

ผลงานฉบับเต็ม

เรื่อง

การติดตามการชะพาคาร์บอนหน้าดินจากการชะล้างพังทลายของดิน
(Monitoring and Inventory Soil Carbon Loss from Soil Erosion)

ของ

นายยุทธศาสตร์ อนุรักษ์พันธุ์
ตำแหน่งนักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ ๖
สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

เสนอ

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตรเชี่ยวชาญ
ตำแหน่งเลขที่ ๖ ผู้เชี่ยวชาญด้านอนุรักษ์ดินและน้ำ
สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ง
สารบัญแผนที่	จ
บทคัดย่อภาษาไทย	ซ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฅ
คำนำ	1
วิธีดำเนินการ	4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	24
สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ	149
เอกสารอ้างอิง	152

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ที่มาและรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	6
ตารางที่ 2 การเตรียมข้อมูลที่ใช้ประมวลผลในแบบจำลอง MMF	7
ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝนจำแนกตามเนื้อดิน	9
ตารางที่ 4 ค่า C และ P ประเมินตามกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินตามภูมิภาค	9
ตารางที่ 5 ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง MMF จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน	10
ตารางที่ 6 การจัดระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย	16
ตารางที่ 7 การแบ่งระดับของอัตราการหายไปของดิน สภาพของดินที่อุดมสมบูรณ์ และความชื้นที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่เกษตรกรรม	20
ตารางที่ 8 ที่มาและรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	21
ตารางที่ 9 ปริมาณเศษวัสดุทางการเกษตรในประเทศไทย	29
ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ ค่า C, H, O, N, S และ C/N ratio ในตัวอย่างพืช ปี 2553	32
ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ ค่า C, H, O, N, S และ C/N ratio ในตัวอย่างพืช ปี 2554	39
ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ ค่า C, H, O, N, S และ C/N ratio ในตัวอย่างพืชระหว่างปี 2553 ถึง 2554	46
ตารางที่ 13 ค่าอัตราการหายไปของดิน (มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ในแต่ละภาคของประเทศไทยปี 2553	54
ตารางที่ 14 ค่าอัตราการหายไปของดิน (มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ในแต่ละภาคของประเทศไทยปี 2554	62
ตารางที่ 15 ค่าอัตราการหายไปของดิน (มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ในแต่ละภาคของประเทศไทยปี 2555	70
ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าอัตราการหายไปของดิน (มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ระหว่างปี 2553 - 2554	72
ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าอัตราการหายไปของดิน (มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ระหว่างปี 2553 - 2555	80
ตารางที่ 18 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย	95
ตารางที่ 19 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในระดับที่เป็นปัญหา (ระดับที่ 3 - 5) จำแนกตามเขต	99
ตารางที่ 20 ปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของประเทศไทยในแต่ละเขต	99
ตารางที่ 21 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดเชียงใหม่ ในปี 2554 และ 2555	101
ตารางที่ 22 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ในปี 2554 และ 2555	102
ตารางที่ 23 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ในปี 2554 และ 2555	103
ตารางที่ 24 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดชุมพร ในปี 2554 และ 2555	104

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 25 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดนครศรีธรรมราช ในปี 2554 และ 2555	105
ตารางที่ 26 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดเลย ในปี 2554 และ 2555	106
ตารางที่ 27 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดพังงา ในปี 2554 และ 2555	107
ตารางที่ 28 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดระนอง ในปี 2554 และ 2555	108
ตารางที่ 29 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดพิษณุโลก ในปี 2554 และ 2555	109
ตารางที่ 30 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดเพชรบูรณ์ ในปี 2554 และ 2555	110
ตารางที่ 31 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดกระบี่ ในปี 2554 และ 2555	111
ตารางที่ 32 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดลำพูน ในปี 2554 และ 2555	112
ตารางที่ 33 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดลำปาง ในปี 2554 และ 2555	113
ตารางที่ 34 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดอุตรดิตถ์ ในปี 2554 และ 2555	114
ตารางที่ 35 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดพิจิตร ในปี 2554 และ 2555	115
ตารางที่ 36 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดภูเก็ต ในปี 2554 และ 2555	116
ตารางที่ 37 ปริมาณดินจากการคำนวณ ของปี 2546 - 2555	116
ตารางที่ 38 สถิติการเกิดไฟไหม้ป่าของปี 2535 - 2555	118
ตารางที่ 39 ความสัมพันธ์ของจุดไฟไหม้ในพื้นที่ป่าและการเข้าไปประเมินความเสียหายในพื้นที่จริง ปี 2553 - 2555	119
ตารางที่ 40 มวลชีวภาพและเปอร์เซ็นต์การสะสมของคาร์บอนในเนื้อไม้ของป่าชนิดต่าง ๆ	119
ตารางที่ 41 ความสัมพันธ์ของจุดไฟไหม้ในพื้นที่เกษตรกรรมและการเข้าไปประเมินความเสียหาย ในพื้นที่จริง ปี 2553 - 2554	120
ตารางที่ 42 ภาพรวมของจุดไฟไหม้ (จำนวน 57,713 จุด) ในพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรกรรม ปี 2553 - 2555	120
ตารางที่ 43 ผลการวิเคราะห์ ค่า C, H, O, N, S และ C/N ratio ในตัวอย่างดิน ปี 2553	125
ตารางที่ 44 ผลการวิเคราะห์ ค่า C, H, O, N, S และ C/N ratio ในตัวอย่างดิน ปี 2554	132
ตารางที่ 45 การเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ ค่า C, H, O, N, S และ C/N ratio ในตัวอย่างดิน ระหว่าง ปี 2553 - 2554	139
ตารางที่ 46 หลักเกณฑ์ในการกำหนดขอบเขตมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	147

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้แบบจำลอง MMF	3
ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดหลักในการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยโดยใช้แบบจำลอง MMF	17
ภาพที่ 3 สรุปภาพรวมพลวัตรของคาร์บอนสำหรับดินประเทศไทย	18
ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ของดินร่วนที่ถูกทำลายโครงสร้าง และ ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง กับปริมาณความชื้นของดิน (เปอร์เซ็นต์)	82
ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ของดินทรายที่ถูกทำลายโครงสร้าง และ ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง กับปริมาณความชื้นของดิน (เปอร์เซ็นต์)	82
ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ของดินเหนียวที่ถูกทำลายโครงสร้าง และ ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง กับปริมาณความชื้นของดิน (เปอร์เซ็นต์)	83
ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากดินที่ถูกทำลายโครงสร้าง กับ ปริมาณความชื้นของดิน (เปอร์เซ็นต์)	83
ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ จากดินที่ถูกทำลายโครงสร้าง และ ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ กับภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย	84
ภาพที่ 9 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีกล	148
ภาพที่ 10 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีพืช	148
ภาพที่ 11 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีกลร่วมกับวิธีพืช (การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับ-นาขั้นบันได)	148

สารบัญแนที่

	หน้า
แผนที่ 1 ปริมาณคาร์บอนในพืชเป็นตัวแทนแสดงการสะสมคาร์บอน (Carbon gain)	25
แผนที่ 2 อัตราการหายใจของดิน เป็นตัวแทนแสดงการสูญเสียคาร์บอน (Carbon losses)	26
แผนที่ 3 ปริมาณคาร์บอนในดิน เป็นตัวแทนแสดงการกักเก็บคาร์บอน (Carbon sequestration)	27
แผนที่ 4 ปริมาณคาร์บอนในพืชปี 2553	33
แผนที่ 5 ปริมาณไฮโดรเจนในพืชปี 2553	34
แผนที่ 6 ปริมาณออกซิเจนในพืชปี 2553	35
แผนที่ 7 ปริมาณไนโตรเจนในพืชปี 2553	36
แผนที่ 8 ปริมาณซัลเฟอร์ในพืชปี 2553	37
แผนที่ 9 อัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในพืชปี 2553	38
แผนที่ 10 ปริมาณคาร์บอนในพืชปี 2554	40
แผนที่ 11 ปริมาณไฮโดรเจนในพืชปี 2554	41
แผนที่ 12 ปริมาณออกซิเจนในพืชปี 2554	42
แผนที่ 13 ปริมาณไนโตรเจนในพืชปี 2554	43
แผนที่ 14 ปริมาณซัลเฟอร์ในพืชปี 2554	44
แผนที่ 15 อัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในพืชปี 2554	45
แผนที่ 16 ปริมาณคาร์บอนในพืชปี 2553 - 2554	47
แผนที่ 17 ปริมาณไฮโดรเจนในพืชปี 2553 - 2554	48
แผนที่ 18 ปริมาณออกซิเจนในพืชปี 2553 - 2554	49
แผนที่ 19 ปริมาณไนโตรเจนในพืชปี 2553 - 2554	50
แผนที่ 20 ปริมาณซัลเฟอร์ในพืชปี 2553 - 2554	51
แผนที่ 21 อัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในพืชปี 2553 - 2554	52
แผนที่ 22 อัตราการหายใจของดินปี 2553 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์	55
แผนที่ 23 อัตราการหายใจของดินปี 2553 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์	56
แผนที่ 24 อัตราการหายใจของดินปี 2553 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์	57
แผนที่ 25 อัตราการหายใจของดินปี 2553 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์	58
แผนที่ 26 อัตราการหายใจของดินปี 2553 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์	59
แผนที่ 27 อัตราการหายใจของดินปี 2553 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์	60
แผนที่ 28 อัตราการหายใจของดินปี 2553 ที่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์	61
แผนที่ 29 อัตราการหายใจของดินปี 2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์	63
แผนที่ 30 อัตราการหายใจของดินปี 2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์	64
แผนที่ 31 อัตราการหายใจของดินปี 2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์	65
แผนที่ 32 อัตราการหายใจของดินปี 2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์	66
แผนที่ 33 อัตราการหายใจของดินปี 2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์	67
แผนที่ 34 อัตราการหายใจของดินปี 2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์	68
แผนที่ 35 อัตราการหายใจของดินปี 2554 ที่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์	69

สารบัญแผนที่ (ต่อ)

	หน้า
แผนที่ 36 อัตราการหายไปของดินปี 2555 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์	71
แผนที่ 37 อัตราการหายไปของดินปี 2553-2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างที่ความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์	73
แผนที่ 38 อัตราการหายไปของดินปี 2553-2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์	74
แผนที่ 39 อัตราการหายไปของดินปี 2553-2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์	75
แผนที่ 40 อัตราการหายไปของดินปี 2553-2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์	76
แผนที่ 41 อัตราการหายไปของดินปี 2553-2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์	77
แผนที่ 42 อัตราการหายไปของดินปี 2553-2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์	78
แผนที่ 43 อัตราการหายไปของดินปี 2553-2554 ที่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์	79
แผนที่ 44 อัตราการหายไปของดินปี 2553-2555 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์	81
แผนที่ 45 ปริมาณน้ำฝนรายปี ในปี2554	87
แผนที่ 46 ปริมาณน้ำฝนรายปี ในปี2555	87
แผนที่ 47 จำนวนวันฝนตกในรอบปี ในปี2554	87
แผนที่ 48 จำนวนวันฝนตกในรอบปี ในปี2555	88
แผนที่ 49 ความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง ในปี2554	88
แผนที่ 50 ความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง ในปี2555	88
แผนที่ 51 ความจุความชื้นของดินที่ระดับภาคสนาม	89
แผนที่ 52 ความหนาแน่นรวมของดิน	89
แผนที่ 53 ดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน	89
แผนที่ 54 ค่าการปกคลุมของพืชพรรณ	90
แผนที่ 55 ร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้	90
แผนที่ 56 อัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด	90
แผนที่ 57 ความลึกของน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้	91
แผนที่ 58 ระดับความสูงของภูมิประเทศ	91
แผนที่ 59 ปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้	93
แผนที่ 60 ความลาดชันของภูมิประเทศ	93
แผนที่ 61 การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยปี 2554 โดยแบบจำลอง MMF เป็นตัวแทน แสดงการสูญเสียคาร์บอน	96
แผนที่ 62 การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยปี 2555 โดยแบบจำลอง MMF เป็นตัวแทน แสดงการสูญเสียคาร์บอน	97
แผนที่ 63 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดเชียงใหม่ ในปี 2554 และ 2555	100
แผนที่ 64 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดแม่ฮ่องสอน ในปี 2554 และ 2555	101
แผนที่ 65 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดสุราษฎร์ธานี ในปี 2554 และ 2555	102
แผนที่ 66 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดชุมพร ในปี 2554 และ 2555	103
แผนที่ 67 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดนครศรีธรรมราช ในปี 2554 และ 2555	104
แผนที่ 68 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดเลย ในปี 2554 และ 2555	105

สารบัญแนที่ (ต่อ)

	หน้า
แนที่ 69 การชะล้งฟ้งทลายของดินจ้งหวัดฟ้งงา ในปี 2554 และ 2555	106
แนที่ 70 การชะล้งฟ้งทลายของดินจ้งหวัดระนอง ในปี 2554 และ 2555	107
แนที่ 71 การชะล้งฟ้งทลายของดินจ้งหวัดพิษณุโลก ในปี 2554 และ 2555	108
แนที่ 72 การชะล้งฟ้งทลายของดินจ้งหวัดเพชรบูรณ์ ในปี 2554 และ 2555	109
แนที่ 73 การชะล้งฟ้งทลายของดินจ้งหวัดกระบี่ ในปี 2554 และ 2555	110
แนที่ 74 การชะล้งฟ้งทลายของดินจ้งหวัดลำพูน ในปี 2554 และ 2555	111
แนที่ 75 การชะล้งฟ้งทลายของดินจ้งหวัดลำปาง ในปี 2554 และ 2555	112
แนที่ 76 การชะล้งฟ้งทลายของดินจ้งหวัดอุดรดิตถ์ ในปี 2554 และ 2555	113
แนที่ 77 การชะล้งฟ้งทลายของดินจ้งหวัดพิจิตร ในปี 2554 และ 2555	114
แนที่ 78 การชะล้งฟ้งทลายของดินจ้งหวัดภูเก็ต ในปี 2554 และ 2555	115
แนที่ 79 จุดที่เกิดไฟของประเทศไทย ปี 2553 เป็นตัวแทนแสดงการสูญเสียคาร์บอน	121
แนที่ 80 จุดที่เกิดไฟของประเทศไทย ปี 2554 เป็นตัวแทนแสดงการสูญเสียคาร์บอน	122
แนที่ 81 จุดที่เกิดไฟของประเทศไทย ปี 2555 เป็นตัวแทนแสดงการสูญเสียคาร์บอน	123
แนที่ 82 ปริมาณคาร์บอนในดินปี 2553	126
แนที่ 83 ปริมาณไฮโดรเจนในดินปี 2553	127
แนที่ 84 ปริมาณออกซิเจนในดินปี 2553	128
แนที่ 85 ปริมาณไนโตรเจนในดินปี 2553	129
แนที่ 86 ปริมาณซัลเฟอร์ในดินปี 2553	130
แนที่ 87 อัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจน ในดินปี 2553	131
แนที่ 88 ปริมาณคาร์บอนในดินปี 2554	133
แนที่ 89 ปริมาณไฮโดรเจนในดินปี 2554	134
แนที่ 90 ปริมาณออกซิเจนในดินปี 2554	135
แนที่ 91 ปริมาณไนโตรเจนในดินปี 2554	136
แนที่ 92 ปริมาณซัลเฟอร์ในดินปี 2554	137
แนที่ 93 อัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจน ในดินปี 2554	138
แนที่ 94 ปริมาณคาร์บอนในดินปี 2553 - 2554	140
แนที่ 95 ปริมาณไฮโดรเจนในดินปี 2553 - 2554	141
แนที่ 96 ปริมาณออกซิเจนในดินปี 2553 - 2554	142
แนที่ 97 ปริมาณไนโตรเจนในดินปี 2553 - 2554	143
แนที่ 98 ปริมาณซัลเฟอร์ในดินปี 2553 - 2554	144
แนที่ 99 อัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจน ในดินปี 2553 - 2554	145

การติดตามการชะพาคาร์บอนหน้าดินจากการชะล้างพังทลายของดิน

ยุทธศาสตร์ อนุรักษ์ดิน

สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดิน

บทคัดย่อ

การศึกษาการชะพาคาร์บอนหน้าดิน ดำเนินการระหว่างปี 2552 - 2555 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสูญเสียคาร์บอนจากการชะล้างพังทลายของดิน ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการสูญเสียคาร์บอนออกจากดิน และพลวัตรของคาร์บอนในดิน (Carbon Sequestration and Dynamic) โดยเครื่อง Elemental analyzer ร่วมกับสมการคณิตศาสตร์ ทำการศึกษาปริมาณคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) และซัลเฟอร์ (S) จากการสูญเสียคาร์บอน 3 ประการ คือ อัตราการหายใจของดิน การเผาเศษพืชโดยการจุดไฟเผาหรือไฟป่า และการชะล้างพังทลายของดิน ครอบคลุมพื้นที่การเกษตร 198.27 ล้านไร่หรือ 62.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ

พบว่า ประเทศไทยมีการกักเก็บคาร์บอนในดิน 666.99 - 766.95 ล้านตันคาร์บอนต่อปี มีการสูญเสียคาร์บอนออกจากดินไม่ต่ำกว่าปีละ 11.07 - 13.20 ล้านตันคาร์บอนต่อปี เกิดจากการหายใจของจุลินทรีย์ดิน 1.88 - 2.20 ล้านตันคาร์บอนต่อปี (6.89 - 8.05 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี) การเผาเศษพืชโดยการจุดไฟเผาหรือไฟป่า 1 - 2 ล้านตันคาร์บอนต่อปี (3.67 - 7.33 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี) และการชะล้างพังทลายของหน้าดินในปี 2554 และ 2555 ทำให้สูญเสียดิน 589.86 และ 530.18 ล้านตันต่อปี คิดเป็น 11.20 และ 10.07 ล้านตันคาร์บอนต่อปี ตามลำดับ

จากการศึกษาเศษพืชของพืชเศรษฐกิจ 30 ชนิด ซึ่งมีค่าปริมาณคาร์บอนระหว่าง 6.63-53.4 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน มีปริมาณเศษพืช 255.27 ล้านตันต่อปี (93.48 ล้านตันคาร์บอนต่อปี) เพื่อรักษาระดับปริมาณคาร์บอนในดินจะต้องใช้เศษพืช 14 เปอร์เซ็นต์ หรือ 11.07 - 13.20 ± 2.13 ล้านตันคาร์บอนต่อปี กักเก็บลงดิน ส่วนอีก 86 เปอร์เซ็นต์นั้น ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน และใช้ผลิตแผ่นวัสดุเพื่องานก่อสร้าง พืชอาหารสัตว์ และปุ๋ยหมัก

คำสำคัญ: การสูญเสียคาร์บอน การชะล้างพังทลายของดิน

เลขที่ทะเบียนวิจัย: 53-55-18-23-040000-010-110-02-11

Abstract

Thai soil erosion and soil carbon loss inventory carried on 2009 - 2012. The objectives to study soil carbon loss that delineates from slightly to severely of carbon losses from soil by means of Elemental analyzer and Mathematic equation. Soil carbon losses consist of three major groups such as soil respiration from microorganisms. Secondly, anthropogenic and natural fire occurs in agricultural land areas. The last one is soil erosion. Moreover, monitoring carbon, hydrogen, oxygen nitrogen and sulfur are follow as summarized.

The results show that carbon in Thai agriculture area 198.27 million rai (62 percentage of total land areas). There are 666.99 - 766.95 million ton carbon per year from soil surface. Soil respiration emits Carbon dioxide 6.89 - 8.05 ton carbon per year or equal to 1.88 - 2.20 ton carbon per year. Secondly, anthropogenic and natural fire emits 3.67 – 7.33 million ton Carbon dioxide per year or 1 – 2 million ton carbon per year. Finally, soil erosion of Thailand is the highest losses from soil surface at least 589.86 million ton per year (11.20 million ton carbon per year) in 2011 and 530.18 million ton per year (10.07 million ton carbon per year) in 2012. Organic litter 255.27 ton per year (Total Carbon 93.48 million ton carbon per year = 100 percentage) has 6.63 - 53.37 percentage carbon from 30 types of energy crop and 86 percentage of total organic litter is used for Bio-energy, particle material in construction, animal feed stock and compost for agriculture. 14 percentage of total carbon is fulfilled in to the soil to store carbon flux or carbon storage. At least $11.07 - 13.20 \pm 2.13$ million ton carbon per year is a figure to equilibrium or mass balance in soil of Thailand.

Keyword: Soil carbon loss, Erosion

Research number: 53-55-18-23-040000-010-110-02-11

คำนำ

ดินเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนที่สำคัญ โดยคาร์บอนในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอินทรีย์คาร์บอน ซึ่งเสถียรกว่าการสะสมคาร์บอนในน้ำ บรรยากาศ เชื้อเพลิง และมวลชีวภาพป่าไม้ ทัตสนีย์ (2550) กล่าวว่า การปลดปล่อยคาร์บอนจากดิน ประกอบด้วยก๊าซหลายชนิด อาทิ มีเทนจากนาข้าว คาร์บอนไดออกไซด์ สารประกอบไนโตรเจนจากการเผาไหม้ การย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ และการจัดการในพื้นที่เกษตรกรรม นอกจากนี้การสูญเสียอินทรีย์คาร์บอนในดินจากการชะล้างพังทลายของดินโดยอินทรีย์คาร์บอนถูกพัดพาไปพร้อมการเคลื่อนย้ายของหน้าดินซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ปัจจัยของกระบวนการดังกล่าว พิจารณาจากการแตกกระจายของเม็ดดิน และการพัดพาของหน้าดิน

การประเมินการชะล้างพังทลายของดินโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นบนสมมติฐาน ณ เหตุการณ์ช่วงหนึ่ง ๆ ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote sensing) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic information system, GIS) จะสามารถช่วยบ่งชี้การสูญเสียดิน และคาร์บอนในหน้าดิน โดยกระบวนการชะล้างพังทลายของดิน ในแต่ละระดับความรุนแรงได้ จึงทำการศึกษา “การติดตามการชะพาคาร์บอนหน้าดินจากการชะล้างพังทลายของดิน” นี้ขึ้น เพื่อสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาวางแผน บริหารจัดการทรัพยากรดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ในการศึกษาปริมาณการสูญเสียคาร์บอนของดิน และระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Morgan, Morgan and Finney (MMF) ซึ่งเป็นแบบจำลองทางด้านกายภาพ (Physical base model) ครั้งนี้จัดทำโดยการนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ร่วมกับการสำรวจภาคสนาม โดยใช้ข้อมูลในรูปแบบข้อมูลดิจิทัลทั้งข้อมูลที่เป็นแผนที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูลรูปแบบอื่น ๆ ที่มีพิภคภูมิศาสตร์ที่แน่นอน แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อประเมินระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย โดยอาศัยปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศ (Climatic factor) และปัจจัยทางด้านดิน (Soil factor) มาใช้ในการพิจารณา ซึ่งจะทำให้การแยกประเมินปริมาณการสูญเสียดินออกเป็น 2 กระบวนการ ตามหลักการวิเคราะห์ของแบบจำลอง MMF คือ ปริมาณดินที่สามารถถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝนจากกระบวนการแตกกระจายของเม็ดดิน (Soil detachment) และปริมาณดินที่สามารถถูกเคลื่อนย้ายด้วยน้ำไหลบ่าหน้าดินจากกระบวนการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย (Soil transportation) โดยส่วนที่มีปริมาณดินน้อยกว่าจะถือว่าเป็นตัวจำกัดปริมาณดินที่จะถูกชะล้างพังทลายในพื้นที่ศึกษา และถือเป็นปริมาณดินที่จะสูญเสียไปในพื้นที่ศึกษาอันเนื่องมาจากการชะล้างพังทลายของดิน

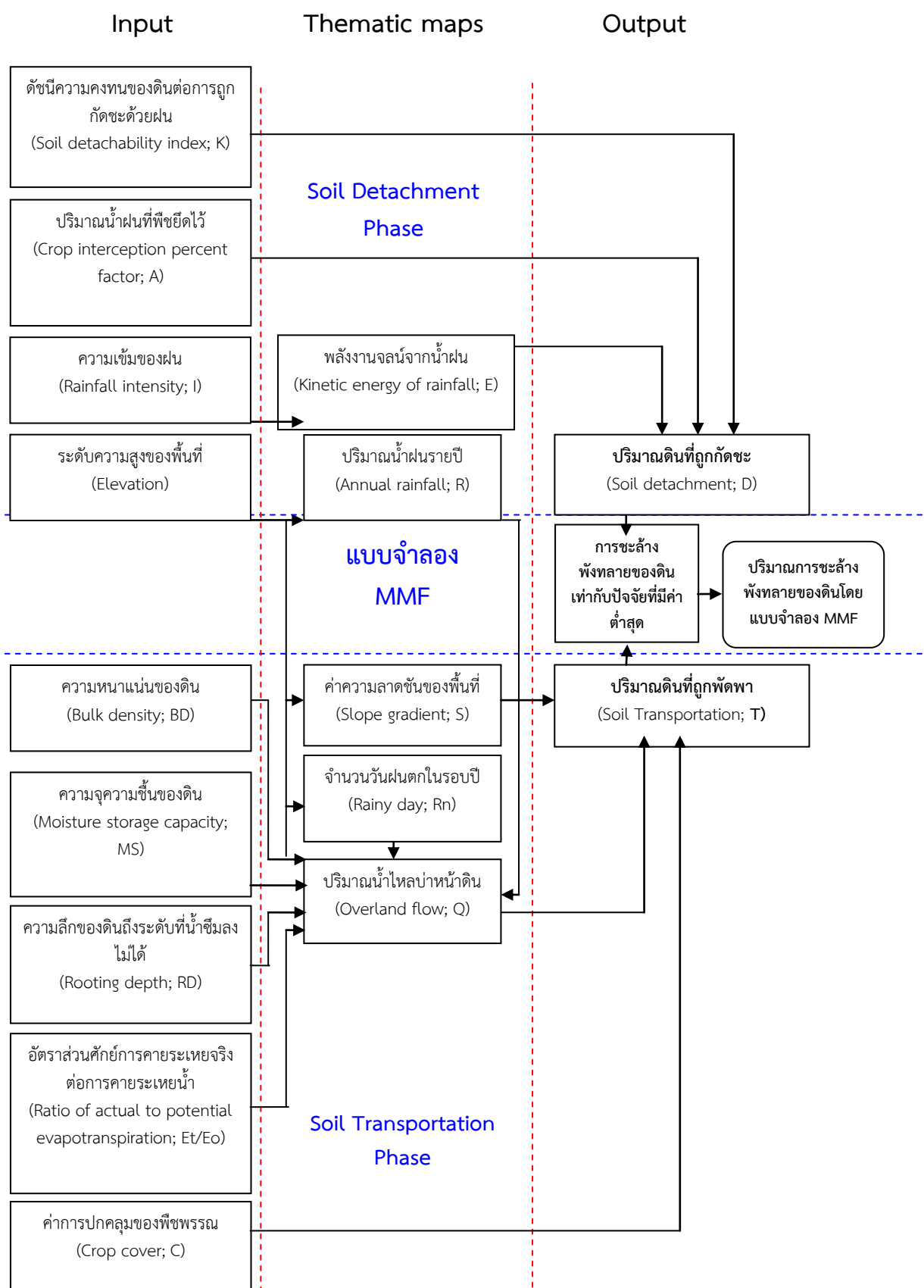
การใช้ข้อมูลในรูปแบบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบด้วยปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝนรายปี (Annual rainfall) จำนวนวันฝนตกในรอบปี (Rainy day) เป็นต้น และปัจจัยทางด้านดิน เช่น ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) ค่าความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม (Moisture storage at field capacity) เป็นต้น โดยก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลในแต่ละปัจจัยจะถูกนำมาเตรียมเป็นชั้นข้อมูลในรูปแบบเวกเตอร์ (Vector) ซึ่งเก็บเชื่อมโยงข้อมูลแบบฐานข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ (Attribute database) และรูปแบบราสเตอร์ (Raster) ซึ่งแสดงข้อมูลด้วยฐานข้อมูลภาพ (Graphic database) โดยหลังจากเตรียมข้อมูลในแต่ละชั้นข้อมูลแล้ว จะนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis) ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ตามเงื่อนไขของแบบจำลอง MMF (Morgan et al., 1984) โดยข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ จะแสดงถึงระดับ

ความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ซึ่งแบ่งออกเป็นความรุนแรง 5 ระดับ ตั้งแต่รุนแรงน้อยมากจนถึงรุนแรงมาก และแยกระดับความรุนแรงระหว่างพื้นที่ราบและพื้นที่สูงออกจากกันรวมเป็น 10 ระดับ ตามการแบ่งระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินที่กรมพัฒนาที่ดินได้กำหนดไว้

สำหรับการศึกษาปริมาณการสูญเสียคาร์บอนของดินจะดำเนินการโดยการกำหนดจุดทดสอบจากแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน เก็บตัวอย่างและเฝ้าติดตามตรวจสอบและประเมินปริมาณคาร์บอนที่สูญเสีย อันเนื่องมาจากกระบวนการชะล้างพังทลายของดิน และตรวจสอบผลความถูกต้องจากแผนที่ โดยผลการศึกษาที่ได้จะนำไปใช้ในการวางแผนป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดินต่อประชาชนในพื้นที่ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการสูญเสียคาร์บอนตามระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน
2. เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทำให้เกิดการสูญเสียคาร์บอนออกจากดิน
3. เพื่อศึกษาปริมาณและพลวัตรของคาร์บอนในดิน



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้แบบจำลอง MMF

วิธีดำเนินการ

1. อุปกรณ์

1.1 การสูญเสียคาร์บอนตามระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน

1.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผล 32 บิต ความเร็วหน่วยประมวลผลกลางไม่น้อยกว่า 1.8 GHz ซึ่งมีพื้นที่เก็บข้อมูลไม่น้อยกว่า 40 GB

1.1.2 เครื่องพิมพ์แผ่นที่สี่

1.1.3 โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล

- โปรแกรม Arcview GIS พร้อม Spatial analyst extension (ESRI, USA)

- โปรแกรม ArcInfo ในชุดโปรแกรม ArcGIS (ESRI, USA)

- โปรแกรม ILWIS 3.1 Academic (ITC, The Netherlands)

1.1.4 ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศและข้อมูลดิจิทัลที่ใช้ในการศึกษา

1.2 การสูญเสียคาร์บอนในดินจากอัตราการหายใจของดิน

1.2.1 Li-840 CO₂/H₂O gas analyzer

1.2.2 ชุดเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้าง (Soil core samplers)

1.2.3 ชุดวัดความชื้น

1.2.4 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน

1.2.5 จอบ เสียมหรือพลั่ว

1.3 การสูญเสียคาร์บอนในดินจากการเผาไหม้เศษพืช

1.3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผล 32 บิต ความเร็วหน่วยประมวลผลกลางไม่น้อยกว่า 1.8 GHz ซึ่งมีพื้นที่เก็บข้อมูลไม่น้อยกว่า 40 GB

1.3.2 โปรแกรม SPSS version 11.5 (Statistical package for the social science)

1.3.3 โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล

- โปรแกรม Arcview GIS พร้อม Spatial analyst extension (ESRI, USA)

- โปรแกรม ArcInfo ในชุดโปรแกรม ArcGIS (ESRI, USA)

- โปรแกรม ILWIS 3.1 Academic (ITC, The Netherlands)

1.3.4 ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศและข้อมูลดิจิทัลที่ใช้ในการศึกษา

1.4 ปริมาณคาร์บอนในดิน

1.4.1 การสะสมคาร์บอนจากเศษพืช

1.4.1.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างพืช

1.4.1.2 เครื่องชั่งน้ำหนักตัวอย่างพืช

1.4.1.3 ตลับเมตร

1.4.1.4 เครื่อง Elemental analyzer

1.4.2 การสะสมคาร์บอนในดิน

1.4.2.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน

1.4.2.2 จอบ เสียมหรือพลั่ว

1.4.2.3 เครื่อง Elemental analyzer

2. วิธีการ

2.1 การสูญเสียคาร์บอนตามระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน

2.1.1 ตรวจสอบเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาถึงข้อมูลเบื้องต้นของการชะล้างพังทลายของดิน รูปแบบของการชะล้างพังทลายของดิน ประเภทของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในส่วนของการใช้แบบจำลอง MMF เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงรายละเอียดของปัจจัยที่นำมาใช้ในการศึกษา อันได้แก่ ปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศและปัจจัยทางด้านดิน

2.1.2 ออกแบบการจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดิน

ในการออกแบบการจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดิน ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและใช้ในแบบจำลอง และนำมาจัดทำกระบวนการในการจัดการข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ เพื่อให้กระบวนการดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษา และสามารถดำเนินการได้โดยคำสั่งของโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ใช้

2.1.3 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยข้อมูลทั้งในรูปแบบที่เป็นแผนที่ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูลดิจิทัลที่มีพิกัดของจุดข้อมูลที่แน่นอน ได้แก่ ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 1

2.1.4 การเตรียมข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมมาจัดเตรียมเป็นชั้นข้อมูลในรูปแบบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยทำการจัดเตรียมข้อมูลทั้งหมด 11 ปัจจัยดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ที่มาและรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูล	ที่มา	รายละเอียดข้อมูล
ข้อมูลอุตุณิยมวิทยา - ข้อมูลปริมาณน้ำฝน - ข้อมูลจำนวนวันฝนตก - ข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง	กรมอุตุณิยมวิทยา	ข้อมูลเชิงปริมาณในรูปแบบดิจิทัล พร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูล จากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศของกรมอุตุณิยมวิทยาทั่วประเทศ โดยเป็นข้อมูลรายเดือนและรายปีของปี 2553 ถึง 2555
ข้อมูลสมบัติทางกายภาพและเคมีดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลแผนที่บนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแบบเวกเตอร์ จำนวน 1,273 จุดเก็บตัวอย่างทั่วประเทศ
ข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศ	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลเส้นความสูงเท่า (Contour line) ของพื้นที่ทั่วประเทศ ในรูปแบบแผนที่บนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีระยะห่างชั้นละ 100 เมตร
ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี 2550 โดยการแปลจากภาพถ่ายดาวเทียม มาตรฐานแผนที่ 1:100,000 และ 1:50,000
ข้อมูลการชะล้างพังทลายของดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ฐานข้อมูลการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย มาตรฐานระดับภาค 1:100,000 จัดทำในปี 2545
ข้อมูลขอบเขตการปกครองระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด	กรมพัฒนาที่ดิน	ขอบเขตการปกครองอ้างอิงตามกรมการปกครองถึงปี 2542 มาตรฐาน 1:50,000

ตารางที่ 2 การเตรียมข้อมูลที่ใช้ประมวลผลในแบบจำลอง MMF

ข้อมูล	ที่มาของข้อมูล
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	
- ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี (Annual rainfall: R)	เตรียมโดยการใช้ข้อมูลจากจากสถานี ตรวจวัดสภาพอากาศ กรม
- ข้อมูลจำนวนวันฝนตกในรอบปี (Rainy day: Rn)	อุตุนิยมวิทยาของปี 2553 ถึง 2555
- ข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง (Rainfall intensity: I)	
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดิน	
- ข้อมูลความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม (Moisture content at field capacity: MS)	เตรียมจากฐานข้อมูลสมบัติทาง กายภาพของดินของกรมพัฒนาที่ดิน
- ข้อมูลความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density: BD)	ร่วมกับการใช้ค่าจากการตรวจเอกสาร
- ข้อมูลดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน (Soil detachability index: K)	
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน	
- ข้อมูลร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้ (Crop interception percent factor: A)	เตรียมขึ้นจากฐานข้อมูลการใช้ ประโยชน์ที่ดินในปี 2550 โดยการใช้ค่า
- ข้อมูลความลึกของน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Rooting depth: RD)	จากการตรวจเอกสาร
- ข้อมูลอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหย น้ำสูงสุด (Ratio of actual to potential evapotranspiration: E_t/E_0)	
- ข้อมูลค่าการปกคลุมของพืชพรรณ (Crop cover factor: C)	
ข้อมูลความสูงภูมิประเทศ	
- ข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศ (Elevation)	คำนวณจากข้อมูลเส้นความสูงเท่า ที่มี ระยะห่างชั้นละ 100 เมตร

จากตารางที่ 2 ข้อมูลที่ใช้ในการป้อนเข้าสู่แบบจำลอง MMF มีทั้งสิ้น 11 ข้อมูล ซึ่งมีวิธีการเตรียมดังนี้

ข้อมูลอุตุนิยมิวิทยาใช้ในการศึกษาคั้งนี้ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ข้อมูลจำนวนวันฝนตกในรอบปี และข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง ข้อมูลทั้ง 3 ประเภท ได้มาจากฐานข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยเป็นข้อมูลของปี 2553 ถึง 2555 ซึ่งข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ ซึ่งต้องนำมาเตรียมก่อนการวิเคราะห์ด้วยนำเข้าข้อมูลเชิงปริมาณและพิกัดภูมิศาสตร์แบบ เส้นรุ้ง-เส้นแวง ของแต่ละข้อมูลไปเป็นไฟล์ฐานข้อมูล (Database file, DBF) แล้วนำเข้าสู่ชั้นข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS เพื่อแปลง พิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบยูทีเอ็ม (UTM) WGS 1984 Zone 47N หลังจากนั้นแปลงข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม ILWIS 3.1 และทำการกระจายค่าข้อมูลซึ่งเป็นจุดตามพิกัดลงสู่ทุกพื้นที่โดยการแทรก (Interpolation) โดยวิธีใช้เส้นค่าเฉลี่ย (Moving average) ด้วยวิธีถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะผกผัน (Inverse distance weight) และอัลกอริทึม (Algorithm) ของโปรแกรม ILWIS 3.1 ที่ขนาดกริดเซลล์ (Grid cell size) 100 x 100 ตารางเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดินที่ใช้ในการศึกษาประกอบไปด้วย ข้อมูลความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม ข้อมูลความหนาแน่นรวมของดิน และข้อมูลดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน สำหรับข้อมูลความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม และข้อมูลความหนาแน่นรวมของดิน นำมาจากฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งค่าที่ได้มานั้นเป็นค่าที่ได้มาจากการสำรวจจุดตัวอย่างจำนวน 1,273 จุดทั่วประเทศ ในส่วนของข้อมูลดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน อาศัยค่าที่ได้จากการตรวจเอกสารซึ่งอ้างอิงกับข้อมูลเนื้อดิน ซึ่งมาจากฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของกรมพัฒนาที่ดินเช่นกัน สำหรับค่าดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝนที่นำมาใช้ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นประกอบด้วย ข้อมูลค่าการปกคลุมของพืชพรรณ ข้อมูลร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้ ข้อมูลอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด และข้อมูลความลึกของน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยข้อมูลของค่าการปกคลุมของพืชพรรณ ที่นำมาใช้เป็นค่าที่ได้จากการตรวจเอกสาร ซึ่งได้จัดทำไว้โดยกรมพัฒนาที่ดิน (2545) ข้อมูลค่าการปกคลุมของพืชพรรณ ในที่นี้เป็นผลคูณระหว่าง ค่าปัจจัยการจัดการพืช (Crop management factor: C) และค่าการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน (Practice factor: P) ที่ใช้ในสมการสูญเสียดินสากล เพื่อแสดงถึงความสามารถของพืชคลุมดินที่มีผลต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน โดยค่าการปกคลุมของพืชพรรณอ้างอิงได้จากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ดังตารางที่ 4 ในการเตรียมข้อมูลร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้ และข้อมูลอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด ได้ใช้ค่าจากการตรวจเอกสารโดยจำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน และในการเตรียมข้อมูลความลึกของน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในการศึกษาได้ใช้ค่าจากแบบจำลอง revised Morgan, Morgan and Finney ซึ่งได้ใช้คำว่า “ค่าระดับความลึกของน้ำที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ (Effective hydrological depth)” แทนคำว่า “ระดับความลึกของรากพืช (Rooting depth)” ค่าดังกล่าวนี้เป็นค่าความลึกที่รากพืชสามารถดึงเอาน้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้ (ในหน่วยเมตร) ค่าของทั้ง 3 ปัจจัย ที่ใช้ในการศึกษาแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝนจำแนกตามเนื้อดิน

เนื้อดิน	ดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วย น้ำฝน: K (กรัมต่อจุด)
ดินทราย (Sand)	1.20
ดินทรายปนดินร่วน (Loamy sand)	0.30
ดินร่วนปนทราย (Sandy loam)	0.70
ดินร่วน (Loam)	0.80
ดินทรายแป้ง (Silt)	1.00
ดินร่วนปนทรายแป้ง (Silt loam)	0.90
ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam)	0.10
ดินร่วนเหนียว (Clay loam)	0.70
ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (Silt clay loam)	0.80
ดินเหนียวปนทราย (Sandy clay)	0.30
ดินเหนียวปนทรายแป้ง (Silt clay)	0.50
ดินเหนียว (Clay)	0.05

ที่มา: Morgan (2001)

ตารางที่ 4 ค่า C และ P ประเมินตามกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินตามภูมิภาค

กลุ่มการใช้ ประโยชน์ที่ดิน	ภาคกลาง		ภาค ตะวันตก		ภาคเหนือ		ภาค ตะวันออก เฉียงเหนือ		ภาค ตะวันออก		ภาคใต้	
	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
นาข้าว	0.280	1.0	0.280	1.0	0.280	0.1	0.280	0.1	0.280	1.0	0.280	1.0
พืชไร่	0.485	1.0	0.485	1.0	0.474	1.0	0.525	1.0	0.485	1.0	0.322	1.0
ไม้ยืนต้น	0.150	1.0	0.150	1.0	0.150	1.0	0.150	1.0	0.150	1.0	0.160	1.0
ไม้ผล	0.300	1.0	0.300	1.0	0.300	1.0	0.300	1.0	0.300	1.0	0.300	1.0
พืชสวน	0.600	1.0	0.600	1.0	0.600	1.0	0.600	1.0	0.600	1.0	0.600	1.0
ไร่มุขเวียน	0.250	1.0	0.250	1.0	0.250	1.0	0.250	1.0	0.250	1.0	0.250	1.0
ทุ่งหญ้า	0.100	1.0	0.100	1.0	0.100	1.0	0.100	1.0	0.100	1.0	0.100	1.0
เกษตร	0.225	1.0	0.225	1.0	0.225	1.0	0.225	1.0	0.225	1.0	0.225	1.0
ผสมผสาน												
ป่าไม้ผลัดใบ	0.003	1.0	0.003	1.0	0.003	1.0	0.003	1.0	0.001	1.0	0.001	1.0
ป่าผลัดใบ	0.048	1.0	0.048	1.0	0.048	1.0	0.048	1.0	0.048	1.0	0.048	1.0
สวนป่า	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0
วนเกษตร	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0
ทุ่งหญ้า ธรรมชาติ	0.015	1.0	0.015	1.0	0.015	1.0	0.015	1.0	0.015	1.0	0.015	1.0

ที่มา: คัดแปลงจากการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

ตารางที่ 5 ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง MMF จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	A (เปอร์เซ็นต์)	E_r/E_0	RD (เมตร)
พื้นที่ยังไม่ได้ทำประโยชน์	0	0.09	0.09
พื้นที่ยังไม่ได้ทำประโยชน์ที่มีความลาดชัน	0	0.05	0.05
ป่าไม้ผลัดใบ	30	0.90	0.20
ป่าไม้ไม่ผลัดใบ	35	0.90	0.20
เหมือง	0	0.05	0.05
พืชไร่	25	0.60	0.12
สวนป่า	25	0.90	0.20
พืชสวน	20	0.90	0.15
นาข้าว	35	1.35	0.12
ไม้ยืนต้น	20	0.90	0.15
ทุ่งหญ้า	20	0.88	0.14
ไร่เลื่อนลอย	0	0.05	0.05
เมือง หรือหมู่บ้าน	0	0	0
แหล่งน้ำ	0	0	0

ที่มา: ดัดแปลงจาก นิพนธ์ (2545) และ Morgan (2001)

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการหาระดับความสูงของภูมิประเทศ คือข้อมูลเส้นความสูงเท่าที่มีระยะห่างกันชั้นละ 100 เมตร มีวิธีการเตรียมข้อมูลให้เป็นความสูงของภูมิประเทศดังนี้ แปลงข้อมูลเส้นชั้นความสูงเท่าจากรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS เข้าสู่โปรแกรม ILWIS 3.1 และทำการกระจายค่าข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบเส้นชั้นความสูงเท่าโดยวิธีการแทรกเพื่อสร้างแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital elevation model, DEM) ด้วยอัลกอริทึมของโปรแกรม ILWIS 3.1 ที่ขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

2.1.5 การจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินรายปี โดยแบบจำลอง MMF

ปัจจุบันได้มีหน่วยงานต่าง ๆ ดำเนินการวิจัยเพื่อการประเมินและทำนายการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematic model) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ โดยในเบื้องต้น ได้แก่ สมการการสูญเสียดินสากล (Universal soil loss equation, USLE) ซึ่งเป็นสมการเอ็มไพริคอล (Empirical model) ที่ได้จากแปลงทดลองทั่วสหรัฐอเมริกามากกว่า 10,000 แปลงต่อปี (Wischmeier and Smith, 1965) จึงมีการนำสมการนี้ไปใช้กันอย่างแพร่หลายในการวางแผนใช้ประโยชน์ที่ดิน และคาดคะเนปริมาณตะกอนจากพื้นที่

จากนั้นจึงมีการพัฒนาสมการอื่น ๆ ต่อมา ได้แก่ สมการสูญเสียคาร์บอนดัดแปลง (Modified universal soil loss equation, MUSLE) ที่จัดทำโดย Williams and Berndt (1977) ที่ใช้ในการหาสมรรถนะการกัดเซาะ (Detachment capacity) และสมรรถนะในการเคลื่อนย้ายตะกอน (Transport capacity) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้หาการพัดพาตะกอนจากยอดเขาสูงสู่ร่องน้ำ

นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาแบบจำลองอื่น ๆ อีก เช่น แบบจำลอง Soil loss estimation for Southern/Africa (SLEMSA) โดย Stocking (1981), The revised universal soil

loss equation (RUSLE) โดย Renard et al. (1987) และ The differentiating soil loss equation (DUSLE) โดย Flacke et al. (1990) เป็นต้น

สำหรับแบบจำลองที่ได้กล่าวในข้างต้นนี้ยังคงเป็นแบบจำลองประเภทเอ็มไพริคอล คือ เป็นแบบจำลองที่อาศัยพื้นฐานจากการทำการทดลองหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้ได้ข้อมูลมา และนำข้อมูลเหล่านั้นมาประมวลผลโดยการวิเคราะห์ทางสถิติและคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ ข้อดีของแบบจำลองเอ็มไพริคอล นี้คือสามารถนำมาใช้ได้สะดวก แต่จุดอ่อนสำหรับแบบจำลองประเภทนี้ คือ ค่าคงที่บางตัวของปัจจัยที่ใช้ในแบบจำลองนี้อาศัยพื้นฐานมาจากการทดลองในพื้นที่ เช่น ค่าการปกคลุมของพืช หากผู้ใช้นำแบบจำลองมาใช้โดยมิได้ทราบถึงที่มาของค่าต่าง ๆ ย่อมจะส่งผลให้การใช้แบบจำลองได้ผลที่ไม่แม่นยำ

การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ยังได้มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องโดยยังคงอาศัยพื้นฐานของสมการการสูญเสียดินสากลอยู่ อันเป็นที่มาของแบบจำลองอีกประเภทหนึ่ง คือ แบบจำลองแบบตารางกริด (Grid based) คือ อาศัยการแบ่งพื้นที่ออกเป็นตาราง และนำข้อมูลเข้าสู่ช่องตารางที่ได้แบ่งไว้และอาศัยค่าปัจจัยต่าง ๆ เช่น จากสมการการสูญเสียดินสากล ในการหาผลการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละช่องตาราง แบบจำลองประเภทนี้ได้แก่ แบบจำลอง Agricultural non-point source pollution (AGNPS) ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกาและแบบจำลอง A model for watershed planning (ANSWERS) ที่จัดทำโดย Beasley (1980) เป็นต้น

นอกจากแบบจำลอง 2 ประเภทที่ได้กล่าวไปข้างต้นแล้วยังได้มีการพัฒนาแบบจำลองอีกประเภทหนึ่งขึ้นมา คือ แบบจำลองมโนทัศน์ (Process based model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อพยายามเข้าใจถึงหลักการพื้นฐานของการเกิดการชะล้างพังทลาย แบบจำลองประเภทนี้ได้แก่ แบบจำลอง Chemical run off and erosion from agricultural management systems (CREAMS) แบบจำลอง Water erosion prediction project (WEPP) ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA) และแบบจำลอง European soil erosion model (EUROSEM) สำหรับแบบจำลอง CREAMS ที่จัดทำขึ้นในปี 1980 นั้น พัฒนาขึ้นมาเพื่อเสริมรายละเอียดของ แบบจำลอง MUSLE โดยมุ่งเน้นในการใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการประเมินค่าอัตราการชะล้างพังทลายในพื้นที่ระดับสนาม และรวมถึงมลพิษทางเคมี โดยการพัฒนานั้นอาศัยแนวคิดให้มีการเลียนแบบกระบวนการธรรมชาติต่าง ๆ ไว้ จากแนวคิดลักษณะนี้ของแบบจำลอง CREAMS แม้จะให้รายละเอียดในกระบวนการชะล้างพังทลายของดินได้ดีแต่การนำไปใช้จำเป็นต้องอาศัยตัวพารามิเตอร์มากและสลับซับซ้อน ในหลายกรณีการนำไปใช้ให้ได้ผลถูกต้องได้ดีจึงเป็นไปได้ยาก (นิพนธ์, 2545) แบบจำลองมโนทัศน์ มีข้อดี คือ สามารถนำไปใช้กับพื้นที่อื่นได้ง่ายเพียงแต่อาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ ในแต่ละปัจจัยที่นำมาพิจารณา แต่ข้อเสียของแบบจำลองประเภทนี้คือ มีความซับซ้อนสูงและอาศัยข้อมูลในการศึกษาพิจารณา (Shrestha, 2003)

ดังนั้น Morgan et al. (1984) ได้พยายามพัฒนาแบบจำลองที่สะดวกต่อผู้ใช้งานขึ้น โดยยังคงอาศัยหลักการของสมการการสูญเสียดินสากลในการพัฒนา โดยเป็นการผสมผสานระหว่างแบบจำลองทางด้านกายภาพ และแบบจำลองเอ็มไพริคอล คือ แบบจำลอง MMF ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อทำนายการชะล้างพังทลายของดินรายปีในพื้นที่ลาดเขา โดยมีข้อดี คือ มีความยืดหยุ่นในการนำไปใช้แบบจำลอง MMF ได้พิจารณาถึงกลไกที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินในรูปแบบทางกายภาพ โดยคำนึงถึงกลไกย่อยต่าง ๆ เช่น พลังงานของเม็ดฝนในเขตพื้นที่ต่าง ๆ ที่ทำให้เม็ดดินแตกกระจาย เป็นต้น แต่เนื่องจากการพัฒนาดังกล่าวนี้นับว่าซับซ้อน การจะอธิบายถึงกลไกทั้งหมดจะต้องอาศัยข้อมูลและเวลาใน

การวิเคราะห์มาก ดังนั้นในแบบจำลอง MMF เองจึงต้องอาศัยการพิจารณาในรูปแบบของแบบจำลองเอ็มไพริคอลเข้ามามีด้วย โดยการนำค่าคงที่เข้าไปในแบบจำลอง

จากงานวิจัยของ lampornrat et al. (2002) ที่ได้วิจัยเปรียบเทียบปริมาณการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้สมการการสูญเสียดินสากลเปรียบเทียบกับแบบจำลอง MMF ในพื้นที่ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอนมสาร จันทบุรี ได้พบว่าแบบจำลอง MMF สามารถประเมินการชะล้างพังทลายของดินได้เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตาม นิพนธ์ (2545) กล่าวว่า การนำแบบจำลอง MMF มาใช้ให้ได้ประสิทธิภาพนั้นยังคงต้องคำนึงถึงความซับซ้อนของข้อมูลต่าง ๆ ที่จะใช้แบบจำลองร่วมกับข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันและเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการประมวลผลด้วยจากแบบจำลอง MMF ซึ่งจากแบบจำลอง MMF นี้ จะพบว่าไม่ได้ให้ความสำคัญไปที่ดินที่แตกกระจายเนื่องจากน้ำท่า และการพัดพาที่เกิดจากพลังงานจลน์ของน้ำฝน และไม่ได้พิจารณาถึงค่าอิทธิพลของความยาวของความลาดชันที่มีต่อการชะล้างพังทลายของดิน (Slope length factor) จึงควรที่จะมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเหมาะสมและถูกต้องในการนำแบบจำลอง MMF มาใช้ในการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

ในการศึกษาครั้งนี้ได้จัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินรายปีขึ้นโดยใช้แบบจำลอง MMF ของปี 2554 ถึง 2555 โดยทั้ง 2 ปีใช้วิธีการจัดทำแบบเดียวกัน ทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดิน และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อมองในภาพรวมของพื้นที่ศึกษา แต่สำหรับข้อมูลทางด้านสภาพภูมิอากาศที่นำมาใช้ จะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละปี เนื่องจากข้อมูลสภาพภูมิอากาศจะมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอนในแต่ละปี

การจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินรายปีโดยแบบจำลอง MMF จะแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 กระบวนการ คือ กระบวนการแตกกระจายของดิน และกระบวนการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย อันเป็นแนวคิดของแบบจำลอง MMF ซึ่งมีวิธีการศึกษาดังนี้

1) การประเมินการแตกกระจายของเม็ดดิน การจัดทำแผนที่ปริมาณการแตกกระจายของเม็ดดิน ทำได้โดยการคำนวณพลังงานของน้ำฝนที่จะก่อให้เกิดการแตกกระจายของเม็ดดิน แล้วนำพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นมาประเมินปริมาณดินที่กระจายออกเป็นเม็ดดิน ซึ่งมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

การหาพลังงานจลน์ของเม็ดฝน (Kinetic energy of rainfall) การหาพลังงานจลน์ของเม็ดฝนที่จะก่อให้เกิดการแตกตัวของดิน ในที่นี้ได้ใช้สมการของ Hudson (1965) ที่ได้ทำการทดลองหาพลังงานจลน์ของเม็ดฝนในประเทศซิมบับเว (Zimbabwe) ซึ่งสมการของ Hudson นี้ได้พัฒนาขึ้นเพื่อให้เหมาะสำหรับการใช้กับประเทศในเขตร้อนชื้น การวิเคราะห์ทำได้โดยการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ในหน่วยมิลลิเมตร และข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง ในหน่วยมิลลิเมตรต่อชั่วโมง ที่อยู่ในรูปข้อมูลแบบราสเตอร์ ที่ขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร มาทำการวิเคราะห์ตามสมการของ Hudson (1965) เพื่อที่จะได้ข้อมูลพลังงานจลน์ของฝน ในหน่วยจูลต่อตารางเมตร ในรูปข้อมูลแบบราสเตอร์ ที่ขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร สมการการหาพลังงานจลน์ของฝน โดย Hudson (1965) คือ

$$E = R [29.8 + (127.5 / I)]$$

E = พลังงานจลน์ของฝน ในหน่วย จูลต่อตารางเมตร

R = ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ในหน่วย มิลลิเมตร

I = ข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง ในหน่วย มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

การหาปริมาณการแตกกระจายของเม็ดดิน เป็นการใช้อัตราส่วนความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน ข้อมูลร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้ และข้อมูลพลังงานจลน์ของฝนที่อยู่ในรูปราสเตอร์ ที่ขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร มาทำการวิเคราะห์ตามสมการเพื่อให้ได้ปริมาณที่แตกกระจายของดิน ซึ่งสมการที่ใช้ในการวิเคราะห์มีดังนี้

$$D = K.(E \exp^{-aA})b.10^{-3}$$

D = ปริมาณแตกกระจายของเม็ดดิน ในหน่วย กิโลกรัมต่อตารางเมตร

K = อัตราส่วนความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน ในหน่วย กรัมต่อจุล

E = พลังงานจลน์ของฝน ในหน่วย จูลต่อตารางเมตร

A = ข้อมูลร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้

a = 0.05

b = 1.0

ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามสมการทั้ง 2 สมการข้างต้นจะใช้การเขียนคำสั่งบนโปรแกรม ILWIS 3.1 เพื่อให้โปรแกรมทำการประมวลผลตามคำสั่งที่เขียนเอาไว้ โดยใช้ข้อมูลที่เตรียมไว้ใน การประมวลผล และได้ผลลัพธ์สุดท้ายออกมาเป็นแผนที่ปริมาณการแตกกระจายของเม็ดดิน ในหน่วย กิโลกรัมต่อตารางเมตร โดยอยู่ในรูปของข้อมูลแบบราสเตอร์ ที่ขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

2) การประเมินการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย การทำแผนที่การพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย จัดทำโดยการพิจารณาจากปัจจัยย่อย ๆ ก่อนแล้วจึงนำปัจจัยเหล่านั้นมา ประเมินหาปริมาณอนุภาคดินที่สามารถถูกพัดพาไปด้วยน้ำไหลป่า ปัจจัยย่อยที่ต้องนำมาพิจารณา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี ปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ ซึ่งทั้ง 2 ปัจจัยที่ได้จะนำไป คำนวณเป็นปริมาณน้ำไหลป่าหน้าดิน (Overland flow) ที่เกิดขึ้น และนำไปวิเคราะห์หาค่าของ ปริมาณอนุภาคดินที่สามารถถูกพัดพาไปได้ สามารถอธิบายได้ดังนี้

การหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี (Mean rain per rainy day) การ ประเมินปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวัน ได้มาจากการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ในหน่วย มิลลิเมตร มา พิจารณาร่วมกับข้อมูลจำนวนวันฝนตกในรอบปี ซึ่งการพิจารณาเป็นดังสมการต่อไปนี้

$$R_0 = R/Rn$$

R_0 = น้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี ในหน่วย มิลลิเมตรต่อวัน

R = ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ในหน่วย มิลลิเมตร

Rn = ข้อมูลจำนวนวันฝนตกในรอบปี ในหน่วย วัน

การหาปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ (Soil moisture capacity under actual vegetation) การหาปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ จะอาศัยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพของดิน 2 ปัจจัยคือ ข้อมูลความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม ในหน่วย เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ต่อน้ำหนัก และข้อมูลความหนาแน่นรวมของดิน ในหน่วย เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยนำปัจจัยทั้ง 2 มาพิจารณาร่วมกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพืชอีก 2 ปัจจัยคือ ข้อมูลอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการ

ระเหยน้ำสูงสุด และข้อมูลความลึกของน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในหน่วย เมตร ซึ่งในการประมวลผลจะใช้ข้อมูลที่ได้จากการเตรียมข้อมูลมาประมวลผลในสมการต่อไปนี้

$$R_c = 1000 \cdot MS \cdot BD \cdot RD \cdot (E_r/E_0)^{0.05}$$

- R_c = ปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ ในหน่วย มิลลิเมตร
 MS = ความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม ในหน่วย เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก
 BD = ข้อมูลความหนาแน่นรวมของดิน ในหน่วย เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
 RD = ความลึกของน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในหน่วย เมตร
 E_r/E_0 = อัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำ

การหาปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน เป็นการนำเอาข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ มาพิจารณาพร้อมกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี โดยค่าที่ได้ จะนำมาพิจารณาร่วมกับปริมาณน้ำฝนรายปีอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะให้ผลออกมาเป็นปริมาณน้ำไหลบ่าที่เกิดขึ้น ในหน่วย มิลลิเมตร โดยการพิจารณานั้นเป็นไปตามสมการต่อไปนี้

$$Q = R \cdot \exp^{(-R_c/R_0)}$$

- Q = ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน ในหน่วย มิลลิเมตร
 R = ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ในหน่วย มิลลิเมตร
 R_c = ปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ ในหน่วย มิลลิเมตร
 R_0 = น้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี ในหน่วย มิลลิเมตรต่อวัน

การหาปริมาณการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย ในการจัดทำแผนที่ปริมาณการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย ทำได้โดยนำค่าของปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลค่าการปกคลุมของพืชพรรณ รวมถึงค่าความลาดชันของภูมิประเทศในหน่วยองศา (Slope gradient) ซึ่งค่าของความลาดชันนี้สามารถหาได้จากข้อมูลความสูงของระดับภูมิประเทศโดยใช้คำสั่งในโปรแกรม ILWIS 3.1 เมื่อได้ข้อมูลครบทั้ง 3 ปัจจัยแล้วจึงนำมาประมวลผลตามสมการดังต่อไปนี้

$$T = C \cdot Q^2 \cdot \sin S \cdot 10^{-3}$$

- T = ปริมาณเม็ดดินที่ถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่า ในหน่วย กิโลกรัมต่อตารางเมตร
 C = ค่าการปกคลุมของพืชพรรณ
 Q = ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน ในหน่วย มิลลิเมตร
 S = ค่าความลาดชันของภูมิประเทศ ในหน่วย องศา

ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามสมการข้างต้นจะใช้การเขียนคำสั่งบนโปรแกรม ILWIS 3.1 เพื่อให้โปรแกรมทำการประมวลผลตามคำสั่งที่เขียนเอาไว้ โดยใช้ข้อมูลที่เตรียมไว้ในการประมวลผล และได้ผลลัพธ์สุดท้ายออกมาเป็นแผนที่ปริมาณการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย ในหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเมตร โดยอยู่ในรูปของข้อมูลแบบราสเตอร์ ที่ขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไป (Shrestha, 2003)

3) การประเมินการชะล้างพังทลายของดิน หลังจากการประมวลผลข้อมูลอันได้มาซึ่งแผนที่ปริมาณการแตกกระจายของเม็ดดิน ในหน่วย กิโลกรัมต่อตารางเมตร และแผนที่ปริมาณการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย ในหน่วย กิโลกรัมต่อตารางเมตร แล้วตามแนวคิดของแบบจำลอง MMF จะนำแผนที่ของทั้ง 2 กระบวนการมาเปรียบเทียบกันโดยที่ปริมาณการสูญเสียดินของกระบวนการใดที่น้อยกว่า ปริมาณการสูญเสียดินที่เกิดจากกระบวนการนั้นก็จะเป็นปริมาณดินที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่นั้น สำหรับการจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินสามารถทำได้ดังนี้

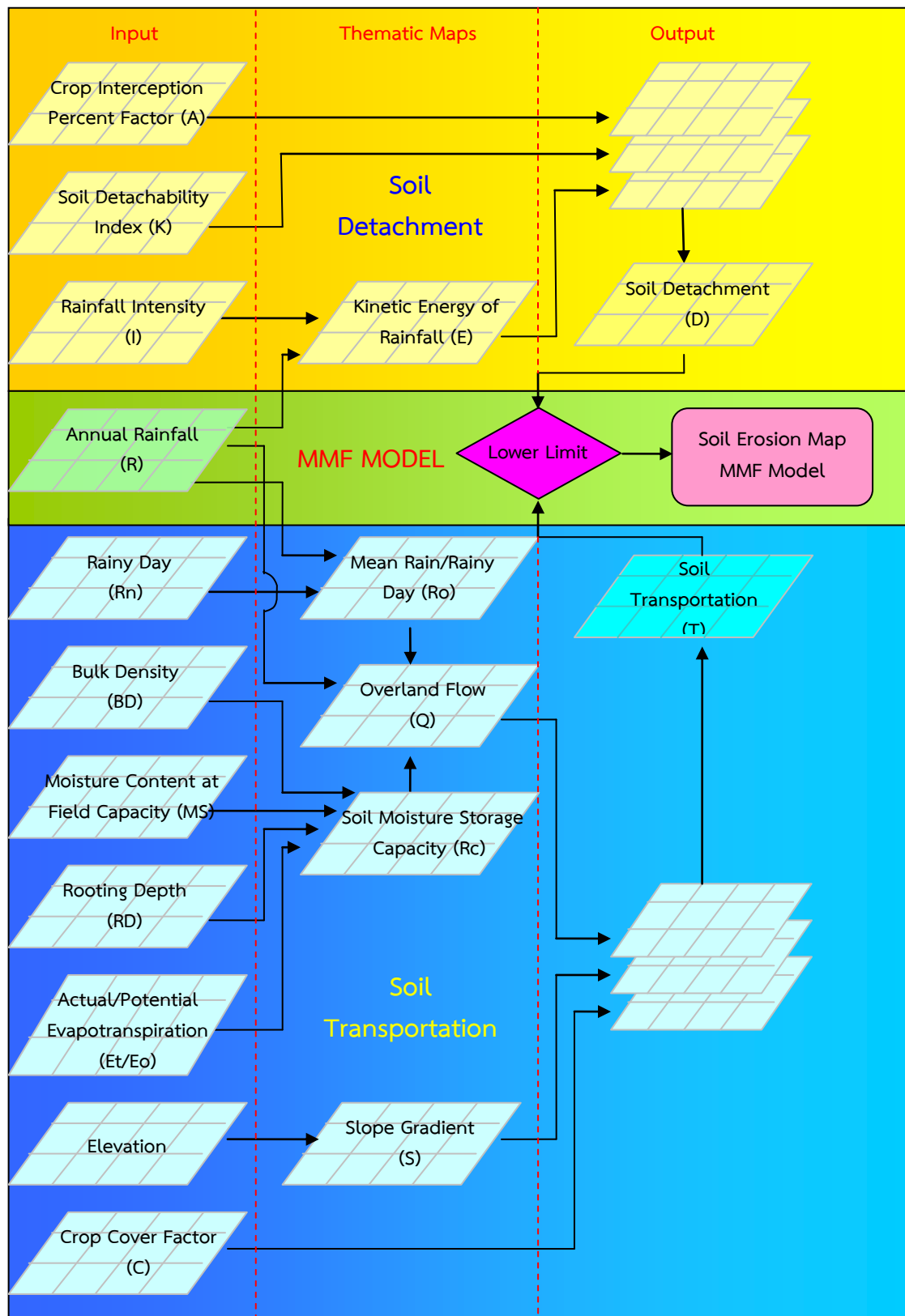
เขียนคำสั่งบนโปรแกรม ILWIS 3.1 โดยมีเงื่อนไขว่าระหว่างปริมาณการแตกกระจายของเม็ดดิน และปริมาณการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย ปริมาณของกระบวนการใดมีค่าน้อยกว่าให้ถือเป็นปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน เมื่อได้แผนที่การชะล้างพังทลายของดินซึ่งมีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อตารางเมตรแล้ว จะใช้การเขียนคำสั่งบนโปรแกรม ILWIS 3.1 เพื่อเปลี่ยนค่าดังกล่าวให้อยู่ในหน่วย ต้นต่อไร่ ทำการแปลงจากข้อมูลจากข้อมูลราสเตอร์ ที่ขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร ไปเป็นข้อมูล Coverage ของโปรแกรม ArcInfo ทำการแบ่งระดับการชะล้างพังทลายของดินออกเป็นระดับความรุนแรง 5 ระดับ คือตั้งแต่ระดับที่มีการชะล้างพังทลายของดินน้อยมากจนถึงระดับที่รุนแรงมาก และแยกระหว่างพื้นที่ราบและพื้นที่สูง จะได้ผลการศึกษาเป็นแผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยรายปี สำหรับการจัดแบ่งระดับความรุนแรงอธิบายดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การจัดระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

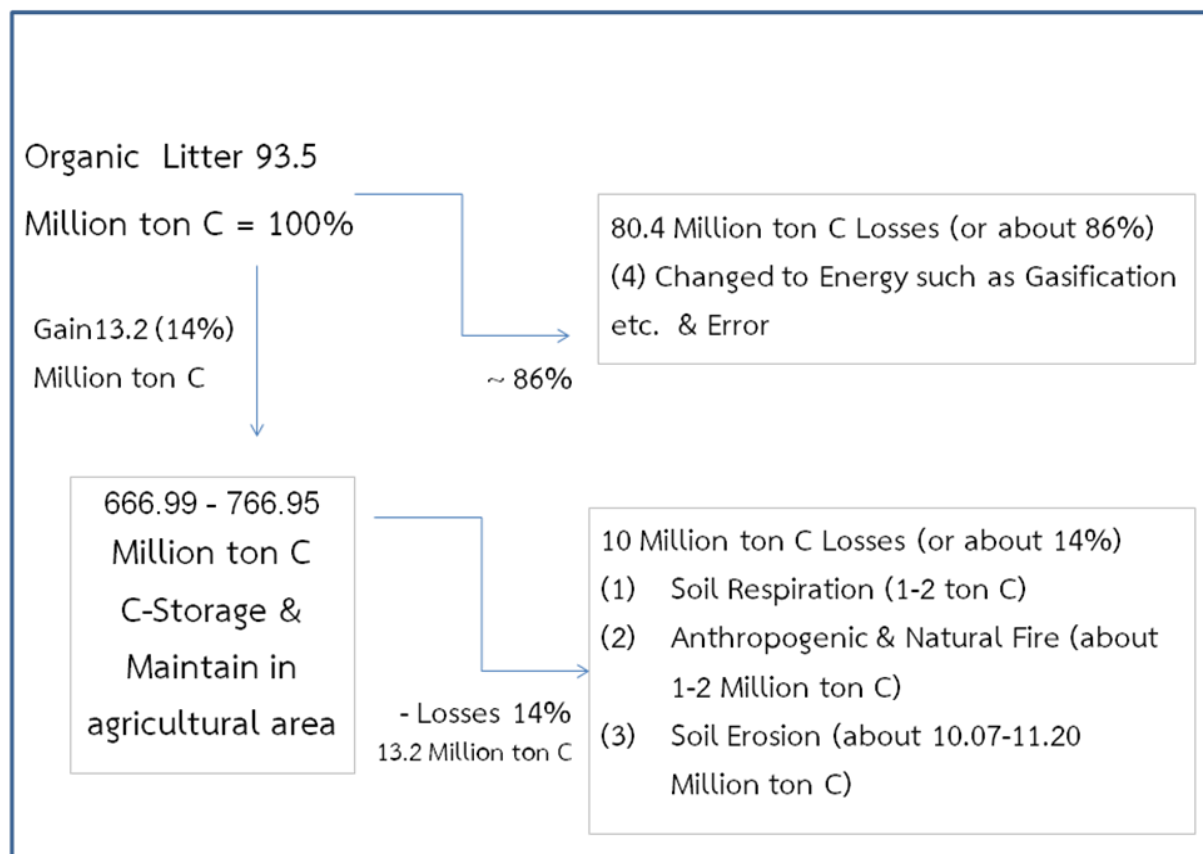
ระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน	อัตราการสูญเสียดิน	
	ตันต่อไร่ต่อปี	มิลลิเมตรต่อปี
พื้นที่ราบ		
1L : น้อยมาก (Very slight)	0 - 2	0 - 0.96
2L : น้อย (Slight)	2 - 5	0.96 - 2.40
3L : ปานกลาง (Moderate)	5 - 15	2.40 - 7.20
4L : รุนแรง (Severe)	15 - 20	7.20 - 9.60
5L : รุนแรงมาก (Very severe)	มากกว่า 20	มากกว่า 9.60
พื้นที่สูง		
1H : น้อยมาก (Very slight)	0 - 2	0 - 0.96
2H : น้อย (Slight)	2 - 5	0.96 - 2.40
3H : ปานกลาง (Moderate)	5 - 15	2.40 - 7.20
4H : รุนแรง (Severe)	15 - 20	7.20 - 9.60
5H : รุนแรงมาก (Very severe)	มากกว่า 20	มากกว่า 9.60

ที่มา: ดัดแปลงจากการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

หมายเหตุ: พื้นที่ราบ หมายถึง ที่ราบลุ่มน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขาความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์
พื้นที่สูง หมายถึง ภูเขาและที่ลาดหุบเขาความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดหลักในการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยโดยใช้แบบจำลอง MMF



ภาพที่ 3 สรุปภาพรวมพลวัตรของคาร์บอนสำหรับดินประเทศไทย

2.1.6 การศึกษาปริมาณการสูญเสียคาร์บอน

1) การคัดเลือกจุดเฝ้าติดตามในแต่ละพื้นที่

คัดเลือกจุดเฝ้าติดตามในแต่ละพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน โดยมีเงื่อนไขคือ

แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นรายภาค 5 ภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้

แบ่งระดับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน ออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ น้อยมาก น้อย ปานกลาง รุนแรง และรุนแรงมาก

แบ่งประเภทของดินออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ดินร่วน ดินเหนียว และดินทราย

กำหนดจำนวนการเก็บตัวอย่างในแต่ละระดับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดการชะล้างพังทลายและแต่ละประเภทของดิน ขั้นต่ำ 30 จุดต่อระดับภาค ดังนั้นจะมีจุดเก็บตัวอย่าง 2,700 จุดทั่วประเทศ

2) การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังฤดูฝน จำนวน 3 ตัวอย่าง เพื่อทำการเก็บตัวอย่างแบบผสมรวม (Composite sampling) แล้วส่งเข้าห้องปฏิบัติการ เพื่อวิเคราะห์คาร์บอนในดิน

3) การคำนวณ

การหาปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดิน = ปริมาณคาร์บอนที่เกิดขึ้น - ปริมาณคาร์บอนที่สูญเสีย
 การหาอัตราการสะสมคาร์บอนในดิน = ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินต่อระยะเวลา
 การหาอัตราการเกิดคาร์บอนในดิน = ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินต่อระยะเวลา
 การหาอัตราการสูญเสียคาร์บอน = ปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียต่อระยะเวลา

2.1.7 การวางแผนทางป้องกันและแก้ไขการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน

ทำการพิจารณาแนวทางป้องกันและแก้ไขการเกิดการสูญเสียคาร์บอน และการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละพื้นที่ตามระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายที่เกิด โดยเลือกวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่

2.2 การสูญเสียคาร์บอนในดินจากอัตราการหายใจของดิน

2.2.1 เก็บตัวอย่างดินที่เก็บโดยใช้ชุดเก็บแบบไม่ทำลายโครงสร้าง (Soil core samplers)

2.2.2 เติมน้ำลงในชุดเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้าง เพื่อปรับให้ค่าความชื้นของดินเป็นไปตามค่าความชื้นที่กำหนด คือ 15 เปอร์เซ็นต์

2.2.3 วัดความชื้นของดินในชุดเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้าง

2.2.4 วัดอัตราการหายใจของดินในชุดเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้าง และบันทึกค่าที่ได้

2.2.5 ทำซ้ำข้อ 2 - 4 โดยปรับค่าความชื้นของดินเป็นไปตามค่าความชื้นที่กำหนด คือ 20 เปอร์เซ็นต์ 25 เปอร์เซ็นต์ 30 เปอร์เซ็นต์ และ 35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.2.6 เมื่อวัดอัตราการหายใจของดินในชุดเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์แล้ว ให้นำดินมาบดและวัดอัตราการหายใจของดินที่ถูกทำลายโครงสร้าง (Disturbed) บันทึกค่าที่ได้

2.2.7 นำปริมาณคาร์บอนที่วัดได้ และเวลามาสร้างกราฟที่ความชื้นต่าง ๆ โดยให้แกน x เป็นเวลาในหน่วยวินาที และแกน y เป็นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้ในหน่วยมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Part per million, ppm) เพื่อคำนวณหาอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ

ตารางที่ 7 การแบ่งระดับของอัตราการหายใจของดิน สภาพของดินที่อุณหภูมิ และความชื้นที่เหมาะสม สำหรับพื้นที่เกษตรกรรม

อัตราการหายใจของดิน (มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอน ต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที)	ระดับชั้น	องค์ประกอบของดิน
0	ไม่มีปฏิกิริยาใด ๆ ทางดิน	ดินปราศจากกิจกรรมทางด้านชีววิทยา และค่อนข้างปลอดเชื้อทางดิน
< 9.196	มีปฏิกิริยาทางดินต่ำมาก	ดินมีปริมาณความเป็นประโยชน์ของ สารอินทรีย์ลดลงมาก และมีกิจกรรมของ จุลินทรีย์ในปริมาณเล็กน้อย
9.196 - 15.988	มีปฏิกิริยาทางดินต่ำ	ดินมีปริมาณความเป็นประโยชน์ของ สารอินทรีย์ค่อนข้างลดลง และมี กิจกรรมของ จุลินทรีย์ในปริมาณต่ำ
15.988 - 30.976	มีปฏิกิริยาทางดินปานกลาง	ดินมีกิจกรรมจุลินทรีย์เข้าใกล้สู่สถานะ ในอุดมคติ
30.976 - 63.104	มีค่าที่ค่อนข้างเหมาะสม สำหรับกิจกรรมทางดิน	ดินมีกิจกรรมจุลินทรีย์สถานะในอุดม คติ และมีอินทรีย์วัตถุเพียงพอ และมีการ ใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์
> 63.104	มีกิจกรรมทางดินค่อนข้างสูง และไม่ปกติ	ดินมีกิจกรรมจุลินทรีย์สูงมาก และมี ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงมาก นอกจากนี้อาจ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุใหม่ หรือปุ๋ยคอก สูง

ที่มา: ดัดแปลงจากตาราง General soil respiration class ratings and soil condition at optimum soil temperature and moisture conditions, primarily for agric-cultural land uses, Woods End Research, 1977.

2.3 การสูญเสียคาร์บอนในดินจากการเผาไหม้เศษพืช

2.3.1 ตรวจสอบเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินการศึกษาจะมีการรวบรวมและศึกษาข้อมูลในเบื้องต้นเกี่ยวกับ ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อความรุนแรงของการเกิดจุดไฟไหม้ (Hotspot) ข้อมูลทุติยภูมิ ตรวจสอบ เอกสาร ที่มาของปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.2 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูล ทางสถิติ ทั้งในรูปแบบที่เป็นแผนที่ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูลดิจิทัลที่มีพิกัดของจุด ข้อมูลที่แน่นอน รวมถึงข้อมูลจากการสำรวจพื้นที่จริง (Ground truth survey) เพื่อนำมาเตรียมข้อมูลใน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งข้อมูลแสดงไว้ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ที่มาและรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูล	ที่มา	รายละเอียดข้อมูล
พิกัดจุดไฟไหม้	ดาวเทียม AQUA, TERRA ในระบบ MODIS	ข้อมูลพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลจุดไฟไหม้ที่เกิดขึ้น ซึ่งรายงานเป็นประจำทุกวัน
แผนที่ภูมิประเทศ (Topography)	กรมแผนที่ดิน	ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ประเทศไทย
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	กรมแผนที่ดิน	การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี 2546 โดยการแปลจากภาพถ่ายดาวเทียม มาตราส่วนแผนที่ 1:50,000
ความถี่ลม การกระจายตัวของทิศทางลม และความเร็วลมในเวลาต่าง ๆ (Wind rose)	กรมอุตุนิยมวิทยา	ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณ จากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศ ซึ่งรายงานเป็นประจำทุกวัน
ความชื้นของดิน (Soil moisture regime)	กรมแผนที่ดิน	ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของความชื้นดิน ในประเทศไทย มาตราส่วน 1:50,000
สารอินทรีย์ในดิน (Soil organic matter)	กรมแผนที่ดิน	ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของสารอินทรีย์ในดิน ในประเทศไทย มาตราส่วน 1:50,000
ขนาดพื้นที่ที่เกิดการเผาไหม้ (Burning area)	การสำรวจพื้นที่	ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณของพื้นที่ที่เกิดการเผาไหม้ พร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลพื้นที่จุดไฟไหม้ ที่เกิดขึ้นจริง
พื้นที่ที่เกิดไฟป่า	ส่วนควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติ	ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณของพื้นที่ที่เกิดไฟป่า ซึ่งรายงานเป็นประจำทุกปี
พื้นที่ที่เกิดอัคคีภัย	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย	ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณของพื้นที่ที่เกิดอัคคีภัย ซึ่งรายงานเป็นประจำทุกปี

2.3.3 การคัดเลือกพื้นที่เป้าหมายที่เกิดจุดไฟไหม้

การคัดเลือกพื้นที่เป้าหมาย โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากเทคโนโลยีทางดาวเทียมที่สามารถตรวจจับพิกัดที่เกิดจุดไฟไหม้ ในพื้นที่ของประเทศไทย แล้วนำมาเข้าข้อมูลผ่านโปรแกรม ThaiCO₂HOT SPOT เพื่อประมวลผลออกมาเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ที่เกิดจุดไฟไหม้ พื้นที่เผ่าไร่ร้างและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยจากพื้นที่ที่มีการเผาเศษพืช หรือไฟป่า

2.3.4 การเก็บข้อมูล และการสำรวจพื้นที่ การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจุดพื้นที่ไฟไหม้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกันของชนิดพืชพรรณที่มีการเผ่าว่าเมื่อเกิดการเผ่าเศษพืชพรรณชนิดนั้นขึ้นแล้วจะมีพื้นที่ที่เกิดไฟไหม้เท่าไร ต่อ 1 จุด ที่เกิดการเผ่าไหม้ และคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์จากพื้นที่ไฟไหม้ รวมถึงเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของพิกัดจุดไฟไหม้ จากดาวเทียมกับการสำรวจพื้นที่จริงที่เกิดจุดไฟไหม้

2.3.5 การคำนวณปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียจากการเกิดจุดไฟไหม้

ปริมาณคาร์บอนในพื้นที่ไฟไหม้ป่า = พื้นที่ไฟไหม้ป่า (ไร่) × ปริมาณคาร์บอนที่สะสมจากชีวมวลในป่าโดยเฉลี่ย (ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี)

อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ป่าที่เสียหายต่อจำนวนจุดที่เกิดไฟป่า = พื้นที่ป่าที่เกิดไฟป่า (ไร่) ต่อจำนวนจุดไฟไหม้ในพื้นที่ป่า (จุด)

อัตราส่วนระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมที่เสียหายต่อจำนวนจุดที่เกิดอัคคีภัย = พื้นที่ทางการเกษตรที่เกิดอัคคีภัย (ไร่) ต่อจำนวนจุดไฟไหม้ในพื้นที่เกษตรกรรม (จุด)

2.4 ปริมาณคาร์บอนในดิน

2.4.1 การสะสมคาร์บอนจากเศษพืช

1) การคัดเลือกพืชในแต่ละพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เป็นการใช้อินโฟร์เมชันเทคโนโลยี ปี 2546 – 2550

พืชที่คัดเลือกประกอบด้วย พืชไม้ยืนต้น พืชไร่ และพืชสวน จำนวน 12 ชนิดใน 77 จังหวัดของประเทศไทย

2) สำรวจพื้นที่จริง และสร้างแปลงทดลอง

3) การดำเนินการวิจัย โดยวางแผนเก็บตัวอย่างขนาด 1 X 1 ตารางเมตร เก็บตัวอย่างเศษวัสดุที่ร่วงหล่นลงสู่พื้น เก็บตัวอย่างดินโดยใช้ชุดเก็บแบบไม่ทำลายโครงสร้าง และสุ่มเก็บตัวอย่างดินเพิ่มเติม โดยใช้จอบ เสียมหรือพลั่วขุดหลุมเป็นรูปตัววี (V) ให้ลึกในแนวตั้งประมาณ 15 เซนติเมตรเพื่อใช้วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของดินในขั้นตอนต่อไป

4) ชั่งน้ำหนักแห้งของตัวอย่างเศษวัสดุที่ร่วงหล่นลงสู่พื้น แล้วผึ่งแดดเป็นเวลา 5 วัน ชั่งน้ำหนักแห้ง

5) นำตัวอย่างพืชวิเคราะห์หาปริมาณ C, H, O, N และ S โดยเครื่อง Elemental analyzer

6) นำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินมาใช้ เพื่อกำหนดชนิดพืชในพื้นที่ และคำนวณหาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในพืช ดังนี้

ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัมต่อปี) = พื้นที่ (ไร่) × ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ต่อปี (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี)

ปริมาณเศษวัสดุ (กิโลกรัมต่อปี) = สัดส่วนเศษวัสดุต่อผลผลิต × ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัมต่อปี)

น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัมต่อปี) = ปริมาณเศษวัสดุ (กิโลกรัมต่อปี) × เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (กิโลกรัมต่อปี) = น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัมต่อปี) × เปอร์เซ็นต์คาร์บอนในน้ำหนักแห้ง

2.4.2 การสะสมคาร์บอนในดิน

1) นำตัวอย่างดินที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในขั้นตอนของการสะสมคาร์บอนจากเศษพืช มาตากในที่ร่ม 5 วันจนแห้ง

2) นำตัวอย่างดินวิเคราะห์หาปริมาณ C, H, O, N และ S โดยเครื่อง Elemental analyzer

3) คำนวณปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดิน

ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่เกิดขึ้น = ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดิน + ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในพืช
 ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดิน = ปริมาณคาร์บอนที่เกิดขึ้น - ปริมาณคาร์บอนที่สูญเสีย

4) คำนวณอัตราการสะสมคาร์บอนในดิน

การหาอัตราการสะสมคาร์บอนในดิน = ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินต่อระยะเวลา
 การหาอัตราการเกิดคาร์บอนในดิน = ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินต่อระยะเวลา
 การหาอัตราการเกิดคาร์บอนในพืช = ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในพืชต่อระยะเวลา
 การหาอัตราการสูญเสียคาร์บอน = ปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียต่อระยะเวลา

การคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทย

$$\Delta C_{\text{lut}} = \Delta C_{\text{AB}} + \Delta C_{\text{RES}} + \Delta C_{\text{FIRE}} + \Delta C_{\text{EROS}} + \Delta C_{\text{ERRO}} + \Delta C_{\text{SO}}$$

โดย ΔC_{lut} = การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทย

ΔC_{AB} = การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนจากมวลชีวภาพเหนือดิน

ΔC_{RES} = การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนจากการหายใจของจุลินทรีย์

ΔC_{FIRE} = การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนจากจุดไฟไหม้

ΔC_{EROS} = การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนจากการชะล้างพังทลายของดิน

ΔC_{ERRO} = การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนจาก error

ΔC_{SO} = การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนของดิน

3. เวลาและสถานที่

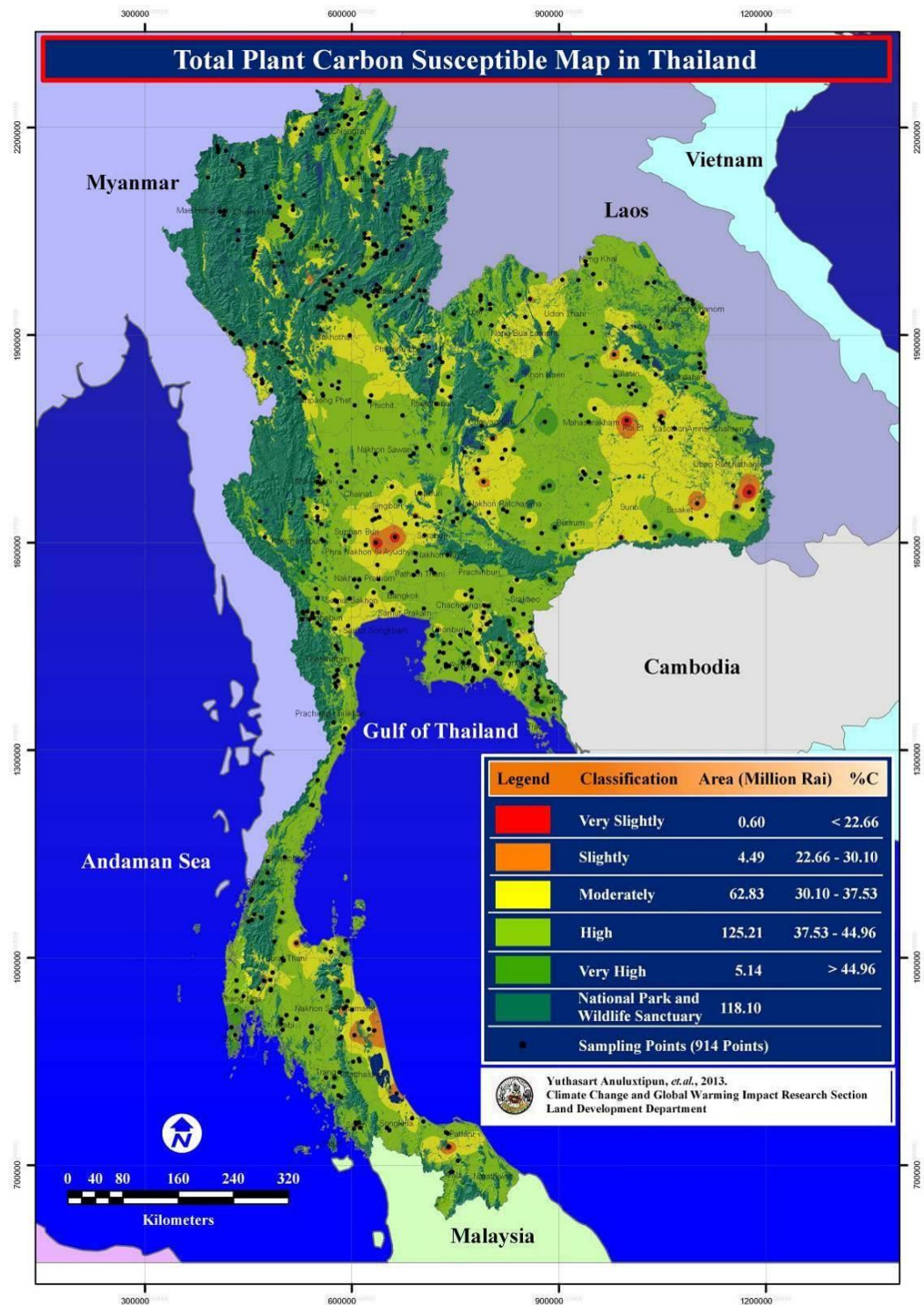
3.1 ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้นเดือน ตุลาคม ปี 2552

สิ้นสุดเดือน กันยายน ปี 2555

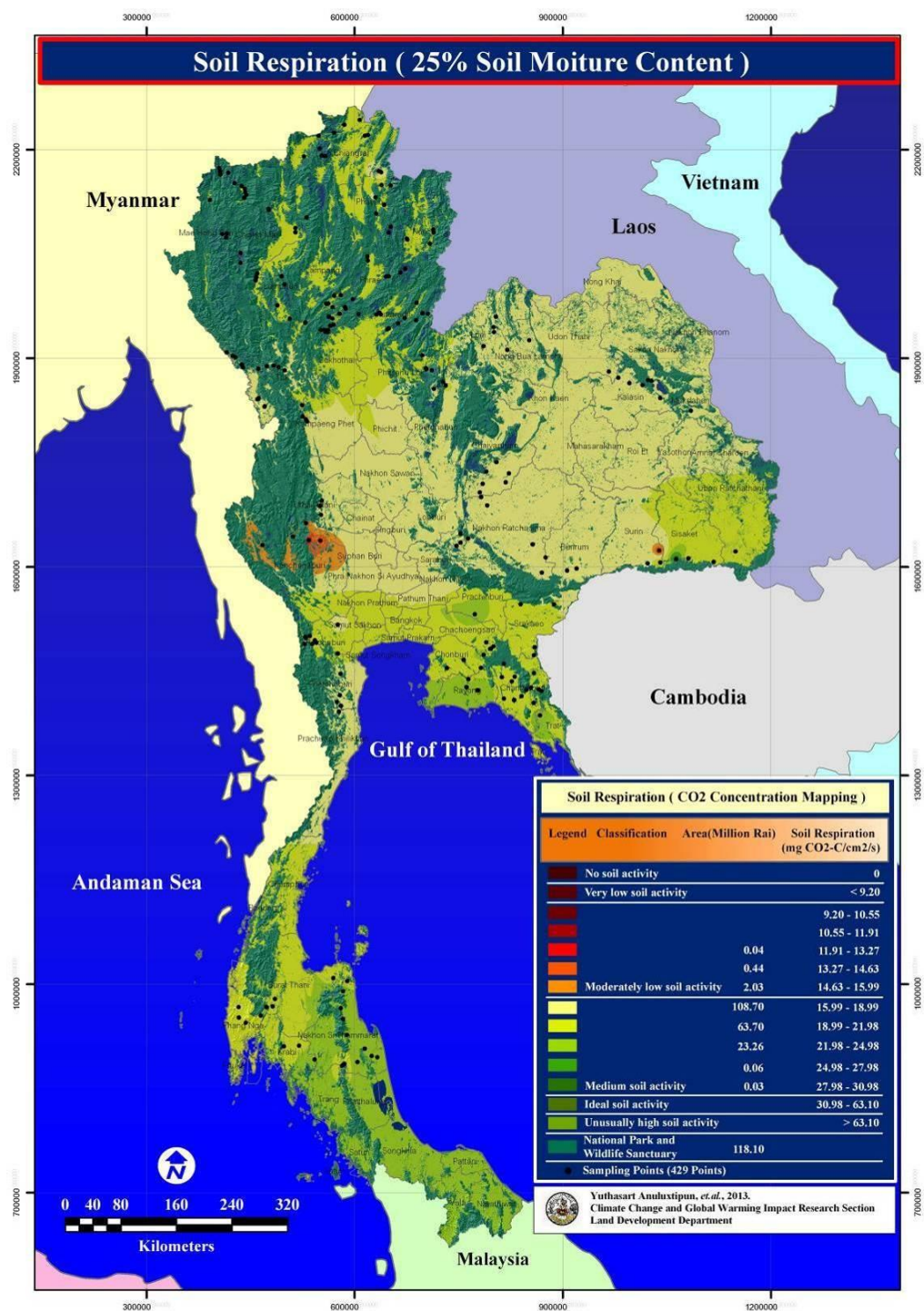
3.2 สถานที่ดำเนินการ พื้นที่เก็บตัวอย่างจำนวน 1,132 จุด ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

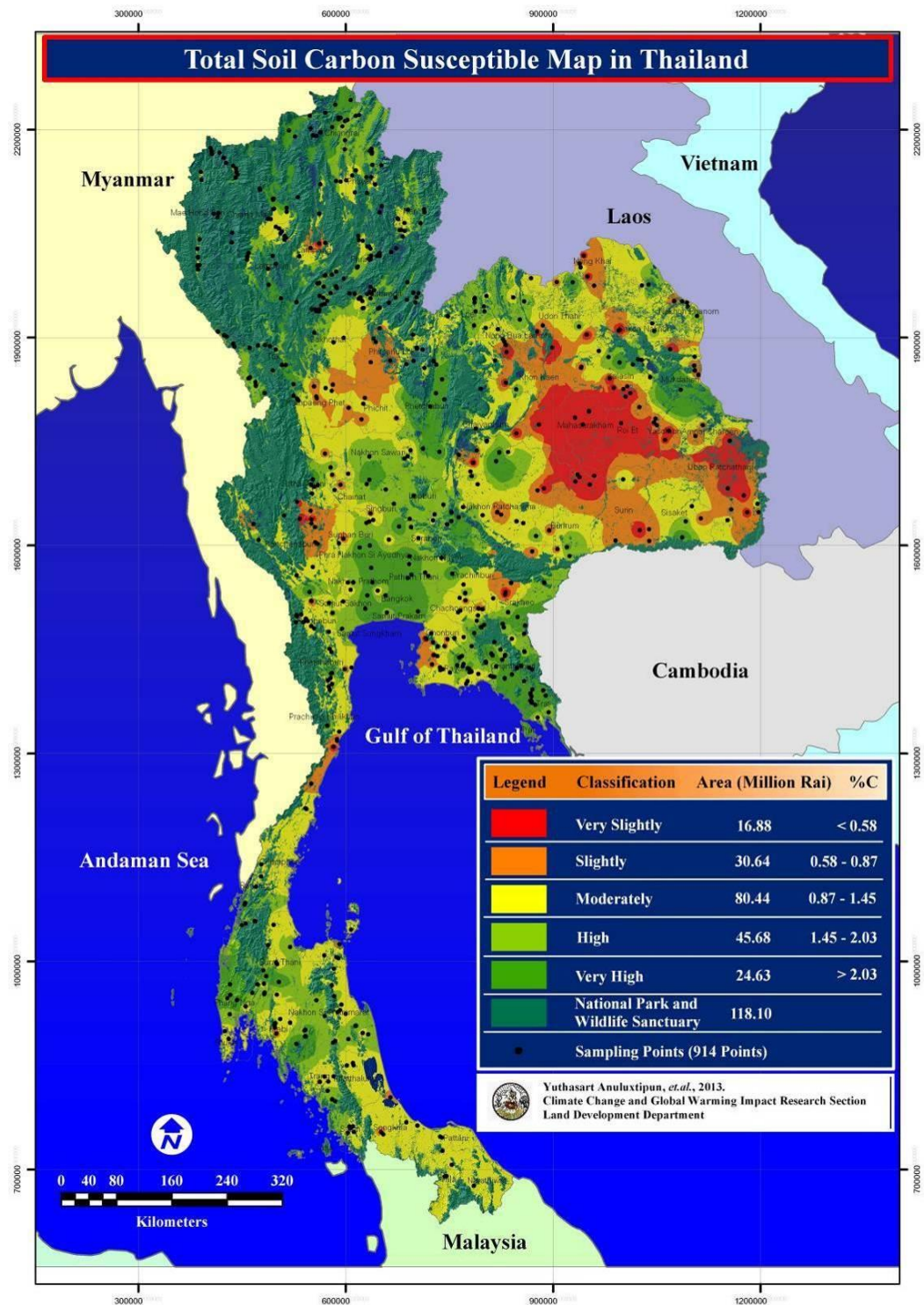
ประเทศไทยมีพื้นที่ประมาณ 321 ล้านไร่ โดยเป็นพื้นที่เกษตรกรรม 56.0 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 180 ล้านไร่ กรมพัฒนาที่ดินได้ทำการเก็บตัวอย่างดินและพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิด ทั่วประเทศไทย มาวิเคราะห์ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของพืช และปริมาณคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) และซัลเฟอร์ (S) ในตัวอย่างดินและพืช ด้วย Elemental analyzer ซึ่งธาตุเหล่านี้เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์และเป็นพารามิเตอร์ที่บ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน บ่งชี้ให้เห็นถึงคุณภาพของดินในพื้นที่เกษตรกรรม โดยพบว่าปริมาณคาร์บอนของพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดมีค่าอยู่ระหว่าง 6.63 – 53.4 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน แสดงดังแผนที่ 1 และเนื่องจากกิจกรรมการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ในดิน รวมถึงสภาพภูมิอากาศและสภาวะแวดล้อมของพื้นที่ทำให้มีการสูญเสียปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดิน จึงได้ทำการหาปริมาณคาร์บอนที่ถูกปลดปล่อยในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อันเนื่องมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน โดยการวัดอัตราการหายใจด้วย LI-COR รุ่น LI-840 CO₂/H₂O Gas Analyzer ซึ่งทำการวิเคราะห์ตัวอย่างดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง (Undisturbed soil) และตัวอย่างดินที่ถูกทำลายโครงสร้าง (Disturbed soil) ซึ่งปริมาณคาร์บอนที่วัดได้สามารถนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เพื่อหาอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนในดิน โดยพบว่าดินประเทศไทยมีอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนจากการหายใจของจุลินทรีย์อยู่ระหว่าง 12.47 - 30.07 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที (mgCO₂-C/cm²/s.) แสดงดังแผนที่ 2 โดยพบว่าดินเหนียวที่ถูกทำลายโครงสร้างมีค่าอัตราการหายใจมากกว่าดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างถึง 4.92 เท่า รองลงมาคือ ดินทราย 2.82 เท่าและน้อยที่สุดคือดินร่วน 2.45 เท่า ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการหายใจเฉลี่ยของดินที่ถูกทำลายโครงสร้างและไม่ถูกทำลายโครงสร้าง พบว่า ดินที่ถูกทำลายโครงสร้างมีค่าอัตราการหายใจเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 260.4 - 421.2 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งมีค่ามากกว่าดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 250.4 - 411.5 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที เนื่องจากดินที่ถูกทำลายโครงสร้างจะเกิดกิจกรรมในดินเพิ่มขึ้นจึงมีอัตราการหายใจมากขึ้น โดยภาคใต้มีอัตราการหายใจเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ และจากการศึกษาสามารถทราบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนลงสู่ดินโดยเฉลี่ยแต่ละปีมีค่าอยู่ระหว่าง 0.18 – 17.3 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน แสดงดังแผนที่ 3



แผนที่ 1 ปริมาณคาร์บอนในพืชเป็นตัวแทนแสดงการสะสมคาร์บอน (Carbon gain)



แผนที่ 2 อัตราการหายใจของดินเป็นตัวแทนแสดงการสูญเสียคาร์บอน (Carbon losses)



แผนที่ 3 ปริมาณคาร์บอนในดินเป็นตัวแทนแสดงการกักเก็บคาร์บอน (Carbon sequestration)

1. การสะสมคาร์บอนในเศษพืช

จากการศึกษาปริมาณเศษวัสดุทางการเกษตรในประเทศไทยมี 255,274,543 ตันต่อปี แสดงดังตารางที่ 9 และจากการวิเคราะห์เศษพืชช่วงปี 2553 - 2554 พบว่ามีปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยอยู่ที่ 36.6 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจะมีปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในเศษวัสดุทางการเกษตรทั้งประเทศไทย 93,481,537.65 ตันคาร์บอนต่อปี และจากการศึกษาปริมาณคาร์บอนในเศษพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดของประเทศไทยในปี 2553 และ 2554 พบว่า มีปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่าง 6.63 - 53.4 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ดังแสดงใน แผน ที่ 1 โดยผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และค่าอัตราส่วน เปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่ออัตราไนโตรเจน (C/N ratio) ในเศษพืชของปี 2553 และ 2554 มีดังนี้

1.1 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในพืช ปี 2553

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศไทย พบว่า ปริมาณคาร์บอนมีการกระจายตัวอยู่ระหว่าง 6.63 – 51.9 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ซึ่งในภาคใต้จะมีปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยในเศษพืชต่ำที่สุด และภาคตะวันออกจะมีปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่าดังนี้ 32.4 และ 41.3 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์คาร์บอน จากนั้นน้อยไปหา มาก จะได้ดังนี้ 32.4, 32.9, 34.5, 36.1, 37.6 และ 41.3 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉิยเหนือ ภาคตะวันตก ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10 โดยพบว่าจังหวัดที่วิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในเศษพืชมีค่าต่ำสุดที่ จังหวัดแพร่ มีค่า 6.63 เปอร์เซ็นต์คาร์บอนและพบว่าเศษพืชของจังหวัดจันทบุรี ให้ค่าการวิเคราะห์ เปอร์เซ็นต์คาร์บอนสูงสุด มีค่า 51.9 เปอร์เซ็นต์คาร์บอนดังแสดงในแผนที่ 4 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 9 ปริมาณเศรษฐกิจทางการเกษตรในประเทศไทย

ลำดับ	ชนิดพืช	พื้นที่ ^{1/} (ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ยต่อ พื้นที่ต่อปี ^{2/} (กิโลกรัมต่อไร่ต่อ ปี)	ผลผลิตเฉลี่ยทั้งหมด ต่อปี ^{3/} (กิโลกรัมต่อปี)	สัดส่วน ระหว่างผล ตกค้างทาง การเกษตรต่อ ผลผลิต ^{4/}	ปริมาณเศรษฐกิจทั้งหมดจาก การเกษตร	
						(กิโลกรัมต่อปี)	(ตันต่อปี)
		(1)	(2)	(3) = (1)*(2)	(4)	(5) = (3)*(4)	(6) = (5)/1000
1	ข้าว	85,299,197.28	587.50	50,113,278,402.00	1.4	70,158,589,763.00	70,158,590.00
2	ข้าวโพด	9,668,804.37	874.50	8,455,369,422.00	1.0	8,455,369,422.00	8,455,369.00
3	มันสำปะหลัง	8,167,857.80	3,000.00	24,503,573,400.00	0.4	9,801,429,360.00	9,801,429.00
4	อ้อย	12,892,501.33	7,120.00	91,794,609,470.00	1.5	137,691,914,204.00	137,691,914.00
5	กะหล่ำปลี	42,102.80	4,500.00	189,462,600.00	1.5	284,193,900.00	284,194.00
6	สับปะรด	665,166.41	3,733.00	2,483,066,209.00	1.0	2,483,066,209.00	2,483,066.00
7	มะขาม	537,552.25	242.00	130,087,645.00	3.0	390,262,934.00	390,263.00
8	ยางพารา	19,117,116.43	286.00	5,467,495,299.00	3.0	16,402,485,897.00	16,402,486.00
9	ปาล์มน้ำมัน	1,438,725.98	2,725.00	3,920,528,296.00	1.0	3,920,528,296.00	3,920,528.00
10	มะพร้าว	1,285,265.93	1,016.00	1,305,830,185.00	1.0	1,305,830,185.00	1,305,830.00
11	ลิ้นจี่	88,219.88	6,744.00	594,954,871.00	1.0	594,954,871.00	594,955.00
12	ลำไย	376,947.71	1,000.00	376,947,710.00	2.0	753,895,420.00	753,895.00
13	มะม่วง	295,616.18	700.00	206,931,326.00	2.0	413,862,652.00	413,863.00
14	ทุเรียน	26,453.77	1,313.00	34,733,800.00	2.0	69,467,600.00	69,468.00

ตารางที่ 9 (ต่อ) ปริมาณเศษวัสดุทางการเกษตรในประเทศไทย

ลำดับ	ชนิดพืช	พื้นที่ ^{1/} (ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ยต่อ พื้นที่ต่อปี ^{2/} (กิโลกรัมต่อไร่ต่อ ปี)	ผลผลิตเฉลี่ยทั้งหมด ต่อปี ^{3/} (กิโลกรัมต่อปี)	สัดส่วนระหว่าง ผลตกค้างทาง การเกษตรต่อ ผลผลิต ^{4/}	ปริมาณเศษวัสดุทั้งหมดจาก การเกษตร	
						(กิโลกรัมต่อปี)	(ตันต่อปี)
		(1)	(2)	(3) = (1)*(2)	(4)	(5) = (3)*(4)	(6) = (5)/1000
15	มะนาว	1,216.43	1,000.00	1,216,430.00	2.0	2,432,860.00	2,433.00
16	ถั่วเหลือง	89,634.98	224.00	20,078,236.00	2.1	42,164,295.00	42,164.00
17	กล้วย	86,936.72	1,982.00	172,308,579.00	2.0	344,617,158.00	344,617.00
18	องุ่น	9,891.74	2,471.41	24,446,545.00	2.0	48,893,090.00	48,893.00
19	แตงโม	5,332.93	3,098.93	16,526,377.00	1.3	21,484,290.00	21,484.00
20	มังคุด	41.80	1,227.00	51,289.00	1.1	56,417.00	56.00
21	ส้ม	354,301.17	2,780.00	984,957,253.00	2.0	1,969,914,505.00	1,969,915.00
22	มะละกอ	2,367.70	2,966.00	7,022,598.00	1.0	7,022,598.00	7,023.00
23	ขนุน	1,269.23	3,000.00	3,807,690.00	1.2	4,569,228.00	4,569.00
24	เงาะ	1,985.96	1,681.00	3,338,399.00	1.5	5,007,598.00	5,008.00
25	ถั่วลิสง	2,662.43	235.00	625,671.00	1.0	625,671.00	626.00
26	ยางสด	838.91	1,268.32	1,064,006.00	2.0	2,128,013.00	2,128.00
27	มันฝรั่ง	2,588.33	1,931.00	4,998,065.00	0.4	1,999,226.00	1,999.00
28	กาแฟ	218,264.52	159.00	34,704,059.00	2.0	69,408,117.00	69,408.00
29	มะม่วงหิมพานต์	52,005.82	268.46	13,961,482.00	2.0	27,922,965.00	27,923.00

ตารางที่ 9 (ต่อ) ปริมาณเศษวัสดุทางการเกษตรในประเทศไทย

ลำดับ	ชนิดพืช	พื้นที่ ^{1/} (ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ยต่อ พื้นที่ต่อปี ^{2/} (กิโลกรัมต่อไร่ต่อ ปี)	ผลผลิตเฉลี่ยทั้งหมด ต่อปี ^{3/} (กิโลกรัมต่อปี)	สัดส่วนระหว่าง ผลตกค้างทาง การเกษตรต่อ ผลผลิต ^{4/}	ปริมาณเศษวัสดุทั้งหมดจาก การเกษตร 30	
						(กิโลกรัมต่อปี)	(ตันต่อปี)
		(1)	(2)	(3) = (1)*(2)	(4)	(5) = (3)*(4)	(6) = (5)/1000
30	งา	1,861.40	120.00	223,368.00	2.0	446,736.00	447.00
Total		140,732,728.00				255,274,543,479.00	255,274,543
Manure ^{3/}							21,936,897

หมายเหตุ: ^{1/} แผนที่ใช้ประโยชน์ที่ดิน มาจากโปรแกรม AgZone 3.0 ของกรมพัฒนาที่ดิน (2003)

^{2/} สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2002)

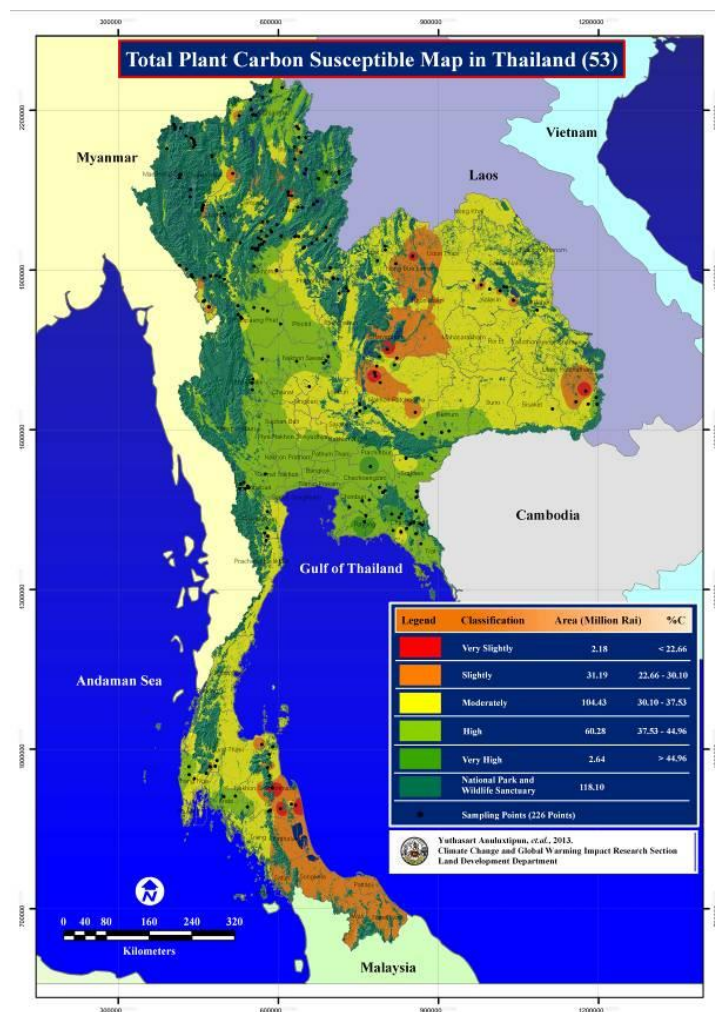
^{3/} สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2002)

^{4/} Daniela and Giljum (2005)

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ ค่า C, H, O, N, S และ C/N ratio ในตัวอย่างพืช ปี 2553

พารามิเตอร์ ภาค	Carbon**		Hydrogen**		Oxygen**		Nitrogen ^{ns}		Sulfer**		C/N Ratio ^{ns}	
	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv
เหนือ	36.1 ab	24.7	4.86 a	27.2	33.9 ab	30.6	1.36 ab	59.6	0.29 d	37.9	36.77 a	89.0
ใต้	32.4 a	34.9	4.25 a	38.6	38.4 b	35.1	1.32 ab	40.9	0.10 a	40.0	25.38 a	15.4
กลาง	37.6 ab	16.4	5.07 a	16.8	32.2 ab	22.6	1.45 ab	49.7	0.21 c	71.4	31.52 a	45.4
ตะวันตก	34.5 a	25.9	4.51 a	28.6	36.4 b	28.8	1.05 a	41.9	0.09 a	44.4	36.83 a	39.5
ตะวันออก	41.3 b	18.1	6.27 b	18.2	27.1 a	32.9	1.65 b	33.3	0.17 bc	35.3	27.88 a	44.1
ตะวันออกเฉียงเหนือ	32.9 a	31.7	4.27 a	33.7	37.9 b	33.1	1.44 ab	74.3	0.11 ab	54.6	29.36 a	45.4
ค่าเฉลี่ย	35.8	25.3	4.87	27.2	34.3	30.5	1.38	49.9	0.16	47.3	31.29	46.5
F-test	4.10		10.2		4.77		1.97		31.4		1.68	

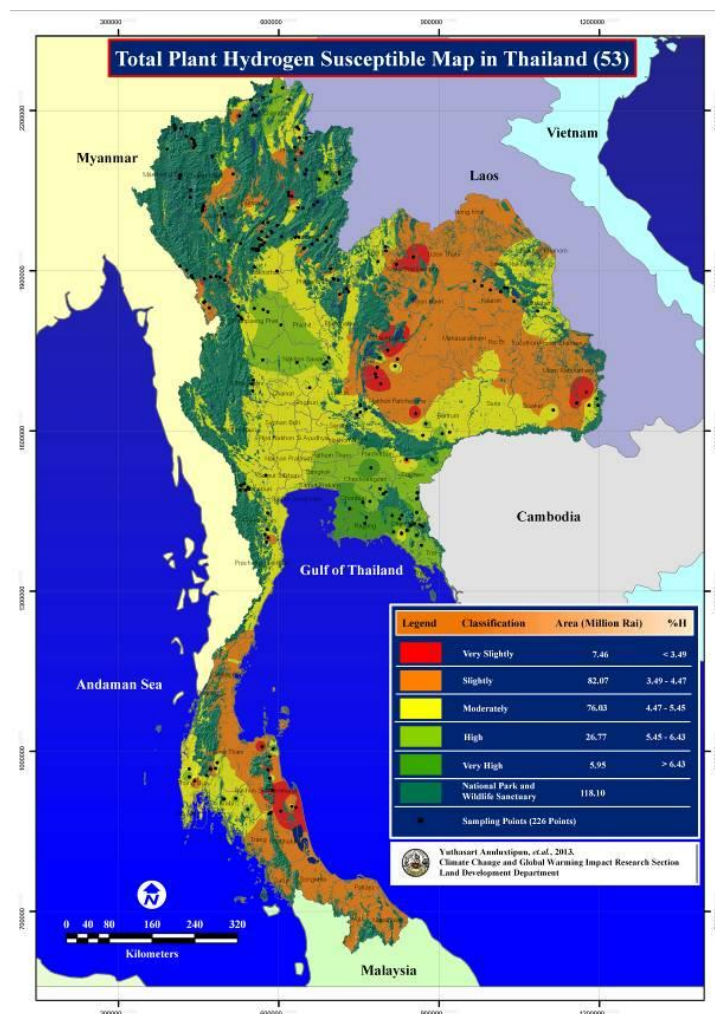
หมายเหตุ: * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
 ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์
 ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 n จำนวนจุดเก็บตัวอย่างพืชของปี 2553 = 226 จุด



แผนที่ 4 ปริมาณคาร์บอนในพืชปี 2553

1.2 การวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนในพืช ปี 2553

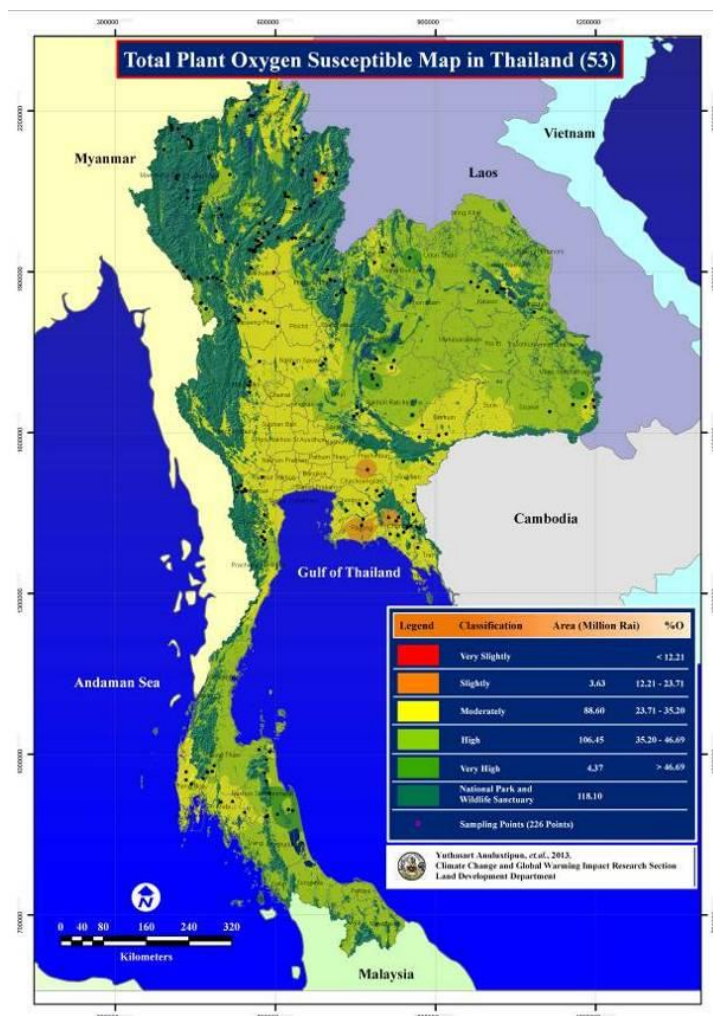
จากการวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศไทย พบว่า ปริมาณไฮโดรเจนมีการกระจายตัวอยู่ระหว่าง 0.99 - 7.86 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ซึ่งในภาคใต้จะมีปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ยในเศษพืชต่ำที่สุด และภาคตะวันออกจะมีปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่าดังนี้ 4.25 และ 6.27 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน จากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 4.25, 4.27, 4.51, 4.86, 5.07 และ 6.27 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉิยงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10 โดยพบว่าจังหวัดที่วิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนในเศษพืชมีค่าต่ำสุดที่ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่า 0.99 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน และพบว่าเศษพืชของจังหวัดระยอง ให้ค่าการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน สูงสุด มีค่า 7.86 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ดังแสดงในแผนที่ 5 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 5 ปริมาณไฮโดรเจนในพืชปี 2553

1.3 การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนในพืช ปี 2553

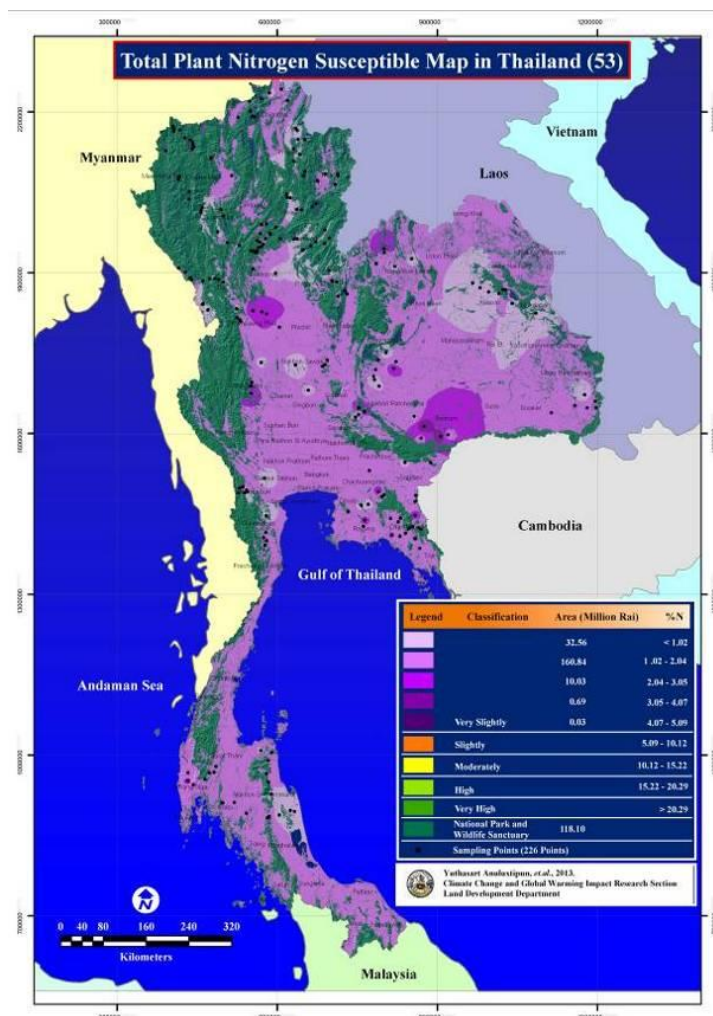
จากการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศไทย พบว่า ปริมาณออกซิเจนมีการกระจายตัวอยู่ระหว่าง 14.4 – 68.2 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ซึ่งในภาคตะวันออกจะมีปริมาณออกซิเจนเฉลี่ยในเศษพืชต่ำที่สุด และภาคใต้จะมีปริมาณออกซิเจนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่าดังนี้ 27.1 และ 38.4 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่า เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน จากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 27.1, 32.2, 33.9, 36.4, 37.9 และ 38.4 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10 โดยพบว่าจังหวัดที่วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนในเศษพืชมีค่าต่ำสุดที่ จังหวัดจันทบุรี มีค่า 14.4 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน และพบว่าเศษพืชของจังหวัดแพร่ ให้ค่าการวิเคราะห์ เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน สูงสุด มีค่า 68.2 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ดังแสดงในแผนที่ 6 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 6 ปริมาณออกซิเจนในพืชปี 2553

1.4 การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในพืช ปี 2553

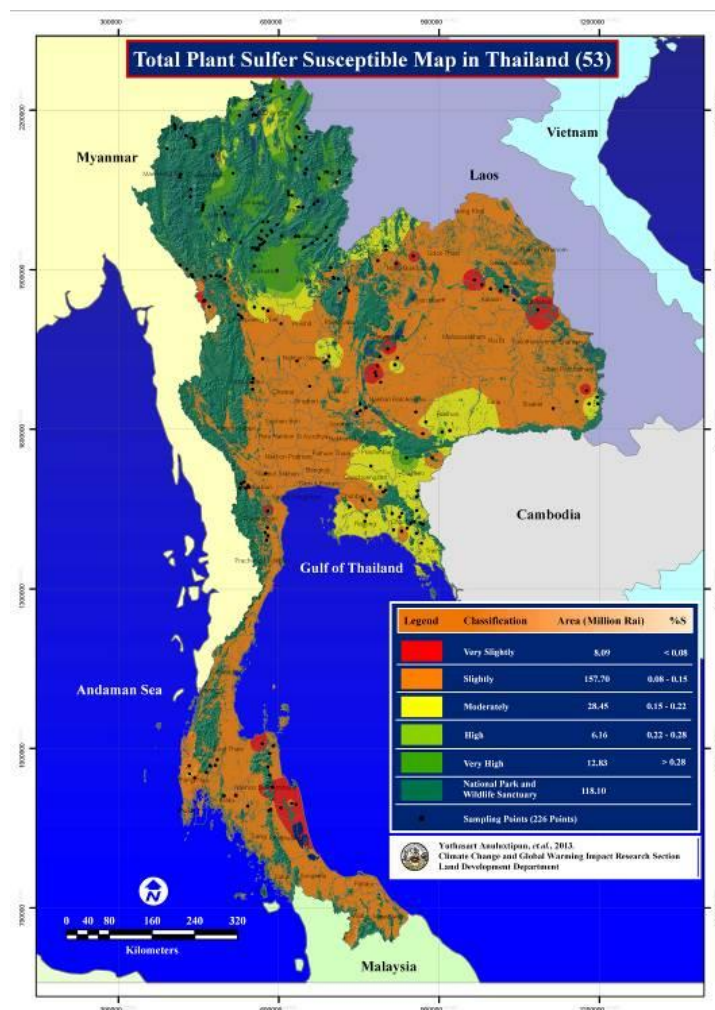
จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศไทย พบว่า ปริมาณไนโตรเจนมีการกระจายตัวอยู่ระหว่าง 0.15 – 4.35 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ซึ่งในภาคตะวันตกจะมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในเศษพืชต่ำที่สุด และภาคตะวันออกจะมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่า ดังนี้ 1.05 และ 1.65 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่า เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน จากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 1.05, 1.32, 1.36, 1.44, 1.45 และ 1.65 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ซึ่งเรียงตาม ภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันตก ภาคใต้ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาค ตะวันออก ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10 โดยพบว่าจังหวัดที่วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในเศษพืชมี ค่าต่ำสุดที่ จังหวัดแพร่ มีค่า 0.15 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน และพบว่าเศษพืชของจังหวัดเลย ให้ค่าการ วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน สูงสุด มีค่า 4.35 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ดังแสดงในแผนที่ 7 จากการ วิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



แผนที่ 7 ปริมาณไนโตรเจนในพืชปี 2553

1.5 การวิเคราะห์ปริมาณซิลเฟอร์ในพืช ปี 2553

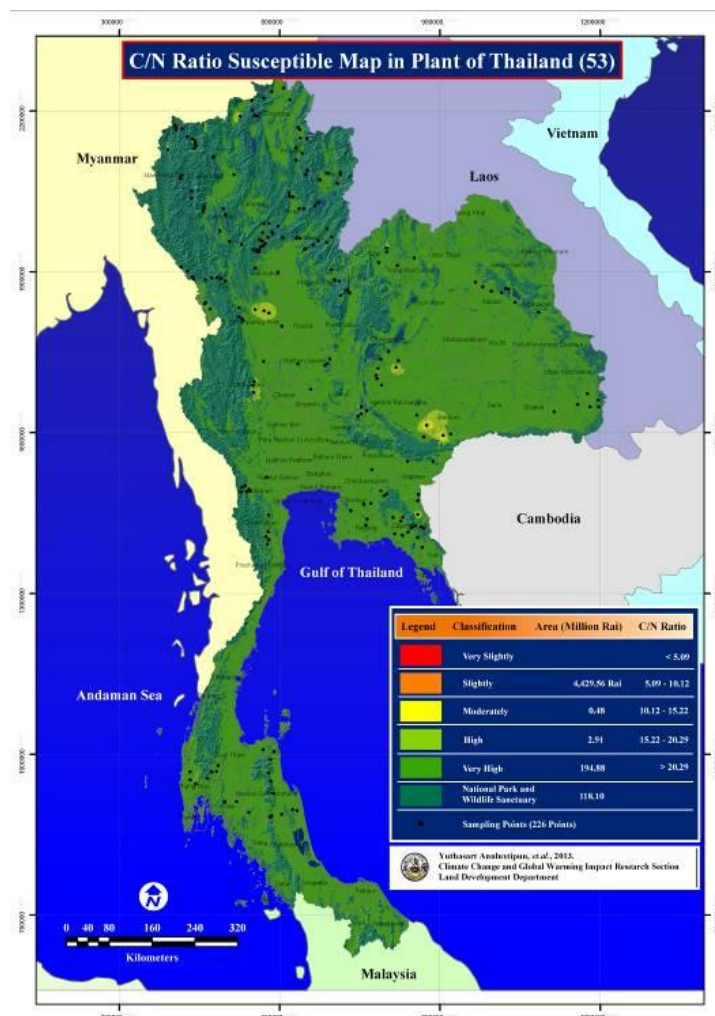
จากการวิเคราะห์ปริมาณซิลเฟอร์ในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศไทย พบว่าปริมาณซิลเฟอร์มีการกระจายตัวอยู่ระหว่าง 0.02 – 0.69 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ ซึ่งในภาคตะวันตกจะมีปริมาณซิลเฟอร์เฉลี่ยในพืชต่ำที่สุด และภาคเหนือจะมีปริมาณซิลเฟอร์เฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่าดังนี้ 0.09 และ 0.29 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์จากน้อยไปหามากจะได้ดังนี้ 0.09, 0.10, 0.11, 0.17, 0.21 และ 0.29 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันตก ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลาง และภาคเหนือ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10 โดยพบว่าจังหวัดที่วิเคราะห์ปริมาณซิลเฟอร์ในพืชมีค่าต่ำสุดที่ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่า 0.02 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ และพบว่าพืชของจังหวัดสุโขทัย ให้ค่าการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์สูงสุด มีค่า 0.69 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ ดังแสดงในแผนที่ 8 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 8 ปริมาณซัลเฟอร์ในพืชปี 2553

1.6 การวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในพืช ปี 2553

จากการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศไทย พบว่า ค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนมีการกระจายตัวอยู่ระหว่าง 9.38 - 275.74 ซึ่งในภาคใต้จะมีปริมาณค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนเฉลี่ยในเศษพืชต่ำที่สุด และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่าดังนี้ 25.38 และ 36.83 ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 25.38, 27.88, 29.36, 31.52, 36.77 และ 36.83 ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันตกตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10 โดยพบว่าจังหวัดที่วิเคราะห์ค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในเศษพืชมีค่าต่ำสุดที่ จังหวัดเลย มีค่า 9.38 และพบว่าเศษพืชของจังหวัดแพร่ ให้ค่าการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนสูงสุด มีค่า 275.74 ดังแสดงในแผนที่ 9 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



แผนที่ 9 อัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในพืชปี 2553

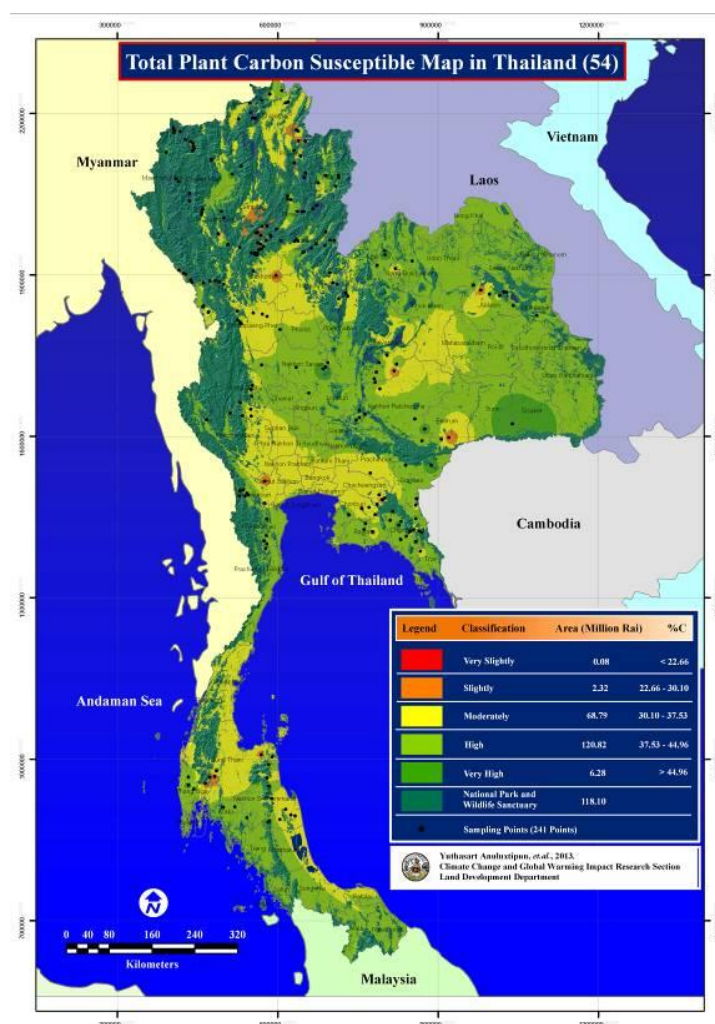
1.7 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในพืช ปี 2554

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศไทย พบว่า ปริมาณคาร์บอนมีการกระจายตัวอยู่ระหว่าง 9.64 – 53.4 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ซึ่งในภาคเหนือจะมีปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยในเศษพืชต่ำที่สุด และภาคตะวันออกจะมีปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่าดังนี้ 35.3 และ 39.8 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่า เปอร์เซ็นต์คาร์บอน จากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 35.3, 36.9, 36.9, 38.4, 38.6 และ 39.8 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 11 โดยพบว่าจังหวัดที่วิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในเศษพืชมีค่าต่ำสุดที่จังหวัดแพร่ มีค่า 9.64 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน และพบว่าเศษพืชของจังหวัดนครศรีธรรมราช ให้ค่าการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์คาร์บอนสูงสุด มีค่า 53.4 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ดังแสดงในแผนที่ 10 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ ค่า C, H, O, N, S และ C/N ratio ในตัวอย่างพืช ปี 2554

พารามิเตอร์ ภาค	Carbon*		Hydrogen**		Oxygen*		Nitrogen*		Sulfur**		C/N Ratio ^{ns}	
	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv
เหนือ	35.3 a	24.3	4.76 a	26.8	35.1 b	28.9	1.29 ab	56.6	0.12 ab	50.0	38.07 a	90.5
ใต้	36.9 ab	22.0	5.70 b	25.3	32.3 ab	31.5	1.59 b	49.1	0.10 ab	50.0	26.24 a	29.9
กลาง	38.6 ab	18.0	5.29 ab	17.4	31.2 ab	26.2	1.33 ab	42.1	0.13 b	46.2	34.41 a	46.1
ตะวันตก	36.9 ab	20.8	5.13 ab	20.3	33.3 ab	26.9	1.10 a	85.5	0.08 a	50.0	42.05 a	47.2
ตะวันออก	39.8 b	16.9	5.37 ab	17.7	29.6 a	27.1	1.64 b	46.9	0.10 ab	50.0	28.46 a	49.1
ตะวันออกเฉียงเหนือ	38.4 ab	16.5	5.30 ab	16.0	31.6 ab	23.4	1.18 a	61.9	0.11 ab	63.6	41.08 a	56.4
ค่าเฉลี่ย	37.6	19.8	5.26	20.6	32.2	27.3	1.36	57.0	0.11	51.6	35.05	53.2
F-test	2.28		3.55		2.29		2.58		3.09		2.10	

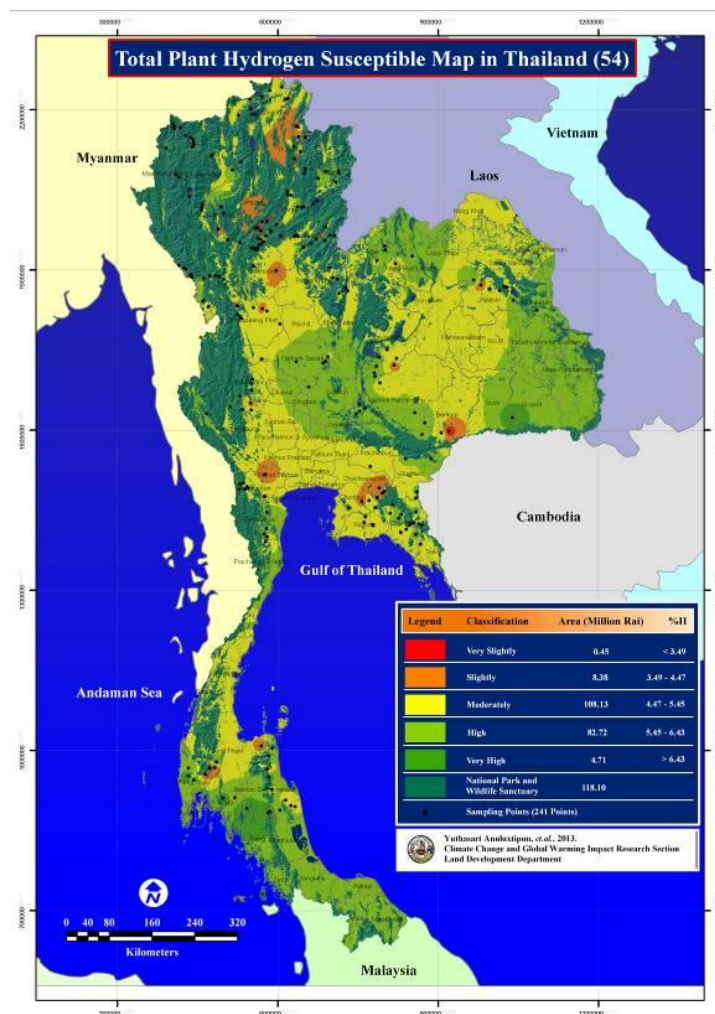
หมายเหตุ: * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
 ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์
 ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 n จำนวนจุดเก็บตัวอย่างพืชของปี 2554 = 241 จุด



แผนที่ 10 ปริมาณคาร์บอนในพืชปี 2554

1.8 การวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนในพืช ปี 2554

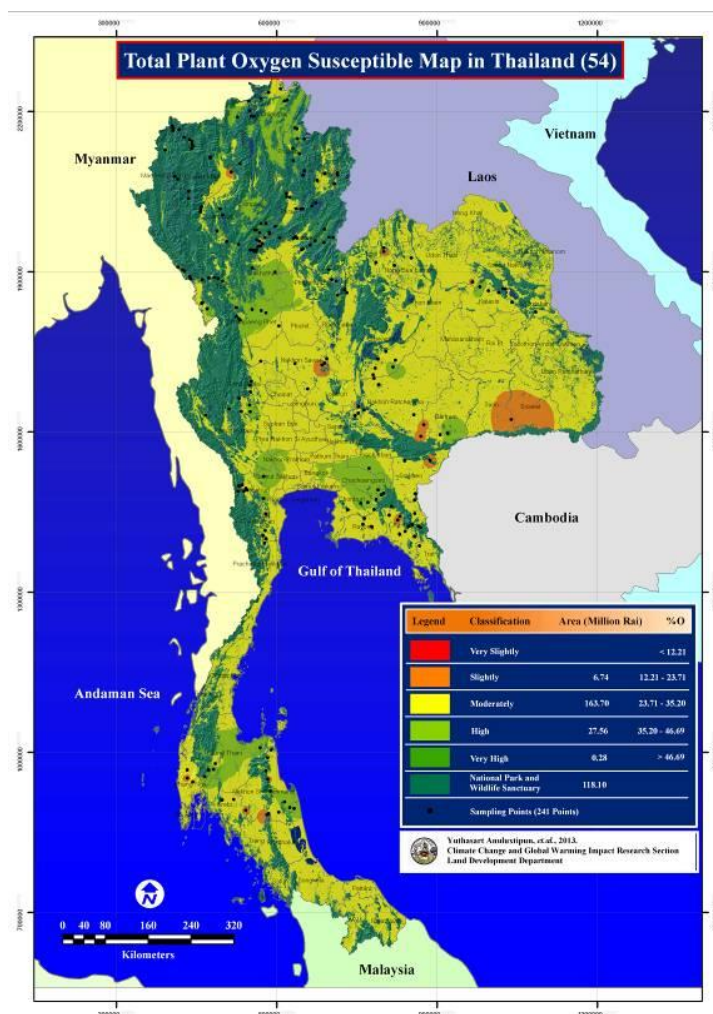
จากการวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศไทย พบว่า ปริมาณไฮโดรเจนมีการกระจายตัวอยู่ระหว่าง 1.11 – 9.26 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ซึ่งในภาคเหนือจะมี ปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ยในเศษพืชต่ำที่สุด และภาคใต้จะมีปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่าดังนี้ 4.76 และ 5.70 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน จากน้อยไปหา มาก จะได้ดังนี้ 4.76, 5.13, 5.29, 5.30, 5.37 และ 5.70 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ซึ่งเรียงตามภาคได้ ดังต่อไปนี้ ภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 11 โดยพบว่าจังหวัดที่วิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนในเศษพืชมีค่าต่ำสุดที่ จังหวัดแพร่ มีค่า 1.11 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน และพบว่าเศษพืชของจังหวัดน่าน ให้ค่าการวิเคราะห์ เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน สูงสุด มีค่า 9.26 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ดังแสดงในแผนที่ 11 จากการวิเคราะห์ค่า ทางสถิติพบที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 11 ปริมาณไฮโดรเจนในพืชปี 2554

1.9 การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนในพืช ปี 2554

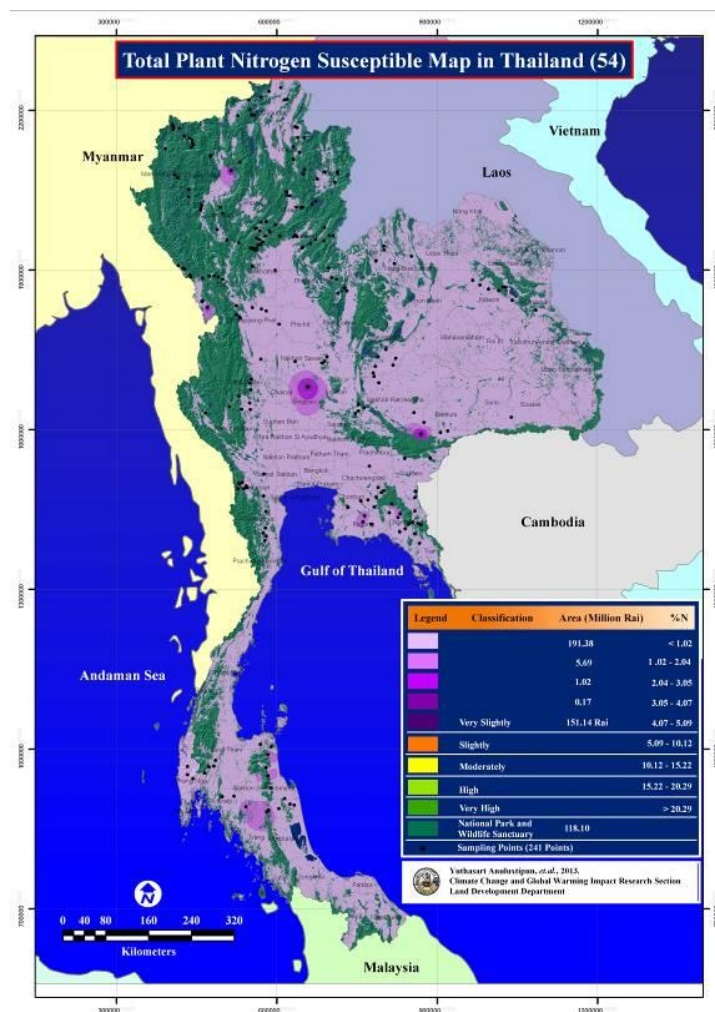
จากการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศไทย พบว่า ปริมาณออกซิเจนมีการกระจายตัวอยู่ระหว่าง 10.8 – 65.1 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ซึ่งในภาคตะวันออกจะมีปริมาณออกซิเจนเฉลี่ยในเศษพืชต่ำที่สุด และภาคเหนือจะมีปริมาณออกซิเจนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่าดังนี้ 29.6 และ 35.1 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์ออกซิเจน จากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 29.6, 31.2, 31.6, 32.3, 33.3 และ 35.1 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันตก และภาคเหนือตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 11 โดยพบว่าจังหวัดที่วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนในเศษพืชมีค่าต่ำสุดที่จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่า 10.8 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน และพบว่าเศษพืชของจังหวัดแพร่ ให้ค่าการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน สูงสุด มีค่า 65.1 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ดังแสดงในแผนที่ 12 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 12 ปริมาณออกซิเจนในพืชปี 2554

1.10 การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในพืช ปี 2554

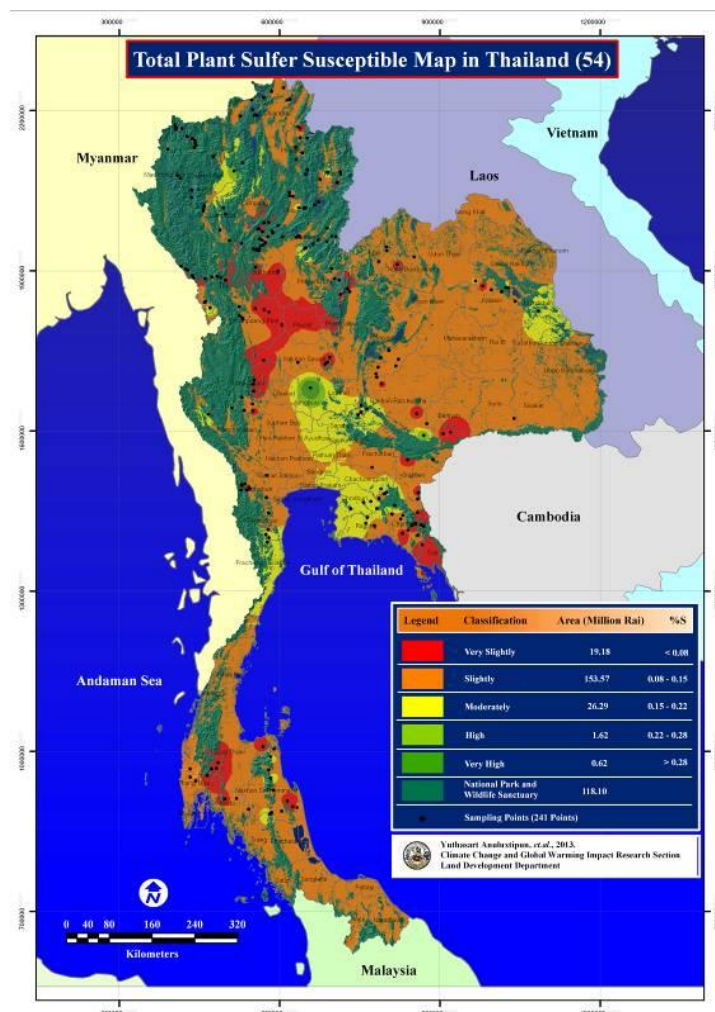
จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศไทย พบว่า ปริมาณไนโตรเจนมีการกระจายตัวอยู่ระหว่าง 0.10 – 5.81 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ซึ่งในภาคตะวันตกจะมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในเศษพืชต่ำที่สุด และภาคตะวันออกจะมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่าดังนี้ 1.10 และ 1.64 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่า เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 1.10, 1.18, 1.29, 1.33, 1.59 และ 1.64 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันออก ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 11 โดยพบว่าจังหวัดที่วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในเศษพืชมีค่าต่ำสุดที่จังหวัดแพร่ มีค่า 0.10 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน และพบว่าเศษพืชของจังหวัดตาก ให้ค่าการวิเคราะห์ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน สูงสุด มีค่า 5.81 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ดังแสดงในแผนที่ 13 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 13 ปริมาณไนโตรเจนในพืชปี 2554

1.11 การวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ในพืช ปี 2554

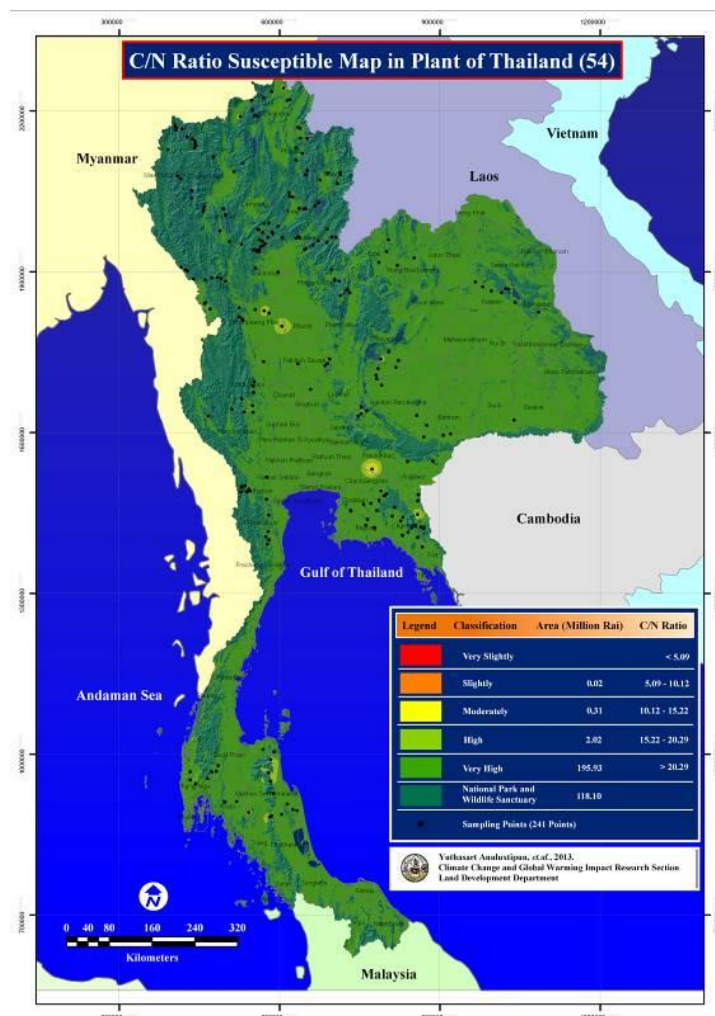
จากการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศไทย พบว่าปริมาณซัลเฟอร์มีการกระจายตัวอยู่ระหว่าง 0.02 – 0.40 เปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์ ซึ่งในภาคตะวันตกจะมีปริมาณซัลเฟอร์เฉลี่ยในเศษพืชต่ำที่สุด และภาคกลางจะมีปริมาณซัลเฟอร์เฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่าดังนี้ 0.08 และ 0.13 เปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์ ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์ จากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 0.08, 0.10, 0.10, 0.11, 0.12 และ 0.13 เปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์ ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 11 โดยพบว่าจังหวัดที่วิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ในเศษพืชมีค่าต่ำสุดที่จังหวัดแพร่ มีค่า 0.02 เปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์ และพบว่าเศษพืชของจังหวัดนครสวรรค์ ให้ค่าการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์สูงสุด มีค่า 0.40 เปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์ ดังแสดงในแผนที่ 14 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 14 ปริมาณซัลเฟอร์ในพืชปี 2554

1.12 การวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในพืช ปี 2554

จากการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศไทย พบว่า ค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนมีการกระจายตัวอยู่ระหว่าง 7.67 - 278.5 ซึ่งในภาคใต้จะมีปริมาณค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนเฉลี่ยในเศษพืชต่ำที่สุด และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่าดังนี้ 26.24 และ 42.05 ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 26.24, 28.46, 34.41, 38.07, 41.08 และ 42.05 ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันตกตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 11 โดยพบว่าจังหวัดที่วิเคราะห์ค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจน ในเศษพืชมีค่าต่ำสุดที่ จังหวัดราชบุรี มีค่า 7.67 และพบว่าเศษพืชของจังหวัดอุดรธานี ให้ค่าการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนสูงสุด มีค่า 278.50 ดังแสดงในแผนที่ 15 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



แผนที่ 15 อัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในพืชปี 2554

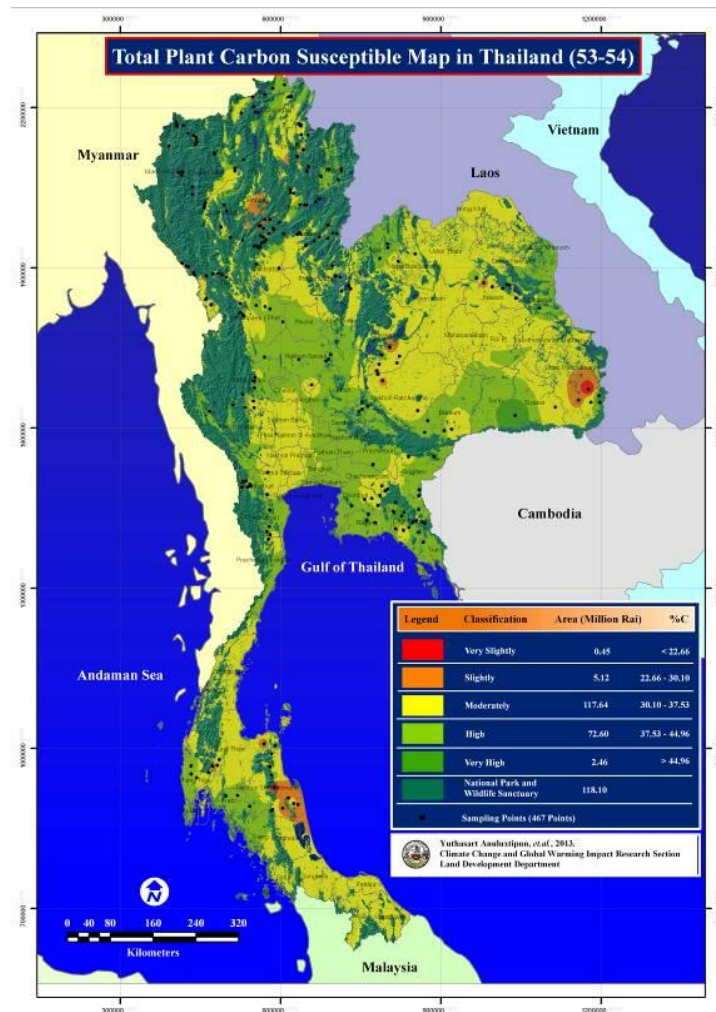
1.13 การเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนในพืช ปี 2553 - 2554

จากการเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศ ระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 ปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยน้อยกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 36.0 และ 37.2 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ตามลำดับ แสดงว่าปริมาณคาร์บอนในพืชเศรษฐกิจโดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น 1.19 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ดังแสดงในตารางที่ 12 และแผนที่ 16 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ ค่า C, H, O, N, S และ C/N ratio ในตัวอย่างพืชระหว่างปี 2553 ถึง 2554

ปี	พารามิเตอร์	Carbon ^{ns}		Hydrogen*		Oxygen ^{ns}		Nitrogen ^{ns}		Sulfer**		C/N Ratio ^{ns}	
		Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv
2553		36.0	25.5	4.89	28.8	34.0	32.1	1.38	55.8	0.19	68.4	32.56	67.6
2554		37.2	20.9	5.14	22.4	32.7	28.2	1.33	57.1	0.11	54.6	35.92	69.6
ค่าเฉลี่ย		36.6	23.2	5.02	25.6	33.4	30.1	1.36	56.5	0.15	61.5	34.24	68.6
F-test		2.30		4.17		1.95		0.50		81.52		2.37	

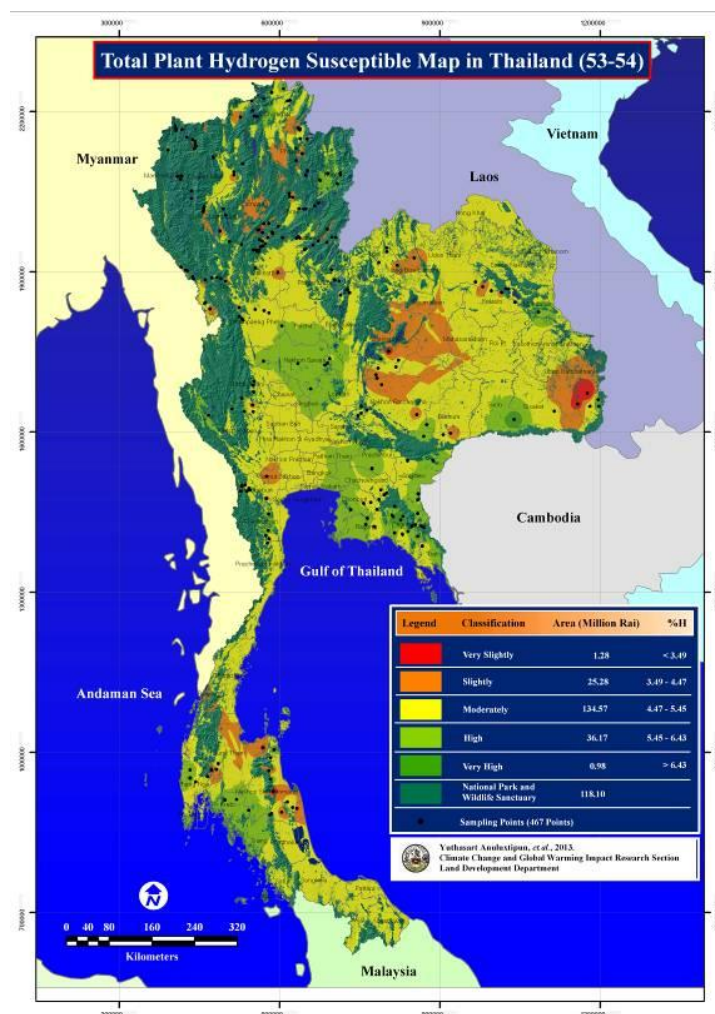
หมายเหตุ: * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
 ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์
 ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 n จำนวนจุดเก็บตัวอย่าง = 467 จุด



แผนที่ 16 ปริมาณคาร์บอนในพืชปี 2553 - 2554

1.14 การเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรเจนในพืช ปี 2553 - 2554

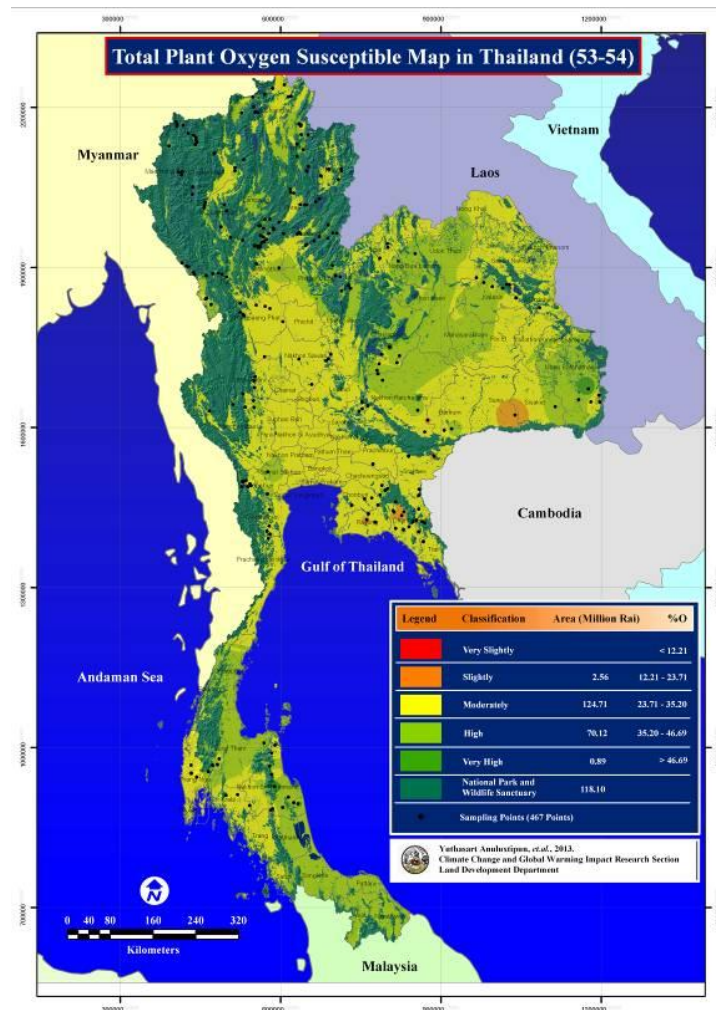
จากการเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรเจนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศ ระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 มีปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ยน้อยกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 5.14 และ 4.89 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ตามลำดับ แสดงว่า ปริมาณไฮโดรเจนในพืชเศรษฐกิจโดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ดังแสดงในตารางที่ 12 และแผนที่ 17 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 17 ปริมาณไฮโดรเจนในพืชปี 2553 - 2554

1.15 การเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนในพืช ปี 2553 - 2554

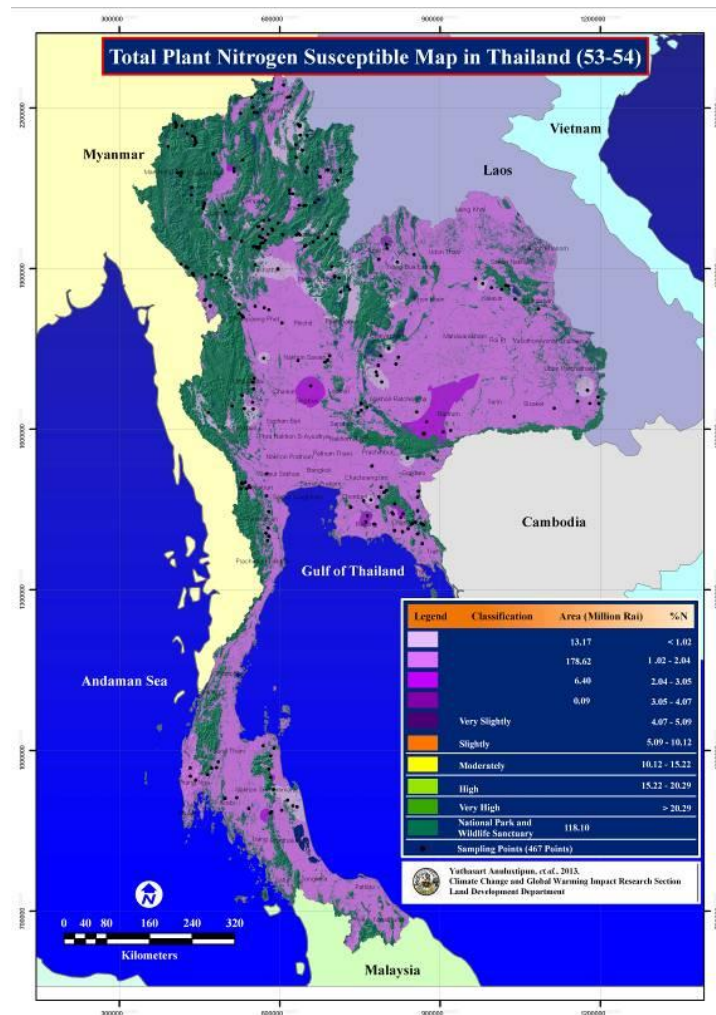
จากการเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศ ระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 มีปริมาณออกซิเจนเฉลี่ยมากกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 34.0 และ 32.7 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ตามลำดับ แสดงว่า ปริมาณออกซิเจนในพืชโดยเฉลี่ยมีค่าลดลง 1.30 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ดังแสดงในตารางที่ 12 และแผนที่ 18 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



แผนที่ 18 ปริมาณออกซิเจนในพืชปี 2553 - 2554

1.16 การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในพืช ปี 2553 - 2554

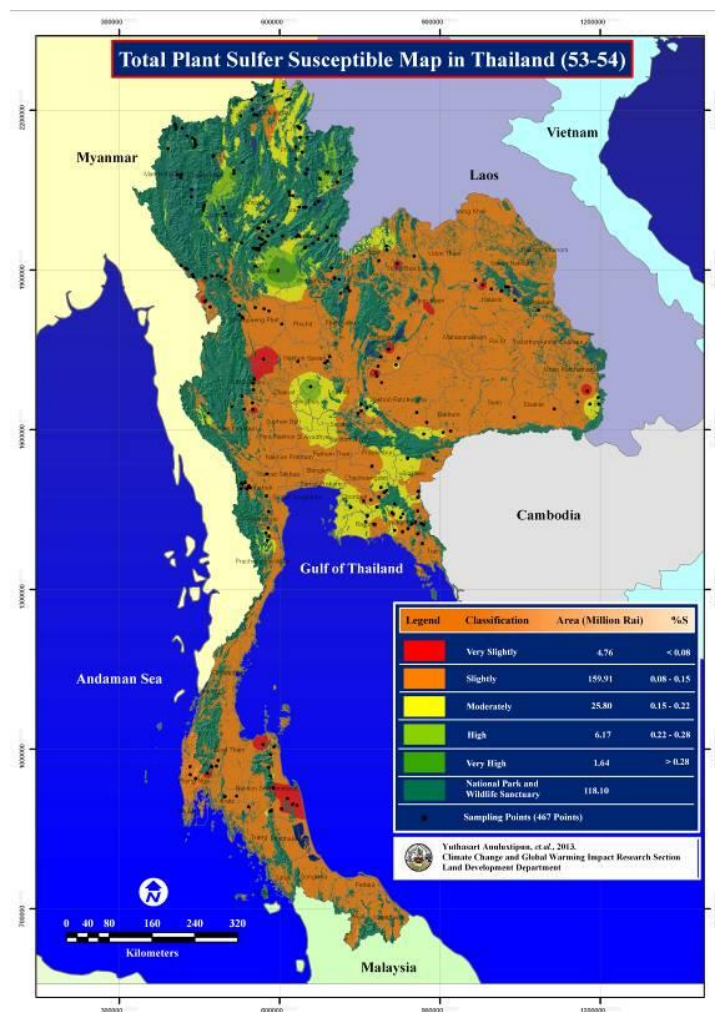
จากการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศ ระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 มีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยมากกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 1.38 และ 1.33 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ตามลำดับ แสดงว่า ปริมาณไนโตรเจนในพืชโดยเฉลี่ยมีค่าลดลง 0.05 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ดังแสดงในตารางที่ 12 และแผนที่ 19 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



แผนที่ 19 ปริมาณไนโตรเจนในพืชปี 2553 - 2554

1.17 การเปรียบเทียบปริมาณซัลเฟอร์ในพืช ปี 2553 - 2554

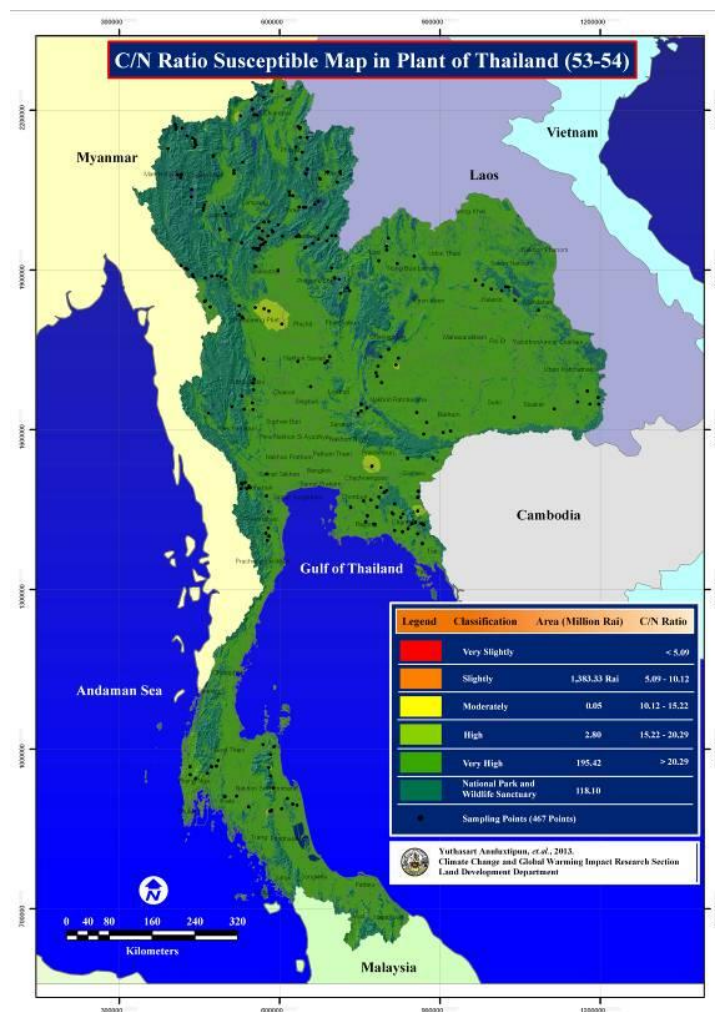
จากการเปรียบเทียบปริมาณซัลเฟอร์ในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศ ระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 มีปริมาณซัลเฟอร์เฉลี่ยมากกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 0.19 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์ ตามลำดับ แสดงว่า ปริมาณซัลเฟอร์ในพืชโดยเฉลี่ยมีค่าลดลง 0.08 เปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์ ดังแสดงในตารางที่ 12 และแผนที่ 20 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 20 ปริมาณซัลเฟอร์ในพืชปี 2553 - 2554

1.18 การเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในพืช ปี 2553 - 2554

จากการเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดทั่วประเทศ ระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 32.56 และ 35.92 ตามลำดับ แสดงว่า ค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในเศษพืชโดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น 3.36 ดังแสดงในตารางที่ 12 และแผนที่ 21 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ



แผนที่ 21 อัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในพืชปี 2553 - 2554

2. การสูญเสียคาร์บอนจากดิน

การสูญเสียคาร์บอนจากดิน ได้ทำการศึกษา 2 กรณี คือ การสูญเสียจากอัตราการหายใจของดิน (Soil respiration) และจากการชะล้างพังทลายของดิน (Soil erosion) ดังนี้

2.1 อัตราการหายใจของดิน

จากการศึกษาอัตราการหายใจของดินที่ระดับความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2553 - 2554 พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 12.47 - 30.07 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ดังแสดงในแผนที่ 2 โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง 6 ระดับความชื้นดังนี้ 10 เปอร์เซ็นต์ 15 เปอร์เซ็นต์ 20 เปอร์เซ็นต์ 25 เปอร์เซ็นต์ 30 เปอร์เซ็นต์ และ 35 เปอร์เซ็นต์ และวิเคราะห์ในดินที่ถูกทำลายโครงสร้างที่ระดับความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ ของปี 2553 และ 2554 นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างที่ระดับความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์ของปี 2555 ด้วย โดยแสดงผลดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ระหว่าง 17.91 – 29.24 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที โดยดินที่ภาคตะวันตกมีค่าการปล่อยโดยเฉลี่ยออกมาต่ำที่สุด และมากที่สุดที่ภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าดังนี้ 20.49 และ 21.72 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราการหายใจของดินเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 20.49, 20.86, 20.98, 21.21, 21.26 และ 21.72 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 13 โดยพบว่าดินที่มีค่าอัตราการหายใจของดินค่าต่ำสุดอยู่ที่จังหวัดตาก มีค่า 17.91 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที และมีความมากที่สุดอยู่ที่จังหวัดสุโขทัย มีค่า 29.24 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที แสดงดังแผนที่ 22 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 13 ค่าอัตราการหายใจของดิน (มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ในแต่ละภาคของประเทศไทยปี 2553

พารามิเตอร์ ภาค		ค่าอัตราการหายใจของดิน (หน่วย มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ในแต่ละเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน													
		10% undis*		15% undis**		20% undis**		25% undis**		30% undis**		35% undis**		35% dis*	
		Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv
เหนือ		21.21 ab	5.14	21.13 bc	4.73	21.18 cd	4.96	21.13 c	4.26	21.19 cd	4.77	21.13 bc	5.16	21.48 abc	4.93
ใต้		20.98 ab	6.05	20.85 b	6.09	21.00 cd	7.48	20.82 c	7.44	20.54 bc	7.21	20.64 b	7.99	21.03 abc	8.99
กลาง		21.26 ab	13.9	20.37 ab	8.25	20.14 ab	8.44	20.00 ab	6.55	20.06 ab	7.33	20.38 b	10.1	21.65 bc	17.0
ตะวันตก		20.49 a	7.76	19.86 a	6.45	19.69 a	5.64	19.77 a	4.50	19.77 a	4.91	19.56 a	4.55	20.68 a	11.0
ตะวันออก		21.72 b	5.16	21.64 c	4.85	21.49 d	4.19	21.34 c	3.47	21.36 d	4.21	21.48 c	4.93	21.75 c	4.46
ตะวันออกเฉียงเหนือ		20.86 a	3.64	20.49 ab	3.81	20.51 bc	4.00	20.69 bc	8.75	20.54 bc	3.89	20.53 b	4.68	20.75 ab	5.25
ค่าเฉลี่ย		21.09	6.94	20.72	5.70	20.67	5.79	20.63	5.83	20.58	5.39	20.67	6.23	21.22	8.62
F-test		3.06		11.31		12.45		9.58		12.76		10.66		2.46	

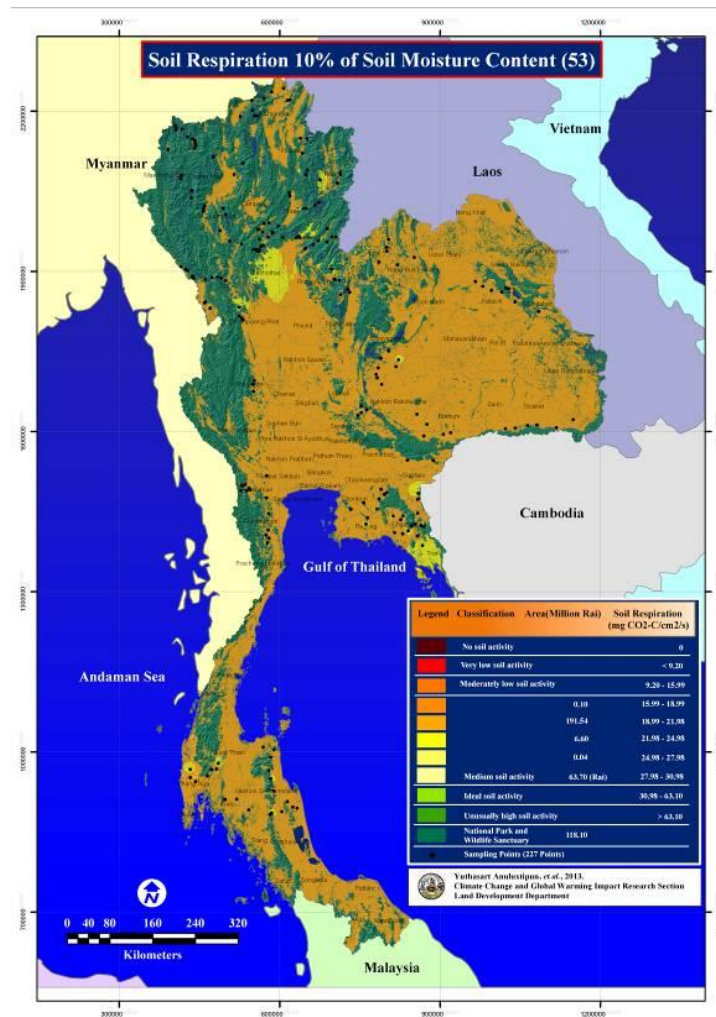
หมายเหตุ:	10% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์
	15% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์
	20% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์
	25% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์
	30% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์
	35% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์
	35% dis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

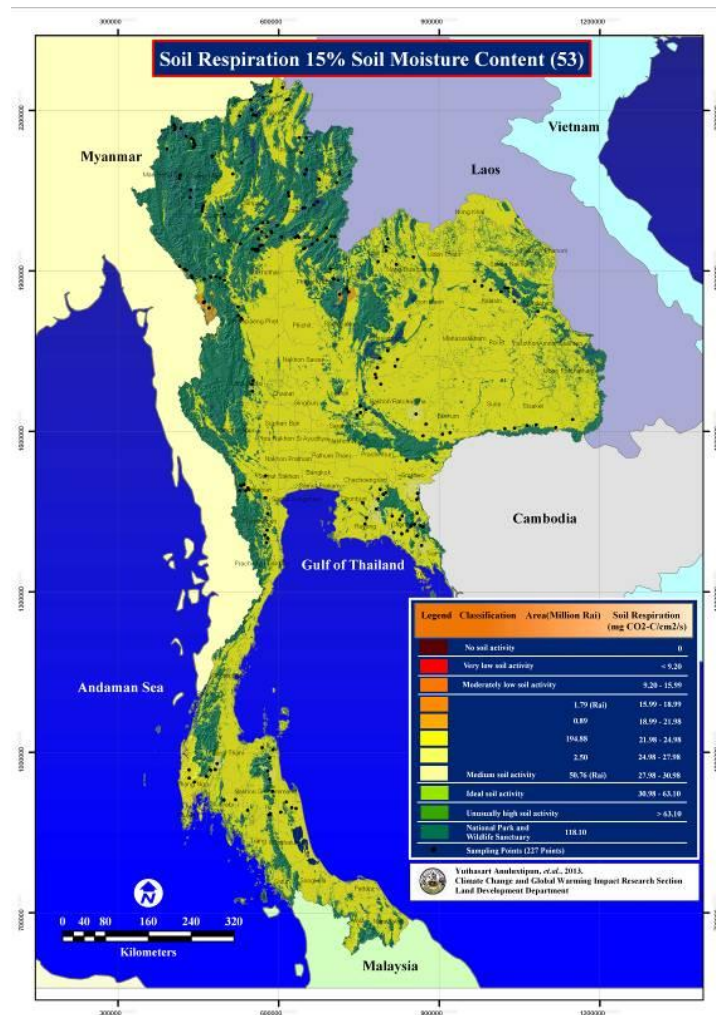
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

n จำนวนจุดเก็บตัวอย่างของปี 2553 = 227 จุด



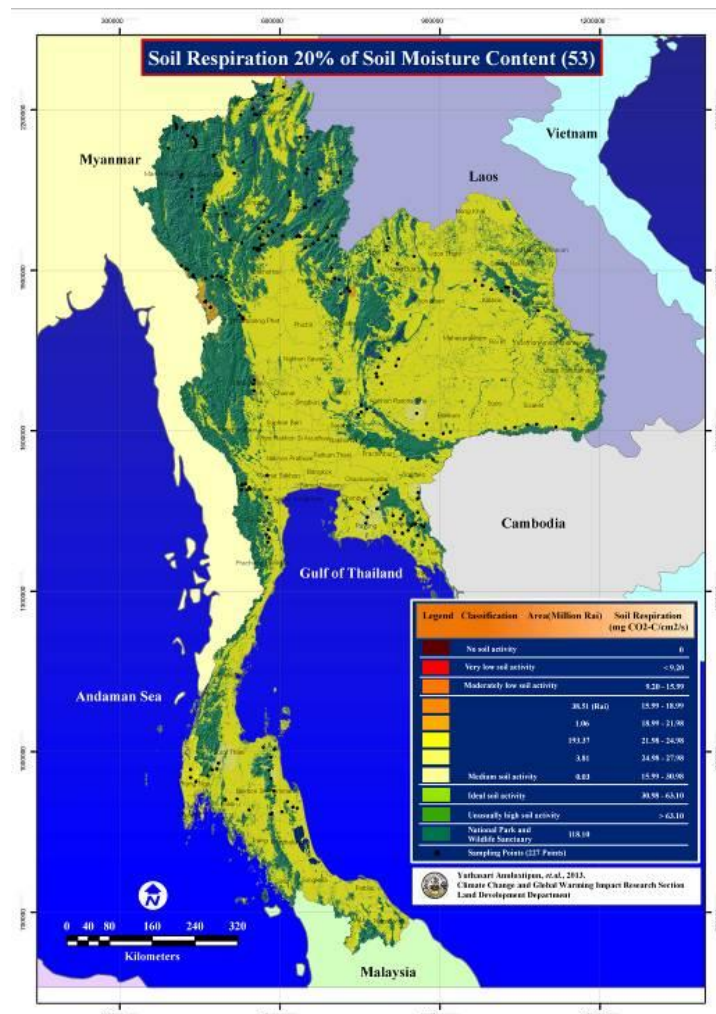
แผนที่ 22 อัตราการหายใจของดินปี 2553 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ระหว่าง 17.88 – 25.16 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที โดยดินที่ภาคตะวันตกมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ยออกมาต่ำที่สุด และมากที่สุดที่ภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าดังนี้ 19.86 และ 21.64 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราการหายใจของดินเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 19.86, 20.37, 20.49, 20.85, 21.13 และ 21.64 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 13 โดยพบว่าดินที่มีค่าอัตราการหายใจของดินค่าต่ำสุดอยู่ที่จังหวัดตาก มีค่า 17.88 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที และมีค่ามากที่สุดอยู่ที่จังหวัดอุดรธานี มีค่า 25.16 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที แสดงดังแผนที่ 23 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



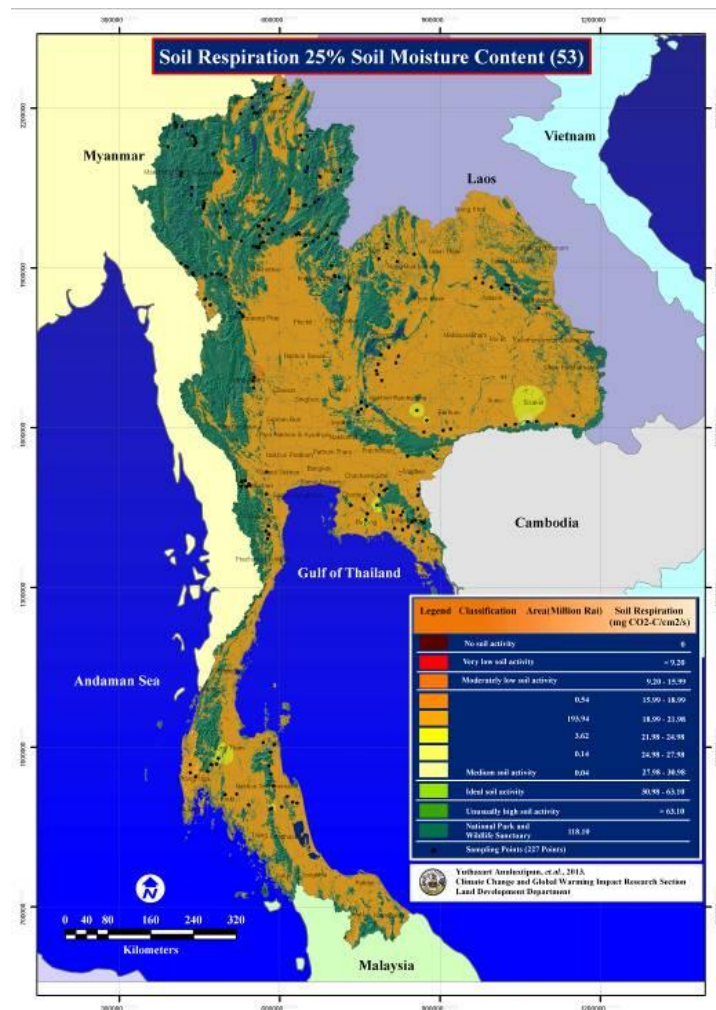
แผนที่ 23 อัตราการหายใจของดินปี 2553 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ระหว่าง 17.96 – 26.08 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที โดยดินที่ภาคตะวันตกมีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ยออกมาต่ำที่สุด และมากที่สุดที่ภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าดังนี้ 19.69 และ 21.49 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราการหายใจของดินเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 19.69, 20.14, 20.51, 21.00, 21.18 และ 21.49 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคเหนือ และภาคตะวันออก ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 13 โดยพบว่าดินที่มีค่าอัตราการหายใจของดินค่าต่ำสุดอยู่ที่จังหวัดตาก มีค่า 17.96 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที และมีค่ามากที่สุดอยู่ที่จังหวัดแพร่ มีค่า 26.08 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที แสดงดังแผนที่ 24 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



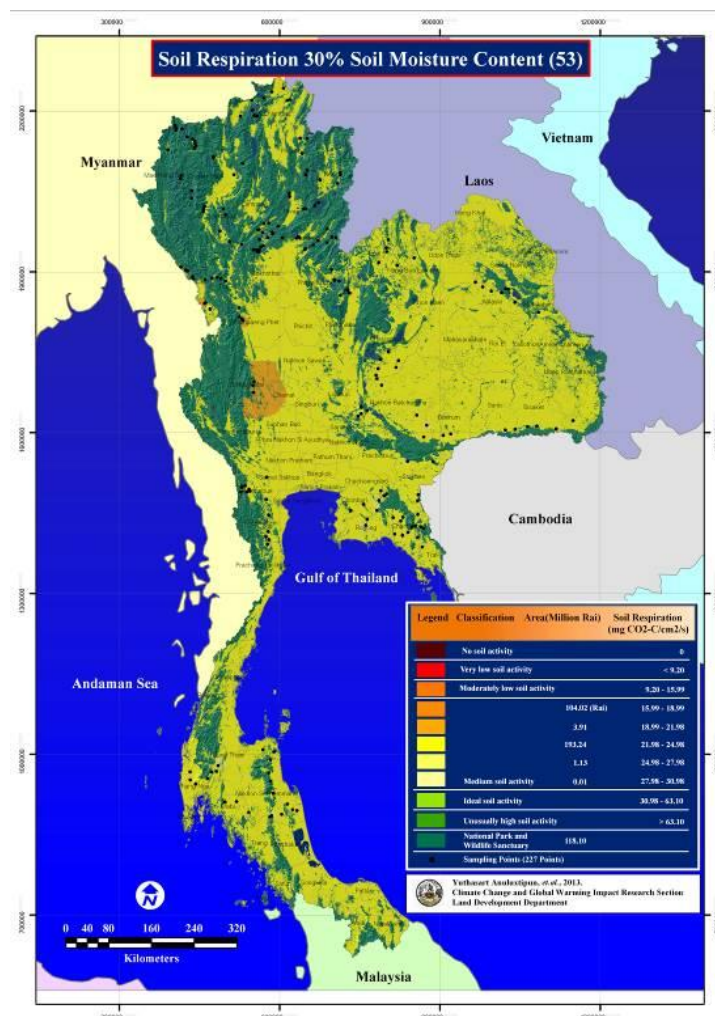
แผนที่ 24 อัตราการหายใจของดินปี 2553 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ระหว่าง 18.22 – 30.07 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที โดยดินที่ภาคตะวันตกมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ยออกมาต่ำที่สุด และมากที่สุดที่ภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าดังนี้ 19.77 และ 21.34 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราการหายใจของดินเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 19.77, 20.00, 20.69, 20.82, 21.13 และ 21.34 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 13 โดยพบว่าดินที่มีค่าอัตราการหายใจของดินค่าต่ำสุดอยู่ที่ จังหวัดอุทัยธานี มีค่า 18.22 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที และมีค่ามากที่สุดอยู่ที่จังหวัดศรีสะเกษ มีค่า 30.07 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที แสดงดังแผนที่ 25 และวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



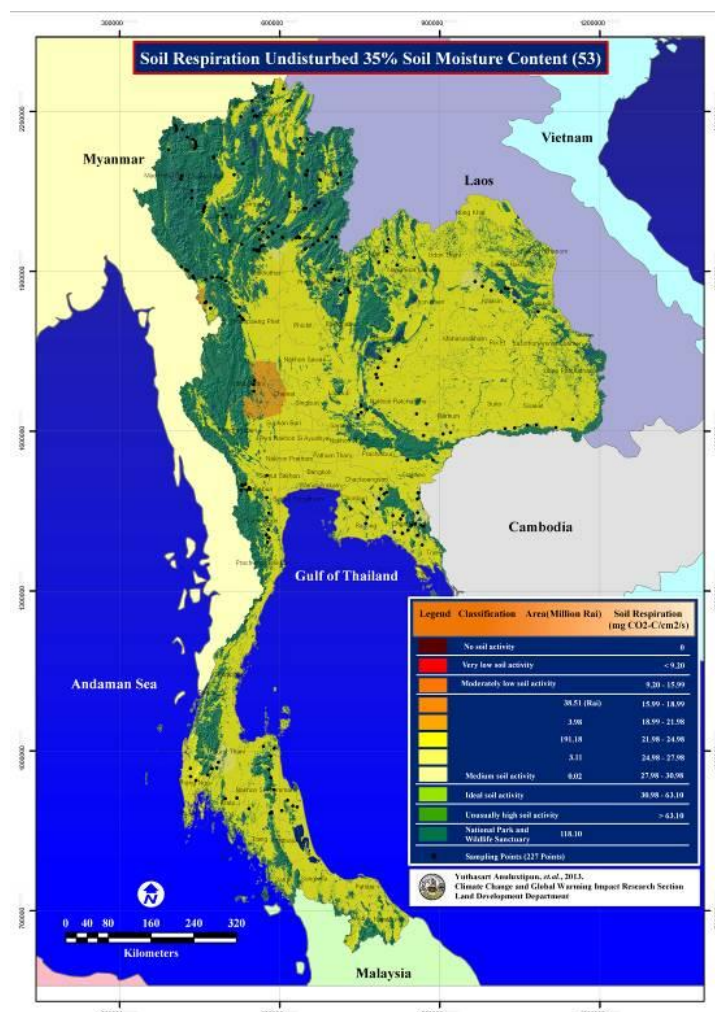
แผนที่ 25 อัตราการหายใจของดินปี 2553 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ระหว่าง 17.77 – 25.53 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที โดยดินที่ภาคตะวันตกมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ยออกมาต่ำที่สุด และมากที่สุดที่ภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าดังนี้ 19.77 และ 21.36 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ และพบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ มีค่าอัตราการหายใจของดินเฉลี่ยเท่ากัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 20.54 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราการหายใจของดินเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 19.77, 20.06, 20.54, 20.54, 21.19 และ 21.36 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคเหนือ และภาคตะวันออก ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 13 โดยพบว่าดินที่มีค่าอัตราการหายใจของดินค่าต่ำสุดอยู่ที่จังหวัดอุทัยธานี มีค่า 17.77 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที และมีความมากที่สุดอยู่ที่จังหวัดแพร่ มีค่า 25.53 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที แสดงดังแผนที่ 26 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



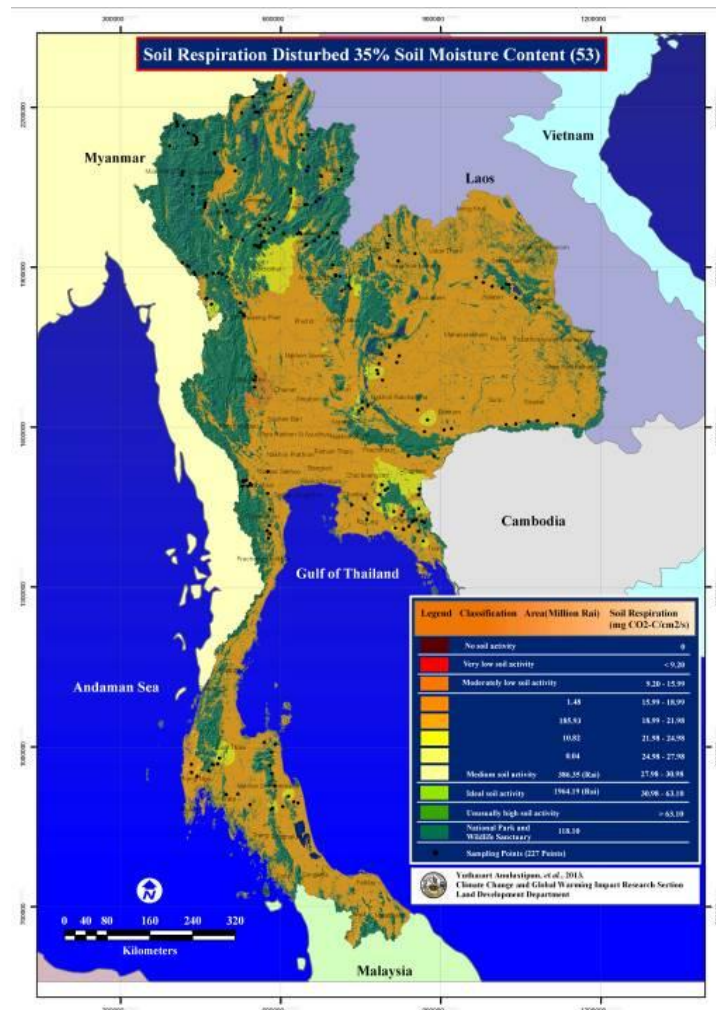
แผนที่ 26 อัตราการหายใจของดินปี 2553 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ระหว่าง 17.74 – 26.21 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที โดยดินที่ภาคตะวันตกมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ยออกมาต่ำที่สุด และมากที่สุดที่ภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าดังนี้ 19.56 และ 21.48 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราการหายใจของดินเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 19.56, 20.38, 20.53, 20.64, 21.13 และ 21.48 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคเหนือ และภาคตะวันออกตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 13 โดยพบว่าในจังหวัดสุโขทัยมีจุดที่ดินมีค่าอัตราการหายใจของดินค่าต่ำสุด และสูงสุด ซึ่งมีค่า 17.74 และ 26.21 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที แสดงดังแผนที่ 27 ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 27 อัตราการหายใจของดินปี 2553 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์อัตราการหายใจของดินที่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ระหว่าง 17.94 – 32.78 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที โดยดินที่ภาคตะวันตกมีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ยออกมาต่ำที่สุด และมากที่สุดที่ภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าดังนี้ 20.68 และ 21.75 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราการหายใจของดินเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 20.68, 20.75, 21.03, 21.48, 21.65 และ 21.75 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 13 โดยพบว่าดินที่มีค่าอัตราการหายใจของดินค่าต่ำสุดอยู่ที่จังหวัดกำแพงเพชร มีค่า 17.94 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาทีและมีค่ามากที่สุดอยู่ที่จังหวัดสุโขทัย มีค่า 32.78 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที แสดงดังแผนที่ 28 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 28 อัตราการหายใจของดินปี 2553 ที่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปี 2554 จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ระหว่าง 12.86 – 28.86 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที โดยดินที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ยออกมาต่ำที่สุด และมากที่สุดที่ภาคใต้ ซึ่งมีค่าดังนี้ 14.13 และ 23.16 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราการหายใจของดินเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 14.13, 17.57, 17.96, 20.12, 21.45 และ 23.16 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 14 โดยพบว่าดินที่มีค่าอัตราการหายใจของดินค่าต่ำสุดอยู่ที่จังหวัดนครราชสีมา มีค่า 12.86 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที และมีค่ามากที่สุดอยู่ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่า 28.86 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที แสดงดังแผนที่ 29 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 14 ค่าอัตราการหายใจของดิน (มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ในแต่ละภาคของประเทศไทยปี 2554

ภาค	พารามิเตอร์	ค่าอัตราการหายใจของดิน (หน่วย มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ในแต่ละเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน													
		10% undis**		15% undis**		20% undis**		25% undis**		30% undis**		35% undis**		35% dis**	
		Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv
เหนือ		20.12 c	6.26	19.52 c	5.38	19.42 c	5.66	19.68 c	7.01	19.50 c	6.46	19.45 c	5.86	20.07 c	8.12
ใต้		23.16 d	16.67	22.72 d	16.73	22.77 e	17.35	22.96 d	17.38	23.16 d	16.06	23.02 d	16.33	23.29 d	14.43
กลาง		17.96 b	13.03	17.76 b	13.80	17.66 b	13.36	17.76 b	11.94	17.69 b	11.76	17.65 b	11.39	18.24 b	12.88
ตะวันตก		17.57 b	12.35	17.15 b	9.50	17.13 b	9.98	17.16 b	11.19	17.55 b	12.02	17.64 b	13.04	18.32 b	13.59
ตะวันออก		21.45 c	17.58	20.97 c	16.83	21.05 d	16.72	20.94 c	17.10	20.88 c	16.71	20.78 c	15.74	21.24 c	15.54
ตะวันออกเฉียงเหนือ		14.13 a	6.86	13.86 a	6.71	13.82 a	6.73	13.77 a	5.88	13.94 a	5.95	13.99 a	6.22	14.55 a	8.32
ค่าเฉลี่ย		19.07	12.13	18.66	11.49	18.64	11.63	18.71	11.75	18.79	11.49	18.76	11.43	19.29	12.15
F-test		55.78		59.35		58.70		58.03		59.40		58.70		48.47	

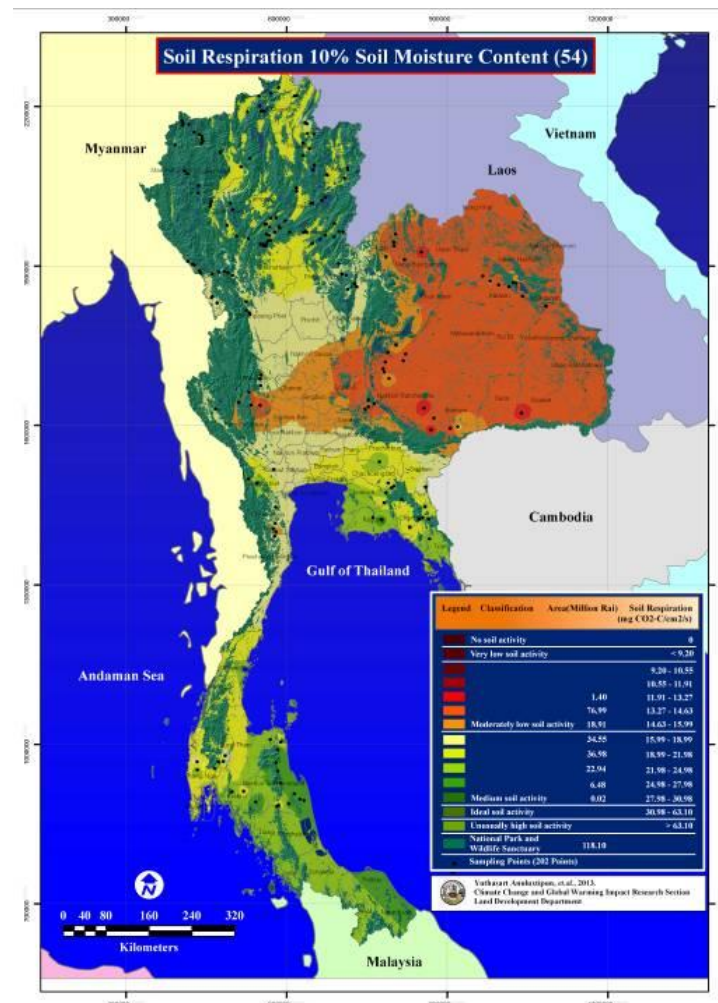
หมายเหตุ:	10% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์
	15% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์
	20% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์
	25% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์
	30% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์
	35% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์
	35% dis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

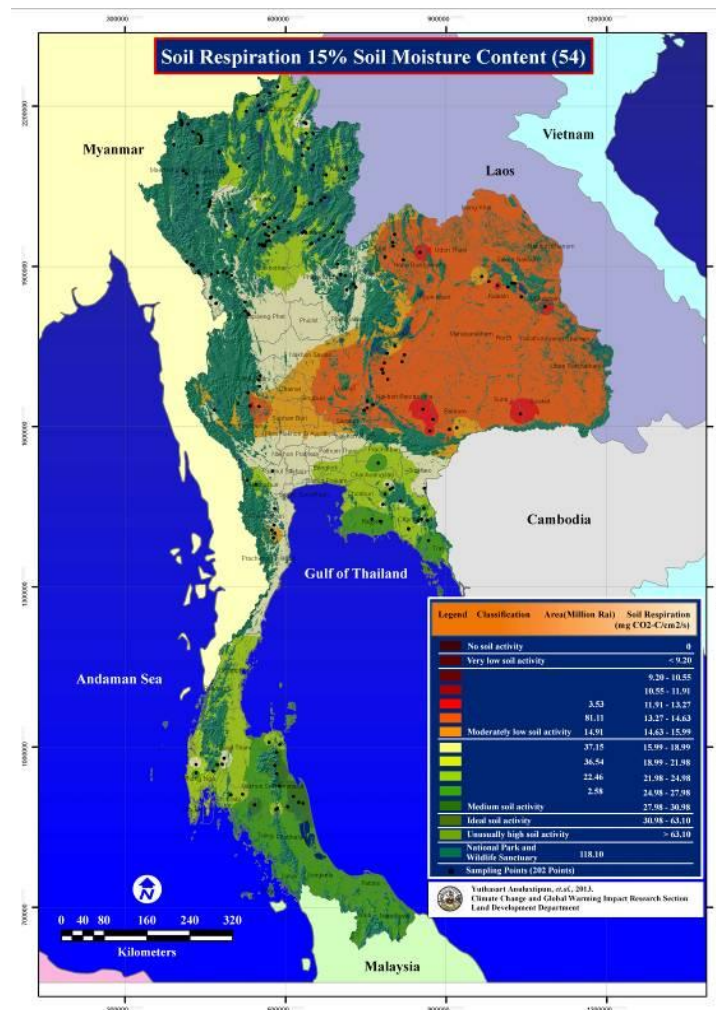
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

n จำนวนจุดเก็บตัวอย่างของปี 2554 = 202 จุด



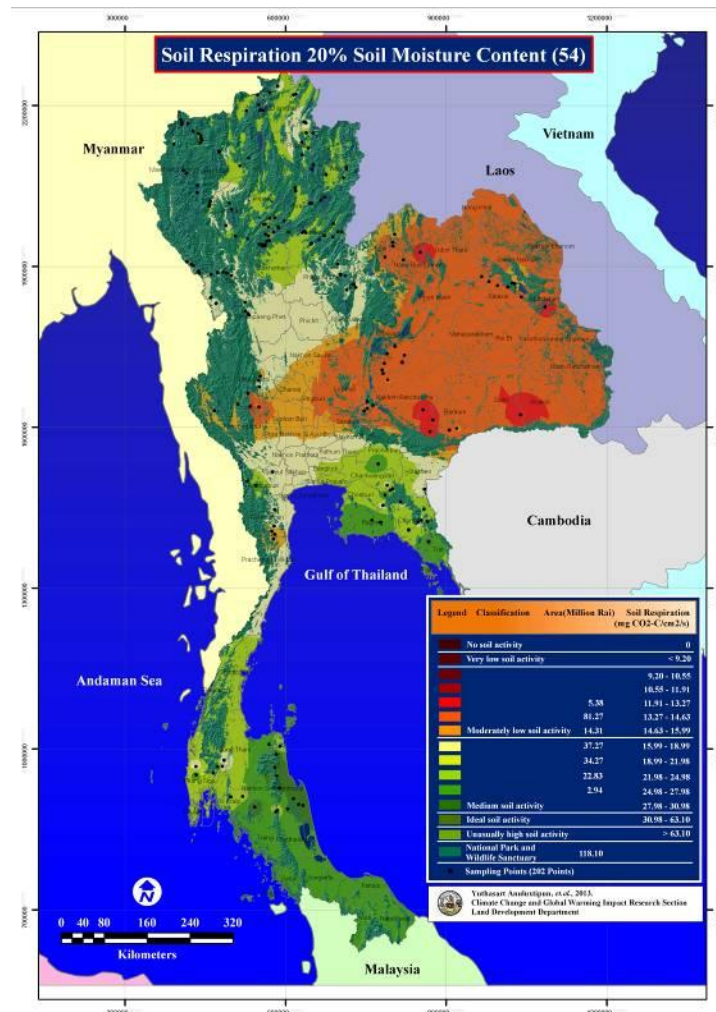
แผนที่ 29 อัตราการหายใจของดินปี 2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์

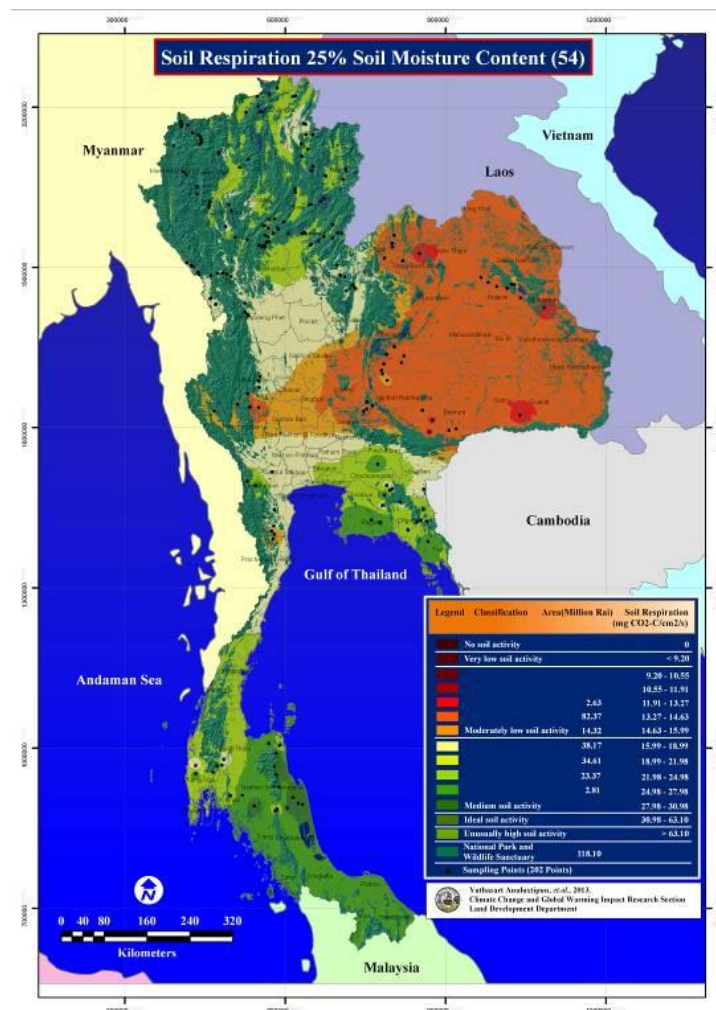
การวิเคราะห์อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ปี 2554 จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ระหว่าง 12.49 – 27.51 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที โดยดินที่ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ยออกมาต่ำที่สุด และมากที่สุดที่ ภาคใต้ ซึ่งมีค่าดังนี้ 13.86 และ 22.72 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราการหายใจของดินเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 13.86, 17.15, 17.76, 19.52, 20.97 และ 22.72 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตาราง เซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 14 โดยพบว่าดินที่มีค่าอัตราการ หายใจของดินค่าต่ำสุดอยู่ที่จังหวัดกาญจนบุรี มีค่า 12.49 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตาราง เซนติเมตรต่อวินาที และมีความมากที่สุดอยู่ที่จังหวัดกระบี่ มีค่า 27.51 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอน ต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที แสดงดังแผนที่ 30 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบที่มีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

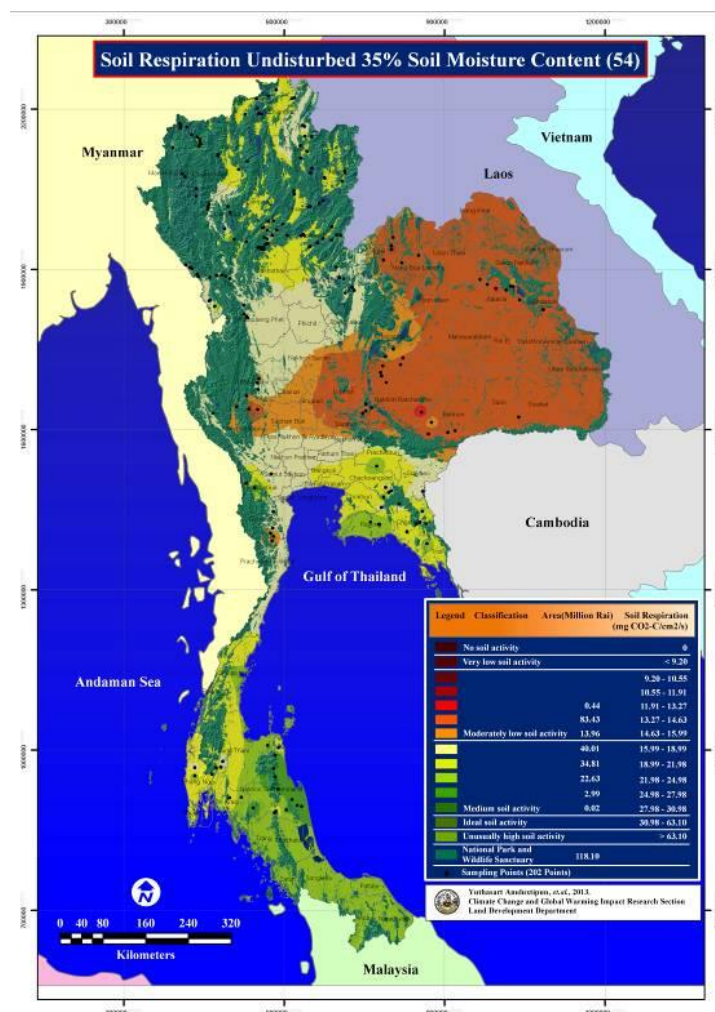


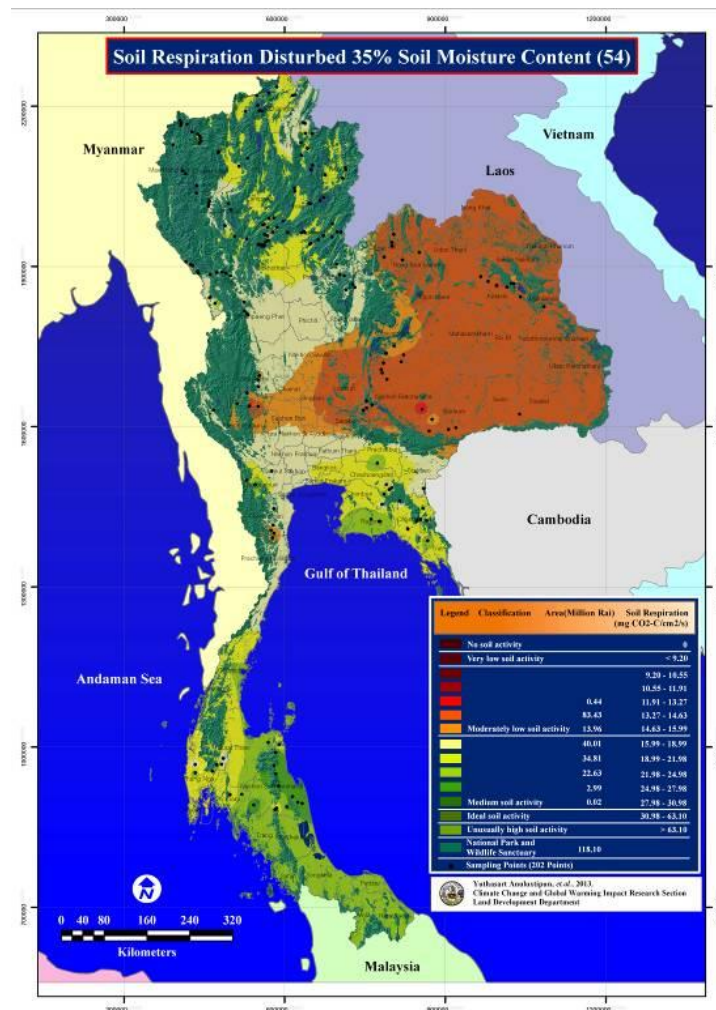
แผนที่ 30 อัตราการหายใจของดินปี 2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปี 2554 จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ระหว่าง 12.45 – 27.39 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที โดยดินที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเฉลี่ยออกมาต่ำที่สุด และมากที่สุดที่ภาคใต้ ซึ่งมีค่าดังนี้ 13.82 และ 22.77 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราการหายใจของดินเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 13.82, 17.13, 17.66, 19.42, 21.05 และ 22.77 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 14 โดยพบว่าดินที่มีค่าอัตราการหายใจของดินค่าต่ำสุดอยู่ที่จังหวัดหนองบัวลำภู มีค่า 12.45 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที และมียค่ามากที่สุดอยู่ที่จังหวัดนครราชสีมา มีค่า 27.39 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที แสดงดังแผนที่ 31 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์









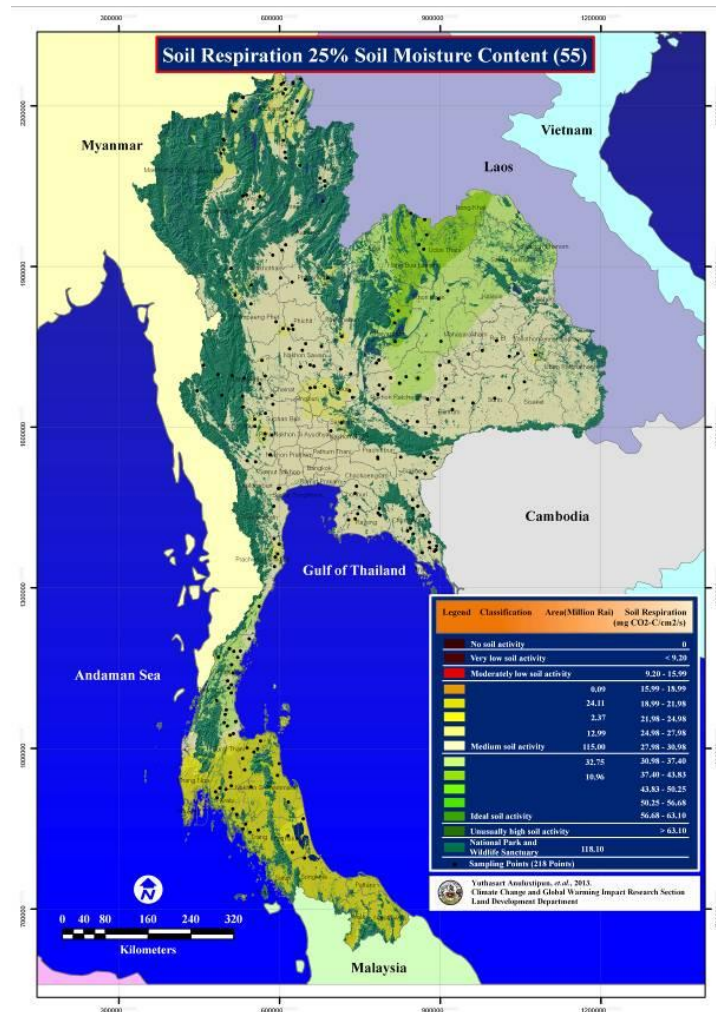
แผนที่ 35 อัตราการหายใจของดินปี 2554 ที่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์ ปี 2555 จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ระหว่าง 18.35 – 39.29 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที โดยดินที่ภาคใต้มีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ยออกมาต่ำที่สุด และมากที่สุดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าดังนี้ 25.77 และ 32.17 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราการหายใจของดินเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 25.77, 27.98, 28.51, 28.53, 28.71 และ 32.17 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคใต้ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 15 โดยพบว่าดินที่มีค่าอัตราการหายใจของดินค่าต่ำสุดอยู่ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่า 18.35 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที และมีค่ามากที่สุดอยู่ที่จังหวัดหนองคาย มีค่า 39.29 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที แสดงดังแผนที่ 36 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 15 ค่าอัตราการหายใจของดิน (มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ในแต่ละภาคของประเทศไทยปี 2555

ภาค	พารามิเตอร์	ค่าอัตราการหายใจของดิน (หน่วย มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์**	
		Mean	%cv
	เหนือ	27.98 ab	3.50
	ใต้	25.77 a	27.6
	กลาง	28.51 b	4.45
	ตะวันตก	28.53 b	4.35
	ตะวันออก	28.71 b	2.12
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	32.17 c	13.3
	ค่าเฉลี่ย	28.61	9.23
	F-test	12.31	

หมายเหตุ: อัตราการหายใจของดินเป็นแบบไม่ถูกทำลายโครงสร้าง
 * คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
 ** คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
 ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 n จำนวนจุดเก็บตัวอย่างของปี 2555 = 218 จุด



แผนที่ 36 อัตราการหายใจของดินปี 2555 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์

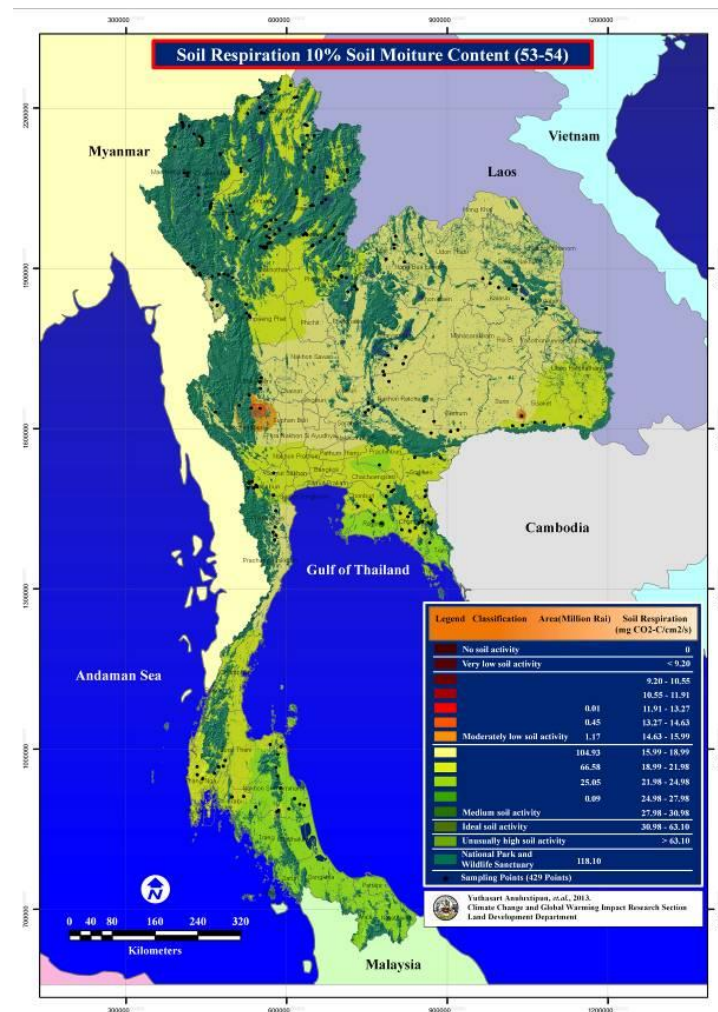
การเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 - 2554 จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 มีค่าเฉลี่ยมากกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 21.14 และ 19.06 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ แสดงว่า อัตราการหายใจของดินเฉลี่ยของจุลินทรีย์มีค่าลดลง 2.08 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ดังแสดงในตารางที่ 16 และแผนที่ 37 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าอัตราการหายใจของดิน (มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที)

ระหว่างปี 2553 - 2554

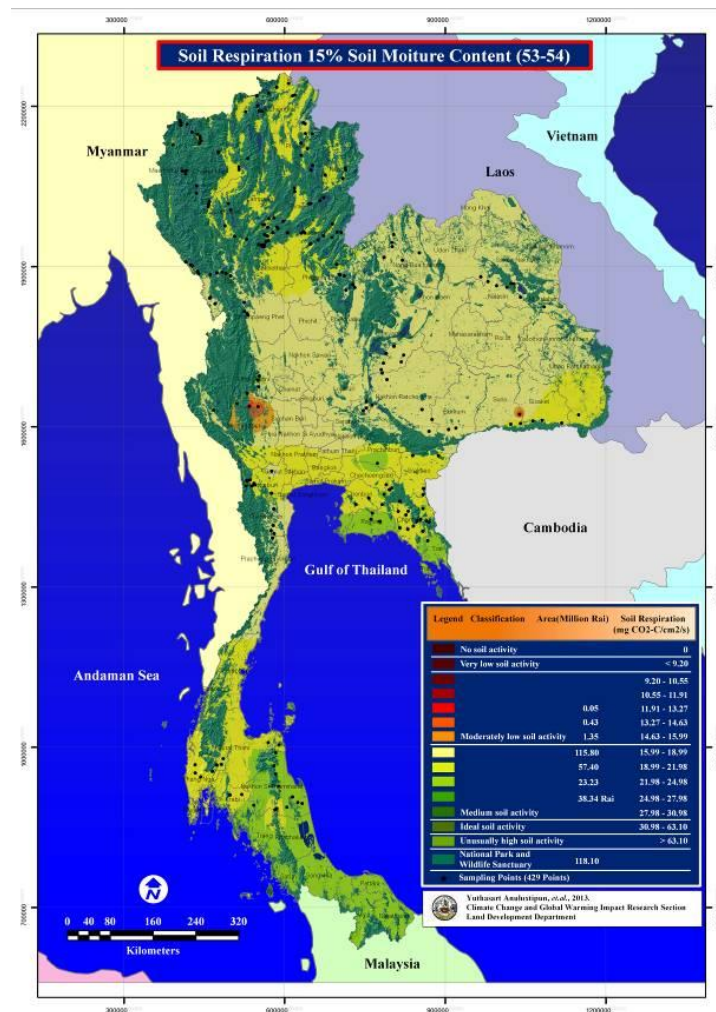
พารามิเตอร์ ปี		ค่าอัตราการหายใจของดิน (หน่วย มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ในแต่ละเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน													
		10% undis**		15% undis**		20% undis**		25% undis**		30% undis**		35% undis**		35% dis**	
		Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv
2553		21.14	6.91	20.86	5.99	20.82	6.15	20.78	6.21	20.76	5.78	20.77	6.55	21.28	8.36
2554		19.06	18.1	18.62	17.7	18.57	17.9	18.68	18.3	18.70	17.7	18.66	17.4	19.23	17.2
ค่าเฉลี่ย		20.10	12.5	19.74	11.8	19.70	12.0	19.73	12.2	19.73	11.7	19.72	11.9	20.26	12.8
F-test		68.67		90.77		89.17		73.90		76.72		80.02		66.48	

หมายเหตุ:	10% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์
	15% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์
	20% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์
	25% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์
	30% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์
	35% undis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์
	35% dis	คือ อัตราการหายใจของดินที่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์
	*	คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
	**	คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
	ns	ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
	n	จำนวนจุดเก็บตัวอย่าง = 429 จุด



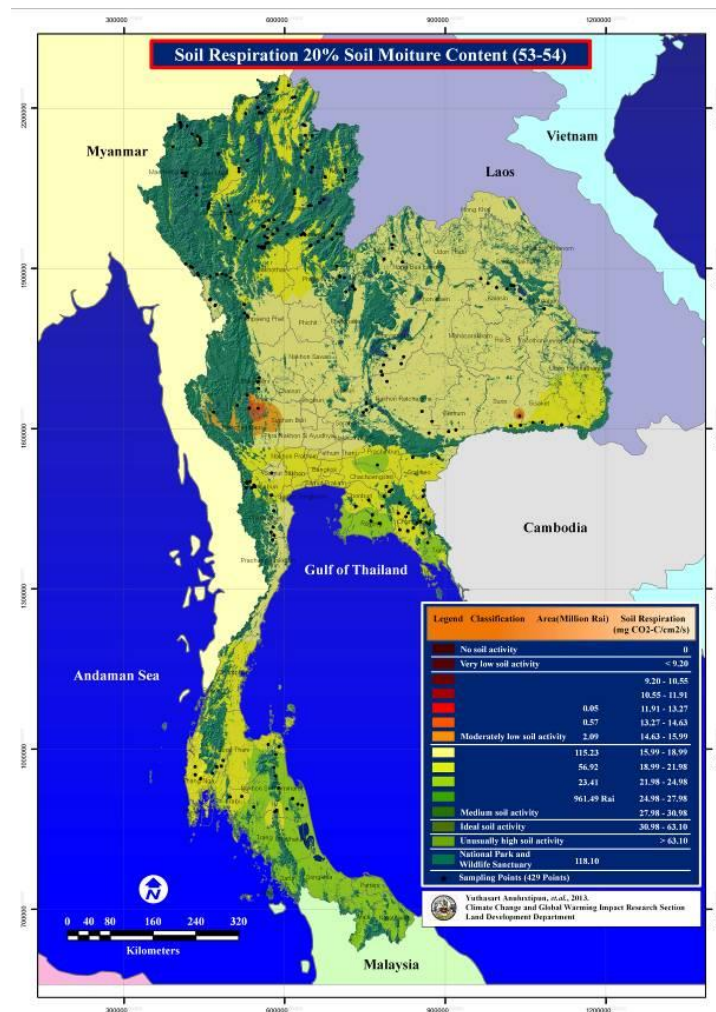
แผนที่ 37 อัตราการหายใจของดินปี 2553 - 2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์

การเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 - 2554 จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 มีค่าเฉลี่ยมากกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 20.86 และ 18.62 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ แสดงว่า อัตราการหายใจของดินเฉลี่ยของจุลินทรีย์มีค่าลดลง 2.24 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ดังแสดงในตารางที่ 16 และแผนที่ 38 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



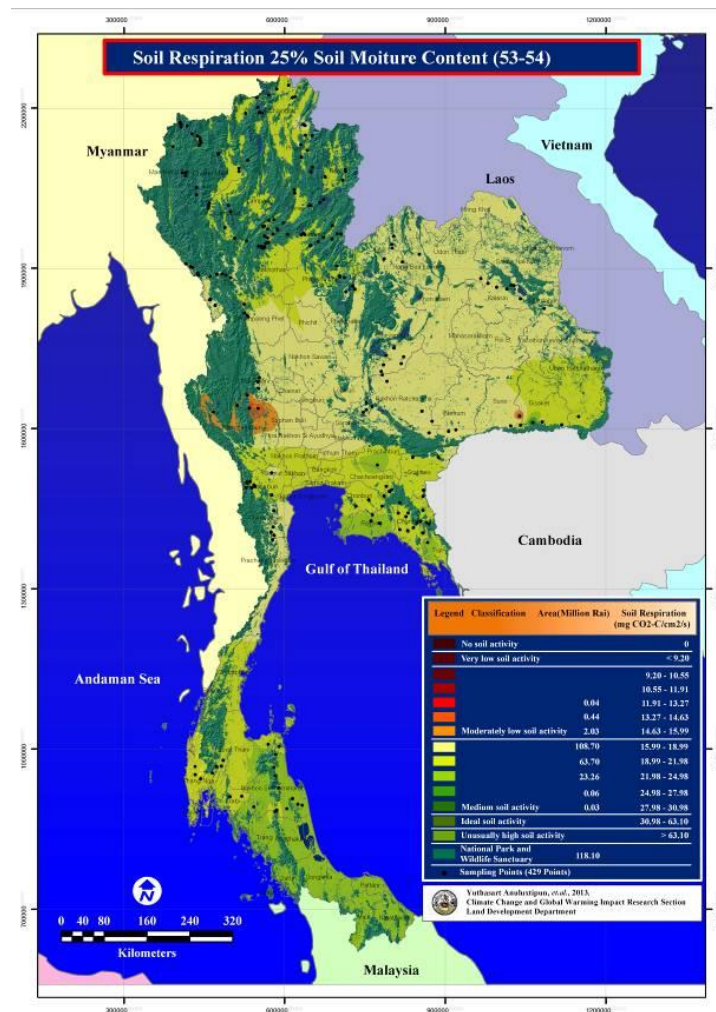
แผนที่ 38 อัตราการหายใจของดินปี 2553 - 2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์

การเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 - 2554 จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 มีค่าเฉลี่ยมากกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 20.82 และ 18.57 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ แสดงว่า อัตราการหายใจของดินเฉลี่ยของจุลินทรีย์มีค่าลดลง 2.25 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ดังแสดงในตารางที่ 16 และแผนที่ 39 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



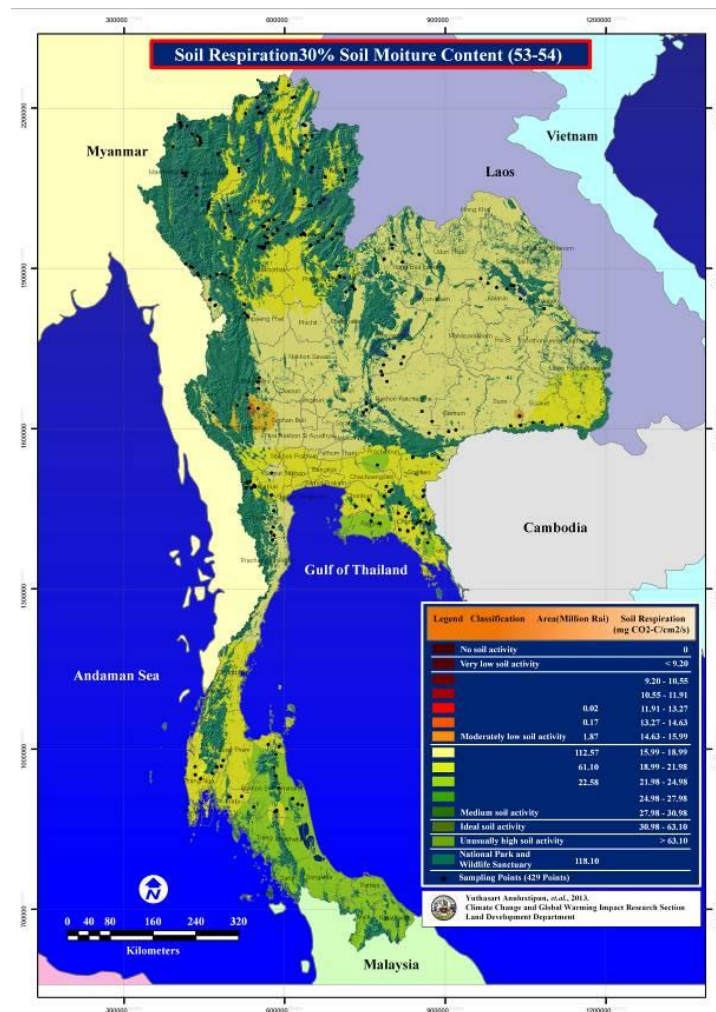
แผนที่ 39 อัตราการหายใจของดินปี 2553 - 2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์

การเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 - 2554 จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 มีค่าเฉลี่ยมากกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 20.78 และ 18.68 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ แสดงว่าอัตราการหายใจของดินเฉลี่ยของจุลินทรีย์มีค่าลดลง 2.10 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ดังแสดงในตารางที่ 16 และแผนที่ 40 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



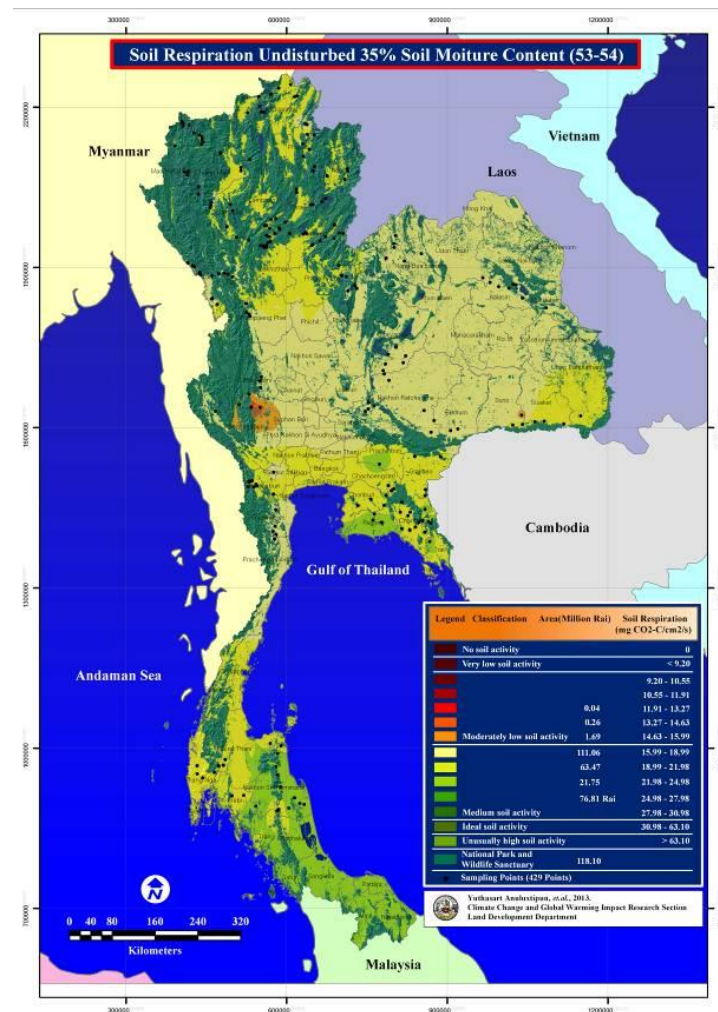
แผนที่ 40 อัตราการหายใจของดินปี 2553 - 2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์

การเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 - 2554 จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 มีค่าเฉลี่ยมากกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 20.76 และ 18.70 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ แสดงว่า อัตราการหายใจของดินเฉลี่ยของจุลินทรีย์มีค่าลดลง 2.06 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ดังแสดงในตารางที่ 16 และแผนที่ 41 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



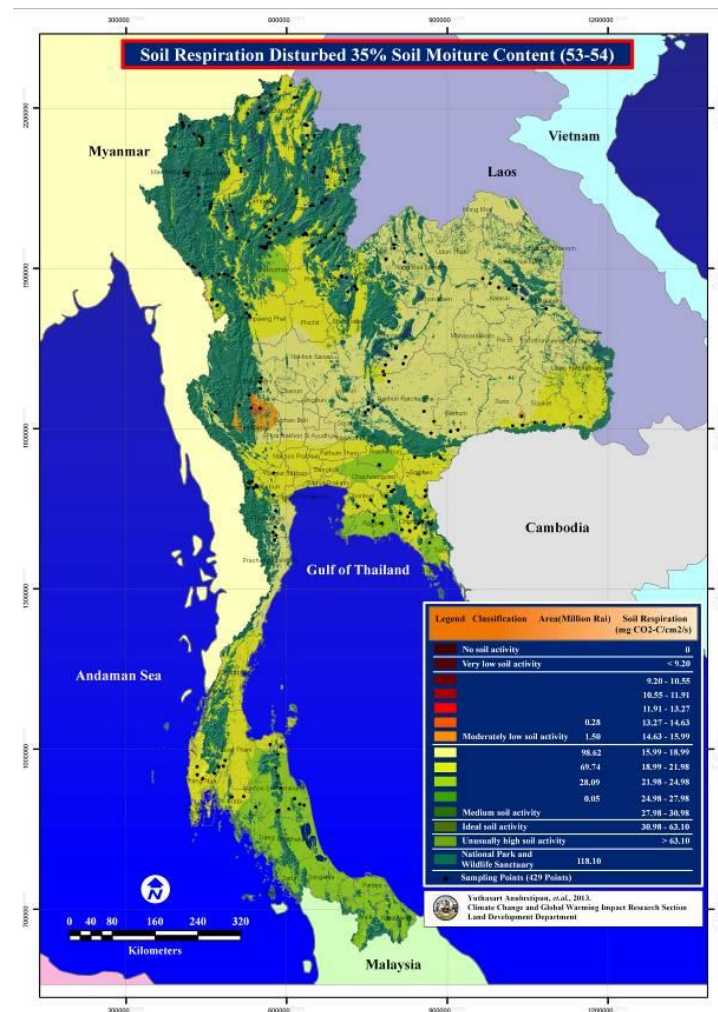
แผนที่ 41 อัตราการหายใจของดินปี 2553 - 2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์

การเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 - 2554 จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 มีค่าเฉลี่ยมากกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 20.77 และ 18.66 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ แสดงว่า อัตราการหายใจของดินเฉลี่ยของจุลินทรีย์มีค่าลดลง 2.11 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ดังแสดงในตารางที่ 16 และแผนที่ 42 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 42 อัตราการหายใจของดินปี 2553 - 2554 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์

การเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินที่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 - 2554 จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 มีค่าเฉลี่ยมากกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 21.28 และ 19.23 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ แสดงว่า อัตราการหายใจของดินเฉลี่ยของจุลินทรีย์มีค่าลดลง 2.05 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ดังแสดงในตารางที่ 16 และแผนที่ 43 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 43 อัตราการหายใจของดินปี 2553 - 2554 ที่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์

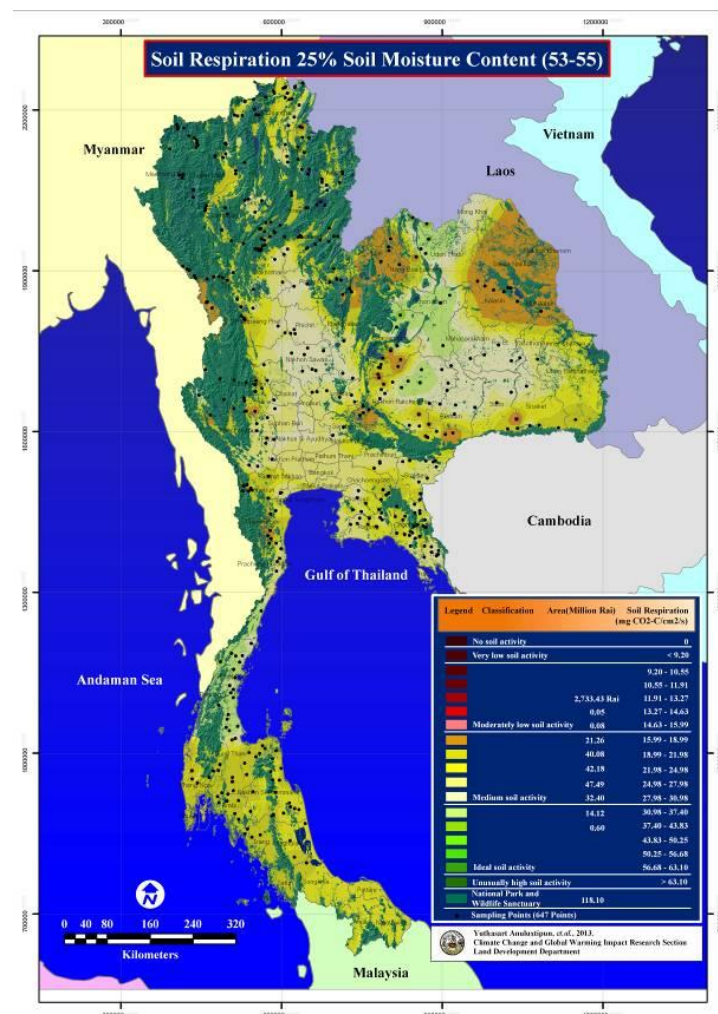
การเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์ ปี 2553 - 2555 จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างทั่วประเทศไทย ที่ระดับความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างปี 2553 ถึง 2555 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 12.47 - 39.29 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที โดยปี 2555 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด และปี 2554 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าดังนี้ 28.59 และ 18.68 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ หากทำการเรียงค่าอัตราการหายใจของดินเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยจะได้ดังนี้ 18.68, 20.78 และ 28.59 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งเรียงตามปี ได้ดังนี้ 2554 2553 และ 2555 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 17 และแผนที่ 44 และจากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าอัตราการหายใจของดิน (มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที)

ระหว่างปี 2553 - 2555

พารามิเตอร์ ปี	ค่าอัตราการหายใจของดิน (หน่วย มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ที่เปอร์เซ็นต์ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์**	
	Mean	%cv
2553	20.78 b	6.21
2554	18.68 a	18.3
2555	28.59 c	15.4
ค่าเฉลี่ย	22.68	13.3
F-test	545.17	

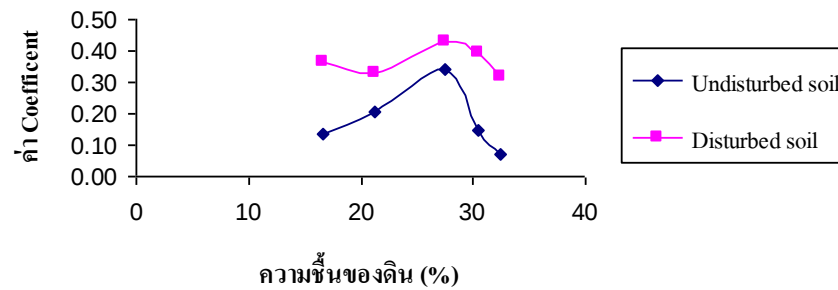
หมายเหตุ: อัตราการหายใจของดินเป็นแบบไม่ถูกทำลายโครงสร้าง
 * คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
 ** คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
 ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 n จำนวนจุดเก็บตัวอย่าง = 647 จุด



แผนที่ 44 อัตราการหายใจของดินปี 2553 - 2555 ที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์

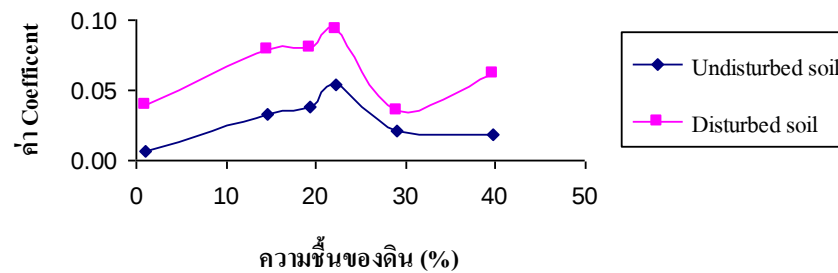
จากการทดลองจะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นของดิน (เปอร์เซ็นต์) กับค่าสัมประสิทธิ์ของดินร่วน ดินทราย และดินเหนียวที่ถูกทำลายโครงสร้างและไม่ถูกทำลายโครงสร้าง แสดงดังภาพที่ 4 - 6

กราฟค่า Coefficient ของดินร่วนแบบ disturbed และ
undisturbed soil ที่ %ความชื้นต่างๆ



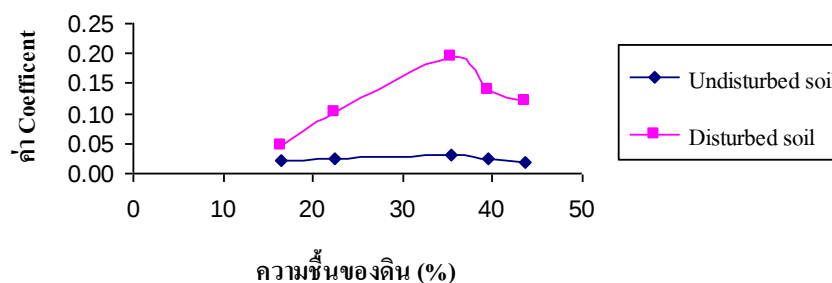
ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ของดินร่วนที่ถูกทำลายโครงสร้าง และไม่ถูกทำลายโครงสร้าง กับปริมาณความชื้นของดิน (เปอร์เซ็นต์)

กราฟค่า Coefficient ของดินทรายแบบ disturbed และ
undisturbed soil ที่ %ความชื้นต่างๆ



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ของดินทรายที่ถูกทำลายโครงสร้าง และไม่ถูกทำลายโครงสร้าง กับปริมาณความชื้นของดิน (เปอร์เซ็นต์)

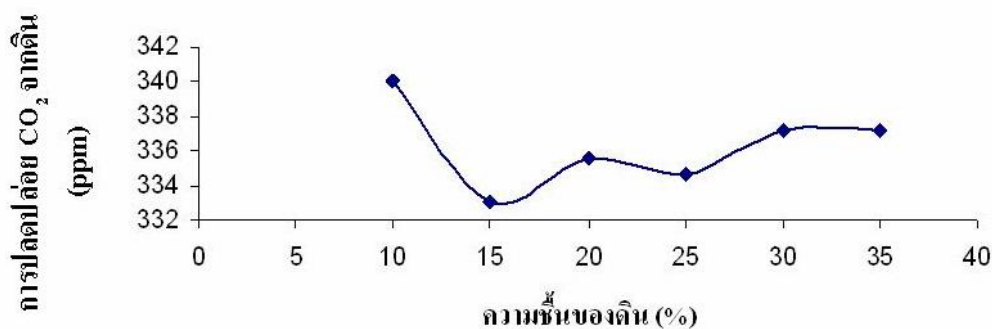
กราฟค่า Coefficient ของดินเหนียวแบบ disturbed และ
undisturbed soil ที่ %ความชื้นต่างๆ



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ของดินเหนียวที่ถูกทำลายโครงสร้าง และไม่ถูกทำลาย
โครงสร้าง กับปริมาณความชื้นของดิน (เปอร์เซ็นต์)

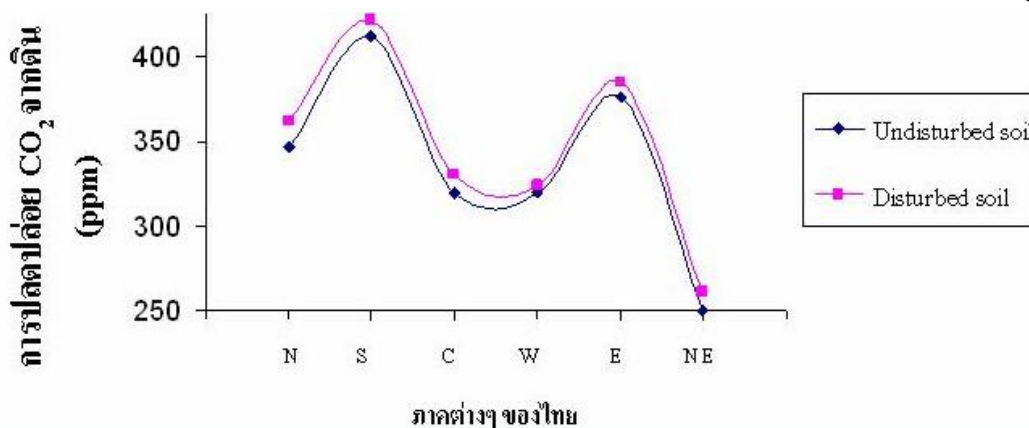
เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนระหว่างดินที่ถูกทำลายโครงสร้างและไม่ถูกทำลาย
โครงสร้างในช่วงระดับความชื้น 1.01 - 43.7 เปอร์เซ็นต์ของดินเหนียว ดินร่วน และดินทราย พบว่า ดิน
เหนียวเมื่อมีการถูกทำลายโครงสร้างดินจะให้ค่ามากกว่าการที่ดินไม่ถูกทำลายโครงสร้างถึง 4.92 เท่า
รองลงมาคือ ดินทราย 2.82 เท่า และน้อยที่สุดคือ ดินร่วน 2.45 เท่า ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ จากดินที่ถูกทำลายโครงสร้างที่
เปอร์เซ็นต์ความชื้นต่าง ๆ ได้ผลการศึกษาแสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากดินที่ถูกทำลายโครงสร้าง กับ
ปริมาณความชื้นของดิน (เปอร์เซ็นต์)

ที่ความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ ดินมีค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุด เนื่องจาก
ดินได้รับความชื้นเพิ่มขึ้นจากสภาวะเดิมอย่างรวดเร็ว เกิดกิจกรรมในดินเพิ่มขึ้น ดินจึงมีการปลดปล่อย
คาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้น และเมื่อเพิ่มความชื้นของดิน ดินจะมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์
เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 333 - 340 ppm นอกจากนี้เมื่อพิจารณาการปลดปล่อย
คาร์บอนไดออกไซด์ของดินที่ถูกทำลายโครงสร้าง และไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์
โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นภาค จะได้ผลการศึกษาแสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากดินที่ถูกทำลายโครงสร้าง และไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ระดับความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ กับภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย

เมื่อเปรียบเทียบการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกทำลายโครงสร้างและไม่ถูกทำลายโครงสร้าง พบว่าที่ถูกทำลายโครงสร้าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 260.4 – 421.2 ppm ซึ่งมีค่าสูงกว่าแบบไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 250.4 – 411.5 ppm เนื่องจากดินที่ถูกทำลายโครงสร้างจะเกิดกิจกรรมในดินเพิ่มขึ้น จึงมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นโดยภาคใต้มีอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด รองลงมาได้แก่ ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ

2.2 การชะล้างพังทลายของดิน

2.2.1 ปัจจัยและกระบวนการในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน

ในการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินโดยแบบจำลอง MMF สามารถได้ผลการศึกษาเบื้องต้นคือ ผลจากการเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแตกกระจายของเม็ดดิน และกระบวนการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย เพื่อใช้ในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน โดยผลจากการเตรียมข้อมูลให้เป็นชั้นข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่จะใช้เป็นฐานข้อมูลในการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามเงื่อนไขของการศึกษา ได้ผลการศึกษาดังนี้

1) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน ดังนี้

ปริมาณน้ำฝนรายปี

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีนั้น เป็นค่าที่ได้มาจากสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา จากการเตรียมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ในปี 2554 - 2555 โดยการกระจายค่าข้อมูลซึ่งเป็นจุดลงสู่ทุกพื้นที่โดยการแทรก โดยวิธีใช้เส้นค่าเฉลี่ย ด้วยวิธีถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะผกผัน พบว่าปริมาณน้ำฝนรายปีของประเทศไทยในปี 2554 - 2555 อยู่ในช่วง 684.81 - 5,496.27 มิลลิเมตร และ 800.31 - 5,559.35 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยผลการศึกษาสามารถแสดงดัง แผนที่ 45 - 46 ตามลำดับ

จำนวนวันฝนตกในรอบปี

ข้อมูลจำนวนวันฝนตกของประเทศไทย ซึ่งได้จากกระบวนการเตรียมข้อมูลนั้นมีค่าอยู่ระหว่าง 87 - 214 วัน ในปี 2554 และ 95 - 225 วัน ในปี 2555 และจากผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ที่มีจำนวนวันฝนตกสูงนั้น มีการกระจายตัวอยู่ในบริเวณพื้นที่ภาคภาคใต้ ภาคตะวันออกบางพื้นที่ และภาคตะวันตกบางพื้นที่ สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงดัง แผนที่ 47 - 48 ตามลำดับ

ความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง

จากการเตรียมข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง ที่ตรวจวัดโดยสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมงของประเทศไทย ในปี 2554 - 2555 มีค่าอยู่ในช่วง 16.66 - 120.92 มิลลิเมตร และ 19.81 - 100.78 มิลลิเมตร ตามลำดับ สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงดัง แผนที่ 49 - 50 ตามลำดับ

ความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม

ข้อมูลค่าความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม ที่เตรียมขึ้นจากการกระจายค่าข้อมูลจากจุดสำรวจตัวอย่างจำนวน 1,273 จุดทั่วประเทศที่สำรวจโดยกรมพัฒนาที่ดิน ลงสู่ทุกพื้นที่โดยการแทรก โดยวิธีใช้เส้นค่าเฉลี่ยนั้น จากผลการศึกษาพบว่าค่าอยู่ในช่วง 0.02 - 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก โดยพื้นที่ที่มีค่าความจุความชื้นของดินต่ำนั้น ส่วนมากจะอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับผลการศึกษาในส่วนของการเตรียมค่าความจุความชื้นของดินที่ระดับสนามสามารถแสดงดัง แผนที่ 51

ความหนาแน่นรวมของดิน

การเตรียมข้อมูลความหนาแน่นรวมของดินนั้น สามารถเตรียมขึ้นจากการกระจายค่าข้อมูลจากจุดสำรวจตัวอย่างจำนวน 1,273 จุดทั่วประเทศ ลงสู่ทุกพื้นที่โดยการแทรก โดยวิธี ใช้เส้นค่าเฉลี่ย ผลการศึกษาพบว่าความหนาแน่นรวมของดินในประเทศไทยมีค่าอยู่ในช่วง 0.16 - 2.33 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (mg/m^3) ซึ่งดินที่มีค่าความหนาแน่นรวมสูงนั้น ส่วนมากกระจายตัวอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงดัง แผนที่ 52

ดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน

ค่าดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน สามารถเตรียมขึ้นโดยอาศัยค่าที่ได้จากการตรวจเอกสาร และนำค่าดังกล่าวมาอ้างอิงกับข้อมูลเนื้อดิน ที่เป็นฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของกรมพัฒนาที่ดิน เมื่อทำการเตรียมข้อมูล โดยการกระจายค่าข้อมูลซึ่งเป็นจุดลงสู่ทุกพื้นที่ โดยการแทรก โดยวิธีใช้เส้นค่าเฉลี่ย พบว่าค่าดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝนมีค่าอยู่ในช่วง 0.05 - 1.20 กรัมต่อจุล สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงดัง แผนที่ 53

ค่าการปกคลุมของพืชพรรณ

ข้อมูลของค่าการปกคลุมของพืชพรรณ ที่นำมาใช้ในการประเมินการชะล้างพังทลายของดินโดยแบบจำลอง MMF นั้นเป็นการใช้ค่าจากการตรวจเอกสาร ซึ่งกรมพัฒนาที่ดิน (2545) เป็นผู้ศึกษาและจัดทำไว้ โดยการให้ค่านั้นจะอ้างอิงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ จากการเตรียมข้อมูลค่าที่นำมาใช้จะอยู่ในช่วง 0.00 - 0.80 ซึ่งค่าที่มากขึ้นจะส่งผลให้การชะล้างพังทลายของดินลดลง สำหรับผลการศึกษาในการจำแนกค่าการปกคลุมของพืชพรรณ ตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน แสดงดัง แผนที่ 54

ร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้

ในการเตรียมข้อมูลร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้ เป็นการให้ค่าจากการตรวจเอกสารที่จำแนกตามประเภทของพืช และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการให้ค่านั้นจะอ้างอิงกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ จากฐานข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน และจากการเตรียมข้อมูลค่าที่นำมาใช้นั้นจะอยู่ในช่วง 0.00 - 35.0 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้ที่มีค่าต่ำนั้น จะส่งผลให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินรุนแรงขึ้น สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงดัง แผนที่ 55

อัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด

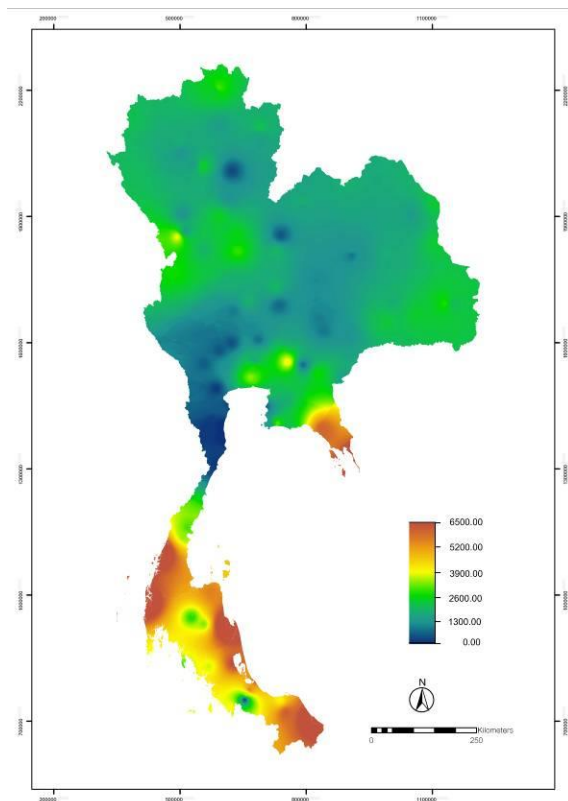
ค่าของอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุดนั้น เป็นการเตรียมข้อมูลโดยการใช้ค่าจากการตรวจเอกสาร ซึ่งค่าต่าง ๆ จะขึ้นกับชนิดของพืช และการใช้ประโยชน์ที่ดิน สำหรับการให้ค่านั้นจะอ้างอิงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ซึ่งค่าอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุดที่นำมาใช้นั้น จะอยู่ในช่วง 0.00 - 1.35 โดยค่าอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด ที่มีค่ามากนั้น จะส่งผลให้การชะล้างพังทลายของดินลดลง สำหรับผลการศึกษาแสดงได้ดัง แผนที่ 56

ความลึกของน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้

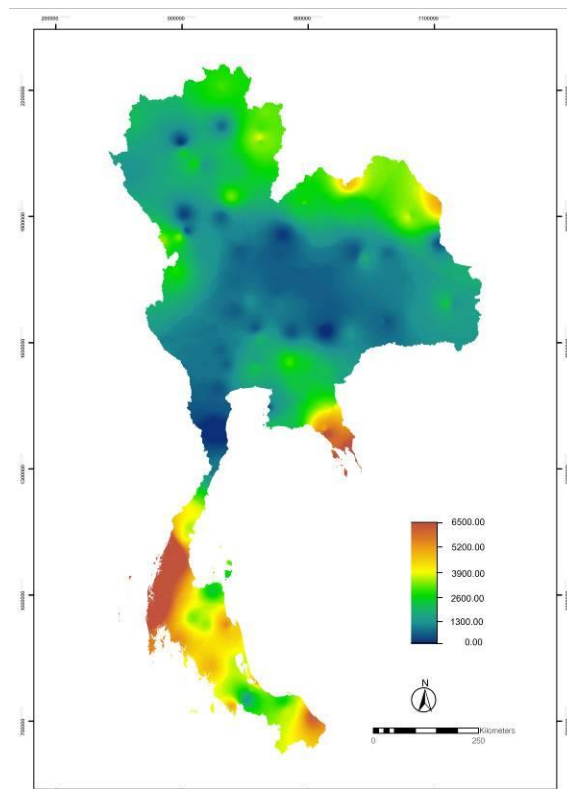
ค่าความลึกของน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้นั้น เป็นการให้ค่าซึ่งอ้างอิงจากการตรวจเอกสาร สำหรับค่าความลึกของน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ จะหมายถึงปริมาณน้ำในดินที่รากพืชสามารถดึงไปใช้ได้ ค่าที่ใช้จะบอกเป็นระดับความลึกของน้ำในดิน สำหรับการเตรียมข้อมูลนั้น จะอ้างอิงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ เช่นเดียวกันกับค่าการปกคลุมของพืชพรรณ โดยค่าความลึกของน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ ที่ใช้ในการศึกษาจะอยู่ในช่วง 0.0 - 0.2 เมตร สำหรับผลการศึกษาแสดงได้ดัง แผนที่ 57

ระดับความสูงของภูมิประเทศ

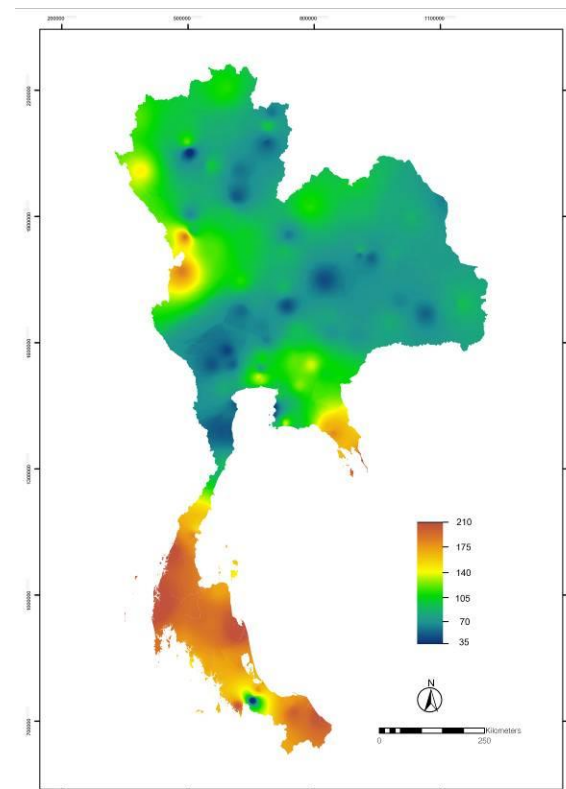
ค่าระดับความสูงของภูมิประเทศนั้น สามารถเตรียมได้จากข้อมูลเส้นชั้นความสูงเท่า โดยวิธีการกระจายค่าของข้อมูลลงสู่ทุกพื้นที่ด้วยวิธีการแทรก เพื่อสร้างแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ซึ่งเป็นข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศ โดยค่าที่ได้จากการทำข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ของประเทศไทยนั้นจะอยู่ในช่วง 47.9 - 2415.9 เมตร สำหรับผลการศึกษาแสดงได้ดัง แผนที่ 58



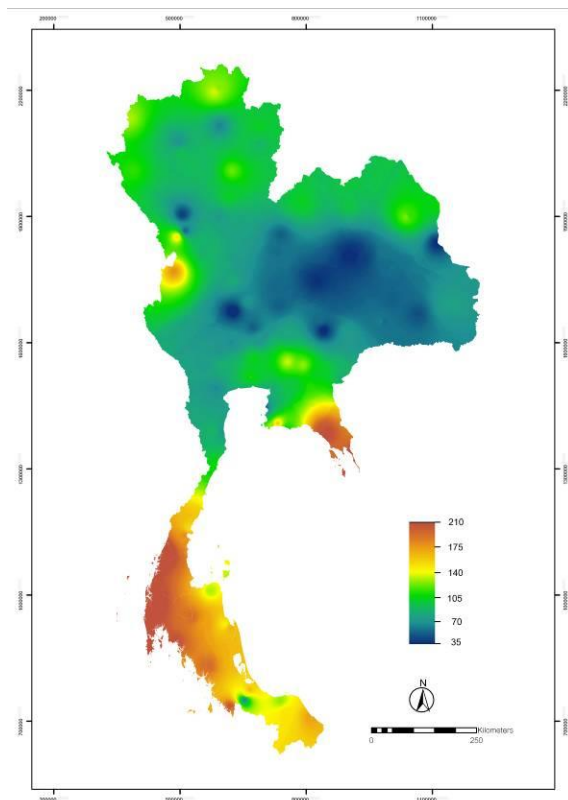
แผนที่ 45 ปริมาณน้ำฝนรายปีในปี 2554



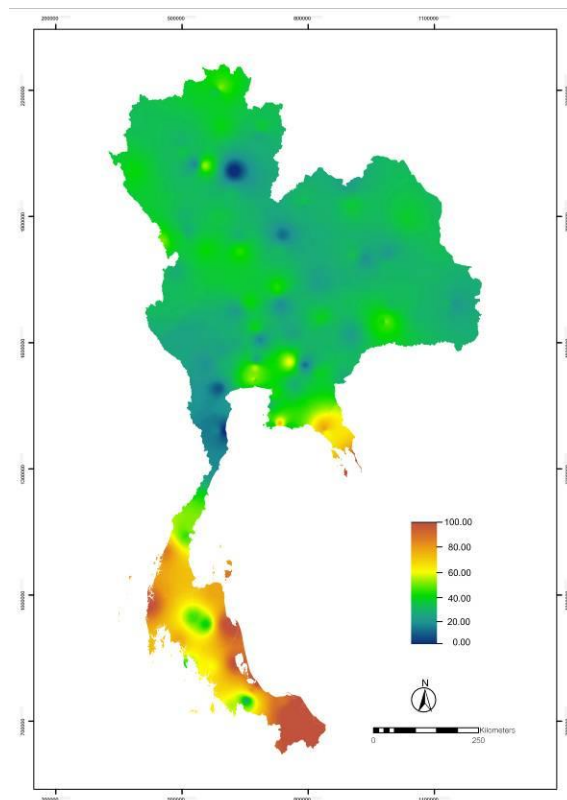
แผนที่ 46 ปริมาณน้ำฝนรายปีในปี 2555



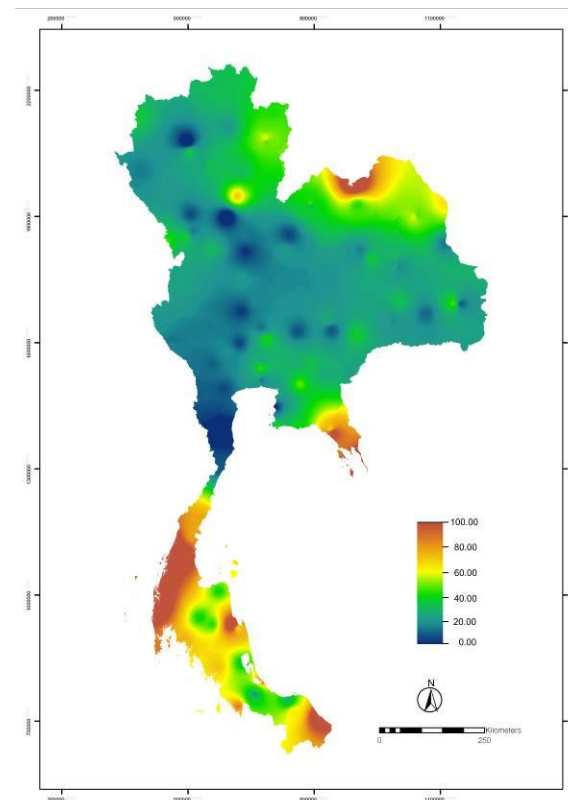
แผนที่ 47 จำนวนวันฝนตกในรอบปีในปี 2554



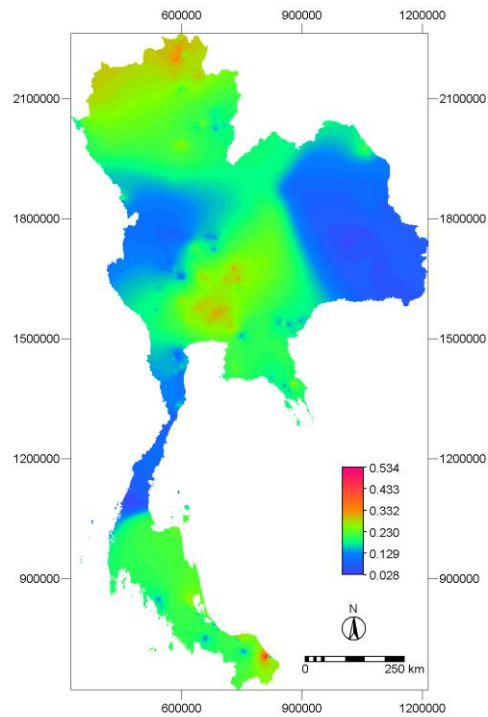
แผนที่ 48 จำนวนวันฝนตกในรอบปีในปี 2555



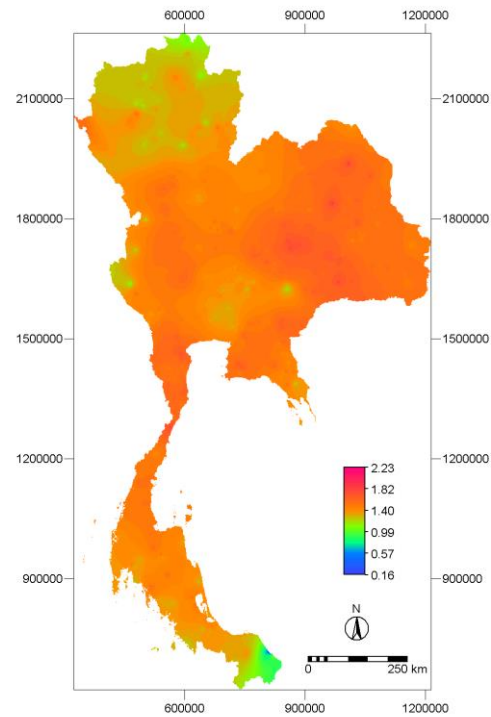
แผนที่ 49 ความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง
ในปี 2554



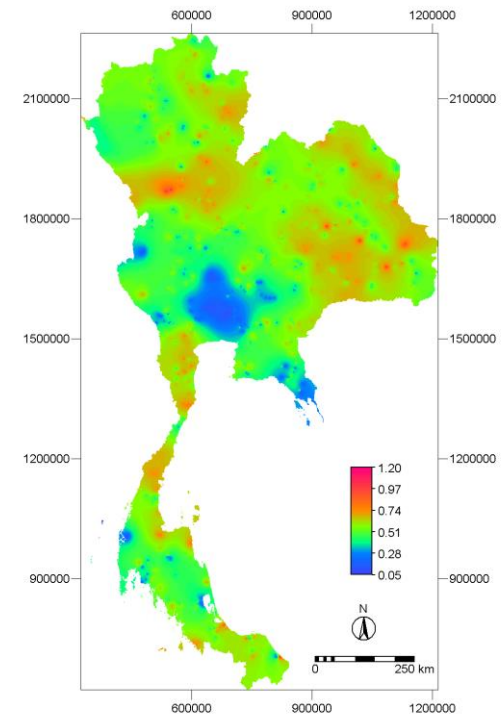
แผนที่ 50 ความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง
ในปี 2555



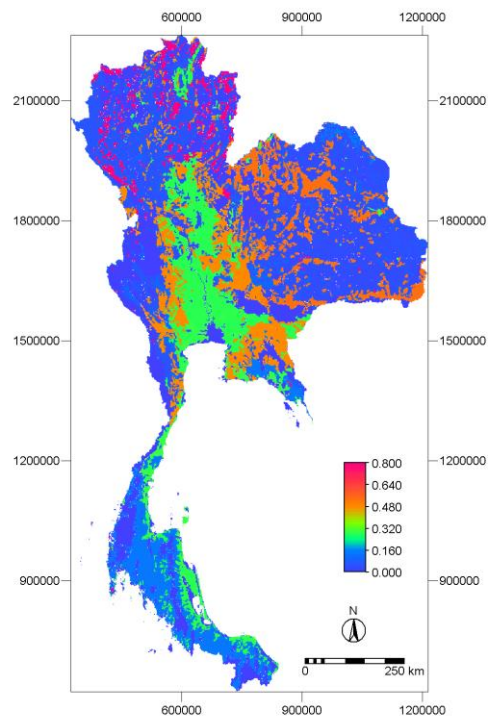
แผนที่ 51 ความจุความชื้นของดินที่ระดับ
ภาคสนาม



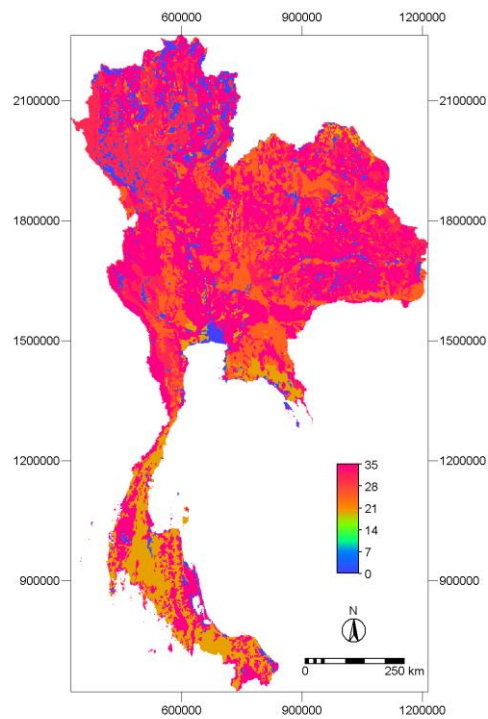
แผนที่ 52 ความหนาแน่นรวมของดิน



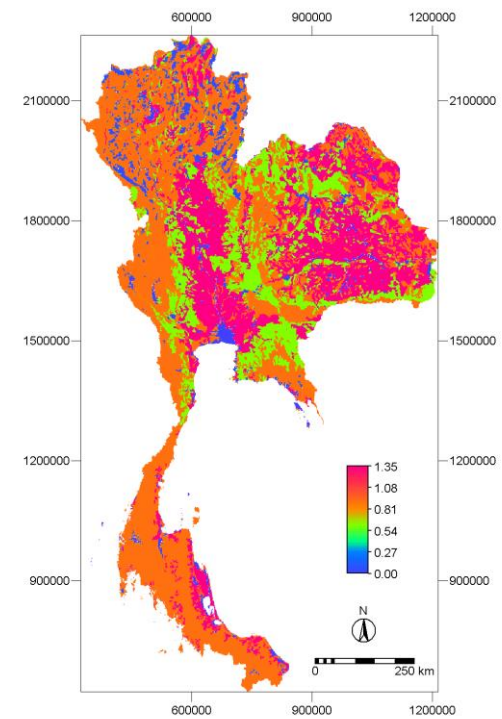
แผนที่ 53 ดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะ
ด้วยน้ำฝน



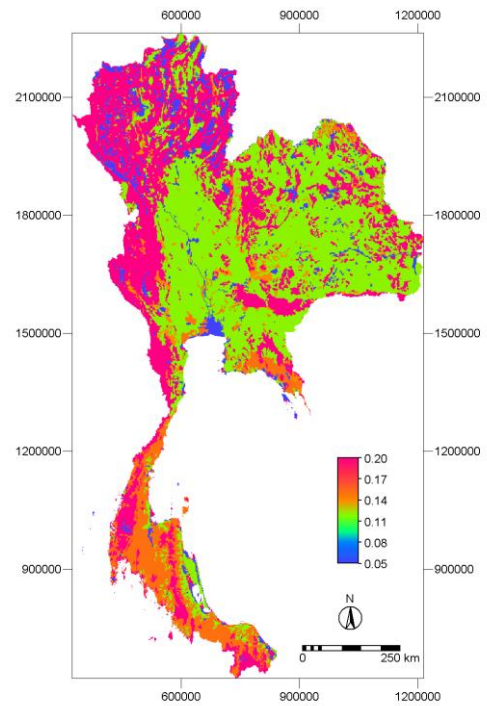
แผนที่ 54 ค่าการปกคลุมของพืชพรรณ



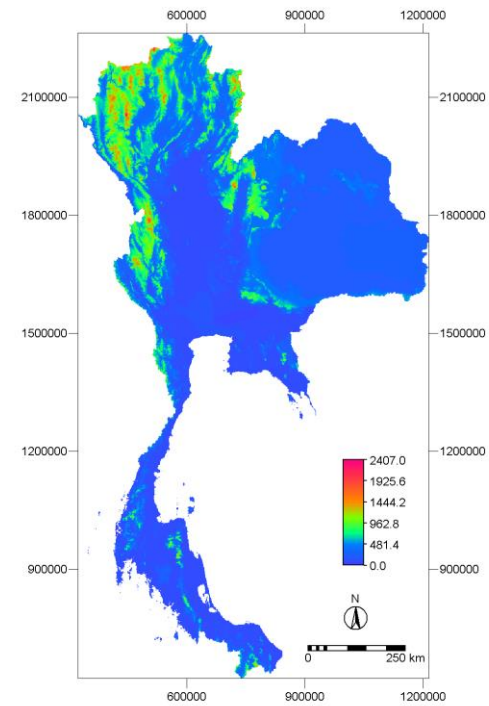
แผนที่ 55 ร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้



แผนที่ 56 อัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด



แผนที่ 57 ความลึกของน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้



แผนที่ 58 ระดับความสูงของภูมิประเทศ

2) กระบวนการชะล้างพังทลายของดิน ดังนี้

กระบวนการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย

ผลการศึกษาในส่วนของการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย สามารถแบ่งได้เป็น 5 ส่วน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี ปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ ความลาดชันของภูมิประเทศ ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน และการหาปริมาณอนุภาคดินที่ถูกพัดพา สำหรับผลจากการศึกษามีดังนี้

ปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้

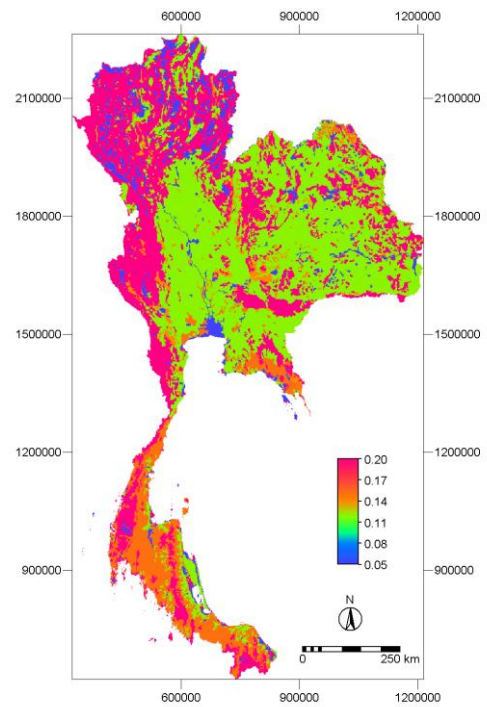
การประมวลผลเพื่อประเมินหาปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้นั้น อาศัยข้อมูลที่เตรียมขึ้นคือ ความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม ความหนาแน่นรวมของดิน ความลึกของน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ และอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาประมวลผลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือ ผลการศึกษาที่ได้พบว่า ค่าของปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้นั้นมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 135 มิลลิเมตร โดยผลการศึกษาแสดงได้ดัง แผนที่ 59

ความลาดชันของภูมิประเทศ

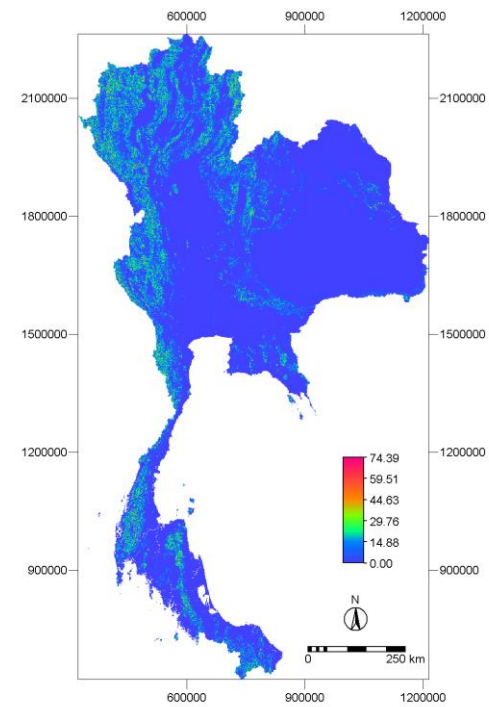
ในการพิจารณากระบวนการพัดพาอนุภาคดินไปกับน้ำไหลบ่า เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดินด้วยแบบจำลอง MMF นั้น ความลาดชันของภูมิประเทศเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลกระทบต่อกระบวนการชะล้างพังทลายของดิน สำหรับข้อมูลความลาดชันของภูมิประเทศ สามารถประเมินได้จาก ข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศ ซึ่งผลการศึกษาพบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ที่มีความลาดชันของภูมิประเทศอยู่ในช่วง 0.00 - 74.39 องศา โดยพื้นที่ที่มีระดับความลาดชันของภูมิประเทศลาดชันมากนั้น ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณเทือกเขาทางภาคเหนือ รวมถึงเทือกเขาที่ทอดตัวลงมาทางภาคตะวันตกและภาคใต้ นอกจากนี้ยังพบในพื้นที่ที่เป็นภูเขาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกอีกด้วย สำหรับผลการศึกษาแสดงได้ดัง แผนที่ 60

ปริมาณอนุภาคดินที่ถูกพัดพา

การประเมินปริมาณอนุภาคดินที่สามารถถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่า นั้น จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณอนุภาคดินที่ถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่าของประเทศไทย ที่ได้จากการประเมินมีปริมาณดินของปี 2554 และ 2555 เท่ากับ 589.85 ล้านตัน และ 530.18 ล้านตัน ตามลำดับ จากค่าดังกล่าวพบว่าค่าสูงสุดของปริมาณอนุภาคดินที่สามารถถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่าที่พบนั้นมีค่าสูงมาก อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวเป็นเพียงค่าในทางทฤษฎีเท่านั้น ในความเป็นจริงปริมาณดังกล่าวอาจจะไม่เกิดขึ้นจริง เนื่องจากปริมาณอนุภาคดินที่สามารถถูกพัดพาไปได้อาจจะไม่มีมากถึงค่าดังกล่าว



แผนที่ 59 ปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้



แผนที่ 60 ความลาดชันของภูมิประเทศ

2.2.2 การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยโดยแบบจำลอง MMF

จากการประมวลผลข้อมูลโดยอาศัยการประเมินด้วยแบบจำลอง MMF สามารถจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินรายปีในประเทศไทยขึ้น โดยผลการศึกษาที่ได้เป็นระดับการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ต่าง ๆ ของปี 2554 - 2555 ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินออกเป็น 5 ระดับดังที่กล่าวไปแล้วในวิธีการศึกษา นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์แบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วนคือ พื้นที่ราบ และพื้นที่สูง

พื้นที่ราบ หมายถึง ที่ราบลุ่มน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ จำแนกตามกลุ่มชุดดินที่ 1 - 61 ตามแผนที่กลุ่มชุดดิน มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน

พื้นที่สูง หมายถึง ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ จำแนกตามกลุ่มชุดดินที่ 62 ตามแผนที่กลุ่มชุดดิน มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน

จากการแบ่งพื้นที่วิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ทำให้ระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินนั้นแบ่งออกเป็น 10 ระดับ ซึ่งระดับการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ราบจะใช้อักษรภาษาอังกฤษคือ ตัวแอล (L) ต่อท้ายระดับความรุนแรงที่ 1 - 5 และการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่สูงนั้นจะใช้อักษรภาษาอังกฤษคือ ตัวเอช (H) ต่อท้ายระดับความรุนแรงที่ 1 - 5

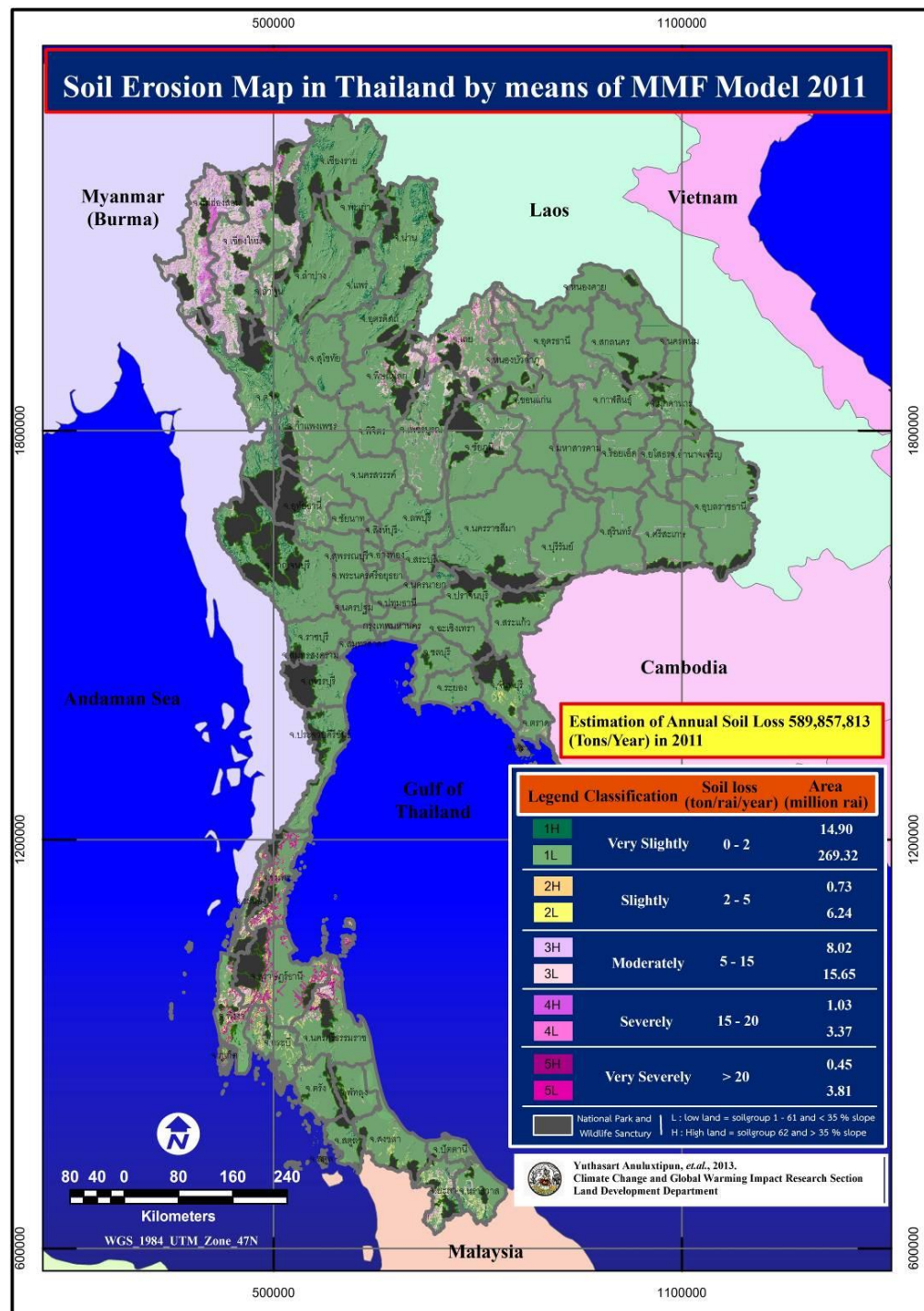
สำหรับผลการศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน โดยแบบจำลอง MMF สามารถสรุปได้ว่า ในปี 2554 - 2555 ประเทศไทยมีที่ได้จากการประเมินมีปริมาณเท่ากับ 589.86 ล้านตันต่อปี ในปี 2554 และในปี 2555 ผลการศึกษพบว่าปริมาณอนุภาคดินที่ถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่าของประเทศไทย มีปริมาณเท่ากับ 530.18 ล้านตันต่อปี ในปี 2554 - 2555 ตามลำดับ จากการศึกษาประเทศไทยมีพื้นที่ทั้งสิ้น 320,696,887 ไร่ โดยพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย มีระดับการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับน้อยมาก หรือมีอัตราการชะล้างพังทลายของดินอยู่ช่วง 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปี ซึ่งในปี 2554 มีพื้นที่ที่เกิดการชะล้างพังทลายของดินในระดับน้อยมากนี้ คิดเป็นพื้นที่ 284.23 ล้านไร่ หรือเป็น 88.6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ และในปี 2555 มีพื้นที่ที่เกิดการชะล้างพังทลายของดินในระดับเดียวกันนี้ คิดเป็นพื้นที่ 286.13 ล้านไร่ หรือเป็น 89.2 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ สำหรับขนาดพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินในระดับต่าง ๆ ในปี 2554 - 2555 สามารถแสดงดัง ตารางที่ 18

ตารางที่ 18 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

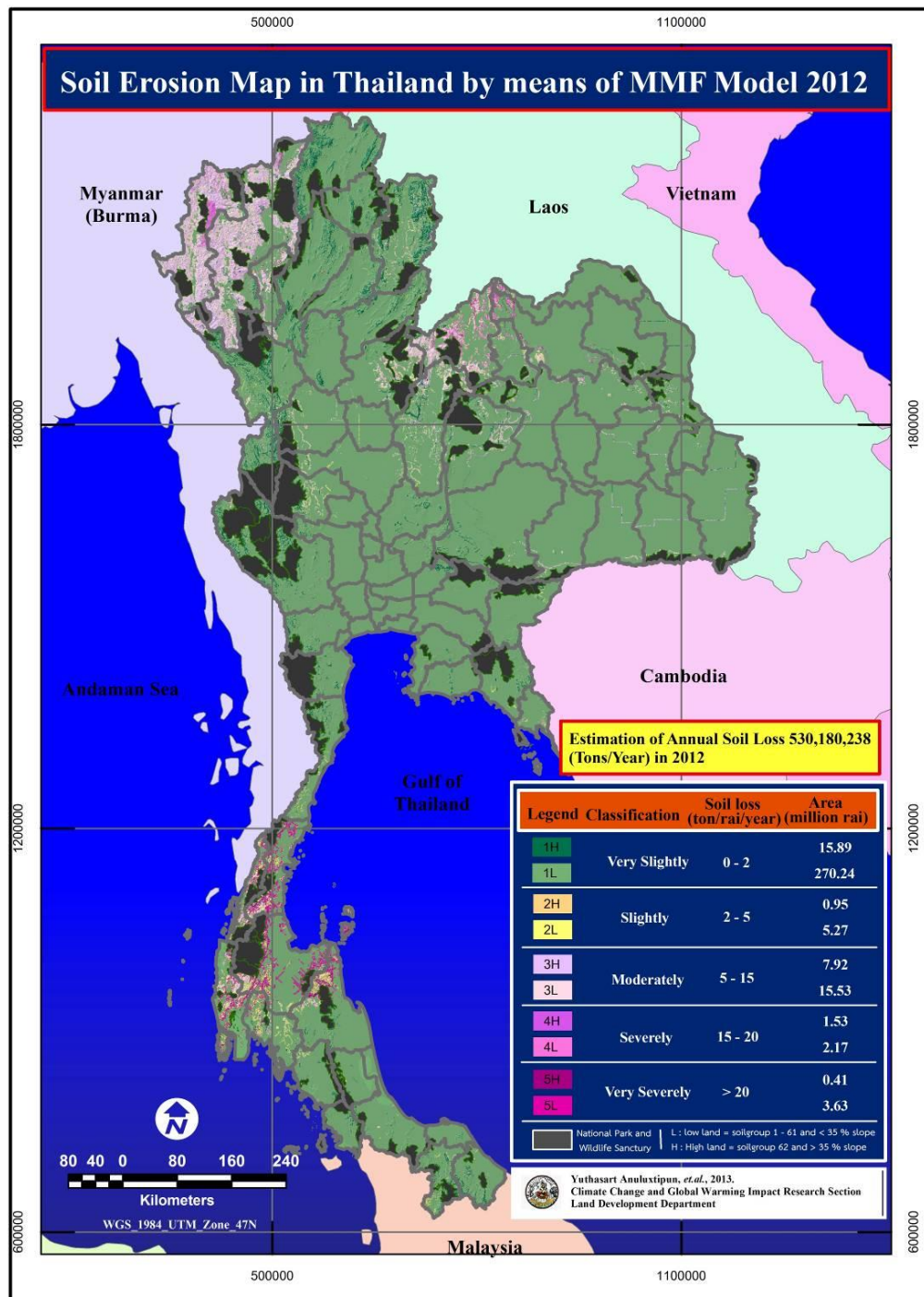
ระดับความรุนแรง		ปี 2554		ปี 2555	
		พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ	พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ
1	1L	267,523,978.00	83.4	268,442,661.00	83.7
	1H	14,907,216.00	4.65	15,892,334.00	4.95
2	2L	4,449,882.00	1.39	3,479,912.00	1.09
	2H	737,114.00	0.23	954,461.00	0.29
3	3L	15,653,128.00	4.88	15,537,177.00	4.84
	3H	8,024,187.00	2.50	7,921,361.00	2.47
4	4L	3,371,936.00	1.05	2,179,532.00	0.68
	4H	1,030,231.00	0.32	1,536,767.00	0.48
5	5L	3,818,988.00	1.19	3,631,471.00	1.13
	5H	451,477.00	0.14	412,798.00	0.13
รวม		320,768,466.00	100	320,768,466.00	100

จากตารางที่ 18 ที่ได้แสดงพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินในระดับต่าง ๆ พบว่าพื้นที่ที่เกิดการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยที่ระดับรุนแรงมาก หรือระดับที่ 5 (มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินมากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี) ซึ่งรวมทั้งพื้นที่ราบและพื้นที่สูง มีอยู่ประมาณ 4.27 ล้านไร่ และ 4.04 ล้านไร่ ในปี 2554 และ 2555 ตามลำดับ โดยที่พื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากนี้จะเกิดขึ้นในพื้นที่สูงมากกว่าในพื้นที่ราบ

สำหรับผลการศึกษาระดับการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ปี 2554 - 2555 สามารถประเมินพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินได้ โดยพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินหมายถึง พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายในระดับความรุนแรงปานกลางถึงรุนแรงมาก (ระดับ 3 - 5) ทั้งในพื้นที่ราบและพื้นที่สูง หรือมีอัตราการชะล้างพังทลายตั้งแต่ 5 ตันต่อไร่ต่อปีขึ้นไป โดยพบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในปี 2554 รวมเป็นพื้นที่ 32.35 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 10.1 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งประเทศ และปี 2555 เป็นพื้นที่ 31.22 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 9.73 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งประเทศ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวควรมีการวางแผนป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน โดยการวางแผนการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบต่างในพื้นที่ เพื่อลดระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย สำหรับแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยปี 2554 - 2555 แสดงดังแผนที่ 61 - 62



แผนที่ 61 การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยปี 2554 โดยแบบจำลอง MMF เป็นตัวแทน
แสดงการสูญเสียคาร์บอน



แผนที่ 62 การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยปี 2555 โดยแบบจำลอง MMF เป็นตัวแทน
แสดงการสูญเสียคาร์บอน

จากการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย เมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในระดับความรุนแรงปานกลางถึงรุนแรงมาก (ระดับ 3 - 5) ทั้งในพื้นที่ราบและพื้นที่สูง หรือมีอัตราการชะล้างพังทลายตั้งแต่ 5 ตันต่อไร่ต่อปีขึ้นไปรายเขต พบว่าทั้งปี 2554 - 5555 มีพื้นที่ที่เกิดการชะล้างพังทลายมากที่สุดคือเขต 6, 11 และ 8 โดยปี 2554 มีพื้นที่ที่ถูกชะล้างดังนี้ 16.05, 5.93 และ 5.28 ล้านไร่ ตามลำดับ ส่วนปี 2555 มีพื้นที่ที่ถูกชะล้างดังนี้ 16.04, 5.84 และ 4.99 ล้านไร่ ตามลำดับ ผลการศึกษาสามารถแสดงดังตารางที่ 19 โดยแต่ละเขตครอบคลุมพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ดังนี้

เขตที่ 1 ประกอบด้วย ปทุมธานี นครปฐม อยุธยา นครนายก สมุทรปราการ ลพบุรี สิงห์บุรี

ชัยนาท สระบุรี อ่างทอง นนทบุรี สุพรรณบุรี

เขตที่ 2 ประกอบด้วย ชลบุรี สระแก้ว ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ระยอง จันทบุรี ตราด

เขตที่ 3 ประกอบด้วย นครราชสีมา บุรีรัมย์ ชัยภูมิ สุรินทร์

เขตที่ 4 ประกอบด้วย อุบลราชธานี อำนาจเจริญ นครพนม ร้อยเอ็ด ยโสธร ศรีสะเกษ

มุกดาหาร

เขตที่ 5 ประกอบด้วย ขอนแก่น อุดรธานี หนองบัวลำภู มหาสารคาม หนองคาย กาฬสินธุ์

สกลนคร

เขตที่ 6 ประกอบด้วย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง

เขตที่ 7 ประกอบด้วย น่าน เชียงราย แพร่ พะเยา

เขตที่ 8 ประกอบด้วย พิษณุโลก เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ เลย พิจิตร

เขตที่ 9 ประกอบด้วย นครสวรรค์ อุทัยธานี ตาก สุโขทัย กำแพงเพชร

เขตที่ 10 ประกอบด้วย ราชบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม

ประจวบคีรีขันธ์

เขตที่ 11 ประกอบด้วย สุราษฎร์ธานี ระนอง พังงา ภูเก็ต นครศรีธรรมราช กระบี่ ชุมพร

เขตที่ 12 ประกอบด้วย สงขลา สตูล ปัตตานี ยะลา พัทลุง นราธิวาส ตรัง

ตารางที่ 19 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในระดับที่เป็นปัญหา (ระดับที่ 3 - 5) จำแนกตามเขต

เขต	ปี 2554		ปี 2555	
	พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ	พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ
1	13,286.00	0.00	9,691.00	0.00
2	98,938.00	0.03	55,174.00	0.02
3	1,008,135.00	0.31	879,656.00	0.27
4	462,961.00	0.14	426,230.00	0.13
5	1,308,800.00	0.41	1,435,500.00	0.45
6	16,046,500.00	5.00	16,035,873.00	4.99
7	34,542.00	0.01	361,535.00	0.11
8	5,282,940.00	1.65	4,994,567.00	1.56
9	1,231,828.00	0.38	993,714.00	0.31
10	95,812.00	0.03	131,448.00	0.04
11	5,927,791.00	1.85	5,836,978.00	1.82
12	838,416.00	0.26	58,741.00	0.02
รวม	32,349,947.00	10.1	31,219,107.00	9.73

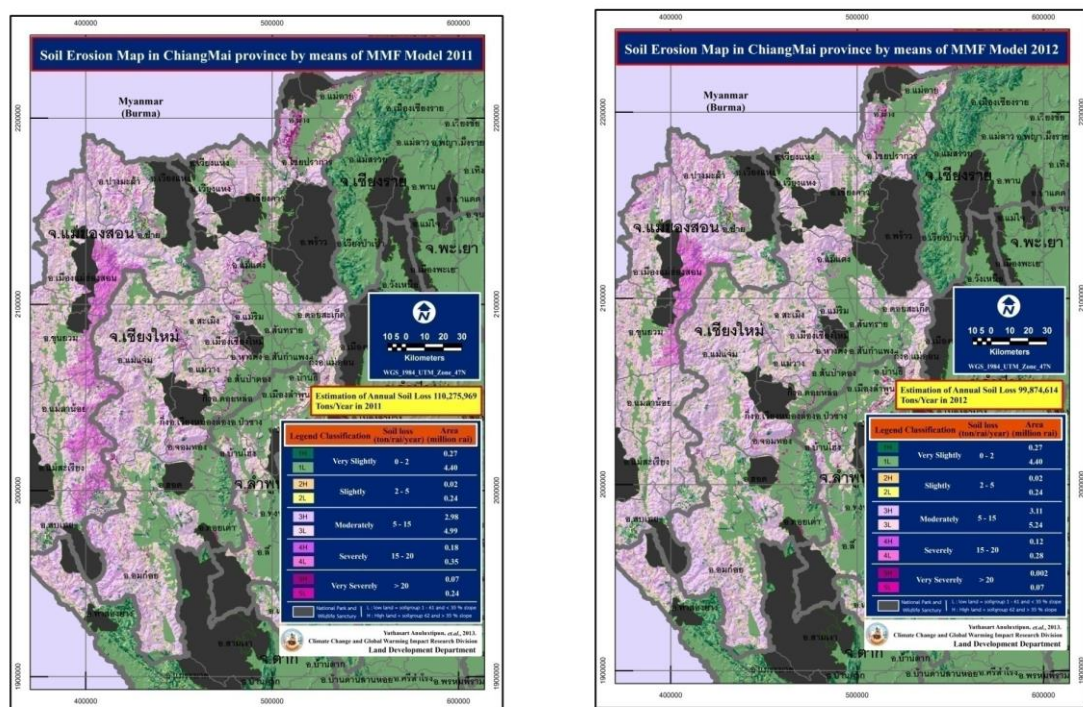
ตารางที่ 20 ปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของประเทศไทยในแต่ละเขต

เขต	ปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลาย (ตัน)	
	ปี 2554	ปี 2555
1	532,491.50	410,490.60
2	2,956,173.18	1,682,055.83
3	12,998,402.20	10,105,890.63
4	6,602,359.95	5,235,258.10
5	18,396,468.99	22,030,529.02
6	215,010,176.10	193,049,810.63
7	2,152,315.45	5,810,348.18
8	72,221,287.90	64,711,298.63
9	23,699,753.17	16,777,009.82
10	2,820,057.63	3,629,406.93
11	219,727,442.15	204,334,957.12
12	12,740,885.07	2,403,183.28
รวม	589,857,813.28	530,180,238.75

หมายเหตุ: ที่ระดับความรุนแรง 1 - 5

จากผลการศึกษาี้ แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของระดับการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ประเทศไทยระหว่างปี 2554 และปี 2555 โดยในภาพรวมพบว่าประเทศไทยมีการชะล้างพังทลายของดินลดลง ซึ่งสาเหตุของระดับความรุนแรงที่เปลี่ยนไป จะมาจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับดินและพืชนั้นยังคงไม่มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลการศึกษาของทั้งสองปี

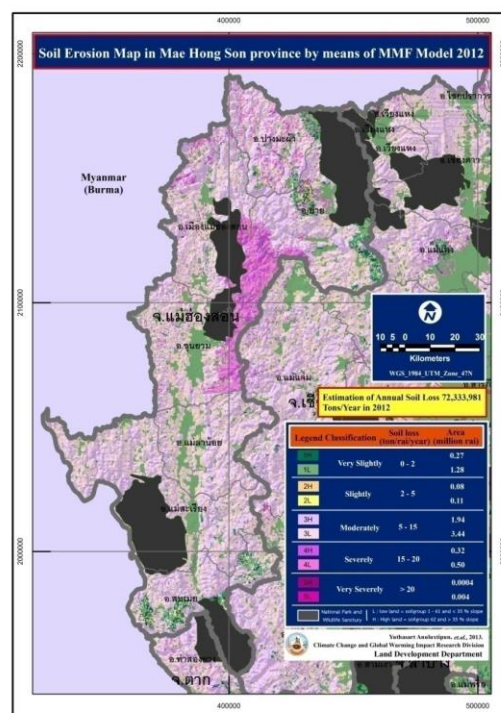
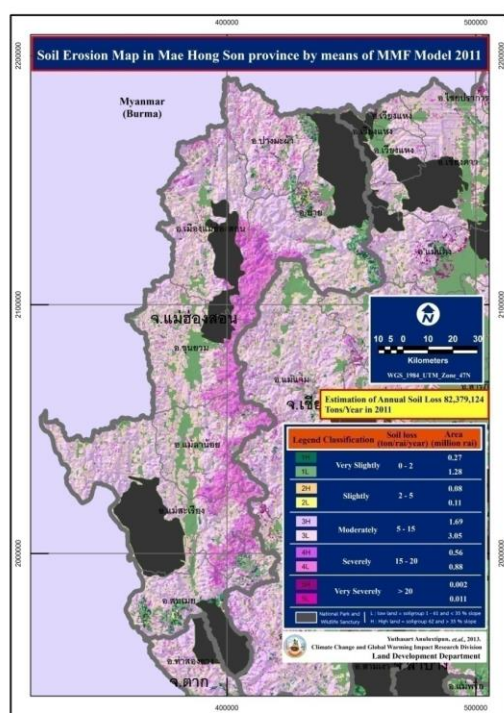
เมื่อพิจารณาปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดต่าง ๆ ในเขต 6, 8 และ 11 พบว่า ในปี 2554 และ 2555 จังหวัดเชียงใหม่มีปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายสูงสุด คือ 110.28 และ 99.87 ล้านตัน ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีค่า 82.38 และ 72.33 ล้านตัน ตามลำดับ จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่า 74.37 และ 68.22 ล้านตัน ตามลำดับ จังหวัดชุมพร มีค่า 45.28 และ 44.15 ล้านตัน ตามลำดับ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่า 32.17 และ 25.28 ล้านตัน ตามลำดับ จังหวัดเลย มีค่า 30.59 และ 29.48 ล้านตัน ตามลำดับ จังหวัดพังงา มีค่า 27.37 และ 26.27 ล้านตัน ตามลำดับ จังหวัดระนอง มีค่า 24.18 และ 25.31 ล้านตัน ตามลำดับ จังหวัดพิษณุโลก มีค่า 17.79 และ 15.13 ล้านตัน ตามลำดับ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีค่า 17.46 และ 14.01 ล้านตัน ตามลำดับ จังหวัดกระบี่ 14.06 และ 12.86 ล้านตัน ตามลำดับ จังหวัดลำพูน 12.53 และ 11.65 ล้านตัน ตามลำดับ จังหวัดลำปาง มีค่า 9.82 และ 9.19 ล้านตัน ตามลำดับ จังหวัดอุดรดิษฐ์ มีค่า 4.04 และ 3.97 ล้านตัน ตามลำดับ จังหวัดพิจิตร 2.34 และ 2.12 ล้านตัน ตามลำดับ และจังหวัดภูเก็ตมีปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายต่ำสุด คือ 2.30 และ 2.24 ล้านตันตามลำดับ แสดงดังแผนที่ 63 - 78 และตารางที่ 21 - 36



แผนที่ 63 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดเชียงใหม่ ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 21 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดเชียงใหม่ ในปี 2554 และ 2555

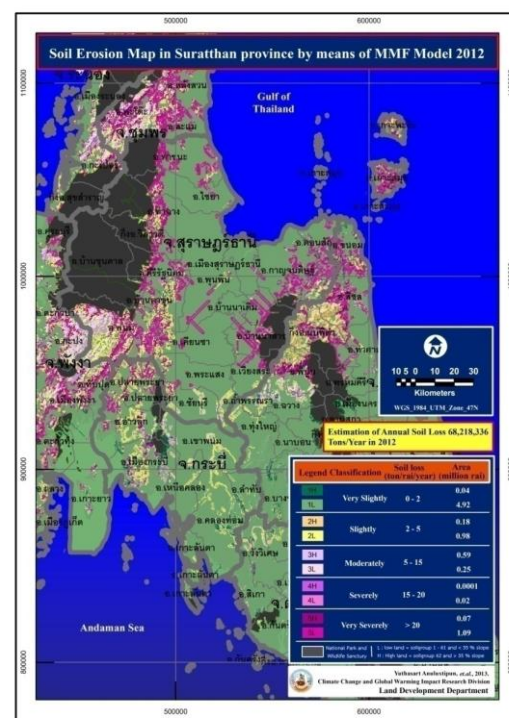
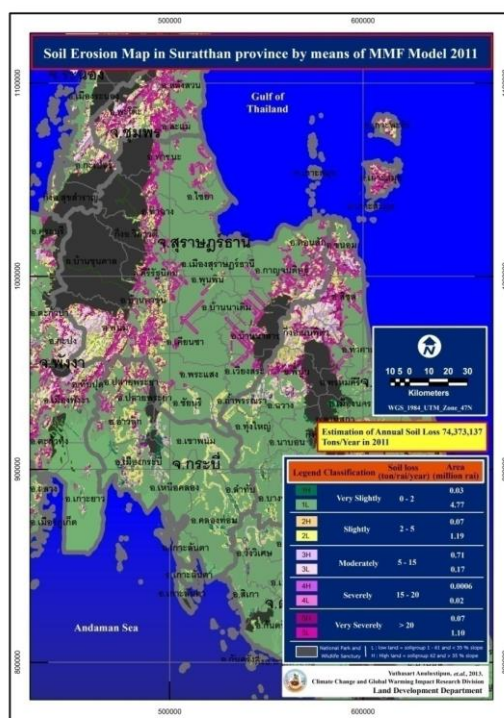
ระดับความรุนแรง		ปี 2554		ปี 2555	
		พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	4.40	4.80	4.40	4.50
	1H	0.27	0.30	0.27	0.28
2	2L	0.25	0.94	0.25	0.88
	2H	0.02	0.08	0.02	0.08
3	3L	5.00	54.52	5.24	53.61
	3H	2.98	32.55	3.11	31.85
4	4L	0.35	6.69	0.28	5.04
	4H	0.18	3.50	0.12	2.15
5	5L	0.25	5.38	0.07	1.43
	5H	0.07	1.51	2,500 ไร่	0.05
รวม		13.78	110.28	13.78	99.87



แผนที่ 64 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดแม่ฮ่องสอน ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 22 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ในปี 2554 และ 2555

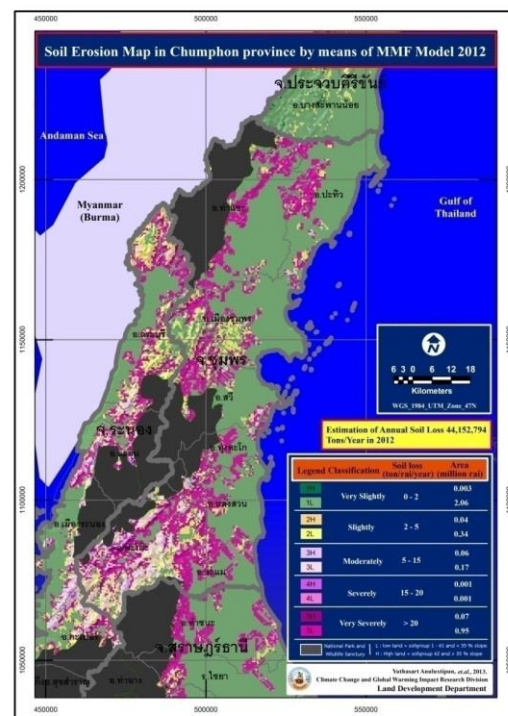
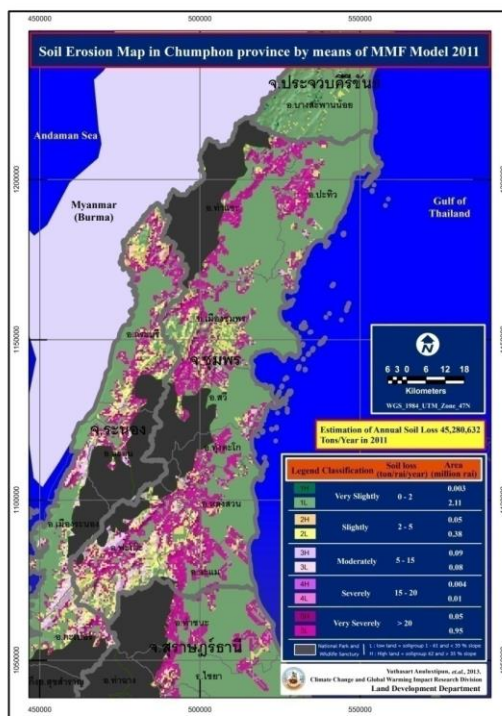
		ปี 2554		ปี 2555	
ระดับความรุนแรง		พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	1.29	1.40	1.29	1.31
	1H	0.28	0.30	0.28	0.28
2	2L	0.12	0.44	0.12	0.42
	2H	0.09	0.33	0.09	0.31
3	3L	3.06	33.33	3.45	35.26
	3H	1.70	18.51	1.94	19.84
4	4L	0.89	16.97	0.50	9.02
	4H	0.57	10.79	0.32	5.80
5	5L	0.01	0.25	4,000.00 ไร่	0.08
	5H	2,600.00 ไร่	0.06	400.00 ไร่	0.01
รวม		7.99	82.38	7.99	72.33



แผนที่ 65 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดสุราษฎร์ธานี ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 23 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ในปี 2554 และ 2555

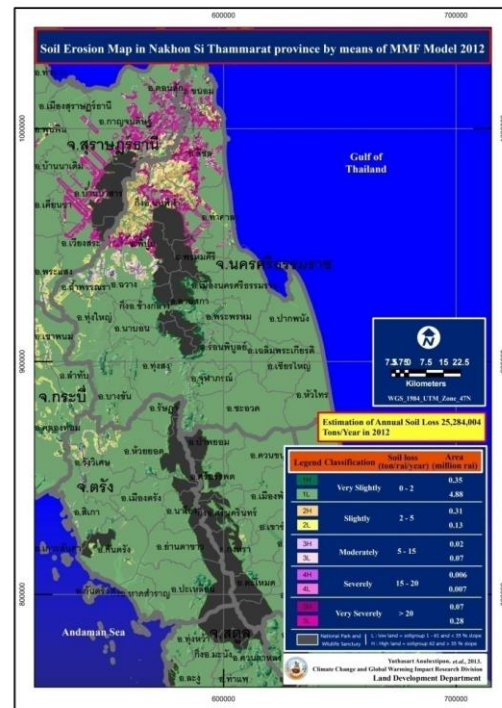
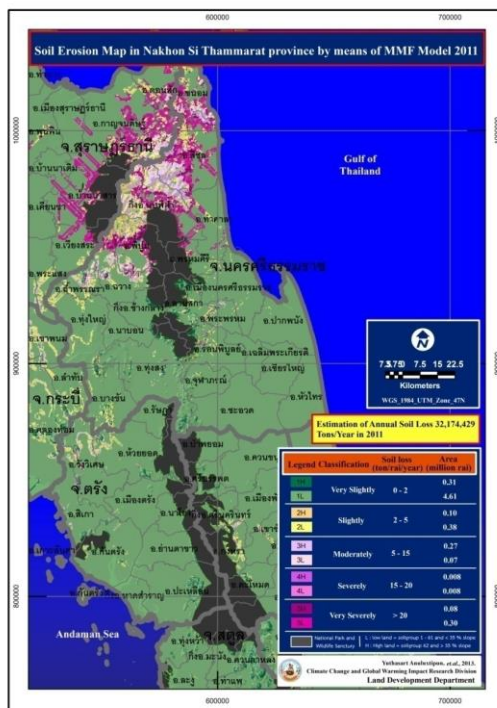
		ปี 2554		ปี 2555	
ระดับความรุนแรง		พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	4.77	8.40	4.92	8.11
	1H	0.03	0.05	0.04	0.07
2	2L	1.19	7.35	0.98	5.65
	2H	0.08	0.48	0.18	1.06
3	3L	0.18	3.11	0.25	4.13
	3H	0.72	12.61	0.60	9.82
4	4L	0.02	0.69	0.02	0.69
	4H	625.20 ไร่	0.02	1,563.00 ไร่	0.05
5	5L	1.11	38.91	1.10	36.07
	5H	0.08	2.74	0.08	2.56
รวม		8.18	74.37	8.18	68.22



แผนที่ 66 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดชุมพร ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 24 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดชุมพร ในปี 2554 และ 2555

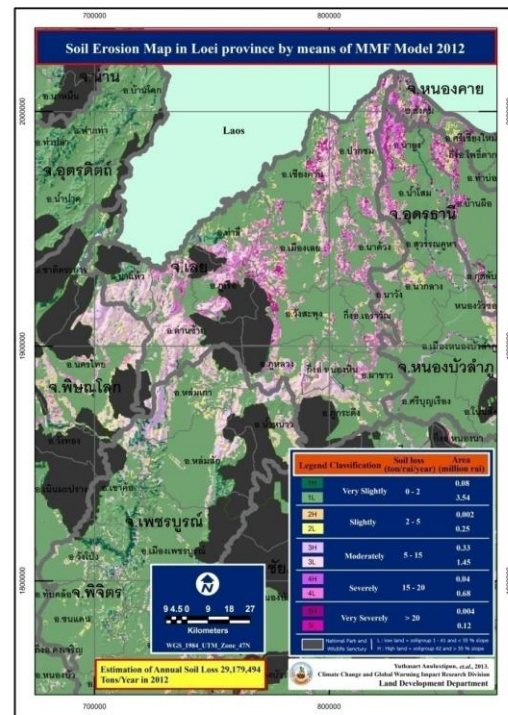
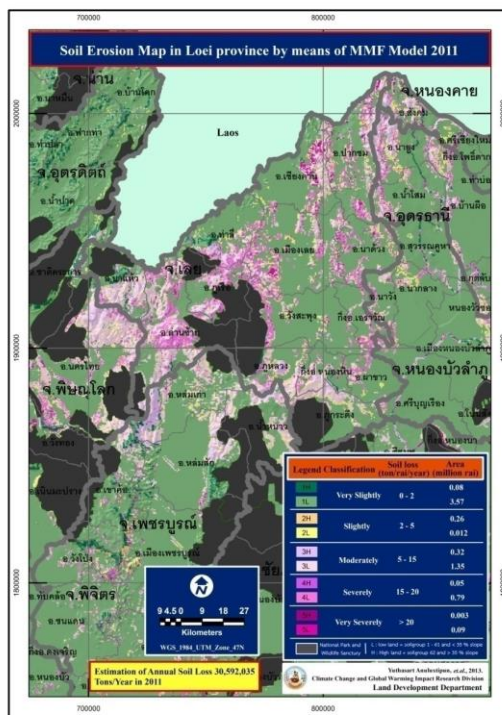
		ปี 2554		ปี 2555	
ระดับความรุนแรง		พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	2.12	3.73	2.06	3.40
	1H	3,28230 ไร่	0.01	3,282.30 ไร่	0.01
2	2L	0.38	2.36	0.34	1.97
	2H	0.05	0.33	0.05	0.27
3	3L	0.08	1.43	0.18	2.88
	3H	0.09	1.63	0.07	1.11
4	4L	0.01	0.43	0.01	0.37
	4H	4,689.00 ไร่	0.14	0.02	0.49
5	5L	0.95	33.46	0.95	31.36
	5H	0.05	1.78	0.07	2.30
รวม		3.75	45.28	3.75	44.15



แผนที่ 67 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดนครศรีธรรมราช ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 25 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดนครศรีธรรมราช ในปี 2554 และ 2555

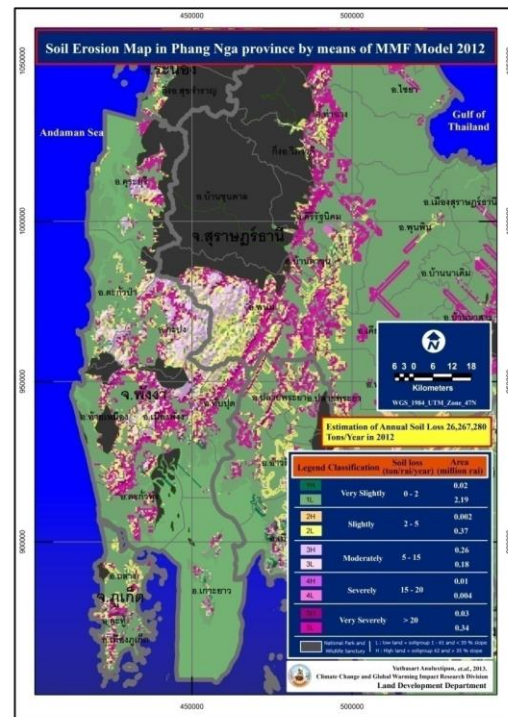
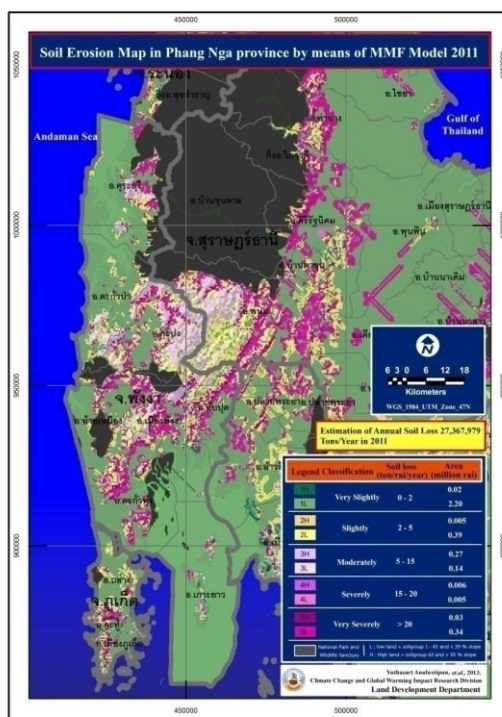
		ปี 2554		ปี 2555	
ระดับความรุนแรง		พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	4.62	8.12	4.89	8.05
	1H	0.31	0.54	0.36	0.59
2	2L	0.38	2.37	0.14	0.78
	2H	0.10	0.64	0.32	1.83
3	3L	0.08	1.36	0.07	1.19
	3H	0.27	4.83	0.02	0.39
4	4L	0.01	0.24	0.01	0.21
	4H	0.01	0.26	0.01	0.18
5	5L	0.31	10.79	0.29	9.51
	5H	0.09	3.02	0.08	2.55
รวม		6.17	32.17	6.17	25.28



แผนที่ 68 แผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดินจังหวัดเลย ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 26 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดเลย ในปี 2554 และ 2555

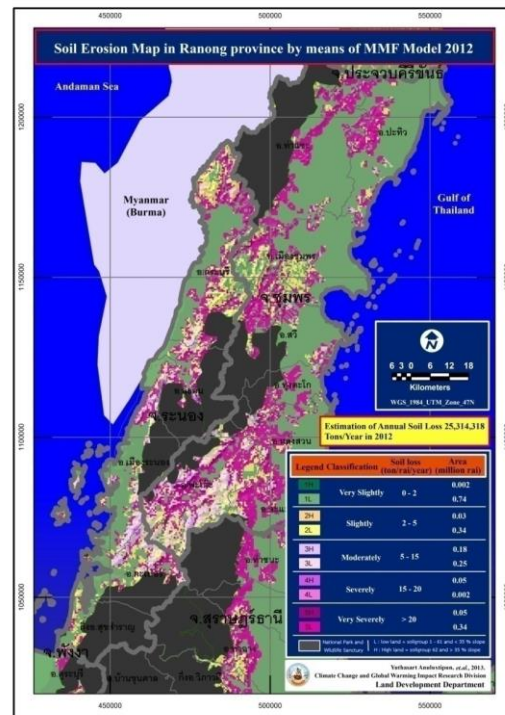
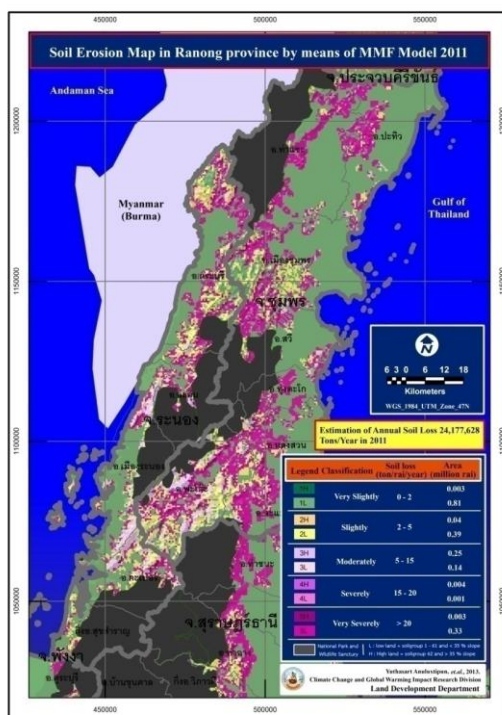
ระดับความรุนแรง		ปี 2554		ปี 2555	
		พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	3.58	2.88	21.82	2.76
	1H	0.09	0.07	0.08	0.07
2	2L	0.26	0.74	0.77	0.70
	2H	1,719.30 ไร่	-	2,657.10 ไร่	0.01
3	3L	1.35	10.86	3.35	11.36
	3H	0.33	2.62	0.33	2.61
4	4L	0.79	11.16	0.81	9.38
	4H	0.05	0.72	0.04	0.57
5	5L	0.09	1.47	0.18	1.97
	5H	3,751.20 ไร่	0.06	4,063.80 ไร่	0.06
รวม		6.54	30.59	6.54	29.48



แผนที่ 69 แผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดินจังหวัดพังงา ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 27 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดพังงา ในปี 2554 และ 2555

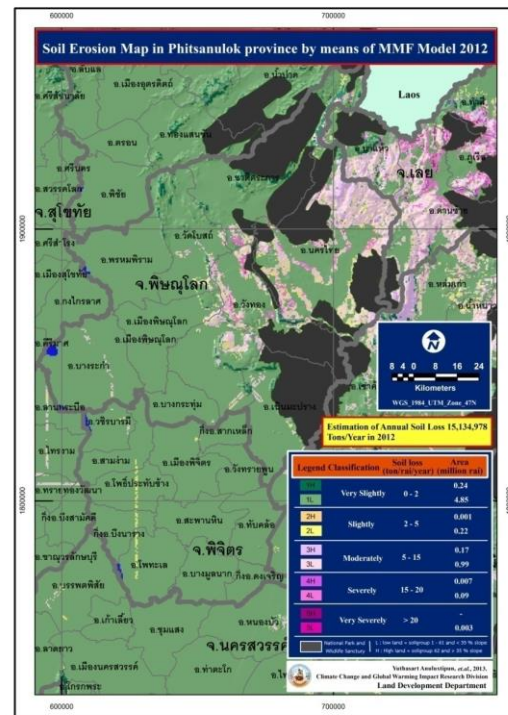
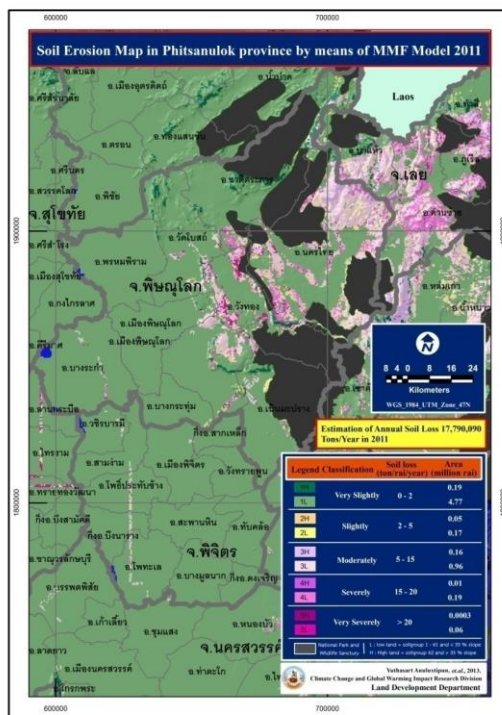
		ปี 2554		ปี 2555	
ระดับความรุนแรง		พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	2.20	3.88	2.19	3.61
	1H	0.02	0.04	0.02	0.04
2	2L	0.40	2.44	0.37	2.14
	2H	0.01	0.03	2,188.20 ไร่	0.01
3	3L	0.14	2.53	0.18	2.99
	3H	0.27	4.78	0.27	4.41
4	4L	0.01	0.15	4,532.70 ไร่	0.13
	4H	0.01	0.20	0.01	0.40
5	5L	0.34	12.13	0.35	11.44
	5H	0.03	1.17	0.03	1.11
รวม		3.43	27.37	3.43	26.27



แผนที่ 70 แผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดินจังหวัดระนอง ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 28 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดระนอง ในปี 2554 และ 2555

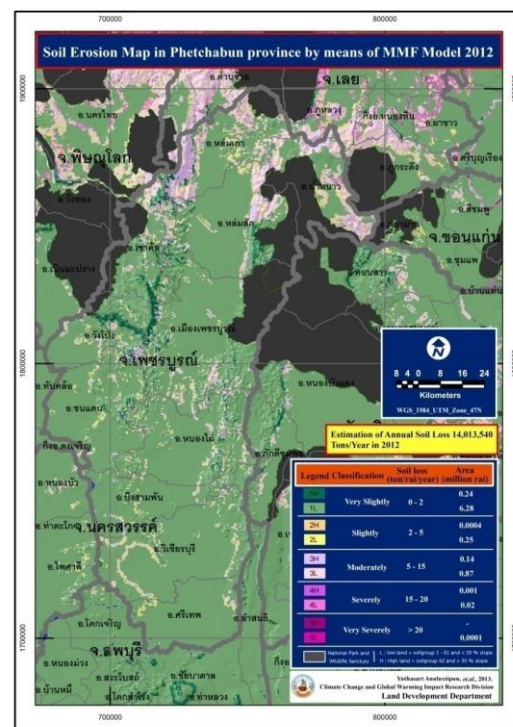
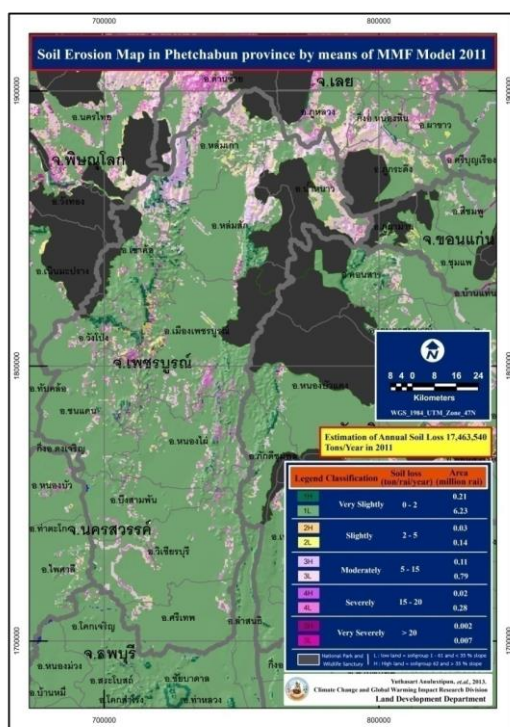
ระดับความรุนแรง		ปี 2554		ปี 2555	
		พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	0.81	1.43	0.74	1.23
	1H	2,969.70 ไร่	0.01	2,500.80 ไร่	-
2	2L	0.40	2.43	0.35	1.99
	2H	0.04	0.24	0.03	0.20
3	3L	0.14	2.45	0.25	4.17
	3H	0.26	4.55	0.19	3.07
4	4L	1,406.70 ไร่	0.04	2,500.80 ไร่	0.07
	4H	4,063.80 ไร่	0.13	0.06	1.64
5	5L	0.34	11.89	0.34	11.18
	5H	0.03	1.01	0.05	1.76
รวม		2.02	24.18	2.02	25.31



แผนที่ 71 แผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดินจังหวัดพิษณุโลก ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 29 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดพิษณุโลก ในปี 2554 และ 2555

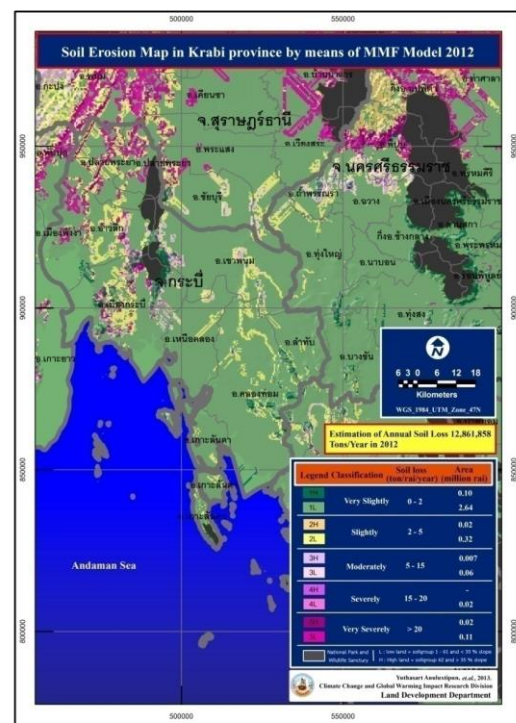
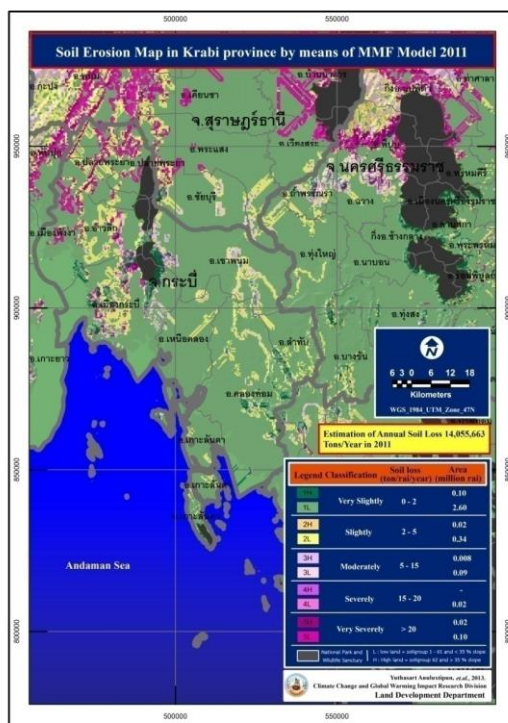
ระดับความรุนแรง		ปี 2554		ปี 2555	
		พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	4.78	3.84	4.86	3.78
	1H	0.19	0.15	0.25	0.19
2	2L	0.17	0.49	0.22	0.61
	2H	0.06	0.16	1,563.00 ไร่	-
3	3L	0.96	7.76	1.00	7.76
	3H	0.16	1.30	0.17	1.33
4	4L	0.20	2.80	0.10	1.31
	4H	0.01	0.18	0.01	0.10
5	5L	0.06	1.04	3,828.30 ไร่	0.05
	5H	3,438.60 ไร่	0.06	-	-
รวม		6.60	17.79	6.60	15.13



แผนที่ 72 แผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดินจังหวัดเพชรบูรณ์ ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 30 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดเพชรบูรณ์ ในปี 2554 และ 2555

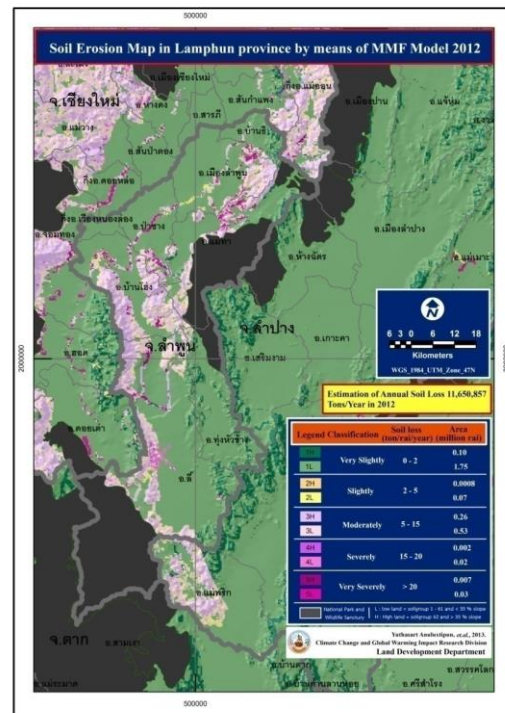
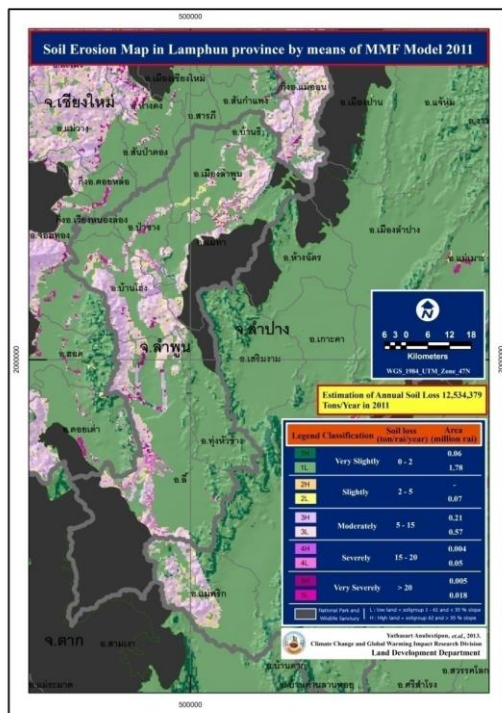
		ปี 2554		ปี 2555	
ระดับความรุนแรง		พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	6.23	5.02	6.28	4.89
	1H	0.22	0.17	0.25	0.19
2	2L	0.15	0.41	0.26	0.70
	2H	0.03	0.08	468.90 ไร่	-
3	3L	0.79	6.37	0.88	6.82
	3H	0.11	0.92	0.14	1.09
4	4L	0.28	3.97	0.02	0.30
	4H	0.33	0.36	1,094.10 ไร่	0.01
5	5L	0.01	0.13	156.30 ไร่	-
	5H	2,031.90 ไร่	0.03	-	-
รวม		7.85	17.46	7.85	14.01



แผนที่ 73 แผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดินจังหวัดกระบี่ ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 31 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดกระบี่ ในปี 2554 และ 2555

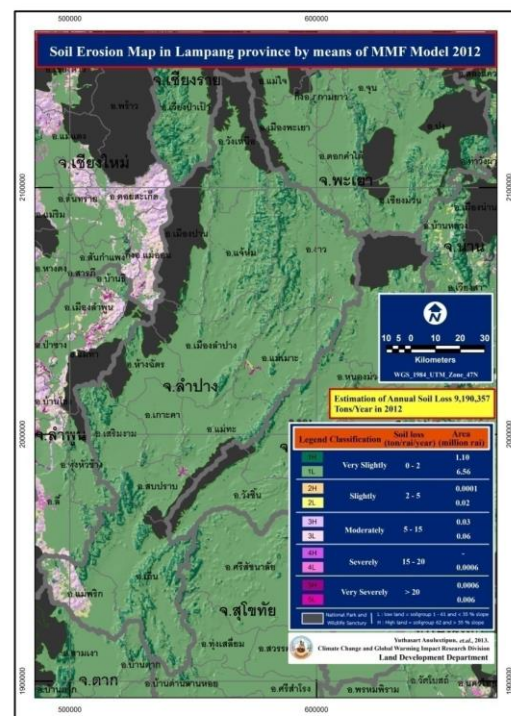
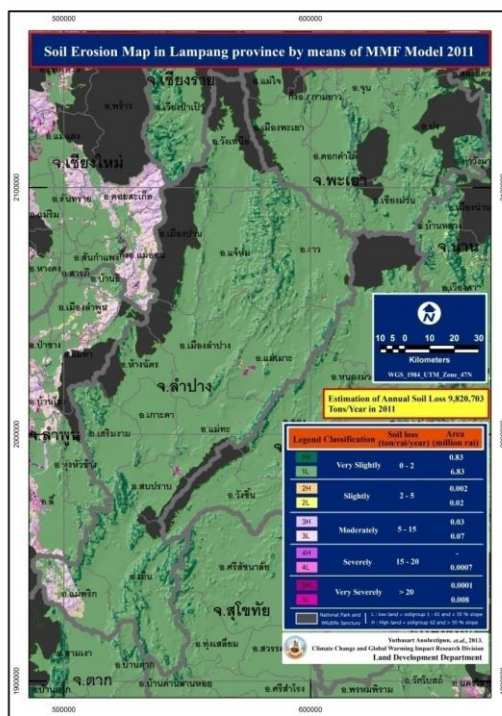
		ปี 2554		ปี 2555	
ระดับความรุนแรง		พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	2.60	4.58	2.64	4.36
	1H	0.11	0.18	0.11	0.17
2	2L	0.34	2.10	0.32	1.84
	2H	0.02	0.13	0.02	0.13
3	3L	0.09	1.64	0.07	1.13
	3H	0.01	0.14	0.01	0.12
4	4L	0.02	0.69	0.02	0.63
	4H	-	-	-	-
5	5L	0.11	3.84	0.11	3.77
	5H	0.02	0.75	0.02	0.70
รวม		3.33	14.06	3.33	12.86



แผนที่ 74 แผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดินจังหวัดลำพูน ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 32 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดลำพูน ในปี 2554 และ 2555

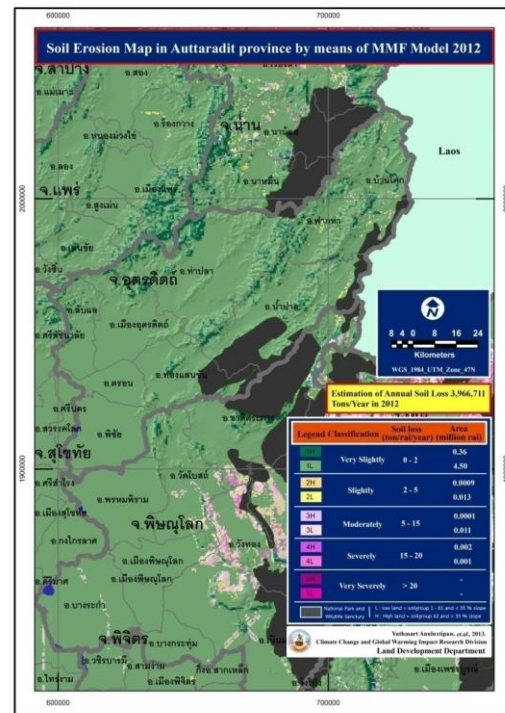
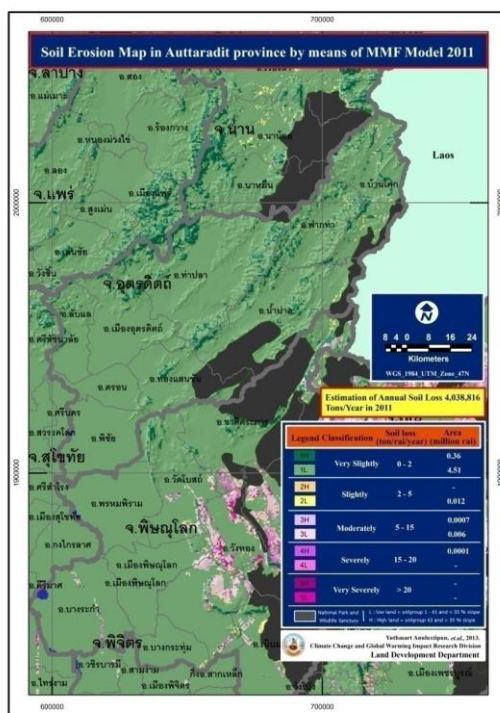
ระดับความรุนแรง	ปี 2554		ปี 2555	
	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	1.79	1.76	1.80
	1H	0.06	0.10	0.10
2	2L	0.07	0.08	0.27
	2H	-	844.50 ไร่	-
3	3L	0.58	0.53	5.46
	3H	0.22	0.27	2.75
4	4L	0.05	0.02	0.35
	4H	3,900.00 ไร่	2,477.20 ไร่	0.04
5	5L	0.02	0.04	0.73
	5H	0.01	0.01	0.15
รวม	2.80	12.53	2.80	11.65



แผนที่ 75 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดลำปาง ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 33 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดลำปาง ในปี 2554 และ 2555

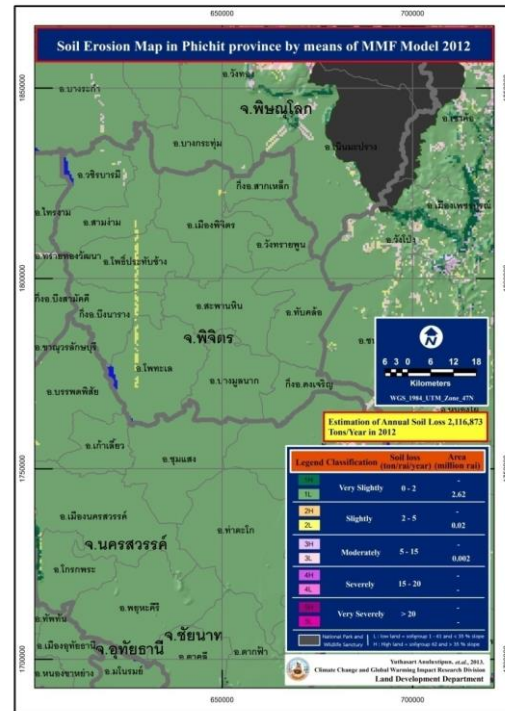
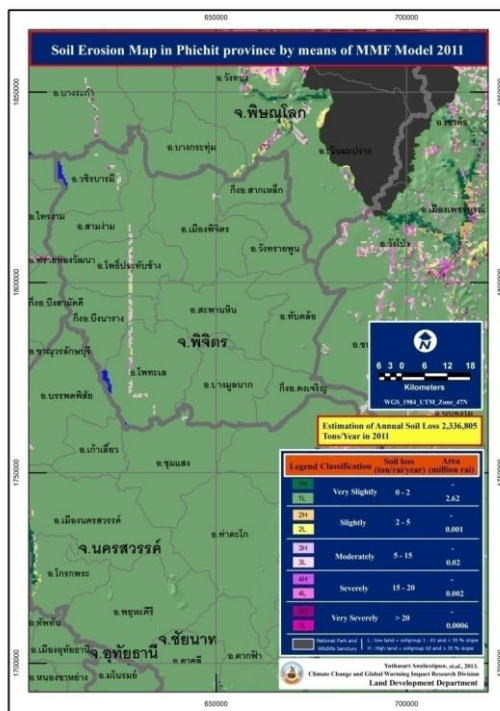
		ปี 2554		ปี 2555	
ระดับความรุนแรง		พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	6.84	7.46	6.57	6.72
	1H	0.83	0.91	1.10	1.13
2	2L	0.02	0.06	0.02	0.08
	2H	2,100.00 ไร่	0.01	168.90 ไร่	-
3	3L	0.08	0.85	0.07	0.70
	3H	0.03	0.34	0.04	0.39
4	4L	700.00 ไร่	0.01	619.30 ไร่	0.01
	4H	-	-	-	-
5	5L	0.01	0.18	0.01	0.14
	5H	100.00 ไร่	-	619.30 ไร่	0.01
รวม		7.81	9.82	7.81	9.19



แผนที่ 76 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดอุตรดิตถ์ ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 34 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดอุดรดิตถ์ ในปี 2554 และ 2555

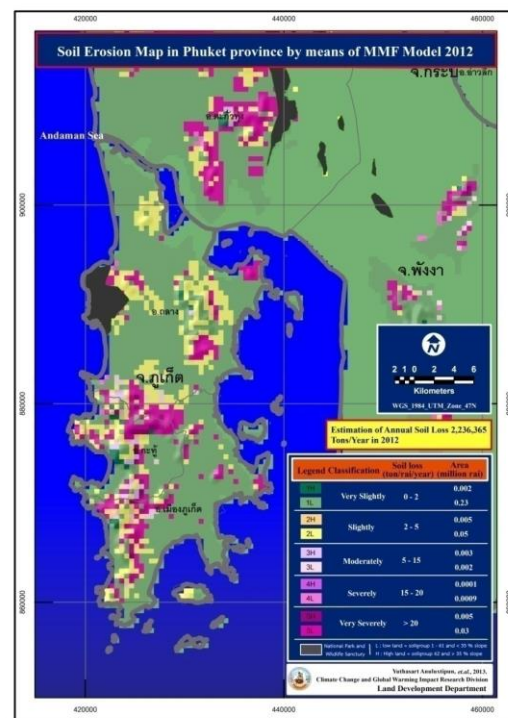
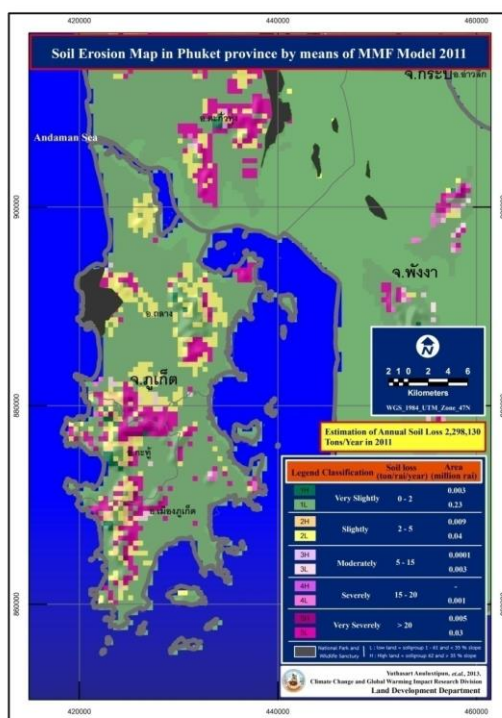
ระดับความรุนแรง	ปี 2554		ปี 2555	
	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	4.51	4.51	3.51
	1H	0.36	0.36	0.28
2	2L	0.01	0.01	0.04
	2H	-	937.80 ไร่	-
3	3L	0.01	0.01	0.09
	3H	781.50 ไร่	156.30 ไร่	-
4	4L	-	1,094.10 ไร่	0.01
	4H	1,563.00 ไร่	2,188.20 ไร่	0.03
5	5L	-	-	-
	5H	-	-	-
รวม	4.90	4.04	4.90	3.97



แผนที่ 77 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดพิจิตร ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 35 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดพิจิตร ในปี 2554 และ 2555

ระดับความรุนแรง	ปี 2554		ปี 2555	
	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	2.62	2.63	2.05
	1H	-	-	-
2	2L	1,406.70 ไร่	0.02	0.05
	2H	-	-	-
3	3L	0.02	2,344.50 ไร่	0.02
	3H	-	-	-
4	4L	1,875.60 ไร่	-	-
	4H	-	-	-
5	5L	625.20 ไร่	-	-
	5H	-	-	-
รวม	2.65	2.34	2.65	2.12



แผนที่ 78 การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดภูเก็ต ในปี 2554 และ 2555

ตารางที่ 36 พื้นที่และปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายของจังหวัดภูเก็ต ในปี 2554 และ 2555

ระดับความรุนแรง		ปี 2554		ปี 2555	
		พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)	พื้นที่ (ล้านไร่)	ปริมาณดิน (ล้านตัน)
1	1L	0.24	0.42	0.23	0.38
	1H	2,813.40 ไร่	-	2,813.40 ไร่	-
2	2L	0.05	0.29	0.06	0.32
	2H	0.01	0.05	0.01	0.03
3	3L	3,282.30 ไร่	0.06	2,813.40 ไร่	0.05
	3H	156.30 ไร่	-	3,751.20 ไร่	0.06
4	4L	1,250.40 ไร่	0.04	937.80 ไร่	0.03
	4H	-	-	156.30 ไร่	-
5	5L	0.04	1.25	0.04	1.19
	5H	0.01	0.18	0.01	0.17
รวม		0.34	2.30	0.34	2.24

ตารางที่ 37 ปริมาณดินจากการคำนวณ ของปี 2546 - 2555

ปี (พ.ศ.)	ปริมาณฝนสะสม (มิลลิเมตร)	ปริมาณดิน (ตันต่อปี) จากสมการ $y = 64x^{2.134}$
2546	1,418.79	300,606,403.00*
2547	1,315.82	290,100,612.25
2548	1,473.33	369,259,847.88
2549	1,569.44	422,567,960.25
2550	1,545.39	408,874,289.15
2551	1,636.67	462,138,566.17
2552	1,500.67	384,036,714.18
2553	1,590.48	434,753,132.70
2554	1,897.26	589,857,813.28*
2555	1,580.02	530,180,238.75*

หมายเหตุ: ปริมาณดินจากแบบจำลอง MMF ของปี 2546 เท่ากับ 300,606,403.00* ตันต่อปี,
ปี 2554 เท่ากับ 589,857,813.28* ตันต่อปี และ
ปี 2555 เท่ากับ 530,180,238.75* ตันต่อปี

2.3 การสูญเสียคาร์บอนในดินจากการเผาไหม้เศษพืช

จากข้อมูลการตรวจหาจุดความร้อนหรือจุดไฟไหม้บนพื้นโลกด้วยระบบ MODIS ซึ่งติดตั้งอยู่บนดาวเทียม AQUA และ TERRA ขององค์การนาซา (NASA) โดยที่ดาวเทียม TERRA จะโคจรผ่านประเทศไทยในช่วงเช้า และดาวเทียม AQUA จะโคจรผ่านประเทศไทยในช่วงบ่าย ทุก 48 ชั่วโมง ได้ผลการศึกษาดังนี้

การสูญเสียคาร์บอนจากการเผาไหม้ในพื้นที่ป่าในปี 2553 - 2555

จากข้อมูลการสำรวจของส่วนควบคุมไฟป่า พบว่าในปี 2553 มีพื้นที่ป่าที่ถูกไฟไหม้ 83,176 ไร่ คิดเป็นปริมาณคาร์บอนเฉลี่ย 773,536.80 ตันคาร์บอน ในปี 2554 มีพื้นที่ป่าที่ถูกไฟไหม้ 25,489.10 ไร่ คิดเป็นปริมาณคาร์บอนเฉลี่ย 237,048.63 ตันคาร์บอน และในปี 2555 มีพื้นที่ป่าที่ถูกไฟไหม้เฉลี่ย 47,899.20 ไร่ คิดเป็นปริมาณคาร์บอนเฉลี่ย 445,462.56 ตันคาร์บอน ดังตารางที่ 38 และเมื่อพิจารณาจุดไฟไหม้ที่เกิดในพื้นที่ป่าพบว่า ปี 2553 มีจำนวนจุดไฟไหม้ 6,784 จุด โดยอัตราส่วนของพื้นที่ป่าที่เสียหายต่อจุดคิดเป็น 12.26 ไร่ต่อจุด ส่วนปี 2554 มีจุดไฟไหม้ 2,492 จุด มีอัตราส่วนของพื้นที่ป่าที่เสียหายต่อจุดคิดเป็น 10.23 ไร่ต่อจุด และปี 2555 มีจุดไฟไหม้ 3,995 จุด มีอัตราส่วนของพื้นที่ป่าที่เสียหายต่อจุดคิดเป็น 10.23 ไร่ต่อจุด ดังตารางที่ 39

ตารางที่ 38 สถิติการเกิดไฟไหม้ป่าของปี 2535 - 2555

ปี (พ.ศ.)	พื้นที่ไฟไหม้ป่า (ไร่)	ปริมาณคาร์บอนเฉลี่ย (ตันคาร์บอนต่อปี)	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)
2535	12,130,450.00	112,813,185.00	413,648,345.00
2536	9,122,609.00	84,840,263.70	311,080,966.90
2537	4,772,800.00	44,387,040.00	162,752,480.00
2538	4,023,784.00	37,421,191.20	137,211,034.40
2539	3,064,394.00	28,498,864.20	104,495,835.40
2540	4,126,300.00	38,374,590.00	140,706,830.00
2541	7,159,075.00	66,579,397.50	244,124,457.50
2542	1,843,132.00	17,141,127.60	62,850,801.20
2543	583,273.00	5,424,438.90	19,889,609.30
2544	476,182.79	4,428,499.95	16,237,833.14
2545	871,181.11	8,101,984.32	29,707,275.85
2546	98,523.00	916,263.90	3,359,634.30
2547	201,758.00	1,876,349.40	6,879,947.80
2548	189,276.00	1,760,266.80	6,454,311.60
2549	53,885.00	501,130.50	1,837,478.50
2550	117,395.00	1,091,773.50	4,003,169.50
2551	70,810.00	658,533.00	2,414,621.00
2552	61,083.60	568,077.48	2,082,950.76
2553	83,176.00	773,536.80	2,836,301.60
2554	25,489.10	237,048.63	869,178.31
2555	47,899.20	445,462.56	1,633,362.72

ที่มา: ส่วนควบคุมไฟป่า, 2556

หมายเหตุ: ปี 2535 - 41 พื้นที่ไฟไหม้ป่าสำรวจโดยการบิน

ปี 2542 - 45 พื้นที่ไฟไหม้ป่าสำรวจโดยการแปลภาพถ่ายดาวเทียม

ปี 2546 - 53 พื้นที่ไฟไหม้ป่าสำรวจโดยการรายงานจากหน่วยงานควบคุมไฟป่า

ตารางที่ 39 ความสัมพันธ์ของจุดไฟไหม้ในพื้นที่ป่าและการเข้าไปประเมินความเสียหายในพื้นที่จริง
ปี 2553 - 2555

ปี (พ.ศ.)	พื้นที่ป่าที่เสียหาย (ไร่)	จำนวนจุดไฟไหม้ใน พื้นที่ป่า (จุด)	อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ป่าที่เสียหาย ต่อ จำนวนจุดที่เกิดไฟป่า (ไร่ต่อจุด)
2553	83,176.00	6,784	12.26
2554	25,489.00	2,492	10.23
2555	47,899.00	3,995	11.99
ค่าเฉลี่ย			11.49

หมายเหตุ: ดัดแปลงมาจากตารางสถิติการเกิดไฟป่าของกรมอุทยานฯ ของปี 2542 - 2555

จากการประเมินปริมาณคาร์บอนที่สะสมในป่า ตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินโดย
อาศัยสมการ ของ IPCC Guidelines (2006) จะได้ว่าภาพรวมของป่าไม้ทั้งหมดมีมวลชีวภาพ 21.06 ตัน
ต่อไร่ โดยอัตราส่วนระหว่างรากต่อต้นเป็น 0.26 และเปอร์เซ็นต์คาร์บอนที่สะสมในเนื้อไม้มีค่าเท่ากับ
0.48 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 40

ตารางที่ 40 มวลชีวภาพและเปอร์เซ็นต์การสะสมของคาร์บอนในเนื้อไม้ของป่าชนิดต่าง ๆ

ชนิดของป่า	มวลชีวภาพ (ตันต่อไร่)	อัตราส่วนระหว่าง รากต่อต้น	คาร์บอนที่ สะสมในเนื้อไม้ (เปอร์เซ็นต์)
ป่าดงดิบ หรือป่าดิบชื้น	38.12	0.26	48.0
ป่าสน	21.70	0.26	48.0
ป่าชายเลน	27.79	0.48	47.0
ป่าบุ่ง ป่าทาม	5.58	0.48	47.0
ป่าไม้เบญจพรรณผสม	31.62	0.26	49.0
ป่าไม้เบญจพรรณเขตร้อน	17.03	0.26	51.0
ป่าไผ่	5.58	0.26	48.0
ภาพรวมของป่าไม้ทั้งหมด	21.06	0.26	48.0

หมายเหตุ: ดัดแปลงจากเอกสารการประชุมทางวิชาการ เรื่องการศึกษาและจัดทำ Baseline การปล่อย
หรือกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้ของประเทศไทย (การประชุมเพื่อรับฟังข้อคิดเห็น),
2556.

การสูญเสียคาร์บอนจากการเผาไหม้ในพื้นที่เกษตรกรรมในปี 2553 - 2554

จากข้อมูลของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย พบว่าปี 2553 มีพื้นที่ทาง
เกษตรกรรมที่ได้รับความเสียหายจากเหตุอัคคีภัยคิดเป็นพื้นที่ 30,996.2 ไร่ มีจุดไฟไหม้ 34 จุด มี
อัตราส่วนของพื้นที่เกษตรกรรมที่เสียหายต่อจุดคิดเป็น 911.65 ไร่ต่อจุด ส่วนปี 2554 มีพื้นที่ทาง
เกษตรกรรมที่ได้รับความเสียหายจากเหตุอัคคีภัยคิดเป็นพื้นที่ 1,302 ไร่ มีจุดไฟไหม้ 13 จุด มีอัตราส่วน
ของพื้นที่เกษตรกรรมที่เสียหายต่อจุดคิดเป็น 100.15 ไร่ต่อจุด โดยทั้ง 2 ปี มีอัตราส่วนของพื้นที่
เกษตรกรรมที่เสียหายต่อจุดโดยเฉลี่ยคิดเป็น 505.90 ไร่ต่อจุด ดังตารางที่ 41

ตารางที่ 41 ความสัมพันธ์ของจุดไฟไหม้ในพื้นที่เกษตรกรรมและการเข้าไปประเมินความเสียหายในพื้นที่จริง ปี 2553 - 2554

ปี (พ.ศ.)	พื้นที่ทางการเกษตรที่เกิด อัคคีภัย (ไร่)	จำนวนจุดไฟไหม้ใน พื้นที่เกษตรกรรม (จุด)	อัตราส่วนระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมที่ เสียหาย ต่อจำนวนจุดที่เกิดอัคคีภัย (ไร่ต่อจุด)
2553	30,996.20	34	911.65
2554	1,302.00	13	100.15
ค่าเฉลี่ย			505.90

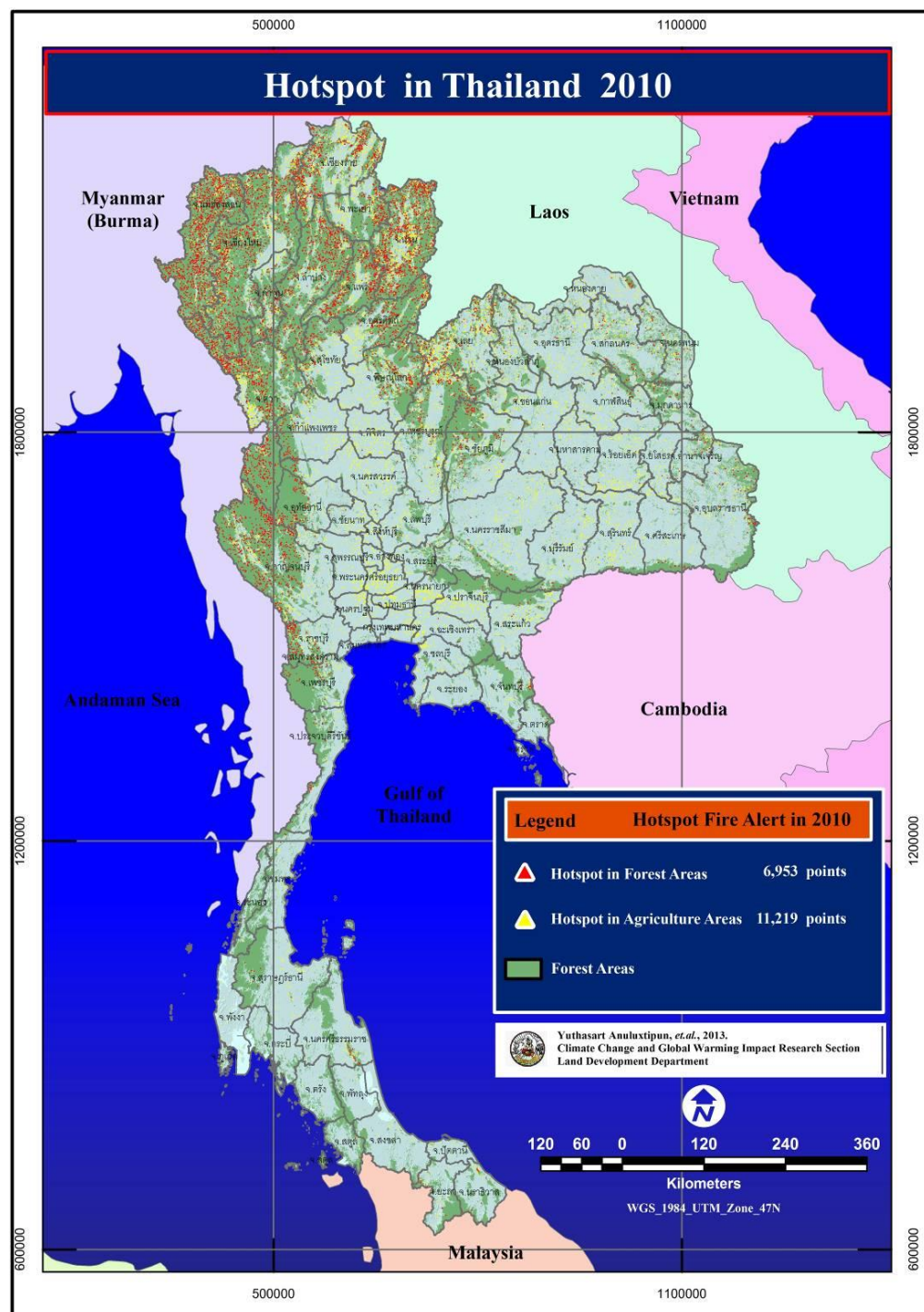
หมายเหตุ: คัดแปลงมาจากเอกสารสถานการณ์อัคคีภัย ของศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย ปี 2553 และ 2554 เนื่องจากพื้นที่จุดไฟไหม้ของกรมป้องกันฯ เป็นการคละกันในการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภท จึงนำมาเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งหมดที่เสียหาย 20 เปอร์เซ็นต์ ของ 505.90 เท่ากับ 101.18 ไร่ต่อจุดไฟไหม้ 1 จุด

จากข้อมูลจุดไฟไหม้ในพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรกรรมสามารถสรุปภาพรวมของการสูญเสียคาร์บอนจากจุดไฟไหม้ของปี 2553 - 2555 ได้ดังนี้ ในปี 2553 มีการสูญเสียคาร์บอนคิดเป็น 1,920,462.85 ตัน โดยมาจากพื้นที่ป่า 1,104,122.96 ตัน และพื้นที่เกษตรกรรม 816,339.88 ตัน ในปี 2554 มีการสูญเสียคาร์บอนคิดเป็น 894,073.19 ตัน โดยมาจากพื้นที่ป่า 415,701.25 ตัน และพื้นที่เกษตรกรรม 478,371.94 ตัน และในปี 2555 มีการสูญเสียคาร์บอนคิดเป็น 1,356,630.58 ตัน โดยมาจากพื้นที่ป่า 807,591.73 ตัน และพื้นที่เกษตรกรรม 549,038.85 ตัน แสดงผลดังตารางที่ 42 และแผนที่ 79 - 81

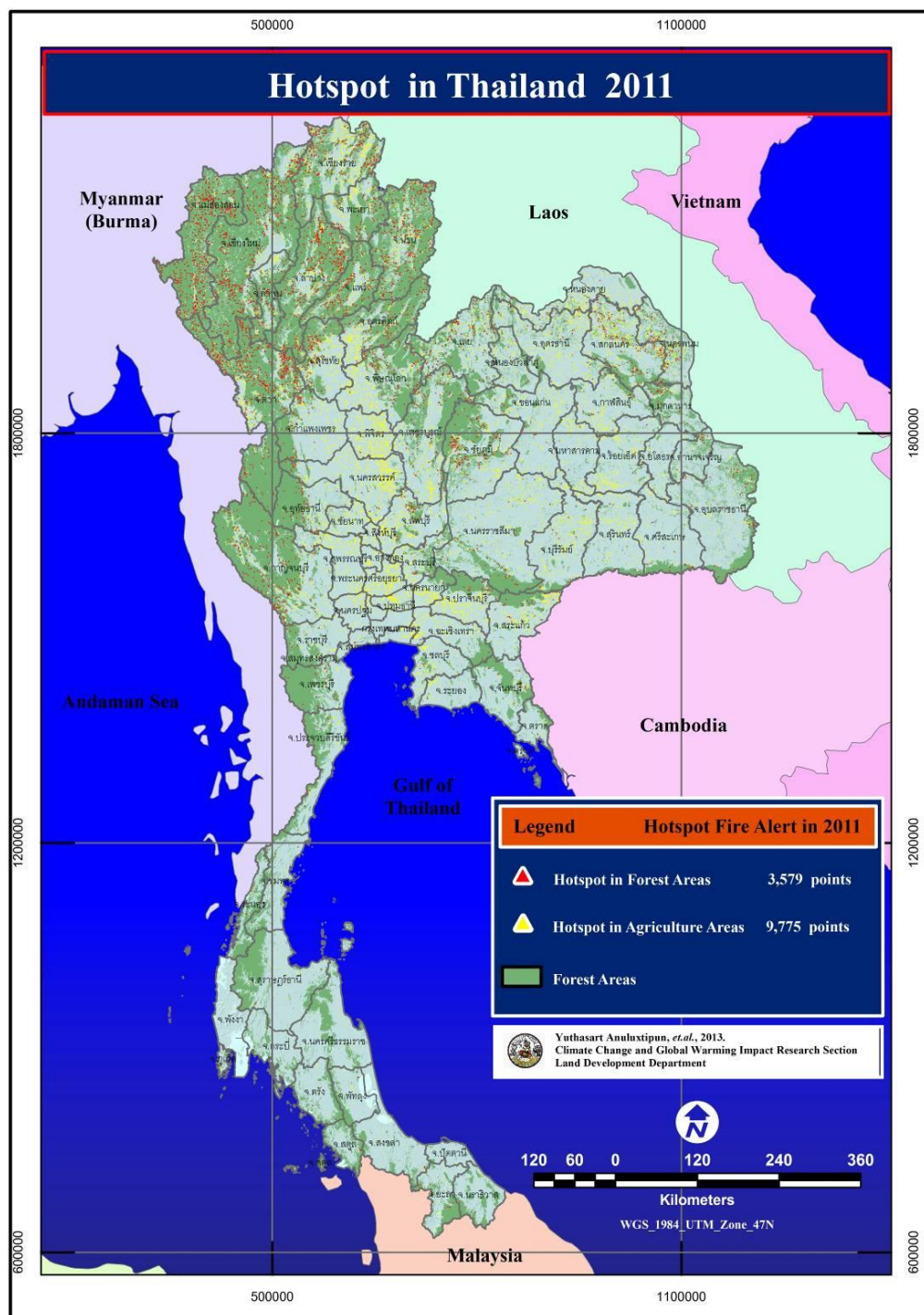
ตารางที่ 42 ภาพรวมของจุดไฟไหม้ (จำนวน 57,713 จุด) ในพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรกรรม ปี 2553 - 2555

ปี (พ.ศ.)	เขตป่า		เขตเกษตรกรรม		ปริมาณคาร์บอน ทั้งหมดที่สูญเสีย ทั้งหมดจากจุดไหม้ ของไฟ (ตันต่อปี)
	พื้นที่ที่เกิดไฟ ป่า (ไร่ต่อปี)	ปริมาณคาร์บอน ที่สูญเสีย (ตันต่อปี)	พื้นที่ที่เกิด อัคคีภัย (ไร่ต่อปี)	ปริมาณ คาร์บอนที่ สูญเสีย (ตันต่อปี)	
2553	79,889.97	807,591.73	1,135,138.42	549,038.85	1,356,630.58
2554	41,122.71	415,701.25	989,034.50	478,371.94	894,073.19
2555	109,223.94	1,104,122.96	1,687,783.58	816,339.88	1,920,462.85

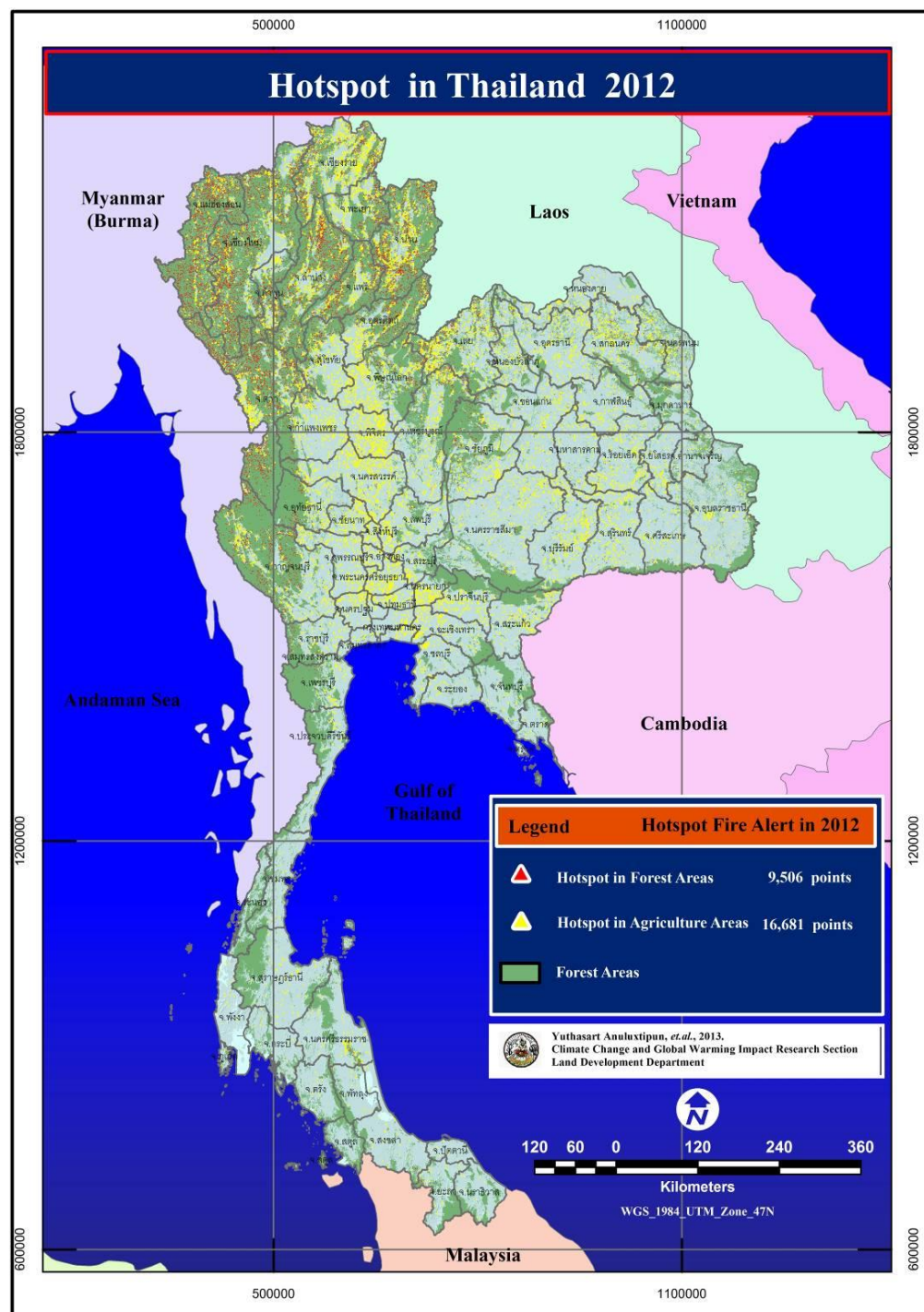
หมายเหตุ: ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม AQUA และ TERRA ในระบบ MODIS ของปี 2553 - 2555



แผนที่ 79 จุดที่เกิดไฟของประเทศไทย ปี 2553 เป็นตัวแทนแสดงการสูญเสียคาร์บอน



แผนที่ 80 จุดที่เกิดไฟของประเทศไทย ปี 2554 เป็นตัวแทนแสดงการสูญเสียคาร์บอน



แผนที่ 81 จุดที่เกิดไฟของประเทศไทย ปี 2555 เป็นตัวแทนแสดงการสูญเสียคาร์บอน

3. การสะสมคาร์บอนในดิน

จากการศึกษาปริมาณคาร์บอนในดินของปี 2553 และ 2554 ของทั้งประเทศ จำนวน 483 จุด พบว่า ดินสามารถกักเก็บคาร์บอนโดยเฉลี่ยแต่ละปีมีค่าอยู่ระหว่าง 0.18 - 17.6 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ดังแสดงในแผนที่ 3 โดยผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจน ของปี 2553 และ 2554 มีดังนี้

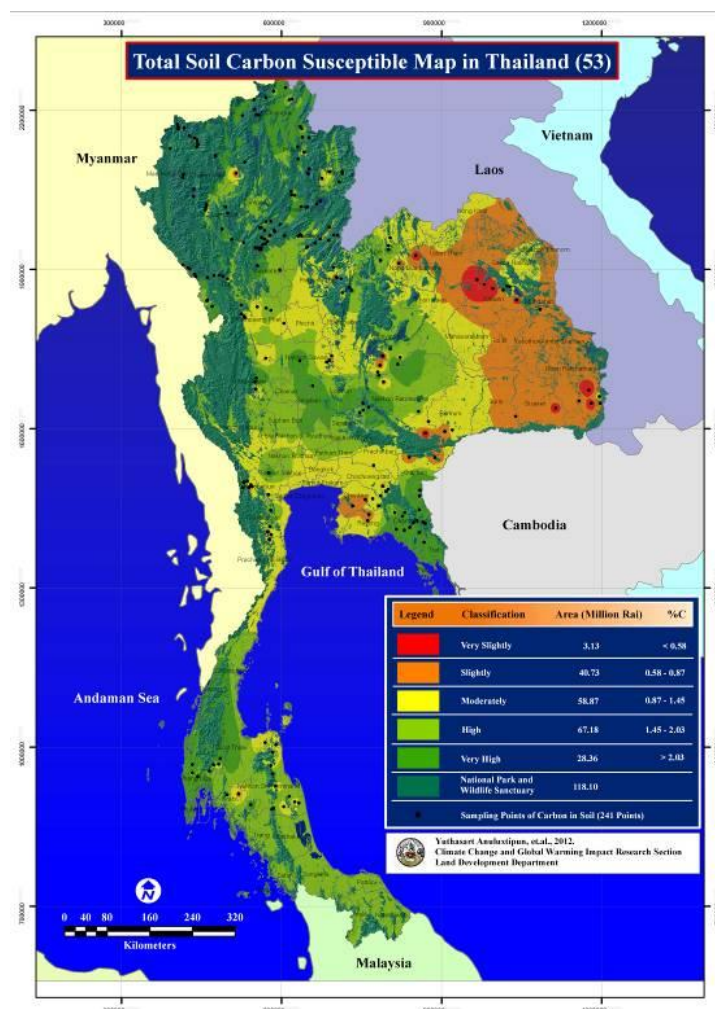
3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนในดิน ปี 2553

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในดินของปี 2553 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.21 - 13.4 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน โดยพบว่าการสะสมของปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยในดินต่ำสุดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และสูงสุดที่ภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าดังนี้ 1.18 และ 2.13 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์คาร์บอน จากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 1.18, 1.67, 1.68, 1.81, 2.10 และ 2.13 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคใต้ ภาคเหนือ และภาคตะวันออก ดังแสดงในตารางที่ 43 โดยพบว่าจังหวัดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอน ในดินต่ำสุดที่ จังหวัดกาฬสินธุ์ มีค่า 0.21 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน และมีค่ามากที่สุดที่ จังหวัดจันทบุรี มีค่า 13.4 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ดังแสดงในแผนที่ 82 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามี ความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 43 ผลการวิเคราะห์ ค่า C, H, O, N, S และ C/N ratio ในตัวอย่างดิน ปี 2553

พารามิเตอร์ ภาค	Carbon**		Hydrogen**		Oxygen**		Nitrogen**		Sulfer**		C/N Ratio ^{ns}	
	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv
เหนือ	2.10 b	58.6	0.55 ab	58.2	73.7 a	2.17	0.21 c	42.9	0.01 ab	100	9.94 a	30.2
ใต้	1.81 ab	59.7	0.52 ab	75.0	73.9 ab	1.96	0.21 c	42.9	0.03 bc	100	8.40 a	18.3
กลาง	1.68 ab	46.4	0.46 a	67.4	74.2 ab	1.44	0.17 bc	64.7	0.02 abc	100	11.45 a	43.5
ตะวันตก	1.67 ab	49.1	0.35 a	91.4	74.3 ab	1.53	0.14 ab	57.1	0.03 c	133	13.98 a	72.8
ตะวันออก	2.13 b	105	0.71 b	74.7	73.5 a	3.84	0.20 bc	70.0	0.02 abc	100	10.03 a	15.4
ตะวันออกเฉียงเหนือ	1.18 a	93.2	0.31 a	106	74.9 b	1.80	0.11 a	54.6	0.01 a	100	18.32 a	193
ค่าเฉลี่ย	1.76	68.7	0.48	78.9	74.1	2.12	0.17	55.4	0.02	106	12.02	62.2
F-test	3.17		5.59		4.03		8.03		4.64		2.24	

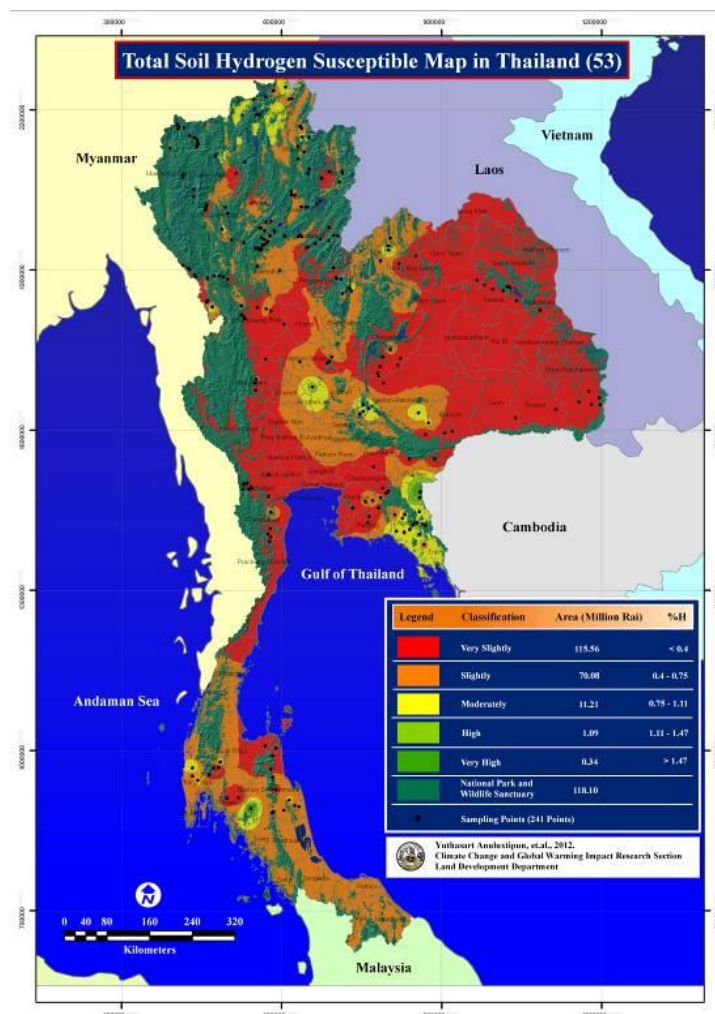
หมายเหตุ: * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
 ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์
 ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 n จำนวนจุดเก็บตัวอย่างดินของปี 2553 = 241 จุด



แผนที่ 82 ปริมาณคาร์บอนในดินปี 2553

3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณไฮโดรเจนในดิน ปี 2553

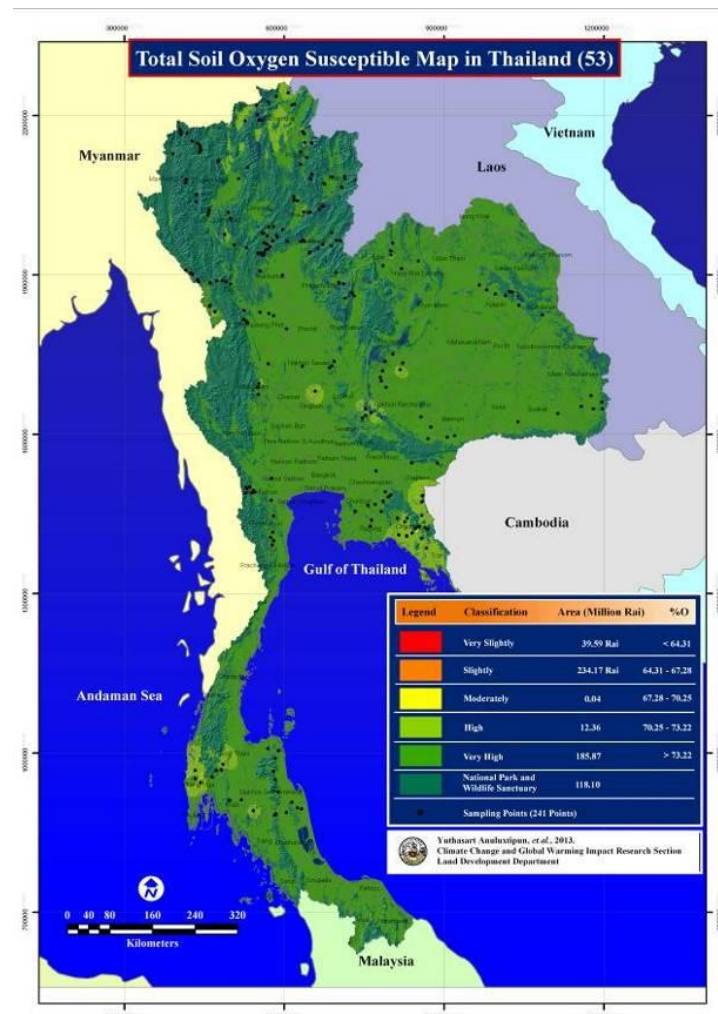
จากการวิเคราะห์หาปริมาณไฮโดรเจนในดินของปี 2553 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.01 – 2.29 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน โดยพบว่าการสะสมของปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ยในดินต่ำสุดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และสูงสุดที่ภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าดังนี้ 0.31 และ 0.71 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจนตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจนจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 0.31, 0.35, 0.46, 0.52, 0.55 และ 0.71 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคใต้ ภาคเหนือ และภาคตะวันออก ดังแสดงในตารางที่ 43 โดยพบว่าจังหวัดที่มีเปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ในดินต่ำสุดที่จังหวัดนครราชสีมา มีค่า 0.01 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน และมีค่ามากที่สุดที่จังหวัดจันทบุรี มีค่า 2.29 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ดังแสดงในแผนที่ 83 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 83 ปริมาณไฮโดรเจนในดินปี 2553

3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนในดิน ปี 2553

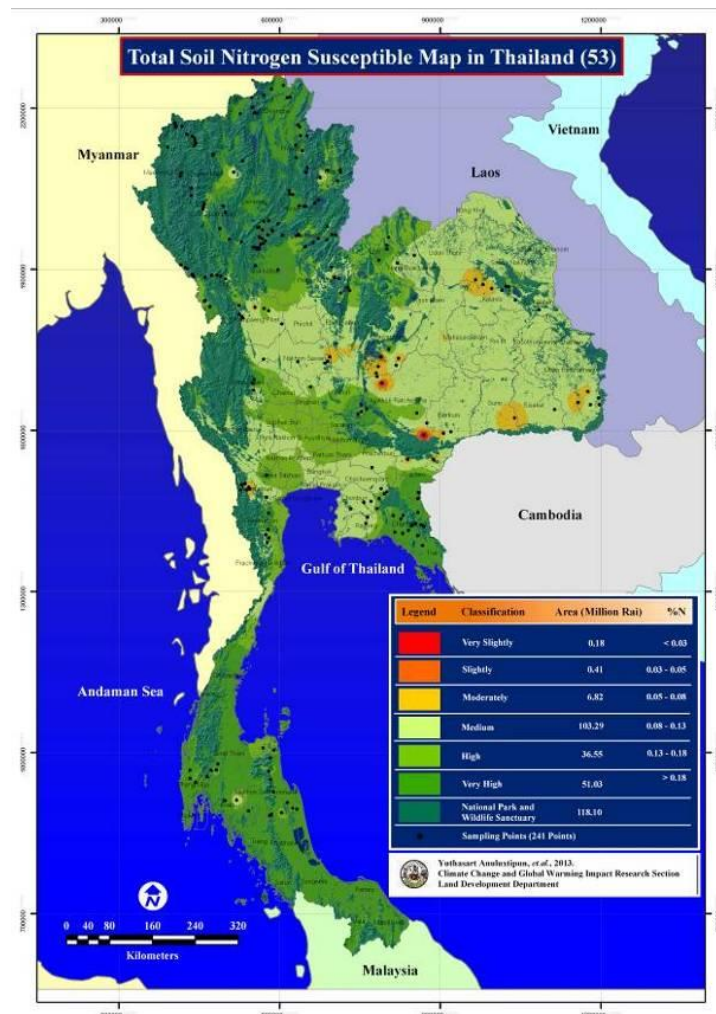
จากการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนในดินของปี 2553 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 59.9 – 76.2 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน โดยพบว่าการสะสมของปริมาณออกซิเจนเฉลี่ยในดินต่ำสุดที่ภาคตะวันออก และสูงสุดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าดังนี้ 73.5 และ 74.9 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์ออกซิเจน จากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 73.5, 73.7, 73.9, 74.2, 74.3 และ 74.9 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังแสดงในตารางที่ 43 โดยพบว่าจังหวัดที่มีเปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ในดินต่ำสุดที่ จังหวัดจันทบุรี มีค่า 59.9 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน และมีค่ามากที่สุดที่ จังหวัดชัยภูมิ มีค่า 76.2 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ดังแสดงในแผนที่ 84 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 84 ปริมาณออกซิเจนในดินปี 2553

3.4 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในดิน ปี 2553

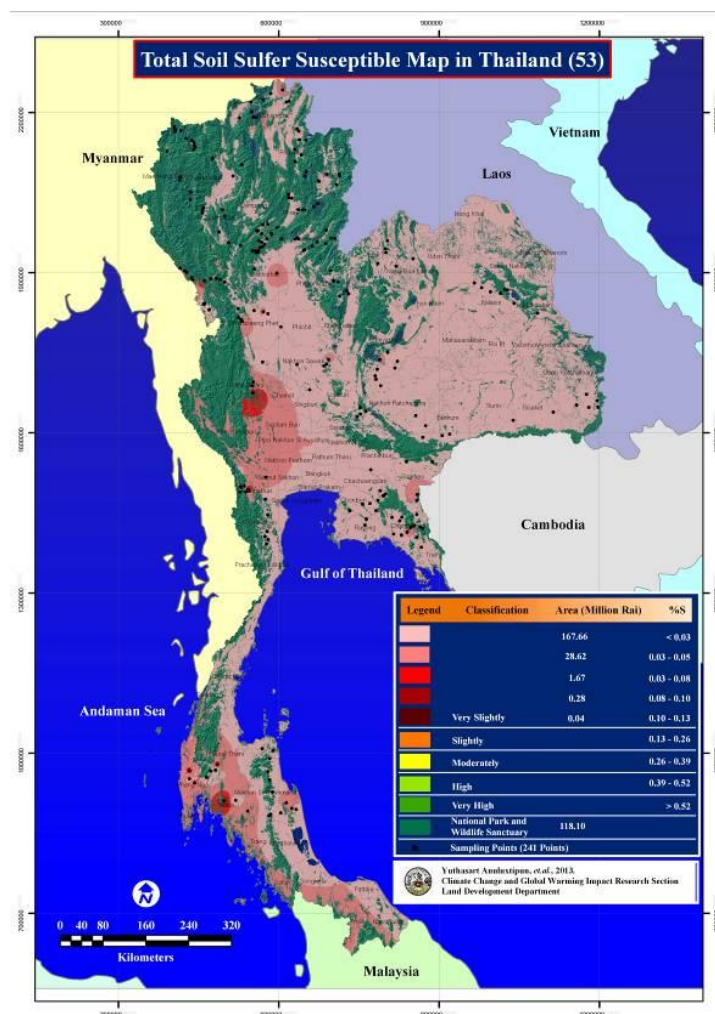
จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในดินของปี 2553 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.002 – 0.79 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน โดยพบว่าการสะสมของปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในดินต่ำสุดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และสูงสุดที่ภาคเหนือ ซึ่งมีค่าดังนี้ 0.11 และ 0.21 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน จากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 0.11, 0.14, 0.17, 0.20, 0.21 และ 0.21 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคใต้ และภาคเหนือ ดังแสดงในตารางที่ 43 โดยพบว่าจังหวัดที่มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ในดินต่ำสุดที่ จังหวัดนครราชสีมา มีค่า 0.002 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน และมีค่ามากที่สุดที่ จังหวัดจันทบุรี มีค่า 0.79 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ดังแสดงในแผนที่ 85 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 85 ปริมาณไนโตรเจนในดินปี 2553

3.5 การวิเคราะห์หาปริมาณซิลเฟอร์ในดิน ปี 2553

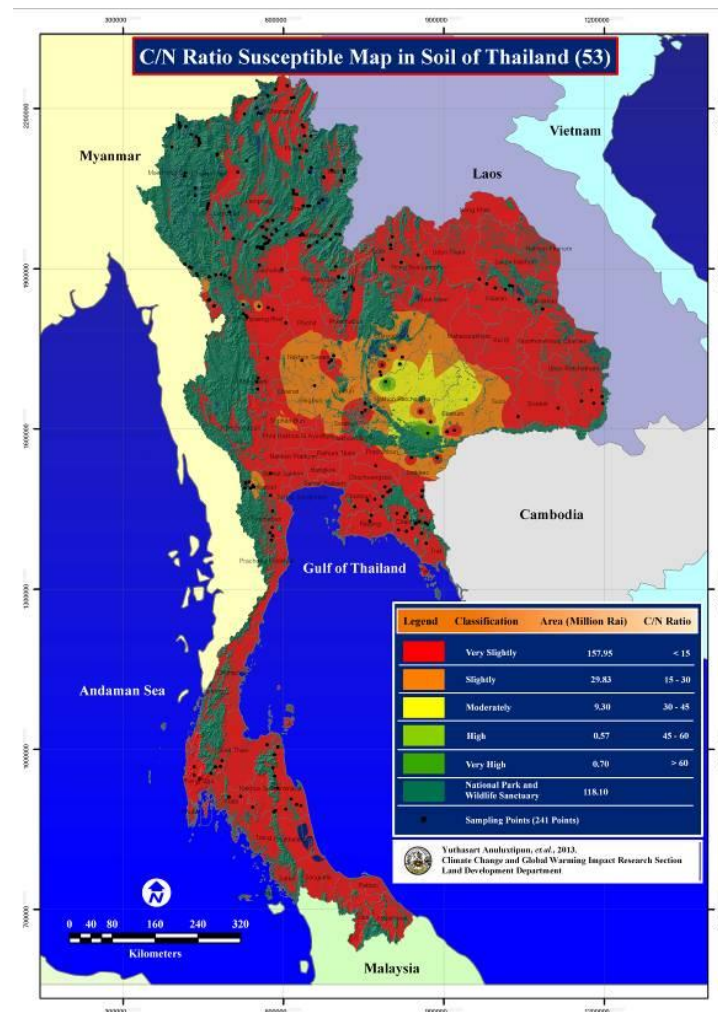
จากการวิเคราะห์หาปริมาณซิลเฟอร์ในดินของปี 2553 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 – 0.15 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ โดยพบว่ามีค่าการสะสมของปริมาณซิลเฟอร์เฉลี่ยในดินต่ำสุดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และสูงสุดที่ภาคตะวันตก ซึ่งมีค่าดังนี้ 0.01 และ 0.03 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ จากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 0.01, 0.01, 0.02, 0.02, 0.03 และ 0.03 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันตก ดังแสดงในตารางที่ 43 โดยพบว่าจังหวัดที่มีเปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ ในดินต่ำสุดที่ จังหวัดฉะเชิงเทรา มีค่า 0.00 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ และมีค่ามากที่สุดที่ จังหวัดราชบุรี มีค่า 0.15 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ ดังแสดงในแผนที่ 86 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 86 ปริมาณซัลเฟอร์ในดินปี 2553

3.6 การวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในดิน ปี 2553

จากการวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจน ในดินของปี 2553 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 3.28 – 208.50 โดยในภาคใต้จะมีปริมาณอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนเฉลี่ยในดินต่ำที่สุด และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่าดังนี้ 8.40 และ 18.32 ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 8.40, 9.94, 10.03, 11.45, 13.98 และ 18.32 ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคใต้ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังแสดงในตารางที่ 43 โดยพบว่าจังหวัดที่มีค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในดินต่ำสุดที่ จังหวัดสุโขทัย มีค่า 3.28 และมีความมากที่สุดที่ จังหวัดนครราชสีมา มีค่า 208.50 ดังแสดงในแผนที่ 87 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



แผนที่ 87 อัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในดินปี 2553

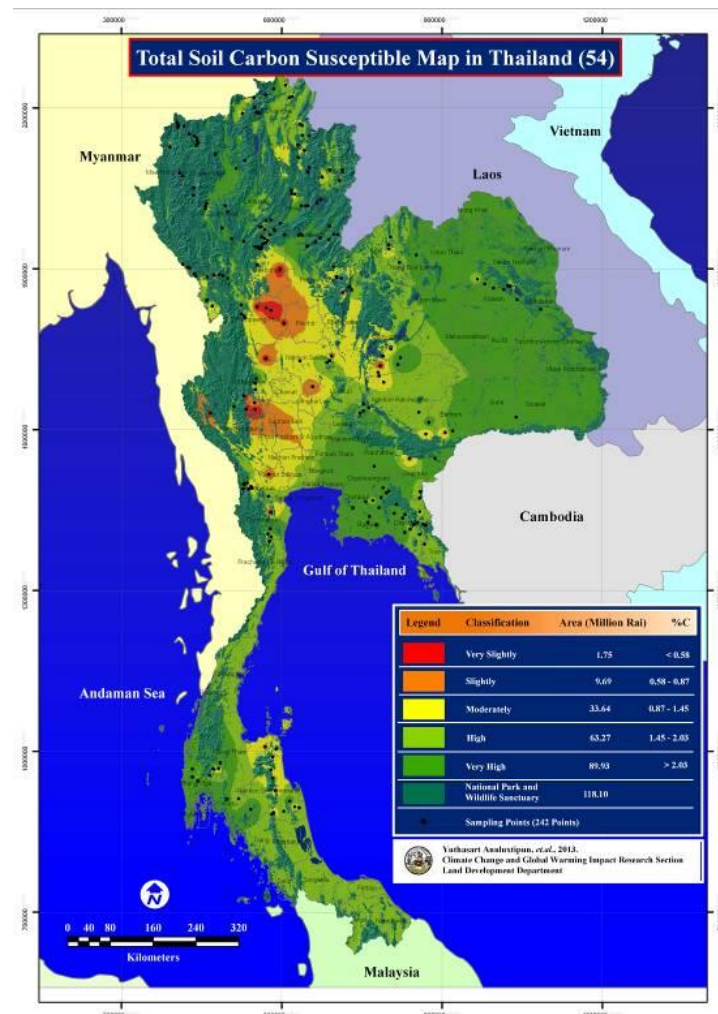
3.7 การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนในดิน ปี 2554

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในดินของปี 2554 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.25 - 17.3 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน โดยพบว่าการสะสมของปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยในดินต่ำสุดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และสูงสุดที่ภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าดังนี้ 0.96 และ 2.60 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์คาร์บอน จากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 0.96, 1.60, 1.64, 1.88, 2.39 และ 2.60 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคใต้ ภาคเหนือ และภาคตะวันออก ดังแสดงในตารางที่ 44 โดยพบว่าจังหวัดที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอน ในดินต่ำสุดที่ จังหวัดสุพรรณบุรี มีค่า 0.25 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน และมีค่ามากที่สุดที่ จังหวัดมุกดาหาร มีค่า 17.3 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ดังแสดงในแผนที่ 88 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 44 ผลการวิเคราะห์ ค่า C, H, O, N, S และ C/N ratio ในตัวอย่างดิน ปี 2554

พารามิเตอร์ ภาค	Carbon**		Hydrogen**		Oxygen**		Nitrogen**		Sulfer**		C/N Ratio ^{ns}	
	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv
เหนือ	2.39 b	59.0	0.63 b	57.1	73.3 a	2.41	0.19 bc	42.1	0.02 ab	50.0	15.98 a	135
ใต้	1.88 ab	54.8	0.63 b	84.1	73.9 ab	2.06	0.09 a	77.8	0.01 a	100	26.79 a	83.9
กลาง	1.60 ab	59.4	0.54 ab	72.2	74.2 ab	1.67	0.13 ab	46.2	0.02 ab	100	13.19 a	58.8
ตะวันตก	1.64 ab	72.6	0.39 ab	92.3	74.3 ab	2.02	0.13 ab	61.5	0.02 ab	100	20.49 a	129
ตะวันออก	2.60 b	108	0.63 b	77.8	73.1 a	4.63	0.20 c	80.0	0.02 b	50.0	21.66 a	249
ตะวันออกเฉียงเหนือ	0.96 a	68.8	0.34 a	105	75.1 b	1.40	0.10 a	60.0	0.01 a	100	9.98 a	30.1
ค่าเฉลี่ย	1.85	70.6	0.53	81.6	73.8	2.37	0.14	61.3	0.02	83.3	18.02	114
F-test	5.91		3.76		6.02		8.82		3.48		1.50	

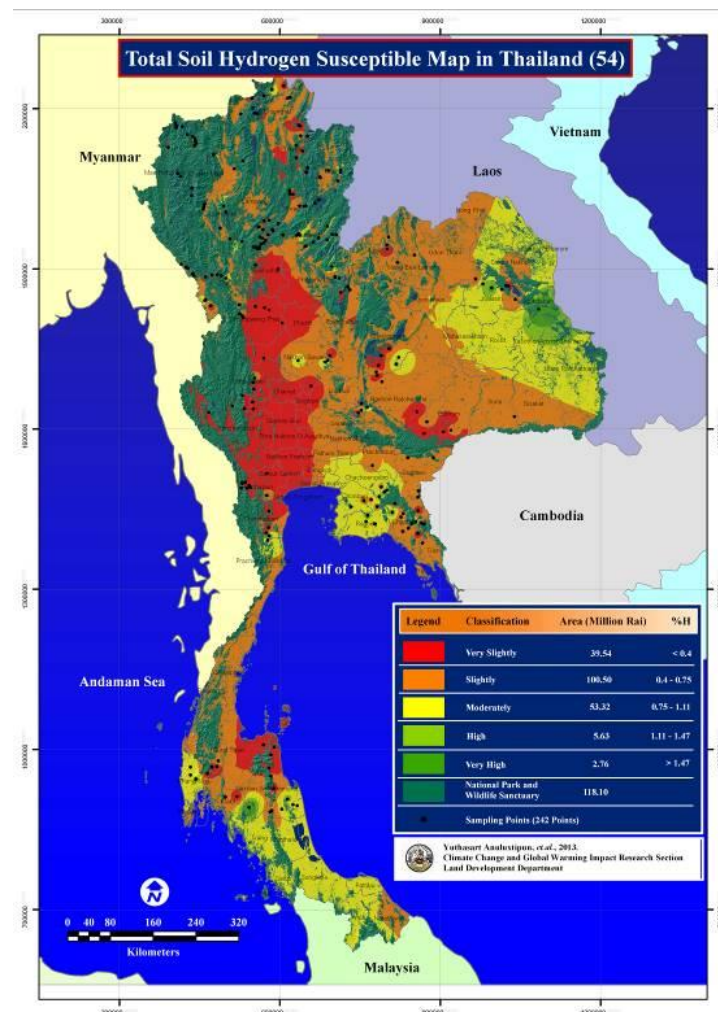
หมายเหตุ: * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
 ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์
 ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 n จำนวนจุดเก็บตัวอย่างดินของปี 2554 = 242 จุด



แผนที่ 88 ปริมาณคาร์บอนในดินปี 2554

3.8 การวิเคราะห์หาปริมาณไฮโดรเจนในดิน ปี 2554

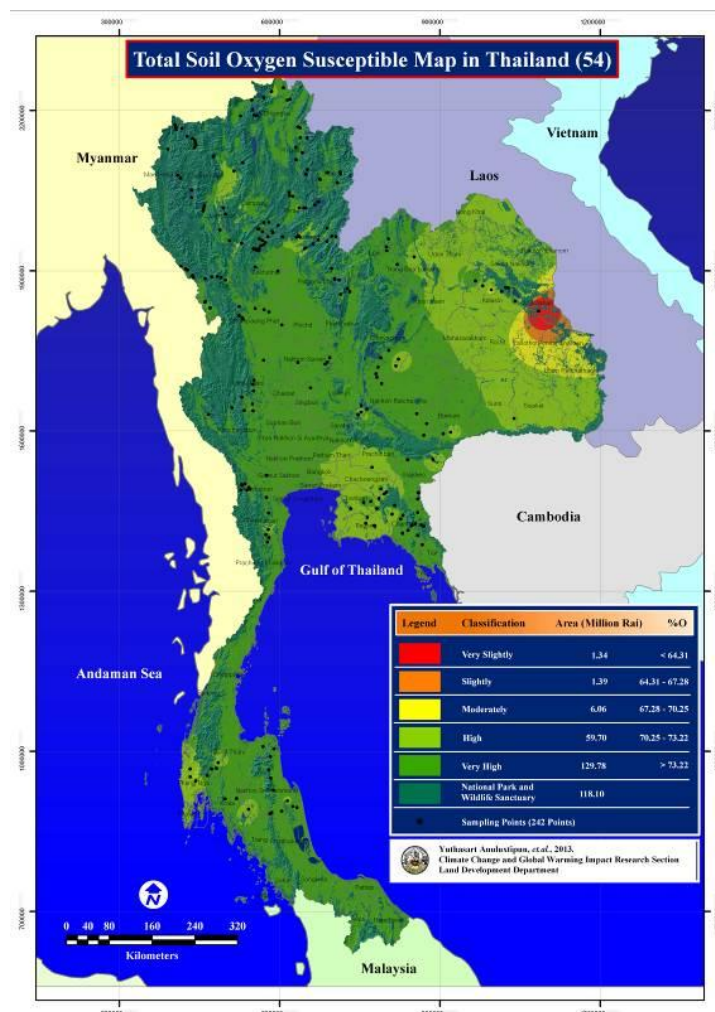
จากการวิเคราะห์หาปริมาณไฮโดรเจนในดินของปี 2554 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.02 – 2.26 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน โดยพบว่าการสะสมของปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ยในดินต่ำสุดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และสูงสุดที่ภาคเหนือ ซึ่งมีค่าดังนี้ 0.34 และ 0.63 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจนจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 0.34, 0.39, 0.54, 0.63, 0.63 และ 0.63 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคเหนือ ดังแสดงในตารางที่ 44 โดยพบว่าจังหวัดที่มีเปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจนในดินต่ำสุดที่ จังหวัดอุทัยธานี มีค่า 0.02 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจนและมีค่ามากที่สุดที่จังหวัดกระบี่ มีค่า 2.26 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ดังแสดงในแผนที่ 89 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 89 ปริมาณไฮโดรเจนในดินปี 2554

3.9 การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนในดิน ปี 2554

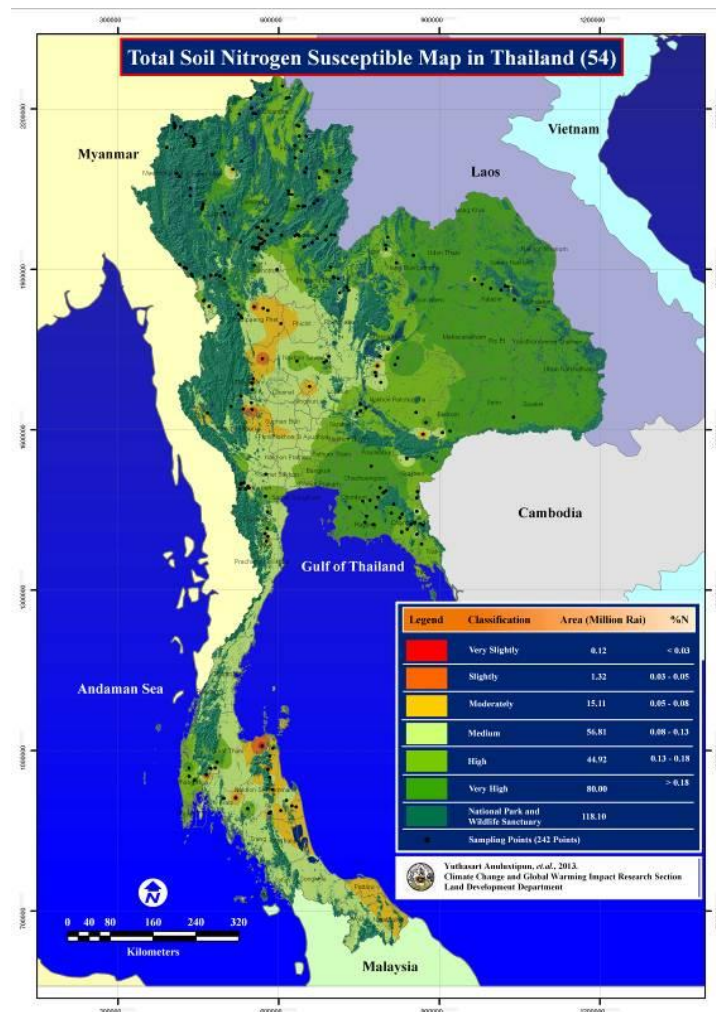
จากการวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนในดินของปี 2554 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 56.2 – 76.2 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน โดยพบว่าการสะสมของปริมาณออกซิเจนเฉลี่ยในดินต่ำสุดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และสูงสุดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าดังนี้ 73.1 และ 75.1 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจนตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์ออกซิเจน จากนั้นไปหามาก จะได้ดังนี้ 73.1, 73.3, 73.9, 74.2, 74.3 และ 75.1 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังแสดงในตารางที่ 44 โดยพบว่าจังหวัดที่มีเปอร์เซ็นต์ออกซิเจนในดินต่ำสุดที่ จังหวัดมุกดาหาร มีค่า 56.2 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน และมีค่ามากที่สุดที่ จังหวัดสุพรรณบุรี มีค่า 76.2 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ดังแสดงในแผนที่ 90 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 90 ปริมาณออกซิเจนในดินปี 2554

3.10 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในดิน ปี 2554

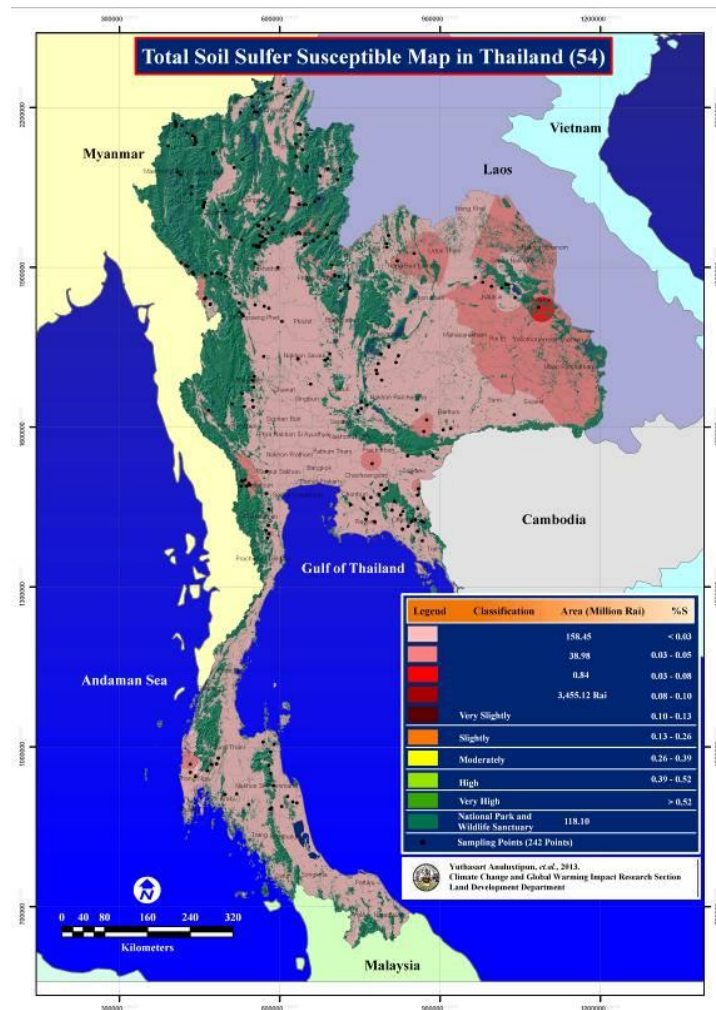
จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในดินของปี 2554 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.86 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน โดยพบว่าการสะสมของปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในดินต่ำสุดที่ภาคใต้ และสูงสุดที่ภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าดังนี้ 0.09 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน จากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 0.09, 0.10, 0.13, 0.13, 0.19 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออก ดังแสดงในตารางที่ 44 โดยพบว่าจังหวัดที่มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ในดินต่ำสุดที่ จังหวัดสระแก้ว มีค่า 0.001 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน และมีค่ามากที่สุดที่ จังหวัดมุกดาหาร มีค่า 0.86 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ดังแสดงในแผนที่ 91 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 91 ปริมาณไนโตรเจนในดินปี 2554

3.11 การวิเคราะห์หาปริมาณซิลเฟอร์ในดิน ปี 2554

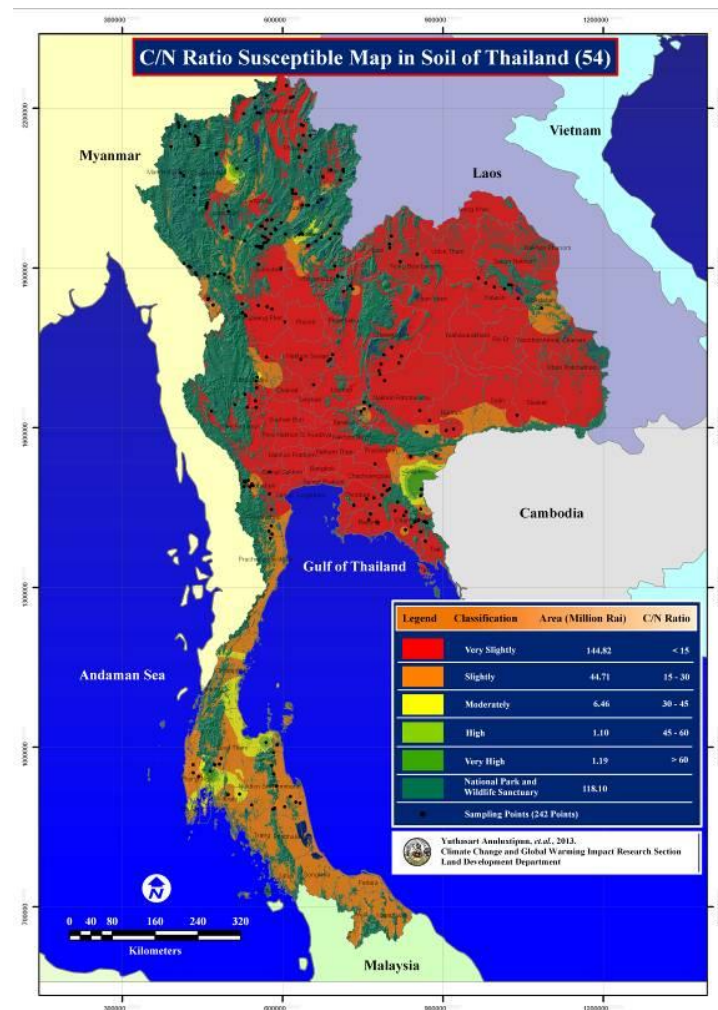
จากการวิเคราะห์หาปริมาณซิลเฟอร์ในดินของปี 2554 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.08 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ โดยพบว่าการสะสมของปริมาณซิลเฟอร์เฉลี่ยในดินต่ำสุดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และสูงสุดที่ภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าดังนี้ 0.01 และ 0.02 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าเปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์จากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 0.01, 0.01, 0.02, 0.02, 0.02 และ 0.02 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออก ดังแสดงในตารางที่ 44 โดยพบว่าจังหวัดที่มีเปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ในดินต่ำสุดที่ จังหวัดเชียงราย ตาก อุตรดิตถ์ ฉะเชิงเทรา และพังงา มีค่า 0.00 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ และมีความมากที่สุดที่ จังหวัดอุตรดิตถ์ มีค่า 0.08 เปอร์เซ็นต์ซิลเฟอร์ ดังแสดงในแผนที่ 92 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 92 ปริมาณซัลเฟอร์ในดินปี 2554

3.12 การวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในดิน ปี 2554

จากการวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในดินของปี 2554 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 3.51 – 327.00 โดยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีปริมาณค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนเฉลี่ยในดินต่ำที่สุด และภาคใต้จะค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีค่าดังนี้ 9.98 และ 26.79 ตามลำดับ หากทำการเรียงลำดับค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก จะได้ดังนี้ 9.98, 13.19, 15.98, 20.49, 21.66 และ 26.79 ซึ่งเรียงตามภาคได้ดังต่อไปนี้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก และภาคใต้ ดังแสดงในตารางที่ 44 โดยพบว่าจังหวัดที่มีค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจน ในดินต่ำสุดที่ จังหวัดสุโขทัย มีค่า 3.51 และมีความมากที่สุดที่ จังหวัดสระแก้ว มีค่า 327.00 ดังแสดงในแผนที่ 93 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



แผนที่ 93 อัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในดินปี 2554

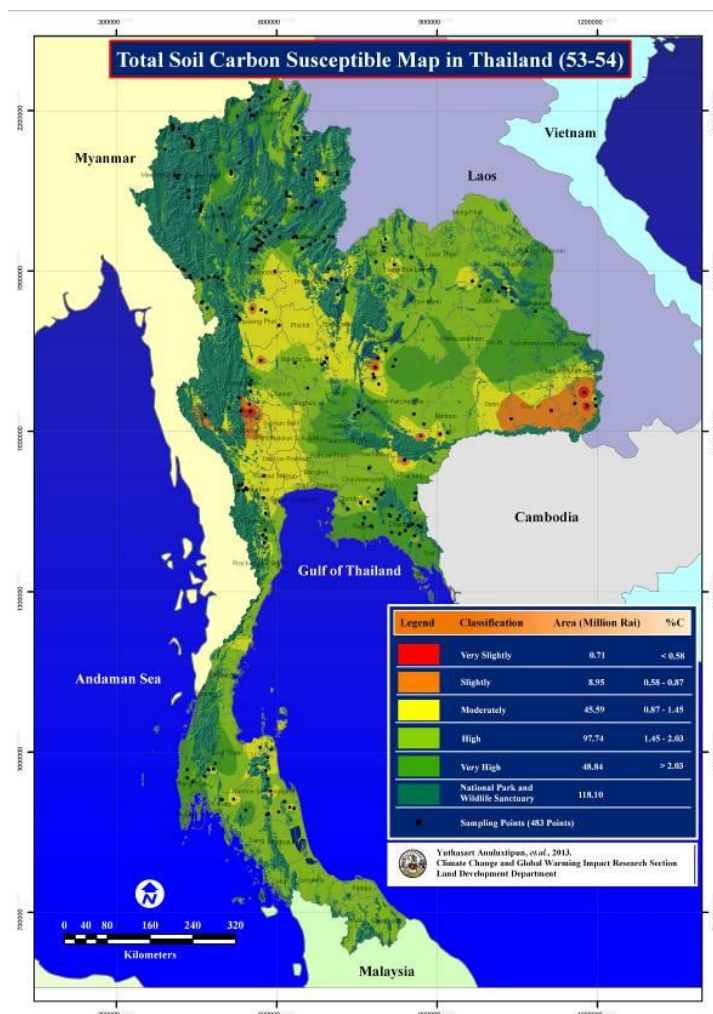
3.13 การเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนในดิน ปี 2553 - 2554

จากการเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนในดินระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 ปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยน้อยกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 1.82 และ 1.97 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ตามลำดับ แสดงว่า ปริมาณคาร์บอนในดินโดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น 0.15 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน ดังแสดงในตารางที่ 45 และแผนที่ 94 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 45 การเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ ค่า C, H, O, N, S และ C/N ratio ในตัวอย่างดินระหว่างปี 2553 - 2554

ปี	พารามิเตอร์	Carbon ^{ns}		Hydrogen ^{ns}		Oxygen ^{ns}		Nitrogen**		Sulfer ^{ns}		C/N Ratio**	
		Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv	Mean	%cv
2553		1.82	72.5	0.49	77.6	74.0	2.31	0.18	55.6	0.18	100	11.83	125
2554		1.97	80.7	0.55	74.6	73.8	2.70	0.15	66.7	0.18	50.0	17.15	157
ค่าเฉลี่ย		1.90	76.6	0.52	76.1	73.9	2.51	0.17	61.1	0.18	75.0	14.49	141
F-test		1.20		2.43		1.08		7.94		0.11		7.25	

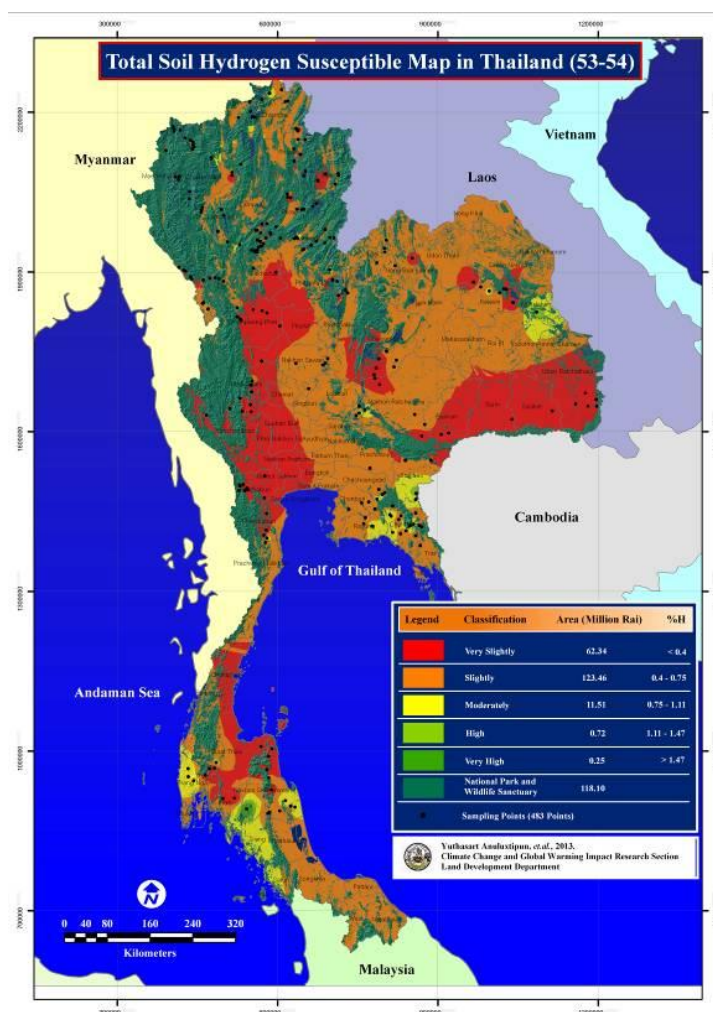
หมายเหตุ: * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
 ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
 ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 n จำนวนจุดเก็บตัวอย่างดิน = 483 จุด



แผนที่ 94 ปริมาณคาร์บอนในดินปี 2553 - 2554

3.14 การเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรเจนในดิน ปี 2553 - 2554

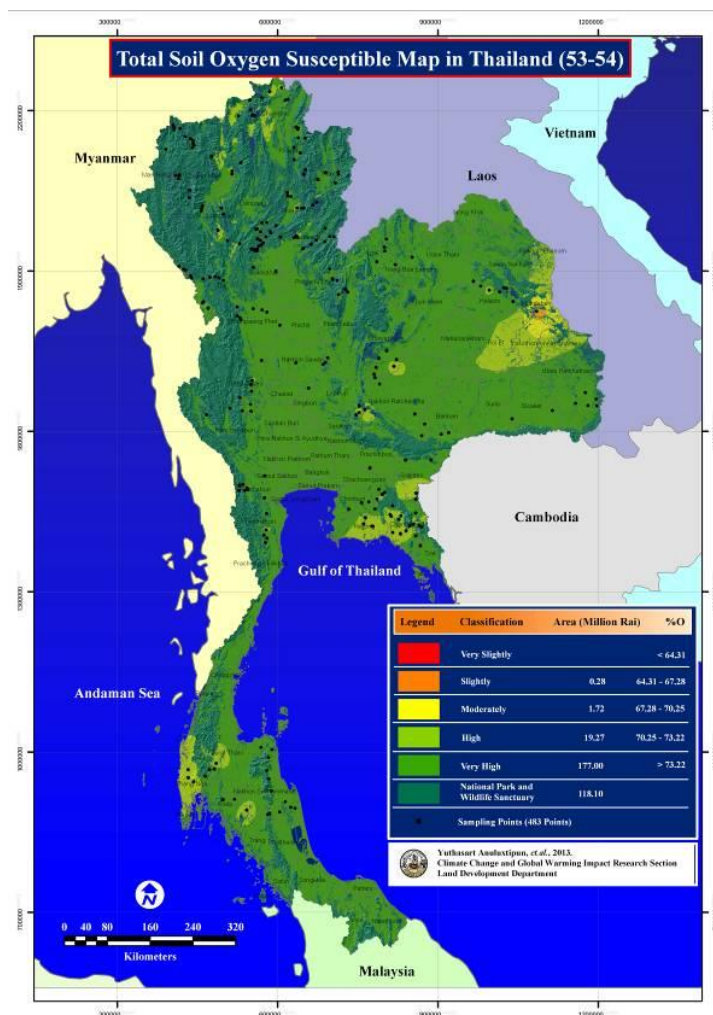
จากการเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรเจนในดินระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 ปริมาณไฮโดรเจนเฉลี่ยน้อยกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 0.49 และ 0.55 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ตามลำดับ แสดงว่า ปริมาณไฮโดรเจนในดินโดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น 0.06 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจน ดังแสดงในตารางที่ 45 และแผนที่ 95 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



แผนที่ 95 ปริมาณไฮโดรเจนในดินปี 2553 - 2554

3.15 การเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนในดิน ปี 2553 - 2554

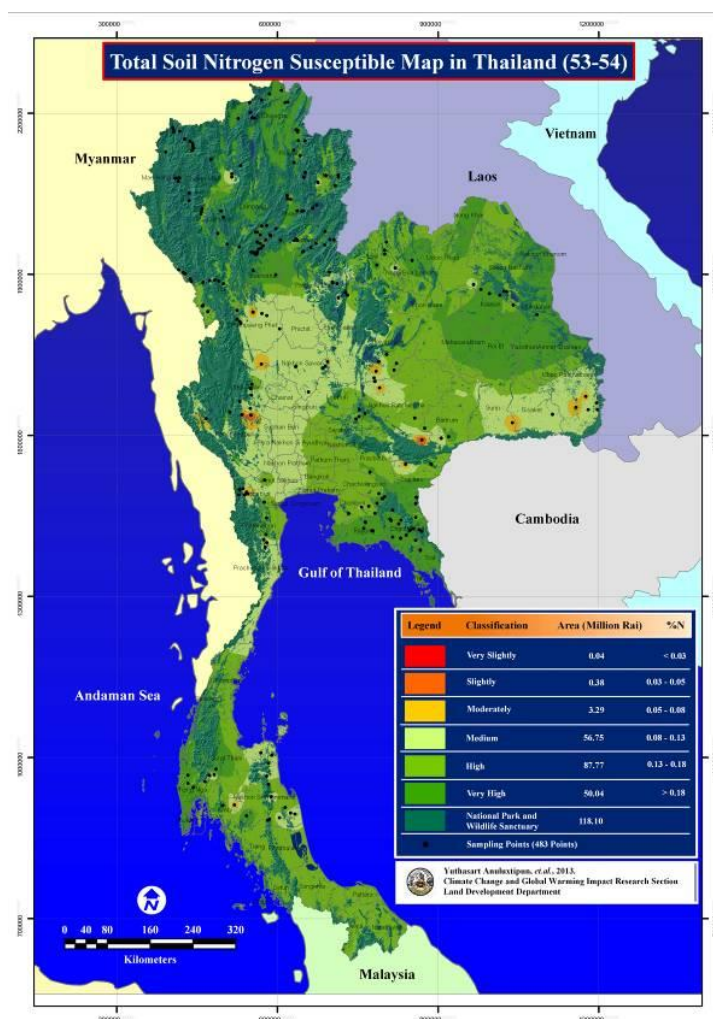
จากการเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนในดินระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 ปริมาณออกซิเจนเฉลี่ยมากกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 74.0 และ 73.8 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ตามลำดับ แสดงว่า ปริมาณออกซิเจนในดินโดยเฉลี่ยมีค่าลดลง 0.17 เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน ดังแสดงในตารางที่ 45 และแผนที่ 96 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



แผนที่ 96 ปริมาณออกซิเจนในดินปี 2553 - 2554

3.16 การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในดิน ปี 2553 - 2554

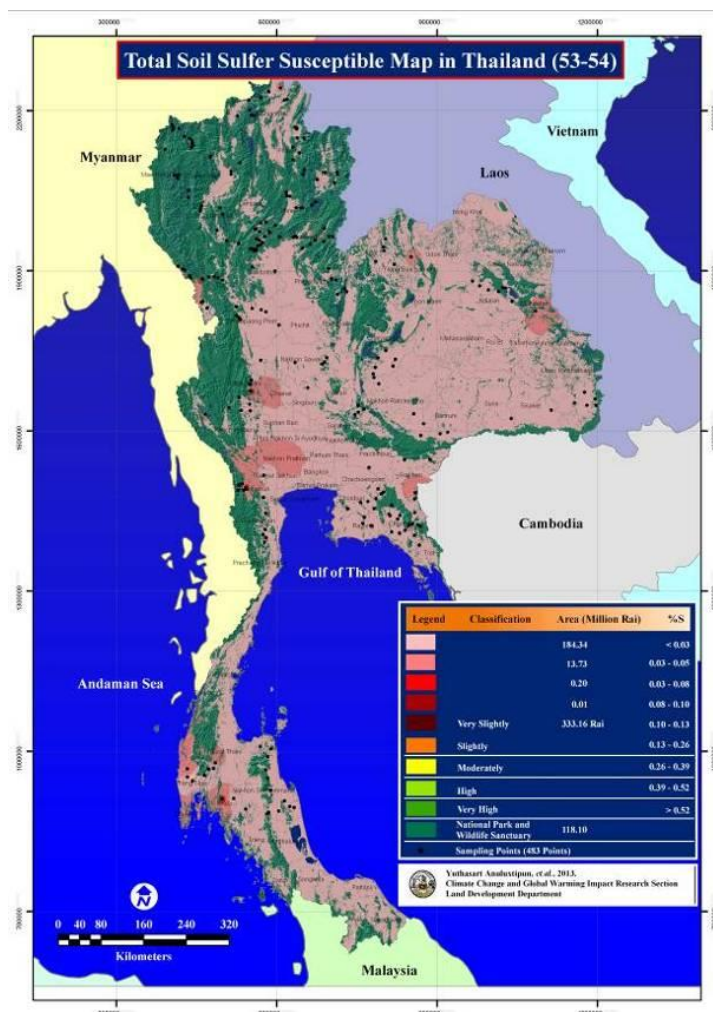
จากการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในดินระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยมากกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 0.18 และ 0.15 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ตามลำดับ แสดงว่า ปริมาณไนโตรเจนในดินโดยเฉลี่ยมีค่าลดลง 0.03 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ดังแสดงในตารางที่ 45 และแผนที่ 97 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 97 ปริมาณไนโตรเจนในดินปี 2553 - 2554

3.17 การเปรียบเทียบปริมาณซัลเฟอร์ในดิน ปี 2553 - 2554

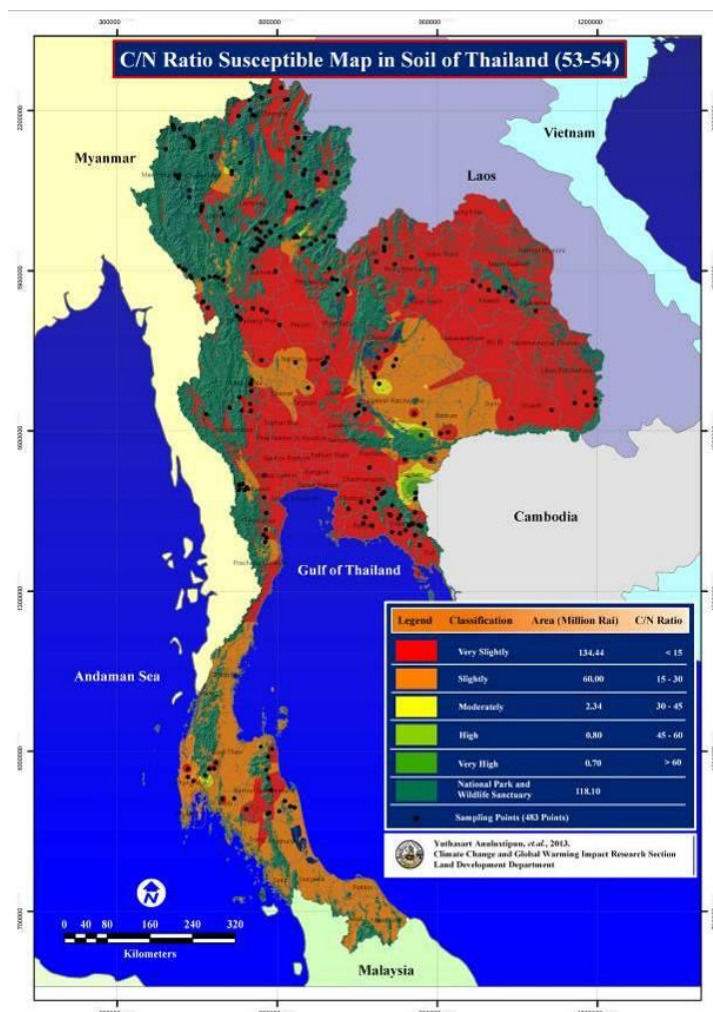
จากการเปรียบเทียบปริมาณซัลเฟอร์ในดินระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 ปริมาณซัลเฟอร์เฉลี่ยมากกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 0.183 และ 0.178 เปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์ ตามลำดับ แสดงว่า ปริมาณซัลเฟอร์ในดินโดยเฉลี่ยมีค่าลดลง 0.005 เปอร์เซ็นต์ซัลเฟอร์ ดังแสดงในตารางที่ 45 และแผนที่ 98 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



แผนที่ 98 ปริมาณซัลเฟอร์ในดินปี 2553 - 2554

3.18 การเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในดิน ปี 2553 - 2554

จากการเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในดินระหว่างปี 2553 ถึง 2554 พบว่า ปี 2553 มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าปี 2554 ซึ่งมีค่าดังนี้ 11.83 และ 17.15 ตามลำดับ แสดงว่า ค่าอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในดินโดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น 5.32 ดังแสดงในตารางที่ 45 และแผนที่ 99 จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างเด่นชัดที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



แผนที่ 99 อัตราส่วนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนในดินปี 2553 - 2554

4. การวางแผนทางป้องกันและแก้ไขปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน

ในการวางแผนทางป้องกันและแก้ไข ปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละพื้นที่สามารถวางแผนทางป้องกันและแก้ไขได้ โดยแบ่งตามระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้น หรือแบ่งตามประเภทของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่นำมาปฏิบัติใช้ ซึ่งผลการศึกษามีดังนี้

4.1 การวางแผนทางป้องกันและแก้ไขปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน โดยแบ่งตามระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย

4.1.1 พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายรุนแรงน้อยมาก (Very slight)

พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายรุนแรงน้อยมาก มีอัตราการสูญเสียดินในช่วง 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปี แนวทางในการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นสามารถทำได้โดยการวางแผนทางปฏิบัติระหว่างที่ราบ และที่สูงได้ดังนี้

พื้นที่ราบ (1L) พื้นที่ในระดับความรุนแรงนี้ ไม่จำเป็นต้องมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นพิเศษ เพราะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ

พื้นที่สูง (1H) พื้นที่นี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาสูงชันที่ยังคงสภาพเป็นป่าไม้ธรรมชาติ จึงควรมีมาตรการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในระดับที่เป็นปัญหา

4.1.2 พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายรุนแรงน้อย (Slight)

พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายรุนแรงน้อย มีอัตราการสูญเสียดินในช่วง 2 – 5 ตันต่อไร่ต่อปี แนวทางในการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นสามารถทำได้โดยแบ่งการวางแผนทางการปฏิบัติระหว่างที่ราบ และที่สูงได้ดังนี้

พื้นที่ราบ (2L) พื้นที่นี้ควรมีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างระมัดระวังโดยการปลูกพืชตามแนวระดับหรือขวางความลาดเท และควรมีการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อผลทางบวกต่อการทำการเกษตร

พื้นที่สูง (2H) พื้นที่นี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาสูงชันที่ยังคงสภาพเป็นป่าไม้ธรรมชาติ จึงควรมีมาตรการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ไว้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินรุนแรงขึ้นกว่านี้

4.1.3 พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายรุนแรงปานกลาง (Moderate)

พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินรุนแรงปานกลาง มีอัตราการสูญเสียดินในช่วง 5 – 15 ตันต่อไร่ต่อปี สามารถวางแผนทางการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นโดยแบ่งแนวทางการปฏิบัติระหว่างที่ราบ และที่สูงได้ดังต่อไปนี้

พื้นที่ราบ (3L) พื้นที่นี้มีการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดิน อันจะก่อให้เกิดผลกระทบในทางลบต่อผลิตผลทางการเกษตร จึงควรมีมาตรการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินทั้งวิธีพืช และวิธีกล

พื้นที่สูง (3H) พื้นที่นี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาสูงชันที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืชไร่ พืชสวน ป่าเสื่อมโทรม จึงควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเคร่งครัด เพื่อลดปัญหาการชะล้างพังทลายให้น้อยลง

4.1.4 พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายรุนแรง (Severe)

พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินเกิดขึ้นรุนแรง มีอัตราการสูญเสียดินในช่วง 15 – 20 ตันต่อไร่ต่อปี สามารถวางแผนทางการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นโดยแบ่งแนวทางการปฏิบัติระหว่างที่ราบ และที่สูงได้ดังนี้

พื้นที่ราบ (4L) พื้นที่นี้มีการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินมาก หากจะใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรจำเป็นต้องมีการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายอย่างเคร่งครัด

พื้นที่สูง (4H) พื้นที่นี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาสูงชันที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืชไร่ พืชสวน ป่าเสื่อมโทรม จึงควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเคร่งครัด ควบคู่ไปกับการฟื้นฟูสภาพป่าเพื่อลดการชะล้างพังทลายของดินให้น้อยลง

4.1.5 พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายรุนแรงมาก (Very severe)

พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายรุนแรงมาก มีอัตราการสูญเสียดิน มากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี สามารถวางแผนทางการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นโดยแบ่งแนวทางการปฏิบัติระหว่างที่ราบ และที่สูงได้ดังนี้

พื้นที่ราบ (5L) พื้นที่นี้มีมักมีการชะล้างพังทลายของดินแบบร่องลึก (Gully) ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับการเกษตรอย่างถาวรควรกันพื้นที่ไว้สำหรับเป็นพื้นที่ปลูกป่าหรือไม้ยืนต้น

พื้นที่สูง (5H) พื้นที่นี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาสูงชัน จึงควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเคร่งครัดควบคู่กับการฟื้นฟูป่าอย่างเร่งด่วน

4.2 การวางแผนทางป้องกันและแก้ไขปัญหการชะล้างพังทลายของดิน โดยแบ่งตามประเภทของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

4.2.1 วิธีกล (Mechanical method)

ซึ่งมุ่งเน้นในการก่อสร้างสิ่งกีดขวางความลาดชัน เพื่อสกัดกั้นน้ำไหลบ่าและการพังทลายของดิน การอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีกลนี้เป็นการป้องกันการพังทลายได้ทันทีแต่เสียค่าใช้จ่ายสูง เช่น การสร้างแนวคันดิน การปลูกพืชตามแนวระดับ และการปลูกแถบหญ้าตามแนวระดับ เป็นต้น

4.2.2 วิธีพืช (Vegetative method)

เป็นวิธีที่ทำได้ง่ายและเกษตรกรสามารถทำได้เอง เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชสลับเป็นแถว และการปลูกพืชหมุนเวียน เป็นต้น

4.2.3 วิธีเกษตรกรรม (Agronomic method)

เช่น การไถพรวนดิน การไถกลบเศษพืช และการใช้วัสดุคลุมดิน เป็นต้น สำหรับวิธีการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน โดยวางแผนการอนุรักษ์ดินและน้ำ สามารถปฏิบัติได้ตามมาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน เช่น ในพื้นที่ที่มีความลาดชัน 12 - 20 เปอร์เซ็นต์ และมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว (CL) หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (SiCL) จำเป็นต้องใช้วิธีกลเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยการสร้างแนวคันดินหรือแนวหญ้าแฝก เป็นต้น ซึ่งได้มีการสรุปหลักเกณฑ์ในการกำหนดขอบเขตมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ดังตารางที่ 46

ตารางที่ 46 หลักเกณฑ์ในการกำหนดขอบเขตมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ความลาดชัน (เปอร์เซ็นต์)	ชนิดของเนื้อดิน	มาตรการอนุรักษ์ ดินและน้ำ	ระยะห่างระหว่างแนว คันดินในแนวตั้ง (เมตร)
0 - 2	ดินทุกชนิด	วิธีเกษตรกรรม	-
2 - 5	ดินทุกชนิด	วิธีพืช	-
5 - 12	ดินเหนียว	ทำคันดิน	2
12 - 20	ดินร่วนปนดินเหนียว หรือ ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง	วางแผนคันดินหรือ แนวหญ้าแฝก	3
20 - 35	ดินทุกชนิด ยกเว้นดินเหนียว ดินร่วน ปนดินเหนียว หรือ ดินร่วนเหนียว ปนทรายแป้ง	แนวหญ้าแฝกหรือ แนวคันดิน	5
> 35	ดินทุกชนิด	ปลูกป่าทดแทน	-

ที่มา : คู่มือการอนุรักษ์ดินและน้ำระดับกลุ่มชุดดินในประเทศไทย (ไชยสิทธิ์, 2539)

นอกจากการกำหนดขอบเขตมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อกำหนดแผนงานอนุรักษ์ดินและน้ำแล้ว มาตรการในการสร้างบ่อดักตะกอนในพื้นที่ลาดชัน ยังเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้ในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งวิธีการนี้จะช่วยในการเก็บกักน้ำที่ไหลบ่ารวมทั้งตะกอนที่ถูกชะล้างไว้เป็นช่วง ๆ เพื่อลดความเสียหายรุนแรงแก่พื้นที่เพาะปลูก ตลอดจนแหล่งน้ำอื่น ๆ โดยหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งบ่อดักตะกอน คือ ตำแหน่งบนเส้นทางน้ำที่มีความลาดชันสูงสุด ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์หาตำแหน่งบ่อดักตะกอนในระบบข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งผลจากการกำหนดขอบเขตมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้สามารถกำหนดแนวโครงสร้างงานอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีการต่าง ๆ

เช่น การวางแผนคันดิน และหรือ แนวหญ้าแฝก ตลอดจนสามารถกำหนดตำแหน่งของบ่อดักตะกอนได้ในพื้นที่เป้าหมายได้ ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการวางแผนการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินต่อไป



ภาพที่ 9 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีกล
ที่มา โครงการพัฒนา บ้านกอก - บ้านจูน
อ.บัว จ.น่าน



ภาพที่ 10 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีพืช
ที่มา ศูนย์บริการและพัฒนาที่สูง ปาง
ตอง ตามพระราชดำริ จ.แม่ฮ่องสอน



ภาพที่ 11 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีกล
ร่วมกับวิธีพืช (การไถพรวนและปลูกพืช
ตามแนวระดับ - นาขั้นบันได)
ที่มา การดำเนินการนำร่อง ในพื้นที่
ตำบลขุนน่าน จ.น่าน

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

1. สรุปผลการศึกษา

การชะพาคาร์บอนจากหน้าดินประเทศไทย ดำเนินการโดยใช้สมการคณิตศาสตร์ และการติดตามการสูญเสียคาร์บอนจากน้อยไปจนถึงมากที่สุด 3 ทาง กล่าวคือ การหายใจจากจุลินทรีย์โดยใช้คาร์บอนจากดินเป็นแหล่งอาหาร การติดตามการเผาเศษพืชทางการเกษตร และการเสียหายหน้าดินจากการชะล้างพังทลายของดินในปริมาณมากต่อปีตามลำดับ นอกจากการใช้สมการทางคณิตศาสตร์คำนวณค่าการสูญเสียดินแล้วยังทำการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนจากบัญชีเศษพืชโดยละเอียด ซึ่งจะตกลงสู่หน้าดินทุกปีตลอดระยะเวลาทำการวิจัยตั้งแต่ปี 2553 - 2555 โดยใช้หลักสมดุลมวล ทำให้สามารถสรุปผลการเสียหายหน้าดินประเทศไทยได้ดังนี้

1.1 จากการสูญเสียหน้าดินในปริมาณมากต่อปีจากการชะล้างพังทลายของดินในระดับความรุนแรง ปานกลางถึงรุนแรงมาก (ระดับ 3 - 5) ทั้งในพื้นที่ราบและพื้นที่สูง ทำให้สามารถเรียงลำดับการสูญเสียคาร์บอนจากการชะล้างได้ดังนี้ เขต 6 มีการสูญเสียมากที่สุด รองลงมา คือ เขต 11 และ 8 โดยปี 2554 มีพื้นที่ที่ถูกชะล้างดังนี้ 16.05, 5.93 และ 5.28 ล้านไร่ ตามลำดับ ส่วนปี 2555 มีพื้นที่ที่ถูกชะล้างดังนี้ 16.04, 5.84 และ 4.99 ล้านไร่ตามลำดับ

1.2 ปริมาณคาร์บอนที่ได้รับจากเศษวัสดุทางการเกษตรของประเทศไทย ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 321 ล้านไร่ และมีพื้นที่เกษตรกรรมประมาณ 198 ล้านไร่ หรือประมาณ 62.0 เปอร์เซ็นต์ กรมพัฒนาที่ดินจึงมีนโยบายและเป้าหมายในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนโดยมีมาตรการในการพยายามเก็บกักคาร์บอนลงสู่ดิน และลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคเกษตรกรรม ต้องจัดทำบัญชีเศษวัสดุทางการเกษตรของพืชเศรษฐกิจ 30 ชนิด โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างดินและพืช วิเคราะห์น้ำหนักสด-น้ำหนักแห้ง และปริมาณคาร์บอน ไฮโดรเจนออกซิเจน ไนโตรเจน และซัลเฟอร์ โดยเครื่อง Elemental Analyzer แล้ววางมาตรการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์จากเศษวัสดุดังกล่าว จากการศึกษาสามารถวิเคราะห์หา ปริมาณคาร์บอนของพืชเศรษฐกิจ 30 ชนิด ซึ่งมีค่าระหว่าง 6.63 – 53.4 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน คิดเป็นปริมาณเศษพืชกว่า 255.27 ล้านตันต่อปี หรือคิดเป็นคาร์บอนทั้งหมดในเศษวัสดุทางการเกษตรทั้งประเทศไทย 93.48 ล้านตันคาร์บอนต่อปี

1.2.1 จากการเผาเศษพืชโดยการจุดไฟเผาและหรือจากไฟป่าที่เกิดเองตามธรรมชาติ โดยประมาณ 1 - 2 ล้านตันคาร์บอนต่อปี หรือคิดเป็น 3.67 – 7.33 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

1.2.2 การสูญเสียคาร์บอนในดิน อัตราการหายใจของดินประเทศไทย ซึ่งทำการตรวจวัดโดยเครื่อง LI-COR รุ่น LI-840 Gas Analyzer พบว่า ดินมีอัตราการหายใจจากจุลินทรีย์ในดิน อยู่ระหว่าง 12.47 – 30.07 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนระหว่างดินที่ถูกทำลายโครงสร้าง และไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ช่วงระดับความชื้น 1.01 - 43.7 เปอร์เซ็นต์ของดินเหนียว ดินร่วนและดินทราย พบว่าดินเหนียวเมื่อมีการถูกทำลายโครงสร้างดินจะให้ค่ามากกว่าดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างถึง 4.92 เท่า รองลงมาคือ ดินทราย 2.82 เท่า และน้อยที่สุดคือ ดินร่วน 2.45 เท่าตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยอัตราการหายใจของดินที่ถูกทำลายโครงสร้างที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นต่าง ๆ พบว่า ที่ความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ ดินมีค่าอัตราการหายใจเฉลี่ยสูงที่สุดเนื่องจากดินได้รับความชื้นเพิ่มขึ้นจากสภาวะเดิมอย่างรวดเร็ว เกิดกิจกรรมในดินเพิ่มขึ้น ดินจึงมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อเพิ่มความชื้นของดิน ดินจะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ซึ่งมีค่าอยู่

ระหว่าง 333 – 340 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินที่ถูกทำลายโครงสร้างและไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แบบที่ถูกทำลายโครงสร้างมีค่าเฉลี่ยอยู่ ระหว่าง 260.4 – 421.2 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งมีค่าสูงกว่าแบบที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 250.4 – 411.5 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที เนื่องจากดินที่ถูกทำลายโครงสร้างจะเกิดกิจกรรมในดินเพิ่มขึ้นจึงมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น โดยภาคใต้มีอัตราการหายใจเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาได้แก่ ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ สรุปโดยภาพรวม การสูญเสียประชากรแรกจากการหายใจของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่เกษตรกรรมในปริมาณน้อย โดยประมาณ 1.88 - 2.20 ตันคาร์บอนต่อปี หรือ 6.89 - 8.05 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

1.3 การกักเก็บคาร์บอนในดิน มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนลงสู่ดินของประเทศไทยโดยเฉลี่ยแต่ละปี มีค่าอยู่ระหว่าง 0.18 – 17.3 เปอร์เซ็นต์คาร์บอน หรือคิดเป็นปริมาณคาร์บอนในดินทั้งประเทศ สำหรับพื้นที่การเกษตรปริมาณ 666.99 - 766.95 ล้านตันคาร์บอนต่อปี ทำให้เชื่อได้ว่าจะยังคงมีคาร์บอนเต็มเต็มสู่ดินไม่ต่ำกว่าการสูญเสียปีละ 14.0 เปอร์เซ็นต์ หรือ $11.07 - 13.20 \pm 2.13$ ล้านตันคาร์บอนต่อปี จึงจะสามารถรักษาระดับของคาร์บอนทั้งประเทศ 666.99 - 766.95 ล้านตันคาร์บอนต่อปี อีกนัยหนึ่งกล่าวคือ ประเทศไทยจำเป็นต้องรักษาคุณภาพของปริมาณคาร์บอนลงสู่ดินราว $11.07 - 13.20 \pm 2.13$ ล้านตันคาร์บอนต่อปี

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 การประเมินการสูญเสียคาร์บอนจากดิน จำเป็นต้องใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์ ในการประเมิน ซึ่งต้องทำความเข้าใจกับแบบจำลอง MMF ที่เป็นแบบจำลองประเภทเอ็มไพริคอล ร่วมกับแบบจำลองทางด้านกายภาพ ให้ได้ว่าแต่ละแบบจำลองมีข้อจำกัดในการประเมิน การชะล้างพังทลายของดินอย่างไร และเมื่อเข้าใจก็จะสามารถเข้าใจถึงวิธีการประเมินการสูญเสียหน้าดินทั้งประเทศต่อปี เท่ากับสามารถยอมรับค่าประเมินการสูญเสียคาร์บอนออกจากดินของประเทศไทย

2.2 ในการประเมินพื้นที่ความเสียหายจากการเกิดไฟไหม้ในพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรม เป็นการรวบรวมข้อมูลจาก 2 หน่วยงานของรัฐที่มีหน้าที่และความรับผิดชอบโดยตรง คือ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และกรมอุทยานฯ โดยนำผลการรายงานประจำปีร่วมกับการใช้ Application Hot Spot Fire Alert ของกรมพัฒนาที่ดิน ช่วยประมวลจากฐานข้อมูลแผนที่คาร์บอน จากการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท ดังนั้น ข้อมูลจะมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าวิเคราะห์ทั้งในห้องปฏิบัติการ จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในเศษพืช และ น้ำหนักแห้ง เป็นสำคัญ อย่างไรก็ตาม การประเมินจุดไฟไหม้โดยภาพถ่ายดาวเทียม AQUA และ TERRA ในระบบ MODIS ทำให้หาความสัมพันธ์ ระหว่างพื้นที่ที่เข้าไปประเมินการเกิดไฟในพื้นที่ป่าไม้ และการประเมินการเกิดไฟในพื้นที่เกษตรกรรมได้ การประเมินพื้นที่โดย การสำรวจภาคสนามระหว่างจุดที่เกิดไฟกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ยังมีความจำเป็นเพื่อให้เกิดการประเมินการสูญเสียคาร์บอนจากหน้าดิน ในอีกแนวทางหนึ่งก็คือการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมประเมินพื้นที่เสียหายจากระยะไกลหลังวันเกิดเหตุคือมีไฟเกิดแล้วไม่เกิน 1 สัปดาห์ เพื่อให้สามารถประเมินพื้นที่ที่มีขนาดที่ถูกต้องได้ดีที่สุด

2.3 การประเมินค่าอัตราการหายใจของดินเกิดจากการใช้เครื่องมือที่วัดคาร์บอนไดออกไซด์โดยตรงและเป็นเครื่อง Li-COR รุ่น LI-840 Gas analyzer ที่วัดในกล่องเก็บตัวอย่าง โดยวัดในดินที่ไม่ถูกทำลายโครงสร้างดิน และหลังจากปรับเปลี่ยนค่าความชื้นของดิน จะทำการวัดซ้ำอีกครั้งโดยทำลายโครงสร้างดินเพื่อให้ดินมีอัตราการหายใจสูงสุดเพราะมีพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนก๊าซเพิ่มขึ้น ทำให้งานวิจัยนี้สามารถตอบโจทย์ในเรื่องการสูญเสียคาร์บอนออกจากหน้าดินได้ตรงประเด็นมากที่สุด โดยทั้งสามปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นเรียงลำดับการสูญเสียจากมากไปน้อย ทำให้บอกถึงสมดุลมวลของคาร์บอนได้ดี ในเรื่องการกักเก็บคาร์บอนในดิน

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
- ไชยสิทธิ์ อเนกสัมพันธ์. 2539. คู่มือการอนุรักษ์ดินและน้ำระดับกลุ่มชุดดินในประเทศไทย. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7.
- ทัศนีย์ อุตตะนันท์. 2550. ดินที่ใช้ปลูกข้าว (Paddy Soil Science). ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545. แบบจำลองคณิตศาสตร์การชะล้างพังทลายของดินและมลพิษตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำ (Mathematical Models of Soil Erosion and Sediment Pollution in Watershed). ฝ่ายจัดพิมพ์ตำรา ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- ยุทธชัย อนุรักษ์พันธ์ กิตติพงศ์ ทรงรักษ์เกียรติ์ และ อรรถ สมร่า. 2547. แบบจำลองการชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erosion Modeling). กรุงเทพฯ.
- Beasley, D.B.; L.F. Huggins and E.J. Monke. 1980. ANSWERS: A model for watershed planning. Transactions of the ASAE, 23(1980)4, 938 - 944 pp.
- Flacke, W.; K. Auerwald and L. Neufang. 1990. Combining a modified Universal Soil Loss Equation with a digital terrain model for computing high resolution maps of soil loss resulting from rain wash. Catena 17: 383 - 397.
- Hudson, N.W. 1965. The influence of rainfall on the mechanic of soil erosion with particular reference to northern Rhodesia. M.S. Thesis, University of Cape Town, South Africa.
- Jolli, D. and S. Giljum. 2005. Unused biomass extraction in agriculture, forestry and fishery. Sustainable Europe Research Institute (SERI), Austria.
- Morgan, R.P.C.; D.D.V. Morgan and H.J. Finney. 1984. A predictive model for the assessment for soil erosion risk. Journal of agricultural engineering research. 30: 245-253.
- Morgan, R.P.C. 2001. A simple approach to soil loss prediction. A revised Morgan-Morgan-Finney model, United Kingdom. Catena 44: 305-322.
- Renard, K.G.; G.R. Foster ; G.A. Weesies ; D.K. McCool and D.C. Yoder. 1987. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Soil Loss Equation (RUSLE). U.S. Dept. of Agriculture, Agric. Handbook No. 703, 404 p.
- Shrestha, D. P. 2003. Modeling Approach. The Netherlands: PowerPoint Presentation.

- Stocking, M. 1981. A working model for the estimation of soil loss suitable for underdevelopment areas. Development Studies Occasional Paper No. 15, University of East Anglia, UK.
- Williams, J.R. and H.D. Berndt. 1977. Sediment yield prediction based on watershed hydrology. Trans. Am. Soc. Agric. Eng. 20: 1100 - 1104.
- Woods End Research. 1977. Guide to solvita testing and managing your soil. Woods End Research Laboratory, Inc., Mt. Vernon, ME.