

## สารบัญ

|                                                                               | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|
| กิตติกรรมประกาศ                                                               | ก    |
| บทคัดย่อภาษาไทย                                                               | ข    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ                                                            | ง    |
| สารบัญตารางประกอบ                                                             | ฉ    |
| สารบัญรูปประกอบ                                                               | ฎ    |
| บทที่ 1 บทนำ                                                                  | 1    |
| 1.1 ที่มาของปัญหา                                                             | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา                                                   | 2    |
| 1.3 ขอบเขตของการศึกษา                                                         | 2    |
| บทที่ 2 วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง                                                  | 4    |
| 2.1 พัฒนาการแนวความคิดเบื้องต้น                                               | 4    |
| 2.2 วิธี Parametric หรือ Empirical Approach                                   | 10   |
| 2.3 วิธี Synthetic-Hydrologic Information                                     | 12   |
| 2.4 วิธีการทางคอมพิวเตอร์                                                     | 16   |
| 2.4.1 USDAHL : The States Department of<br>Agriculture Hydrography Laboratory | 16   |
| 2.4.2 Water Resource Board "Disprin" Model                                    | 18   |
| 2.4.3 แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในมหาวิทยาลัยขอนแก่น                                | 23   |
| 2.5 วิธีการ Distributed Models                                                | 28   |
| 2.5.1 วิธีการกึ่ง Spatial Input Model                                         | 28   |
| 2.5.2 แบบจำลองกึ่ง Spatial Model                                              | 32   |

|         |                                                                |    |
|---------|----------------------------------------------------------------|----|
| 2.6     | วิธี Grid-Spatial Distribution                                 | 35 |
| 2.7     | สรุปแนวทางใหม่สำหรับวิทยานิพนธ์                                | 37 |
| บทที่ 3 | แนวคิดและการสร้างฐานข้อมูลลุ่มน้ำเพื่อจำลองสภาพทางอุทกวิทยา    | 39 |
| 3.1     | ระบบการจัดทำ Spatial Discretization ของลุ่มน้ำ                 | 39 |
| 3.2     | พฤติกรรมทางอุทกวิทยาของ Grid cells                             | 41 |
| 3.3     | กระบวนการตอบสนองทางอุทกวิทยาในระดับ Grid cells และระดับลุ่มน้ำ | 41 |
| 3.4     | การเลือก Spatial data Variables                                | 42 |
| 3.5     | การสร้างฐานข้อมูลและ Data Invoking/Encoding                    | 51 |
| 3.6     | ลุ่มน้ำที่ใช้ศึกษา                                             | 52 |
| บทที่ 4 | โครงสร้างแบบจำลองทางอุทกวิทยาและกระบวนการประมวลผล              | 63 |
| 4.1     | โครงสร้างการประมวล Geographycal data planes                    | 63 |
| 4.2     | โครงสร้างการประมวล Spatial rainfall pattern                    | 63 |
| บทที่ 5 | การประมวลผลและการจำลองการตอบสนองของลุ่มน้ำ                     | 73 |
| 5.1     | การทำ Overlaying และ Algebraic Operations                      | 73 |
| 5.2     | ความหมายของเวลาและระยะทางการเดินของฝนส่วนเกิน                  | 75 |
| 5.2.1   | กรณี Grid cell ที่มีการไหลบนผิวดินเป็นหลัก                     | 75 |
| 5.2.2   | กรณี Grid cell ที่มีการไหลในลำน้ำเป็นหลัก                      | 76 |
| 5.3     | การทำ Integrative Operation ของฝนส่วนเกินบน Travel-Time Maps   | 80 |
| 5.4     | การจำลองสภาพหาลภาพน้ำท่า                                       | 85 |
| บทที่ 6 | ผลการศึกษา                                                     | 87 |
| 6.1     | ผลลัพธ์จากการทดสอบแบบจำลอง                                     | 87 |
| 6.1.1   | การทำนายชลภาพน้ำท่าของลุ่มน้ำห้วยตะก้อ                         | 87 |

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 6.1.2 การทำนายสภาพน้ำท่าของกลุ่มน้ำห้วยสำราญ                 | 88  |
| 6.2 การจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงพื้นที่น้ำแข็งปฏิบัติ          | 97  |
| บทที่ 7 สรุปผลและข้อเสนอแนะ                                  | 117 |
| 7.1 บทสรุป                                                   | 117 |
| 7.2 ข้อเสนอแนะ                                               | 118 |
| บรรณานุกรม                                                   | 119 |
| ภาคผนวก ก. คำอธิบายความหมายของสัญลักษณ์ที่แสดงในตารางที่ 2.9 | 123 |
| ภาคผนวก ข. สรุปลักษณะทางอุทกวิทยาของแบบจำลอง                 | 125 |
| ภาคผนวก ค. โปรแกรมคอมพิวเตอร์                                | 127 |
| ประวัติผู้เขียน                                              |     |

## สารบัญตารางประกอบ

|                                                                                                                   | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 2.1 ลักษณะของแบบจำลองทางอุทกวิทยา ซึ่งแบ่งตามลักษณะ<br>ของ "Input characteristic"                        | 5    |
| ตารางที่ 2.2 ค่าสัมประสิทธิ์ของการเกิดน้ำท่า                                                                      | 8    |
| ตารางที่ 2.3 สูตรสำหรับการคำนวณปริมาณน้ำท่า                                                                       | 11   |
| ตารางที่ 2.4 ตัวอย่าง Model Equation Parameters<br>เพื่อการสร้าง Two Distribution Standard<br>Deviates            | 15   |
| ตารางที่ 2.5 รายชื่อแบบจำลองอุทกวิทยาที่ได้รับการพัฒนาโดยใช้<br>เครื่องคอมพิวเตอร์                                | 17   |
| ตารางที่ 2.6 ขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลอง USDAHL - 70                                                              | 20   |
| ตารางที่ 2.7 ขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลอง Water Resource<br>Board "Disprin" Model                                  | 22   |
| ตารางที่ 2.8 ขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดย<br>อำมาตย์ จันทรเทิบ (2528) และ นภฤทธิ์ ผดุงศรี<br>(2529) | 25   |
| ตารางที่ 2.9 ตารางแบบจำลองที่รวบรวมโดยการส่งแบบสอบถาม<br>(Questionnaire)                                          | 26   |
| ตารางที่ 2.10 ขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลองที่พัฒนาโดย<br>Boyd et al. (1979)                                        | 31   |
| ตารางที่ 3.1 Processes Response Variable ใช้คำนวณ<br>Spatiotemporal Quantification                                | 43   |

|              |                                                                                                                         |    |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ตารางที่ 3.2 | Standard Runoff Curve Numbers for<br>Agricultural Suburban, and Urban Land use<br>for Antecedent Moisture Condition II. | 44 |
| ตารางที่ 3.3 | คุณลักษณะเบื้องต้นของกลุ่มน้ำที่ใช้ศึกษา                                                                                | 54 |
| ตารางที่ 3.4 | รายละเอียดข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการเก็บรายละเอียด<br>ข้อมูล                                                       | 58 |
| ตารางที่ 3.5 | แสดง Hydrologic soil group ของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ                                                                | 60 |
| ตารางที่ 4.1 | การ OPERATIONS ทางพืชคณิตบน Map                                                                                         | 65 |
| ตารางที่ 5.1 | ตารางสำหรับปรับค่า CN ตาม Antecedent Moisture<br>Condition (AMC) [NEH - 4 (1963)]                                       | 73 |
| ตารางที่ 5.2 | สูตรสำหรับการคำนวณ time of concentration แยก<br>ให้เห็น input parameter                                                 | 77 |

## สารบัญรูปประกอบ

|                                                                                                                                  | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| รูปที่ 2.1      โครงสร้างของแบบจำลอง USDAHL - 70 (1970)                                                                          | 19   |
| รูปที่ 2.2      โครงสร้างของแบบจำลอง Water Resource Board<br>Disprin (1972)                                                      | 21   |
| รูปที่ 2.3      ลุ่มน้ำและโครงสร้างการจำลองแบบโครงข่าย                                                                           | 29   |
| รูปที่ 2.4      โครงสร้างของแบบจำลองที่พัฒนาโดย เฉลิมชัย<br>for use in Developing Distributed-parameter<br>Rainfall-Runoff Model | 33   |
| รูปที่ 2.5      การแบ่งซอยลุ่มน้ำเป็น strips และ elements<br>Segment สำหรับ Kinematic Model                                      | 34   |
| รูปที่ 2.6      การแบ่งซอยลุ่มน้ำเป็น grid element ของ SHE Model                                                                 | 35   |
| รูปที่ 2.7      การแบ่งซอยลุ่มน้ำเป็น grid cells ตามวิธีการของ<br>Gupta and Solomon                                              | 36   |
| รูปที่ 2.8      โครงสร้างระบบฐานข้อมูลทางอุทกศาสตร์                                                                              | 38   |
| รูปที่ 3.1      แนวทางการทำ spatial discretizations ของข้อมูล<br>บนพื้นที่แหล่งน้ำ                                               | 40   |
| รูปที่ 3.2      ตัวอย่างโครงสร้างข้อมูลแบบ Grid cell ที่ใช้เก็บ<br>รายละเอียดที่อยู่แผนที่                                       | 53   |
| รูปที่ 3.3      การบันทึกข้อมูลจากแผนที่                                                                                         | 53   |
| รูปที่ 3.4      การขยายดูรายละเอียดของพื้นที่ย่อยที่อยู่ใกล้พื้นที่เป้าหมาย                                                      | 53   |
| รูปที่ 3.5      การหาระยะทางจากพื้นที่ย่อย (SUB AREAS)                                                                           | 54   |
| รูปที่ 3.6      การคำนวณหาพื้นที่ย่อยภายในลุ่มน้ำ                                                                                | 54   |

|             |                                                                           |     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 3.7  | แสดงการประมวลผลข้อมูลจากฐานข้อมูลต่าง ๆ                                   | 54  |
| รูปที่ 3.8  | ลุ่มน้ำห้วยตะก้อ แสดงการใช้ที่ดิน (Land Use)                              | 56  |
| รูปที่ 3.9  | ลุ่มน้ำห้วยตะก้อ แสดงชนิดดิน (Soil Type)                                  | 56  |
| รูปที่ 3.10 | ลุ่มน้ำห้วยสำราญ แสดงการใช้ที่ดิน (Land Use)                              | 57  |
| รูปที่ 3.11 | ลุ่มน้ำห้วยสำราญ แสดงชนิดดิน (Soil Type)                                  | 57  |
| รูปที่ 4.1  | โครงสร้างของแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา                                      | 64  |
| รูปที่ 4.2  | ลำดับขั้นการคำนวณของแบบจำลองที่พัฒนา                                      | 68  |
| รูปที่ 4.3  | โครงสร้างการคำนวณการกระจายน้ำฝน                                           | 72  |
| รูปที่ 5.1  | Convolution of $E(\tau)$ และ Instantaneous System Response function (IUH) | 80  |
| รูปที่ 5.2  | แสดงการหาสภาพการไหลออก                                                    | 82  |
| รูปที่ 6.1  | สภาพน้ำท่าของลุ่มน้ำห้วยตะก้อ (1982)                                      | 89  |
| รูปที่ 6.2  | สภาพน้ำท่าของลุ่มน้ำห้วยตะก้อ (1983)                                      | 90  |
| รูปที่ 6.3  | แผนที่แสดงเส้น Isochrone 6 ชม. ของลุ่มน้ำห้วยตะก้อ                        | 91  |
| รูปที่ 6.4  | แผนที่แสดงเส้น Isochrone 1 วัน ของลุ่มน้ำห้วยตะก้อ                        | 92  |
| รูปที่ 6.5  | สภาพน้ำท่าของลุ่มน้ำห้วยสำราญ (1982)                                      | 93  |
| รูปที่ 6.6  | สภาพน้ำท่าของลุ่มน้ำห้วยสำราญ (1983)                                      | 94  |
| รูปที่ 6.7  | แผนที่แสดงเส้น Isochrone 6 ชม. ของลุ่มน้ำห้วยสำราญ                        | 95  |
| รูปที่ 6.8  | แผนที่แสดงเส้น Isochrone 1 วัน ของลุ่มน้ำห้วยสำราญ                        | 96  |
| รูปที่ 6.9  | แผนที่แสดง Land Use ของลุ่มน้ำห้วยตะก้อ                                   | 98  |
| รูปที่ 6.10 | แผนที่แสดง Land Use ของลุ่มน้ำห้วยตะก้อ<br>(กรณีย้ายพื้นที่ที่เป็นป่า)    | 99  |
| รูปที่ 6.11 | สภาพน้ำท่าของลุ่มน้ำห้วยตะก้อ (1983)<br>(กรณีย้ายพื้นที่ที่เป็นป่า)       | 100 |

|             |                                                                                                   |     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 6.12 | แผนที่แสดงเส้น Isochrone 6 ชม. ของลุ่มน้ำห้วยตะก้อ<br>(กรณีย้ายพื้นที่ที่เป็นป่า)                 | 101 |
| รูปที่ 6.13 | แผนที่แสดงเส้น Isochrone 1 วัน ของลุ่มน้ำห้วยตะก้อ<br>(กรณีย้ายพื้นที่ที่เป็นป่า)                 | 102 |
| รูปที่ 6.14 | แผนที่แสดง Land Use ของลุ่มน้ำห้วยสำราญ                                                           | 103 |
| รูปที่ 6.15 | แผนที่แสดง Land Use ของลุ่มน้ำห้วยสำราญ<br>(กรณีย้ายพื้นที่ที่เป็นป่า)                            | 104 |
| รูปที่ 6.16 | สภาพน้ำท่าของลุ่มน้ำห้วยสำราญ (1982)<br>(กรณีย้ายพื้นที่ที่เป็นป่า)                               | 105 |
| รูปที่ 6.17 | แผนที่แสดงเส้น Isochrone 6 ชม. ของลุ่มน้ำห้วยสำราญ<br>(กรณีย้ายพื้นที่ที่เป็นป่า)                 | 106 |
| รูปที่ 6.18 | แผนที่แสดงเส้น Isochrone 1 วัน ของลุ่มน้ำห้วยสำราญ<br>(กรณีย้ายพื้นที่ที่เป็นป่า)                 | 107 |
| รูปที่ 6.19 | แผนที่แสดง Land Use ของลุ่มน้ำห้วยตะก้อ<br>(กรณีเปลี่ยนพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม)            | 109 |
| รูปที่ 6.20 | สภาพน้ำท่าของลุ่มน้ำห้วยตะก้อ (1983)<br>(กรณีเปลี่ยนพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม)               | 110 |
| รูปที่ 6.21 | แผนที่แสดงเส้น Isochrone 6 ชม. ของลุ่มน้ำห้วยตะก้อ<br>(กรณีเปลี่ยนพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม) | 111 |
| รูปที่ 6.22 | แผนที่แสดงเส้น Isochrone 1 วัน ของลุ่มน้ำห้วยตะก้อ<br>(กรณีเปลี่ยนพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม) | 112 |
| รูปที่ 6.23 | แผนที่แสดง Land Use ของลุ่มน้ำห้วยสำราญ<br>(กรณีเปลี่ยนพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม)            | 113 |



|             |                                                                                                    |     |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 6.24 | ชลภาพน้ำท่าของกลุ่มน้ำห้วยสำราญ (1982)<br>(กรณีเปลี่ยนพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม)              | 114 |
| รูปที่ 6.25 | แผนที่แสดงเส้น Isochrone 6 ชม. ของกลุ่มน้ำห้วยสำราญ<br>(กรณีเปลี่ยนพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม) | 115 |
| รูปที่ 6.26 | แผนที่แสดงเส้น Isochrone 1 วัน ของกลุ่มน้ำห้วยสำราญ<br>(กรณีเปลี่ยนพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม) | 116 |