บทที่ 5
การวิเคราะห์และผลการศึกษา

การวิเคราะห์ขนาดและความถี่น้ำหลากในการศึกษานี้ ประกอบด้วย การเลือกฟังก์ชันการแจกแจงสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปีในลุ่มน้ำภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมถึง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิดต่าง ๆ กับองค์ประกอบต่าง ๆ ที่พิจารณา โดยมีภาพรวมตามขั้นตอนที่แสดงในรูปที่ 1-1 ซึ่งผลการศึกษาวิเคราะห์ สามารถสรุปตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

5.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

- ข้อมูลสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ขนาดและความถี่น้ำหลาก ได้แก่ ปริมาณน้ำสูงสุดรายปีของสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 115 สถานี และ 70 สถานี
- ข้อมูลสำหรับใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิดต่าง ๆ ที่ประเมินได้ อันได้แก่ พื้นที่ลุ่มน้ำ ความลาดชันของลำน้ำหลัก ความยาวของลำน้ำ ความสูงของพื้นที่ พื้นที่ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ และปริมาณฝนสูงสุดรายวันที่สอดคล้องกับความถี่ของปริมาณน้ำหลาก

โดยพิจารณาว่า ข้อมูลทางอุตุ-อุทกวิทยา ที่บันทึกไว้ รวมถึงการวัดขนาดของตัวแปรต่าง ๆ จากแผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ป่าไม้นั้น ค่อนข้างมีความถูกต้อง และข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และในการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากกับฝนสะสมสูงสุดรายวันนั้น ตั้งสมมุติฐานว่า เป็นข้อมูลฝนที่เป็นเหตุการณ์เดียวกันที่ทำให้เกิดปริมาณน้ำหลากดังกล่าว

5.2 การตรวจสอบข้อมูล

การตรวจสอบข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของข้อมูลก่อนนำไปใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งวิธีการที่ใช้ตรวจสอบ คือ วิธี Double Mass Curve ซึ่งเป็นการตรวจสอบความคงตัว (consistency) ของข้อมูล โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ของข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายปีสะสมของสถานีที่ต้องการตรวจสอบ เทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยสะสมของกลุ่มสถานีที่อยู่บริเวณโดยรอบในช่วงเวลาเดียวกัน

ในการศึกษานี้ ได้ตรวจสอบเพียงบางสถานีที่คาดว่าอาจจะได้รับผลกระทบจากอาคารชลศาสตร์ โดยเฉพาะในลุ่มน้ำซึ่งมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ และมีฝายกั้นน้ำตั้งอยู่บนลำน้ำ ซึ่งได้แก่ ลำน้ำปิง วัง และลำน้ำ

สาขา จากกราฟที่แสดงไว้ในภาคผนวก ก พบว่า แนวโน้มของจุดข้อมูลที่ลงจุด (plot) นั้น เกือบทุกสถานีมีลักษณะค่อนข้างตรง และการเปลี่ยนแปลงความชัน (slope) มีค่าน้อย ซึ่งแสดงว่าข้อมูลที่นำมาใช้นั้น มีความเป็นเนื้อเดียวกันของข้อมูล และผลกระทบจากอาคารชลศาสตร์ต่อปริมาณน้ำ ณ สถานีที่ทำการตรวจสอบมีค่าน้อย แม้ว่าในช่วงปีที่ทดสอบมีการสร้างอ่างเก็บน้ำและฝายกั้นบนลำน้ำแล้วก็ตาม

5.3 การเลือกฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น

การเลือกฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นในการศึกษานี้ ประกอบด้วย การเลือกฟังก์ชันการแจกแจงความถี่สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี และการแจกแจงความถี่สำหรับปริมาณฝนสูงสุดรายวัน

5.3.1 การเลือกฟังก์ชันการแจกแจงความถี่สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี

การเลือกฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ที่สามารถปรับเข้ากับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี เป็นขั้นตอนที่สำคัญ ซึ่งประกอบไปด้วย การนำฟังก์ชันการแจกแจงทั้ง 4 แบบ คือ Log-Normal 2 Parameter, Pearson Type III, Log Pearson Type III และ Gumbel มาอธิบายคุณลักษณะของข้อมูล และประเมินพารามิเตอร์จากวิธีโมเมนต์ (Moment Method, MM) และวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood, ML) ทั้งนี้รวมถึงการตรวจสอบความเหมาะสมของฟังก์ชันการแจกแจงด้วยวิธีทางสถิติ อันได้แก่ วิธี Chi-Square, วิธี Sum of Root Mean Square of Error และวิธี Kolmogorov-Smironov ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความถี่จากฟังก์ชันดังกล่าว นำไปลงจุด (plot) ไว้ เพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมกับข้อมูลที่บันทึกไว้ และอาศัยวิธี Visual ในการตรวจสอบเบื้องต้น

5.3.1.1 <u>การเปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจง</u>

วิธีการที่ใช้เปรียบเทียบประกอบ ด้วย 2 วิธี คือ วิธี Visual Test และวิธีทางสถิติ

1.) การเปรียบเทียบโดยวิธี Visual Test

การเปรียบเทียบด้วยวิธี Visual Test เป็นการประเมินอย่างคร่าว ๆ โดยการ plotting position ข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปีแต่ละสถานี ลงบนกระดาษกราฟการแจกแจงความน่าจะเป็น (probability paper) ที่สอดคล้องกับฟังก์ชันการแจกแจงที่สมมุติไว้ โดยแกนตั้งเป็นค่าปริมาณการไหลสูงสุดรายปี และแกนนอนเป็นรอบปีการเกิดหรือความน่าจะเป็นของค่าเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น ถ้าจุดข้อมูล ที่ลงจุดไว้ (plot) นั้น มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง แสดงว่า ฟังก์ชันการแจกแจงที่ทดสอบนั้นสามารถปรับเข้ากับข้อมูลที่บันทึกไว้ได้ดี ในการศึกษาครั้งนี้ เลือกใช้กระดาษกราฟ การแจกแจงแบบ Log-Normal เนื่องจากเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายและ

สอดคล้องกับฟังก์ชันการแจกแจงที่นำมาทดสอบ และกำหนด plotting position ของข้อมูล โดยใช้สมการของ Weibull

ผลที่ได้จากการลงจุด (plot) ข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปีลงบนกระดาษการแจกแจงแบบ Log-Normal พบว่า ในลุ่มน้ำภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งช่วงข้อมูลประมาณ 10 ปี ส่วนใหญ่ (80 %) มีลักษณะค่อนข้างตรง เมื่อลงจุด (plot) บนกระดาษกราฟแบบ Log-Normal และช่วงข้อมูลประมาณ 20 ปีขึ้นไป (70 %) มีแนวโน้มเป็นเส้นโค้งเล็กน้อย เนื่องจากข้อมูลมีค่าความเบ้ (skew) อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ถือเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการบ่งบอกถึงฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ที่สามารถปรับเข้ากับข้อมูลได้ดีที่สุด ซึ่งลักษณะของข้อมูลที่ลงจุด (plot) ไว้บนกระดาษกราฟการแจกแจง แสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ข.

2.) การเปรียบเทียบโดยวิธีสถิติ

เป็นการประยุกต์วิธีการทางสถิติเพื่อใช้ในการทดสอบ และกำหนดเกณฑ์ทดสอบความเหมาะสมของฟังก์ชันการแจกแจงที่สามารถปรับเข้ากับข้อมูลได้ จะต้องอยู่ในช่วงของค่าทดสอบวิกฤติที่ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด ซึ่งในการศึกษานี้ วิธีการที่นำมาทดสอบ คือ การทดสอบแบบ Chi-Square Test การทดสอบแบบ Sum of Root Mean Square of Error และการทดสอบแบบ Kolmogorov-Smironov Test โดยกำหนดความเชื่อมั่นของข้อมูลอยู่ที่ระดับ 95 % ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ใช้กันทั่วไป และรายละเอียดของผลการทดสอบฟังก์ชันการแจกแจงในลุ่มน้ำภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือแสดงไว้ในตารางที่ ข-1 และ ข-2 ตามลำดับ และการเปรียบเทียบลำดับความเหมาะสมของฟังก์ชันการแจกแจงสรุปไว้ในตารางที่ 5-1 และ 5-2

2.1) การทดสอบความเหมาะสมโดยวิธี Chi-Square Test

ในการทดสอบความเหมาะสมโดยวิธี Chi-Square Test ได้แบ่งช่วงของแต่ละการแจกแจงออกเป็นช่วงชั้นที่เท่ากัน ซึ่งทำให้ช่วงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น มีค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นเท่า ๆ กัน และตรวจสอบว่าข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปีที่บันทึกไว้ มีความแตกต่างจากค่าที่คาดหวังไว้หรือไม่ โดยเทียบกับค่าวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการทดสอบแบบ Chi-Square มีข้อกำหนดเกี่ยวกับจำนวนช่วงชั้นเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งจำนวนช่วงชั้นต่ำสุดที่ยอมให้ในการทดสอบเท่ากับ 5 และในแต่ละช่วงชั้นควรจะมีค่าคาดหวังไม่ น้อยกว่า 5 ค่า ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.3.1 ดังนั้นสถานีที่จะนำมาทดสอบแบบ Chi-Square นั้น จะต้องมีความยาวข้อมูลไม่น้อยกว่า 25 ปี ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้ แบ่งช่วงความยาวข้อมูลออกเป็น 3 ช่วงคือ ความยาวข้อมูลมากกว่า 30 ปี ความยาวข้อมูล 21-30 ปี และความยาวข้อมูล 10-20 ปี เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้ โดยแปรค่าจำนวนช่วงชั้น ต่าง ๆ คือ 5-7 และ 10

ตารางที่ 5-1 การจัดลำดับความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ โดยวิธีการทดสอบแบบต่าง ๆ สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ในลุ่มน้ำภาคเหนือ

ลำดับที่	รหัสสถานี	ความยาวข้อมูล (ปี)	ผลการจัดลำดับความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ โดยวิธีทดสอบต่าง ๆ																																														
			Standard Errors Test								Chi-square Test / No class																																Kolmogorov Smirnov Test							
											5								6								7								10															
			LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2
1	P.1	76	4	6	3	2	1		5	7	2	5	3	4	6		2	1	3	2	6	6	4		5	1	1	4	3		5		2	2	2	5	3	3	1		6	4	6	5	2	2	1		4	3
2	P.4A	41	4	7	2	5	3	1	6	8	3	1	5	6	4	3	•	2	1	2	6	5	5	3	7	4	3	4	•	1	4	1	•	2	3	2	5	4	3	•	6	1	5	4	6	3	2	1	8	7
3	P.5	42	5	4	2		1		6	3	1	4	2		3		1	4	1	2	5		3		4	4	1	1	4		3		2	1	3	4	2		1		3	4	3	5	1		1		6	4
4	P.13	29	2	5	3		1		4	6	1	2	•		•		•	3	•	1	•		3		•	2	•	2	•		3		•	1	1	3	•		2		•	4	3	2	6		1		5	4
5	P.14	44	6	1	5		3		4	2	1	4	5		5		3	2	3	4	5		5		2	1	3	4	2		2		1	1	1	1	5		3		2	4	4	5	4		1		2	3
6	P.14A	11	6	4	2		1		5	3	1	1	2		2		1	1	1	3	2		2		1	3	2	4	•		3		1	4	1	1	2		•		1	1	5	4	2		1		6	3
7	P.19A	35	1	5	7		4	3	2	6	2	2	•		4	4	1	3	•	1	•		2	•	•	1	•	•	•	•	•	•	•	•	2	2	•		4	•	3	1	3	4	6	7	6	1	2	5
8	P.20	18	6	3	2		1		5	4	2	1	3		3		2	2	3	1	5		4		2	2	3	2	4		5		1	1	3	3	2		4		1	1	6	2	3		1		4	5
9	P.21	43	5	3	2		1		6	4	2	3	1		4		2	3	3	1	2		2		3	1	1	3	4		4		2	5	5	3	1		6		2	4	2	4	1		1		5	3
10	P.22	13	5	1	6		4		3	2	1	2	2		4		3	3	1	1	4		2		3	3	3	1	4		2		1	1	1	3	4		2		3	3	5	4	5		1		3	2
11	P.23	32	5	6	2		4		3	1	2	•	4		5		1	3	1	•	3		•		1	2	1	1	4		3		1	2	3	4	2		5		3	1	4	6	2		1		3	5
12	P.24	17	4	2	4		1		3	5	2	1	4		3		1	2	1	2	3		3		2	1	2	1	5		3		2	4	2	1	5		3		4	2	2	3	1	1	1		4	5
13	P.24A	24	5	2	3		1		4	6	1	1	2		2		1	1	2	1	3		3		1	2	1	1	4		3		2	2	1	4	3		5		1	2	5	3	2		1		4	6
14	P.26A	18	6	5	2	7	1		4	3	3	3	1	4	2		3	3	2	1	6	5	4		3	3	3	1	6		5		3	4	4	5	1	6	3		4	2	4	5	1		1		3	2
15	P.28	14	4	2	6		1		3	5	2	•	4		5		1	3	2	1	4		3		1	1	1	2	3		3		1	2	1	1	2		2		1	1	5	3	5		1		2	4
16	P.29	18	4	1	4		2		3	5	2	1	4		5		3	2	2	3	4		4		1	1	4	3	1		5		5	2	2	2	3		5		4	1	5	6	3		1		4	2
17	P.30	12	4	2	5		1		3	6	2	1	4		3		1	1	1	1	•		2		1	1	1	1	•		2		1	3	3	1	6		2		4	5	4	3	5		2		1	6
18	P.32	16	2	4	3		1		2	5	2	2	3		4		2	1	1	1	3		3		1	2	2	1	4		3		2	1	1	1	2		3		1	1	2	4	4		1		3	5
19	P.35	23	5	4	1		2		3	6	3	1	4		2		6	5	1	2	4		3		1	2	5	3	6		1		4	2	3	2	5		1		6	4	3	2	3		1		4	5
20	P.41	12	4	3	5		1		2	6	2	2	3		3		2	1	2	2	1		1		2	2	1	1	4		3		5	2	4	4	2		1		3	5	3	4	2		1		5	6
21	P.42	17	4	3	1		2		5	6	1	2	5		3		4	4	1	3	4		4		2	2	2	1	•		3		•	2	2	1	•		3		4	4	6	2	3		1		4	5
22	P.47	14	5	2	4		1		3	6	4	1	•		2		•	3	4	1	•		3		•	2	3	1	4		2		5	•	3	1	•		2		•	4	5	2	3		1		4	6
23	PE.1	23	3	5	2		1		4	6	3	2	6		4		5	1	•	•	2		1		3	4	4	2	3		1		5	2	6	4	1		2		5	3	3	4	2		1		6	5
24	PE.2	25	5	2	4	6	1		7	3	•	•	•	•	•		•	•	•	1	•	•	•		•	1	1	1	•	•	•		1	1	•	•	•	•	•		1	•	3	4	3	2	1		6	5
25	PE.3	21	6	2	3		1		4	5	2	1	3		3		1	1	4	4	3		•		1	3	4	2	5		1		3	3	5	2	3		4		1	1	5	1	2		3		6	4
26	PN.6	21	4	3	2		1		5	2	3	2	1		1		3	2	1	2	3		3		4	2	2	1	3		3		2	1	2	1	3		3		2	1	4	4	2		1		5	3
27	PN.8	19	5	2	3		1		4	6	1	1	4		3		2	1	1	1	2		3		4	1	4	2	5		3		1	4	2	2	4		3		1	1	3	2	3		1		4	5
28	PN.14	14	3	4	2		1		6	5	1	3	2		3		1	3	1	2	3		3		2	2	2	2	1		1		2	2	4	2	1		1		4	2	3	5	1		2		6	4
29	W.1	58	4	5	2	3	1		6	7	2	2	•	•	•		1	2	1	1	2	2	2		4	3	2	2	2	2	3		•	1	2	2	4	5	1		3	3	7	3	4	2	1		5	6
30	W.3	27	1	2	6		1		3	5	3	3	•		•		1	2	1	1	•		3		2	3	2	4	•		•		3	1	2	2	•		4		1	3	3	1	4		1		2	1
31	W.4	30	3	4	1	2	5		4	6	1	2	4		•		1	3	•	•	2	2	3		1	•	3	2	1	1	1		5	4	3	5	1	1	4		2	•	5	7	1	2	3		4	6
32	W.5A	12	5	6	2	7	1		4	3	2	3	4	5	4		2	1	3	3	1	5	4		3	2	1	•	2	•	3		1	1	4	4	1	3	1		2	2	6	6	1	2	4		7	3
33	W.14A	13	5	1	4		2		3	6	2	3	•	1	•		•	3	3	1	2	4	2		2	4	2	1	4	5	5		3	3	1	3	3	3	3		3	2	7	1	5	4	2	3	3	6
34	W.15A	20	4	1	6		2		3	5	2	2	•		3		1	2	5	1	4		4		3	2	3	1	4		2		5	3	1	1	4		2		3	3	6	5	2		1		3	4
35	W.16	24	4	1	5		2		3	6	1	3	4		5		2	2	2	3	5		4		1	1	5	1	2		3		3	4	4	3	2		5		1	1	3	4	5		1		2	6
36	W.17	16	5	3	1		4		2	6	3	•	2		•		•	1	•	1	•		2		•	3	2	•	•		1		•	2	2	•	1		•		•	•	6	3	2		1		5	4
37	Y.1	35	7	4	2	1	5		3	6	3	4	5	•	•		1	2	2	1	•	3	4		•	•	•	1	3	3	2		•	•	5	1	•	6	2		4	3	5	1	4	3	2		6	7
38	Y.1C	18	4	3	2		1		5	6	1	3	4		3		•	2	1	1	2		2		•	3	1	1	3		4		2	5	1	3	2		2		5	4	2	1	1		1		4	3
39	Y.3A	30	3	6	1		2		4	5	4	2	•		3		4	1	3	•	1		2		•	•	3	•	2		•		1	•	•	1	•		•		•	2	5	3	4		1		6	2
40	Y.4	33	4	5	1		2		3	6	3	2	4		•		1	5	•	2	1		4		3	•	4	2	•		3		4	1	4	1	2		•		4	3	2	6	3		1		4	5

ตารางที่ 5-1 (ต่อ) การจัดลำดับความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ โดยวิธีการทดสอบแบบต่าง ๆ สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ในลุ่มน้ำภาคเหนือ

ลำดับที่	รหัสสถานี	ความยาวข้อมูล (ปี)	ผลการจัดลำดับความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ โดยวิธีทดสอบต่าง ๆ																																														
			Standard Errors Test								Chi-square Test / No class 5								Chi-square Test / No class 6								Chi-square Test / No class 7								Chi-square Test / No class 10								Kolmogorov Smirnov Test							
			LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2
41	Y.8	45	6	7	1	5	2		4	3	4	1	4	2	2		3	3	5	1	3	3	3		4	2	6	3	7	2	5		4	1	4	*	2	*	5		1	3	4	7	2	6	1		5	3
42	Y.11	11	6	2	3		1		5	4	1	1	2		2	3	1	1	1	2	3		4		1	1	3	2	4		4		3	1	1	1	4		2	*	3	3	6	3	2		1		5	4
43	Y.13	34	4	3	2		1		5	6	*	*	*		*		*	1	*	1	2		2		*	*	3	1	*		2		*	*	2	*	*		1		*	*	4	2	3		1		6	5
44	Y.14	33	7	6	2	5	1		4	3	2	1	4		3		2	2	2	1	4	1	3		1	1	6	1	4	5	3		2	1	2	3	1	4	5		3	6	4	7	3	2	1		5	6
45	Y.17	21	3	2	5		1		4	6	2	1	5		4		3	1	1	1	4		3		2	2	4	3	6		5		2	1	2	1	4		3		5	1	1	2	5		1		4	3
46	Y.19	13	6	3	2		5		1	4	2	1	4	3	3		2	2	2	1	*		3		3	1	2	2	*		1		*	*	3	1	5		2		6	4	5	3	1		2		4	3
47	Y.20	25	4	2	3		1		5	6	1	2	*		*	4	4	3	1	1	*		3		*	2	3	2	4	*	3		*	1	1	2	*		3	*	4	*	2	1	2		1		3	4
48	Y.26	18	2	5	3		1		4	6	1	1	2		2		3	3	2	2	4		3		1	2	4	4	1		3		4	2	2	2	5		4		3	1	3	3	2		1		4	5
49	Y.30	13	5	3	2		1		4	6	*	1	*		*		1	*	1	2	2		2		1	1	*	*	*		*		2	1	1	3	2		4		2	2	1	1	4		1		3	2
50	YE.2	12	4	2	3		1		3	5	2	2	1		1		2	2	1	2	3		3		2	1	2	1	3		3		1	2	2	2	1		3		2	2	6	3	2		1		4	5
51	N.1	61	7	6	1	4	2		5	3	*	*	*	*	*		*	*	*	2	*	1	*		*	*	*	1	*		*		*	*	5	2	4	1	6		3	3	3	2	6	5	1		7	4
52	N.13	16	1	4	6		2		3	5	1	3	2		2		4	3	1	1	3		3		2	2	3	3	1		4		2	1	5	1	2		2		4	3	3	5	2		1		6	6
53	N.17	25	3	5	2		1		4	6	4	2	*		1		*	3	2	1	*		*		*	*	2	2	1		*		*	*	*	2	*		1		*	*	4	3	2		1		5	5
54	N.22	29	5	6	1	4	2		3	3	*	1	*	*	2		*	*	2	1	3	4	3		1	2	2	1	*		*		3	3	3	5	4	*	*		1	2	4	2	7	6	1		5	3
55	N.24	32	4	3	2	3	1		5	6	2	2	4	6	3		5	1	1	1	3	3	2		4	1	2	1	4	5	3		6	4	1	2	4	6	3		5	7	6	4	2	3	1		4	7
56	N.28	26	3	4	2		1		5	6	2	1	4		3		*	5	5	2	3		4		*	1	3	1	4		2		*	5	1	1	3		2		*	*	6	2	3		1		4	5
57	N.33	23	5	3	4		2		6	1	1	2	*		3		*	2	2	1	*		3		*	*	1	2	*		*		*	2	*	3	*		2		*	1	2	4	3		1		6	5
58	N.36	26	4	7	3	2	6	1	5	8	1	2	*	4	3	*	1	2	3	3	*	4	4	1	3	2	2	3	*	*	4	*	2	1	4	1	6	2	3		4	1	2	2	6	5	1	2	3	4
59	N.40	20	6	4	1		2		3	5	*	1	*		2		3	3	1	2	*		*		*	*	*	1	3		3		2	2	4	1	2		3		1	5	4	2	3		1		6	5
60	N.42	20	3	5	2		1		4	6	2	2	3		4		*	1	5	3	2		1		*	4	3	3	1		2		*	*	3	3	1		1		4	1	3	4	2		1		5	6
61	N.49	15	5	3	2		1		6	4	2	1	3		3		2	1	1	2	5		4		3	1	1	1	3		3		2	1	3	1	2		4		3	1	5	1	4	3	1		6	3
62	N.50	18	4	3	3	2	1		5	6	2	2	3		3		*	1	*	*	*	*	*		*	*	*	*	3	2	4		1	*	3	3	2	*	*		*	1	7	1	4	1	6		5	6
63	N.51	13	6	1	5	7	3		4	2	2	2	*		*		1	3	*	*	*	*	*		*	*	1	1	2	*	2		1	1	1	1	2	2	2		1	1	4	7	3		2		2	5
64	N.52	13	2	4	5		1		3	6	1	1	*		2		3	1	2	1	*		3		4	1	1	1	*		2		3	1	1	1	*		2		4	3	1	3	6		1		5	4
65	N.53	10	6	3	2		1		4	5	2	1	4		4		1	3	1	1	2		2		1	1	4	1	3		3		2	4	3	1	2		2		4	1	4	3	2		1		5	6
66	N.63	10	5	2	4		1		3	6	2	1	4		3		1	2	1	2	3		3		2	4	2	1	3		3		1	2	3	1	4		2		1	3	4	2	3		1		5	6
67	NE.1	14	2	4	5		1		3	6	1	2	*		*		*	2	*	*	*		*		*	1	*	3	*		*		2	1	*	*	*		*		*	1	7	2	4		1		4	3
68	NN.3	29	5	6	2		1		3	4	2	1	*		4		3	3	6	1	5		4		2	3	2	1	5		3		4	4	2	3	4		1		3	3	5	1	4		2		2	3
69	NN.4	29	6	3	2		1		4	5	2	3	*		4		*	1	5	1	*		3		4	2	2	3	*		4		5	1	2	2	*		1		3	2	6	3	2		1		4	5
70	NN.5	19	2	5	3		1		4	6	2	2	1		2		*	*	*	2	3		1		*	4	3	*	2		1		*	*	2	2	3		1		*	*	1	3	2		1		5	4
71	G.2A	25	4	3	2		1		5		1	1	3		3		2		1	2	5		4		3		1	3	4		2		2		3	4	1		2		4		4	2	3		3		5	
72	GN.1	17	2	3	4	6	8	7	5	1	2	1	3	5	5	5	4	4	2	2	2	2	2	2	1	1	3	1	5	4	2	6	4	4	4	1	3	2	2	2	5	6	6	3	5	4	1	2	7	8
73	GN.2	22	5	7	3	1	6	2	4	8	3	3	2	2	*	2	1	1	1	4	3	3	*	3	1	2	1	1	4	6	2	5	1	3	2	2	3	5	4	3	1	1	2	5	2	4	1	1	3	6
74	GN.3	27	5	4	2	3	1		7	6	3	1	4	4	2		*	1	*	*	3	*	*		1	2	1	2	6	3	5		*	4	*	*	3	4	2		*	1	6	5	3	2	1		7	4
75	GN.4	27	3	6	2		5	1	4	7	1	2	6		5	3	1	4	1	2	4		4		1	1	1	3	2		5	6	4	4	2	1	5		3	4	2	2	5	3	6		1	1	2	4
76	GN.10	24	6	3	4	2	1		5	7	2	2	3	3	4		1	1	3	3	5	5	4		1	2	1	3	6	5	2		*	4	4	4	2	2	5		1	3	3	2	5	4	1		4	6
77	GN.12	14	2	4	5		1		3	6	2	1	5		3		4	1	*	1	2		3		*	1	5	2	4		4		3	1	4	5	3		2		1	1	4	3	2		1		5	6
78	GN.13	23	6	2	3		1		4	5	6	2	3		4		1	5	*	1	4		2		3	3	3	1	2		4		1	1	4	3	1		5		2	6	4	3	2		1		5	6
79	GN.15	23	3	4	1		2		5		1	4	2		3		1		2	2	3		4		1		2	2	3		3		1		1	2	3		4		1	1	2	4	1		1		3	
80	GN.16	25	3	6	7	1	5	2	4	8	1	1	6	5	3	3	2	4	1	1	4	5	2	2	3	1	3	1	4	6	2	5	3	1	3	1	7	6	2	5	3	4	5	2	3	4	1	1	3	6

ตารางที่ 5-1 (ต่อ) การจัดลำดับความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ โดยวิธีการทดสอบแบบต่าง ๆ สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ในลุ่มน้ำภาคเหนือ

ลำดับที่	รหัสสถานี	ความยาวข้อมูล (ปี)	ผลการจัดลำดับความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ โดยวิธีทดสอบต่าง ๆ																																														
			Standard Errors Test								Chi-square Test / No class																																Kolmogorov Smirnov Test							
											5								6								7								10															
			LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2
81	GN.17	19	2	1	4		5		2	3	1	1	2		4		2	3	1	1	2		2		1	1	2	3	*		*		3	1	4	1	*		6	3	5	2	4	3	2		1		5	6
82	GN.18	25	2	6	4		3	1	5	7	4	2	5		*	1	*	3	3	2	*		4	4	*	2	4	1	*		2	3	*	2	1	1	5	4	2		1	3	3	4	3		1	2	6	5
83	GN.19	23	6	3	1	7	2		4	5	2	1	*	3	4		2	2	2	2	4	3	4		2	1	2	2	3	4	5		1	1	1	1	2		2		4	3	3	2	5	4	1		6	4
84	GN.20	19	4	2	3		1		5	6	1	1	2		3		3	1	1	1	1		2		3	2	3	3	1		4		3	2	1	1	2		2		4	3	3	2	6		1		4	5
85	IN.1	28	2	6	1	7	3	4	5	8	1	2	3	*	*	*	*	*	3	3	2	4	4	4	*	1	5	1	4	2	2	3	*	1	1	2	*	*	3	3	4	*	3	5	4	6	1	2	8	7
86	IN.2	26	1	6	4	5	2	7	3	8	2	2	3	5	5	4	2	1	1	1	3	2	2	2	1	1	1	1	5	3	2	4	3	1	7	6	4	5	8	3	2	1	4	3	6	5	1	2	4	2
87	SW.1	16	5	2	1		1		4	3	3	1	2		*		3	3	2	1	*		*		*	*	3	1	4		2		3	3	2	1	4		3		2	2	3	2	1		3		4	5
88	SW.5A	15	2	5	4		1		3	6	2	2	1		*		2	2	1	2	3		3		1	3	5	2	1		6		4	3	1	2	3		3		1	4	3	4	1		1		5	2
89	SW.6	26	6	5	3	7	1		4	2	3	1	.5	6	4		2	2	6	4	4	5	3		2	1	2	6	3	4	5		1	1	3	4	3	5	6		2	1	6	7	3	2	1		5	4
90	SWE.1	12	6	5	2	7	1		4	3	2	1	*	4	*		2	3	1	1	*	*	2		1	4	2	*	3	*	1		2	4	2	*	3	*	1		2	4	6	4	3	2	1		5	4
91	SWE.2	11	4	3	6		1		2	5	1	*	*		*		*	*	2	2	*		3		1	1	1	1	3		2		1	1	1	1	*		2		3	3	3	2	5		3		1	4
92	SWN.1	22	5	2	6	3	1		4	7	1	1	4	3	3		1	2	2	2	3	4	4		2	2	1	1	4	5	3		1	2	5	1	4	2	6		3	5	3	3	5	4	1		2	6
93	SWN.2	30	1	6	3	7	2	4	5	8	1	1	*	3	2	2	4	1	2	1	*	5	4	4	3	4	1	1	*	3	2	6	5	4	1	2	*	5	3	4	6	2	5	2	8	7	1	4	6	3
94	SWN.3	25	4	1	4	6	5		3	2	2	4	5	3	3		1	1	6	2	7	5	4		3	1	2	2	3	4	5		1	1	3	5	4	2	6		1	1	5	6	7	4	1		3	2
95	SWN.4	21	4	3	2		1		4	5	1	1	3		3		1	2	1	1	4		3		2	1	1	1	5		3		2	4	4	4	3		1		4	2	3	4	2		1		5	6
96	SWN.5	21	4	3	1		2		3	5	2	1	4		*		2	3	1	2	5		3		4	1	4	4	3		1		2	2	2	1	4		4		3	5	4	2	5		1		3	6
97	SWN.6	19	2	4	2		1		3	5	2	2	3		3		2	1	2	2	1		3		2	2	2	2	5		4		1	3	1	3	2		4		3	1	2	4	3		1		4	5
98	SWN.8	25	4	2	2		1		3	5	3	1	*		2		4	4	1	1	2		2		4	3	1	2	4		3		*	5	3	1	4		2		5	6	2	2	3		1		5	4
99	SWN.9	11	5	4	1		2		3	6	1	1	3		3		2	1	2	2	4		3		1	1	4	1	3		3		2	2	3	3	2		1		4	3	3	6	2		1		4	5
100	SWN.10	26	7	2	4	3	1		6	5	2	1	5	4	*		3	3	2	1	6	3	4		5	5	2	1	3	3	3		1	1	1	2	3	3	3		1	1	4	6	3	2	1		7	5
101	SWN.11	29	1	5	3	6	2	4	7	8	3	1	*	6	5	4	*	2	1	2	*	3	3	4	2	2	2	1	*	5	4	7	6	3	5	2	*	6	4	3	7	1	3	4	6	5	1	2	8	7
102	SWN.12	16	5	1	4		2		3	6	1	1	3		2		1	1	1	2	3		4		2	2	2	2	3		3		2	1	1	2	4		3		1	2	4	2	5		1		2	3
103	SWN.16	25	3	4	2		1		5	6	1	1	5		4		3	2	2	1	3		5		4	4	1	1	2		2		3	2	3	4	2		2		1	5	4	2	3		1		4	5
104	SWN.17	23	5	2	3		1		4	6	2	1	*		3		2	3	1	1	4		3		2	1	3	2	4		4		1	3	1	2	6		3		5	4	2	4	3		1		5	6
105	SWN.22	11	2	3	4		1		2	6	1	1	4		3		1	2	1	2	3		3		2	2	2	1	3		3		2	1	3	5	4		2		5	1	2	5	3		1		4	6
106	SWN.23	14	2	5	3		1		4	6	2	1	*		4		*	3	1	3	2		2		*	4	3	1	2		2		4	3	1	2	4		3		*	4	3	4	2		1		5	6
107	S.2	63	4	6	2	7	3	1	5	8	2	1	4	6	5	7	3	3	1	1	2	2	2	2	1	1	4	3	1	6	5	*	*	2	2	1	7	7	4	5	3	6	4	5	3	3	1	2	7	6
108	S.4B	16	3	5	2		1		4		2	*	1		*		3		*	*	1		*		*		*	*	2		1		*		2	*	1		*		*		4	3	1		2		5	
109	S.7	32	3	1	4		2		5	6	3	2	*		*		1	4	4	3	*		5		2	1	1	3	*		4		5	2	4	2	*		3		1	1	3	5	6		2		4	1
110	S.9	24	2	4	3		1		5	6	*	1	*		*		*	1	*	2	*		*		*	1	2	4	*		3		*	1	*	1	*		2		*	1	3	1	5		3		4	2
111	S.10	12	5	2	3		1		4	6	3	1	4		4		3	2	2	1	3		3		1	4	2	1	5		3		2	4	3	1	2		2		4	3	3	2	1		1		4	5
112	S.12	19	2	5	3		1		4	6	2	1	4		3		*	1	3	1	4		2		*	2	3	1	5		2		4	1	2	2	*		1		*	3	2	3	1		1		5	4
113	S.13	18	2	5	3		1		4	6	2	2	*		3		4	1	5	1	*		4		3	1	4	1	6		3		5	2	1	3	5		2		4	1	1	4	3		2		5	6
114	S.14	17	5	1	6		2		3	4	1	1	2		2		1	1	2	1	3		3		4	4	2	1	3		3		1	3	2	1	4		3		2	2	5	2	2		1		3	4
115	S.31	10	6	4	1		3		2	5	*	1	5		3		2	4	*	1	5		3		2	4	1	3	4		5		2	2	2	2	1		3		2	2	1	2	1		1		3	5

หมายเหตุ :

LN II 1 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Log-normal 2 Parameter และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Moments

LN II 2 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Log-normal 2 Parameter และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Maximum Likelihood

P III 1 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Pearson Type III Parameter และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Moments

P III 2 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Pearson Type III Parameter และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Maximum Likelihood

LP III 1 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Log Pearson Type III Paramete และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Moments

LP III 2 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Log Pearson Type III Paramete และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Maximum Likelihood

G1 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Gumbel และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Maximum Likelihood

G 2 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Gumbel และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Maximum Likelihood

* = ผลการทดสอบ แทนการไม่ยอมรับสมมุติฐาน

ตารางที่ 5-2 การจัดลำดับความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ โดยวิธีการทดสอบแบบต่าง ๆ สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลการจัดลำดับความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ โดยวิธีทดสอบต่าง ๆ

ลำดับที่	รหัสสถานี	ความยาวข้อมูล (ปี)	Standard Errors Test								Chi-square Test / No class 5							
			LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2
1	KH.18	32	2	4	3		1		5	6	2	1	*		3		*	4
2	KH.43	27	7	6	2	5	1		4	3	2	3	3	*	4		1	1
3	KH.43A	16	5	3	4	2	1		7	6	1	1	2	3	2		1	1
4	KH.57	10	5	2	3		1		4	6	2	2	3		5		1	4
5	KH.74	13	4	1	6		5		3	2	1	5	2		4		1	3
6	KH.77	13	4	2	5		1		3	6	2	3	4		5		1	2
7	KH.79	13	4	3	7	1	2		5	6	4	4	3	*	5		1	2
8	KH.84	10	3	4	6		1		2	5	2	1	*		3		*	1
9	KHN.5	13	6	3	2		4		5	1	1	2	3		4		1	2
10	KHN.6	13	4	2	5		1		3	6	5	2	3		1		2	4
11	E.5	39	2	4	3	7	1		5	6	*	2	*	*	3		2	1
12	E.6C	24	3	4	2		1		5	6	2	1	3		4		*	1
13	E.9	29	3	2	4		1		5	6	1	2	*		4		*	3
14	E.16A	36	4	3	1		2		5	6	1	2	*		3		*	*
15	E.21	29	4	2	3		1		5	6	1	1	4		4		3	2
16	E.23	29	4	2	3		1		5	6	1	2	3		4		5	2
17	E.26	27	4	2	3		1		5	6	1	1	3		3		2	1
18	E.29	19	2	5	3		1		4	6	*	1	2		*		2	1
19	E.32A	29	3	5	2		1		4	6	*	*	*		*		*	*
20	E.33A	27	3	7	2	4	5	1	6	8	1	2	3	4	4	4	1	2
21	E.35A	24	3	5	2		1		4	6	1	2	*		3		*	*
22	E.36A	26	6	1	3		2		4	5	1	3	4		4		2	2
23	E.38	13	6	2	4		1		3	5	1	2	*		4		3	3
24	E.49	30	4	5	2		1		3	6	2	3	*		*		*	1
25	E.54	28	2	3	7		1	4	5	6	2	2	*		4	*	3	1
26	E.57	15	4	1	5		2		3	6	2	2	3		3		1	1
27	E.60	17	5	2	3		1		4	6	3	1	2		2		*	*
28	E.65	14	1	5	6		4	2	3	7	3	2	*		4	6	5	1
29	E.67	10	5	2	3		1		6	4	3	1	*		2		3	3
30	E.70	13	4	2	3		6		5	1	2	3	*		1		2	3
31	E.78	10	5	3	4		1		2	6	4	1	*		3		*	2
32	EE.1	14	5	2	4		1		3	6	2	1	4		5		3	1
33	EN.4	16	2	4	5		1		3	6	1	1	3		2		1	1
34	EN.12	16	4	2	5		1		3	6	2	1	3		3		1	2
35	EN.14	20	5	1	4		2		3	6	1	3	4		4	4	3	2

ลำดับที่	รหัสสถานี	ความยาวข้อมูล (ปี)	Chi-square Test / No class 6								Chi-square Test / No class 7							
			LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2
1	KH.18	32	2	1	*		3		*	*	1	3	*		2		*	*
2	KH.43	27	5	1	4	3	3		5	2	2	2	3	5	4		1	1
3	KH.43A	16	2	1	4	4	3		2	2	1	1	2	3	2		1	1
4	KH.57	10	1	1	2		2		*	1	4	1	3		3		5	2
5	KH.74	13	1	2	3	*	4		1	1	1	1	3		2		1	1
6	KH.77	13	1	1	2		2		2	1	1	1	4		3		2	2
7	KH.79	13	*	*	3		2		*	1	1	1	3	*	4		2	2
8	KH.84	10	3	1	*		2		3	1	3	1	*		2		3	4
9	KHN.5	13	1	2	2		3		1	2	1	1	4		2		1	3
10	KHN.6	13	1	1	2		3		1	1	2	1	4		3		2	1
11	E.5	39	*	*	*		*		*	1	*	*	*	*	*		2	1
12	E.6C	24	2	4	1		1		*	3	2	1	5		3		6	4
13	E.9	29	2	1	*		3		*	4	1	1	*		2		*	3
14	E.16A	36	1	*	*		*		*	1	2	1	4		3		*	*
15	E.21	29	3	3	*		*		2	1	5	2	6		4		1	3
16	E.23	29	4	1	5		3		6	2	3	1	2		4		*	5
17	E.26	27	2	1	4		3		*	5	2	3	4		4		2	1
18	E.29	19	2	4	5		3		1	2	2	2	5		4		1	3
19	E.32A	29	1	*	*		*		*	*	*	*	*		*		*	*
20	E.33A	27	3	2	*	*	4	5	2	1	*	*	*	*	1	*	1	*
21	E.35A	24	*	1	2		*		*	3	5	2	1		4		*	3
22	E.36A	26	2	4	*		3		1	1	5	1	4		6		2	3
23	E.38	13	3	1	2		2		2	4	1	3	5		2		4	3
24	E.49	30	1	1	*		*		*	2	*	1	*		*		1	1
25	E.54	28	2	1	*		4	3	3	2	3	2	*		*		4	1
26	E.57	15	2	3	4		5		1	2	4	3	5		2		3	1
27	E.60	17	1	1	3		3		1	2	*	*	*		*		*	1
28	E.65	14	2	2	*		5	4	3	1	1	6	*		3	5	4	2
29	E.67	10	2	1	4		3		2	2	1	1	2		2		1	1
30	E.70	13	2	1	4		3		2	1	1	3	2		4		1	3
31	E.78	10	2	3	1		*		*	3	3	1	2		2		4	*
32	EE.1	14	2	1	*		3		4	1	6	1	4		3		5	2
33	EN.4	16	2	3	5		4		3	1	2	2	1		3		2	2
34	EN.12	16	3	3	2		4		3	1	2	2	1		3		4	4
35	EN.14	20	3	2	3		3		1	1	3	2	4		5		1	1

ลำดับที่	รหัสสถานี	ความยาวข้อมูล (ปี)	Chi-square Test / No class 10								Kolmogorov Smirnov Test							
			LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2
1	KH.18	32	4	3	*		1		*	2	3	2	5		1		6	4
2	KH.43	27	1	4	2	5	3	*	1	1	7	2	5	3	1		6	4
3	KH.43A	16	4	1	3	5	1		2	1	5	2	4	5	1		7	6
4	KH.57	10	1	2	4		2		3	5	5	3	1		2		4	6
5	KH.74	13	1	2	1		3		1	1	5	2	4		6		3	1
6	KH.77	13	3	1	3		*		3	1	5	2	1		3		6	4
7	KH.79	13	3	3	1	4	4	*	2	3	5	4	7		1		2	3
8	KH.84	10	3	1	*		4		4	4	2	4	3		1		5	6
9	KHN.5	13	1	2	3		6		1	2	6	4	1		2		5	3
10	KHN.6	13	2	2	3		2		3	4	3	4	2		1		6	5
11	E.5	39	4	*	*	2	5		*	1	5	2	7	6	1		4	2
12	E.6C	24	2	3	1		3		4	4	3	4	2		1		6	5
13	E.9	29	1	2	*		5		*	*	4	2	3		1		6	5
14	E.16A	36	1	2	*		3		*	*	4	2	3		1		5	*
15	E.21	29	2	1	3		2		4	*	6	5	4		1		3	2
16	E.23	29	4	1	3		5		5	6	5	2	3		1		4	6
17	E.26	27	3	1	2		2		4	*	3	2	2		1		5	4
18	E.29	19	5	2	6		3		4	1	2	4	5		1		3	6
19	E.32A	29	*	*	*		1		*	*	5	3	2		1		6	4
20	E.33A	27	2	2	*		1		3	1	3	5	8	4	1	2	7	6
21	E.35A	24	3	2	1		3		*	4	4	2	3		1		5	6
22	E.36A	26	3	4	2		2		1	1	4	6	5		1		2	3
23	E.38	13	1	3	4		2		2	2	6	3	2		1		4	5
24	E.49	30	*	1	*		*		*	2	4	5	2		1		6	3
25	E.54	28	3	2	*		4		*	1	6	3	*		1	2	5	4
26	E.57	15	1	2	5		3		3	2	5	3	6		1		2	4
27	E.60	17	3	1	2		3		4	5	3	2	4		1		5	6
28	E.65	14	1	3	*		1		3	1	1	4	6		2	3	5	7
29	E.67	10	4	1	3		1		4	4	6	2	3		1		4	5
30	E.70	13	2	4	3		4		2	2	2	5	3		6		1	4
31	E.78	10	3	1	4		4		6	5	5	4	2		1		3	6
32	EE.1	14	6	2	1		1		4	5	6	3	5		1		2	4
33	EN.4	16	4	1	5		3		2	4	3	5	2		1		6	4
34	EN.12	16	1	1	2		2		1	1	3	2	4		1		5	6
35	EN.14	20	2	3	1		5		4	4	6	3	2		1		4	5

ตารางที่ 5-2 (ต่อ) การจัดลำดับความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ โดยวิธีการทดสอบแบบต่าง ๆ สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ความยาว ข้อมูล (ปี)	ผลการจัดลำดับความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ โดยวิธีทดสอบต่าง ๆ																																															
			Standard Errors Test								Chi-square Test / No class																																Kolmogorov Smirnov Test							
											5								6								7								10															
			LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2	LN II 1	LN II 2	P III 1	P III 2	LP III 1	LP III 2	G 1	G 2
36	M.2	46	4	2	3		1		5	6	2	1	*		3		*	2	1	2	*		3		*	*	1	2	*		3		*	*	2	1	*		3		*	*	3	2	4		1		6	5
37	M.8	29	2	2	3	4	2		2	1	2	2	5		4	4	1	3	2	2	3		4	4	1	1	2	2	3		4	4	1	1	3	3	4		5	5	1	2	7	2	6	5	1		3	4
38	M.9	37	5	3	2	4	1		6	7	1	1	5	6	4		2	3	3	1	2	5	5		*	4	2	1	5	5	3		6	4	2	1	5	6	3		4	7	4	5	3	2	1		6	7
39	M.26	42	4	3	2		1		5	6	1	1	2		2		*	*	3	3	2		1		*	*	2	4	3		1		*	1	1	2	4		3		*	*	4	2	3		1		6	5
40	M.32	21	4	3	2		1		5	6	1	1	2		2		1	1	1	1	2		3		1	4	1	3	2		2		3	4	3	3	5		2		4	1	4	3	2		1		4	5
41	M.35	19	3	5	2		1		4	6	*	1	*		*		*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*		1		*	*	2	1	*		3		*	*	4	3	2		1		5	6
42	M.41	21	5	1	3		2		4	6	2	3	*		*		4	1	3	1	*		*		*	2	1	2	*		3		*	4	4	2	*		3		1	4	4	3	2		1		6	5
43	M.42	24	3	4	2		1		5	6	2	2	4		5		3	1	1	1	2		2		*	3	3	2	4		5		6	1	1	2	4		2		5	3	2	3	4		1		6	5
44	M.43	25	5	2	3		1		4	6	1	3	3		4		2	1	2	1	3		3		5	4	4	4	2		5		3	1	1	1	3		2		4	5	5	6	4		3		1	2
45	M.49	10	1	4	6		3		2	5	*	2	*		1		*	2	1	*	*		2		*	*	*	1	*		2		*	*	1	1	*	5	2		*	3	3	4	2		1		5	6
46	M.50	16	4	1	5		2		3	6	2	1	5		3		2	4	3	2	5		4		1	1	1	1	2		2		1	1	4	4	3		5		1	2	3	5	6		4		2	1
47	M.68	31	2	1	5		4		3	6	1	3	*	4	2		1	1	2	3	6	4	5		2	1	5	7	6	4	3		1	2	1	4	*		2		1	3	5	7	6	4	1		3	2
48	M.69	23	6	3	4		2		5	1	2	3	2		4		1	2	*	1	*		3		*	2	5	1	6		3		2	4	1	3	2		*		1	1	6	5	2		1		3	4
49	M.75	24	2	4	7	8	1		3	5	1	1	*	*	2	*	1	*	2	1	*	4	3	6	5	1	1	1	*	2	2	3	1	1	3	1	*	4	2	5	3	1	7	5	8	4	1	2	6	3
50	M.80	31	2	7	3	6	1		4	8	*	1	*	*	*	*	*	*	*	2	3	*	*	3	*	1	*	1	2		*		*	3	5	1	6	4	7	2	8	3	4	3	8	6	1	2	7	5
51	M.81	17	2	1	4		5		3	6	1	4	3		*		*	2	1	1	4		2		5	3	1	5	3		4		5	2	1	4	2		5		6	3	1	5	6		2		3	4
52	M.85	16	5	2	4		1		3	6	2	1	3		3		*	2	1	1	2		2		*	3	3	1	2		2		*	3	*	1	*		2		*	*	4	3	2		1		5	5
53	M.89	25	6	3	2		1		4	5	5	2	6		4		3	1	1	2	*		3		*	*	2	5	1		*		4	3	1	*	*		*		*	*	4	2	3		1		5	6
54	M.91	18	4	2	3		1		5	6	1	1	3		3		2	1	2	2	3		3		2	1	3	1	2		4		*	3	1	5	3		*		4	2	3	4	2		1		5	6
55	M.92	11	4	3	5		1		2	6	1	3	*		2		*	3	3	1	4		2		*	3	1	1	3		3		2	*	3	3	2		1		4	*	5	2	3		1		4	6
56	M.93	11	3	1	5		4		2	6	2	1	3		3		2	2	2	1	3		3		2	1	1	2	3		4		5	2	3	1	4		2		5	3	4	2	3		1		5	6
57	M.98	17	3	1	5		4		2	6	1	1	2	*	3		1	1	2	3	5	*	4		1	1	1	3	5	6	6		4	2	1	2	3	5	4		1	1	1	4	5	7	6		3	2
58	M.100	17	2	4	5		1		3	6	2	1	*		3		*	4	2	1	*		3		*	4	4	1	*		3		*	2	2	3	*		1		5	4	3	4	2		1		6	5
59	M.101	16	5	2	3		1		4	6	1	1	*		*		2	2	1	1	*		*		2	2	1	2	2		3		1	1	2	1	3		3		4	4	6	3	2		1		5	4
60	M.102	16	5	1	2		4		3	6	1	1	*		*		1	1	1	1	*		*		1	1	*	1	*		2		1	*	1	*	2		*		1	1	5	3	2		1		4	6
61	M.123	11	6	5	2		1		4	3	2	3	4		5		1	1	1	1	3		2		1	1	1	*	4		2		3	1	2	*	1		*		3	4	5	3	1		2		4	3
62	M.127	12	6	1	4		2		3	5	1	1	3	4	3		2	2	4	3	2	6	5		1	1	2	1	3		3		1	1	6	3	1	4	5		2	2	5	6	4	7	1		2	3
63	M.137	10	5	3	6		1		4	2	1	1	*		2		1	1	1	1	2		2		1	1	1	1	2		2		1	1	1	1	3		2		1	1	6	3	2		1		5	4
64	M.138	10	5	1	6		2		4	3	2	1	3		3		2	1	3	1	5		2		4	3	2	1	4		3		1	1	2	4	3		5		2	1	6	2	3		1		5	4
65	M.141	10	4	6	2	3	1		5	7	1	1	*	*	*		1	1	1	1	*	*	*		1	1	1	1	2		2		1	1	1	1	2	*	2		1	1	3	5	2	4	1		6	7
66	MN.4	16	2	5	3		1		4	6	2	2	*		1		*	*	2	1	*		3		*	1	4	2	*		1		*	3	*	*	*		1		*	*	2	3	4		1		6	5
67	MN.25	16	3	2	6		1		4	5	3	3	4		2		1	1	2	2	5		4		3	1	4	4	5		3		2	1	3	3	4		2		3	1	2	3	5		1		4	5
68	MN.26	15	5	2	4		1		3	6	1	1	3		3		2	2	2	1	4		3		*	1	1	1	2		2		4	3	1	1	3		3		2	4	3	2	3		1		5	4
69	MN.27	17	2	4	5		1		3	6	2	1	*		3		*	2	1	2	*		3		*	4	3	1	*		2		3	3	2	1	*		3		4	2	2	1	6		3		5	4
70	MN.28	17	3	2	5		1		4	6	1	1	*		3		*	2	1	2	*		4		5	3	2	2	*		3		4	1	2	2	*		3		2	1	1	2	6		1		4	3

หมายเหตุ :
- LN II 1 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Log-normal 2 Parameter และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Moments
- LN II 2 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Log-normal 2 Parameter และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Maximum Likelihood
- P III 1 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Pearson Type III Parameter และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Moments
- P III 2 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Pearson Type III Parameter และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Maximum Likelihood
- LP III 1 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Log Pearson Type III Parameter และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Moments
- LP III 2 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Log Pearson Type III Parameter และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Maximum Likelihood
- G 1 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Gumbel และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Moments
- G 2 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Gumbel และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Maximum Likelihood
- * = ผลการทดสอบ แทนการไม่ยอมรับ สมมุติฐาน

ในการทดสอบแบบ Chi-Square สรุปขั้นตอนในการทดสอบได้ดังนี้

1.) นำค่าพารามิเตอร์ที่ประเมินจากข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปีของแต่ละฟังก์ชันการแจกแจง มาหาค่าขอบเขตของชั้นตามค่าความน่าจะเป็นที่กำหนด

2.) นำค่าขอบเขตของแต่ละชั้น ไปหาค่าความถี่ที่มีค่าค่าสังเกตตกอยู่ในชั้น (O_i) ส่วนค่าความถี่ของค่าคาดหวังตามสมมุติฐาน (E_i) จะได้จากสมการ np_i เมื่อ n เป็นขนาดของข้อมูล และ p_i เป็นค่าความน่าจะเป็นที่เท่ากันในแต่ละชั้น

3.) นำค่าความถี่ที่มีค่าค่าสังเกตตกอยู่ในชั้น และค่าคาดหวังตามสมมุติฐาน คำนวณหาค่าสถิติ Chi-Square และทดสอบความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในการศึกษานี้ ได้ประเมินพารามิเตอร์ของแต่ละฟังก์ชันการแจกแจงโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ของ G.W.Kite และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ 2 ในการคำนวณหาค่าสถิติ Chi-Square ซึ่งผลการทดสอบสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ในลุ่มน้ำภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีรายละเอียดในตารางที่ ข-1 และ ข-2 และสรุปผลไว้ในตารางที่ 5-3 และ 5-4

2.2) การทดสอบโดยวิธี Kolmogorov-Smironov Test

การทดสอบแบบ Kolmogorov-Smirnov เป็นการทดสอบที่ใช้เกณฑ์ผลต่างสูงสุดของความน่าจะเป็นสะสมของค่าที่ได้จากการ plotting position (empirical frequency distribution) กับค่าที่ประเมินได้จากฟังก์ชันการแจกแจง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ขั้นตอนที่ใช้ในการทดสอบแบบ Kolmogorov-Smimov Chi-Square สรุปได้ดังนี้

1.) นำค่าปริมาณน้ำสูงสุดรายปีของแต่ละสถานี มาเรียงลำดับจากน้อยไปมาก เพื่อหาความถี่สะสมจากข้อมูล และประเมินค่าความน่าจะเป็นสะสมจากสมการของ Weibull , $\frac{m}{n+1}$ m คือลำดับของข้อมูลที่ได้จากการจัดเรียง และ n คือจำนวนข้อมูล

2.) นำค่าพารามิเตอร์ที่ประเมินจากข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปีของแต่ละฟังก์ชันการแจกแจงมาหาค่าความน่าจะเป็นสะสมจากลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็น โดยการวิเคราะห์เชิงตัวเลขด้วยวิธีของ Simpson

3.) คำนวณค่าสถิติ Kolmogorov-Smimov ซึ่งเป็นผลต่างมากที่สุดโดยไม่พิจารณาเครื่องหมาย จากค่าความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูล และความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละฟังก์ชันการแจกแจง และนำค่าสถิติ e Kolmogorov-Smirnov ไปทดสอบความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 5-3 สรุปผลการทดสอบ ฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ ในลุ่มน้ำภาคเหนือ

วิธีการทดสอบ	ฟังก์ชันการแจกแจงความถี่	จำนวนชั้นการทดสอบ	ผลการทดสอบ (จำนวนสถานี)								
			10-20 ปี			21-30 ปี			>30 ปี		
			ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	*	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	*	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	*
Chi-Square	LN II	5	48	42	6	38	27	4	6	13	5
	P III		6	11	13	1	4	20	1	2	8
	LP III		1	11	8	3	8	13	-	1	6
	G		34	26	14	26	19	15	10	8	4
	LN II	6	50	33	12	35	23	11	15	7	5
	P III		5	12	16	1	6	14	3	6	4
	LP III		4	14	6	2	7	6	-	7	3
	G		35	28	18	26	25	14	11	4	8
	LN II	7	38	27	12	33	27	2	12	4	4
	P III		7	7	12	2	3	6	1	4	6
	LP III		6	12	3	1	5	10	1	3	4
	G		31	30	11	14	28	15	8	9	11
	LN II	10	42	25	5	24	11	8	6	12	2
	P III		8	18	9	5	8	15	3	4	5
	LP III		8	21	5	5	12	3	4	1	4
	G		26	19	10	28	13	13	6	2	2
Kolmogorov - Smirnov	LN II	-	9	22	-	6	21	-	1	4	-
	P III		13	18	-	2	15	-	2	7	1
	LP III		43	7	-	44	5	-	15	4	-
	G		2	8	-	1	9	-	1	2	1
Standard Err.	LN II	-	9	25	-	6	15	-	3	-	-
	P III		6	15	-	10	15	-	6	20	-
	LP III		38	9	-	27	13	-	9	4	-
	G		2	9	-	1	3	-	1	2	-

หมายเหตุ : * = ผลการทดสอบแทนการ ไม่ยอมรับสมมุติฐาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5-4 สรุปผลการทดสอบ ฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วิธีการทดสอบ	ฟังก์ชันการแจกแจงความถี่	จำนวนชั้นการทดสอบ	ผลการทดสอบ (จำนวนสถานี)								
			10-20 ปี			21-30 ปี			>30 ปี		
			ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	*	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	*	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	*
Chi-Square	LN II	5	42	24	3	15	15	2	9	4	2
	P III		-	5	17	-	2	7	-	1	8
	LP III		4	7	9	-	2	5	-	2	2
	G		30	25	16	16	8	7	3	3	8
	LN II	6	39	25	3	18	11	3	4	4	4
	P III		1	9	12	3	3		-	2	4
	LP III		-	12	7	1	1	5	1	-	1
	G		34	15	13	8	8	12	4	1	10
	LN II	7	43	15	7	11	12	5	5	4	3
	P III		2	11	11	2	4	8	-	1	4
	LP III		2	17	2	1	3	4	1	1	2
	G		30	16	12	14	3	7	3	2	8
	LN II	10	32	19	5	12	9	4	6	4	1
	P III		6	6	9	2	4	8	-	-	5
	LP III		7	12	3	2	7	3	1	2	1
	G		21	15	8	12	4	11	2	1	8
Kolmogorov - Smirnov	LN II	-	5	17	-	-	8	-	-	5	-
	P III		4	14	-	-	7	-	-	1	-
	LP III		31	5	-	19	3	-	8	-	-
	G		3	6	-	1	3	-	-	2	-
Standard Err.	LN II	-	12	21	-	-	9	-	1	5	-
	P III		1	5	-	2	15	-	1	3	-
	LP III		27	7	-	16	4	-	6	3	-
	G		2	8	-	2	1	-	-	-	-

หมายเหตุ : * = ผลการทดสอบแทนการ ไม่ยอมรับสมมุติฐาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการศึกษานี้ ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ 3 ในการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละฟังก์ชันการแจกแจง และใช้วิธี วาดกราฟการแจกแจงความถี่ของข้อมูล (empirical frequency distribution) เทียบกับกราฟที่ได้จากฟังก์ชันการแจกแจง ในการตรวจสอบผลที่ได้ ซึ่งผลการทดสอบสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ในลุ่มน้ำภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีรายละเอียดในตารางที่ ข-1 และ ข-2 และสรุปผลไว้ในตารางที่ 5-3 และ 5-4

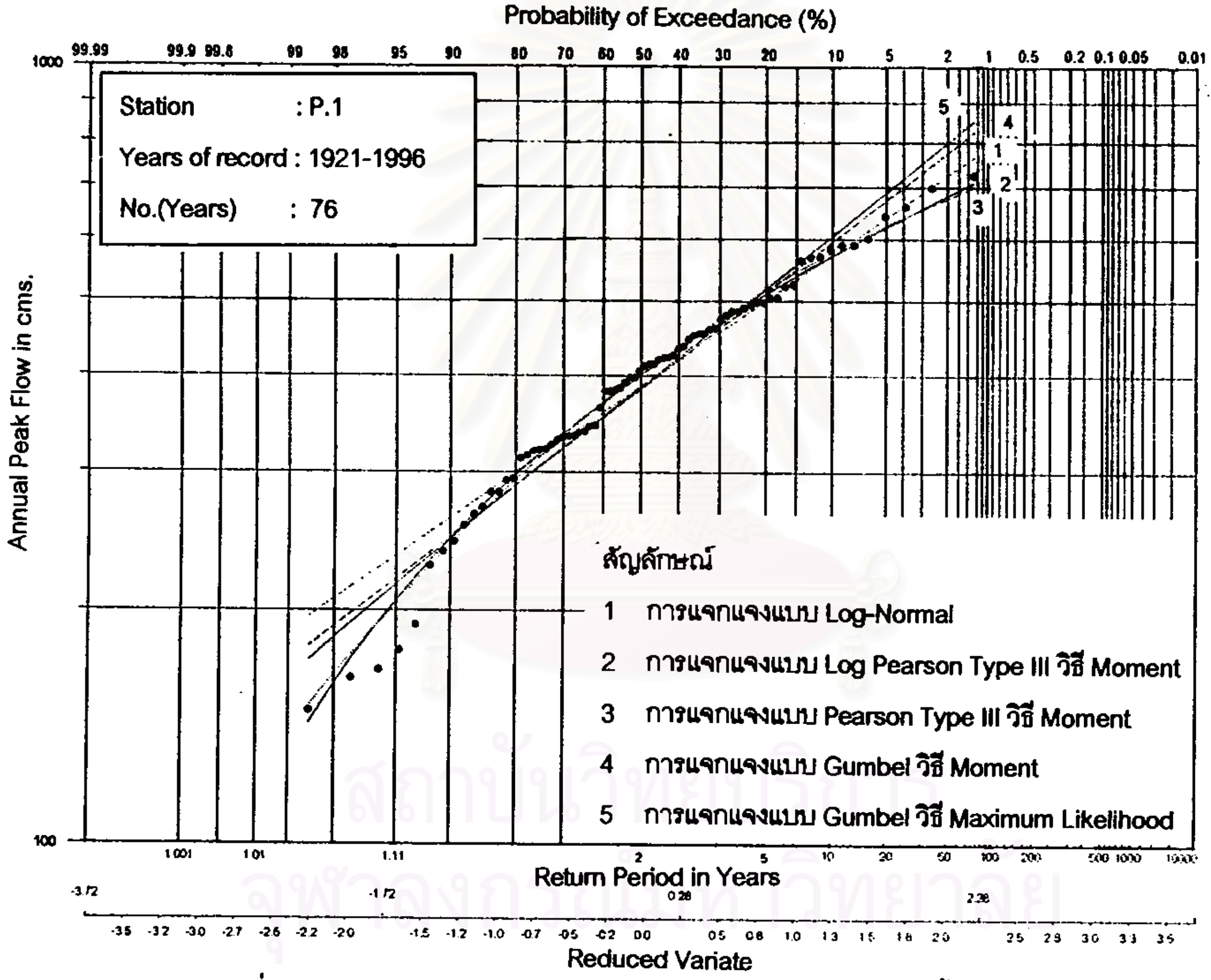
2.3) การทดสอบโดยวิธี Sum of Root Mean Square of Error

ในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดให้ผลการทดสอบโดยวิธี Sum of Root Mean Square of Error เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการใช้ประกอบการคัดเลือกการแจกแจง ในกรณีที่ผลการทดสอบจากวิธี Chi-square และ Kolmogorov-Smimov ไม่สามารถแสดงความแตกต่างมากนัก ผลการทดสอบพิจารณาจากผลรวมของผลต่างกำลังสองระหว่างขนาดของเหตุการณ์ที่ได้จากการฟังก์ชันการแจกแจง กับค่าที่ได้จากการสังเกตทุกค่าที่มีความน่าจะเป็นเท่ากัน โดยอาศัยหลักการกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares) ซึ่งผลการทดสอบสรุปได้ดังตารางที่ 5-3 และ 5-4

สำหรับตัวอย่างการเปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจงกับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี แสดงไว้ในรูปที่ 5-1

5.3.1.2 <u>เปรียบเทียบผลที่ได้กับผลการศึกษาในประเทศ</u>

การพิจารณาเปรียบเทียบผลการศึกษานี้ ได้ใช้ผลการศึกษาของ Sabur (1982) และชวลิต (1995) ซึ่งในการเปรียบเทียบ พบว่า ผลการศึกษานี้ จากทั้ง 2 ภูมิภาค ให้ค่าผลการทดสอบที่คล้ายกันกับการศึกษาของชวลิต (1995) และแตกต่างจาก Sabur (1982) เมื่อใช้วิธีการทดสอบแบบ Kolmogorov-Smimov โดยที่ วิธี Log Pearson Type III ซึ่งประเมินพารามิเตอร์ด้วยวิธี Moments ให้ผลการทดสอบต่ำสุด เมื่อเทียบกับการแจกแจงที่เหลือ ขณะที่วิธี Log-Normal 2 Parameter ให้ผลการทดสอบรองลงมา ถึงแม้ว่า ในส่วนของการทดสอบความเหมาะสมด้วยวิธี Chi-Square จะให้ผลที่คล้ายกันกับ Sabur (1982) กล่าวคือ ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ 2 พารามิเตอร์ ให้ผลการทดสอบเหนือกว่าแบบ 3 พารามิเตอร์ แต่วิธี Log-Normal 2 Parameter ให้ผลการทดสอบต่ำสุดเมื่อเทียบกับ วิธี Gumbel ในทุกช่วงความยาวข้อมูล โดยผลการเปรียบเทียบแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5-5



รูปที่ 5-1 ตัวอย่างการเปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจงกับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี

ตารางที่ 5-5 เปรียบเทียบผลการทดสอบฟังก์ชันการแจกแจง จากผลการศึกษานี้ กับผลการศึกษาที่ผ่านมาในประเทศไทย

การศึกษาที่ใช้เปรียบเทียบ	จำนวนสถานีที่ใช้ทดสอบ	ความยาวข้อมูล (ปี)	ฟังก์ชันการแจกแจงที่ใช้ทดสอบ	วิธีประเมินพารามิเตอร์	วิธีการทดสอบ	จำนวนชั้นในการทดสอบ	ผลการศึกษา	การประเมิน * พารามิเตอร์ ไม่ลู่เข้า (%)				ผลการทดสอบฟังก์ชันการแจกแจง (%) **										
												ฟังก์ชันการแจกแจง	Chi-square , class = 7					- Kolmogorov-Smirnov				
								รวม	10-20 ปี	21-30 ปี	> 30 ปี		ผ่าน รวม	ไม่ผ่าน รวม	ไม่ผ่าน 10-20 ปี	ไม่ผ่าน 21-30 ปี	ไม่ผ่าน > 30 ปี	ผ่าน รวม	ไม่ผ่าน รวม	ไม่ผ่าน 10-20 ปี	ไม่ผ่าน 21-30 ปี	ไม่ผ่าน > 30 ปี
1.) Sabur(1982)	59	10-53	LN II ,LP III,	-Maximum	- Chi-square ,	7	- วิธี Gumbel ให้ผลในการทดสอบต่ำสุด					LN II 1										
- ภูมิภาคต่างๆ			P III , G	likelihood	-Kolmogorov-		- วิธี Gumbel , LN II ให้ผลการทดสอบต่ำสุด					LN II 2	67	33				100	0			
ของประเทศไทย					Smirnov		ตามลำดับ แต่ LN II ปรับเข้ากับ					P III 1										
							ข้อมูล (fit) ได้ดีกว่าวิธี Gumbel เล็กน้อย	49				P III 2	36	64				60	40			
												LP III 1										
								64				LP III 2	5	95				5	95			
												G 1										
												G 2	80	20				100	0			
2.) ชวลิต(1995)	8	20-56	LN II ,LP III,	-Moments	-Kolmogorov-		- วิธี LP III ให้ผลการทดสอบต่ำสุด และเรียง					LN II 1						100	0			
-ลุ่มน้ำเจ้าพระยา			G		Smirnov		ลำดับ คือ LP III ,LN II , G					LN II 2										
ตอนบน												P III 1						100	0			
												P III 2										
												LP III 1						100	0			
												LP III 2										
												G 1						100	0			
												G 2										
3.) ผลการศึกษานี้	115	10-78 ปี	LN II ,LP III	-Moments	- Chi-square	5,6,	- ในเกือบทุกช่วงความยาวข้อมูล วิธี LN II					LN II 1	92	8	9	2	18	100	0			
(1996)		10-20 ปี	P III , G	-Maximum		7,10	ให้ผลการทดสอบต่ำสุด ส่วนวิธี Gumbel					LN II 2	92	8	13	2	6	95	5			6
- ภาคเหนือ		21-30 ปี		likelihood			ให้ผลรองลงมา					P III 1	77	23	17	26	35	100	0			
		> 30 ปี			-Kolmogorov-		- ในเกือบทุกช่วงความยาวข้อมูล วิธี LP III	70	67	53	41	P III 2	95	5	6	5	0	100	0			
					Smirnov		ให้ผลการทดสอบต่ำสุด และเรียงตามลำดับ					LP III 1	90	10	6	14	12	100	0			
							ดังนี้ LP III , LN II , P III และ Gumbel	89	98	79	76	LP III 2	97	3	0	2	12	100	0			
					-Standard Errors		- ให้ผลสอดคล้องกับวิธี Kolmogorov-Smirnov	3	4	2		G 1	79	21	11	28	41	95	5			6
												G 2	90	10	9	5	24	100	0			
												LN II 1	67	13	10	15	25	100	0			
- ภาคตะวันออก-	70	10-46 ปี			- Chi-square	5,6,	- ในเกือบทุกช่วงความยาวข้อมูลวิธี LN II					LN II 2	91	9	7	10	13	100	0			
เฉียงเหนือ		10-20 ปี				7,10	ให้ผลการทดสอบต่ำสุด ส่วนวิธี Gumbel					P III 1	71	29	24	35	36	100	0			
		21-30 ปี					ให้ผลรองลงมา					P III 2	96	4	2	5	13	100	0			
		> 30 ปี			-Kolmogorov-		- ในเกือบทุกช่วงความยาวข้อมูลวิธี LP III	67	93	85	93	LP III 1	90	10	5	15	25	100	0			
					Smirnov		ให้ผลการทดสอบต่ำสุด เรียงตามลำดับ					LP III 2	99	1	0	5	0	100	0			
							ดังนี้ LP III , LN II , P III และ Gumbel	94	98	85	100	G 1	76	24	17	25	63	100	0			
					-Standard Errors		- ให้ผลสอดคล้องกับวิธี Kolmogorov-Smirnov					G 2	86	14	12	10	36	100	0			

หมายเหตุ : * = การประมาณพารามิเตอร์ไม่ลู่เข้า (not converge) ซึ่งเป็นผลจากการประเมินพารามิเตอร์แบบ Maximum Likelihood

** = ความผันแปรของข้อมูลที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

5.3.2 การเลือกฟังก์ชันการแจกแจงความถี่สำหรับปริมาณฝนสูงสุดรายวัน

การเลือกฟังก์ชันการแจกแจงความถี่สำหรับปริมาณฝนสูงสุดราย 1 วัน, 2 วัน และ 3 วัน พิจารณาจากข้อมูลฝนของสถานีตัวแทนในแต่ละภูมิภาค ซึ่งการคัดเลือกสถานีเป็นตัวแทนนั้น พิจารณาจากการกระจายของสถานีที่แสดงในรูปที่ 4-5 และ 4-6 โดยเลือกสถานีที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาให้มากที่สุด เพื่อช่วยให้การวิเคราะห์การกระจายตามพื้นที่ทำได้ใกล้เคียงความจริงมากขึ้น โดยสถานีที่คัดเลือกมีข้อมูลยาวต่อเนื่องตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไป และทดสอบความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ ด้วยวิธี Sum of Root Mean Square of Error ซึ่งฟังก์ชันการแจกแจงทั้ง 4 แบบที่นำมาเปรียบเทียบความสามารถในการปรับเข้ากับข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดราย 1 วัน, 2 วัน และ 3 วัน ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ Log-Normal 2 Parameter, Pearson Type III, Log Pearson Type III

ผลการเปรียบเทียบความเหมาะสม พบว่า ฟังก์ชันการแจกแจงทั้ง 4 แบบ ให้ค่าผลการทดสอบที่ใกล้เคียงกัน โดยที่ ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Log Pearson Type III ให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบน้อยสุดเมื่อเทียบกับการแจกแจงที่เหลือ สำหรับฝนราย 1 วัน, 2 วัน และ 3 วัน ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการปรับเข้ากับข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวันได้ดีกว่าฟังก์ชันการแจกแจงทั้ง 3 แบบ โดยในภาคเหนือคิดเป็นร้อยละประมาณ 72, 83, 56 ของจำนวนสถานีที่คัดเลือกใช้ทดสอบ (พื้นที่ ละ 18 สถานี) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คิดเป็นร้อยละประมาณ 67, 89, 78 ในขณะที่ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Pearson Type III ให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดสอบรองลงมา คิดเป็นร้อยละ 44, 17, 70 ในภาคเหนือ และร้อยละ 22, 11, 22 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่จากการตรวจสอบด้วยกราฟ วิธี Log-Normal 2 Parameter สามารถปรับเข้ากับ (fit) ข้อมูลได้ดีกว่าวิธี Pearson Type III ซึ่งความสามารถของฟังก์ชันการแจกแจงในการปรับเข้ากับข้อมูลเรียงลำดับได้ดังนี้ คือ Log Pearson Type III, Log normal, Pearson Type III และ Gumbel และในการวิเคราะห์ฝนกระจายตามพื้นที่ ได้เลือกใช้วิธี Log Pearson Type III สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณฝนสูงสุดรายวันในรอบปีการเกิดต่าง ๆ ทั้งสองภูมิภาค รายละเอียดของผลการทดสอบและตัวอย่างการเปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจงเข้ากับข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดราย 1 วัน, 2 วัน และ 3 วัน แสดงไว้ในตารางที่ 5-6 ถึง 5-7 และรูปที่ 5-2

5.4 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

5.4.1 การศึกษาและวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ

1.) พื้นที่ลุ่มน้ำ

พื้นที่ลุ่มน้ำของสถานีวัดน้ำท่าในทั้งสองภูมิภาค มีการแปรเปลี่ยนขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำจากเล็กทางด้านต้นน้ำ ไปจนถึงขนาดใหญ่ทางด้านท้ายน้ำ ซึ่งจากการรวบรวมในลุ่มน้ำภาคเหนือในการศึกษานี้ พบว่า สถานี

ตารางที่ 5-6 ผลการทดสอบฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ที่สามารถปรับเข้ากับข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในภาคเหนือ

ลำดับที่	รหัสสถานี	ช่วงเวลาฝนตก (วัน)	ค่าสถิติ Mean	Stdev	Skew	ผลการทดสอบด้วยวิธี SEE.test LN II 2	P III 1	LP III 1	G 2	การแจกแจงที่ปรับเข้ากับข้อมูลได้ดีที่สุด
1	O7013	1	79.0	26.7	1.0	4.5	4.3	4.0	4.8	LP III 1
		2	102.3	33.0	0.9	6.4	6.1	5.9	6.7	LP III 1
		3	117.9	36.6	1.0	8.0	7.4	8.1	8.2	P III 1
2	O7033	1	72.2	25.7	0.2	4.9	2.9	3.2	5.2	PT III 1
		2	92.9	29.8	0.0	6.0	3.4	4.6	6.7	P III 1
		3	104.9	30.5	-0.3	7.4	3.9	6.6	8.5	LN II 2
3	12012	1	84.4	29.5	1.0	5.9	5.6	5.0	5.8	LP III 1
		2	105.5	51.3	2.6	23.1	21.8	21.2	24.6	LP III 1
		3	120.4	57.1	2.3	23.6	22.7	22.2	24.9	LP III 1
4	16013	1	72.5	19.4	1.0	3.3	3.3	3.3	3.4	ทั้ง 4 แบบ
		2	92.9	22.6	0.7	3.7	3.7	3.5	4.4	LP III 1
		3	106.8	23.4	0.3	3.2	3.1	3.0	4.4	LP III 1
5	17012	1	81.1	24.1	0.5	3.1	3.0	2.6	3.7	LP III 1
		2	102.6	29.9	0.6	4.3	4.2	3.9	4.9	LP III 1
		3	115.0	37.7	1.0	6.5	6.9	6.8	6.6	LN II 2
6	20012	1	79.7	23.7	0.5	4.0	3.9	3.9	4.8	P III 1, LP III 1
		2	103.1	29.6	0.6	5.1	4.7	4.5	5.4	LP III 1
		3	117.9	31.5	0.7	5.8	5.6	5.6	6.3	P III 1, LP III 1
7	26013	1	76.3	21.5	0.6	3.7	3.6	3.5	4.1	LP III 1
		2	99.1	31.2	1.5	8.1	7.4	7.4	7.9	P III 1, LP III 1
		3	112.9	31.3	1.2	6.0	6.7	5.2	8.3	LP III 1
8	28013	1	88.3	30.7	1.6	8.9	7.0	8.0	8.6	P III 1
		2	114.7	35.7	0.8	6.6	5.4	4.9	6.1	LP III 1
		3	129.5	42.0	0.9	6.6	5.9	5.1	7.1	LP III 1
9	36013	1	80.0	28.9	0.8	3.5	3.4	2.8	4.2	LP III 1
		2	97.7	31.5	0.5	4.5	4.3	3.9	5.4	LP III 1
		3	108.9	32.1	0.5	4.4	4.1	3.6	5.5	LP III 1
10	38012	1	112.5	50.4	1.4	10.9	9.5	11.3	12.4	P III 1
		2	136.1	62.9	1.5	14.8	12.1	15.0	17.0	P III 1
		3	155.0	20.0	1.3	14.8	12.2	15.1	16.1	P III 1
11	39013	1	93.9	38.3	2.3	13.2	11.7	11.6	13.7	LP III 1
		2	120.2	44.6	1.6	12.0	12.1	11.5	12.0	LP III 1
		3	133.0	42.7	1.6	12.5	11.4	11.4	12.2	P III 1, LP III 1
12	40013	1	88.3	30.2	1.3	6.6	5.6	6.4	3.7	P III 1
		2	108.9	33.1	0.5	4.6	4.4	4.0	5.6	LP III 1
		3	123.0	35.4	0.4	5.7	5.4	4.7	7.1	LP III 1
13	59012	1	86.0	26.5	0.5	4.5	4.5	4.5	5.1	LN II 2, P III 1, LP III 1
		2	107.9	30.2	0.5	3.7	3.7	3.4	4.8	LP III 1
		3	126.0	32.5	0.4	5.4	5.6	5.4	6.7	LN II 2, P III 1
14	53013	1	83.3	33.6	1.1	6.0	6.5	6.0	6.7	LN II 2, P III 1
		2	110.7	43.3	1.5	11.2	11.2	11.1	11.6	LP III 1
		3	131.2	49.3	1.5	13.5	13.9	13.3	13.8	LP III 1
15	70013	1	101.4	26.5	1.3	6.9	7.3	6.6	6.8	LP III 1, G 2
		2	128.2	33.8	0.6	5.5	4.7	6.0	5.7	P III 1
		3	154.1	39.5	1.0	7.0	5.7	6.7	6.7	P III 1
16	70022	1	86.6	26.6	1.1	5.1	4.7	5.0	5.1	P III 1
		2	112.2	33.3	0.7	4.6	4.5	4.0	5.4	LP III 1
		3	127.7	32.4	0.6	4.3	4.2	3.6	5.3	LP III 1
17	69052	1	95.7	37.4	0.4	6.4	4.6	4.0	6.4	LP III 1
		2	124.4	49.0	0.5	7.3	6.2	5.1	7.5	LP III 1
		3	147.7	59.9	0.3	12.5	9.3	8.8	12.2	LP III 1
18	4022	1	89.5	31.1	1.2	7.1	7.4	7.2	7.3	LP III 1
		2	109.7	32.7	0.5	4.8	4.5	4.1	5.8	LP III 1
		3	125.9	45.6	1.5	11.3	10.2	10.7	11.6	PT III 1

ตารางที่ 5-7 ผลการทดสอบฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ที่สามารถปรับเข้ากับข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

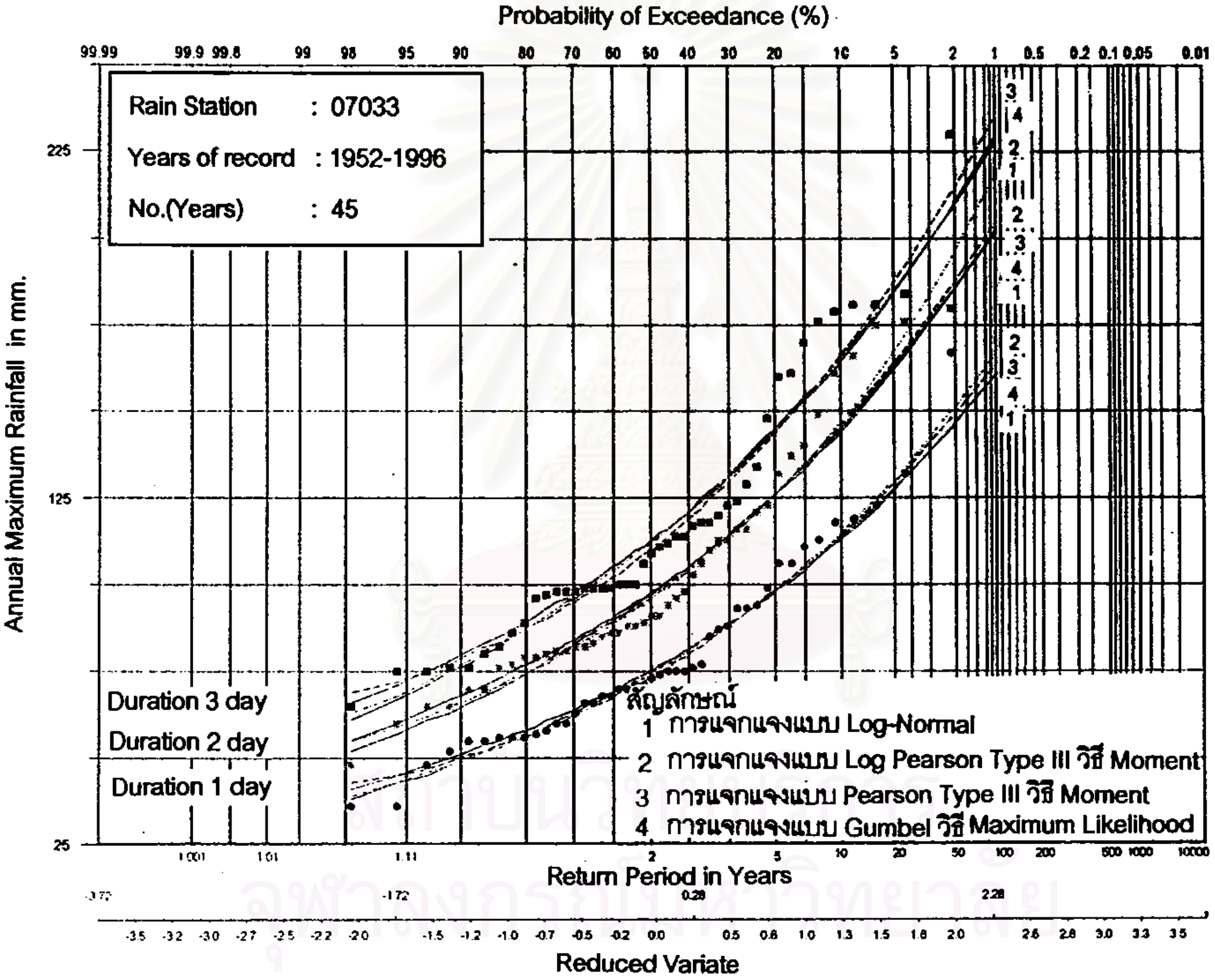
ลำดับที่	รหัสสถานี	ช่วงเวลาฝนตก (วัน)	ค่าสถิติ Mean	Stdev	Skew	ผลการทดสอบด้วยวิธี SEE.test LN II 2	P III 1	LP III 1	G 2	การแจกแจงที่ปรับเข้ากับข้อมูลได้ดีที่สุด
1	O2033	1	92.4	32.4	1.4	7.5	7.5	7.3	7.7	LP III 1
		2	111.7	39.6	1.4	8.2	8.3	7.9	8.5	LP III 1
		3	125.5	44.8	1.3	9.4	9.9	9.2	9.8	P III 1
2	O5013	1	88.4	23.7	0.7	3.6	4.0	4.0	4.1	LN II 2
		2	116.6	37.5	1.0	5.5	5.9	5.7	6.0	LN II 2
		3	131.4	47.1	1.4	9.5	9.5	9.1	10.0	LP III 1
3	11012	1	109.9	40.9	2.1	13.7	14.2	12.9	13.6	LP III 1
		2	136.5	52.0	2.0	17.0	17.6	16.2	17.2	LP III 1
		3	162.3	76.5	2.8	30.7	30.3	28.3	32.6	LP III 1
4	14022	1	94.6	37.8	1.0	9.0	9.7	8.9	9.5	LP III 1
		2	118.6	45.5	0.9	7.2	6.9	6.2	8.1	LP III 1
		3	137.3	53.8	0.8	9.7	9.4	8.9	10.4	LP III 1
5	18052	1	97.2	54.7	1.4	32.0	34.4	29.2	34.5	LP III 1
		2	116.3	56.2	1.5	26.9	24.4	23.9	28.5	LP III 1
		3	130.7	56.1	1.6	24.9	22.3	21.9	26.1	LP III 1
6	21012	1	92.6	35.2	1.9	10.9	8.0	9.4	11.2	P III 1
		2	127.6	46.7	1.7	13.2	12.4	12.2	13.4	LP III 1
		3	146.9	49.0	1.3	12.1	12.0	11.9	12.1	P III 1
7	21063	1	100.9	37.3	1.3	8.3	6.9	8.2	8.7	P III 1
		2	128.5	48.7	1.4	13.2	10.7	12.8	13.7	LP III 1
		3	146.2	53.0	1.1	10.4	9.3	8.7	11.1	LP III 1
8	24022	1	123.8	35.9	0.6	5.5	5.8	5.3	6.3	LP III 1
		2	167.0	57.6	0.5	7.6	6.6	5.6	9.2	LP III 1
		3	192.4	67.5	0.7	7.9	7.7	6.1	9.6	LP III 1
9	24062	1	107.4	30.8	2.0	11.8	9.9	9.4	11.3	LP III 1
		2	147.1	40.9	0.9	8.1	7.8	7.5	8.5	LP III 1
		3	177.6	51.3	1.4	12.7	12.5	12.0	12.3	LP III 1
10	25013	1	85.3	24.7	0.7	4.5	4.5	4.4	4.9	LP III 1
		2	104.7	28.7	0.6	6.7	6.1	6.4	6.7	P III 1
		3	119.3	34.2	1.3	9.4	9.6	9.3	9.5	PT III 1
11	25142	1	91.0	28.7	1.5	7.4	6.6	6.7	7.2	LP III 1
		2	112.0	34.1	0.6	5.2	5.2	4.7	6.0	P III 1
		3	127.1	38.3	0.9	6.5	6.3	5.6	6.9	LP III 1
12	30012	1	104.7	35.4	1.3	7.3	7.0	6.2	7.5	LP III 1
		2	133.3	55.7	2.5	21.1	23.2	17.3	22.0	LP III 1
		3	157.2	54.3	2.0	21.1	23.5	19.0	22.1	LP III 1
13	49092	1	104.1	37.7	0.9	6.8	6.3	6.1	7.4	LP III 1
		2	137.6	47.0	0.9	7.9	7.5	6.8	8.6	LP III 1
		3	156.0	49.3	0.9	7.3	6.7	5.9	8.1	LP III 1
14	50032	1	110.6	63.3	2.2	24.6	22.6	22.4	26.1	LP III 1
		2	133.9	60.3	2.0	28.3	26.8	26.5	29.1	LP III 1
		3	151.6	59.7	2.7	26.4	27.2	24.6	26.6	LP III 1
15	57022	1	106.1	32.2	0.1	6.9	6.8	6.6	7.5	LP III 1
		2	126.0	44.2	1.0	9.5	9.7	9.4	9.9	LP III 1
		3	146.3	63.7	1.6	14.7	15.0	14.1	16.0	LP III 1
16	67013	1	108.7	33.2	0.9	5.1	5.6	5.5	5.8	LN II 2
		2	136.4	43.5	1.3	7.3	8.4	7.0	9.1	LP III 1
		3	157.9	49.0	1.1	8.5	9.0	9.0	9.3	LP III 1
17	68013	1	103.3	36.8	1.4	8.5	8.5	8.4	8.8	LP III 1
		2	132.6	41.0	1.2	9.7	9.7	9.4	9.6	LP III 1
		3	152.9	43.9	1.1	9.1	8.7	8.9	9.0	P III 1
18	72022	1	113.6	46.5	1.7	12.5	9.4	11.9	13.6	P III 1
		2	145.5	59.6	0.9	10.4	9.6	9.7	11.6	LP III 1
		3	167.0	64.2	0.9	11.6	11.0	11.2	12.8	P III 1

หมายเหตุ : LN II 2 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Log-normal 2 Parameter และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Maximum Likelihood

P III 1 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Pearson Type III Parameter และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Moments

LP III 1 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Log Pearson Type III Parameter และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Moments

G 2 = ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Gumbel และประเมินพารามิเตอร์โดยวิธี Maximum Likelihood



รูปที่ 5-2 ตัวอย่างการเปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจงกับข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดราย 1 วัน, 2 วัน และ 3 วัน

N.52 มีขนาดเล็กสุด 49 ตารางกิโลเมตร และสถานี PE.2 มีขนาดใหญ่สุด 18,932 ตารางกิโลเมตร ส่วนลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สถานี KH.84 มีขนาดเล็กสุด 48 ตารางกิโลเมตร และสถานี E.16A มีขนาดใหญ่สุด 13,171 ตารางกิโลเมตร ซึ่งรูปร่างของพื้นที่ลุ่มน้ำในสถานีต่าง ๆ จะมีหลายรูปแบบผสมกัน เช่น รูปวงกลม แบบขนาน และแบบขนนก

2.) ความยาวของลำน้ำ

ความยาวของลำน้ำที่ได้จากการวัดในทั้งสองภูมิภาค ส่วนใหญ่ ให้ค่าสอดคล้องกับขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยลุ่มน้ำขนาดใหญ่ ความยาวของลำน้ำจะมีค่ามาก และความยาวน้อยเมื่อพื้นที่ขนาดเล็ก โดยในลุ่มน้ำภาคเหนือความยาวของลำน้ำมีค่าประมาณ 15.5 - 550 กิโลเมตร ส่วนในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่เป็นลำน้ำสายสั้น ซึ่งมีค่าประมาณ 16.8 - 479.3 กิโลเมตร และจากการเปรียบเทียบระหว่างลุ่มน้ำทั้งสองภูมิภาค ที่พื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเดียวกัน พบว่า ลำน้ำในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีความยาวสั้นกว่า

3.) ความลาดชันของลุ่มน้ำ

จากความสัมพันธ์ระหว่างระดับและระยะทางของลำน้ำ ในทั้งสองภูมิภาค พบว่า ความลาดชันของพื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณด้านต้นน้ำ จะมีความลาดชันสูง และจะค่อย ๆ ลาดเทน้อยลงจนเกือบจะคงที่ ณ บริเวณสถานีวัดน้ำท่า โดยในลุ่มน้ำภาคเหนือ ลำน้ำมีความลาดชันประมาณ 0.02 - 12.56 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลำน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือลำน้ำมีความลาดชันประมาณ 0.03 - 5.03 เปอร์เซ็นต์ และจากการเปรียบเทียบพบว่า ส่วนใหญ่ ลำน้ำในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความลาดชันน้อยกว่า รายละเอียดแสดงไว้ในรูปที่ ก.2-2 ถึง ก.2-3

4.) ความสูงของพื้นที่

ความสูงของพื้นที่ลุ่มน้ำมีความสัมพันธ์กับระดับภูมิประเทศ โดยในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือมีความสูงประมาณ 30 - 1,735 เมตร ส่วนในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความสูงประมาณ 20-1,245 เมตร แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว ความสูงมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับลุ่มน้ำในภาคเหนือ และหนาแน่นในระดับความสูง 100-500 เมตร

ถึงแม้ว่า ข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำดังกล่าว ได้มีการประเมินจากแผนที่แสดงสภาพภูมิประเทศ ซึ่งมีการสำรวจไว้หลายปี อย่างไรก็ดาม ถ้าพิจารณาว่า คุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อย จะเห็นว่า องค์ประกอบทางสภาพอุตุนิยมวิทยา และกิจกรรมของมนุษย์ เช่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทำลายป่าไม้ และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จะเป็นองค์ประกอบสำคัญ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำ

5.4.2 การศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่ป่าไม้ในที่ปกคลุมในพื้นที่ลุ่มน้ำ

จากการประเมินพื้นที่ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ จากแผนที่ป่าไม้ที่สำรวจในปี พ.ศ. 2539 - 2540 โดยเทียบกับแผนที่ของพื้นที่ลุ่มน้ำ พบว่า ป่าไม้ที่ปกคลุมในพื้นที่ลุ่มน้ำในลุ่มน้ำภาคเหนือ มีค่าประมาณ 12.5 - 97.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นว่า พื้นที่ป่าไม้ประกาศ มีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพป่าไม้จริงที่เหลืออยู่ ส่วนในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าประมาณ 0.3 - 90.9 เปอร์เซ็นต์ โดยส่วนใหญ่พื้นที่ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ จะอยู่บริเวณที่สูงซึ่งเป็นด้านต้นน้ำ ขณะที่ลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีพื้นที่ป่าไม้เหลืออยู่น้อยมาก เมื่อเทียบกับภาคเหนือ ดังรายละเอียดในรูปที่ ก.2-4 ถึง ก.2-5

5.4.3 การศึกษาและวิเคราะห์สภาพอุตุ-อุทกวิทยา

1.) การประเมินปริมาณฝนสูงสุดรายวันในรอบปีการเกิดต่าง ๆ ที่ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พิจารณาโดยวิธีเส้นชั้นน้ำฝนเท่า (isohyetal method) ที่ได้จากการวิเคราะห์ความถี่ฝนกระจายตามพื้นที่ และการกำหนดตำแหน่งสถานีวัดน้ำลงในแผนที่เดียวกัน ซึ่งในการประเมินค่าปริมาณฝนใช้วิธีการดังนี้คือ วิธีแรกในกรณีเส้นชั้นน้ำฝนลากผ่าน หรืออยู่ใกล้เคียงตำแหน่งสถานีวัดน้ำ จะพิจารณาว่าเป็นปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ณ สถานีนั้น ๆ และวิธีที่สองหาค่าเฉลี่ยจากพื้นที่ระหว่างเส้นชั้นน้ำฝน ซึ่งผลการประเมินแสดงไว้ในตารางที่ ก.2-9 ถึง ก.2-10

ผลการประเมินปริมาณฝนสูงสุดในช่วงเวลา 1 2 และ 3 วันในรอบปีการเกิด 2-100 ปี พบว่า ในลุ่มน้ำภาคเหนือ สถานี N.17, Y.19, P.20, P.13, GN.1, GN.2, GN.15 ให้ค่าปริมาณฝนสูงสุด ค่อนข้างสูง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 82-270 มิลลิเมตร, 113-320 มิลลิเมตร และ 127-342 มิลลิเมตร ตามลำดับ และสถานี P.23, PE.2, PN.6, PN.8, PN.14, SWE.1, SWE.2, SWN.11, SWN.12 ให้ค่าปริมาณฝนสูงสุด ค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 59-178 มิลลิเมตร, 78-255 มิลลิเมตร และ 93-275 มิลลิเมตร ส่วนในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สถานี M.75, M.80, M.32, M.141, KH.79, KH.84, E.70, E.54, E.76 ให้ค่าปริมาณฝนสูงสุด ค่อนข้างสูง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 100-284 มิลลิเมตร, 130-355 มิลลิเมตร และ 148-387 มิลลิเมตร และสถานี KH.57, KHN.5, KHN.6, E.29 ให้ค่าปริมาณฝนสูงสุด ค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 69-193 มิลลิเมตร, 90-219 มิลลิเมตร และ 105-242 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นผลมาจากสถานีที่ให้ค่าฝนค่อนข้างสูงเหล่านั้น มีพื้นที่ลุ่มน้ำตั้งอยู่ทางตอนเหนือของลุ่มน้ำ ตลอดจนพื้นที่ลุ่มน้ำนั้นอยู่ในแนวพาดผ่านของลมมรสุมมากกว่าสถานีที่ให้ค่าปริมาณฝนสูงสุด ค่อนข้างต่ำ ซึ่งมีพื้นที่ลุ่มน้ำอยู่ทางตอนปลายของแนวลมมรสุม และมีเทือกเขาสูงกั้นลม

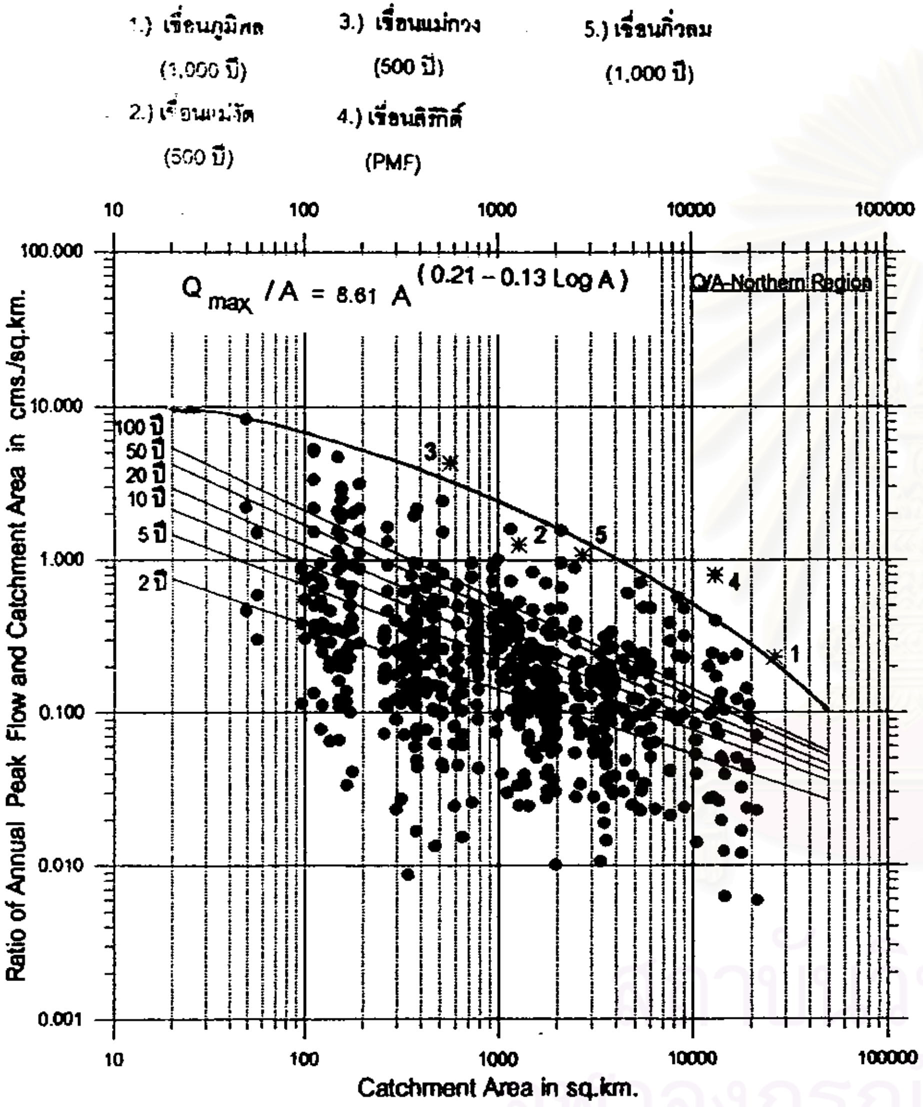
มรสุมไว้ นอกจากนี้ ยังพบว่า ช่วงความผันแปรของผลต่างระหว่างค่าปริมาณฝนสูงสุดและต่ำสุดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในรอบปีการเกิดต่าง ๆ ค่อนข้างกว้างกว่าในภาคเหนือ

2.) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปีที่มีการจดบันทึกข้อมูลไว้ (Q) ของสถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ ได้พิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณน้ำสูงสุดรายปีที่มีการจดบันทึกไว้กับพื้นที่ลุ่มน้ำ และพื้นที่ลุ่มน้ำ (Q/A – A, envelope curve) ในแต่ละภูมิภาค ดังแสดงรายละเอียดไว้ในรูปที่ 5-3 โดยมีจุดประสงค์เพื่อประเมินหาอัตราการไหลน้ำหลากน้ำสูงสุดรายปีที่คาดว่าจะเกิดขึ้นสูงสุดในภูมิภาค (expected region flood) โดยพิจารณาช่วงความผันแปรของข้อมูลที่ระดับความเชื่อมั่น 100 เปอร์เซ็นต์ ในรูปของการพัฒนาความสัมพันธ์สมการแบบยกกำลัง จากผลการศึกษาของ Malvick (1980) ผลการศึกษาพบว่าทั้งสองภูมิภาค ให้ความสัมพันธ์ ในลักษณะที่คล้ายกันคือ มีค่าแปรผกผันกับขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งเมื่อพื้นที่มีขนาดเล็กลง ค่า Q/A ยิ่งมีค่าสูงขึ้น และจากการเปรียบเทียบค่า Q/A ระหว่างลุ่มน้ำภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อพื้นที่ลุ่มน้ำมีขนาดเดียวกัน พบว่า ในกรณีที่พื้นที่ลุ่มน้ำมีขนาดเล็กกว่า 300 ตารางกิโลเมตร ลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะให้ค่า Q/A สูงกว่า แต่ในทางกลับกัน เมื่อพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า 300 ตารางกิโลเมตร ลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะให้ค่า Q/A ต่ำกว่า นอกจากนี้ความผันแปรของผลต่างระหว่างค่าสูงสุดและต่ำสุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังมีช่วงที่กว้างกว่า

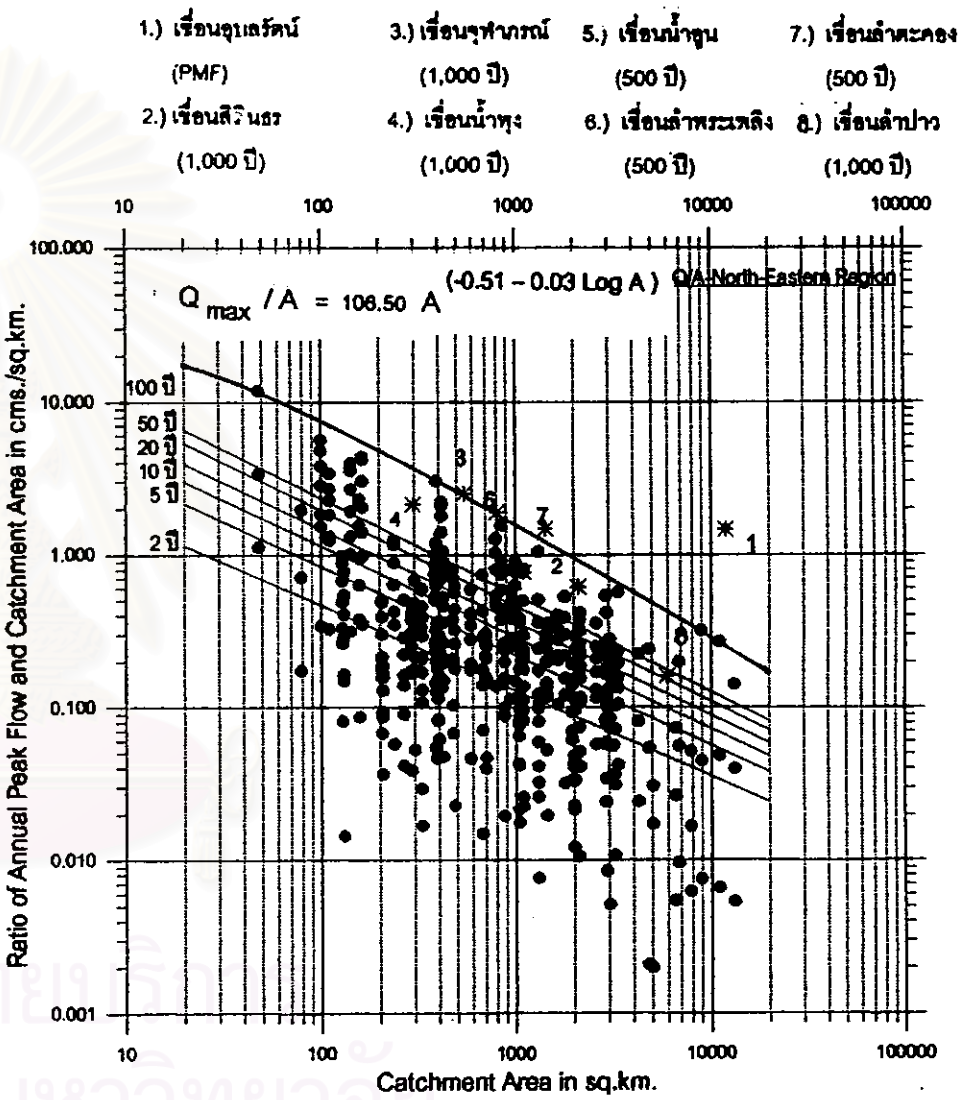
พร้อมกันนี้ได้เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิดต่าง ๆ กับพื้นที่ และพื้นที่ลุ่มน้ำ (Q_T/A-A) กับ Qmax /A -A พบว่า แนวโน้มของความสัมพันธ์ มีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งเมื่อความถี่ในรอบปีการเกิดสูงขึ้น ทำให้ค่า Q_T/ A สูงขึ้นตาม

5.5 การวิเคราะห์ความถี่น้ำหลากในลักษณะภูมิภาค

การวิเคราะห์ความถี่น้ำหลากในลักษณะภูมิภาคในการศึกษานี้ พิจารณาจากความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 2-100 ปี กับองค์ประกอบต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่ลุ่มน้ำ (A), ความยาวของลำน้ำ (L), ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ (S) พื้นที่ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ (F) และปริมาณฝนสูงสุดรายวัน (R) ในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยใช้สมการถดถอยสหสัมพันธ์ (multiple regression) จากโปรแกรม SYSTAT เวอร์ชัน 4.0 โดยพิจารณาจากสถานีวัดน้ำที่มีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำน้อยกว่า 3,900 ตารางกิโลเมตร ในลุ่มน้ำภาคเหนือ จำนวน 83 สถานี และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 60 สถานี บนสมมุติฐานว่า คุณลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และปริมาณฝนสูงสุดรายวันในรอบปีการเกิดต่าง ๆ เป็นเหตุการณ์เดียวกันที่ทำให้เกิดปริมาณน้ำหลากในรอบปีนั้น ๆ



ก. ลุ่มน้ำภาคเหนือ



ข. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

รูปที่ 5-3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณน้ำสูงสุดรายปีที่มีการจดบันทึกไว้ กับพื้นที่ลุ่มน้ำ และพื้นที่ลุ่มน้ำ ในลุ่มน้ำภาคเหนือ (ก.) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ข.)

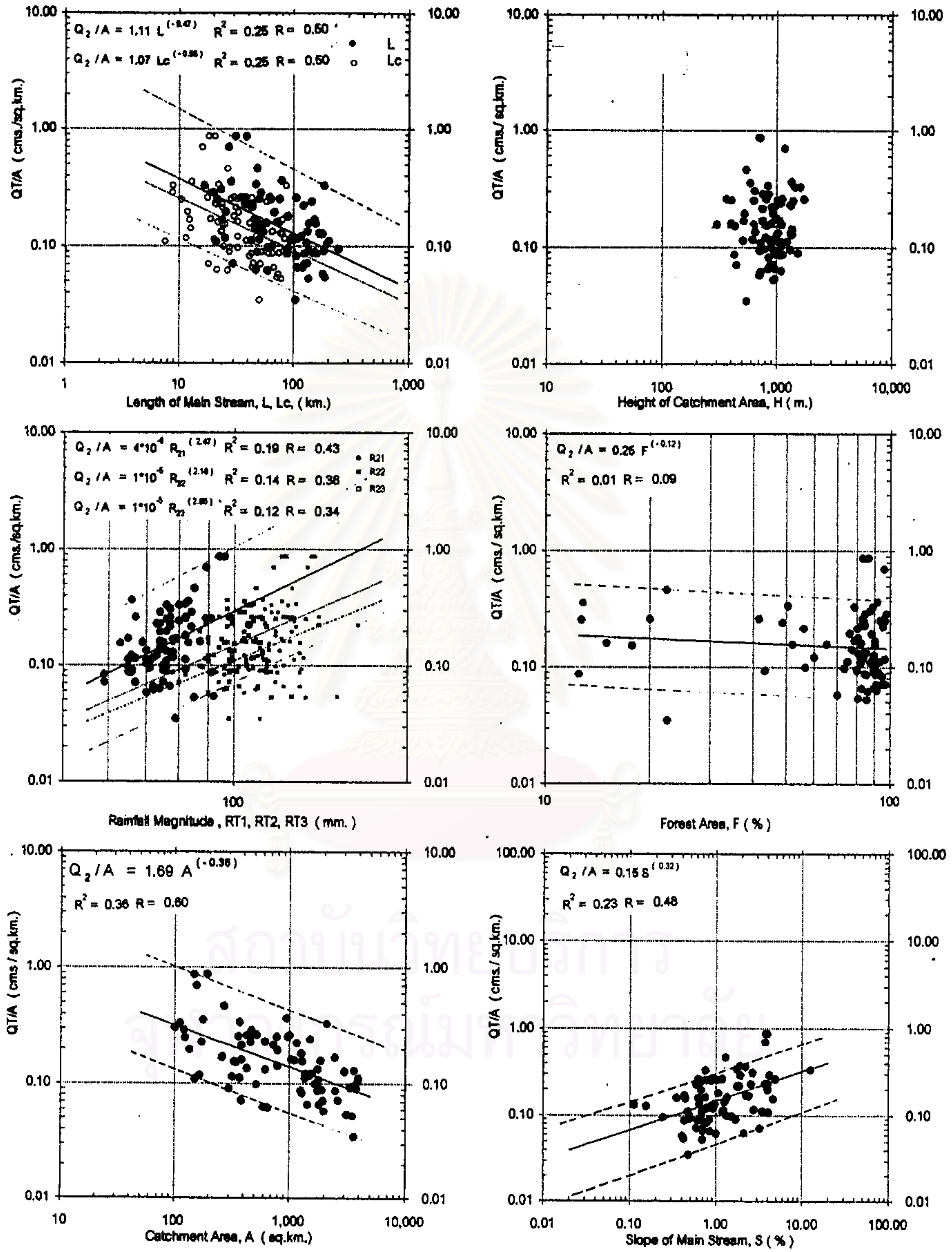
ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ จากแนวทางวิเคราะห์ที่แสดงไว้ในหัวข้อ 3.4.1 ซึ่งในการเปรียบเทียบ ผลการศึกษาทั้ง 3 กรณี (รายละเอียดในภาคผนวก ค) ในทั้งสองพื้นที่ลุ่มน้ำ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิดต่าง ๆ กับพื้นที่ลุ่มน้ำ (Q_T/A) ให้ความสัมพันธ์กับปริมาณฝนและองค์ประกอบอื่น ๆ ได้ดีกว่ากรณีที่เหลือเมื่อพิจารณาจากค่าความสัมพันธ์และความคลาดเคลื่อนของสมการ ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงเลือกใช้รูปแบบกรณีที่ 3 ในการพิจารณาความสัมพันธ์ความสัมพันธ์ในแต่ละภูมิภาค ซึ่งขั้นตอนการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ การคัดเลือกตัวแปรอิสระ ตลอดจนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระที่คัดเลือก มีรายละเอียดในภาคผนวก ค.

5.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 2-100 ปี กับองค์ประกอบต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ

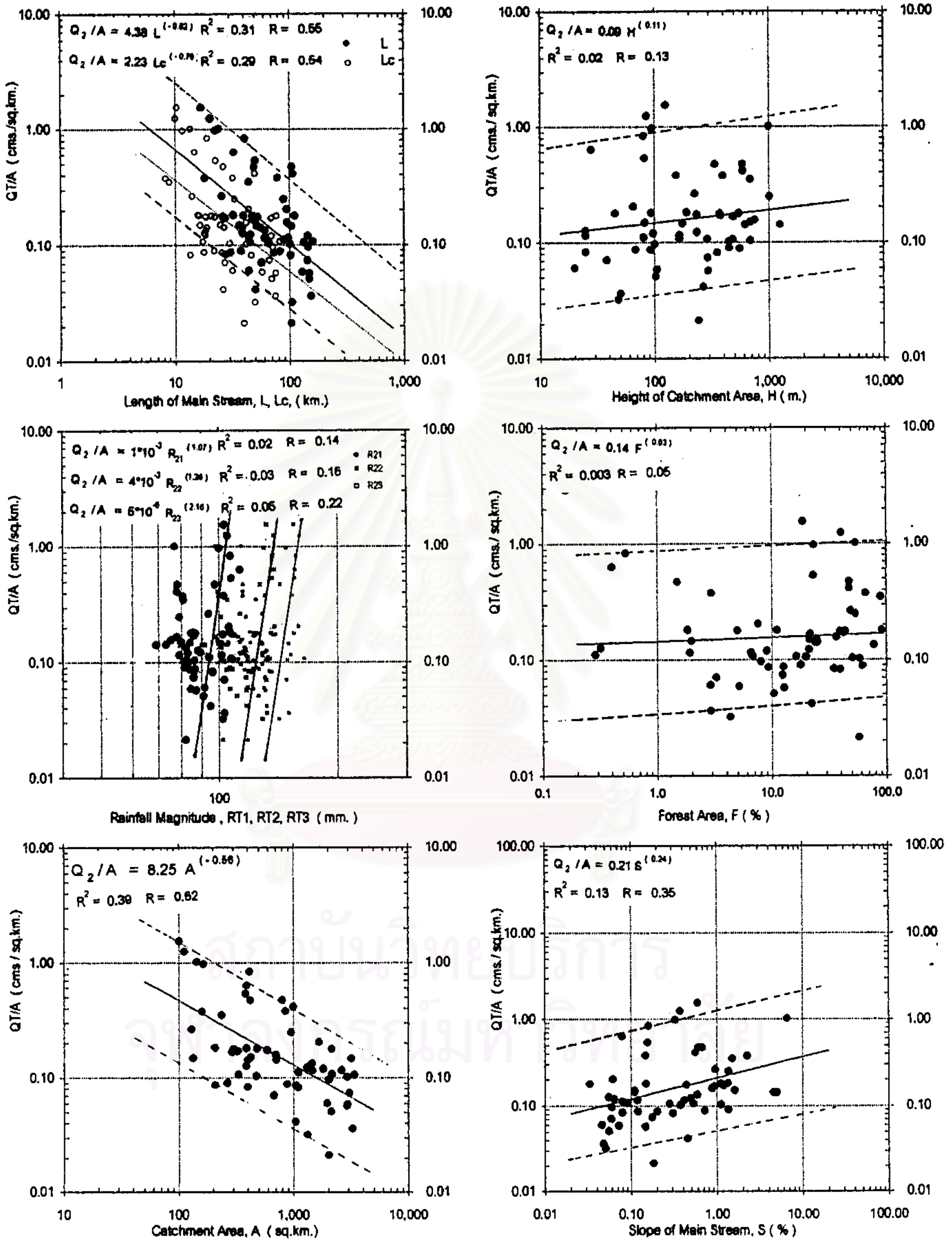
เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากกับพื้นที่ลุ่มน้ำ (Q/A) กับองค์ประกอบต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำที่แสดงไว้ในรูปที่ 5-4 และ 5-5 เป็นสมการเลขยกกำลัง ดังนั้น ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 2-100 ปี กับองค์ประกอบต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ จึงใช้การวิเคราะห์แบบ nonlinear regression โดยกำหนดให้องค์ประกอบในพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นตัวแปรอิสระ และคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม โดยวิธี Stepwise ซึ่งผลการวิเคราะห์ ได้สรุปไว้ในตารางที่ 5-8 และ 5-9 โดยพบว่า

1.) ในการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง Q/A กับพื้นที่ลุ่มน้ำเพียงอย่างเดียว และกับองค์ประกอบต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำ จะเห็นว่า องค์ประกอบต่าง ๆ ให้ค่าความสัมพันธ์และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ในเกณฑ์ค่อนข้างดีขึ้น ซึ่งแสดงว่า องค์ประกอบที่นำมาพิจารณามีอิทธิพลต่อค่า Q/A โดยให้ผลที่คล้ายกันทั้งสองพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยในลุ่มน้ำภาคเหนือ พบว่า ค่า R^2 เพิ่มขึ้น ประมาณ 0.24-0.10 ตามรอบปีการเกิด 2-100 ปี และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานลดลง ประมาณ 0.09- 0.04 ส่วนในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ค่า R^2 เพิ่มขึ้นประมาณ 0.23-0.12 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานลดลง ประมาณ 0.12-0.04 ซึ่งลำดับความสำคัญของตัวแปรอิสระที่มีผลต่อ Q/A คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของลำน้ำ ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ ปริมาณฝนสะสมรายวัน และพื้นที่ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ

และสมการสหสัมพันธ์ที่ประเมินได้ในลุ่มน้ำภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 5-4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 2 ปี กับพื้นที่ลุ่มน้ำ และองค์ประกอบต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือ



รูปที่ 5-5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 2 ปี กับพื้นที่ลุ่มน้ำ และองค์ประกอบต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตารางที่ 5-8 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิดต่าง ๆ กับพื้นที่ลุ่มน้ำ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือ

รอบปีการเกิด (ปี)	ตัวแปรตาม (Q_T)	ตัวแปรอิสระ							ค่า R^2	ค่า R	Standard Error (SEE.)	ค่าคงที่สหสัมพันธ์ Co	รูปแบบสมการ $Q_T = Co\, X_1^{C1} X_2^{C2} X_3^{C3} \ldots X_7^{C7}$ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	หมายเหตุ การเปลี่ยนแปลงค่า R^2	เพิ่มตัวแปร
2	Q_2/A	A							0.36	0.60	0.52	1.69	-0.36								
	Q_2/A	A	L	S					0.41	0.64	0.50	0.88	-0.70	0.69	0.13					0.05	คุณลักษณะลุ่มน้ำ
	Q_2/A	A	L	S	F				0.42	0.65	0.50	1.22	-0.67	0.71	0.15	-0.11				0.06	ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
	Q_2/A	A	L	S	F	R_{21}	R_{22}	R_{23}	0.59	0.77	0.43	$4*10^{-5}$	-0.69	0.74	0.21	$1*10^{-4}$	$1*10^{-3}$	4.82	-2.66	0.24	ปริมาณฝนสูงสุดรายวัน
5	Q_5/A	A							0.36	0.60	0.58	3.74	-0.53								
	Q_5/A	A	L	S					0.40	0.63	0.57	2.09	-0.77	0.70	0.11					0.04	คุณลักษณะลุ่มน้ำ
	Q_5/A	A	L	S	F				0.41	0.64	0.57	3.01	-0.76	0.72	0.13	-0.12				0.05	ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
	Q_5/A	A	L	S	F	R_{21}	R_{52}	R_{53}	0.54	0.73	0.51	$1*10^{-5}$	-0.66	0.62	0.15	-0.02	1.81	0.43	0.42	0.18	ปริมาณฝนสูงสุดรายวัน
10	Q_{10}/A	A							0.36	0.60	0.63	6.21	-0.45								
	Q_{10}/A	A	L	S					0.40	0.64	0.61	3.52	-0.84	0.76	0.10					0.04	คุณลักษณะลุ่มน้ำ
	Q_{10}/A	A	L	S	F				0.41	0.64	0.62	4.86	-0.84	0.78	0.12	-0.11				0.05	ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
	Q_{10}/A	A	L	S	F	R_{101}	R_{102}	R_{103}	0.54	0.73	0.55	$1*10^{-6}$	-0.73	0.69	0.19	-0.02	1.71	-2.68	3.96	0.18	ปริมาณฝนสูงสุดรายวัน
20	Q_{20}/A	A							0.38	0.62	0.70	12.40	-0.51								
	Q_{20}/A	A	L	S					0.40	0.63	0.70	12.30	-0.89	0.59	-0.02					0.02	คุณลักษณะลุ่มน้ำ
	Q_{20}/A	A	L	S	F				0.40	0.63	0.66	6.90	-0.88	0.81	0.12	-0.10				0.02	ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
	Q_{20}/A	A	L	S	F	R_{201}	R_{202}	R_{203}	0.49	0.70	0.62	$1*10^{-4}$	-0.80	0.69	0.12	-0.06	1.20	0.79	0.32	0.11	ปริมาณฝนสูงสุดรายวัน
50	Q_{50}/A	A							0.35	0.59	0.73	14.79	-0.50								
	Q_{20}/A	A	L	S					0.39	0.63	0.72	8.22	-0.97	0.87	0.10					0.04	คุณลักษณะลุ่มน้ำ
	Q_{20}/A	A	L	S	F				0.39	0.63	0.72	10.88	-0.96	0.88	0.12	-0.09				0.04	ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
	Q_{50}/A	A	L	S	F	R_{501}	R_{503}	R_{503}	0.47	0.68	0.69	$2*10^{-4}$	-0.89	0.77	0.10	-0.09	0.13	1.04	0.13	0.12	ปริมาณฝนสูงสุดรายวัน
100	Q_{100}/A	A							0.34	0.58	0.78	20.43	-0.53								
	Q_{20}/A	A	L	S					0.38	0.62	0.76	11.36	-1.01	0.89	0.10	.				0.04	คุณลักษณะลุ่มน้ำ
	Q_{20}/A	A	L	S	F				0.39	0.62	0.76	14.72	-1.00	0.91	0.12	-0.09				0.05	ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
	Q_{100}/A	A	L	S	F	R_{1001}	R_{1002}	R_{1003}	0.45	0.67	0.74	$1*10^{-3}$	-0.94	0.60	0.09	-0.11	0.76	1.20	-0.06	0.11	ปริมาณฝนสูงสุดรายวัน

ตารางที่ 5-9 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิดต่าง ๆ กับพื้นที่ลุ่มน้ำ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

รอบปีการเกิด (ปี)	ตัวแปรตาม (Q_T)	ตัวแปรอิสระ							ค่า		Standard Error	ค่าคงที่สหสัมพันธ์	รูปแบบสมการ $Q_T = Co\ X_1^{C1} X_2^{C2} X_3^{C3} \ldots X_7^{C7}$ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์							หมายเหตุ การเปลี่ยนแปลงค่า	
									R^2	R	(SEE.)	Co	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	R^2	เพิ่มตัวแปร
2	Q_2/A	A							0.39	0.62	0.72	6.25	-0.56								
	Q_2/A	A	L	S					0.39	0.62	0.73	5.59	-0.55	0.02	0.03					0.00	คุณลักษณะลุ่มน้ำ
	Q_2/A	A	L	S	F				0.41	0.64	0.73	6.99	-0.56	0.07	0.11	-0.11				0.02	ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
	Q_2/A	A	L	S	F	R_{21}	R_{22}	R_{23}	0.61	0.78	0.61	$2*10^{-8}$	-0.47	0.05	0.28	-0.06	-4.28	-3.11	10.89	0.23	ปริมาณฝนสูงสุดรายวัน
5	Q_5/A	A							0.42	0.65	0.70	12.60	-0.59								
	Q_5/A	A	L	S					0.43	0.65	0.71	11.32	-0.61	0.06	0.02					0.01	คุณลักษณะลุ่มน้ำ
	Q_5/A	A	L	S	F				0.44	0.67	0.70	14.15	-0.62	0.12	0.10	-0.11				0.02	ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
	Q_5/A	A	L	S	F	R_{51}	R_{53}	R_{53}	0.59	0.77	0.63	$4*10^{-8}$	-0.58	0.24	-0.06	-0.06	-1.16	0.43	4.36	0.16	ปริมาณฝนสูงสุดรายวัน
10	Q_{10}/A	A							0.44	0.66	0.70	18.23	-0.60								
	Q_{10}/A	A	L	S					0.44	0.66	0.71	16.17	-0.64	0.09	0.02					0.00	คุณลักษณะลุ่มน้ำ
	Q_{10}/A	A	L	S	F				0.46	0.67	0.70	20.29	-0.65	0.15	0.10	-0.11				0.02	ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
	Q_{10}/A	A	L	S	F	R_{101}	R_{102}	R_{103}	0.59	0.77	0.55	$1*10^{-6}$	-0.58	0.27	0.31	-0.06	0.21	7.16	-4.06	0.15	ปริมาณฝนสูงสุดรายวัน
20	Q_{20}/A	A							0.44	0.66	0.71	24.61	-0.61								
	Q_{20}/A	A	L	S					0.44	0.66	0.72	21.43	-0.66	0.13	0.02					0.00	คุณลักษณะลุ่มน้ำ
	Q_{20}/A	A	L	S	F				0.46	0.68	0.71	26.92	-0.68	0.18	0.10	-0.11				0.02	ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
	Q_{20}/A	A	L	S	F	R_{201}	R_{202}	R_{203}	0.57	0.75	0.68	$4*10^{-6}$	-0.59	0.22	0.25	-0.05	2.11	1.73	-0.90	0.13	ปริมาณฝนสูงสุดรายวัน
50	Q_{50}/A	A							0.44	0.66	0.73	35.59	-0.63								
	Q_{20}/A	A	L	S					0.44	0.66	0.74	31.82	-0.68	0.11	0.02					0.00	คุณลักษณะลุ่มน้ำ
	Q_{20}/A	A	L	S	F				0.46	0.68	0.73	40.53	-0.69	0.17	0.10	-0.12				0.02	ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
	Q_{50}/A	A	L	S	F	R_{501}	R_{502}	R_{503}	0.59	0.77	0.65	$3*10^{-5}$	-0.53	0.06	0.22	-0.04	3.89	4.62	-5.75	0.16	ปริมาณฝนสูงสุดรายวัน
100	Q_{100}/A	A							0.43	0.66	0.74	44.21	-0.64								
	Q_{20}/A	A	L	S					0.43	0.66	0.76	40.06	-0.69	0.11	0.01					0.00	คุณลักษณะลุ่มน้ำ
	Q_{20}/A	A	L	S	F				0.45	0.67	0.75	51.47	-0.70	0.17	0.10	-0.12				0.00	ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
	Q_{100}/A	A	L	S	F	R_{1001}	R_{1002}	R_{1003}	0.55	0.74	0.70	$1*10^{-4}$	-0.62	0.19	0.20	-0.05	2.41	-0.03	0.08	0.12	ปริมาณฝนสูงสุดรายวัน

<u>ลุ่มน้ำภาคเหนือ</u>

- รอบปีการเกิด 2 ปี , $(Q_2/A) = 4 * 10^{-5} A^{-0.67} L^{0.71} S^{0.21} F^{0.003} R_{21}^{0.07} R_{22}^{4.77} R_{23}^{-2.66}$ .....(1)
- รอบปีการเกิด 5 ปี , $(Q_5/A) = 1 * 10^{-5} A^{-0.66} L^{0.62} S^{0.15} F^{-0.02} R_{51}^{1.81} R_{52}^{0.43} R_{53}^{0.42}$ ......(2)
- รอบปีการเกิด 10 ปี , $(Q_{10}/A) = 1 * 10^{-6} A^{-0.73} L^{0.69} S^{0.19} F^{-0.02} R_{101}^{1.71} R_{102}^{-2.68} R_{103}^{3.98}$.....(3)
- รอบปีการเกิด 20 ปี , $(Q_{20}/A) = 1 * 10^{-4} A^{-0.80} L^{0.69} S^{0.12} F^{-0.06} R_{201}^{1.20} R_{202}^{0.79} R_{203}^{0.32}$.....(4)
- รอบปีการเกิด 50 ปี , $(Q_{50}/A) = 2 * 10^{-4} A^{-0.89} L^{0.77} S^{0.10} F^{-0.09} R_{501}^{0.13} R_{502}^{1.04} R_{503}^{0.13}$......(5)
- รอบปีการเกิด 100 ปี , $(Q_{100}/A) = 1 * 10^{-3} A^{-0.94} L^{0.80} S^{0.09} F^{-0.11} R_{1001}^{0.76} R_{1002}^{1.20} R_{1003}^{-0.06}$......(6)

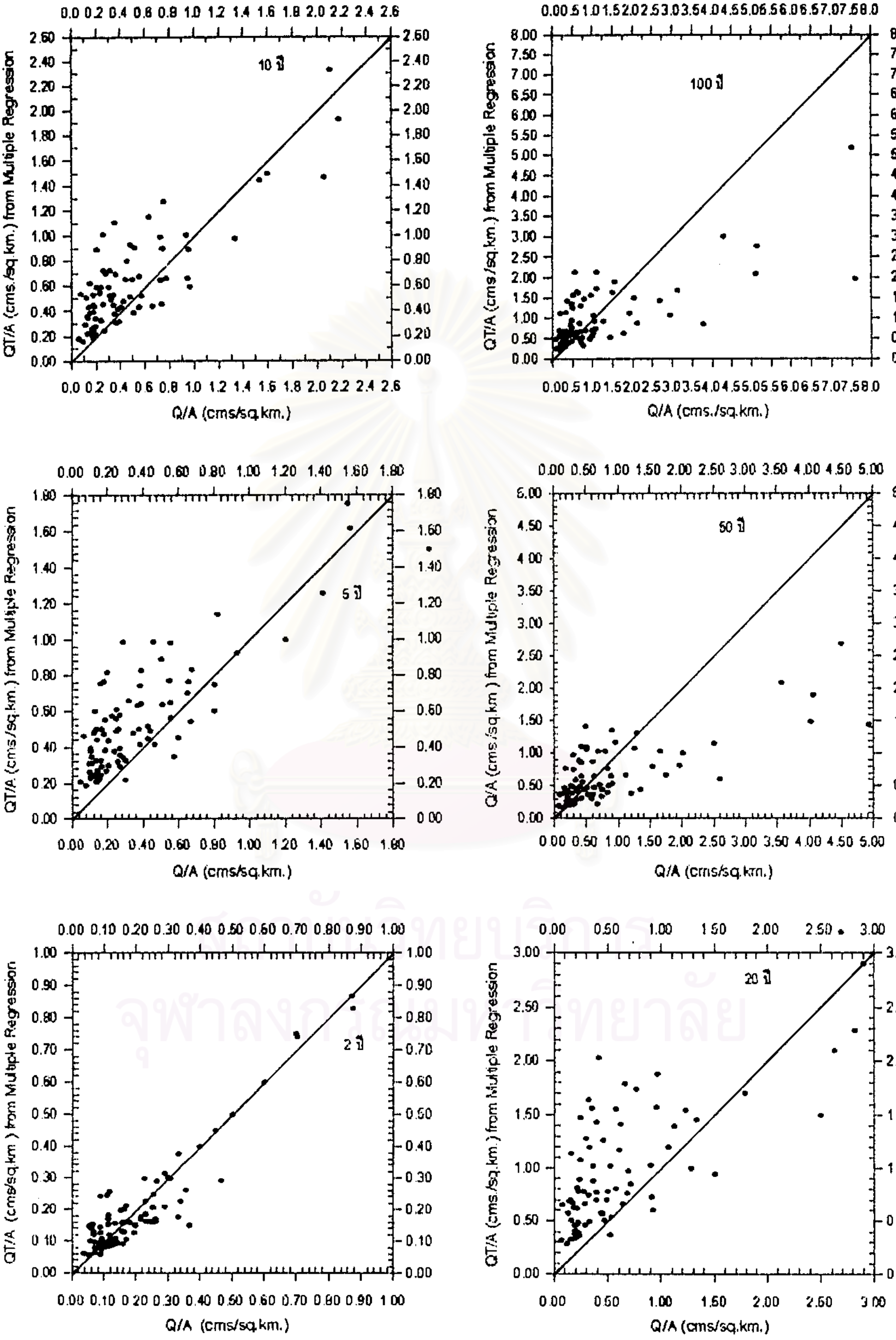
<u>ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</u>

- รอบปีการเกิด 2 ปี , $(Q_2/A) = 2 * 10^{-8} A^{-0.47} L^{0.05} S^{0.28} F^{-0.05} R_{21}^{-4.28} R_{22}^{-3.11} R_{23}^{10.89}$.......(7)
- รอบปีการเกิด 5 ปี , $(Q_5/A) = 4 * 10^{-8} A^{-0.58} L^{0.24} S^{0.30} F^{-0.06} R_{51}^{-1.66} R_{52}^{0.43} R_{53}^{4.36}$ ....(8)
- รอบปีการเกิด 10 ปี , $(Q_{10}/A) = 1 * 10^{-6} A^{-0.56} L^{0.27} S^{0.31} F^{-0.05} R_{101}^{0.21} R_{102}^{7.16} R_{103}^{-4.08}$.....(9)
- รอบปีการเกิด 20 ปี , $(Q_{20}/A) = 4 * 10^{-6} A^{-0.59} L^{0.22} S^{0.25} F^{-0.06} R_{201}^{2.11} R_{202}^{1.73} R_{203}^{-0.90}$.....(10)
- รอบปีการเกิด 50 ปี , $(Q_{50}/A) = 3 * 10^{-5} A^{-0.53} L^{0.08} S^{0.22} F^{-0.04} R_{501}^{3.89} R_{502}^{4.62} R_{503}^{-6.75}$.....(11)
- รอบปีการเกิด 100 ปี , $(Q_{100}/A) = 1 * 10^{-4} A^{-0.62} L^{0.19} S^{0.20} F^{-0.06} R_{1001}^{2.41} R_{1002}^{-0.03} R_{1003}^{0.08}$.....(12)

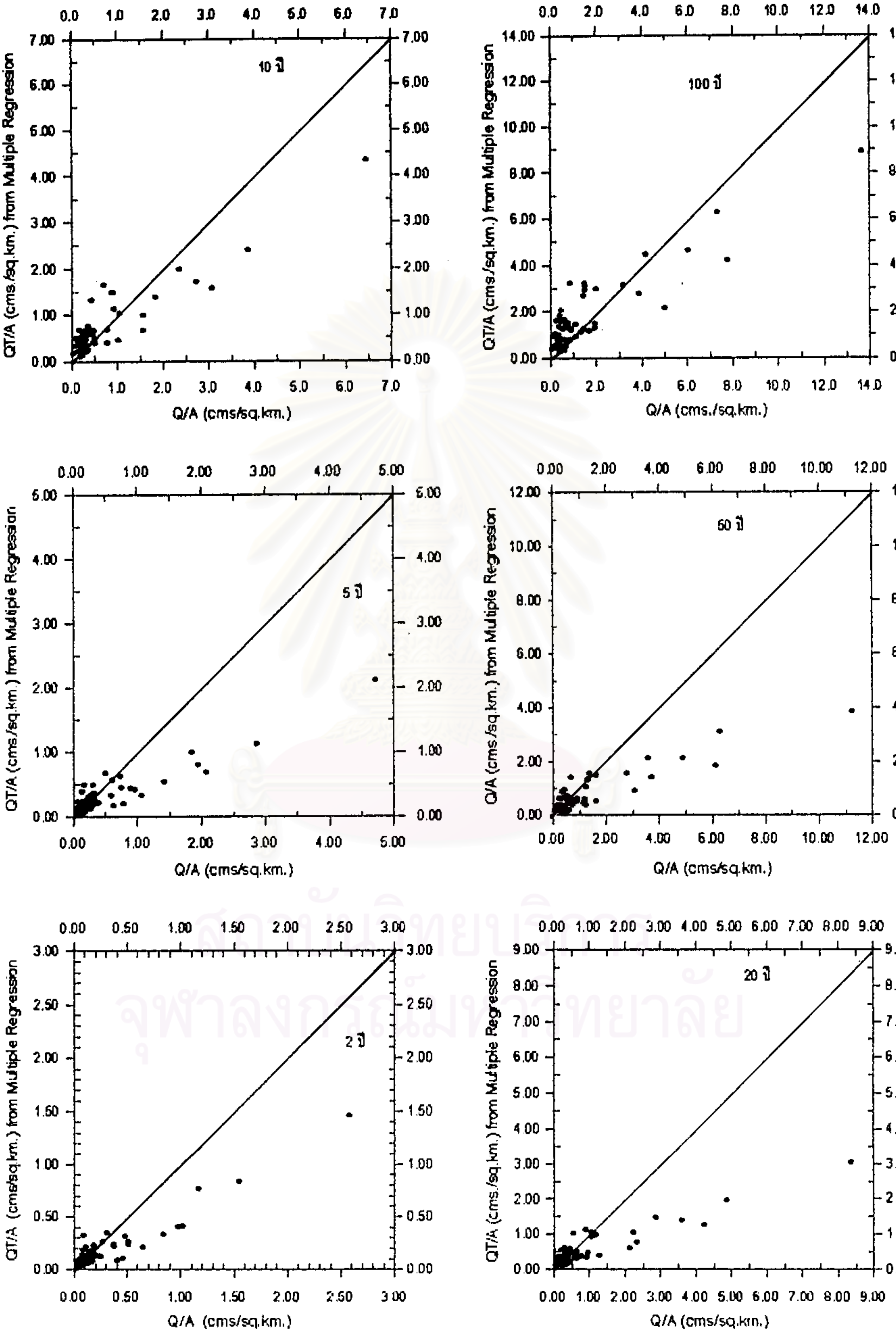
เมื่อนำค่า Q/A ที่ได้จากการแทนค่า ข้อมูล พื้นที่ลุ่มน้ำ (A), ความยาวของลำน้ำ (L), ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ (S) พื้นที่ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ (F) และปริมาณฝนสูงสุดรายวัน (R) ลงในสมการที่ 1-12 ไปเปรียบเทียบกับค่า Q/A ที่ได้จากการวิเคราะห์ขนาดและความถี่ในทั้งสองพื้นที่ลุ่มน้ำ ให้ผลดังรูปที่ 5-5 และ 5-6 โดยพบว่า ในช่วงของค่า Q/A ต่ำ ๆ เท่านั้น กลุ่มของจุดความสัมพันธ์จึงจะอยู่ในแนวของเส้นตรงที่ทำมุม 45 ^{0} ซึ่งแสดงว่า ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ มีความใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการ วิเคราะห์ขนาดและความถี่ ค่อนข้างสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.) เมื่อพิจารณาตัวแปรต่าง ๆ ตามองค์ประกอบทั้ง 3 ซึ่งนอกเหนือจากพื้นที่ลุ่มน้ำ พบว่า การเพิ่มตัวแปรของสภาพอุตุนิยมวิทยา (ปริมาณฝนสูงสุดสะสมในช่วงสั้น) มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความสัมพันธ์และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน อย่างค่อนข้างมาก และในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำ ให้ผลที่คล้ายกัน โดยในลุ่มน้ำภาคเหนือ ค่า R^2 เพิ่มขึ้น คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 75 - 50 ตามรอบปีการเกิด 2 - 100 ปี และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานลดลงประมาณร้อยละ 78 - 50 ส่วนในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ให้ค่าค่า R^2 เพิ่มขึ้น คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 90 - 100 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานลดลงประมาณร้อยละ 100 ขณะที่องค์ประกอบของพื้นที่ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ และองค์ประกอบทางคุณลักษณะลุ่มน้ำ



รูปที่ 5-6 ความสัมพันธ์ระหว่าง Q_T/A จากการวิเคราะห์ Multiple Nonlinear Regression กับ Q_T/A จากการวิเคราะห์ความถี่ ในลุ่มน้ำภาคเหนือ



รูปที่ 5-7 ความสัมพันธ์ระหว่าง Q_T/A จากการวิเคราะห์ Multiple Nonlinear Regression กับ Q_T/A จากการวิเคราะห์ความถี่ ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความสัมพันธ์รองลงมาในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือ ส่วนในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ องค์ประกอบของพื้นที่ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความสัมพันธ์รองลงมา ขณะที่องค์ประกอบทางคุณลักษณะลุ่มน้ำ แทบไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง เหตุที่เป็นเช่นนี้ น่าจะสอดคล้องกับความเห็นที่ว่า เมื่อพิจารณาว่า คุณลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก องค์ประกอบทางด้าน สภาพอุตุนิยมวิทยา เช่น ความผันแปรทางธรรมชาติ และกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตร และที่อยู่อาศัย จะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลาก

3.) จากสมการความสัมพันธ์ที่ประเมินได้ ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือ พบว่า องค์ประกอบต่าง ๆ ที่นำมาวิเคราะห์ มีอิทธิพลต่อ Q/A ที่รอบปีการเกิด 2 - 100 ปี อยู่ในช่วงประมาณ 60 - 45 เปอร์เซ็นต์ (R^2 = 0.6 - 0.45) ส่วนที่เหลือ 40 - 55 เปอร์เซ็นต์นั้น อาจเกิดจากองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ความชื้นของดิน ลักษณะดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ และองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำ มีค่าเป็นลบ (- C1) ในทุกรอบปีการเกิด แสดงถึง Q/A แปรผกผันกับขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งถ้าพื้นที่ลุ่มน้ำมีขนาดเล็ก จะให้ค่า Q/A สูง ส่วนพื้นที่ขนาดใหญ่ จะให้ค่า Q/A ต่ำ เหตุที่เป็นเช่นนี้ พิจารณาสัมพันธ์กับปริมาณฝน โดยในพื้นที่ขนาดเล็ก โอกาสที่ฝนจะตกเต็มพื้นที่ลุ่มน้ำ ยิ่งมีมากขึ้น ส่วนคุณลักษณะของลำน้ำได้แก่ ความยาวของลำน้ำ ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรมีค่าเป็นบวก (+C2, +C3) ในทุกรอบปีการเกิด แสดงถึง Q/A แปรตามคุณลักษณะของลำน้ำ โดยความลาดชันของลำน้ำมีผลอย่างมากต่อความเร็วของการไหล ซึ่งลำน้ำที่มีความลาดชันสูง ความเร็วของการไหลจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว จึงให้ ค่า Q/A ค่อนข้างสูง ขณะที่ตัวแปรของพื้นที่ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรมีค่าเป็นลบ (-C4) แสดงถึง Q/A แปรผกผันกับพื้นที่ป่าไม้ นั่นคือ ถ้าพื้นที่ลุ่มน้ำ มีพื้นที่ป่าไม้เหลืออยู่มาก ศักยภาพการเกิดปริมาณน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำ ค่อนข้างต่ำ เนื่องจาก พื้นที่ป่าไม้จะช่วยชะลอการไหลบ่าของปริมาณน้ำ ส่วนตัวแปรของปริมาณฝนสูงสุดรายวันมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร มีค่าแตกต่างกันในแต่ละระยะเวลาของฝน โดยฝนสูงสุดราย 1 วัน ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นบวกทุกรอบปีการเกิด (สอดคล้องกับช่วงเวลาของฝนที่ประเมินได้จากลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำที่ว่า ช่วงเวลาของฝนตกประมาณ 1 วัน ทำให้เกิดปริมาณน้ำหลากสูงสุดในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีขนาด ประมาณ 3900 ตารางกิโลเมตร) ซึ่งในการศึกษานี้ ได้เพิ่มปริมาณฝนราย 2 วัน และ 3 วัน พิจารณาด้วย พบว่า ค่า (C6 และ C7) ส่วนใหญ่มีค่าเป็นบวก

4.) สำหรับในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ องค์ประกอบต่าง ๆ ที่นำมาวิเคราะห์ มีอิทธิพลต่อ Q/A ที่รอบปีการเกิด 2-100 ปี อยู่ ในช่วงประมาณ 61 - 55 เปอร์เซ็นต์ (R^2 = 0.61 - 0.55) ส่วนที่เหลือ 39 - 45 เปอร์เซ็นต์นั้นเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งตัวแปรต่าง ๆ ส่วนใหญ่ให้ผลสอดคล้องกันกับลุ่มน้ำภาคเหนือ แต่จะแตกต่างกันมากในค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร โดยตัวแปรของพื้นที่ลุ่มน้ำ และความยาวของลำน้ำให้ค่าต่ำกว่าในลุ่มน้ำภาคเหนือทุกรอบปีการเกิด แสดงถึง Q/A ในพื้นที่ลุ่มน้ำ มีค่อนข้างน้อยกว่า ส่วนความ

ยาวของลำน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่า เป็นลำน้ำสายสั้น ดังนั้นปริมาณน้ำที่จะไหลมารวมกัน และทำให้เกิด Q/A ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ค่อนข้างน้อยกว่า ขณะที่ ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกว่า ส่วนตัวแปรของพื้นที่ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ ค่อนข้างคงที่ในทุกรอบปีการเกิด เหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะว่า ในปัจจุบันพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือเหลืออยู่น้อยมาก โดยหนาแน่นที่ประมาณ 1.0 - 30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ทำให้อิทธิพลของป่าไม้ที่มีผลต่อQ/A ค่อนข้างเด่นชัดกว่าในภาคเหนือ

5.5.2 เปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับผลการศึกษาในประเทศ และของต่างประเทศ

ในการพิจารณาเปรียบเทียบผลการศึกษานี้ ได้ใช้ผลการศึกษาของ สุนัย (1979) และสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (1994) ในรายงานผลการศึกษาศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำของเพชรบุรี และผลการศึกษาของต่างประเทศ ซึ่งเลือกใช้ผลการศึกษาของ Lee (1985) และ U.S. Geological Survey (1987) ในการเปรียบเทียบ และแสดงผลการเปรียบเทียบไว้ในตารางที่ 5 -10 ซึ่งพบว่า

1.) ลำดับความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ต่อปริมาณน้ำหลาก มีแนวโน้มที่คล้ายกัน คือ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำหลากสูงสุด แต่ ความยาวของลำน้ำ และความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำให้ผลต่างกันกับผลการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (1994) และผลการศึกษาของต่างประเทศ คือ ผลการศึกษานี้ ทั้งลุ่มน้ำภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ให้ความยาวของลำน้ำ มีความสัมพันธ์ที่ดีกว่า น่าจะเป็นผลมาจาก อันดับแรก ความแตกต่างของสภาพลำน้ำ ซึ่งเป็นผลจากตำแหน่งและสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยในลุ่มน้ำภาคเหนือ แม้สภาพภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูง แต่สภาพลำน้ำ ที่นำมาวิเคราะห์นั้น เป็นลำน้ำที่ค่อนข้างยาวกว่าในภูมิภาคอื่น ๆ (16.5 - 245.5 กิโลเมตร) ซึ่งมีความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำประมาณ 0.2-12.56 % ส่วนในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แม้ลำน้ำส่วนใหญ่เมื่อเทียบกับภาคเหนือแล้ว สั้นกว่าก็ตาม (16.75 - 158 กิโลเมตร) แต่ความสูงของพื้นที่ลุ่มน้ำยังหนาแน่นในระดับความสูงเพียง 100-500 เมตร จึงทำให้ความลาดชันของลำน้ำมีค่าไม่สูงนัก (0.03 -6.59 %) ทั้งที่ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำมีผลต่อความเร็วและลักษณะการไหลของปริมาณน้ำในแม่น้ำ และ อันดับสอง เป็นผลมาจากความผันแปรของปริมาณการไหลในแม่น้ำ และการพัดพาและการทับถมของตะกอนในลำน้ำ เป็นต้น

2.) ความสัมพันธ์ที่ประเมินได้จากองค์ประกอบต่าง ๆ จากผลการศึกษาของต่างประเทศและในประเทศ พบว่า มีความแตกต่างกันในส่วนของค่าคงที่ของสมการสหสัมพันธ์ (Co) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (C1..Cn) ซึ่งเป็นผลมาจาก ความแตกต่างของสภาพพื้นที่ศึกษา สภาพภูมิอากาศ รูปแบบความสัมพันธ์ ตลอดจน องค์ประกอบของตัวแปรที่เลือกใช้ ซึ่งผลการศึกษานี้ เปรียบเทียบความสัมพันธ์ที่ได้ระหว่าง

ตารางที่ 5-10 เปรียบเทียบผลที่ได้ จากการศึกษานี้ กับผลการศึกษาที่ผ่านมาในประเทศไทย และของต่างประเทศ

การศึกษาที่ใช้เปรียบเทียบ	จำนวนสถานีที่ใช้ศึกษา	ความยาวข้อมูล (ปี)	ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำที่ใช้ศึกษา (ตร.กม.)	ฟังก์ชันการแจกแจงที่เลือกใช้	ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา	รูปแบบความสัมพันธ์ที่ใช้ในการศึกษา	ผลการศึกษา			
							ตัวแปรที่มีนัยสำคัญ	ค่าคงที่ (Co)	ค่า (R^2)	(SEE)
1.) สุนัย (1979) - ลุ่มน้ำยมของประเทศไทย	8	5 - 40	164 - 12,658	Gumbel	- พื้นที่ลุ่มน้ำ (A) - ความยาวของลำน้ำ (L) - ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ (S) - ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (R)	$Q = f(A, LL_c/S^{0.5}, A/L^2)$	A, $LL_c/S^{0.5}$, A/L^2, R	0.008 - 8,818,830	0.99	
2.) สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (1994) - ลุ่มน้ำเพชรบุรี ของประเทศไทย	9	7 - 37	284 - 4,188	LP III	- พื้นที่ลุ่มน้ำ (A) - ความยาวของลำน้ำ (L) - ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ (S) - ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (R) - ความสูงของพื้นที่ (H) - ลักษณะดินและพืชที่ปกคลุมดิน (F)	Q = f (A , L , S , R)	A , S , L	8.5-239.0	0.95 - 0.99	0.05 - 0.20
- ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทย ของประเทศไทย	9	9 - 21	37 - 2,067	LP III	- พื้นที่ลุ่มน้ำ (A) - ความยาวของลำน้ำ (L) - ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ (S) - ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (R) - ความสูงของพื้นที่ (H) - ลักษณะดินและพืชที่ปกคลุมดิน (F)	Q = f (A , L , S , R)	A , S , R	0.285-68.0	0.92 - 0.63	0.27 - 0.46
3.) Lee (1985) - Louisiana USA	287	5 - 107	< 3,000 ตร.ไมล์ (4,830 ตร.กม.)	LP III	- พื้นที่ลุ่มน้ำ (A) - ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ (S) - ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (R)	Q = f (A , S , R)	A , S , R	5.45 -3.65		0.38 - 0.43
4.) ผลการศึกษานี้ (1996) - ภาคเหนือ	83	10 - 56	100 - 4,000	LN II , LP III	- พื้นที่ลุ่มน้ำ (A) - ความยาวของลำน้ำ (L) - ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ (S) - ปริมาณฝนสูงสุดสะสม 1 วัน , 2 วัน และ 3 วัน (R) - ความสูงของพื้นที่ (H) - พืชที่ปกคลุมดิน (F)	Q/A = f (A , L , S , R , F)	A, L, S, R, F	$4*10^{-6}$ - $1*10^{-3}$	0.59 - 0.45	0.43 - 0.74
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	59	10 - 42	100 - 4,000	LN II , LP III	- พื้นที่ลุ่มน้ำ (A) - ความยาวของลำน้ำ (L) - ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ (S) - ปริมาณฝนสูงสุดสะสม 1 วัน , 2 วัน และ 3 วัน (R) - ความสูงของพื้นที่ (H) - พืชที่ปกคลุมดิน (F)	Q/A = f (A , L , S , R , F)	A, L, S, R, F	$2*10^{-8}$ - $1*10^{-4}$	0.61 - 0.55	0.61 - 0.7

ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อใช้ตัวแปรเหมือนกัน พบว่า ค่าคงที่ของสมการสหสัมพันธ์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ยังให้ค่าแตกต่างกัน และเมื่อการเพิ่มปริมาณฝนสะสมในช่วงสั้นในความสัมพันธ์ร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ จะทำให้ค่าคงที่ของสมการเปลี่ยนแปลงมาก ซึ่งการประยุกต์ใช้ จำเป็นต้องระมัดระวัง เพราะมีความอ่อนไหวมาก แต่แนวโน้มทิศทางของการผันแปรต่อตัวแปร (A^{C1} ...R^{Cn}) ใกล้เคียงกัน ซึ่งเนื่องมาจากความแตกต่างของลักษณะข้อมูลจากสภาพพื้นที่ สภาพอุตุนิยมวิทยา และกิจกรรมของมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ดังได้กล่าวในหัวข้อ 5.6

3.) การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ที่ได้ ในการพิจารณาปริมาณฝนที่ใช้ในการศึกษา ระหว่างฝนในระยะยาว คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี จากผลการศึกษาของสุนัย (1979) กับฝนในช่วงสั้น ซึ่งการศึกษานี้ ใช้ปริมาณฝนสะสมสูงสุดรายวันที่สอดคล้องกับความถี่ของปริมาณน้ำหลาก โดยตั้งสมมุติฐานว่า ปริมาณฝนสูงสุดรายวันในรอบปีการเกิดต่าง ๆ เป็นเหตุการณ์เดียวกันที่ทำให้เกิดปริมาณน้ำหลากในรอบปีนั้น ๆ ซึ่งจะเห็นว่า ความสัมพันธ์ที่ได้เฉพาะปริมาณฝนเพียงอย่างเดียวอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (R^2 = 0.06-0.19 สำหรับภาคเหนือ และ R^2 = 0.02-0.08 สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) แต่เมื่อพิจารณาร่วมกับองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น คุณลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ และพื้นที่ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ กลับมีผลให้ ค่าความสัมพันธ์และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก และอยู่ในเกณฑ์ที่ดีขึ้น เมื่อเทียบกับการเพิ่มตัวแปรอื่น ๆ ยกเว้นเพียง ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำเท่านั้น (รายละเอียดในตารางที่ 5-8 และ 5-9) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกันทั้งลุ่มน้ำภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขณะที่ผลจากการทบทวนและใช้ข้อมูลของสุนัย โดยใช้รูปแบบของการศึกษานี้ ในการศึกษา พบว่า การเพิ่มปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ให้การเปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าวค่อนข้างน้อย ซึ่งเหตุที่เป็นเช่นนี้น่าจะสอดคล้องกับข้อสรุปของผลการศึกษาทางด้านอุทกวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำต่าง ๆ ที่ได้ให้ความเห็นว่า ปริมาณน้ำหลากมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนสะสมในช่วงสั้น ๆ

5.5.2 แนวทางในการประเมินขนาดและความถี่น้ำหลากจากสมการสหสัมพันธ์

สมการความสัมพันธ์ที่ประเมินได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินหาขนาดและความถี่น้ำหลากตามตำแหน่งหรือจุดที่ต้องการ บนลำน้ำธรรมชาติในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ อย่างไรก็ตาม ค่าที่ได้นี้ถือเป็นเพียงแนวทางประกอบการพิจารณาเบื้องต้นเท่านั้น โดยควรพิจารณาถึงความเหมาะสมต่าง ๆ ด้วย เช่น พิจารณาถึงค่าที่เป็นไปได้ในพื้นที่ ซึ่งในการพิจารณา อาศัยข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ และขั้นตอนดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.) <u>ข้อมูลพื้นฐาน</u>

1.1) แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนเท่า (isohyetal) สำหรับการพิจารณาข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวันในรอบปีการเกิดต่าง ๆ ณ จุดที่ต้องการ ซึ่งในการศึกษานี้ ประเมินช่วงเวลาของฝนจากลักษณะทางกายภาพของลุ่ม

น้ำที่ว่า พบว่า ช่วงเวลาของฝนตกประมาณ 1 วัน ทำให้เกิดปริมาณน้ำหลากสูงสุดในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีขนาดประมาณ 3900 ตารางกิโลเมตร ดังนั้นการแทนค่าความถี่ของปริมาณฝนเพียง 1 วัน ก็เพียงพอแล้ว และเพื่อความสะดวกในทางปฏิบัติ

1.2) แผนที่ภูมิประเทศ เพื่อใช้หาคุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำที่สถานีวัดน้ำหรือจุดที่ต้องการ อันได้แก่ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของลำน้ำ ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ

1.3) แผนที่ป่าไม้ เพื่อใช้ประเมินหาพื้นที่ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ

2.) <u>ขั้นตอนการประเมิน</u>

2.1) ประเมินหาข้อมูลขององค์ประกอบต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ของตำแหน่งที่ต้องการ เช่น ข้อมูลปริมาณฝน ข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้แก่ ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของลำน้ำ ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ และเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ

2.2) หาค่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบปีการเกิดที่ต้องการจากสมการสหสัมพันธ์ โดยแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ประเมินได้ ลงในสมการ

3.) <u>ตัวอย่างการคำนวณค่าปริมาณน้ำหลาก</u>

ในการศึกษาสำหรับการออกแบบอาคารขนาดเล็กแห่งหนึ่ง ซึ่งตั้งอยู่ในลำน้ำสาขาของลุ่มน้ำปิง และพิจารณาเบื้องต้นในการออกแบบปริมาณน้ำหลากที่รอบปีการเกิด 5 ปี โดยค่าพารามิเตอร์ของขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ คุณลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ ปริมาณฝน และพื้นที่ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ ที่ประเมินได้ มีค่าดังนี้

A = 426 ตารางกิโลเมตร , R_{51} = 87 มิลลิเมตร

L = 38 กิโลเมตร , R_{52} = 124 มิลลิเมตร

S = 4.87 % , R_{53} = 142 มิลลิเมตร

F = 83 %

สมการปริมาณน้ำหลากสูงสุดต่อพื้นที่ลุ่มน้ำในรอบปีการเกิด 5 ปี ในลุ่มน้ำภาคเหนือ

$$(Q_5/A) = 1 * 10^{-5} A^{-0.66} L^{0.62} S^{0.15} F^{-0.02} R_{51}^{1.61} R_{52}^{0.43} R_{53}^{0.42}$$

ได้ว่า Q_5 = 180.3 ลบ.ม.ต่อวินาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย