

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ท
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 ที่มาของปัญหา	1
1.2 แนวความคิด	2
1.3 วัตถุประสงค์ในการศึกษา	5
1.4 สมมุติฐานในการศึกษา	5
1.5 ขอบเขตและข้อจำกัดในการศึกษา	5
บทที่ 2. การศึกษาที่ผ่านมา	7
บทที่ 3. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	13
3.1 โครงสร้างแบบจำลอง	13
3.2 หลักการที่ใช้ในระบบอุทกวิทยาของแบบจำลอง	13
3.3 การค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด	29
3.4 ลำดับขั้นตอนการคำนวณของแบบจำลอง	32
3.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณฝนกับปริมาณน้ำท่า จากแบบจำลอง	41
บทที่ 4. ลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลอง	42
4.1 ลุ่มน้ำที่ใช้ศึกษา	42
4.2 ข้อมูลที่ใช้ศึกษา	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5. ผลการศึกษา	58
5.1 ผลการเทียบปรับและผลการทำนายปริมาณน้ำท่า	58
5.2 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝนกับปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง	75
บทที่ 6. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	91
6.1 สรุปผลการศึกษา	91
6.2 ข้อเสนอแนะ	93
บรรณานุกรม	94
ภาคผนวก	96
ภาคผนวก ก: โปรแกรมคอมพิวเตอร์ของแบบจำลอง	97
ภาคผนวก ข. คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์	140
ภาคผนวก ค. การเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในแบบจำลอง	156
ภาคผนวก ง. ข้อมูลที่ใช้ในการเทียบปรับและทำนาย	169
ประวัติผู้เขียน	191

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	ปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลออกจากพื้นที่นาทั้งสองแบบเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำใต้ดินที่หลากจากพื้นที่ธรรมชาติ	11
ตารางที่ 3.1	ผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงค่า DA กับช่วงเวลา 1 ปี	16
ตารางที่ 3.2	ความสามารถในการซึมน้ำได้ของเนื้อดินชนิดต่างๆ	20
ตารางที่ 3.3	หลักการอุทกวิทยาที่ใช้ในแบบจำลอง	25
ตารางที่ 3.4	สมการที่ใช้คำนวณในแบบจำลอง	26
ตารางที่ 4.1	รายละเอียดข้อมูลน้ำฝนและการระเหยของพื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆ	43
ตารางที่ 4.2	ข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มน้ำห้วยคุ่มมูม	46
ตารางที่ 4.3	ข้อมูลการใช้ที่ดินในกลุ่มน้ำห้วยคุ่มมูม	46
ตารางที่ 4.4	ข้อมูลชนิดของดินในกลุ่มน้ำห้วยคุ่มมูม	46
ตารางที่ 4.5	ข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มน้ำห้วยทอน	47
ตารางที่ 4.6	ข้อมูลการใช้ที่ดินในกลุ่มน้ำห้วยทอน	47
ตารางที่ 4.7	ข้อมูลชนิดของดินในกลุ่มน้ำห้วยทอน	47
ตารางที่ 4.8	ข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มน้ำसान	48
ตารางที่ 4.9	ข้อมูลการใช้ที่ดินในกลุ่มน้ำसान	48
ตารางที่ 4.10	ข้อมูลชนิดของดินในกลุ่มน้ำसान	48
ตารางที่ 5.1	ผลการเทียบปรับและการทำนายปริมาณน้ำท่า กลุ่มน้ำห้วยคุ่มมูม จากแบบจำลองที่ปรับปรุง และ จากแบบจำลองของอดิเรก(พ.ศ. 2533)	59
ตารางที่ 5.2	ผลการเทียบปรับและการทำนายปริมาณน้ำท่า จากกลุ่มน้ำห้วยทอน	64
ตารางที่ 5.3	ผลการเทียบปรับและการทำนายปริมาณน้ำท่า จากกลุ่มน้ำसान	69
ตารางที่ 5.4	ผลการจำลองสภาพอุทกวิทยารายเดือน รายฤดู และรายปี กลุ่มน้ำห้วยคุ่มมูม	76

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 5.5 ผลการจำลองสภาพอุทกวิทยารายเดือน รายฤดู และรายปี กลุ่มน้ำห้วยทอน	81
ตารางที่ 5.6 ผลการจำลองสภาพอุทกวิทยารายเดือน รายฤดู และรายปี กลุ่มน้ำสาน	85
ตารางที่ ค.1 กลุ่มดินและชนิดของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	159
ตารางที่ ค.2 ค่า N , FC , และ A_s สำหรับเนื้อดินชนิดต่างๆ	162
ตารางที่ ค.3 ค่าเฉลี่ยของ N , FC , และ A_s สำหรับเนื้อดินชนิดต่างๆ	163
ตารางที่ ง.1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและการระเหยรายเดือนของ กลุ่มน้ำห้วยคุ่มมู ห้วยทอน และน้ำสาน	170

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แนวความคิดระบบลุ่มน้ำที่ประกอบด้วยฝายและพื้นที่นา	4
2.1 โครงสร้างของแบบจำลอง HYMOST (อติเรก, พ.ศ. 2533)	8
2.2 สภาพน้ำท่าจากการเทียบปรับ ลุ่มน้ำห้วยทอน ปี ค.ศ. 1982 จากแบบจำลอง HYMOST	10
3.1 โครงสร้างของแบบจำลอง (ก) แบบจำลองที่ปรับปรุงใหม่ (ข) แบบจำลอง HYMOST (อติเรก, พ.ศ. 2533)	14
3.2 การเปลี่ยนแปลงค่า DA กับช่วงเวลา ลุ่มน้ำห้วยทอนปี 1987	16
3.3 ระบบอุทกวิทยาในส่วนเก็บกักน้ำผิวดินในพื้นที่ธรรมชาติ	18
3.4 ระบบอุทกวิทยาในพื้นที่นาที่ไม่ได้รับประโยชน์จากฝาย	18
3.5 ระบบอุทกวิทยาในพื้นที่นาที่ได้รับประโยชน์จากฝาย	21
3.6 ระบบอุทกวิทยาในส่วนเก็บกักน้ำใต้ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ	22
3.7 ระบบอุทกวิทยาในส่วนเก็บกักในลำน้ำ	24
3.8 ลำดับขั้นตอนการคำนวณของ MAIN PROGRAM	33
3.9 ลำดับขั้นตอนการคำนวณของ SUBROUTINE DATA	34
3.10 ลำดับขั้นตอนการคำนวณของ SUBROUTINE PROGRAM	35
3.11 ลำดับขั้นตอนการคำนวณของ SUBROUTINE EVAPOTRANSPIRATION	36
3.12 ลำดับขั้นตอนการคำนวณของ SUBROUTINE SPILLAGE	37
3.13 ลำดับขั้นตอนการคำนวณของ SUBROUTINE OPTIMAL	38
3.14 ลำดับขั้นตอนการคำนวณของ SUBROUTINE ERROR	39
3.15 ลำดับขั้นตอนการคำนวณของ SUBROUTINE OUTPUT	40
4.1 แผนที่ลุ่มน้ำห้วยคุ่มมูม	49
4.2 แผนที่การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำห้วยคุ่มมูม	50
4.3 แผนที่ชนิดของดินในลุ่มน้ำห้วยคุ่มมูม	51
4.4 แผนที่ลุ่มน้ำห้วยทอน	52
4.5 แผนที่การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำห้วยทอน	53

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.6	แผนที่ชนิดของดินในกลุ่มน้ำห้วยทอน 54
4.7	แผนที่ลุ่มน้ำसान 55
4.8	แผนที่การใช้ที่ดินในกลุ่มน้ำसान 56
4.9	แผนที่ชนิดของดินในกลุ่มน้ำसान 57
5.1	ปริมาณน้ำท่ารายฤดูจากการเทียบปรับปี ค.ศ.1988 และจากการทำนาย ปี ค.ศ.1989 ของลุ่มน้ำห้วยคุ่มม 60
5.2	(ก) ปริมาณน้ำท่ารายเดือนจากการเทียบปรับปี ค.ศ.1988 (ข) จากการทำนาย ปี ค.ศ.1989 ของลุ่มน้ำห้วยคุ่มม จาก แบบจำลองที่ปรับปรุงและแบบจำลองของอติเรก(พ.ศ.2533) 62
5.3	(ก) ชลภาพน้ำท่ารายวันจากการเทียบปรับ ปี ค.ศ.1988 (ข) จากการทำนาย ปี ค.ศ.1989 ของแบบจำลองของ อติเรก(พ.ศ.2533) และแบบจำลองที่ปรับปรุง ของ ลุ่มน้ำ ห้วยคุ่มม 63
5.4	ปริมาณน้ำท่ารายฤดูจากการเทียบปรับปี ค.ศ.1987 และ จากการทำนาย ปี ค.ศ.1988 ของลุ่มน้ำห้วยทอน 66
5.5	ปริมาณน้ำท่ารายปีจากการเทียบปรับปี ค.ศ.1987 และ จากการทำนาย ปี ค.ศ.1988 ของลุ่มน้ำห้วยทอน 66
5.6	(ก) ปริมาณน้ำท่ารายเดือนจากการเทียบปรับปี ค.ศ.1987 (ข) จากการทำนาย ปี ค.ศ.1988 ของลุ่มน้ำห้วยทอน 67
5.7	(ก) ชลภาพน้ำท่ารายวันจากการเทียบปรับปี ค.ศ.1987 (ข) จากการทำนาย ปี ค.ศ.1988 ของลุ่มน้ำห้วยทอน 68
5.8	ปริมาณน้ำท่ารายฤดูจากการเทียบปรับ ปี ค.ศ.1982 และ จากการทำนาย ปี ค.ศ.1983 ของลุ่มน้ำसान 71
5.9	ปริมาณน้ำท่ารายปีจากการเทียบปรับปี ค.ศ.1982 และ จากการทำนาย ปี ค.ศ.1983 ของลุ่มน้ำसान 72

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.10 (ก) ปริมาณน้ำท่ารายเดือนจากการเทียบปรับ ปี ค.ศ.1982	
(ข) จากการทำนาย ปี ค.ศ.1983 ของลุ่มน้ำสาน	73
5.11 (ก) สภาพน้ำท่ารายวัน จากการเทียบปรับ ปี ค.ศ.1982	
(ข) จากการทำนาย ปี ค.ศ.1983 ของลุ่มน้ำสาน	74
5.12 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝนกับปริมาณน้ำท่ารายเดือนของ ลุ่มน้ำห้วยคุ่มม	78
5.13 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝนกับปริมาณน้ำท่ารายฤดูของ ลุ่มน้ำห้วยคุ่มม	79
5.14 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝนกับปริมาณน้ำท่ารายปีของ ลุ่มน้ำห้วยคุ่มม	80
5.15 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝนกับปริมาณน้ำท่ารายเดือนของ ลุ่มน้ำห้วยทอน	82
5.16 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝนกับปริมาณน้ำท่ารายฤดูของ ลุ่มน้ำห้วยทอน	83
5.17 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝนกับปริมาณน้ำท่ารายปีของ ลุ่มน้ำห้วยทอน	84
5.18 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝนกับปริมาณน้ำท่ารายเดือนของ ลุ่มน้ำสาน	87
5.19 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝนกับปริมาณน้ำท่ารายฤดูของ ลุ่มน้ำสาน	88
5.20 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝนกับปริมาณน้ำท่ารายปีของ ลุ่มน้ำสาน	89

คำอธิบายสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	มิติ
A	พื้นที่ลุ่มน้ำ	(L ²)
AC(i)	พื้นที่นาที่ได้รับน้ำฝนจากฝายของกลุ่มน้ำย่อย i	(L ²)
AP(i)	พื้นที่นาทั้งหมดของกลุ่มน้ำย่อย i	(L ²)
AL(i)	พื้นที่รับน้ำตามธรรมชาติของกลุ่มน้ำย่อย i	(L ²)
AMC	ความชื้นก่อนหน้า	(L)
AMCI,AMCII,AMCIII	ความชื้นก่อนหน้าเงื่อนไขที่ I II และ III ตามลำดับ	(L)
AN(i)	พื้นที่นาที่ไม่ได้รับน้ำฝนจากฝายของกลุ่มน้ำย่อยที่ i	(L ²)
b(i)	ความกว้างเฉลี่ยลำน้ำของกลุ่มน้ำย่อยที่ i	(L)
CN	ค่า CURVE NUMBER	ไร้มิติ
CNI,CNII,CNIII	ค่า CURVE NUMBER เงื่อนไขที่ I II และ III ตามลำดับ	ไร้มิติ
Cr	พื้นที่หน้าตัดลำน้ำ	(L ²)
DA	พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์การกระจายการตกของฝนที่มีอิทธิพลต่อการไหลออก	ไร้มิติ
DE	ค่าพารามิเตอร์ประสิทธิภาพการผันน้ำของฝาย	ไร้มิติ
DP	ค่าเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นของการค้นหาค่าพารามิเตอร์	ไร้มิติ
DPL	ปริมาณน้ำที่สูญหายเป็นการซึมลึกในพื้นที่ลุ่มน้ำ	(L ³)
DQC(i,k)	ความลึกของน้ำที่ปล่อยออกจากพื้นที่นาที่สามารถได้รับน้ำฝนจากฝาย ของกลุ่มน้ำย่อยที่ i ในวันที่ k	(L)
DQD(i,k)	ปริมาณน้ำที่ผันจากฝายของกลุ่มน้ำย่อยที่ i ในวันที่ k	(L ³)
DQDM(i,k)	ความลึกของน้ำที่ผันเข้าสู่พื้นที่นาได้มากที่สุดของกลุ่มน้ำย่อยที่ i ในวันที่ k	(L)

คำอธิบายสัญลักษณ์(ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	มิติ
$DQL(i, k)$	ความลึกของน้ำผิวดินจากพื้นที่รับน้ำธรรมชาติของกลุ่มน้ำย่อยที่ i ในวันที่ k	(L)
$DQN(i, k)$	ปริมาณน้ำส่วนเกินความต้องการที่ปล่อยออกจากพื้นที่นาที่ไม่ได้รับน้ำผันจากฝายของกลุ่มน้ำย่อยที่ i ในวันที่ k	(L ³)
$EPAN(k)$	ค่าศักย์การคายระเหย ในวันที่ k	(L)
$EVAV(i, k)$	ปริมาณการสูญเสียจากการคายระเหยในลำน้ำของกลุ่มน้ำย่อยที่ i ในวันที่ k	(L ³)
$ET(i, k)$	ความลึกในการใช้น้ำของข้าวของกลุ่มน้ำย่อยที่ i ในวันที่ k	(L)
$e_k(P)$	เวกเตอร์ความคาดเคลื่อนจากการคำนวณ	ไร้มิติ
$F(k)$	ปริมาณการซึมสะสม ในวันที่ k	(L)
$FF(k)$	ปริมาณการซึม ในวันที่ k	(L)
$GRFC(k)$	ปริมาณการสูญเสียจากการซึมออกด้านข้างของพื้นที่นาที่ได้รับน้ำผันจากฝายของกลุ่มน้ำย่อย i ในวันที่ k	(L ³)
$GRFM$	ค่าศักย์การซึมสูงสุดของดินในพื้นที่นาเฉลี่ย	(LT ⁻¹)
$GRFN(k)$	ปริมาณการสูญเสียจากการซึมออกด้านข้างของพื้นที่นาที่ไม่ได้รับน้ำผันจากฝายของกลุ่มน้ำย่อย i ในวันที่ k	(L ³)
$HSMM$	ปริมาณน้ำในส่วนเก็บกักผิวดินเฉลี่ย	(L ³)
$HSM(k)$	ปริมาณน้ำในส่วนเก็บกักในดินในวันที่ k	(L ³)
$HW(i)$	ความสูงสันฝายของกลุ่มน้ำย่อยที่ i	(L)
I_a	การสูญเสียเริ่มแรก	(L)

คำอธิบายสัญลักษณ์(ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	มิติ
$J(\underline{P})$	เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน	ไร้มิติ
$L(i)$	ความยาวลำน้ำของกลุ่มน้ำย่อยที่ i	(L)
$P1(k), P2(k), \dots$ $\dots, Pn(k)$	ปริมาณฝนสะสมในวันที่ k ของสถานีวัดน้ำฝน ที่ $1, 2, \dots, n$	(L)
PCA	ค่าพารามิเตอร์เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่นาที่ได้รับน้ำ ผันจากฝาย	ไร้มิติ
P_M	ปริมาณฝนรวมรายเดือน	(L)
P_S	ปริมาณฝนรวมรายฤดู	(L)
P_Y	ปริมาณฝนรวมรายปี	(L)
Q^c_k	อัตราการไหลได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง ในวันที่ k	(L^3T^{-1})
Q^b_k	อัตราการไหลได้จากข้อมูลวัดจริงในวันที่ k	(L^3T^{-1})
$QC(i, k)$	ปริมาณน้ำส่วนเกินความต้องการที่ปล่อยออกจาก พื้นที่นาที่ได้รับน้ำผันจากฝายของกลุ่มน้ำย่อย i ในวันที่ k	(L^3)
Q_M	ปริมาณน้ำท่ารวมรายเดือน	(L^3)
$QN(i, k)$	ปริมาณน้ำส่วนเกินความต้องการที่ปล่อยออกจาก พื้นที่นาที่ไม่ได้รับน้ำผันจากฝายของกลุ่มน้ำย่อย i ในวันที่ k	(L^3)
Q_S	ปริมาณน้ำท่ารวมรายฤดู	(L^3)
Q_Y	ปริมาณน้ำท่ารวมรายปี	(L^3)
R	สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของสมการเชิงเส้น	ไร้มิติ
$RHOQ(k)$	ปริมาณการไหลออกของส่วนเก็บกักผิวดินของพื้นที่ รับน้ำธรรมชาติ ในวันที่ k	(L^3)

คำอธิบายสัญลักษณ์(ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	มิติ
RSMR(k)	ปริมาณการไหลออกของส่วนเก็บกักในดินของพื้นที่รับน้ำธรรมชาติเข้าสู่ลำน้ำ ในวันที่ k	(L ³)
S	ศักยภาพการเก็บกักหรือการซึมสูงสุดในพื้นที่ธรรมชาติ	(L)
So(i)	ความลาดชันลำน้ำของกลุ่มน้ำย่อยที่ i	ไร้มิติ
SSAT	ความจุสูงสุดของส่วนเก็บกักในดิน	(L)
SP(i, k)	ปริมาณน้ำไหลข้ามฝายของกลุ่มน้ำย่อย i ในวันที่ k	(L ³)
STOR(i, k)	ปริมาณเก็บกักในลำน้ำหน้าฝายของกลุ่มน้ำย่อย i ในวันที่ k	(L ³)
STORM(i)	ปริมาณเก็บกักสูงสุดในลำน้ำหน้าฝายของกลุ่มน้ำย่อย i	(L ³)
TQ	ค่าพารามิเตอร์เวลาการเก็บกักน้ำผิวดิน	(T)
TS	ค่าพารามิเตอร์เวลาการเก็บกักน้ำในดิน	(T)
WD(k)	ความลึกของน้ำในพื้นที่นา ในวันที่ k	(L)
WDFC(k)	ความลึกของน้ำในสภาพแห้งในพื้นที่นา ในวันที่ k	(L)
WDC(i, k)	ความลึกของน้ำในพื้นที่นาที่ได้รับน้ำผันจากฝายของกลุ่มน้ำย่อยที่ i ในวันที่ k	(L)
WDN(i, k)	ความลึกของน้ำในพื้นที่นาที่ไม่ได้รับน้ำผันจากฝายของกลุ่มน้ำย่อยที่ i ในวันที่ k	(L)
WDSAT(k)	ความลึกของน้ำในสภาพอิ่มตัวในพื้นที่นา ในวันที่ k	(L)
WDSUIT(i, k)	ความลึกของน้ำที่เหมาะสมในพื้นที่นาของกลุ่มน้ำย่อยที่ i ในวันที่ k	(L)
X	ค่าพารามิเตอร์ปรับสัดส่วนปริมาณเก็บกักน้ำใต้ดินก่อนที่จะไหลออกไปสู่ลำน้ำ	ไร้มิติ