

ขนาดและความถี่ของน้ำหลากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

นางสาวสุดารัตน์ คำปลิว



สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-332-840-8

ลิขสิทธิ์ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**MAGNITUDE AND FREQUENCY OF FLOODS
IN THE NORTHERN AND NORTH-EASTERN REGIONS OF THAILAND**



Miss Sudarat Compliew

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Water Resources Engineering
Department of Water Resources Engineering**

**Faculty of Engineering
Chulalongkorn University**

Academic Year 1999

ISBN 974-332-840-8


หัวข้อวิทยานิพนธ์ ขนาดและความถี่ของน้ำหลากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ของประเทศไทย

โดย นางสาวสุดารัตน์ คำปลิว

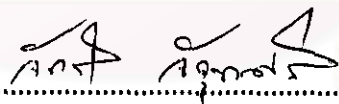
ภาควิชา วิศวกรรมแหล่งน้ำ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสรี จันทโรยธา


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์จักรี จัตตะศรี)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี จันทโรยธา)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักวิจัย)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ทวนทัน กิจไพศาลกุล)

สุชาติร์คำปลิว : ขนาดและความถี่ของน้ำหลากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของ
ประเทศไทย (MAGNITUDE AND FREQUENCY OF FLOODS IN THE NORTHERN AND
NORTH-EASTERN REGIONS OF THAILAND) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. เสรี จันทโรยธา, 284 หน้า.
ISBN 974-332-840-8.

การวิเคราะห์ความถี่น้ำหลากในการศึกษานี้ เพื่อนำเสนอแนวทางการวิเคราะห์ขนาดและความถี่น้ำหลากใน
รอบปีการเกิดต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาในเชิงความแตกต่างของสภาพพื้นที่ ซึ่งข้อมูลพื้น
ฐานที่ใช้ คือ อัตราการไหลน้ำหลากสูงสุดรายปีที่มีการจดบันทึกข้อมูลไว้ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียง
เหนือ โดยนำมาศึกษาภายใต้เงื่อนไขของความยาวและจำนวนข้อมูลที่เพิ่มขึ้น ในการศึกษาครอบคลุมถึง การเลือก
ฟังก์ชันการแจกแจงความถี่จากฟังก์ชันการแจกแจงทั้ง 4 แบบ คือ Log-Normal 2 Parameter Pearson Type III Log
Pearson Type III และ Gumbel โดยใช้วิธีทดสอบ Chi-Square Kolmogorov-Smirnov และ Least Square และการ
หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิดต่าง ๆ ที่ประเมินได้ กับองค์ประกอบต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่ง
ประกอบด้วย พื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของลำน้ำ ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ พื้นที่ป่าไม้ที่ปกคลุมในพื้นที่ลุ่มน้ำ และ
ปริมาณฝนสูงสุดรายวันที่สอดคล้องกับความถี่ของปริมาณน้ำหลาก

ในส่วนของการเลือกฟังก์ชันการแจกแจงที่สามารถปรับเข้ากับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปีในลุ่มน้ำภาคเหนือ
และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า เมื่อใช้การทดสอบแบบ Kolmogorov-Smirnov เป็นวิธีมาตรฐาน ให้ผลของการ
แจกแจงแบบ Log Pearson Type III ซึ่งประเมินพารามิเตอร์โดยวิธีโมเมนต์ เป็นวิธีที่สามารถปรับเข้ากับข้อมูลน้ำหลาก
สูงสุดรายปีได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับการแจกแจงที่เหลือ สำหรับความยาวข้อมูล ตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป ขณะที่ความยาวข้อมูล
สั้นประมาณ 10 ปี การแจกแจงแบบ Log-Normal 2 Parameter สามารถปรับเข้ากับข้อมูลได้ดีที่สุด ส่วนการทดสอบ
แบบ Chi-Square ให้ผลการทดสอบไม่ชัดเจนนัก เมื่อความยาวข้อมูลต่ำกว่า 25 ปี และในทุกช่วงชั้นของการทดสอบ
จะให้ฟังก์ชันการแจกแจงแบบ 2 พารามิเตอร์มีความเหมาะสมมากกว่าแบบ 3 พารามิเตอร์ โดยวิธี Log-Normal 2
Parameter สามารถปรับเข้ากับข้อมูลได้เหนือกว่าวิธี Gumbel สำหรับวิธี Least Square ให้ผลที่สอดคล้องกันกับการ
ทดสอบแบบ Kolmogorov-Smirnov

ส่วนการหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 2-100 ปีต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ กับ
คุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ พื้นที่ป่าไม้ที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำ และสภาพอุทกนิยมนวิทยา พบว่า ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
ทั้งสองภูมิภาค ให้ลำดับของตัวแปรที่มีนัยสำคัญที่คล้ายกันคือ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของลำน้ำ ความลาดชันเฉลี่ย
ของลำน้ำ ปริมาณฝนสูงสุดรายวันที่สอดคล้องกับความถี่ของปริมาณน้ำหลาก และพื้นที่ป่าไม้ที่ปกคลุมในพื้นที่ลุ่มน้ำ

สาขาวิชา..... วิศวกรรมแหล่งน้ำ
ภาควิชา..... วิศวกรรมแหล่งน้ำ
ปีการศึกษา..... 2542

ลายมือชื่อนิติศ..... สุชาติร์ คำปลิว
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

3972124721 : MAJOR WATER RESOURCES ENGINEERING

KEY WORD: FLOODS / MAGNITUDE AND FREQUENCY / MULTIPLE REGRESSION / SUDARAT COMPLEIW : MAGNITUDE AND FREQUENCY OF FLOODS IN THE NORTHERN AND NORTH-EASTERN REGIONS OF THAILAND. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. SEREE CHANYOTHA, Ph.D. 284 pp. ISBN 974-332-840-8.

This study is intended to provide the estimation of floods magnitude for various recurrence intervals of natural flow streams and is aimed to compare the characteristics of floods of different areas. The basic data used are the observed annual peak flood frequency data for rivers in the regions of the Northern and North-eastern. Four most well-known flood frequency distribution functions namely Log-Normal 2 Parameter, Pearson Type III, Log Pearson Type III and Gumbel are used in the study. Methods for goodness of fit test of the four distribution functions to observed annual peak flow data used are the Chi-Square, Kolmogorov-Smirnov and Least Squares, respectively. In this study, flood magnitudes for various frequencies are regressed against the basin area, channel length, average channel slope, forest area in the basin and maximum daily rainfall of the same recurrence intervals of the estimated floods.

Based on results of the selection of the flood distribution functions, the Kolmogorov-Smirnov test indicates that Log Pearson type III distribution estimated by the method of moments describes the observed data better than other distribution functions for both study regions for long-term records (> 20 years). However, for short-term records (about 10 years), Log-Normal 2 Parameter distribution is superior to the others. For the Chi-square test, it cannot show clearly when the data length is less than 25 years, for every methods of the fit test, 2 parameters distribution functions describe observed data better than 3 parameters distribution functions. In additional, the Log-Normal 2 Parameter describes the data better than the Gumbel. However, from the Least Square and the Kolmogorov-Smirnov test indicates the same results.

Flood magnitudes per unit area for recurrence intervals 2, 5, 10, 20, 50 and 100 years are regressed against the basin area, channel length, average channel slope, forest area in the basin and maximum daily rainfall of the same frequencies of the estimated floods. It has been found that the significant independent variables consisting of drainage area, channel length, average channel slope, maximum daily rainfall of the same frequencies of the estimated floods and forest area in the basin are similar for both study regions.

สาขาวิชา..... วิศวกรรมแหล่งน้ำ
ภาควิชา..... วิศวกรรมแหล่งน้ำ
ปีการศึกษา..... 2542

นายมือชื่อนิต..... สุภาวรัตน์ ดั่ง/ลิว
นายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
นายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี จันทรโยธา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ แนวทาง คำปรึกษาตลอดเวลาที่ทำการศึกษาวิจัยอย่างดียิ่ง รวมถึงการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ จักรี จัตุฑะศรี รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยพันธุ์ รัถวิชัย และอาจารย์ ดร. ทวนทัน กิจไพศาลสกุล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ เพื่อตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิเคราะห์และประมวลสถิติ กองจัดสรรน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานแห่งชาติ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำและข้อมูลฝน ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์และศูนย์สารสนเทศ กรมทรัพยากรธรณี ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 และ 1 : 250,000 ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กองจัดสรรที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน เจ้าหน้าที่กรมป่าไม้ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์รายงานและแผนที่ป่าไม้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของบริษัทปัญญา คอนซัลแตนท์ ที่ได้สนับสนุนอุปกรณ์ประกอบในการวิจัย และขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยบางส่วนสำหรับการวิจัยนี้

ท้ายสุด ขอกราบขอบพระคุณ พ่อและแม่ ตลอดจนญาติ ๆ ที่ได้อบรมและเลี้ยงดูผู้วิจัยมาด้วยความรักและความเพียรพยายามเพื่อให้มีการศึกษาที่ดีในวันนี้ ขอขอบคุณน้องชาย น้องสาว และผองมิตรที่น่ารัก สำหรับความห่วงใยและความหวังดีที่มีต่อผู้วิจัยตลอดมา

หากวิทยานิพนธ์นี้ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวมและสังคมแล้ว ผู้วิจัยขอมอบความดีนี้ให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุตารัตน์ คำปลิว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป	ณ
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการศึกษา.....	ถ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา.....	2
1.3 ขอบข่ายของการศึกษา	2
1.4 การศึกษาที่ผ่านมา.....	4
1.5 ขั้นตอนการศึกษา.....	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
1.7 คำจำกัดความ.....	7
บทที่ 2 พื้นที่ศึกษา.....	9
2.1 ภาคเหนือ.....	9
2.1.1 ตั้งและอาณาเขต.....	9
2.1.2 สภาพภูมิประเทศ.....	9
2.1.3 สภาพภูมิอากาศ.....	13
2.1.4 ระบบแม่น้ำและการวัดข้อมูล.....	16
2.1.5 สภาพน้ำฝนและน้ำท่า.....	16
2.1.6 สภาพการใช้ที่ดิน.....	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	22
2.2.1 ที่ตั้งและอาณาเขต.....	22
2.2.2 สภาพภูมิประเทศ.....	23
2.2.3 สภาพภูมิอากาศ.....	26
2.2.4 ระบบแม่น้ำและการวัดข้อมูล.....	28
2.2.5 สภาพน้ำฝนและน้ำท่า.....	28
2.2.6 สภาพการใช้ที่ดิน.....	30
บทที่ 3 แนวทางการศึกษาและทฤษฎีที่ใช้.....	33
3.1 ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น.....	33
3.2 สมการความถี่โดยทั่วไป.....	37
3.3 การทดสอบความเหมาะสมของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น.....	39
3.3.1 วิธี Chi-Square.....	39
3.3.2 วิธี Kolmogorov-Smirnov.....	41
3.3.3 วิธี Least-Squares.....	42
3.4 การวิเคราะห์ความถี่น้ำหลากในลักษณะภูมิภาค.....	42
3.4.1 แนวทางการศึกษา.....	43
3.4.2 รูปแบบสมการสหสัมพันธ์เชิงซ้อน.....	44
บทที่ 4 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....	47
4.1 ข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี.....	47
4.2 ข้อมูลปริมาณฝน.....	53
4.3 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ.....	56
4.4 ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ.....	60

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 การวิเคราะห์และผลการศึกษา.....	62
5.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	62
5.2 การตรวจสอบข้อมูล.....	62
5.3 การเลือกฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น.....	63
5.3.1 การเลือกฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุด รายปี.....	63
5.3.1 การเลือกฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสำหรับข้อมูลปริมาณฝนสูงสุด รายวัน.....	76
5.4 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
5.4.1 การศึกษาและวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ.....	76
5.4.2 การศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่ป่าไม้ที่ปกคลุมในพื้นที่ลุ่มน้ำ.....	80
5.4.3 การศึกษาและวิเคราะห์สภาพจุด-จุดกวิทยา.....	80
5.5 การวิเคราะห์ความถี่น้ำหลากในลักษณะภูมิภาค.....	81
5.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 2-100 ปี กับองค์ประกอบต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ.....	83
5.5.2 เปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กับผลการศึกษาในประเทศ และของต่างประเทศ.....	92
5.5.3 แนวทางในการประเมินประเมินและความถี่น้ำหลากจากสมการสหสัมพันธ์.....	94
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและเสนอแนะ.....	96
6.1 สรุปผลการศึกษา.....	96
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	102

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1	สภาพอุตสาหกรรมของลุ่มน้ำ ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	21
ตารางที่ 2-2	การใช้ประโยชน์ที่ดินของภาคเหนือ.....	23
ตารางที่ 2-3	การใช้ประโยชน์ที่ดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	23
ตารางที่ 4-1	รายละเอียดเกี่ยวกับสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา.....	48
ตารางที่ 5-1	การจัดลำดับความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่โดยวิธีการทดสอบแบบต่าง ๆ สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ในลุ่มน้ำภาคเหนือ.....	65
ตารางที่ 5-2	การจัดลำดับความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่โดยวิธีการทดสอบแบบต่าง ๆ สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	68
ตารางที่ 5-3	สรุปผลการทดสอบฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ ในลุ่มน้ำภาคเหนือ.....	71
ตารางที่ 5-4	สรุปผลการทดสอบฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	72
ตารางที่ 5-5	เปรียบเทียบผลการทดสอบฟังก์ชันการแจกแจง จากผลการศึกษาปี กับผลการการศึกษาที่ผ่านมาในประเทศไทย.....	75
ตารางที่ 5-6	ผลการทดสอบฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ที่สามารถปรับเข้ากับข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในภาคเหนือ.....	77
ตารางที่ 5-7	ผลการทดสอบฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ที่สามารถปรับเข้ากับข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	77
ตารางที่ 5-8	สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิดต่าง ๆ กับข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวันในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือ.....	86
ตารางที่ 5-9	สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิดต่าง ๆ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวันในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	87

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 5-10	เปรียบเทียบผลที่ได้ จากผลการศึกษานี้ กับผลการศึกษาที่ผ่านมาในประเทศไทย และของต่างประเทศ.....93
ตารางที่ ก.1-1	สรุปลักษณะโครงการชลประทานขนาดใหญ่และขนาดกลางที่สำคัญ ในภาคเหนือ.....108
ตารางที่ ก.1-2	สรุปลักษณะโครงการชลประทานขนาดใหญ่และขนาดกลางที่สำคัญ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....109
ตารางที่ ก.2-1	รายชื่อสถานีวัดน้ำท่าในภาคเหนือที่คัดเลือกใช้ในการศึกษา.....136
ตารางที่ ก.2-2	รายชื่อสถานีวัดน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่คัดเลือกใช้ในการศึกษา.....139
ตารางที่ ก.2-3	ช่วงความยาวข้อมูลน้ำท่าที่มีการสำรวจระดับและปริมาณน้ำที่มีสถานีวัดน้ำ ในลุ่มน้ำภาคเหนือ.....141
ตารางที่ ก.2-4	ช่วงความยาวข้อมูลน้ำท่าที่มีการสำรวจระดับและปริมาณน้ำที่มีสถานีวัดน้ำ ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....145
ตารางที่ ก.2-5	ค่าสถิติเบื้องต้นของข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ในลุ่มน้ำภาคเหนือ.....148
ตารางที่ ก.2-6	ค่าสถิติเบื้องต้นของข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ในลุ่มน้ำภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ.....151
ตารางที่ ก.2-7	รายชื่อสถานีวัดปริมาณน้ำฝนในภาคเหนือที่คัดเลือกมาใช้ในการศึกษา.....158
ตารางที่ ก.2-8	รายชื่อสถานีวัดปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่คัดเลือก มาใช้ในการศึกษา.....165
ตารางที่ ก.2-9	สรุปองค์ประกอบทางอุตุอุทกวิทยา และคุณลักษณะของลุ่มน้ำในภาคเหนือ.....169
ตารางที่ ก.2-10	สรุปองค์ประกอบทางอุตุอุทกวิทยา และคุณลักษณะของลุ่มน้ำในภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ.....172
ตารางที่ ก.2-11	ตัวอย่างข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำ P.1.....174
ตารางที่ ข-1	ผลการวิเคราะห์ปริมาณการไหล จากฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ทั้ง 4 แบบ ในลุ่มน้ำภาคเหนือ.....207

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ ข-2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการไหล จากฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ทั้ง 4 แบบ ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	230
ตารางที่ ข-3 การจัดลำดับความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่โดยวิธีการทดสอบ แบบต่าง ๆ สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ในลุ่มน้ำภาคเหนือ.....	244
ตารางที่ ข-4 การจัดลำดับความเหมาะสมฟังก์ชันการแจกแจงความถี่โดยวิธีการทดสอบ แบบต่าง ๆ สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ในลุ่มน้ำภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ.....	247
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ 1 โปรแกรมสำหรับการประเมินค่าพารามิเตอร์ฟังก์ชันการแจกแจง โดยวิธีโมเมนต์.....	249
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ 2 โปรแกรมสำหรับการประเมินค่าสถิติ Chi-Square	251
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ 3 โปรแกรมสำหรับการประเมินค่าความน่าจะเป็นแบบสะสม ของแต่ละการแจกแจงโดยวิธีSimpson.	252
ตารางที่ ค-1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 2 ปีกับ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ภาคเหนือ.....	269
ตารางที่ ค-2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 5 ปีกับ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ภาคเหนือ.....	270
ตารางที่ ค-3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 10 ปีกับ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ภาคเหนือ.....	271
ตารางที่ ค-4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 20 ปีกับ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ภาคเหนือ.....	272

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ค-5	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 50 ปีกับ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ภาคเหนือ.....	273
ตารางที่ ค-6	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำ หลากในรอบปีการเกิด 100 ปีกับ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ภาคเหนือ.....	274
ตารางที่ ค-7	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 2 ปีกับ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	275
ตารางที่ ค-8	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 5 ปีกับ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	276
ตารางที่ ค-9	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 10 ปีกับ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	277
ตารางที่ ค-10	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 20 ปีกับ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	278
ตารางที่ ค-11	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 50 ปีกับ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	279
ตารางที่ ค-12	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 100 ปีกับ ข้อมูลคุณลักษณะของลุ่มน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	280

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ค-13	การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือ.....	283
ตารางที่ ค-14	การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ.....	284



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1-1	แผนภาพแสดงขั้นตอนการศึกษา.....	6
รูปที่ 2-1	แผนที่แสดงที่ตั้งและอาณาเขตพื้นที่ศึกษา.....	10
รูปที่ 2-2	อาณาเขตและที่ตั้ง กลุ่มน้ำภาคเหนือ.....	11
รูปที่ 2-3	ลักษณะภูมิประเทศของภาคเหนือ.....	12
รูปที่ 2-4	แสดงทิศทางของลมมรสุม พายุไต้ฝุ่น และตำแหน่งของร่องความกดอากาศ.....	14
รูปที่ 2-5	แผนภูมิการจำลองระบบการไหลของกลุ่มน้ำภาคเหนือ.....	17
รูปที่ 2-6	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน บริเวณจังหวัดต่าง ๆ ในภาคเหนือ.....	19
รูปที่ 2-7	เส้นชั้นเท่าของปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของข้อมูลในคาบ 52ปี (พ.ศ. 2485-2537)...	20
รูปที่ 2-8	อาณาเขตและที่ตั้งกลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	24
รูปที่ 2-9	ลักษณะภูมิประเทศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	27
รูปที่ 2-10	แผนภูมิการจำลองระบบการไหลของกลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	29
รูปที่ 2-11	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน บริเวณจังหวัดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	31
รูปที่ 4-1	ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำภาคเหนือ.....	49
รูปที่ 4-2	ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	50
รูปที่ 4-3	แผนภูมิแสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าของกลุ่มน้ำในภาคเหนือ.....	51
รูปที่ 4-4	แผนภูมิแสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าของกลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	52
รูปที่ 4-5	ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในภาคเหนือและบริเวณใกล้เคียง.....	54
รูปที่ 4-6	ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและบริเวณใกล้เคียง.....	55
รูปที่ 4-7	การแบ่งเส้นกริดตามแกน XY เพื่อใช้ในการสร้างกราฟเส้นชั้นฝนที่เท่ากัน.....	57
รูปที่ 4-8	การหาความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ.....	59
รูปที่ 4-9	ตัวอย่างขอบเขตของพื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ.....	61
รูปที่ 5-1	ตัวอย่างการเปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจงกับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปีในภาคเหนือ.....	74
รูปที่ 5-2	ตัวอย่างการเปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจงกับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	78

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5-3	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณน้ำสูงสุดรายปีที่มีการจดบันทึกไว้กับพื้นที่ลุ่มน้ำในลุ่มน้ำภาคเหนือ(ก.) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ข.).....82
รูปที่ 5-4	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 2 ปีกับพื้นที่ลุ่มน้ำ และองค์ประกอบต่าง ๆ ในลุ่มน้ำภาคเหนือ.....84
รูปที่ 5-5	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 2 ปีกับพื้นที่ลุ่มน้ำ และองค์ประกอบต่าง ๆ ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....85
รูปที่ 5-6	ความสัมพันธ์ระหว่าง Q_p/A จากการวิเคราะห์ Multiple Nonlinear Regression Q_p/A จากการวิเคราะห์ความถี่ ในลุ่มน้ำภาคเหนือ.....89
รูปที่ 5-7	ความสัมพันธ์ระหว่าง Q_p/A จากการวิเคราะห์ Multiple Nonlinear Regression Q_p/A จากการวิเคราะห์ความถี่ ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ90
รูปที่ ก.2-1	รูปตัดตามยาวของลำน้ำ ในลุ่มน้ำภาคเหนือ.....117
รูปที่ ก.2-2	รูปตัดตามยาวของลำน้ำ ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....127
รูปที่ ก.2-4	สภาพพื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือ.....134
รูปที่ ก.2-5	สภาพพื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....135
รูปที่ ก.2-6	Double Mass Analysis ข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปีของแต่ละสถานี.....153
รูปที่ ข-1	การเปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจงกับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปีในลุ่มน้ำภาคเหนือ.....175
รูปที่ ข-2	การเปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจงกับข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปีในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....194
รูปที่ ค-1	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 2 ปีกับพื้นที่ลุ่มน้ำ และองค์ประกอบต่าง ๆ ในลุ่มน้ำภาคเหนือ.....257
รูปที่ ค-2	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 5 ปีกับพื้นที่ลุ่มน้ำ และองค์ประกอบต่าง ๆ ในลุ่มน้ำภาคเหนือ.....258

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการศึกษา

C_v	=	สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation)
D_n	=	ค่าสถิติ Kolmogorov-Smirnov (Kolmogorov-Smirnov Statistic)
$F(x)$	=	การแจกแจงความน่าจะเป็นเชิงทฤษฎี (Probability distribution)
k	=	ความถี่ความถี่ (Frequency Factor)
m	=	อันดับของค่าเฉลี่ยเชิงทฤษฎี (Order Number of Observation)
ML	=	การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method)
MM	=	การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีโมเมนต์ (Moment Method)
n	=	จำนวนตัวอย่างเชิงทฤษฎี (Number of Observation)
r	=	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)
S	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างเชิงทฤษฎี (Standard Deviation of Sample)
S_x^2	=	ค่าความแปรปรวนของตัวอย่างเชิงทฤษฎี (Variance of Sample)
SE	=	ค่าความคลาดเคลื่อนต่างกำลังของค่าประมาณค่าพารามิเตอร์ และค่าการแจกแจง
$S_n^p(x)$	=	การแจกแจงความน่าจะเป็นเชิงเอมพิริคัล (Empirical Probability)
T	=	รอบในการเกิดซ้ำเฉลี่ย (T) (Average Return Period)
t	=	ค่า Standard normal deviation
x	=	ตัวแปรสุ่ม (Random Variable)
\bar{x}	=	ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างเชิงทฤษฎี (Mean of Sample)
Q_T	=	ปริมาณการไหลที่รอบการเกิดซ้ำเฉลี่ย T ใด
Y_T	=	ตัวแปรสุ่มมาตรฐานของ Gumbel (Reduced Standard Variate)
α, β	=	ค่า scale parameter ของการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ Gumbel
γ, β, α	=	ค่า Shape, Scale และ location parameter ของการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ Pearson Type III และ Log Pearson Type III
γ_1	=	สัมประสิทธิ์ความเอนเอียง (Coefficient of Skewness)
$\Gamma(\lambda)$	=	ฟังก์ชันแกมมา (Gamma Function)
μ_y	=	ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง $y, y = \ln x$
σ_y	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง y
χ^2	=	ค่าไคแควดเรต (Chi-Square)