บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตะกอนเป็นผลที่เกิดมาจากการชะล้างพังทลายของหน้าดินก่อนไหลลงสู่ลำน้ำ เมื่อมีการทับถมของตะกอนในแหล่งน้ำ จะทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน มีความจุลดลง ลำน้ำมีหน้าตัดการไหลแคบลง ทำให้เกิดน้ำล้นตลิ่งได้ง่าย ปัญหาของตะกอนทับถมก่อให้เกิดภัยพิบัติรุนแรงหลายครั้ง ดังจะเห็นได้จากเหตุการณ์อุทกภัยภาคใต้เมื่อวันที่ 18-26 พฤศจิกายน พ.ศ.2531 มีดินตะกอนมาทับถมอย่างมากตั้งแต่ต้นน้ำลำธารบริเวณลำน้ำคลองกระทูน ลุ่มน้ำระแนะ อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช มีตะกอนดินทับถมอยู่หนาประมาณ 20-100 ซม. และบริเวณลุ่มน้ำคลองท่าดี บ้านคีรีวงศ์ บ้านวังไทร อำเภอลานสกา มีดินตะกอนหนา 1.0-2.0 ม. จากเหตุการณ์ดังกล่าวทำให้เกิดการสูญเสียทั้งทางด้านสภาพแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม

ที่ผ่านมาได้มีหน่วยงานหลายหน่วยงานที่มีการวัดข้อมูลปริมาณตะกอนในลำน้ำ เช่น กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิต โดยในปี พ.ศ.2541 ฝ่ายสำรวจและศึกษาตะกอน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทานได้จัดสร้างวิธีการประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีใน 25 ลุ่มน้ำทั่วประเทศไทยโดยอยู่ในรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีกับขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งใช้กันทั่วไปในทางปฏิบัติ แต่ในความเป็นจริงปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยนอกจากขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำแล้วยังมีปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการกัดเซาะตะกอนออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงสนใจศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าน่าจะมีผลต่อปริมาณตะกอนที่ถูกกัดเซาะออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้แก่ ปัจจัยทางอุทกวิทยา คือ ปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า ปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ คือ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของลำน้ำหลัก ความยาวของลำน้ำหลักจากจุดใกล้ศูนย์ถ่วงของพื้นที่ถึงจุดออกของลำน้ำและความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ และปัจจัยการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษานี้ คือ จัดสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีกับปัจจัยต่างๆเหล่านี้ โดยแบ่งออกเป็นสมการความสัมพันธ์รายพื้นที่ลุ่มน้ำและสมการความสัมพันธ์รายพื้นที่ภูมิภาค เพื่อใช้ในการประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีโดยมีความสะดวกและความถูกต้องพอสมควร ในการศึกษาใช้ข้อมูลจากสถานีในลุ่มน้ำภาคเหนือ 15 สถานี และลุ่มน้ำภาคใต้ 15 สถานี

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1) จัดเตรียมข้อมูลอุทกวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้แก่ ปริมาณตะกอนแขวนลอย น้ำฝนและน้ำท่ารายเดือน ข้อมูลลักษณะทางกายภาพและข้อมูลประเภทของการใช้ที่ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำ

2) จัดสร้างสมการความสัมพันธ์รายเดือนระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปริมาณน้ำฝนสำหรับแต่ละลุ่มน้ำ

3) จัดสร้างสมการความสัมพันธ์รายเดือนระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปริมาณน้ำท่าสำหรับแต่ละลุ่มน้ำ

4) จัดสร้างสมการความสัมพันธ์รายปีระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปัจจัยทางด้านอุทกวิทยา ลักษณะทางกายภาพและประเภทการใช้ที่ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยพิจารณาข้อมูลของทุกลุ่มน้ำร่วมกัน

5) จัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยจากมากไปหาน้อย

6) ทดสอบความถูกต้องของสมการความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นกับพื้นที่ลุ่มน้ำอื่น

7) เปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีค่าจริงกับค่าคำนวณจากสมการความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นและค่าคำนวณจากสมการของกรมชลประทาน

1.3 ขอบข่ายของการศึกษา

1.3.1 ลุ่มน้ำของพื้นที่ศึกษา คือ

1) ลุ่มน้ำภาคเหนือ ได้แก่ ลุ่มน้ำปิง ยมและน่าน จำนวน 15 สถานี

2) ลุ่มน้ำภาคใต้ ได้แก่ ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก ลุ่มน้ำแม่น้ำตาปี ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาและลุ่มน้ำแม่น้ำปัตตานี จำนวน 15 สถานี

1.3.2 ข้อมูลที่ใช้ทำการศึกษา ได้แก่

1) ข้อมูลทางด้านอุทกวิทยา ได้แก่ ข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย น้ำฝนและน้ำท่า

2) ข้อมูลทางด้านลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้แก่ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ความลาดชันของลำน้ำ ความยาวของลำน้ำหลักจากจุดออกถึงขอบเขตบนของพื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของลำน้ำหลักจากจุดออกถึงจุดใกล้ศูนย์ถ่วงพื้นที่และลักษณะการใช้ที่ดิน 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ เกษตรกรรม ชุมชน แหล่งน้ำและพื้นที่อื่นๆ

1.3.3 แหล่งข้อมูล

1) ตะกอนแขวนลอยรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ.2534-2543 จากกรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

2) น้ำฝนรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ.2534-2543 จากกรมชลประทาน

3) น้ำท่ารายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ.2534-2543 จากกรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

4) การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2543 จากกรมพัฒนาที่ดิน

5) ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของลำน้ำหลัก ความยาวของลำน้ำหลักจากจุดใกล้ศูนย์ถ่วงถึงจุดออกของลำน้ำและความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ ผู้ศึกษาทำการจัดสร้างแผนที่ลุ่มน้ำขึ้น

1.3.4 การจัดเตรียมข้อมูลและการวิเคราะห์ทำเป็นรายเดือนและรายปี

1.3.5 การจัดสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรใช้วิธีสหสัมพันธ์ถดถอย (Multiple Regression) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

1.3.6 ผลลัพธ์ของการศึกษา คือ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีกับปัจจัยต่างๆทางด้านอุทกวิทยาและกายภาพของลุ่มน้ำ

1.3.7 สถานีที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของสมการ คือ สถานี 060806 ที่ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ และสถานี 240101 ที่ อ.เบตง จ.ยะลา

1.3.8 การสร้างแผนที่ลุ่มน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพใช้โปรแกรม MapInfo และ ArcView GIS 3.2a

1.4 การศึกษาที่ผ่านมา

1.4.1 การศึกษาในประเทศ

1) สุภาวดี ยิ้มศรีเจริญกิจ (ค.ศ.1998)

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ลุ่มน้ำและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีของลุ่มน้ำทั้ง 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทย ซึ่งใช้ข้อมูลจากกรมชลประทานตั้งแต่เริ่มมีการสำรวจจนถึงปี 1995 กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานตั้งแต่เริ่มมีการสำรวจจนถึงปี 1994 และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตตั้งแต่เริ่มมีการสำรวจจนถึงปี 1993 โดยการศึกษาเป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

2) จุติมา เอกวงศ์ (ค.ศ.1996)

ศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ต่อปริมาณตะกอนดินในลุ่มน้ำปิง วัง ยมและน่าน จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Correlation Analysis พบว่ามีความสัมพันธ์ในทางบวก โดยมีรูปแบบสมการที่เหมาะสมไม่เชิงเส้นและเมื่อนำตัวแปรอื่นๆได้แก่ ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า มาวิเคราะห์ร่วมกับพื้นที่ป่าไม้ ในการหาความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนโดยใช้ Multiple Correlation Analysis พบว่าปริมาณตะกอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่าและปริมาณฝนมากกว่าพื้นที่ป่าไม้และจากการวิเคราะห์ Stepwise Analysis เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนมากที่สุด พบว่าปริมาณน้ำท่าเป็นปัจจัยแรกที่ถูกคัดเลือกเข้าสู่สมการ

3) สุวรรณา ยุวนานนท์ (ค.ศ.1994)

ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำป่าสัก โดยนำข้อมูลปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอนแขวนลอย ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและข้อมูลพื้นที่ป่าไม้มาวิเคราะห์สมการสหสัมพันธ์ถดถอย (Multiple Regression Analysis) พบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยมี ความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่ารายปีมากที่สุดและมีความสัมพันธ์กันแบบไม่เชิงเส้น เมื่อศึกษาถึงอิทธิพลการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยพบว่าไม่แสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญ

4) ถาวร คงแป้น (ค.ศ.1992)

วิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยลุ่มน้ำคลองชะอุ่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน น้ำท่า พื้นที่ป่าไม้ที่มีต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณท่าเฉลี่ยรายเดือนกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่าที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณน้ำฝนรายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ป่าไม้กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นบวก

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน น้ำท่า และตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่าที่วิเคราะห์ได้จากความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและตะกอนแขวนลอยรายปี และจากความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปี น้ำท่ารายปี พื้นที่ป่าไม้ และตะกอนแขวนลอยรายปี

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4.2 การศึกษาต่างประเทศ

1) Shaozhong Kang และคณะ (ค.ศ.2001)

ศึกษาผลกระทบของปริมาณฝนและสภาพการใช้ที่ดินที่มีต่อปริมาณตะกอนและปริมาณน้ำท่าในพื้นที่เกษตรกรรมสองแห่ง คือ Wangdongguo และ Aobao ในที่ราบสูงดินเหลือง (Loess Plateau) ในประเทศจีน การศึกษาได้เก็บข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ.1995-1997 เพื่อประเมินผลกระทบจากประเภทการใช้ที่ดิน ระบบการปลูกพืช ความลาดชันของพื้นที่และปริมาณน้ำฝนที่มีต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอน ผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำท่าและตะกอนในพื้นที่ที่มีพืชขึ้นปกคลุมมีค่าน้อยกว่าพื้นที่ที่ไม่มีพืชหรือชากพืชปกคลุม และความลาดชันเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอน โดยปริมาณตะกอนต่อพื้นที่เพิ่มขึ้นเมื่อความยาวของแนวความลาดเทเพิ่ม ในพื้นที่ที่มีค่าความลาดชันและการใช้ที่ดินประเภทเดียวกัน ความยาวของแนวความลาดเทส่งผลต่อปริมาณตะกอนในพื้นที่ไม่มีพืชปกคลุมมากกว่าพื้นที่ที่มีการปลูกพืช

2) M.C. Battany และ M.E.Grismer (ค.ศ.2000)

ศึกษาอิทธิพลของความลาดชัน สิ่งปกคลุมและความขรุขระของพื้นผิวที่มีต่อปริมาณน้ำท่าและการกัดเซาะ โดยพื้นที่ศึกษาเป็นไร่องุ่นในหุบเขา Napa, California โดยใช้เครื่องมือจำลองฝนลงบนพื้นที่ศึกษาสองแห่งและแต่ละแห่งจะมีค่าความลาดชัน 3 ค่า คือ 5 เปอร์เซ็นต์ 10เปอร์เซ็นต์ และ15 เปอร์เซ็นต์ ที่ค่าเปอร์เซ็นต์การปกคลุมต่างๆกัน พบว่าเปอร์เซ็นต์สิ่งปกคลุมส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอน และเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดปริมาณการสูญเสียดินบริเวณที่เนิน ในขณะที่ความลาดชันและความขรุขระของพื้นผิวเป็นปัจจัยรองลงมา

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้มีขั้นตอนตามรูปที่ 1-1 และระยะเวลาที่ใช้ตามตารางที่ 1-1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.5.1 รวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

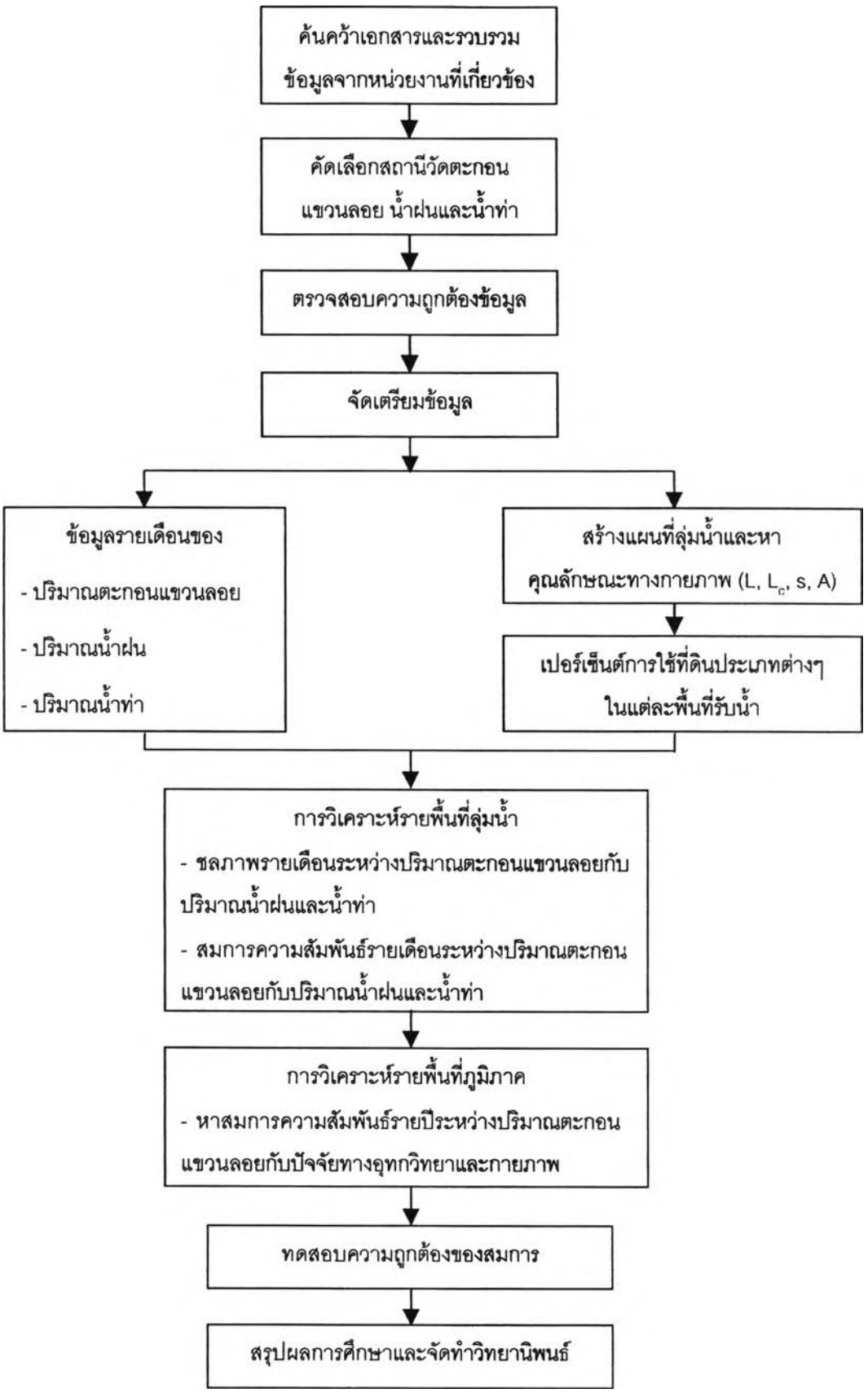
1.5.2 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

1.5.3 จัดเตรียมข้อมูล

1) ข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย น้ำฝนและน้ำท่า

2) สร้างแผนที่ลุ่มน้ำ โดยใช้โปรแกรม MapInfo ร่วมกับ ArcView GIS 3.2a เพื่อหาขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ

3) วิเคราะห์หาขนาดความลาดชันเฉลี่ย ความยาวของลำน้ำหลักและความยาวของลำน้ำหลักจากจุดใกล้ศูนย์ถ่วงถึงจุดออกของลำน้ำ จากแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000



รูปที่ 1-1 ขั้นตอนการศึกษา

ตารางที่ 1-1 ขั้นตอนและระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษา	ระยะเวลา (พ.ศ. 2545- พ.ศ. 2547)																							
	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. รวบรวมข้อมูลและคัดเลือกสถานี																								
2. ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล																								
3. สร้างแผนที่ลุ่มน้ำของสถานีที่คัดเลือก																								
4. วิเคราะห์หาคุณลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ																								
5. หาเปอร์เซ็นต์การใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ในแต่ละพื้นที่รับน้ำ																								
6. จัดเตรียมข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย น้ำฝน และน้ำท่า																								
7. วิเคราะห์สมการความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ลุ่มน้ำและเชิงพื้นที่ภูมิภาค																								
8. ทดสอบความถูกต้องของสมการ																								
9. สรุปผลการศึกษา																								
10. จัดทำวิทยานิพนธ์																								

4) วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การใช้ที่ดินประเภทต่างๆ 5ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ เกษตรกรรม ชุมชน แหล่งน้ำและพื้นที่อื่นๆ จากแผนที่การใช้ที่ดินมาตราส่วน 1 : 50,000

1.5.4 วิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์สมการความสัมพันธ์รายเดือนระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปริมาณน้ำฝนของแต่ละลุ่มน้ำ

2) วิเคราะห์สมการความสัมพันธ์รายเดือนระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปริมาณน้ำท่าของแต่ละลุ่มน้ำ

3) วิเคราะห์สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีกับปัจจัยทางด้านอุทกวิทยาและกายภาพ โดยพิจารณาข้อมูลของทุกลุ่มน้ำร่วมกัน

1.5.5 ทดสอบความถูกต้องของสมการ

1.5.6 สรุปผลการศึกษา

1.5.7 จัดทำวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาครั้งนี้ได้แก่

1) จัดสร้างฐานข้อมูลรายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอย น้ำฝน น้ำท่ารวมถึงข้อมูลทางด้านกายภาพของลุ่มน้ำในพื้นที่ภาคเหนือและภาคใต้

2) สร้างความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือนกับปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าเป็นรายลุ่มน้ำ 30 ลุ่มน้ำ

3) สร้างความสัมพันธ์รายภูมิภาค แบ่งเป็น ภาคเหนือ ภาคใต้และรวม 2 ภาค ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีกับปัจจัยทางด้านอุทกวิทยากับคุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ

4) สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสร้างสมการความสัมพันธ์สำหรับประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีในพื้นที่ลุ่มน้ำในภาคอื่นๆต่อไป

1.7 คำจำกัดความ

1.7.1 น้ำท่า

น้ำที่ปรากฏบนโลกมี 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลวและไอน้ำ จะเปลี่ยนสถานะวนเวียนกันตลอดเวลา (Hewlet และ Nutter, 1969) ปริมาณน้ำทั้งหมดนี้จะหมุนเวียนเป็นวัฏจักร โดยที่ไอน้ำซึ่งมีอยู่ในบรรยากาศทั่วไปตลอดเวลาเมื่อมีมากขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัว จะกลั่นตัวเป็นละอองน้ำและรวมตัวเป็นหยดน้ำตกลงเป็นฝนสู่ผิวโลก (วีระพล, 2531) น้ำฝนส่วนหนึ่งจะถูกรองรับหรือถูกยึดไว้ด้วยสิ่งต่างๆ เรียกว่าน้ำเกาะยึด (intercepted water) หากน้ำฝนที่ถูกยึดไว้มีมากพอ ก็จะรวมตัวกันเป็นน้ำตกสู่ผิวดิน (Kittredge, 1948) ส่วนที่เหลือจะระเหยสู่บรรยากาศ น้ำฝนที่ไม่ถูกรองรับไว้จะตกสู่ผิวโลก น้ำฝนส่วนที่ตกถึงพื้นดินจะซึมลงสู่ดินด้วยแรงดึงดูดของเม็ดดิน โดยกระบวนการน้ำซึมผ่านผิวดิน (infiltration) (เกษม, 2526) น้ำที่ซึมผ่านผิวดินจะไหลลงในแนวดิ่งเรียก percolation (Hewlet และ Nutter, 1969) ลงสู่ดินชั้นล่างจนถึงระดับน้ำใต้ดินที่มีน้ำอิ่มตัวขังอยู่เป็นน้ำใต้ดิน (ground water) ซึ่งมีหลายระดับชั้นแต่น้ำบางส่วนที่ซึมลงดินไปแล้วเกิดมีชั้นดินแน่นทึบขวางอยู่ ก็จะไหลไปตามความลาดเทใต้ผิวดินเรียก interflow หรือ subsurface flow (วีระพล, 2531) ถ้าปริมาณฝนมากเกินกว่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินและเกินอัตราการซึมน้ำ ก็จะมีน้ำเอ่อผิวหน้าดิน (excess water) และเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้น น้ำก็จะบ่าบนผิวดิน (surface runoff หรือ overland flow) น้ำต่างๆเหล่านี้จะรวมกันเป็นน้ำท่า หรือ น้ำไหลในลำธาร (stream flow หรือ channel flow) Ward (1974) สรุปว่า น้ำในลำธารมีแหล่งที่มา 4 แหล่ง ได้แก่

1) น้ำใต้ดิน (ground water flow) เกิดจากน้ำฝนที่ตกลงมาแล้วซึมลงในดินไปรวมกับน้ำใต้ดินเป็นแหล่งสำคัญที่จะปลดปล่อยน้ำออกสู่ลำธารอย่างช้าๆ ตลอดเวลา

2) น้ำซึมใต้ผิวดิน เกิดจากน้ำฝนที่ซึมผ่านผิวดินลงไป แต่ในขณะที่ซึมผ่านชั้นดินต่างๆ ซึ่งมีความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านผิวดินน้อยลง ประกอบกับพื้นที่มีความลาดเอียงก็จะทำให้น้ำส่วนนี้ไหลออกสู่ลำธาร ทั้งทางตรงและด้านข้าง (inter flow หรือ subsurface flow และ lateral flow)

3) น้ำไหลบ่าหน้าดิน (overland flow) เกิดจากที่ฝนตกหนักจนกระทั่งน้ำไม่สามารถซึมผ่านผิวดินได้ทัน ประกอบด้วยสภาพพื้นที่มีความลาดเอียง ทำให้น้ำส่วนนี้ไหลลงสู่ลำธาร

4) น้ำฝนที่ตกลงสู่ลำธารโดยตรง (channel precipitation) เกิดจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาบนผิวน้ำในลำธารโดยตรง

จะเห็นได้ว่าแหล่งที่มาของน้ำในลำธารเกิดจากน้ำฝนทั้งสิ้น โดยผ่านกระบวนการต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นถ้าสามารถเก็บกักน้ำไว้ในดินได้มากก็จะทำให้การไหลของน้ำท่าสม่ำเสมอ เพราะดินจะค่อยๆปลดปล่อยน้ำสู่ลำธาร ทำให้มีน้ำหล่อเลี้ยงลำธารตลอดปี แต่ถ้ามีน้ำไหลบ่าหน้าดินมาก จะทำให้มีน้ำมากในช่วงน้ำหลากและขาดแคลนน้ำในช่วงหน้าแล้ง

1.7.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำท่า

เกษม (2526), วิชา (2536) และ Ward (1974) ได้แบ่งปัจจัยที่ควบคุมปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำท่าเป็น 2 ประเภท คือ ลักษณะภูมิอากาศและลักษณะภูมิประเทศ โดยแต่ละประเภทจะส่งผลต่อลักษณะทางอุทกวิทยาในลุ่มน้ำ ดังนี้

1) ลักษณะภูมิอากาศ ได้แก่ ฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และการระเหยน้ำ โดยเฉพาะฝนมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่ามากที่สุดและมีอิทธิพลเป็นอันดับแรกต่อปริมาณน้ำท่า (นิพนธ์, 2525) ปริมาณน้ำท่าจะแปรผันโดยตรงกับปริมาณน้ำฝน ถ้าฝนตกมากกว่า 20 มม. ขึ้นไป อิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ จะมีน้อยมาก (พงษ์ศักดิ์, 2518) ส่วนความหนักเบาของฝนถ้ามีมากเกินความสามาถสูงสุดในการซึมน้ำของดินแล้วจะทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินและน้ำท่าสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว (Wisler และ Brater, 1959) บริเวณใดมีฝนตกปริมาณมาก จะทำให้ปริมาณน้ำท่าสูงตามไปด้วย (Satterlund, 1972) เช่น จากการศึกษาของเพิ่มศักดิ์ (2522) พบว่าในป่าดิบเขาธรรมชาติทางภาคเหนือของประเทศไทย ปริมาณน้ำท่าจะมาจากปริมาณน้ำฝนถึงประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนที่ตกทั้งหมด Jitseri (1983) พบว่าในช่วงฤดูฝน ปริมาณน้ำท่าจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนและอุณหภูมิสูงที่สุด โดยที่ปัจจัยปริมาณฝนแสดงอิทธิพลต่อปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำท่าอย่างเด่นชัดทุกกลุ่มลุ่มน้ำและทุกช่วงเวลา (พลชัย, 2533) ซึ่งศึกษาในลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำน่าน และจากการศึกษาของอรทัย (2536) บริเวณลุ่มน้ำบางปะกง พบว่าปริมาณฝนจะแสดงอิทธิพลเป็นปัจจัยแรกต่อปริมาณน้ำท่า และได้ผลสอดคล้องกับบุญช่วย (2536) ซึ่งศึกษาในลุ่มน้ำมูล พบว่าปริมาณน้ำท่าจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณฝน แสดงว่าลักษณะภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อลักษณะทางอุทกวิทยามากที่สุด

2) ลักษณะภูมิประเทศ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความลาดชันของพื้นที่ ชนิดดิน พืชพรรณ การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น ปัจจัยต่างๆเหล่านี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และต่างก็มีอิทธิพลต่อปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำท่า (พงษ์ศักดิ์ และ เกษม, 2518) ซึ่งมีผลการศึกษาที่ผ่านมาน่าสนใจดังนี้

(1) ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำที่แตกต่างกัน จะให้ปริมาณน้ำท่าแตกต่างกัน Hewlet และ Nutter (1969) กล่าวว่าขนาดรูปร่างและความลาดชันของพื้นที่ลุ่มน้ำมีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นตัวควบคุม โดยที่ขนาด รูปร่างและความลาดชันนี้จะมีอิทธิพลต่อปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำท่าอีกต่อหนึ่ง Tayler (1967) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำท่ากับปัจจัยทางธรณีสัณฐานวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำ 12 แห่ง ในประเทศนิวซีแลนด์ พบว่าขนาดแกนยาวของลุ่มน้ำและความลาดชันมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่า และนิพนธ์ (2525) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการให้น้ำท่าในลุ่มน้ำภาคตะวันออก พบว่าขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่าเป็นอันดับรองลงมาจากปริมาณฝน

(2) ชนิดดิน ดินต่างชนิดกันมีคุณสมบัติในการดูดยึดและระบายน้ำแตกต่างกัน คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2526) ได้จำแนกชนิดของเนื้อดิน (textural class) เป็น 3 กลุ่ม ประเภทแรกคือ ดินทราย (sandy soils) มีปริมาณทรายมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักขึ้นไป

ระบายน้ำได้ดีมาก ประเภทที่สอง คือ ดินร่วน (loamy soils) ประกอบด้วยอนุภาคทราย ซิลท์ ดิน ระบายน้ำได้ดีปานกลาง ประเภทที่สาม ได้แก่ ดินเนื้อละเอียด (fine-textured soils) หรือดินเหนียว (clayed soils) มีปริมาณดินเหนียวตั้งแต่ 40 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปโดยน้ำหนัก มีการระบายน้ำไม่ค่อยดี หรือสามารถอุ้มน้ำได้ดี ดินในป่าดิบเขามีอินทรีย์วัตถุสูง โครงสร้างเกาะยึดกันดี เนื้อดินร่วนซุย สามารถเก็บกักน้ำไว้ได้มาก ในขณะเดียวกันก็จะระบายลงสู่ลำธารได้อย่างช้าๆ และสม่ำเสมอ (นิพนธ์, 2512) ดินที่มีอินทรีย์วัตถุน้อยจะถูกกัดเซาะได้มากกว่าดินที่มีอินทรีย์วัตถุมาก และดินเนื้อละเอียดมากจะถูกกัดเซาะได้มากกว่าดินเนื้อหยาบ (ประสิทธิ์, 2525) และจากการศึกษาของบุญปลูก (2523) พบว่า ลักษณะการไหลของน้ำในลุ่มน้ำป่าเบญจพรรณผสมไผ่ ซึ่งมีดินตื้น มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้น้อย เมื่อฝนตก ระดับน้ำจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากมีถึง 97 เปอร์เซ็นต์ ช่วงแล้งฝนมีเพียง 3 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำในช่วงน้ำแล้งจะสัมพันธ์กับลักษณะทางธรณีวิทยาของลุ่มน้ำ โดยที่กราฟน้ำท่าจะแตกต่างกันไปตามชนิดหิน ซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากต่อน้ำท่าในช่วงน้ำแล้งของพื้นที่ภูเขา (Musiake และคณะ, 1975)

(3) ลักษณะพืชพรรณและการใช้ประโยชน์ที่ดิน พืชพรรณที่ปกคลุมดินจะช่วยยับยั้งการไหลของน้ำไหลบ่าหน้าดิน ช่วยลดอัตราหลากของน้ำท่า ทำให้น้ำไหลสม่ำเสมอตลอดปี (Colman, 1953) และมีอิทธิพลโดยตรงต่อดิน คือ จะช่วยส่งเสริมสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดิน (infiltration capacity), ความหนาแน่นรวม (bulk density), ความพรุนของดิน (porosity), และโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น ทำให้สามารถดูดซับน้ำไว้ได้มาก แล้วค่อยๆปลดปล่อยออกมา (Whippy และKirkby, 1978) เช่น ในป่าดิบเขาธรรมชาติ ปริมาณน้ำท่าส่วนใหญ่จะเป็นน้ำที่เกิดจากน้ำใต้ผิวดิน (subsurface flow) มากกว่าน้ำผิวดิน (surface flow) (นิวัติ, 2513) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณไร่ร้างแล้ว พบว่าน้ำไหลบ่าหน้าดินในไร่ร้างจะมีมากกว่าป่าดิบเขาธรรมชาติสองเท่า ดังนั้นการทำลายพืชคลุมดินจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณน้ำท่า (นิพนธ์ และคณะ, 2515)

1.7.3 กระบวนการชะล้างพังทลายและการเกิดตะกอน

ตะกอน (sediment) คือสารหรือวัตถุธาตุต่างๆ ที่ถูกเคลื่อนย้ายมากับน้ำโดยกระบวนการที่เกิดจากน้ำฝน ลมและแรงโน้มถ่วงของโลก โดยจะทำให้อนุภาคดินแตกกระจายออกจากกัน ถูกเคลื่อนย้ายโดยพลังไหลบ่าของน้ำบ่าหน้าดิน แล้วไหลลงสู่ลำธารไปทับถมอีกที่หนึ่ง สารหรือวัตถุต่างๆ ที่ถูกเคลื่อนย้ายดังกล่าวนี้อาจเป็นอินทรีย์สารและอนินทรีย์สารที่มีอยู่ตามธรรมชาติ มีขนาดตั้งแต่คอลลอยด์จนถึงหินขนาดใหญ่ (นิพนธ์, 2527 ; Selley, 1976)

ตะกอนโดยทั่วไป แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

1) ตะกอนท้องน้ำ (bedload sediment) เป็นตะกอนที่เคลื่อนที่ด้วยการกลิ้งเลื่อนไถลใกล้ท้องน้ำ

2) ตะกอนแขวนลอย (suspended sediment) เป็นตะกอนขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ โดยจะถูกพยุงด้วยความปั่นป่วนของน้ำ และจะตกตะกอนลงสู่ท้องลำธารได้ยากแม้กระแสน้ำจะไหลช้าก็ตาม (วีระ, 2525)

การชะล้างพังทลาย (erosion) เป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่มีแรงซึ่งเกิดจากน้ำ ลม หรือแรงโน้มถ่วงของโลกมากระทำให้วัตถุธาตุหรือสารเคมีแตกแยกออกจากกัน แล้วเคลื่อนย้ายอนุภาคของดินและวัตถุธาตุดังกล่าวไปตกตะกอนทับถมอีกที่หนึ่ง แรงดังกล่าวนี้ต้องมากกว่าแรงจับตัวของชนิดดินเองจึงจะทำให้เม็ดดินแตกกระจายและเคลื่อนย้ายได้ (นิพนธ์, 2527)

การชะล้างพังทลายนี้ ประกอบด้วย 3 กระบวนการ (ประสิทธิ์, 2525)

1) การแตกกระจายของเม็ดดิน (detachment) เป็นกระบวนการที่เม็ดดินแตกเป็นอนุภาคขนาดเล็ก หลุดกระจายกระเด็นออกไปโดยแรงกระทำต่อเม็ดดิน

2) การพัดพา (transportation) เป็นกระบวนการที่เกิดต่อเนื่องจากการแตกตัวของเม็ดดิน เมื่อน้ำไหลบ่าหน้าดินพัดพาเอาตะกอนไปกับน้ำด้วย จะมากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการไหลของน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับความลาดชัน ระยะทางความลาดชันและอัตราการไหล

3) การตกทับถม (deposition) เป็นกระบวนการสุดท้ายเนื่องจากความเร็วของน้ำลดลงหรือหยุดนิ่งทำให้ตะกอนตกลงสู่พื้นน้ำ

1.7.4 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินโดยน้ำ

การชะล้างพังทลายของดินจะมีความรุนแรงมากน้อยเพียงไร มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ คือ สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ พืชพรรณ คุณสมบัติของดินและกิจกรรมมนุษย์ (เกษม, 2528)

1) ปัจจัยเกี่ยวกับภูมิอากาศที่สำคัญ ได้แก่ ฝน ความสามารถในการกัดกร่อนขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความหนักเบาและความเร็วของฝนที่ตกกระทบดิน (Osborn, 1955) โดยสัมพันธ์มากที่สุดกับพลังงานจลน์ของฝนที่มีอัตราความหนักเบาสูงสุดในช่วงเวลา 30นาที (Wischmeier และSmith,1958)

2) ปัจจัยเกี่ยวกับภูมิประเทศ ได้แก่ ความลาดเทของพื้นที่ ความยาวของแนวความลาดเท โดยทั่วไปแล้วเมื่อความลาดเทมากขึ้น อัตราการชะล้างพังทลายจะมากขึ้นด้วย และจะเพิ่มมากขึ้นตามความยาวของความลาดเท และยังขึ้นอยู่กับรูปร่างของความลาดเทด้วย (นิพนธ์, 2527 ; Baver, 1965) มนู (2529) กล่าวว่าสภาพภูมิประเทศมีผลต่อการเกิดการพังทลายของดินแตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะความลาดเทจะเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนด ปริมาณและอัตราการไหลบ่าหน้าดินซึ่งเพิ่มขึ้นเมื่อความลาดเทเพิ่มขึ้น

3) ปัจจัยเกี่ยวกับพืชพรรณ พืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมดินจะเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงพลังงานของเม็ดฝนที่ตกลงมาและน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดินให้มีพลังงานน้อยลง นอกจากนี้การมีพืชขึ้นปกคลุมยังสร้างสภาพของดินให้มีความต้านทานต่อการเกิดการพังทลายของดินด้วย (สมเจตน์, 2522) พืชและสิ่งปกคลุมดินมีบทบาทต่อการชะล้างพังทลายมาก เนื่องจากช่วยลดแรงกระทบของเม็ดฝนที่จะกัดชะหน้าดิน โดยช่วยยึดน้ำฝนไว้ส่วนหนึ่ง ช่วยลดความเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดิน เพิ่มสมรรถนะการซึมผ่านผิวดินและกักเก็บน้ำตลอดจนมีการคายระเหยสูง (นิพนธ์, 2527) Hudson (1971) กล่าวว่าการสูญเสียดินนั้นเกือบจะเป็นสัดส่วนโดยตรง

กับพื้นผิวดินที่ไม่มีพืชปกคลุม พืชปกคลุมดินนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยป้องกันมิให้เกิดการพังทลายของดินและยังมีผลดีในด้านช่วยเพิ่มการซึมน้ำของดิน

4) ปัจจัยเกี่ยวกับคุณสมบัติดิน คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินมีผลต่อความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีดังกล่าว ได้แก่ เนื้อดิน โครงสร้างของดิน การซึมน้ำของดิน การจับตัวกันของดิน การขยายตัวและหดตัวของดิน และความชื้นในดิน เป็นต้น (สมเจตน์, 2522) ซึ่งสอดคล้องกับ Kilnic และRichardson (1973) ที่ว่าภายใต้การเคลื่อนที่ของน้ำ ลักษณะภูมิอากาศ ภูมิประเทศและสภาพพืชพรรณที่เหมือนกันแล้ว ความแตกต่างของดินแต่ละชนิดมีศักย์ที่จะก่อให้เกิดความแตกต่างของการพังทลายได้ต่างกัน ปัจจัยหลักของดินที่มีผลต่อการพังทลาย คือ ลักษณะของเนื้อดิน โครงสร้างดิน การยอมให้น้ำซึมผ่านได้ ความหนาแน่นของดินและความสามารถในการซึมน้ำของผิวหน้าดิน ตัวอย่างเช่น ดินพวก silty clay loam เกิดการพังทลายในที่ราบได้ยากกว่าพวก sand แต่ในพื้นที่ที่มีความลาดชัน ดินพวก silty clay loam จะพังทลายได้ง่ายกว่าsand

5) ปัจจัยเกี่ยวกับกิจกรรมมนุษย์ พื้นที่ที่ความหนาแน่นของประชากรสูงจะมีส่วนในการเพิ่มการกัดชะหน้าดินได้มากกว่าพื้นที่ที่มีความหนาแน่นประชากรน้อยกว่า อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรน้อยกว่า แต่มีการแผ้วถางป่ามากกว่า จะทำให้เกิดการกัดเซาะมากกว่า (ECAFE, 1953) Johnson (1993) ได้พบว่าปริมาณตะกอนจะเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังการศึกษาในลุ่มน้ำ Monachyle และลุ่มน้ำ Kirkton ในที่ราบสูง Balquhidder ประเทศสก๊อตแลนด์ ผลการศึกษาพบว่า หลังจากมีการไถพรวนเพื่อการปลูกป่าในลุ่มน้ำ Monachyle ทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น 12 เปอร์เซ็นต์ และหลังจากการตัดฟันไม้ออกจากลุ่มน้ำ Kirkton หมดจะทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น 595 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณตะกอนจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณฝน