

บทที่ 3

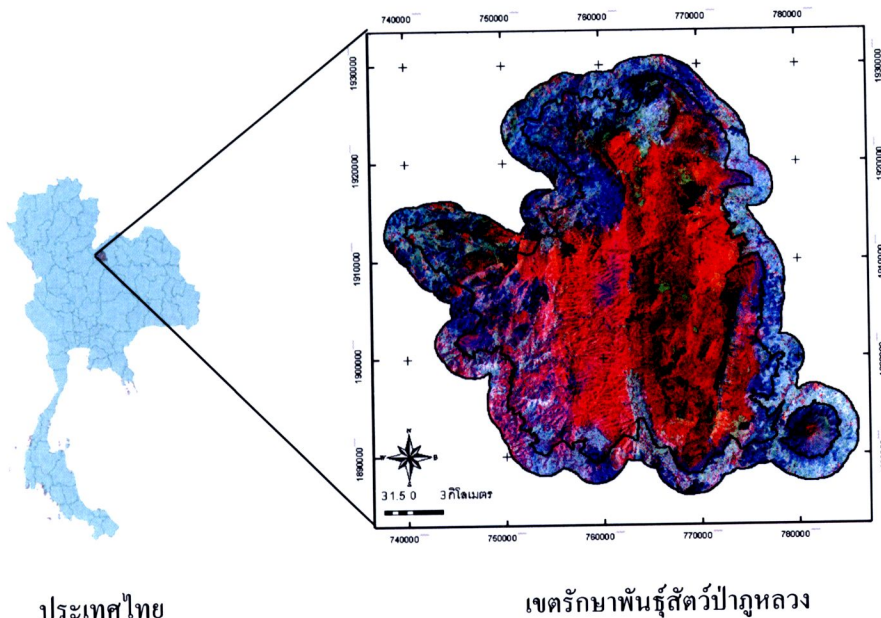
วิธีการดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

1.1 ที่ตั้งและการแบ่งเขตการปกครอง

พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย มีเนื้อที่โดยประมาณ 897 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 560,593 ไร่ อยู่ระหว่างละติจูดที่ 17 องศา 3 ลิปดา ถึง 17 องศา 24 ลิปดาเหนือ และลองจิจูดที่ 101 องศา 16 ลิปดา ถึง 101 องศา 21 ลิปดา ตะวันออก (ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้และมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543) ครอบคลุมพื้นที่ตำบลปลาปาก ตำบลท่าศาลา ตำบลภูเรืออำเภอภูเรือ ตำบลโพนสูง ตำบลวังยาวและตำบลอีปุม อำเภอด่านซ้าย ตำบลหนองจิว ตำบลเขาหลวงและตำบลทรายขาว อำเภอวังสะพุง ตำบลภูหอและตำบลเลยวังไสย์ อำเภอภูหลวง จังหวัดเลย ซึ่งมีอาณาเขตพื้นที่ติดต่อกับพื้นที่ข้างเคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดกับ	ตำบลท่าศาลา อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย
ทิศใต้	ติดกับ	ตำบลเลยวังไสย์ อำเภอภูหลวง จังหวัดเลย และตำบลศิลา อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์
ทิศตะวันออก	ติดกับ	ตำบลหนองจิว ตำบลเขาหลวง และตำบลทรายขาว อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย
ทิศตะวันตก	ติดกับ	ตำบลโพนสูง อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย ตำบลศิลา อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2549) ดังภาพที่ 4



ประเทศไทย

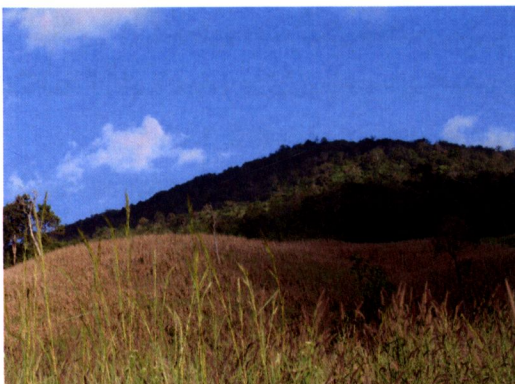
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง

ภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา



1.2 สภาพภูมิประเทศ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง มีลักษณะเป็นเทือกเขาสูงชัน มีความสูงเริ่มจากแนวเขตที่มีความสูงประมาณ 400 เมตร จากระดับน้ำทะเล ยอดเขาสูงที่สุดของภูหลวง คือ ยอดภูขวาง มีความสูงประมาณ 1,571 เมตร จากระดับน้ำทะเล เทือกเขาซีกตะวันออกมีลักษณะเป็นภูเขาสูงใหญ่ มีที่ราบหลังเขาที่ระดับความสูง 1,200-1,500 เมตร มีเนื้อที่ประมาณ 100 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 62,000 ไร่ ส่วนเทือกเขาตะวันตก เป็นภูเขาสูงชันเล็กๆ สลับซับซ้อนเป็นลูกคลื่น มีความสูงประมาณ 600-1,200 เมตร ภูเขาทางด้านทิศตะวันออกเป็นหน้าผาสูงชันลาดลงสู่ทิศตะวันตก เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำเลยและแม่น้ำป่าสัก ซึ่งแม่น้ำจะไหลผ่านกลางพื้นที่ทางทิศเหนือลงสู่ทิศใต้แล้วไหลย้อนผ่านอำเภอสว่างแดนดิน ไปสู่แม่น้ำโขงในเขตอำเภอเชียงคาน ส่วนแม่น้ำป่าสักเกิดขึ้นจากลำธารหลายๆ สายทางด้านทิศตะวันตกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง ก่อให้เกิดแม่น้ำไหลผ่านจังหวัดเพชรบูรณ์ ลงสู่ที่ราบภาคกลางไปบรรจบกับแม่น้ำลพบุรีที่อำเภอนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนจะไหลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาและไหลลงสู่อ่าวไทยในที่สุด ภูเขาสูงใหญ่มีหน้าผาสูงชันมากทางด้านทิศเหนือบางส่วนและเป็นแนวยาวทางด้านทิศตะวันออกตลอดแนวจนจรดด้านทิศใต้บางส่วน (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2549) ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา

1.3 แหล่งน้ำ ลำน้ำ

1.3.1 แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำผิวดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง และพื้นที่แนวกันชน 5 กม. จากภาพถ่ายดาวเทียมปี 2541 มีประมาณ 2,930.25 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 0.26 ส่วนมากเป็นแหล่งน้ำผิวดินที่มีเนื้อที่ขนาดเล็กเป็นอ่างเก็บน้ำที่สร้างขึ้น

1.3.2 ลำน้ำ ลำน้ำส่วนใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง มีทั้งลำน้ำขนาดใหญ่ที่มีน้ำไหลตลอดปี เช่น ลำน้ำเลย ลำน้ำทอน ลำน้ำป่าสัก และห้วยน้ำจันทร์ ซึ่งแม่น้ำเลยจะไหลผ่านกลางพื้นที่จากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ แล้วไหลย้อนผ่านอำเภอดงหลวง ไปลงสู่แม่น้ำโขงในเขตอำเภอเชียงคาน ส่วนแม่น้ำป่าสักไหลผ่านจังหวัดเพชรบูรณ์ลงสู่ที่ราบภาคกลางไปบรรจบกับแม่น้ำลพบุรีที่อำเภอนครหลวงจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนที่จะไหลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาและไหลลงสู่อ่าวไทยในที่สุด (ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้และมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543)

1.4 สภาพทางธรณีวิทยา

จากแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย กรมทรัพยากรธรณีมาตราส่วน 1:250,000 ใน พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงและบริเวณแนวกันชนหำกิโลเมตรรองรับด้วยชุดหินโคราช และชุดหินราชบุรี มีหน่วยหินภูกระดึงและหน่วยหินเสาขัวเป็นส่วนใหญ่ บริเวณภูหลวงพบหน่วยหินภูพาน มีหน่วยหินเสาขัว หน่วยหินพระวิหาร และหน่วยหินภูกระดึงล้อมอยู่โดยรอบเป็นชั้นๆ ทางด้านทิศตะวันตกพบหน่วยหินผาค้อในชุดหินราชบุรี และหน่วยหินรวมในชุดหินโคราช ทางด้าน ทิศเหนือพบหน่วยหินภูพานกระจัดกระจาย ทางด้านทิศตะวันออกพบหน่วยหินน้ำพอง และการสะสมตัวของตะกอนที่ราบลุ่มกระจัดกระจาย (ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้และมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543)

1.5 ทรัพยากรป่าไม้

ป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง ประมาณร้อยละ 75 ของพื้นที่ ประกอบด้วยป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าไผ่ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณผสมป่าไผ่ ป่าไผ่ผสมพื้นที่การเกษตร พืชหญ้า และทุ่งหญ้าผสมพื้นที่เกษตร ลดหล่นลงมาตามลำดับ พื้นที่แต่ละชนิด มีลักษณะสำคัญดังนี้

1.5.1 ป่าดิบเขา จะขึ้นในที่ที่มีความชื้นสูง พบในระดับความสูงตั้งแต่ 1,000 -3,000 เมตร พรรณไม้ที่พบ ได้แก่ ไม้ก่อ 3 สกุล และไม้เถาบางชนิด ป่าดิบมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1.5.1.1 ป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen Forest) พบในระดับที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 500 เมตร ขึ้นไปถึงประมาณ 1,000 เมตร พรรณไม้สำคัญ ได้แก่ ตะแบก (*Lagerstroemia Calyculata* Kurz) หว้า (*Eugenia Cumini* (L.) Druce) ยางคำ (*Shorea Guiso* Bl.) ตะเคียน (*Hopea Odorata* Roxb.) ยางปอง (*Persea Kurzii* Kosterm.) ชมพู่ป่า (*Eugenia Aquea* Burm. f.) และกะบาก (*Anisoptera Costata* Korth.) ต้นไม้ใหญ่ในบริเวณนี้มีเรือนยอดชิดกันบังแสงแดดเกือบโดยสิ้นเชิง ทำให้เกิดความชื้นเย็นภายในได้ร่มเงา มีพืชพันธุ์ต่างๆ ขึ้นอยู่หลายระดับ ลดหล่นเป็นชั้นๆ ตามพื้นป่ามีพืชจำพวก บุก บอน จิง ข่า และเฟิร์น ขึ้นคลุมดินหนาแน่น ถัดขึ้นไปมีไม้พุ่มและไม้ต้นขนาดเล็ก เช่น ดอกแตม สติ่น้อย ทองขาว ซึ่งเป็นไม้เบิกนำ นอกจากนั้นยังมีชมพู่ป่า หว้าชัน พุดน้ำ มวกกอก กล้วยป่า ฯลฯ รวมทั้งไม้วัยรุ่นของไม้ต้นน้ำระดับสูงขึ้นไปปะปนอยู่ พันธุ์พืชระดับชั้นนี้ มีความสูง 4-5 เมตร ส่วนในระดับชั้นกลาง พันธุ์พืชมีความสูง 10-18 เมตร ประกอบขึ้นด้วยไม้ต้นขนาดกลาง เช่น โมกน้อย ปอหนู มะส้าน ส้านหัง กระโดนแดง จี๋ถั่ว และก่อ



1.5.1.2 ป่าดิบเขา (Hill Evergreen Forest) เป็นป่าที่มีความชุ่มชื้นสูง พบในระดับที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 1,000 เมตร ถึง 1,400 เมตร พรรณไม้สำคัญ ได้แก่ ก่อต่างๆ เช่น ก่อคำ (*Lithocarpus Recurvatus* Barnett) ก่อใบเลื่อม (*Castanopsis Tribuides* A.DC.) ก่อหนู (*Quercus Brandisiana* Kurz) นอกจากนี้ยังมีไม้สนแผง (*Calocedrus macrolepis* Kurz) และสนสามพันปี (*Dacrydium elatum* Wall.)

สำหรับบริเวณลุ่มน้ำขัง มีข้าวตอกฤๅษี กระดุมเงิน ดอกหรีด หย้าขาวกำ เทียนน้ำ เทียนน้อย และเทียนก้ามกุ้งขึ้นอยู่ ซึ่งจะออกดอกในฤดูฝน บริเวณหุบห้วยแคบๆ ที่เป็นป่าดิบ มีพันธุ์พืชแตกต่างไปจากบริเวณป่าทุ่งและลานหิน ส่วนมากเป็นต้นไม้ขนาดเล็กและขนาดกลาง มีความสูง 10-18 เมตร เช่น ก่วมแดง พะยอม ก่อเดียว สนสามพันปี เมี่ยงอาม และอื่นๆ ตามชายป่ามีไม้พองเลื้อยอยู่ทั่วไป ในป่าชนิดนี้ยังมีพืชที่มีดอกสวยงามอาศัยเกาะอยู่หลายชนิด เช่น สะเม็ก สะเภาลม ชมพูพาน ว่านไก่แดง ฯลฯ

1.5.2 ป่าเบญจพรรณ (Mixed Deciduous Forest) พบในระดับที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 300 เมตร ขึ้นไปถึงประมาณ 600 เมตร พรรณไม้สำคัญ ได้แก่ ตะแบก (*Lagerstroemia Calyculata* Kurz) ตั้ว (*Cratogeomys Formosum* (Jack) Dyer) ประดู่ (*Pterocarpus Macrocarpus* Kurz) แดง (*Xylia Kerii* Craib & Hutch.) กะท้อน (*Millettia Leucantha* Kurz) มะกอก (*Spondias Pinnata* Kurz) และตะคร้ำ (*Garuga Pinata* Roxb.) สภาพไม้ในป่ามีเรือนยอดไม่ชิดติดกันและส่วนใหญ่ผลัดใบในฤดูแล้ง โดยเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมไปจนถึงเดือนเมษายน พรรณไม้ส่วนใหญ่เป็นไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจ แต่เดิมป่าชนิดนี้มีอาณาเขตครอบคลุมกว้างขวาง แต่ปัจจุบันถูกรายล้อมหรือพบเข้ามามีการรัง荡ป่าเป็นไร่หลังจากการทำไม้มาแล้ว

1.5.3 ป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarp Forest) พบในระดับที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 300 เมตร ขึ้นไปถึงประมาณ 800 เมตร พรรณไม้สำคัญ ได้แก่ เต็ง (*Shorea Obtusa* Wall) รัง (*Shorea Siammensis* Miq.) ประดู่ (*Pterocarpus Macrocarpus* Kurz) เหียง (*Dipterocarpus Obtusifolius* Teijsm. ex Miq.) ส้าน (*Dillenia Ovata* Wall.) ตีนนก (*Vitex Pinnata* Linn.) บริเวณแห้งแล้งมีดินตื้นและมีหินโผล่ ป่าชนิดนี้พบบริเวณส่วนท้องที่อำเภอวังสะพุง อำเภอภูหลวง และอำเภอด่านซ้าย ไม้พื้นล่าง ได้แก่ หย้าเพ็ก หย้าคา เหมือดโลด มะเฒ่า ลูกใต้ใบ กระเจียวขาว เปราะป่า เล็บเหยี่ยว และผักปลาบ เป็นต้น

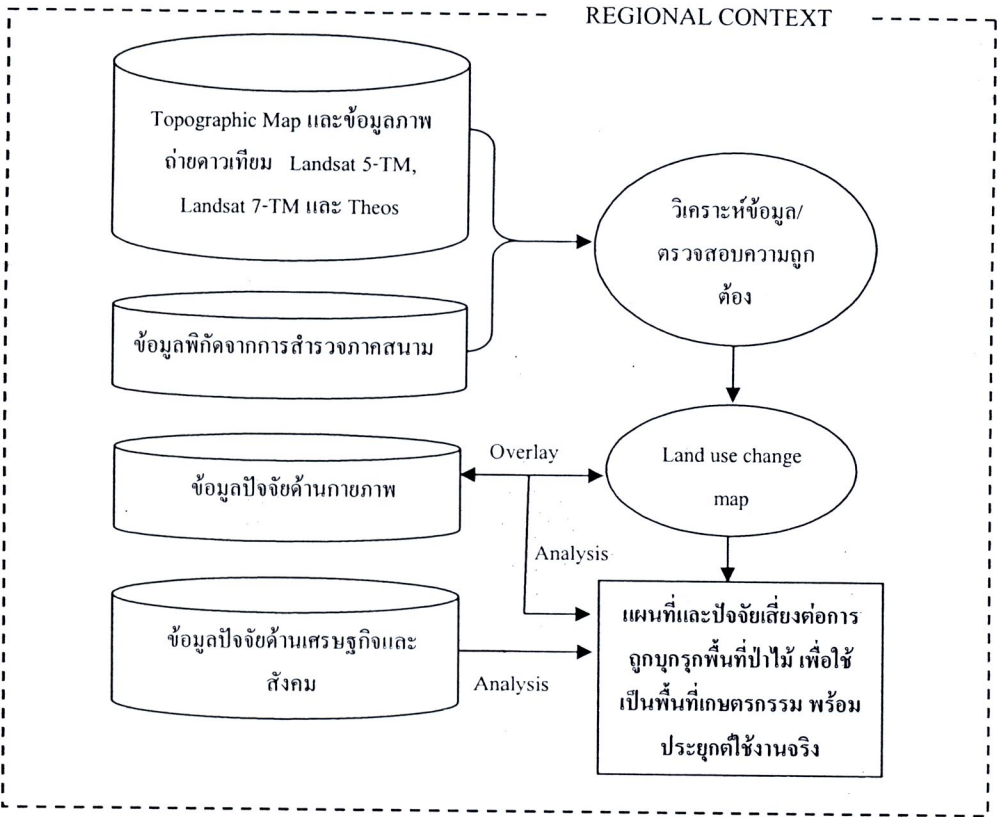
1.5.4 ป่าสนเขา (Pine Forest) พบในระดับที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล ปานกลางตั้งแต่ 1,000 เมตร ขึ้นไป พรรณไม้สำคัญ ได้แก่ สนสองใบ (*Pinus Merkusii* Jungh. & de Vriese) และสนสามใบ (*Pinus Kesiya* Royle ex Gordon) (ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้และมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543)

1.6 ดินและความเหมาะสมของดิน

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงมีลักษณะภูมิฐานส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาสูง (Strong Hilly) และพื้นที่เหลือค้างจากการกษัยการ (Dissected Erosion Surface Areas) ดินที่พบในพื้นที่ภูเขาเป็นดินตื้นและมีหินพื้นโผล่ หน่วยแผนที่ดินในบริเวณภูเขานี้ได้กำหนดเป็นหน่วยลาดชันเชิงซ้อน (Slope Complex) เนื่องจากยังไม่ได้มีการสำรวจดิน พื้นที่เหลือค้างจากการกษัยการเป็นบริเวณที่อยู่ระหว่างพื้นที่ภูเขาและพื้นที่ราบ วัตถุต้นกำเนิดดินในบริเวณนี้มีทั้งเป็นวัตถุต้นกำเนิดดินที่อยู่กับที่และวัตถุที่เคลื่อนย้ายลงมาด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก (Colluvium) หรือบางแห่งก็จะถูกทับถมด้วยตะกอนน้ำส่งผลให้ดินที่พัฒนาตัวในบริเวณนี้มีคุณสมบัติ หรือลักษณะทางกายภาพและเคมีที่คล้ายคลึงและแตกต่างกัน (ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้และมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543)

2. กรอบแนวคิดในการวิจัย

แนวทางหลักในการดำเนินการวิจัยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าไม้ เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย คือ วิเคราะห์และบูรณาการข้อมูล เพื่อให้ได้แผนที่และปัจจัยเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าไม้เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม และการนำเอาผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้เพื่อให้สามารถป้องกัน แก้ไข และติดตามการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดประโยชน์สูงสุดและยั่งยืน แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

3.1.1 ประชากร

ตรวจสอบจำนวนหมู่บ้านที่ตั้งอยู่ทั้งภายในและภายนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงที่ระยะกันชน 2 กิโลเมตร รวมทั้งหมด 44 หมู่บ้าน ที่ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

ทำการเก็บข้อมูลภาคสนามทั้งหมด 10 หมู่บ้าน จำนวนผู้ให้ข้อมูล 200 คน จาก 200 ครัวเรือน โดยเน้นหมู่บ้านที่อยู่รอบๆ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง ส่วนข้อมูลทั่วไปด้านประชากรของหมู่บ้านจะทำการสัมภาษณ์ผู้ใหญ่บ้านหรือกำนันในหมู่บ้านเป้าหมาย

3.1.3 เครื่องมือ

3.1.3.1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและแผนที่ที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา

(1) ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5- TM ปี พ.ศ. 2537, 2541 และ 2548 และ Landsat7-TM ปีพ.ศ. 2544 ความแยกชัดเชิงพื้นที่ 30 เมตรจากศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(2) ภาพถ่ายจากดาวเทียม THEOS ความแยกชัดเชิงพื้นที่ 15 เมตร ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 6 และ 11 มีนาคม ปีพ.ศ. 2553 จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

(3) แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

(4) แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปีพ.ศ. 2541 และ ปีพ.ศ. 2548 เพื่อใช้ในการอ้างอิงจากศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3.1.3.2 ระบบคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำเร็จรูป ประกอบด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

- (1) โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ Arc view, ArcGis
- (2) โปรแกรมประมวลผลข้อมูลจากดาวเทียม PCI Geomatica, Erdas Imagine
- (3) โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS
- (4) เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมระบบปฏิบัติการ Window 2003
- (5) โปรแกรมนำเข้าข้อมูล GPS สูระบบพิกัดภูมิศาสตร์ DNR Garmin
- (6) อุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่อง Scanner เครื่องพิมพ์ เป็นต้น

3.1.3.3 อุปกรณ์การสำรวจภาคสนาม ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

- (1) กล้องถ่ายรูป
- (2) เครื่องกำหนดพิกัดภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (GPS) แบบพกพา
- (3) แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 TM ปีพ.ศ. 2547
- (4) แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน จำแนกข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification)

จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 TM ปีพ.ศ. 2547

3.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.4.1 การรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน

ทำการรวบรวมและเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่แต่ละประเภท เพื่อเตรียมออกแบบฐานข้อมูลและวิเคราะห์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 ชนิด คุณลักษณะและแหล่งข้อมูลที่จะนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ชั้นข้อมูล	ลักษณะข้อมูล		แหล่งข้อมูล
	เชิงพื้นที่	เชิงบรรยาย	
1. เส้นชั้นความสูง	Line	ทุก 20 เมตร	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
2. ขอบเขตการปกครอง	Polygon	ชื่อขอบเขตการปกครอง	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
3. ขอบเขตเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง	Polygon	ชื่อ ป่าที่จัดตั้ง	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
4. ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5-TM ปีพ.ศ. 2537, 2541 และ 2548 และ Landsat 7-TM ปีพ.ศ. 2544	Raster	-	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
5. ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม THEOS ปีพ.ศ. 2553	Raster	-	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
6. Landuse ปีพ.ศ. 2541 และ 2548	Polygon	พื้นที่ป่า เกษตรกรรม ที่อยู่อาศัย ทุ่งหญ้า แหล่งน้ำและอื่นๆ	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
7. หมู่บ้าน	Point	ชื่อหมู่บ้านและที่ตั้งทางการปกครอง	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
8. เส้นทางคมนาคม	Line	เส้นทางสายหลัก	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
9. เส้นทางน้ำ	Line	ทางน้ำสายหลัก	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
10. ความลาดเอียงของพื้นที่	Polygon	ความลาดเอียงคิดเป็นเปอร์เซ็นต์	ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3.1.4.2 การสำรวจข้อมูลภาคสนาม (Field Survey)

ทำการสำรวจข้อมูลภาคสนามเพื่อตรวจสอบสภาพของการถูกบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ และเก็บข้อมูลต่างๆ ของพื้นที่ในสภาพปัจจุบัน เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลในอดีต ได้แก่ สำรวจสภาพพื้นที่ป่าไม้พื้นที่ทางการเกษตร เป็นต้น

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

การประมวลผลข้อมูลนั้นใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 TM ในปีพ.ศ. 2537 ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 TM ปีพ.ศ. 2544 และข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม THEOS ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 6 และ 11 มีนาคม ปีพ.ศ. 2553 มาใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าไม้ เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น Arc view, ArcGis โปรแกรมประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม PCI Geomatica และโปรแกรมนำเข้าข้อมูล GPS ผ่านระบบภูมิศาสตร์ DNR Garmin เป็นต้น ดังรายละเอียดดังนี้

3.2.1 การวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

3.2.1.1 การวิเคราะห์ภาพถ่ายเบื้องต้น (Preprocessing of the Imagery)

เมื่อทำการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมและแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ด้วยโปรแกรม PCI Geomatica เพื่อตรวจสอบระบบพิกัดแล้ว พบว่าแผนที่ภูมิประเทศและภาพถ่ายจากดาวเทียม Theos, Landsat 5 และ Landsat 7 มีระบบพิกัดภูมิศาสตร์แตกต่างกัน จึงทำการปรับแก้พิกัดและความคลาดเคลื่อนทางภูมิศาสตร์ให้ตรงกัน โดยใช้วิธีการ Image to Map Registration ด้วยโปรแกรม Erdas Imagine โดยกำหนดระบบพิกัดตำแหน่งเป็นแบบ UTM (Universal Transverse Mercator) WGS84 Zone 47 โดยใช้แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 เป็นข้อมูลอ้างอิงระบบพิกัดไปสู่ภาพถ่ายจากดาวเทียม Theos, Landsat 5 และ Landsat-7 โดยจุดควบคุมภาคพื้นดินกระจายทั่วพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นจุดเดียวกันทั้งจากภาพถ่ายดาวเทียมและแผนที่ภูมิประเทศ จากนั้นทำการประมาณค่าของจุดภาพด้วยวิธีการ Nearest Neighbor และสร้างสีผสมเท็จจากช่วงคลื่น 4-2-3 (แดง-เขียว-น้ำเงิน) ของภาพถ่ายดาวเทียม THEOS และช่วงคลื่น 4-5-3 (แดง-เขียว-น้ำเงิน) ของภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 และ Landsat-7 แล้วเน้นข้อมูลภาพ (Image Enhancement) โดยพิจารณาจากค่าระดับสีเทาของกราฟแท่งที่แสดงการกระจายของข้อมูล หรือ Histogram ด้วยวิธี Histogram Equalization Stretch ให้มีการกระจายของข้อมูลในแต่ละค่าความเข้มระดับสีเทาและมีจำนวนประชากรใกล้เคียงกันเพื่อให้ภาพถ่ายจากดาวเทียมมีความง่ายต่อการตีความด้วยสายตา

3.2.1.2 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม THEOS, Landsat 5-TM และ Landsat 7-TM

(1) นำภาพถ่ายจากดาวเทียม THEOS ที่บันทึกภาพเมื่อปีพ.ศ. 2553 และภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ที่บันทึกภาพเมื่อปีพ.ศ. 2537 และ 2544 มาวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้การใช้ประโยชน์ที่ดินปีพ.ศ. 2541 และ 2548 ของ ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์และคณะ (2550) เป็นตัวอ้างอิง แล้วทำการแปลที่ระดับมาตราส่วน 1:50,000 โดยทำการลากขอบเขตการใช้ที่ดิน จากที่เห็นในจอภาพด้วยสายตาด้วยโปรแกรม ArcGis ในการจำแนกประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ยึดหลักการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งเป็นระบบการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินที่เป็นมาตรฐานของการตีความภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เห็นได้ชัดเจนก่อน เช่น แหล่งน้ำ ป่าไม้ ก่อนด้วยการพิจารณาสีของภาพ ความหยاب ความละเอียดของภาพและรูปแบบลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือ Pattern ของภาพ เป็นต้น

- (2) จัดทำฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการตีความโดยจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ออกเป็น 12 ประเภท ได้แก่ ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ป่าสนเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าไผ่ สวนป่า ทุ่งหญ้า พื้นที่หินโพล์ พื้นที่เกษตรกรรม ที่อยู่อาศัย และแหล่งน้ำ
- (3) ตรวจสอบความถูกต้องในภาคสนามและปรับปรุงแก้ไขข้อมูลให้มีความถูกต้อง
- (4) แสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบของแผนที่และสรุปพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการแปลตีความจากภาพถ่ายดาวเทียม

3.2.1.3 การตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy Assessment)

ตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมและออกสำรวจภาพสนามในพื้นที่จริง และทำการเก็บค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วย GPS ถ่ายภาพลักษณะของพื้นที่จริง และจลรายละเอียดของพื้นที่ทั่วไป เช่น ประเภทป่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะภูมิสัณฐาน เป็นต้น จากนั้นนำผลการสำรวจที่ได้ในพื้นที่จริงมาทำการตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy Assessment) กับผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยค่าสัมประสิทธิ์ Kappa แสดงตัวอย่างการตรวจ Error Matrix ได้ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่าง Error Matrix ที่ได้จากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและการสำรวจ

Classification Data	Reference Data					
		พื้นที่เกษตรกรรม	ป่าดิบแล้ง	สวนป่า	ที่อยู่อาศัย	รวม
	พื้นที่เกษตรกรรม	115	2	18	2	137
	ป่าดิบแล้ง	1	1	0	0	2
	สวนป่า	2	0	8	0	10
	ที่อยู่อาศัย	4	0	0	16	20
	รวม	122	3	26	18	169

ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าความถูกต้องโดยรวม ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต และค่าความถูกต้องของผู้ใช้

Overall Accuracy: 140/169 = 82.84		
ประเภท	ความถูกต้องของผู้ผลิต	ความถูกต้องของผู้ใช้
พื้นที่เกษตรกรรม	115/122 = 94.26	115/137 = 83.94
ป่าดิบแล้ง	1/3 = 33.33	1/2 = 0.50
สวนป่า	8/26 = 30.76	8/10 = 0.80
ที่อยู่อาศัย	16/18 = 88.88	16/20 = 0.80

3.2.1.4 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use Change Analysis)

นำเข้าข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2537, 2541, 2544, 2548 และ 2553 ในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGis โดยข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากปี พ.ศ. 2541 และ 2548 จะเป็นข้อมูลพื้นฐานอ้างอิงในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง แล้วทำการซ้อนทับ (Overlay) เพื่อหาพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยทำการซ้อนทับข้อมูลทีละ 2 ชั้น (Layer) เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงจากช่วงเวลาหนึ่งถึงอีกช่วงเวลาหนึ่ง

3.2.2 การวิเคราะห์ปัจจัยทางด้านกายภาพ

ทำการกำหนดพื้นที่ที่มีโอกาสเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินไปจากเดิม โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2537 เป็นพื้นที่เกษตรกรรมในปี พ.ศ. 2553 ร่วมกับการพิจารณาปัจจัยที่กำหนดขึ้น ได้แก่ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากหมู่บ้าน ระยะห่างจากทางน้ำสายหลัก ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และความลาดเอียงของพื้นที่ที่ได้แปลงค่าความสูงจากเส้นชั้นความสูง ให้เป็นค่าความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM)แล้วทำการแบ่งระดับชั้นข้อมูลแต่ละปัจจัยออกเป็น 5 ระดับชั้น ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงแต่ละระดับช่วงชั้นและข้อมูลที่ใช้

ระดับชั้นข้อมูล	ปัจจัยด้านกายภาพ				
	ระยะห่างจาก เส้นทาง กม.นาคม (กม.)	ระยะห่างจาก หมู่บ้าน (กม.)	ระยะห่างจาก ทางน้ำสาย หลัก (กม.)	ความสูงจาก ระดับน้ำทะเล (ม.)	ความลาดเอียง ของพื้นที่ (%)
ระดับที่ 1	0.00-0.40	0.00-1.50	0.00-0.50	220-420	0-10
ระดับที่ 2	0.41-1.00	1.51-3.00	0.51-1.50	421-620	10-20
ระดับที่ 3	1.01-1.50	3.01-4.50	1.51-3.00	621-820	20-30
ระดับที่ 4	1.51-2.00	4.51-6.00	3.01-4.50	821-1020	30-35
ระดับที่ 5	>2.00	> 6.00	>4.50	1021-1580	> 35

จากนั้นใช้วิธีการคำนวณโดยใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูลและกำหนดค่าน้ำหนักของข้อมูล โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์กับพื้นที่ป่าที่เกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยวิธีถ่วงน้ำหนัก (Weighting) ให้กับชั้นข้อมูลแต่ละประเภท ศูนย์วิจัยป่าไม้ (2537) ได้กำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มบริเวณลุ่มน้ำย่อย 4 ลุ่มน้ำ ในพื้นที่ภาคใต้ โดยใช้ค่าผลรวมของ Landslide Risk Factor (LRF) หาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนจุดที่เกิดแผ่นดินถล่มของแต่ละปัจจัย ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้สมการ Encroachment Risk Factor (ERF) ของนรินทร์ จักรจุ่ม (2547) มาใช้ ซึ่งถูกดัดแปลงมาจากสมการ LRF คือ

Encroachment Risk Factor (ERF) = $\frac{\text{สัดส่วนพื้นที่บุกรุกป่าไม้ในแต่ละระดับ} \times 10}{\text{สัดส่วนพื้นที่บุกรุกป่าไม้ทั้งหมด}}$ (2)

สัดส่วนพื้นที่บุกรุกป่าไม้ = $\frac{\text{พื้นที่บุกรุกป่าไม้ในแต่ละระดับ} \times 100}{\text{พื้นที่ป่าไม้ในแต่ละระดับ}}$

เปอร์เซ็นต์พื้นที่ = $\frac{\text{พื้นที่ของแต่ละระดับ} \times 100}{\text{พื้นที่ทั้งหมด}}$

เพื่อให้ได้ความสำคัญของแต่ละปัจจัย จะกำหนดค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากค่า ERF ที่ได้เป็นค่าจำนวนเต็ม เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณสัดส่วนเท่ากันทุกตัวแปรย่อย โดยการศึกษาครั้งนี้กำหนดไว้ที่ 10 หน่วย เมื่อได้ค่าความสัมพันธ์กันของแต่ละปัจจัยจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี ERF แล้ว นำข้อมูลความเสี่ยงของแต่ละปัจจัยมาให้น้ำหนักความสำคัญ (Weight) เพื่อหาความสัมพันธ์ของพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าไม้เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ในช่วงปี พ.ศ. 2537 กับปี พ.ศ. 2553 ที่เป็นตำแหน่งเดียวกัน หรือมีความสอดคล้องกันในรูปของค่า Coincided Value (CV) (สราวุธ, 2539; นรินทร์ จักรจุ่ม, 2547) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$CV = \frac{(2 \times S \times 100)}{(R+F)} \tag{3}$$

- เมื่อ CV คือ ความสอดคล้องของพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุก เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่บุกรุกป่าไม้ที่เกิดขึ้นจริง มีค่าตั้งแต่ 0 – 100 เปอร์เซ็นต์ (Coincided Value, %)
- R คือ พื้นที่บุกรุกที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา
- F คือ พื้นที่ทั้งหมดที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าไม้ในระดับต่างๆ ที่ได้จากค่าความสำคัญของแต่ละระดับชั้นของแต่ละปัจจัย
- S คือ พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกในระดับต่างๆ ที่ได้จากค่าความสำคัญของแต่ละระดับชั้นของแต่ละปัจจัยที่มีตำแหน่งตรงกับพื้นที่บุกรุกที่เกิดขึ้นจริง

การพิจารณาค่าความสอดคล้อง (CV) สามารถพิจารณาได้ว่า พื้นที่ที่เกิดการบุกรุกป่าไม้เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมในแต่ละระดับความเสี่ยงของปัจจัยหลัก บริเวณตำแหน่งเดียวกันตรงกันมากที่สุด แสดงว่ามีค่าความสอดคล้องของปัจจัยประเภทดังกล่าวสูง แต่ถ้าตำแหน่งตรงกันเพียงบางส่วน ค่าความสอดคล้องของปัจจัยประเภทนั้นจะน้อย ในข้อมูลแต่ละปัจจัยมาทำการกำหนดคะแนนในแต่ละปัจจัย (Rating Value) และกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย (Weighing Value) โดยพิจารณาจากปัจจัยที่เป็นสาเหตุ หรือสัมพันธ์เกี่ยวข้องโดยตรงต่อการเกิดบุกรุกป่าไม้ จะกำหนดให้มีค่าคะแนนสูง และกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้แต่ละปัจจัย

โดยอาศัยการวิเคราะห์โดยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่าย (Simple Additive Weighting: SAW) ที่คำนวณจากสมการที่ 4

$$S = \sum_{i=1}^n W_i \times R_i \quad (4)$$

เมื่อ S คือ ระดับคะแนนรวมของปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการบุกรุก

R คือ ค่าคะแนนของปัจจัย i

W คือ ค่าน้ำหนักมาตรฐานของปัจจัย i

ในการกำหนดค่าคะแนนในแต่ละปัจจัย มีคะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน คะแนนมากมีสุด คือ 5 หมายถึง การพิจารณาทางเลือก โดยปัจจัยนั้นๆ มีความเสี่ยงต่อการเกิดสูงมาก ส่วนคะแนนต่ำที่สุด คือ 1 หมายถึง การพิจารณาทางเลือก โดยปัจจัยนั้นๆ มีความเสี่ยงต่อการเกิดต่ำสุด ซึ่งค่าคะแนนของแต่ละปัจจัย และการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญทุกปัจจัยเป็น 1 และคิดแปลงจากเกณฑ์การจัดประเภทข้อมูลตามลำดับความสำคัญ ในการกำหนดเขตภัยแล้งของศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ภาคตะวันออก มหาวิทยาลัยบูรพา (2552) ผลที่ได้จะแสดงระดับการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมสูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ และต่ำมาก

3.2.3 การวิเคราะห์ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคม

ทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธี Logistic Regression Analysis ซึ่งเป็นวิธีที่สนใจศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และเพื่อพยากรณ์โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกแบบ 2 กลุ่ม (Binary Logistic Regression Analysis) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอยแบบหนึ่งที่ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพมีค่าได้เพียง 2 ค่า (Dichotomy or Binary variable) ส่วนตัวแปรอิสระอาจจะเป็นตัวแปรเชิงปริมาณหรือตัวแปรเชิงคุณภาพหรืออาจจะมีทั้งตัวแปรเชิงปริมาณและตัวแปรเชิงคุณภาพก็ได้ กรณีที่เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพต้องมีการแปลงเป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable หรือ Indicator Variable) กรณีที่ตัวแปรเชิงคุณภาพมี k กลุ่มย่อย จะต้องมิตัวแปรหุ่นได้ k-1 ตัว โดยตัวแปรหุ่นทุกตัวมีค่าได้เพียง 2 ค่า คือ 0 หรือ 1 ซึ่งต่างจากเทคนิคการวิเคราะห์จำแนกประเภทกรณีที่มีตัวแปรตามมีเพียง 2 กลุ่ม (Binary Discriminant Analysis) คือ การวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกไม่มีเงื่อนไขเกี่ยวกับการแจกแจงของตัวแปรอิสระ และเงื่อนไขเกี่ยวกับเมทริกซ์ค่าแปรปรวนและแปรปรวนร่วมของแต่ละกลุ่ม ในขณะที่เทคนิคการวิเคราะห์จำแนกประเภทมีเงื่อนไขทั้ง 2 เงื่อนไขและการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกเป็นการพยากรณ์โอกาสที่แต่ละหน่วยจะอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ในขณะที่การวิเคราะห์จำแนกประเภทเป็นการพยากรณ์กลุ่มให้แต่ละหน่วย

ดังนั้นวิธีการ Logistic Regression Analysis จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสม เนื่องจาก (1) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ พร้อมทั้งศึกษาระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละตัวกับตัวแปรตาม หรือศึกษาว่าตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระตัวใดที่มีผลกระทบต่อตัวแปรตามมาก และ (2) ยังเป็นการพยากรณ์โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ โดยการใช้สมการที่สร้างขึ้นด้วยปัจจัยหรือตัวแปรอิสระที่มีผลต่อตัวแปรตามที่ได้จากการศึกษาในข้อที่ (1) เมื่อทราบค่าตัวแปรอิสระจะทำให้สามารถพยากรณ์โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ได้ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551) โดยวิธีการสร้างตัวแบบการถดถอยโลจิสติก



การวิเคราะห์ด้วยวิธีการ Logistic Regression Analysis จะเริ่มจากการตรวจสอบความเหมาะสมของสมการความถดถอยโลจิสติก (Goodness of Fit Test) โดยทำการทดสอบความเหมาะสมของ Hosmer และ Lemeshow (Hosmer and Lemeshow's Goodness of Fit Test) โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น g กลุ่มย่อยและกำหนดให้ y_{ij} เท่ากับ ค่าตัวแปรตามของหน่วยตัวอย่างที่ j ในกลุ่มที่ i ; $i = 1, 2, \dots, n_i$ แสดงดังสมการที่ 5

$$\text{สถิติทดสอบของ Hosmer และ Lemeshow} = H-L = \sum_{i=1}^{10} \frac{\left[\sum_j y_{ij} - \sum_j \hat{p}_{ij} \right]^2}{\left[\sum_j \hat{p}_{ij} \right] \left[1 - \left[\sum_j \hat{p}_{ij} \right] / n_i \right]} \quad (5)$$

โดย $H-L$ มีการแจกแจงโดยประมาณแบบไคกำลังสองที่องศาอิสระ $g-2$ ซึ่ง Hosmer และ Lemeshow ได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 10 กลุ่มย่อย ($g=10$)

จากนั้นทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอยโลจิสติกของตัวแปรอิสระแต่ละตัวด้วยสถิติทดสอบวอลด์ (Wald Test) และสถิติทดสอบอัตราส่วนความน่าจะเป็น แสดงดังสมการที่ 6 และ 7

$$\text{สถิติทดสอบ Wald} = \left[\frac{b_i}{SE(b_i)} \right]^2 \quad (6)$$

เมื่อ b_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์

$SE(b_i)$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

$$\begin{aligned} \text{Block Chi-Square} &= [-2 LL(\text{block 2})] - [-2 LL(\text{block 1})] \\ &= [-2 LL(X_1, X_2, \dots, X_{i-1}, X_{i+1}, \dots, X_p)] - [-2 LL(X_1, X_2, \dots, X_p)] \end{aligned} \quad (7)$$

แล้วจึงทำการการวัดระดับความสัมพันธ์ด้วยวิธีการ Cox & Snell $R^2 (R_{cs}^2)$ และ Nagelkeri's $R^2 (R_N^2)$ แสดงดังสมการที่ 8 และ 9 เพื่อให้ได้สมการถดถอยโลจิสติก แสดงดังสมการที่ 10

$$\text{Cox \& Snell } R^2 (R_{cs}^2) = 1 - \left[\frac{L(0)}{L(B)} \right]^{2/n} \quad (8)$$

โดยที่ $L(0)$ คือ ฟังก์ชันความควรจะเป็นของฟังก์ชันที่มีค่าคงที่เท่านั้น
 $L(B)$ คือ ฟังก์ชันความควรจะเป็นของฟังก์ชันที่มีตัวแปรอิสระที่กำหนด จะพบว่าค่า

R^2_{cs} จะน้อยกว่า 1 เสมอ

$$\text{Nagelkeri's } R^2 (R^2_N) = \frac{R^2_{cs}}{R^2_{cs : \max}} \tag{9}$$
$$R^2_{cs : \max} = 1 - [L(0)]^{2/n} \text{ และ } 0 \leq R^2_N \leq 1$$

โดยที่ R^2_N จะมากกว่า R^2_{cs} เสมอ แต่มักจะมีค่าต่ำกว่าค่า R^2 ของเทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

$$E\{Y=1\} = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p}} = \frac{e^w}{1 + e^w} \tag{10}$$

ค่าที่ได้จากสมการการถดถอยโลจิสติกนั้น จะเป็นความน่าจะเป็นที่อยู่ในช่วง 0-1 ค่าระดับนัยสำคัญของปัจจัยต่างๆ ที่วิเคราะห์ได้ จะเป็นตัวบอกให้ทราบว่าปัจจัยต่างๆ ที่นำมาศึกษานั้นมีความสัมพันธ์กันในทิศทางใด และมากน้อยแค่ไหน ปัจจัยใดที่ไม่มีนัยสำคัญที่ยอมรับได้สามารถตัดออกจากตัวแบบจำลองหรือสมการได้ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติสำหรับการวิเคราะห์ ซึ่งในการพิจารณาเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการความถดถอยโลจิสติกในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้วิธีการ Enter ซึ่งเป็นเทคนิคการเลือกตัวแปร โดยที่ผู้ใช้เป็นผู้ตัดสินใจเองว่าตัวแปรอิสระใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม หรือควรอยู่ในสมการความถดถอยโลจิสติก โดยพิจารณาจากค่าสถิติทดสอบ หรือค่า Significance ของสถิติทดสอบ

ข้อมูลปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ในครั้งนี้ จะพิจารณาจากตัวแปรอิสระทั้ง 15 ตัว ดังแสดงในตารางที่ 4 ที่คาดว่าปัจจัยหรือตัวแปรเหล่านั้นจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ถือครองด้านเกษตรกรรมของครัวเรือน ที่ได้จากการเก็บแบบสอบถามจากตัวแทนครัวเรือน 200 คน ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษา

ตัวแปรตาม (Y) คือ พื้นที่ถือครองด้านเกษตรกรรม

$$= \begin{cases} 0 & \text{ไม่เพิ่ม} \\ 1 & \text{เพิ่ม} \end{cases}$$

ในที่นี้ตัวแปรอิสระที่เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพมี 7 ตัว คือ อาชีพหลัก, ภูมิลำเนาเดิม, ลักษณะที่ดินถือครอง, การมีเอกสารสิทธิถือครอง, หนี้สิน, รถแทรกเตอร์ และการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าไม้ของตัวแทนครัวเรือน

กำหนดให้ อาชีพหลักของตัวแทนครัวเรือน (X2)

$$= \begin{cases} 0 & \text{อาชีพอื่นๆ} \\ 1 & \text{อาชีพเกษตรกรรม} \end{cases}$$

$$\text{ภูมิลำเนาเดิม (X3)} = \begin{cases} 0 & \text{อยู่ที่นี่มาตั้งแต่เกิด} \\ 1 & \text{ย้ายเข้ามาอยู่} \end{cases}$$

$$\text{ลักษณะที่ดินถือครอง (X5)} = \begin{cases} 0 & \text{เช่าผู้อื่น} \\ 1 & \text{ของตัวเอง} \end{cases}$$

$$\text{การมีเอกสารสิทธิถือครอง (X10)} = \begin{cases} 0 & \text{ไม่มี} \\ 1 & \text{มี} \end{cases}$$

$$\text{หนี้สิน (X11)} = \begin{cases} 0 & \text{ไม่มี} \\ 1 & \text{มี} \end{cases}$$

$$\text{รถแทรกเตอร์ (X12)} = \begin{cases} 0 & \text{ไม่มี} \\ 1 & \text{มี} \end{cases}$$

$$\text{การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าไม้ (X13)} = \begin{cases} 0 & \text{ไม่มี} \\ 1 & \text{มี} \end{cases}$$

ส่วนตัวแปรรายได้และรายจ่ายจากอาชีพหลัก ทำการแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้
รายได้จากอาชีพหลัก

1. รายได้จากอาชีพหลักต่ำกว่า 30,000 บาท/ปี
2. รายได้จากอาชีพหลัก 30,000 – 60,000 บาท/ปี
3. รายได้จากอาชีพหลักมากกว่า 60,000 บาท/ปี

รายจ่ายจากอาชีพหลัก

1. รายจ่ายจากอาชีพหลักต่ำกว่า 15,000 บาท/ปี
2. รายจ่ายจากอาชีพหลัก 15,000 – 30,000 บาท/ปี
3. รายจ่ายจากอาชีพหลักมากกว่า 30,000 บาท/ปี

จึงสร้างตัวแปรเทียมได้ตัวแปรละ 2 ตัว โดยกำหนดให้เป็นตัวแปร X6, X7, X8 และ X9 ดังนี้

$$\text{รายได้จากอาชีพหลัก 30,000 – 60,000 บาท/ปี (X6)} = \begin{cases} 0 & \text{ถ้ามีรายได้ในช่วงอื่นๆ} \\ 1 & \text{ถ้ามีรายได้ 30,000 – 60,000 บาท/ปี} \end{cases}$$

รายได้จากอาชีพหลักมากกว่า 60,000 บาท/ปี (X7)

=

0 ถ้ามีรายได้ในช่วงอื่นๆ

1 ถ้ามีรายได้มากกว่า 60,000 บาท/ปี

รายจ่ายจากอาชีพหลัก 15,000 – 30,000 บาท/ปี (X8)

=

0 ถ้ามีรายจ่ายในช่วงอื่นๆ

1 ถ้ามีรายจ่าย 15,000- 30,000 บาท/ปี

รายจ่ายจากอาชีพหลักมากกว่า 30,000 บาท/ปี (X9)

=

0 ถ้ามีรายจ่ายในช่วงอื่นๆ

1 ถ้ามีรายจ่ายมากกว่า 30,000 บาท/ปี

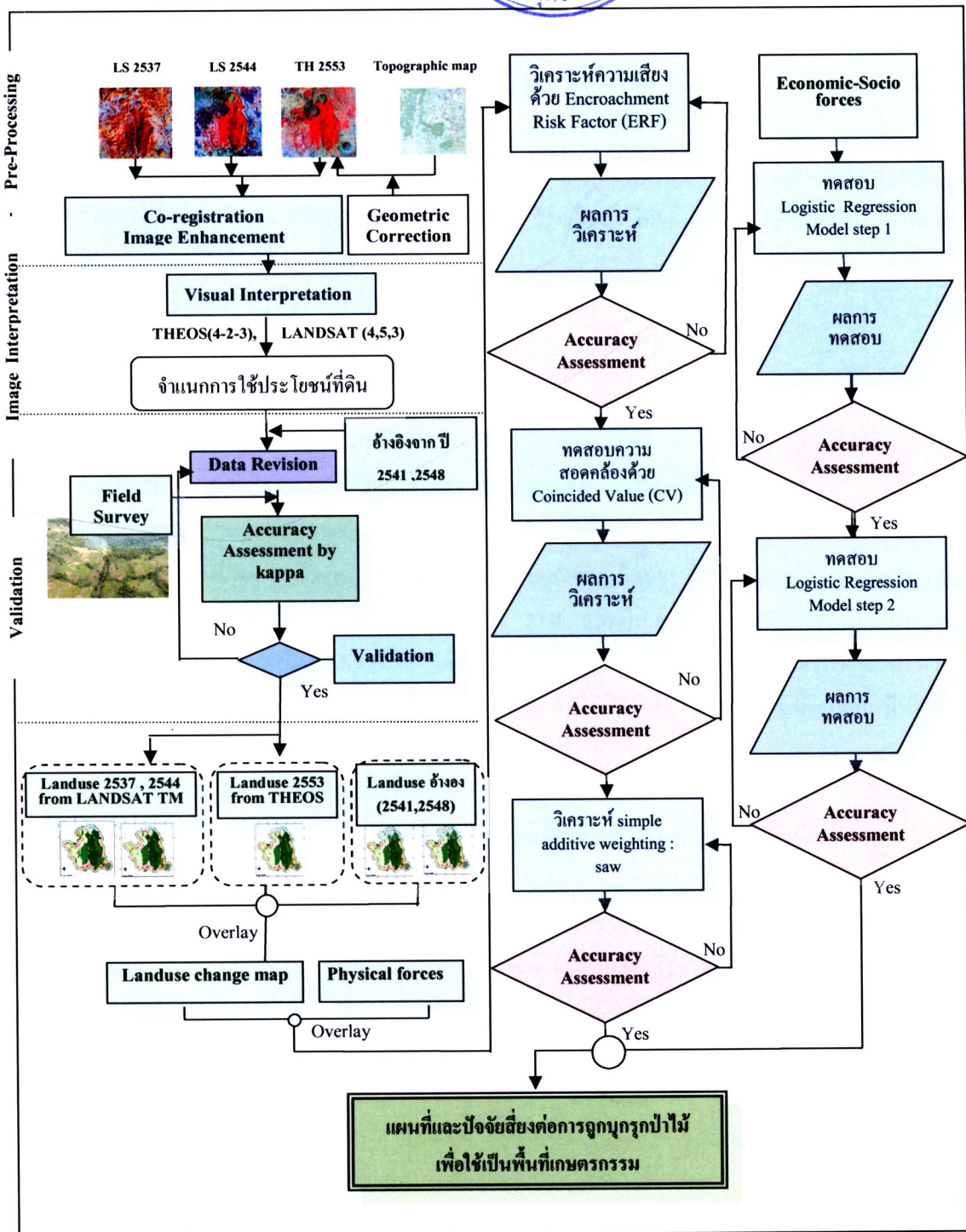
กรณีที่มีรายได้จากอาชีพหลักต่ำกว่า 30,000 บาท/ปี จะมีตัวแปร รายได้จากอาชีพหลัก 30,000 – 60,000 บาท/ปี (X6) = รายได้จากอาชีพหลักมากกว่า 60,000 บาท/ปี (X7) = 0 และรายจ่ายจากอาชีพหลักต่ำกว่า 15,000 บาท/ปี จะมีตัวแปร รายจ่ายจากอาชีพหลัก 15,000 – 30,000 บาท/ปี (X8) = รายจ่ายจากอาชีพหลักมากกว่า 30,000 บาท/ปี (X9) = 0 เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 5 การแทนค่าตัวแปร และข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปร	ความหมาย	Measure
X1	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน	Scale
X2	อาชีพหลักของตัวแทนครัวเรือน	Nominal
X3	ภูมิลำเนาเดิม	Nominal
X4	ระยะเวลาที่เข้ามาตั้งถิ่นฐาน	Scale
X5	ลักษณะที่ดินถือครอง	Nominal
X6	รายได้จากอาชีพหลัก 30,000 – 60,000 บาท	Ordinal
X7	รายได้จากอาชีพหลัก มากกว่า 60,000 บาท	Ordinal
X8	รายจ่ายจากอาชีพหลัก 15,000 – 30,000 บาท	Ordinal
X9	รายจ่ายจากอาชีพหลัก มากกว่า 30,000 บาท	Ordinal
X10	การมีเอกสารสิทธิถือครอง	Nominal
X11	หนี้สิน	Nominal
X12	รถแทรกเตอร์	Nominal
X13	การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าไม้	Nominal
Y	พื้นที่ถือครองด้านเกษตรกรรมจาก 15 ปีที่แล้ว (ปี พ.ศ. 2538-2553)	Nominal

4.2.4 การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าไม้ เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม

นำคำถ่วงน้ำหนักความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากปี พ.ศ. 2537 – 2553 และปัจจัยทางด้านกายภาพทั้ง 5 ปัจจัย นำมาวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าไม้เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ถ้าผลเป็นที่ยอมรับจะได้เป็นแผนที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าไม้เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม แต่ถ้าผลออกมาไม่เป็นที่ยอมรับจะกลับไปพิจารณาดังแต่กระบวนการซ้อนทับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินใหม่ ซึ่งแผนที่ได้แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ พื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าไม้เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมสูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ และต่ำมาก โดยมีผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจและสังคมเป็นปัจจัยสนับสนุนในการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าไม้เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมให้มีความถูกต้องและสอดคล้องมากยิ่งขึ้น แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่และปัจจัยเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าไม้เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม