้น

3. เมื่อตรวจสอบความต่อเนื่องและความยาวของข้อมูลและความถูกต้องของข้อมูลแล้ว จึงทำการคัดเลือกสถานีที่มีข้อมูลนานและต่อเนื่องและถูกต้องมาลงตำแหน่งในแผนที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อดูการกระจายของสถานี และตรวจสอบความถูกต้องของพิกัดสถานีแล้วจึงคัดเลือกสถานีที่จะใช้ในการวิเคราะห์ โดยบริเวณใดที่มีสภาพภูมิประเทศแตกต่างกันก็จะเลือกตัวแทนสถานีมาทำการทดสอบความเหมาะสมของสมการการกระจายความถี่ และเลือกสถานีที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาให้มากที่สุด โดยเลือกสถานีที่ตั้งอยู่บริเวณขอบเขตพื้นที่ศึกษาด้วย ซึ่งจะช่วยให้การวิเคราะห์การกระจายตามพื้นที่ทำได้ใกล้เคียงความจริงมากขึ้น

ผลการคัดเลือกสถานีที่เหมาะสมในการวิเคราะห์และทดสอบในการศึกษาครั้งนี้พอสรุปได้ดังนี้

1. สถานีที่ใช้ในการวิเคราะห์การกระจายความถี่ จำนวน 73 สถานี

2. สถานีที่ใช้ในการทดสอบสมการการกระจายความถี่จะเลือกใช้ 16 สถานี (คัดเลือกจากสถานีที่มีข้อมูลยาว 38-40 ปี และตำแหน่งสถานีกระจายอยู่ในลุ่มน้ำสำคัญทั้ง 3 ลุ่มน้ำ)

3. สถานีที่ใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้ม จำนวน 20 สถานี (เพิ่มจากข้อ 2 อีก 4 สถานี เพื่อเพิ่มความถูกต้องของการวิเคราะห์แนวโน้ม)

4. สถานีที่ใช้ในการทำแผนที่การกระจายตามพื้นที่ของการกระจายความถี่ของข้อมูล จำนวน 73 สถานี และการวิเคราะห์แนวโน้มและวงจร จำนวน 20 สถานี

ตารางที่ 4-2 แสดงสถานีที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ และ

รูปที่ 4-1 แสดงตำแหน่งของสถานี

การคัดเลือกสมการการกระจายความถี่

เมื่อได้ข้อมูลต่าง ๆ ครบแล้ว ก็จะนำมาวิเคราะห์การกระจายความถี่ เพื่อหาปริมาณฝน และจำนวนวันฝนตก และจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปีที่มีโอกาสเกิดในคาบเวลาต่าง ๆ กัน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Kite G.W., 1977) ซึ่งก่อนจะใช้สมการการกระจายความถี่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานีทั้งหมด 73 สถานีนั้น จำเป็นต้องมีการทดสอบความเหมาะสมของสมการก่อน และใช้วิธี Sum of root mean square of error มาพิจารณาคัดเลือกสมการการกระจายความถี่ที่เหมาะสม ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสม ดังนี้

1. ต้องเป็นสมการที่สามารถคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของข้อมูลจากสถานีทดสอบได้ครบทุกสถานี

2. ต้องมีค่าเฉลี่ยของ Sum of root mean square of error จากสถานีทดสอบต่ำที่สุด (ดังสมการที่ 3-21)

จากการทดสอบสมการกระจายความถี่ทั้ง 3 สมการ กับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์จากสถานีทดสอบ โดยพิจารณาจากค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของทุกสถานี พบว่า

1. สมการ Normal เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกรายปี และข้อมูลปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกหลังเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วง

2. สมการ Two Parameter Lognormal เหมาะสมกับข้อมูลจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี

3. สมการ Extreme value type I เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกก่อนเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วง และข้อมูลปริมาณฝนและจำนวนวันฝนที่ตกนอกฤดูฝน ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสมของสมการการกระจายความถี่ดูได้จากตัวอย่างตาราง ดังนี้

ตารางที่ 4-4 แสดงค่าคลาดเคลื่อนจากการทดสอบสมการการกระจายกับข้อมูลปริมาณฝนรายปี สมการการกระจายที่มีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำสุด คือ Two Parameter Lognormal มีค่าคลาดเคลื่อนเท่ากับ 56.328 ตารางที่ 4-5 แสดงค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของข้อมูล และผลการคัดเลือกสมการที่เหมาะสม รูปที่ 4-2 แสดงตัวอย่างกราฟของข้อมูลจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปีเทียบกับสมการการกระจายที่ทดสอบซึ่งกราฟของสมการ Two Parameter Lognormal มีความพอดีกับข้อมูลมากที่สุด

การวิเคราะห์แนวโน้ม

การวิเคราะห์แนวโน้ม จะเลือกที่จะศึกษาเฉพาะข้อมูลที่แสดง สภาวะแห้งแล้งในพื้นที่ศึกษาได้ชัดเจน คือ ปริมาณฝนรายปี และจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถวิเคราะห์แนวโน้มได้ 3 ลักษณะคือ วิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้นตรง วิเคราะห์แนวโน้มลักษณะวงจร และวิเคราะห์แนวโน้มของสภาวะฝนแล้ง

การวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้นตรงจะใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear regression analysis)ส่วนการวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะวงจรจะใช้การวิเคราะห์โดยประยุกต์ใช้วิธีปรับข้อมูลให้เรียบ (Moving average) ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทดลองทำ Moving average MA (3), MA (3,3), MA (5), MA (5,5), MA (7), MA (7,7), MA (9) และ MA (9,9) ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 4-3 ซึ่งพบว่า ถ้าใช้จำนวนปีในการทำ Moving average มากกว่า 3 ปีขึ้นไป จะทำให้ลักษณะวงจรของข้อมูลหายไป ดังรูปที่ 4-3 ข. ค. และ ง. และการใช้ค่า Moving average 5, 7 และ 9 ปี จะได้กราฟที่มีลักษณะคล้ายกัน แต่การใช้จำนวนปีในการทำ Moving average 5 ปี จะเป็นตัวแทนข้อมูลได้ดีกว่าค่าจาก 7 ปี และค่าจาก 9 ปี ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ การพิจารณาแนวโน้มลักษณะวงจรจะใช้ค่าเฉลี่ย 3 ปี คือ MA (3,3) และการพิจารณาแนวโน้มเป็นช่วง จะใช้ MA (5,5) ในการพิจารณา

1. การวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้นตรง

การวิเคราะห์แนวโน้มจะพิจารณาลักษณะการเพิ่มหรือลดลงของข้อมูลตลอดช่วง 40 ปี โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงในการอธิบาย และการเพิ่มหรือลดลงของข้อมูลในแต่ละช่วงจะดูจาก MA (5,5) ประกอบ (ดูรายละเอียดได้จากกราฟในภาคผนวก ข)

การวิเคราะห์แนวโน้มนอกจากพิจารณาแนวโน้มในแต่ละสถานีแล้ว ยังพิจารณาเปรียบเทียบกับสถานีอื่น ๆ ด้วย โดยใช้ค่าร้อยละของอัตราการเพิ่ม/ลด เทียบกับค่าเฉลี่ย ดังสมการที่ (4-1) และรูปที่ 4-4 แสดงการใช้เส้นถดถอยอธิบายแนวโน้มเชิงเส้นตรงของข้อมูล

$$b' = (b \times 100\%) / \bar{Y} \qquad (4\text{-}1)$$

เมื่อ b' = ร้อยละของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเทียบกับค่าเฉลี่ยในแต่ละสถานี

b = ความชันของสมการถดถอยเชิงเส้นตรง

$\bar{Y}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละสถานี

2. การพิจารณาแนวโน้มลักษณะวงจร

การพิจารณาแนวโน้มลักษณะวงจรของข้อมูลจะพิจารณาจากค่า MA(3,3) ที่ขึ้นลงรอบเส้นแนวโน้ม (เส้นถดถอย) โดยพิจารณาว่าค่า MA(3,3) สูงหรือต่ำกว่าเส้นแนวโน้มมีช่วงระยะเวลาเฉลี่ยนานเท่าใด โดยข้อมูลปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตก จะสนใจช่วงที่ค่าเฉลี่ย MA(3,3) ต่ำกว่าเส้นแนวโน้ม ส่วนข้อมูลจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปีจะสนใจช่วงที่ค่าเฉลี่ย MA(3,3) สูงกว่าเส้นแนวโน้ม ซึ่งช่วงเวลาที่สนใจคือ ค่า T_i ดังแสดงในรูปที่ 4-5 และ 4-6 ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาที่สนใจคำนวณได้จากค่า $\bar{T}$ (ซึ่งหมายถึงความนานของช่วงที่เกิดสภาวะฝนน้อยหรือฝนทิ้งช่วงมาก) ในสมการที่ (4-2) นอกจากพิจารณาช่วงเวลาที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าแล้วยังพิจารณาปริมาณที่สูงหรือต่ำกว่าในช่วงเวลาดังกล่าวด้วย โดยข้อมูลปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตก จะสนใจปริมาณเฉลี่ยในช่วงเวลาที่ MA(3,3) ต่ำกว่าเส้นแนวโน้ม ส่วนข้อมูลจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี จะสนใจปริมาณในช่วงเวลาที่ MA(3,3) สูงกว่าเส้นแนวโน้ม ซึ่งคำนวณได้จากค่า $\bar{A}$ (ซึ่งหมายถึงความรุนแรงเฉลี่ยของสภาวะฝนน้อยหรือฝนทิ้งช่วงมาก) ในสมการที่ (4-5) และการเปรียบเทียบความรุนแรงในแต่ละสถานีจะใช้ค่า A' ซึ่งคำนวณได้จาก สมการที่ (4-6)

$$\bar{T} = \sum_{i=1}^{n} T_i / n \qquad (4\text{-}2)$$

เมื่อ $\bar{T}$ = ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาที่ข้อมูลสูงกว่า/ต่ำกว่าเส้นถดถอย (ปี/ครั้ง)

T_i = ช่วงเวลาที่ข้อมูลสูงกว่า/ต่ำกว่าเส้นถดถอยช่วงที่ i (ปี)

n = จำนวนช่วงเวลาที่พิจารณา

$$AT_i = \sum_{j=1}^{k} A_{ij} \qquad (4\text{-}3)$$

$$\bar{A}_i = AT_i / T_i \qquad (4\text{-}4)$$

$$\bar{A} = \sum_{i=1}^{n} AT_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} T_i \qquad (4\text{-}5)$$

$$A' = \bar{A} / \bar{Y} \qquad (4\text{-}6)$$

เมื่อ AT_i = ผลรวมของค่า MA(3,3) ของข้อมูลที่ต่ำหรือสูงกว่าเส้นแนวโน้ม ในช่วงที่พิจารณาช่วงที่ i (มม. หรือ วัน)

A_{ij} = ค่า MA(3,3) ของข้อมูลที่ต่ำหรือสูงกว่าเส้นแนวโน้มในปีที่ j ของช่วงที่พิจารณาช่วงที่ i (มม. หรือ วัน)

$\bar{A}_i$ = ค่าเฉลี่ยของ A_{ij} ในช่วงที่ i (มม./ปี หรือ วัน/ปี)

$\bar{A}$ = ค่าเฉลี่ยของ A_i ของทุกช่วงในแต่ละสถานี (มม./ปี หรือ วัน/ปี)

A' = ค่า $\bar{A}$ เทียบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนรายปี หรือค่าเฉลี่ยจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุด ในแต่ละสถานี

$\bar{Y}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละสถานี (มม. หรือ วัน)

k = จำนวนปีต่อเนื่องที่ ค่า MA(3,3) ของข้อมูลต่ำหรือสูงกว่าเส้นแนวโน้ม ในแต่ละช่วงที่พิจารณา

รูปที่ 4-5 แสดงการพิจารณาแนวโน้มลักษณะวงจรของข้อมูลปริมาณฝนรายปี ช่วงที่พิจารณาจะเป็นช่วงที่ค่าเฉลี่ย MA(3,3) ของข้อมูลต่ำกว่าเส้นแนวโน้ม รูปที่ 4-6 แสดงการพิจารณาแนวโน้มลักษณะวงจรของข้อมูลจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี ช่วงที่พิจารณาจะเป็นช่วงที่ค่าเฉลี่ย MA(3,3) ของข้อมูลสูงกว่าเส้นแนวโน้ม

3. การพิจารณาแนวโน้มลักษณะสภาวะฝนแล้ง

การพิจารณาแนวโน้มลักษณะสภาวะฝนแล้ง (ตามคำนิยามในบทที่ 3) จะพิจารณาว่ามีปริมาณฝน และจำนวนวันฝนตกในสภาวะฝนแล้งรายปี หรือจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปีในสภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนาน(RD_i) ซึ่งคำนวณค่าเฉลี่ย($\overline{RD}$) ได้จากสมการที่ (4-7) ซึ่งหมายความถึงความรุนแรงเฉลี่ยของสภาวะฝนแล้งรายปี และการเปรียบเทียบความรุนแรงของสภาวะฝนแล้งในแต่ละสถานีจะใช้ค่าปริมาณฝน และจำนวนวันฝนตกในสภาวะฝนแล้งรายปีเทียบกับค่าเฉลี่ยของแต่ละสถานี หรือจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปีในสภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนานเทียบกับค่าเฉลี่ยของแต่ละสถานี(RD') ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4-8) นอกจากนี้ยังพิจารณาการเกิดสภาวะฝนแล้งจะเกิดขึ้นห่างกันกี่ปี ซึ่งสามารถคำนวณค่าเฉลี่ย($\overline{TD}$) ได้จากสมการที่(4-9) ซึ่งหมายถึงความถี่ของการเกิดสภาวะฝนแล้งเฉลี่ย ทำให้ทราบความถี่($\overline{TD}$) และความรุนแรงของสภาวะฝนแล้ง($\overline{RD}$) ในแต่ละสถานี

$$\overline{RD} = \sum_{i=1}^{n} RD_i / n \qquad (4\text{-}7)$$

$$RD' = \overline{RD} / \overline{Y} \qquad (4\text{-}8)$$

$$\overline{TD} = \sum_{i=1}^{n-1} TD_i / n-1 \qquad (4\text{-}9)$$

เมื่อ $\overline{RD}$ = ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนรายปี จำนวนวันฝนตกรายปี หรือจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี (RD_i) ที่เกิดในสภาวะฝนแล้งทั้งหมดในแต่ละสถานี (มม. หรือ วัน)

RD_i = ปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกรายปี ในสภาวะฝนแล้งรายปี หรือจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี ในสภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนาน (มม. หรือ วัน)

n = จำนวนปีที่เกิดสภาวะฝนแล้งรายปี หรือสภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนาน (ปี)

RD' = ปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกรายปี ในสภาวะฝนแล้งรายปีเทียบกับค่าเฉลี่ยในแต่ละสถานี หรือ จำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี ในสภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนานเทียบกับค่าเฉลี่ยในแต่ละสถานี

$\overline{Y}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละสถานี (มม. หรือ วัน)

TD_i = ช่วงเวลาที่เกิดห่างกันในแต่ละครั้งของ การเกิดสภาวะฝนแล้งรายปี หรือการเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนาน (ปี)

$\overline{TD}$ = ค่าเฉลี่ยของ TD_i ทุกช่วงในแต่ละสถานี (ปีต่อครั้ง)

รูปที่ 4-7 แสดงสภาวะฝนแล้งรายปีของสถานี 14022 จังหวัดขอนแก่น การเกิดสภาวะฝนแล้งรายปี จะเกิดในปี ค.ศ. 1960, 1970, 1972, 1973, 1974, 1985, 1986 และ 1988 โดยมีช่วงเวลาห่างของการเกิดแต่ละครั้งเท่ากับ 10, 2, 1, 1, 11, 1 และ 2 ปี ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ย 5.4 ปีต่อครั้ง

รูปที่ 4-8 แสดงสภาวะฝนแล้งในช่วงฤดูฝน หรือการเกิดจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปีของสถานี 14022 จังหวัดขอนแก่น สภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนานจะเกิดในปี ค.ศ. 1961, 1968, 1974, 1977, 1979 และ 1986 โดยมีช่วงเวลาห่างของการเกิดแต่ละครั้งเท่ากับ 7, 6, 3, 2 และ 7 ปี ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ย 5.2 ปีต่อครั้ง

<u>การวิเคราะห์การกระจายตามพื้นที่</u>

การวิเคราะห์การกระจายตามพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนี้ จะใช้ข้อมูลปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกรายปี ข้อมูลจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี และอัตราการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยมาใช้ในการวิเคราะห์ โดยใช้จำนวนสถานีไม่เกิน 73 สถานี และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SURFER มาช่วยในการวิเคราะห์ และเขียนรูปดังกล่าว Reciprocal Distance Squared (RDS)

สาเหตุที่เลือกใช้วิธี Reciprocal Distance Squared (RDS) ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนที่จะใช้เขียนเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน เนื่องจากวิธีดังกล่าวนี้สามารถประยุกต์ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งจะช่วยให้การทำงานสะดวกและรวดเร็วขึ้น อันจะเป็นทางหนึ่งที่ช่วยให้มี

การศึกษาและหาทางนำเอาวิธีนี้มาใช้ในการวิเคราะห์ฝนในประเทศไทยให้แพร่หลายยิ่งขึ้น ทั้งนี้ จากการศึกษาในอเมริกาพบว่า วิธีเขียนเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน โดยอาศัยการคำนวณวิธีนี้ให้ผลลัพธ์เส้นชั้นน้ำฝนเท่ากัน และปริมาณฝนเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างไปจากการเขียน หรือลากเส้นด้วยมือมากนัก (วิกิจ ไชยวิจารณ์, 2535)

ในการกำหนดระยะห่างของเส้นกริดตามแกน x, y มักพิจารณาจากจำนวนจุดตัด (x, y) ของเส้นกริดในพื้นที่ศึกษาเป็นเกณฑ์ จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีผู้แนะนำให้ใช้ระยะห่างของเส้นกริดที่ให้จำนวนจุดตัดของกริดในพื้นที่ศึกษาอยู่ระหว่าง 3 - 4 เท่าของจำนวนสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่จะใช้ในการวิเคราะห์ที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้ เนื่องจากที่ผ่านมาพบว่า ผลลัพธ์เส้นชั้นน้ำฝนเท่ากันที่ได้จากเกณฑ์กำหนดดังกล่าว มีค่าไม่แตกต่างจากการกำหนดระยะห่างของเส้นกริดให้ถี่มากขึ้นนัก ความถูกต้องก็อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ทั้งยังทำให้ประหยัดเวลาที่คอมพิวเตอร์จะใช้ในการคำนวณลง ช่วยให้การทำงานเสร็จเร็วขึ้น (Tsong Chang Wei & J.L.McGuinness, 1973 อ้างถึงใน วิกิจ ไชยวิจารณ์, 2535)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทดลองเขียนรูปการกระจายของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี โดยการกำหนดระยะห่างของเส้นกริดแตกต่างกันไป โดยเริ่มตั้งแต่ 5, 10, 20 และ 30 กิโลเมตร ตามลำดับ ปรากฏว่าระยะห่างของเส้นกริดเท่ากับ 5 และ 10 กิโลเมตร ให้ผลลัพธ์เส้นชั้นน้ำฝนเท่ากันได้ใกล้เคียงกันมาก ดังแสดงในรูปที่ 4-9 ดังนั้น ในการวิเคราะห์การกระจายตามพื้นที่ครั้งนี้ จึงเลือกใช้ระยะห่างของเส้นกริดเท่ากับ 10 กิโลเมตรเป็นเกณฑ์ และเลือกจำนวนสถานีใกล้เคียงที่จะนำไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณน้ำฝน ณ จุดตัดของกริดใด ๆ เท่ากับ 10 สถานี ทั้งนี้ เพื่อให้ได้ค่าที่จุดตัดของกริดใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

<u>การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะฝนแล้งรายปีกับสภาวะฝนทิ้งช่วง</u>

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะฝนแล้งรายปีกับสภาวะฝนทิ้งช่วงจะพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนรายปีกับจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะฝนแล้งรายปีกับจำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปีนี้ จะพิจารณาความสัมพันธ์ในลักษณะ ปริมาณ เวลา และพื้นที่ การพิจารณาความสัมพันธ์เชิงปริมาณ จะใช้สมการถดถอยในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนรายปี กับ จำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี การพิจารณาความสัมพันธ์ตามเวลาจะพิจารณาว่า ในปีที่เกิดสภาวะฝนแล้งรายปี จะเกิดสภาวะฝน

ทิ้งช่วงยาวนานหรือไม่ ส่วนการพิจารณาความสัมพันธ์ตามพื้นที่จะพิจารณาจากแผนที่การกระจายตามพื้นที่ของปริมาณฝนรายปี จำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี โอกาสเกิดฝนแล้งรายปีในรอบ 40 ปี โอกาสเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนานในรอบ 40 ปี และโอกาสเกิดสภาวะฝนแล้งรายปีพร้อมกับเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนานในรอบ 40 ปี เพื่อดูความสัมพันธ์ของการเกิดสภาวะฝนแล้งทั้งสองแบบในแต่ละพื้นที่

<u>การวิเคราะห์สภาวะฝนแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</u>

การวิเคราะห์สภาวะฝนแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะนำข้อมูลผลการวิเคราะห์การกระจายตามพื้นที่ของปริมาณฝนรายปี จำนวนวันฝนทิ้งช่วงสูงสุดประจำปี โอกาสเกิดสภาวะฝนแล้งรายปี และโอกาสเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนาน มาหาลักษณะการกระจายตามพื้นที่ (ซึ่งได้จากการเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์จากโปรแกรม SURFER) ข้อมูลดังกล่าวจะนำสภาพภูมิประเทศ และลักษณะการพัดเข้าของลมมรสุม และดีเปรสชั่น มาประกอบ กำหนดเป็นเขตพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามความรุนแรงของสภาวะฝนแล้ง ก็จะได้เห็นลักษณะสภาวะฝนแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นเขต ซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบการวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำต่อไปได้

ตารางที่ 4-1 ตัวอย่างข้อมูลที่คัดเลือกมาใช้ในการวิเคราะห์

STATION NO.02140 HUAI KHI NU TANK (TNK-73), A. LAM PLAI MAT, BURI RAM (02140)
RAINFALL LESS THAN OR EQUAL 30.0 mm.

	ANNUAL		BEFORE DRY SPELL			DRY SPELL					AFTER DRY SPELL			DRY SEASON	
YEAR	RAINFALL (mm.)	RAINYDAY (days)	BEGIN RAINY SEASON (date)	RAINFALL (mm.)	RAINYDAY (days)	BEGIN DRY SPELL (date)	RAINFALL (mm.)	RAINYDAY (days)	MAX.CONT.DAY (days)	END DRY SPELL (date)	RAINFALL (mm.)	RAINYDAY (days)	END RAINY SEASON (date)	RAINFALL (mm.)	RAINYDAY (days)
1966	1630.5	87	34	564.7	21	66	28.9	5	23	88	825.1	43	170	211.8	18
1967	1172.6	75	38	455.3	29	122	24.9	6	20	141	461.4	23	184	231.0	17
1968	1004.8	72	36	298.1	18	86	24.8	6	20	105	536.6	33	199	145.3	15
1969	1218.8	81	58	556.1	37	125	26.9	5	25	149	452.2	23	213	183.6	16
1970	976.9	88	32	468.6	40	109	23.9	4	16	124	284.4	22	179	200.0	22
1971	1141.6	71	35	60.3	5	48	22.5	6	20	67	841.2	46	185	217.6	14
1972	1233.6	78	62	201.3	18	87	26.0	2	17	103	911.0	46	195	95.3	12
1973	1174.1	78	40	234.1	16	77	28.1	3	18	94	665.3	45	192	246.6	14
1974	946.6	64	111	147.9	6	129	25.7	3	13	141	375.2	27	201	397.8	28
1975	968.0	80	40	412.0	31	125	27.6	6	26	150	398.3	30	195	130.1	13
1976	1273.1	74	31	130.5	6	44	10.6	2	27	70	968.6	56	214	163.4	10
1977	1056.4	69	31	427.4	21	113	26.0	3	26	138	365.4	22	173	237.6	23
1978	1155.4	68	63	448.0	30	139	16.6	2	14	152	514.9	22	188	175.9	14
1979	1059.0	61	39	672.9	38	137	27.2	4	34	170	272.9	8	182	86.0	11
1980	1658.2	90	51	551.5	31	117	25.8	3	15	131	956.9	40	199	124.0	16
1981	905.4	73	44	35.4	1	45	28.1	5	30	74	658.5	50	199	183.4	17
1982	1106.2	70	58	105.2	8	73	25.7	9	36	108	744.7	38	193	230.6	15
1983	1391.2	77	47	155.6	6	62	29.8	5	25	86	1114.5	55	203	91.3	11
1984	1093.2	53	39	508.3	24	102	29.0	3	34	135	471.5	18	198	84.4	8
1985	1143.5	41	41	153.4	3	48	29.7	2	28	75	821.2	27	200	139.2	9
1986	971.4	53	34	166.2	12	67	29.5	3	25	91	645.0	32	208	130.7	6
1987	1120.4	57	40	337.3	17	99	29.8	4	45	143	484.9	23	192	268.4	13
1988	1119.2	61	31	553.2	34	125	27.1	3	29	153	382.1	16	207	156.8	8
1989	1218.7	69	36	331.4	12	64	24.1	2	23	86	609.5	36	174	253.7	19
1990	1204.1	66	34	368.9	17	89	22.0	2	20	108	731.6	42	203	81.6	5
1991	1144.1	56	35	276.1	11	64	27.3	3	29	92	787.4	36	205	53.3	6
MAX.	1658.2	90	111	672.9	40	139	29.8	9	45	170	1114.5	56	214	397.8	28
MIN.	905.4	41	31	35.4	1	44	10.6	2	13	67	272.9	8	170	53.3	5
AVG.	1157.2	70	44	331.5	19	91	25.7	4	25	114	626.2	33	194	173.8	14

หมายเหตุ date = วันที่เริ่มนับจากวันที่ 1 เมษายน ของทุกปี

ตารางที่ 4-2 รายชื่อสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่คัดเลือกมาใช้ในการศึกษา

รหัสสถานี	ชื่อสถานี	ที่ตั้ง		จำนวนปีของข้อมูล	ช่วงข้อมูล (ค.ศ.)	หมายเหตุ
		เส้นรุ้ง N	เส้นแวง E			
02033	อ.นางรอง จ.บุรีรัมย์	14-37-39	102-47-48	40	1952-91	+ *
02052	อ.สตึก จ.บุรีรัมย์	15-17-40	103-17-45	39	"	
02140	อ่างเก็บน้ำ ห้วยขี้หนู อ.ลำปลายมาศ จ.บุรีรัมย์	15-01-16	102-50-45	26	1966-91	
05012	อ.เมือง จ.ชัยภูมิ	15-48-22	102-02-19	40	1952-91	+ *
05042	อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ	15-29-56	101-41-24	37	1955-91	
05052	อ.เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ	16-16-43	101-57-26	34	"	
05062	อ.คอนสวรรค์ จ.ชัยภูมิ	15-55-50	102-17-04	34	1958-91	
05082	อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ	15-46-38	101-54-38	26	1966-91	
05150	อ่างเก็บน้ำห้วยส้มปอย อ.จตุรัส จ.ชัยภูมิ	15-37-13	101-42-53	26	"	
11012	อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์	16-25-53	103-30-37	40	1952-91	+ *
11032	อ.กมลาไสย จ.กาฬสินธุ์	16-20-16	103-34-47	40	"	
11042	อ.สหัสขันธ์ จ.กาฬสินธุ์	16-42-40	103-31-34	39	"	
14013	อ.เมือง จ.ขอนแก่น	16-25-40	102-50-17	39	"	
14022	อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น	16-07-30	102-32-50	40	"	+ *
14073	อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น	16-32-35	102-06-12	36	1954-91	
14180	อ่างเก็บน้ำ โสกรวก อ.ภูเวียง จ.ขอนแก่น	16-39-00	102-22-40	26	1966-91	
14210	อ่างเก็บน้ำ ห้วยเสียว อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น	16-44-30	102-51-30	26	"	
18032	อ.ด่านซ้าย จ.เลย	17-16-44	101-09-00	37	1952-90	
18052	อ.เชียงคาน จ.เลย	17-53-48	101-40-17	40	1952-91	+ *
18100	อ่างเก็บน้ำ ห้วยอีเลิด อ.วังสะพุง จ.เลย	17-18-19	101-43-54	22	1970-91	
18110	อ่างเก็บน้ำ ห้วยน้ำวัด อ.ท่าลี่ จ.เลย	17-37-02	101-23-45	22	"	
18120	อ่างเก็บน้ำ ห้วยน้อย อ.เมือง จ.เลย	17-36-37	101-44-00	22	"	

ตารางที่ 4-2 รายชื่อสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่คัดเลือกมาใช้ในการศึกษา (ต่อ)

รหัสสถานี	ชื่อสถานี	ที่ตั้ง		จำนวนปีของข้อมูล	ช่วงข้อมูล (ค.ศ.)	หมายเหตุ
		เส้นรุ้ง N	เส้นแวง E			
18140	อ่างเก็บน้ำ ห้วยยาง อ.ภูกระดึง จ.เลย	16-53-14	101-53-13	22	1970-91	
21012	อ.เมือง จ.มหาสารคาม	16-21-58	103-18-17	40	1952-91	*
21063	อ.พยัคฆภูมิพิสัย จ.มหาสารคาม	15-30-50	103-11-54	40	"	+ *
21160	อ่างเก็บน้ำ หนองคูขาด อ.บรบือ จ.มหาสารคาม	15-55-26	102-59-46	26	1966-91	
24012	อ.เมือง จ.นครพนม	17-24-35	104-47-00	32	1952-84	
24022	อ.ธาตุพนม จ.นครพนม	16-56-55	104-44-00	40	1952-91	+ *
24032	อ.นาแก จ.นครพนม	16-56-42	104-30-16	40	"	
24062	อ.ศรีสงคราม จ.นครพนม	17-37-32	104-15-14	38	1954-91	+ *
24082	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	17-58-00	104-13-07	32	1958-91	
25013	อ.เมือง จ.นครราชสีมา	14-58-10	102-06-13	40	1952-91	+ *
25022	อ.โนนไทย จ.นครราชสีมา	15-11-47	102-04-23	40	"	
25062	อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา	14-53-50	101-49-30	40	"	
25142	สถานีทดลองเกษตรบ้านใหม่สำโรง จ.นครราชสีมา	14-23-00	101-41-00	39	1953-91	+ *
25480	อ่างเก็บน้ำ ลำฉมวก อ.ห้วยแถลง จ.นครราชสีมา	15-03-20	102-30-38	30	1962-91	
25490	ประตูระบายน้ำ ลำสะเก็ด จ.นครราชสีมา	15-25-06	102-35-03	29	"	
25541	อ่างเก็บน้ำ ลำตะคอง อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา	14-52-06	101-33-53	21	1971-91	
30012	อ.เมือง จ.หนองคาย	17-52-40	102-44-29	40	1952-91	+ *
30072	อ.เชกา จ.หนองคาย	17-55-36	103-57-19	22	1970-91	
30082	อ.ศรีเชียงใหม่ จ.หนองคาย	17-57-15	102-35-33	22	"	
30170	อ่างเก็บน้ำ ห้วยเปลวเงือก อ.โพนพิสัย จ.หนองคาย	18-03-31	103-09-13	22	"	
49013	อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด	16-03-06	103-39-28	40	1952-91	
49022	อ.เกษตรพิสัย จ.ร้อยเอ็ด	15-39-18	103-35-02	39	"	

ตารางที่ 4-2 รายชื่อสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่คัดเลือกมาใช้ในการศึกษา (ต่อ)

รหัสสถานี	ชื่อสถานี	ที่ตั้ง		จำนวนปีของข้อมูล	ช่วงข้อมูล (ค.ศ.)	หมายเหตุ
		เส้นรุ้ง N	เส้นแวง E			
49032	อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด	15-36-28	103-48-14	40	1952-91	*
49052	อ.อาจสามารถ จ.ร้อยเอ็ด	15-50-31	103-52-53	38	"	
49062	อ.โพนทอง จ.ร้อยเอ็ด	16-17-58	103-58-54	40	"	*
49092	อ.เสลภูมิ จ.ร้อยเอ็ด	16-01-55	103-56-17	40	"	+ *
50013	อ.เมือง จ.สกลนคร	17-10-06	104-09-20	40	"	
50032	อ.พรรณานิคม จ.สกลนคร	17-20-58	103-51-09	40	"	+ *
50052	สำนักงานทางหลวง บ.สร้างค้อ จ.สกลนคร	16-53-00	103-51-00	34	1958-91	
50112	อ.กุสุมาลย์ จ.สกลนคร	17-19-50	104-19-44	23	1969-91	
50231	สำนักงานชลประทานน้ำอูน อ.พังโคน จ.สกลนคร	17-18-08	103-45-27	25	1966-91	
57022	อ.ขุขันธ์ จ.ศรีสะเกษ	14-42-42	104-12-08	40	1952-91	+ *
57042	อ.อุทุมพรพิสัย จ.ศรีสะเกษ	15-06-34	104-08-33	36	"	
57052	อ.ราษีไศล จ.ศรีสะเกษ	15-20-19	104-09-26	40	"	*
62013	อ.เมือง จ.สุรินทร์	14-52-51	103-29-56	38	"	
62022	อ.สังขะ จ.สุรินทร์	14-38-07	103-51-26	38	"	
62032	อ.รัตนบุรี จ.สุรินทร์	15-19-11	103-51-37	39	"	
62062	อ.ปราสาท จ.สุรินทร์	14-38-22	103-24-29	33	1958-91	
67013	อ.เมือง จ.อุบลราชธานี	15-13-35	104-51-42	40	1952-91	+ *
67022	อ.พิบูลมังสาหาร จ.อุบลราชธานี	15-14-39	105-14-11	37	1955-91	
67032	อ.อำนาจเจริญ จ.อุบลราชธานี	15-51-28	104-37-53	35	"	
67052	อ.เขมราฐ จ.อุบลราชธานี	16-02-26	105-13-50	18	1974-91	
68013	อ.เมือง จ.อุดรธานี	17-24-50	102-47-24	40	1952-91	+ *
68032	อ.หนองหาน จ.อุดรธานี	17-21-39	103-06-43	38	1953-91	
68150	อ่างเก็บน้ำหนองพระโค อ.กุมภวาปี จ.อุดรธานี	17-06-44	102-56-16	21	1970-91	
68160	อ่างเก็บน้ำโสกรุ้ง อ.โนนสะอาด จ.อุดรธานี	16-58-01	102-53-11	22	"	

ตารางที่ 4-2 รายชื่อสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่คัดเลือกมาใช้ในการศึกษา (ต่อ)

รหัส	ชื่อสถานี	ที่ตั้ง		จำนวนปีของข้อมูล	ช่วงข้อมูล (ค.ศ.)	หมายเหตุ
		เส้นรุ้ง N	เส้นแวง E			
68180	อ่างเก็บน้ำหนองโบ อ.หนองหาน จ.อุดรธานี	17-22-14	103-15-44	22	1970-91	
68212	อ.บ้านดุง จ.อุดรธานี	17-41-51	103-15-46	18	1974-91	
68272	อ.น้ำโสม จ.อุดรธานี	17-45-59	102-11-31	17	1975-91	
72022	อ.คำเขื่อนแก้ว จ.ยโสธร	15-39-07	104-18-41	39	1952-91	
72042	อ.เลิงนกทา จ.ยโสธร	16-12-22	104-33-32	37	1952-90	

หมายเหตุ สถานีทั้งหมดนี้ใช้ในการวิเคราะห์การกระจายความถี่โดยมี
สถานีที่มีเครื่องหมาย + เป็นสถานีที่ใช้ทดสอบความเหมาะสมของสมการการกระจายความถี่และ
สถานีที่มีเครื่องหมาย * เป็นสถานีที่ใช้วิเคราะห์แนวโน้ม

ตารางที่ 4-3 ตัวอย่างผลของโปรแกรมตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล

STATION NO.72012 A. MUANG, YASOTHON (72012)

MONTHLY RAINFALL (m.m.)

YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	TOTAL
1952	24.4	169.9	114.2	236.2	251.3	419.2	162.8	.0	.0	.0	.0	2.5	1380.5
1953	93.8	191.9	306.8	187.1	101.5	193.3	75.7	.0	.0	95.6	.0	.0	1245.7
1954	20.4	158.5	154.8	78.9	158.5	434.3	92.2	.0	.0	.0	.0	21.6	1119.2
1955	59.1	64.6	293.7	137.1	190.8	121.5	30.6	37.4	.0	.0	49.2	8.9	992.9
1956	41.2	209.9	158.7	191.8	305.9	176.7	5.2	.0	.0	.0	.0	86.5	1175.9
1957	8.0	28.9	59.2	196.6	309.5	387.3	73.3	10.5	.0	.0	.0	.0	1073.3
1958	3.1	131.2	177.7	146.3	381.3	302.1	65.3	.0	.0	.0	76.5	34.2	1317.7
1959	47.1	278.4	76.3	293.1	154.3	339.7	17.6	1.7	.0	.0	.0	64.7	1272.9
1960	20.2	141.8	232.7	313.4	407.0	367.6	174.3	13.9	.0	.0	.0	113.5	1784.4
1961	198.4	219.3	227.8	270.5	330.3	394.7	186.7	.0	.0	.0	27.2	3.1	1858.0
1962	92.4	228.3	123.3	368.9	141.3	300.2	79.7	.0	.0	.0	.0	26.2	1360.3
1963	6.2	145.1	207.6	295.7	337.1	217.1	107.6	49.0	1.5	1.2	1.2	23.7	1393.0
1964	24.0	274.2	213.4	137.2	274.3	644.6	99.1	76.5	.0	.0	43.2	18.1	1804.6
1965	138.6	278.3	324.5	301.7	219.7	257.3	135.0	.0	.0	.0	13.1	13.5	1681.7
1966	83.0	497.2	130.6	200.6	326.8	236.0	77.9	13.5	6.3	1.3	.0	3.2	1576.4
1967	78.9	185.9	84.2	191.5	319.9	379.3	57.9	38.9	.0	5.2	.2	45.9	1387.8
1968	140.1	104.7	158.8	85.6	201.0	561.3	17.8	.0	.0	.0	8.4	48.2	1325.9
1969	33.2	287.4	361.5	311.7	132.6	413.2	17.3	.0	.0	.0	.0	.0	1556.9
1970	95.9	192.5	121.4	100.9	157.8	218.2	26.3	.0	.0	.0	20.7	.0	933.7
1971	110.1	51.4	280.0	322.2	324.1	145.1	94.8	.0	.0	.0	78.0	.0	1405.7
1972	39.1	88.5	198.5	232.5	389.9	232.9	193.7	.0	1.2	.0	1.1	.0	1377.4
1973	77.1	135.4	191.7	252.8	194.2	428.3	.0	.0	.0	1.7	.0	16.5	1297.7
1974	139.4	232.4	336.2	230.9	424.6	216.2	118.8	39.8	.0	18.1	36.2	.0	1792.6
1975	20.0	194.9	225.8	174.5	295.6	160.0	92.4	.0	.0	.0	.0	.0	1163.2
1976	.0	38.5	124.5	269.7	224.9	92.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	749.8
1977	.0	43.7	46.4	150.6	316.9	611.5	12.0	.0	.0	.0	.0	80.0	1261.1
1978	96.0	.0	50.0	320.0	292.0	308.5	65.0	.0	.0	.0	.0	.0	1131.5
1979	-2997.0	-3096.9	-2997.0	-3096.9	-3096.9	-2997.0	-3096.9	-2997.0	-3096.9	.0	.0	24.5	-24451.0 **
1980	.0	-3096.9	-2997.0	90.0	-3096.9	-2997.0	-3096.9	-2997.0	-3096.9	-3096.9	-2897.1	-3096.9	-30379.5 **
1981	***** NO DATA IN THIS YEAR *****												
1982	***** NO DATA IN THIS YEAR *****												
1983	***** NO DATA IN THIS YEAR *****												
1984	***** NO DATA IN THIS YEAR *****												
1985	***** NO DATA IN THIS YEAR *****												
1986	-2997.0	-3096.9	-2997.0	151.3	239.8	191.3	46.4	-2997.0	-3096.9	.0	.8	10.1	-11548.1 **
1987	79.3	146.6	277.6	244.7	205.3	373.8	59.2	33.3	.0	.0	1.2	45.2	1466.2
1988	23.8	292.8	454.0	104.7	154.6	172.9	249.8	.0	.0	.0	.0	29.6	1482.2
1989	30.4	235.1	184.5	185.7	238.5	149.9	93.8	.0	.0	.0	45.6	89.2	1252.7
1990	12.6	190.2	112.2	197.1	392.3	221.9	150.8	26.7	.0	.0	.0	9.4	1313.2
1991	44.7	262.2	88.0	189.0	233.8	334.7	121.0	.0	4.5	36.4	31.2	.0	1345.5
AVERAGE	58.8	178.1	190.5	216.2	262.1	306.6	86.1	10.7	.4	5.0	13.5	24.5	1352.5
M/Y (%)	4.3	13.2	14.1	16.0	19.4	22.7	6.4	.8	.0	.4	1.0	1.8	

ผลการตรวจสอบข้อมูลดิบ

NUMBER OF YEARS FROM 1952 TO 1991 = 40 YEARS
NUMBER OF YEARS THERE ARE CONTINUE DATA = 32 YEARS
NUMBER OF YEARS THERE ARE DISCONTINUE DATA = 3 YEARS
NUMBER OF YEARS THERE ARE NOT DATA = 5 YEARS
NOTE ! ** DISCONTINUE DATA

ตารางที่ 4-4 ค่าคลาดเคลื่อนจากการทดสอบสมการการกระจายความถี่กับข้อมูลปริมาณฝนรายปี

STA. NO.	SUM OF ROOT MEAN SQUARE OF ERROR			MEAN	VARIANCE	SKEW
	N	LN2	E1			
02033	47.530	36.454	27.981	1216.9	39215.0	0.806
05012	34.526	27.330	32.867	1112.3	53977.0	0.354
11012	43.874	34.812	32.590	1342.6	53737.0	0.495
14022	44.509	40.842	47.319	1034.1	61542.0	0.328
18052	80.486	64.149	58.508	1240.5	64349.0	1.101
21063	44.655	45.911	-	1301.7	63201.0	0.078
24022	52.229	46.532	56.639	1567.4	105010.0	0.298
24062	63.612	75.733	-	1854.5	121650.0	-0.150
25013	27.489	39.656	-	1087.5	42048.0	-0.195
25142	16.568	18.141	-	1052.2	19105.0	0.012
30012	35.986	40.491	-	1564.2	80150.0	0.065
49092	47.829	46.424	-	1338.1	47404.0	0.297
50032	89.901	101.302	-	1447.8	92565.0	-0.150
57022	196.552	161.929	160.207	1308.5	186680.0	1.941
67013	44.093	33.743	31.656	1588.0	67093.0	0.445
68013	87.452	87.802	96.455	1428.8	74485.0	0.663
AVG.	59.831	56.328	-			

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ 1. สมการการกระจายความถี่ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้
N คือ Normal Distribution
LN2 คือ Two Parameter Lognormal และ
E1 คือ Extreme Value Type I

2. การคำนวณด้วยสมการการกระจายความถี่ E1 ในบางสถานีไม่สามารถคำนวณได้เนื่องจาก การหาค่า Parameter โดยวิธี Maximum Likelihood ไม่ converge (ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของ Kite G.W.)

3. รายชื่อสถานีดูได้จากตารางที่ 4-2

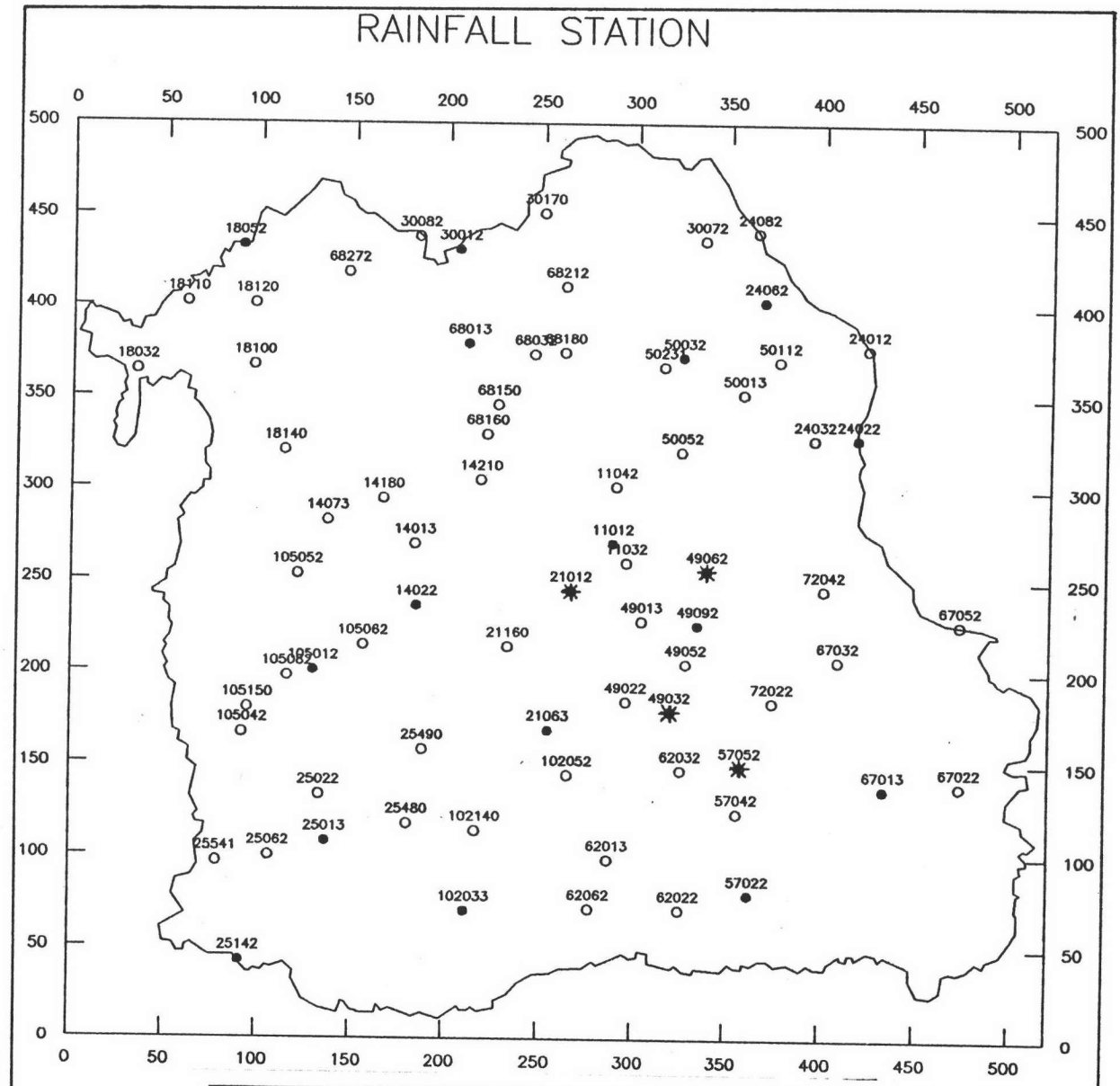
ตารางที่ 4-5 ค่าเฉลี่ยค่าคลาดเคลื่อนจากการทดสอบสมการการกระจายกับข้อมูลชนิดต่าง ๆ

ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ	ค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนของสมการ			สมการที่เหมาะสม
	N	LN2	E1	
ปริมาณฝนรายปี	59.831	56.328	-	N
จำนวนวันฝนตกรายปี	3.935	5.644	-	N
จำนวนวันฝนทิ้งช่วง(R=0 มม.)	2.051	1.564	1.715	LN2
จำนวนวันฝนทิ้งช่วง(R<=10 มม.)	1.914	1.477	1.546	LN2
จำนวนวันฝนทิ้งช่วง(R<=20 มม.)	1.830	1.378	1.413	LN2
จำนวนวันฝนทิ้งช่วง(R<=30 มม.)	1.999	1.582	1.620	LN2
ปริมาณฝนตกก่อนเกิดฝนทิ้งช่วง(R=0 มม.)	86.858	172.010	74.174	E1
จำนวนวันฝนตกก่อนเกิดฝนทิ้งช่วง(R=0 มม.)	6.079	10.513	5.013	E1
ปริมาณฝนตกก่อนเกิดฝนทิ้งช่วง(R<=30 มม.)	78.325	153.537	65.981	E1
จำนวนวันฝนตกก่อนเกิดฝนทิ้งช่วง(R<=30 มม.)	5.367	8.967	4.319	E1
ปริมาณฝนตกหลังเกิดฝนทิ้งช่วง(R=0 มม.)	79.096	308.800	106.749	N
จำนวนวันฝนตกหลังเกิดฝนทิ้งช่วง(R=0 มม.)	4.100	19.117	6.218	N
ปริมาณฝนตกหลังเกิดฝนทิ้งช่วง(R<=30 มม.)	72.406	234.324	-	N
จำนวนวันฝนตกหลังเกิดฝนทิ้งช่วง(R<=30 มม.)	3.318	15.141	4.955	N
ปริมาณฝนที่ตกนอกฤดูฝน	22.000	40.369	17.703	E1
จำนวนวันฝนตกนอกฤดูฝน	1.720	3.903	1.459	E1

หมายเหตุ 1. ค่าคลาดเคลื่อนในตารางนี้ได้จากค่าเฉลี่ยของการทดสอบสมการการกระจายความถี่แต่ละสมการ กับ สถานีทดสอบจำนวน 16 สถานี

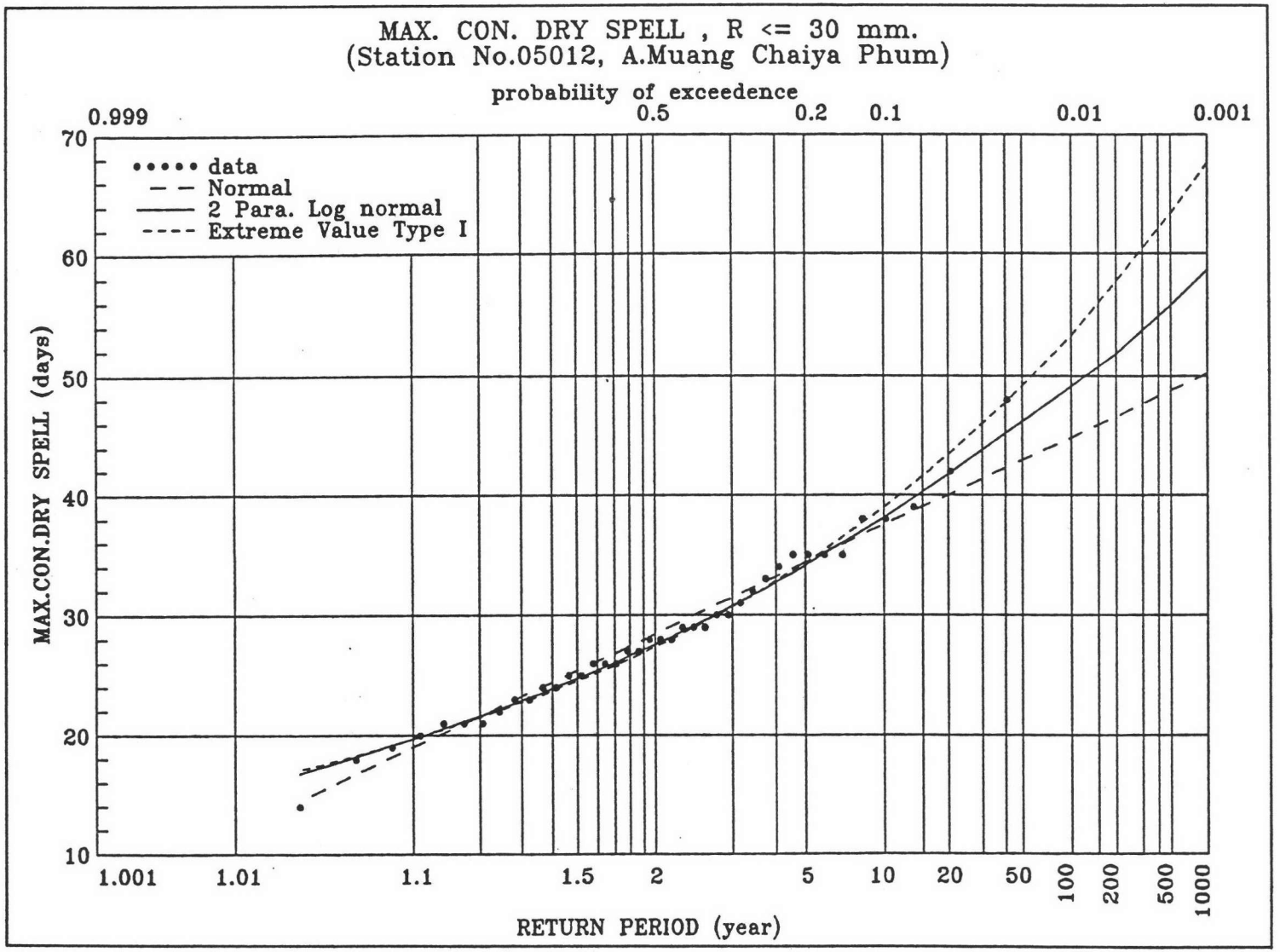
2. สมการการกระจายความถี่ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ N คือ Normal Distribution LN2 คือ Two Parameter Lognormal และ E1 คือ Extreme Value Type I

3. การทดสอบความเหมาะสมของสมการการกระจายความถี่ E1 กับข้อมูลปริมาณฝนรายปี จำนวนวันฝนตกรายปี และ ปริมาณฝนหลังเกิดฝนทิ้งช่วง(R<=30 มม.) ในบางสถานี โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถหาค่าพารามิเตอร์ได้ จึงไม่นำค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนมาพิจารณาความเหมาะสม

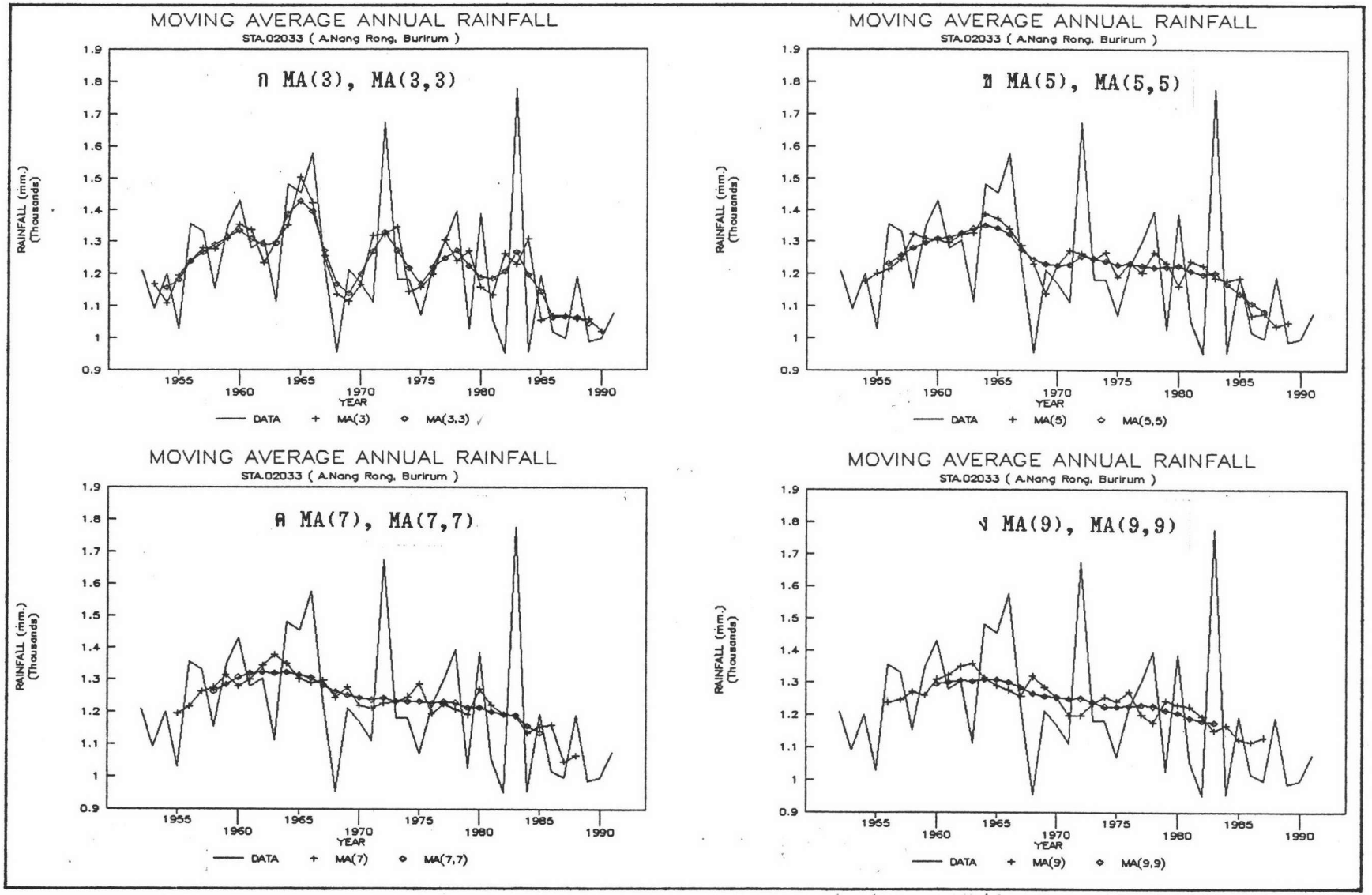


ประเภทสถานี	สัญลักษณ์		
	○	●	✸
สถานีที่ใช้ทดสอบสมการการกระจายความถี่		✓	
สถานีที่ใช้วิเคราะห์การกระจายความถี่	✓	✓	✓
สถานีที่ใช้วิเคราะห์แนวโน้ม		✓	✓

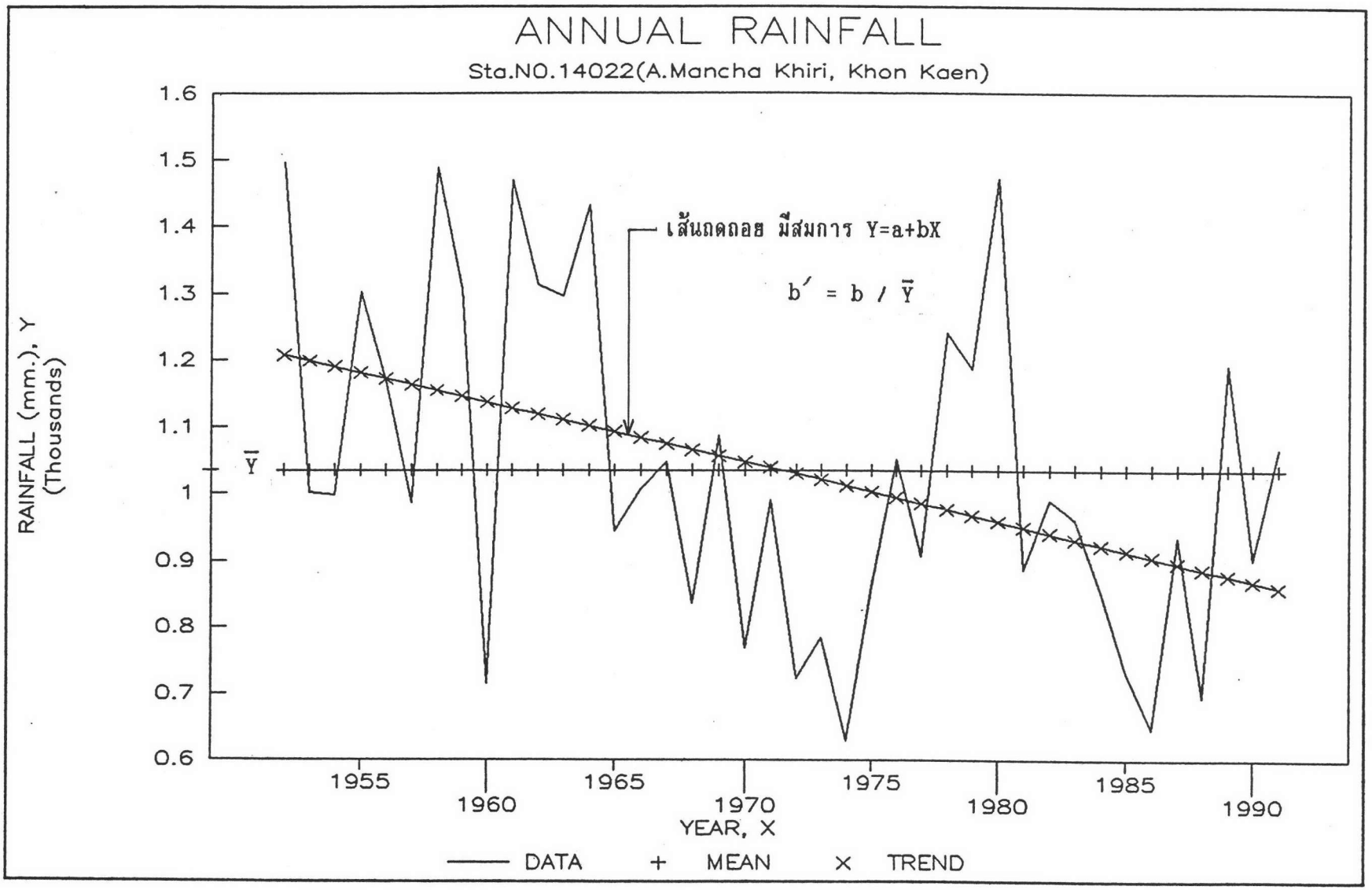
รูปที่ 4-1 ที่ตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษา



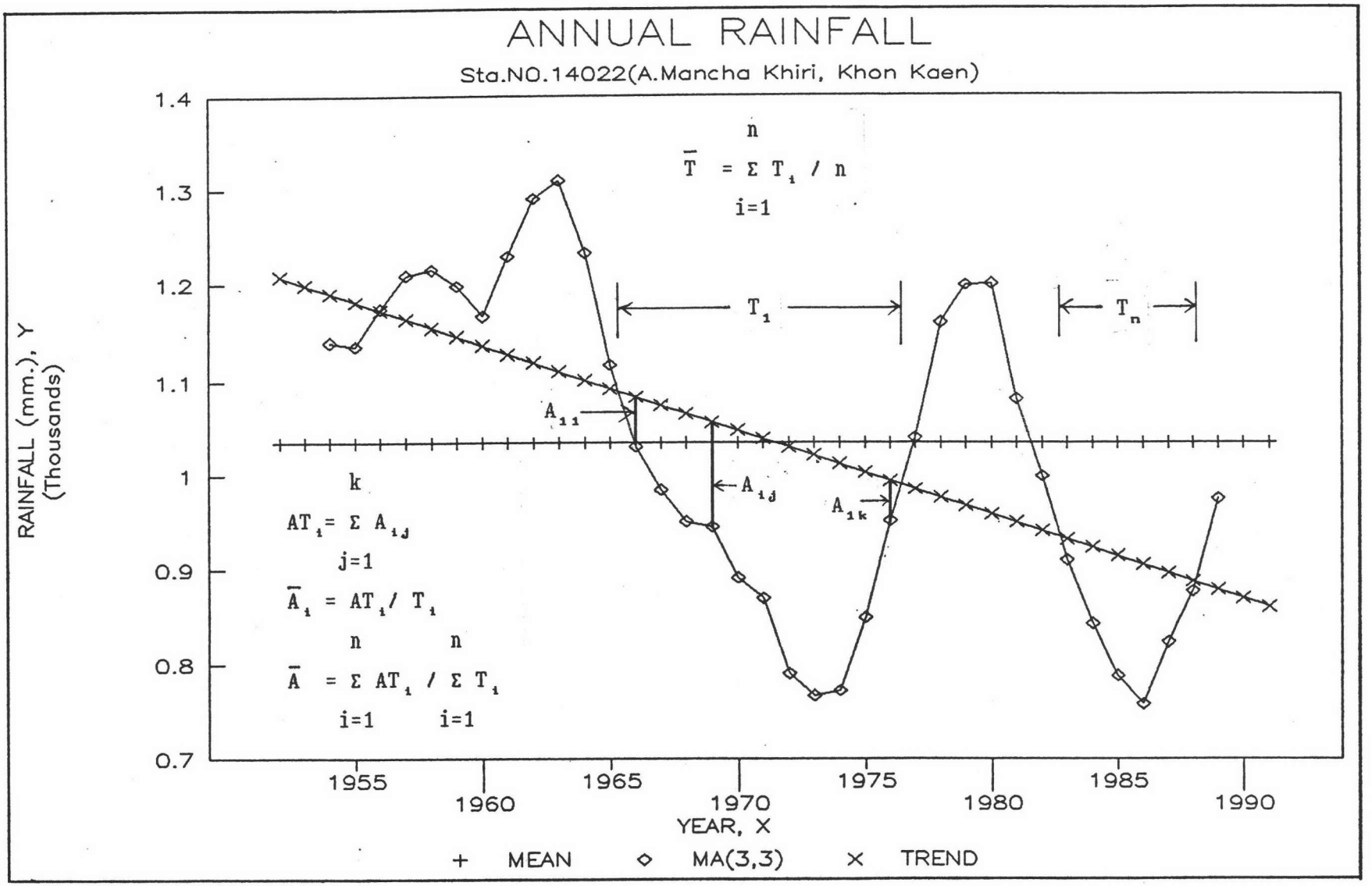
รูปที่ 4-2 ตัวอย่างเปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนจากสมการการกระจายความถี่ชนิดต่าง ๆ



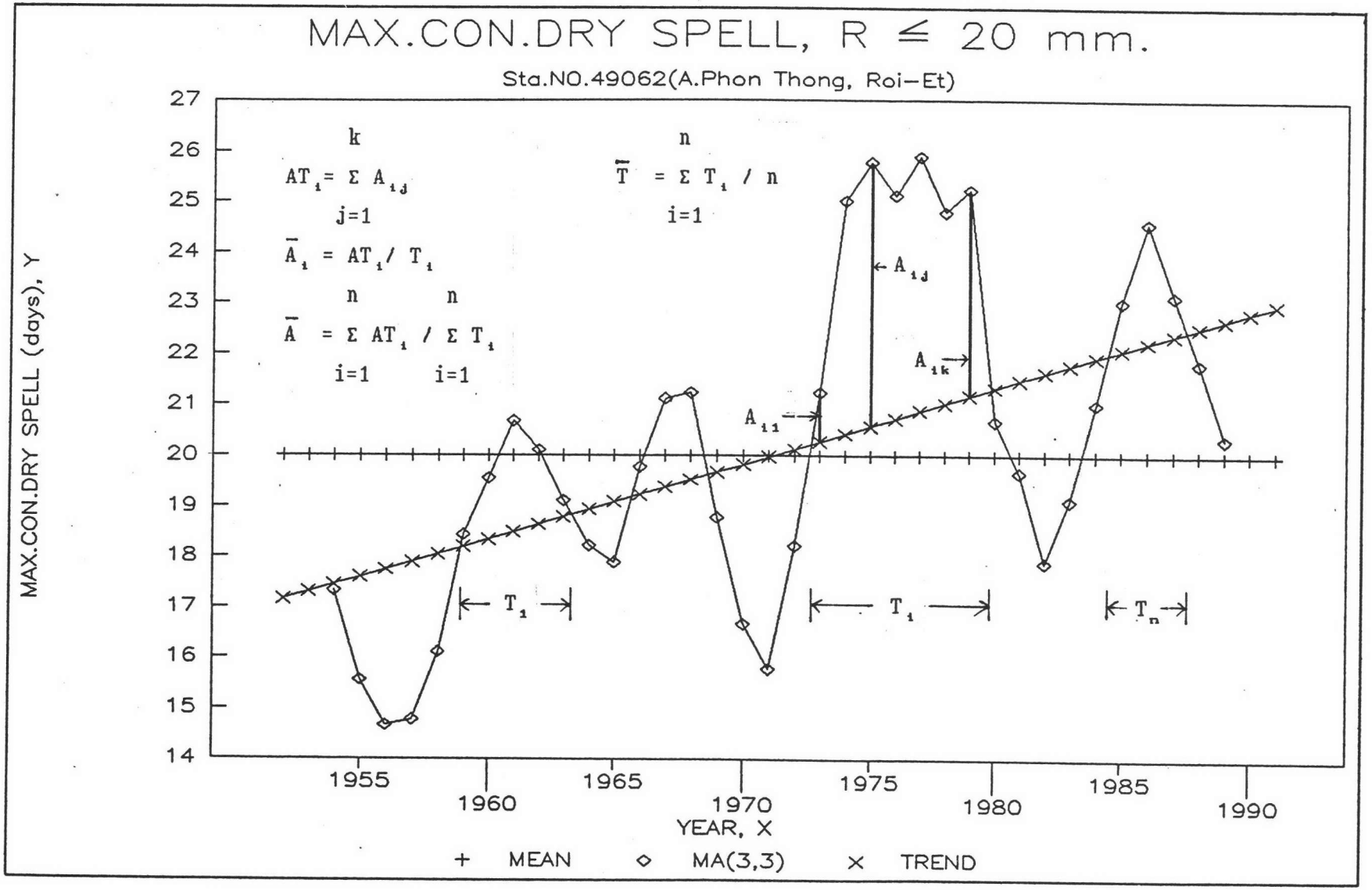
รูปที่ 4-3 ตัวอย่างแสดงกราฟการทำ Moving Average 3,5,7 และ 9 ปี



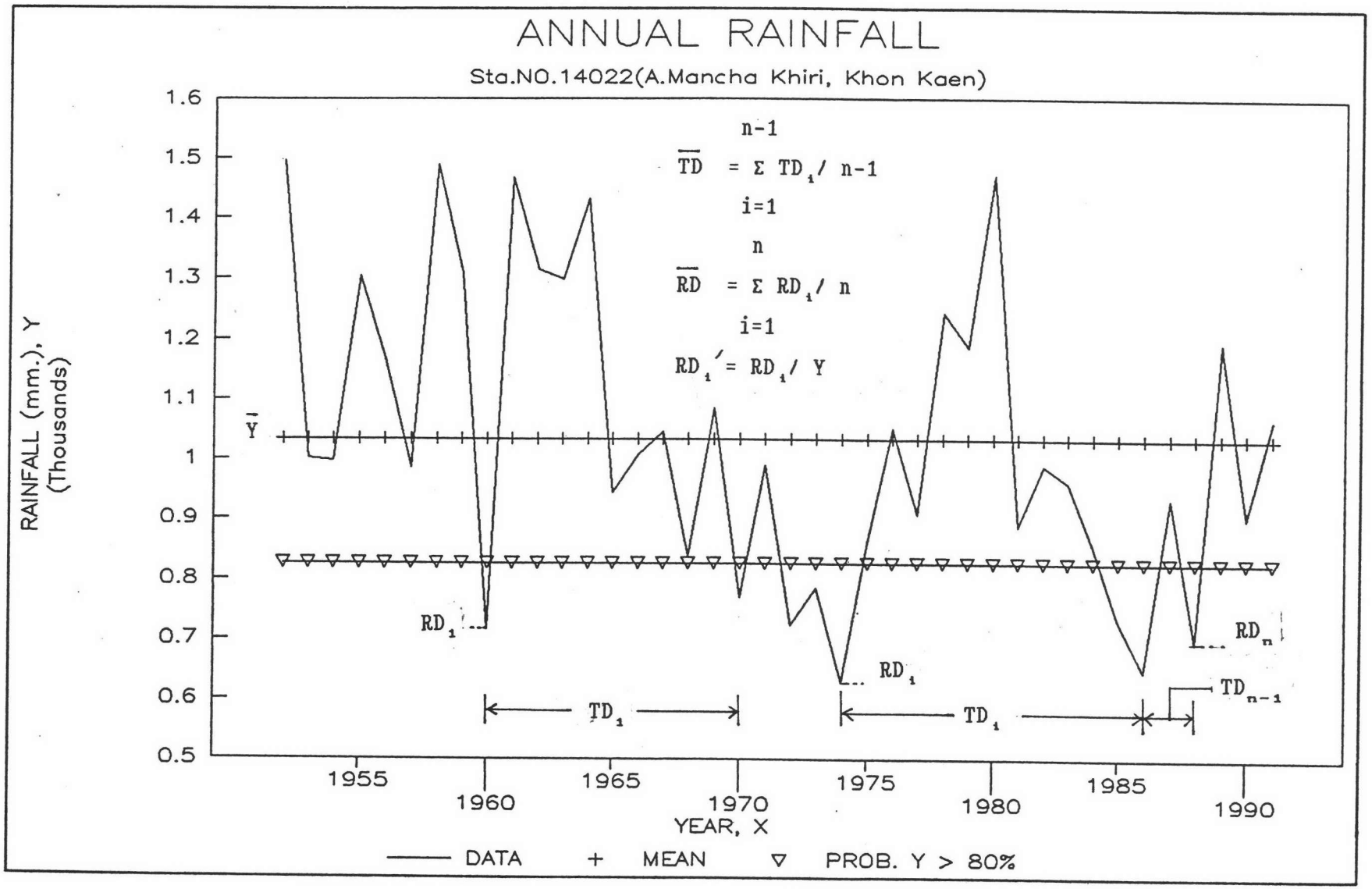
รูปที่ 4-4 แนวโน้มเชิงเส้นตรง (เส้นถดถอย) ที่ใช้อธิบายแนวโน้มของข้อมูล



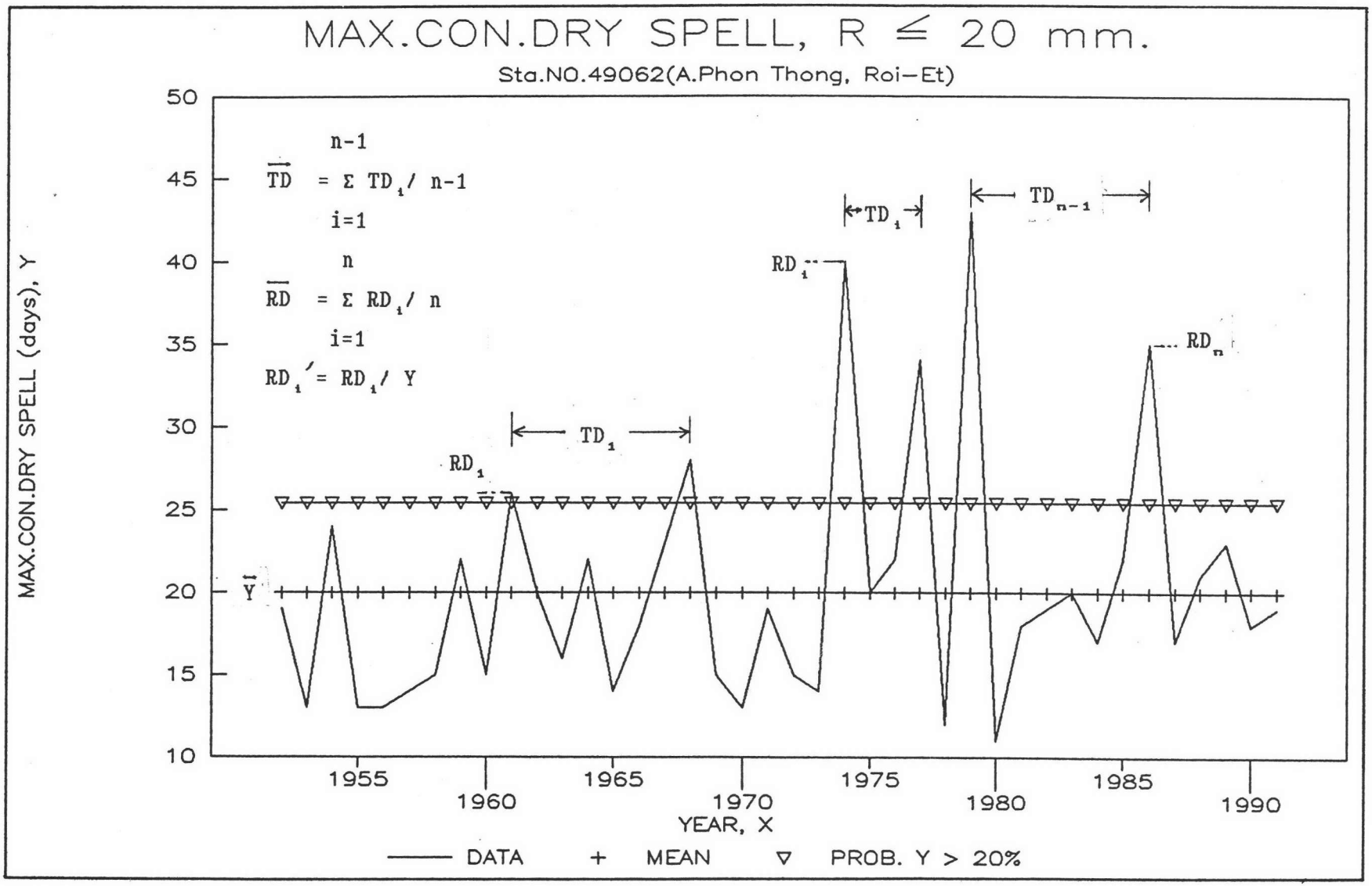
รูปที่ 4-5 ตัวอย่างการพิจารณาแนวโน้มลักษณะวงจรของช่วงเวลาปีฝนแล้งเทียบกับเส้นถดถอย



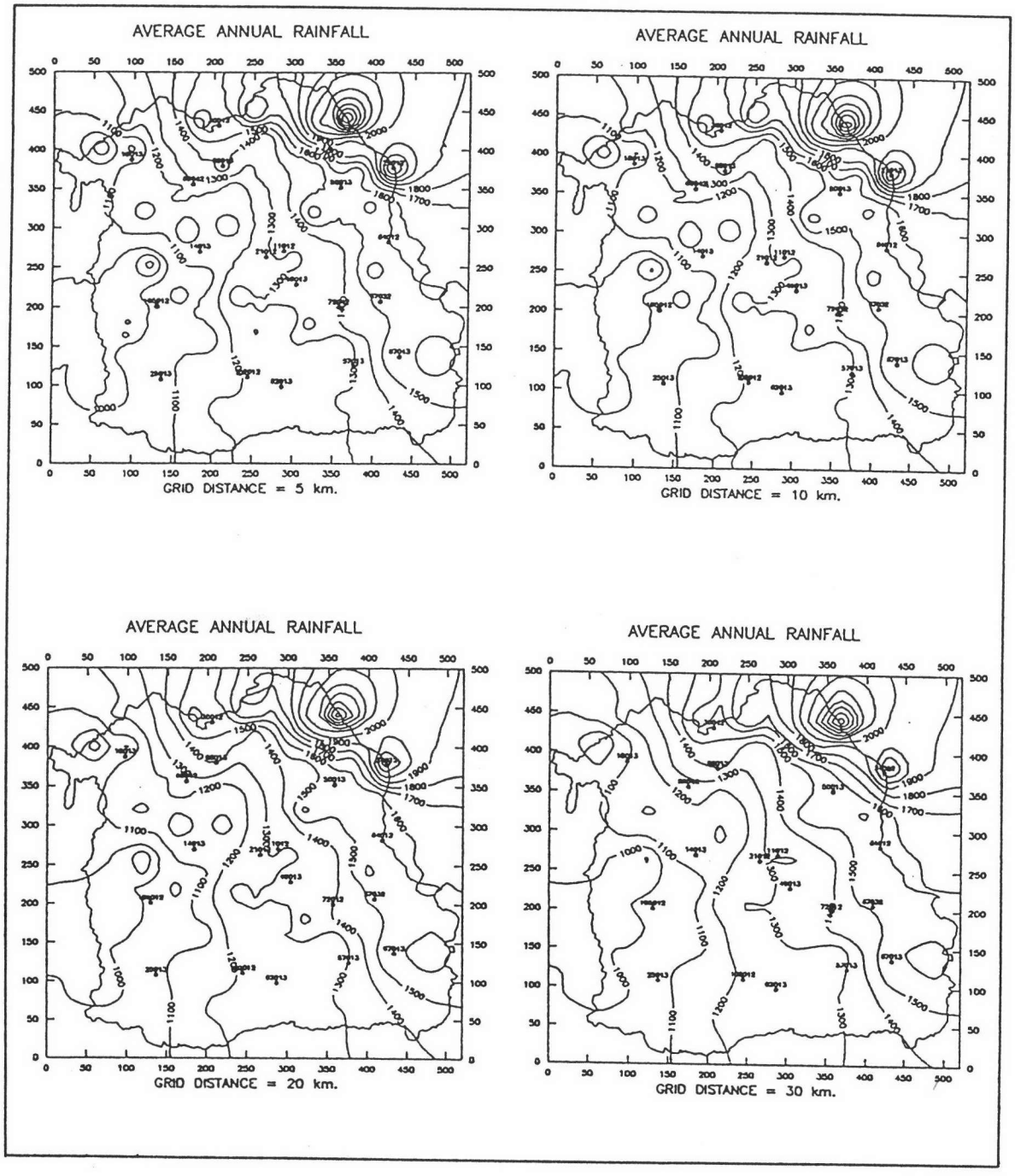
รูปที่ 4-6 ตัวอย่างการพิจารณาแนวโน้มลักษณะวงจรของช่วงเวลาฝนทิ้งช่วงรายปีเทียบกับเส้นถดถอย



รูปที่ 4-7 ตัวอย่างการพิจารณาแนวโน้มการเกิดสภาวะฝนแล้งรายปี



รูปที่ 4-8 ตัวอย่างการพิจารณาแนวโน้มการเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนาน



รูปที่ 4-9 เปรียบเทียบเส้นชั้นน้ำฝนเท่ากันที่ได้จากการแบ่งเส้นกริด 5,10,20 และ 30 กิโลเมตร