นิพนธ์ต้นฉบับ

การเปลี่ยนแปลงลักษณะการตกของฝน บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่

Changes in Rainfall Characteristics at Huai Kog-Ma Watershed, Chiang Mai Province

สิทธิโชค กล่อมวิญญา[1*]
ชัชชัย ตันตสิรินทร์[1]
ปิยพงษ์ ทองดีนอก[1]
โนบุอะกิ ทานากะ[2]

Sittichok Glomvinya[1*]
Chatchai Tantasirin[1]
Piyapong Tongdeenok[1]
Nobuaki Tanaka[2]

[1]คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900 Thailand
[2]Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, Tokyo, Japan
*Corresponding Author, E-mail: boyff74@hotmail.com

รับต้นฉบับ 13 มกราคม 2559 รับลงพิมพ์ 1 กุมภาพันธ์ 2559

ABSTRACT

Rainfall characteristics in term of number of storms, number of rainy days, amount, duration, intensity and 30 minute maximum intensity were investigated from 3 tipping bucket automatic recording raingage located at Huai Kog-Ma Watershed, Chiang Mai Province during 1997-2013. Non-parametric and parametric test were employed to detect rainfall characteristics trends.

The results reveal that mean annual rainfall of Huai Kog-Ma Watershed during the study period was 1,736 mm, with 188 storms and 141 rainy days. Maximum mean monthly rainfall was found in August about 335 mm while minimum was occurred in February about 10 mm. The distribution of storm rainfall characteristics are positive skewness. Extreme rainfall characteristic including maximum in number of storms that rainfall over 50 mm, duration over 4 hour and 30 minute maximum intensity over 30 mm/hr was found in May. Analysis of rainfall characteristics trend showed that number of storms and number of rainy days are increased but not statistically significant. Number of storm which rainfall intensity higher than 50 mm/hr is increased significantly.

Keywords: Rainfall characteristics, Huai Kog-Ma Watershed, Changes in Rainfall

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะการตกของฝนได้แก่ จำนวนครั้ง จำนวนวันที่ฝนตก ปริมาณ ความยาวนาน ความหนักเบา และความหนักเบาสูงสุดในช่วง 30 นาที จากเครื่องวัดน้ำฝนแบบบันทึกอัตโนมัติ 3 เครื่อง บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า

จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลระหว่าง พ.ศ. 2540-2556 และการศึกษาแนวโน้มลักษณะการตกของฝน ด้วยวิธีทดสอบทั้งแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช่พารามิเตอร์ ได้ผลการศึกษาดังนี้

บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า มีค่าเฉลี่ยรายปีของลักษณะการตกของฝนต่างๆ ในช่วงเวลาดังกล่าว ดังนี้ ปริมาณฝนมีค่า 1,736 มิลลิเมตร จำนวนครั้ง 188 ครั้ง และจำนวนวันที่ฝนตก 141 วัน เดือนสิงหาคมมีปริมาณน้ำฝนมากที่สุด 335 มิลลิเมตร และเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุด 10 มิลลิเมตร นอกจากนี้การกระจายลักษณะการตกของฝนในแต่ละครั้งมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา เดือนพฤษภาคมมีลักษณะการตกของฝนที่รุนแรงมากที่สุด โดยมีจำนวนครั้งของฝนที่ปริมาณน้ำฝนที่มากกว่า 50 มิลลิเมตร ความยาวนานของฝนมากกว่า 4 ชั่วโมง และความหนักเบาสูงสุดของฝนในช่วง 30 นาที ที่มากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มากที่สุด จากการศึกษาแนวโน้มลักษณะการตกของฝนพบว่า ปริมาณน้ำฝน จำนวนครั้งที่ฝนตก และจำนวนวันที่ฝนตกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามจำนวนครั้งของฝนที่ตกด้วยความหนักเบาที่มากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: ลักษณะการตกของฝน ลุ่มน้ำห้วยคอกม้า การเปลี่ยนแปลงของฝน

คำนำ

ฝนเป็นแหล่งทรัพยากรน้ำที่มีความสำคัญต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มนุษย์ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำในด้านต่างๆ ทั้งเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และชุมชน อย่างไรก็ตามหากมีมากเกินไปหรือน้อยไปก็อาจเป็นภัยต่อมนุษย์ เช่น การเกิดน้ำท่วมฉับพลัน น้ำป่าไหลหลาก หรือความแห้งแล้ง รวมไปถึงการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งสามารถสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก และภัยพิบัติเหล่านี้เริ่มมีแนวโน้มเกิดบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกเป็นการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลานาน หรืออย่างถาวร ส่วนความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศของโลกเป็นการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศจากสภาพเดิมในระยะเวลาอันสั้น (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2007) เช่น ปรากฏการณ์เอลนีโญ ลานีญา หรือปรากฏการณ์ Indian Ocean Dipole (IOD) ซึ่งลักษณะการตกของฝนเป็นดัชนีหนึ่งที่สะท้อนถึงผลจากการเปลี่ยนแปลงทั้งสอง ในอดีตส่วนใหญ่นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจเพียงการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสม เช่น ปริมาณน้ำฝนรายเดือน รายฤดูกาล และรายปีเท่านั้น ส่วนการศึกษาความหนักเบา ความยาวนาน และจำนวนครั้งที่ฝนตกมีการศึกษาไม่มากนัก รวมถึงการศึกษาสภาวะฝนรุนแรง (extreme events) ด้วย ซึ่งหากทำการศึกษาข้อมูลเหล่านี้อย่างละเอียดจะทำให้เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะการตกของฝนมากขึ้น จากการศึกษาในอดีตพบว่า การเปลี่ยนแปลงของลักษณะการตกของฝนมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ซึ่งมีความแตกต่างทั้งในด้านสภาพภูมิประเทศและตำแหน่งที่ตั้ง แต่จากปัญหาสถานีวัดน้ำฝนส่วนใหญ่ของประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ราบ จึงทำให้การศึกษาด้านนี้ไม่ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ภูเขาสูง ทำให้การวิเคราะห์อาจมีความแตกต่างกับพื้นที่ราบ ทั้งนี้พื้นที่สูงยังเป็นแหล่งต้นน้ำ และเป็นพื้นที่ที่อ่อนไหวต่อการพังทลายของดิน ดังนั้นพื้นที่สูงจึงเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยคอกม้าถูกนำมาใช้เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านนี้อยู่เสมอเพราะมีการตรวจวัดข้อมูลการตกของฝนแบบอัตโนมัติต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลายาวนาน และเพียงพอที่จะนำมาวิเคราะห์หาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการตกของฝนได้ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะการตกของฝนใน

พื้นที่สูง ซึ่งจะทำให้เข้าใจลักษณะและการเปลี่ยนการตกของฝนบนพื้นที่สูง จะได้เป็นประโยชน์ในการจัดการลุ่มน้ำในอนาคต ทั้งในด้านการวางแผนจัดการน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดิน การป้องการชะล้างพังทลายของดิน และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่รวบรวมมาเพื่อคำนวณลักษณะการตกของฝนคือ ข้อมูลจากเครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติ ชนิดถ้วยกระดก บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้าจำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีบริเวณเขื่อน D สถานีบนหอคอยตรวจวัดอากาศ และสถานีตรวจวัดอากาศบริเวณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์ ดอยปุย ดัง Figure 1 โดยทำการบันทึกข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ. 1997–2013 ข้อมูลน้ำฝนที่ตรวจวัดโดยเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัตินี้ถูกบันทึกทุกครั้งที่มีการกระดก โดยการกระดก 1 ครั้งเท่ากับปริมาณฝน 0.5 มิลลิเมตร นอกจากนี้ได้ใช้ข้อมูลน้ำฝนสถานีวัดน้ำฝนบริเวณพระตำหนักภูพิงค์ราชนิเวศน์ ซึ่งเป็นเครื่องวัดน้ำฝนแบบ 8 นิ้วมาตรฐาน ในการปรับแก้ข้อมูลที่ขาดหายไป

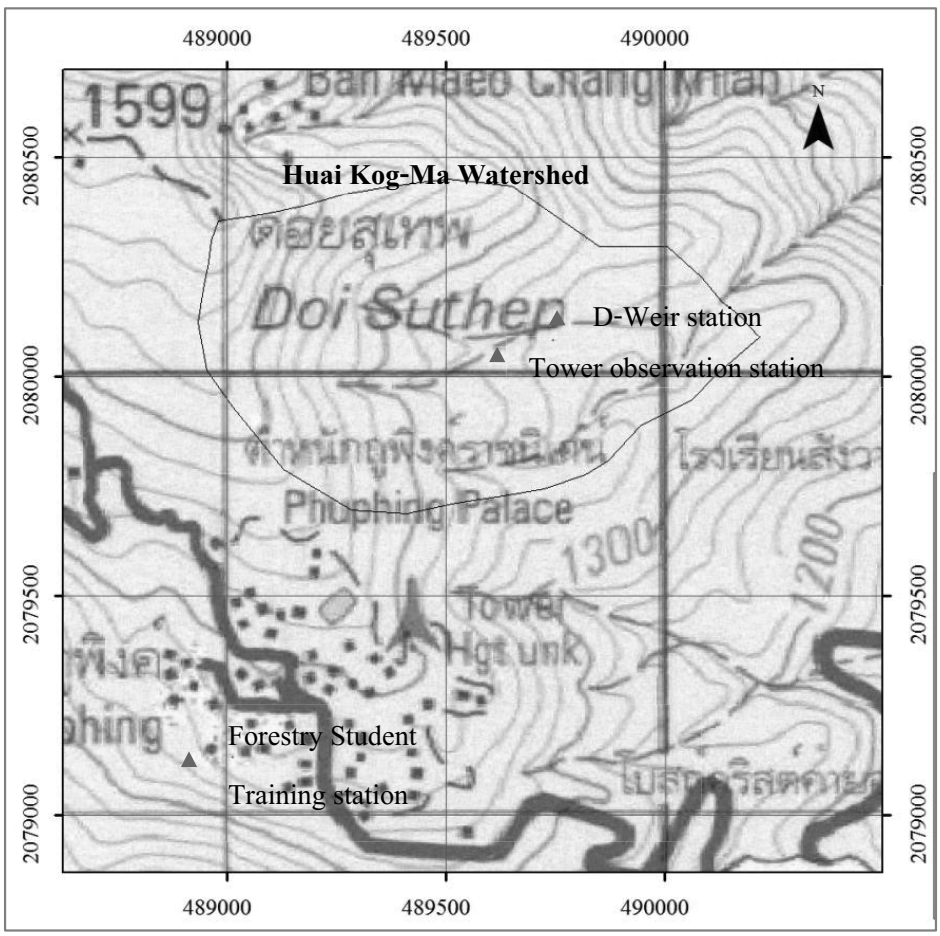

Figure 1 Rainfall stations at Huai Kog-Ma Watershed, Chiang Mai province.

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แยกการตกของฝนเป็นแต่ละครั้ง (storm) โดยใช้ช่วงเวลาที่ถ้วยวัดน้ำฝนไม่กระดก (tip) เกินกว่า 1 ชั่วโมงเป็นเกณฑ์ ในการแบ่งฝนแต่ละครั้งออกจากกัน ซึ่งดำเนินการในลักษณะเดียวกับ Bosch *et al.* (1999)

2. คำนวณปริมาณน้ำฝน จำนวนวัน จำนวนครั้งที่ฝนตกทั้งรายเดือนและรายปี และได้แบ่งการตกของฝนแต่ละครั้งตามระดับปริมาณน้ำฝน ความยาวนาน ความหนักเบา และความหนักเบาสูงสุดของฝนในช่วง 30 นาที นอกจากนี้ได้คำนวณจำนวนครั้งที่ฝนเริ่มตกและปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละชั่วโมงด้วย

3. วิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำฝน จำนวนวัน จำนวนครั้งที่ฝนตก และจำนวนครั้งของฝนรุนแรง (extreme events) ได้แก่ จำนวนครั้งที่ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 50 มิลลิเมตร จำนวนครั้งที่ความยาวนานมากกว่า 3 ชั่วโมง จำนวนครั้งที่ความหนักเบามากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง และจำนวนครั้งที่ความหนักเบาสูงสุดของฝนในช่วง 30 นาที ที่มากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง การทดสอบแนวโน้มใช้วิธีแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบทั้งสองวิธี รายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 วิธีแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

วิธีแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เป็นวิธีที่ใช้ทิศทางการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในการทดสอบแนวโน้ม การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธี Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975) ดังสมการที่ 1

$$S = \sum_{j=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \text{sign}\,(y_j - y_i) \quad (1)$$

โดย S คือ สถิติ Mann-Kendall

n คือ จำนวนปีที่ศึกษา

Y คือ ลักษณะการตกของฝนจากปีที่ i ถึง n

$\text{sign}\,(y_j - y_i)$ คือ สัญลักษณ์แสดงทิศทางของการเปลี่ยนแปลง โดยที่ $\text{sign}\,(y_j - y_i) = 1$ เมื่อ y_j มากกว่า y_i; $\text{sign}\,(y_j - y_i) = 0$ เมื่อ y_j เท่ากับ y_i และ $\text{sign}\,(y_j - y_i) = -1$ เมื่อ y_j น้อยกว่า y_i

ค่าการทดสอบแนวโน้มของสถิติ Mann-Kendall (S) คำนวณได้จากค่า Z ดังสมการที่ 2 และ 3 อย่างไรก็ตามได้แปลงเป็นค่า P-value เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ผล

$$Z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{ถ้า } S > 0 \\ 0 & \text{ถ้า } S = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{ถ้า } S < 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{Var}\,(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (3)$$

โดย S คือ สถิติ Mann-Kendall

Var (S) คือ ค่าความแปรปรวนทางสถิติ

n คือ จำนวนปีที่ศึกษา

นอกจากนี้ได้สร้างสมการเส้นตรงเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปี และลักษณะการตกของฝน มีรูปแบบดังสมการที่ 4 โดยที่ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงต่อปีหรือความลาดชัน (β_1) ดังสมการที่ 5 ดัดแปลงสมการจาก Helsel and Hirsch (2002)

$$\hat{y}_j = y_{med} + \hat{\beta}_1 (t_j - t_{med}) \quad (4)$$

$$\hat{\beta}_1 = \text{median}\left[\frac{y_j - y_i}{j + i}\right]; \text{all } i < j \text{ and } i = 1, 2, \ldots, n-1 \quad (5)$$

โดย $\hat{y}_j$ คือ ลักษณะการตกของฝนที่ได้จากการประมาณ

t_j คือ ปีที่ต้องการประมาณ

$\hat{\beta}_1$ คือ อัตราการเปลี่ยนแปลง หรือความชันของกราฟ

y_j, y_i คือ ลักษณะการตกของฝนในปีที่ในปีที่ j และ i ตามลำดับ

y_{med} คือ ค่ามัธยฐานของลักษณะการตกของฝน

t_{med} คือ ค่ามัธยฐานของปี

3.2 วิธีแบบใช้พารามิเตอร์

การทดสอบแนวโน้มแบบใช้พารามิเตอร์ได้เลือกใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย

(simple linear regression) วิธีนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของ 2 ตัวแปร (ปีค.ศ. เป็นตัวแปรต้นและลักษณะการตกของฝนเป็นตัวแปรตาม) ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการทดสอบแนวโน้ม โดยใช้การทดสอบ t-test เพื่อตรวจสอบว่าค่า ในสมการเส้นตรงมีค่าแตกต่างไปจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ การศึกษาครั้งนี้ได้ดัดแปลงสมการเชิงเส้นดังสมการที่ 6

$$\hat{y}_j = y_{av} + \hat{\beta}_1 (t_j - t_{av}) \quad (6)$$

โดย $\hat{y}_j$ คือ ลักษณะการตกของฝนที่ได้จากการประมาณ

t_j คือ ปีที่ต้องการประมาณ

$\hat{\beta}_1$ คือ อัตราการเปลี่ยนแปลง หรือความชันของกราฟ

y_{av} คือ ค่าเฉลี่ยของลักษณะการตกของฝน

t_{av} คือ ค่าเฉลี่ยของปี

ผลและวิจารณ์

ลักษณะการตกของฝน

การศึกษาลักษณะการตกของฝนบริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้าพบว่า ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 1,735.6 มิลลิเมตร จำนวนครั้งที่ฝนตกเฉลี่ย 188 ครั้ง และมีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย 141 วัน โดยปี ค.ศ. 2011 เป็นปีที่มีจำนวนครั้ง จำนวนวันที่ฝนตกและปริมาณน้ำฝนรายปีมากที่สุด เนื่องจากเป็นปีที่ได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์ลานีญาและพายุ ได้รับอิทธิพลจากพายุโดยตรง 1 ลูก และพายุหมุนที่อ่อนกำลังลงเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงปกคลุมประเทศไทย อีกจำนวน 4 ลูก ส่วนปี ค.ศ. 1998 มีจำนวนครั้ง จำนวนวันและปริมาณน้ำฝนรายปีน้อยที่สุดเนื่องจากเป็นปีที่มีปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงต่อเนื่องมาจากปี ค.ศ. 1997 ถึงกลางปี ค.ศ. 1998 แม้ว่า ค.ศ. 1998 มีพายุเข้ามาในช่วงเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมแต่ไม่ได้ทำให้เกิดปริมาณฝนเพิ่มขึ้นมาก (Figure 2)

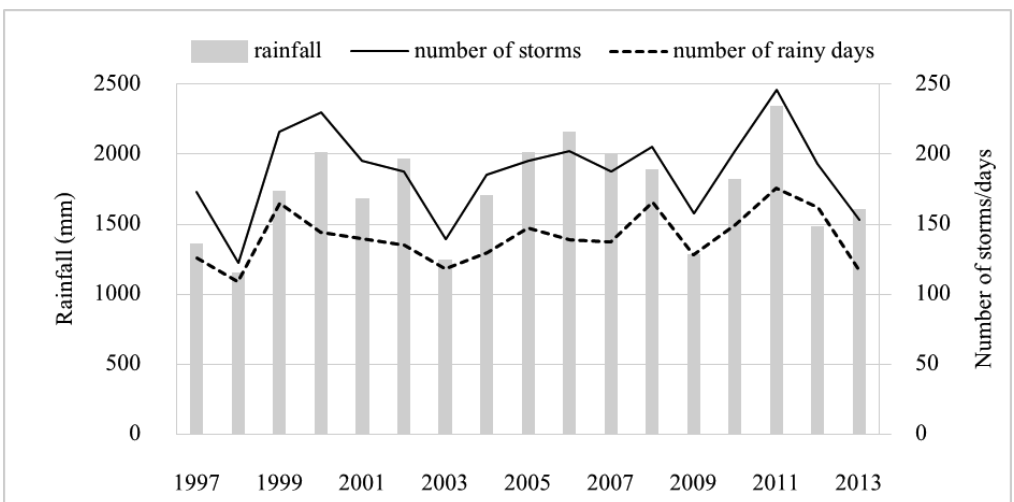

Figure 2 Annual rainfall, number of storms and number of rainy days during 1997-2013.

สำหรับลักษณะการตกของฝนโดยเฉลี่ยในแต่ละเดือนพบว่าปริมาณน้ำฝน จำนวนวัน และจำนวนครั้งที่ฝนตกสูงสุดในเดือนสิงหาคม ต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ โดยเดือนสิงหาคมมีปริมาณน้ำฝน 335.2 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตก 24 วัน และจำนวนครั้งที่ฝนตก 35 ครั้ง ส่วนเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่า 1 วัน และจำนวนครั้งที่ฝนตกเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่า 1 ครั้ง อย่างไรก็ตามช่วงฤดูฝน ในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคมมีปริมาณน้ำฝนลดลงเล็กน้อยหรือฝนทิ้งช่วง ซึ่งเกิดจาก

ร่องความกดอากาศต่ำเลื่อนขึ้นไปอยู่ทางตอนใต้ของจีน ทำให้เกิดฝนตกน้อยลง และจากการศึกษาจำนวนวันที่ฝนตกในแต่ละปีพบว่า เดือนที่มีจำนวนวันที่ฝนตก 20 วันขึ้นไป พบเฉพาะฤดูฝนเท่านั้น (พ.ค.-ต.ค.) อย่างไรก็ตามบางปีอาจมีฝนไม่ถึง 20 วัน ทำให้ค่าเฉลี่ยในบางเดือนไม่ถึงค่าดังกล่าว สำหรับเดือนที่เหลือ (ม.ค.-เม.ย. และ พ.ย.-ธ.ค.) จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยไม่เกิน 8 วัน (Figure 3) นอกจากนี้ยังพบว่า เดือนพฤษภาคมมีความแปรปรวนของจำนวนครั้งที่ฝนตกมากที่สุด โดยจำนวนครั้งการตกของฝนพบตั้งแต่ 8 ครั้ง ในปีค.ศ. 2003 จนถึง 45 ครั้ง ในปีค.ศ. 2011 เนื่องจากเดือนพฤษภาคมเป็นเดือนที่เริ่มต้นฤดูฝน ซึ่งในแต่ละปีเริ่มต้นเร็วช้าแตกต่างกันจึงทำให้เดือนนี้มีความแปรปรวนของฝนมาก จากการวิเคราะห์จำนวนครั้งของฝนที่ตกใน 1 วัน พบว่า จำนวนครั้งที่มากที่สุดที่ฝนตกใน 1 วัน คือ 7 ครั้ง แต่โดยส่วนใหญ่ จำนวนครั้งที่ฝนตกใน 1 วัน คือ 1 ครั้ง มีโอกาสเกิดขึ้นร้อยละ 57.8 ของจำนวนวันทั้งหมด รองลงมาคือ 2 ครั้ง มีโอกาสเกิดขึ้นร้อยละ 26.9 และวันที่ฝนตกมากกว่า 2 ครั้งเกิดขึ้นเพียงร้อยละ 15.3 เท่านั้น

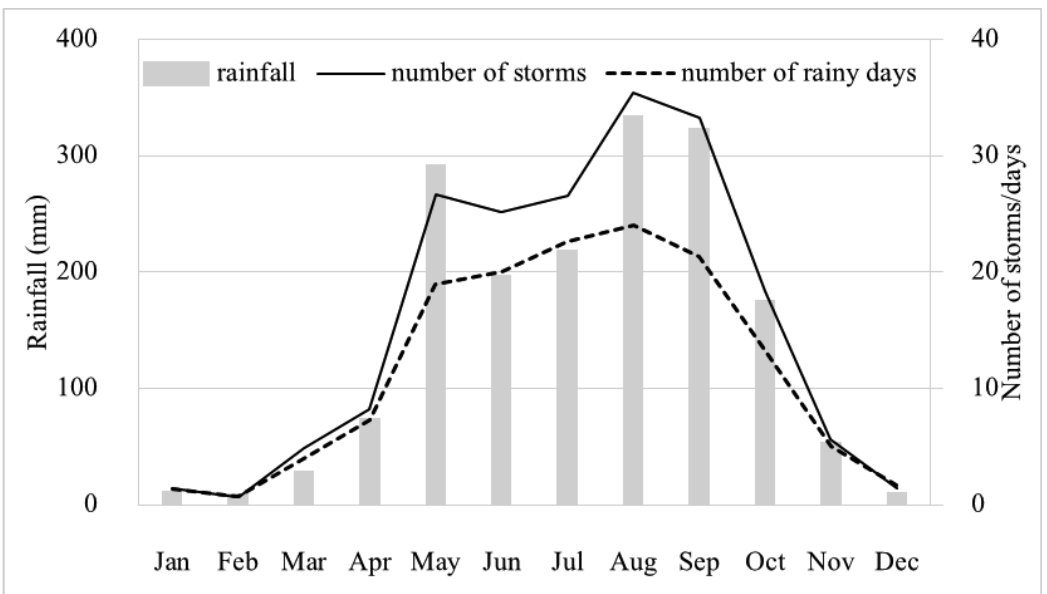

Figure 3 Average monthly rainfall, number of storms and number of rainy days during 1997-2013.

จากการเปรียบเทียบการศึกษาครั้งนี้กับงานวิจัยในอดีต ระหว่างปี ค.ศ. 1996-1980 พบว่า ปริมาณน้ำฝน มีความแตกต่างกันอยู่ค่อนข้างมาก โดยการศึกษาของ Chantanasamit (1982) พบว่า บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยคอกม้ามีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยประมาณ 2,026 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่า ปริมาณน้ำฝนรายปีลดลงมากถึง 290 มิลลิเมตร หรือลดลง 14 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้จากการเปรียบเทียบการศึกษาปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนพบว่า เดือนสิงหาคมมีปริมาณฝนมากที่สุด เช่นเดียวกับผลการศึกษานี้ แต่ส่วนใหญ่ปริมาณน้ำฝนในอดีตมากกว่าปริมาณน้ำฝนในปัจจุบันเกือบทุกเดือน ยกเว้นเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคมที่มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น โดยเดือนที่ปริมาณน้ำฝนลดลงมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคม ลดลง 88 มิลลิเมตร หรือ 28 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ส่วนใหญ่ปริมาณน้ำฝนต่ำสุดยังมีค่าต่ำกว่าในอดีต (Figure 4) อย่างไรก็ตามสาเหตุที่ทำให้ปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนแปลงไปนั้นยังไม่แน่ชัด โดยอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Kanae *et al*., 2001; Zhao and Pitman, 2002) ฝุ่นละอองในอากาศ หรือสภาวะโลกร้อน (Trenberth, 2005)

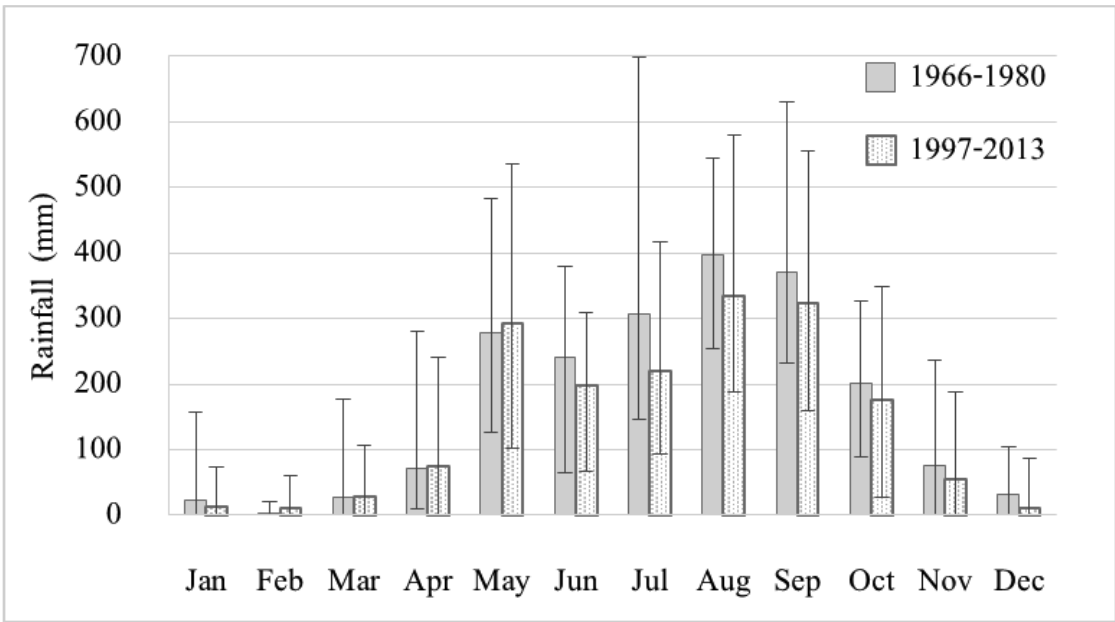

Figure 4 Monthly rainfall during 1966-1980 and 1997-2013.

ผลจากการศึกษาการตกของฝนแต่ละครั้งตามระดับลักษณะการตกของฝน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความยาวนาน ความหนักเบา และความหนักเบาสูงสุดของฝนในช่วง 30 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละครั้งแบ่งเป็น 7 ระดับ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนไม่เกิน 0.5, > 0.5-10, > 10-20, > 20-30, > 30-40, > 40-50 และ > 50 มิลลิเมตร พบว่า ส่วนใหญ่ฝนที่ตกแต่ละครั้งมีปริมาณระหว่าง > 0.5-10 มิลลิเมตร มีจำนวนครั้งเฉลี่ยรายปี 138 ครั้ง ส่วนปริมาณฝนที่ตก 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นปริมาณที่เกิดการกระดกเพียงครั้งเดียว มีจำนวนครั้งมากถึง 118 ครั้ง รองลงมาคือ ปริมาณฝนระดับ >10-20 มิลลิเมตร ซึ่งมีจำนวนเฉลี่ยเพียง 27 ครั้ง ส่วนปริมาณฝนที่ตกในแต่ละครั้งมากกว่า 50 มิลลิเมตร มีโอกาสเกิดเพียง 3-4 ครั้งต่อปี โดยในช่วง 17 ปี เดือนที่มีจำนวนครั้งของปริมาณฝนที่มากกว่า 50 มิลลิเมตร เกิดขึ้นมากที่สุดคือ เดือนพฤษภาคม 16 ครั้ง รองลงมาคือ เดือนสิงหาคม 14 ครั้ง ส่วนเดือนมีนาคมและธันวาคมไม่มีปริมาณฝนที่มากกว่า 50 มิลลิเมตร

ความยาวนานของฝนที่ตกในแต่ละครั้งแบ่งเป็น 7 ระดับ ได้แก่ ความยาวนานไม่เกิน 30, > 30-60, > 60-90, > 90-120, > 120-180, > 180-240 และ > 240 นาที พบว่า ฝนตกแต่ละครั้งส่วนใหญ่ตกไม่เกิน 30 นาที เกิดขึ้นเฉลี่ยรายปี 55 ครั้ง รองลงมาคือ ความยาวนาน > 30-60 นาที โดยมีจำนวนครั้งเฉลี่ย 39 ครั้ง นอกจากนี้ยังพบว่า ในช่วง 17 ปี ฝนที่ตกยาวนานมากกว่า 240 นาที มีจำนวนครั้งมากที่สุดในเดือนพฤษภาคมและกรกฎาคม รวม 46 ครั้ง รองลงมาคือเดือนสิงหาคม 41 ครั้ง โดยไม่พบในเดือนมกราคมและธันวาคม

ความหนักเบาของฝนที่ตกในแต่ละครั้งแบ่งเป็น 7 ระดับ ได้แก่ ความหนักเบาไม่เกิน 5, > 5-10, > 10-20, > 20-30, > 30-40, > 40-50 และ > 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง พบว่า ฝนที่ตกน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มีมากที่สุดถึง 92 ครั้งต่อปี รองลงมาคือความหนักเบา >5-10 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มีจำนวน 41 ครั้ง ส่วนฝนที่ตกมากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง เกิดขึ้น 4 ครั้งต่อปี นอกจากนี้ ในช่วง 17 ปีความหนักเบาของฝนที่มากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มีจำนวนครั้งมากที่สุด

ในสิงหาคม ทั้งหมด 11 ครั้ง รองลงมาคือเดือนมิถุนายน และกันยายนรวม 9 ครั้ง แต่ไม่พบในเดือนธันวาคม

ความหนักเบาสูงสุดของฝนในช่วง 30 นาที (i_{30max}) ที่ตกในแต่ละครั้งแบ่งเป็น 7 ระดับ ได้แก่ ความหนักเบาไม่เกิน 2, >2-5, >5-10, >10-15, >15-30 และ > 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง จากการศึกษาพบว่า ฝนที่ตกไม่เกิน 2 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มีจำนวนครั้งการเกิดมากที่สุดเฉลี่ย 43 ครั้งต่อปี นอกจากนี้โดยในช่วง 17 ปี ความหนักเบาของฝนที่มากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง เกิดขึ้นมากที่สุดในเดือนพฤษภาคมและสิงหาคมทั้งหมด 10 ครั้ง รองลงมาคือเดือนกันยายน 5 ครั้ง และไม่พบในเดือนมีนาคม พฤศจิกายนและธันวาคม (Figure 5)

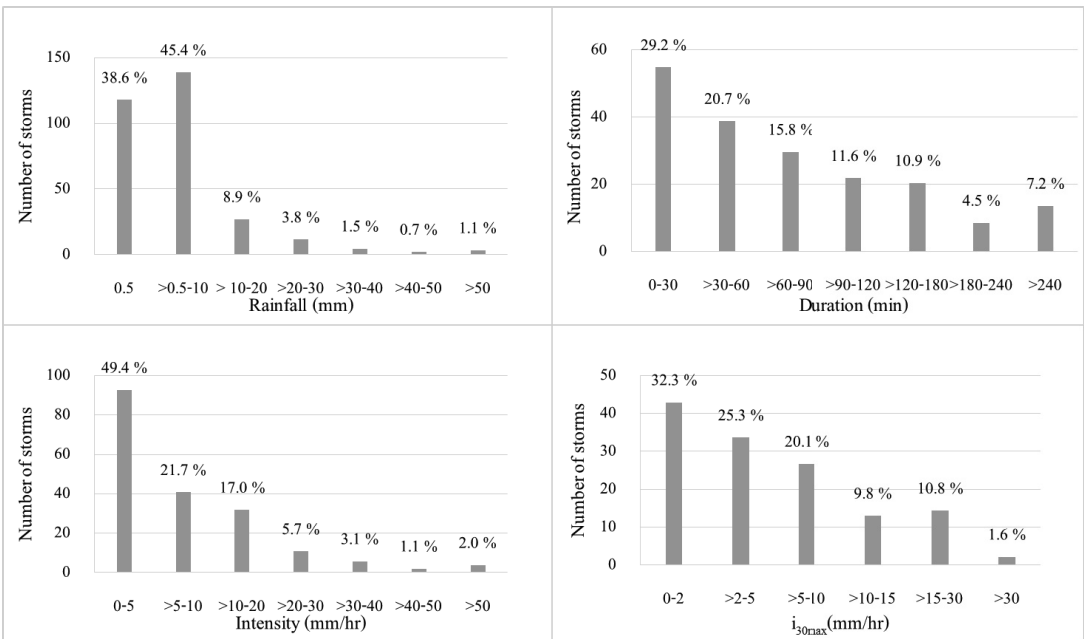

Figure 5 Average number of storms of rainfall, duration, intensity and i30max classes during 1997-2013.

จากการศึกษาข้างต้นมีข้อสังเกตว่า ในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคมเป็นเดือนที่มีลักษณะการตกของฝนที่มีความรุนแรง (จำนวนครั้งของปริมาณน้ำฝนที่มากกว่า 50 มิลลิเมตร, ความยาวนานมากกว่า 4 ชั่วโมง ความหนักเบามากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงและความหนักเบาสูงสุดในช่วง 30 นาทีมากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงมากที่สุด) เนื่องจากในช่วงดังกล่าวมีร่องความกดอากาศต่ำกำลังแรงพาดผ่านประกอบกับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กำลังแรง และนอกจากนี้ยังได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อนจากทะเลจีนใต้บ่อยครั้ง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำท่วมภาคเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากปริมาณน้ำฝนมากกว่า 55 มิลลิเมตรต่อวัน หรือความหนักเบาของฝนสูงสุด 30 นาที มากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง (Climatology and Hydrometeorology Divisions, 1989)

จากการศึกษาเวลาที่ฝนเริ่มตกพบว่า ฝนเริ่มตกมากที่สุดในช่วงเวลา 14:00-15:00 น. และน้อยที่สุดในช่วงเวลา 00:00-01:00 น. โดยมีจำนวนครั้งเฉลี่ย 13 และ 4 ครั้งต่อปีตามลำดับ จากการศึกษาปริมาณน้ำฝนในแต่ละชั่วโมง พบว่า ปริมาณน้ำฝนมีค่าสูงสุดในช่วง 16:00-17:00 น. โดยมีปริมาณฝนเฉลี่ย 125.7 มิลลิเมตรต่อปี ส่วนปริมาณน้ำฝนมีค่าน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 11:00-12:00 น. มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 36.9 มิลลิเมตรต่อปี

(Figure 6) โดยภาพรวมแล้วเห็นได้ว่าปริมาณน้ำฝนและจำนวนครั้งที่ฝนเริ่มตกมีค่าสูงในช่วงบ่ายถึงเย็นและมีค่าต่ำลงในช่วงเวลาหลังเที่ยงคืนถึงเช้าเป็นเพราะว่าในช่วงเวลาตั้งแต่เช้ามีสภาพอากาศร้อนสะสมขึ้นเรื่อยๆ และร้อนมากที่สุดในช่วงเวลาบ่ายๆ ทำให้มวลอากาศเกิดการยกตัว (convection) ได้ง่าย ก่อให้เกิดเมฆแนวตั้งขึ้น จึงเป็นสาเหตุทำให้ฝนตกมากกว่าช่วงอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงเวลา 11:00-15:00 น. ปริมาณฝนที่ตกแต่ละครั้ง (ปริมาณน้ำฝน/จำนวนครั้งที่ฝนเริ่มตก) มีค่าต่ำเมื่อเทียบกับช่วง 20:00 ถึง 02:00 น. อาจเป็นเพราะในช่วงกลางคืนความยาวนานของฝนในแต่ละครั้งมากกว่าในช่วงเวลากลางวัน เนื่องจากในช่วงกลางคืนอากาศไม่ได้ยกตัวได้มากเหมือนตอนบ่าย ทำให้ฝนตกด้วยความหนักเบาต่ำ สอดคล้องกับ Aungsuratuna (1994) ที่ให้เหตุผลว่า เมฆก่อตัวแนวตั้งมากที่สุดในช่วงเวลา 13:00-19:00 น. ส่งผลให้เกิดฝนฟ้าคะนอง ช่วง 13:00-01:00 น. ส่วนเมฆแผ่นหนาพบมากในช่วงเวลา 7:00 -12:59 น. ทำให้เกิดฝนฟ้าคะนอง ฝนโปรยและฝนพรำ นอกจากนี้ยังพบเมฆชั้นกลางและเมฆชั้นสูง ก่อให้เกิดฝนพรำในช่วงเวลา 01:00-6:59 น.

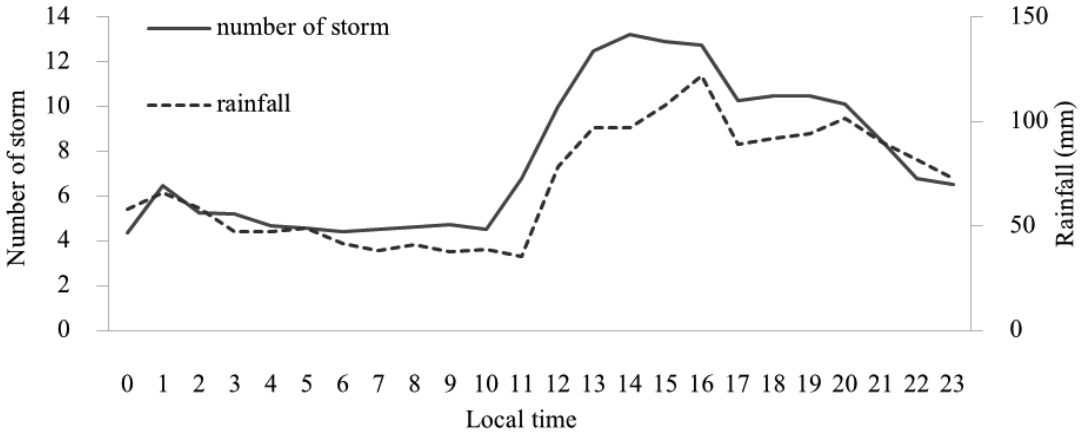

Figure 6 Number of storms and rainfall in each hour during 1997-2013.

แนวโน้มลักษณะการตกของฝน

การศึกษาแนวโน้มลักษณะการตกของฝนทั้งสองวิธีในช่วง ค.ศ. 1997-2013 พบว่า ปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นเท่ากับ 16.52 มิลลิเมตรด้วยวิธีแบบไม่ใช้พารามิเตอร์และ 17.38 มิลลิเมตร ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย ซึ่งการเพิ่มขึ้นนี้สอดคล้องกับจำนวนครั้งที่ฝนตกและจำนวนวันที่ฝนตก ถึงแม้ว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อวิเคราะห์แนวโน้มของฝนที่รุนแรง จากทั้งสองวิธี พบว่า จำนวนครั้งของฝนที่มีความหนักเบามากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง เท่านั้นที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้น 0.17 ครั้งต่อปี ซึ่งการเพิ่มขึ้นในความหนักเบาของฝนอาจมีสาเหตุจากอุณหภูมิของโลกที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้ความสามารถในการกักเก็บไอน้ำไว้ในอากาศมากขึ้นไปด้วย และเมื่อควบแน่นกลายเป็นฝนจึงทำให้ความหนักเบาของฝนมีค่าสูงขึ้นด้วย (Trenberth, 2005) แต่อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์แนวโน้มจำนวนครั้งของ i_{30max} ที่มากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง พบว่า มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปได้ว่าความหนักเบาของฝนที่เพิ่มขึ้น เกิดขึ้นเฉพาะฝนที่มีการตกในระยะเวลาสั้นๆ นอกจากนี้สำหรับจำนวน

ครั้งที่ฝนตกยาวนานมากกว่า 4 ชั่วโมง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และจำนวนครั้งของฝนที่มากกว่า 50 มิลลิเมตร มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน นอกจากนี้จากการวิเคราะห์แนวโน้มในแต่ละช่วงเวลาพบว่า ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 6:00-00:00 น.และลดลงช่วง 0:00-6:00 น. อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาส่วนใหญ่ ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น

Table 1 Trend of rainfall characteristics at Huai Kog-Ma watershed, Chiang Mai province.

Parameter	Nonparametric linear		parametric linear	
	Equation[1]	P-value	Equation[2]	P-value
Annual rain	r = 1741 + 16.52(t-2005)	0.48^{ns}	r = 1,735.61 + 17.34(t-2005)	0.32^{ns}
Number of storm	ns = 193.00 + 1.00(t-2005)	0.68^{ns}	ns = 187.65 + 0.97(t-2005)	0.55^{ns}
Number of wet day	nw = 139+1.47(t-2005)	0.30^{ns}	nw = 140.53 + 1.19(t-2005)	0.21^{ns}
Number of rain >50 mm	$ns_{r>50}$ = 3 + 0(t-2005)	0.74^{ns}	$ns_{r>50}$ = 3.41 - 0.03(t-2005)	0.73^{ns}
Number of duration >240 min	$ns_{d>240}$ = 13 + 0.32(t-2005)	0.23^{ns}	$ns_{d>240}$ = 13.59 + 0.32(t-2005)	0.14^{ns}
Number of intensity >50 mm/hr	$ns_{i>50}$ = 3 + 0.17(t-2005)	0.10^{*}	$ns_{i>50}$ = 3.82 + 0.17(t-2005)	0.07^{*}
Number of i_{30max} >30 mm/hr	$Ns_{im>30}$ = 2 - 0.03(t-2005)	0.32^{ns}	$Ns_{im>30}$ = 2.18 - 0.06(t-2005)	0.39^{ns}

Remarks: ns = Non significant difference * = Significant difference (P-value < 0.1)
1= According to equation 4 2 = According to equation 6

จากการศึกษาในข้างต้นสอดคล้องกับ Chitprapai (1998) ที่พบว่า ปริมาณน้ำฝนลุ่มน้ำปิง ไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง และจากการศึกษาในพื้นที่อื่นๆ พบว่ามีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ตัวอย่างเช่น Chotimol (1995) พบว่า ปริมาณน้ำฝนลุ่มน้ำเพชรบุรีมีแนวโน้มลดลง Kanae *et al.* (2001) พบว่า ปริมาณฝนมีแนวโน้มลดลงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 29 เปอร์เซ็นต์ Limjirakan *et al.* (2010) พบว่า ความแรงของฝนในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในช่วงที่ผ่านมา Limsakul and Singhruck (2015) ได้ศึกษาลักษณะการตกของฝนในประเทศไทย พบว่า ภาคใต้ฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกมีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนต่างกัน โดยเพิ่มขึ้นในฝั่งตะวันออกและลดลงในฝั่งตะวันตกอย่างมีนัยสำคัญ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและภาคตะวันออกมีแนวโน้มลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทั้งคู่ แต่สำหรับภาคเหนือนั้นมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยครั้งนี้ อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปแล้วการศึกษาแนวโน้มควรมีข้อมูลมากกว่า 30 ปี แต่เนื่องจากข้อมูลน้ำฝนที่เก็บแบบอัตโนมัติมีข้อมูลน้อยจึงเป็นข้อจำกัดในการวิจัยครั้งนี้

นอกจากนี้จากการเปรียบเทียบการประเมินแนวโน้มจากทั้ง 2 วิธี พบว่า ให้ผลที่สอดคล้องกัน คือมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่วิธีแบบใช้พารามิเตอร์ให้ค่า P-value ต่ำกว่าเป็นส่วนใหญ่แสดงถึงการยอมรับแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ดีกว่าแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ กล่าวคือ สถิติแบบใช้พารามิเตอร์มีประสิทธิภาพในการทดสอบมากกว่าสถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก แต่อย่างไรก็ตามในกรณีที่ข้อมูลไม่มีการการกระจายแบบปกติ (normal distribution) ควรใช้วิธีแบบไม่ใช้พารามิเตอร์เพราะว่า การทดสอบแบบนี้ให้ประสิทธิภาพในการทดสอบดีกว่า หากข้อมูลมีการกระจายไม่ปกติ (nonnormality) ข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ (outliers) และข้อมูลที่ขาดหายไปจำนวนมาก (Hirsch *et al.*, 1991)

สรุป

จากการศึกษาลักษณะการตกของฝน และการเปลี่ยนแปลงลักษณะการตกของฝน บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลระหว่าง ค.ศ. 1997-2013 พบว่า ลุ่มน้ำห้วยคอกม้ามีปริมาณน้ำฝน 1,735.6 มิลลิเมตร จำนวนครั้งที่ฝนตก 188 ครั้ง และมีจำนวนวันที่ฝนตก 141 วัน โดยเดือนสิงหาคมมีปริมาณน้ำฝนและความถี่ในการตกมากที่สุด ส่วนเดือนกุมภาพันธ์มีค่าน้อยที่สุด การกระจายลักษณะการตกของฝนในแต่ละครั้ง มีการแจกแจงแบบเบ้ขวา โดยเดือนพฤษภาคมเป็นเดือนที่มีฝนตกรุนแรงมากที่สุด อาจก่อให้เกิดน้ำท่วมได้ เนื่องจากเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนที่มากกว่า 50 มิลลิเมตร ความยาวนานของฝนที่มากกว่า 4 ชั่วโมง และ i_{30max} ที่มากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มีจำนวนครั้งการเกิดมากที่สุด และจากการศึกษาแนวโน้มลักษณะการตกของฝน พบว่า ปริมาณน้ำฝน จำนวนครั้งที่ฝนตก และจำนวนวันที่ฝนตกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วงเวลากลางวัน แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามจำนวนครั้งของฝนตกด้วยความหนักเบาที่มากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยอัตรา 0.17 ครั้งต่อปี ซึ่งอาจมีสาเหตุจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศ ทำให้ความสามารถเก็บไอน้ำไว้ในบรรยากาศได้มากขึ้น จึงทำให้ความหนักเบาของฝนมากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มโอกาสในการเกิดน้ำท่วมฉับพลันและการเกิดการช้างพังทลายของดินมากขึ้น และยังส่งผลต่อการออกแบบมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอีกด้วย ดังนั้นการวิจัยเรื่องนี้จึงเป็นฐานข้อมูลสำคัญเกี่ยวข้องกับการใช้ลักษณะการตกของฝนในการตัดสินใจเพื่อการวางแผนที่ด้านการจัดการลุ่มน้ำในอนาคต

REFERENCES

Aungsuratuna, P. 1994. **Rainfall Assessment from Meteorological Satellite Data over the Northern Part of Thailand.** M.S. Thesis, Kasetsart Universtiy. (in Thai)

Bosch, D. D., J. M. Sheridan and F. M. Davis. 1999. Rainfall Characteristics and Spatial Correlation for the Georgia Coastal Plain. **Trans. Am. Soc. Agr. Eng.** 42 (6): 1637-1644.

Chantanasamit, P. 1982. **An Analysis of Rain Falling Probability and Its Patterns on Mountainous Land at Doi Pui, Chiengmai**. M.S. Thesis, Kasetsart Universtiy. (in Thai)

Chitprapai, A. 1998. **Nonstationarity Analysis of Hydrologic Data**. M.S. Thesis, Chulalongkorn Universtiy. (in Thai)

Chotimol, K. 1995. **Trends of Rainfall in Phetchaburi and Prachuap Khiri Khan Coast Basins.** M.S. Thesis, Chulalongkorn Universtiy. (in Thai)

Climatology and Hydrometeorology Divisions. 1989. **Study of Rainfall Amount Affecting Flood Occurrence in Thailand.** 46. (in Thai)

Helsel, D. R. and R.M. Hirsch. 2002. **Statistical Methods in Water Resources**. U.S. Geological Survey.

Hirsch, R. M., R. B. Alexander and R. A. Smith. 1991. Selection of Methods for the Detection and Estimation of Trends in Water Quality. **Water Resources Research** 27: 803–813.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Cambridge University Press, United Kingdom and New York.

Kanae, S., T. Oki and K. Musiake. 2001. Impact of Deforestation on Regional Precipitation over the Indochina Peninsula**. Amer. Meteor. Soc.** 2: 51-69.

Kendall, M. G. 1975. **Rank Correlation Methods**, 4thed. Charles Griffin, London, U.K.

Limjirakan, S., A. Limsakul and T. Sriburi. 2010. Trend in Temperature and Rainfall Extreme Changes in Bangkok Metropolitan area. **J. Environ. Res**. 32 (1): 31-48.

Limsakul, A. and P. Singhruck. 2015. Long-Term Trends and Variability of Total and Extreme Precipitation in Thailand. **Atm. Res.** 169: 301-317.

Mann, H. B. 1945. Non-Parametric Test Against Trend. **Econometrica** 13: 245–259.

Trenberth, K. 2005. **The impact of climate and variability on Heavy Precipitation, floods, and droughts.** National Center for Atmospheric Research, Boulder, CO, USA

Zhao, M. and A. J. Pitman. 2002. The Impact of Land Cover Change and Increasing Carbon Dioxide on the Extreme and Frequency of Maximum Temperature and Convective Precipitation. **Geophysical Research Litters** 29 (6): 2/1-2/4.