

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ลักษณะดินและสมบัติทางกายภาพของดินในพื้นที่ศึกษา

ลักษณะของดินในพื้นที่ที่ทำการศึกษานั้นศึกษาโดยใช้หน้าตัดดิน (soil profile) ที่มีความลึกมากกว่า 2 เมตร และใช้สว่านเพื่อเก็บตัวอย่างดินในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน โดยแปลงที่ 1 ใช้แถบหญ้าแฝกเป็นแถบอนุรักษ์ แปลงที่ 2 ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและแปลงที่ 3 ใช้แถบหญ้าธรรมชาติเป็นแถบอนุรักษ์ เพื่อศึกษาลักษณะของดินรวมถึงวิเคราะห์สมบัติทั้งทางด้านกายภาพและเคมีของดิน โดยได้ผลดังต่อไปนี้

4.1.1 ชั้นดิน (soil horizon)

ลักษณะของดินในพื้นที่เป็นดินลึก ที่มีชั้นของหน้าตัดดินที่ลึกมากกว่า 2 เมตร ทำการเพาะปลูกมานานมากกว่า 10 ปี ในช่วงฤดูฝนจะทำการยกแปลงและพรวนดิน โดยใช้จอบขุดลึกประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร ในช่วงฤดูแล้งจะปล่อยพื้นที่ให้ว่างเปล่ามีหญ้าตามธรรมชาติขึ้นปกคลุม ดินมีลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดินเป็นแบบ Ap1 Ap2 BA Bt1 Bt2 Bt3 Bt4 Bt5 และ Bt6 คือ มีชั้นไผพรวน (Ap) ที่ลึกประมาณ 0 - 30 เซนติเมตร ชั้นที่เป็นรอยต่อของชั้นดินและชั้นแสดงการสะสม (BA) อยู่ในช่วงความลึก 30 - 50 เซนติเมตร ส่วนชั้นที่ถัดลงไปแสดงการสะสมดินเหนียว (Bt) โดยการสะสมดินเหนียวนั้นจะเพิ่มขึ้นตามความลึกตั้งแต่ 50 - 190 เซนติเมตร ลงไปซึ่งจัดเป็นดินที่ลึกมาก (very depth soil) (กองสำรวจดินและจำแนกดิน, 2541 ; เอิบ, 2542 ข)

4.1.2 โครงสร้างดิน (soil structure)

การศึกษาโครงสร้างของดินในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน ทำการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้างดิน จากการศึกษาพบว่าโครงสร้างของดินในชั้นไผพรวน (Ap) มีลักษณะของโครงสร้างดินเป็นแบบก้อนกลมละเอียด (fine granular)

เหมือนกันทั้ง 3 แปลง ส่วนชั้นที่เป็นของรอยต่อของชั้นดินแร่ธาตุและชั้นที่แสดงการสะสม (BA) ที่ลึกเกินกว่า 30 เซนติเมตร ลงไปศึกษาโดยใช้หน้าตัดดิน มีลักษณะของโครงสร้างดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนละเอียดถึงละเอียดมาก (fine to very fine sub angular blocky) ส่วนชั้นที่ถัดลงไปนั้นแสดงการสะสมของดินเหนียวนี้มีลักษณะของโครงสร้างดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนละเอียดถึงละเอียดมาก (fine to very fine angular) (เอิบ, 2542 ก)

4.1.3 การกระจายตัวของขนาดอนุภาคดิน (soil particle size distribution)

การกระจายตัวของอนุภาคดินในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินนั้น พบว่า ในชั้นไถพรวน (Ap) 0 - 30 เซนติเมตร ซึ่งได้รับอิทธิพลโดยตรงจากการชะล้างพังทลายของดินมีการกระจายตัวของอนุภาคดินดังต่อไปนี้ ในช่วงความลึก 0 - 15 เซนติเมตร แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินพบการกระจายตัวของอนุภาคทรายมากที่สุด (15.0 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือแถบหญ้าธรรมชาติ (13.4 เปอร์เซ็นต์) และแถบหญ้าแฝก (13.2 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ในส่วนการกระจายตัวของอนุภาคทรายแป้ง แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าธรรมชาติ พบการกระจายตัวของอนุภาคทรายแป้งมากที่สุด (57.4 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน (53.4 เปอร์เซ็นต์) และแถบหญ้าแฝก (52.1 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ และการกระจายตัวของอนุภาคดินเหนียว ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบแฝก พบการกระจายตัวของอนุภาคดินเหนียวมากที่สุด (34.7 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน (31.6 เปอร์เซ็นต์) และแถบหญ้าธรรมชาติ (29.2 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ โดยมีชั้นของเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) (ตารางที่ 4.1)

ในช่วงความลึก 15 - 30 เซนติเมตร แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าแฝก พบการกระจายตัวของอนุภาคทรายมากที่สุด (13.2 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือแถบหญ้าธรรมชาติและไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน พบการกระจายตัวของอนุภาคทรายที่เท่ากัน (12.7 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ในส่วนการกระจายตัวของอนุภาคทรายแป้ง แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าธรรมชาติ พบการกระจายตัวของอนุภาคทรายแป้งมากที่สุด (58.0 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ แถบหญ้าแฝก (53.8 เปอร์เซ็นต์) และไม่มีมาตรการในการอนุรักษ์ดิน (53.5 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ และการกระจายตัวของอนุภาคดินเหนียว ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าแฝก พบการกระจายตัวของอนุภาคดินเหนียวมากที่สุด (37.0 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน (33.8 เปอร์เซ็นต์) และแถบหญ้าธรรมชาติ (30.3 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) โดยมีชั้นของเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam)

ในช่วงความลึกของดินที่ลึกกว่า 30 เซนติเมตร ลงไปนั้นจะพบสัดส่วนของปริมาณดินเหนียวเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเกิดจากการชะละลายเอาอนุภาคดินเหนียวลงไปสะสมในดินชั้นล่าง

ตารางที่ 4.1 แสดงการกระจายตัวของขนาดอนุภาคดินชั้นไทรพรวนในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน

มาตรการอนุรักษ์ดิน	ความลึก (เซนติเมตร)	% ทราย	% ทรายแป้ง	% ดินเหนียว	เนื้อดิน
แถบหญ้าแฝก	0 - 15	13.2	52.1	34.7	silty clay loam
	15 - 30	13.2	53.8	37.0	silty clay loam
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน	0 - 15	15.0	53.4	31.6	silty clay loam
	15 - 30	12.7	53.5	33.8	silty clay loam
แถบหญ้าธรรมชาติ	0 - 15	13.4	57.4	29.2	silty clay loam
	15 - 30	12.7	58.0	30.3	silty clay loam

4.1.4 ความหนาแน่นรวมของดิน (soil bulk density)

ความหนาแน่นรวมของดิน คือ สัดส่วนระหว่างมวลดินแห้งกับปริมาตรรวมของดิน จากการศึกษา พบว่า ในช่วงความลึก 0 - 15 เซนติเมตร แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าแฝกมีค่าความหนาแน่นรวมของดินมากที่สุด (0.89 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือแถบหญ้าธรรมชาติ (0.86 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และไม่มีมาตรการในการอนุรักษ์ดิน (0.84 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ตามลำดับ ในช่วงความลึก 15 - 30 เซนติเมตร แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินมีค่าความหนาแน่นรวมของดินมากที่สุด (1.12 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือแถบหญ้าธรรมชาติ (1.07 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และแถบหญ้าแฝก (1.06 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ตามลำดับ โดยที่ค่าความหนาแน่นรวมของดินนั้นในช่วงความลึก 0 - 50 เซนติเมตร นั้นมีค่าความหนาแน่นอยู่ในระดับต่ำ และในช่วงความลึกมากกว่า 50 เซนติเมตร ลงไป ค่าความหนาแน่นอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ เหมือนกันทั้ง 3 แปลง โดยใช้เกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน (นงคราญ, 2529) เนื่องจากในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินมีการไถพรวนเพื่อใช้ในการเพาะปลูกและกำจัดวัชพืชอยู่ตลอดเวลา ค่าความหนาแน่นรวมของดินจะเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยแปลงที่ไม่มีมาตรการในการอนุรักษ์ดินมีค่าความ

หนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ แอบหญ้าแฝกและแอบหญ้าธรรมชาติ (ตารางที่ 4.2) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อุกฤษณ์ (2545) ที่พบว่า ค่าของความหนาแน่นรวมของดินจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามความลึกของชั้นดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ทำการเกษตรบนพื้นที่สูง

ตารางที่ 4.2 แสดงความหนาแน่นรวมของดิน (เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน

ความลึก (เซนติเมตร)	แอบหญ้าแฝก	ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน	แอบหญ้าธรรมชาติ
0 - 15	0.89	0.84	0.86
15 - 30	1.06	1.12	1.07
30 - 50	1.13	1.15	1.11
50 - 70	1.21	1.22	1.23
70 - 90	1.25	1.28	1.27

4.1.5 ความหนาแน่นอนุภาคของดิน (soil particle density)

ความหนาแน่นอนุภาคของดิน คือ สัดส่วนระหว่างมวลของอนุภาคดินแห้งต่อปริมาตรของอนุภาคดินแห้ง จากการศึกษา พบว่า ในช่วงความลึก 0 - 15 เซนติเมตร แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน มีค่าความหนาแน่นอนุภาคของดินมากที่สุด (2.54 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือ แอบหญ้าธรรมชาติ (2.48 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และแอบหญ้าแฝก (2.45 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ตามลำดับ ในช่วงความลึก 15 - 30 เซนติเมตร แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน มีค่าความหนาแน่นอนุภาคของดินมากที่สุด (2.70 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือ แอบหญ้าแฝก (2.55 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และ แอบหญ้าธรรมชาติ (2.45 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ตามลำดับ ค่าความหนาแน่นอนุภาคของดินในช่วงความลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตร ลงไปจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก (ตารางที่ 4.3) โดยแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการในการอนุรักษ์ดินมีค่าของความหนาแน่นอนุภาคดินมากที่สุด รองลงมาคือ แอบหญ้าแฝกและแอบหญ้าธรรมชาติ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 แสดงความความหนาแน่นอนุภาคของดิน (เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ในแปลง
ศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน

ความลึก (เซนติเมตร)	แถบหญ้าแฝก	ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน	แถบหญ้า ธรรมชาติ
0 - 15	2.45	2.54	2.48
15 - 30	2.55	2.70	2.45
30 - 50	2.75	2.80	2.70
50 - 70	2.95	3.15	2.88
70 - 90	3.20	3.25	3.22

4.1.6 ความพรุนของดิน (soil porosity)

ความพรุนของดิน คือ สัดส่วนระหว่างปริมาณช่องว่างกับปริมาตรรวมของดิน จากการศึกษพบว่าในช่วงความลึก 0 - 15 เซนติเมตร แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน มีค่าความพรุนของดินมากที่สุด (0.67 ลูกบาศก์เมตร/ลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือ แถบหญ้าธรรมชาติ (0.65 ลูกบาศก์เมตร/ลูกบาศก์เมตร) และแถบหญ้าแฝก (0.64 ลูกบาศก์เมตร/ลูกบาศก์เมตร) ตามลำดับ ในช่วงความลึก 15 - 30 เซนติเมตร แปลงศึกษาที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและแถบหญ้าแฝก มีค่าความพรุนของดินมากที่สุด ซึ่งมีค่าที่เท่ากัน (0.58 ลูกบาศก์เมตร/ลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือ แถบหญ้าธรรมชาติ (0.56 ลูกบาศก์เมตร/ลูกบาศก์เมตร) ค่าความพรุนของดินในช่วงความลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตร ลงไปจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก (ตารางที่ 4.4) และช่วงความลึก 70 - 90 เซนติเมตร ค่าความพรุนของดินมีค่าที่เท่ากันทั้ง 3 แปลง เนื่องจากอินทรีย์วัตถุที่เกิดจากการย่อยสลายจากซากพืช รากพืช และเกิดจากการไถพรวนที่มีลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร จึงทำให้ดินในช่วงความมีความพรุนมากและในดินชั้นล่างจะพบปริมาณของดินเหนียวที่เพิ่มมากขึ้นตามความลึกในดินบนพื้นที่สูง (นิวัตติ, 2546 ก ; ถวิล, 2545 ; เสวียน, 2538 ; ธนัญญ์, 2547) ทำให้ดินมีสัดส่วนของดินเหนียวเป็นองค์ประกอบอยู่สูงและการจัดเรียงตัวของอนุภาคดินเหนียวที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคที่น้อยกว่า 0.002 มิลลิเมตร ทำให้มีพื้นที่ผิวมาก จึงมีปริมาณของช่องว่างหรือความพรุนสูง ส่งผลให้ในดินชั้นล่างมีความพรุนเพิ่มขึ้นตามความลึก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ตารางที่ 4.4 แสดงความพรุนของดิน (ลูกบาศก์เมตร/ลูกบาศก์เมตร) ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน

ความลึก (เซนติเมตร)	แถบหญ้าแฝก	ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน	แถบหญ้าธรรมชาติ
0 – 15	0.64	0.67	0.65
15 – 30	0.58	0.58	0.56
30 – 50	0.59	0.59	0.59
50 – 70	0.59	0.61	0.57
70 – 90	0.61	0.61	0.61

4.2 สมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ศึกษา

สมบัติทางเคมีของดินที่นำไปใช้ในการประมาณค่าการชะล้างพังทลายของดิน คือ ปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน จากการศึกษาในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน พบว่า ในช่วงความลึก 0 - 15 เซนติเมตร แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าแฝก มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากที่สุด (35 กรัม/กิโลกรัม) รองลงมาคือ แถบหญ้าธรรมชาติ (34 กรัม/กิโลกรัม) และไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน (30 กรัม/กิโลกรัม) ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง ในช่วงความลึก 15 - 30 เซนติเมตร แปลงศึกษาที่ใช้แถบหญ้าธรรมชาติพบปริมาณอินทรีย์วัตถุมากที่สุด (26 กรัม/กิโลกรัม) รองลงมา คือ แถบหญ้าแฝก (23 กรัม/กิโลกรัม) และไม่มีมาตรการในการอนุรักษ์ดิน (17 กรัม/กิโลกรัม) ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ในช่วงความลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตร ลงไป ปริมาณของอินทรีย์วัตถุจะลดลงตามระดับความลึก ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงต่ำ (FAO and the Land Classification Division, 1973 ; Soil Survey Division Staff, 1993) เหมือนกันทั้ง 3 แปลง (ตารางที่ 4.5)

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินชั้นบนสูงกว่าดินชั้นล่างและมีปริมาณลดลงตามระดับความลึก ซึ่งเป็นผลมาจากการสลายตัวของเศษซากพืชและสัตว์ โดยการกระทำของจุลินทรีย์และยังได้รวมเอาเซลล์ของจุลินทรีย์ที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตตลอดจนสารที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ขึ้น รวมถึงสารอินทรีย์ที่รากพืชปลดปล่อยออกมาจากแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าแฝกและแถบหญ้าธรรมชาติ ทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าแปลงศึกษาที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน สำหรับดินต่างปริมาณอินทรีย์วัตถุจะลงไปสะสมน้อย เนื่องจากดินในเขตร้อนนั้น การย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินชั้นบนจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้การชะละลายลงไปสะสมในดินชั้นล่าง

เกิดขึ้นน้อย (Sanchez, 1976) จึงทำให้ปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินชั้นล่างอยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (กรัม/กิโลกรัม) ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน

ความลึก (เซนติเมตร)	แถบหญ้าแฝก	ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน	แถบหญ้าธรรมชาติ
0 - 15	35	30	34
15 - 30	23	17	26
30 - 50	14	13	15
50 - 70	10	9	10
70 - 90	9	8	9

4.3 ลักษณะทางอุทกวิทยาของดิน

ลักษณะทางอุทกวิทยาของดินได้แก่ การซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน (infiltration rate, IR) ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัว (saturated hydraulic conductivity, Ks) เพื่อนำไปใช้ในการหาสภาพการนำน้ำของดิน ในการประมาณปัจจัยของความคงทนต่อการชะล้างพังทลายของดิน และใช้ในการประมาณค่าการไหลบ่าของน้ำผิวดินและการสูญเสียดินในการศึกษาการไหลบ่าของน้ำผิวดิน และการสูญเสียดินทางกลศาสตร์

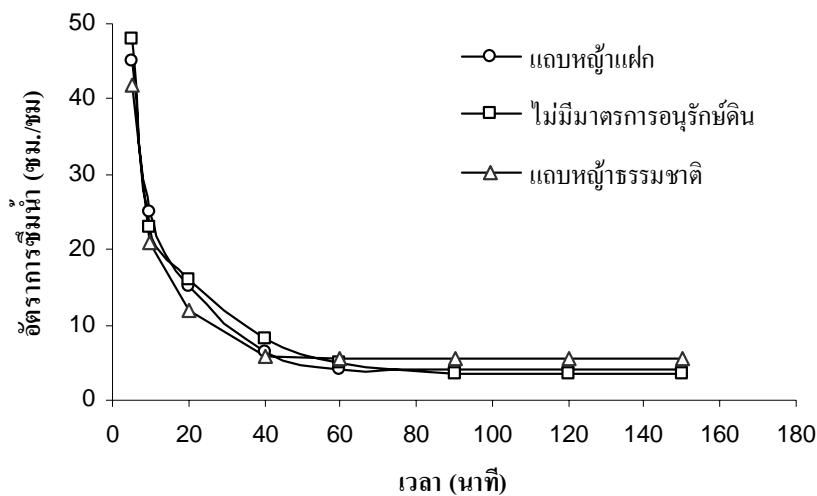
4.3.1 การซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน (infiltration rate, IR)

การซึมเข้าสู่ผิวดิน เป็นคุณสมบัติของดินที่สามารถให้น้ำซึมผ่านได้ ซึ่งถ้าปริมาณของฝนที่ตกมีมากกว่าอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน จะทำให้เกิดการเอ่อของน้ำผิวดินและเกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดิน จากการศึกษาพบว่า ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าธรรมชาติมีอัตราการซึมน้ำของดินสูงที่สุด (5.4 เซนติเมตร/ชั่วโมง) รองลงมาคือแถบหญ้าแฝก (4.2 เซนติเมตร/ชั่วโมง) และไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน (3.6 เซนติเมตร/ชั่วโมง) (ตารางที่ 4.6) เนื่องจากในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าธรรมชาติมีปริมาณของ

อินทรีย์วัตถุสูงในดินชั้นบน จะช่วยเพิ่มความพรุนให้กับดินและเพิ่มความสามารถในการในการดูดซึมน้ำของดินให้สูงขึ้นตามไปด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) และปริมาณการซึมน้ำของดินจะลดลงจนคงที่เมื่อผ่านนาที่ที่ 60 ไปแล้วเหมือนกันทั้ง 3 แปลง (ภาพที่ 4.1) ซึ่งสอดคล้องกับ เกษม (2539) ที่กล่าวว่า อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินจะมีสูงสุดในระยะแรกแล้วค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งถึงจุดสมดุล อัตราการซึมน้ำก็จะคงที่

ตารางที่ 4.6 แสดงอัตราการซึมน้ำของดินเริ่มต้น และอัตราการซึมน้ำของดินคงที่

มาตรการอนุรักษ์ดิน	อัตราการซึมน้ำ (เซนติเมตร/ชั่วโมง)	
	อัตราการซึมน้ำเริ่มต้น (f_0)	อัตราการซึมน้ำคงที่ (f_c)
แถบหญ้าแฝก	45	4.2
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน	48	3.6
แถบหญ้าธรรมชาติ	42	5.4



ภาพที่ 4.1 แสดงอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน

4.3.2 สัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัว (saturated hydraulic conductivity, K_s)

ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัว คือความพรูของดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านด้วยอัตราเร็วที่ผันแปรไปตามสมบัติของน้ำในดิน จากการศึกษาในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลาย

ของดินในช่วงความลึก 0 - 30 เซนติเมตร ซึ่งเป็นชั้นไทรพรวน Ap พบว่า แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าธรรมชาติ มีค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัวสูงสุด (150.0 มิลลิเมตร/ชั่วโมง) รองลงมาคือ แถบหญ้าแฝก (137.0 มิลลิเมตร/ชั่วโมง) และไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน (136.0 มิลลิเมตร/ชั่วโมง) ตามลำดับ ส่วนในช่วงความลึก 30 - 50⁺ เซนติเมตร ซึ่งเป็นชั้นรอยต่อระหว่างดินชั้นแร่ธาตุและชั้นที่แสดงการสะสม (AB) พบว่า แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าธรรมชาติมีค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัวสูงสุด (12.0 มิลลิเมตร/ชั่วโมง) รองลงมาคือ แถบหญ้าแฝก (10.0 มิลลิเมตร/ชั่วโมง) และไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน (7.0 มิลลิเมตร/ชั่วโมง) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7) ซึ่งอยู่ในระดับที่เร็วมาก (very rapid) ในดินบน และช้ามาก (very slow) ในดินล่าง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) เนื่องจากในชั้นที่ถัดลงไปมีสัดส่วนของดินเหนียวที่เพิ่มมากขึ้นทำให้น้ำซึมลงไปได้ช้า จึงส่งผลให้ ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัว ในช่วงความลึก 30 - 50⁺ เซนติเมตร ต่ำ

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัว (เซนติเมตร/ชั่วโมง) ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน

ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัว (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)	แถบหญ้าแฝก (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)	ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)	แถบหญ้าธรรมชาติ (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)
ดินบน 0 - 30 เซนติเมตร	137.0	136.0	150.0
ดินล่าง 30 - 50 ⁺ เซนติเมตร	10.0	7.0	12.0

4.4 ฝนและพลังงานจลน์ของฝนที่ก่อให้เกิดการพังทลายที่ทำให้เกิดน้ำไหลป่าผิวดินและการสูญเสียดิน

ปัจจัยทางด้านฝนและความสามารถของฝนที่ก่อให้เกิดการพังทลาย เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดน้ำไหลป่าผิวดิน และการสูญเสียดิน Wischmeier and Smith (1971) พบว่า ลักษณะที่เด่นชัดที่มีอิทธิพลสูงมากต่อการชะล้างพังทลายของดิน คือ ผลคูณของพลังงานของฝนที่ตกในครั้งนั้น ๆ กับความหนักเบา 30 นาที เรียกว่า ดัชนี EI_{30} ซึ่งค่าพลังงานจลน์ของฝนขึ้นอยู่กับความเร็วของเม็ดฝน และค่าความหนักเบาของฝนในช่วง 30 นาที จะเป็นตัวกำหนดว่าจะมีน้ำไหลป่าผิวดินและการ

สูญเสียดิน จากการศึกษาลักษณะของฝนที่ตกในพื้นที่และพลังงานจลน์ของฝนที่ทำให้เกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดิน และการสูญเสียดินบนพื้นที่บ้านบวกจัน พบว่า ในปี 2546 มีปริมาณฝนตกประมาณ 1,101 มิลลิเมตร มีเหตุการณ์ฝนตก 8 เหตุการณ์ ที่ทำให้เกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดินและสูญเสียดิน โดยเหตุการณ์ในวันที่ 4 ก.ย. 2546 เป็นวันที่มีฝนตกและค่าของพลังงานจลน์ของฝนสูงสุด เท่ากับ 1,700 เมตร-ตัน/เฮกตาร์-เซนติเมตร ปริมาณฝนตก 33 มิลลิเมตร และความเข้มของฝน 66 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ส่วนเหตุการณ์ในวันที่ 2 ก.ค. 2546 เป็นวันที่มีฝนตกและค่าของพลังงานจลน์ของฝนต่ำสุด เท่ากับ 245 เมตร-ตัน/เฮกตาร์-เซนติเมตร ปริมาณฝนตก 5 มิลลิเมตร และความเข้มของฝน 10 มิลลิเมตร/ชั่วโมง (ตารางที่ 4.8)

ในปี 2547 มีปริมาณฝนตกประมาณ 1,310 มิลลิเมตร และมีเหตุการณ์ฝนตก 16 เหตุการณ์ ที่ทำให้เกิดน้ำไหลบ่าผิวดินและสูญเสียดิน โดยเหตุการณ์ในวันที่ 10 ส.ค. 2547 เป็นวันที่มีฝนตกและค่าของพลังงานจลน์ของฝนสูงสุด เท่ากับ 932 เมตร-ตัน/เฮกตาร์-เซนติเมตร ปริมาณฝนตก 44 มิลลิเมตร และความเข้มของฝน 88 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ส่วนเหตุการณ์ในวันที่ 11 ส.ค. เป็นวันที่มีฝนตกและค่าของพลังงานจลน์ของฝนต่ำสุด เท่ากับ 121 เมตร-ตัน/เฮกตาร์-เซนติเมตร ปริมาณฝนตก 6 มิลลิเมตร และความเข้มของฝน 12 มิลลิเมตร/ชั่วโมง (ตารางที่ 4.8)

การหาค่าสัมพันธภาพของปริมาณฝนกับค่าพลังงานจลน์ของฝน ในรอบ 2 ปี (2546 - 2547) จากจำนวนวันที่มีฝนตก 24 เหตุการณ์ ได้สมการแสดงความสัมพันธ์ ดังนี้

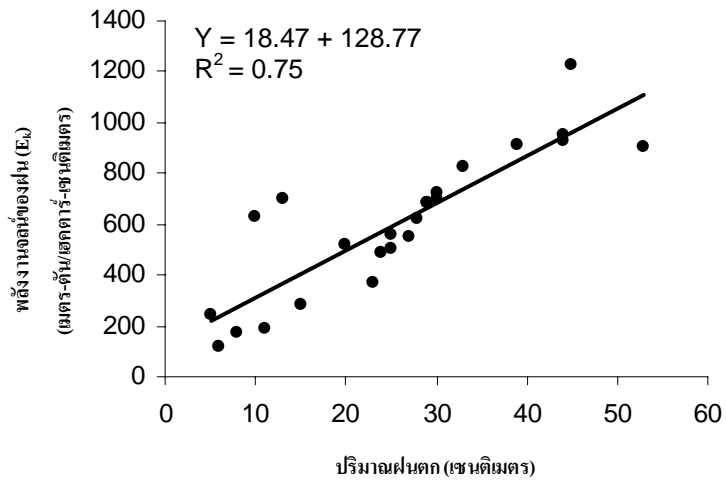
$$R_s = 18.47P_s + 128.77 \quad \text{โดยที่} \quad R^2 = 0.75 \quad (10)$$

เมื่อ

P_s คือ ปริมาณของฝน (มิลลิเมตร)

R_s คือ ความสามารถของฝนที่ก่อให้เกิดการพังทลาย (Erosivity)
(เมตร-ตัน/เฮกตาร์-เซนติเมตร)

ค่าสหสัมพันธ์ของปริมาณฝนกับค่าพลังงานจลน์ของฝนในรูปของสมการเชิงเส้น โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) นั้นอธิบายได้ว่า ความสามารถของฝนที่ก่อให้เกิดการพังทลายในพื้นที่บ้านบวกจัน ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ มีค่าแปรผันตามกัน โดยที่มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) เท่ากับ 0.75 (ภาพที่ 4.2) ซึ่งมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับ การศึกษาของ Paramee (1999) ที่ศึกษาในศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ



ภาพที่ 4.2 แสดงค่าสหสัมพันธ์ของปริมาณฝนที่ตกกับพลังงานจลน์ของฝน (E_p)

ตารางที่ 4.8 แสดงวันที่ฝนตก ปริมาณ ความชื้นและพลังงานจลน์ของฝน ที่ทำให้เกิดน้ำไหลบ่าผิว

ดินและการสูญเสียดิน

วันที่	ปริมาณฝน มิลลิเมตร	ความชื้นฝน มิลลิเมตร/ชั่วโมง	พลังงานจลน์ ของฝน (E_k) เมตร-ตัน/เฮกตาร์-เซนติเมตร
2 ก.ค.46	5	10	245
3 ก.ค.46	45	90	1,644
27 ก.ค.46	15	30	280
4 ก.ย.46	33	66	1,700
12 ก.ย.46	44	88	1,225
19 ก.ย.46	29	58	685
2 ต.ค. 46	30	60	724
13 ต.ค.46	10	20	628
11 มี.ย.47	29	58	682
12 มี.ย.47	25	50	555
15 มี.ย.47	24	48	484
25 ก.ค.47	39	78	909
10 ส.ค.47	44	88	932
11 ส.ค.47	6	12	121
19 ส.ค.47	30	60	703
23 ส.ค.47	13	26	698
8 ก.ย.47	20	40	516
10 ก.ย.47	53	106	905
12 ก.ย.47	25	50	500
13 ก.ย.47	8	16	171
14 ก.ย.47	23	46	369
15 ก.ย.47	11	22	185
21 ก.ย.47	27	54	553
11 ต.ค.47	28	56	625

4.5 ปริมาณของน้ำที่ไหลบ่าผิวดินและการสูญเสียดิน

ปริมาณของน้ำที่ไหลบ่าผิวดินและการสูญเสียดิน จากแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน ในปี 2546 พบว่า แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน มีปริมาณน้ำที่ไหลบ่าผิวดินและสูญเสียดินสูงสุด (40.41 มิลลิเมตร และ 4.54 ตัน/เฮกตาร์) รองลงมาคือ แอบหญ้าแฝก (28.51 มิลลิเมตร และ 2.55 ตัน/เฮกตาร์) และแอบหญ้าธรรมชาติ (21.69 มิลลิเมตร และ 2.13 ตัน/เฮกตาร์) ตามลำดับ โดยมีเหตุการณ์ในวันที่ 3 ก.ค. 2546 เป็นวันที่มีปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินและสูญเสียดินสูงสุด โดยที่แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินมีปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินและสูญเสียดินสูงสุด (12.64 มิลลิเมตร และ 2.51 ตัน/เฮกตาร์) รองลงมา คือ แอบหญ้าแฝก (9.11 มิลลิเมตร และ แอบหญ้าธรรมชาติ 1.04 ตัน/เฮกตาร์) และแอบหญ้าธรรมชาติ (6.38 มิลลิเมตร และ แอบหญ้าแฝก 1.13 ตัน/เฮกตาร์) ตามลำดับ ส่วนเหตุการณ์ในวันที่ 2 ก.ค.2546 เป็นวันที่มีปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินและสูญเสียดินต่ำสุด โดยแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินมีปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินและสูญเสียดินสูงสุด (0.05 มิลลิเมตร และ ไม่มีปริมาณการสูญเสียดิน) รองลงมา คือ แอบหญ้าแฝก (0.02 มิลลิเมตร และ ไม่มีปริมาณการสูญเสียดิน) และแอบหญ้าธรรมชาติ (0.01 มิลลิเมตร และ ไม่มีปริมาณการสูญเสียดิน) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9)

ในปี 2547 พบว่า แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน มีปริมาณน้ำที่ไหลบ่าผิวดินและปริมาณการสูญเสียดินสูงสุด (49.53 มิลลิเมตร และ 7.21 ตัน/เฮกตาร์) รองลงมาคือแอบหญ้าแฝก (38.36 มิลลิเมตร และ 4.75 ตัน/เฮกตาร์) และแอบหญ้าธรรมชาติ (28.98 มิลลิเมตร และ 3.91 ตัน/เฮกตาร์) ตามลำดับ โดยเหตุการณ์ในวันที่ 25 ก.ค. 2547 เป็นวันที่มีปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินและสูญเสียดินสูงสุด โดยแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินมีปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินและปริมาณการสูญเสียดินสูงสุด (5.56 มิลลิเมตร และ 1.58 ตัน/เฮกตาร์) รองลงมา คือ แอบหญ้าแฝก (4.88 มิลลิเมตร และ 1.03 ตัน/เฮกตาร์) และแอบหญ้าธรรมชาติ (4.33 มิลลิเมตร และ 0.94 ตัน/เฮกตาร์) ตามลำดับส่วนเหตุการณ์ในวันที่ 11 ส.ค.2547 เป็นวันที่มีปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินและสูญเสียดินต่ำสุด โดยแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินและปริมาณการสูญเสียดินสูงสุด (0.04 มิลลิเมตร และ ไม่มีปริมาณการสูญเสียดิน) รองลงมา คือ แอบหญ้าแฝก (0.03 มิลลิเมตร และ ไม่มีปริมาณการสูญเสียดิน) และแอบหญ้าธรรมชาติ (0.02 มิลลิเมตร และ ไม่มีปริมาณการสูญเสียดิน) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินและปริมาณการสูญเสียดินในแปลงศึกษาการชะล้าง
พังทลายของดิน

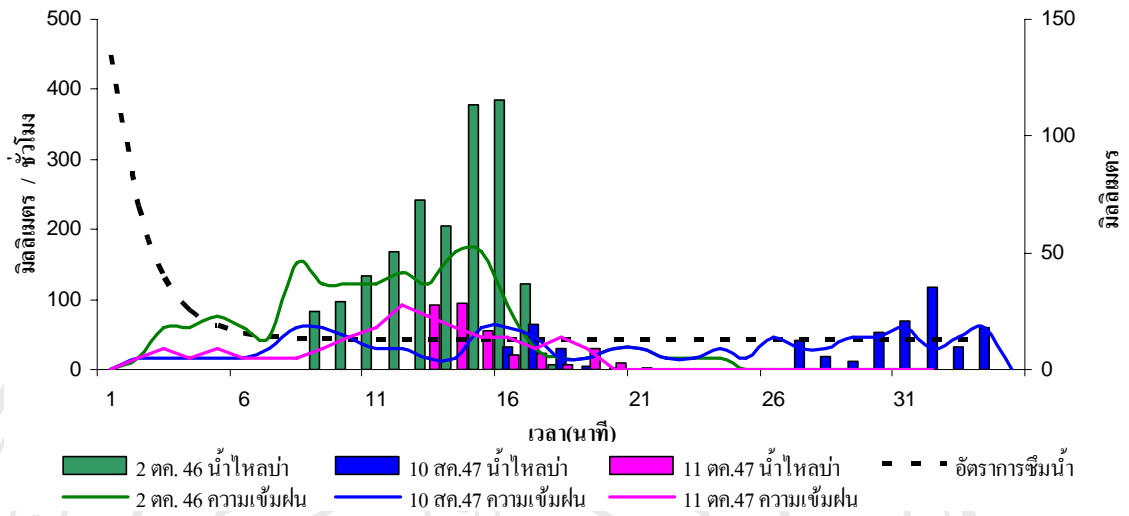
วันที่	แถบหญ้าแฝก		ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน		แถบหญ้าธรรมชาติ	
	น้ำไหลบ่า มิลลิเมตร	สูญเสียดิน ตัน/เฮกตาร์	น้ำไหลบ่า มิลลิเมตร	สูญเสียดิน ตัน/เฮกตาร์	น้ำไหลบ่า มิลลิเมตร	สูญเสียดิน ตัน/เฮกตาร์
2 ก.ค.46	0.02	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00
3 ก.ค.46	9.11	1.04	12.64	2.51	6.38	1.13
27 ก.ค.46	1.25	0.17	3.39	0.26	0.89	0.13
4 ก.ย.46	3.95	0.30	4.53	0.37	2.55	0.13
12 ก.ย.46	3.96	0.34	5.16	0.44	3.46	0.13
19 ก.ย.46	1.40	0.13	2.78	0.27	1.13	0.08
2 ต.ค. 46	7.57	0.55	10.34	0.64	6.15	0.53
13 ต.ค.46	1.25	0.03	1.53	0.05	1.13	0.02
11 มี.ย.47	3.39	0.99	4.03	1.53	2.87	0.91
12 มี.ย.47	3.03	0.76	3.47	1.16	2.43	0.67
15 มี.ย.47	2.63	0.66	3.14	0.76	2.50	0.62
25 ก.ค.47	4.88	1.03	5.56	1.58	4.33	0.94
10 ส.ค.47	3.27	0.36	4.53	0.54	2.66	0.26
11 ส.ค.47	0.03	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00
19 ส.ค.47	3.57	0.30	5.49	0.40	3.11	0.19
23 ส.ค.47	1.16	0.04	1.79	0.07	0.91	0.03
8 ก.ย.47	1.93	0.05	2.66	0.12	0.86	0.02
10 ก.ย.47	4.69	0.13	5.00	0.26	2.65	0.06
12 ก.ย.47	2.19	0.05	3.13	0.12	1.78	0.04
13 ก.ย.47	0.75	0.01	1.23	0.01	0.54	0.00
14 ก.ย.47	1.25	0.01	2.19	0.03	0.79	0.00
15 ก.ย.47	0.81	0.01	1.25	0.02	0.63	0.00
21 ก.ย.47	2.16	0.03	2.02	0.04	0.53	0.00
11 ต.ค.47	2.66	0.32	4.02	0.57	2.41	0.15

4.6 การประมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดินและการสูญเสียดินโดยจำลองการไหลบ่าของน้ำผิวดินและการชะล้างพังทลายของดินทางกลศาสตร์ (kinematic runoff and erosion model)

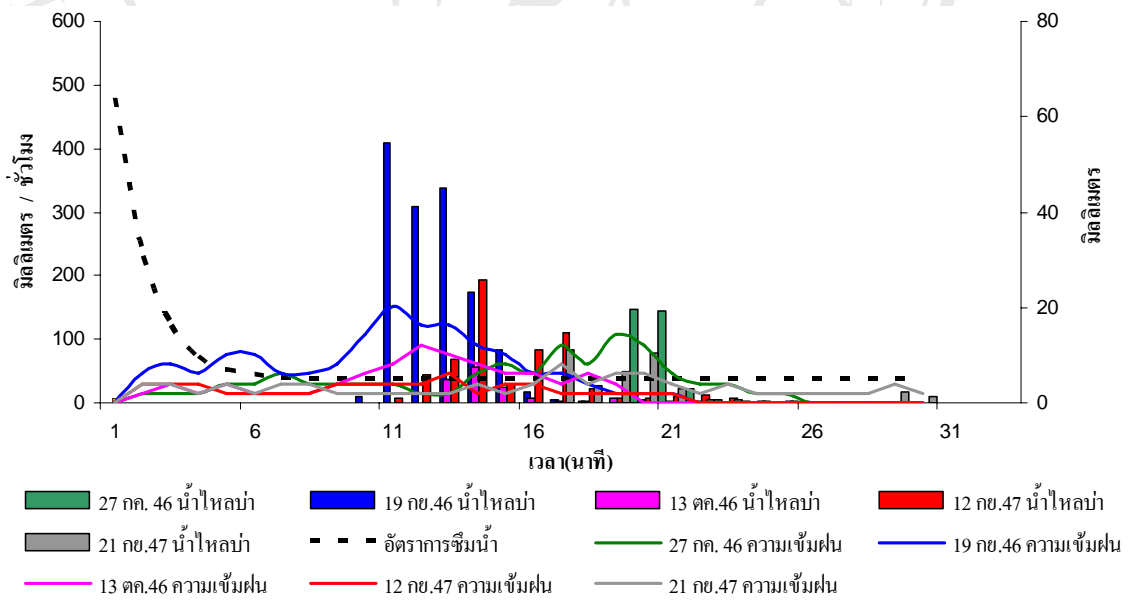
การประมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดินและการสูญเสียดิน โดยจำลองการไหลบ่าของน้ำผิวดินและการชะล้างพังทลายของดินทางกลศาสตร์ ทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน จากการศึกษาในระหว่างปี 2546 – 2547 สามารถเก็บข้อมูลปริมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดินและปริมาณตะกอนดินที่เกิดจากเหตุการณ์ที่ฝนตกและทำให้เกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดินและตะกอนดิน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการจำลองแบบการไหลบ่าของน้ำผิวดินและการชะล้างพังทลายของดินทางกลศาสตร์ (KINEROS) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลจากเหตุการณ์ที่ตรงกับเงื่อนไขดังกล่าว ได้ทั้งหมด 11 เหตุการณ์

4.6.1 การซึมน้ำของดินและความชื้นของฝน

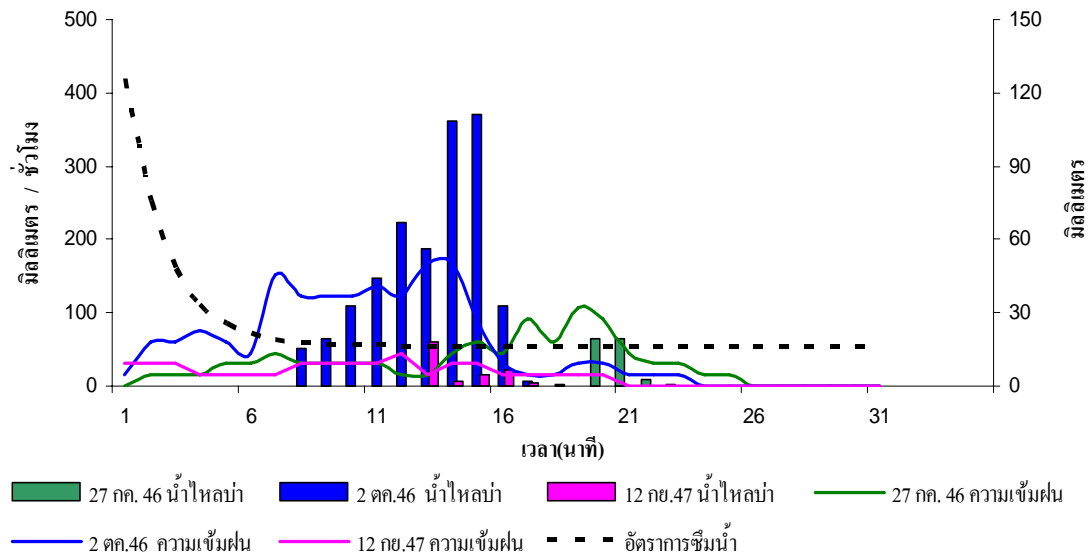
จากการใช้แบบจำลองในการทำนายการซึมน้ำของดินของปริมาณฝนที่ตกลงมาในเหตุการณ์หนึ่ง โดยได้เปรียบเทียบอัตราการซึมน้ำของดินในช่วงเวลาต่าง ๆ กับความชื้นของฝนที่ตก และทำให้เกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดินที่ได้จากการจำลองเหตุการณ์ ทั้งหมด 11 เหตุการณ์ พบว่า เมื่อปริมาณความชื้นของฝนมีค่าที่มากกว่าอัตราการซึมน้ำของดิน จะทำให้เกิดน้ำเอ่อผิวดินและสะสมอยู่บนผิวดินและเกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดิน (ภาพที่ 4.3 4.4 และ 4.5) ซึ่งลักษณะการกระจายตัวของฝนในพื้นที่ส่วนใหญ่ ในช่วง 0 - 7 นาทีแรก ของการเกิดฝนจะมีปริมาณความชื้นของฝนที่ตกนั้นน้อยกว่าอัตราการซึมน้ำของดิน โดยในช่วงนี้จะไม่มีความชื้นน้ำไหลบ่าผิวดิน เมื่อปริมาณของฝนที่ตกเพิ่มมากขึ้น ทำให้ปริมาณความชื้นของฝนเพิ่มขึ้น และมีปริมาณมากกว่าอัตราการซึมน้ำของดิน จึงทำให้เกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดิน โดยมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับข้อมูลการไหลบ่าของน้ำผิวดินที่วัดได้จริงในพื้นที่ (ตารางที่ 4.10)



ภาพที่ 4.3 แสดงอัตราการซึมน้ำของดิน ความชื้นของผืนและการจำลองการเกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดินจากการใช้แบบจำลอง KINEROS ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าแฝก



ภาพที่ 4.4 แสดงอัตราการซึมน้ำของดิน ความชื้นของผืนและการจำลองการเกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดินจากการใช้แบบจำลอง KINEROS ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน



ภาพที่ 4.5 แสดงอัตราการซึมน้ำของดิน ความชื้นของฝนและการจำลองการเกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดินจากการใช้แบบจำลอง KINEROS ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าธรรมชาติ

4.6.2 การประมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดินและอัตราการไหลของน้ำสูงสุด

การประมาณค่าไหลบ่าของน้ำผิวดิน พบว่า ปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริงและมีแนวโน้มที่เกิดขึ้นเหมือนกัน โดยค่าสูงสุดของน้ำไหลบ่าผิวดินจะเกิดในเหตุการณ์วันที่ 2 ต.ค. 2546 ทั้งค่าที่ประมาณได้และวัดได้จริง (9.1 มิลลิเมตร และ 6.9 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าแฝก) และเหตุการณ์ในวันที่ 13 ต.ค. 2546 มีปริมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดินที่ประมาณได้และวัดได้จริงในพื้นที่ต่ำสุด (0.3 มิลลิเมตร และ 0.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากการประมาณและค่าที่วัดได้จริงโดยวิธี root mean square error (RMSE) พบว่า ค่าที่ได้จากการประมาณมีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้จริงโดยมีความแตกต่างกันประมาณ 32 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความถูกต้อง 68 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.10)

การประมาณค่าอัตราการไหลของน้ำสูงสุดพบว่า อัตราการไหลของน้ำสูงสุดมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริงและมีแนวโน้มที่เกิดขึ้นเหมือนกัน โดยค่าสูงสุดของอัตราการไหลของน้ำจะเกิดในเหตุการณ์วันที่ 2 ต.ค. 2546 ทั้งค่าที่ประมาณได้และวัดได้จริง (115.4 มิลลิเมตร/ชั่วโมง และ 75.54 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าแฝก) และเหตุการณ์ในวันที่ 13 ต.ค. 2546 มีอัตราการไหลของน้ำที่ประมาณได้และวัดได้จริงใน

พื้นที่ต่ำสุด (7.4 มิลลิเมตร/ชั่วโมง และ 6.5 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน) เมื่อเปรียบเทียบ ความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากการประมาณและค่าที่วัดได้จริง โดยวิธี root mean square error (RMSE) พบว่า ค่าที่ได้จากการประมาณ มีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้จริงโดยมีความแตกต่างกันประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความถูกต้อง 45 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 แสดงปริมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดินที่จำลองเหตุการณ์โดยแบบจำลองการไหลบ่าของน้ำผิวดินและสูญเสียดินทางกลศาสตร์ (KINEROS) กับข้อมูลที่วัดได้จริงจากแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน

วันที่	แปลงที่	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร)	ปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดิน (มิลลิเมตร)		อัตราการไหลของน้ำสูงสุด (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)	
			แบบจำลอง	วัดได้จริง	แบบจำลอง	วัดได้จริง
27 ก.ค. 46	2	15	1.5	3.3	39.0	52.5
27 ก.ค. 46	3	15	0.7	0.8	19.5	22.5
19 ก.ย. 46	2	21	2.9	2.7	54.5	45.2
2 ต.ค. 46	1	28	9.1	6.9	115.4	75.5
2 ต.ค. 46	3	28	8.1	6.8	111.0	72.0
13 ต.ค. 46	2	7	0.3	0.2	7.4	6.5
10 ส.ค. 47	1	17	3.4	1.7	37.3	20.2
12 ก.ย. 47	2	7	1.3	1.2	25.9	22.1
12 ก.ย. 47	3	7	0.5	0.5	17.9	14.4
21 ก.ย. 47	2	11	0.6	0.8	11.2	13.2
11 ต.ค. 47	1	11	1.6	2.4	28.3	25.2
RMSE			32		55	

4.6.3 การประมาณปริมาณตะกอนดินและอัตราการไหลของตะกอนสูงสุด

การประมาณปริมาณตะกอนดิน พบว่า ปริมาณตะกอนดินมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริงและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเหมือนกัน โดยค่าสูงสุดของปริมาณตะกอนจะเกิดในเหตุการณ์วันที่ 2 ต.ค. 2546 ทั้งค่าที่ประมาณได้และวัดได้จริง (0.835 ตัน/เฮกตาร์ และ 0.594 ตัน/เฮกตาร์)

ตามลำดับ ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าแฝก) และเหตุการณ์ในวันที่ 21 ก.ย. 2547 มีปริมาณตะกอนที่ประมาณได้และวัดได้จริงในพื้นที่ต่ำสุด (0.007 ตัน/เฮกตาร์) และ 0.014 ตัน/เฮกตาร์) ตามลำดับ ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากการประมาณและค่าที่วัดได้จริงโดยวิธี root mean square error (RMSE) พบว่า ค่าที่ได้จากการประมาณมีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้จริงโดยมีความแตกต่างกันประมาณ 68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความถูกต้อง 32 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.11)

การประมาณอัตราการไหลของตะกอนสูงสุด พบว่าอัตราการไหลของตะกอนสูงสุดมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริงและมีแนวโน้มที่เกิดขึ้นเหมือนกัน โดยที่อัตราการไหลของตะกอนสูงสุดจะเกิดในเหตุการณ์วันที่ 2 ต.ค. 2546 ทั้งค่าที่ประมาณได้และวัดได้จริง (0.080 กิโลกรัม/วินาที และ 0.060 กิโลกรัม/วินาที ตามลำดับ ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แถบหญ้าแฝก) และเหตุการณ์ในวันที่ 21 ก.ย. 2547 มีอัตราการไหลของตะกอนที่ประมาณได้และวัดได้จริงในพื้นที่ต่ำสุด (0.0009 กิโลกรัม/วินาที และ 0.001 กิโลกรัม/วินาที ตามลำดับ ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากการประมาณและค่าที่วัดได้จริงโดยวิธี root mean square error (RMSE) พบว่า ค่าที่ได้จากการประมาณมีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้จริงโดยมีความแตกต่างกันประมาณ 71 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความถูกต้องเท่ากับ 29 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณตะกอนดินที่จำลองเหตุการณ์โดยแบบจำลองการไหลบ่าของน้ำผิวดิน และสูญเสียดินทางกลศาสตร์ (KINEROS) กับข้อมูลที่วัดได้จริงจากแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน

วันที่	แปลงที่	ปริมาณฝน (มิลลิเมตร)	ปริมาณตะกอนดิน (ตัน/เฮกตาร์)		อัตราการไหลของตะกอนสูงสุด (กิโลกรัม/วินาที)	
			แบบจำลอง	วัดได้จริง	แบบจำลอง	วัดได้จริง
27 ก.ค.46	2	15	0.196	0.264	0.040	0.050
27 ก.ค.46	3	15	0.085	0.126	0.010	0.020
19 ก.ย. 46	2	21	0.376	0.264	0.080	0.050
2 ต.ค. 46	1	28	0.835	0.594	0.080	0.060
2 ต.ค. 46	3	28	0.772	0.450	0.080	0.032
13 ต.ค. 46	2	7	0.025	0.017	0.004	0.002
10 ส.ค. 47	1	17	0.092	0.044	0.020	0.010
12 ก.ย. 47	2	7	0.043	0.031	0.010	0.010
12 ก.ย. 47	3	7	0.190	0.146	0.009	0.009
21 ก.ย. 47	2	11	0.007	0.014	0.0009	0.001
11 ต.ค. 47	1	11	0.129	0.291	0.020	0.060
RMSE			68		71	

4.7 การประมาณการสูญเสียดินโดยสมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier and Smith, 1978)

4.7.1 ปัจจัยของการชะล้างพังทลายโดยฝน (rainfall erosivity factor, R-factor)

การประมาณปัจจัยการชะล้างพังทลายโดยฝน จากข้อมูลฝนตกรายวันที่มีความหนักเบาสูงสุดที่ตกในช่วง 30 นาที ในเหตุการณ์ ที่ทำให้เกิดการสูญเสียดินมาคูณด้วยค่าพลังงานจลน์ของฝนที่ทำให้เกิดการสูญเสียดินจากแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งผลรวมของพลังงานจลน์ของฝน คือ ค่า R - factor ในสมการการสูญเสียดินสากล ซึ่งจากการศึกษา พบว่า ปี 2546 มีค่าเท่ากับ 172 เมตร-ตัน/เฮกตาร์ จากปริมาณฝนตกทั้งหมด 1,101 มิลลิเมตร และปี 2547 มีค่าเท่ากับ 197 เมตร-ตัน/เฮกตาร์ จากปริมาณฝนตกทั้งหมด 1,310 มิลลิเมตร

4.7.2 ปัจจัยของความยากง่ายในการถูกระล้างพังทลายของดิน (soil erodibility factor, K-factor)

จากการศึกษาค่าความคงทนของดินต่อการถูกระล้างพังทลายจากการใช้คุณสมบัติของดินทางกายภาพ เคมี และลักษณะทางอุทกวิทยาของดิน และใช้ soil erodibility nomograph (after Wischmeier and Smith 1978) (USDA , 1997) โดยได้ค่าของ K - factor ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน พบว่า ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน และใช้แถบหญ้าธรรมชาติ มีค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดินมากที่สุด รองลงมาคือ แถบหญ้าแฝก ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าปัจจัยของความยากง่ายในการถูกระล้างพังทลายของดินในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน

แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน	K- factor
แถบหญ้าแฝก	0.26
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน	0.29
แถบหญ้าธรรมชาติ	0.29

4.7.3 ปัจจัยของความยาวของความลาดชัน และความชันของพื้นที่ (Slope Length and Slope gradient, LS - factor)

ปัจจัยของความลาดชันและปัจจัยความยาวของความลาดชัน ใช้สมการที่แนะนำโดย Wischmeier และ Smith ในปี 1957 (USDA, 1997) และเนื่องจากขนาดของแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน มีขนาดของความยาวและเปอร์เซ็นต์ของความลาดที่เท่ากันทั้ง 3 แปลง คือ มีความยาวของความลาดชันเท่ากับ 20 เมตร และมีค่าเปอร์เซ็นต์ของความลาดชันเท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการคำนวณ จึงทำให้ค่า LS - factor มีค่าที่เท่ากันทั้ง 3 แปลง คือ 1.74

4.7.4 ปัจจัยของพืชหรือสิ่งปกคลุมดินและปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน (crop management factor, C - factor and soil conservation practice, P - factor)

ปัจจัยของพืชหรือสิ่งปกคลุมดินและปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินมีการปฏิบัติการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน 3 รูปแบบ คือ ใช้แถบหญ้าแฝกเป็นแถบอนุรักษ์ ไม่มีมาตรการในการอนุรักษ์ดินและใช้แถบหญ้าธรรมชาติเป็นแถบอนุรักษ์และมีการปลูกพืชที่เหมือนกัน คือ กะหล่ำปลี โดยใช้ค่าของ C - factor ที่แนะนำโดย กรมพัฒนาที่ดิน (2543 ก) โดยที่ค่าปัจจัยการจัดการพืชมีค่าเท่ากับ 0.6 (ปลูกกะหล่ำปลี) เหมือนกันทั้ง 3 แปลง และค่าปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและ P - factor โดยที่แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินให้มีความเท่ากับ 0.9 แนะนำโดย ARS - USDA (1975) อ้างโดย นิพนธ์ (2545 ก) ส่วนแถบหญ้าแฝกและแถบหญ้าธรรมชาติมีค่าที่เท่ากันคือ 0.38 ซึ่งแนะนำโดย USDA (1977) (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าปัจจัยของพืชหรือสิ่งปกคลุมดินและปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน

แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน	C - factor	P - factor
แถบหญ้าแฝก	0.6	0.38
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน	0.6	0.90
แถบหญ้าธรรมชาติ	0.6	0.38

4.7.5 การประมาณการสูญเสียดิน

จากการประมาณปริมาณการสูญเสียดิน โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล พบว่าปริมาณการสูญเสียดินที่ได้จากการประมาณมีค่าที่สูงกว่าค่าที่วัดได้จริงมาก โดยในปี 2546 พบว่าการประมาณการสูญเสียดินกับค่าที่วัดได้จริงและมีแนวโน้มที่เกิดขึ้นไม่เหมือนกัน โดยที่แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน มีค่าประมาณปริมาณการสูญเสียดินสูงสุด (46.86 ตัน/เฮกตาร์/ปี) รองลงมา คือ แถบหญ้าธรรมชาติ (19.78 ตัน/เฮกตาร์/ปี) และแถบหญ้าแฝก (17.74 ตัน/เฮกตาร์/ปี) ตามลำดับ และค่าที่วัดได้จริง แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินมีปริมาณการสูญเสียดินสูงสุด (5.00 ตัน/เฮกตาร์/ปี) รองลงมาคือ แถบหญ้าแฝก (4.00 ตัน/เฮกตาร์/ปี) แถบหญ้าธรรมชาติ (2.00 ตัน/เฮกตาร์/ปี) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.14)

ปี 2547 พบว่า การประมาณการสูญเสียดินกับค่าที่วัดได้จริงและมีแนวโน้มที่เกิดขึ้นไม่เหมือนกัน โดยที่แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน มีค่าประมาณ

ปริมาณการสูญเสียดินสูงสุด (53.67 ตัน/เฮกตาร์/ปี) รองลงมา คือ แถบหญ้าธรรมชาติ (22.66 ตัน/เฮกตาร์/ปี) และแถบหญ้าแฝก (20.32 ตัน/เฮกตาร์/ปี) ตามลำดับ และค่าที่วัดได้จริง แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินมีปริมาณการสูญเสียดินสูงสุด (7.20 ตัน/เฮกตาร์/ปี) รองลงมาคือ แถบหญ้าแฝก (4.80 ตัน/เฮกตาร์/ปี) แถบหญ้าธรรมชาติ (3.90 ตัน/เฮกตาร์/ปี) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.14)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากการประมาณและค่าที่วัดได้จริงโดยวิธี Root mean square error (RMSE) พบว่า ค่าที่ได้จากการประมาณมีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้จริงโดยมีความแตกต่างกันประมาณ 644 เปอร์เซ็นต์ และให้ค่าประมาณการสูญเสียดินที่มากกว่าค่าที่วัดได้จริงในพื้นที่ประมาณ 4 - 9 เท่า

ตารางที่ 4.14 แสดงการใช้สมการการสูญเสียดินสากลในการประมาณค่าการสูญเสียดินกับค่าที่วัดได้จริงในพื้นที่

แปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน	ค่าที่ประมาณจากสมการการสูญเสียดินสากล (ตัน/เฮกตาร์/ปี)	ปริมาณการสูญเสียดินที่วัดได้จริง (ตัน/เฮกตาร์/ปี)
ปี 2546 แถบหญ้าแฝก	17.74	4.00
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน	46.86	5.00
แถบหญ้าธรรมชาติ	19.78	2.00
ปี 2547 แถบหญ้าแฝก	20.32	4.80
ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดิน	53.67	7.20
แถบหญ้าธรรมชาติ	22.66	3.90
RMSE		644