

บทที่ 3 พื้นที่และวิธีการวิจัย

3.1 พื้นที่วิจัย

พื้นที่วิจัยคือ วนอุทยานไม้กลายเป็นหิน (Petrified Wood Forest Park) ตั้งอยู่บริเวณตำบลตากออก อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าแม่สลิด-โป่งแดง สังกัดกรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3.1.1 ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดตาก

สภาพพื้นที่โดยทั่วไปของจังหวัดตาก เป็นป่าและภูเขา ซึ่งเป็นแนวของภูเขาถนนธงชัย ตะวันตกและภูเขาแดนลาว มีที่ราบอยู่ตอนกลางตามริมฝั่งแม่น้ำปิง ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การปลูกพืช ภูเขาที่สำคัญ ได้แก่ภูเขาถนนธงชัย เขาหลวงและเขาพะเมิน แม่น้ำที่สำคัญ ได้แก่ แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำกลอง แม่น้ำเมย คลองวังเจ้า และ ห้วยแม่ละเมา จังหวัดตากมีรูปร่างขอบเขตวางตัวแกนยาวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ มีลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงสลับซับซ้อนของแนวเทือกเขาถนนธงชัยตะวันตกซึ่งเป็นแกนกลางของจังหวัด มีความแตกต่างของลักษณะภูมิประเทศมาก บริเวณทิศใต้จนถึงทิศตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ สันเขาวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และค่อยเปลี่ยนแนวการวางตัวเป็นแนวเหนือ-ใต้ ทางทิศเหนือของพื้นที่ ลักษณะภูมิประเทศประกอบด้วยที่ราบลุ่มแม่น้ำไปจนถึงเทือกเขาสูง ทำให้ธรณีวิทยามีความแตกต่างและซับซ้อนกันมาก ตั้งแต่บริเวณทิศใต้จนถึงทิศเหนือของพื้นที่ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศภูเขาสูง และค่อยเปลี่ยนเป็นแอ่งที่ราบลุ่มแม่น้ำระหว่างภูเขา ของแม่น้ำเมยทางด้านทิศตะวันตก ติดกับประเทศพม่า ในด้านทิศตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำ เช่นแม่น้ำปิง และแม่น้ำวัง ซึ่งไหลมาบรรจบกันที่จังหวัดตาก แม่น้ำในจังหวัดตากส่วนมากจะไหลไปทิศใต้ ยกเว้นแม่น้ำเมย ไหลย้อนไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ บรรจบกับแม่น้ำสาละวิน และไหลลงลงทางทิศใต้

จังหวัดตากอยู่ในลักษณะภูมิประเทศและภูมิสัณฐาน บริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตกตอนบน (northern and upper western regions) ที่เรียกว่า บริเวณที่สูงทางภาคตะวันตกตอนบน (upper western highland) ซึ่งขอบเขตของบริเวณนี้ครอบคลุมพื้นที่บริเวณจังหวัดตาก กำแพงเพชร อุทัยธานี สุพรรณบุรี และกาญจนบุรี ลักษณะภูมิประเทศประกอบด้วยเทือกเขาสูงสลับซับซ้อนที่

ยาวต่อเนื่องลงมาทางใต้ของทิวเขาดนนรงค์ชัยในภาคเหนือ ซึ่งเป็นเทือกเขาทางด้านตะวันตกที่กั้นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศพม่า เทือกเขาเหล่านี้ส่วนใหญ่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้แล้วบิดโค้งจากแนวเดิมมาวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ในทิศทางเดียวกับรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ (three pagoda fault zone) ระดับความสูงของเทือกเขาที่ยาวต่อเนื่องกันจะค่อยๆ ลดต่ำลงกลายเป็นภูเขาโดดๆ ขนาดเล็กสลับกับพื้นที่ลอนลาด และเอียงเทลงสู่ที่ราบลุ่มภาคกลาง ซึ่งอยู่ทางด้านตะวันออก

ภูเขาในบริเวณนี้เป็นหน้าผาดั้งชันมากกว่าทางตอนเหนือ จึงทำให้มีที่ราบหุบเขาและที่ราบลุ่มริมน้ำแคบๆ กระจายตัวอยู่ทั่วไปมากกว่าทางตอนเหนือ ทางน้ำที่เกิดจากทิวเขาดนนรงค์ชัย ได้แก่ แม่น้ำแควใหญ่ แม่น้ำแควน้อย ซึ่งไหลตามแนวรอยเลื่อนขนาดใหญ่และมีเทือกเขาหินปูนคั่นระหว่างกลางซึ่งมีความสูงประมาณ 1,300 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง แม่น้ำทั้งสองไหลมารวมกันเป็นแม่น้ำแม่กลองที่ตำบลปากแพรก จังหวัดกาญจนบุรี นอกจากนี้ยังมีแม่น้ำเมยซึ่งเป็นแม่น้ำกั้นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศพม่า บริเวณอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก มีทิศทางการไหลย้อนกลับไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือและไหลไปบรรจบกับแม่น้ำสาละวิน ในเขตประเทศพม่า และแม่น้ำสะแกกรังซึ่งไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ผ่านจังหวัดอุทัยธานีมาบรรจบกับแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นต้น (กรมทรัพยากรธรณี, ไม่ระบุปี)

3.1.2 สภาพภูมิอากาศจังหวัดตาก

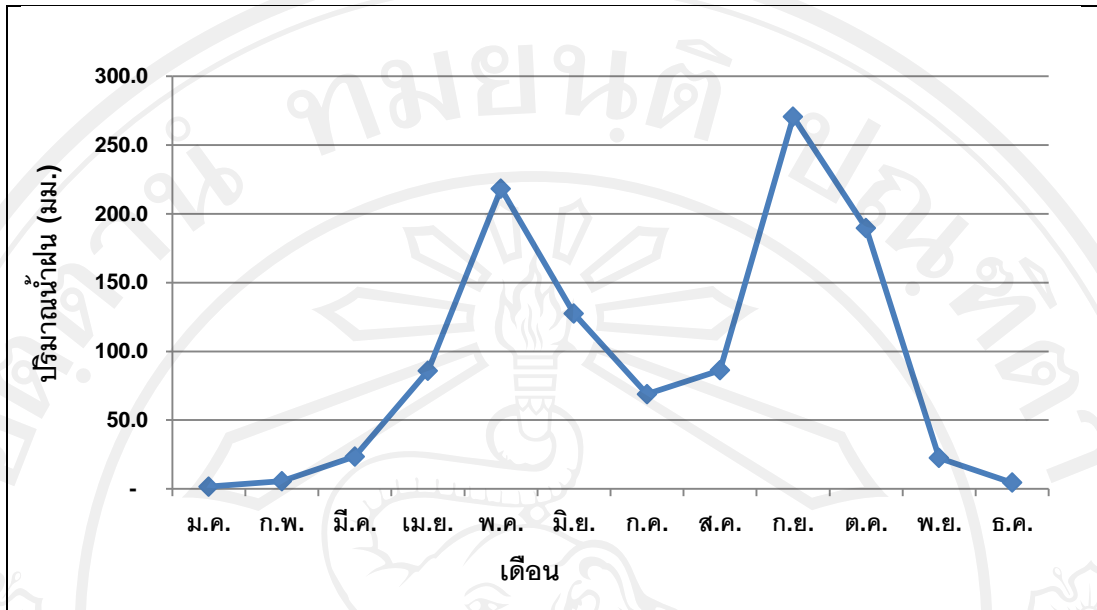
จังหวัดตากมีสภาพภูมิประเทศแบ่งออกเป็นสองซีก คือ ตะวันออกและตะวันตก โดยมีเทือกตะวันตกมีเทือกเขาดนนรงค์ชัยแบ่งกลาง ทำให้ลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดแตกต่างกันไปด้วย เนื่องจากเทือกเขาดนนรงค์ชัยเป็นตัวปะทะมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดมาจากมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามัน ทำให้ซีกตะวันออกจะได้รับความชื้นจากลมมรสุมไม่เต็มที่ ขณะที่ฝั่งตะวันตกจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมมากกว่า ทำให้ปริมาณฝนตกในซีกตะวันตกโดยเฉพาะในที่ที่อยู่ในเขตภูเขา เช่น อำเภอท่าสองยางอำเภอพบพระ และอำเภออุ้มผาง อากาศจะหนาวเย็นมากกว่าซีกตะวันออก (กรมทรัพยากรธรณี, ไม่ระบุปี) จากสถิติภูมิอากาศ ณ สถานีตรวจอากาศ จังหวัดตาก (ปี พ.ศ. 2543-2552) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี 1,104.2 มิลลิเมตร (รูปที่ 3.1) อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 23.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 33.6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 28.4 องศาเซลเซียส แสดงดังตารางที่ 3.1 สภาพอากาศโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ได้แก่

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม
 ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยฝนจะตกทางด้านตะวันตก
 มากกว่าด้านตะวันออก เนื่องจากอยู่ในเขตอิทธิพลของมรสุมและดีเปรสชัน
 ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ อากาศจะหนาวจัดในช่วงเดือน
 ธันวาคมถึงเดือนมกราคม

ตารางที่ 3.1 สถิติภูมิอากาศ ณ สถานีตรวจอากาศจังหวัดตาก (ปี พ.ศ. 2543-2552)

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	อุณหภูมิ (°C)		
		สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
มกราคม	1.6	32.6	17.6	25.1
กุมภาพันธ์	5.5	35.3	20.3	27.8
มีนาคม	23.5	37.2	23.9	30.5
เมษายน	85.8	38.4	26.3	32.4
พฤษภาคม	218.3	34.1	25.6	29.9
มิถุนายน	127.4	32.9	25.5	29.2
กรกฎาคม	68.9	32.4	25.5	28.9
สิงหาคม	86.2	32.8	25.5	29.1
กันยายน	270.6	32.6	24.7	28.6
ตุลาคม	189.6	32.2	23.6	27.9
พฤศจิกายน	22.4	31.7	20.8	26.3
ธันวาคม	4.5	31.2	18.2	24.7
รวม	1,104.2	-	-	-
เฉลี่ย	-	33.6	23.1	28.4

(ที่มา : ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ, 2554)



รูปที่ 3.1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีของจังหวัดตาก (ปี พ.ศ. 2543-2552)

3.1.3 ธรณีวิทยาจังหวัดตาก

โดยข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาของจังหวัดตากได้นำข้อมูลมาจากกรมทรัพยากรธรณี ในเอกสารเผยแพร่เรื่องแหล่งเรียนรู้ทางธรณีวิทยาจังหวัดตาก

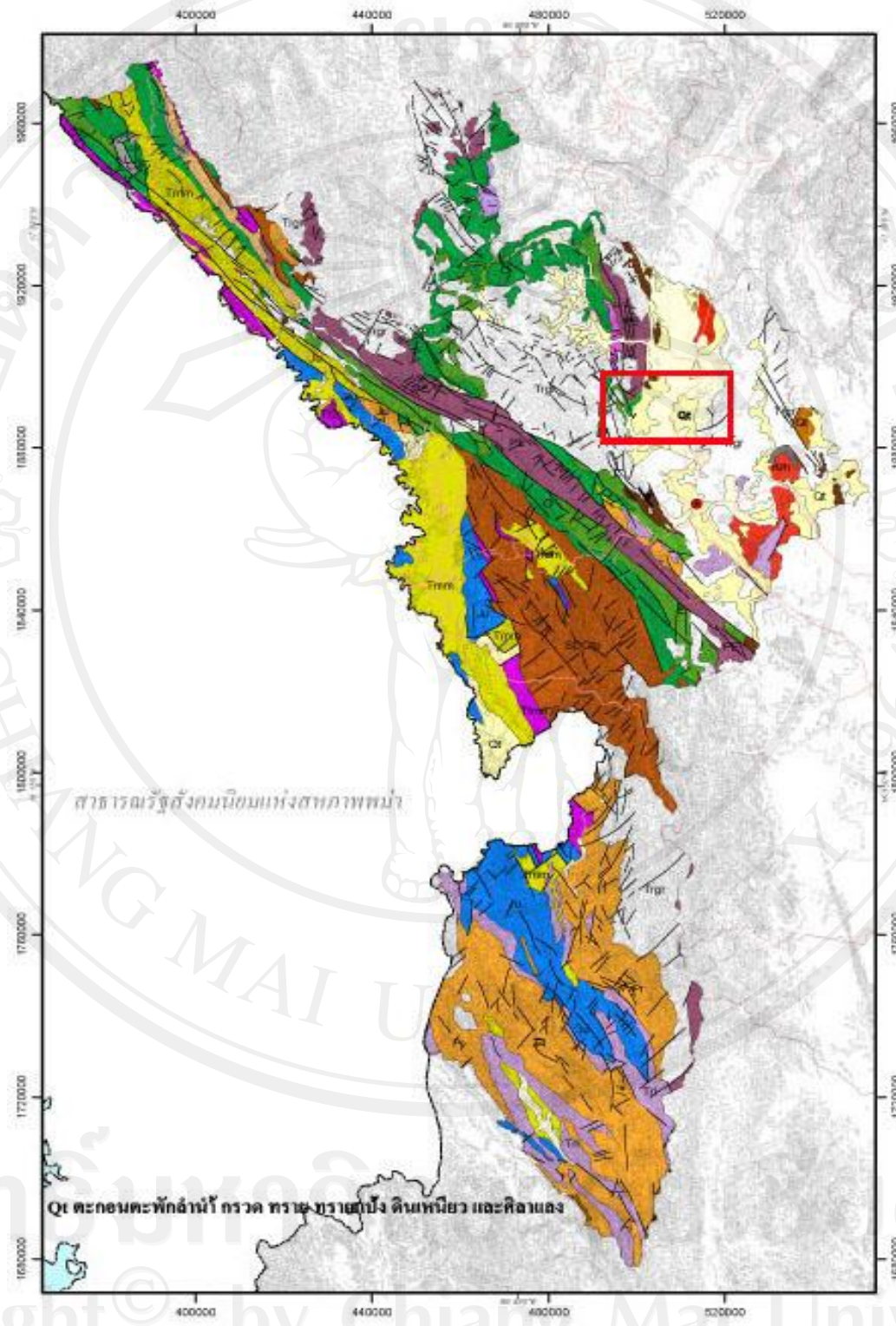
จังหวัดตากมีลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างและชนิดของหิน (รูปที่ 3.2) ที่ปรากฏอยู่ในบริเวณที่เรียกว่า ธรณีวิทยาแนวคดอยอินทนนท์-ตาก คือ แนวเทือกเขานี้ทอดยาวจากทางเหนือลงมาจดแนวรอยเลื่อนแม่น้ำปิงยาวประมาณ 300 กิโลเมตร กว้างมากกว่า 70 กิโลเมตร ซึ่งมีลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างเป็นแกนรูปประทุนของภูมิภาค ประกอบด้วยหินแปรเกรดสูงพวก หินพาราไนส์ (paragneiss) หินควอร์ตซิกชีสต์ (quartzitic schist) หินไบโอไทต์ชีสต์ (biotite schist) หินแคล์ซิลิเกตชีสต์ (calc-silicate schist) และหินอ่อน (marble) แนวชั้นหินด้านทิศเหนือวางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ แล้วค่อยๆ เบนไปเป็นแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ใกล้เคียงกับแนวรอยเลื่อนแม่ปิงพบว่ามีหินอัคนีชนิดหินแกรนิต (granite) หินแกรโนไดออไรต์ (granodiorite) และหินเพกมาไทต์ (pegmatite) แทรกอยู่หลายๆ บริเวณตลอดแนวเทือกเขา หินแปรเกรดสูงทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอนและทางตะวันตกของอำเภอจอมทอง และอำเภอฮอดจังหวัดเชียงใหม่ ถูกปิดทับด้วยหินทรายยุคแคมเบรียน (Cambrian period) และ หินปูนยุคออร์โดวิเซียน (Ordovician Period) แบบไม่ต่อเนื่อง

ตาค ตั้งอยู่ในแผ่นอนุทวีปฉานไทย (Shan-Thai subcontinent) ช่วงเวลาตั้งแต่มหายุคพรีแคมเบรียน (Precambrian Era) จนถึงปัจจุบัน (ประมาณ มากกว่า 570 ล้านปี จนถึงปัจจุบัน) พื้นที่ของจังหวัดตาค มีการสะสมตัวของตะกอนในสภาวะแวดล้อมทั้งแบบภาคพื้นสมุทรและภาคพื้นทวีป ต่อมาเปลือกโลกบริเวณนี้ มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากรอยเลื่อนและการแทรกดันของหินอัคนี มีการบีบอัดทำให้ชั้นหินเกิดการคดโค้ง เกิดกระบวนการกัดกร่อน ผุพังและสะสมตัวของชั้นตะกอนร่วนในบริเวณแอ่งสะสมตะกอนด้านตะวันออกและตะวันตกของจังหวัด กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกและลักษณะภูมิประเทศที่เห็นในปัจจุบันมีวิวัฒนาการยาวนานและซับซ้อน พื้นที่จังหวัดตาค รองรับไปด้วยหินแปร หินตะกอน หินอัคนี และตะกอนร่วน โดยมีอายุตั้งแต่มหายุคพรีแคมเบรียน (> 570 ล้านปี) ถึงปัจจุบัน (กรมทรัพยากรธรณี, ไม่ระบุปี)

ลักษณะธรณีวิทยาพื้นที่ศึกษา พบว่า เป็นบริเวณที่อยู่ในส่วนที่เป็นตะกอนยุคควอเทอร์นารี ดังแสดงในรูปที่ 3.3

ตะกอนยุคควอเทอร์นารี (Quaternary Period)

ยุคควอเทอร์นารีเป็นยุคสุดท้ายในตารางธรณีกาล มีอายุเริ่มต้นตั้งแต่ 1.6 ล้านปี จนถึงปัจจุบัน ยุคนี้แบ่งย่อยออกเป็นสองสมัยคือ สมัยไพลสโตซีน (Pleistocene Epoch) มีอายุประมาณตั้งแต่ 1.6 ล้านปี จนถึง 10,000 ปี และสมัยโฮโลซีน (Holocene Epoch) มีอายุประมาณตั้งแต่ 10,000 ปี จนถึงปัจจุบันยุคควอเทอร์นารีเป็นยุคที่มีการ เปลี่ยนแปลงทั้งสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และสิ่งมีชีวิต ที่ได้เกิดขึ้นมาก่อนแล้ว เป็นยุคที่มนุษย์มี วิวัฒนาการการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและพัฒนาเป็นมนุษย์สมัยใหม่ ธรณีวิทยาของยุคนี้จึงมีความสัมพันธ์กับชีวิตมนุษย์มากที่สุด เป็นทั้งที่อยู่อาศัย ที่ทำกิน และแหล่งทรัพยากรอันหลากหลาย ตลอดจนวัฒนธรรม ประเพณีของมนุษย์ เนื่องจากเป็นยุคหลังสุดทางธรณีวิทยา หินที่เกิดขึ้นในยุคนี้ จึงเป็นหินภูเขาไฟที่มีการ ตกผลึกและแข็งตัวรวดเร็วเท่านั้น ธรณีวิทยาของยุคนี้ ส่วนมากจึงเกี่ยวข้องกับตะกอนกึ่งแข็งตัวและที่ยังไม่แข็งตัวเป็นหิน โดยหินที่เกิดมาก่อนยุคนี้ เป็นต้นกำเนิด และมีการเปลี่ยนสภาพตามกระบวนการทางธรณีวิทยาทั้งการผุพัง การสึกกร่อน การพัดพาและการสะสมตัว เกิดเป็นแหล่งสะสมตะกอนทับถมกันเป็นธรณีสัณฐานลักษณะต่าง ๆ เมื่อประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของอากาศ และธรณีแปรสัณฐาน ธรณีวิทยา ในยุคควอเทอร์นารีของประเทศไทยส่วนมากจึงเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของพื้นที่เดิม



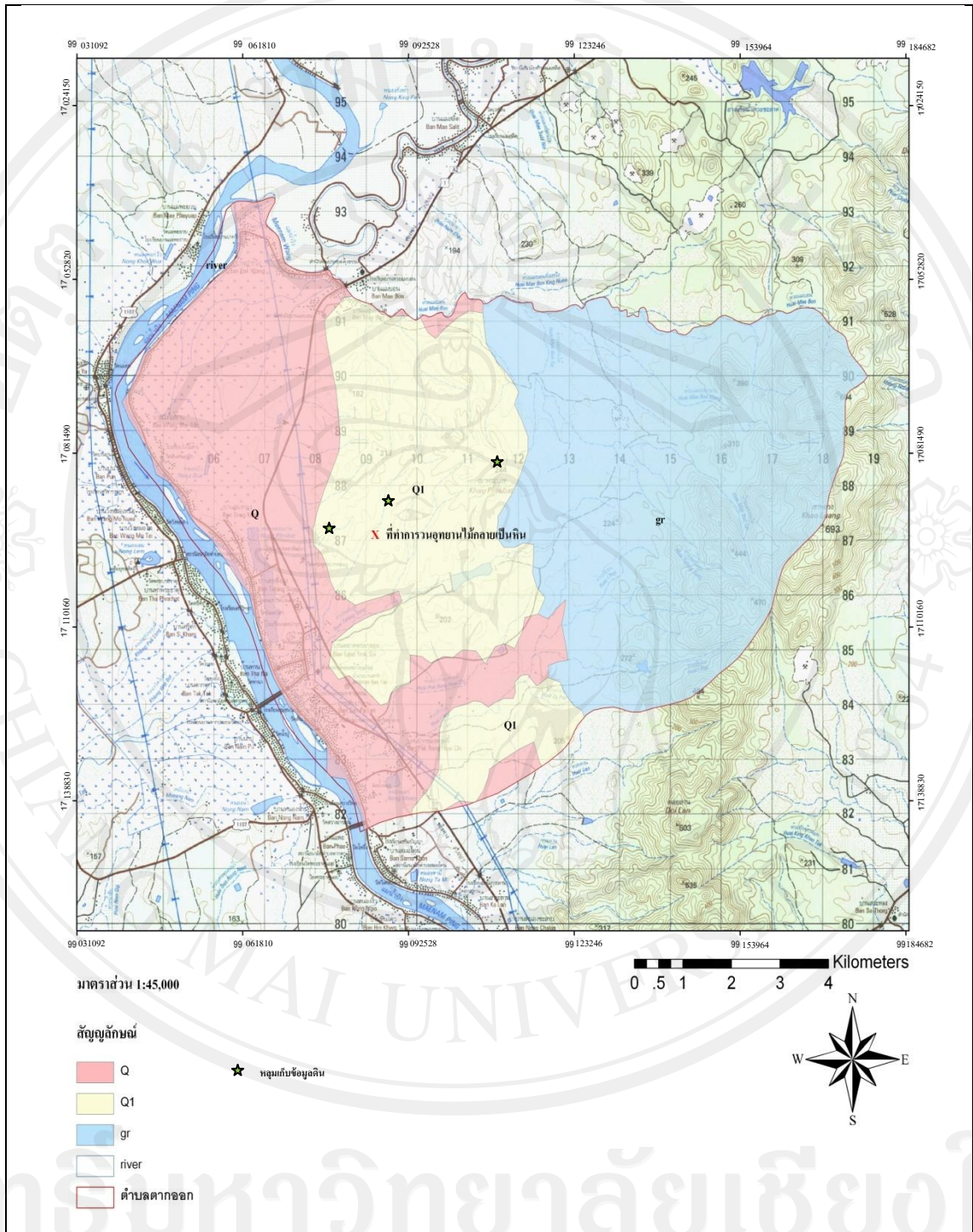
รูปที่ 3.2 แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดตาก

หินและตะกอนยุคควอเทอร์นารีของประเทศไทยจำแนกได้ตามสภาพแวดล้อมของการเกิดขึ้นของตะกอน ธรณีสัณฐาน (geomorphology) ธรณีโครงสร้าง (structural geology) และซากดึกดำบรรพ์ (fossil) แต่ซากดึกดำบรรพ์ของยุคนี้ ส่วนมาก เป็นซากดึกดำบรรพ์ที่ไม่สูญพันธุ์หรือมีชีวิตในอดีตต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน การกำหนดอายุจึงใช้วิธีการหาอายุสัมบูรณ์ โดยใช้สารกัมมันตภาพรังสีรูปแบบต่าง ๆ เป็นหลักในการกำหนดอายุของหินและซากดึกดำบรรพ์ที่พบในตะกอน เนื่องจากตะกอนเหล่านี้ จะทับถมกันเป็นชั้น ๆ และอยู่ใต้พื้นดินไม่โผล่ให้เห็นเหมือนกับชั้นหินตามภูเขา ข้อมูลการศึกษาของตะกอนยุคนี้ส่วนมากได้จากการเจาะสำรวจ จากแนวหน้าตัดหรือหน้าผาของเนินดิน และแม่น้ำลำคลองเป็นต้น หินและตะกอนยุคควอเทอร์นารีที่ปรากฏให้เห็นตาม ภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยมีดังต่อไปนี้ คือ ในพื้นที่ศึกษาพบชั้นตะกอนเหล่านี้แผ่กระจายตัวอย่างกว้างขวางทางด้านตะวันออก ของพื้นที่โดยที่ราบลุ่มเหล่านี้เกิดการสะสมตะกอนจากแม่น้ำสายสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา ห้วยเสลา ห้วยขาแข้ง ห้วยกระเสียว สามารถแบ่งตะกอนในพื้นที่ออกเป็น 6 หน่วย ดังนี้

- 1) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) หน่วยตะกอนนี้ พบสะสมตัวตามแนวเชิงเขาเป็นบริเวณกว้างขวางของด้านตะวันออก และทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัด ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอสามเงา และกิ่งอำเภอวังเจ้า ตะกอนเศษหินเชิงเขาเป็นตะกอนที่ผุพังอยู่กับที่ มักจะพบกับหินเดิมที่รองรับอยู่ด้านล่าง และตะกอนเศษหินเชิงเขา นี้ อาจจะวางตัวรองรับตะกอนตะพักและตะกอนน้ำพา ในพื้นที่นี้ เศษหินตะกอนเชิงเขา ประกอบด้วยเศษหินควอร์ตไซต์ (quartzite) หินทราย (sandstone) หินทรายแป้ง (siltstone) และหินแกรนิตหรือหินอัคนีอื่นๆ
- 2) ตะกอนตะพัก (Qt) เกิดจากแม่น้ำกัดเซาะทางดิ่งมากขึ้น เนื่องจากการยกตัวของแอ่งหรือธรณีวิทยาแปรสัณฐาน (tectonics) ทำให้ตะกอนธารน้ำพาและตะกอนน้ำพารูปพัดเสมือนถูกยกขึ้น มีระดับสูงกว่าที่ราบน้ำท่วมถึงมาก มีลักษณะภูมิประเทศแบบขั้นบันได และมีระดับแตกต่างกัน จนสามารถแบ่งย่อยเป็นตะพักลำน้ำระดับสูง ตะพักลำน้ำระดับกลาง และตะพักลำน้ำระดับต่ำ ซึ่งมักปรากฏตามขอบแอ่งสะสมตัวได้แก่ บริเวณอำเภอ แม่สอด และอำเภอพบพระ ต่อเนื่องเข้าไปในประเทศพม่า ตะกอนประกอบด้วยชั้นกรวดก้อนข้างหนาสลับกับชั้นทรายและดินเหนียว กรวดมีขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 มิลลิเมตร จนถึงใหญ่กว่า 1 เมตร ลักษณะ กลมมนดีมาก บางแห่งถูกเชื่อม

ประสานด้วยเหล็กออกไซด์จนเป็นชั้นแม่รังแข็ง มีอายุสมัยไพลสโตซีน (1.6-0.01 ล้านปี)

- 3) **ตะกอนน้ำพา (Qa)** หน่วยตะกอนนี้พบสะสมตัวกว้างขวางมากบริเวณด้านตะวันออก ตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกของพื้นที่ขนานไปกับแม่น้ำสายสำคัญ เช่น แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง และแม่น้ำเมย พัดพาเอากรวดหิน ดิน ทราย ไปสะสมตัว ณ บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำดังกล่าวจึงได้ชั้นตะกอนหลากหลายชนิดปะปนประกอบด้วยชั้นทรายปนดินเคลย์สลับกับชั้นดินเคลย์ปนทราย มีกรวดละเอียดและลูกรังปะปนด้วยในบางชั้น มีสีน้ำตาลและเทาปนน้ำตาล การคัดขนาดดี บางชั้นมีการเปลี่ยนแปลงของตะกอนในแนวดิ่ง
- 4) **ตะกอนน้ำพาสะสมตัวตามทางน้ำโค้งวัด (Qfm)** หน่วยตะกอนนี้ พบสะสมตัวกว้างขวางมากบริเวณด้านตะวันออก และตะวันออกเฉียงเหนือ ของพื้นที่ขนานไปกับแม่น้ำสายสำคัญ เช่น แม่น้ำปิง และแม่น้ำวัง ไหลโค้งวัดและพัดพาเอา ดิน ทรายไปสะสมตัว ณ บริเวณริมตลิ่งแม่น้ำจึงได้ชั้นตะกอน ประกอบด้วย ชั้นกรวดแม่น้ำ ทรายปนดินเคลย์ ทรายแป้ง และดินเหนียว สีเทาปนน้ำตาลถึงสีดำ การคัดขนาดไม่ค่อยดี
- 5) **ตะกอนเนินรูปพัด (Qfa)** การสะสมตัวของตะกอนดังกล่าวเกิดเป็นเฉพาะบริเวณ และเกิดจากความแตกต่างของความสูงของพื้นที่โดยมีปัจจัยหลักคือปริมาณตะกอน น้ำ และความลาดเอียงของพื้นที่มาก เป็นการสะสมตัวอย่างรวดเร็ว พบกระจายตัวทางใต้ของอำเภอพบพระ ลักษณะตะกอนเป็นชั้นกรวดปนทรายและดินเหนียว การคัดขนาดไม่ดี มีเศษพืชและกิ่งไม้เยอะ เม็ดตะกอนกรวดเรียงขนาดหยาบในตอนล่างและค่อยๆ ละเอียดขึ้น ทางตอนบน
- 6) **ตะกอนที่ราบลุ่มแม่น้ำ (Qff)** หน่วยตะกอนนี้สะสมตัวบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำปิงและแม่น้ำวัง เกิดจากน้ำหลากในฤดูฝนและพัดพาเอาเศษตะกอนแขวนลอยขนาดเล็กมาสะสมตัว ประกอบด้วยตะกอนดินเหนียวอาจจะมีตะกอนทรายและทรายแป้งปนอยู่บ้าง พบกระจายตัวเป็นพื้นที่แคบบริเวณทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ นอกจากนี้ยังพบว่า บางบริเวณของที่ราบลุ่มแม่น้ำอาจจะมีแอ่งน้ำขังหรือบึงก็ได้ ทำให้มีการสะสมตัวของตะกอนดินเหนียวและมีเศษพืชปะปน (กรมทรัพยากรธรณี, 1968: 10)



รูปที่ 3.3 แผนที่ธรณีวิทยาตำบลตากออก อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก (ดัดแปลงจาก ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ), 2554)

3.2 วนอุทยานไม้กลายเป็นหิน (Petrified Wood Forest Park)

วนอุทยานไม้กลายเป็นหิน (Petrified Wood Forest Park) ตั้งอยู่บริเวณ ตำบลตากออก อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าแม่สลิด-โป่งแดง ปากทางเข้าอยู่ตรงบริเวณ หลักกิโลเมตรที่ 443 ทางหลวงหมายเลข 1 (ถนนพหลโยธิน) เดิมชื่อวนอุทยานเขาพระบาท จัดตั้งขึ้นตามคำสั่งกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช ที่ 2517/2546 ลงวันที่ 29 ธันวาคม 2546 วนอุทยานแห่งนี้มีเนื้อที่ประมาณ 12,500 ไร่หรือประมาณ 20 ตารางกิโลเมตร ต่อมาในปี พ.ศ. 2549 จึงเปลี่ยนเป็นชื่อวนอุทยานไม้กลายเป็นหิน เพื่อให้ตรงกับจุดเด่นของพื้นที่ที่มีซากดึกดำบรรพ์ (Fossil) ไม้กลายเป็นหิน กระจายตัวอยู่ทั่วไปตามภูเขาที่ลาดเชิงเขาและร่องห้วยจำนวนมาก ไม้กลายเป็นหินที่มีขนาดใหญ่ที่สุดมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 180 เซนติเมตร และยาว 72.22 เมตร นับเป็นไม้กลายเป็นหินที่ใหญ่ที่สุด ตั้งแต่มีการค้นพบในทวีปเอเชีย ปัจจุบันมีการสำรวจพบจำนวนต้นมากขึ้นเรื่อยๆ วนอุทยานแห่งนี้จึงมีศักยภาพเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศไทย

วนอุทยานไม้กลายเป็นหิน ตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าแม่สลิด - โป่งแดง ในพื้นที่หมู่ที่ 7 ตำบลตากออก อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก อยู่ในแผนภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหารระหว่างอำเภอบ้านตาก (4843 III) ลำดับชุดที่ L 7018 จุดอ้างอิงของประเทศบริเวณพิกัด WGS 84 หรือบริเวณเส้นละติจูดที่ 17 องศา 2 ลิปดา 6.7 ฟลิปดา เหนือ ถึง 17 องศา 9 ลิปดา 27.5 ฟลิปดา เหนือ เส้นลองจิจูดที่ 99 องศา 4 ลิปดา 10.3 ฟลิปดา ตะวันออก ถึง เส้นลองจิจูดที่ 99 องศา 7 ลิปดา 30.2 ฟลิปดา ตะวันออก ใกล้เคียงบริเวณเขาพระบาท อยู่ห่างจากอำเภอบ้านตากประมาณ 3 กิโลเมตร ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

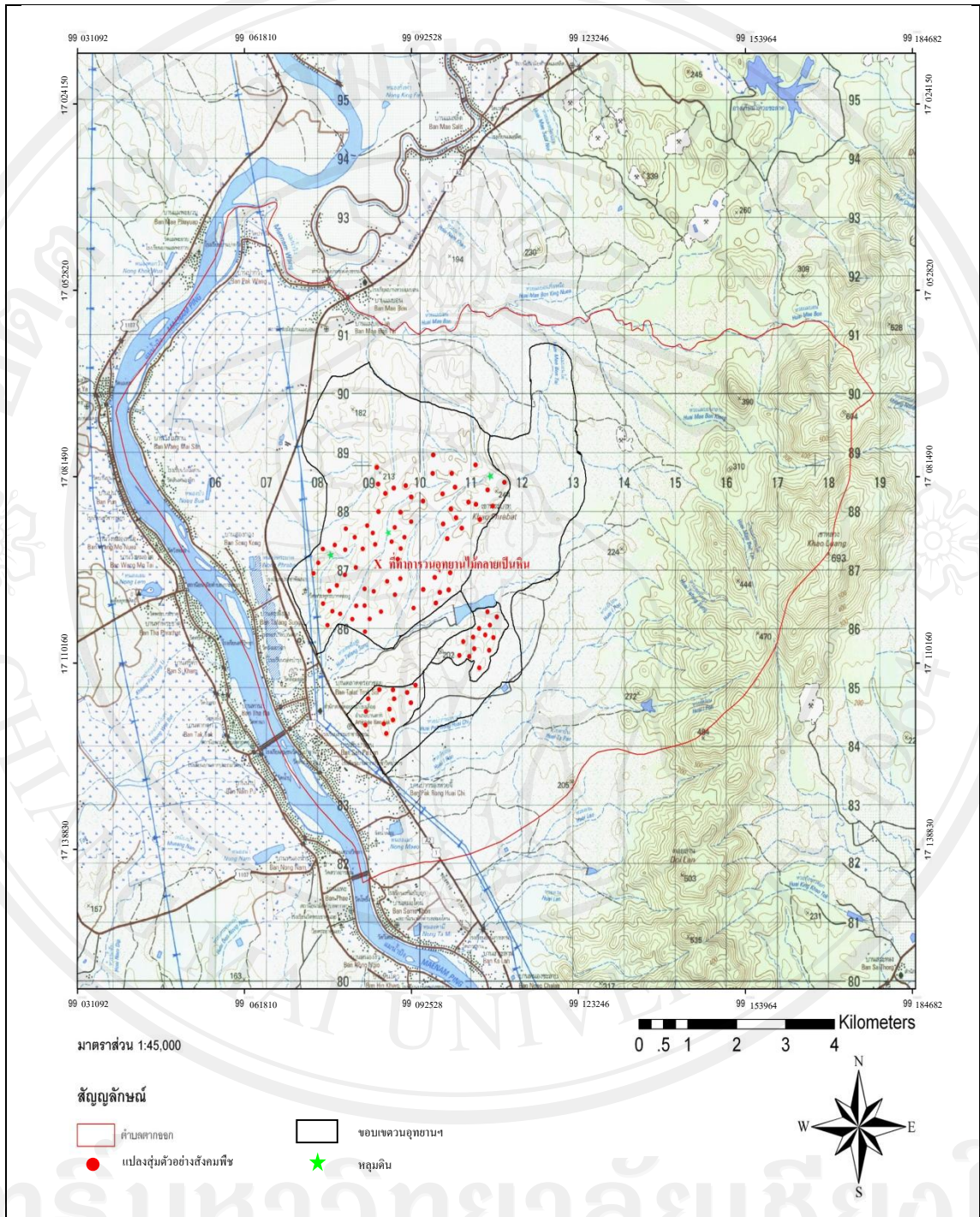
ลักษณะภูมิประเทศมีลักษณะทั่วไปเนินเขาที่เกิดจากการยกตัวของตะกอนตะพัก มีระดับความสูงตั้งแต่ประมาณ 100 เมตรจนถึงระดับความสูงประมาณ 244 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง พื้นที่ทั่วไปมีลักษณะเป็นป่าโปร่ง มีป่าเต็งรังขึ้นอยู่ทั่วไปค่อนข้างหนาแน่น มีห้วยแห่งเป็นทางน้ำขนาดเล็กที่มีน้ำไหลเฉพาะในฤดูน้ำหลาก และแห้งขอดในฤดูแล้ง

ลักษณะธรณีวิทยา จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าไม้กลายเป็นหินบริเวณนี้ มักถูกฝังตัวอยู่ในชั้นกรวด ซึ่งคาดว่าเกิดสะสมตัวในยุคควอเทอร์นารี ประมาณอายุจากการเทียบเคียงกับหินที่ทราบอายุ และเกิดอยู่ด้วยกันได้ ประมาณ 800,000 ปี และเป็นบริเวณต่อเนื่องระหว่างตะกอนตะพักระดับสูงซึ่งเป็นชั้นหินกรวดมนของหินควอไซต์ ชั้นกรวดมนทราย และทรายแป้ง และลือมทรายแป้งและดินเหนียว จากลักษณะการแพร่กระจายตะพักและความหลากหลายของชนิดหินตะกอน

พอจะสันนิษฐานได้ว่า ตะกอนตะกักนี้มีการเกิดสะสมตัวบริเวณตะกักค้ำน้ำของแม่น้ำปิงโบราณ ก่อนที่จะมีการปรับสภาพและเปลี่ยนทิศทางการเดินกลายเป็นแม่น้ำปิงในปัจจุบัน (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, ไม่ระบุปี)



รูปที่ 3.4 บริเวณวนอุทยานไม้กลายเป็นหิน และสภาพของพื้นที่ป่าที่ทำการวิจัย

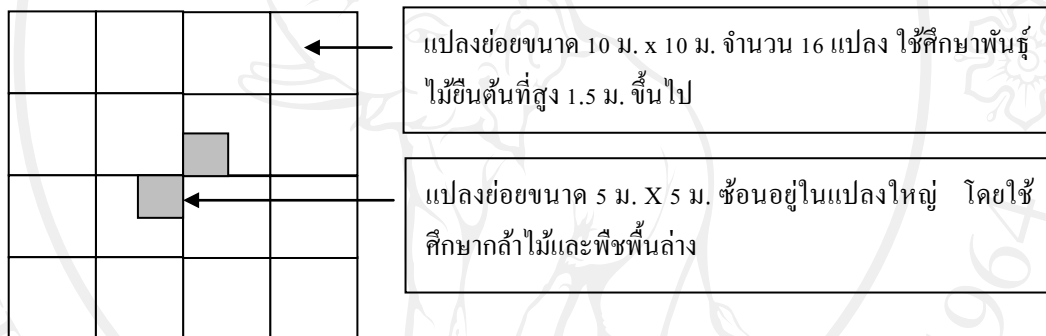


รูปที่ 3.5 แผนที่แสดงขอบเขตวนอุทยานไม้กลายเป็นหิน

3.3 การศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้เชิงปริมาณ

3.3.1 วิธีการวางแปลงสุ่มตัวอย่าง

ทำการเลือกพื้นที่ศึกษาสังคมพืชป่าในบริเวณวนอุทยานไม้กลายเป็นหิน อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก โดยจะวางแปลงขนาด 40 ม. x 40 ม. โดยวิธีการ Stratified random sampling ภายในแปลงแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 ม. x 10 ม. จำนวน 16 แปลง ในแปลงสุ่มตัวอย่างแต่ละแปลงทำการวัดเส้นรอบวงของลำต้นที่ระดับ 1.30 เมตร จากพื้นดินของพันธุ์ไม้ยืนต้นทุกชนิด ทุกขนาดที่สูงเกินกว่า 1.50 เมตร ประเมินความสูงและทรงพุ่มความยาวและคุณภาพพ่อนไม้ แปลงสุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด 100 แปลงโดยวางให้กระจายทั่วพื้นที่



รูปที่ 3.6 ขนาดและรูปร่างของแปลงสุ่มตัวอย่างสำหรับศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในสังคมพืชป่าไม้



รูปที่ 3.7 การวางแปลงตัวอย่างแบบสุ่มโดยมีการแจกแจงพื้นที่ก่อน (Stratified random sampling)

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลพรรณไม้ (Data Analysis)

ข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ประกอบด้วยความหลากหลายเชิงปริมาณ (Quantitative data) และข้อมูลความหลากหลายเชิงคุณภาพ (Qualitative data) ข้อมูลเชิงปริมาณเกี่ยวข้องกับจำนวนประชากรและขนาดเส้นรอบวงลำต้นของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นข้อมูลเชิงอธิบาย (Krebs, 1985)

ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ การจัดทำบัญชีรายชื่อของพรรณไม้ (Species list) ชื่อของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดจะแสดงเป็นชื่อสามัญ (Common name) และชื่อ วิทยาศาสตร์ (Scientific name) รวมทั้งชื่อวงศ์ของพันธุ์ไม้ (Family) การจัดชั้นของเรือนยอดพรรณไม้ (Stratification) ทำการวินิจฉัยการขึ้นอยู่เป็นชั้นๆ ของพรรณไม้ เช่น ไม้ชั้นเรือนยอดบน ไม้ชั้นเรือนยอดรอง ไม้ชั้นกลาง ลูกไม้ ไม้พุ่ม ไม้เลื้อย พืชพื้นล่าง

ส่วนข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ความถี่ ความหนาแน่น ความเด่นและดัชนีความสำคัญ สำหรับตัวชี้วัดเกี่ยวกับลักษณะของสังคมพืชที่ใช้ คือ สัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงของสังคมพืช ดัชนีบ่งชี้ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้และดัชนีบ่งชี้สภาพของป่าไม้

(ก) ความถี่ของพืช (Frequency)

เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงการกระจายตามพื้นที่ของพืชชนิดใดใดในสังคมพืชป่าไม้นั้น มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

ความถี่สัมพัทธ์ของพันธุ์ไม้ (Relative frequency) เป็นค่าสัดส่วนร้อยละของค่าความถี่ของพันธุ์ไม้ชนิดนั้น ต่อผลรวมของค่าความถี่ทั้งหมดของพันธุ์ไม้ทุกชนิดที่พบในแปลงสุ่มตัวอย่าง

$$\text{ความถี่ของพืชชนิด ก.} = \frac{\text{จำนวนแปลงย่อยที่พบพืชชนิด ก.}}{\text{จำนวนแปลงย่อยทั้งหมด}} \times 100$$

$$\text{ความถี่สัมพัทธ์ของพืชชนิด ก.} = \frac{\text{ความถี่ของพันธุ์ไม้ชนิด ก.}}{\text{ผลรวมของค่าความถี่ของพันธุ์ไม้ทุกชนิด}} \times 100$$

(ข) ความหนาแน่นของพืช (Density)

เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงขนาดจำนวนประชากรของพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ ที่ขึ้นอยู่ในสังคมพืช แสดงในหน่วยของจำนวนต้นต่อพื้นที่

$$\begin{aligned} \text{ความหนาแน่น} &= \frac{\text{จำนวนต้นของพันธุ์ไม้ชนิด ก.}}{\text{จำนวนแปลงสุ่มตัวอย่างทั้งหมด}} \quad (\text{ต้น/แปลง}) \\ \text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์} &= \frac{\text{จำนวนต้นของพันธุ์ไม้ชนิด ก.}}{\text{จำนวนต้นของพันธุ์ไม้ทุกชนิด}} \times 100 \end{aligned}$$

(ค) ความเด่นของพืช (Dominance)

สำหรับพันธุ์ไม้ยืนต้นนั้นมักจะนิยามค่าความเด่นของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดในสังคมพืชโดยใช้พื้นที่หน้าตัดลำต้นเป็นหลัก ซึ่งได้จากการวัดขนาดของลำต้นที่ระดับอก (1.30 ม. จากพื้นดิน) [Girth/diameter at breast height, GBH/DBH]

$$\begin{aligned} \text{ความเด่นสัมพัทธ์} &= \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดลำต้นรวมของพันธุ์ไม้ชนิด ก.}}{\text{พื้นที่หน้าตัดลำต้นรวมของพันธุ์ไม้ทุกชนิด}} \times 100 \\ \text{ของพืชชนิด ก.} & \end{aligned}$$

(ง) ดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (Ecological Importance Value Index, IVI)

ค่าความถี่ ความหนาแน่นและความเด่นนั้นให้ความหมายที่แตกต่างกัน ค่าความถี่ชี้ให้เห็นถึงลักษณะการกระจายตามพื้นที่ว่ามีการกระจายอยู่ทั่วพื้นที่หรือไม่ ค่าความหนาแน่นบอกให้ทราบถึงจำนวนของประชากรว่ามีมากน้อยเพียงใด ส่วนค่าความเด่นนั้นจะบอกให้ทราบถึงการปกคลุมพื้นที่ของพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ ดังนั้นภาพรวมเกี่ยวกับอิทธิพลทางนิเวศวิทยาของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดในสังคมพืชสามารถแสดงให้เห็นโดยรวมได้จากค่า ดัชนีความสำคัญ (Importance Value Index, IVI) ซึ่งเป็นค่าผลรวมของค่าความถี่สัมพัทธ์ ความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าความเด่นสัมพัทธ์

$$\begin{aligned} \text{ดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ ก.} &= \text{ความถี่สัมพัทธ์} + \text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์} + \text{ความเด่นสัมพัทธ์} \\ \text{ดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์} &= \frac{\text{ดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ชนิด ก.}}{\text{ผลรวมของดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ทุกชนิด}} \times 100 \\ \text{ของพันธุ์ไม้ชนิด ก.} & \end{aligned}$$

(จ) ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity Index)

ดัชนีที่ใช้บ่งชี้ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในสังคมพืชได้จากการคำนวณหลายสูตร แต่ในที่นี้จะใช้ Shannon-Wiener Index ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

เมื่อ H = ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ (Shannon-Wiener Index, SWI)

S = จำนวนชนิดพันธุ์ไม้ทั้งหมด

p_i = สัดส่วนจำนวนต้นของพืชชนิด i ต่อจำนวนต้นของพันธุ์ไม้ทุกชนิดรวมกัน

(ฉ) ดัชนีบ่งชี้สภาพของป่าไม้ (Forest Condition Index, FCI)

ดัชนีที่ใช้บ่งชี้ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในสังคมพืชได้จากการคำนวณสูตร

$$FCI = \sum n_1 10^{-3} + n_2 10^{-2} + n_3 10^{-1} + (n_4 + n_5 + \dots + n_n)$$

เมื่อ FCI = ดัชนีบ่งชี้สภาพความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้

n_1 คือ จำนวนต้นของพันธุ์ไม้ที่มีเส้นรอบวงลำต้นน้อยกว่า 25 ซม.

n_2 คือ จำนวนต้นของพันธุ์ไม้ที่มีเส้นรอบวงลำต้นระหว่าง 25-50 ซม.

n_3 คือ จำนวนต้นของพันธุ์ไม้ที่มีเส้นรอบวงลำต้นระหว่าง 50-75 ซม.

n_4 คือ จำนวนต้นของพันธุ์ไม้ที่มีเส้นรอบวงลำต้นระหว่าง 75-100 ซม.

n_5 คือ จำนวนต้นของพันธุ์ไม้ที่มีเส้นรอบวงลำต้นระหว่าง 100-125 ซม.

n_n คือ จำนวนต้นของพันธุ์ไม้ที่มีเส้นรอบวงลำต้นระหว่าง n ซม.

3.3.3 การหามวลชีวภาพและการสะสมธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืช

จากข้อมูลความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้เชิงปริมาณนำมาคำนวณมวลชีวภาพของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดและทั้งป่า แยกเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง ใบและราก ตามสมการแอลโลเมตรี ที่ได้ศึกษาโดย Ogino *et al.* (1967) ดังนี้

(1) มวลชีวภาพของลำต้น (W_s , กก./ต้น)

$$W_s = 189 (D^2H)^{0.902}$$

เมื่อ D^2H มีหน่วยเป็น m^3

หรือ $\log W_s = 0.902 \log (D^2H) + 2.276$

(2) มวลชีวภาพของกิ่ง (W_B , กก./ต้น)

$$W_B = 0.125 W_s^{1.204}$$

หรือ $\log W_B = 1.204 \log W_s - 0.904$

(3) มวลชีวภาพของใบ (W_L , กก./ต้น)

$$1/W_L = 11.4/(W_S^{0.90} + 0.172) \quad \text{เมื่อ } D^2H \text{ มีหน่วยเป็น } m^3$$

(4) มวลชีวภาพของราก (W_R , กก./ต้น) จากสมการแอลโลเมตรีของ Ogawa *et al.* (1965)

$$W_R = 0.026(D^2H)^{0.775} \quad \text{และ } D^2H \text{ มีหน่วยเป็น } cm.^2m.$$

$$\text{หรือ } \log W_R = 0.775 \log (D^2H) - 1.578$$

ความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืชส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง ใบและราก มีความเข้มข้น ธาตุ C เท่ากับ 49.9, 48.7, 48.3 และ 48.2% ตามลำดับ ธาตุ N มีค่าเท่ากับ 0.53, 0.53, 1.59 และ 0.53% ธาตุ P เท่ากับ 0.08, 0.10, 0.13 และ 0.02% ธาตุ K เท่ากับ 0.37, 0.40, 1.10 และ 0.27% ธาตุ Ca เท่ากับ 0.76, 0.80, 1.50 และ 0.88% และธาตุ Mg เท่ากับ 0.17, 0.20, 0.90 และ 0.10% ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการศึกษาของ Tsutsumi *et al.* (1983)

3.3.4 การศึกษาลักษณะของดิน

(1) การเก็บตัวอย่างดิน

ทำการการเก็บตัวอย่างดินในสังคมพืชป่าไม้ โดยชุดหลุมดินมีความกว้าง 1.5 เมตร และลึก 1.0-1.5 เมตร เก็บข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง ความลาดชัน ทิศด้านลาด หลังจากนั้นแบ่งชั้นหน้าตัดดินตามการพัฒนาการ แล้วทำการศึกษา ความลึกในแต่ละชั้น สีดิน เนื้อดิน โครงสร้างดิน ปริมาณรากพืช และปฏิกิริยาเคมี หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80, 80-100 เซนติเมตร หรือลึกมากกว่า นำดินมาเปรียบเทียบกับสีดินกับสมุดคู่มือเทียบสีดิน (Standard soil color charts, 1988) และนำดินมาผึ่งแห้งในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมี ปริมาณการสะสมอินทรีย์วัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจน สำหรับค่าความหนาแน่นรวมของดินจะทำการเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้าง โดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดิน ในแต่ละระดับความลึก ความหนาแน่นรวมของดิน ปริมาณกรวด ปฏิกิริยาของดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุจะทำการวิเคราะห์แยกตามชั้นความลึกของดิน

(2) การวิเคราะห์ตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ

(2.1) สมบัติทางกายภาพของดิน (Physical properties)

- ก. เนื้อดิน (Texture) ทำการวิเคราะห์การกระจายของอนุภาคดิน (Particle size distribution) โดยวิธีแยกด้วยตะแกรง (sieving method) ในขนาดอนุภาคทราย และใช้วิธีการ Hydrometer method (Gee and Bauder, 1986)
- ข. ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) โดยวิธี Core method (Blake and Hartge, 1986)
- ค. ปริมาณกรวดภายในดิน (Gravel contents) โดยวิธีแยกด้วยตะแกรง (Day, 1965)

(2.2) สมบัติทางเคมีของดิน (Chemical properties)

- ก. ปฏิกริยาดิน (pH) ใช้ pH meter อัตราส่วน 1 ต่อ 1 (ดินต่อน้ำ) (Mclean, 1982)
- ข. ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (O.M.) โดยวิธี Wet Oxidation ของ Walkey and Black (Nelson and Sommers, 1996)
- ค. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total nitrogen) โดยวิธี Micro Kjeldahl method (Bremner and Mulvaney, 1982)
- ง. ปริมาณของฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (Extractable P) โดยวิธีสกัดด้วยสารละลาย Bray II และ Colorimetric method อ่านค่าโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (Olsen and Sommer, 1982)
- จ. ปริมาณโพแทสเซียมและโซเดียมที่สามารถสกัดได้ (Extractable K and Na) ใช้วิธีการสกัดด้วยสารละลาย Ammonium acetate 1 N pH 7.0 และอ่านค่าด้วยเครื่อง Flame photometer (Knudsen *et al.*, 1982)
- ฉ. ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้ (Extractable Ca and Mg) ใช้วิธีสกัดด้วยสารละลาย Ammonium acetate (1 N, pH 7.0) และอ่านค่าด้วยเครื่อง Atomic absorption (Lanyon and Heald, 1982)

(2.3) ปริมาณการสะสมธาตุอาหารภายในดิน

ทำการศึกษาจากปริมาณของมวลดินแห้ง (ผ่านการร่อนตะแกรงขนาด 2 มม.) กับค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยการนำค่าปริมาณของอนุภาคดินในแต่ละชั้นที่ทำการเก็บตัวอย่างตามช่วงความลึกคูณกับความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละชนิด

ปริมาณการสะสมของธาตุอาหาร A = ค่าความเข้มข้นของธาตุ A x มวลดินแห้งใน 1 หน่วยพื้นที่