

การใช้เทคนิคภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาปริมาณคาร์บอนสะสมในพื้นที่ป่า
และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนไปในเขต
อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชบุรี เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
กรกฎาคม 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชบุรี

วิทยานิพนธ์เรื่อง "การใช้เทคนิคภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาปริมาณคาร์บอนสะสม
ในพื้นที่ป่าและรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนไปในเขต อ.สวนผึ้ง จ.ราชบุรี"

ของนางสาวอรดี แก้วปัญญา

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงศ์ เหล่าสุวรรณ)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ร้อยเอก ดร. อนุชิต วงศาโรจน์)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ดร. กัมปนาท ปิยะธำรงชัย)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กณิตา ธนเจริญชนภาส)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชิดศักดิ์ ทัพโพ)

อนุมัติ

.....

(ดร.ภาณุ พุทธรังค์)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

29 ก.ค. 2558

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของร้อยเอก ดร.อนุชิต วงศาโรจน์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นທີ່ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ อันประกอบไปด้วย ดร.กัมปนาท ปิยะธำรงชัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กณิตา ธนเจริญชนภาส กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา คอยให้แรงบันดาลใจในการทำงานและหลักในการดำเนินชีวิต และขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยนเรศวรเป็นอย่างสูง ที่เป็นแหล่งประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พร้อมทั้งเจ้าหน้าที่และพี่น้องทุกท่านที่เกี่ยวข้องที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งต่อยอดองค์ความรู้ใหม่ๆ ให้กับนักวิจัยรุ่นต่อไป

อรดี แก้วปัญญา

ชื่อเรื่อง	การใช้เทคนิคภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาปริมาณคาร์บอนสะสม ในพื้นที่ป่าและรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนไป ในเขต อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี
ผู้วิจัย	อรดี แก้วปัญญา
ประธานที่ปรึกษา	ร้อยเอก ดร.อนุชิต วงศาโรจน์
กรรมการที่ปรึกษา	ดร.กัมปนาท ปิยะอำรวงชัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กณิตา ธนเจริญชนภาส
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.ม. สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2557
คำสำคัญ	ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การรับรู้จากระยะไกล ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเทคนิคภูมิสารสนเทศศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขต อ.สวนผึ้ง จ.ราชบุรี โดยการนำข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ ในช่วงเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2545 – 2555) มาใช้ในการคำนวณหาปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินด้วยเทคนิคดัชนีพืชพรรณ (Normalized difference vegetation index: NDVI) โดยปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินสามารถประเมินถึงศักยภาพการสะสมธาตุคาร์บอน และความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณในพื้นที่การศึกษา สำหรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินได้จำแนกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ 1) พื้นที่ป่า 2) พื้นที่เกษตรกรรม 3) พื้นที่อยู่อาศัย 4) พื้นที่แหล่งน้ำ และ 5) พื้นที่เบ็ดเตล็ด

งานวิจัยพบว่าในปี พ.ศ. 2545 มีปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินโดยรวมของพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 837,921.277 Kg C ต่อมาในปี พ.ศ. 2555 มีปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินเท่ากับ 722,650.967 Kg C ซึ่งมีปริมาณลดลงถึง 115,270.310 Kg C

จากผลงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินที่มีปริมาณลดลงเนื่องจากได้รับผลกระทบมาจากรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดลงของพื้นที่ป่าจะส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบทางสายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต (species composition) ขาดความยั่งยืนและอาจสูญหายไปจากระบบนิเวศได้ในที่สุด

Title GEO-INFORMATICS TECHNIQUE FOR CONSIDERING
FOREST CARBON STORAGE AND LAND USE CHANGE
IN SUAN- PUNG DISTRICT, RATCHABURI PROVINCE

Author Oradee Kaewpanya.

Advisor Captain Assistant Professor Anujit Vansarochana, Ph.D.

Co - Advisor Assistant Professor Kampanart Piyathamrongchaia, Ph.D.
Assistant Professor Kanita Thanacharoenchanaphas, Ph.D.

Academic Paper Thesis M.S. in Natural Resources and Environmental
Management, Naresuan University, 2014

Keywords Geographic information system (GIS), Remote sensing
(RS), Above ground carbon storage and Land use

ABSTRACT

This study applied geo-informatics techniques for exploring above ground carbon storage and land use change in Suan-Pung district, Ratchaburi province. Satellite images and information of LANDSAT-7 ETM+ over a decade (2002 - 2012) were operated for the above ground carbon storage calculation by using normalized difference vegetation index (NDVI) method. The above ground carbon storage which can be estimated the potential of carbon accumulation and study vegetation fertility. Land use classification has 5 categories as: 1) agricultural lands 2) forest lands 3) Urban and Built-up lands 4) water body and 5) Miscellaneous lands.

In this study, in 2002 the amount of above ground carbon storage, in study areas, is 837,921.277 Kg C and 722,650.967 Kg C in 2012. It can be seen that it decreased by 115,270.310 Kg C. The experimental results illustrated a decrease in amount of above ground carbon storage due to the effect of land use change. Especially the reduction of forest areas will continuously affect species composition to be less permanency and might be extinct from ecosystem.

The experimental results illustrated the amount of above ground carbon storage was decreased by the influence of land use change, reduction of forest cause reduction of carbon storage as well. Rising of deforestation continuously can enhance effect of global warming. Each organism species may adjust or may be extinct from ecology.



สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมาของปัญหา.....	1
	จุดประสงค์ของงานวิจัย.....	2
	ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
	คำสำคัญที่ใช้ในการวิจัย.....	3
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
	ลักษณะของพื้นที่ศึกษา.....	5
	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสม (Carbon storage change).....	6
	การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use change).....	11
3	การดำเนินงานวิจัย.....	13
	พื้นที่ศึกษา.....	13
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	14
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	14
	การหาค่าปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน.....	14
	พิจารณาค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสม เหนือผิวดิน.....	21
	การหารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	22
	สร้างแผนที่การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือดินและรูปแบบ การใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	22

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการวิจัย.....	23
	ผลการเปลี่ยนแปลงในเขตตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	23
	ผลการเปลี่ยนแปลงในเขตตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	33
	ผลการเปลี่ยนแปลงในเขตตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	43
	ผลการเปลี่ยนแปลงในเขตตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	53
5	บทสรุป.....	63
	สรุปและอภิปรายผลการวิจัย.....	63
	ข้อเสนอแนะ.....	65
	บรรณานุกรม.....	66
	ภาคผนวก.....	72
	ประวัติผู้วิจัย.....	85

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงค่า Gain และ Bias สำหรับแบนด์ 3 และ 4.....	15
2	แสดงค่าช่วงคลื่นสะท้อนแสงเฉพาะของดวงอาทิตย์ใน แบนด์ 3 และ 4.....	16
3	แสดงค่าดัชนีพืชพรรณ โดยวิธี Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).....	18
4	แสดงค่าดัชนีเพื่อนบ้านใกล้เคียง (Nearest neighbor index).....	19
5	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient).....	21
6	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินระหว่างช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2545-2555).....	28
7	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	32
8	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินระหว่างช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2545-2555) ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	38
9	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	42
10	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินระหว่างช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2545 - 2555) ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	48
11	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2545-2555) ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	52
12	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินระหว่างช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2545 - 2555) ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	58
13	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2545-55) ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	62

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือผิวดิน (Above ground biomass) และข้อมูลดาวเทียม MODIS ช่วงแสงสีแดง.....	8
2 พื้นที่ศึกษา.....	13
3 แสงในช่วงคลื่น.....	17
4 การสะท้อนแสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (Visible spectrum) และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared) ของพืชพรรณธรรมชาติ.....	17
5 ตัวอย่างค่าดัชนีเพื่อนบ้านใกล้เคียง (Nearest neighbor index) พื้นที่เกษตรกรรม ตำบลป้าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	19
6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณคาร์บอนสะสม (Kg C/pixel) และค่า NDVI.....	20
7 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่เกษตรกรรม ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	24
8 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่ป่าตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	24
9 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่เบ็ดเตล็ด ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	25
10 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่อยู่อาศัยตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	25
11 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่แหล่งน้ำตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	26
12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	26
13 การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	27
14 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลต่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	29

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
15 ขนาดของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	30
16 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี	31
17 จุดสู่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่เกษตรกรรม ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	33
18 จุดสู่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่ป่าตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	34
19 จุดสู่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่เบ็ดเตล็ดตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	34
20 จุดสู่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่ที่อยู่อาศัย ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	35
21 จุดสู่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่แหล่งน้ำตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	35
22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	36
23 การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	37
24 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลต่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	39
25 ขนาดของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	40
26 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	41
27 จุดสู่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่เกษตรกรรม ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	43

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
28 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่ป่าดงดิบเขา อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	44
29 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่เบ็ดเตล็ด ดงดิบเขา อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	44
30 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่อยู่อาศัยดงดิบเขา อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	45
31 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่แหล่งน้ำดงดิบเขา อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	45
32 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินดงดิบเขา อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	46
33 การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ดงดิบเขา อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	47
34 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลต่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ดงดิบเขา อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	49
35 ขนาดของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินดงดิบเขา อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	50
36 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดงดิบเขา อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	51
37 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่เกษตรกรรม ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	53
38 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่ป่าดงดิบเขา อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	54
39 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่เบ็ดเตล็ด ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	54
40 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่อยู่อาศัยตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
41 จุดสู่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่แหล่งน้ำตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	55
42 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	56
43 การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	57
44 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลต่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	59
45 ขนาดของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	60
46 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.....	61

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

เขตอำเภอสนมั่ง จังหวัดราชบุรี เป็นพื้นที่ส่วนหนึ่งของเทือกเขาตะนาวศรี บริเวณผืนป่าตะวันตกของประเทศไทย มีทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ อีกทั้งเป็นแหล่งต้นน้ำสำคัญ อาชีพของประชากรที่อาศัยอยู่จึงทำการเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ ส่งผลให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่า และเมื่อปี พ.ศ. 2551-2552 ทางรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมเป็นปีแห่งการท่องเที่ยวของประเทศไทย พื้นที่อำเภอสนมั่งจึงได้ถูกปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นรูปแบบของสถานที่ท่องเที่ยว เช่น สถานที่ตากอากาศ ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และแหล่งท่องเที่ยวอื่นๆ จึงทำให้เกิดการลักลอบทำลาย พื้นที่ป่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แม้ว่าพื้นที่อำเภอสนมั่งจะเป็นพื้นที่ราชพัสดุซึ่งดูแลโดยกรมธนารักษ์ และมีพื้นที่บางส่วนเป็นเขตทหารภายใต้การดูแลของกองทัพบก

เมื่อพื้นที่ส่วนใหญ่ อำเภอสนมั่งถูกเปลี่ยนรูปแบบเป็นสถานที่ท่องเที่ยว ประชากรจึงมีการอพยพเข้ามาทำกินในเขตพื้นที่นี้มากขึ้นในตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2550 จนถึงปัจจุบัน (สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง, 2554) ประชากรจึงมีความต้องการขยายพื้นที่ทำกิน เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการในการดำเนินชีวิต รวมไปถึงการรองรับนักท่องเที่ยว ในปัจจุบันได้มีโครงการทำเรื่อน้ำลิกทวาย และจะมีกิจกรรมการสร้างถนนจากจังหวัดทวาย ประเทศสาธารณรัฐสังคมนิยมสหภาพเมียนมาร์ผ่านทางจังหวัดกาญจนบุรี เพื่อเข้าสู่กรุงเทพมหานคร ในลักษณะของสะพานเชื่อมเขตเศรษฐกิจของภูมิภาคอินโดจีนต่อไป ซึ่งตามเส้นทางของโครงการจะเกิดการพัฒนากิจกรรมต่างๆ เช่น นิคมอุตสาหกรรม เป็นต้น เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจ อีกทั้งอำเภอสนมั่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่อยู่ห่างจากเส้นทางของโครงการดังกล่าวไม่มาก ทำให้นักท่องเที่ยวเดินทางเข้ามาเที่ยวได้สะดวก และเพิ่มปริมาณจำนวนนักท่องเที่ยวมากขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนบ้านพักตากอากาศเพิ่มมากขึ้นตามเพื่อรองรับนักท่องเที่ยว นำมาซึ่งการบุกรุกทำลายป่า จับจองที่ดิน และมีการค้าขายที่ดิน โดยไม่ถูกต้องตามกฎหมายอย่างต่อเนื่อง จากการขาดจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ เป็นเหตุให้พื้นที่ป่าและความอุดมสมบูรณ์ของป่าในเขตอำเภอสนมั่งลดลงจาก 410,000 ไร่ เหลือเพียง 302,000 ไร่ (ธนารักษ์พื้นที่ราชบุรี เขต 6, 2553)

ความอุดมสมบูรณ์ของป่ามีความสำคัญต่อวัฏจักรคาร์บอน (Carbon cycle) เป็นทั้งแหล่งกำเนิดและดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์กักเก็บในรูปมวลชีวภาพ (Biomass) เมื่อป่าไม้ในอำเภอสวนผึ้งลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าไม้ เช่น การสร้างที่อยู่อาศัย การเกษตรกรรม เป็นต้น คาร์บอนไดออกไซด์ก็จะถูกปลดปล่อยออกจากพื้นที่ป่า ศักยภาพในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของป่า และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน (นาฏสุดา ภูมิจำนงค์, 2550)

ด้วยสาเหตุที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจึงได้นำการประยุกต์เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) และเทคนิคการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing: RS) มาใช้เนื่องจาก GIS เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสูง สามารถใช้ประมวลผลข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเทคนิคการรับรู้ระยะไกล (RS) จัดว่าเป็นการใช้ข้อมูลจากดาวเทียมที่มีความต่อเนื่องทั้งในเชิงเวลาและพื้นที่ เนื่องจากมีการบันทึกค่าซ้ำเป็นช่วงเวลา ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความต่อเนื่อง บันทึกได้เป็นบริเวณกว้าง ข้อมูลที่ได้จึงมีความครอบคลุมทั่วพื้นที่ อีกทั้งมีรูปแบบเชิงพื้นที่และเวลาสอดคล้องตามสภาวะของพื้นที่ผิวที่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตกกระทบ (Gu Y., et al., 2007 อ้างอิงใน ภัทรพร พิมดี และรัศมี สุวรรณวีระกำร, 2554)

ดังนั้นข้อมูลจากดาวเทียมจึงมีความเหมาะสมสำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา โดยการหาปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน (Above ground carbon storage) ซึ่งจะใช้การประเมินความแตกต่างดัชนีพืชพรรณ (Normalized difference vegetation index: NDVI) ในลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near infrared: NIR) และความยาวคลื่นแสงสีแดง (Red) ที่สะท้อนพลังงานของพืชในพื้นที่ป่า ในการศึกษาในครั้งนี้จึงได้นำ GIS และ RS มาใช้ประโยชน์เพื่อจัดทำระบบฐานข้อมูล สืบค้นข้อมูล และวิเคราะห์รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนไปในเขตอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

จุดประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินในพื้นที่ศึกษา
2. เพื่อศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนไปในเขตพื้นที่ศึกษา

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ขอบเขตด้านพื้นที่ของงานวิจัย เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนไป โดยมุ่งเน้นการศึกษาในเขตอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

2. ขอบเขตด้านเนื้อหาของงานวิจัยศึกษาการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในช่วงเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2545 - 2555) และศึกษาปริมาณคาร์บอนสะสม (Carbon storage) ในรูปแบบของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Above ground biomass) เขตอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี โดยใช้แนวคิดความแตกต่างของดัชนีพืชพรรณ (NDVI)

คำสำคัญที่ใช้ในการวิจัย

1. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic information system: GIS) หมายถึง กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ และทำให้สื่อความหมายในเรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลา

2. การรับรู้จากระยะไกล (Remote sensing: RS) หมายถึง การได้มาซึ่งข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับวัตถุพื้นที่หาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ พื้นที่และปรากฏการณ์ต่างๆ ด้วยการวิเคราะห์ ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล ซึ่งเครื่องมือบันทึกข้อมูลโดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสกับ วัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อการได้มาซึ่งข้อมูล ใน 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น รูปทรงสัญญาณของวัตถุบนพื้นผิวโลก และการเปลี่ยนแปลงตาม ช่วงเวลา

3. ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน (Above ground carbon storage) หมายถึง ปริมาณคาร์บอนในพืชพรรณธรรมชาติ ซึ่งดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ แสงของใบ (photosynthesis) เพื่อสร้างอินทรีย์สารซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ นำมาสะสมไว้ใน ส่วนต่างๆ ของต้นไม้ หรือที่เรียกว่า มวลชีวภาพ (Biomass) ต้นไม้ก็มีการปลดปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศโดยกระบวนการหายใจของส่วนต่างๆ เรียกว่า Autotrophic respiration ดังนั้น ปริมาณคาร์บอนสุทธิจากกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซของต้นไม้จึงเป็นปริมาณ คาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพของต้นไม้ ซึ่งสามารถบ่งชี้ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน ของป่าไม้ (สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, 2550)

4. การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) หมายถึง ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อนำไปใช้ ประโยชน์ในเนื้อที่ดินของคนในชุมชนที่ถือครองและที่สาธารณะ โดยพิจารณาเจตนาการนำไปใช้ ในด้านต่างๆ ซึ่งจะพิจารณาตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของที่ดินผืนนั้นๆ เป็นเกณฑ์ เช่น ที่อยู่อาศัย ที่นา พืชไร่ พืชสวน เป็นต้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินในพื้นที่ป่าที่เกิดจากการรुक้าโดยมนุษย์ ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ให้เหมาะสมในเขตอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

2. ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่ดำเนินด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินในการวางนโยบายและแผนพัฒนารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินให้มีความเหมาะสมในเขตอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

3. นำเทคนิคภูมิสารสนเทศ สร้างแผนที่การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสม และการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เห็นภาพการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจนในเขตอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

4. เป็นตัวอย่างการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนสะสมที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยเทคนิคภูมิสารสนเทศ เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาวิจัยสำหรับผู้ที่มีความสนใจในประเด็นที่คล้ายกันในอนาคต

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสม และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน สามารถศึกษาได้ทุกพื้นที่ อีกทั้งรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินจะส่งผลต่อปัจจัยแวดล้อม ทั้งพืชพรรณธรรมชาติ พืชพรรณการเกษตร และสภาพสังคม จึงก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ สำหรับการทบทวนเอกสาร ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาสนับสนุนการวิจัย ตามลำดับดังนี้

ลักษณะของพื้นที่ศึกษา

1. ลักษณะภูมิประเทศ

อำเภอสวนผึ้ง อยู่ห่างจากอำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ประมาณ 63 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด ประมาณ 1,073 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบสูง เป็นภูเขาและเป็นภูเขา บางส่วนจากเทือกเขาตะนาวศรี มีป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าไผ่ และป่าดงดิบเฉพาะตามแนวชายแดน และเป็นแหล่งกำเนิดของลุ่มน้ำย่อย เช่น ลุ่มน้ำตะโกปิตทอง ลุ่มน้ำห้วยน้ำใส และลุ่มน้ำห้วยผาก ในเขตตำบลสวนผึ้ง และลุ่มน้ำห้วยคอกหมู ในเขตตำบลตะนาวศรี เป็นต้น มีพื้นที่ราบที่ผ่านการทำเหมืองแร่ดีบุก วุลแฟรม สปาร์ และฟลูออไรด์ เป็นดินทรายเกือบทั้งหมด บริเวณบ้านผาปก ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี (อัฉลา ชาทะวราหะ, 2549) ดินมีลักษณะเป็นดินลูกรัง และมีดินร่วนปนทรายบ้างเล็กน้อยตามที่ราบลุ่มแหล่งน้ำธรรมชาติ สภาพดินทั่วไปเหมาะแก่การปลูกไม้ยืนต้น หรือไม้เศรษฐกิจ ในบริเวณเชิงเขาส่วนที่ราบลุ่มตามแหล่งน้ำเหมาะที่จะปลูกไม้ผล พืชไร่ และพืชผัก

ในช่วงฤดูแล้งเกิดไฟป่าและพื้นที่การเกษตรได้รับความเสียหาย ฤดูฝนมีฝนตกชุก จะเกิดอุทกภัยทุกปี เนื่องจากมีพื้นที่ป่าน้อยไม่สามารถเก็บน้ำได้ และฤดูหนาวมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยระหว่าง 13-36 องศาเซลเซียส จึงเป็นแหล่งท่องเที่ยวสำคัญของจังหวัดราชบุรี

2. ลักษณะประชากร

ประชากรส่วนใหญ่อพยพการตั้งถิ่นฐานมาจากอำเภออื่นๆ ในเขตจังหวัดราชบุรีและจังหวัดใกล้เคียง เช่น นครปฐม สุพรรณบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม กาญจนบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ส่วนใหญ่มีเชื้อสายลาวพวน ลาวญวน ลาวโซ่ง และเชื้อสายกะเหรี่ยง

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสม (Carbon storage change)

ปริมาณคาร์บอนสะสมเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศบริการ จากงานวิจัยของ Daniel, et al. (2005) ได้จำลองสถานการณ์การสูญพันธุ์ที่เป็นไปได้ของชนิดต้นไม้ในป่าเขตร้อนของประเทศปานามา พบว่าสาเหตุการสูญพันธุ์มาจากการเปลี่ยนแปลงการประกันทางชีวภาพ (Biological insurance) มากกว่า 400% และการกักเก็บคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินมากกว่า 600% เป็นไปได้ว่าปริมาณคาร์บอนสะสมในป่าเขตร้อนมีอิทธิพลอย่างมากกับองค์ประกอบของชนิดพืชพรรณ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมนั้นอาจมีด้วยกันหลายสาเหตุ เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลให้ระบบนิเวศบริการเปลี่ยนแปลงไป สังเกตได้จากการลดลงของทรัพยากรด้านต่างๆ ในพื้นที่โดยเฉพาะทรัพยากรป่าไม้และพืชพรรณต่างๆ ที่ถูกนำมาทำที่อยู่อาศัย ถูกบุกรุกพื้นที่ให้กลายเป็นการใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่น เช่น การทำพื้นที่เกษตรกรรม เป็นต้น

จากเหตุดังที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมมีความสัมพันธ์กับปริมาณพืชพรรณในพื้นที่ และการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นๆ การคำนวณหาค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสม โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการรับรู้ระยะไกล (RS) เพื่อศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในเชิงบูรณาการสามารถช่วยจัดการการกักเก็บคาร์บอน และนำเสนอกลยุทธ์การตรวจสอบปริมาณคาร์บอนได้อย่างน่าสนใจ วิธีการนี้จัดว่ามีประสิทธิภาพและประหยัดค่าใช้จ่ายอีกทั้งสามารถใช้อธิบายความแปรปรวนเชิงพื้นที่ การทำนายศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนและรายได้ และกลยุทธ์ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ระดับท้องถิ่นและระดับภูมิภาค (Jeyanny, et al., 2011)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการรับรู้ระยะไกล (RS) สามารถใช้ในการจัดเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงเวลาที่สามารถเอื้อประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยวัฏจักรคาร์บอน อีกทั้งยังสามารถทำหน้าที่เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจ และเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการ และการตรวจสอบการกักเก็บคาร์บอนได้เป็นอย่างดี

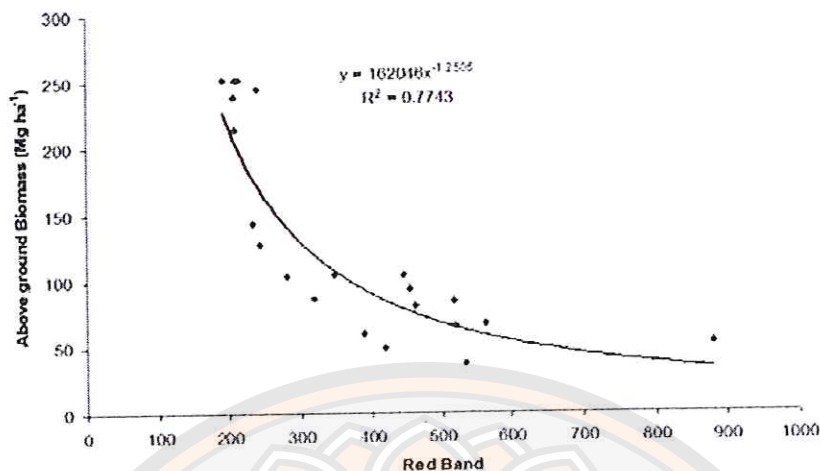
ประสิทธิภาพการใช้เทคนิคการรับรู้ระยะไกล (RS) จะขึ้นอยู่กับสภาพจริงของพื้นที่และวิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อที่จะตรวจวัดความแปรปรวนเชิงพื้นที่และช่วงเวลาที่เหมาะสม เครื่องมือการรับรู้ระยะไกล (RS) เช่น Synthetic Aperture Radar (SAR), Light detection and ranging (LiDaR) และ ดาวเทียมสำรวจได้แก่ LANDSAT, SPOT และ Ikonos สามารถใช้ในการทำแผนที่การกักเก็บปริมาณคาร์บอนสะสม (Goetz, et al., 2009)

Patenaude, et al. (2005) กล่าวว่า ระบบการรับรู้ระยะไกล (RS) เป็นตัวชี้วัดทั่วไปที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องตามเงื่อนไข ทางชีวฟิสิกส์และพืชที่ปกคลุมดิน ตัวชี้วัดเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กับการสะท้อนสเปกตรัมของช่วงคลื่นต่างๆ โดยพืชในแต่ละพื้นที่ส่งผลให้เกิดตัวชี้วัดที่เรียกกันว่าความแตกต่างดัชนีพืชพรรณ

การศึกษาจากความแตกต่างดัชนีพืชพรรณซึ่งเป็นการคำนวณโดยนำค่าการสะท้อนแสงของพืชในรูปตัวเลข (Digital number) จะทำให้ได้ผลลัพธ์ในการจำแนกบริเวณที่มีปริมาณพืชปกคลุม กับบริเวณที่ไม่มีพืชพรรณปกคลุม อีกทั้งสามารถใช้ติดตามการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของพืชพรรณได้อีกด้วย

โดยความแตกต่างของช่วงคลื่นที่สามารถมองเห็น (Visible) ในช่วงคลื่นสีแดง (Red) และคลอโรฟิลล์ในใบพืชจะดูดกลืนพลังงานช่วงคลื่นสีแดง ในทางตรงกันข้ามในแถบคลื่นช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared) ใบและกิ่งก้านพืชจะสะท้อนช่วงคลื่นได้อินฟราเรดใกล้ได้ดี

Ravi, et al. (2011) ได้นำข้อมูลดาวเทียม MODIS และแผนที่ความหนาแน่นของป่าและแผนที่ชนิดของพืชพรรณได้นำประยุกต์ใช้ในการรูปแบบสมการถดถอยเพื่อหาการแจกแจงปริมาณของมวลชีวภาพเหนือผิวดิน (Above ground biomass: AGB) ที่อยู่ในป่าในแต่ละระบบนิเวศในเขตเมืองยะมูนานากา และพันธุลา ประเทศอินเดีย โดยข้อมูลของ AGB จากการลงพื้นที่ภาคสนามเก็บตัวอย่าง 92 จุด ในพื้นที่ 0.1 เฮกเตอร์ ซึ่งเป็นการสุ่มตัวอย่างแบบกระจายครอบคลุมพื้นที่ป่าที่หลากหลายรูปแบบ สมการถดถอยของงานวิจัยนี้แสดงความสัมพันธ์ในย่านความยาวคลื่นแสงสีแดงกับปริมาณ AGB ที่ได้จากการวัดในพื้นที่ พบว่า ถ้าย่านแสงสีแดงมีปริมาณการสะท้อนมาก ซึ่งหมายถึงค่า NDVI จะมีค่าลดลง และจะสัมพันธ์กับปริมาณ AGB ที่ลดลงเช่นกัน ซึ่งหมายความว่า ค่า NDVI จะแปรผันโดยตรงกับปริมาณ AGB



ภาพ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือผิวดิน (Above ground biomass) และข้อมูลดาวเทียม MODIS ช่วงแสงสีแดง

ที่มา: Ravi, et al., 2011

การใช้งานรวมกันของแบบจำลองชีวมวลและความแตกต่างดัชนีพืชพรรณ (NDVI) สามารถใช้หาข้อมูลการประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนได้ในพื้นที่ป่าประเภทต่างๆ เช่น ป่าเขตอบอุ่น ป่าฝนแอตแลนติก ป่าพรุ ป่าไผ่ ตลอดจนพื้นที่ผิวดิน พื้นที่การเกษตร และพื้นที่กึ่งแห้งแล้ง (Dong, et al., 2003; Freitas, et al., 2005; Burgheimer, et al., 2006; Nosetto, et al., 2006; Yan, et al., 2007; Gandaseca, et al., 2009; Watts, et al., 2009 and Du, et al., 2010) จึงได้มีการนำเทคนิคการหาปริมาณคาร์บอนสะสมด้วย NDVI ไปศึกษาในหลายพื้นที่ด้วยกัน

การฟื้นฟูสภาพป่าด้วยการปลูกป่าเพิ่มเติมก็เป็นสิ่งสำคัญ ตัวอย่างที่ชัดเจนก็คือหน่วยงานด้านป่าไม้ของสหรัฐอเมริกาได้คาดการณ์ปริมาณคาร์บอนสะสมในอนาคตช่วง 20-50 ปี หากป่าได้รับการปลูกเพิ่มเติมได้เป็นผลสำเร็จ ด้วยการบูรณาการเทคนิคการหาความแตกต่างของดัชนีพืชพรรณและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้าด้วยกัน (Niu and Duiker, 2006) วิธีการเช่นเดียวกันนี้ได้ถูกนำมาใช้ในเขตละตินอเมริกา เพื่อศึกษาสถานการณ์ปริมาณคาร์บอนสะสมในช่วง 20 ปี (Benitez and Obersteiner, 2006)

ตัวอย่างที่น่าสนใจอย่างมากก็คือ การศึกษาในประเทศยูเครน ได้นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาวิเคราะห์ร่วมกับวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินค่าคาร์บอนสะสมที่ต้องสูญเสียไป

เนื่องจากอุบัตินัยไฟป่าออกมาเป็นมูลค่า ซึ่งนับเป็นแนวทางเพื่อประมาณค่าต้นทุนธรรมชาติได้เช่นเดียวกัน (Volosko-Demkiv and Ryabokonenko, 2005)

Myeong, et al., (2005) ได้มีการศึกษาปริมาณการจัดเก็บกระจายคาร์บอนและการเปลี่ยนแปลงของต้นไม้ในเมืองที่เมืองซีราคิวส์ รัฐนิวยอร์ก สหรัฐอเมริกา โดยการให้ความสำคัญในการทำความเข้าใจบทบาทของพืชในสภาพแวดล้อมเมืองการจัดเก็บคาร์บอนด้วยต้นไม้ โดยใช้ ค่า NDVI ในแบบจำลองผลกระทบพื้นที่ป่าในเมือง (Urban forest effect model: UFEM) เนื่องจากป่าในเขตเมืองซีราคิวส์ ก็คือ พื้นที่ป่าที่ยังหลงเหลืออยู่ในเขตเมือง (Stephanie, 2011) อีกนัยหนึ่งก็คือ สภาพของรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน ที่ยังคงหลงเหลืออยู่หลังจากพื้นที่เมืองซีราคิวส์ ได้ถูกเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินจากสภาพป่าดั้งเดิมไปแล้ว ตามเกณฑ์การลดลงของป่า (Deforestation) ของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ผลการคำนวณจากลำดับช่วงเวลาปี 1985 1992 และ 1999 ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT พบว่า ปริมาณการจัดเก็บคาร์บอนและการเปลี่ยนแปลงของต้นไม้ในเมืองมีความแปรผันตามรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมืองซึ่งประเมินได้ คือ 146,800 ตัน 149,430 ตัน และ 148,660 ตัน คาร์บอน สำหรับปี 1985 1992 และ 1999 ตามลำดับ

ผลการศึกษาในพื้นที่เขตร้อนที่มีภูมิอากาศใกล้เคียงกับประเทศไทยของ Pareta, et al., (2011) การประมาณปริมาณคาร์บอนสะสมโดยใช้วิธีการรับรู้ระยะไกลในพื้นที่ตำบลชาการ์ ในรัฐมัธยประเทศ ประเทศอินเดีย โดยใช้ข้อมูล NDVI จากดาวเทียม Landsat 7 ETM+ ในช่วงเดือนธันวาคม 2550 และข้อมูลจากดาวเทียมอื่นๆ ข้อมูลปริมาณคาร์บอนสะสมจากการแผ่รังสีเกตได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูล NDVI, ดัชนีพืชพรรณที่มีการปรับสภาพดิน (Soil-adjusted Vegetation Index: SAVI) และค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index: LAI) โดยเฉพาะข้อมูล NDVI จากดาวเทียม Landsat 7 ETM+ ได้ถูกนำมาประมาณเพื่อหาปริมาณคาร์บอนสะสมตามสมการที่ใช้หาปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินในเมืองซีราคิวส์ จากผลการศึกษาปริมาณคาร์บอนสะสมจากการแผ่รังสีเกตสอดคล้องปริมาณคาร์บอนสะสมที่คำนวณจากสมการ UFEM

ในปี 2012 ได้ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและปริมาณคาร์บอนสะสมในพื้นที่กรณีศึกษาในอุทยานแห่งชาติและเขตอนุรักษ์เสือ Ranthambhore tiger reserve, Rajasthan ประเทศอินเดีย ซึ่งลักษณะป่าในเขตอุทยานเป็นป่าในเขตร้อน ในการประมาณปริมาณคาร์บอนสะสมในงานวิจัยนี้ จะใช้โมเดล The InVEST 2.4.2 Carbon Model ซึ่งเป็นโมเดลที่ใช้ข้อมูลรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินมาหาค่าคาร์บอนสะสม

และ The NLLUF-KP10 Model เป็นโมเดลที่ใช้ค่า NDVI, LAI และ HFD (Hybrid Field Data) มาคำนวณหาปริมาณค่าคาร์บอนสะสม ซึ่งในส่วนของข้อมูลจาก NDVI ได้ใช้สมการในการคำนวณค่าคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินในเมืองซีราคัส ผลการศึกษาปริมาณคาร์บอนสะสมจากโมเดลทั้งสอง สอดคล้องกับปริมาณคาร์บอนสะสมที่คำนวณจากสมการ UFEM

ส่วนใหญ่การจัดการป่าในเขตเมืองอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพนั้นจะใช้วิธีการและเครื่องมือเชิงพื้นที่อย่าง GIS, GPS และ RS ที่สามารถทำงานร่วมกันได้ดีทั้งในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และรายงานผล ดังนั้น UFEM จึงเป็นแบบจำลองที่สามารถคาดการณ์สิ่งปกคลุมดิน โครงสร้างป่า องค์ประกอบและปัจจัยการเจริญเติบโตของชนิดต้นไม้ ผลกระทบจากเกาะร้อนในเขตเมือง และปริมาณสะสมคาร์บอนได้อีกด้วย (Kathleen, et al., 2006)

Shi, et al. (2009) สร้างรูปแบบนโยบายสภาพภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมแบบบูรณาการ (Environmental policy integrated climate: EPIC) ในเมือง Huang Hai Plain ของจีน โดยรวมฐานข้อมูลดินกับอากาศ เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสำหรับระบบการปลูกพืชทางการเกษตร มันก็พบว่าดินที่มีศักยภาพ การกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด ในพื้นที่การตัดคู่กับข้าวสาลี ข้าวโพดภายใต้ระบบการไถพรวนดินธรรมดาจะช่วง 0.16-0.43 Pg ของคาร์บอน โดยไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญใดๆ ในผลผลิตพืช (Thomson, et al., 2006) ในการตรวจสอบแบบจำลองดินที่มีศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่กีดเขา ซึ่งความสัมพันธ์ที่มีศักยภาพดิน การกักเก็บคาร์บอน กับการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่สูงชนิดของดินและวัสดุที่ปกคลุมดินที่ได้รับการสำรวจโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Barano, et al. (2010) ทำการศึกษาเปรียบเทียบภูมิทัศน์ธรรมชาติในเขตพื้นที่ตอนกลางของสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย ก็พบว่าการสูญเสียคาร์บอนจากการวางแผนที่ดินโดยรัฐ ทำให้ปริมาณคาร์บอนสะสมลดน้อยลง จากสถานการณ์คาดว่าปริมาณคาร์บอนสะสมมีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อยๆ หากยังมีการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าเป็นแหล่งเพาะปลูกตามการวางแผนที่ดินโดยรัฐ

Ratmanee, et al. (2010) ศึกษาความเข้าใจต่อรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมแต่ละชนิดในพื้นที่ลุ่มน้ำตาคลองตอน เพื่อการวางแผนนโยบายในการพัฒนาและการจัดการในพื้นที่ลุ่มน้ำที่เป็นแหล่งกำเนิดของโดยการนำเทคนิคการสำรวจระยะไกลและแบบจำลองมาร์คอฟมาใช้ในการศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงและคาดการณ์สัดส่วนของสิ่งปกคลุมประเภทต่างๆ ในอนาคต โดยจำแนกเป็นพื้นที่ป่าไม้ ป่าเสื่อมโทรม เกษตรกรรม ชุมชน

และแหล่งน้ำ ผลที่ได้พบว่าเทคนิคและแบบจำลองดังกล่าว สามารถนำมาสร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ได้

นอกจากนี้ความหนาแน่นของต้นไม้มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดิน กล่าวคือเมื่อความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้นปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน (Supawan, et al., 2010)

การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use change)

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเกิดขึ้นอย่างกว้างขวาง ส่วนใหญ่มาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพเศรษฐกิจและสังคม ประกอบกับการละทิ้งพื้นที่ในชนบทและแนวโน้มรูปแบบเช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นของใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการแสวงหาผลประโยชน์จากทรัพยากรในเขตยุโรป (Stellmes, et al., 2012) ระบบของกระบวนการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในระดับสากล อธิบายตามรูปแบบร่วมวิวัฒนาการของปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์กับธรรมชาติ ซึ่งเชื่อมโยงวิธีการปรับตัวในกลุ่มคาบสมุทรไอบีเรีย ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าบางพื้นที่ต้องเผชิญการรบกวนอย่างฉับพลัน ส่วนใหญ่เกิดจากไฟไหม้เมื่อเทียบจากการเพิ่มขึ้นแพร่หลายในพื้นที่ที่อยู่อาศัย คือ การลดลงของการผลิตหลังจากการรบกวนก็จะได้ข้อสรุปว่าพื้นที่สีเขียวมีการจัดเรียงที่แตกต่างกันของความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม (Hill, et al., 2008)

การเปลี่ยนแปลงในการใช้ประโยชน์ที่ดินไม่ได้เป็นรูปแบบคงที่และไม่ได้เป็นการกำหนดขึ้น หากแต่เป็นการเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินอาจเกิดจากการตอบสนองต่อนิเวศวิทยาเชิงลบที่เกิดขึ้นจากการสูญเสียของทรัพยากรที่สำคัญหรือจากการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นค่อนข้างเป็นอิสระจากระบบนิเวศ จากการสำรวจแหล่งที่มาของการเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นส่วนใหญ่มาจากทางสังคมนิเวศภายนอกหรือปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมภายนอก (Lambin, 2009)

Bibby (2009) ทำการศึกษาพื้นที่สหราชอาณาจักรและประเทศภายใต้การปกครอง ซึ่งได้มีปรับปรุงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทั้งขอบเขตและคุณภาพ พบว่าภาพการกระจายตัวของเมืองไม่ได้เป็นการบุกรุกพื้นที่ชนบทแต่เป็นการกำลังสร้างที่อยู่อาศัยใหม่ขึ้นภายในถิ่นฐานที่มีอยู่หรือในการพัฒนาชนบท ซึ่งในอดีตเมื่อ 25 ปีก่อน การปลูกพืชและทุ่งเลี้ยงสัตว์จำนวนมากได้ถูกเปลี่ยนเป็นป่าไม้มากกว่าการเป็นที่อยู่อาศัย และข้อมูลยังคงแสดงให้เห็นว่ากลไกการตลาด ภาษีและเงินอุดหนุน มีผลในการตัดสินใจต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินของนักพัฒนาเกษตรกรรม และผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

Barano, et al., (2010) ทำการศึกษาบริเวณสุมาตราของประเทศอินโดนีเซีย พบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินถูกปรับโครงสร้างพื้นที่ให้เหมาะสมแก่ภาคการเกษตร ตามนโยบายรัฐบาล

อนุชิต วงศาโรจน์ (2537) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์บริเวณแม่น้ำสายและ แม่น้ำรวก เขตแดนระหว่างไทยกับพม่า พบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศจะเกิดจากตัวการ ทางธรรมชาติควบคู่ไปกับการกระทำของมนุษย์ เมื่อมีการกำหนดเขตความเจริญในภูมิภาค และการพัฒนาการท่องเที่ยวตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525 -2529) ทำให้เขตพื้นที่เมือง และพาณิชยกรรม บริเวณชายแดนเกิดความหนาแน่น และขยายตัวออกสู่รอบนอก พร้อมทั้งมีแนวโน้มที่จะขยายเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

ภัทรพร พิมดี และคณะ (2554) ทำการบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย ได้มีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยสร้างแนวกันชน (Buffer line) ในระยะ 2 กิโลเมตรจะได้ชั้นข้อมูล แผนที่ใหม่ที่มีขนาดความกว้างของพื้นที่จากตำแหน่งที่เลือกเท่ากับระยะทางของพื้นที่กันชนที่ได้ กำหนด พบว่ามีพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าไม้เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุดคิดเป็น ร้อยละ 23.49 ของพื้นที่ป่า

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

พื้นที่ศึกษา

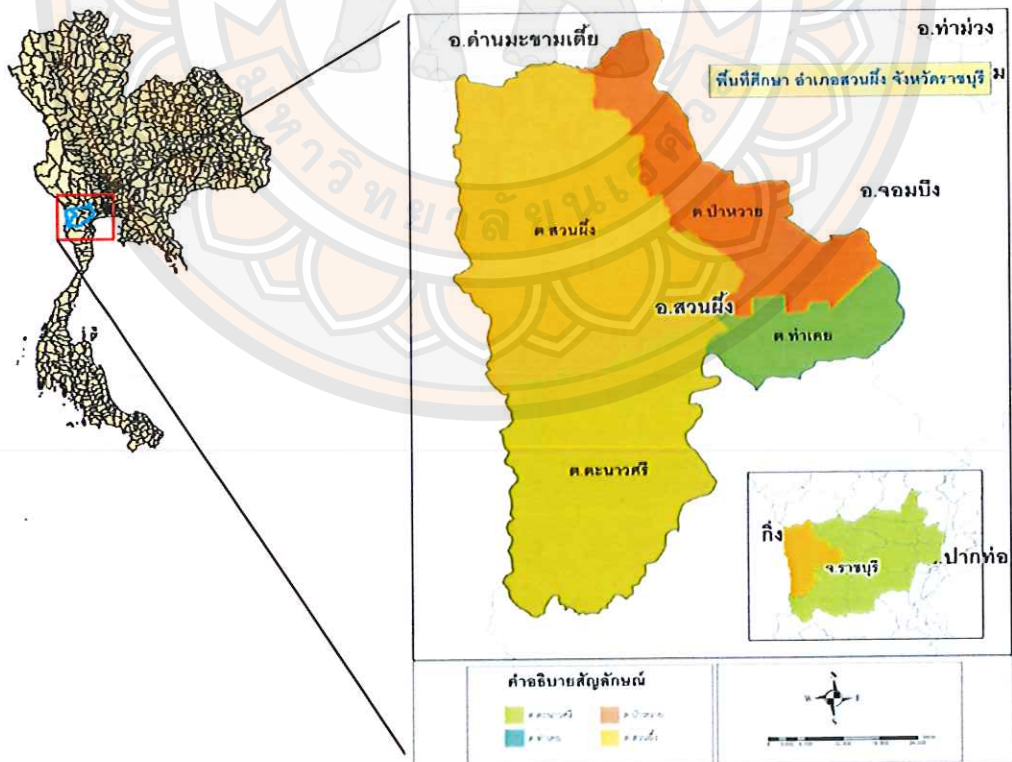
อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี พิกัดภูมิศาสตร์ระหว่างละติจูดที่ 13 องศา 28 ลิปดา 50 พิลิปดาเหนือถึงละติจูดที่ 13 องศา 44 ลิปดา 36 พิลิปดาเหนือและลองจิจูดที่ 99 องศา 10 ลิปดา 19 พิลิปดาตะวันออกถึงลองจิจูดที่ 99 องศา 12 ลิปดา 13 พิลิปดาตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 1,073 ตารางกิโลเมตร มีเขตการปกครองประกอบด้วย 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลสวนผึ้ง ตำบลป่าห้วย ตำบลท่าเคย และตำบลตะนาวศรี โดยมีเขตพื้นที่ติดต่อดังภาพ 2

ทิศเหนือ ติดต่อกับ อำเภอด่านมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี

ทิศใต้ ติดต่อกับ กิ่งอำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี

ทิศตะวันออก ติดต่อกับ อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ จังหวัดทวาย ประเทศสาธารณรัฐสังคมนิยมสหภาพเมียนมาร์



ภาพ 2 พื้นที่ศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม สำรวจสภาพในพื้นที่ ได้แก่ การสังเกต และข้อมูลจากหน่วยงาน และกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่การศึกษา รวมทั้งข้อมูลแผนที่ และข้อมูลดาวเทียม

1.1 ข้อมูลแผนที่มาตราส่วน 1: 50,000 ลำดับชุด L7018 ระวัง 4835 I ชื่อระวัง บ้านโป่งกระหิง และ 4836 II ชื่อระวัง อำเภอสวนผึ้ง

1.2 ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ ปี พ.ศ. 2545 (เดือนเมษายน) และพ.ศ. 2555 (เดือนธันวาคม) เขตอำเภอสวนผึ้ง path 259/row 323, path 259/row 322 และ path 261/row 323

2. ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่บุคคลหรือหน่วยงาน ได้ทำการศึกษา หรือรวบรวมไว้แล้ว เช่น เอกสารงานวิจัย บทความ และหนังสือที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในและนอกพื้นที่

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และโปรแกรมสำรวจการรับรู้ระยะไกล

การหาค่าปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้การหาค่าปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินจากข้อมูลดาวเทียม โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

1. การปรับค่าการสะท้อนของชั้นบรรยากาศ Top of Atmosphere (TOA)

การคำนวณภาพดาวเทียม 2 ภาพ ที่ต้องใช้ค่าการสะท้อนของจากที่อยู่ในช่วงคลื่นแสงสีแดงและช่วงคลื่นอินฟราเรดนั้น ทำให้สามารถจำแนกค่าที่ได้จากข้อมูลที่เป็นพื้นดินบนแผนที่ได้ 3 ประเภทนั้นคือ น้ำ (มหาสมุทร ทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำ ฯลฯ) ดิน (หิน สิ่งก่อสร้าง ถนน ฯลฯ) และพืชพรรณ (ป่า หญ้า สวนผลไม้ ฯลฯ) ภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ แบนด์ 3 และ 4 หรือช่วงคลื่นแสงสีแดงและอินฟราเรด ตามลำดับ สามารถใช้ในการคำนวณค่า NDVI ได้ แต่ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียม นั้น เป็นข้อมูลแบบ 8 บิต ซึ่งอยู่ในช่วง 0-255 ดังนั้น จึงจำเป็นต้องแปลงข้อมูลเหล่านี้ให้เป็นค่าการสะท้อน TOA เพื่อใช้ในการคำนวณค่า NDVI

ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT ที่ได้จาก USGS นั้น มีความถูกต้องแม่นยำสูง แต่เป็นข้อมูลแบบ 8 บิต ซึ่งอยู่ในช่วง 0-255 ในแต่ละเมทริกซ์ของข้อมูลภาพจะเป็นข้อมูลตัวเลขดิจิทัล (Digital Number: DN) แต่ในการคำนวณค่า NDVI นั้น ต้องการวัดค่าการสะท้อนที่สัมพันธ์กับการสะท้อนพลังงานจากดวงอาทิตย์บนผิวโลก ในขั้นตอนแรกจะเป็นการแปลงค่า DN เป็นค่าการแผ่รังสี (Radiance) โดยใช้สมการ ดังนี้

$$L_\lambda = (\text{gain} \cdot \text{DN}) + \text{Bias}_\lambda \quad (1)$$

L_λ คือ ค่าการแผ่รังสี ในย่านของแสงที่คำนวณ ซึ่งมีความยาวคลื่นเท่ากับ λ

DN คือ ค่าตัวเลขดิจิทัลของจำนวนพิกเซลของภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 7 EMT+ gain และ Bias_λ คือ ค่าพารามิเตอร์ของการปรับเทียบของเซนเซอร์ของ LANDSAT 7 EMT+

ค่า gain และ Bias_λ สามารถหาได้จากตารางในรายงานของ Claudio, 2013 ดังนี้

ตาราง 1 แสดงค่า Gain และ Bias สำหรับแบนด์ 3 และ 4

Spectral Band	gain	Bias _λ
Band 3	0.621654	-5.62
Band 4	0.639764	-5.74

ที่มา: Claudio, 2013

ค่า L_λ ที่คำนวณได้นี้ เป็นค่าที่วัดจากเซนเซอร์ของดาวเทียมโดยไม่ได้พิจารณาถึงตำแหน่งของดวงอาทิตย์และปริมาณพลังงานของดวงอาทิตย์ในแต่ละย่าน ในการหาค่า NDVI นั้น ต้องพิจารณาถึงค่าการสะท้อนเชิงประสิทธิผล (Effective reflectance) ซึ่งมาจากพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ค่าความยาวคลื่นต่างๆ ที่สะท้อนจากพื้นผิว ในการคำนวณหาค่า TOA reflectance หาได้จากสมการ 2 ดังนี้

$$R_\lambda = \frac{\pi \cdot L_\lambda \cdot d^2}{E_{\text{sun},\lambda} \cdot \sin(\theta_{SE})} \quad (2)$$

โดยที่

R_λ คือ การสะท้อน (Reflectance) ในช่วงความยาวคลื่น λ

d คือ ระยะห่างระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ในหน่วยดาราศาสตร์ (Astronomical unit: AU)

(1 AU = 149,597,870,691±30 เมตร)

$E_{s_{tot},\lambda}$ คือ ค่ากลางของความรับอาบรังสีดวงอาทิตย์ภายนอกชั้นบรรยากาศในแต่ละย่าน

$\sin(\theta_{SE})$ คือ มุมเงยที่ทำกับดวงอาทิตย์

ค่า $E_{s_{tot},\lambda}$ หาได้จากตารางในรายงานของ Claudio, 2013 ดังนี้

ตาราง 2 แสดงค่าช่วงคลื่นสะท้อนแสงเฉพาะของดวงอาทิตย์ใน แบนด์ 3 และ 4

Spectral Band	$E_{s_{tot},\lambda}$
Band 3	1533
Band 4	1039

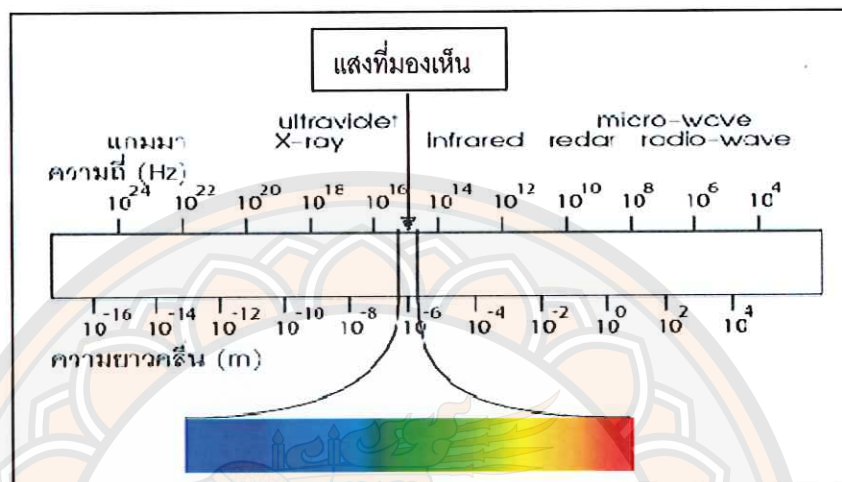
ที่มา: Claudio, 2013

ค่าของ d และ $\sin(\theta_{SE})$ เป็นค่าที่สัมพันธ์กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน ในรอบปี ค่าเหล่านี้หาได้จากไฟล์เมตาดาตา (metadata) หรือข้อมูลพื้นฐานที่มาพร้อมกับภาพถ่าย จากดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ เช่น ค่า d สามารถหาได้จากตาราง DOY (Day of year) ถ้าข้อมูลภาพถูกถ่ายไว้ในวันที่ 121 ของปี ซึ่งจะตรงกับค่า $d = 1.00756$ AU

2. การหาดัชนีพืชพรรณ (Vegetation index)

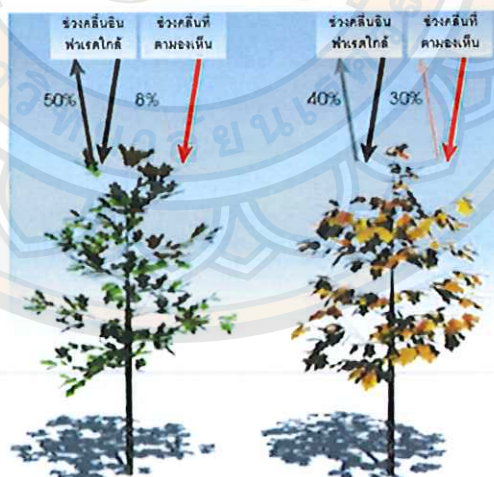
การแปลตีความพื้นที่ป่าไม้ โดยนำดัชนีพืชพรรณ (Vegetation index) มาช่วยในการจำแนกเพื่อเพิ่มความถูกต้อง ซึ่งสัญญาณจาก NDVI ได้ถูกพัฒนาให้ดีขึ้นและลดผลกระทบจากการส่งสัญญาณผ่านชั้นบรรยากาศ ลักษณะภูมิประเทศ มุมเงยจากดวงอาทิตย์ และมุมอิมิตติ (Raymond, et al., 2002) และดัชนีพืชพรรณเป็นตัวชี้ถึงพื้นที่ที่มีพืชปกคลุม พื้นที่ที่พืชปกคลุมหนาแน่นจะมีความแตกต่างจากพื้นที่ที่พืชปกคลุมอยู่น้อยและมีความแตกต่างจากพื้นที่ที่ไม่มีพืชปกคลุม จากการนำค่าการสะท้อนแสงในรูปตัวเลข (Digital number) ของพืชในช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาคำนวณผ่านเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในพืชสีเขียวจะมีคลอโรฟิลล์ทำหน้าที่ดูดคลื่นแสงได้ดีในช่วงของความยาวคลื่น โดยคลอโรฟิลล์ a และ

คลอโรฟิลล์ b จะรับคลื่นแสงสีแดงได้ ดังนั้นบริเวณที่มีพืชสีเขียวจะสามารถดูดกลืนคลื่นแสงสีแดงได้มาก และสะท้อนกลับคลื่นแสงที่เหลืองกลับขึ้นไปยังดาวเทียมที่ปล่อยคลื่นแสงลงมาแล้วจะได้ผลลัพธ์ในการจำแนกบริเวณที่มีปริมาณพืชปกคลุม



ภาพ 3 แสงในช่วงคลื่น

ที่มา: <http://www.fon55.pimkong.com/23.html>



ภาพ 4 การสะท้อนแสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (Visible spectrum) และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared) ของพืชพรรณธรรมชาติ

ที่มา: http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php

หลักการคำนวณดัชนีพืชพรรณโดยวิธี Normalize Difference Vegetation Index: NDVI เป็นการพิจารณาสัดส่วนระหว่างสองช่วงคลื่น ในลักษณะการกระจายแบบปกติ คือนำช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้มาลบด้วยช่วงคลื่นแสงสีแดง แล้วหารด้วยผลบวก ของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้และช่วงคลื่นแสงสีแดง ดังนี้

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (3)$$

NDVI = ดัชนีพืชพรรณโดยวิธี Normalized difference vegetation index

NIR = ช่วงคลื่นใต้แดงใกล้หรืออินฟราเรดใกล้ (Band 4)

RED = ช่วงคลื่นแสงสีแดง (Band 3)

ตาราง 3 แสดงค่าดัชนีพืชพรรณ โดยวิธี Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

ค่า NDVI	ความหมาย
0.60 - 1.00	มีพันธุ์พืชอยู่หนาแน่นมาก เช่น พื้นที่ป่าไม้
0.30 - 0.59	มีพันธุ์พืชอยู่น้อย เช่น พื้นที่เกษตรกรรม
-1.00 - 0.29	พื้นที่ที่มีพืชปกคลุมอยู่น้อยมากหรือไม่มีอยู่เลยเช่น ทะเล

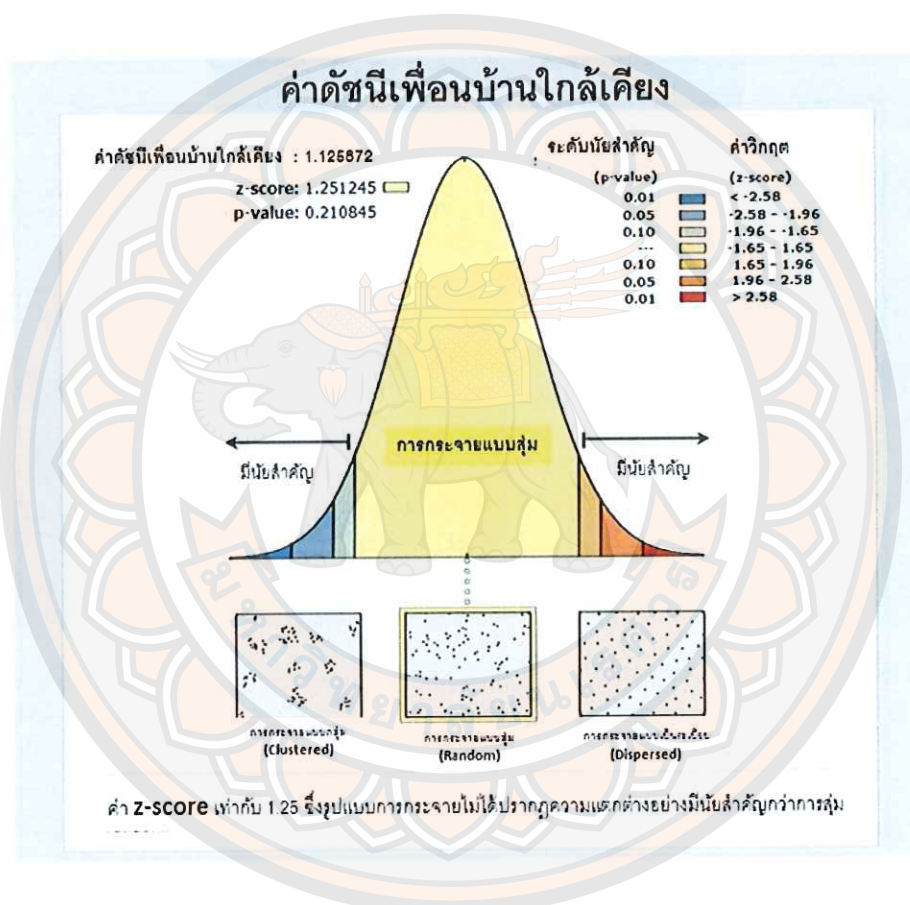
ที่มา: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2546

3. จุดสุ่มวัดคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน

เนื่องจากทีมวิจัยของสาขาวนศาสตร์ เมืองซีราคิวส์ ได้ใช้การสุ่มวัดค่าคาร์บอนสะสมแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) เพราะต้องการให้กลุ่มนักวิชาการที่สนใจจะสำรวจปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินในภายหลังได้ทราบถึงตำแหน่งและพิกัดจุดสุ่มดังกล่าวข้างต้น จะได้ตรวจสอบ และเปรียบเทียบกันได้อย่างชัดเจน การศึกษาครั้งนี้จึงสุ่มวัดค่าคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินให้สอดคล้องกับวิธีการที่เมืองซีราคิวส์ โดยใช้ค่าดัชนีเพื่อนบ้านใกล้เคียงเป็นหลักการยืนยันรูปแบบการกระจายจุดสุ่ม

ตาราง 4 แสดงค่าดัชนีเพื่อนบ้านใกล้เคียง (Nearest neighbor index)

ค่า Nearest neighbor index	ความหมาย
1.31 – 2.15	การกระจายแบบเป็นระเบียบ
0.81 – 1.30	การกระจายแบบสุ่ม
0.00 – 0.80	การกระจายแบบกลุ่ม



ภาพ 5 ตัวอย่างค่าดัชนีเพื่อนบ้านใกล้เคียง (Nearest neighbor index)
 พื้นที่เกษตรกรรม ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

4. การคำนวณหาปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน

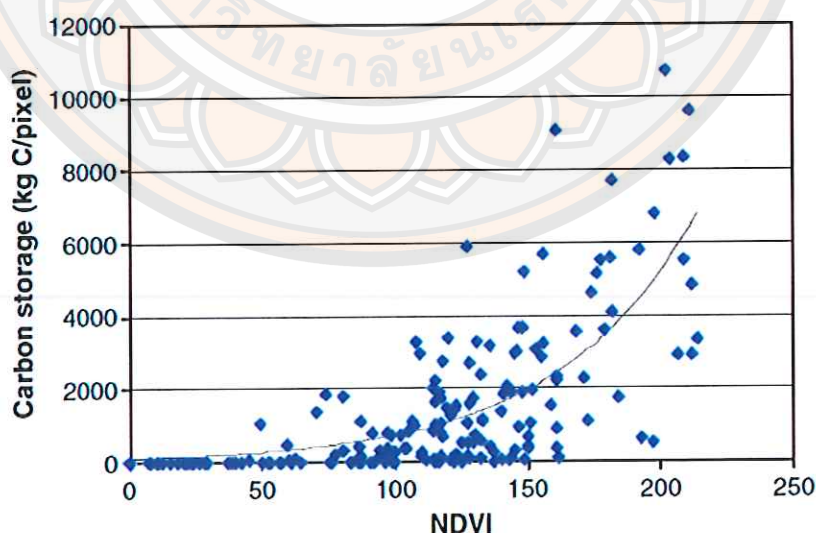
โดยสมการที่ 3 จะใช้ค่า NDVI จากดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ โดยตรงซึ่งอยู่ในช่วง 0 ถึง 255 ดังนั้นต้องปรับสเกลค่า NDVI ที่ได้จากสมการที่ 2 จากช่วง -1 ถึง 1 ให้อยู่ในช่วงดังกล่าว โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$NDVI_{Landsat} = (NDVI_{(3)} + 1) \times 127.5 \quad (4)$$

$$NDVI_{(3)} = \text{ดัชนีพืชพรรณของสมการที่ 3}$$

$$NDVI_{Landsat} = \text{ดัชนีพืชพรรณของดาวเทียม LANDSAT}$$

ปริมาณคาร์บอนสะสม (Carbon storage) โดยการประมาณค่าคาร์บอนสะสมด้วยข้อมูลภาคสนาม มีความสัมพันธ์กับค่า NDVI ซึ่งเป็นข้อมูลการรับรู้ระยะไกล (RS) สามารถนำไปใช้ในการประมาณคาร์บอนสะสมของพื้นที่ ช่วยประหยัดงบประมาณและเวลาที่ใช้ในการทำงานภาคสนาม (มณฑล สุริยาประสิทธิ์ และเชษฐา คูบรา, 2552; Pareta, et al., 2011) และในปี 2005 Myeong, et al. ได้ศึกษาประเมินปริมาณคาร์บอนในพื้นที่ภาคสนาม และวัดค่า NDVI กระจายเป็นแบบสุ่ม ทั้งหมด 190 จุด แล้วนำมาสร้างกราฟ เพื่อหาเส้นแนวโน้มซึ่งได้ค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 107.2 และ 0.0194 (ภาพ 6) จึงได้รูปแบบที่จัดเก็บคาร์บอนสะสมด้วยแบบจำลองผลกระทบพื้นที่ป่าในเมือง (Urban forest effects model) สมการที่ 5 สำหรับจัดเก็บปริมาณคาร์บอนสะสม ซึ่งเป็นการประเมินปริมาณคาร์บอนโดยประมาณ สามารถใช้ได้กับพื้นที่เมือง และพื้นที่การใช้ประโยชน์รูปแบบอื่นๆ ได้เช่นกัน อีกทั้งผลที่ได้จากสมการจะมีค่าคลาดเคลื่อนไปจากปริมาณที่วัดจริงในภาคสนามประมาณ 0.2% ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงนำสมการนี้มาใช้ในการประเมินปริมาณคาร์บอนทั้งในเมืองและพื้นที่โดยรอบ



ภาพ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณคาร์บอนสะสม (Kg C/pixel) และค่า NDVI

ที่มา: Myeong, et al., 2005

รูปแบบที่จัดเก็บคาร์บอนสะสมด้วยแบบจำลองผลกระทบพื้นที่ป่าในเมือง (Urban Forest Effects model) ดังนี้

$$C = 107.2e^{(NDVI_{Landsat} \times 0.0194)} \quad (5)$$

C = ค่าปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน

$NDVI_{Landsat}$ = ดัชนีพืชพรรณของดาวเทียม LANDSAT

5. การตรวจสอบสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษา

เป็นการสำรวจตรวจสอบพื้นที่จริงเพื่อยืนยันความถูกต้องของสิ่งปกคลุมดินที่เป็นพื้นที่ป่า โดยการเลือกสุ่มในพื้นที่ พิจารณาร่วมกับข้อมูลตำแหน่งโดยประมาณของจุดสุ่มตรวจวัดค่า NDVI จากห้องปฏิบัติการ

พิจารณาค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน

การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร จะใช้ตัวเลขของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง แต่หากมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับน้อยมาก หรือไม่มีเลย สำหรับการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยทั่วไปอาจใช้เกณฑ์ดังตาราง 2 (Hinkle D. E., 1998 อ้างอิงใน สมเกียรติ ทองรักษ์, 2555)

ตาราง 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ความหมาย
0.90 - 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
0.70 - 0.90	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
0.50 - 0.70	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
0.30 - 0.50	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
0.00 - 0.30	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

ที่มา: สมเกียรติ ทองรักษ์, 2555

การหารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดินได้แบ่งการรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 3 ระดับ ซึ่งในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนไปในเขตตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2545 ถึง ปี พ.ศ. 2555 ได้ใช้ระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในระดับที่ 1 ร่วมกับการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพจากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+

สร้างแผนที่การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือดินและรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

เป็นการรวบรวมและประมวลผลข้อมูลปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือดิน และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทั้งจากภาคสนาม และจากแปลข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตา เพื่อจัดทำแผนที่แสดงขอบเขตและการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนสะสมเหนือดิน รวมทั้งการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิประเทศ โดยจะต้องรักษามาตรฐานของความถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรป่าในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 4

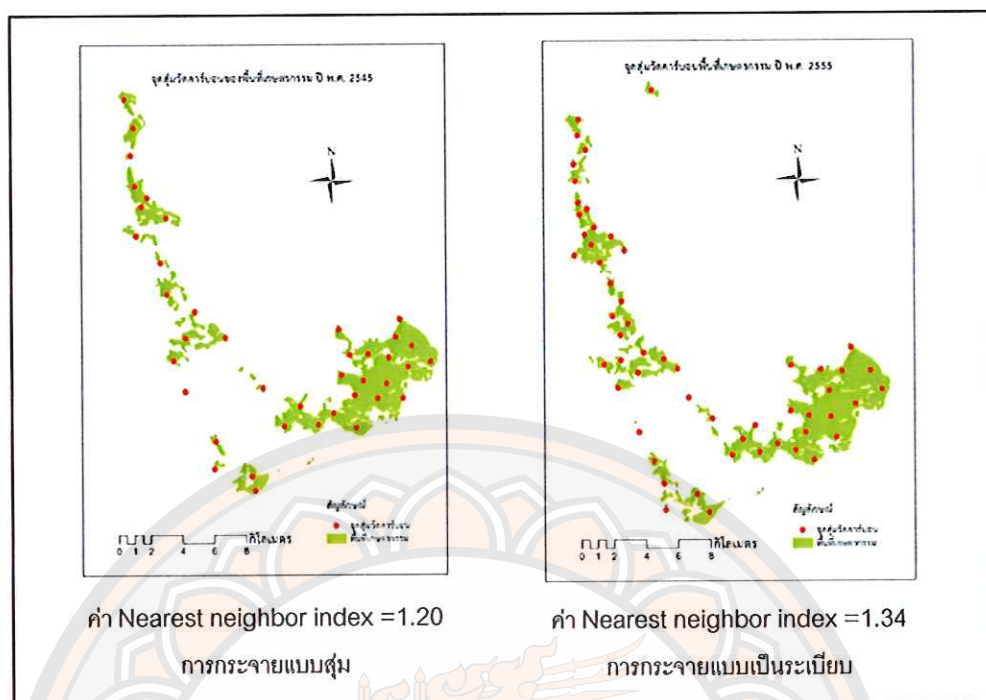
ผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในช่วงปี พ.ศ. 2545 ถึง ปี พ.ศ. 2555 จากการสุ่มจุดตรวจวัดค่า NDVI ใน 5 รูปแบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน แล้วนำมาคำนวณค่าคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และสร้างแผนที่การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสม และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งผลการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 4 เขต ดังต่อไปนี้

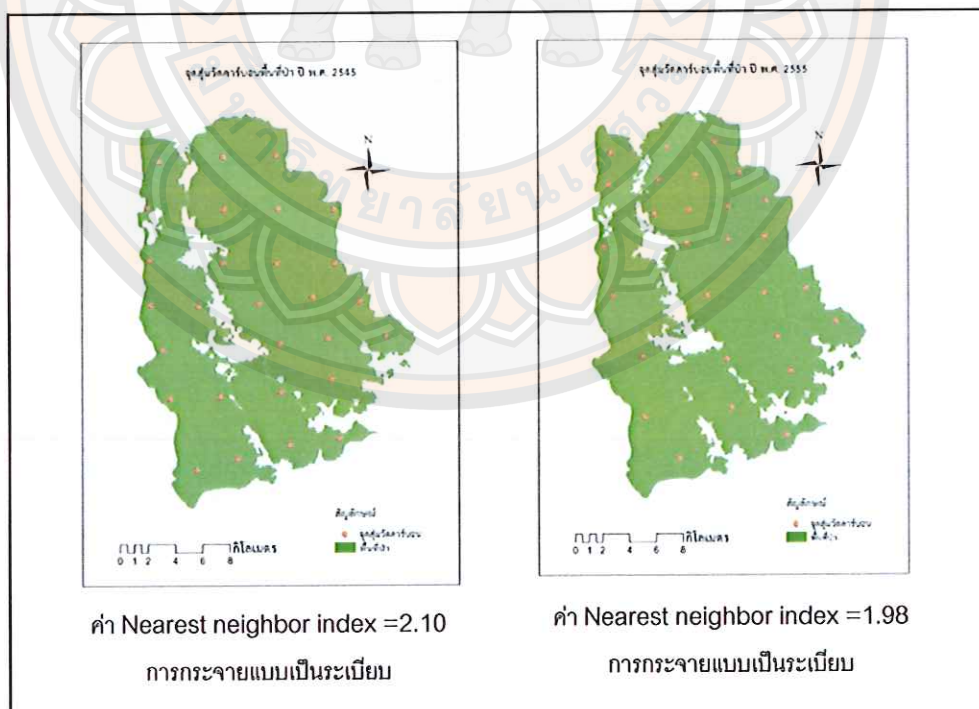
ผลการเปลี่ยนแปลงในเขตตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

1. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน

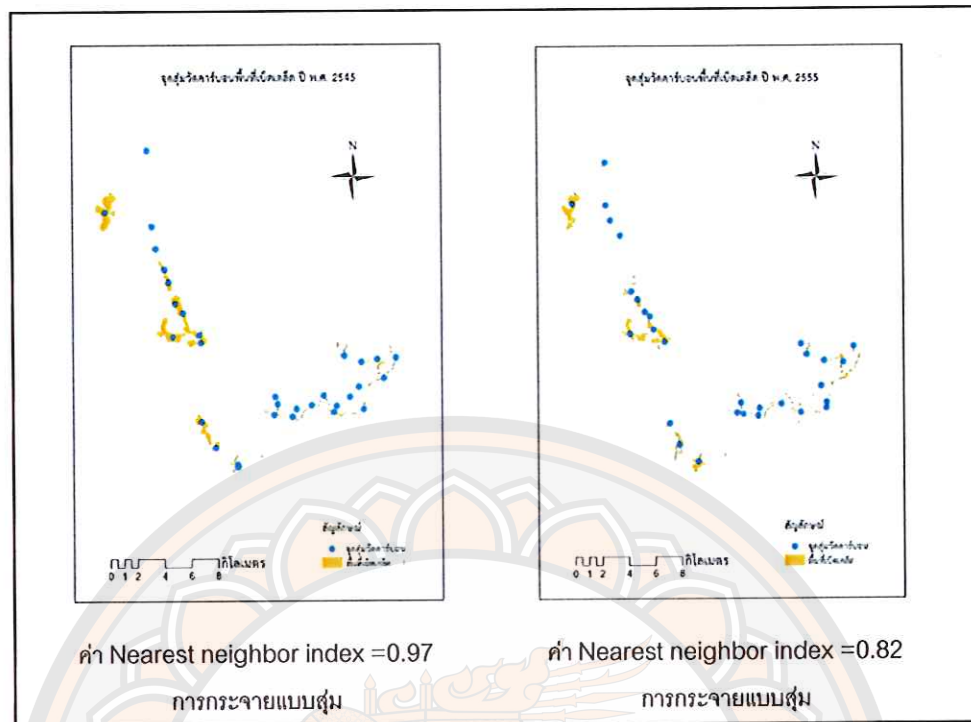
ในเขตตำบลสวนผึ้ง พบการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพรรณดังภาพ 13 จากปี พ.ศ. 2545 จนถึง ปี พ.ศ. 2555 มีพื้นที่พืชปกคลุมหนาแน่นลดลง เนื่องจากพื้นที่พืชปกคลุมน้อยถึงไม่มีเลยได้เพิ่มขึ้นบริเวณตอนกลางไปจนถึงตอนบนของตำบล สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มวัดทั้งหมดจำนวน 135 จุด (ภาพ 7 ถึงภาพ 11) พบว่า ค่าคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินพื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่ป่า พื้นที่อยู่อาศัย และพื้นที่การเกษตรกรรม มีปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินลดลง -30,383.238 Kg C -30,315.699 Kg C -15,138.167 Kg C และ-4,634.879 Kg C ตามลำดับ (ภาพ 12) และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินโดยรวม ในปีพ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2555 เท่ากับ 309,761.092 kg C และ 229,890.386 Kg C ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณลดลงถึง 79,870.706 Kg C ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลง 798.707 Kg C ต่อปี ดังตาราง 7 และค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ในพื้นที่เท่ากับ 0.99 แสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก (ภาพ 14)



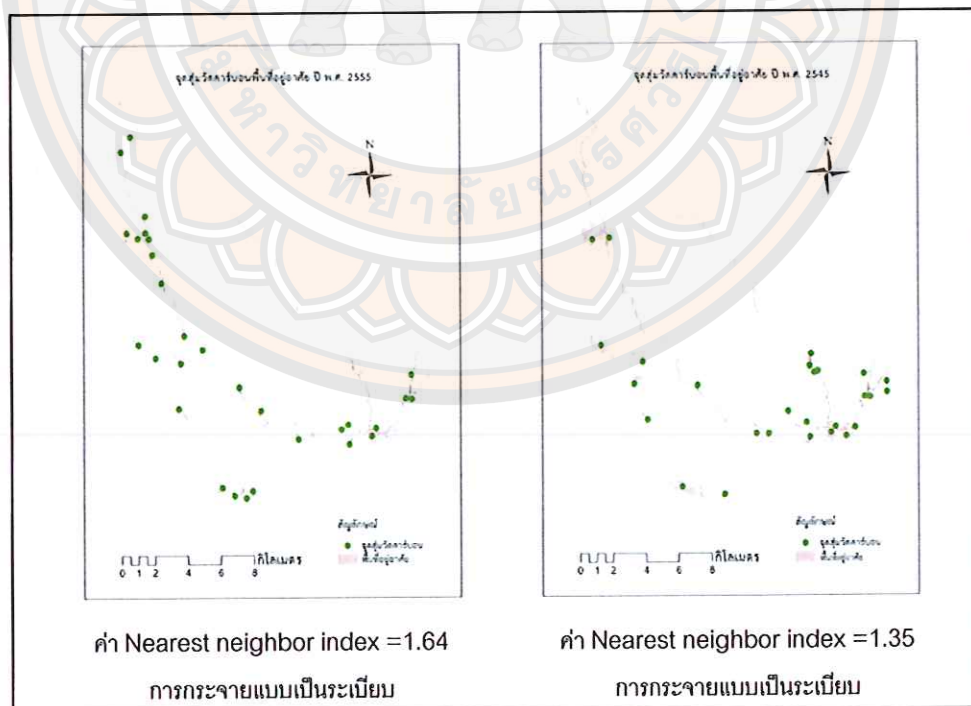
ภาพ 7 จุดสู่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่เกษตรกรรม
ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



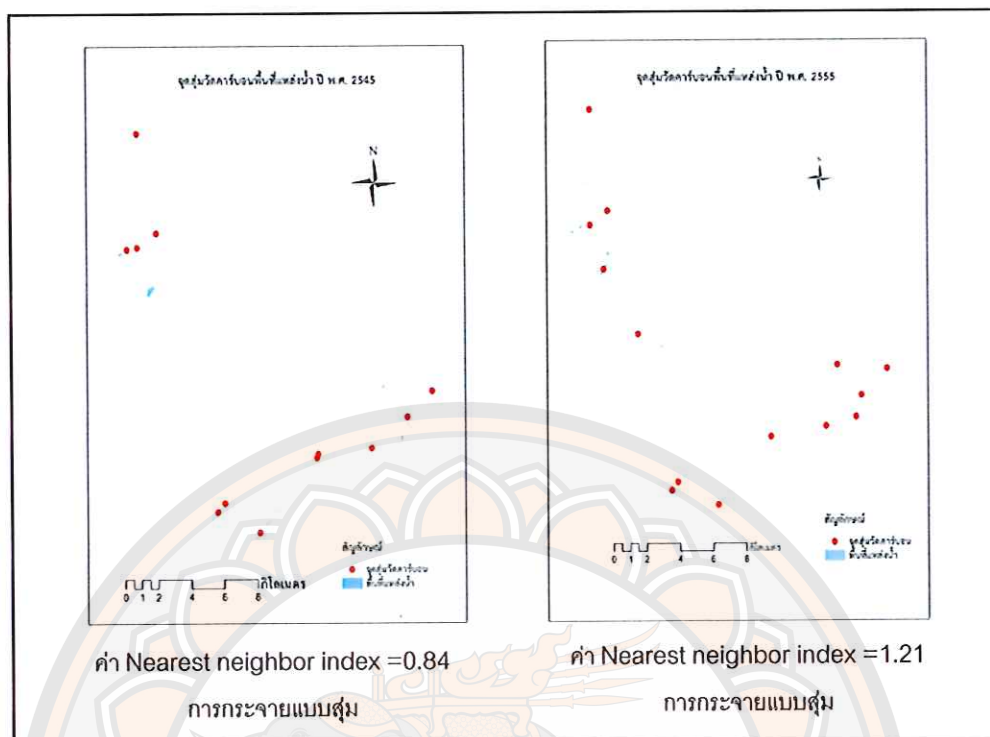
ภาพ 8 จุดสู่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่ป่า
ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



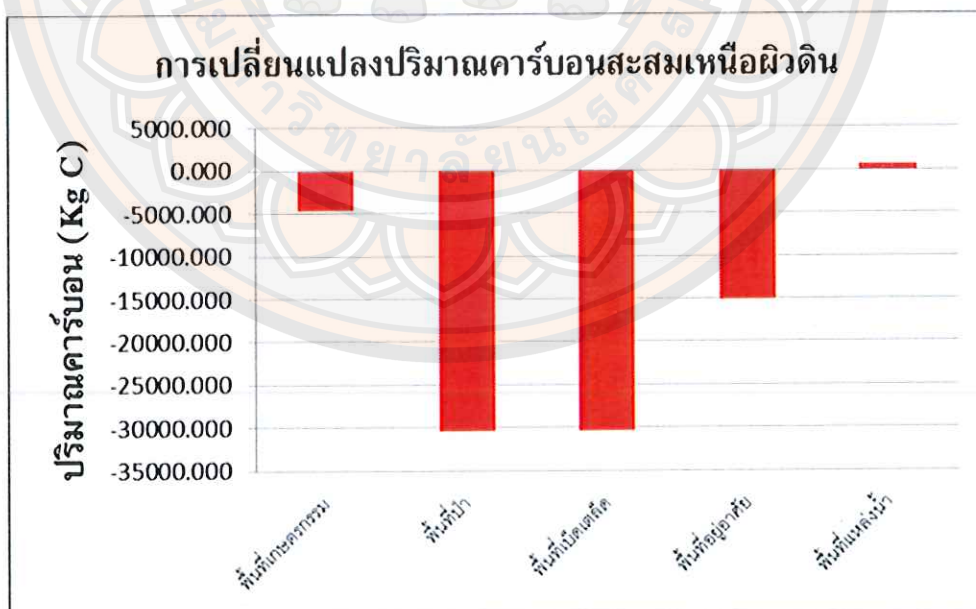
ภาพ 9 จุดวัดปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในผิวดินของพื้นที่เบ็ดเตล็ด
ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



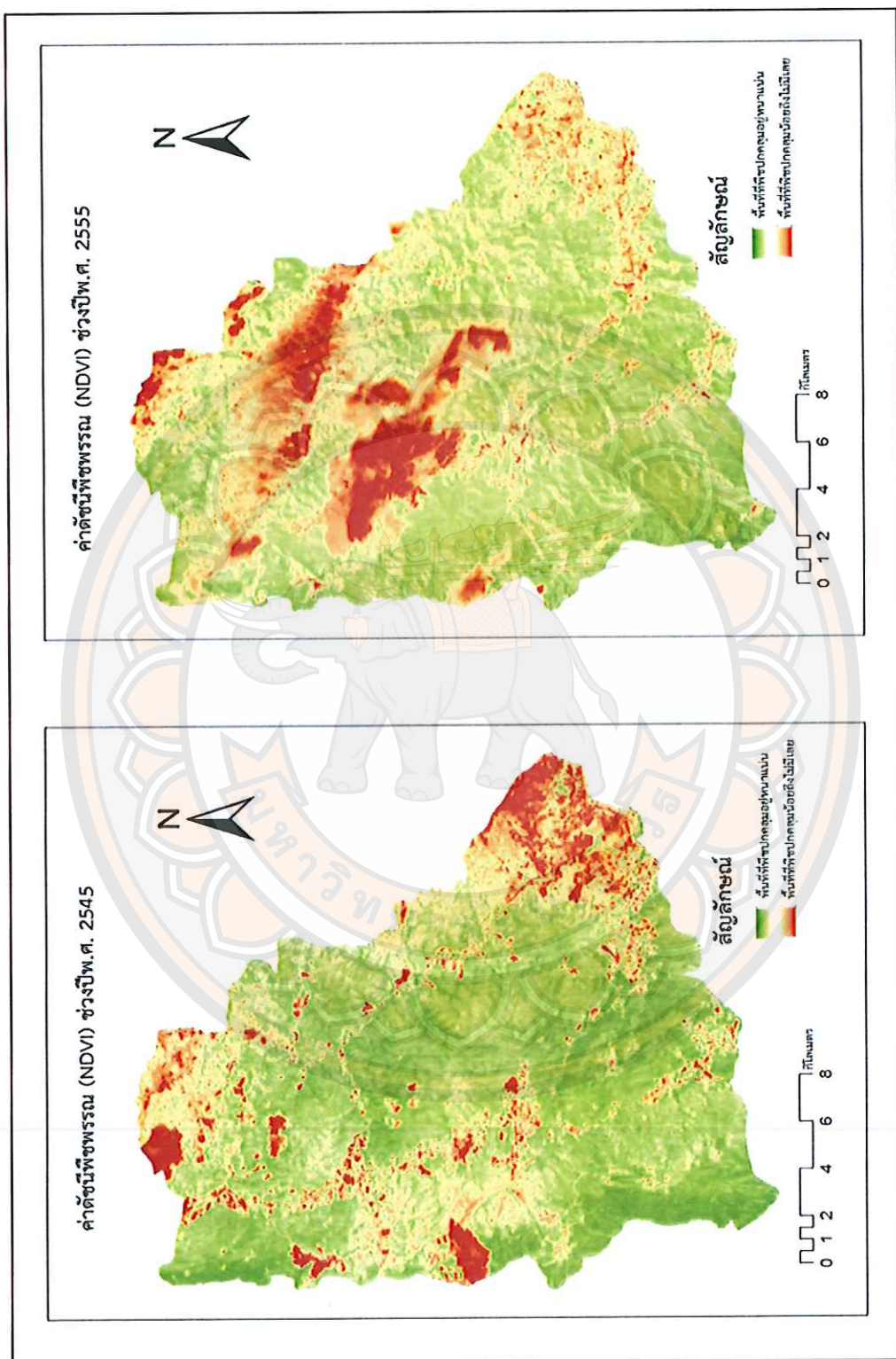
ภาพ 10 จุดวัดปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในผิวดินของพื้นที่อยู่อาศัย
ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ 11 จุดสู่วัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่แหล่งน้ำ
ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



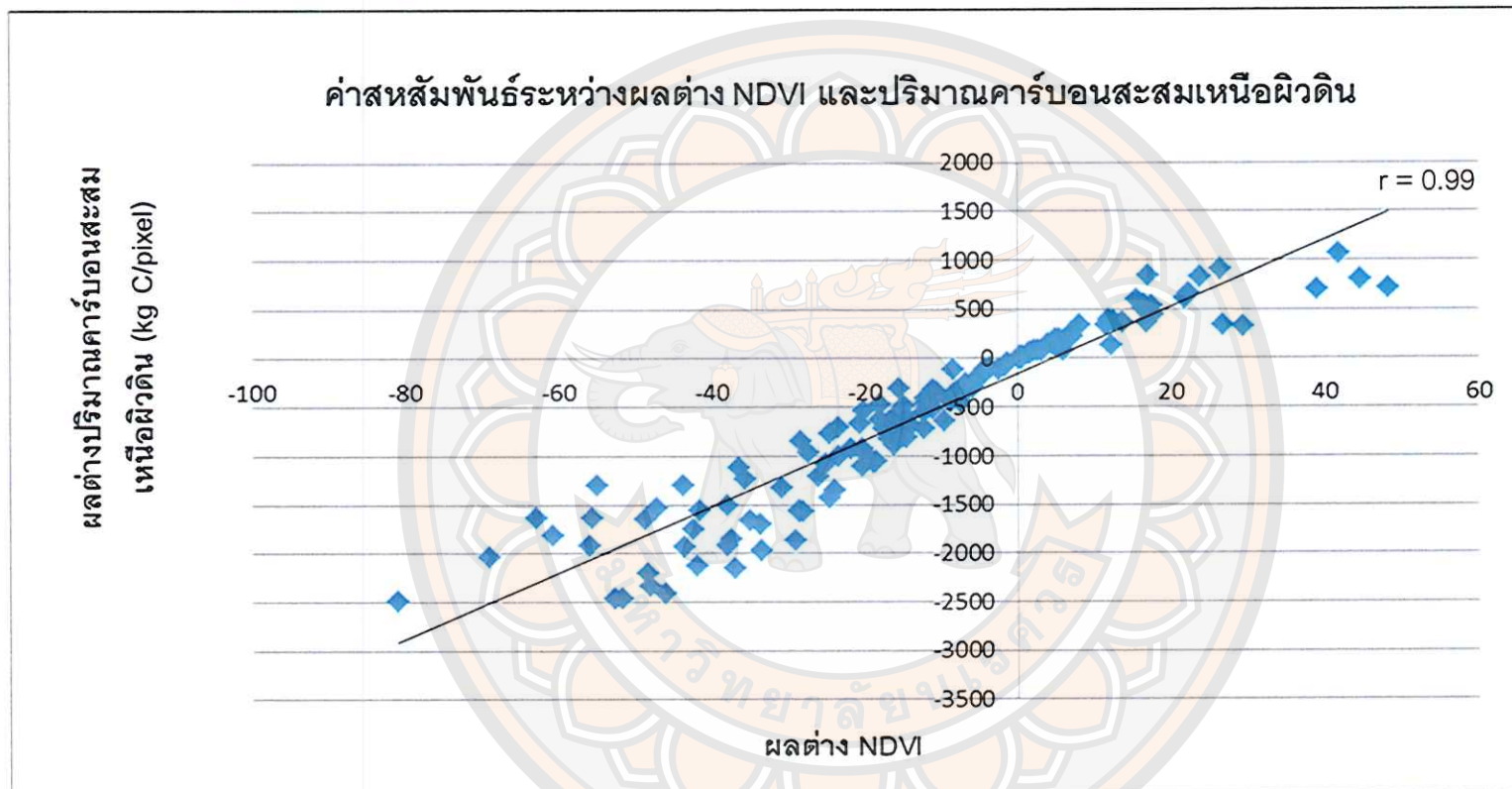
ภาพ 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน
ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ 13 การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

ตาราง 6 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินระหว่างช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2545-2555)

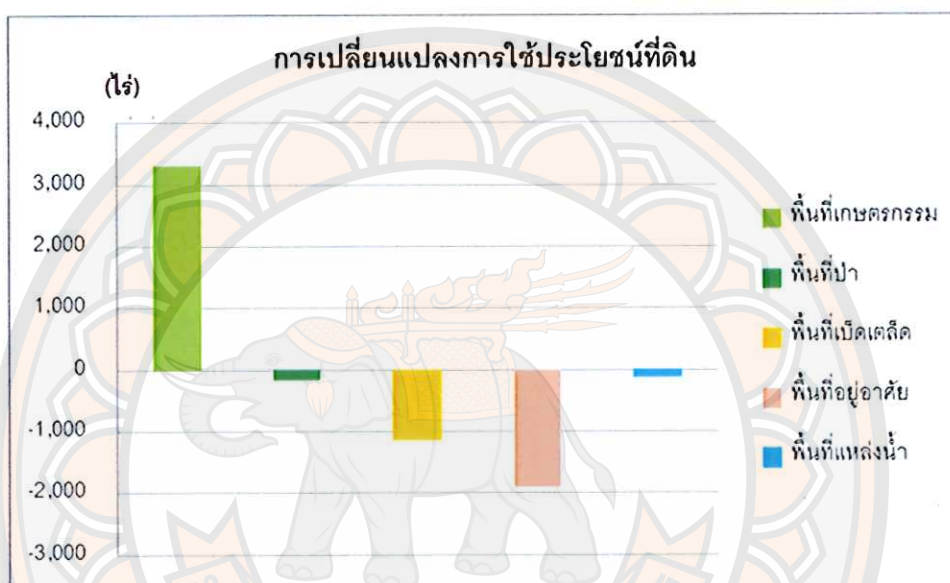
ประเภท การใช้ประโยชน์ ที่ดิน	จำนวน จุดที่สุ่ม ตรวจ	ปริมาณคาร์บอน สะสมเหนือผิว ดิน ปี 2545 (Kg C)	ปริมาณคาร์บอน สะสมเหนือผิวดิน ปี 2555 (Kg C)	ปริมาณคาร์บอนสะสม เหนือผิวดินที่ เปลี่ยนแปลง (Kg C)	อัตราการ เปลี่ยนแปลงต่อปี (Kg C)	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และ ปริมาณ คาร์บอนสะสม เหนือผิวดิน
พื้นที่เกษตรกรรม	40	79561.691	74926.812	-4634.878	46.348	0.99
พื้นที่ป่าไม้	28	92675.848	62360.149	-30315.699	303.157	0.99
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	25	77308.639	46925.401	-30383.238	303.832	0.99
พื้นที่อยู่อาศัย	30	47882.415	32744.248	-15138.167	151.382	0.99
พื้นที่แหล่งน้ำ	12	12332.499	12933.776	601.278	6.012	0.99
รวม	135	309761.092	229890.387	-79870.704	798.707	0.99



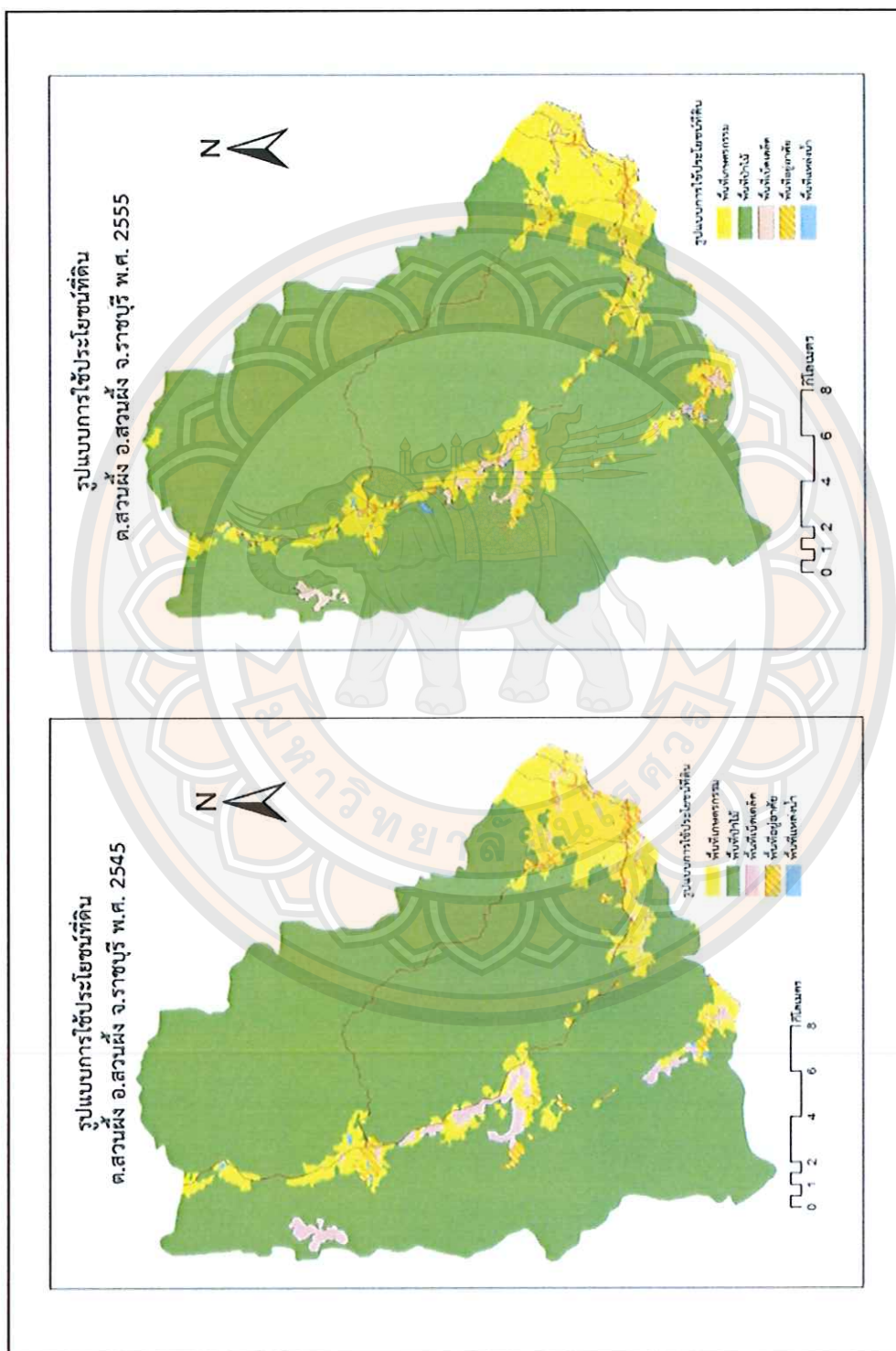
ภาพ 14 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลต่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

2. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินช่วงปี พ.ศ. 2545 และ ปี พ.ศ. 2555 (ภาพ 15) แสดงให้เห็นว่า พื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่ป่า และพื้นที่แหล่งน้ำ มีขนาดของพื้นที่ได้ลดลง 1,139.49 ไร่ 1,899.11 ไร่ 166.12 ไร่ และ 115.10 ไร่ ตามลำดับ มีเพียงพื้นที่การเกษตรกรรมที่ขยายพื้นที่เพิ่มขึ้นถึง 3,319.82 ไร่ (ภาพ 16 และตาราง 8)



ภาพ 15 ขนาดของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ 16 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตำบลสวณผึ่ง อำเภอสวณผึ่ง จังหวัดราชบุรี

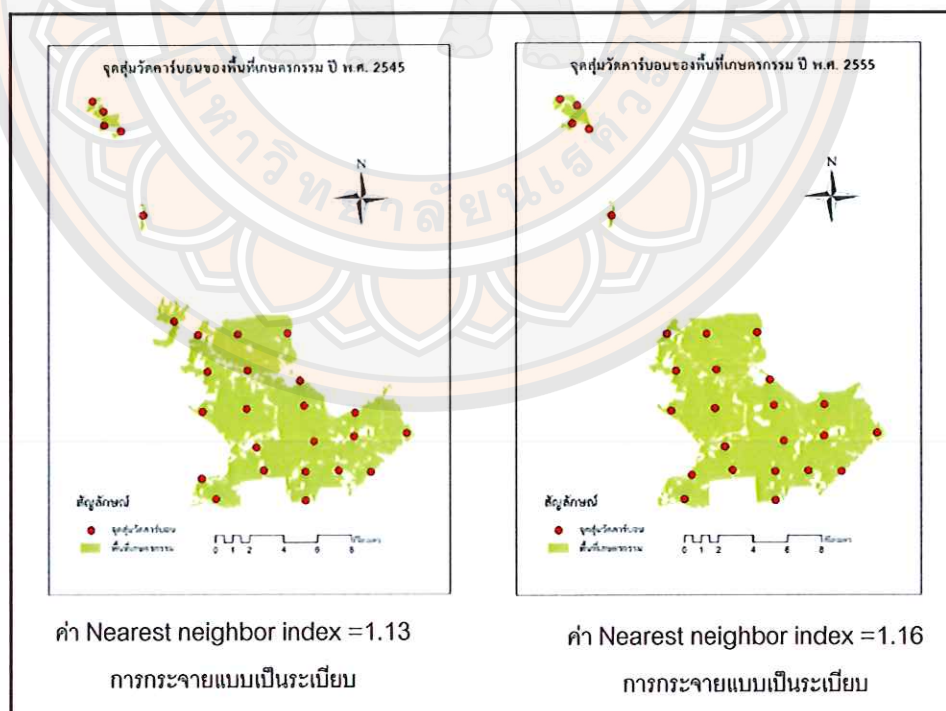
ตาราง 6 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

ประเภท การใช้ประโยชน์ ที่ดิน	พื้นที่ปี พ.ศ. 2545 (ไร่)	พื้นที่ปี พ.ศ. 2555 (ไร่)	พื้นที่ที่ เปลี่ยนแปลง (ไร่)	อัตราการ เปลี่ยนแปลงต่อปี (ไร่)	ส่วนร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด	
					2545	2555
พื้นที่ เกษตรกรรม	25,808.39	29,128.21	3,319.82	331.98	9.85	11.12
พื้นที่ป่าไม้	225,646.73	225,480.61	-166.12	16.61	86.12	86.06
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	5,702.14	4,562.65	-1,899.11	189.91	2.18	1.74
พื้นที่อยู่อาศัย	4,306.43	2,407.32	-1,139.49	113.95	1.64	0.92
พื้นที่แหล่งน้ำ	544.62	429.52	-115.10	11.51	0.21	0.16
รวม	262,008.31	262,008.31	0.00		100.00	100.00

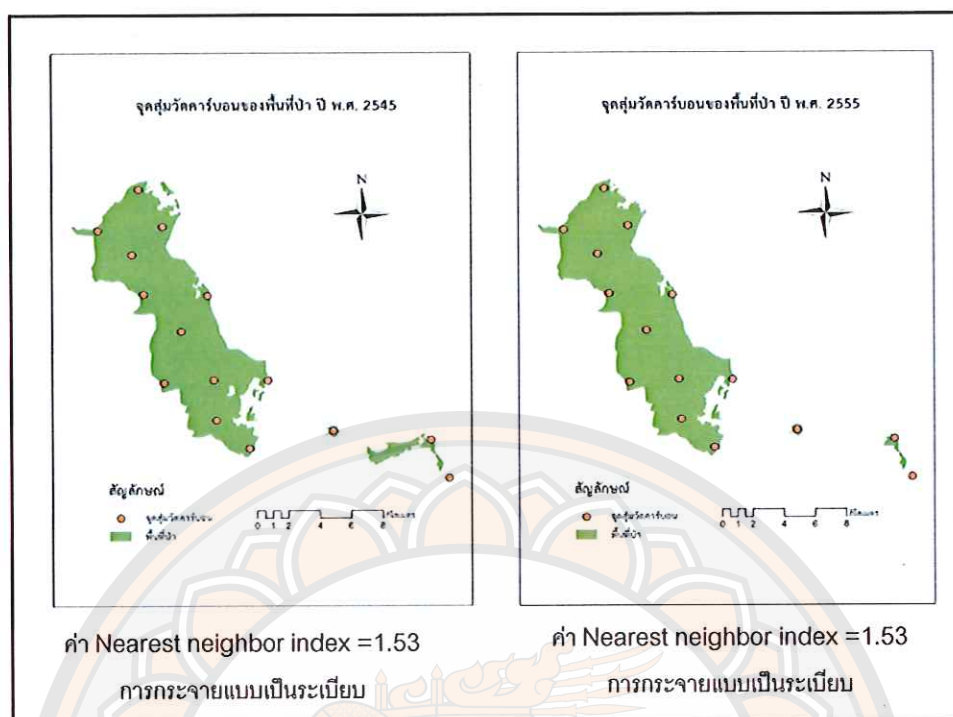
ผลการเปลี่ยนแปลงในเขตตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

1. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน

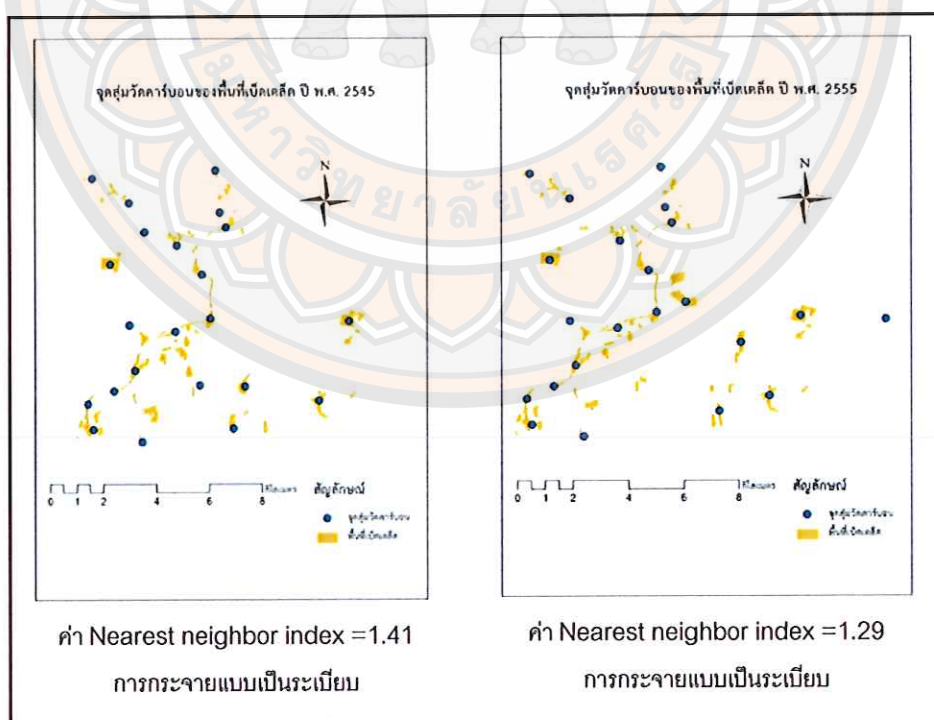
ในเขตตำบลป่าหวาย พบการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพรรณดังภาพ 23 จากปี พ.ศ. 2545 จนถึงปี พ.ศ. 2555 มีพื้นที่พืชปกคลุมน้อยถึงไม่มีเลยได้เพิ่มขึ้นบริเวณตอนบนของตำบล แต่พื้นที่ที่พืชปกคลุมหนาแน่นเพิ่มขึ้นบริเวณตอนล่างของตำบล สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินผู้วิจัยได้ทำการสุ่มวัดทั้งหมดจำนวน 94 จุด (ภาพ 17 ถึง ภาพ 21) พบว่า ค่าคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่เบ็ดเตล็ด และพื้นที่แหล่งน้ำ มีปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินเพิ่มขึ้น 10388.875 Kg C 3606.656 Kg C 2168.257 Kg C และ 879.654 Kg C ตามลำดับ แต่ในพื้นที่ป่ากลับมีปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินลดลงถึง -4594.026 Kg C (ภาพ 22) และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินโดยรวมในปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2555 เท่ากับ 128,441.153 kg C และ 140,890.569 Kg C ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้น 12,449.416 Kg C ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลง 1244.942 Kg C ดังตาราง 9 มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ในพื้นที่เท่ากับ 0.97 แสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก (ภาพ 24)



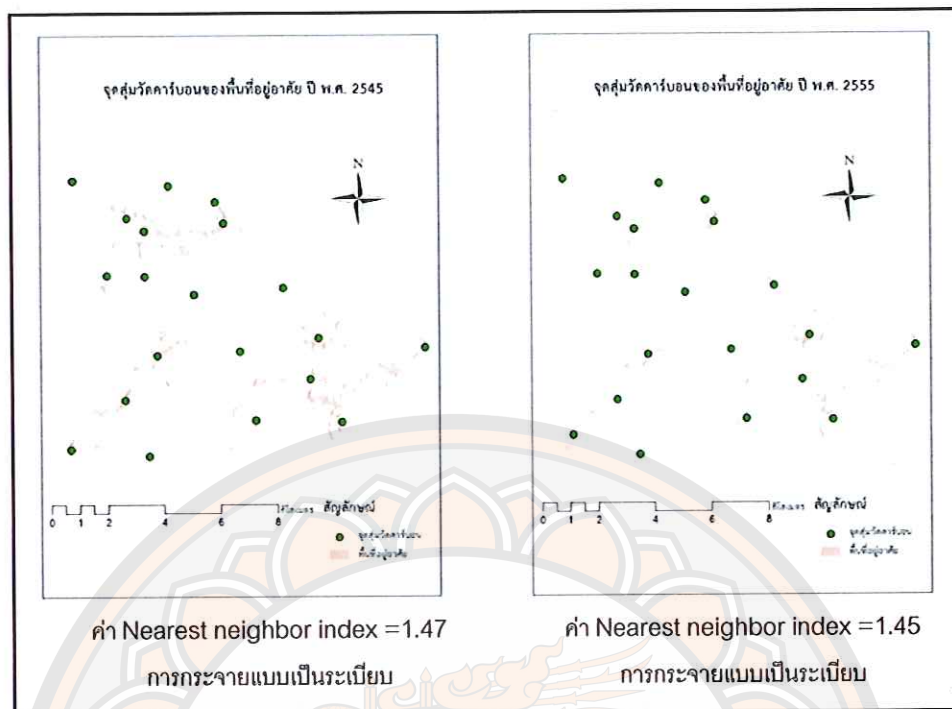
ภาพ 17 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่เกษตรกรรม
ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



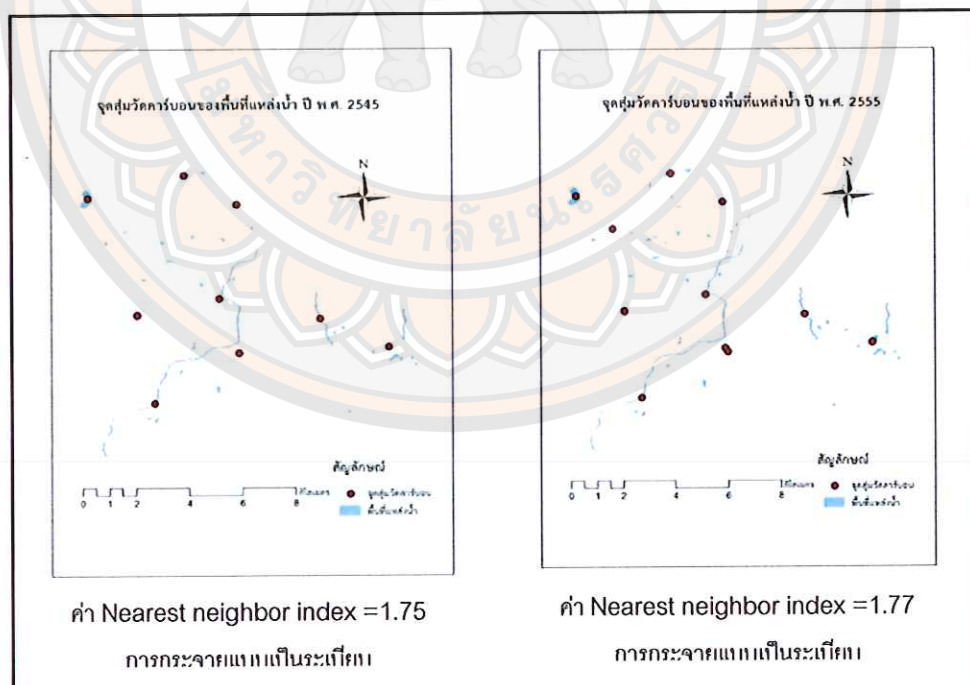
ภาพ 18 จุดศูนย์วัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่ป่า
ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



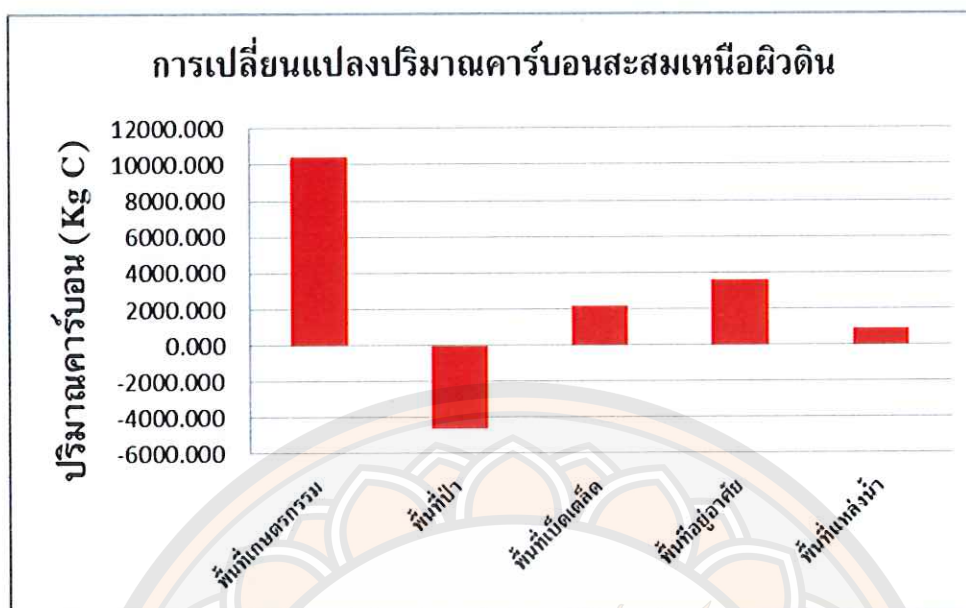
ภาพ 19 จุดศูนย์วัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่ป่า
ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



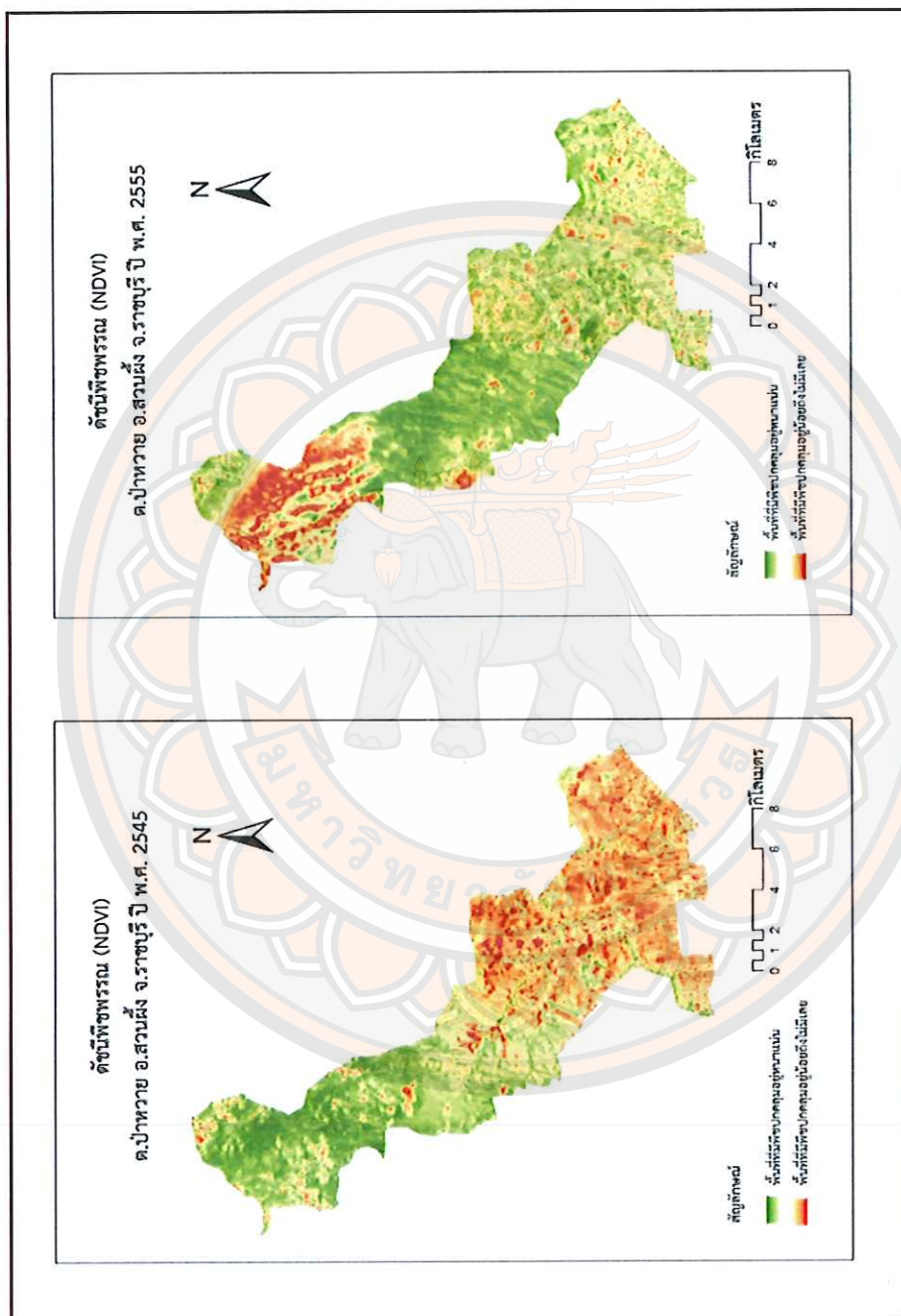
ภาพ 20 จุดศูนย์วัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่ที่อยู่อาศัย ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ 21 จุดศูนย์วัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่แหล่งน้ำ ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



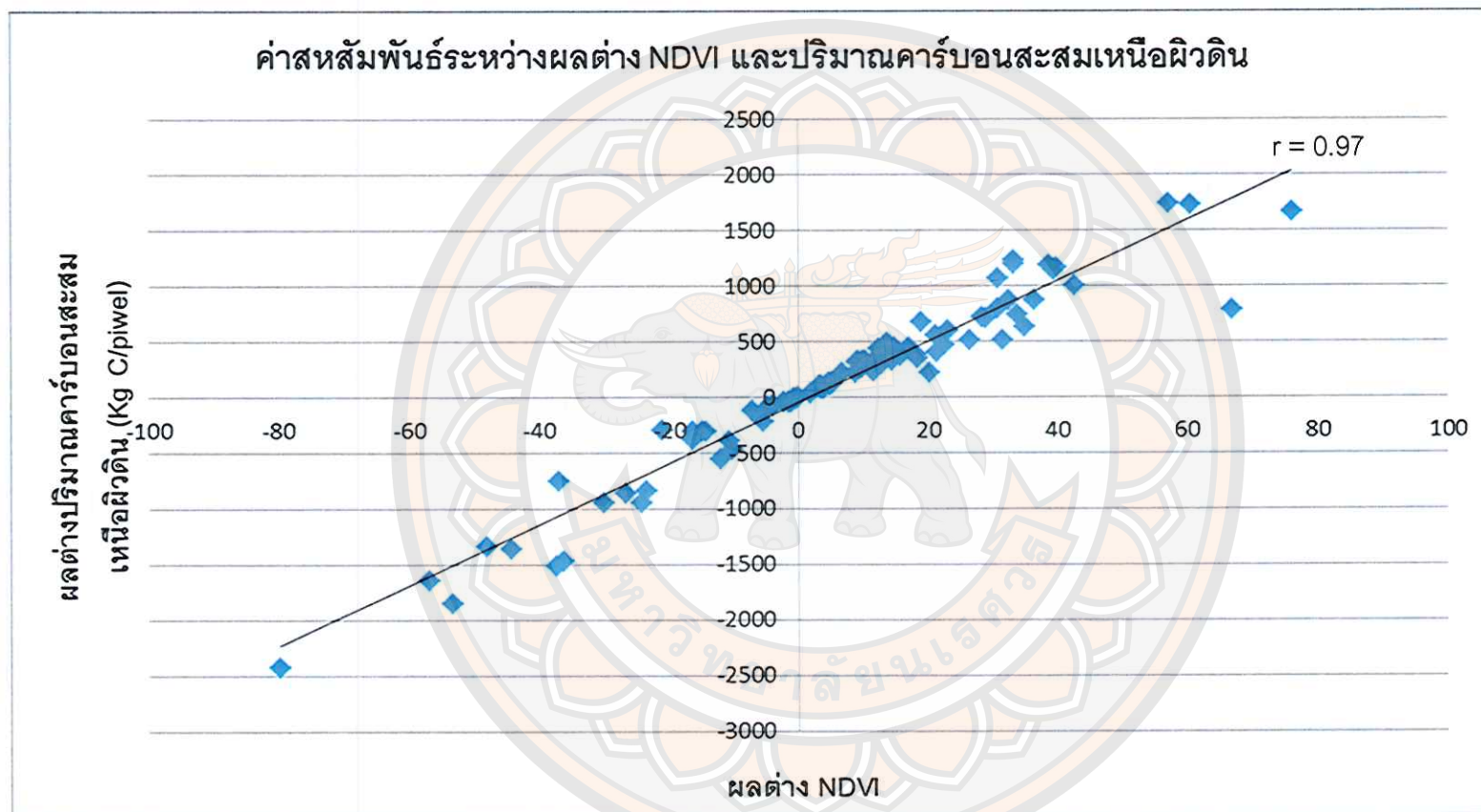
ภาพ 22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน
ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ 23 การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

ตาราง 8 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินระหว่างช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2545-2555) ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

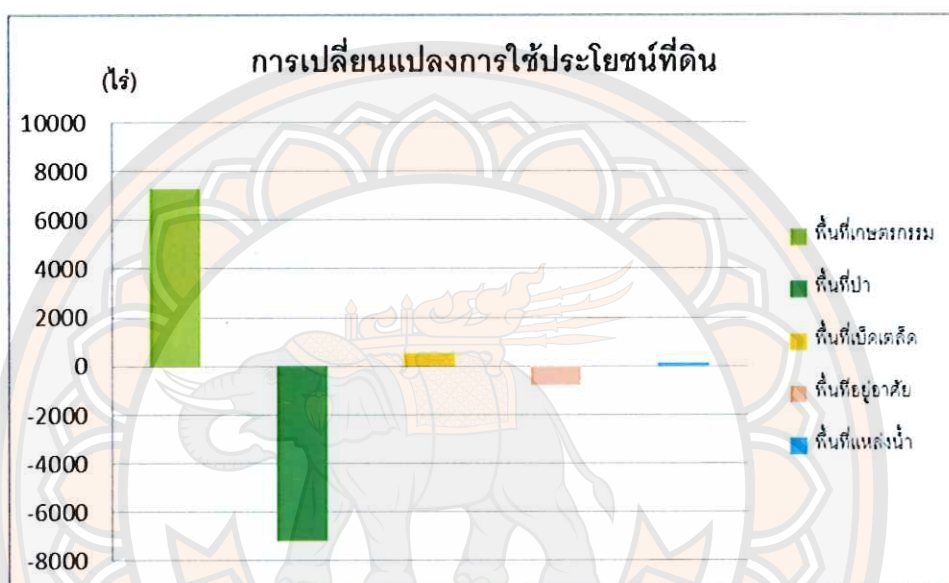
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	จำนวนจุดที่สุ่มตรวจ	ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ปี 2545 (Kg C)	ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ปี 2555 (Kg C)	ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินที่เปลี่ยนแปลง (Kg C)	อัตราการเปลี่ยนแปลงต่อปี (Kg C)	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และ ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน
พื้นที่เกษตรกรรม	27	28506.169	38895.043	10388.875	1038.888	0.95
พื้นที่ป่าไม้	15	29060.672	24466.646	-4594.026	459.403	0.99
พื้นที่เปิดเตล็ด	22	35423.733	37591.990	2168.257	216.826	0.99
พื้นที่อยู่อาศัย	20	24884.374	28491.030	3606.656	360.666	0.98
พื้นที่แหล่งน้ำ	10	10566.207	11445.861	879.654	87.965	0.96
รวม	94	128441.153	140890.569	12449.416	1244.942	0.97



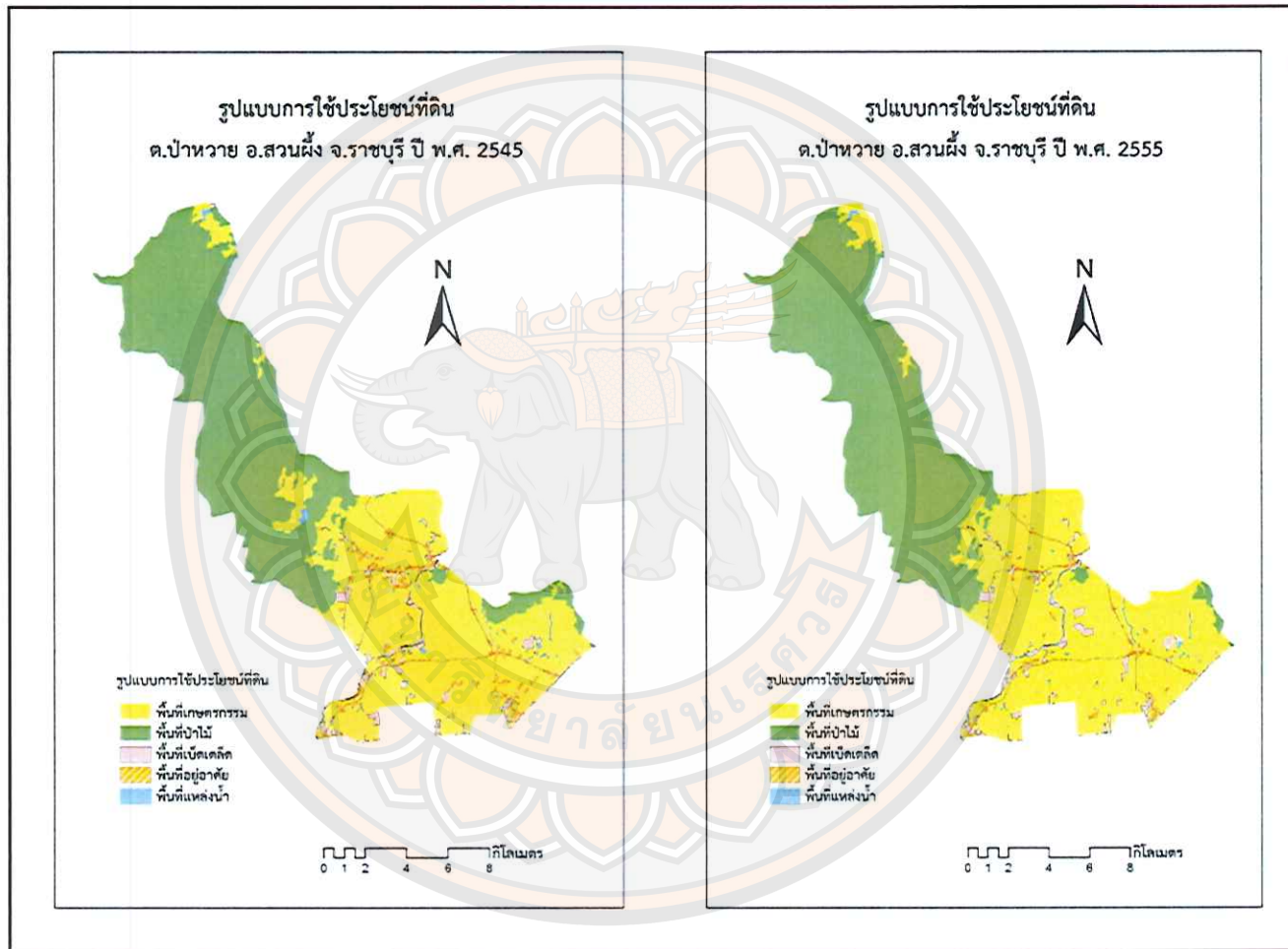
ภาพ 24 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลต่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

2. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินช่วงปี พ.ศ. 2545 และ ปี พ.ศ. 2555 (ภาพ 25) แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ป่า และพื้นที่อยู่อาศัย มีขนาดของพื้นที่ได้ลดลง 7153.03 ไร่ และ 782.89 ไร่ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่การเกษตรกรรม พื้นที่เบ็ดเตล็ด และพื้นที่แหล่งน้ำที่ขยายพื้นที่เพิ่มขึ้น 7326.32 ไร่ 513.31 ไร่ และ 96.28 ไร่ ตามลำดับ (ภาพ 26 และตาราง 10)



ภาพ 25 ขนาดของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ 26 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

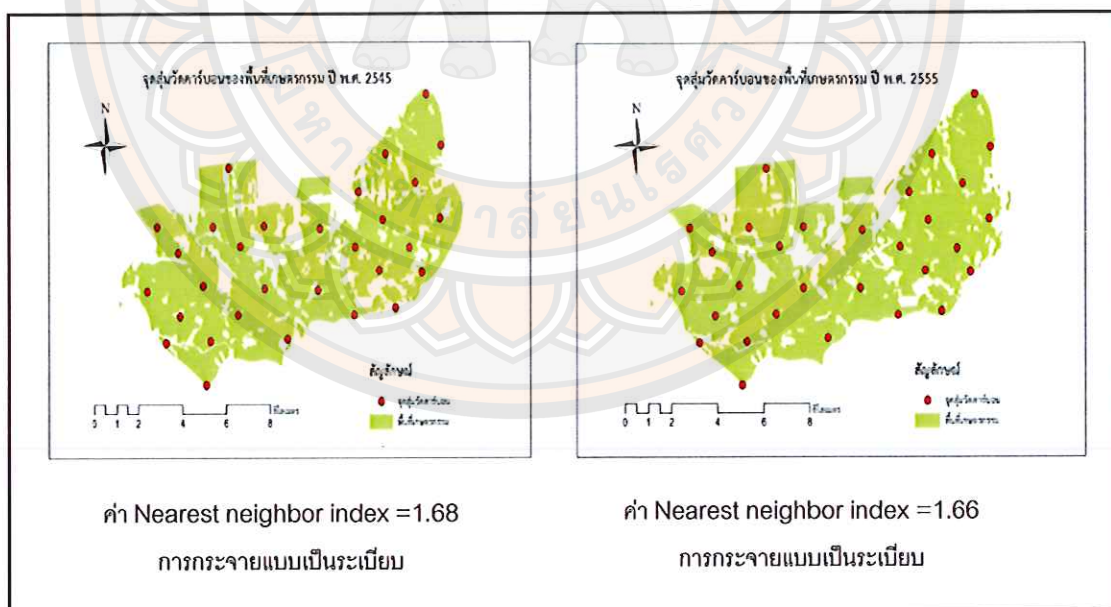
ตาราง 9 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

ประเภท การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ปี พ.ศ. 2545 (ไร่)	พื้นที่ปี พ.ศ. 2555 (ไร่)	พื้นที่ที่ เปลี่ยนแปลง (ไร่)	อัตราการ เปลี่ยนแปลงต่อปี (ไร่)	ส่วนร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด	
					2545	2555
พื้นที่เกษตรกรรม	29253.00	36579.32	7326.32	732.63	25.25	31.57
พื้นที่ป่าไม้	82349.07	75196.04	-7153.03	715.30	71.07	64.90
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	1392.69	1906.00	513.31	51.33	1.20	1.64
พื้นที่อยู่อาศัย	2269.29	1486.40	-782.89	78.29	1.96	1.28
พื้นที่แหล่งน้ำ	604.95	701.24	96.28	9.63	0.52	0.61
รวม	155869	155869	0.00		100	100

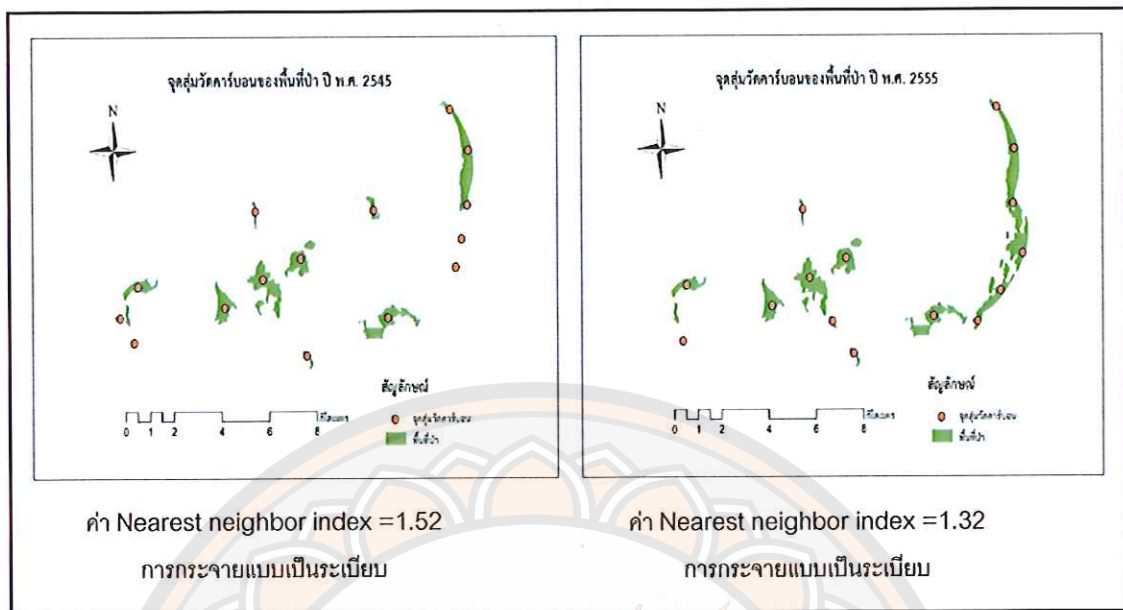
ผลการเปลี่ยนแปลงในเขตตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

1. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน

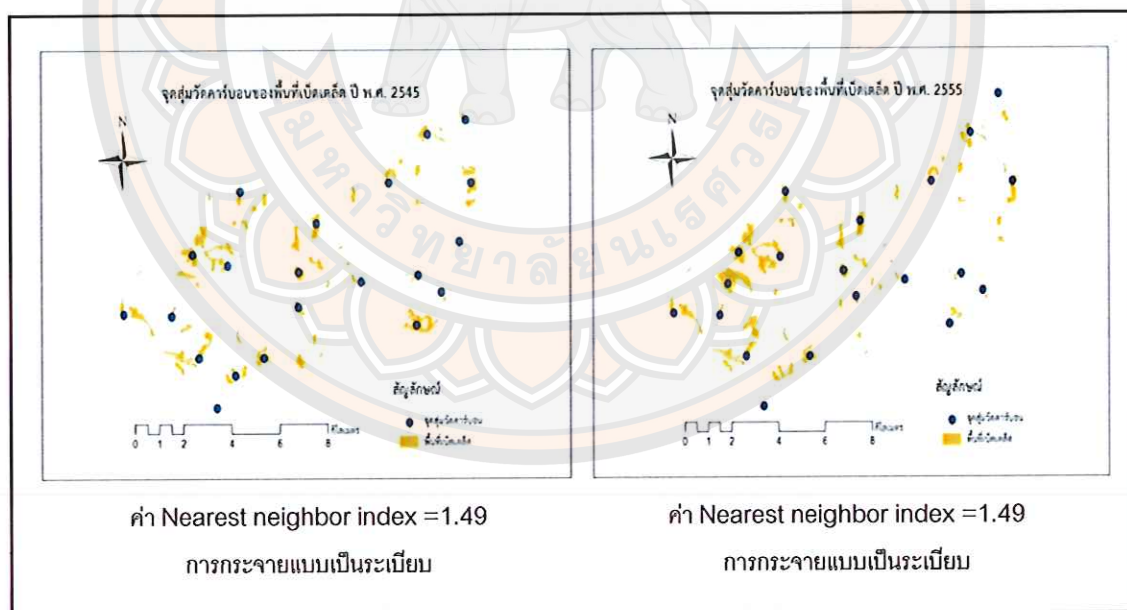
ในเขตตำบลท่าเคย พบการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพรรณดังภาพ 33 จากปี พ.ศ. 2545 จนถึงปี พ.ศ. 2555 พื้นที่พืชปกคลุมน้อยถึงไม่มีเลยได้มีความเข้มข้นขึ้นอย่างเห็นได้ชัด บริเวณด้านตะวันออกของตำบลสำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินผู้วิจัย ได้ทำการสุ่มวัดทั้งหมดจำนวน 102 จุด (ภาพ 27 ถึงภาพ 31) พบว่าค่าคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่า และพื้นที่อยู่อาศัย มีปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินลดลง - 8,806.931 Kg C -5,486.083 Kg C และ -1,446.217 Kg C ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่แหล่งน้ำ มีปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินเพิ่มขึ้น 1,1802.580 Kg C และ 1,750.100 Kg C ตามลำดับ (ภาพ 32) และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินโดยรวม ในปี พ.ศ. 2545 และ ปี พ.ศ. 2555 เท่ากับ 145,942.800 Kg C และ 143,756.249 Kg C ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณลดลง ถึง 2,186.551 Kg C ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลง 218.655 Kg C ดังตาราง 11 มีค่าสหสัมพันธ์ ระหว่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ในพื้นที่เท่ากับ 0.93 แสดงให้เห็นว่า มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก (ภาพ 34)



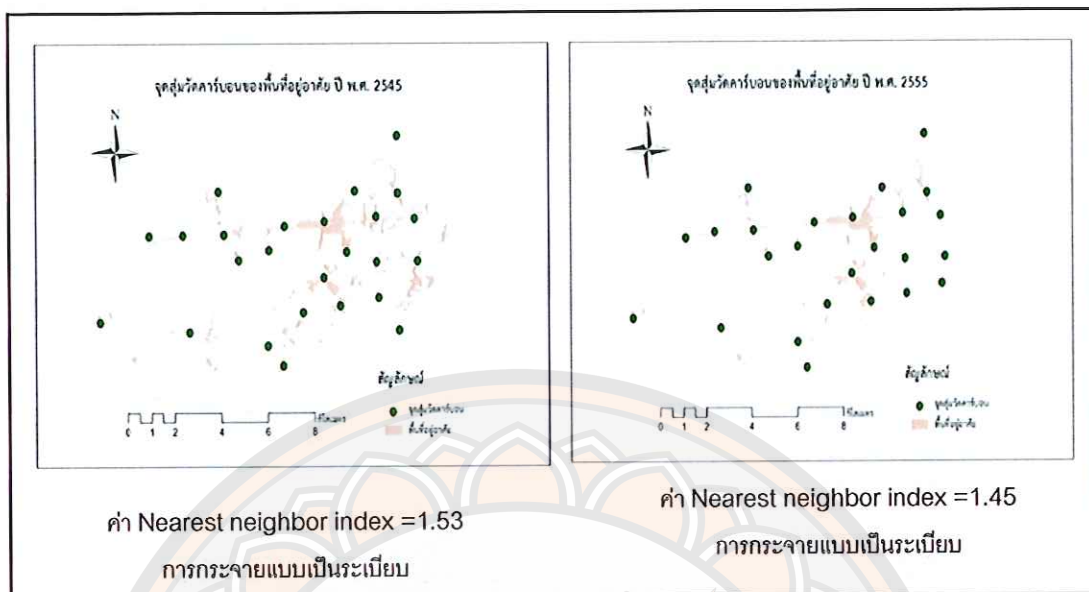
ภาพ 27 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่เกษตรกรรม
ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



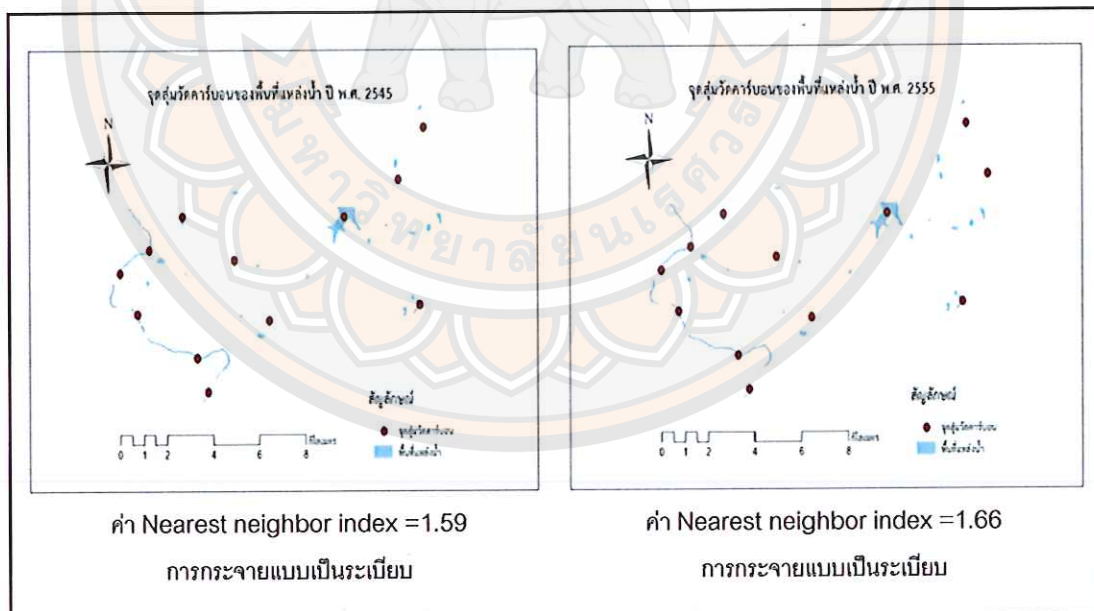
ภาพ 28 จุดวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่ป่า
ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



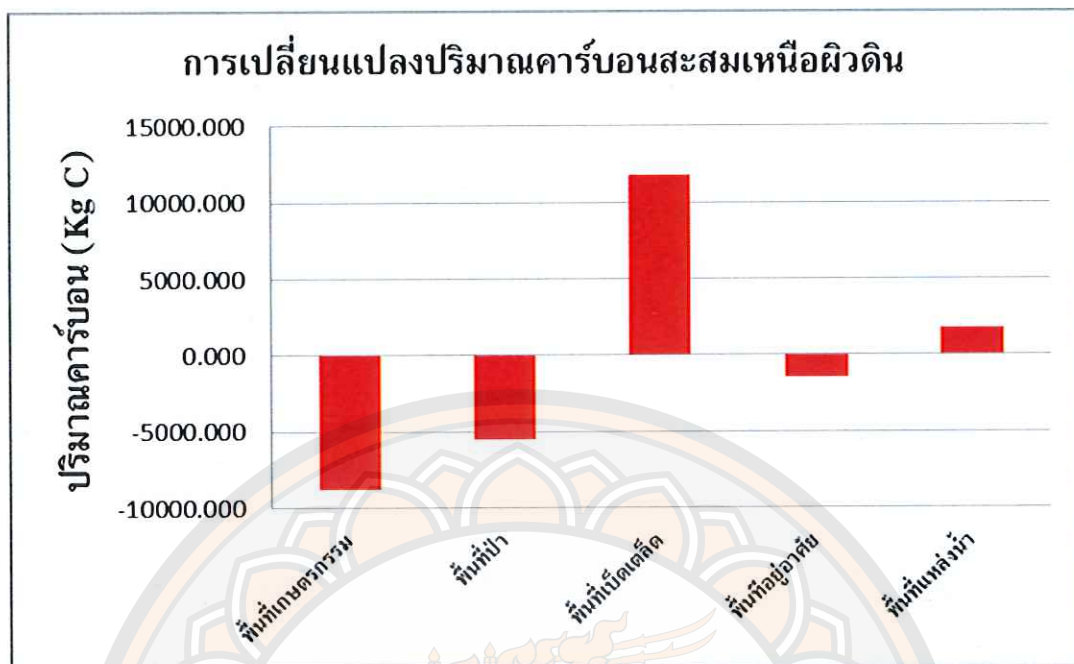
ภาพ 29 จุดวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่เปิดเตล็ด
ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



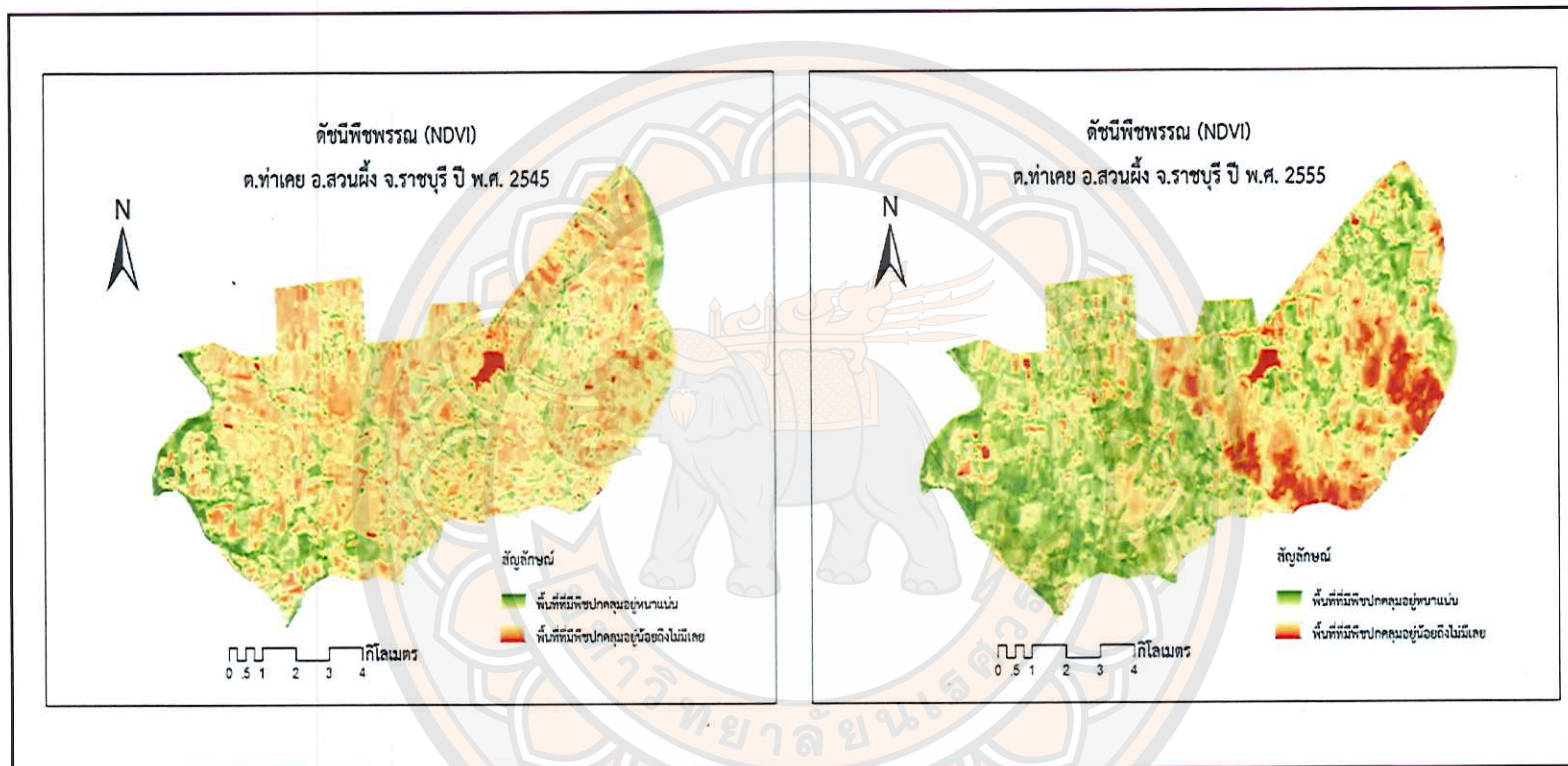
ภาพ 30 จุดศูนย์วัดปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของพื้นที่อยู่อาศัย
ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ 31 จุดศูนย์วัดปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ของพื้นที่แหล่งน้ำ
ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



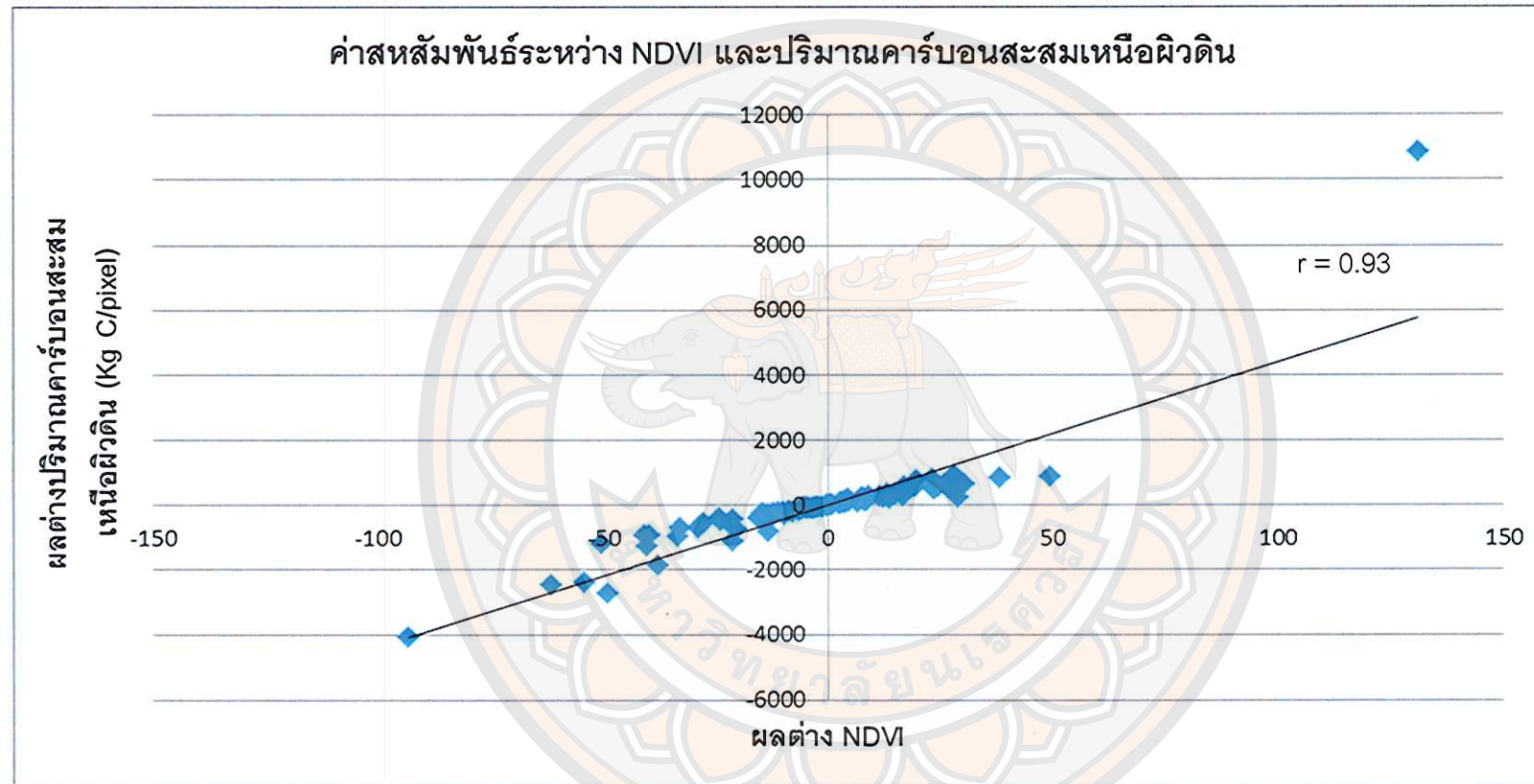
ภาพ 32 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน
ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ 33 การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

ตาราง 10 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินระหว่างช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2545 - 2555) ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

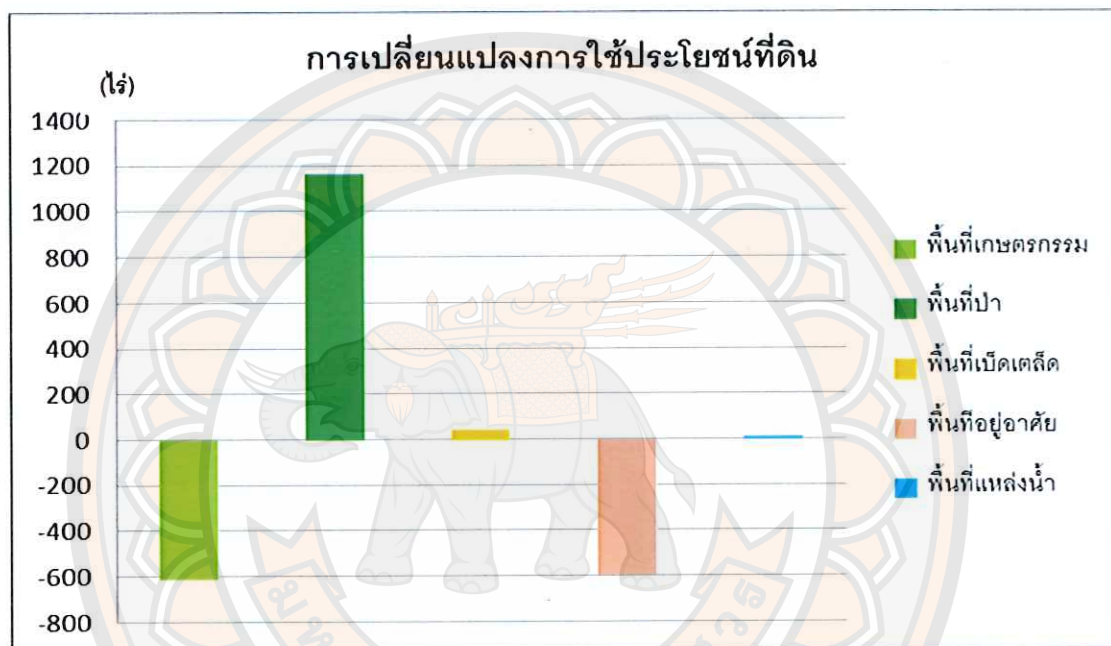
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	จำนวนจุดที่สุ่มตรวจ	ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ปี 2545 (Kg C)	ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ปี 2555 (Kg C)	ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินที่เปลี่ยนแปลง (Kg C)	อัตราการเปลี่ยนแปลงต่อปี (Kg C)	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และ ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน
พื้นที่เกษตรกรรม	30	49021.116	40214.185	-8806.931	880.693	0.99
พื้นที่ป่าไม้	15	29118.858	23632.776	-5486.083	548.608	0.92
พื้นที่เปิดเตล็ด	20	27513.135	39315.715	11802.580	1180.258	0.93
พื้นที่อยู่อาศัย	25	29401.645	27955.428	-1446.217	144.622	0.99
พื้นที่แหล่งน้ำ	12	10888.045	12638.144	1750.100	175.010	0.80
รวม	102	145942.800	143756.249	-2186.551	218.655	0.93



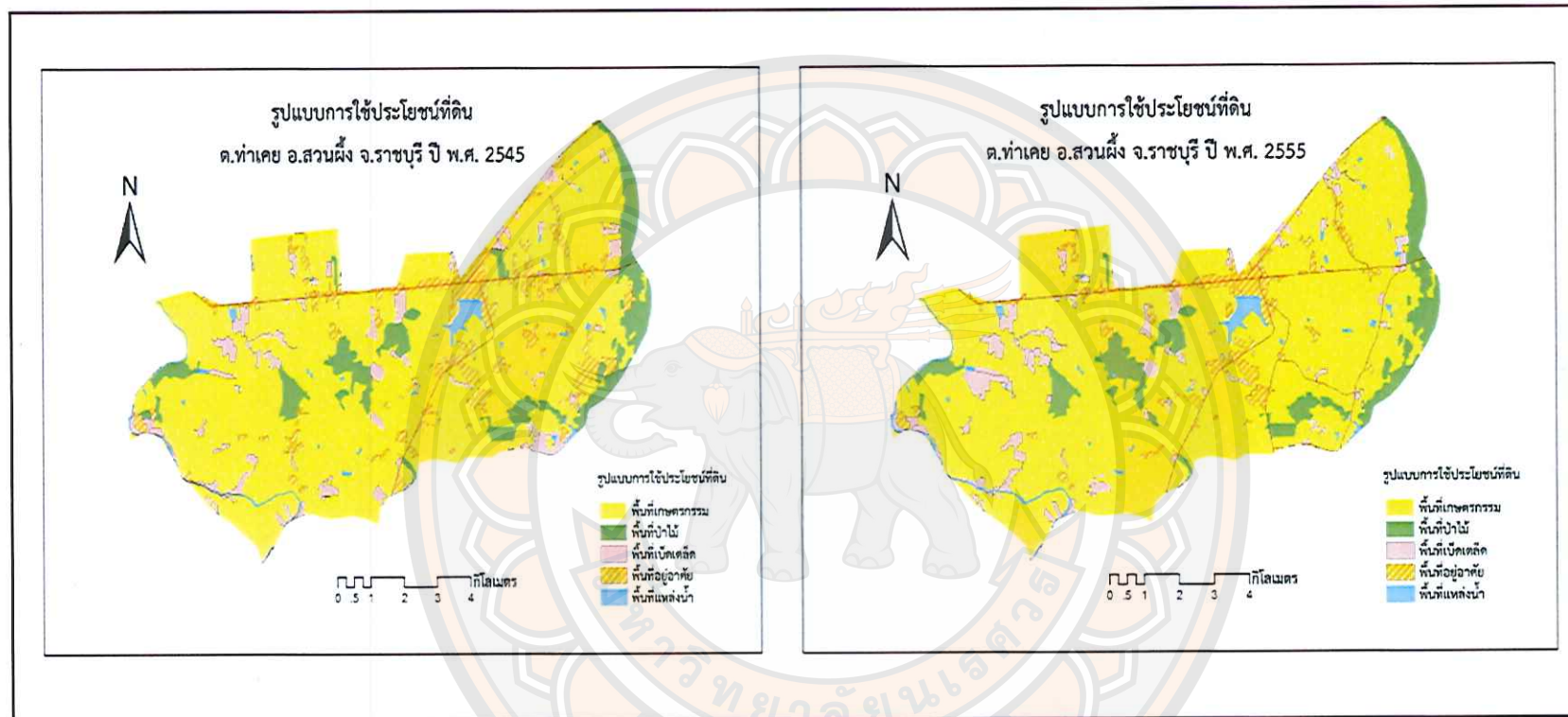
ภาพ 34 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลต่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

2. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินช่วงปี พ.ศ. 2545 และ ปี พ.ศ. 2555 (ภาพ 35) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่การเกษตรกรรม และพื้นที่อยู่อาศัย มีขนาดของพื้นที่ได้ลดลง 615.62 ไร่ และ 593.89 ไร่ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ป่า พื้นที่เบ็ดเตล็ด และพื้นที่แหล่งน้ำ ที่ขยายพื้นที่เพิ่มขึ้น 1160.10 ไร่ 41.98 ไร่ และ 7.43 ไร่ ตามลำดับ(ภาพ 36 และตาราง 12)



ภาพ 35 ขนาดของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ 36 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

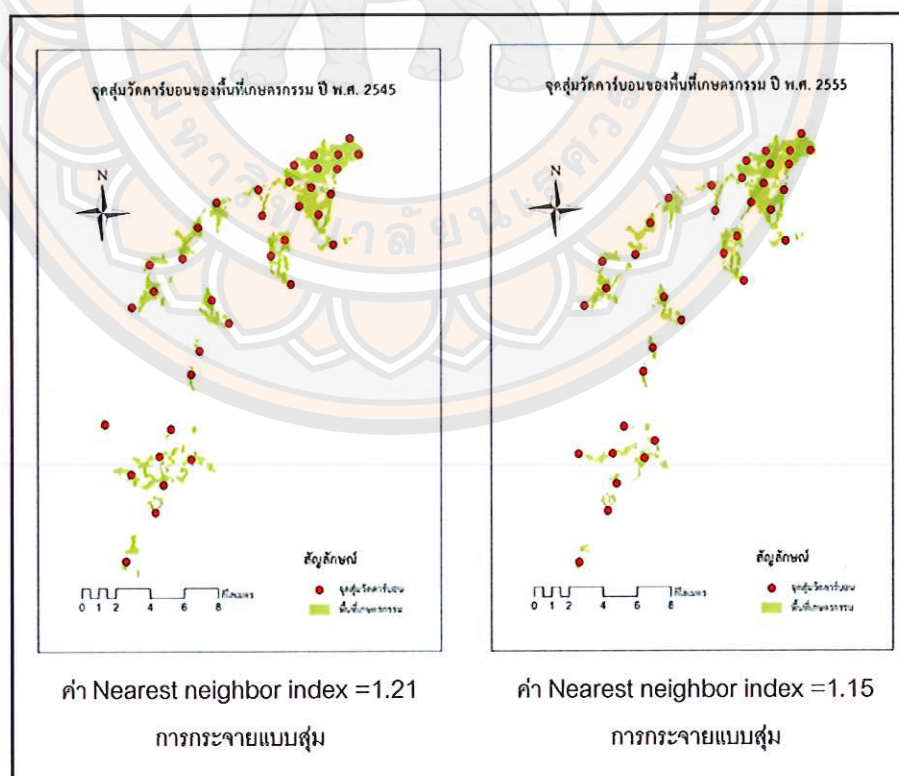
ตาราง 11 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2545-2555) ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

ประเภท การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ปี พ.ศ. 2545 (ไร่)	พื้นที่ปี พ.ศ. 2555 (ไร่)	พื้นที่ที่ เปลี่ยนแปลง (ไร่)	อัตราการ เปลี่ยนแปลงต่อปี (ไร่)	ส่วนร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด	
					2545	2555
พื้นที่เกษตรกรรม	23,828.91	23,213.29	-615.62	61.56	23.39	22.79
พื้นที่ป่าไม้	74,073.44	75,233.54	1,160.10	116.01	72.71	73.85
พื้นที่เปิดเตล็ด	1,406.68	1,448.66	41.98	4.20	1.38	1.42
พื้นที่อยู่อาศัย	2,086.19	1,492.30	-593.89	59.40	2.05	1.46
พื้นที่แหล่งน้ำ	479.78	487.21	7.43	0.74	0.47	0.48
รวม	10,1875	10,1875	0.00		100	100

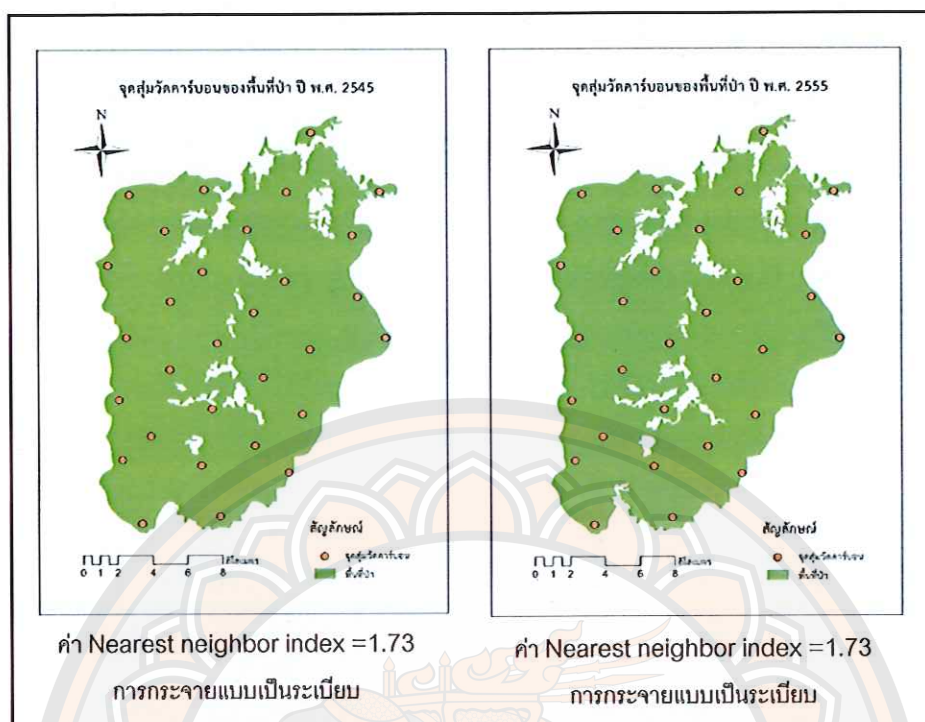
ผลการเปลี่ยนแปลงในเขตตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

1. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน

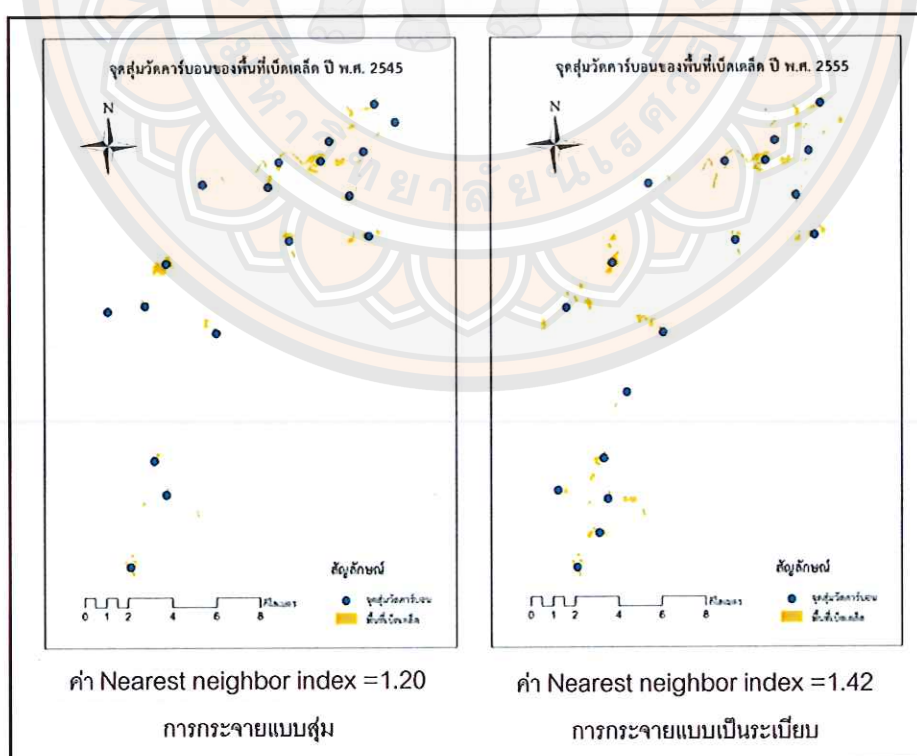
ในเขตตำบลตะนาวศรี พบการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพรรณดังภาพ 43 จากปี พ.ศ. 2545 จนถึงปี พ.ศ. 2555 มีพื้นที่พืชปกคลุมหนาแน่นลดลงและมีความชื้นดินน้อยลงกระจายทั่วพื้นที่ เนื่องจากพื้นที่พืชปกคลุมน้อยถึงไม่มีเลยได้เพิ่มขึ้นบางบริเวณของตำบลสำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินผู้วิจัยได้ทำการสุ่มวัดทั้งหมดจำนวน 110 จุด (ภาพ 37 ถึงภาพ 41) พบว่าค่าคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินพื้นที่ป่า พื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่อยู่อาศัย มีปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินลดลง -27570.537 Kg C -10878.304 Kg C -5109.512 Kg C -1174.606 Kg C และ -929.511 Kg C ตามลำดับ (ภาพ 42) และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินโดยรวม ในปีพ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2555 เท่ากับ 253776.232 Kg C และ 208113.763 Kg C ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณลดลงถึง -45662.470 Kg C ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลง 4566.247 Kg C ดังตาราง 13 มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ในพื้นที่เท่ากับ 0.97 ดัง แสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก (ภาพ 44)



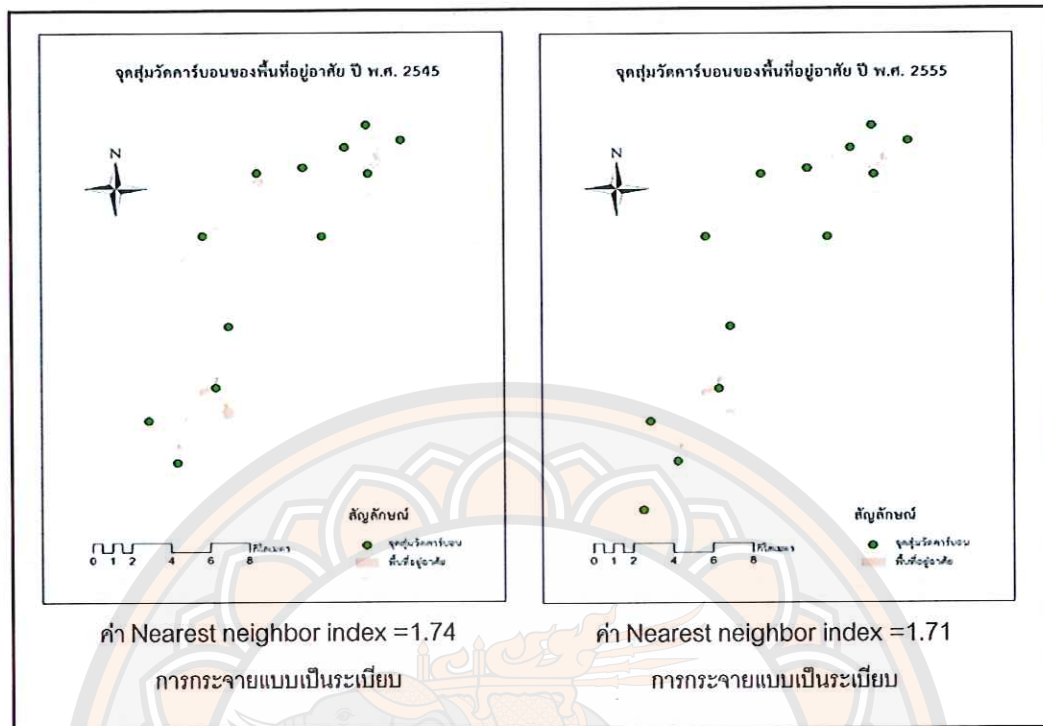
ภาพ 37 จุดสุ่มวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่เกษตรกรรม ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



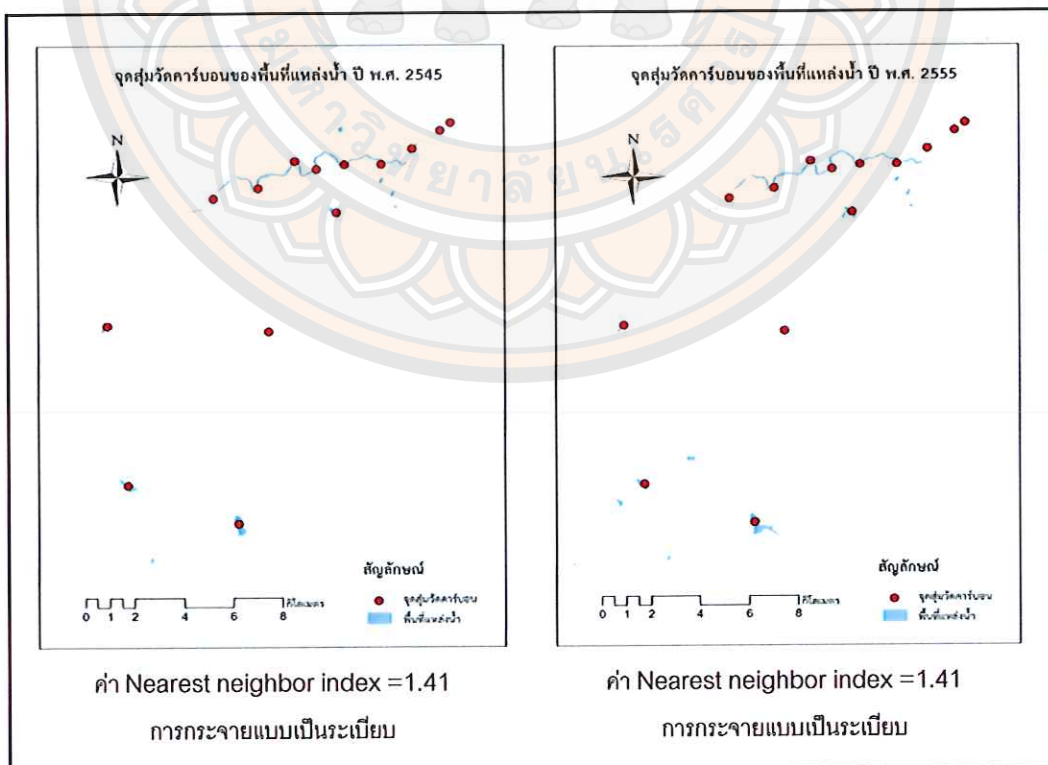
ภาพ 38 จุดศูนย์วัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่ป่า
ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



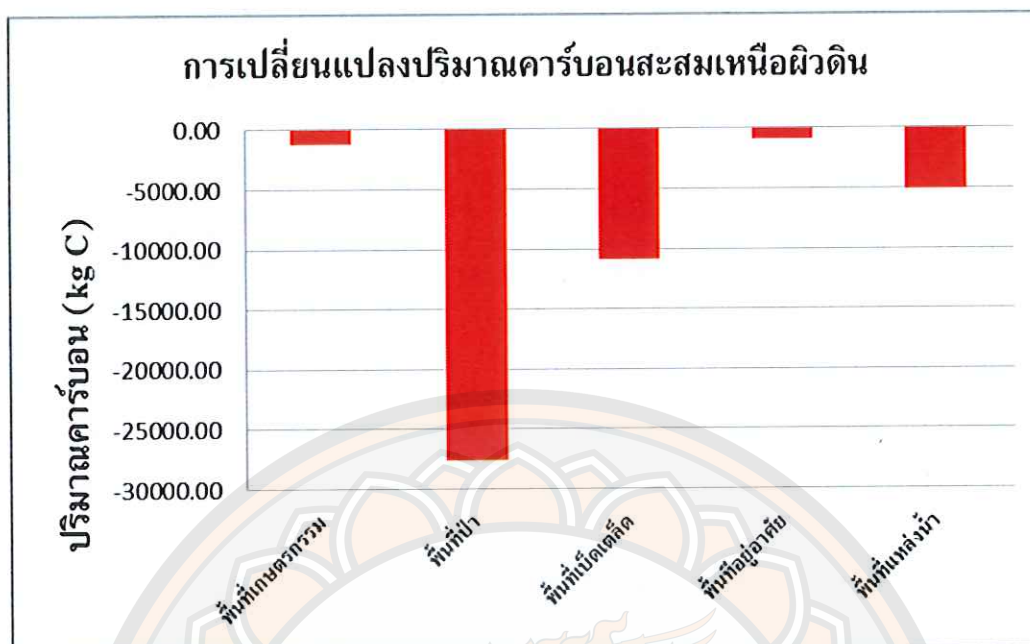
ภาพ 39 จุดศูนย์วัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่เบ็ดเตล็ด
ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



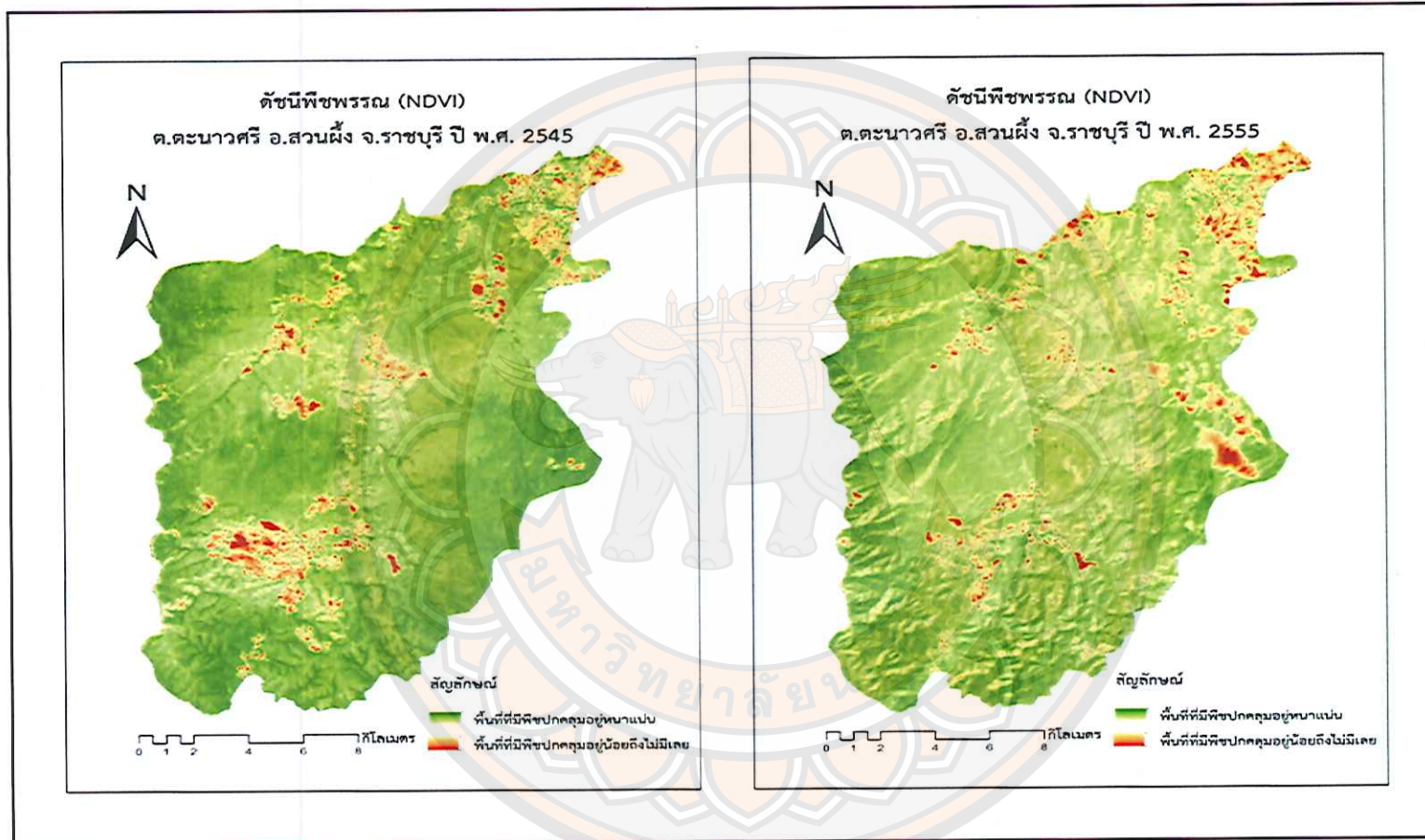
ภาพ 40 จุดวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่อยู่อาศัย ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ 41 จุดวัดปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่แหล่งน้ำ ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



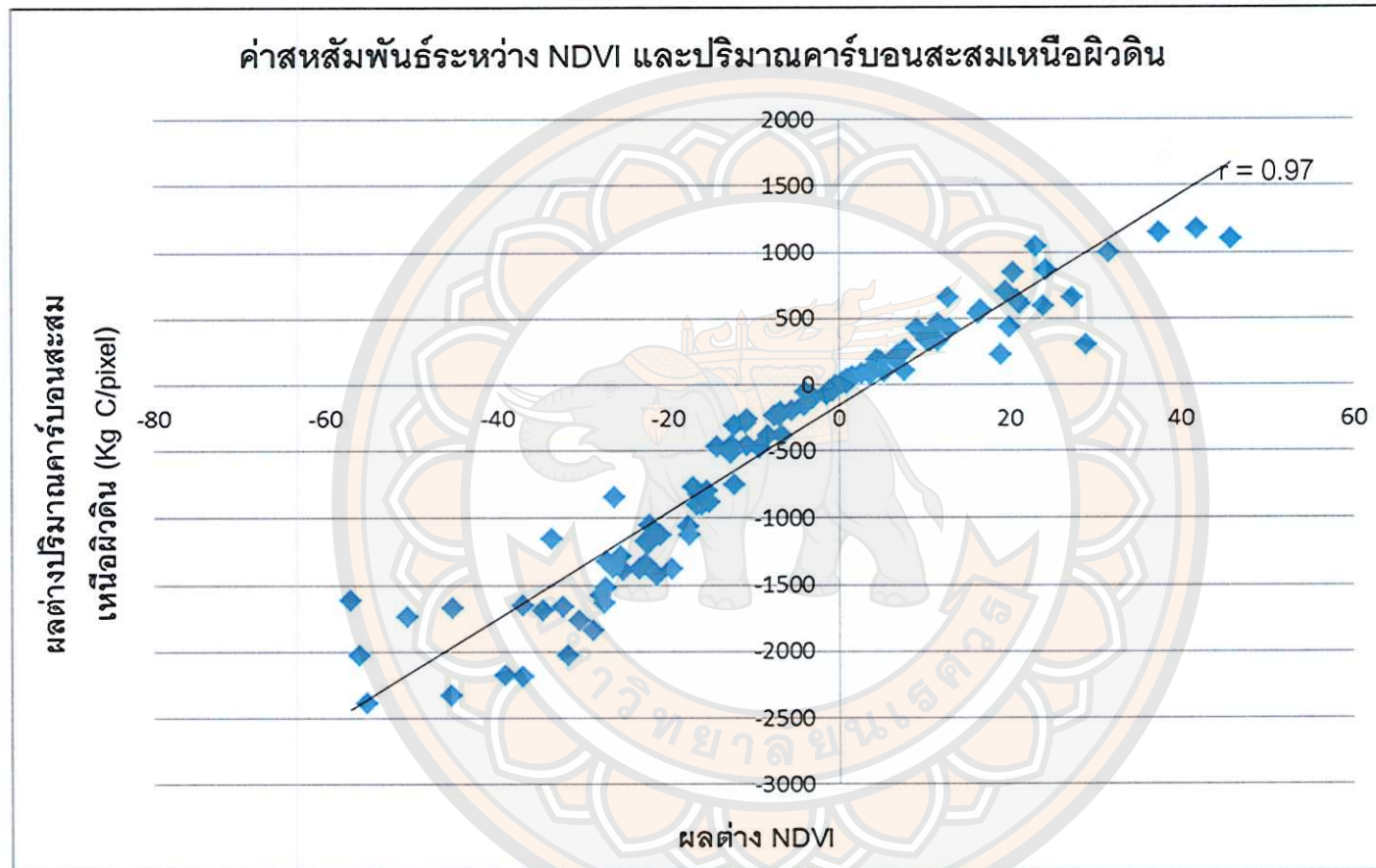
ภาพ 42 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน
ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ 43 การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

ตาราง 12 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินระหว่างช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2545 - 2555) ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

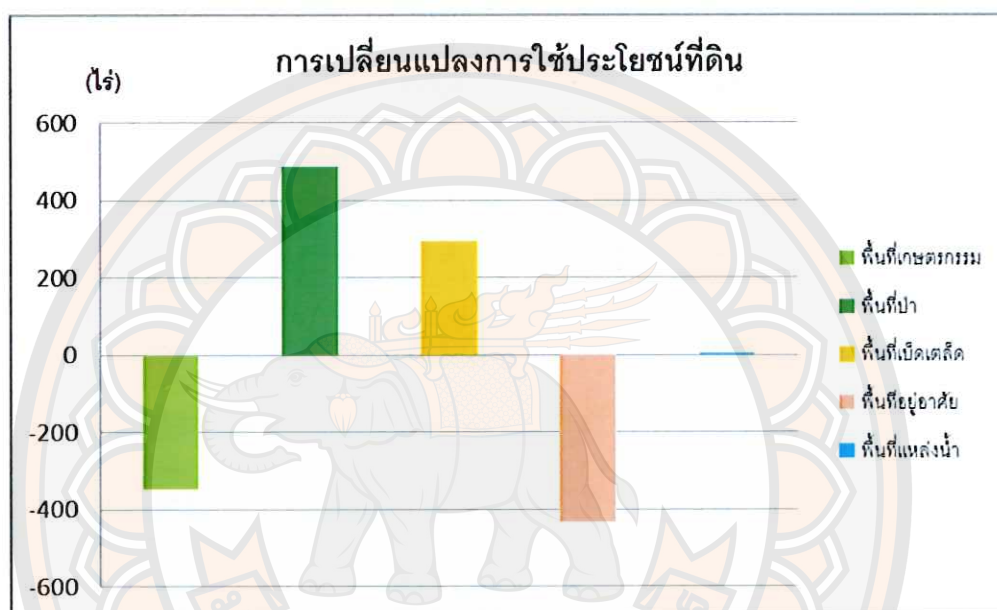
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	จำนวนจุดที่สุ่มตรวจ	ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ปี 2545 (Kg C)	ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ปี 2555 (Kg C)	ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินที่เปลี่ยนแปลง (Kg C)	อัตราการเปลี่ยนแปลงต่อปี (Kg C)	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน
พื้นที่เกษตรกรรม	36	63693.931	62519.326	-1174.606	117.461	0.98
พื้นที่ป่าไม้	30	101181.623	73611.086	-27570.537	2757.054	0.99
พื้นที่เปิดเตล็ด	18	46618.134	35739.830	-10878.304	1087.831	0.98
พื้นที่อยู่อาศัย	12	18889.496	17959.985	-929.511	92.951	0.98
พื้นที่แหล่งน้ำ	14	23393.047	18283.536	-5109.512	510.951	0.93
รวม	110	253776.232	208113.763	-45662.470	4566.247	0.97



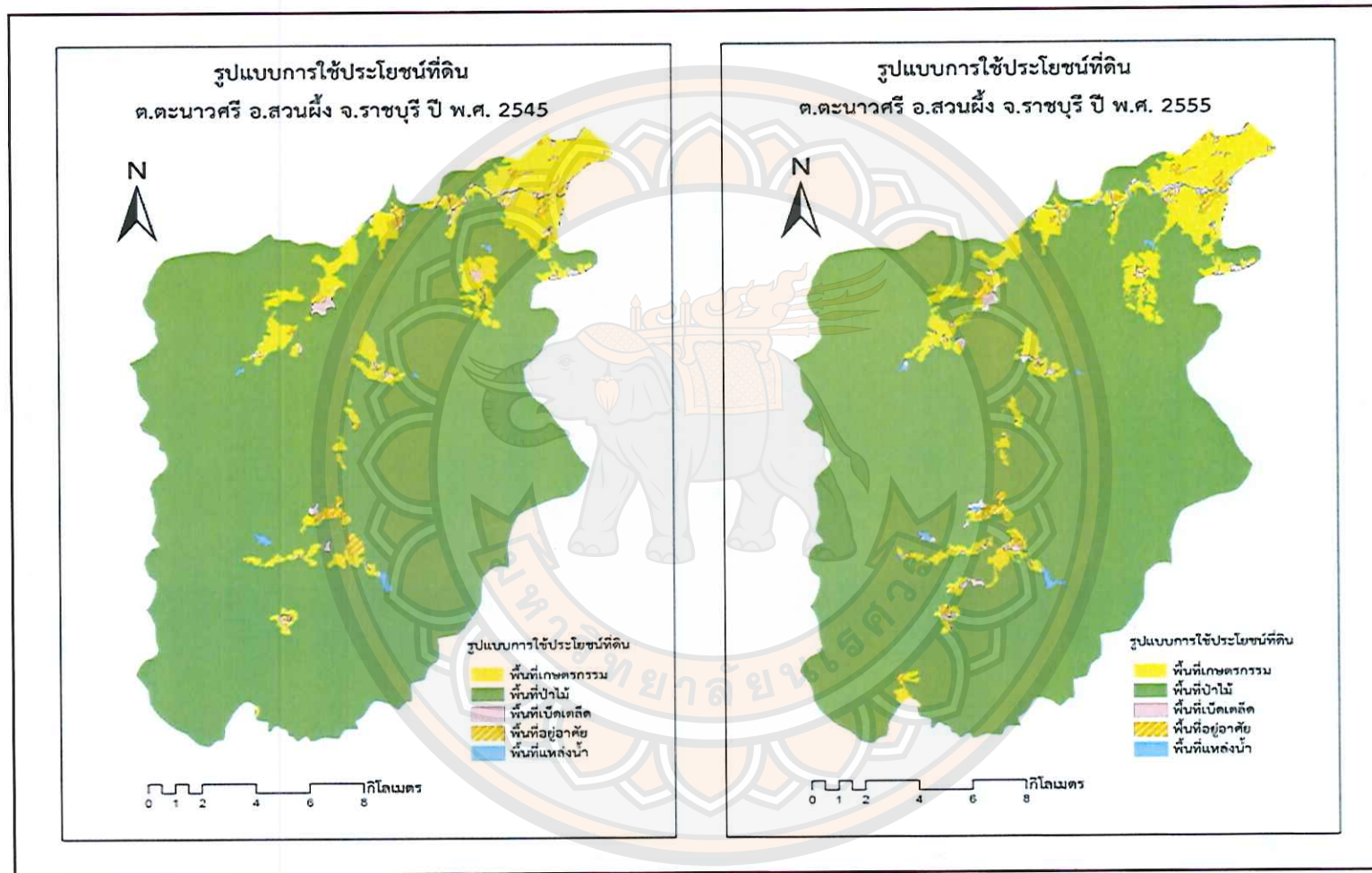
ภาพ 44 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลต่าง NDVI และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดิน ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

2. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินช่วงปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2555 (ภาพ 45) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่อยู่อาศัย และพื้นที่การเกษตรกรรม มีขนาดของพื้นที่ได้ลดลง 434.52 ไร่ และ 347.30 ไร่ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ป่า พื้นที่เบ็ดเตล็ด และพื้นที่แหล่งน้ำที่ขยายพื้นที่เพิ่มขึ้น 485.49 ไร่ 293.66 ไร่ และ 2.68 ไร่ ตามลำดับ (ภาพ 46 และตาราง 14)



ภาพ 45 ขนาดของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ 46 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

ตาราง 13 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2545-2555) ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

ประเภท การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ปี พ.ศ. 2545	พื้นที่ปี พ.ศ. 2555	พื้นที่ที่	อัตราการ	ส่วนร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด	
	(ไร่)	(ไร่)	เปลี่ยนแปลง (ไร่)	เปลี่ยนแปลงต่อปี (ไร่)	2545	2555
พื้นที่เกษตรกรรม	13537.14	13189.83	-347.30	34.73	7.10	6.92
พื้นที่ป่าไม้	173783.81	174269.30	485.49	48.55	91.13	91.38
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	1242.80	1536.45	293.66	29.37	0.65	0.81
พื้นที่อยู่อาศัย	1443.10	1008.57	-434.52	43.45	0.76	0.53
พื้นที่แหล่งน้ำ	699.16	701.84	2.68	0.27	0.37	0.37
รวม	190706	190706	0.00		100	100

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การใช้เทคนิคภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาปริมาณคาร์บอนสะสมในพื้นที่ป่าและรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนไปในเขตอำเภอสนมั่ง จังหวัดราชบุรี โดยใช้แบบจำลองผลกระทบพื้นที่ป่าในเมือง (UFEM) ในการวิจัยครั้งนี้ประยุกต์ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ ใน 2 ช่วงปี คือ ปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2555 แบ่งพื้นที่ศึกษาด้วย 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลสนมั่ง ตำบลป่าหวาย ตำบลท่าเคย และตำบลตะนาวศรี การศึกษาครั้งนี้ใช้เทคนิคการประมาณค่าคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินกับแบบจำลองดังกล่าว

งานวิจัยพบว่า พื้นที่ ตำบลที่ 1 คือ ตำบลสนมั่ง มีปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินโดยรวมลดลง 51,424.514 Kg C สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินมีการลดลงของพื้นที่เบ็ดเตล็ด 1,139.49 ไร่ พื้นที่ป่า 166.12 ไร่ และพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เพิ่มขึ้น คือ พื้นที่การเกษตรกรรม 3,319.82 ไร่

ตำบลที่ 2 คือ ตำบลป่าหวาย มีปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินโดยรวมเพิ่มขึ้น 12,449.416 Kg C สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินมีขนาดลดลงของพื้นที่ป่า 7153.03 ไร่ และพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เพิ่มขึ้น คือ พื้นที่การเกษตรกรรม 7326.32 ไร่

ตำบลที่ 3 คือ ตำบลท่าเคย มีปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินโดยรวมลดลง 45,662.470 Kg C สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินมีขนาดลดลงของพื้นที่การเกษตรกรรม 615.62 ไร่ และพื้นที่อยู่อาศัย 593.89 ไร่ ตามลำดับ และพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เพิ่มขึ้น คือ พื้นที่ป่า 1160.10 ไร่ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด 41.98 ไร่

ตำบลที่ 4 คือ ตำบลตะนาวศรี ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินโดยรวมลดลง 2,186.551 Kg C สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินมีขนาดลดลงของพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่การเกษตรกรรม มีขนาดของพื้นที่ได้ลดลง 434.52 ไร่ และ 347.30 ไร่ ตามลำดับ และพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เพิ่มขึ้น คือ พื้นที่ป่า 485.49 ไร่

จากงานวิจัยยังพบว่า ค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) มีความสัมพันธ์กับการคำนวณปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินที่เปลี่ยนแปลง สอดคล้องกับงานวิจัยโดยใช้แบบจำลองผลกระทบพื้นที่ป่าในเมือง ที่เมืองซีราคิวิส ที่ให้ความสำคัญในการทำความเข้าใจบทบาทของพืชในสภาพแวดล้อมเมืองการจัดเก็บคาร์บอนจากต้นไม้ โดยการคำนวณ NDVI ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT

พบว่า ปริมาณการจัดเก็บคาร์บอนและการเปลี่ยนแปลงของต้นไม้ในเมืองและพื้นที่โดยรอบมีความแปรผันตามรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน เนื่องจากป่าในเมืองของศรีราชา คือ พื้นที่ป่าดั้งเดิมที่หลงเหลืออยู่หลังจากเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่เดิม ซึ่งเคยเป็นป่าที่อยู่ชายฝั่งมาก่อน มีการทำนาเกลือในช่วงแรก ต่อมามีการพัฒนาอุตสาหกรรม เกิดพื้นที่เมืองขยายรุกเข้าไปจึงเกิดเป็นป่าในเมืองแต่พอดัวเมืองขยายมากขึ้น ป่าที่เหลืออยู่จึงเป็นป่าในเมืองที่ไม่ใช่ป่าที่ปลูกขึ้น จะเห็นได้ว่า คล้ายกับป่าของประเทศไทยหลายพื้นที่ เช่น พื้นที่ อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี พื้นที่เขากบ จังหวัดนครสวรรค์ พื้นที่ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย รวมทั้งพื้นที่ อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ด้วยเช่นกัน

เมื่อพิจารณาพื้นที่อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ในยุคที่เกิดการพัฒนาในช่วงแรก สวนผึ้งเป็นป่า ต่อมาถูกบุกรุกในหลายจุดเกิดเป็นเหมืองแร่หลังจากเหมืองแร่ถูกยกเลิกก็มีการเข้าไปทำธุรกิจท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นตามนโยบายส่งเสริมการท่องเที่ยวจากภาครัฐฯ จึงมีกลุ่มผู้ลงทุนเข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่เพิ่มมากขึ้น มีส่วนทำให้สภาพความเป็นเมืองจึงขยายเพิ่มขึ้นในเขตอำเภอสวนผึ้ง สภาพรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนไปปริมาณคาร์บอนสะสมจึงเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

เนื่องจากแบบจำลองผลกระทบพื้นที่ป่าในเมือง สามารถสำรวจปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินได้ทั้งในเขตเมืองและรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบอื่นๆโดยรอบได้ ซึ่งจะทำให้เห็นภาพกว้างของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในพื้นที่จากการสะท้อนจากดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ตามวิธีการของแบบจำลองแบบจำลองผลกระทบพื้นที่ป่าในเมือง และนำมาเปรียบเทียบรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตามเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดินในระดับที่ 1 ของประเทศไทย และค่า NDVI ซึ่งเป็นข้อมูลการรับรู้ระยะไกล (RS) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนสะสม (Carbon storage) ด้วยข้อมูลภาคสนาม ดังนั้นค่า NDVI จึงสามารถนำไปใช้ในการประมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินของพื้นที่ได้ ทั้งนี้ยังช่วยประหยัดงบประมาณและเวลาที่ใช้ในการทำงานภาคสนามได้อีกด้วย (มณฑล สุริยาประสิทธิ์ และเชษฐา คุบรา, 2552; Pareta, et al., 2011) ผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิคดังกล่าวมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า และผลการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ในพื้นที่ 4 ตำบล มีทั้งปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินเพิ่มขึ้นและลดลงในแต่ละพื้นที่แต่ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินโดยรวมแล้วมีปริมาณที่ลดลง และรูปแบบการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ป่าโดยรวมมีปริมาณลดลงเช่นกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของนาฏสุดา ภูมิจำนงค์, 2550 พบว่า ศักยภาพในการดูดซับและปลดปล่อยปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของป่า และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือผิวดินครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบในช่วงเวลา 10 ปี ส่งผลให้ผลการศึกษาอยู่ในช่วงเวลาที่ยาวนาน เพื่อให้ได้ผลการเปรียบเทียบที่ชัดเจน มีความละเอียด และประสิทธิภาพมากขึ้น จึงควรศึกษาเปรียบเทียบในช่วงเวลาที่ไม่ต่างกันมากนัก คือ 3 ปี หรือ 5 ปี
2. ควรนำเอาวิธีการวิเคราะห์แนวโน้มพื้นผิวเชิงสถิติ (Statistical surface) ซึ่งมีจุดเด่นในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่มาใช้ร่วมด้วย เพื่อทำนายความน่าจะเป็นของการสูญเสียปริมาณคาร์บอนในพื้นที่ศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
3. ควรมีการสร้างแผนที่การสูญเสียปริมาณคาร์บอนเหนือผิวดิน เพื่อสื่อถึงการแสดงผลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น





บรรณานุกรม

- กรมธนารักษ์. (2553). กรมธนารักษ์ผนึกความร่วมมือกองทัพบกกำหนดตำแหน่งและ
ปักหลักเขต ป้องกันการบุกรุกที่ดินราชพัสดุสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี.
สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2555, จาก <http://www.newswit.com/gen/2010-09-4/700e3ee2341abbc07b2fadca375408df/>
- กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช. (2546). การแปลความหมายภาพถ่ายดาวเทียม
จากการตรวจหาไฟป่าโดยดาวเทียม. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2555,
จาก <http://www.dnp.go.th/forestfire/pdf/fire%20detecing.pdf>
- นาฏสุตา ภูมิจำนงค์. (2550). ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในราก และคาร์บอนในดิน
ของสวนป่าไม้สัก. นครปฐม: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ภัทรพร พิมดี และรัศมี สุวรรณวีระการ. (2554). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ
เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าไม้เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมบริเวณเขตรักษา
พันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและ
สารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย, 12(1), 43-68.
- มณฑล สุริยาประสิทธิ์ และเชษฐา ดุบรา. (2552). การสังเคราะห์สภาพการใช้ประโยชน์
ที่ดินและเรือนยอดของพืชปกคลุมดินโดยใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลและ
ข้อมูลภาคสนามในพื้นที่สูงซึ่งเข้าถึงได้ยากสำหรับการประเมินการชะล้าง
พังทลายของดิน: Internation institute for geo-information science and earth
observation. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2554, จาก www.ddd.go.th/NewsIndex/28052009/academic-20.ppt
- สมเกียรติ ทองรักษ์. (2555). การหาค่าสหสัมพันธ์ใน Excel. สืบค้นเมื่อ 30 กันยายน 2557,
จาก <http://share.psu.ac.th/blog/sk002/24891>
- สาพิศ ดิลกสัมพันธ์. (2550). การกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้กับสภาวะโลกร้อน. วารสารอนุรักษ์
ดินและน้ำ, 22(3), 40-49.
- สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง. (2554). จำนวนประชากรและบ้าน. สืบค้นเมื่อ
25 กันยายน 2555, จาก <http://stat.dopa.go.th/xstat/popyear.html>

- อนุชิต วงศาโรจน์. (2537). วิวัฒนาการของเขตแดนและการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ชายแดน
ไทย-พม่า: กรณีศึกษาบริเวณแม่น้ำสาย-แม่น้ำรวก. วิทยานิพนธ์ วท.ม.,
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- อัจฉลา ชาดะวราหะ. (2549). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการใช้ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎร
ในพื้นที่โครงการอุทยานธรรมชาติ อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี. วิทยานิพนธ์
วท.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Barano, T., McKenzie, E., Bhagabati, N., Conte, M., Ennaanay, D. and Hadian, O. (2010).
Ecosystem services into spatial planning in sumatra, indonesia. Indonesia:
The Economics of Ecosystem and Biodiversity.
- Benitez, P.C. and Obersteiner, M. (2006). Site identification for carbon sequestration in
latin america: A grid-based economic approach. *For.Pol. Econ*, 8, 636-651.
- Bibby, P. (2009). *Land use change in britain*. United Kingdom: University of Sheffield,
Department of Town and Regional Planning, Land Use Policy.
- Burgheimer, J., B., Wilske, K., Maseyk, A., Karnieli and E., Zaady. (2006). Relationships
between normalized difference vegetation index (NDVI) and carbon fluxes of
biologic soil crusts assessed by ground measurements. *Journal Arid Environ*,
64, 651-669.
- Claudio Parente. (2013). TOA reflectance and NDVI calculation for Landsat 7 ETM+
images of Sicily. *Electronic international interdisciplinary conference*, 6,
352 – 354.
- Colwell, R. N. (1997). *Manual of photographic interpretation*. Bethesda:
American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
- Daniel, E., Bunker., Fabrice DeClerck., Jason, C. Bradford., Robert, K. Colwell.,
Ivette Perfecto and Oliver L. Phillips. (2005). Species loss and aboveground
carbon storage in a tropical forest. *Reports Science*, 310, 1029-1031.
- Dong, J., Kaufmann, R.K., Myneni, R.B, Tucker, C.J. and Kauppi, P.E. (2003).
Remote sensing estimates of boreal and temperate forest woody biomass:
carbon pools, sources and sinks. *Remo. Sens. Environ*, 84, 393-410.

- Du, H., Cui, R., Zhou, G., Shi, Y. and Xu, X. (2010). The responses of Moso bamboo (*Phyllostachys heterocycla* var. *pubescens*) forest aboveground biomass to LANDSAT TM spectral reflectance and NDVI. *Acta Ecol. Sin.*, 30, 257-263.
- Freitas, S.R., Mello, M.C.S. and Cruz, C.B.M. (2005). Relationships between forest structure and vegetation indices in Atlantic Rainforest. *For. Ecol. Manag.*, 218, 353-362.
- Gandaseca, S., Sabang, J., Ahmed, O.H. and Majid, N.M.A. (2009). Vegetation assessment of peat swamp forest using remote sensing. *Am. J. Agric. Biol. Sci.*, 167-172.
- Goetz, S.J., Baccini, A., Laporte, N.T., Johns, T. and Walker. (2009). Mapping and monitoring carbon stocks with satellite observations: A comparison of methods. United Kingdom: Carbon Bal, Manag.
- Hill, J., Stellmes, M., Udelhoven, Th., Röder, A. and Sommer, S. (2008). Mediterranean desertification and land degradation: Mapping related land use change syndromes based on satellite observations. *Global and Planetary Change*, 64(3-4), 46-157.
- Jeyanny, V., Balasundram, S.K. and Husni, M.H.A. (2011). Geo-Spatial Technologies for Carbon Sequestration Monitoring and Management. *American Journal of Environmental Sciences*, 7(5), 456-462.
- Kathleen, T., Ward. and Gary, R., Johnson. (2006). Geospatial methods provide timely and comprehensive urban forest Information. *Urban Forestry and Urban Greening*, 6, 15-22.
- Lambin, E. F. and Meyfroidt, P. (2009). Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. Belgium: Department of Geography, Land Use Policy 27.
- Myeong, S., Nowak, D.J. and Duggin, M. J. (2005). A temporal analysis of urban forest carbon storage using remote sensing. NY, United States: SUNY College of Environmental Science and Forestry Syracuse, USDA Forest Service.

- Niu, X. and Duiker, S.W. (2006). Carbon sequestration potential by afforestation of marginal agricultural land in the Midwestern U.S. *For. Ecol. Manag.*, 223, 415-427.
- Nosetto, M.D., Jobbagy, E.G. and Paruelo, J.M. (2006). Carbon sequestration in semi-arid rangelands: Comparison of *Pinus ponderosa* plantations and grazing exclusion in NW patagonia. *J. Arid. Environ.*, 67, 142-156.
- Pareta, K. and Pareta, U. (2011). Forest carbon management using satellite remote sensing techniques a case study of sagar district (M.P.). *E-International Scientific Research Journal*, 3, 335-348.
- Patenaude, G., Milne, R. and Dawson, T.P. (2005). Synthesis of remote sensing approaches for forest carbon estimation: Reporting to the Kyoto Protocol. *Environ. Sci. Pol.*, 8, 161-178.
- Ratmanee., M., Bhaktikul., K. and Eamsiri., A. (2007). Developing model of landscape change using remote sensing technique and markov model for upper Lum Ta Kong basin, Nakhonratchasima province, Thailand. *Environment and Natural Resources Journal*, 5(1), 22-34.
- Ravi Kumar, S.R., Gupta, Sarnam Singh, Parshant Patil and V.K., Dhadhwal. (2011). Spatial distribution of forest biomass using remote sensing and regression model in Northern Haryana, India. *International journal of ecology and environmental sciences*, 37(1), 37-47.
- Raymond Hunt, E., Jr., Fahnestock, J.T., Robert, D., Kelly., Jeffrey, M. Welker., William, A., Reiners and William, K., Smith. (2002). Carbon sequestration from remotely – sensed NDVI and net ecosystem exchange. United States of America: Laboratory spectroscopy to remotely sensed spectra of terrestrial ecosystems.
- Shi, X.Z., Wang, H.J., Yu, D.S., Weindorf, D.C. and Cheng, X.F. (2009). Potential for soil carbon sequestration of eroded areas in subtropical China. *Soil Till. Res.*, 105, 322-327.

- Stellmes, M., Roder, A., Udelhoven, T. and Hill, J. (2012). Mapping syndromes of l and change in Spain with remote sensing time series, demographic and climatic data. Germany: University of Trier, Remote Sensing Department.
- Stephanie, A., Miner. (2011). Syracuse land use and development plan 2040. New York, USA: A component of the Syracuse comprehensive plan, City of Syracuse.
- Supawan, P., Nathsuda, p., Chongrak, W. and Somchai. (2007). Aboveground cabon content in mixer deciduous forest and teak plantations. *Environment and Natural Resources Journal*, 5(1), 1-10.
- Thomson, A.M., Izaurrealde, R.C., Rosenberg, N.J. and He, X. (2006). Climate change impacts on agriculture and soil carbon sequestration potential in the Huang-Hai Plain of China. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 114, 195-209.
- Volosko-Demkiv, O. and Ryabokononko, O. (2005). Application of GIS and remote sensing technologies for assessing CO₂ capture and transmission. Ukraine: Ukrainian Land and Resource Management Center.
- Watts, J.D., Lawrence, R.L., Miller, P.R. and Montagne, C. (2009). Monitoring of cropland practices for carbon sequestration purposes in north central Montana by LANDSAT remote sensing. *Rem. Sens. Environ.*, 113, 1843-1852.
- Yan, H., Cao, M., Liu, J. and Tao, B. (2007). Potential and sustainability for carbon sequestration with improved soil management in agricultural soils of China. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 121, 325-335.



ภาคผนวก ก การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดินได้แบ่งระดับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น 3 ระดับพร้อมด้วยรหัสเพื่อใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง แสดงการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน)

ระดับ 1/Level 1	ระดับ 2/Level 2	ระดับ 3/Level 3
U พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง Urban and Built-up land	U1 ตัวเมืองและย่านการค้า City, Town, Commercial U2 หมู่บ้าน Village	U201 หมู่บ้านที่ราบ Low land village U202 หมู่บ้านบนพื้นที่สูง High land village U203 โครงการพัฒนาบ้านและที่ดิน Land and Housing
	U3 สถานที่ราชการ สถาบัน ต่างๆ Institutional land U4 สถานีคมนาคม Transportation Communication and Utility	U401 สนามบิน Airport U402 สถานีรถไฟ Railway station U403 สถานีขนส่ง Bus station U404 ท่าเรือ Harbour
	U5 ย่านอุตสาหกรรม Industrial land U6 อื่นๆ Other	U501 นิคมอุตสาหกรรม Industrial estate U502 โรงงานอุตสาหกรรม Factory U601 สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ Recreation area U602 สนามกอล์ฟ Golf course U603 สุสาน, ป่าช้า Cemetery U604 ศูนย์อพยพ Refugee camp

ระดับ 1/Level 1	ระดับ 2/Level 2	ระดับ 3/Level 3
A พื้นที่เกษตรกรรม Agricultural land	A1 นาข้าว Paddy field	A100 นาร้าง Abandoned A101 นา Rice paddy
	A2 พืชไร่ Field crop	A200 ไร่ร้าง Abandoned A201 พืชไร่ผสม Mixed A202 ข้าวโพด Corn A203 อ้อย Sugarcane A204 มันสำปะหลัง Cassava A205 สับปะรด Pineapple A206 ยาสูบ Tobacco A207 ฝ้าย Cotton A208 ถั่วเขียว Mungbean A209 ถั่วเหลือง Soybean A210 ถั่วลิสง Peanut A211 ปอแก้ว, ปอกระเจา Kenaf, Jute A212 ถั่วดำ, ถั่วแดง Black bean, Red bean A213 ข้าวฟ่าง Sorghum A214 ละหุ่ง Castor bean A215 งา Sesame A216 ข้าวไร่ Upland rice A217 มันฝรั่ง Potata A218 มันแกว Jam potato A219 มันเทศ Sweet potato A220 แตงโม watermelon A221 ลูกเดือย Millet A222 ขิง Ginger A223 กะหล่ำปลี Cabbage A224 มะเขือเทศ Tomato

ระดับ 1/Level 1	ระดับ 2/Level 2	ระดับ 3/Level 3
		A225 ว่านหางจระเข้ Aloe vera
		A226 ป่านศรนารายณ์ Agave
		A227 ปอสา Paper mulberry
		A228 ทานตะวัน Sunflower
		A229 พริก Chili
		A230 ข้าวสาลี Wheat
		A231 ข้าวบาร์เลย์ Barley
		A232 ข้าวไรย์ Rye
		A233 ฝิ่น Opium
		A234 กัญชา Marihuana
		A235 กระเจี๊ยบ Roselle
		A301 ไม้ยืนต้นผสม Mixed
		A302 ยางพารา para rubber
		A303 ปาล์มน้ำมัน Oil Palm
		A304 ยูคาลิปตัส Eucalyptus
		A305 สัก Teak
		A306 สะเดา Magosa
		A307 สนประดิพัทธ์ Casuarina
		A308 กระถิน Acacia
		A309 ประดู่ Pterocarpus sp.
		A310 ชอ Gmelwa sp.
		A311 ไม้ชายเลน Mangrove
		A312 กาแฟ Coffee
		A313 ชา Tea
		A314 หม่อน Mulberry
		A315 ไม้ Bamboo
		A316 ไม้ Kapok
		A317 หนาก Betel palm.

ระดับ 1/Level 1	ระดับ 2/Level 2	ระดับ 3/Level 3
		A318 จามจุรี Rain tree
		A319 ตีนเป็ด Cerlera sp.
		A320 เปล้า Croton sp.
A4 ไม้ผล Orchard		A401 ไม้ผลผสม Mixed.
		A 402 ส้ม Orang
		A403 ทูเรียน Durian
		A404 เงาะ Rambutan
		A405 มะพร้าว Coconut
		A406 ลิ้นจี่ Linchi
		A407 มะม่วง Mango
		A408 มะม่วงหิมพานต์ Cashew
		A409 พุทรา jujube
		A410 น้อยหน่า Custard apple
		A411 กัลวีย Banana
		A412 มะขาม Tamarind
		A413 ลำไย longan
		A414 ฝรั่ง Guava
		A415 มะละกอ Papaya
		A416 ขนุน Jack fruit
		A417 กระท้อน Santol
		A418 ชมพู Rose apple
		A419 มังคุด Mangosteen
		A420 ลางสาด, ลองกอง Langsat
		A421 ระกำ, สละ Rakum, sala
		A422 มะนาว Lime
		A423 ไม้เมืองหนาว Sub-tropical fruit
		A424 มะขามเทศ Manila Tamarind
		A425 มะกอกน้ำ Olive

ระดับ 1/Level 1	ระดับ 2/Level 2	ระดับ 3/Level 3
		A426 แก้วมังกร Dragon fruit
A5 พืชสวน Horticulture		A501 พืชสวนผสม Mixed
		A502 พืชผัก Truck crop
		A503 ไม้ดอก Floricultural
		A504 องุ่น vine
		A505 พริกไทย Pepper
		A506 สตอเบอรี่ Strawberry
		A507 เสาวรส Passion fruit
		A508 แรสเบอรี่ Raspberry
		A509 พืชสมุนไพร Herbs
		A510 พงหญ้า Grass plantation
*A6 ไร่หมุนเวียน Swidden cultivation		A601 ไร่ร้าง Bush fallow
A7 พุ่มหญ้าเลี้ยงสัตว์ และ โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ Pasture and farm house		รหัสระดับ 3 เช่นเดียวกับ A2
		A701 พุ่มหญ้าเลี้ยงสัตว์ Pasture
		A702 โรงเรือนเลี้ยงโค กระบือ และม้า Cattle farm
		A703 โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ปีก Poultry farm house
		A704 โรงเรือนเลี้ยงสุกร Swine house
A8 พืชน้ำ Aquatic plant		A801 พืชน้ำผสม Mixed
		A802 กก Reed
		A803 บัว Lotus
		A804 กระเจี๊ยบ Water chestnut
		A805 แห้ว Water chestnut
		A806 ผักบุ้ง Water spinach
		A807 ผักกะเฉด Watercress
A9 สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ Aqua cultural land		A900 สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำร้าง Abandoned

ระดับ 1/Level 1	ระดับ 2/Level 2	ระดับ 3/Level 3
		A901 สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำผสม
		A902 สถานที่เพาะเลี้ยงปลา Fish farm
		A903 สถานที่เพาะเลี้ยงกุ้ง Shrimp farm
		A 904 สถานที่เพาะเลี้ยงกุ้ง หอย
		Crab/Shellfish farm
		A905 ฟาร์มจระเข้ Crocodile farm
F พื้นที่ป่าไม้	F1 ป่าดิบ Evergreen forest	F100 ป่ารบกวนพื้นที่ Disturbed
Forest land		F101 ป่าสมบูรณ์ Dense
	F2 ป่าผลัดใบ Deciduous forest	F200 ป่ารบกวนพื้นที่ Disturbed
		F201 ป่าสมบูรณ์ Dense
	F3 ป่าเลน Mangrove forest	300 ป่ารบกวนพื้นที่ Disturbed
		F301 ป่าสมบูรณ์ Dense
	F4 ป่าพรุ Swamp forest	F400 ป่ารบกวนพื้นที่ Disturbed
		F401 ป่าสมบูรณ์ Dense
	F5 สวนป่า Forest Plantation	F500 ป่ารบกวนพื้นที่ Disturbed
		F501 ป่าสมบูรณ์ Dense
	F6 วนเกษตร Agro-forestry	พื้นที่ปลูกป่าร่วมกับการเกษตร
W พื้นที่น้ำ	W1 แหล่งน้ำธรรมชาติ	W101 แม่น้ำลำคลอง River, Canal
Water body	Natural water body	W102 ทะเลสาบ บึง Lake
	W2 แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น	W201 อ่างเก็บน้ำ Reservoir
	Reservoir (Built-up)	W202 บ่อน้ำในไร่นา Farm pond .
M พื้นที่	M1 ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	M101 ทุ่งหญ้า Grass
เบ็ดเตล็ด	Rangeland	M102 ไม้ละเมาะ Scrub
Miscellaneous		M103 ไม้ Bamboo
land	M2 พื้นที่ลุ่ม Marsh and Swamp	
	M3 เหมืองแร่, บ่อขุด Mine, pit	M300 เหมืองเก่า บ่อขุดเก่า Abandoned
		M301 เหมืองแร่ Mine

ระดับ 1/Level 1	ระดับ 2/Level 2	ระดับ 3/Level 3
		M302 ป่อลูกรัง Laterite pit
		M303 ป่อทราย Sand pit
		M304 ป่อดิน Soil pit
	M4 อื่นๆ other	M401 นาเกลือ Salt flat
		M402 หาดทราย Beach
		M403 ที่หินโผล่ Rock out crop
		M404 ที่ทิ้งขยะ Garbage dump

ตาราง แสดงอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและประเภทการรายงาน ที่เกี่ยวกับป่า กำหนดโดยคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)

รหัส UNFCCC	ความหมาย
5A: การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ป่า และพื้นที่มวลชีวภาพสะสมอื่นๆ	การปลดปล่อยและการลดลงของ CO ₂ จากการลดและการเพิ่มของมวลชีวภาพ เนื่องจากการจัดการในพื้นที่ป่า การทำป่าไม้ จากสะสมไม้พื้น ฯลฯ รวมทั้ง การทำสวนป่า และกิจกรรมการปลูกป่าทดแทน
5B: การเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ป่า และทุ่งหญ้า	การปลดปล่อยและการลดลงของ CO ₂ จากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าที่มีอยู่กับการทุ่งหญ้าไปเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงกิจกรรมการทำลายป่า
5D: การปลดปล่อยและการลดลงของ CO ₂ จากดิน	การปลดปล่อยและการลดลงของ CO ₂ ในดินที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการ
5E: อื่นๆ	การปลดปล่อยและการลดลงของ CO ₂ จากการใช้ประโยชน์ที่ดินและกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ

ที่มา: Patenaude, et al., 2005

ตาราง แสดงคำศัพท์อนุสัญญาเกียวโต (Kyoto Protocol) ที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง
การใช้ประโยชน์ที่ดินและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องป่า

คำศัพท์	ความหมาย
การปลูกป่า (Afforestation: AR)	การเปลี่ยนแปลงจากมนุษย์โดยตรงต่อพื้นที่ที่ไม่เป็นพื้นที่ป่าอย่างน้อย 50 ปี ไปเป็นพื้นที่ป่าโดยการเพาะปลูกหรือการเพาะเมล็ดพันธุ์โดยมนุษย์
การฟื้นฟูสภาพป่า (Reforestation: RA)	การเปลี่ยนแปลงจากมนุษย์โดยตรงต่อพื้นที่ที่ไม่เป็นพื้นที่ป่าไปเป็นพื้นที่ป่าโดยการปลูกหรือการเพาะเมล็ดพันธุ์โดยมนุษย์ ซึ่งทำให้พื้นที่ป่าหายไป
การลดลงของป่า (Deforestation: D)	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าให้หายไปจากมนุษย์โดยตรง ซึ่งหมายถึงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
การจัดการพื้นที่ป่า (Forest management: FM)	ระบบของการปฏิบัติสำหรับการดูแลและการใช้พื้นที่ป่าไม้ที่มุ่งเป้าไปที่การตอบสนองที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศ (รวมถึงความหลากหลายทางชีวภาพ) พังกั้นทางเศรษฐกิจและสังคมของป่าไม้ในลักษณะที่ยั่งยืน
การปลูกพืชอีกครั้ง (Revegetation: RV)	กิจกรรมของมนุษย์ที่เกิดขึ้นโดยตรงเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ผ่านการเพาะปลูกพืชที่ครอบคลุมพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 0.05 ไร่และไม่เป็นไปตามข้อกำหนดการปลูกป่าที่กำหนดไว้ข้างต้น
พื้นที่ป่า (Forest)	พื้นที่ที่น้อยสุดของที่ดินขนาด 0.05-1.0 เฮกเตอร์ที่มีปกคลุมด้วยต้นไม้ (หรือเทียบเท่ากับการเก็บสะสม) มากกว่า 10-30% ด้วยต้นไม้ที่สามารถเข้าถึงได้และมีความสูงไม่ต่ำกว่า 2-5 เมตรที่ จนครบกำหนดในป่า อาจรวมทั้งการก่อตัวของป่าปิดที่มีต้นไม้ชั้นต่างๆและพุ่มไม้ครอบคลุมสัดส่วนที่สูงของพื้นดินหรือป่าเปิด ต้นไม้อายุน้อยและพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดที่มียังไม่ถึงความหนาแน่นของป่าประมาณ 10-30% หรือความสูงของต้นไม้ 2-5 เมตรจะรวมอยู่ภายใต้ป่าเช่นเดียวกับพื้นที่ตามปกติและเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งเป็นป่าชั่วคราว ไม่ได้สะสม

คำศัพท์	ความหมาย
	คาร์บอน ซึ่งเป็นผลจากแทรกแซงของมนุษย์ เช่น การเก็บเกี่ยวหรือสาเหตุตามธรรมชาติ ซึ่งคาดว่าจะ ที่จะกลับไปสู่ที่ป่าอีกครั้ง
เกณฑ์การลดลงของพื้นที่ป่าโดยสหราชอาณาจักร (Forest definition elected by the UK)	ที่ดินชั้นต่ำขนาด 0.1 เฮกเตอร์ภายใต้การยืนหรือสามารถเข้าถึงได้กว่า 20% ความกว้างต่ำสุดของป่า 16 เมตร จึงจะมีคุณสมบัติเป็นป่าไม้ยืนต้น และจะต้องยาวมากกว่า 62.5 เมตร ความสูงของต้นไม้ชั้นต่ำที่คาดการณ์ไว้คือ 2 เมตร ในสหราชอาณาจักร คำนิยามนี้จะช่วยให้เลือกความละเอียดของการสำรวจระยะไกลที่จำเป็นสำหรับการตรวจสอบป่า
อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC)	อนุสัญญาที่เกิดจากความพยายามของประชาคมโลกในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่เชื่อว่ามีสาเหตุมาจากภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) อันเนื่องมาจากการสะสมตัวในชั้นบรรยากาศของก๊าซต่างๆ

ที่มา: Patenaude, et al., 2005

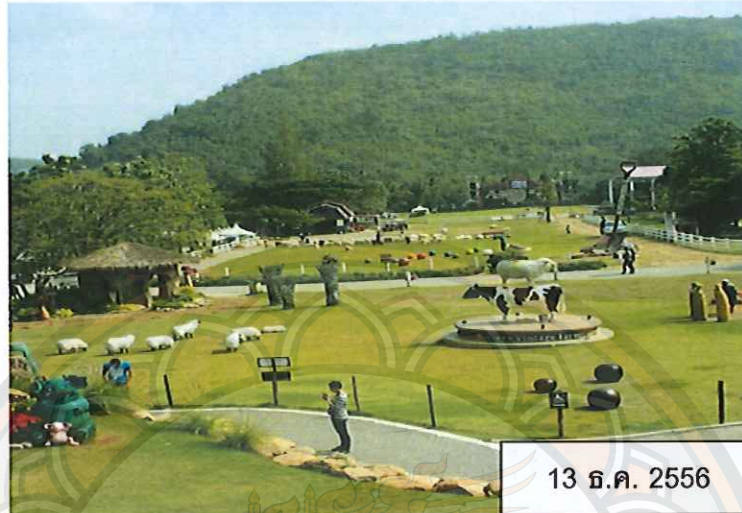
ตาราง แสดงคำศัพท์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับป่า

คำศัพท์	ความหมาย
ปริมาณคาร์บอนสะสม (Carbon stock)	ปริมาณของคาร์บอนสะสมในเวลาที่กำหนด; ในต้นฉบับนี้ "คาร์บอนสะสม" หมายถึง คาร์บอนส่วนใหญ่ที่พบข้างในมวลชีวมวลบนดินของระบบนิเวศป่าไม้
การประมาณค่า (Estimation)	การให้ตัวเลขที่อยู่บนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์หรือวิธีการสร้างแบบจำลอง
การตรวจสอบ (Verification)	การเปรียบเทียบการประมาณการข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการก่อสร้างหรือการสอบเทียบของวิธีการหรือรูปแบบการใช้; จะช่วยให้การสร้างที่น่าเชื่อถือของข้อมูลส่งมาโดยคู่สัญญา

คำศัพท์	ความหมาย
การทำบัญชี (Accounting)	กฎสำหรับการเปรียบเทียบการปล่อยและการลดลงตาม การรายงานของภาคีที่มีภาระผูกพันที่ได้รับมอบหมายของ พวกเขา ระบบการทำงานของหน่วยงานการบัญชีที่ได้รับ ที่ออกแบบมาเพื่ออำนวยความสะดวกในกลไกการซื้อขาย
การรายงานผล (Reporting)	กระบวนการของการประมาณการเพื่อ UNFCCC
สิ่งปกคลุมดิน (Land cover)	ข้อสังเกตสิ่งปกทากายภาพและชีวภาพของที่ดินของโลก ที่เป็นพืชผักหรือคุณลักษณะที่มนุษย์สร้างขึ้น; การสำรวจ ระยะไกลเพียงตรวจสอบสิ่งปกคลุมดินจากการตีความของ การใช้ประโยชน์ดินที่จะได้รับ
การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)	การรวบรวมการจัดกิจกรรมและปัจจัยการผลิตที่ผู้คน ดำเนินการในสิ่งปกคลุมดิน

ที่มา: Patenaude, et al., 2005

ภาคผนวก ข การลงภาคสนามในพื้นที่ศึกษา



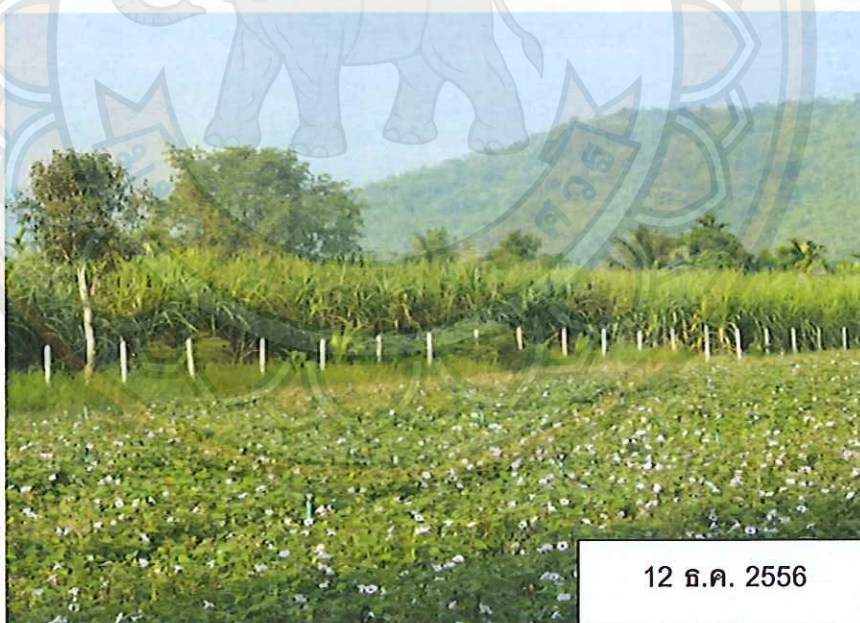
ภาพ สถานที่ท่องเที่ยวในเขต ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ รีสอร์ท และสวนผลไม้ในเขต ตำบลท่าเคย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ ไร่มันสำปะหลังในเขต ตำบลป่าหวาย อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



ภาพ ไร่อ้อยและถั่วลิสงในเขต ตำบลตะนาวศรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี