

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 2 ส่วน (รูปที่ 3-1)

3.1.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังนี้

3.1.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ระดับปฏิบัติการ (Work Station) ระบบปฏิบัติการ Window XP Professional พร้อมด้วยโปรแกรม ERDAS Imagine, INTERGRAPH และ ArcView GIS

3.1.1.2 เครื่องมือวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (GPS) พร้อมอุปกรณ์ยี่ห้อ GARMIN จำนวน 1 เครื่อง

3.1.1.3 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-5 บันทึกภาพระบบ TM (Thematic Mapper) และ Landsat-7 ระบบ ETM + (Enhanced Thematic Mapper Plus) ในรูปข้อมูลเชิงตัวเลข บริเวณ อ.สงขลา จ.สงขลา เก็บในแผ่นซีดีรอม (CD-ROM) และ เทปคาร์ตริดขนาด 8 มิลลิเมตร (8 mm. Cartridge tape) เพื่อใช้ในการวางแผนเก็บข้อมูลดินในพื้นที่ และเพื่อใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูล (ตารางที่ 3-1 และ ตารางที่ 3-2)

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ในการวางแผนเก็บข้อมูลดินในพื้นที่

ดาวเทียม	แนว/แถว (Path/Row)	พื้นที่	วัน/เดือน/ปี บันทึกภาพ	จำนวนช่วงคลื่น
Landsat-5 TM	128/055	จ.สงขลา	20 กุมภาพันธ์ 2537	6
Landsat-7 ETM +	128/055	จ.สงขลา	9 มีนาคม 2545	6

ตารางที่ 3-2 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูล

ดาวเทียม	แนว/แถว (Path/Row)	พื้นที่	วัน/เดือน/ปี บันทึกภาพ	จำนวนช่วงคลื่น
Landsat-5 TM	128/055	จ.สงขลา	4 เมษายน 2547	6
Landsat-5 TM	128/055	จ.สงขลา	25 กรกฎาคม 2547	6

3.1.1.4 แผนที่ภูมิประเทศ ชุด L7017 พ.ศ. 2533 และ L7018 พ.ศ. 2542 ระบาย 5023 I และ 5024 II มาตรฐานส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

3.1.1.5 ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยชั้นข้อมูล ดังนี้

ก. ชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครองจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2542 มาตรฐานส่วน 1:50,000 ของกรมการปกครอง

ข. ชั้นข้อมูลชุดดินภาคใต้ พ.ศ. 2524 มาตรฐานส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน

ค. ชั้นข้อมูลการใช้ที่ดินจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2547 มาตรฐานส่วน 1:50,000 จากข้อมูลดาวเทียม Landsat-5 TM

ง. ชั้นข้อมูลเส้นทางน้ำและชลประทานจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2542 มาตรฐานส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

จ. ชั้นข้อมูลน้ำใต้ดินจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2544 มาตรฐานส่วน 1:1,000,000 ของกรมทรัพยากรธรณี

3.1.1.6 ข้อมูลภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณแสงแดด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 - 2547 ของกรมอุตุนิยมวิทยา

3.1.1.7 เครื่องพิมพ์สีและเครื่องพิมพ์ขาวดำ

3.1.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดินและวิเคราะห์ดิน

3.1.2.1 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ ภาชนะเก็บความชื้น (Moisture can) ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างดิน ขนาด 5x7 นิ้ว และพลั่ว

3.1.2.2 วัสดุและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ความชื้นของดิน สีดิน เนื้อดิน และอินทรีย์วัตถุในดิน ได้แก่ ตู้อบ เครื่องชั่ง สมุดเทียบสีดิน กระจกทวง เครื่องปั่น ไฮโดรมิเตอร์ ตู้อัดควีน สารเคมีสำหรับวิเคราะห์เนื้อดิน ได้แก่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide: H_2O_2) สารละลายแคลกอน (Calgon ได้แก่ Sodium hexametaphosphate : $(NaPO_3)_6$ และ Sodium carbonate : Na_2CO_3) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดิน ได้แก่ โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dicromate : $K_2Cr_2O_7$) เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตเฮกซาไฮเดรต (Ferrous ammonium sulfate hexahydrate : $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) กรดซัลฟิวริก (Sulphuric acid : 96-98% w/w H_2SO_4) เฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์ (Feroin indicator)



กระป๋องเก็บความชื้น ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างดิน ขนาด 5x7 นิ้ว และพลั่ว



สมุดเทียบสีดิน



เครื่อง GPS



ตู้อบดิน



เครื่องชั่งระบบดิจิทัล



เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมคอมพิวเตอร์

รูปที่ 3-1 แสดงวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดินและวิเคราะห์ดิน

3.2. วิธีดำเนินการวิจัย

3.2.1 ศึกษาข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat ในช่วงฤดูแล้งจากปีที่ผ่านมาเพื่อวางแผนการเก็บข้อมูลดินในพื้นที่ศึกษา

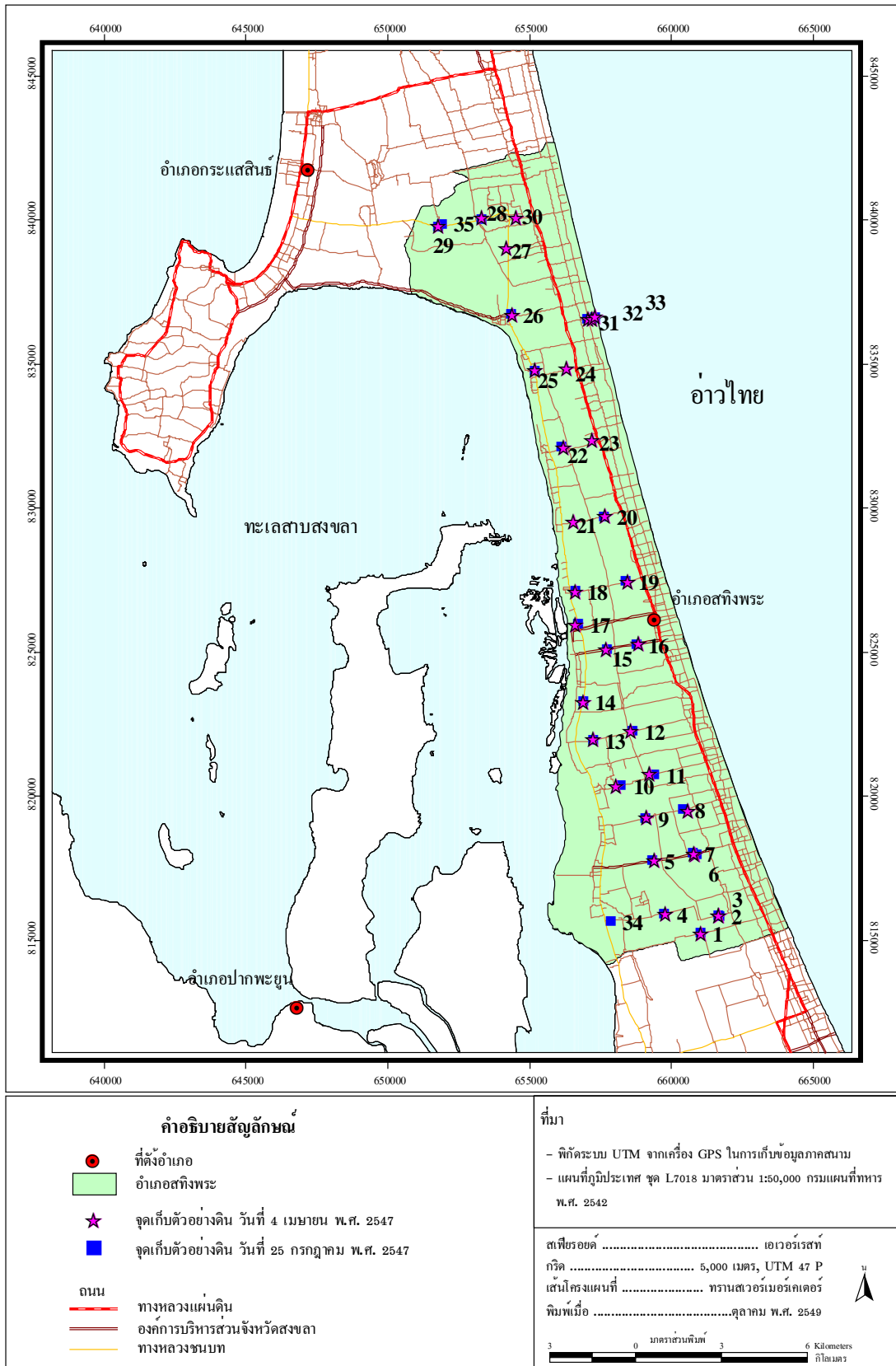
ศึกษาข้อมูลภาพสีผสม (Color composite) ของภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM จากปีที่ผ่านมาในพื้นที่ศึกษาโดยเลือกข้อมูลบันทึกภาพวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2537 และ Landsat-7 ระบบ ETM+ บันทึกภาพวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2545 ซึ่งข้อมูลทั้งสองภาพบันทึกภาพในช่วงฤดูแล้งและมีเมฆน้อยที่สุด เลือกข้อมูลคลื่นแสงสะท้อน (Spectral reflectance) จำนวน 3 ช่วงคลื่น ที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับความชื้นของดินมาทำภาพสีผสมแล้วนำข้อมูลเส้นถนนจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาซ้อนทับเพื่อวางแผนการกำหนดจุดเก็บข้อมูลดินตามลักษณะความแตกต่างของสีในภาพถ่ายจากดาวเทียมรวมถึงความสามารถในการเข้าถึงในพื้นที่ศึกษา

3.2.2 การเก็บข้อมูลดินในสนาม

3.2.2.1 เก็บตัวอย่างดินลึก 0-2 เซนติเมตรจากผิวดินในพื้นที่ศึกษาในวันที่ดาวเทียมบันทึกภาพช่วงฤดูแล้งและช่วงก่อนฤดูฝน ซึ่งตรงกับวันที่ 4 เมษายน 2547 และวันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2547 โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินตามที่วางแผนการเก็บข้อมูลดินข้อ 3.2.1 โดยใช้กระป๋องเก็บความชื้น เพื่อศึกษาความชื้นของผิวดิน โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับผิวดิน (0-2 เซนติเมตร) ให้มีการกระจายครอบคลุมพื้นที่ศึกษาตามระดับความชื้นที่แตกต่างกันตามภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ศึกษาไว้

3.2.2.2 เก็บตัวอย่างดินอีกส่วนไว้ในถุงพลาสติกเพื่อวิเคราะห์หา เนื้อดิน และ อินทรีย์วัตถุในดิน ส่วนสีดินได้บันทึกในสนามโดยใช้สมุดเทียบสีดิน

3.2.2.3 บันทึกพิกัดจุดเก็บตัวอย่างดินด้วยเครื่องรับพิกัดจากดาวเทียม GPS (รูปที่ 3-2) พร้อมทั้งจดบันทึก ชนิด/ประเภทพืชพรรณที่ปกคลุมดิน



รูปที่ 3-2 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษา

3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลดิน ดังนี้

3.2.3.1 การวัดความชื้นของดินโดยวิธีวัดโดยชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) ทำโดยชั่งน้ำหนักของกระป๋องความชื้นพร้อมฝาที่สะอาดและผ่านการอบให้แห้งเพื่อนำไปเก็บตัวอย่างดิน นำกระป๋องใส่ตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคสนามไปชั่งน้ำหนักก่อนนำไปอบ หลังจากนั้นนำกระป๋องใส่ตัวอย่างดินไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 25 ชั่วโมง บันทึกผล จากนั้นนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณความชื้นของดินโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

3.2.3.2 การวัดสีดินโดยใช้สมุดเทียบสีดิน (Munsell soil color charts) วัดสีดินในสนามโดยการนำก้อนดินไปเทียบกับสีมาตรฐานของสมุดเทียบสีดินเพื่อเลือกสีมาตรฐานที่คล้ายคลึงกับสีของก้อนดินมากที่สุด โดยเทียบสีดินเป็น Hue Value และ Chroma

3.2.3.3 การวัดเนื้อดินโดยการวิเคราะห์โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer method) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของอนุภาคดินเหนียว ดินร่วน และดินทราย นำค่าที่ได้มาเทียบหาเนื้อดินตามมาตรฐาน USDA (คณาจารย์ภาควิชาธรณีศาสตร์, 2539)

3.2.3.4 การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดิน โดยวิธี Walkley and Black คำนวณหาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์วัตถุ ซึ่งในอินทรีย์วัตถุมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ 58 % ดังนั้น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ $1.724 \times$ อินทรีย์คาร์บอน (จำเป็น, 2545)

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-5 TM ด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อจำแนกระดับความชื้นของดินในพื้นที่ศึกษา

3.2.4.1 การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมก่อนการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Pre-Processing) โดยใช้โปรแกรม ERDAS Imagine และ INTERGRAPH มีขั้นตอนดังนี้

ก. นำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเชิงตัวเลข Landsat-5 TM จากแผ่นซีดีรอมบันทึกภาพบริเวณพื้นที่ศึกษาคือ วันที่ 4 เมษายน 2547 และ วันที่ 25 กรกฎาคม 2547 เข้าสู่คอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม ERDAS imagine การศึกษาครั้งนี้ได้นำแบนด์ 1-5 และแบนด์ 7 มาใช้ศึกษา จำนวน 6 ช่วงคลื่น เป็นข้อมูลคลื่นแสงสะท้อนตั้งแต่ช่วงคลื่นที่ตามองเห็นจนถึงช่วงคลื่นอินฟราเรดกลาง มีรายละเอียดของจุดภาพ (Pixel size) ขนาด 30 x 30 เมตร ยกเว้นแบนด์ที่ 6 ซึ่งเป็นช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน เนื่องจากมีความแตกต่างในรายละเอียดของจุดภาพ คือ ขนาด 120 x 120 เมตร

ข. การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-5 TM (Geometric correction) ด้วยวิธีการกำหนดตำแหน่งของจุดควบคุมภาคพื้นดิน

(Ground Control Point -G.C.P.) ในภาพถ่ายจากดาวเทียม 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกใช้วิธี ภาพอ้างอิงแผนที่ (Image to map) โดยนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่บันทึกภาพวันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2547 มากำหนดจุดอ้างอิงกับข้อมูลเส้นถนนที่นำเข้ามาจากแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic map) มาตรฐาน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ตามระบบเส้นโครงแผนที่ UTM (Universal Transverse Mercator) ซึ่งได้ทำการดิจิทัลไลซ์จากแผนที่เข้าสู่โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ INTERGRAPH หลักเกณฑ์ในการเลือกจุดควบคุมภาคพื้นดิน คือ เป็นจุดที่เห็นได้ชัดเจน ทั้งในภาพถ่ายจากดาวเทียมและในแผนที่ภูมิประเทศ และต้องเป็นจุดที่แน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา เช่น จุดตัดของถนน สะพาน เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้ใช้จุดอ้างอิงจำนวน 25 จุด และใช้เทคนิคการจำลองภาพตัวอย่างใหม่ (Resampling method) แบบ Nearest Neighbor เพื่อไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่า DN (Digital Number) มากเกินไป และปรับขนาดจุดภาพเป็น 25 x 25 เมตร ผลที่ได้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมได้รับการสร้างใหม่ซึ่งมีความถูกต้องทางตำแหน่งและพิกัด UTM สำหรับขั้นตอนที่สองใช้วิธี ภาพอ้างอิงภาพ (Image to image) โดยนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่บันทึกภาพวันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2547 มากำหนดจุดโดยอ้างอิงระบบพิกัด UTM กับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมบันทึกภาพวันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2547 ที่ได้ทำเสร็จแล้วจากขั้นตอนแรก โดยใช้จุดอ้างอิงจำนวน 25 จุด และใช้เทคนิคการจำลองภาพตัวอย่างใหม่แบบ Nearest neighbor และปรับขนาดจุดภาพเป็น 25 x 25 เมตร ทำให้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมทั้งสองภาพนั้นมีพิกัดตรงกัน

ค. ทำการตัดภาพข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม (Subset image) ให้เล็กลงเฉพาะบริเวณพื้นที่ศึกษา เพื่อให้การประมวลผลได้ใช้เวลารวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยกำหนดพิกัดมุมบนซ้าย (Upper left) $x,y = 638000, 846000$ และพิกัดมุมล่างขวา (Lower right) $x,y = 666000, 811000$

ง. การสร้างภาพสีผสม นำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่บันทึกภาพวันที่ 4 เมษายน และวันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2547 ซึ่งในแต่ละช่วงคลื่นแสงเป็นภาพขาว-ดำ มาสร้างภาพสีผสม โดยวิธีการเลือกข้อมูล 3 ช่วงคลื่น มาผ่านแผ่นกรองสีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดงตามต้องการแล้วนำมาซ้อนเข้าด้วยกันให้เกิดเป็นภาพสี ทดลองทำภาพสีผสม 3 แบบ คือ ภาพสีผสมจริง (True color composite) ภาพสีผสมเท็จ (False color composite) และภาพสีผสมธรรมชาติ (Natural color composite) (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540) ดูความสัมพันธ์ระหว่างสีของภาพถ่ายจากดาวเทียมกับความชื้นของดินและประเภทข้อมูลของสิ่งปกคลุมดิน

จ. เน้นข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม (Image enhancement) ทำการเน้นภาพข้อมูลก่อนที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป โดยปรับแสง เงาม ความสว่าง เพื่อให้ข้อมูลในภาพเด่นชัดมาก และสามารถจำแนกความแตกต่างของแต่ละประเภทข้อมูลได้ง่ายขึ้น โดยปกติในชั้น

ตอนนี้จะทำให้ค่าระดับสีเทาของข้อมูลที่ได้เปลี่ยนไปจากเดิมอย่างมาก ดังนั้นในการทำจะต้องเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการเน้นภาพด้วยการปรับฮิสโตแกรม (Histogram) วิธี Standard deviation stretch ซึ่งให้ภาพมีความชัดเจนมากขึ้นและเหมาะสมที่สุดสำหรับการศึกษาครั้งนี้ นอกจากนี้ยังมีการปรับความสว่างของภาพ (Brightness) ด้วย

3.2.4.2 จำแนกระดับความชื้นของดินจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ (Image classification) โดยวิธีจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ (Supervised classification)

นำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมทั้ง 6 ช่วงคลื่น ที่บันทึกภาพวันที่ 4 เมษายน และวันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2547 มาจำแนกประเภทข้อมูลโดยการกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (Training area) ของข้อมูลแต่ละประเภทในพื้นที่ศึกษา โดยความชื้นของดินยึดค่าที่ได้จากการวัดความชื้นของดินในสนามมาจำแนกระดับความชื้นของดิน ส่วนสิ่งปกคลุมดินอื่น ๆ เลือกพื้นที่ตัวอย่างตามแต่ละประเภทข้อมูลนั้นโดยใช้หลักการสะท้อนแสงของวัตถุบนผิวโลก ทั้งนี้ได้คำนึงถึงความเป็นจริงว่าวัตถุต่างชนิดกันอาจจะมีค่าการสะท้อนแสงที่เหมือน/คล้ายกัน และวัตถุชนิดเดียวกันก็อาจจะมีค่าการสะท้อนแสงที่ต่างกันได้ การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์จะนำกลุ่มข้อมูลตัวอย่างของข้อมูลแต่ละประเภทมาคำนวณค่าสถิติ คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่ามัธยฐาน (Median) ค่าฐานนิยม (Mode) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าสถิติดังกล่าวจะเป็นตัวแทนสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลของพื้นที่ทั้งหมด ในการจำแนกประเภทครั้งนี้ได้ใช้ตัวจำแนกประเภท (Parametric rule) 3 แบบ คือ ตัวจำแนกประเภทแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (Maximum likelihood classifier) ตัวจำแนกประเภทแบบระยะห่างต่ำสุด (Minimum distance classifier) และตัวจำแนกประเภทแบบมหาลาโนบิส (Mahalanobis distance classifier) (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540) พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลจากค่าสถิติของโปรแกรมแสดงในรูปของตารางเมทริกซ์ความผิดพลาด (Error matrix) (Campbell, 1987) หลังจากนั้นตกแต่งข้อมูลภาพหลังการจำแนกโดยวิธีกรองภาพ (Image filtering) เพื่อกรองข้อมูลส่วนเกินออกไป ทำให้ภาพราบเรียบขึ้น และมีกลุ่มของข้อมูลที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3.2.4.3 การตรวจสอบค่าความถูกต้องของการจำแนก (Accuracy assessment) เป็นการตรวจสอบค่าความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูล โดยนำข้อมูลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินด้วยเทคนิคต่าง ๆ มาตรวจสอบค่าความถูกต้องกับข้อมูลจริงที่ได้จากการสำรวจภาคสนามด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบจำแนกชั้น (Stratified random sampling) จุดเก็บตัวอย่างอ้างอิงที่ใช้ในการตรวจสอบค่าความถูกต้องครั้งนี้มีจำนวน 55 จุด และประเมินผลโดยวิธี คำนวณค่าถูกต้องรวมทั้งหมด (Overall accuracy) และวิธี Kappa statistic

3.2.5 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ (Correlation) ใช้ซอฟต์แวร์วิเคราะห์ทางสถิติ SPSS

3.2.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนคลื่นแสงของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมกับข้อมูลความชื้นของดิน สีดิน เนื้อดิน และอินทรีย์วัตถุในดิน

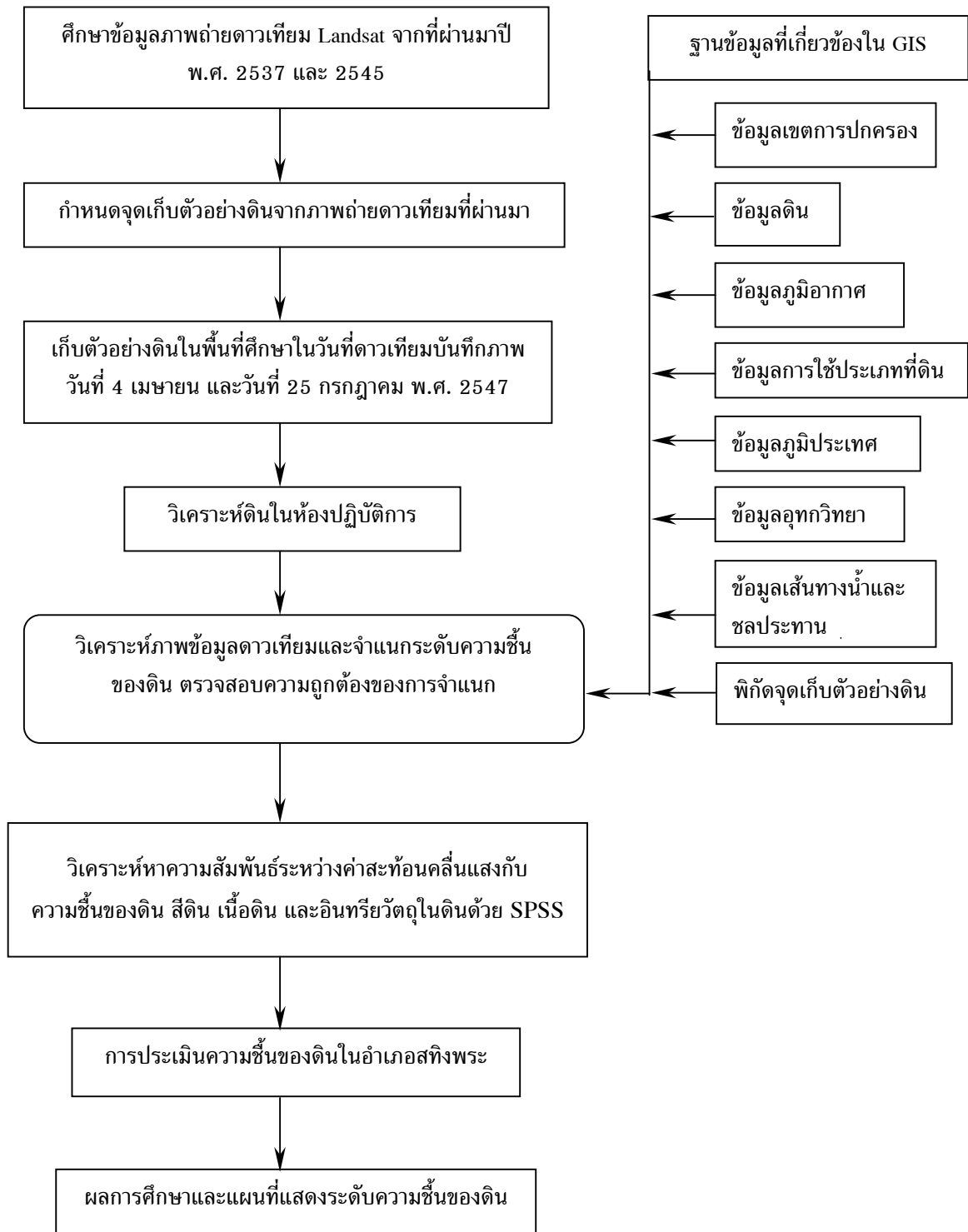
3.2.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชื้นของดินกับสีดิน เนื้อดิน และอินทรีย์วัตถุในดิน

3.2.6 การประเมินความชื้นของดินในอำเภอสีทิงพระ

วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความชื้นของดินระหว่างเดือนเมษายนกับกรกฎาคม พ.ศ. 2547 จากผลการจำแนกความชื้นของดินในอำเภอสีทิงพระทั้งสองช่วงเวลา โดยใช้โปรแกรมประมวลผลภาพ เพื่อให้ทราบถึงบริเวณที่ความชื้นของดินมีการเปลี่ยนแปลง และประเมินความชื้นของดินสำหรับการปลูกพืชในช่วงฤดูแล้ง

3.2.7 การจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

สำหรับแผนผังขั้นตอนการวิจัยแสดงในรูปที่ 3-3



รูปที่ 3-3 แผนผังแสดงขั้นตอนการวิจัย