

ลักษณะและคุณสมบัติการไหลของน้ำท่า จากลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ประกอบ วิโรจน์กูฏ

ศาสตราจารย์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ฤกษ์ชัย ศรีวรรมาศ

นักศึกษาระดับปริญญาโท

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

ปัญหาประการหนึ่งของการวิเคราะห์ทางอุทกวิทยาเพื่อการพัฒนาทรัพยากรน้ำคือ การขาดแคลนระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ และข้อมูลทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ ข้อมูลที่มีอยู่กระจัดกระจายตามหน่วยงานต่างๆ ของรัฐก็ยังไม่ได้รับการจัดเก็บและวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ งานวิจัยนี้ได้รวบรวมและจัดระบบของข้อมูลทางด้านอุทกวิทยาและข้อมูลทางภูมิศาสตร์ของลุ่มน้ำ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาคุณสมบัติและลักษณะการไหลของน้ำท่าจากลุ่มน้ำขนาดกลางและขนาดใหญ่ (ลุ่มน้ำลำดับ 5 6 7 และ 8) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี อัตราการไหลสูงสุด ลักษณะและการกระจายในช่วงเวลาต่างๆ ของปี และสัดส่วนน้ำท่าที่ได้จากน้ำใต้ดิน

จากการศึกษาพบว่า ในเขตที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1,300 มิลลิเมตร ลุ่มน้ำลำดับ 5 และ 6 จะมีปริมาณน้ำท่าเกือบทั้งหมดอยู่ในช่วงฤดูฝนและมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายนคิดเป็น 30% ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี น้ำท่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนของฤดูแล้งมีเพียงประมาณ 2% ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี สำหรับลุ่มน้ำลำดับ 7 และ 8 ปริมาณน้ำสูงสุดเกิดในเดือนกันยายนและบางครั้งล่า

ออกไปถึงเดือนตุลาคมซึ่งทำให้มีปริมาณน้ำสูงสุดมากกว่าเดือนกันยายน ส่วนในเขตที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีมากกว่า 1,300 มิลลิเมตร ในลุ่มน้ำลำดับ 5 6 7 และ 8 น้ำทำส่วนมากเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนและมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายนและเดือนตุลาคม น้ำท่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนของฤดูแล้งมีเพียงประมาณ 3% ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี ลุ่มน้ำมูลลำดับ 8 (ที่ไหลลงแม่น้ำโขง) มีปริมาณน้ำท่าในหน้าแล้งมากที่สุด ลุ่มน้ำลำดับ 5 และ 6 มีปริมาณน้ำท่าน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำลำดับ 7 และ 8

ในส่วนของการหาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำท่ากับคุณสมบัติของพื้นที่รับน้ำและฝนนั้นพบว่า สำหรับลุ่มน้ำขนาดกลาง (ลำดับ 5 และ 6) อัตราการไหลเฉลี่ยรายปีมีความสัมพันธ์ที่ดีกับพื้นที่รับน้ำและความยาวลำน้ำหลัก แต่มีความสัมพันธ์น้อยมากกับความลาดชันของลำน้ำและปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี เป็นเพราะปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในช่วงแคบๆ มีค่าต่างกันไม่มากนัก แต่อย่างไรก็ตามปริมาณฝนก็เป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดเป็นน้ำท่า ดังนั้น จึงได้ทำการทดลองหาค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปีจากปริมาณน้ำฝน โดยการหาออกมาเป็นค่า runoff coefficient ส่วนน้ำท่าจากน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์น้อยมากกับลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ การหาปริมาณน้ำท่าสูงสุดสำหรับลุ่มน้ำที่ไม่มีข้อมูลการวัด สามารถหาได้จากอัตราส่วนระหว่างอัตราการไหลท่วมสูงสุดกับอัตราการไหลท่วมเฉลี่ยรายปี ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการศึกษา

Characteristics and Properties of Stream Runoff from Watersheds in Northeast Thailand

Prakob Wirojanagud

Professor

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering Khon Kaen University

Rerkchai Srivoramas

Graduate student

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering Khon Kaen University

Abstract

Lacks of geographic and hydrological data system of watershed has been a limit to hydrological analysis for water resource development. Existing data are scattering among government offices and are yet to be analyzed. This research is to solve this problem by collecting and collating hydrological and watershed data and derive runoff characteristics for middle and large scale basins (basins of order 5, 6, 7 and 8) in northeast of Thailand.

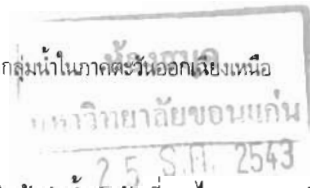
From this study, in the zone of annual rainfall less than or equal 1,300 mm, the streams of order 5 and 6 have most of the runoff in rainy season and the maximum runoff are in September at about 30 percent of annual runoff. The average monthly runoff in dry season is about 2% of the annual runoff. For the stream of order 7 and 8, maximum runoff is in September to October. The maximum runoff that occurs in October is usually higher than in September.

In zone of annual rainfall greater than 1,300 mm, the runoff from basin of order 5, 6, 7 and 8 are mainly in rainy season. The maximum runoff occurs in September and October. The average monthly runoff in dry season is about 3% of the annual runoff. In addition, the Mun river basin of order 8, has much more runoff in the dry season than others. The order 5 and 6 basin have very little runoff when compare to the order 7 and 8 basin.

Regression analysis of runoff and other characteristics of the medium-size watersheds reveals that annual runoff fits well with the watershed area and main river length but not conform to slope of the basin and annual rainfall because of a little variation of annual rainfall in Northeast Thailand. However, since the rain is a source of runoff, rainfall was considered in runoff analysis using the concept of runoff coefficient which was investigated in this study. Besides, runoff from groundwater does not relate to basin characteristics. Prediction of maximum runoff in dataless basin can be determined from the ratio of maximum flood and average annual flood, which was also investigated in this study.

บทนำ

การพัฒนาทรัพยากรน้ำ จำเป็นต้องมีระบบข้อมูลลุ่มน้ำเป็นพื้นฐานเบื้องต้นเพราะระบบลุ่มน้ำเป็นหน่วยพื้นฐานของทรัพยากรน้ำและทรัพยากรอื่นๆ ในลุ่มน้ำ สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยลำน้ำต่างๆ สามารถจัดให้อยู่ในระบบลุ่มน้ำของลำน้ำขนาดใหญ่ได้ 3 ระบบคือ **ลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำชี และลุ่มน้ำมูล** ในการวางแผนการจัดการลุ่มน้ำนั้นข้อมูลทางอุทกวิทยาและข้อมูลทางภูมิศาสตร์ของลุ่มน้ำมีความสำคัญมาก เนื่องจากจะทำให้สามารถ **ประเมินศักยภาพของลำน้ำในการให้น้ำตามธรรมชาติ (supply)** ประกอบ (2533) ได้จัดทำระบบเครือข่ายลำน้ำตามระบบการจัดเครือข่ายลำน้ำของ Panov คือ ลำน้ำแต่ละสายที่เริ่มไหลเป็นลำน้ำเล็กๆ ปรากฏในแผนที่ 1 : 50,000 ถือว่าเป็นลำน้ำลำดับที่ 1 ถ้าลำน้ำลำดับที่ 1 สองสายไหล



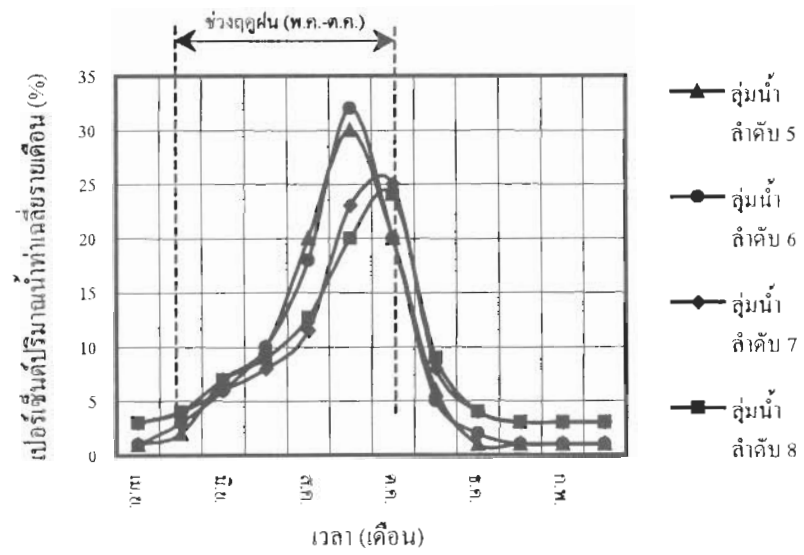
มารวมกันจะเกิดเป็นลำน้ำลำดับที่ 2 ในทำนองเดียวกันถ้าลำน้ำลำดับที่ 2 ไหลมารวมกันก็จะเป็น ลำน้ำลำดับที่ 3 โดยลำดับลำน้ำจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อลำน้ำลำดับเดียวกันไหลมารวมกันจนกลายเป็น ลำน้ำลำดับสูงสุดเมื่อไหลออกสู่ทะเล แต่ถ้าลำน้ำที่มีลำดับต่ำไหลลงลำน้ำที่มีลำดับสูงกว่า ลำดับของลำน้ำจะไม่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังจัดทำข้อมูลคุณสมบัติต่างๆ ของลำน้ำในภาค ตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย สถาบันสิ่งแวดล้อมไทยจัดทำระบบเครือข่ายลำน้ำในภาค ตะวันออกเฉียงเหนือในระบบ GIS จากแผนที่ 1:250,000 กรมควบคุมมลพิษจัดทำระบบ เครือข่ายลำน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในระบบ GIS จากแผนที่ 1:50,000 กรมชลประทาน และกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน จัดเก็บข้อมูลการวัดน้ำท่าและน้ำฝน แต่ข้อมูล ระบบเครือข่ายลำน้ำดังกล่าวยังไม่สมบูรณ์ โดยรายละเอียดลำน้ำที่เป็นต้นน้ำลำธารยังไม่มี การจัด ทำเพิ่มเติม ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการจัดทำระบบเครือข่ายลำน้ำเพิ่มเติมจากแผนที่ 1:50,000 ใน 6 ลุ่มน้ำตัวอย่างคือ ลุ่มน้ำลำคันฉู น้ำโมง ลำพังซูล ลำเซบก ลำน้ำยัง และห้วยบังฮี้ โดยจัดเก็บ เป็นระบบข้อมูล GIS แล้วนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์หาคุณสมบัติและลักษณะการไหลได้แก่ ปริมาณน้ำท่าทั้งปีที่ได้จากลุ่มน้ำ (annual runoff) อัตราการไหลสูงสุด (maximum flood) ลักษณะการไหลและการกระจายในช่วงเวลาต่างๆของปี (temporal distribution) และสัดส่วน น้ำท่าที่ได้จากน้ำใต้ดิน (base flow index , BFI)

คุณสมบัติพื้นฐานของลุ่มน้ำ

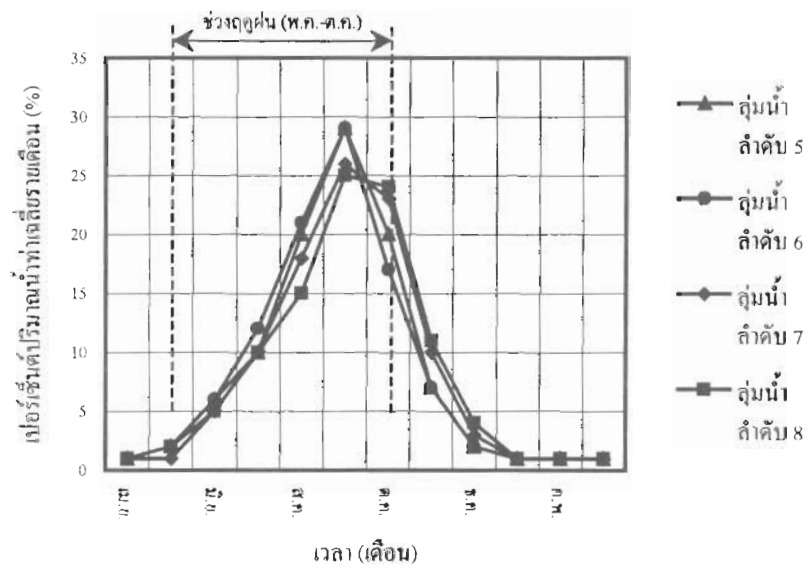
ตารางข้อมูลต่อไปนี้แสดงคุณสมบัติพื้นฐานของลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำชี และลุ่มน้ำมูล ตาม ลำดับ ซึ่งวิเคราะห์ได้จากระบบข้อมูลลุ่มน้ำทาง GIS และข้อมูลจากแผนที่ 1:50,000

ลักษณะการไหลของน้ำท่า

ลักษณะการไหลของน้ำท่ารายเดือนในเขตปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1,300 มิลลิเมตร แสดงในรูปที่ 1 พบว่าลุ่มน้ำลำดับ 5 และ 6 มีปริมาณน้ำมากในช่วงฤดูฝน และมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายนประมาณ 29%–30% ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี เมื่อหมด ฤดูฝนปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนจะมีค่าน้อยมากประมาณ 2% ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้ง ปีและปริมาณน้ำท่าสูงสุดของลุ่มน้ำลำดับ 7 และ 8 จะเกิดในเดือนกันยายนแต่อาจเกิดล่าออกไป ในเดือนตุลาคม



รูปที่ 1 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำแต่ละลำดับในเขตปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1,300 มม.



รูปที่ 2 กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำแต่ละลำดับในเขตปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีมากกว่า 1,300 มม.

ตารางที่ 1
คุณสมบัติพื้นฐานของลำน้ำในลุ่มน้ำโขง

ชื่อลำน้ำ	ลำดับลำน้ำ	พื้นที่รับน้ำ	ความยาวลำน้ำ	ระดับพื้นดิน (ม.)	
		ตร.กม.	หลัก (กม.)	ต้นน้ำ	ท้ายน้ำ
แม่น้ำสงคราม	7	13,007	423	380	140
ห้วยหลวง	6	3,968	250	230	160
ห้วยน้ำโมง	6	2,750	145	390	160
ห้วยสวาย	6	1,834	104	160	155
แม่น้ำเลย	6	3,803	164	830	200
ลำน้ำสงคราม	6	9,022	381	380	140
ห้วยน้ำอูน	6	3,487	263	500	140
ลำน้ำสงคราม	5	4,067	182	380	175
ห้วยชม	5	2,969	64	430	200
ห้วยดาม	5	666	67	165	158
ห้วยน้ำหมัน	5	658	96	1,440	245
ห้วยน้ำก่ำ	5	3,468	128	155	130
ห้วยบางทราย	5	1,428	128	340	150
ห้วยมุก	5	814	62	220	130
ห้วยบังฮี้	5	1,458	132	340	130
ลำน้ำเลย	5	2,608	73	830	245
ห้วยน้ำอูน	5	1,432	104	500	158
น้ำสาน	5	1,674	69	600	310

ตารางที่ 2
คุณสมบัติพื้นฐานของลำน้ำในลุ่มน้ำชี

ชื่อลำน้ำ	ลำดับลำน้ำ	พื้นที่รับน้ำ		ความยาวลำน้ำ		ระดับพื้นดิน (ม.)	
		ตร.กม.	หลัก (กม.)	ต้นน้ำ	ท้ายน้ำ		
แม่น้ำชี	8	49,477	946	642	110		
ลำน้ำพอง	7	14,677	328	200	153		
ลำน้ำชี	7	12,735	408	642	153		
ลำน้ำพอง	6	6,437	174	200	190		
ลำพันชาด	6	594	58	380	160		
ลำปาว	6	8,025	160	170	140		
ลำเชิญ	6	4,853	93	700	187		
ลำน้ำยัง	6	4,198	32	300	120		
ลำชี	6	4,079	138	642	188		
ลำคันฉู	6	1,717	64	598	188		
ลำปาว	5	3,148	51	170	160		
น้ำพวย	5	881	42	350	130		
ห้วยสังกะ	5	401	33	280	162		
ลำพะยั้ง	5	536	57	300	165		
ห้วยสะทด	5	590	45	440	165		
ลำเชิญ	5	1,231	51	700	189		
น้ำพรม	5	2,627	81	800	189		
ลำเจา	5	1,632	41	580	210		
ลำชี	5	1,148	53	642	210		
ลำกระจวน	5	516	76	580	200		

ตารางที่ 3
คุณสมบัติพื้นฐานของลำน้ำในลุ่มน้ำมูล

ชื่อลำน้ำ	ลำดับลำน้ำ	พื้นที่รับน้ำ	ความยาวลำน้ำ		ระดับพื้นดิน (ม.)	
		ตร.กม.	หลัก (กม.)		ต้นน้ำ	ท้ายน้ำ
แม่น้ำมูล	8	70,740	708		180	100
ลำน้ำมูล	7	53,136	582		180	116
ลำเซบาย	6	3,990	233		154	110
ลำเสียวใหญ่	6	4,435	228		160	120
ลำสะเทต	6	3,810	158		159	132
ลำเซบก	6	3,532	143		137	110
ลำเชียงไกร	6	2,954	192		318	155
ลำปลายมาศ	6	6,083	302		270	138
ห้วยทับทัน	6	3,592	172		156	117
ลำชีน้อย	6	4,936	138		168	127
ลำโดมใหญ่	6	4,803	229		400	110
ห้วยขยุง	6	3,371	148		238	110
ลำมูลบน	5	2,022	102		941	180
ลำพังงู	5	1,313	96		168	128
ลำพลับพลา	5	987	105		132	116
ห้วยตะโค	5	1,746	75		150	128
ลำโดมน้อย	5	2,199	78		155	100
ห้วยสำราญ	5	3,417	161		130	120
ลำจักราช	5	1,371	81		187	153
ลำตะคอง	5	3,538	234		255	165
ลำพระเพลิง	5	2,345	112		470	180

สำหรับในเขตปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีมากกว่า 1,300 มิลลิเมตร ลักษณะการไหลแสดงในรูปที่ 2 น้ำท่าจากลุ่มน้ำลำดับ 5 6 7 และ 8 ส่วนมากจะเกิดในฤดูฝนโดยมีค่าสูงสุดเกิดในเดือนกันยายนประมาณ 26%–30% และเดือนตุลาคมประมาณ 28%–36% เมื่อหมดฤดูฝนจะมีค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนเพียง 3% ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปีและปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่เกิดในเดือนตุลาคมจะมีค่าสูงกว่าในเดือนกันยายน

ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี

ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี (annual runoff, Q_m) ของลุ่มน้ำขนาดกลางและขนาดใหญ่ มีความสัมพันธ์ที่ดีกับขนาดพื้นที่รับน้ำและความยาวลำน้ำหลัก แต่สมการที่นิยมใช้งานจะอยู่ในรูปความสัมพันธ์กับขนาดพื้นที่รับน้ำ ดังแสดงในสมการที่ (1) ถึงสมการที่ (3)

$$\text{ลุ่มน้ำโขง} ; Q_m = 0.287A^{1.017} ; r = 0.929 \quad (1)$$

$$\text{ลุ่มน้ำชี} ; Q_m = 1.860A^{0.752} ; r = 0.972 \quad (2)$$

$$\text{ลุ่มน้ำมูล} ; Q_m = 0.7709A^{0.839} ; r = 0.933 \quad (3)$$

สำหรับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีและความลาดชันของลำน้ำมีความสัมพันธ์น้อยมากกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี แต่เนื่องจากฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดน้ำท่า ดังนั้น จึงใช้ค่าปริมาณน้ำฝนหาความสัมพันธ์ในรูปของสมการหลายตัวแปร (multiple regression) และค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (runoff coefficient, k) ผลที่ได้แสดงในสมการที่ (4) ถึงสมการที่ (9)

$$\text{ลุ่มน้ำโขง} ; Q_m = 0.3499A^{0.949}\bar{R}^{1.068} ; r = 0.939 \quad (4)$$

$$\text{ลุ่มน้ำชี} ; Q_m = 2.1000A^{0.736}\bar{R}^{0.239} ; r = 0.973 \quad (5)$$

$$\text{ลุ่มน้ำมูล} ; Q_m = 0.7727A^{0.803}\bar{R}^{0.875} ; r = 0.944 \quad (6)$$

$$\text{ลุ่มน้ำโขง} ; Q_m = 0.2431A\bar{R} ; r = 0.9132 \quad (7)$$

$$\text{ลุ่มน้ำชี} ; Q_m = 0.1201A\bar{R} ; r = 0.9573 \quad (8)$$

$$\text{ลุ่มน้ำมูล} ; Q_m = 0.0974A\bar{R} ; r = 0.9901 \quad (9)$$

จะเห็นได้ว่าเมื่อนำค่าปริมาณฝนเข้ามาเกี่ยวข้องกับรูปของความสัมพันธ์หลายตัวแปร [สมการที่ (4) ถึง (6)] ค่าความสัมพันธ์ (r) ดีขึ้นกว่าการหาความสัมพันธ์กับขนาดพื้นที่รับน้ำ เพียงอย่างเดียว สำหรับการนำฝนเข้ามาเกี่ยวข้องกับรูปของค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า [สมการที่ (7) ถึง (9)] พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าลุ่มน้ำโขงมีค่าสูงสุด ($k = 0.2431$) รองลงมาคือลุ่มน้ำชี ($k = 0.1201$) และลุ่มน้ำมูล ($k = 0.0974$) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าแปรผันตรงกับปริมาณน้ำท่า (ค่า k มีค่ามากปริมาณน้ำท่าก็มาก) ดังนั้น ค่าสัมประสิทธิ์น้ำทาน่าจะเป็นตัวบ่งบอกถึงสภาพทางภูมิศาสตร์ของลุ่มน้ำเช่น ลักษณะการใช้พื้นที่ (land used) ลักษณะของดิน (soil type) เป็นต้น ดังนั้น จึงควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่ากับลักษณะทางภูมิศาสตร์ของลุ่มน้ำ ต่อไป

เมื่อ Q_m = ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี (ล้านลูกบาศก์เมตร ; MCM)
 A = พื้นที่รับน้ำฝน (ตารางกิโลเมตร ; km^2)
 $\bar{R}$ = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (เมตร ; m)
 r = ค่าความสัมพันธ์ (correlation regression)

สัดส่วนน้ำท่าจากน้ำใต้ดิน

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนน้ำท่าจากน้ำใต้ดิน (base flow index, BFI) กับลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีพบว่า มีความสัมพันธ์น้อยมาก ($r < 0.703$) และเนื่องจากปริมาณน้ำท่าที่ไหลอยู่ในลำน้ำส่วนใหญ่มาจากปริมาณน้ำผิวดิน ในส่วนที่ไหลเสริมจากน้ำใต้ดินมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำท่าทั้งหมด ดังนั้น ในการหาค่าสัดส่วนน้ำท่าจากน้ำใต้ดินถือว่ามีความสำคัญน้อยมาก

อัตราการไหลสูงสุด

ในส่วนของการวิเคราะห์อัตราการไหลสูงสุด (maximum flood, Q_f) พบว่า อัตราการไหลเฉลี่ยน้ำท่ารวมรายปี (mean annual flood) มีความสัมพันธ์ที่ดีกับขนาดพื้นที่รับน้ำ และเมื่อต้องการหาอัตราการไหลสูงสุด ก็สามารถหาได้จากสัดส่วนอัตราการไหลสูงสุด กับอัตราการ

ไหลเฉลี่ยน้ำท่วมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ (return period , T) ต่างๆ ดังสมการที่ (10) ถึงสมการที่ (15)

ลุ่มน้ำโขง

$$Q_{mf} = 0.7709A^{0.839} \quad ; \quad r = 0.9538 \quad (10)$$

$$Q_f / Q_{mf} = 0.8836 + 0.4458 \ln T \quad (11)$$

ลุ่มน้ำชี

$$Q_{mf} = 15.28A^{0.3639} \quad ; \quad r = 0.9213 \quad (12)$$

$$Q_f / Q_{mf} = 0.7577 + 0.9284 \ln T \quad (13)$$

ลุ่มน้ำมูล

$$Q_{mf} = 1.37A^{0.6202} \quad ; \quad r = 0.9244 \quad (14)$$

$$Q_f / Q_{mf} = 0.8151 + 0.7085 \ln T \quad (15)$$

เมื่อ Q_f = อัตราการไหลน้ำท่วมสูงสุด (maximum flood, cms)
 Q_{mf} = อัตราการไหลเฉลี่ยน้ำท่วมรายปี (mean annual flood, cms)
 A = พื้นที่รับน้ำ (ตารางกิโลเมตร, km^2)
 T = คาบการกลับ (return period)

บทสรุป

1. ลุ่มน้ำลำดับ 5 และ 6 ในเขตปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1,300 มิลลิเมตร จะมีปริมาณน้ำมากในช่วงฤดูฝนและมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน ส่วนลุ่มน้ำลำดับ 7 และ 8 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดนอกจากจะเกิดในเดือนกันยายนยังเกิดล่าออกไปในเดือนตุลาคม ส่วนในเขตปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีมากกว่า 1,300 มิลลิเมตร ลุ่มน้ำลำดับ 5 6 7 และ 8 มีปริมาณน้ำท่ามากในช่วงฤดูฝนและมีค่าสูงสุดเกิดในเดือนกันยายนและเดือนตุลาคม

2. เมื่อหมดฤดูฝนลุ่มน้ำลำดับ 8 จะมีปริมาณน้ำท่ามากกว่าลุ่มน้ำลำดับอื่น ส่วนลุ่มน้ำลำดับ 5 มีปริมาณน้ำท่าน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำลำดับ 7 และ 8
3. ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปีมีความสัมพันธ์ที่ดีกับขนาดพื้นที่รับน้ำและความยาวลำน้ำหลัก และมีความสัมพันธ์น้อยมากกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีและความชันของลำน้ำ
4. ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าเป็นตัวบ่งบอกถึงภาพรวมลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ เช่น ลักษณะการใช้พื้นที่ ลักษณะชนิดของดิน เป็นต้น ดังนั้น ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่ากับลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำต่อไป
5. สัดส่วนน้ำท่าที่ได้จากน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์น้อยมากกับลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำและปริมาณน้ำฝน
6. อัตราการไหลเฉลี่ยน้ำท่ารวมรายปี (mean annual flood) มีความสัมพันธ์ที่ดีกับขนาดพื้นที่รับน้ำ การหาค่าอัตราการไหลน้ำท่าสูงสุด สามารถหาได้จากอัตราส่วนระหว่างอัตราการไหลน้ำท่าสูงสุดกับอัตราการไหลเฉลี่ยน้ำท่ารวมรายปี (mean annual flood) ที่ค่าการเกิดซ้ำต่างๆ ส่วนค่าอัตราการไหลเฉลี่ยน้ำท่ารวมรายปีหาจากขนาดพื้นที่รับน้ำ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประกอบ วิโรจน์ภู และ พ.อ. ชูชัย สิ้นไชย, 1996. การหาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยจากลักษณะเครือข่ายลำน้ำของลุ่มน้ำ. วิศวกรรมสาร มช. ปีที่ 23 ฉบับที่ 1 หน้า 133-147.
- [2] Sokolov, A.A. 1962. *Interrelations between the morphological features of basins and of river network*, Meteorol., Gidrol., 2 (in Russian).