



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาระบบเตือนภัยไฟฟ้าและมลพิษทางอากาศจากไฟฟ้า
ในจังหวัดแม่ฮ่องสอนบนระบบภูมิสารสนเทศเครือข่ายสาธารณะ

โดย นางสาวชฎา ณรงค์ฤทธิ และ
นายชินนทร์ อัมพรสถิร

สิงหาคม 2552

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาระบบเตือนภัยไฟฟ้าและมลพิษทางอากาศจากไฟฟ้า
ในจังหวัดแม่ฮ่องสอนบนระบบภูมิสารสนเทศเครือข่ายสาธารณะ

คณะผู้วิจัย

- นางสาวชฎา ณรงค์ฤทธิ์
- นายชินนทร์ อัมพรสถิต

สังกัดคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นรายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการวิจัย “การพัฒนาระบบเตือนภัยไฟฟ้าและมลพิษทางอากาศจากไฟฟ้าในจังหวัดแม่ฮ่องสอนบนระบบภูมิสารสนเทศเครือข่ายสาธารณะ” ซึ่งมีระยะเวลาในการดำเนินการ 18 เดือน เริ่มตั้งแต่ 15 กุมภาพันธ์ 2551 ถึง 14 สิงหาคม 2552 โดยการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักประสานงานเครือข่ายวิจัยเพื่อพัฒนาพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (ABC-UN) ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

รายงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ บทสรุปผู้บริหาร และเนื้อหางานวิจัยซึ่งมีทั้งหมด 6 บท ได้แก่ บทที่ 1 การสร้างระบบฐานข้อมูล บทที่ 2 การวิเคราะห์จุดความร้อน บทที่ 3 การวิเคราะห์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงไฟ บทที่ 4 การพัฒนาโปรแกรมจำลองการลามของจุดความร้อน บทที่ 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการพบจุดความร้อนกับข้อมูลภูมิอากาศและคุณภาพอากาศ และ บทที่ 6 การพัฒนาระบบภูมิสารสนเทศของจังหวัดแม่ฮ่องสอนบนอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในส่วนราชการต่าง ๆ และประชาชนในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการวิจัยของโครงการนี้จะเป็นประโยชน์ทั้งด้านวิชาการและการประยุกต์ใช้เพื่อการปฏิบัติงานของหน่วยงานระดับจังหวัด โดยเฉพาะในส่วนของโปรแกรมจำลองการลามของจุดความร้อน และระบบภูมิสารสนเทศของจังหวัดแม่ฮ่องสอนบนอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้นนี้จะมีส่วนช่วยให้หน่วยงานต่าง ๆ ของจังหวัดแม่ฮ่องสอนได้มีระบบฐานข้อมูลและเครื่องมือที่ดี สำหรับนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานด้านการจัดการปัญหาการเผาพื้นที่ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ต่อไป

ชฎา ณรงค์ฤทธิ
ชนินทร์ อัมพรสถิร

สารบัญ

	หน้า
คำนำ.....	i
สารบัญ.....	ii
สารบัญตาราง.....	iv
สารบัญภาพ.....	v
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร.....	viii
บทคัดย่อ	xii
บทที่ 1 การสร้างระบบฐานข้อมูล.....	1
บทที่ 2 การวิเคราะห์จุดความร้อน.....	9
2.1 การวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของจุดความร้อน.....	9
2.2 การเปรียบเทียบจุดความร้อนจาก AIT Fire Database กับข้อมูลการสำรวจไฟจาก ภาคสนาม	16
บทที่ 3 การวิเคราะห์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงไฟ.....	19
3.1 การวิเคราะห์ปัจจัยด้านประวัติการสำรวจพบจุดความร้อนจากดาวเทียม.....	19
3.2 การวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่พบจุดความร้อน.....	21
3.3 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงไฟ.....	22
บทที่ 4 การพัฒนาโปรแกรมจำลองการลามของจุดความร้อน.....	35
4.1 การเตรียมชั้นข้อมูล.....	35
4.2 แนวคิดการจำลองการลามของไฟจากจุดความร้อน.....	46
4.3 การออกแบบหน้าจอโต้ตอบของโปรแกรมจำลองไฟลาม.....	51
บทที่ 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการพบจุดความร้อนกับข้อมูลภูมิอากาศและ คุณภาพอากาศ.....	58
5.1 การประเมินผลของภูมิอากาศที่มีต่อคุณลักษณะของจุดความร้อน.....	58
5.2 การประเมินผลของการพบจุดความร้อนที่มีต่อคุณภาพอากาศ.....	59

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 การพัฒนาระบบภูมิสารสนเทศของจังหวัดแม่ฮ่องสอนบนอินเทอร์เน็ต.....	66
6.1 กรอบการพัฒนา Internet GIS Map Server.....	66
6.2 การใช้งาน Internet GIS ไฟป่าและไฟในพื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	67
เอกสารอ้างอิง.....	71
ภาคผนวก	
1 ค่าสถิติพรรณนาของจุดความร้อน ระยะห่างของจุดความร้อน ภูมิอากาศในวันที่พบจุดความร้อน และคุณภาพอากาศในวันที่พบจุดความร้อน.....	A
2 ค่าสถิติพรรณนาของค่าความเชื่อมั่นว่าเป็นไฟของจุดความร้อน MODIS ที่พบในเดือนต่าง ๆ ในปี 2550 และ 2551 ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน.....	C
3 สถิติสหสัมพันธ์ของดัชนีข้อมูลจุดความร้อนกับค่าเชื่อมั่นว่าเป็นไฟ.....	F
4 ผังต้นไม้การจำแนกจุดภาพที่เชื่อมั่นว่าเป็นไฟ.....	G
5 ค่าสถิติพรรณนาของภูมิอากาศที่ตรงกับจุดความร้อน MODIS ของจังหวัดแม่ฮ่องสอนในปี 2550 และ 2551.....	H
6 ค่าสหสัมพันธ์ของข้อมูลจุดความร้อนกับภูมิอากาศและคุณภาพอากาศ.....	L
7 ความขึ้นของเชื้อเพลิงที่สำรวจจากภาคสนาม เมื่อเดือนธันวาคม 2551.....	M
8 การให้ค่าน้ำหนักประเภทเชื้อเพลิงที่พบตามประเภทการใช้ที่ดินโดยวิธีการ AHP.....	N
9 คุณภาพอากาศและผลกระทบ.....	P
10 แบบสอบถาม.....	Q
11 สารบัญข้อมูลในแต่ละรายการกลุ่มฐานข้อมูล.....	U
12 ภาพกิจกรรมการเผยแพร่ผลงานและการอบรมการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์.....	Z

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แหล่งของข้อมูลทุติยภูมิที่นำมาใช้ในการจัดสร้างระบบฐานข้อมูลสำหรับใช้ในการจำลองไฟ	2
2 ค่าเฉลี่ยข้อมูลจุดความร้อนที่สำรวจจากดาวเทียม Terra และ Aqua.....	15
3 จำนวนและเปอร์เซ็นต์จุดความร้อนแยกตามระยะห่างจุดสำรวจไฟในภาคสนาม.....	16
4 ค่าสัมประสิทธิ์ของความลาดชันและทิศทางความลาดสำหรับใช้ในการจำลองการลาม.....	44
5 สัมประสิทธิ์ความแห้งเริ่มต้นของเชื้อเพลิงตามจำนวนวันหลังจากฝนตก.....	45
6 ชั้นข้อมูลที่นำเข้า ชั้นข้อมูลส่งออก และสมมติฐานของการจำลองการลามของจุดความร้อน	46
7 ค่าข้อมูลคุณสมบัติ ของจุดความร้อนและข้อมูลภูมิอากาศในวันที่พบจุดความร้อน โดยแบ่งตามกลุ่มของจุดความร้อนที่จำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม.....	59
8 คุณภาพอากาศในวันที่พบจุดความร้อน โดยแบ่งตามกลุ่มของจุดความร้อนที่จำแนก ออกเป็น 5 กลุ่ม.....	61
9 ค่าสหสัมพันธ์ของจำนวนจุดความร้อน ระดับคะแนนปัญหาหมอกควันและผลกระทบ และ คุณภาพอากาศ ในเดือนเมษายน 2552.....	64
10 ค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพอากาศ ปัญหาหมอกควันและผลกระทบ แบ่งตามจำนวนจุด ความร้อนที่สำรวจพบ ในเดือนเมษายน 2552.....	65

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 การกระจายและความถี่ของจุดความร้อนของปี 2550-51 ของจังหวัดแม่ฮ่องสอนและพื้นที่โดยรอบ.....	3
2 ค่าการสะท้อนในแบนด์ 2.....	4
3 ค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิในแบนด์ 21.....	5
4 ค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิในแบนด์ 31.....	6
5 ค่ากำลังไฟ.....	7
6 ค่าเปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่นว่าเป็นไฟ.....	8
7 จำนวนจุดความร้อนแยกตามรายเดือนที่สำรวจพบจากดาวเทียม Terra และ Aqua.....	11
8 จำนวนจุดความร้อนที่พบรายวันตั้งแต่ปี 2550 ถึง 2551.....	11
9 เปอร์เซนต์จุดความร้อนที่สำรวจพบแยกตามจำนวนครั้งที่พบจุดความร้อน ณ ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์เดิม.....	13
10 เปอร์เซนต์จุดความร้อนแยกตามรายอำเภอ.....	13
11 เปอร์เซนต์จุดความร้อนแยกตามประเภทประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน.....	14
12 เปอร์เซนต์จุดความร้อนที่พบจำแนกตามประเภทป่า.....	14
13 จำนวนจุดความร้อนแยกตามช่วงเวลาเวลาที่ดาวเทียมสำรวจใน 1 รอบวัน.....	15
14 จำนวน จุดความร้อน ที่พบในรัศมี 0.5 ถึง มากกว่า 40 กิโลเมตร จากจุดเกิดไฟที่สำรวจในภาคสนาม.....	17
15 ระยะห่างจุดความร้อนกับจุดสำรวจไฟภาคสนาม.....	18
16 วิธีการคำนวณจำนวนจุดความร้อนในพื้นที่ 0.5 ตารางกิโลเมตร สำหรับใช้เป็นปัจจัยด้านประวัติการเกิดจุดความร้อน.....	19
17 ปัจจัยด้านประวัติการเกิดจุดความร้อนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ 0.5 ตารางกิโลเมตร.....	20
18 ระยะห่างระหว่างจุดความร้อนกับพื้นที่ป่าไม้.....	23
19 ระยะห่างระหว่างจุดความร้อนกับเขตอุทยานแห่งชาติ.....	24
20 ระยะห่างระหว่างจุดความร้อนกับพื้นที่เกษตรกรรม.....	25

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
21 ระยะห่างระหว่างจุดความร้อนกับเมือง.....	26
22 ระยะห่างระหว่างจุดความร้อนกับที่ตั้งหมู่บ้าน.....	27
23 ระยะห่างระหว่างจุดความร้อนกับถนน.....	28
24 ระยะห่างระหว่างจุดความร้อนกับเส้นลำน้ำ.....	29
25 ระยะห่างระหว่างจุดความร้อนกับแหล่งน้ำ.....	30
26 ความสูงของพื้นที่ที่พบจุดความร้อน.....	31
27 ความลาดชันของพื้นที่ที่พบจุดความร้อน.....	32
28 ระดับเสี่ยงเกิดไฟป่าจากผลรวมค่าคะแนนของตัวแปรทางสิ่งแวดล้อม.....	33
29 ระดับเสี่ยงเกิดไฟป่าซึ่งให้ความสำคัญเท่า ๆ กันระหว่างปัจจัยด้านประวัติการเกิดจุดความร้อนและปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่พบจุดความร้อน.....	34
30 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงเชิงพื้นที่.....	35
31 ค่า 10-Day Maximum NDVI Composite ของสิ่งปกคลุม/การใช้ที่ดิน โดยที่ 10-day interval ที่ 0 หมายถึง 10 วันสุดท้ายของเดือนธันวาคมของปีก่อนหน้า และ 10-day interval ที่ 36 หมายถึง 10 วันสุดท้ายของเดือนธันวาคมของปีถัดมา.....	39
32 ดัชนีพื้นที่ใบของป่าประเภทต่าง ๆ ที่คำนวณจาก MODIS-NDVI เทียบกับดัชนีพื้นที่เรือนยอดที่ศึกษาในภาคสนาม.....	40
33 ปริมาณชีวมวลที่ร่วงหล่นในทุก ๆ 10 วัน ของเดือนมกราคม ถึง เมษายน เมื่อเทียบกับปริมาณชีวมวลเริ่มต้นที่ 10 วันสุดท้ายของเดือนธันวาคมของปีก่อนหน้า.....	40
34 ปริมาณเชื้อเพลิงที่ร่วงหล่นสะสมบนดินในปี 2550.....	41
35 ปริมาณเชื้อเพลิงที่ร่วงหล่นสะสมบนดินในปี 2551.....	42
36 ปริมาณเชื้อเพลิงที่ร่วงหล่นสะสมบนดินเฉลี่ย 2 ปีในปี 2550 และ 2551.....	43
37 ทิศทางความลาด.....	44
38 ผังการจำลองพื้นที่ไฟลามและปริมาณฝุ่นที่ปลดปล่อยจากพื้นที่ไฟลาม.....	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
39 คุณภาพอากาศและจำนวนจุดความร้อนของจังหวัดแม่ฮ่องสอนใน 1 รอบปี.....	60
40 การเปลี่ยนแปลงค่าคะแนนปัญหาหมอกควันและผลกระทบเปรียบเทียบกับค่า AQI ที่ ตรวจวัดได้.....	63
41 ผังการนำผลวิจัยและพัฒนาของโครงการนี้ไปใช้ร่วมกับงานประจำของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และการนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาเครือข่ายท้องถิ่นเพื่อการสื่อสารเพื่อป้องกันไฟ ป่าและภัยจากไฟฟ้า.....	66
42 หน้าต่างแรกของระบบภูมิสารสนเทศไฟฟ้าและไฟในพื้นที่เกษตรกรรม ของจังหวัดแม่ฮ่องสอนบนอินเทอร์เน็ต.....	67
43 หน้าต่างแรกของระบบภูมิสารสนเทศบนอินเทอร์เน็ต.....	68
44 เครื่องมือต่างๆ ในระบบภูมิสารสนเทศบนอินเทอร์เน็ต.....	70

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

โครงการวิจัย “การพัฒนาระบบเตือนภัยไฟป่าและมลพิษทางอากาศจากไฟป่าในจังหวัดแม่ฮ่องสอน บนระบบภูมิสารสนเทศเครือข่ายสาธารณะ” นี้มีจุดมุ่งหมายหลัก ๆ คือ (1) ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าจากข้อมูลจุดความร้อนที่สำรวจจากดาวเทียม Terra/MODIS และ Aqua/MODIS และ (2) พัฒนาระบบฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศเครือข่ายสาธารณะ (internet map server) สำหรับการเตือนภัยและการจัดการไฟป่าของจังหวัดแม่ฮ่องสอน รวมทั้งเชื่อมโยงระบบเตือนภัยไฟป่าและมลพิษ ทางอากาศเข้ากับระบบฐานข้อมูลอื่น ๆ ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ผลการดำเนินงานแบ่งตามเนื้อหางานวิจัยได้ เป็น 6 บท โดยพอสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

บทที่ 1 การสร้างระบบฐานข้อมูล ผลการดำเนินงานได้จัดทำระบบฐานข้อมูล 5 ฐานหลัก ๆ คือ (1) ฐานข้อมูลจุดความร้อน (hotspots) ที่เกิดขึ้นในจังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นระยะเวลา 2 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคม 2550 ถึง ธันวาคม 2551 (2) ฐานข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงสะสมทุก ๆ 10 วัน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือน เมษายน โดยปริมาณข้อมูลสะสมคำนวณจากค่าดัชนีพืชพรรณที่วิเคราะห์จากข้อมูลภาพแบนด์ 1 และ 2 ของ MODIS (3) ฐานข้อมูลภูมิอากาศรายวัน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ ทิศทางลม และความเร็วลม (4) ฐานข้อมูลคุณภาพอากาศรายวัน ได้แก่ ปริมาณฝุ่นขนาด 10 ไมครอน (PM10) และดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index, AQI) และ (5) ฐานข้อมูลทางกายภาพ ซึ่งภาพ และเศรษฐกิจสังคมของจังหวัดแม่ฮ่องสอน เช่น ขอบเขตการปกครอง ที่ตั้งหมู่บ้าน ที่ตั้งหอสังเกตไฟภาคสนาม ประเภทการใช้ที่ดิน ประเภทป่าไม้ ถนน เส้นลำนํ้า และ สถานที่ท่องเที่ยว เป็นต้น

บทที่ 2 การวิเคราะห์จุดความร้อน ผลการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ (1) ส่วนของการวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านค่าการสะท้อนของแบนด์ 2 (Ref2) ค่าอุณหภูมิของแบนด์ 21 (T21) ค่าอุณหภูมิของแบนด์ 31 (T31) ค่ากำลังไฟ (Fire Power, Fp) และค่าความเชื่อมั่นว่าเป็นไฟ (Fire Confidence, Fc) ของจุดความร้อนที่รวบรวมจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล เพื่อนำผลมากำหนดการสร้างค่าดัชนีเพื่อใช้เป็นเกณฑ์คัดจุดความร้อนที่มีความเชื่อมั่นต่ำและมีโอกาสที่จะเป็นจุดความร้อนเท็จ และ (2) ส่วนของการเปรียบเทียบจุดความร้อนกับจุดที่สำรวจพบไฟจากภาคสนาม ผลการศึกษาทั้ง 2 ส่วน สรุปได้ว่า จุดความร้อนที่สำรวจพบจากดาวเทียมยังมีบางส่วนที่มีโอกาสเป็นจุดความร้อนเท็จ ดังนั้น การใช้สารสนเทศจากข้อมูลจุดความร้อนที่สำรวจพบจากดาวเทียมนั้นจำเป็นต้องพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อคัดกรองจุดความร้อนเท็จออกไป เมื่อวิเคราะห์ จำนวนจุดความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละวันในฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้น พบว่า ในจำนวนวันรวมทั้งหมด 730 วันภายใน ระยะเวลา 2 ปี มีจำนวน 150 วันเท่านั้นที่มีจุดความร้อนเกิดขึ้น ส่วนวันอื่น ๆ ที่เหลือไม่พบจุดความร้อน จำนวนจุดความร้อนที่พบภายใน 1 วัน อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1 ถึง 195 จุด วันที่มีจำนวนจุดความร้อนตั้งแต่ 100 จุดต่อวัน ส่วนใหญ่พบในเดือนมีนาคม รองลงมาคือเดือนเมษายน โดยจุดความร้อนส่วนใหญ่ (2,636 จุดหรือ 60.1% ของจุดความร้อนทั้งหมด) เกิดที่ตำแหน่งหนึ่ง ๆ เพียงครั้งเดียว จากข้อมูลจึงชี้ให้เห็นว่า จุดความร้อนส่วนใหญ่ไม่ได้เกิดขึ้นประจำที่ ณ ตำแหน่งเดิม แต่จะเปลี่ยนสถานที่ไปยังตำแหน่งอื่น ๆ ในลักษณะกระจายไปทั่วจังหวัดแม่ฮ่องสอน อำเภอแม่สะเรียงมีจุดความร้อนปรากฏมากที่สุด (1,044 จุด หรือ 24% ของจุดความร้อนทั้งหมด)

อำเภอเมืองซึ่งเป็นที่ตั้งของเมืองและสนามบินพบจำนวนจุดความร้อนรองลงมา (810 จุด หรือ 18% ของจุดความร้อนทั้งหมด) เมื่อจำแนกจุดความร้อนที่เกิดขึ้นในช่วง 2 ปีตามประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแล้ว พบว่าจุดความร้อนถึง 92% ของจุดความร้อนทั้งหมดเกิดในพื้นที่ป่า ที่เหลืออีก 8% พบในพื้นที่การเกษตร โดยจะพบในพื้นที่เกษตรบนที่สูง 4% เมื่อพิจารณาจุดความร้อนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ป่าตามประเภทของป่าไม้ พบว่า เกิดในป่าเบญจพรรณมากที่สุด (64% ของจุดความร้อนที่พบในพื้นที่ป่า) จุดความร้อนส่วนใหญ่ (3,305 หรือ 75.3% ของจุดความร้อนทั้งหมด) สัมผัสพบจากดาวเทียมที่โคจรผ่านพื้นที่ในช่วงเช้า คือ ช่วงเวลา 06.04 ถึง 07.36 น. เมื่อนำจุดความร้อนที่สำรวจพบจากดาวเทียมมาพิจารณาเปรียบเทียบกับจุดที่สำรวจพบไฟจากภาคสนาม พบว่าการสำรวจไฟโดยการสังเกตการณ์ในภาคสนามนั้น ยังมีข้อจำกัด กล่าวคือ จุดความร้อนที่สำรวจพบจากดาวเทียมส่วนใหญ่คือ 1,125 จุด (หรือ 25.6% ของจุดความร้อนทั้งหมด) อยู่ห่างจากจุดเกิดไฟที่สามารถเข้าไปสำรวจในภาคสนามได้ที่ระยะห่าง 20 กิโลเมตร ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ยังชี้ให้เห็นว่า ที่ระยะห่างช่วง 10 ถึง 30 กิโลเมตรจากจุดที่สามารถเข้าไปสำรวจไฟในภาคสนามถือว่าเป็นระยะที่ต้องเพิ่มความสามารถในการเข้าไปควบคุมไฟ เนื่องจากมีจุดความร้อนถึง 57.1 % ของจุดความร้อนทั้งหมดเกิดขึ้นในระยะห่างดังกล่าว

บทที่ 3 การวิเคราะห์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงไฟ งานในส่วนนี้เป็นวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อแสดงพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟจากประวัติการสำรวจพบจุดความร้อนในฐานข้อมูลจุดความร้อนในช่วง 2 ปี (2550-2551) และวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อมเชิงพื้นที่ของจุดความร้อนในฐานข้อมูลเพื่อกำหนดระดับพื้นที่เสี่ยงในบริเวณอื่น ๆ ที่ยังไม่ปรากฏจุดความร้อนจากฐานข้อมูลจุดความร้อนที่สำรวจพบจากดาวเทียมในช่วง 2 ปีดังกล่าว ปัจจัยสภาพแวดล้อมเชิงพื้นที่ ประกอบด้วย ความสูง ความชัน ระยะห่างจากเมือง ระยะห่างจากหมู่บ้าน ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากเส้นลำน้ำ ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน ระยะห่างจากพื้นที่เกษตร ระยะห่างจากป่าไม้ และระยะห่างจากเขตอุทยานแห่งชาติ ผลการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ พบว่า พื้นที่ที่มีประวัติการเกิดจุดความร้อนจะกระจายเป็นหย่อม ๆ ทั่วทั้งจังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยอำเภอแม่สะเรียงจะพบพื้นที่ที่มีประวัติการเกิดจุดความร้อนมากกว่าอำเภออื่น ๆ จุดความร้อนเกิดขึ้นในหรือติดกับเขตพื้นที่ป่าไม้ทั้งในและนอกเขตอุทยานแห่งชาติ รวมทั้งเกิดขึ้นในหรือติดกับพื้นที่เกษตร พื้นที่เมือง ถนน และเส้นลำน้ำ เมื่อพิจารณาจากค่าสูงสุดของระยะห่างระหว่างตำแหน่งจุดความร้อนกับสภาพแวดล้อมแล้ว พบว่า จุดความร้อนเกิดขึ้นใกล้ป่าไม้นอกเขตอุทยานฯ มากกว่าในเขตอุทยานฯ จึงชี้ให้เห็นว่าจุดความร้อนเกิดใกล้พื้นที่ป่าไม้มากกว่าพื้นที่อุทยานฯ จุดความร้อนอยู่ห่างจากแหล่งน้ำและเมืองมากที่สุด เมื่อพิจารณาการเกิดจุดความร้อนตามประเภทการตั้งถิ่นฐานแล้ว พบว่า จุดความร้อนมักเกิดใกล้จุดที่ตั้งหมู่บ้านมากกว่าเขตพื้นที่เมือง โดยมีค่าเฉลี่ยระยะห่างจากหมู่บ้าน 3.6 กิโลเมตร และระยะห่างจากเมือง 23 กิโลเมตร จากการที่จุดความร้อนอยู่ใกล้พื้นที่เกษตรกรรมและถนน จึงชี้ให้เห็นว่าจุดความร้อนที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากการกระทำของคนที่อาศัยในหมู่บ้านซึ่งใช้ที่ดินทำกินทางการเกษตรและอยู่ใกล้เส้นทางคมนาคมหรือใกล้พื้นที่ป่าไม้

บทที่ 4 การพัฒนาโปรแกรมจำลองการลามของจุดความร้อน มีลักษณะเป็นโปรแกรมจำลองการลามเชิงพื้นที่ (spatial fire spread) โดยอาศัยหลักการของสามเหลี่ยมไฟ (Fire Triangle) ซึ่งใช้ข้อมูลเชื้อเพลิง ภูมิอากาศ และภูมิประเทศ ในการอธิบายการลามของไฟ ในการพัฒนาอัลกอริทึมของโปรแกรม ข้อมูลหลักที่นำมาใช้ในโปรแกรม อันได้แก่ ข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงและข้อมูลสภาพภูมิประเทศนั้นจัดทำในรูป

ข้อมูลเชิงพื้นที่ ส่วนข้อมูลภูมิอากาศกำหนดให้อยู่ในรูปค่าสัมประสิทธิ์ การนำโปรแกรมจำลองการลามนี้ไปติดตั้งใช้งาน จำเป็นต้องติดตั้งใช้งานร่วมกับโปรแกรม ArcGIS version 9.3 โดยได้มีการอบรมการใช้งานโปรแกรมจำลองไฟลามนี้ ให้แก่เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานต่าง ๆ ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน

บทที่ 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการพบจุดความร้อนกับข้อมูลภูมิอากาศและคุณภาพอากาศ จากค่าสถิติพรรณนาของข้อมูลภูมิอากาศที่ตรงกับวันที่พบจุดความร้อน พบว่า ปริมาณฝนที่ตกอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 จนถึง 55.2 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันมีตั้งแต่ 23.0 ถึง 42.40 เซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดในรอบวันมีตั้งแต่ 11.0 ถึง 29.0 เซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยในรอบวันมีตั้งแต่ 18.0 ถึง 34.0 เซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 29 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ หรือคิดเป็นค่าเฉลี่ยปริมาณฝนที่ตก อุณหภูมิเฉลี่ยในรอบวัน และความชื้นสัมพัทธ์ เท่ากับ 0.08 มิลลิเมตร, 27.38 เซลเซียส และ 52.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าสถิติพรรณนาของภูมิอากาศที่ตรงกับวันที่พบจุดความร้อนโดยแยกเป็นรายเดือน พบว่า จำนวนจุดความร้อนส่วนใหญ่เกิดขึ้นในวันที่ภูมิอากาศซึ่งมีปริมาณฝนที่ตกอยู่ในช่วง 0 ถึง 1.35 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยในรอบวันอยู่ในช่วง 24.16 ถึง 30.6 เซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 46.68 ถึง 58.42 เปอร์เซ็นต์ ค่า T21, T31, Fp และ Fc ของจุดความร้อน แสดงความสัมพันธ์ทางลบกับความชื้นสัมพัทธ์ กล่าวคือ ในวันที่พบจุดความร้อนที่มีค่า T21, T31, Fp และ Fc สูงจะพบว่าวันนั้นมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ในทางตรงข้าม ค่า T21, Fp และ Fc แสดงความสัมพันธ์ทางบวกกับอุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ยในแต่ละวัน นั่นคือ จุดความร้อนที่มีค่าอุณหภูมิสูง กำลังไฟมาก และความชื้นสูงว่าเป็นไฟจะพบในวันที่มีค่าอุณหภูมิอากาศสูงหรืออากาศร้อน ส่วนความสัมพันธ์ของจุดความร้อนกับคุณภาพอากาศ พบว่า ในช่วงที่พบจุดความร้อนน้อยซึ่งอยู่นอกฤดูการเกิดไฟป่าจะมีปริมาณฝุ่น PM10 ประมาณ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) ประมาณ 50 ซึ่งถือว่าคุณภาพอากาศยังอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ แต่เมื่อเข้าสู่ฤดูการเกิดไฟป่าซึ่งเริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงประมาณเมษายนนั้น พบว่า เมื่อมีจำนวนจุดความร้อนเพิ่มขึ้นในช่วงนี้ได้ส่งผลให้ปริมาณฝุ่น PM10 และ ค่าดัชนีคุณภาพอากาศ เพิ่มขึ้นเช่นกัน จนเข้าใกล้ระดับค่ามาตรฐานที่กำหนดให้ปริมาณฝุ่น PM10 ในอากาศมีได้ไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ ค่าดัชนีคุณภาพอากาศมีค่าไม่เกิน 120 จากการสัมภาษณ์ประชาชนในจังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า ประชาชนในพื้นที่ให้คะแนนปัญหาหมอกควันและผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในแต่ละวันตลอดเดือนเมษายน โดยคิดในรูปค่าคะแนนสัมพัทธ์ (relative score) ของปัญหาหมอกควัน เท่ากับ 45.71 ผลกระทบด้านทัศนวิสัย เท่ากับ 64.70 ผลกระทบด้านความรำคาญ เท่ากับ 62.45 และผลกระทบด้านการหายใจ เท่ากับ 59.24 จากค่าคะแนนสูงสุดเท่ากับ 100 คะแนน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปัญหาหมอกควันจากการเผาในช่วงเดือนดังกล่าวส่งผลกระทบต่อความรู้สึกของประชาชนในจังหวัดแม่ฮ่องสอนในด้านทัศนวิสัยมากกว่าด้านความรำคาญและด้านการหายใจ ตามลำดับ จำนวนจุดความร้อน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดเห็นของประชาชนต่อระดับต่อปัญหาหมอกควันและความรำคาญ กล่าวคือ เมื่อเกิดจุดความร้อนขึ้นจะทำให้ปัญหาหมอกควันและความรำคาญเพิ่มขึ้นด้วย ในทำนองเดียวกัน ปัญหาหมอกควันมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลกระทบทั้งด้านทัศนวิสัย ด้านความรำคาญและด้านการหายใจ อีกทั้งมีความสัมพันธ์ทางบวกกับดัชนีคุณภาพอากาศและปริมาณฝุ่น ค่าดัชนีคุณภาพอากาศเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนจุดความร้อนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ค่าดัชนีคุณภาพอากาศยังอยู่ในระดับซึ่งถือว่าไม่มีผลกระทบต่อบุคคลทั่วไป แต่อาจมีผลกระทบต่อกลุ่มบุคคลที่อ่อนไหวต่อคุณภาพอากาศเท่านั้น

บทที่ 6 การพัฒนาระบบภูมิสารสนเทศของจังหวัดแม่ฮ่องสอนบนอินเทอร์เน็ต การดำเนินงานส่วนนี้เป็นการนำระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศต่าง ๆ ของจังหวัดแม่ฮ่องสอนมาพัฒนาในรูปแบบ Internet GIS Map Server โดยใช้ซอฟต์แวร์ Open Sources ชื่อ MapServer4Window (MS4W) ระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้จะช่วยให้หน่วยงานในจังหวัดแม่ฮ่องสอนสามารถเข้าถึงระบบฐานข้อมูล และสามารถนำระบบฐานข้อมูลไปใช้ประโยชน์กับงานประจำ เช่น การพิจารณาคุณภาพภูมิประเทศและเส้นทางในการเข้าไปจัดการกับจุดความร้อนที่สำรวจพบจากดาวเทียม รวมทั้งนำผลการวิเคราะห์ใน Fire Model มาเชื่อมโยงบน Internet GIS Map Server อันจะเป็นประโยชน์ต่อการสื่อสารภัยจากไฟป่าต่อไป เช่น พื้นที่หรือหมู่บ้านที่ต้องแจ้งเตือนภัยจากผลกระทบทางอากาศ โดยผลการดำเนินงานในส่วนระบบภูมิสารสนเทศบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้ ได้นำไปติดตั้งให้จังหวัดแม่ฮ่องสอนแล้วภายใต้ URL <http://map.maehongson.go.th> คือ <http://map.maehongson.go.th> พร้อมทั้งมีการอบรมการใช้งานให้แก่เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานต่าง ๆ ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ (1) ตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกและปัจจัยที่มีผลต่อความผิดพลาดในการจำแนกจุดภาพความร้อนจากข้อมูล MODIS (2) กำหนดพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าโดยใช้เทคนิคทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น (3) พัฒนาระบบฐานข้อมูลและระบบภูมิสารสนเทศบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (internet GIS) และ (4) พัฒนาระบบ internet map server สำหรับใช้สนับสนุนระบบเตือนภัยไฟป่าและมลพิษทางอากาศ รวมทั้งเชื่อมโยงเข้ากับระบบฐานข้อมูลอื่น ๆ ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน วิธีการหลักที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ (1) การวิเคราะห์ข้อมูลภาพที่สำรวจจากดาวเทียม Terra/MODIS และ Aqua/MODIS เพื่อให้ได้ข้อมูลจุดความร้อน และ ข้อมูลปริมาณชีวมวลร่วงหล่นสะสม (2) การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟ (3) การพัฒนาโปรแกรมจำลองไฟลามสำหรับใช้ทำงานร่วมกับชุดคำสั่งในโปรแกรม ArcGIS เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์การลามของจุดความร้อนที่สำรวจพบจากดาวเทียม Terra/MODIS และ Aqua/MODIS และ (4) การพัฒนาระบบภูมิสารสนเทศบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ซอฟต์แวร์แบบรหัสเปิด ผลการศึกษาทำให้ได้ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ รวมทั้ง ระบบโปรแกรมไฟลามเชิงพื้นที่ และระบบภูมิสารสนเทศบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับสนับสนุนการบริหารจัดการด้านการป้องกันการเผาไฟในพื้นที่ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ต่อไป

Abstract

This study aimed to (1) examine possible false hotspots acquired by Terra/MODIS and Aqua/MODIS (2) map fire risk areas by using GIS and local participatory data, (3) develop GIS database and internet GIS, and (4) develop internet map server as a fire and air quality warning system which are compiled with other available database in Maehongson province. The main methods used in this project consisted of four parts. The first part was analysis of digital images with regard to obtain hotspot data and accumulated fall biomass. The second part was spatial analysis in GIS software to map fire risk areas. The third part was development of program for simulation of spatial fire spread from hotspots detected from those satellites. The last part was development of internet GIS by using open source code. The project resulted in GIS database system, spatial fire spread program, and internet GIS server in which all of these results could be used as a decision support system for local officers for the tasks of fire prevention in Maehongson province.

บทที่ 1

การสร้างระบบฐานข้อมูล

บทนี้เป็น การนำเสนอผลการดำเนินงานในส่วนของการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง 1 เพื่อนำมาจัดทำเป็นระบบฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการดำเนินงานส่วนอื่น ๆ ของโครงการวิจัยนี้ ระบบฐานข้อมูลที่จัดทำไว้มี 5 ฐานหลัก ๆ ดังนี้

(1) ข้อมูลจุดความร้อน (hotspots) ที่สำรวจจากตัวบันทึก (sensor) MODIS ที่ติดตั้งบนดาวเทียม Terra และ Aqua ซึ่งใช้อัลกอริทึม (algorithm) พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า “MODIS Fire Product” ซึ่งถ้าสำรวจจากดาวเทียม Aqua เรียกผลิตภัณฑ์นี้ว่า “MYD 14” และถ้าสำรวจจากดาวเทียม Terra เรียกผลิตภัณฑ์นี้ว่า “MOD14” ทั้ง 2 ดาวเทียมโคจรรอบโลกวันละ 2 ครั้งทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน ดังนั้นจึงโคจรผ่านประเทศไทยทั้งในเวลากลางวันและกลางคืนรวม 4 ครั้ง ในการศึกษาทำการเก็บรวบรวมจุดความร้อน เฉพาะขอบเขต (extent) ตั้งแต่ละติจูด 17 ถึง 20 องศาเหนือ และลองจิจูด 97 ถึง 98 องศาตะวันออก ซึ่งครอบคลุมบริเวณจังหวัดแม่ฮ่องสอนและบริเวณโดยรอบ ทำการเก็บรวบรวมจุดความร้อนเป็นระยะเวลา 2 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคม 2550 ถึง ธันวาคม 2551 สำหรับวิเคราะห์และกำหนดพื้นที่เสี่ยงไฟป่า การกระจายและความถี่ของจุดความร้อนที่ปรากฏในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ในช่วง 2 ปี (พ.ศ. 2550-51) แสดงดังภาพ 1 จุดความร้อนที่รวบรวมได้ดังแสดงในภาพ 1 นี้ยังมีข้อมูลคุณลักษณะอื่นๆ ได้แก่ ชื่อดาวเทียม วันเวลาที่ดาวเทียมโคจรผ่านพื้นที่ศึกษา ค่าการสะท้อนของแบนด์ 2 (Ref2) ค่าอุณหภูมิของแบนด์ 21 (T21) ค่าอุณหภูมิของแบนด์ 31 (T31) ค่ากำลังไฟ (Fire Power, Fp) และค่าความเชื่อมั่นว่าเป็นไฟ (Fire Confidence, Fc) ภาพ 2-6 แสดงค่าข้อมูลของ Ref2, T21, T31, Fp และ Fc ที่สำรวจพบในช่วง 2 ปี ตามลำดับ ซึ่งค่า Ref2 ไม่มีหน่วย ส่วนค่า T21 และ ค่า T31 มีหน่วยเป็นเคลวิน ค่า Fp มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร และ Fc มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

(2) ข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงสะสมทุก ๆ 10 วัน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน โดยปริมาณข้อมูลเชื้อเพลิงสะสมคำนวณจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพแบนด์ 1 และ 2 ของ MODIS โดยคัดเลือกเฉพาะวันที่ข้อมูลภาพมีตำแหน่งของประเทศไทยปรากฏอยู่กลางภาพ ข้อมูลภาพที่นำมาใช้นี้ครอบคลุมตั้งแต่เดือนถึง ธันวาคม 2550 ถึง เมษายน 2551 นำค่าข้อมูลภาพแบนด์ 1 และ 2 ซึ่งเป็นค่าการสะท้อน (reflectance) ของช่วงคลื่นแดง (red) และอินฟราเรดใกล้ (near infrared) มาคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณในรูปแบบค่า Normalized Different Vegetation Index (NDVI) จากนั้นนำค่า NDVI ที่คำนวณได้มาทำ 10-Days Maximum Value Composite เพื่อทำการกำจัดเมฆออกจากข้อมูลภาพก่อนจะนำค่า NDVI ไปใช้ในการคำนวณให้อยู่ในรูปแบบปริมาณเชื้อเพลิงสะสม

(3) ข้อมูลภูมิอากาศรายวัน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ ทิศทางลม และความเร็วลม โดยสร้างฐานข้อมูลภูมิอากาศรายวัน 10 ปี จากสถานีตรวจวัดภูมิอากาศในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ตาก และเชียงใหม่ อย่างละ 1 สถานี สำหรับฐานข้อมูลภูมิอากาศรายวัน 10 ปี นำมาวิเคราะห์

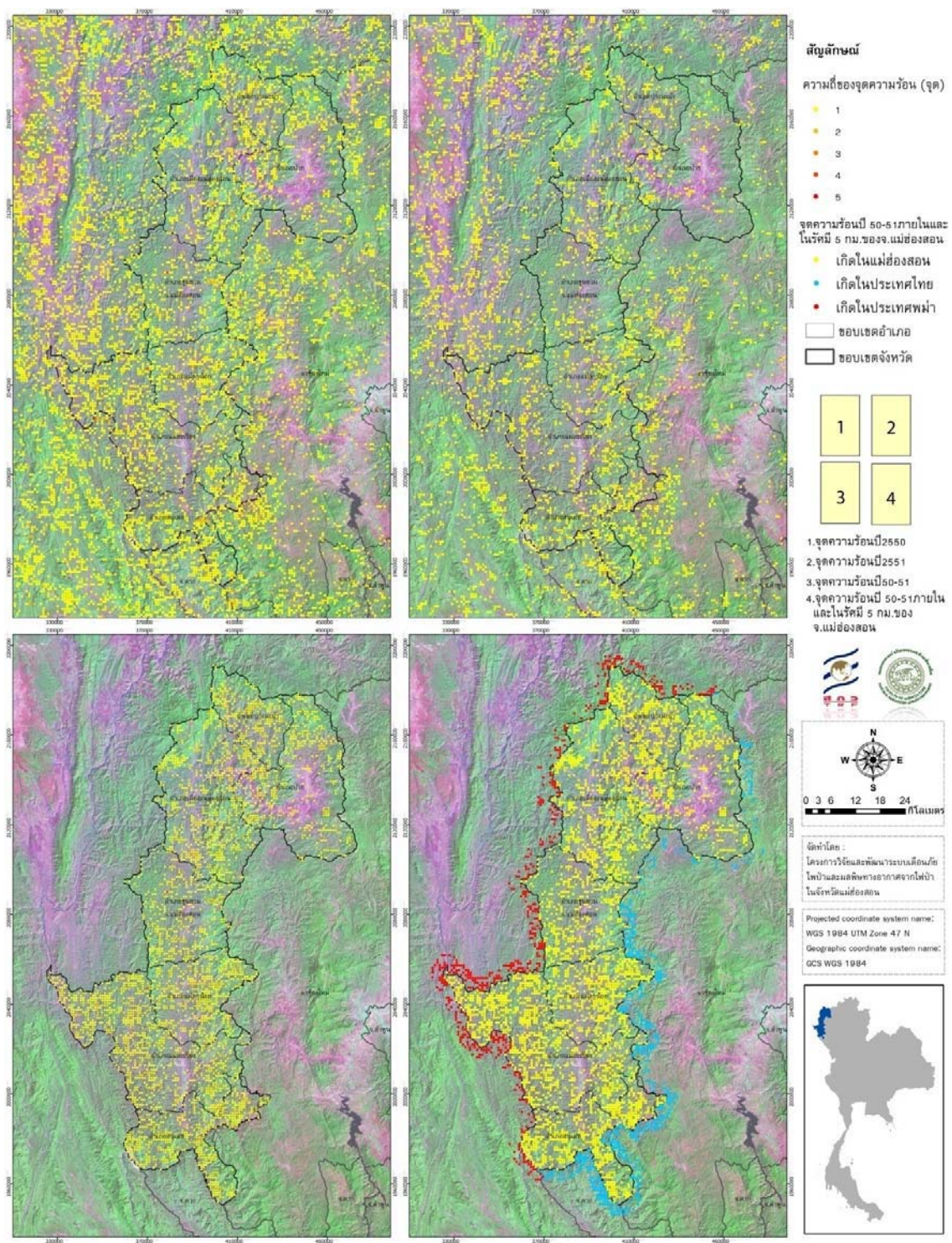
แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ส่วนข้อมูลภูมิอากาศรายวันที่ตรงกับวันที่พบจุดความร้อน โดยได้จากสถานีตรวจวัดภูมิอากาศที่อยู่ใกล้จุดความร้อนมากที่สุดเพื่อนำมาวิเคราะห์สถิติสัมพันธ์กับข้อมูลจุดความร้อน

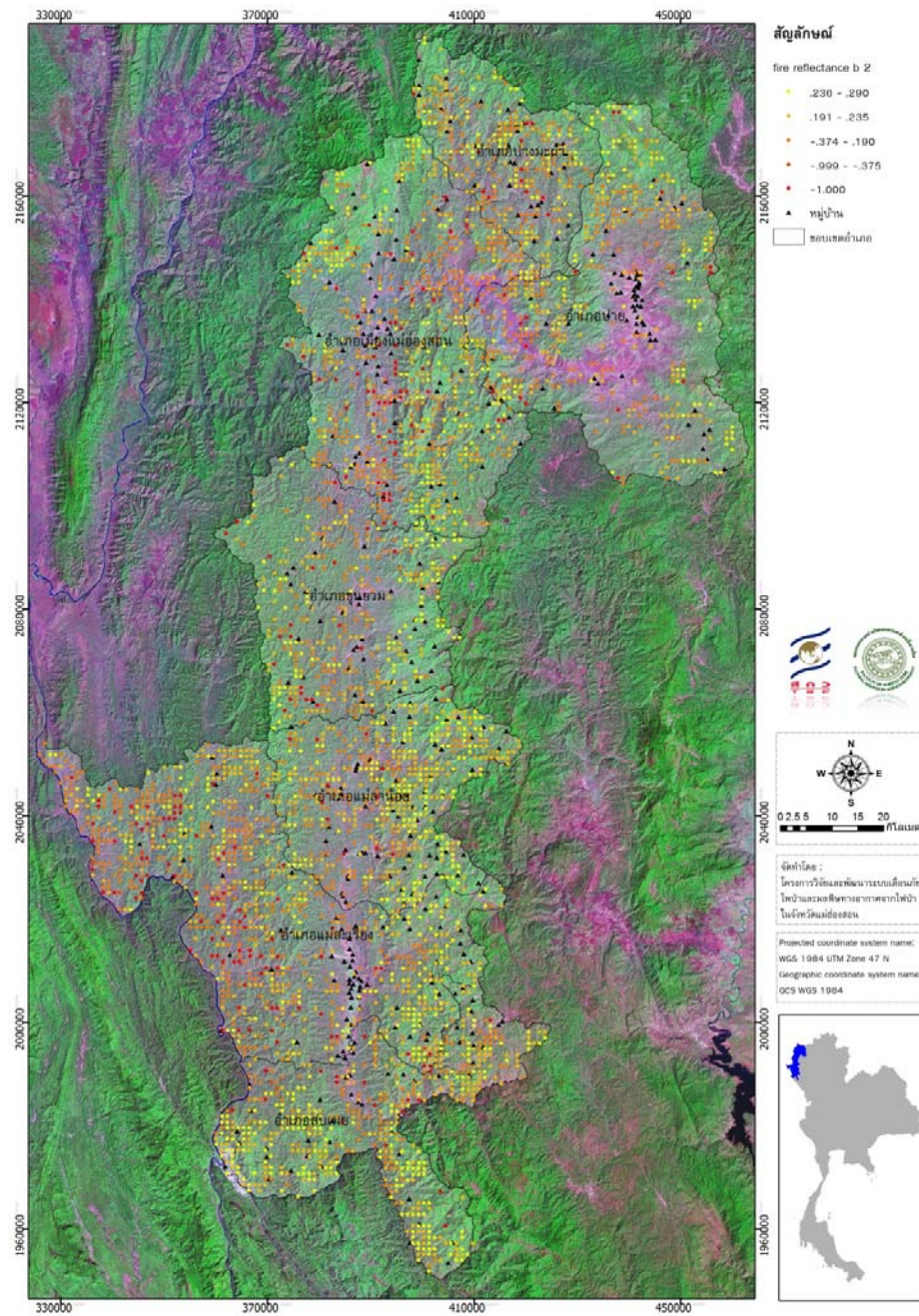
(4) ข้อมูลคุณภาพอากาศรายวัน ได้แก่ ปริมาณฝุ่นขนาด 10 ไมครอน (PM10) และดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index, AQI) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2550 ถึง ธันวาคม 2551 จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในจังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงราย และเชียงใหม่ จำนวน 1, 1, และ 2 สถานี ตามลำดับ นำเข้าข้อมูลคุณภาพอากาศรายวันจากสถานีที่อยู่ใกล้จุดความร้อนมากที่สุดและที่ตรงกับวันที่พบจุดความร้อน มาวิเคราะห์สถิติสัมพันธ์กับข้อมูลจุดค่าความร้อนและข้อมูลภูมิอากาศ

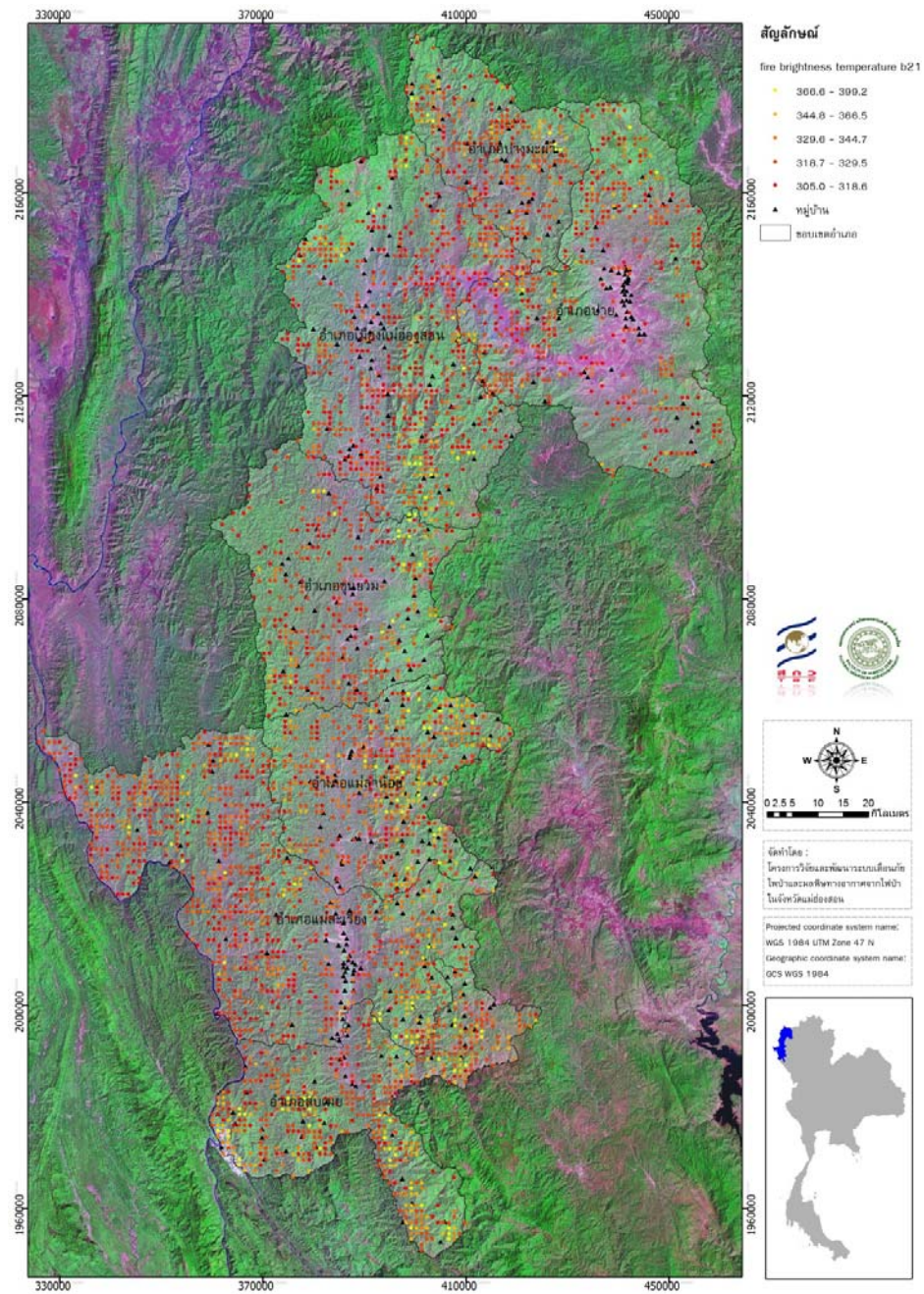
(5) ข้อมูลทางกายภาพ ชีวภาพ และเศรษฐกิจสังคมของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งรวบรวมจากข้อมูลทุติยภูมิจากโครงการวิจัยต่าง ๆ ที่ได้ดำเนินการมาแล้วในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ฐานข้อมูลส่วนนี้จะใช้เป็นตัวแปรสภาพแวดล้อมของจุดความร้อนเพื่อวิเคราะห์และกำหนดเป็นพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟป่าของจังหวัดแม่ฮ่องสอน

ตาราง 1 แหล่งของข้อมูลทุติยภูมิที่นำมาใช้ในการจัดสร้างระบบฐานข้อมูลสำหรับการจำลองไฟ

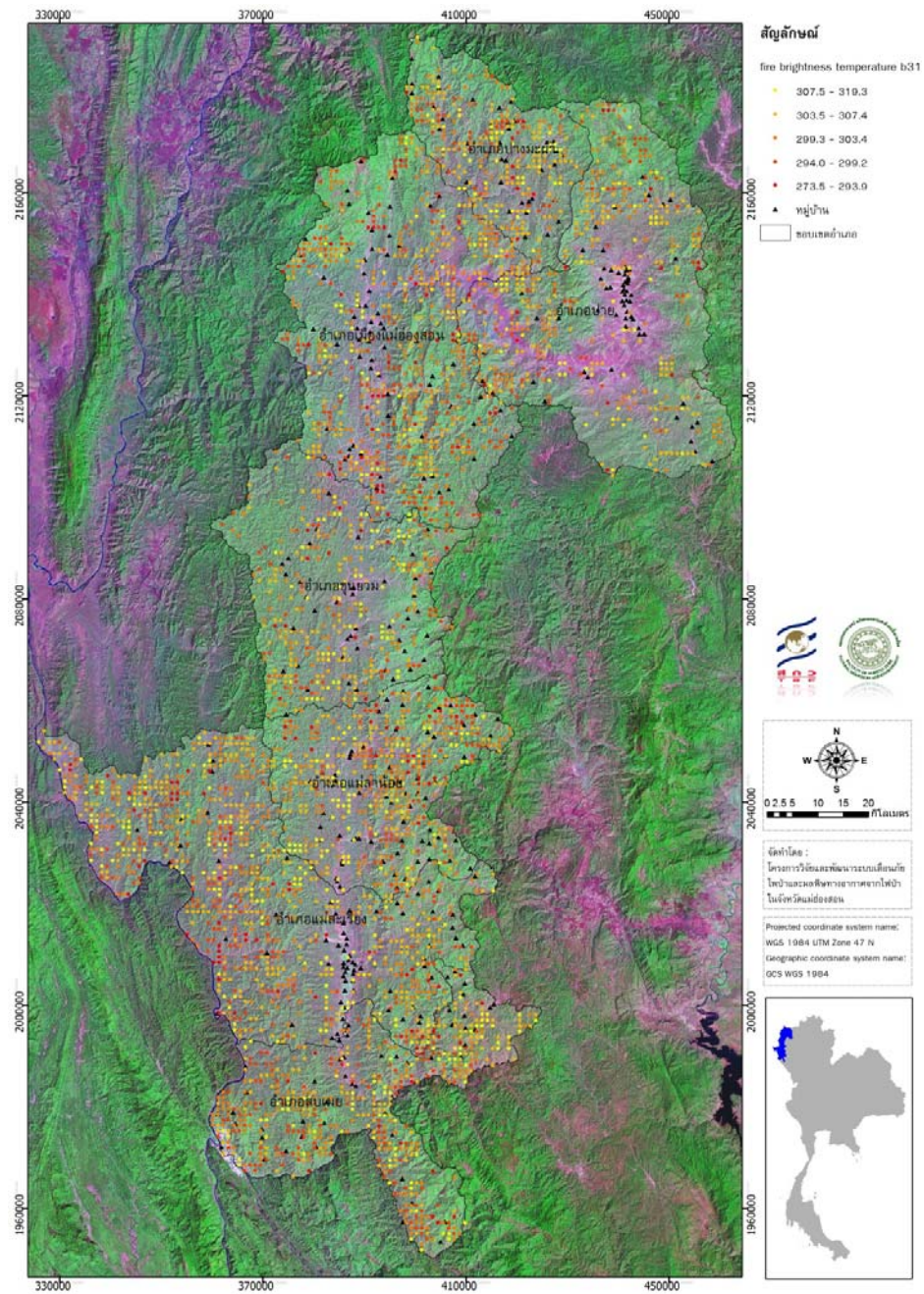
ข้อมูล	แหล่งข้อมูล
ข้อมูลจุดความร้อน	http://www.geoinfo.ait.ac.th/mod14/
ข้อมูลค่าการสะท้อนในช่วงความยาวคลื่นแบนด์ 1 และ 2 ของ MODIS	http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/search.html
ข้อมูลภูมิอากาศ	http://www.tmd.go.th/climate/climate.php
ข้อมูลคุณภาพอากาศ	http://www.aqnis.pcd.go.th/air/olddata/other51/station_51.htm



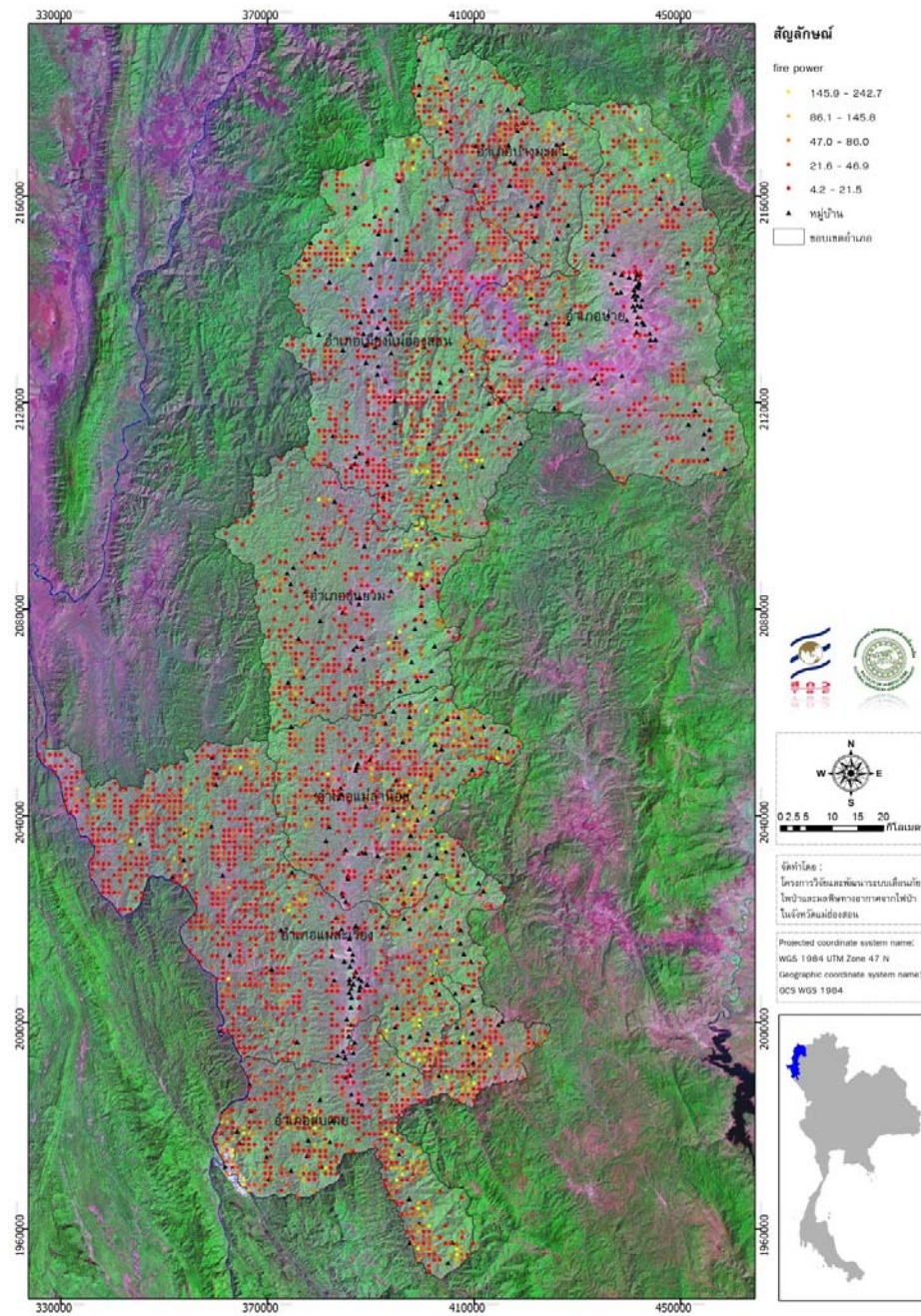


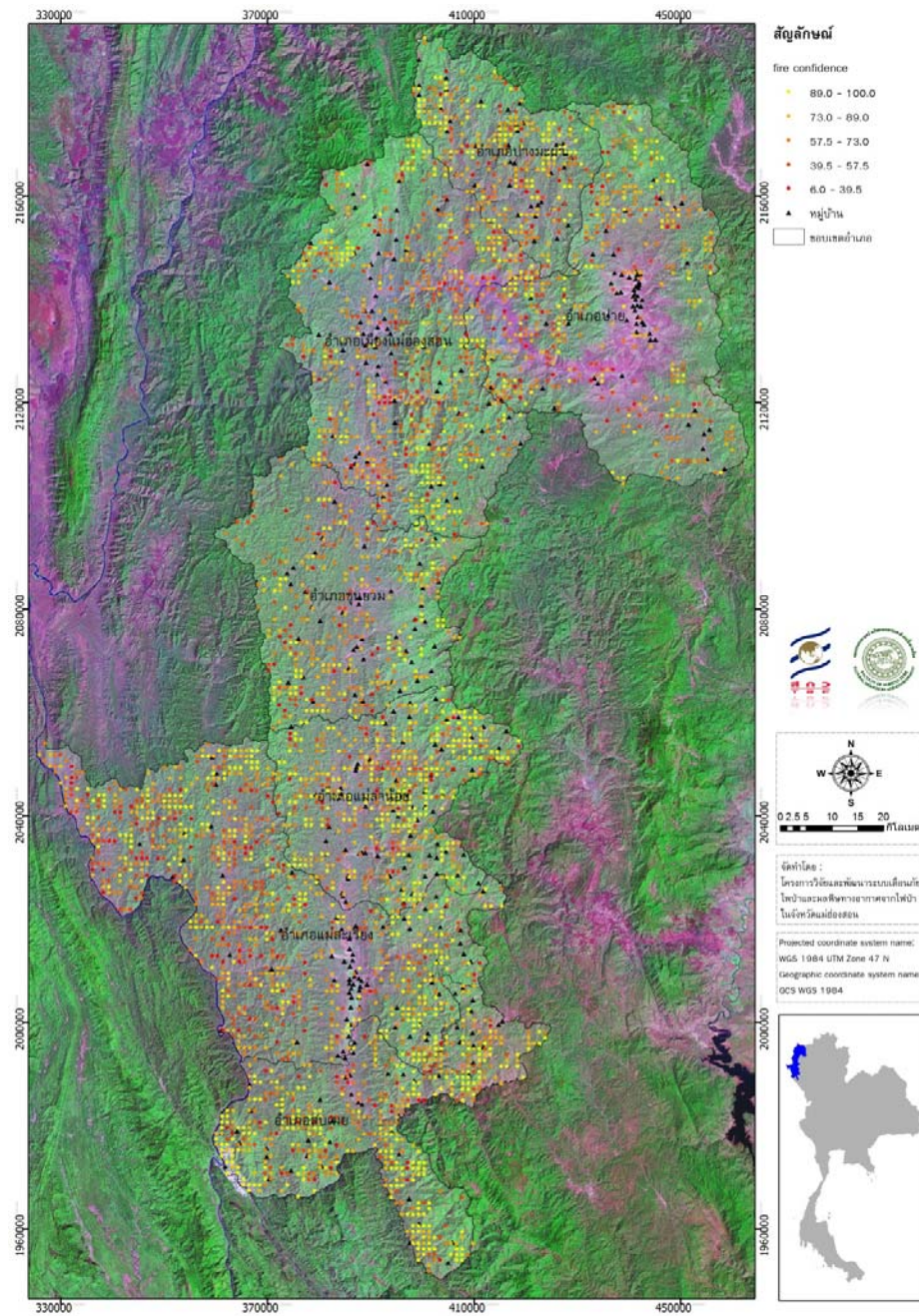


ภาพ 3 ค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิในแบนด์ 21



ภาพ 4 ค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิในแบนด์ 31





ภาพ 6 ค่าเปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่นว่าเป็นไฟ

บทที่ 2

การวิเคราะห์จุดความร้อน

2.1 การวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของจุดความร้อน

ส่วนนี้เป็นการศึกษาในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลจุดความร้อนและสภาพแวดล้อมของตำแหน่งที่เกิดจุดความร้อน การวิเคราะห์ใช้วิธีการทางสถิติ คือ สถิติพรรณนา ผลการวิเคราะห์สถิติพรรณนาของฐานข้อมูลจุดความร้อนแสดงในภาคผนวก 1 ค่าสถิติพรรณนาของจุดความร้อน ที่พบในจังหวัดแม่ฮ่องสอนในปี 2550 และปี 2551 จากภาคผนวก 1 ซึ่งให้เห็นว่า จุดความร้อนมีค่าอุณหภูมิในแบนด์ 21 สูงกว่าในแบนด์ 31 รวมทั้งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าด้วย ค่าพิสัยของเปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่นว่าเป็นจุดภาพความร้อนพบว่าค่อนข้างกว้าง โดยมีช่วงตั้งแต่ 6 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่ายังมีจุดภาพบางส่วนที่อาจเป็นจุดความร้อนเท็จ (False Hotspots) การเกิดจุดภาพความร้อนในช่วง 3 เดือน คือ กุมภาพันธ์ถึงเมษายนนั้น เป็นจุดภาพความร้อนที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่นว่าเป็นไฟ (Fc) กำลังไฟ (Fp) และอุณหภูมิ (T21) ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับของเดือนอื่น ๆ ในขณะที่ค่าการสะท้อนของแบนด์ 2 (Ref 2) ต่ำกว่าของเดือนอื่น ๆ (ภาคผนวก 2) ข้อมูล แสดงให้เห็นว่าค่าอุณหภูมิของแบนด์ 21 ใช้แยกจุดภาพความร้อนในช่วงฤดูร้อนได้ดีกว่าค่าอุณหภูมิในแบนด์ 31 เนื่องจากมีค่าอุณหภูมิแบนด์ 21 สูงกว่าเดือนอื่น ๆ และสูงกว่าค่าอุณหภูมิในแบนด์ 31 อย่างชัดเจน

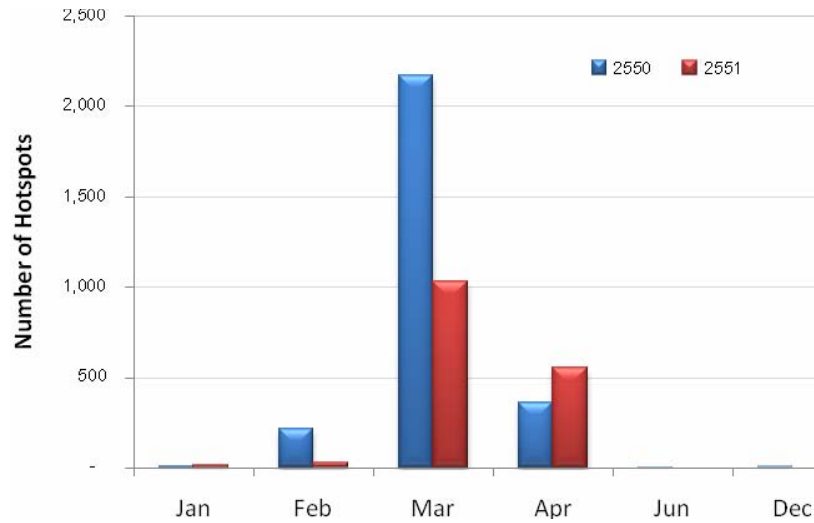
ในการศึกษานี้ กำหนดการสร้างค่าดัชนีเพื่อใช้เป็นเกณฑ์คัดจุดความร้อนที่มีความเชื่อมั่นต่ำและมีโอกาสที่จะเป็นจุดความร้อนเท็จ โดยพิจารณาจากค่าสถิติสหสัมพันธ์ของค่าความเชื่อมั่นว่าเป็นไฟในตารางของภาคผนวก 3 ซึ่งได้ทำการทดสอบการคำนวณค่าดัชนีจากหลายสมการ และพบว่าสมการที่ให้ค่าสหสัมพันธ์กับค่าความเชื่อมั่นว่าเป็นไฟที่ดีที่สุดคือสมการที่คำนวณมาจากคุณลักษณะของจุดความร้อนจากค่าอุณหภูมิในแบนด์ 21 และค่ากำลังไฟ ซึ่งสมการที่ให้ค่าสหสัมพันธ์สูงสุดได้แก่ดัชนีเกณฑ์คัดจุดความร้อนที่คำนวณจากค่าอุณหภูมิในแบนด์ 21 หารด้วยค่ากำลังไฟ ค่าดัชนีที่คำนวณได้ยิ่งต่ำแสดงว่าค่าความเชื่อมั่นว่าเป็นไฟจะยิ่งสูง การวิเคราะห์ผั่งต้นไม้ (Tree analysis) เพื่อใช้คำนวณความเชื่อมั่นว่าเป็นไฟของจุดความร้อนแสดงดังภาพในภาคผนวก 4

การตรวจหาจุดความร้อนในบริเวณพื้นผิวโลกที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติจากข้อมูลภาพที่สำรวจจากดาวเทียม นั้นมักอาศัยอุปกรณ์ตรวจวัดความร้อน (thermal sensor) ในช่วงคลื่นอินฟราเรด (Justice, et al., 2006) อัลกอริทึมที่มักใช้ในการตรวจจับจุดความร้อนจากข้อมูลภาพนั้นอาศัยพื้นฐานคือการตรวจหาจุดความร้อนในบริเวณใดบริเวณหนึ่งที่มีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณโดยรอบอย่างผิดปกติ (Giglio et al. , 2003) เพราะบริเวณนั้นมีการปลดปล่อยพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดกลาง (Mid Infrared) ออกมาสูง (Dozier, 1981; Matson and Dozier, 1981) อัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจหาจุดความร้อนจากข้อมูล MODIS จะใช้ค่าความยาวช่วงคลื่น 4 ไมครอน และ 11 ไมครอน เพราะช่วงความยาวคลื่นทั้งสองมีคุณสมบัติในการตรวจจับความร้อนได้ดี ความยาวช่วงคลื่น 4 ไมครอน เป็นความยาวคลื่นในแบนด์ที่ 21 และ แบนด์ 22 ของ MODIS ในแบนด์ที่ 21 จะมีความสามารถในการตรวจจับไฟที่มีค่าการสะท้อนของพลังงาน

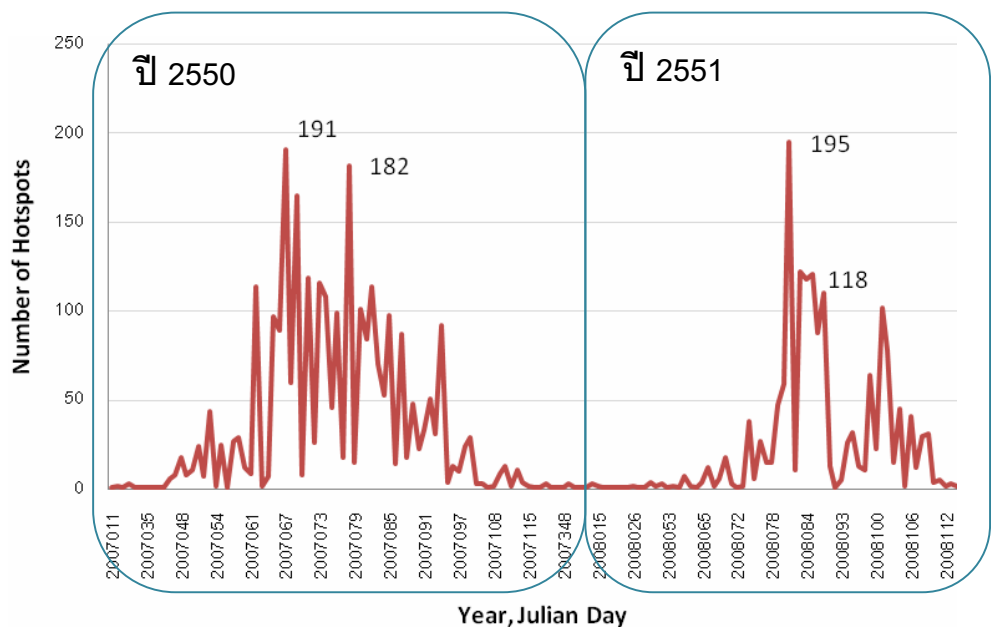
ความร้อนประมาณ 227 องศาเซลเซียส ในขณะที่แบนด์ที่ 22 สามารถตรวจจับความร้อนที่มีค่าการสะท้อนของพลังงานต่ำกว่า 58 องศาเซลเซียส ส่วนในความยาวคลื่น 11 ไมครอน ซึ่งเป็นความยาวคลื่นในแบนด์ที่ 31 ของ MODIS นั้น จะสามารถตรวจจับค่าการสะท้อนของพลังงานความร้อนประมาณ 127 องศาเซลเซียส (Giglio et al., 2003 ; Justice et al. 2006) อัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับจุดภาพความร้อนจากข้อมูล MODIS จึงใช้ค่าอุณหภูมิในช่วงคลื่นในแบนด์ที่ 21 เป็นช่วงคลื่นพิสัยกว้างในการตรวจจับไฟ ในขณะที่ช่วงคลื่นในแบนด์ที่ 31 มักใช้ตรวจจับไฟที่มีอุณหภูมิต่ำ รวมทั้งใช้บอกค่าอุณหภูมิพื้นดิน (land surface temperature, LST)

จากการวิเคราะห์ฐานข้อมูลจุดความร้อนใน ปี 2550 และ ปี 2551 พบว่า มีจุดความร้อนรวมทั้งหมด 2,765 และ 1,623 จุด ตามลำดับ ในเดือนมีนาคมของทั้ง 2 ปีจะพบจำนวนจุดภาพความร้อนมากที่สุดคือ 2,170 (78.5 % ของจำนวนจุดภาพทั้งหมดที่พบในปี 2550) และ 1,033 จุด (63.6 % ของจำนวนจุดภาพทั้งหมดที่พบในปี 2551) รองลงมาคือเดือนเมษายน และกุมภาพันธ์ ส่วนในเดือนอื่น ๆ ถือว่าพบจุดภาพความร้อนน้อยมากจนถึงไม่พบจุดความร้อนเลย (ภาพ 7) ในประเทศไทยมีการเกิดไฟป่ามากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม (ศิริ อัครกะอัคร และคณะ , 2546 และ 2547 และ สันต์ เกตุปราณีต, 2526) จากรายงานสถานการณ์ไฟป่าในท้องที่ 16 จังหวัดภาคเหนือ ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2549 ถึง กุมภาพันธ์ 2551 พบว่า ช่วงเวลาดังกล่าวของจังหวัดแม่ฮ่องสอน เกิดไฟป่า 771 ครั้ง คิดเป็นพื้นที่ถูกไฟเผาไหม้ 7,799 ไร่ (ศูนย์ปฏิบัติการไฟป่าเชียงใหม่, 2551) จากข้อมูลจึงเห็นได้ว่า จำนวนการเกิดไฟป่าที่สำรวจรายงานโดยศูนย์ปฏิบัติการไฟป่าเชียงใหม่มีน้อยกว่าจำนวนจุดความร้อนที่สำรวจพบจากดาวเทียม ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเกิดจากสมมติฐาน 2 ประการคือ (1) จุดความร้อนที่สำรวจจากดาวเทียมยังมีจุดความร้อนเท็จ (false hotspots) ปะปน และ/หรือ (2) การสำรวจด้วยกำลังคนทางภาคสนามยังมีข้อจำกัดในการเข้าไปสำรวจบางพื้นที่ที่ยากต่อการเข้าถึง เมื่อพิจารณาฐานข้อมูลจุดความร้อน พบว่า ภายในรัศมี 5 กิโลเมตร รอบจังหวัดแม่ฮ่องสอนนั้น มีจุดความร้อนเกิดขึ้น 1,534 จุด หรือเทียบเท่ากับ 34.9 % ของจุดความร้อนที่พบภายในจังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยในจำนวนจุดความร้อนในรัศมี 5 กิโลเมตร รอบจังหวัดแม่ฮ่องสอนนี้ เป็นจุดความร้อนที่เกิดขึ้นในประเทศพม่า 856 จุด หรือคิดเป็น 55 % ของจุดความร้อนที่พบภายในรัศมี 5 กิโลเมตร จุดความร้อนส่วนนี้สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในจังหวัดแม่ฮ่องสอนและบริเวณอื่น ๆ ของประเทศไทยได้เช่นกัน

เมื่อวิเคราะห์จำนวนจุดความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน (ภาพ 8) พบว่า ในจำนวนวันรวมทั้งหมด 730 วัน ภายในระยะเวลา 2 ปีคือ ปี 2550 และ ปี 2551 มีจำนวน 150 วันเท่านั้นที่มีจุดความร้อนเกิดขึ้น ส่วนวันอื่น ๆ ที่เหลือไม่พบจุดความร้อน จำนวนจุดความร้อนที่พบภายใน 1 วัน อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1 ถึง 195 จุด วันที่มีจำนวนจุดความร้อนตั้งแต่ 100 จุดต่อวัน ส่วนใหญ่พบในเดือนมีนาคม



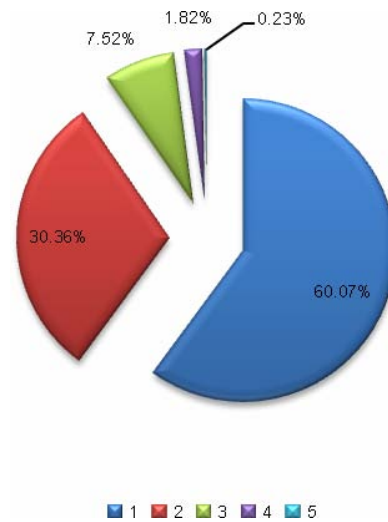
ภาพ 7 จำนวนจุดความร้อนแยกตามรายเดือนที่สำรวจพบจากดาวเทียม Terra และ Aqua



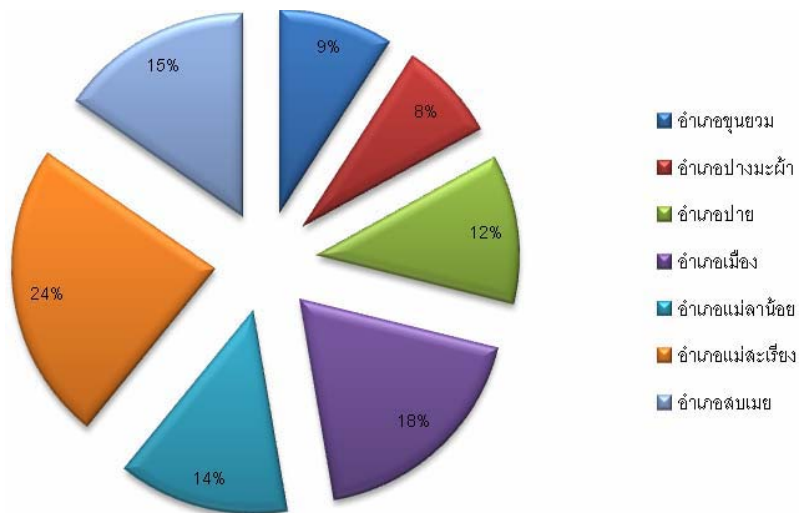
ภาพ 8 จำนวนจุดความร้อนที่พบรายวันตั้งแต่ปี 2550 ถึง 2551

ในจำนวนจุดความร้อน 4,388 จุดที่พบในช่วง 2 ปี พบว่าจุดความร้อนส่วนใหญ่(2,636 จุดหรือ 60.1%) เกิดที่ตำแหน่งหนึ่ง ๆ เพียงครั้งเดียว ส่วนที่เหลือ 1,332 จุด (30.4%), 330 จุด (7.5 %), 80 จุด (1.8 %) , 10 จุด (0.2 %) เกิดซ้ำ ณ. ตำแหน่งเดิมจำนวน 2, 3, 4 และ 5 ครั้ง ตามลำดับ (ภาพ 9) ตำแหน่งที่เกิดจุดความร้อนสูงสุดคือ 5 ครั้งนั้น พบว่าเป็นจุดความร้อนที่เกิดในช่วงเดือนมีนาคมและเกิดในช่วงวันที่ใกล้ ๆ กัน จากข้อมูลชี้ให้เห็นว่า จุดความร้อนส่วนใหญ่ไม่ได้เกิดขึ้นประจำที่ ณ. ตำแหน่งเดิม แต่จะเปลี่ยนสถานที่ไปยังตำแหน่งอื่น ๆ ในลักษณะกระจายไปทั่ว จังหวัดแม่ฮ่องสอน อำเภอแม่สะเรียงมีจุดความร้อนปรากฏมากที่สุด (1,044 จุด หรือ 24%) อำเภอเมืองซึ่งเป็นที่ตั้งของเมืองและสนามบินพบจำนวนจุดความร้อนรองลงมา (810 จุด หรือ 18%) ส่วนอำเภอที่พบจุดความร้อนน้อยที่สุดคืออำเภอปางมะผ้า (8% หรือ 348 จุด) ดังแสดงในภาพ 10 โดยภาพรวมแล้วจุดความร้อนส่วนใหญ่กระจายอยู่ทางตอนใต้ของจังหวัด เมื่อจำแนกจุดความร้อนที่เกิดขึ้นในช่วง 2 ปีตามประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแล้ว (ภาพ 11) พบว่าจุดความร้อนถึง 92% ของจุดความร้อนทั้งหมดเกิดในพื้นที่ป่า ที่เหลืออีก 8% พบในพื้นที่การเกษตร โดยจะพบในพื้นที่เกษตรบนที่สูง 4% เมื่อพิจารณาจุดความร้อนที่เกิดในพื้นที่ป่าตามประเภทของป่าไม้ (ภาพ 12) พบว่า เกิดในป่าเบญจพรรณมากที่สุด (64% ของจุดความร้อนที่พบในพื้นที่ป่า) รองลงมาคือป่าดิบเขา (29 % ของจุดความร้อนที่พบในพื้นที่ป่า) จากการศึกษาของ ศิริ อัคระอัศร (2537) พบว่า ในฤดูไฟป่าจะพบไฟป่ามากในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง

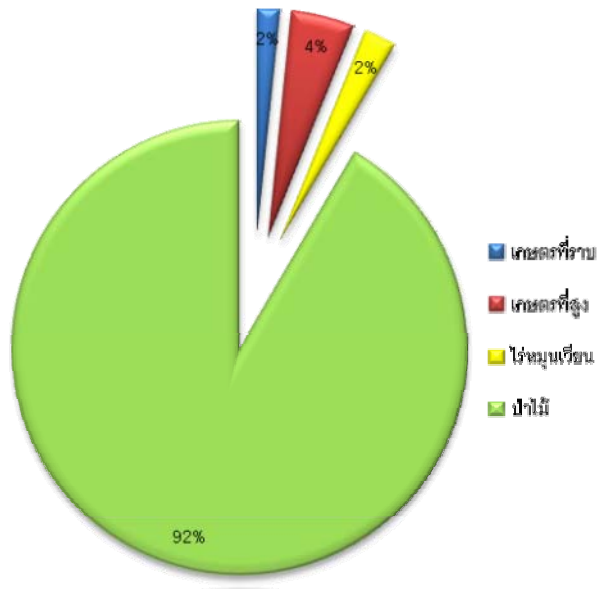
ภาพ 13 และตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าจุดความร้อนส่วนใหญ่ (3,305 หรือ 75.3%) สัมผัสพบจากดาวเทียมที่โคจรผ่านช่วงเช้าเวลา 06.04 ถึง 07.36 น. จุดความร้อนที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าวมีค่าอุณหภูมิและกำลังไฟสูงกว่าช่วงอื่น ๆ จากการศึกษาของ ศิริ อัคระอัศร และคณะ (2546 และ 2547) และ สันต์ เกตุปราณีต (2526) พบว่าไฟที่เกิดในช่วงเวลากลางวันตั้งแต่ 10.00 ถึง 18.00 น. จะมีอันตรายมากกว่าไฟที่เกิดในเวลากลางคืน เนื่องจากสภาพความชื้นของเชื้อเพลิงและภูมิอากาศเหมาะสมต่อการลุกลามของไฟ เพราะในเวลากลางวันอุณหภูมิยิ่งสูงจะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำ และความชื้นของเชื้อเพลิงต่ำ จึงทำให้ไฟติดง่ายและลุกลามอย่างรวดเร็ว พายุกรรมไฟจึงรุนแรงมาก ช่วงเวลาของการเกิดไฟส่วนใหญ่คือ 14.00 ถึง 16.00 น.



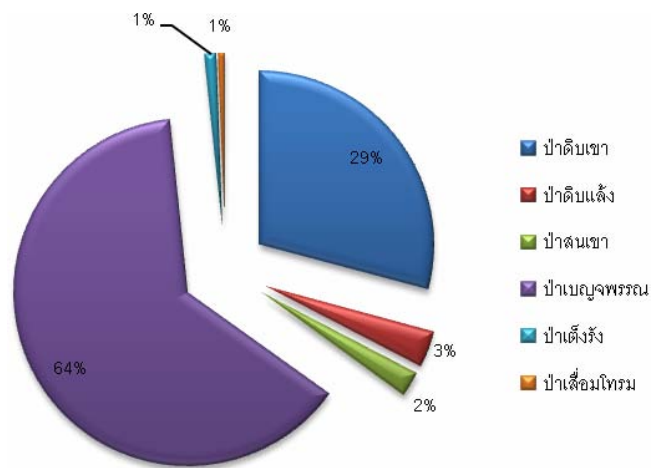
ภาพ 9 เปอร์เซ็นต์จุดความร้อนที่สำรวจพบแยกตามจำนวนครั้งที่พบจุดความร้อน
ณ. ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์เดิม



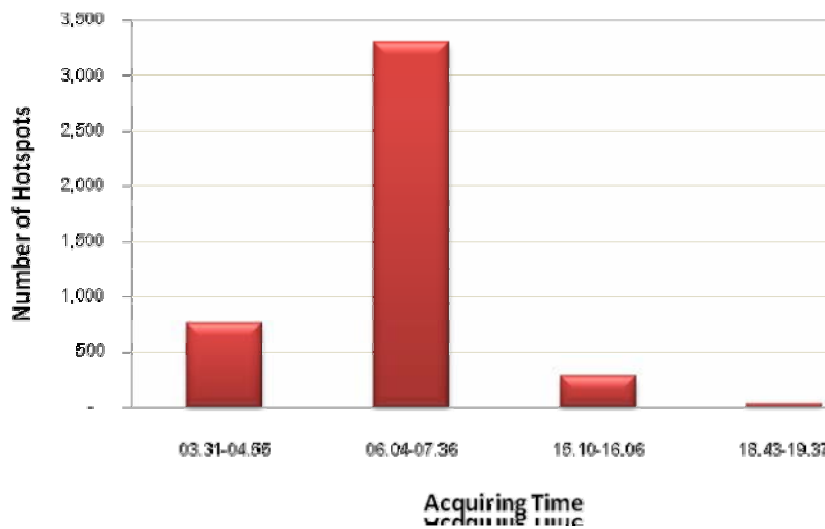
ภาพ 10 เปอร์เซ็นต์จุดความร้อนแยกตามรายอำเภอ



ภาพ 11 เปอร์เซนต์จุดความร้อนแยกตามประเภทประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน



ภาพ 12 เปอร์เซนต์จุดความร้อนที่พบจำแนกตามประเภทป่า



ภาพ 13 จำนวนจุดความร้อนแยกตามช่วงเวลาเวลาที่ดาวเทียมสำรวจใน 1 รอบวัน

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยข้อมูลจุดความร้อนที่สำรวจจากดาวเทียม Terra และ Aqua

ช่วงเวลา	จำนวน	Ref2	T21	T31	Fp	Fc
03.31-04.55	761	0.20	318.97	299.35	14.55	67.01
06.04-07.36	3,305	0.21	326.14	302.08	23.57	72.77
15.10-16.06	288	- 1.00	310.38	293.26	12.11	57.83
18.43-19.37	34	- 1.00	313.16	292.77	17.35	62.77

หมายเหตุ

- Ref2 หมายถึงค่าการสะท้อนแบนด์ 2
- T21 หมายถึงอุณหภูมิแบนด์ 21
- T31 หมายถึงอุณหภูมิแบนด์ 31
- Fp หมายถึงกำลังไฟ
- Fc หมายถึงเปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่นว่าเป็นไฟ

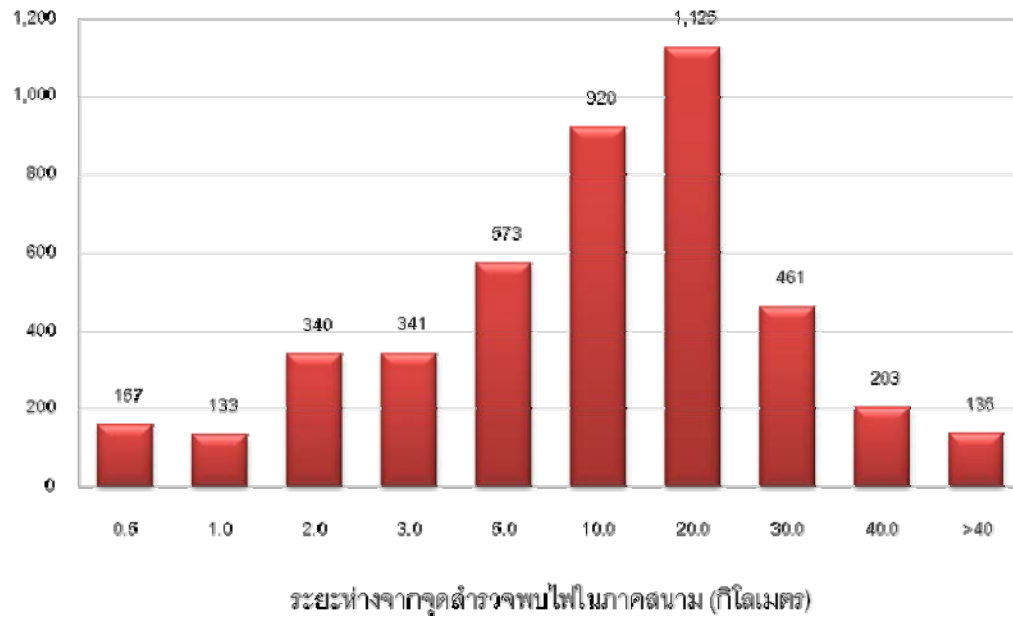
2.2 การเปรียบเทียบจุดความร้อนจาก AIT Fire Database กับข้อมูลการสำรวจไฟจากภาคสนาม

การวิเคราะห์ระยะห่างของจุดความร้อนที่ได้จากการสำรวจจากดาวเทียมกับจุดเกิดไฟที่สำรวจในภาคสนามพบว่า จุดภาพความร้อนที่เกิดใกล้ที่สุดกับจุดเกิดไฟที่ตรวจพบในภาคสนามคือ 0 เมตร และใกล้ที่สุด คือประมาณ 54 กิโลเมตร หรือระยะห่างเฉลี่ยประมาณ 11.6 กิโลเมตรจากจุดสำรวจไฟในภาคสนาม (ภาคผนวก 1) อย่างไรก็ตาม ระยะของจุดความร้อนที่ไกลจากจุดสำรวจพบในภาคสนามถึง 54 กิโลเมตรนี้ ไม่ได้บ่งชี้ถึงระยะที่คลาดเคลื่อนของจุดความร้อน เนื่องจากจุดเกิดไฟที่สำรวจได้ในภาคสนามเป็นจุดเกิดเหตุเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นที่สามารถตรวจพบโดยกำลังคน ดังนั้น จึงไม่สามารถบ่งชี้ความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของจุดภาพความร้อน ที่สำรวจจากดาวเทียมได้ จากการสร้างระยะ Buffer ของจุดเกิดไฟที่สำรวจในภาคสนามที่ระยะห่างตั้งแต่ 0.5 จนถึงระยะห่างมากกว่า 40 กิโลเมตร พบว่า จุดความร้อนที่สำรวจพบจากดาวเทียมส่วนใหญ่คือ 1,125 จุด (หรือ 25.6%) อยู่ห่างจากจุดเกิดไฟที่สามารถเข้าไปสำรวจในภาคสนามได้ที่ระยะห่าง 20 กิโลเมตร ที่ระยะห่างในช่วง 10 ถึง 30 กิโลเมตรจากจุดที่สามารถเข้าไปสำรวจไฟในภาคสนามถือว่าเป็นระยะที่ต้องเพิ่มความสามารถในการเข้าไปควบคุมไฟ เนื่องจากจุดความร้อนถึง 57.1 % ของจุดความร้อนทั้งหมดเกิดขึ้นในระยะห่างดังกล่าว (ตาราง 3) จำนวนจุดความร้อนที่อยู่ห่างจากระยะห่างของจุดสำรวจไฟในภาคสนามสามารถแสดงจำนวนดังกราฟในภาพ 14 ส่วนภาพ 15 แสดงแผนที่จุดความร้อนแยกตามระยะห่างของจุดสำรวจไฟในภาคสนาม

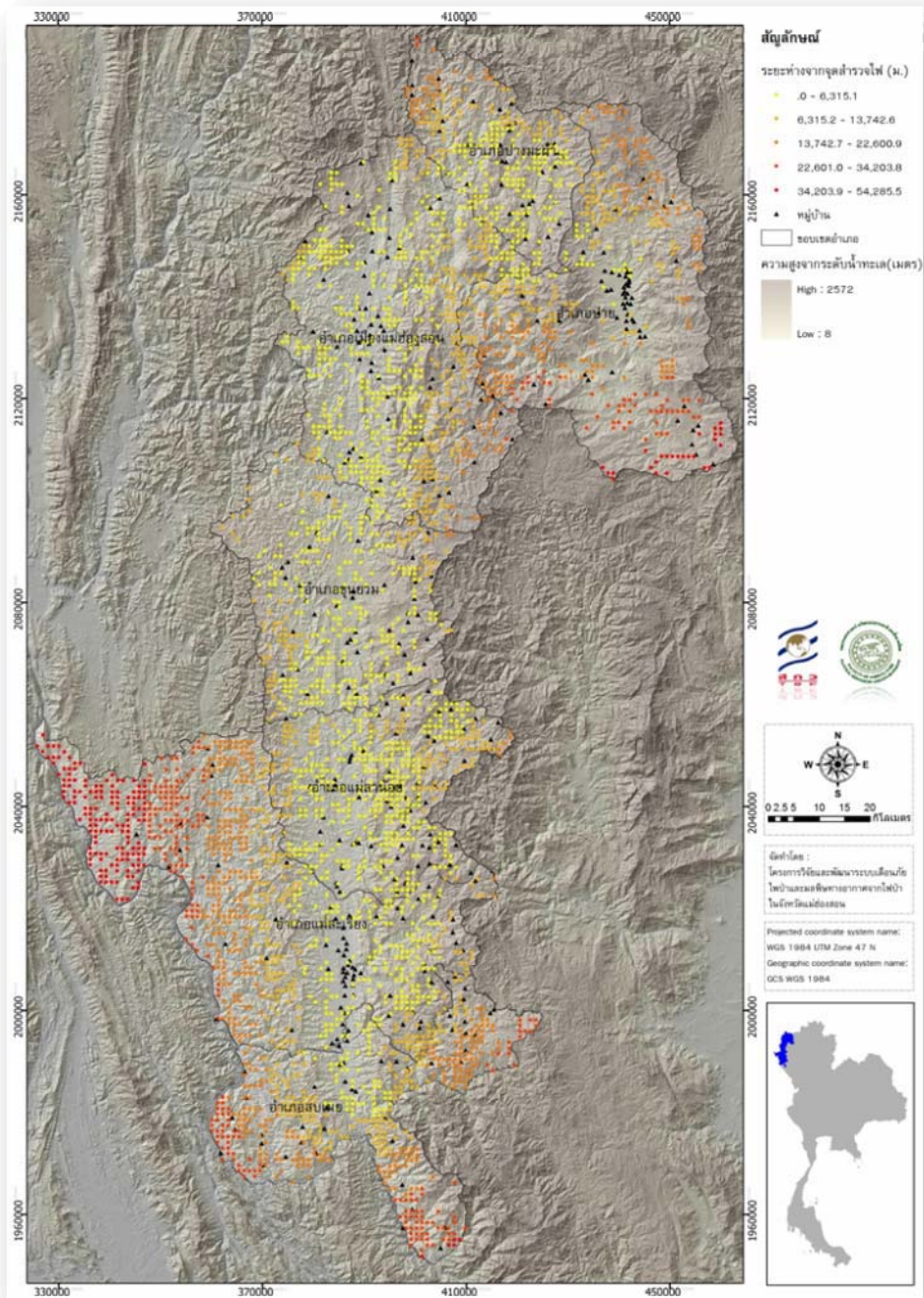
ตาราง 3 จำนวนและเปอร์เซ็นต์จุดความร้อนแยกตามระยะห่างจุดสำรวจไฟในภาคสนาม

รัศมี (กม.)	จำนวนจุดความร้อน	%	Cumulative Percent
0.5	157	3.6	3.6
1.0	133	3.0	6.6
2.0	340	7.7	14.4
3.0	341	7.8	22.1
5.0	573	13.1	35.2
10.0	920	21.0	56.2
20.0	1,125	25.6	81.8
30.0	461	10.5	92.3
40.0	203	4.6	96.9
>40	135	3.1	100.0

จำนวนจุดความร้อน
MODIS



ภาพ 14 จำนวน จุดความร้อน ที่พบในรัศมี 0.5 ถึง มากกว่า 40 กิโลเมตร จากจุดเกิดไฟที่สำรวจในภาคสนาม



ภาพ 15 ระยะห่างจุดความร้อนกับจุดสำรวจไฟภาคสนาม

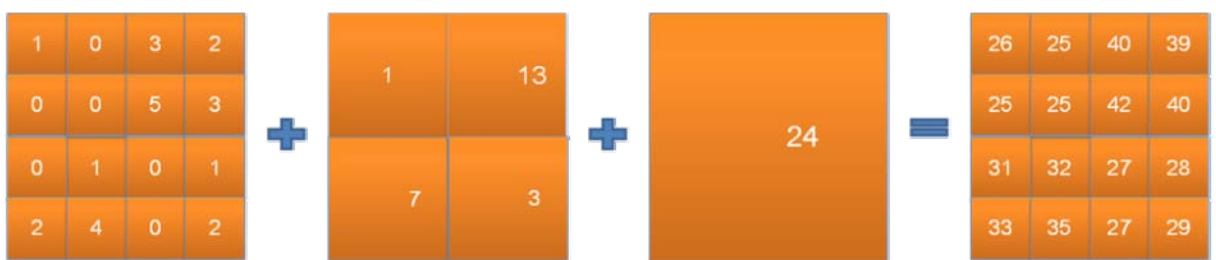
บทที่ 3

การวิเคราะห์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงไฟ

เนื่องจากจุดความร้อน MODIS ได้จากข้อมูลภาพที่สำรวจจากดาวเทียม Terra และ Aqua ซึ่งข้อมูลภาพนี้มีลักษณะเป็นข้อมูลกริดที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ (spatial resolution) หรือขนาดจุดภาพ (pixel) 250 เมตร ดังนั้นเมื่อแปลงข้อมูลกริดของจุดภาพความร้อนมาอยู่ในรูปข้อมูลเวกเตอร์ในรูปจุดความร้อนแล้ว จุดความร้อนแต่ละจุดจะอยู่ห่างเท่า ๆ กันคือทุก ๆ ระยะ 250 เมตร ไม่ว่าจะเป็นจุดความร้อนที่สำรวจพบในวันใด ดังนั้นเมื่อทดสอบนำจุดความร้อนของแต่ละวันมาวางซ้อนกันแล้ว พบว่าไม่มีความผิดพลาดทางตำแหน่งอันเนื่องจากการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (geometric correction) เพราะจุดที่เกิดไฟที่ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์เดียวกันจะสามารถวางซ้อน (overlay) กันได้พอดี ส่วนจุดความร้อนที่เกิดต่างบริเวณออกไปจะมีลักษณะการกระจายเป็นระยะห่างเท่า ๆ กัน ในระยะ 250 เมตร ดังนั้น ในการศึกษาเรื่องนี้จึงถือว่าไม่มีความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งของจุดความร้อนที่สำรวจพบในแต่ละวัน

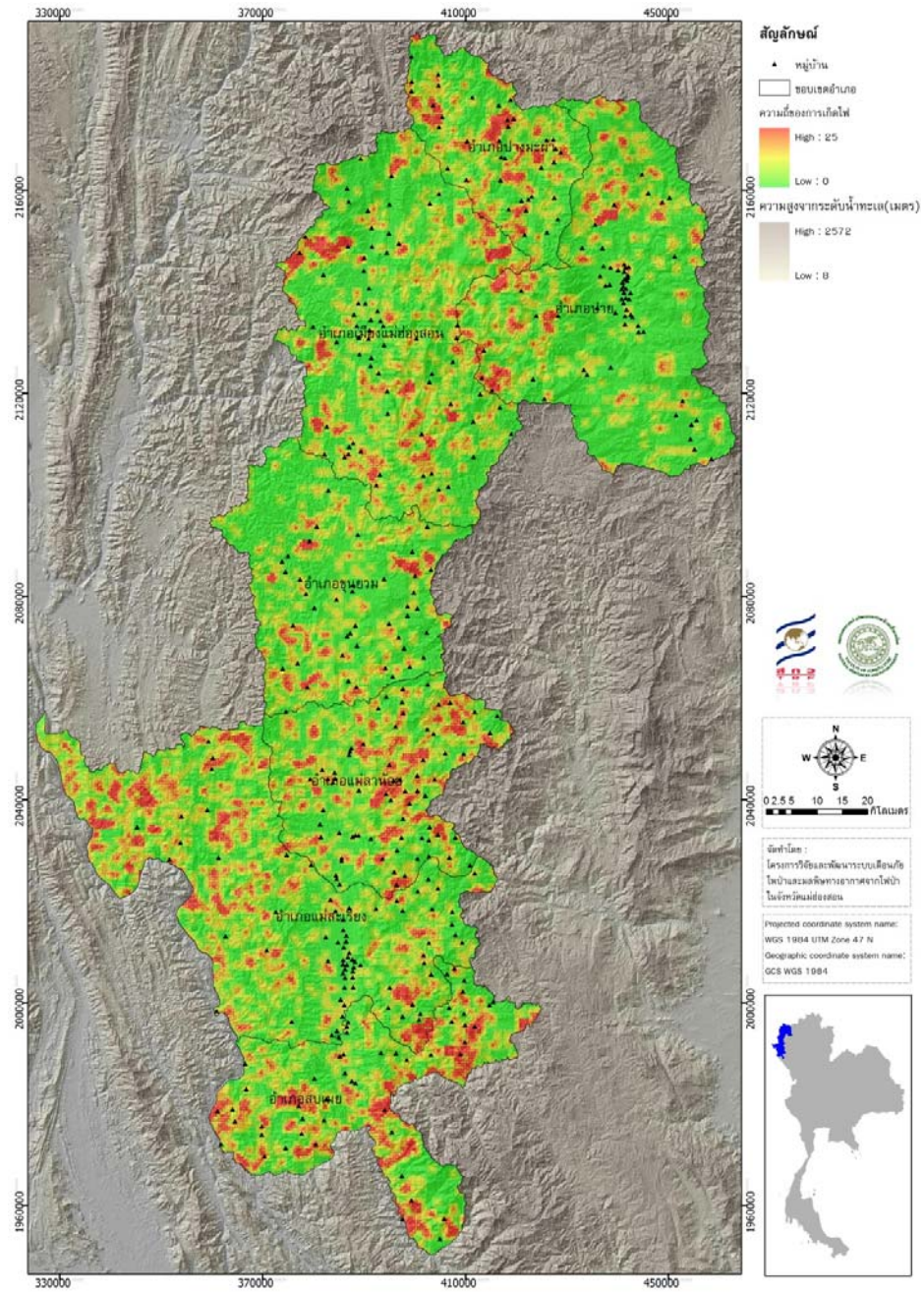
3.1 การวิเคราะห์ปัจจัยด้านประวัติการสำรวจพบจุดความร้อนจากดาวเทียม

ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างปัจจัยด้านประวัติการเกิดจุดความร้อนให้กับพื้นที่ตามจำนวนจุดความร้อนที่เกิดขึ้นภายในช่วง 2 ปี คือ ปี 2550 และ 2551 นี้ ทำโดยวิธีการสร้างกริด 3 ขนาด คือ ขนาด 250, 500 และ 1000 เมตร ให้ครอบคลุมทั่วพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน เพื่อใช้นับจำนวนหรือความถี่ของจุดเกิดไฟภายในแต่ละกริดด้วยวิธี Zonal Stat ในโปรแกรม ArcGIS จากนั้นนำค่าผลรวมของจำนวนที่นับได้จากกริดแต่ละขนาดมาหาผลรวมของจำนวนหรือความถี่จุดความร้อน วิธีการคำนวณหาจำนวนหรือความถี่ของจุดความร้อนแสดงดังภาพ 16 ค่าผลรวมจุดความร้อนที่คำนวณโดยวิธีดังกล่าวนี้ได้นำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการ Focal Mean เพื่อทำให้เรียบ (smooth) ระหว่างกริดที่พบจุดความร้อนกับกริดอื่น ๆ โดยรอบ ภาพ 17 แสดงแผนที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟจากปัจจัยด้านประวัติการเกิดจุดความร้อน ค่าจุดความร้อนที่คำนวณได้มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 25 ค่าที่สูงแสดงว่าบริเวณนั้นพบจุดความร้อนมาก จากภาพ 17 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่มีประวัติการเกิดจุดความร้อนมาก จะกระจายเป็นหย่อม ๆ ทั่วทั้งจังหวัดแม่ฮ่องสอน แต่อำเภอแม่สะเรียงจะพบพื้นที่ที่มีประวัติการเกิดจุดความร้อนมากกว่าอำเภออื่น ๆ



ภาพ 16 วิธีการคำนวณจำนวนจุดความร้อนในพื้นที่ 0.5 ตารางกิโลเมตร

สำหรับใช้เป็นปัจจัยด้านประวัติการเกิดจุดความร้อน



3.2 การวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่พบจุดความร้อน

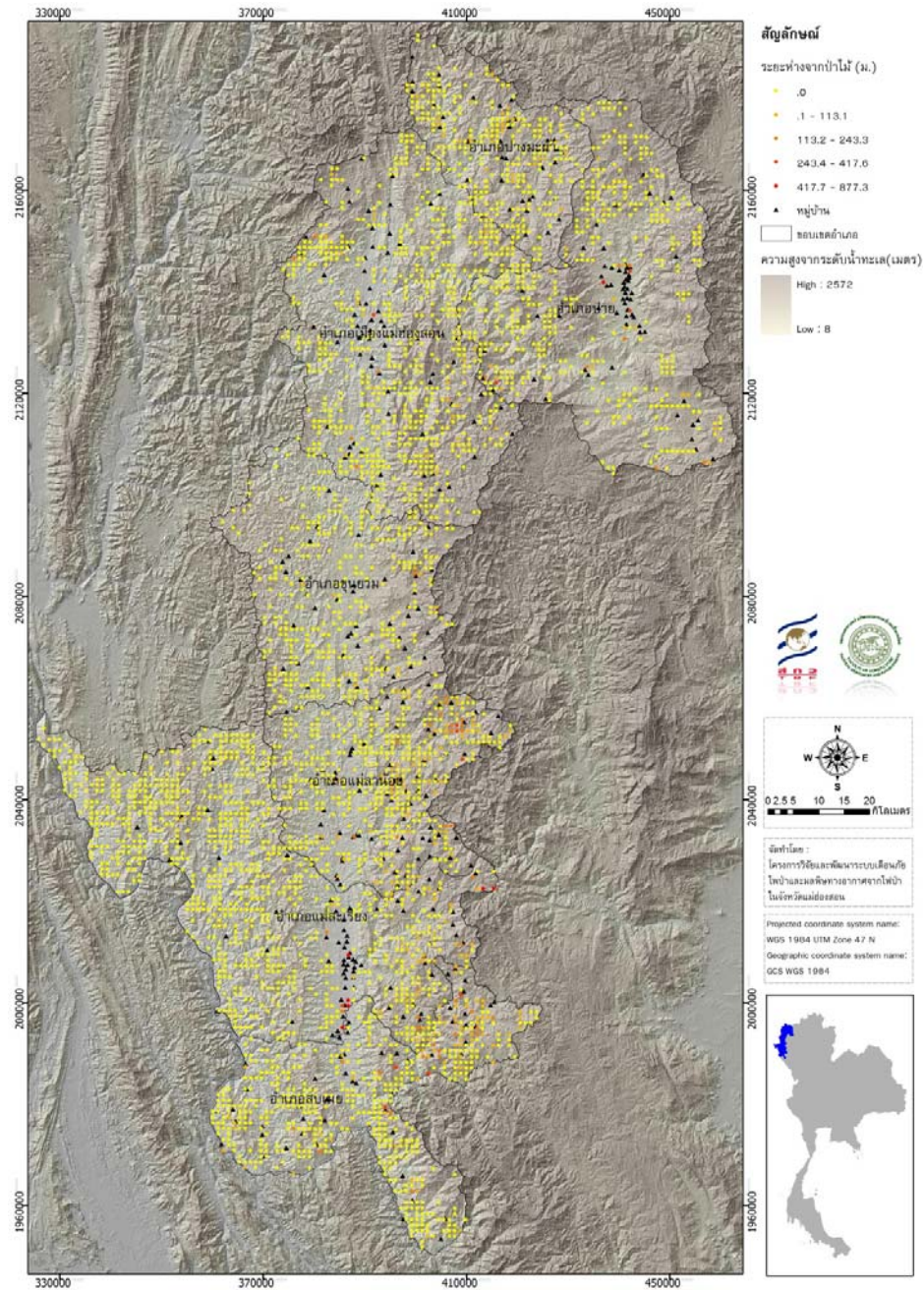
งานส่วนนี้เป็นการสกัดค่าข้อมูลตัวแปรทางสิ่งแวดล้อมของตำแหน่งเกิดจุดความร้อน ตัวแปรทางสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 10 ตัวแปร คือ ความสูง ความชัน ระยะห่างจากเมือง ระยะห่างจากหมู่บ้าน ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากเส้นลำน้ำ ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน ระยะห่างจากพื้นที่เกษตร ระยะห่างจากป่าไม้ และระยะห่างจากเขตอุทยานแห่งชาติ ผลการวิเคราะห์สถิติพรรณนาของตัวแปรสิ่งแวดล้อมของตำแหน่งจุดความร้อนซึ่งแสดงในตารางภาคผนวก 1 พบว่า จุดความร้อนเกิดขึ้นในหรือติดกับเขตพื้นที่ป่าไม้ทั้งในและนอกเขตอุทยานแห่งชาติ รวมทั้งเกิดขึ้นในหรือติดกับพื้นที่เกษตร พื้นที่เมือง ถนน และเส้นลำน้ำ เมื่อพิจารณาจากค่าสูงสุดของระยะห่างระหว่างตำแหน่งจุดความร้อนกับสภาพแวดล้อมแล้ว พบว่า จุดความร้อนเกิดขึ้นใกล้ป่าไม้นอกเขตอุทยานฯ มากกว่าในเขตอุทยานฯ จึงชี้ให้เห็นว่าจุดความร้อนเกิดใกล้พื้นที่ป่าไม้มากกว่าพื้นที่อุทยานฯ จุดความร้อนอยู่ห่างจากแหล่งน้ำและเมืองมากที่สุด กล่าวคือ 61.8 และ 63.5 กิโลเมตร ตามลำดับ หรือเฉลี่ย 23 และ 20 กิโลเมตรตามลำดับ โดยเฉลี่ยแล้วจุดความร้อนอยู่ใกล้ป่าไม้ เส้นลำน้ำ พื้นที่เกษตร และถนน มากกว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ย 0.009, 0.2, 1.1 และ 1.3 กิโลเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการเกิดจุดความร้อนตามประเภทการตั้งถิ่นฐานแล้ว พบว่า จุดความร้อนมักเกิดใกล้จุดที่ตั้งหมู่บ้านมากกว่าเขตพื้นที่เมือง โดยมีค่าเฉลี่ยระยะห่างจากหมู่บ้าน 3.6 กิโลเมตร และระยะห่างจากเมือง 23 กิโลเมตร จากการที่จุดความร้อนอยู่ใกล้พื้นที่เกษตรกรรมและถนน จึงชี้ให้เห็นว่าจุดความร้อนที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากการกระทำของคนที่ย้ายในหมู่บ้านซึ่งใช้ที่ดินทำกินทางการเกษตรและอยู่ใกล้เส้นทางคมนาคมหรือใกล้พื้นที่ป่าไม้ จากรายงานของกรมป่าไม้ พบว่า จุดเกิดไฟส่วนใหญ่อยู่ไม่ห่างจากหมู่บ้าน พื้นที่เกษตรกรรม ถนน และแหล่งน้ำ (กรมป่าไม้, 2549)

ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการเกิดไฟในแต่ละพื้นที่ต่างกัน เช่น พื้นที่เขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา มีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟมากที่สุดคือ ชนิดของป่า ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลน้อยที่สุดคือ ระดับความสูงของพื้นที่ ความลาดชัน ทิศทางความลาด ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม (มูลนิธิพิทักษ์อุทยานเขาใหญ่, 2551) ส่วนที่พื้นที่นาแห้ว จังหวัดเลย พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงต่อการเกิดไฟป่าคือ พื้นที่เกษตรกรรมและไร่เลื่อนลอย และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ำคือ ระยะห่างจากหมู่บ้านกับระยะห่างจากถนน (Plangsiri, 2000) จากรายงานดังกล่าวจึงชี้ให้เห็นว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่าจะแตกต่างกันไปตามบริบทของพื้นที่ ดังนั้น การวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าของพื้นที่หนึ่ง ๆ จึงให้ความสำคัญต่อบริบททางสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน

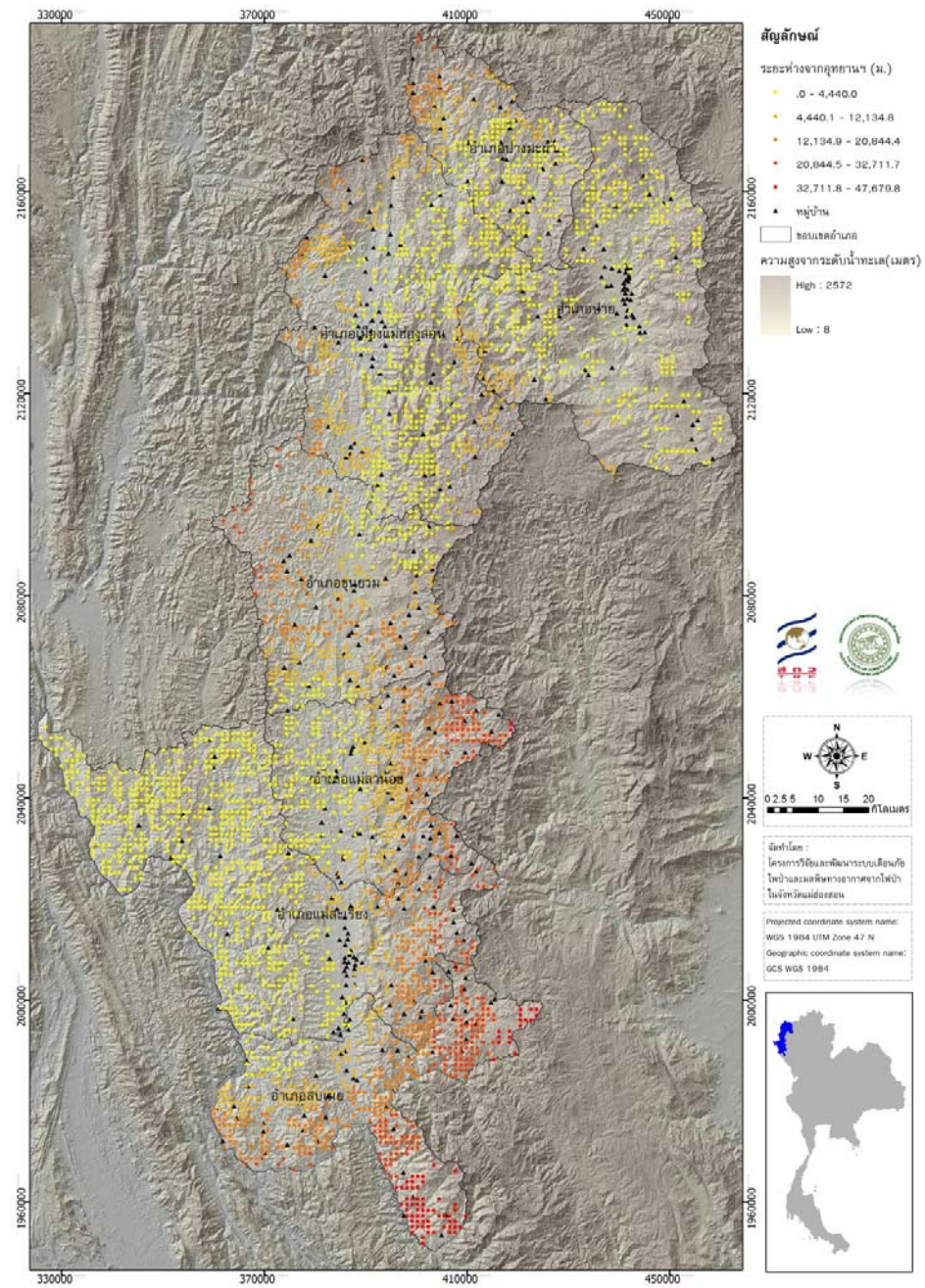
ส่วนผลการวิเคราะห์ตัวแปรด้านสภาพภูมิประเทศ พบว่า จุดความร้อนมักเกิดขึ้นในสภาพภูมิประเทศที่มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 708 เมตร และความลาดชันเฉลี่ยประมาณ 11 % ภาพ 18 ถึง 27 แสดงข้อมูลตัวแปรทางสิ่งแวดล้อมของจุดความร้อนที่สำรวจพบจากดาวเทียม

3.3 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงไฟ

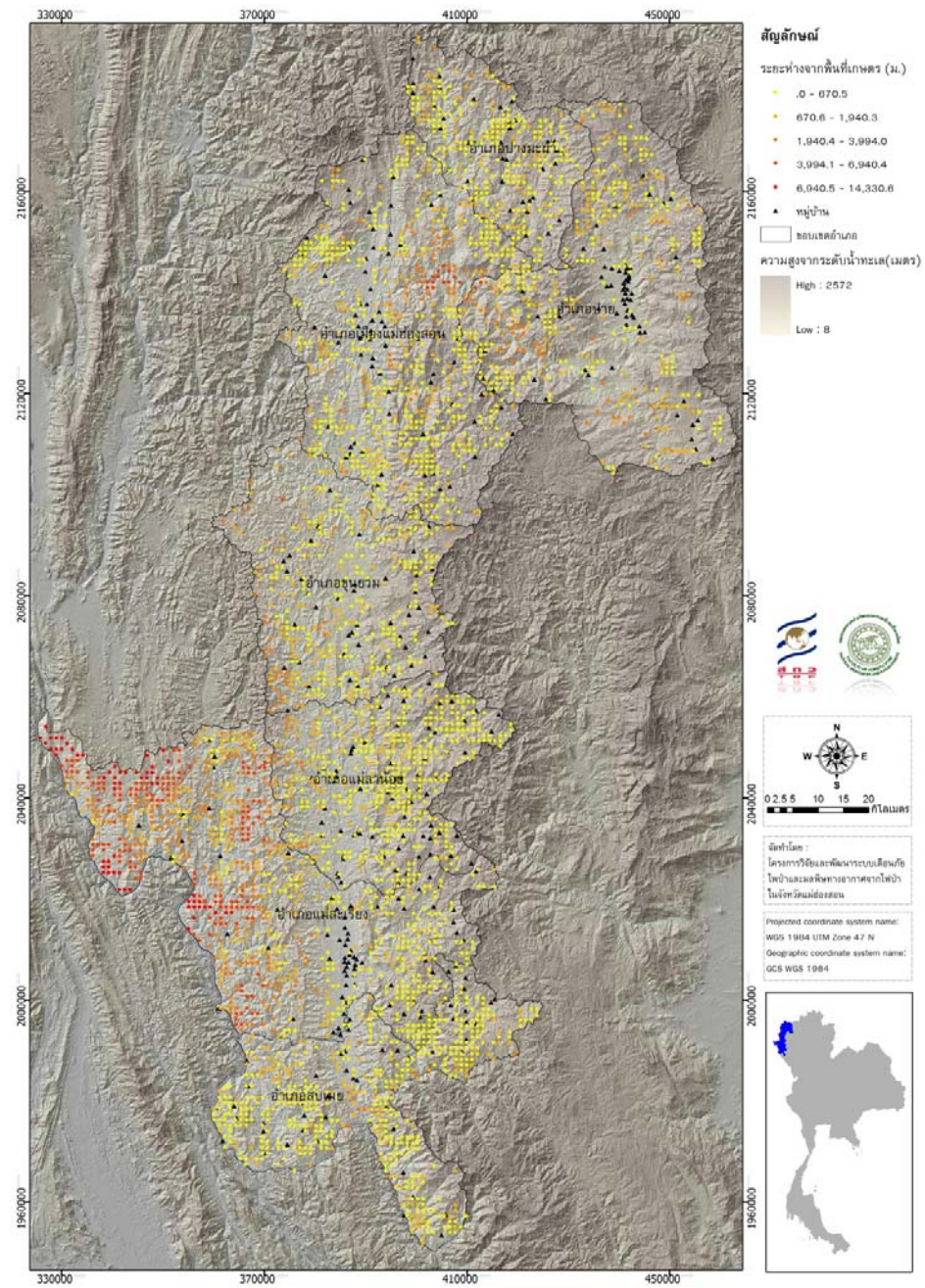
ตัวแปรสภาพแวดล้อมของจุดความร้อนทั้ง 10 ตัวแปร ได้นำมากำหนดพื้นที่เสี่ยงเกิดไฟจากปัจจัยสภาพแวดล้อม โดยใช้วิธีการจำลองแบบทวิ (binary model) ค่าข้อมูลของตัวแปรทางสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในช่วง ตั้งแต่ค่าเฉลี่ยลบด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จนถึงค่าเฉลี่ยบวกด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ถือว่าเป็นพื้นที่เสี่ยง ซึ่งกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งถือเป็นพื้นที่เสี่ยง ส่วนค่าที่เหลือกำหนดให้เท่ากับ 0 ซึ่งถือเป็นพื้นที่ไม่เสี่ยง ผลรวมของตัวแปรสภาพแวดล้อมทั้ง 10 ตัวในที่นี้ถือเป็นค่าคะแนนของสภาพแวดล้อมที่เสี่ยงเกิดไฟ ค่าคะแนนที่มีค่าต่ำสุดคือ 0 แสดงว่าไม่เสี่ยง คะแนนเท่ากับ 1 ถือว่าเสี่ยงต่ำ และคะแนนสูงสุดคือ 10 แสดงว่าเสี่ยงสูงสุด ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อนำผลรวมค่าคะแนนมาแสดงในรูปแบบแผนที่เสี่ยงไฟที่เกิดจากสภาพแวดล้อม (ภาพ 28) พบว่า พื้นที่เกือบทั่วจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีความเสี่ยงในการเกิดไฟ ดังนั้น การที่จะนำแผนที่นี้ไปใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเฝ้าระวังและควบคุมปัญหาไฟนั้นน่าจะมีข้อจำกัดภายใต้กำลังคนและงบประมาณที่จำกัด ในการศึกษาครั้งนี้ จึงทำการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแบบค้นหาพื้นที่ที่ควรเป็นจุดสนใจ (focused area) สำหรับการเลือกเฝ้าระวังและควบคุมไฟ โดยการให้ความสำคัญแก่ปัจจัยด้านประวัติการเกิดจุดความร้อนที่สำรวจพบจากดาวเทียมและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอย่างละเท่า ๆ กัน โดยการกำหนดค่าช่วง (scale) ของค่าคะแนนปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมและปัจจัยด้านประวัติการเกิดจุดความร้อน ให้มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 จากนั้นนำค่าช่วงของทั้ง 2 ปัจจัยมาบวกกัน ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงไฟจากทั้งปัจจัยสภาพแวดล้อมและประวัติการเกิดจุดความร้อนแสดงเป็นแผนที่ได้ดังภาพ 29 ซึ่งแผนที่ที่ได้นี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดเขตพื้นที่ป้องกันและควบคุมไฟป่าและเป็นแผนที่ฐานในการวางแผนบริหารทรัพยากรทั้งด้านกำลังคนและงบประมาณ รวมทั้งติดตามประสิทธิผลของการปฏิบัติงานด้านป้องกันและควบคุมไฟป่าในแต่ละปีงบประมาณข้างหน้า



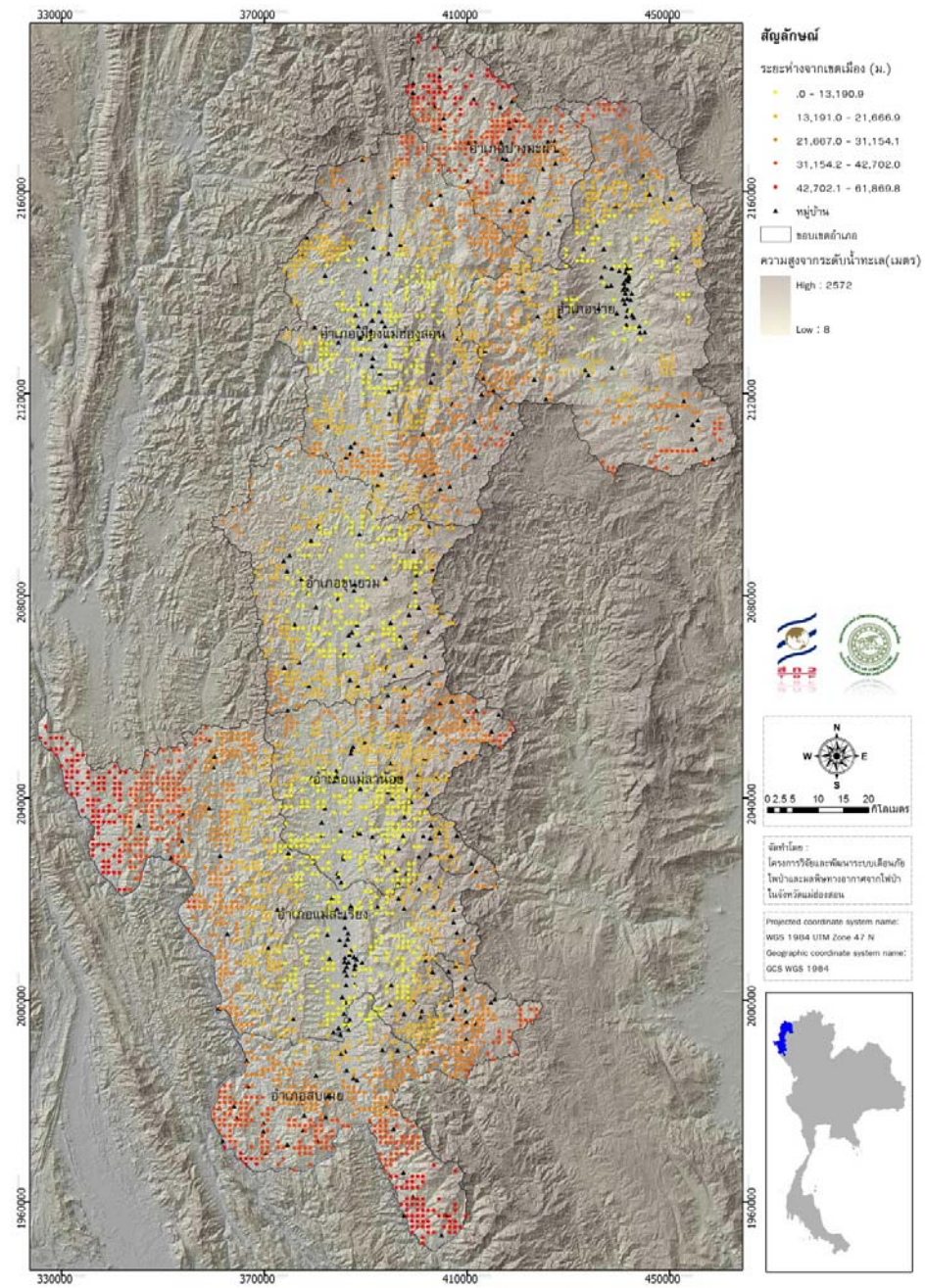
ภาพ 18 ระยะห่างระหว่างจุดความร้อนกับพื้นที่ป่าไม้



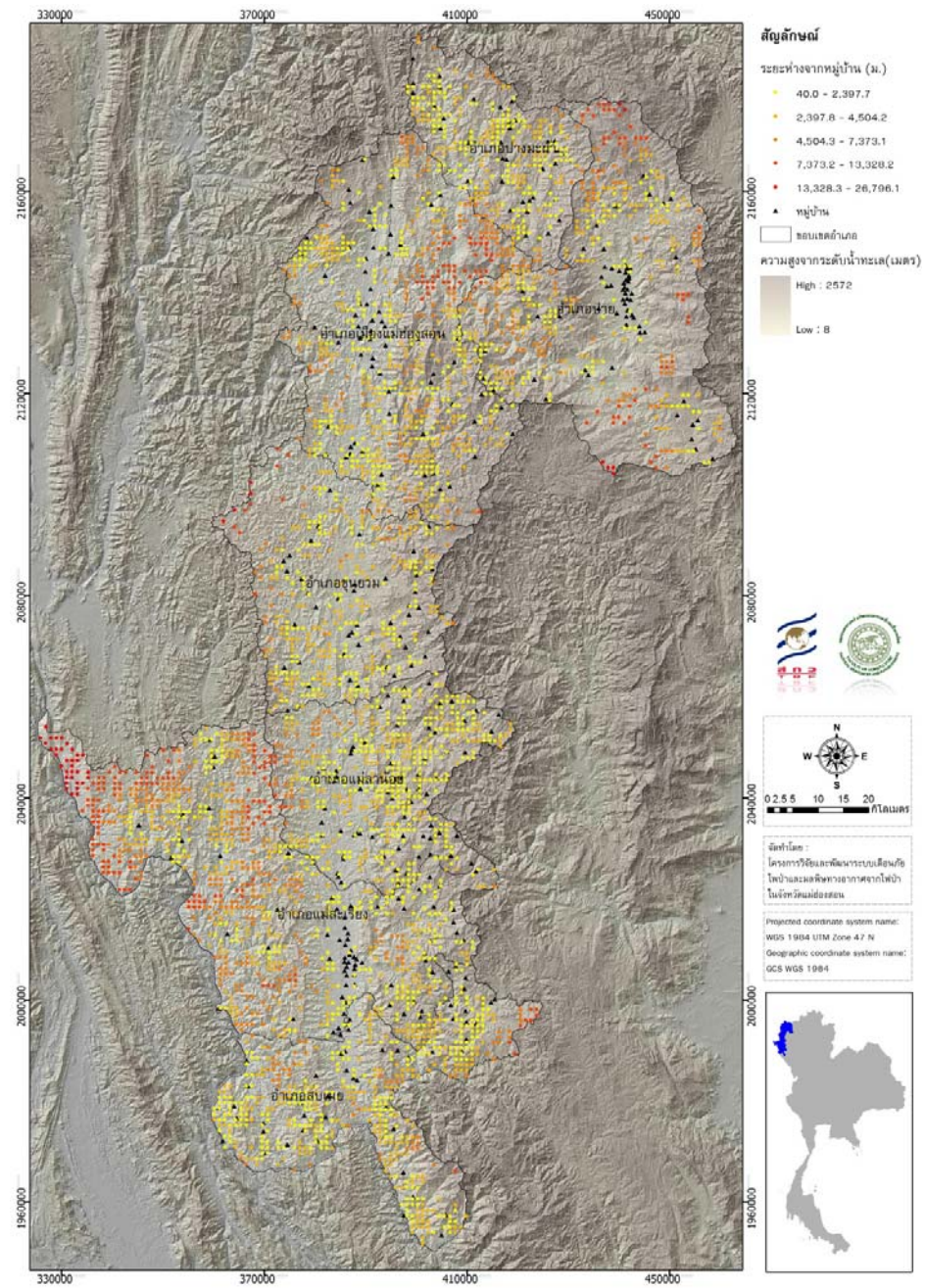
ภาพ 19 ระยะห่างระหว่างจุดความร้อนกับเขตอุทยานแห่งชาติ



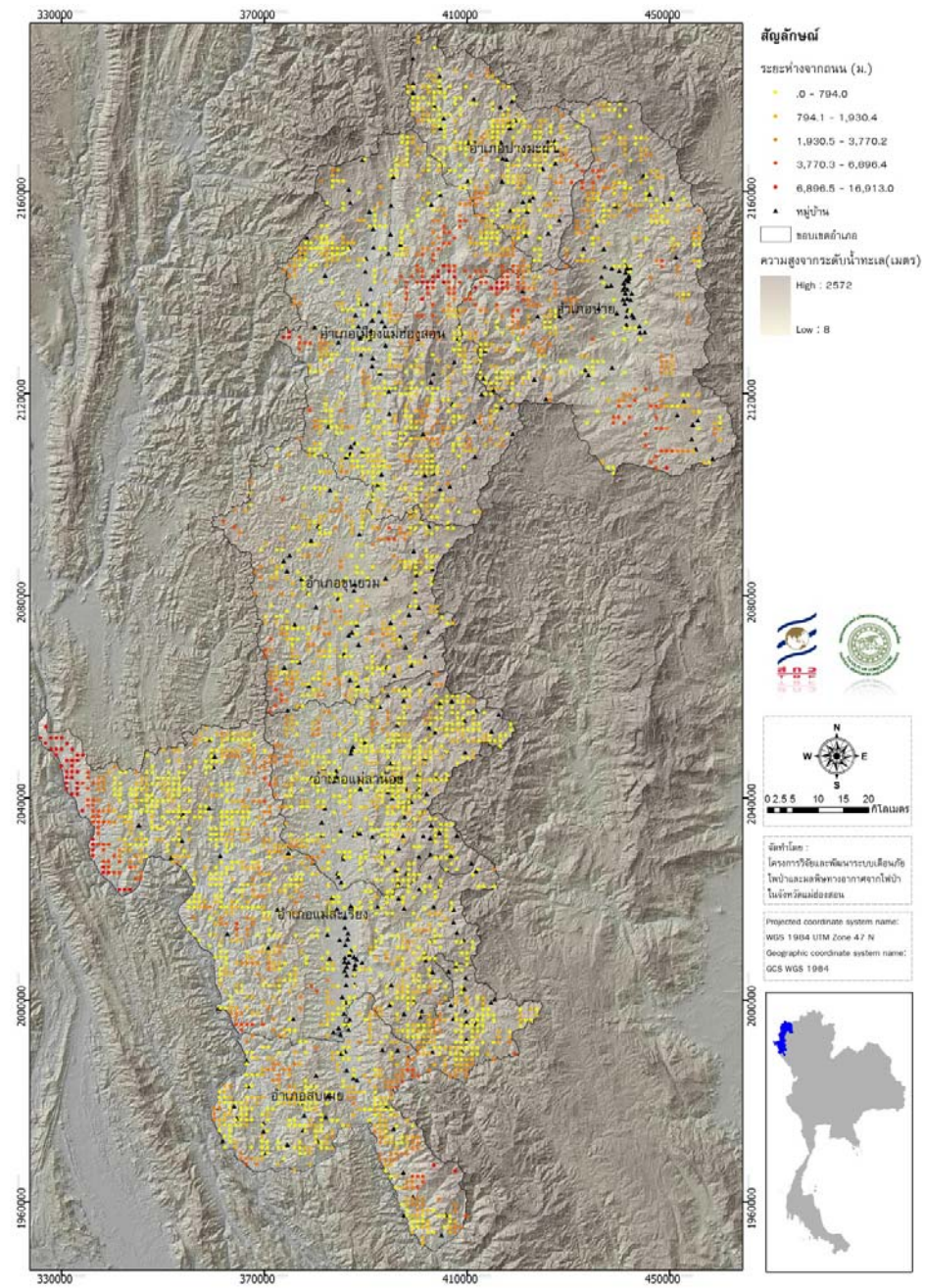
ภาพ 20 ระยะห่างระหว่างจุดความร้อนกับพื้นที่เกษตรกรรม

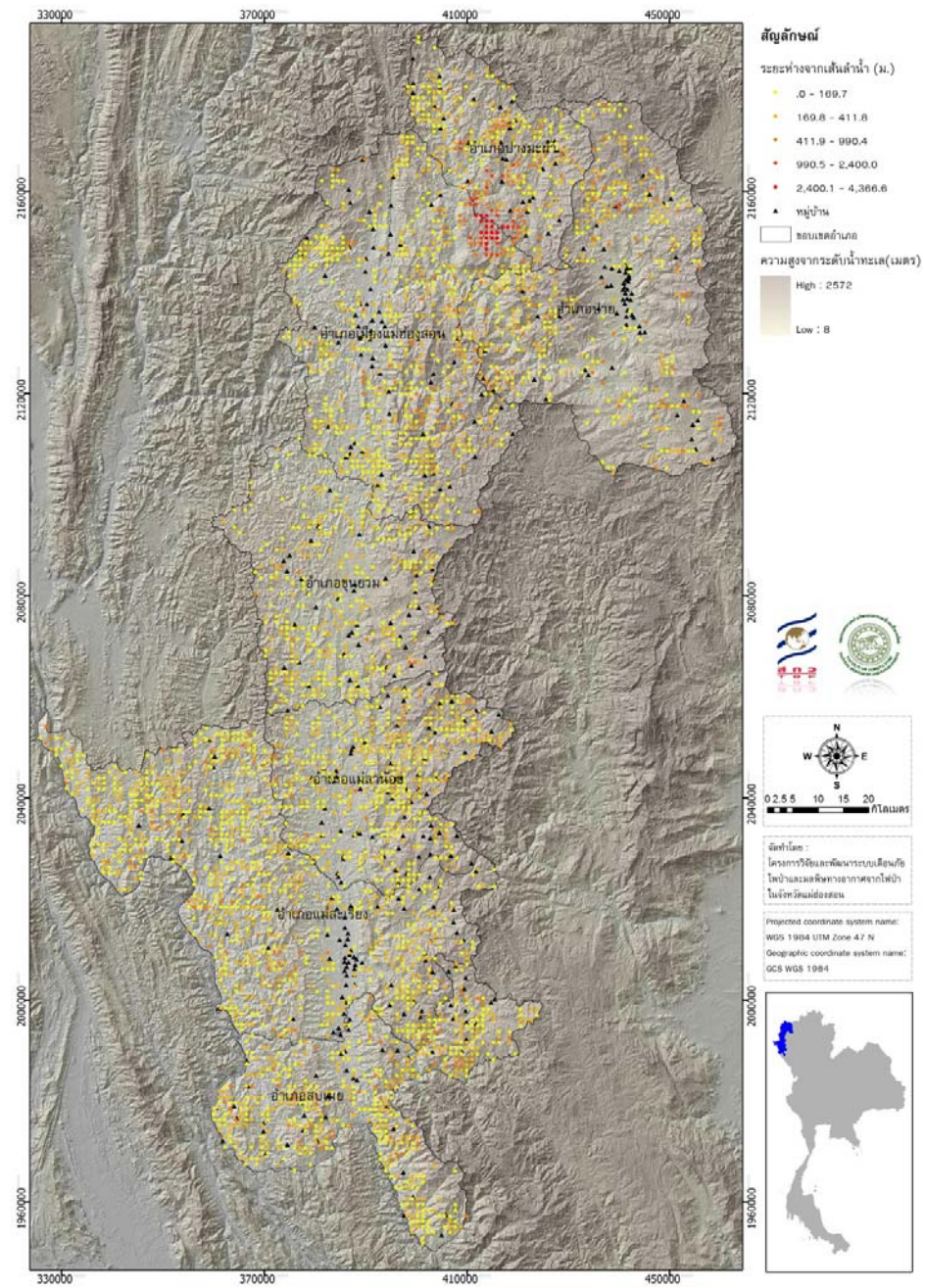


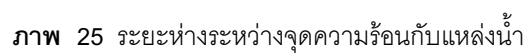
ภาพ 21 ระยะห่างระหว่างจุดความร้อนกับเมือง



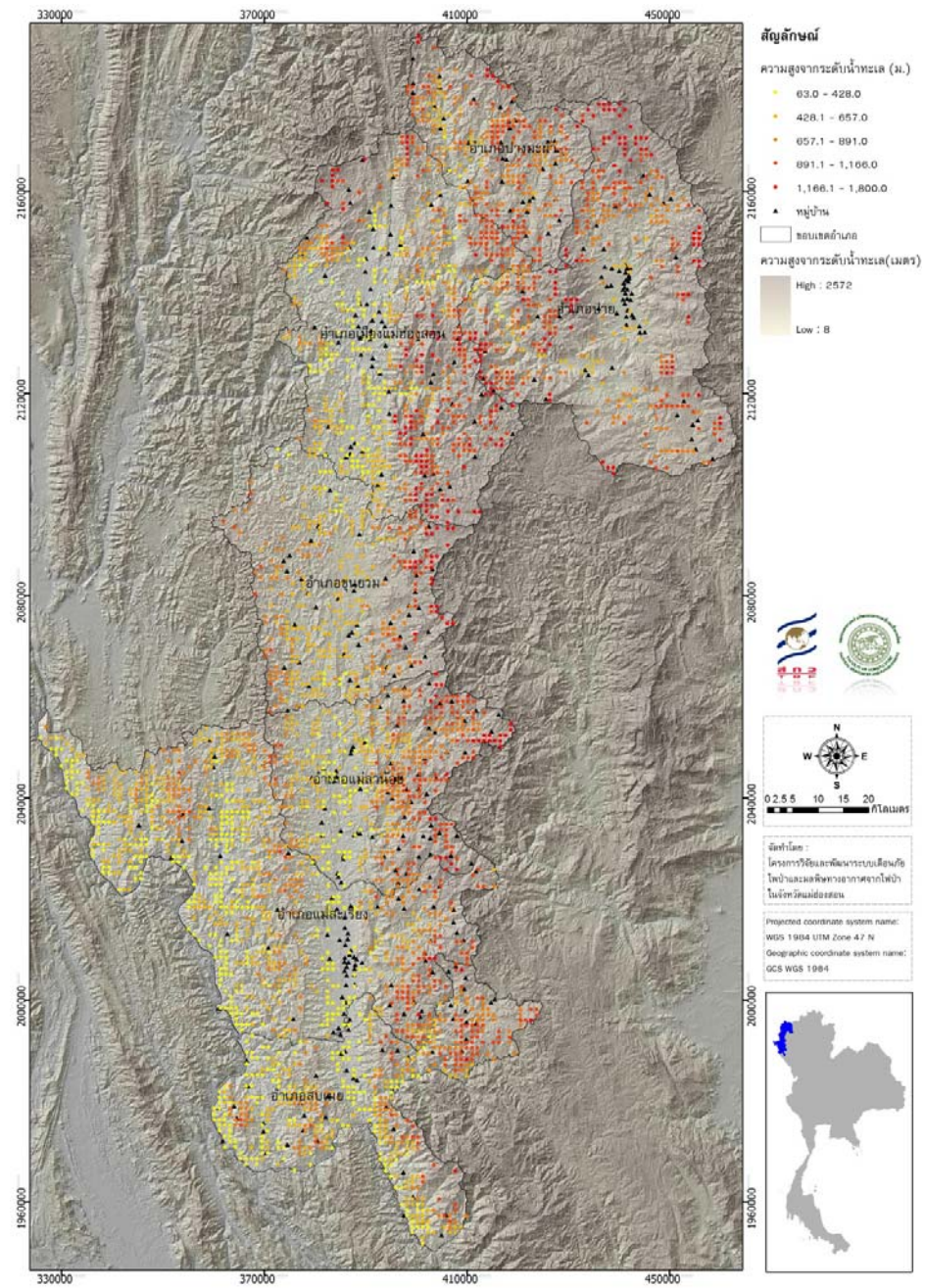
ภาพ 22 ระยะห่างระหว่างจุดความร้อนกับที่ตั้งหมู่บ้าน



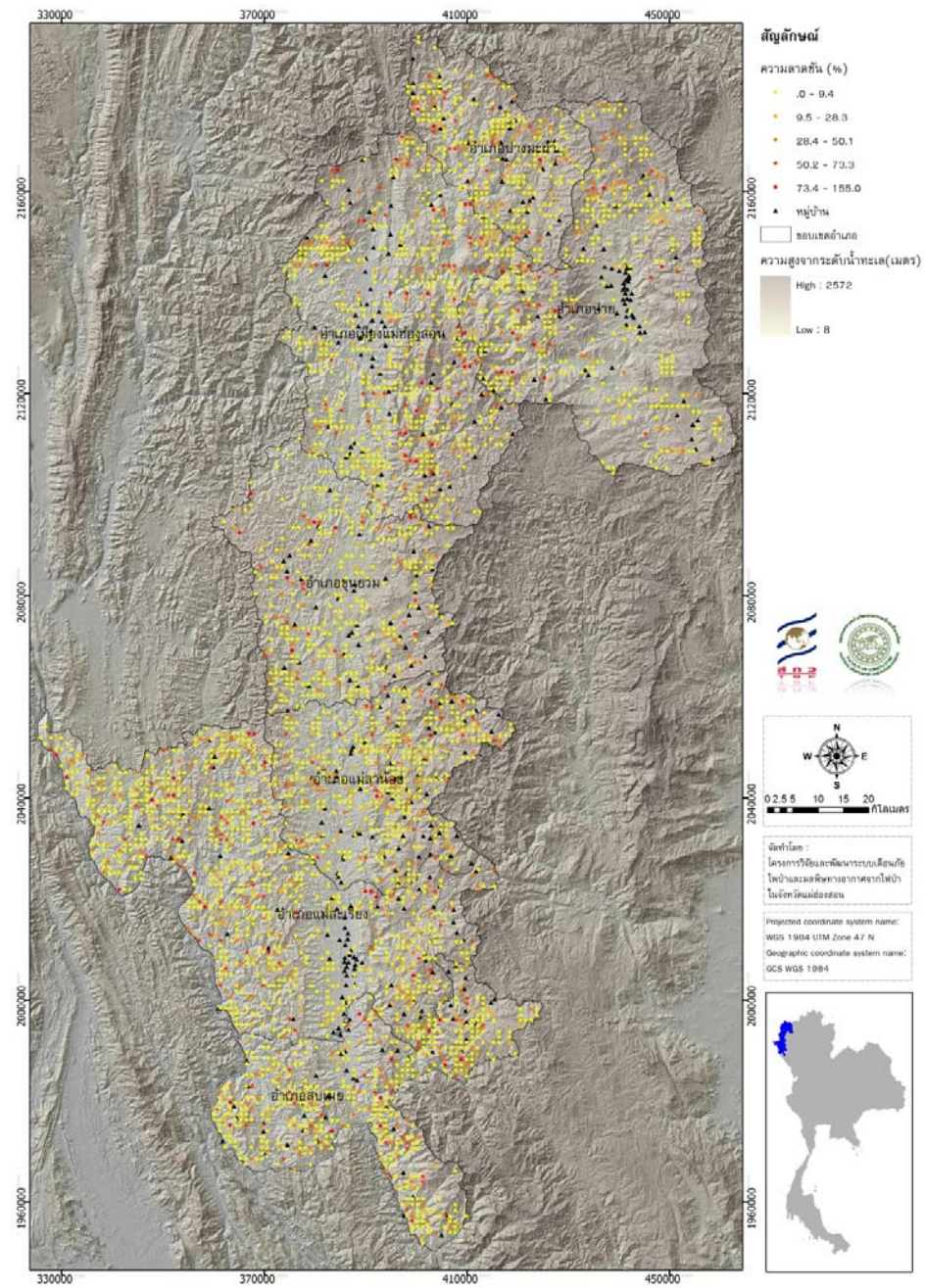




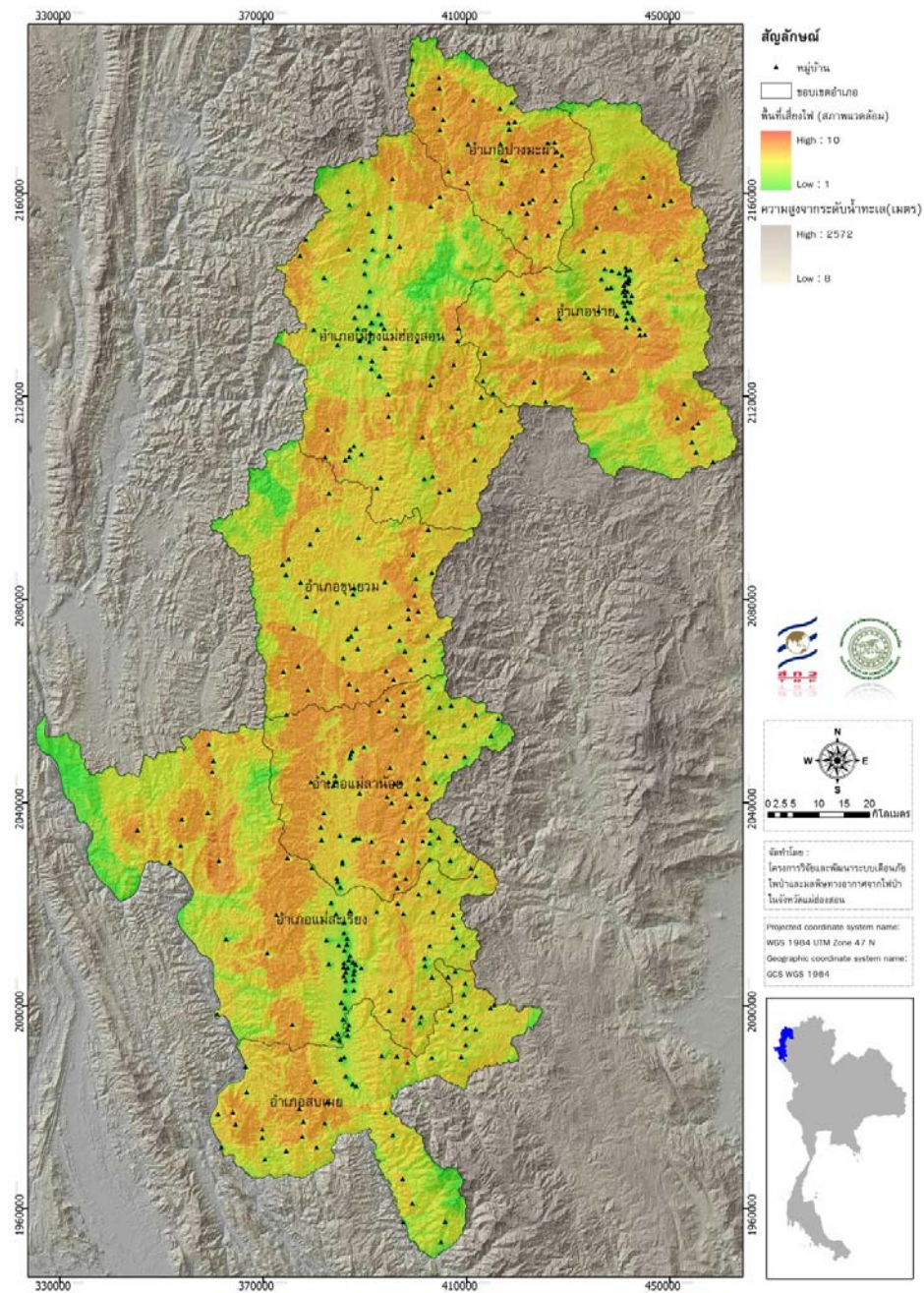
ภาพ 25 ระยะห่างระหว่างจุดความร้อนกับแหล่งน้ำ



ภาพ 26 ความสูงของพื้นที่ที่พบจุดความร้อน



ภาพ 27 ความลาดชันของพื้นที่ที่พบจุดความร้อน



ภาพ 28 ระดับเสี่ยงเกิดไฟป่าจากผลรวมค่าคะแนนของตัวแปรทางสิ่งแวดล้อม

ระหว่างปัจจัยด้านประวัติการเกิดจุดความร้อนและปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่พบจุดความร้อน

บทที่ 4

การพัฒนาโปรแกรมจำลองการลามของจุดความร้อน

4.1 การเตรียมชั้นข้อมูล

โปรแกรมจำลองการลามของจุดความร้อนที่โครงการวิจัยนี้พัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นโปรแกรมจำลองการลามเชิงพื้นที่ (spatial fire spread) และอาศัยหลักการของสามเหลี่ยมไฟ (Fire Triangle) โดยใช้ข้อมูลเชื้อเพลิง ภูมิอากาศ และภูมิประเทศ ในการอธิบายการลามของไฟ ดังนั้นในการพัฒนาอัลกอริทึมของโปรแกรม ข้อมูลหลักที่นำมาใช้ในโปรแกรมได้แก่ข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงและข้อมูลสภาพภูมิประเทศนั้นจัดทำในรูปข้อมูลเชิงพื้นที่ ส่วนข้อมูลภูมิอากาศกำหนดให้อยู่ในรูปค่าสัมประสิทธิ์ รายละเอียดของข้อมูลในสามเหลี่ยมไฟที่ใช้ในการศึกษานี้ มีดังนี้

การสร้างชั้นข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิง

ปัจจัยของเชื้อเพลิงที่มีผลต่อการลามของไฟ ได้แก่ ปริมาณเชื้อเพลิง และความชื้นของเชื้อเพลิง โดยเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมไฟในพื้นที่มากกว่าปัจจัยด้านภูมิอากาศและภูมิประเทศ (ศิริ อัคระอัคร , 2537) ในการศึกษาี้ พัฒนาข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงเชิงพื้นที่จากข้อมูลภาพเชิงเลขในช่วงคลื่นของแบนด์ 1 และแบนด์ 2 ที่สำรวจจากดาวเทียม Terra และ Aqua แต่เนื่องจากการปรากฏเมฆในข้อมูลภาพเป็นอุปสรรคในการนำข้อมูลภาพทั้ง 2 แบนด์มาใช้ในการคำนวณเพื่อสร้างชั้นข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงเชิงพื้นที่ ดังนั้น จึงทำการสร้างข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงจากภาพเชิงเลขโดยอาศัยหลักการ Maximum Value Composite (MVC) โดยในการศึกษานี้ แบ่งการคำนวณปริมาณเชื้อเพลิงของแต่ละเดือนออกเป็น 3 ช่วง คือ 1-10, 11-20, 21-วันสิ้นเดือน ภาพ 30 แสดงขั้นตอนการสร้างข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิง โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพ 30 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงเชิงพื้นที่

- (1) ให้ค่าพิกัดภูมิศาสตร์แก่ข้อมูลภาพ โดยการนำข้อมูลภาพเชิงเลขในช่วงคลื่นของแบนด์ 1 และ แบนด์ 2 ที่สำรวจจากดาวเทียม Terra และ Aqua มาปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)
- (2) คำนวณค่าดัชนีพืชพรรณในรูปค่า Normalized Different Vegetation Index (NDVI) ด้วยสูตรดังนี้

$$NDVI = (Band\ 2 - Band\ 1) / (Band\ 2 + Band\ 1)$$

(3) สร้างเป็นข้อมูลภาพแบบ 10 Day NDVI MVC โดยการนำข้อมูลภาพของค่า NDVI ที่คำนวณได้มา คัดหาค่า NDVI สูงสุดภายใน 10 วันของชุดข้อมูลภาพแสดงค่า NDVI ในแต่ละวันเพื่อนำมาทำ MVC

เมื่อนำข้อมูล Maximum NDVI Composite ทุก ๆ 10 วัน ตลอดทั้ง 12 เดือนของ 2 ปี ที่นำมาทำการศึกษามาวิเคราะห์ค่าสถิติพรรณนา หากพบว่าข้อมูลภาพ Maximum NDVI Composite โดยยังมีค่าน้อยกว่า 0 ถือว่าข้อมูลนั้นยังมีจุดภาพที่เป็นเมฆหรือน้ำ ดังนั้น ในการศึกษานี้ จึงทำการกำหนดให้ค่าที่ติดลบเหล่านี้กลายเป็นค่า missing เพื่อไม่ให้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณมวลชีวภาพในขั้นตอนต่อไป อย่างไรก็ตาม เมื่อสกัดค่า 10-Day Maximum NDVI Composite และนำมาพล็อตกราฟในภาพ 31 แล้ว ยังพบว่า ค่า 10-Day Maximum NDVI Composite ในบางช่วงของเดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน แม้มีค่ามากกว่า 0 แต่มีค่าต่ำกว่าสัปดาห์ข้างเคียงค่อนข้างมาก ซึ่งเมื่อพิจารณาจากข้อมูลภาพ 10-Day Maximum NDVI Composite ในช่วงดังกล่าวนี้จะพบว่ามีลักษณะการกระจายของจุดภาพที่เป็นเมฆปรากฏบนข้อมูลภาพ จึงแสดงให้เห็นว่าข้อมูล 10-Day Maximum NDVI Composite ในบางช่วงเวลาของ 10 วันในช่วงหน้าฝนคือตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมนั้นไม่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณชีวมวลได้ อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาเฉพาะช่วงเดือนมกราคมจนถึงเมษายนซึ่งถือเป็นช่วงร่วงหล่นของชีวมวลในฤดูไฟแล้ว พบว่า ปริมาณ NDVI ลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงต้นปีไปจนถึงปลายเดือนเมษายน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า พืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมพื้นที่ของจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีการทิ้งใบร่วงหล่นสะสมเป็นชีวมวลสะสมบนพื้นดิน ซึ่งปริมาณชีวมวลที่ร่วงหล่นสะสมช่วงเวลาดังกล่าวนี้อถือว่าเป็นเชื้อเพลิงของไฟที่เกิดขึ้นในพื้นที่ เมื่อนำค่า NDVI มาคำนวณในรูปดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index, LAI) ด้วยสมการด้านล่าง (Narongrit, 2003) แล้วเปรียบเทียบกับค่าดัชนีพื้นที่เรือนยอด (Plant Area Index) ของป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณที่มีการศึกษาในภาคสนามโดย ดุริยะ และคณะ (2547) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของค่า LAI ที่คำนวณจากข้อมูลภาพ MODIS และ ค่าดัชนีพื้นที่เรือนยอดของป่าเบญจพรรณตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน มีรูปแบบ (pattern) เหมือนกัน (ภาพ 32) กล่าวคือ ค่า LAI และค่าดัชนีพื้นที่เรือนยอดเริ่มลดลงตั้งแต่เดือนธันวาคมและลดลงสูงสุดในเดือนเมษายน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าในช่วงเวลาดังกล่าวพืชพรรณเกิดการทิ้งใบ ในการศึกษานี้ จึงใช้ข้อมูลภาพในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายนเป็นตัวแทนในการศึกษาดัชนีพื้นที่เรือนยอดและการร่วงหล่นของใบไม้ที่เป็นชั้นเรือนยอด

$$LAI = 0.57 * EXP(2.33 * NDVI)$$

(4) คำนวณปริมาณมวลชีวภาพ (Biomass, BM) จากค่า Maximum NDVI Composite โดยการใช้ผลการศึกษาศรี อัคระอัครและคณะ (2546) ที่ได้ตรวจวัดปริมาณเชื้อเพลิงในป่าเต็งรังในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง และผลการศึกษาของศุภรัตน์ สำราญ (2548) ที่ตรวจวัดมวลชีวภาพก่อนและหลังเกิดไฟป่าในป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง มาคำนวณในรูปค่า NDVI จากสมการของ Saatchi et. al. (2007) ดังนี้

$$NDVI = 0.289 + 0.347 \text{ LOG (BM)} - 0.0828 \text{ LOG (BM)}^2$$