บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

การศึกษาปริมาณการชะกร่อนพังทลายของดินและการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ในระบบเกษตรเชิงอนุรักษ์บนพื้นที่ลาดชันในที่สูง ยังมีการศึกษาค่อนข้างจำกัดในภาคเหนือของประเทศไทย เนื่องจากต้องใช้เวลาและงบประมาณในการศึกษาค่อนข้างสูงประกอบกับข้อมูลต่างๆ และสภาพภูมิอากาศในแต่ละปีมีความผันแปรตลอดเวลา อย่างไรก็ตามข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับการชะกร่อนพังทลายของดินและการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน อาจกล่าวได้ดังต่อไปนี้

2.1 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบนที่ลาดชัน

ในประเทศไทยมีประชากรที่ยังคงเกี่ยวข้องกับการทำไร่หมุนเวียนอยู่ประมาณ 1 ล้านคน จากการประมาณในปี พ.ศ. 2537 ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มชาติพันธุ์ 6 กลุ่มคือ กระเหรี่ยง ม้ง ละหู่ อาข่า ลีซอ เย้า รวมทั้งคนไทยด้วย แต่มีจำนวนไม่มากที่ทำและพึ่งระบบการทำไร่หมุนเวียนทั้งหมด บริเวณที่ยังคงมีการทำไร่หมุนเวียนของประเทศไทยจะอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศ (Bass and Morrison, 1994)

ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยประกอบด้วยพื้นที่ลาดชันเป็นส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 85 ของพื้นที่ทั้งหมด (มัตติกา, 2547) โดยเฉพาะอย่างยิ่งอำเภอแม่แจ่ม ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดเชียงใหม่ โดยมีอาณาเขตทิศเหนือติดต่อกับ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทิศใต้ติดต่อกับอำเภอจอมทองและอำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ ทิศตะวันออกติดต่อกับอำเภอสะเมิง อำเภอแม่วาง และอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ทิศตะวันตกติดต่อกับอำเภอเมือง อำเภอขุนยวม อำเภอแม่ลาน้อยและอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยสภาพพื้นที่อำเภอแม่แจ่มมีสภาพเป็นป่าและภูเขาสูงชันประมาณร้อยละ 70 ของพื้นที่ทั้งหมด มีที่ราบเชิงเขาประมาณร้อยละ 20 และที่ราบลุ่มประมาณร้อยละ 10 โดยพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ

วุฒิฉัตร (2545) ได้ศึกษาถึงวิถีชีวิตของชาวเขาเผ่าม้ง ที่มีผลต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่พบว่า ชาวเขาเผ่าม้งที่ประกอบอาชีพทำการเกษตรนั้น ร้อยละ 50.8 โดยเฉลี่ยมีที่ดินทำกิน 19.79 ไร่ และร้อยละ 73.3 มีที่ดินถือครองโดยเฉลี่ย 5.97 ไร่ การทำการเกษตรส่วนใหญ่เป็นระบบเกษตรน้ำฝนซึ่งทำการเพาะปลูกในช่วงเดือน พฤษภาคม ถึง สิงหาคม และมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชส่วนใหญ่ร้อยละ 79.7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พฤติกรรมในการอนุรักษ์ดิน ป่าไม้ น้ำและการใช้สารเคมีอย่างถูกต้องของชาวเขาเผ่ามั้งนั้น อยู่ในเกณฑ์น้อย มีผลให้ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในบริเวณนั้นเสื่อมโทรม

2.2 มาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีการต่างๆ

การใช้ประโยชน์จากที่ดินในที่สูงอย่างเหมาะสม เพื่อลดปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวหน้าดินและการชะกร่อนพังทลายของดินรวมไปถึงการรักษา และเพิ่มพูนความอุดมสมบูรณ์ของดิน สำนักงาน-พัฒนาที่ดินเขต 6 กรมพัฒนาที่ดิน (วันเพ็ญ, 2538)ได้กำหนดระบบการใช้ที่ดินโดยยึดหลักของความแตกต่างของลักษณะพื้นที่โดยใช้ความลาดชันเป็นหลักโดยจะมุ่งเน้นที่การอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นสำคัญ การอนุรักษ์ดินและน้ำในรูปแบบต่างๆนั้น มีความเหมาะสมแตกต่างกันไปตามสภาพความลาดชันของพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูก ดังในตารางที่ 2.1 ในปัจจุบันวิธีที่นิยมนำมาใช้มากคือการปลูกพืชระหว่างแถบอนุรักษ์ (Alley Cropping) เช่น พืชตระกูลถั่วยืนต้น กระถิน ถั่วมะแฮะโดยการนำพืชตระกูลถั่วมาปลูกเป็นแถบอนุรักษ์ และสามารถตัดเพื่อที่จะนำไปใช้คลุมพื้นที่ที่ปลูกพืชหลักระหว่างแถบอนุรักษ์ได้ วิธีนี้จะช่วยป้องกันและช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารพืช ที่เกิดจากการไหลบ่าของน้ำบนพื้นที่ลาดชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในพื้นที่ที่มีระดับความลาดชันไม่เกินร้อยละ 12 ในกรณีที่ความลาดชันระหว่างร้อยละ 12-35 นิยมจัดทำคูรับน้ำรอบเขาหรือมีการปลูกพืชบนคันดินแบบขั้นบันได ส่วนพื้นที่ที่มีระดับความลาดชันร้อยละ 35-50 นิยมปลูกไม้ผลยืนต้น โดยทั่วไปหากความลาดชันสูงกว่าร้อยละ 50 นิยมรักษาไว้เป็นสภาพป่าไม้โดยไม่ทำการเกษตร

นอกจากการยึดหลักของความแตกต่างของลักษณะพื้นที่โดยใช้ความลาดชันเป็นหลักแล้ว การอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้องพิจารณาถึงสาเหตุและกระบวนการการชะกร่อนพังทลายของดิน แล้วจึงหาวิธีการป้องกัน ในทางปฏิบัติอาจใช้หลายวิธีร่วมกันเพื่อป้องกันหน้าดินไว้ให้มากที่สุด โดยยึดหลัก 2 ประการ คือ

(i) ลดความรุนแรงของเม็ดฝนที่ตกลงมากระทบเม็ดดิน ซึ่งทำได้ง่าย คือ การใช้วัสดุคลุมดิน หรือ ปลูกพืชคลุมดิน วิธีการนี้ได้ผลดีและลงทุนต่ำ แต่ต้องอาศัยเวลาและต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

(ii) ควบคุมการไหลบ่าของน้ำให้ลดลงทั้งปริมาณและความเร็วการควบคุมที่ดีจะต้องใช้วิธีผสมผสานร่วมกันระหว่างวิธีกลและวิธีเขตกรรม ซึ่งวิธีนิยมปฏิบัติกันโดยทั่วไปได้แก่ การปลูกพืชระหว่างแถบอนุรักษ์ (Alley Cropping) ซึ่งเป็นวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่นิยมปฏิบัติได้ง่ายประหยัดและได้ผลดีสุด ซึ่งแนะนำโดยกรมพัฒนาที่ดินมาเป็นเวลากว่า 20 ปี การปลูกพืชตามแนว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระดับขวางความลาดชัน (Contour Planting) หรือ การทำคูรับน้ำรอบเขา (Hillside Ditch) เพื่อลดความรุนแรงของน้ำไหลบ่า เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 *การใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูงตามลักษณะความลาดชันของพื้นที่ (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 กรมพัฒนาที่ดิน, 2533.; วันเพ็ญ, 2538)*

ลักษณะพื้นที่	ความลาดชัน (%)	การใช้ประโยชน์	ระบบอนุรักษ์ที่จำเป็น
ที่ราบ	-	การเกษตรทุกรูปแบบ	ไม่จำเป็นต้องมี
ที่ลาดชันน้อย	< 12	การเกษตรทุกรูปแบบ	1.การปลูกพืชชิดกันตามแนวระดับ (Contour planting) 2.การปลูกพืชระหว่างแนวแถบอนุรักษ์ (Alley cropping)
ที่ลาดชันปานกลาง	12 - 35	การเกษตรเชิงอนุรักษ์	คูรับน้ำรอบเขา คันดินขนาดเล็กขั้นบันไดดิน
ที่ลาดชันสูง	35 - 50	ไม่เหมาะในการทำการเกษตร แต่เหมาะสำหรับปลูกไม้ผลยืนต้น และวนเกษตร	การทำพื้นที่ปลูกโดยเฉพาะ (Individual basin) คันดินปลูกไม้ผลและพืชที่เหมาะสมในการป้องกันการชะกร่อน
ที่ลาดชันสูงมาก	50 - 85	ป่าไม้	-
หน้าผา	> 85	ป่าป้องกันและที่พักผ่อนหย่อนใจ	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีการต่างๆ ได้มีการศึกษาทดลองและวิจัย ซึ่งอาจกล่าวโดยสังเขปได้ดังต่อไปนี้

2.2.1 การไถพรวนดินและการปลูกพืชตามแนวระดับ (Contour Cultivation)

การไถพรวนดินและการปลูกพืชตามแนวระดับเป็นการไถพรวนและปลูกพืชที่ขวางหรือตั้งฉากกับทิศทางของความลาดเท และมักนิยมปฏิบัติบนพื้นที่ที่มีความลาดเทสม่ำเสมอ (Uniform Slope) การไถพรวนดินและปลูกพืชตามแนวระดับจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมการพังทลายของดินมากที่สุด (Most Effective) เมื่อนำไปปฏิบัติบนพื้นที่ที่มีความลาดเทอยู่ระหว่าง 3% ถึง 8% ดินที่เหมาะสมแก่การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับต้องเป็นดินที่ลึกและมีการระบายน้ำปาน

กลางจนถึงการระบายน้ำดี การไถพรวนดินและปลูกพืชตามแนวระดับนี้ถ้ากระทำบนพื้นที่ที่มีความลาดเทน้อยกว่าร้อยละ 8 จะลดการสูญเสียดินประมาณร้อยละ 50 เมื่อเปรียบเทียบกับการไถพรวนและปลูกพืชแบบที่ขนานกับทิศทางของความลาดเท การไถพรวนดินและปลูกพืชตามแนวระดับเป็นวิธีปฏิบัติที่ง่ายที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีกลอื่นที่ใช้เพื่อควบคุมและป้องกันการพังทลายของดิน (กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2510 ; สมยศ, 2526; ชวลิต, 2535; ชวลิต, 2542)

2.2.2 การอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีทางพืช

ผลงานอนุรักษ์ดินและน้ำและกลุ่มงานอุทกวิทยาลุ่มน้ำ (2541) มีการศึกษาการปลูกแถบพืชแทนคันดิน (Strip Cropping) พบว่าอัตราการสูญเสียดินภายหลังการปลูกแถวกระถิน 12 แถว ในชุดดินห้างฉัตร (Hc) กลุ่มดินชุดที่ 35 ที่ความลาดชัน 5 เปอร์เซ็นต์ มีแถวห่างระหว่างแถวกระถิน 1.25 ซม. เป็นแถบกว้าง 1.5 เมตร แทนคันดินจากคันดินปกติ ปรากฏว่า สามารถลดปริมาณการสูญเสียดินและน้ำได้ดีกว่าคันดินปกติ และสามารถเพิ่มผลผลิตของถั่วลิสงและถั่วเขียว นอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินได้มากกว่าวิธีอื่น ผลการศึกษาวิจัยด้านผลตอบแทน จะทำให้ทราบว่ามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่สามารถให้ผลผลิตทางอนุรักษ์ดินและน้ำคุ้มกับต้นทุนการผลิต

นอกจากนี้แล้ว พิทักษ์และสวัสดี (2533) พบว่าการปลูกหญ้ารูซี่เป็นแนวอนุรักษ์ฯ ที่มีความกว้าง 2, 1 และ 0.5 เมตร โดยใช้ระยะห่างระหว่างแนวดิ่ง 1.5 ถึง 3.0 เมตร ร่วมกับการปลูกข้าวไร่และข้าวโพด พบว่าสามารถช่วยลดการชะกร่อนพังทลายของดินได้ดี นอกจากนี้การปลูกกระถินผสมถั่วมะแฮะ ปลูกเป็นแนวอนุรักษ์ฯ มีระยะห่างระหว่างแนวดิ่ง 1.5 ถึง 3.0 เมตร ให้ผลในการอนุรักษ์ดินและน้ำได้ดีเช่นกัน ซึ่งเนื่องจากแถบพืชที่ปลูกเป็นแนวอนุรักษ์ฯ จะได้ประโยชน์ทางด้านการลด การสูญเสียดินและปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ ได้อีก เช่น แถบหญ้ารูซี่เกษตรกรสามารถเก็บไปเลี้ยงสัตว์ได้ นอกจากนี้ทางด้านการปรับปรุงดิน การตัดแต่งใบกระถินและมะแฮะ 3 – 4 ครั้งในช่วงฤดูฝนสามารถใช้เป็นวัสดุคลุมดินและบำรุงดินได้

สนั่นและคณะ (2538) พบว่าระบบการปลูกพืชสลับและมีการหมุนเวียนกันทุกปีในระหว่างแถบอนุรักษ์ มีส่วนช่วยลดปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าได้ดีกว่าการปลูกข้าวไร่หรือการปลูกข้าวโพดแต่เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังพบว่าการปลูกพืชไร่ระหว่างแถบไม้พุ่มบำรุงดินมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกระหว่างแถบหญ้า ซึ่งมีผลมาจากการที่ระบบดังกล่าวตรึงธาตุไนโตรเจนจากอากาศซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูก และมีการตัดบางส่วนของต้นไม้พุ่มไปคลุมดินจึงทำให้สามารถบำรุงดินได้ ดีกว่าการปลูกหญ้าในแถบอนุรักษ์ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เบื้องต้นพบว่าการปลูกพืชสลับระหว่างแถบไม้พุ่มบำรุงดิน จะให้ผลตอบแทนเบื้องต้นสูงกว่าการปลูกพืชสลับในระหว่างแถบหญ้าและแปลงปลูกแบบเกษตรกร

มัตติกา (2549) พบว่าการใช้แถบอนุรักษ์ที่เป็นแถบหญ้า(Grass Strips), พืชตระกูลที่ตรึงไนโตรเจนได้(Nitrogen fixing plant), ไม้ผลยืนต้นชนิดต่าง ๆ (Fruit Trees) และพืชที่คลุมดินในแถบอนุรักษ์ซึ่งอาจเป็นพืชตระกูลหญ้า เช่น หญ้าแฝก (Vetiver Grass), หญ้ารูซี่ (Ruzi Grass) หรือพืชตระกูลถั่วที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ เช่น อัลฟัลฟ่า (Lucern or Alfalfa), ถั่วสไตโล (Grahm Stylo) ล้วนเป็นระบบที่ช่วยในการอนุรักษ์ดิน และน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ดีพื้นผิวดินในแถบอนุรักษ์ต้องมีพืชคลุมดินค่อนข้างหนาแน่น การลดการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าจึงจะมีผลเต็มที่

นคร (2542) พบว่าระบบปลูกพืชที่ใช้แถบชากว้าง 1 เมตรรวมกับเศษพืชน่าจะมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีปริมาณการสูญเสียดินไม่สูงเกินกว่าที่กรมพัฒนาที่ดินยอมรับ (2ตัน/ไร่/ปี)เกษตรกรได้รับผลประโยชน์จากแถบพืชอนุรักษ์โดยสามารถเก็บเกี่ยวชาภายในปีที่ 3 ซึ่งจะให้ผลตอบแทนเฉพาะการขายผลผลิตใบชาสดได้ประมาณ 3,450 บาท/ปี (ระบบปลูกพืชพื้นที่ 1 ไร่จะมีแถบชาอยู่ประมาณ 240 ตารางเมตร) ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะให้เกษตรกรชาวไทยภูเขาใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนต่อไป

2.2.3 การใช้คันคูรับน้ำในแนวระดับ

การใช้คันคูรับน้ำในแนวระดับ เป็นมาตรการอย่างหนึ่งที่ใช้ในการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เสียเวลา และแรงงานก่อสร้างน้อยกว่าการทำขั้นบันได หรือการขุดคูดักน้ำขอบเขา แต่มีประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ดินและน้ำพอ ๆ กับคูรับน้ำขอบเขา หรืออาจดีกว่าถ้าสร้างอย่างถูกต้อง แต่ส่วนใหญ่แล้วการสร้างคันดินมักจะทำกันเฉพาะบนพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันไม่เกิน 20% เพราะถ้าความลาดชันมากกว่านี้ คันดินที่ทำจะมีความถี่มากขึ้น พอ ๆ กับการทำขั้นบันไดนั้นเอง

Dixin et al. (1998) ได้ศึกษาวิธีอนุรักษ์ดินและน้ำโดย การทำคูรับน้ำรอบเขาเปรียบเทียบกับการปลูกพืชแบบเกษตรนิยม (Farmer Practice) และพื้นที่ว่างเปล่า (Bare Land)เป็นเวลา 6 ปี พบว่าพื้นที่ว่างเปล่ามีปริมาณน้ำไหลบ่าบนหน้าดิน (Surface Runoff) การสูญเสียดิน(Soil loss) และปริมาณการสูญเสียธาตุอาหาร (Nutrient Loss) สูงสุด รองลงมาคือการปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยม ส่วนการทำคูรับน้ำรอบเขามีปริมาณการสูญเสียดินและน้ำ รวมทั้งปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารต่ำที่สุด ดังตารางที่ (2.2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.2 *การทำคูรับน้ำรอบเขาเปรียบเทียบกับ การปลูกพืชแบบเกษตรนิยมและพื้นที่ว่างเปล่าต่อปริมาณน้ำไหลบ่าบนหน้าดิน การสูญเสียดินและปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารรวม ในระยะเวลา6 ปี ดัดแปลงจาก Dixin et al.(1998)*

วิธีการอนุรักษ์	ปริมาณน้ำไหลบ่า (m^3 ha^{-1})	การสูญเสียดิน (t ha^{-1})	ปริมาณการสูญเสียธาตุอาหาร (kg ha^{-1})
การทำคูรับน้ำรอบเขา	7262	78.20	892.39
การปลูกพืชแบบเกษตรนิยม	11463	135.63	1766.74
พื้นที่ว่างเปล่า	24617	736.66	6044.27

2.2.4 การใช้วัสดุคลุมดิน

การใช้วัสดุคลุมดินเป็นการป้องกันการทำลายโครงสร้างของผิวดินจากการตกกระทบของฝนโดยเฉพาะดินที่มีความคงทนของเม็ดดินต่ำ

ผลงานอนุรักษ์ดินและน้ำและกลุ่มงานอุทกวิทยาลุ่มน้ำ (2541)ได้ทดลองใช้เศษพืช เช่น กากอ้อยคลุมดินในอัตรา 1,587 กก./ไร่ คลุมดินที่เป็นดินพวกดินทราย มีความลาดชัน 5 เปอร์เซ็นต์ และมีการปลูกมันสำปะหลังระยะ 1 x 1 เมตร สามารถลดปริมาณการสูญเสียดินเหลือ 3,900 กก./ไร่/ปี และลดปริมาณการสูญเสียน้ำ 321 $ม^3$/ไร่/ปี เปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีการคลุมดินด้วยกากอ้อย ซึ่งมีการสูญเสียดินเฉลี่ย 17,708 กก./ไร่/ปี ผลประโยชน์อื่นๆ ที่ได้รับจากการใช้เศษพืชคลุมดิน ได้แก่ ดินมีการเก็บความชื้นและพืชสามารถนำมาใช้เพื่อการเจริญเติบโตและผลผลิตแปลงที่มีการใช้กากอ้อยอัตรา 1,587 กก./ไร่ สามารถเก็บกักน้ำไว้ในดินได้ถึง 338 $ม^3$/ไร่/ปี สามารถให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเฉลี่ย 4.00 ตัน/ไร่ ในขณะที่แปลงที่ไม่มีการใช้กากอ้อยให้ผลผลิตเฉลี่ย 3.55 ตัน/ไร่

McCalla (1942) รายงานว่า การใช้วัสดุคลุมดินสามารถเพิ่มการจับตัวของเม็ดดิน นอกจากนี้ Moody et al. (1952) กล่าวว่า การใช้วัสดุคลุมดินสามารถลดการแตกกระจายของก้อนดินและเม็ดดินได้และลดการทำลายโครงสร้างของดินให้น้อยลง ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มอนุภาคทุติยภูมิของดินให้มากขึ้นนอกจากนี้ยังทำให้อัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน (Infiltration Rate) ดีขึ้น เป็นการลดปริมาณน้ำไหลบ่าบนหน้าดินและเพิ่มปริมาณการกักเก็บน้ำในดินให้มากขึ้น (สุริยนต์, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Fullen et. al (1980 อ้างโดย มัตติกา และคณะ, 2544) ได้ทำการวิจัยทางตอนใต้ของประเทศจีนพบว่า การใช้พลาสติกคลุมดินช่วยลดการชะกร่อนหน้าดินและเพิ่มผลผลิตของข้าวโพด ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับการคลุมดินด้วยฟางข้าว และการปลูกข้าวโพดด้วยวิธีดั้งเดิมของเกษตรกรในยูนาน อย่างไรก็ดีการคลุมดินด้วยฟางข้าวไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญ แต่ช่วยลดการชะกร่อนและการไหลบ่าของน้ำผิวดินได้ดีกว่าการคลุมดินด้วยพลาสติก

มัตติกาและคณะ (2544) พบว่าการคลุมดินด้วยพลาสติกช่วยสงวนความชื้นในดินดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกพืชแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบว่า การปลูกพืชแบบใช้แถบอนุรักษ์เป็นไม้ผลยืนต้น คือ มะม่วงและดินด้วยถั่วสไตโล ลดปริมาณการสูญเสียดินและปริมาณน้ำไหลบ่าได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับการปลูกขวางความลาดเทแบบเกษตรกรนิยม หรือ แบบยกร่องความลาดเท หรือแบบคลุมพลาสติกบนสันร่องและในร่องคลุมด้วยฟางข้าว อย่างไรก็ดี ผลผลิตข้าวโพดจากการปลูกแบบใช้แถบอนุรักษ์ไม่แตกต่างจากการคลุมด้วยพลาสติก

Rubio et al. (2000) พบว่าการคลุมดินด้วยพลาสติกสามารถป้องกันดินจากการอัดแน่นของดินจากน้ำฝน และ การแตกกระจายของเม็ดดินกลายเป็นเม็ดดินขนาดเล็กอุดตันหน้าดิน นอกจากนี้ผลผลิตข้าวโพดภายใต้การปลูกโดยวิธีการคลุมด้วยพลาสติกสูงกว่าวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

2.3 การสูญเสียดินจากการชะกร่อนโดยน้ำ (Soil loss)

การชะกร่อนพังทลายของดินโดยน้ำ สามารถอธิบายถึงกระบวนการเกิดแบ่งได้ 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ กระบวนการที่เม็ดฝนตกลงมาปะทะกับเม็ดดิน กระบวนการเคลื่อนย้ายของอนุภาคดินที่ถูกปะทะโดยฝน และกระบวนการตกทับถมของอนุภาคดินในพื้นที่ที่อยู่ต่ำลงไป (Brady and Weil, 2000) โดยสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

2.3.1 กระบวนการแตกกระจายของเม็ดดิน (Detachment)

เป็นกระบวนการแรกที่จะทำให้เกิดการชะกร่อนพังทลายของดินขึ้นโดยเกิดจากแหล่งพลังงานตามธรรมชาติเช่น ฝน น้ำ ลม แรงดึงดูดของโลก เป็นต้น และพลังงานที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น มนุษย์ และสัตว์ เป็นต้น พลังงานเหล่านี้จะกระทำต่อดินทำให้หน้าดินมีการเปลี่ยนแปลง คืออนุภาคของดินที่เกาะกันจะเกิดการแตกกระจาย ทำให้หน้าดินง่ายต่อการพังทลาย เมื่อเม็ดฝนตกกระทบเม็ดดินบนพื้นที่ลาดชันเม็ดดินจะแตกกระจายและกระเด็นลงตามพื้นที่ลาดชันมากกว่ากระเด็นขึ้น จึงเกิดการเคลื่อนย้ายเม็ดดินลงมาตามพื้นที่ลาดชันได้ง่ายกว่าในพื้นที่ราบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.2 กระบวนการพัดพาดิน (Transportation)

กระบวนการนี้เกิดขึ้นต่อมาจากกระบวนการแตกกระจายของดิน ซึ่งอาจจะเกิดต่อเนื่องกันเลย หรือเกิดหลังจากมีกระบวนการแตกกระจายนานแล้วก็ได้ ปัจจัยตามธรรมชาติที่ทำให้เกิดกระบวนการพัดพาดินที่สำคัญคือ น้ำไหลบ่าผิวดิน (Surface Runoff) หรือน้ำในลำธาร (Stream Flow) โดยน้ำจะเป็นตัวพัดพาเอาตะกอนไหลลงสู่พื้นที่ที่ต่ำกว่าจะมากน้อยเพียงไรขึ้นกับความรุนแรงของการไหลของน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับความลาดชัน ความยาวความลาดชัน และอัตราการไหลของน้ำ รวมทั้งขนาดของตะกอนเองด้วย โดยตะกอนที่มีขนาดเล็กจะถูกพัดพาไปได้ไกลกว่าตะกอนที่มีขนาดใหญ่

2.3.3 กระบวนการตกตะกอนทับถม (Deposition)

กระบวนการนี้เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการชะกร่อนพังทลายของดิน กระบวนการตกตะกอนทับถมนี้เกิดจากตัวการในการพัดพาไม่มีพลังงานพอที่จะพัดพาประกอบกับแรงดึงดูดของโลก ทำให้เกิดการตกตะกอนลงสู่เบื้องล่าง เช่นบริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ เป็นต้น

2.4 การสูญเสียน้ำเนื่องจากการไหลบ่าผิวดิน (Surface Runoff)

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน (Surface Runoff) เกิดขึ้นเมื่อปริมาณฝนตกสะสมในช่วงฤดูฝนมีปริมาณสูงกว่าปริมาณการกักเก็บน้ำของดินและอัตราการซึมน้ำภายในดินต่ำมากจนทำให้เกิดน้ำฝนสะสมบนผิวดินได้ (มัตติกา, 2549) ปริมาณและอัตราการไหลบ่าของน้ำผิวดินขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ในพื้นที่ดังนี้

2.4.1 ลักษณะของภูมิอากาศ (Climate) ได้แก่ ฝน ซึ่งมีบทบาทต่อการเกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดิน ปริมาณของน้ำตกสะสมที่มีมากกว่าอัตราการซึมน้ำของดินจะทำให้เกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดิน โดยปัจจัยหลักคือ ปริมาณการกระจาย (Distribution) และความเข้มของฝน (Intensity) รวมถึงระยะเวลา (Duration) ที่ฝนตก รวมไปถึงพลังงานของเม็ดฝน (Rain Drop Energy) ที่ตกลงมากระทบกับผิวดินโดยตรง ซึ่งมีผลทำให้เกิดการแตกกระจายของเม็ดดิน เป็นผงเล็กๆอุดตันผิวดินทำให้อัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินต่ำ ก่อให้เกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดินและการชะกร่อนผิวดิน โดยพลังงานจลน์ของฝนและความเข้มของฝนจะสูงสุดในช่วง 30 นาที (30-Min Erosivity Index, EI30) และก่อให้เกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดินสูงสุด (จักรพงษ์, 2549)

2.4.2 สมบัติของดิน (Soil Properties) สมบัติของดินมีความสัมพันธ์ต่อลักษณะการซึมน้ำของดิน (Soil Infiltration) และช่วยในการประมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดิน ซึ่งประกอบไปด้วยสมบัติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทางด้าน เนื้อดิน โครงสร้างของดิน และปริมาณของอินทรียวัตถุที่ผสมคลุกเคล้าในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

2.4.3 การใช้ประโยชน์ที่ดินและพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมดิน (Land Use and Plant Cover) การใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบต่าง ๆ และพืชพรรณที่ขึ้นอยู่ มีส่วนช่วยในการสกัดกั้นน้ำฝนที่ตกลงมายังพื้นดิน (เกษม, 2539) โดยทั่วไปในบริเวณป่าร้อนชื้น ปริมาณของฝนที่ตกลงมาจะถูกเรือนยอดของต้นไม้สกัดกั้นเอาไว้ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ (วารินทร์, 2541)

การใช้ที่ดินประเภทอื่นๆ ที่มีผลต่อน้ำไหลบ่าผิวดินและการสูญเสียดิน อาจกล่าวโดยย่อได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ ซึ่งไม่มีการทำไม้ออกมากเกินไปหรือปล่อยสัตว์เข้าไปรบกวนมากนัก หรือไม่มีไฟป่าเกิดขึ้นบ่อยๆนั้นโอกาสที่น้ำไหลบ่าผิวดินจะเกิดขึ้นแทบไม่มีเลย ส่วนทุ่งปศุสัตว์และทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ โดยปกติแล้วถ้าพื้นที่ทั้งสองรูปแบบนี้ได้รับการดูแลรักษา และมีการจัดการอย่างดีจะช่วยป้องกันการการชะกร่อนของดินได้ดีพอสมควร จะมีน้ำไหลบ่าผิวดินและการเคลื่อนย้ายดินตะกอนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับพื้นที่เกษตรกรรมพืชไร่ถาวร ดินมักหลวมตัวมากในช่วงเวลาที่มีการไถพรวนเพื่อเตรียมการปลูก และมีการชะกร่อนของผิวดินค่อนข้างสูง แต่การเพาะปลูกพืชในช่วงเวลาต่อมาอาจจะช่วยลดปริมาณการกัดเซาะ และการเคลื่อนย้ายของดินได้บ้าง แต่ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชเป็นสำคัญ หากมีฝนตกรุนแรงในระยะเริ่มต้นปลูกอัตราการชะกร่อนผิวดินก็ย่อมสูงเพราะยังมีพืชปกคลุมน้อย นอกจากนี้พื้นที่มีการทำไร่เลื่อนลอยซึ่งทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการการชะกร่อนของดินและสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินมากที่สุดในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย (นิพนธ์, 2545)

2.4.4 ลักษณะของภูมิประเทศ ได้แก่ ความชันและความยาวของความลาดชัน (Slope Steepness and Slope Length) ความชันและความยาวของความลาดชันในพื้นที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดอัตราการไหลสูงสุดของน้ำ เมื่อความชันและความยาวของความลาดชันเพิ่มขึ้นจะทำให้ความเร็วของน้ำที่ไหลบ่าผิวดินเพิ่มตามไปด้วย (Morgan, 1996)

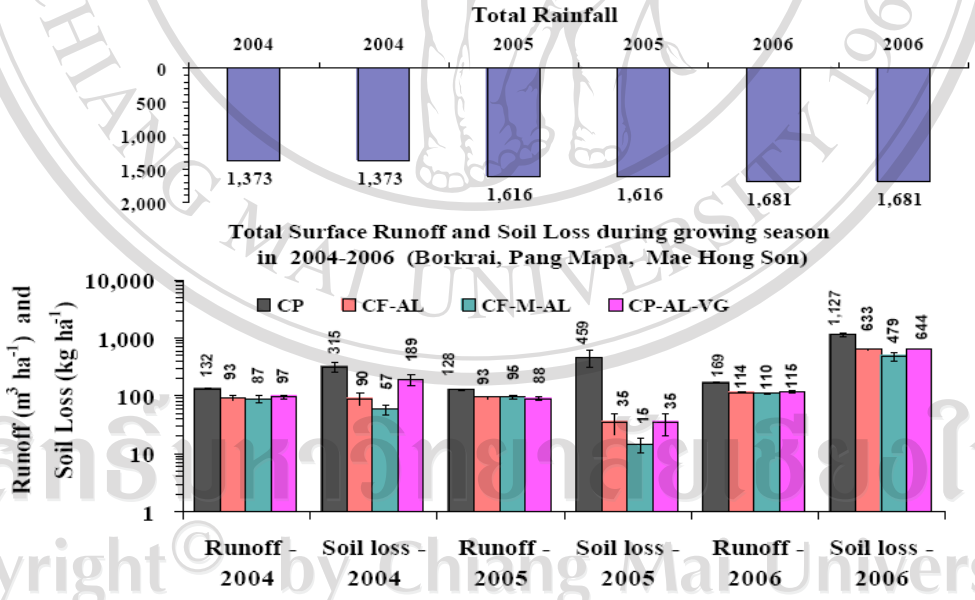
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5 กรณีศึกษาเกี่ยวกับการลดการสูญเสียน้ำไหลบ่าผิวดิน และการสูญเสียดินจากการชะกร่อน

มีการศึกษามากมายที่พบว่าวิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ต่างๆ สามารถลดหรือป้องกันการสูญเสียน้ำไหลบ่าบนผิวดินได้อย่างมีประสิทธิภาพดังตัวอย่างการศึกษาต่อไปนี้

มัตติกา (2550) ได้ศึกษาปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดิน และการสูญเสียดินดินในแปลงทดลองบริเวณหมู่บ้านบ่อไคร้ อ. ปางมะผ้า จ. แม่ฮ่องสอน ในช่วงตลอดระยะเวลา 3 ปี (มกราคม 2547-มีนาคม 2550) พบว่าอิทธิพลของการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ตามแนวระดับขวางความลาดเท 4 วิธี ต่อ

ปริมาณการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน และการชะกร่อนสูญเสียดิน ได้แก่ **(i)** การปลูกพืชตามที่เกษตรกรนิยมในปัจจุบัน (CP) **(ii)** การปลูกพืชในร่องโดยไม่คลุมดินร่วมกับการปลูกไม้ผลผสมและถั่วสไตโลคลุมดินในแถบอนุรักษ์ (CF-AL) **(iii)** การปลูกพืชในร่องแล้วคลุมดินด้วยระแนงหญ้าคาในแปลงทดลองที่ 1 (Site A) และแผงไม้ไผ่ในแปลงทดลองที่ 2 (Site B) ร่วมกับการปลูกไม้ผลผสมและถั่วสไตโลคลุมดินในแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสม (CF-M-AL) และ **(iv)** การปลูกพืชในแบบที่ (i) ร่วมกับแถบอนุรักษ์ในแบบที่ (ii) โดยปลูกหญ้าแฝก 1 แถวในแนวขอบล่างของแถบไม้ผล (CP-AL-VG) โดยพบว่าการสูญเสียตะกอนดินและปริมาณน้ำที่ไหลบ่าบนหน้าดินในต้นฤดูฝนของปีที่1 (เมษายน 2547- มีนาคม 2548) (รูปที่ 2.1) ซึ่งเป็นช่วงหลังการสร้างแปลงทดลองในระยะแรกอาจมีผลให้การสูญเสียดินจากแปลงปลูกพืชพืชเชิงอนุรักษ์ต่างๆ (CF-AL, CF-M-AL และ SP-AL-VG) สูงกว่าความเป็นจริงการ โดยการปลูกแบบเกษตรกรนิยม (CP) ก่อให้เกิดการสูญเสียปริมาณน้ำไหลบ่าและปริมาณดินสะสมจากการชะกร่อนค่อนข้างมาก และรุนแรงสูงที่สุดตลอดฤดูฝนของการทดลองวิจัยตลอดระยะเวลา 3 ปีเนื่องจากปริมาณฝนตกมีความเข้มสูงและไม่มีสิ่งกีดขวางเพื่อชะลอหรือลดอัตราเร็วของการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน



รูปที่ 2.1 *ปริมาณน้ำไหลบ่าสะสมรวมและปริมาณการสูญเสียดินสะสมโดยรวม ในช่วงระหว่างวันที่2 มิถุนายน – 22 กันยายน 2547, 1 สิงหาคม – 7 พฤศจิกายน 2548 และ 23 พฤษภาคม – 9 ตุลาคม 2549 หรือภายหลังการปลูกข้าวโพด 13 -125 วัน, 75 - 173 วัน และ 8 - 156 วัน ตามลำดับ ภายใต้วิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ที่แตกต่างกัน 4 วิธี (CP, CF-AL, CF-M-AL และ CP-AL-VG) ในแปลงทดลอง Site A ตลอดระยะเวลาการทดลองวิจัย 3 ปี*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนแปลงที่ปลูกด้วยระบบแถบอนุรักษ์ (CF-AL, CF-M-AL และ CP-AL-VG) มีการสูญเสียน้ำไหลบ่าสะสมไม่แตกต่างกัน เนื่องจากแถบอนุรักษ์และร่องปลูกทำหน้าที่สกัดกั้นลดการไหลบ่าและการสูญเสียดินในช่วงต้นฤดูถึงกลางฤดูปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับวิธีการปลูกพืชในร่องที่มีการคลุมดินและร่วมกับแถบอนุรักษ์ (CF-M-AL) มีผลต่อการลดปริมาณการสูญเสียน้ำไหลบ่าและการชะกร่อนดินได้ดีที่สุดเนื่องจากมีทั้งร่องปลูกที่คลุมด้วยวัสดุป้องกันการตกกระทบของเม็ดฝนที่มีความเข้มและพลังงานสูงร่วมกับแถบอนุรักษ์ที่ช่วยชะลออัตราเร็วของการไหลของน้ำฝนบนผิวหน้าดิน

Panomtaranichagul et al. (2002) ได้ศึกษาวิธีการอนุรักษ์ดินแบบต่าง ๆ ในบริเวณหมู่บ้านจะโป่ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่าวิธีการปลูกพืชบนสันร่องคู่มีการสูญเสียดินมากที่สุด รองลงมาคือการปลูกบนสันร่องคู่ที่คลุมด้วยพลาสติกใส และคลุมฟางในร่องการปลูกตามแนวระดับที่แนะนำให้ปฏิบัติบนพื้นที่สูงของประเทศไทย ทั้งนี้การปลูกพืชระหว่างแถบอนุรักษ์ของต้นมะม่วงผสมถั่วสไตโล ที่ใช้ปลูกคลุมดินมีการสูญเสียดินน้อยที่สุด

2.6 การศึกษาการประเมินค่าการชะกร่อนพังทลายของดิน

สมยศ (2529) กล่าวถึง วิธีการศึกษาเพื่อการคาดคะเนปริมาณการชะกร่อนพังทลายของดินมีอยู่หลายวิธีตั้งแต่วิธีแบบหยาบ จนถึงขั้นละเอียดมาก ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ความพร้อมในเครื่องมือ และงบประมาณ ซึ่งแนวทางในการศึกษามีดังนี้

2.6.1 การศึกษาโดยการวัดอย่างหยาบๆ (reconnaissance studies of measuring erosion)

การคาดคะเนปริมาณการชะกร่อนพังทลายของดินอย่างหยาบๆ สามารถทำได้หลายวิธีเช่น การวัดจากร่องน้ำขนาดใหญ่ (Gully) ที่ถูกกัดชะ โดยปริมาณดินที่สูญเสียคำนวณได้จากความลึก ความกว้างและความยาวของร่องน้ำ การใช้ตะปูที่มีวงแหวน หรือฝาเบียร์ตอกลงไปในดิน หรือการใช้สีพ่นตามหินหรือรากไม้ที่โผล่พ้นผิวดิน เพื่อการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับผิวหน้าดินหลังจากหน้าดินถูกชะกร่อนพังทลายของดินซึ่งสามารถ ประมาณระดับดินที่ถูกชะกร่อนพังทลายได้ เป็นต้น

2.6.2 การศึกษาจากแปลงทดลองในสนาม (field experiments)

โดยการสร้างแปลงทดลอง เพื่อศึกษาถึงผลของชนิดดิน พืชหรือวัสดุคลุมดิน และความลาดชันของพื้นที่มีต่อปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดิน และการชะกร่อนพังทลายของดิน ซึ่งในการกำหนดแปลงทดลองนั้นจะต้องแยกแปลงทดลองออกจากพื้นที่ข้างเคียง และสร้างขอบเขตแปลงเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำจากพื้นที่ใกล้เคียงไหลเข้ามาแปลงทดลอง ขณะเดียวกันก็ป้องกันน้ำจากแปลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทดลองไหลออกสู่พื้นที่ใกล้เคียง ปริมาณการชะกร่อนพังทลายของดินที่เกิดขึ้นจากแปลงทดลองจะไหลลงสู่ถังรองรับตะกอนที่เรียกว่า Runoff Tank เมื่อฝนหยุดตกจะทำการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลบ่าหน้าดินและปริมาณดินที่สูญเสียของฝนที่ตกแต่ละครั้ง แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันเป็นข้อมูลทั้งหมดของแต่ละปี หรือแต่ละฤดูกาลตามความต้องการ

2.6.3 การศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

นิพนธ์ (2545) กล่าวว่า ในระยะแรกๆ นั้น การคาดหมาย/พยากรณ์ ปริมาณตะกอนจากกระบวนการการชะกร่อนพังทลายของดินดังกล่าวจะใช้เพียงสมการ และวิธีการง่ายๆ ต่อมาในยุคที่คอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้งานมากขึ้น สมการง่ายๆ ทั้งหลายถูกดัดแปลงปรับปรุง และใช้เป็นฐานในการสร้างแบบจำลองเลียนแบบกระบวนการธรรมชาติดังกล่าว อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น คำว่าแบบจำลอง (Model) นั้นได้เริ่มใช้กันมาตั้งแต่ปี 1970 ในความหมายที่ใช้แทนคำว่า ทฤษฎี(Theory) หรือสูตร (Formula) และบอกเป็นนัยถึงความพยายามในการจำลองภาพ เหตุการณ์ (Simulate) กระบวนการธรรมชาติที่เกิดขึ้น โดยทำให้มันอยู่ในรูปแบบง่ายๆ ที่ สามารถเข้าใจ และเลียนแบบพฤติกรรมนั้นๆ ได้

2.7 การประเมินปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดิน และการสูญเสียดิน ในแบบจำลองโครงการประเมินการชะกร่อนโดยน้ำ (Water Erosion Prediction Project , WEPP)

แบบจำลองโครงการประเมินการชะกร่อนโดยน้ำ (Water Erosion Prediction Project, WEPP) เป็นแบบจำลองที่กระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา (USDA) พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้แทนสมการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation, USLE) ในปี ค.ศ. 1995 ด้วยการปรับปรุงให้ USLE สามารถอธิบายได้ถึงกระบวนการชะกร่อนของดิน ได้อย่างละเอียดถี่ถ้วน โดยการพัฒนาแบบจำลอง WEPP นี้ ได้แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 แบบ (Version) คือ (1) แบบที่ใช้กับพื้นที่ลาดเทบริเวณใดบริเวณหนึ่งซึ่งเป็นพื้นที่ขนาดเล็ก (2) แบบที่ใช้กับพื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed Version) ซึ่งเป็นพื้นที่ขนาดกลาง และ (3) แบบที่ใช้กับระบบตารางพื้นที่ (Grid Version) เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ โดยแบบที่ใช้กับพื้นที่ลาดเทบริเวณใดบริเวณหนึ่งจะใช้แทน USLE ดังเดิมโดยตรง ส่วนแบบอื่นๆ ตั้งใจจะประยุกต์ใช้กับระบบ GIS ซึ่งเป็นประโยชน์ในวงการจำลองแบบจำลองคณิตศาสตร์ทางอุทกวิทยาเป็นจำนวนมาก (นิพนธ์, 2545)

WEPP เป็นแบบจำลองที่ใช้หลักการพื้นฐานตามที่ Foster et al. (1995) ได้เสนอไว้ โดยแบ่งการเกิดการชะกร่อนพังทลายเป็น 2 ลักษณะ คือ การชะกร่อนพังทลายบนพื้นที่ระหว่างร่องริ้ว (Interrill Erosion) และการชะกร่อนพังทลายในร่องริ้ว (Rill Erosion) โดยในลักษณะแรกจะให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พลังงานของฝนเป็นตัวการสำคัญในการกัดชะ (Detach) และเคลื่อนย้าย (Transport) โดยมีน้ำไหลบ่าผิวดินแผ่นบางๆ เป็นปัจจัยเสริมในส่วนนี้ แต่เป็นตัวการสำคัญในการกัดชะและเคลื่อนย้ายตะกอนลงสู่ร่องริ้ว ซึ่งจะมีการพัดพาตะกอนออกไปได้ ปริมาณนั้นขึ้นอยู่กับสมรรถนะการเคลื่อนย้ายของพลังน้ำในร่องริ้วเป็นสำคัญ ดังสมการที่ (2.1)

$$dG / dX = D_r + D_i \qquad (2.1)$$

โดยที่ **dG** = อัตราการชะกร่อนของดิน ต่อระยะทางต่อเวลา (กก./ตร.ม/วินาที)

dX = ระยะทางการเคลื่อนที่ของตะกอนดินตามแนวลาดเทของพื้นที่ (ม.)

D_i = อัตราการชะกร่อนของตะกอนดินระหว่างร่องริ้ว (Interrill Erosion Rate, กก./ตร.ม/วินาที)

D_r = อัตราการชะกร่อนของตะกอนดินในร่องริ้ว (Rill Erosion Rate, กก./ตร.ม/วินาที)

Elliot et al. (1989) ได้ศึกษาอัตราการชะกร่อนของดินระหว่างร่องริ้ว พบว่าจะสามารถหาได้จากสมการที่ (2.2) คือ

$$D_i = K_i I^2 S_f \qquad (2.2)$$

โดยที่ D_i = อัตราการชะกร่อนของตะกอนดินระหว่างร่องริ้ว (กก./ตร.ม./วินาที)

K_i = ความยากง่ายในการเกิดการชะกร่อนพังทลายของดินระหว่างร่องริ้ว (Interrill Erodibility, กก. วินาที. ม$^{-4}$)

I = ความเข้มของฝน (เมตรต่อวินาที)

S_r = ปัจจัยเกี่ยวกับค่าความลาดชันซึ่งหาได้จาก สมการ (2.3)

$$\text{Slope Factor} = 1.050.85\exp^{(-0.85\sin[\theta])} \qquad (2.3)$$

เมื่อ θ คือ องศาของความลาดชัน

นอกจากนี้ Le Bissonnais (1996) ยังได้ศึกษาถึงอัตราการชะกร่อนของตะกอนดินในร่องริ้ว พบว่าจะสามารถหาได้จากสมการที่ (2.4) คือ

$$D_r = K_r (\tau - \tau_c) \qquad (2.4)$$

โดยที่ D_r = อัตราการชะกร่อนของตะกอนดินในร่องริ้ว

K_r = ความยากง่ายในการเกิดการชะกร่อนพังทลายของดินในร่องริ้ว (วินาที.ม)

τ_c = ค่าแรงเฉือนของน้ำไหลบ่าผิวดินในร่องริ้ว (Critical Shear Stress, นิวตัน.ม$^{-3}$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

τ = ค่าแรงเฉือนเริ่มต้นที่ทำให้อนุภาคดินเคลื่อนที่ (นิวตัน.ม$^{-3}$)

Flanagan and Nearing (1995) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยากง่ายในการเกิดการชะกร่อนพังทลายของดินระหว่างร่องริ้วกับเนื้อดิน (Soil Texture) ดังสมการที่ (2.5) และ (2.6) คือ

$$K_i = 2{,}728{,}000 + 1{,}921{,}000\ vfs \quad (2.5)$$

$$K_i = 6{,}054{,}000 - 55{,}130\ clay \quad (2.6)$$

K_i = ความยากง่ายในการเกิดการชะกร่อนพังทลายของดินระหว่างร่องริ้ว (Interrill Erodibility, กก. วินาที. ม$^{-4}$)

Vfs = อนุภาคทรายแป้ง (Very Fine Sand)

Clay = อนุภาคดินเหนียว (Clay)

Flanagan and Nearing (1995) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยากง่ายในการเกิดการชะกร่อนพังทลายของดินในร่องริ้วกับเนื้อดินสมการที่ (2.7 และ 2.8)

$$K_r = 0.00197 + 0.030\ vfs + 0.03863e^{-18.4org} \quad (2.7)$$

$$\tau_c = 2.65 + 6.5\ clay^{-5.8\ vfs} \quad (2.8)$$

โดยที่ K_r = ความยากง่ายในการเกิดการชะกร่อนพังทลายของดินในร่องริ้ว (วินาที.ม)

τ_c = ค่าแรงเฉือนของน้ำไหลบ่าผิวดินในร่องริ้ว (Critical Shear Stress, นิวตัน.ม$^{-3}$)

Vfs = อนุภาคทรายแป้ง (Very Fine Sand)

Clay = อนุภาคดินเหนียว (Clay), Org = อินทรียวัตถุ

อย่างไรก็ตามในกรณีที่ไม่ได้ทำการวิเคราะห์หาค่าอนุภาคทรายแป้ง WEPP User Summary (1995) ได้ใช้สมการ (2.9) ในการหาค่า (K_r)

$$K_r = 0.0069 + 0.134*EXP\ (-0.20*CLAY) \quad (2.9)$$

โดยที่ **Clay** = อนุภาคดินเหนียว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยค่าความยากง่ายในการเกิดการชะกร่อนพังทลายของดินระหว่างร่องริ้ว (K_i) ควรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 2,000,000 ถึง 11,000,000 kg. s. m^{-4} ความยากง่ายในการเกิดการชะกร่อนพังทลายของดินในร่องริ้ว (K_r) ควรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.002-0.045 s. m. ส่วนค่าแรงเฉือนของน้ำไหลบ่าผิวดินในร่องริ้ว (τ_c) ควรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1-6 N. m^{-3}

Pudasaimi (2004) ได้ศึกษาอัตราการชะกร่อนของดินโดยได้ประยุกต์การหาค่าการชะกร่อนพังทลายของดินระหว่างร่องริ้วหาได้เป็นสมการ(2.10)

$$D_i = K_{iadj} I_e \sigma_r SDR_{RR} F_{nozzle} (R_s/w) \quad (2.10)$$

D_i = อัตราการเคลื่อนย้ายของตะกอนดินระหว่างร่องริ้ว (Interrill Sediment Delivery Rate, กก/ตร.ม./วินาที)

K_{iadj} = ค่าคงที่ๆใช้ปรับค่าความคงทนต่อการชะกร่อนของดินที่อยู่ระหว่างร่องริ้ว (Adjusted Interrill Erodibility, กก. วินาที. ตร.ม$^{-4}$)

I_e = ปริมาณความเข้มของน้ำฝนที่ก่อให้เกิดการชะกร่อนในร่องริ้ว (Effective Rainfall Intensity, มม./ชม.)

σ_r = อัตราน้ำไหลบ่าผิวดินระหว่างร่องริ้ว (Interrill Runoff Rate, มม./ชม.)

SDR_{RR} = สัดส่วนการเคลื่อนที่ของตะกอนดินระหว่างร่องริ้ว (Interrill Sediment Delivery Ratio)

F_{nozzle} = ค่าคงที่ๆใช้ปรับค่าพลังงานที่ตกกระทบจากการให้น้ำโดยสปริงเกอร์

R_s = ความยาวของร่องริ้ว (Rill Spacing, ม.)

W = ความกว้างของร่องริ้ว (ม.)

โดยการชะกร่อนพังทลายในร่องริ้วคำนวณได้จากสมการ (2.11)

$$D_r = K_{radj} (\tau_f - \tau_{cadj}) (1-G/T_c) \quad (2.11)$$

K_{radj} = ค่าคงที่ๆใช้ปรับค่าความคงทนต่อการชะกร่อนของดิน (Adjusted Soil Erodibility Parameter, วินาที/ม.)

τ_f = แรงเฉือนเริ่มต้นที่ทำให้อนุภาคดินเคลื่อนที่ (Flow Shear Stress, นิวตัน.ม$^{-3}$)

τ_{cadj} = ค่าคงที่ๆใช้ปรับค่าแรงเฉือนของน้ำบ่าผิวดินในร่องริ้ว (Adjusted Critical Shear Stress of The Rill Surface, นิวตัน.ม$^{-3}$)

T_c = สัมประสิทธิ์การเคลื่อนย้ายตะกอนในร่องริ้ว (Sediment Transport Capacity of The Rill Flow, กก./ม.-วินาที) ซึ่งประเมินได้จากสมการที่ (2.12)

$$T_c = K_{tr} q_w s \quad (2.12)$$

K_{tr} = ค่าคงที่ของสัมประสิทธิ์การเคลื่อนย้ายตะกอน

q_w = การเปลี่ยนแปลงขนาดของร่องริ้ว (ม^2/วินาที)

S = ค่าความลาดเท (%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้ค่าต่างๆที่ใช้ในการประกอบการประเมินปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดิน และการสูญเสียดินโดยรูปแบบจำลอง WEPP ที่ไม่ได้ทำการวัดโดยตรง เช่น ค่าสัมประสิทธ์ความสามารถซึมน้ำของดิน (Effective Conductivity, K_b), ค่าการสะท้อนแสงของผิวดิน (Soil Albedo), ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน (Cation Exchange Capacity, CEC), สัมประสิทธ์การปกคลุมทรงพุ่ม (Canopy Cover Coefficient, BB) เป็นต้น โดยได้แสดงรายละเอียดวิธีการคำนวณ และประเมินค่าดังกล่าวไว้ในสมการต่างๆ ในภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved