

## บทที่ 2

### ตรวจเอกสาร

#### 2.1 นโยบายและตัวอย่างการพัฒนาสังคมคาร์บอนต่ำในประเทศไทย

สังคมคาร์บอนต่ำ (Low carbon community) เป็นสังคมที่ร่วมมือกันลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศให้น้อยที่สุด เนื่องจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มากเกินไปก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งมีผลต่อสภาวะภูมิอากาศในระยะยาวและส่งผลกระทบต่อมนุษยชาติในอนาคตได้ โดยการพัฒนาไปสู่การเป็นชุมชนคาร์บอนต่ำถูกกำหนดขึ้นในการประชุมรัฐภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 21 หรือ COP21 ว่าด้วยเรื่องกรอบความร่วมมือในการลดก๊าซเรือนกระจก และการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งประเทศไทยโดยนายกรัฐมนตรีได้แสดงเจตนาของประเทศไทยว่าจะลดก๊าซเรือนกระจก ร้อยละ 20 จากกรณีปกติในปี ค.ศ. 2030 ทำให้มีแนวคิดและนโยบายในการสร้างชุมชนคาร์บอนต่ำเกิดขึ้นในประเทศอีกมากมาย อาทิเช่น ยุทธศาสตร์การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (พ.ศ.2558-2593) และแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองหรือชุมชนเพื่อมุ่งสู่การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและสังคมคาร์บอนต่ำ (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. (2015) และลัดดา วีระเบญจพล (2555))

การพัฒนาอย่างยั่งยืน หมายถึง การพัฒนาที่เน้นให้มนุษย์คำนึงถึงขีดจำกัดของทรัพยากรธรรมชาติบนโลก และให้มีการดำเนินการพัฒนาควบคู่ไปกับการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยให้เป็นการพัฒนาที่ตอบสนองความต้องการของคนทั้งในยุคนี้อย่างยั่งยืนและยุคต่อไป อย่างเท่าเทียมกัน ซึ่งหลักการที่สำคัญของการพัฒนาที่ยั่งยืน คือ การสร้างสมดุลระหว่าง 3 มิติของการพัฒนา ได้แก่

- มิติที่ 1 การพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืนซึ่งเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจให้เจริญเติบโตอย่างมีคุณภาพ กระจายรายได้ให้เอื้อประโยชน์ต่อคนส่วนใหญ่ในสังคมโดยเฉพาะคนที่มีรายได้น้อย
- มิติที่ 2 การพัฒนาสังคมที่ยั่งยืนซึ่งเป็นการพัฒนาคนให้มีความรู้ มีสมรรถนะและมีผลิตภาพสูงขึ้น ส่งเสริมให้เกิดสังคมที่มีคุณภาพและเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้
- มิติที่ 3 การพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนซึ่งเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในปริมาณที่ระบบนิเวศสามารถฟื้นตัวกลับสู่สภาพเดิมได้ มีการปล่อยมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมในระดับที่ระบบนิเวศสามารถดูดซับและทำลายมลพิษนั้นได้ โดยให้สามารถผลิตมาทดแทนทรัพยากรประเภทที่ใช้แล้วหมดไปได้ ซึ่งการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทยนั้นเน้นการดำเนินงานเพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2560-2579) เพื่อให้ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้วด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และโมเดลเศรษฐกิจประเทศไทย 4.0 ที่เน้นการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศด้วยการพัฒนาจากหลายภาคส่วน (สำนักความร่วมมือด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ, 2560)

เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (The Sustainable Development Goals (SDGs) เป็นกรอบทิศทางการพัฒนาของโลกภายหลังปี พ.ศ. 2558 ที่องค์การสหประชาชาติกำหนดขึ้น เพื่อให้ประเทศต่างๆ นำไปปฏิบัติให้บรรลุผลสำเร็จ เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ในช่วงระยะเวลา 15 ปี (พ.ศ.2558-2573) ประกอบไปด้วย 17 เป้าหมาย ซึ่งเป้าหมายที่ 13 ได้มีการกำหนดให้มีการดำเนินการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยประเทศไทยเป็นหนึ่งใน

ประเทศที่ได้ลงนามร่วมกับภาคีสมาชิกในการรับรองฉันทามติเป้าหมายการพัฒนา และนำไปเชื่อมโยงกับการจัดทำยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (อันเรื้อน เล็กน้อย, 2560)

ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี เป็นแผนการพัฒนาประเทศที่กำหนดกรอบและแนวทางการพัฒนาเพื่อให้บรรลุวิสัยทัศน์ของประเทศไทยที่มีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจ ในช่วงระยะเวลา 20 ปี (พ.ศ.2560-2579) ซึ่งกำหนดกรอบการพัฒนาในด้านที่ 5 คือ ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยมีการกำหนดการพัฒนาและการใช้พลังงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศและเมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การร่วมลดปัญหาโลกร้อนและปรับตัวให้พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (ปรเมธี วิมลศิริ, 2559)

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ได้กำหนดยุทธศาสตร์การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนไว้ในยุทธศาสตร์ที่ 4 ซึ่งมีเป้าหมายการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับชุมชนคาร์บอนต่ำในเรื่องการเพิ่มศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการดำเนินการสร้างความรู้ ความเข้าใจ ความตระหนัก และการมีส่วนร่วมของประชาชน และภาคส่วนต่างๆ ในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สนับสนุนการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบและความเสี่ยงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เสริมสร้างศักยภาพบุคลากรและหน่วยงานในระดับต่างๆ ทั้งส่วนกลาง และท้องถิ่น รวมทั้งชุมชนให้มีความรู้ ความสามารถในการรับมือกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ปล่อยคาร์บอนต่ำและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม พัฒนาหลักสูตรสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ระดับปฐมวัยควบคู่กับหลักสูตรเศรษฐกิจพอเพียงและบรรจุไว้ในระบบการศึกษาภาคบังคับ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560)

แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558 – 2593 โดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นผู้จัดทำเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการลดก๊าซเรือนกระจก ผลักดันการจัดทำแผนดำเนินงานอย่างเหมาะสมมีประสิทธิภาพในทุกภาคส่วนและทุกระดับ ส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืนของประเทศไทย และส่งเสริมให้ไทยเป็นสังคมคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Society) ภายใต้บริบทการพัฒนาประเทศแบบเศรษฐกิจพอเพียงโดยกำหนดเป็น 3 ยุทธศาสตร์ คือ การปรับตัว (Adaptation) เพื่อรับมือผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Mitigation) และเพิ่มแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจก และการเสริมสร้างขีดความสามารถของประเทศเพื่อจัดการความเสี่ยงจากผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558)

## 2.2 ตัวอย่างกิจกรรมสังคมคาร์บอนต่ำในประเทศไทยและต่างประเทศ

ในประเทศไทย มีโครงการเทศบาลคาร์บอนต่ำภายใต้โครงการเทศบาลไทยมุ่งสู่เมืองคาร์บอนต่ำเพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว 84 พรรษา ซึ่งเมืองคาร์บอนต่ำในบริบทนี้ หมายถึง เมืองที่มีการดำเนินการใดๆ เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศให้น้อยที่สุด อาจเป็นการริเริ่มโครงการพัฒนาใหม่ หรือเป็นการต่อยอดโครงการเดิม ภายใต้กรอบยุทธศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่

1) เมืองแห่งต้นไม้คือ เมืองนั้นต้องเป็น “พื้นที่สีเขียวยั่งยืน” หมายถึง พื้นที่ที่ปกคลุมด้วยไม้ยืนต้น และพืชพรรณที่หลากหลาย มีการดูแลรักษาให้สมบูรณ์ ร่มรื่น สามารถคงอยู่ได้อย่างยั่งยืน เพื่อเอื้อต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศที่พึ่งประสงค์

2) เมืองไร้มลพิษคือ การที่เทศบาลมีความพยายามดำเนินการใดๆ เพื่อลดการปล่อยมลพิษจากกิจกรรมของเมืองให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้เพราะยิ่งเทศบาลลดการสร้างขยะและน้ำเสีย หรือนำกากขี้เถ้ามาใช้ประโยชน์มากเท่าใด จะยิ่งลดการปล่อยมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศมากเท่านั้น

3) เมืองพิชิตพลังงานคือ การที่เทศบาลส่งเสริมคนในเขตเทศบาล ลดการใช้พลังงาน โดยการประหยัดไฟฟ้าและน้ำมัน รวมถึงรณรงค์ให้ใช้พลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทนด้วย

4) เมืองที่มีการบริโภคอย่างยั่งยืนคือ การที่เทศบาลส่งเสริมให้นาหลักเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในการบริโภค คือ การบริโภคอย่างพอเพียงไม่มากเกินไป มีเหตุมีผลในการบริโภค และส่งเสริมการเลือกบริโภคสินค้าและบริการที่มีกระบวนการผลิต การขนส่ง และการกำจัดหลังการบริโภคที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด (โครงการเทศบาลคาร์บอนต่ำภายใต้โครงการเทศบาลไทยมุ่งสู่เมืองคาร์บอนต่ำเพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่ 84 พรรษา, 2555)

นอกจากนี้ยังมีโครงการสร้าง 15 ต้นแบบ เมืองคาร์บอนต่ำ เมืองจักรยาน เมืองเรียนรู้สู่ภัยพิบัติ สู่เมืองน่าอยู่อย่างยั่งยืน เป็นโครงการที่มุ่งเน้นพัฒนาเมืองต้นแบบที่มีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงอย่างมีประสิทธิภาพและรูปธรรม ส่งเสริมการใช้จักรยาน และมีความพร้อมในการรับมือกับภัยพิบัติและปรับตัวให้เข้าสู่ภาวะปกติได้อย่างรวดเร็ว และโครงการเมืองสิ่งแวดล้อมยั่งยืนเป็นโครงการที่มุ่งพัฒนาเทศบาลไปสู่ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมจนบรรลุผลสำเร็จและสามารถเป็นแบบอย่างที่ดี โดยกำหนดเป็นกรอบแนวคิด 4 ด้าน คือ เมืองอยู่ดี คนมีสุข สิ่งแวดล้อมยั่งยืน เทศบาลแห่งการเรียนรู้ และการบริหารจัดการที่ดี

ในต่างประเทศ มีการศึกษาชุมชนสีเขียว (Green Community) และชุมชนคาร์บอนต่ำ (Low carbon Community) ทั้งในรูปแบบการวิจัยและการพัฒนาเมืองสู่วิถีการบริโภคที่ยั่งยืน ตัวอย่างเช่น

- ประเทศญี่ปุ่นได้มีการกำหนดมาตรการต่างๆ เพื่อกระตุ้นให้ทุกภาคส่วนภายในประเทศทั้งภาคเอกชนและครัวเรือน ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกลง ซึ่งเป็นนโยบายการลดก๊าซเรือนกระจกแบบสมัครใจตามแนวคิดสังคมคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Society) ดังนี้

(1) Carbon Minimization : ทุกภาคส่วนในสังคมควรร่วมลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับที่ธรรมชาติสามารถดูดซับได้ โดยการสร้างระบบของสังคมเพื่อให้ทุกภาคส่วนสามารถตัดสินใจและเลือกที่จะลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่ว่าจะเป็นการออกกฎหมาย มาตรการ หรือกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อมของภาครัฐ เป็นต้น

(2) Simpler life style : การส่งเสริมให้ผู้คนในสังคมเห็นคุณค่าของการปรับเปลี่ยนการบริโภคที่ฟุ่มเฟือยเกินความจำเป็นไปสู่รูปแบบการใช้ชีวิตที่เรียบง่ายแต่มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ซึ่งจะช่วยสร้างชีวิตครอบครัวที่มีความสุขและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและสร้างรายได้และโอกาสในชีวิตที่ดีขึ้น

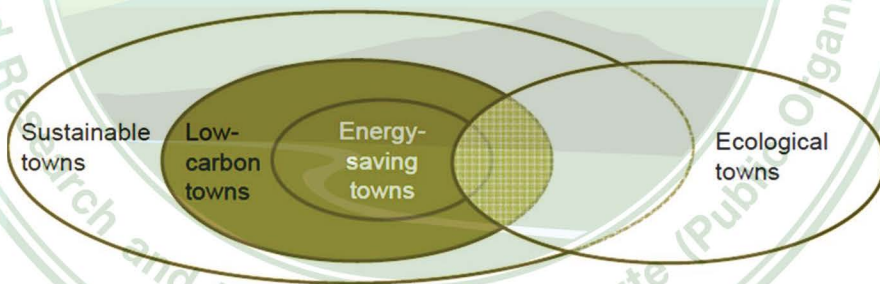
(3) Coexistence with Nature : ได้แก่การที่มนุษย์ตระหนักถึงความเป็นส่วนหนึ่งของสังคมและร่วมรับผิดชอบดูแลระบบนิเวศที่ตนอาศัยอยู่ ซึ่งเป็นกระบวนการปรับตัวเข้าหาธรรมชาติเพื่อรองรับกับสภาพการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ และลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (โชติชัย สุวรรณภรณ์, 2555)

- สหภาพยุโรปกำหนดแผนที่นำทางไปสู่เศรษฐกิจคาร์บอนต่ำภายในปี 2050 (Roadmap for moving to a low-carbon economy in 2050) เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้ร้อยละ 80 จากระดับที่ปล่อยในปี ค.ศ. 1990 และปรับเปลี่ยนไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำ โดยสหภาพยุโรปเห็นว่าประชาชนจะต้องปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตด้วยการอยู่และทำงานในอาคารที่ใช้พลังงานและปล่อยคาร์บอนต่ำ รวมถึงส่งเสริมการเดินทางด้วยรถยนต์ไฟฟ้าหรือไฮบริด ทั้งนี้ปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ช่วยประหยัดพลังงานและลดการปล่อยคาร์บอนอยู่บ้างแล้ว แต่จำเป็นต้องพัฒนาให้ดีขึ้น นอกจากนี้ประชาชนจะต้องช่วยกันลดการใช้ทรัพยากร ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซ

ธรรมชาติ วัตถุดิบ ทรัพยากรดินและน้ำ ควบคู่ไปกับการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเพิ่มการลงทุนในการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนให้มากขึ้น (สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2557)

- ประเทศจีน เป็นประเทศที่ประสบกับมลภาวะอากาศเป็นพิษค่อนข้างมาก โดยเฉพาะเมืองใหญ่ๆ จึงตื่นตัวในการศึกษาและรณรงค์แก้ไขปัญหามลภาวะแวดล้อมดังกล่าว Sun Yang (2016) ฝ่ายความร่วมมือระหว่างประเทศ คณะกรรมการการบริหารพลังงานแห่งชาติ (National Energy Administration) ประเทศจีน ได้กล่าวว่า จีนเป็นประเทศกำลังพัฒนาประเทศแรกที่กำหนดและดำเนินการตามแผนแห่งชาติเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเป็นประเทศที่ดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างเข้มแข็งที่สุดด้วยการใช้แหล่งพลังงานใหม่และแหล่งพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำในประเทศจีนถูกกำหนดให้อยู่ในกรอบพื้นฐานการพัฒนาอย่างยั่งยืน เน้นทุกระดับของเมืองครอบคลุมกระบวนการผลิต การดำรงชีวิต การขนส่ง และการพัฒนา สภาพแวดล้อมด้านสังคมและทรัพยากรอย่างยั่งยืนเพื่อผลสำเร็จของการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ประกอบด้วยมิติต่างๆ ดังนี้

- มิติด้านการผลิต : ความยั่งยืน เศรษฐกิจคาร์บอนต่ำและการขนส่งอย่างยั่งยืนแบบคาร์บอนต่ำ
- มิติด้านการดำรงชีวิต : สภาพแวดล้อมของที่อยู่อาศัย การดำรงชีวิตที่ดี สิ่งก่อสร้างและสิ่งอำนวยความสะดวกแบบคาร์บอนต่ำ
- มิติด้านสังคม : การมีส่วนร่วมของประชาชน ความยุติธรรมทางสังคม มรดกทางวัฒนธรรม และภูมิปัญญาค่านิยม และรูปแบบการดำเนินชีวิตแบบคาร์บอนต่ำ
- มิติด้านทรัพยากรธรรมชาติ : การใช้ที่ดินให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพสูงสุด พร้อมทั้งลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ
- มิติด้านสิ่งแวดล้อมระบบนิเวศ : การลดปริมาณการปล่อยมลพิษและของเสียระดับต่ำ ระบบนิเวศยั่งยืน



ความสัมพันธ์ระหว่างเมืองคาร์บอนต่ำ เมืองยั่งยืน เมืองประหยัดพลังงาน และเมืองรักษาสิ่งแวดล้อม  
ที่มา: W. Chen, Y. Lu. The Framework, Pathway and Vision of Low-carbon City development : An Example of Shanghai. Beijing, Science Press. 2010: p 93.

- ประเทศเนเธอร์แลนด์ ใช้หลักการพัฒนาของสหภาพยุโรป โดยได้รับการสนับสนุนการสาธิตที่อยู่อาศัยพลังงานต่ำมีการจัดระเบียบการพัฒนาให้มีความหลากหลายของเทคโนโลยี และการออกแบบที่อยู่อาศัยตามระบบนิเวศที่แตกต่างกันของแต่ละพื้นที่ เช่น การใช้น้ำฝน พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น มีกลยุทธ์การออกแบบการประหยัดพลังงานทางเลือก และลดปริมาณการใช้น้ำ รวมถึงการเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง ซึ่งทั้งหมดเน้นความสำคัญของการออกแบบที่ “ลดความต้องการด้านพลังงาน” (The American Institute of Architects, 2011)

- ประเทศสหรัฐอเมริกา จากข้อมูลภาคพลังงานของประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า การก่อสร้างเป็นกิจกรรมส่วนที่ใหญ่ที่สุดในการปลดปล่อยคาร์บอนทั่วโลก ในขณะที่ระยะยาวภาคการขนส่งจะเป็นสาเหตุสำคัญซึ่งทั้งหมดเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้นการวางแผนและการออกแบบเมืองที่ดีตามความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ เช่น ความสะดวกสบายของที่พักอาศัย ความคล่องตัว บริการ ความสัมพันธ์ทางสังคม จึงเป็นวิธีสำคัญในการลดคาร์บอนโดยเฉพาะกิจกรรมจากภาคธุรกิจ ที่อยู่อาศัย และขนส่ง ในขณะที่เดียวกันควรลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล ทั้งนี้บางชุมชนมีการพัฒนากลยุทธ์ให้เข้าสู่ชุมชนคาร์บอนต่ำ อย่างไรก็ตามในอนาคตกลยุทธ์ที่น่าจะยอมรับกันอย่างกว้างขวาง คือ การออกแบบเมืองที่เริ่มต้นด้วยการลดความต้องการด้านพลังงาน จากนั้นจึงพัฒนาเป็นเมืองที่มีการจัดการทรัพยากรแบบหมุนเวียนอย่างมีประสิทธิภาพ (The American Institute of Architects, 2011)

- เมืองบิโอบ ประเทศสเปน เน้นการใช้ประโยชน์จากหลุมฝังกลบขยะขนาดใหญ่ของเมือง โดยได้ลงทุนศึกษาวิจัยตั้งแต่ปี 2527- 2531 พบว่า วิธีที่ดีที่สุด คือ การผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ (ก๊าซมีเทน) ที่เกิดจากบ่อขยะ ด้วยเหตุนี้เทศบาลเมืองบิโอบจึงก่อตั้งบริษัทผลิตไฟฟ้าดังกล่าวขึ้นมา ทั้งนี้ได้ร่วมมือจากองค์การพลังงานในพื้นที่และได้รับการสนับสนุนด้านการเงินจากสหภาพยุโรป กระทรวงพลังงานสเปนและรัฐบาลท้องถิ่น รวมมูลค่าการลงทุนทั้งสิ้น 961,500 ยูโร ซึ่งปัจจุบันสามารถสร้างรายได้จากการขายกระแสไฟฟ้าประมาณปีละ 300,480 ยูโร ขณะที่ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน บำรุงรักษาและประกันภัยเพียง 60,100 ยูโร เท่านั้น

- เมืองแวกซ์โจ ประเทศสวีเดน ดำเนินการด้านพลังงาน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 หลักวิถีดำนำนโลก ด้วยการผลิตกระแสไฟฟ้าชีวมวล (เศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร) แทนการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันอย่างจริงจัง และประสบความสำเร็จจนได้รับรางวัล "เมืองที่มีการใช้พลังงานอย่างยั่งยืน" จากสหภาพยุโรป ปีพ.ศ. 2549 ปัจจุบันเมืองแวกซ์โจกำลังพัฒนาไปสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำอย่างมีเป้าหมายชัดเจน โดยประกาศนโยบายที่น่าสนใจหลายประการ รวมถึงการปรับเปลี่ยนร้อยละ 30 ของพื้นที่เกษตรในเขตเมืองให้เป็น "เกษตรอินทรีย์" การทำให้ชาวเมืองลดการใช้ไฟฟ้าลงร้อยละ 20 หรือเพิ่มการใช้จักรยานในเมืองอีกร้อยละ 20 ภายในปี พ.ศ. 2557 นอกจากนี้ยังมีการริเริ่มโครงการรณรงค์ "บันได 8 ขั้น เพื่อเปลี่ยนชีวิตท่านสู่วิถียั่งยืน" เน้นคนในเมืองปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตประจำวันให้ปล่อยคาร์บอนน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งการใช้หลอดไฟประหยัดพลังงาน ถอดปลั๊กอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกครั้งที่ไม่ใช้งาน ใช้เครื่องทำความร้อนพลังงานหมุนเวียน สร้างบ้านที่มีฉนวนกันความร้อน สร้างแท็งก์กักเก็บน้ำหรือใช้จักรยานแทนรถยนต์ เป็นต้น

- เมืองบรัสเซล ประเทศเบลเยียม เน้นการพัฒนาเมืองให้มี "วิถีการบริโภคที่ยั่งยืน" โดยสถาบันสิ่งแวดล้อมแห่งบรัสเซล กิจกรรมที่ดำเนินการ อาทิเช่น การส่งเสริมให้เกิดร้านขายของมือสองอย่างกว้างขวาง รวมทั้งร้านให้เช่า และบริการซ่อมแซมสิ่งของ มีการส่งเสริมให้ชาวเมืองบริโภคอาหารที่มาจากแหล่งผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการสร้างโรงอาหารที่ให้บริการอาหารดังกล่าวทั้งในและนอกโรงเรียน ร้านอาหารหรือร้านขายอาหารทั่วไป นอกจากนี้ชาวเมืองที่มีที่ดินเป็นของตนเองจะได้รับการสนับสนุนให้ปลูกพืชผักสวนครัวแบบปลอดสารพิษ เพื่อนำมาบริโภคในครัวเรือนและแลกเปลี่ยนในระหว่างเพื่อนบ้าน ปัจจุบันโรงอาหารในเมืองบรัสเซลส์มีการทำอาหาร "วิถียั่งยืน" วันละ 60,000 ชุด และในเมืองมีกลุ่มสวนครัวอินทรีย์กว่า 104 แห่ง และมีกลุ่มจัดซื้อ 40 กลุ่ม ที่สนับสนุนเกษตรกรรายย่อยในเมืองด้วย (สำนักงานโครงการฯ โรงเรียนข้าราชการส่วนท้องถิ่น สมาคมสันนิบาตเทศบาลแห่งประเทศไทย, 2555)

- ประเทศอังกฤษ มีจุดมุ่งหมายที่จะใช้เฉพาะพลังงานจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และพลังงานจากเชื้อเพลิงจากของเสีย ต้นไม้ พืชพลังงานและมีการกำหนดเป้าหมายของลดการใช้พลังงาน และปริมาณการใช้น้ำ (The American Institute of Architects, 2015)

- ประเทศอิตาลี มีกระบวนการจัดซื้อที่พิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์และผู้ผลิตบนพื้นฐานการเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยการกำหนดเกณฑ์ทางด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างกลุ่มผู้ค้าและผู้ผลิต นำไปสู่การใช้ผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการขนส่ง มีสินค้า การค้าที่เป็นธรรม (Eamon O'Hara, 2013)

- ประเทศฝรั่งเศส ให้ความสำคัญกับการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ มุ่งทำการเกษตรแบบยั่งยืนและสร้างเครือข่ายประชาชน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เลิกใช้พลังงานจากนิวเคลียร์ และฟอสซิล เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ส่งเสริมให้มีการประหยัดพลังงาน ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเลือกใช้พลังงานทดแทน (Eamon O'Hara, 2013)

- ประเทศเยอรมนี เป็นผู้นำด้านชุมชนพลังงาน โดย 65% ของพลังงานทดแทนที่ผลิตเป็นพลังงานที่ชุมชนดำเนินการเอง ด้วยเหตุนี้จึงมีสหกรณ์พลังงานมากกว่า 600 แห่ง ซึ่งในช่วง ปี พ.ศ. 2000-2010 มีจำนวนเพิ่มขึ้นถึง 10 เท่า ตามโครงสร้างหลักกฎหมาย ประเทศเยอรมนีสามารถเพิ่มส่วนแบ่งรวมของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนได้ 3% ถึง 25% และมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนเพิ่มขึ้นจาก 5,000 เมกะวัตต์ (ปี ค.ศ.1990) เป็น 55,700 เมกะวัตต์ (ปี ค.ศ. 2010) (Eamon O'Hara, 2013)

## 2.3 ผลการดำเนินงานโครงการวิจัย ระยะที่ 1

เป็นโครงการความร่วมมือในปีงบประมาณ พ.ศ.2559-2561 ระหว่างมูลนิธิโครงการหลวงมหาวิทยาลัยมหิดล และ สวพส. รวมทั้งหน่วยงานสนับสนุนทั้งจากส่วนกลางและท้องถิ่น โดยโครงการได้ศึกษาและยกระดับการพัฒนาชุมชนโครงการหลวงเพื่อให้เป็น “ชุมชนคาร์บอนต่ำและยั่งยืน” ระดับชุมชนในชนบทบนพื้นที่สูงภูเขา ซึ่งตั้งอยู่ห่างไกลจากตัวเมือง ประชากรเป็นชนเผ่าหรือชาติพันธุ์ต่างๆ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม พืชพืชไร่พืชไร่ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กิจกรรมวิจัย ประกอบด้วย

- 1) ศึกษาและกำหนดเกณฑ์การประเมินและตัวชี้วัดการพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูงคาร์บอนต่ำและยั่งยืน
- 2) สำรวจพื้นที่และประเมินระดับการพัฒนาของชุมชน 12 แห่ง ก่อนเข้าร่วมโครงการ (ผลเบื้องต้น)
- 3) จัดทำแผนปฏิบัติงานร่วมกับชุมชนและหน่วยงานสนับสนุนเพื่อยกระดับการพัฒนาชุมชนให้เป็น

ชุมชนคาร์บอนต่ำและยั่งยืน

- 4) ดำเนินการตามแผนปฏิบัติงานร่วมกับชุมชนและหน่วยงานสนับสนุน
- 5) ติดตามและให้คำแนะนำการดำเนินงาน โดยคณะนักวิจัยหรือผู้เชี่ยวชาญ
- 6) ประเมินผลการพัฒนาภายในชุมชน และแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะชุมชน
- 7) เตรียมความพร้อมของชุมชนเพื่อเข้ารับการตรวจประเมินผลการพัฒนา

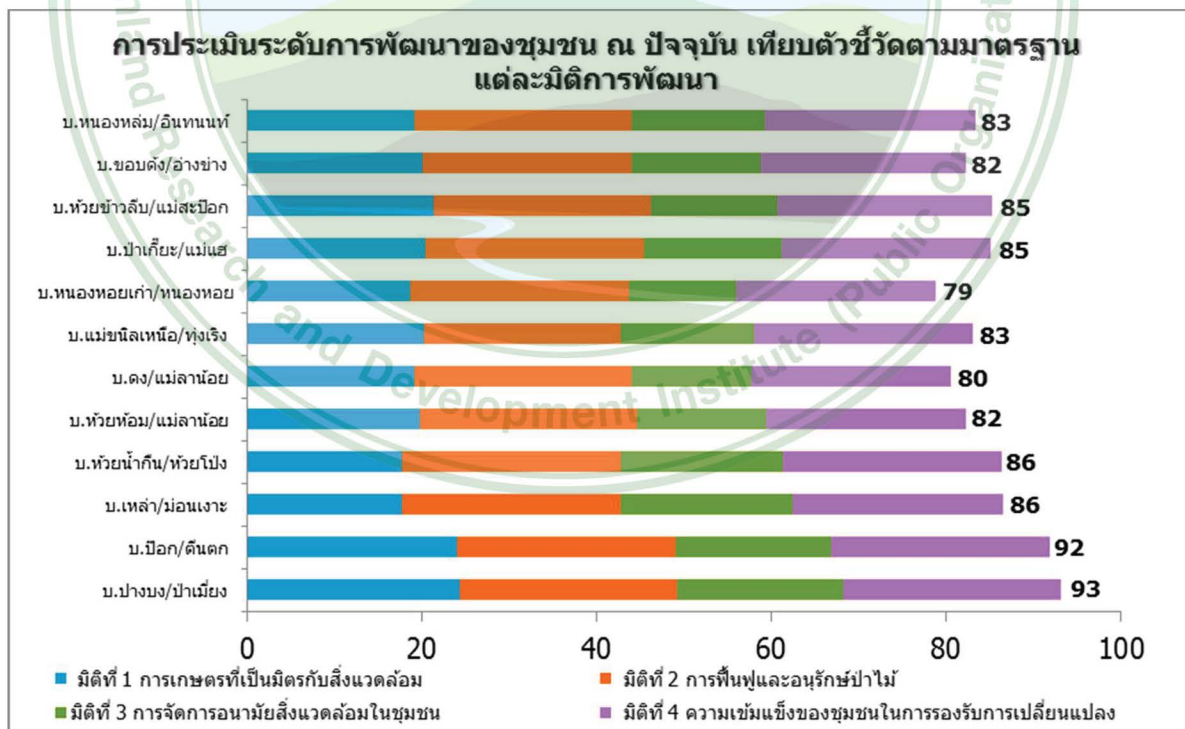
ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1) ผลการสำรวจชุมชนเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่ากรอบการพัฒนาที่เหมาะสมกับชุมชนชนบทบนพื้นที่สูงภูเขา ตั้งอยู่ห่างไกลจากตัวเมือง ประชากรเป็นชนเผ่าหรือชาติพันธุ์ต่างๆ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม พืชพืชไร่พืชไร่ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ควรประกอบด้วยส่งเสริมระบบการเกษตรที่มีกระบวนการปฏิบัติงานตามมาตรฐานอาหารปลอดภัย การฟื้นฟูป่าชาวบ้านและอนุรักษ์ป่าต้นน้ำลำธาร การฟื้นฟูและใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน การจัดการและควบคุมสิ่งแวดล้อมในชุมชนอย่างเหมาะสม ได้แก่ ความสะอาด ของเสีย และการประหยัดพลังงาน และการเสริมสร้างองค์กรชุมชนให้มีความเป็นอยู่ที่ดี สามารถพึ่งพาตนเองและเกิดความยั่งยืน

2) คณะกรรมการฯ นักวิจัย ชุมชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ร่วมกันยกร่างและปรับปรุงเกณฑ์การประเมินและตัวชี้วัดการพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูงคาร์บอนต่ำและยั่งยืนจนมีความชัดเจนและครอบคลุมกับ

กิจกรรมการดำรงชีวิตของชุมชน ประกอบด้วย การพัฒนา 4 ด้าน ได้แก่ (1) การเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (2) การฟื้นฟูและอนุรักษ์ป่าไม้ (3) การจัดการสิ่งแวดล้อมในชุมชน และ (4) ความเข้มแข็งของชุมชนในการรองรับการเปลี่ยนแปลง แบ่งเป็นเกณฑ์การประเมิน 19 ข้อ 32 ตัวชี้วัด

3) ร่วมกับชุมชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งส่วนกลางและท้องถิ่น ในการกำหนดแผนกิจกรรมและดำเนินการภายใต้การพัฒนา 4 ด้าน แบ่งเป็น กิจกรรมที่ชุมชนดำเนินการเอง และกิจกรรมที่ชุมชนดำเนินการร่วมกับหน่วยงาน เน้นกระตุ้นให้ชุมชนทำกิจกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือเก็บกักก๊าซเรือนกระจกไม่ให้ปล่อยออกสู่บรรยากาศ เช่น การปลูกข้าวหน้าน้ำน้อย การให้น้ำในระบบน้ำหยด การดูแลรักษาป่าต้นน้ำ และปลูกไม้ใช้สอยบริเวณบ้านหรือพื้นที่สาธารณะ การขยายพันธุ์พืชท้องถิ่น พืชหายาก เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของพรรณพืชในป่า การทำความสะอาดครัวเรือนและชุมชน การปรับปรุงระบบการจัดการของเสีย โดยเฉพาะขยะมูลฝอย น้ำทิ้งจากครัวเรือน และฟาร์มเลี้ยงสัตว์ การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิง ตลอดจนส่งเสริมกิจกรรมการน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาปฏิบัติในชีวิตประจำวัน การพัฒนาองค์กรชุมชนให้มีความเข้มแข็ง และการป้องกันการแพร่ระบาดของยาเสพติดเพื่อให้เกิดความยั่งยืนในการพัฒนาชุมชน ผลจากความร่วมมือของทุกภาคส่วนในระยะกว่า 2 ปี ทั้งนักวิจัยและนักพัฒนา ทำให้ชุมชนที่เข้าร่วมโครงการ 12 แห่ง มีระดับการพัฒนาดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ค่าคะแนนระดับการพัฒนาของชุมชน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2560-กันยายน 2561 เทียบเกณฑ์การประเมินและตัวชี้วัดการพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูงคาร์บอนต่ำและยั่งยืน (ประเมินตัวเอง) มีค่าคะแนนอยู่ในช่วง 79 ถึง 93 โดยชุมชนบ้านปางบง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง ได้คะแนนสูงสุดร้อยละ 93 รองลงมาคือบ้านป๊อก (ศูนย์ฯ ตีนตลก) ได้ร้อยละ 92 บ้านห้วยน้ำกั้น (ศูนย์ฯ ห้วยโป่ง) และบ้านเหล่า (ศูนย์ฯ ม่อนเงาะ) ได้คะแนนเท่ากัน คือ ร้อยละ 86 ส่วนชุมชนที่ได้คะแนนต่ำสุด ร้อยละ 79 คือ บ้านหนองหอยเก่า (ศูนย์ฯ หนองหอย) รายละเอียดแสดงดังภาพ



ทั้งนี้กิจกรรมที่ต้องเร่งดำเนินการเพื่อยกระดับการพัฒนาเป็นชุมชนคาร์บอนต่ำและยั่งยืน ได้แก่ ปรับปรุงฟาร์มปศุสัตว์ตามมาตรฐานการเลี้ยงสัตว์บนพื้นที่สูง ปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่มน้ำใช้ชุมชน ปรับปรุงกระบวนการจัดการขยะชุมชนให้ครบ 5 ขั้นตอนติดตั้งระบบบำบัดน้ำทิ้งจากครัวเรือนหรือฟาร์มปศุสัตว์ก่อนปล่อย และปรับปรุงการให้น้ำแบบประหยัดโดยติดตั้งระบบน้ำหยดหรือมินิสปริงเกลอร์ในแปลงปลูกพืช

4) ได้เตรียมความพร้อมของชุมชนเพื่อเข้ารับการตรวจประเมินผลการพัฒนา โดยจัดฝึกอบรมเจ้าหน้าที่และสอวัดผลความเข้าใจในการเตรียมความพร้อมการยื่นขอรับรองมาตรฐานการพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูงคาร์บอนต่ำและยั่งยืน รวมทั้งได้เตรียมบุคคลและหลักฐานประกอบสำหรับแสดงต่อคณะกรรมการตรวจประเมิน โดยร่วมกับชุมชนจัดตั้งกลุ่มขับเคลื่อนงานพัฒนาชุมชนคาร์บอนต่ำใน 4 มิติการพัฒนา พร้อมกันนี้ได้แบ่งหน้าที่ให้กับผู้เกี่ยวข้อง ดังนี้

- ชุมชน ทำหน้าที่นำเสนอผลการพัฒนาและให้ข้อมูลกับคณะกรรมการตรวจประเมิน รวมทั้งจัดเตรียมสถานที่ทำกิจกรรมตามตัวชี้วัดมาตรฐานการพัฒนาชุมชน
- ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของผลการประเมินระดับการพัฒนา (ประเมินตัวเอง) ระยะ 12 เดือน และจัดเตรียมเอกสารที่ใช้เป็นหลักฐานรวมทั้งร่วมจัดเตรียมสถานที่ทำกิจกรรมตามเกณฑ์ชี้วัดร่วมกับชุมชน
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูงทำหน้าที่เป็นฝ่ายเลขานุการ ประสานงานและอำนวยความสะดวกให้คณะกรรมการตรวจประเมิน และช่วยเตรียมหลักฐาน

## 2.4 ป่าไม้กับการพัฒนาชนบท

มนุษย์ดำรงชีวิตอยู่ได้โดยมีวิถีชีวิตที่ผูกพันกับธรรมชาติ ทั้งดิน น้ำ และป่าไม้ ชุมชนกับป่ามีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด โดยเฉพาะชุมชนท้องถิ่นที่พึ่งพาป่า ทั้งการหาของป่า ล่าสัตว์ และเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งที่เป็นเนื้อไม้และไม่ใช่เนื้อไม้ มาสร้างบ้านเรือนที่อยู่อาศัย สิ่งปลูกสร้าง ใช้เป็นอาหารและยาสมุนไพร ผู้คนในชุมชนจึงมีความรู้ความเข้าใจในระบบนิเวศของป่าที่อยู่ใกล้ชุมชนเป็นอย่างดี จนอาจเรียกว่า มนุษย์พัฒนาหรือมนุษย์นิเวศ และยอมรับว่าป่าชุมชนเป็น “ทุนทางธรรมชาติ” ที่สำคัญของสังคมท้องถิ่นและของชาติ (วิสุทธิ, 2550 อ้างโดย สมศักดิ์, 2550)

ยิ่งป่าไม้มีส่วนเกี่ยวข้องกับสังคมชนบทมากขึ้นเพียงใด ป่าไม้ก็จะยิ่งเผชิญกับอันตรายมากขึ้นเท่านั้น เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้ถูกทำลายเพิ่มขึ้นตลอดเวลาและเกิดขึ้นทั่วโลก โดยมีสาเหตุมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ความยากจนของพลเมืองในประเทศนั้น ความต้องการพื้นที่ทางการเกษตรและความต้องการอาหารที่มากขึ้น การเข้าถึงการศึกษาของประชากรที่ไม่ทั่วถึง และจากสาเหตุอื่น อีกนัยนี้ประชากรประกอบกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เป็นตัวเร่งให้มีการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น สิ่งเหล่านี้มักจะมีราคาสูงเมื่อเทียบกับราคาของพืชผลทางการเกษตร และเป็นวิสัยของมนุษย์ซึ่งย่อมต้องแสวงหาความสุขสบายให้แก่ตนเองและครอบครัว ผู้มีอาชีพทางการเกษตรจึงต้องทำงานหนักขึ้น โดยขยายเนื้อที่เพาะปลูกให้มากขึ้น เพื่อให้มีรายได้เพียงพอที่จะจ้บจ่ายใช้สอยและหาซื้อเครื่องบำรุงความสุขเหล่านั้นมาใช้ในชีวิตประจำวัน

ชุมชนบนพื้นที่สูงก็มีวิถีของการพัฒนาที่ไม่แตกต่างกัน โดยในอดีตเคยมีการใช้พื้นที่ทางการเกษตรในพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งอาจเป็นแบบการตัดโค่นต้นไม้ เพื่อทำการเกษตรแบบเลื่อนลอย แบบไร่หมุนเวียน เมื่อทรัพยากรป่าไม้เริ่มลดลงและเสื่อมโทรมมากขึ้น ดังนั้น รัฐจึงมีนโยบายที่ต้องการให้ชุมชนบนพื้นที่สูงมีที่ตั้งชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรมที่ถาวร ไม่มีการโยกย้ายอีก ชุมชนจึงเริ่มปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้พื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด มีการ

เรียนรู้และปรับความสัมพันธ์ไปสู่การมีส่วนร่วมและการพัฒนาที่ยั่งยืนระหว่างคนกับป่า โดยเฉพาะพื้นที่ป่าที่อยู่รอบชุมชนและที่เป็นป่าต้นน้ำ ทั้งในแง่ของการอนุรักษ์ ดูแลรักษาและฟื้นฟู เพื่อให้ป่าเหล่านั้นเป็นแหล่งพึ่งพิงและอำนวยความสะดวกให้กับชุมชนทั้งทางด้านการอุปโภคและบริโภคอย่างยั่งยืนต่อไป

การศึกษาค้นคว้านี้มีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาสังคมพืชและประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเบื้องต้นบริเวณป่าต้นน้ำของชุมชนบนพื้นที่สูง ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการใช้เป็นแนวทางสำหรับการอนุรักษ์ การวางแผนการจัดการ และการตอบสนองคุณของการให้บริการของระบบนิเวศป่าต้นน้ำของชุมชนบนพื้นที่สูงให้เหมาะสมต่อไป

ป่าไม้กับสังคมมนุษย์โดยเฉพาะที่อาศัยอยู่ในชุมชนนั้น เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและยากที่จะแยกจากกันได้ เพราะชุมชนได้ใช้เนื้อที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เพาะปลูกพืช เพื่อใช้เป็นอาหาร เป็นแหล่งหารายได้สำหรับครอบครัวและการดำรงชีวิต เช่น ใช้ผลผลิตจากป่า จำพวกหน่อไม้ เห็ด พืชอาหารต่างๆ สัตว์ป่า สัตว์น้ำตามลำห้วยลำธารเป็นอาหาร ใช้ส่วนต่างๆ ของต้นไม้เป็นแหล่งเชื้อเพลิง โดยใช้ทำฟืนหรือเผาถ่านเพื่อการหุงต้มในครัวเรือนหรือทำเป็นสินค้าสำหรับจำหน่ายหารายได้เพิ่ม ชุมชนได้ใช้ป่าไม้เป็นแหล่งสำหรับประกอบอาชีพ เช่น การเก็บหาของป่า เห็ด กล้วยไม้ ไม้ประดับจากป่า รวมทั้งเป็นแหล่งสำหรับหาวัตถุดิบเพื่อใช้ในการก่อสร้างและประกอบอุตสาหกรรมในครัวเรือน เช่น การแกะสลัก การประดิษฐ์สิ่งของที่ระลึก และอื่นๆ นอกจากนี้ ในอดีตยังใช้ป่าไม้สำหรับประกอบอาชีพโดยตรง เช่น อาชีพรับจ้างตัดไม้ รับจ้างขนส่งไม้ เป็นต้น (อำนาจ, 2525) แต่ปัจจุบันมีบางชุมชนได้ใช้พื้นที่ป่าไม้สำหรับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เพื่อสร้างรายได้ให้กับชุมชน และมีบางชุมชนที่อาศัยอยู่กับป่าอย่างยั่งยืน

#### ประเภทของป่าและปัจจัยที่ทำให้เกิดประเภทป่าในประเทศไทย

ประเทศไทยมีป่าประเภทต่างๆ ทั้งป่าที่ผลัดใบและป่าที่ไม่ผลัดใบ ความแตกต่างของชนิดป่าหรือความหลากหลายของระบบนิเวศป่าไม้ (forest ecosystem diversity) ถูกควบคุมโดยกระบวนการทางธรรมชาติ ซึ่งมีความผันแปรในด้านพันธุศาสตร์ (genetic variation) และความผันแปรในลักษณะสภาพทางภูมิศาสตร์ (geographic variation) เป็นตัวกำหนด ป่าไม้แต่ละประเภทประกอบด้วยชนิดสังคมพืชที่แตกต่างกัน มีการเจริญเติบโตและการดำรงคงอยู่ของสังคมพืชและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป ในระบบนิเวศป่าไม้นั้น การเจริญเติบโตและการดำรงคงอยู่ของสังคมพืช ซึ่งเป็นโครงสร้างส่วนที่มีชีวิต (biotic structure) จะถูกควบคุมโดยโครงสร้างส่วนที่ไม่มีชีวิต (abiotic structure) อันได้แก่ สภาพภูมิอากาศหรือลมฟ้าอากาศ (climate) ดิน (edaphic) ภูมิประเทศ (topography) และไฟ (fire) สิ่งเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นปัจจัยควบคุม (controlling factors) ทำให้เกิดป่าประเภทต่างๆ ขึ้นในประเทศไทย

ปัจจัยที่สำคัญที่สุด ได้แก่ สภาพภูมิอากาศหรือลมฟ้าอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยเกี่ยวกับปริมาณน้ำฝนที่ตกมาในแต่ละปี ฤดูกาลหรือช่วงระยะเวลาที่ฝนตก ความแตกต่างในเรื่องอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในท้องที่ต่างๆ ก็มีส่วนทำให้เกิดประเภทของป่าแตกต่างกันไป ปัจจัยต่อมา ได้แก่ ชนิดและคุณสมบัติของดิน ถ้าเป็นดินสีมาก มีความอุดมสมบูรณ์ เก็บความชุ่มชื้นไว้ได้ดี ก็อาจเป็นปัจจัยขัดเขย ทำให้ประเภทป่าที่ขึ้นอยู่เป็นป่าที่ไม่ผลัดใบ แตกต่างกันไปจากป่าที่ขึ้นอยู่บนดินที่แห้งแล้งไม่อุดมสมบูรณ์ ดินตื้น และไม่สามารถรักษาความชุ่มชื้นไว้ในฤดูแล้งได้ โดยเฉพาะในบริเวณที่มีการแบ่งแยกฤดูกาลออกเป็นฤดูฝนและฤดูแล้งที่ชัดเจน เช่น ในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพื้นที่เหล่านี้จะปกคลุมไปด้วยป่าที่ผลัดใบ เป็นต้น

ปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งได้แก่ สภาพภูมิประเทศ โดยเฉพาะระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลที่จะทำให้ประเภทป่าเปลี่ยนแปลงจากป่าที่ผลัดใบไปเป็นป่าประเภทที่ไม่ผลัดใบได้ ถึงแม้บริเวณนั้นจะมีฤดูฝนและฤดูแล้งที่ต่างกันอย่างชัดเจนก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิจะลดลงตามความสูงที่เพิ่มขึ้น ในบริเวณที่สูงอากาศจึง

หนาวเย็น มีความชื้นสูง ฝนตกชุก ดินมีความชุ่มชื้นมาก บริเวณนี้จึงปกคลุมไปด้วยป่าประเภทที่ไม่ผลัดใบ เช่น ป่าดิบเขาที่อยู่ตามยอดดอยทางภาคเหนือและบางแห่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นต้น บางบริเวณอาจมี สังคมพืชในแถบอบอุ่นหรือแถบหนาวขึ้นเป็นหย่อมเล็กๆ อย่างเช่น บนยอดดอยเชียงดาว ซึ่งอาจจำแนกเป็น สังคมพืชกึ่งอัลไพน์ (subalpine vegetation) (รัชชัย, 2528 อ้างโดย นิวัติ, 2548)

ปัจจัยที่สำคัญเกี่ยวข้องกับป่าไม้อีกอย่างหนึ่ง ได้แก่ ไฟป่า ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่มีส่วนทำให้ชนิด ป่าและสังคมพืชเปลี่ยนแปลงไปได้ โดยเฉพาะป่าผลัดใบที่มีเศษใบไม้ร่วงหล่นทับถมเป็นเชื้อเพลิงอยู่มาก และ เกิดไฟไหม้ป่าเป็นประจำทุกปี สังคมพืชในป่าประเภทนี้จำเป็นจะต้องปรับตัวให้เข้ากับไฟคือจะมีเปลือกหนา ระบบรากแข็งแรงทนไฟ สามารถรอดตายจากไฟไหม้ป่าได้ เช่น ป่าเต็งรัง จัดเป็นสังคมพืชที่อยู่คู่กับไฟเรียกว่า เป็น fire climax community ถ้าหากไฟไหม้เป็นเวลานานมากๆ ชนิดของสังคมพืชจะเปลี่ยนไป โดยป่าเต็ง รังก็อาจจะค่อยๆ เปลี่ยนไปเป็นป่าดงดิบแล้ง โดยเฉพาะบริเวณเขตเชื่อมต่อ (ecotone) ระหว่างป่าดงดิบแล้ง กับป่าเต็งรัง แต่ถ้าไฟไหม้เข้าไปในป่าดงดิบแล้งเป็นประจำ ป่าเต็งรังก็จะเข้าไปแทนที่ป่าดงดิบแล้งในระยะยาวได้ เช่นกัน

ในป่าเบญจพรรณที่มีต้นสัก ไฟป่าจะช่วยให้ต้นสักคงความเป็นไม้เด่น (dominant) ในป่าอยู่ได้ เนื่องจากต้นสักเป็นไม้ที่ต้องการแสงสว่างมาก (light demander) และมีเหง้า (stump) อยู่ใต้ดิน ใช้เป็นที่สะสม อาหาร เมื่อไฟไหม้ป่าทำให้ป่าโปร่ง มีแสงสว่างมากขึ้น จึงเป็นไปตามความต้องการของต้นสัก ขณะเดียวกันการ เกิดไฟไหม้บ่อยๆ ทำให้ไม้อื่นตาย และไม่สามารถเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนพ้นไฟได้ ไฟป่าจึงเป็นปัจจัยสำคัญ ช่วยให้ต้นสักสามารถยึดครองพื้นที่ และคงความเป็นไม้เด่นอยู่ได้ แต่ถ้าไม่มีไฟป่าช่วย ไม้อื่นๆ ก็จะเจริญเติบโต เกิดการแข่งขันเบียดบังต้นสักจะทำให้ประชากรของต้นสักลดลง เนื่องจากขาดแสงสว่างและมีคู่แข่งมากขึ้น ใน ระยะยาวต้นสักจะไม่สามารถครองความเป็นไม้เด่นไว้ได้ ป่าเบญจพรรณที่เคยมีต้นสักก็จะเปลี่ยนไปเป็นป่าชนิด ที่ไม่มีต้นสักได้ในที่สุด จะเห็นว่าอิทธิพลของไฟป่าก็มีส่วนทำให้เกิดชนิดป่าที่แตกต่างกันได้ (นิวัติ, 2548) ทำนองเดียวกันป่าสนเขา ก็มีปัจจัยในเรื่องของไฟป่ามาควบคุม โดยใบของต้นสนที่ร่วงหล่นลงมาทับถมกัน จะ เป็นเชื้อเพลิงที่ดี ทำให้พื้นที่ป่าสนมีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำซึ่งจะทำให้พืชพื้นล่างชนิดอื่นๆ ถูกไฟเผาไหม้เป็น ประจำและไม่สามารถที่จะเจริญเติบโตได้ จึงทำให้ต้นสนเป็นไม้เด่นในป่าชนิดนี้ต่อไป

#### การศึกษาลักษณะโครงสร้างของสังคมพืช

พันธุ์พืชที่ขึ้นอยู่กันเป็นกลุ่มก้อนนั้น เป็นเพราะพันธุ์พืชต่าง ๆ แต่ละต้นฝังรากติดแน่นกับดินเป็นส่วน ใหญ่ แล้วมีการสืบลูกหลาน โดยสร้างส่วนสืบพันธุ์อย่างมากมายให้กระจายออกไป อาจเป็นในรูปของการไพรย เมล็ด สปอร์ การแตกหน่อ ตา ราก หรือหัวชนิดต่างๆ ด้วยการสืบพันธุ์ตามหลักการนี้ จึงมักจะพบพันธุ์พืชชนิด เดียวกันขึ้นอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อน สามารถแยกออกเป็นหน่วยที่เด่นชัด อาจเรียกหน่วยเหล่านี้ว่า “สังคม (community)” (Tansley, 1939) ต่อมา Oosting (1956) ให้คำจำกัดความของคำว่า “สังคม (community)” ไว้ว่า หมายถึง กลุ่มของสิ่งมีชีวิต (living organism) ที่อาศัยอยู่ด้วยกันโดยมีความผูกพันต่อกัน และยังรวมถึง ความผูกพันระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยแวดล้อมด้วย อุทิส (2541) ได้อธิบาย “ลักษณะโครงสร้าง (structural characteristic)” ไว้ว่า ลักษณะโครงสร้างของพันธุ์พืชในท้องที่โดยทั่วๆ ไปแล้ว หมายถึงลักษณะที่เกี่ยวกับการ กระจายในพื้นที่ของมวลชีวภาพ โครงสร้างของสังคมพืชอาจมองได้เป็น 3 แนวด้วยกันคือ (1) โครงสร้างทางด้าน ตั้ง (vertical structure) หมายถึง การเรียงตัวของชนิดพืชที่แบ่งได้เป็นชั้น ตามความสูงเรียกว่า layer หรือ strata (2) โครงสร้างทางด้านราบ (horizontal structure) หมายถึงแบบแผนของการกระจายของไม้แต่ละต้น ในแต่ละชนิดพันธุ์หรือของไม้ทั้งหมดในสังคม (pattern) และ (3) ความมากมาย (abundance) ของแต่ละชนิด พันธุ์ เป็นค่าที่ได้จากการนับในเชิงปริมาณ เช่น ความหนาแน่น (density) หมายถึง จำนวนต้นต่อหน่วยเนื้อที่

ลักษณะการคลุมพื้นที่ (cover) หมายถึง พื้นที่ที่ถูกครอบคลุมด้วยพันธุ์ไม้ มวลชีวภาพ (biomass) หมายถึง เฉพาะมวลพืช (phytomass) คือ การวัดพันธุ์พืชในรูปของน้ำหนักแห้งของส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินหรือทั้งหมด และปริมาณทางพื้นที่หน้าตัด (basal area) ที่ระดับกำหนดโดยอาจคิดต่อหน่วยเนื้อที่

การศึกษาโครงสร้างของสังคมพืชโดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ลักษณะทางวิเคราะห์ (Analytic characteristics) และลักษณะรวมของสังคม (synthetic characteristics) (อิศรา, 2526; อุทิศ, 2541) “ลักษณะเพื่อการวิเคราะห์” หมายถึง ลักษณะเฉพาะอย่างเพื่อการวิเคราะห์สังคม และ “ลักษณะรวมของสังคม” หมายถึง ลักษณะที่วัดหรือแสดงออกถึงการกระทำร่วมกันในสังคมพืชแต่ละสังคม นอกจากนี้ ทั้ง 2 ลักษณะยังสามารถแยกย่อยออกได้เป็น ลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative characteristics) และลักษณะในเชิงคุณภาพ (qualitative characteristics) ลักษณะในเชิงปริมาณหมายถึง คุณลักษณะที่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้ เช่น ความหนาแน่นของประชากร (population density) การปกคลุม (cover) ฯลฯ ส่วนลักษณะในเชิงคุณภาพ หมายถึง คุณลักษณะของสังคมพืชที่เราไม่สามารถจะวัดออกมาเป็นค่าที่แน่นอนได้ มักจะบรรยายถึงในลักษณะนั้นๆ แต่ในบางครั้งสังคมพืชต่างๆ ที่ปรากฏต่อสายตานั้น ดูเหมือนว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่ถ้าเปรียบเทียบลักษณะในเชิงปริมาณแล้ว จะมองเห็นความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด (อุทิศ, 2541) ลักษณะในเชิงปริมาณที่นิยมใช้ในการศึกษาลักษณะโครงสร้างของสังคมพืช ได้แก่ ความหนาแน่น ความถี่ การปกคลุมพื้นที่ อาจเป็นการปกคลุมของเรือนยอดหรือพื้นที่หน้าตัดต่อหน่วยพื้นที่

ในการศึกษาสังคมพืช โดยเฉพาะลักษณะในเชิงปริมาณนั้น ทำได้โดยการวางแผนตัวอย่างที่มีรูปร่างและขนาดที่แน่นอน (plot method) หรือแบบที่มีขนาดไม่แน่นอน (plotless method) ก็ได้ (อิศรา, 2526) ในการศึกษาโดยการวางแผนตัวอย่างนั้น Oosting (1956) และ Clapham (1932) ได้สรุปว่ารูปร่างต่างๆ ของแปลงตัวอย่างที่ใช้หาความหนาแน่นของต้นไม้จะมีผลต่อความถูกต้องในการนับจำนวนต้นไม้ นั้น โดยแปลงตัวอย่างที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะมีประสิทธิภาพและถูกต้องแน่นอนมากกว่าแปลงตัวอย่างที่เป็นรูปวงกลมหรือรูปอื่นๆ เพราะโดยทั่วไปแล้ว พรรณพืชมักจะขึ้นอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหรือเป็นหมู่ (Greig, 1964) ซึ่งขนาดของแปลงตัวอย่างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ใช้ศึกษาสังคมพืชนั้นจะแตกต่างกันไปตามความหนาแน่นของพรรณพืช (โสภณ, 2551)

#### ค่าความหนาแน่น ความถี่ และความเด่น

จัดเป็นลักษณะเชิงปริมาณที่เป็นพื้นฐานในการวัดและเปรียบเทียบค่าเหล่านี้ไม่สามารถบอกถึงความ เป็นไปได้ของชนิดพันธุ์ไม้ในสังคมทุกด้านได้ นักนิเวศวิทยาทางสังคมพืชจึงได้คิดค้นลักษณะบางอย่างเพื่อ ประเมินการแสดงออกของชนิดพรรณไม้ในสังคมคือค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ (Importance Value index =IVI) ในสังคมพืช เป็นค่าการแสดงผลของไม้แต่ละชนิดในส่วนที่สัมพันธ์กับไม้ชนิดอื่นๆ ในสังคมนั้น ซึ่งพบว่าพรรณไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงย่อมแสดงว่ามีการแสดงออกในสังคมนั้นได้ดีกว่าไม้ที่มีค่าดัชนี ความสำคัญที่ต่ำกว่า

#### ความหนาแน่นของพรรณพืช

ความหนาแน่น (Density) คือจำนวนของพรรณพืชชนิดใดชนิดหนึ่งต่อหน่วยพื้นที่แห่งหนึ่งหรือต่อ หน่วยปริมาตร (อิศรา, 2526) ระยะห่างระหว่างต้นของหมู่ไม้นับเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถกำหนดความหนาแน่น ของหมู่ไม้ได้ โดยค่าของระยะห่างระหว่างต้นจะมีค่าตรงข้ามกับความหนาแน่นของหมู่ไม้คือถ้าระยะห่างระหว่าง ต้นของหมู่ไม้มากหมู่ไม้นั้นก็就会有ความหนาแน่นน้อย และถ้าระยะห่างระหว่างต้นของหมู่ไม้น้อยหมู่ไม้ก็จะมี ความหนาแน่นมาก นอกจากนี้พื้นที่หน้าตัดรวมของต้นไม้ก็อาจนำมาใช้อธิบายความหนาแน่นของหมู่ไม้ได้ เช่นกัน

### ความถี่ของพรรณพืช

ค่าความถี่ (Frequency) เป็นค่าที่บ่งชี้การกระจายของพรรณพืชแต่ละชนิดในพื้นที่นั้น (สมศักดิ์, 2520) ค่าความถี่แต่ละชนิดอาจหาได้จากการสุ่มตัวอย่างจากต้นไม้ โดยใช้แปลงตัวอย่างแล้วบันทึกพรรณไม้ชนิดต่างๆ ที่ขึ้นในแต่ละแปลงตัวอย่างนั้น ความถี่มีความสัมพันธ์กับจำนวนครั้งที่พบชนิดพืชในแปลงตัวอย่างขนาดเล็ก ซึ่งมีค่าความถี่เป็นวิธีการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณที่ดำเนินการได้อย่างรวดเร็วมากกว่าการนับจำนวนต้นไม้นั้นๆ หรือไม่แต่ละต้น หรือการปกคลุมซึ่งโดยทั่วไปแล้วค่าความถี่จะแสดงไว้ในรูปของเปอร์เซ็นต์ความถี่ (Glerson, 1920)

### ความเด่นของพรรณพืช

ความเด่นของพืช (Dominance) คือค่าที่แสดงให้เห็นว่าพืชชนิดนั้นมีอิทธิพลต่อสังคมพืชที่ขึ้นอยู่มากน้อยเพียงใด พรรณไม้ที่มีความเด่นมากเป็นพรรณไม้ที่มีอิทธิพลต่อพื้นที่นั้นมาก เช่น อิทธิพลในการบดบังแสงสว่างที่ส่องไปถึงพื้นดินอิทธิพลต่อสมบัติของดิน เป็นต้น ซึ่ง Shemwell (1971) กล่าวว่าความอุดมสมบูรณ์ของพันธุ์พืช (Abundance) นั้น สัมพันธ์กับองค์ประกอบของชนิดพรรณไม้และเป็นค่าประมาณจำนวนต้นของพืชชนิดหนึ่งๆต่อแปลงตัวอย่าง (Quadrate) ที่มีพืชชนิดนั้นปรากฏอยู่ซึ่งความเด่นของพืชนั้นสามารถบอกได้ในรูปแบบของการปกคลุม หมายถึง เนื้อที่ของพื้นดินที่ถูกปกคลุมโดยเรือนยอดหรือส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินของพืช มักจะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ของแปลงตัวอย่าง ซึ่งพื้นที่หน้าตัดเป็นค่าที่ชี้ถึงความเด่นของพรรณพืชได้ เพราะพื้นที่หน้าตัดย่อมสัมพันธ์กับขนาดของทรงพุ่มหรือเรือนยอด พรรณไม้ที่มีพื้นที่หน้าตัดมากก็จะมีค่าความเด่นมาก ซึ่งการวัดพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้จะวัดที่ความสูงเพียงอก นอกจากนี้แล้วค่าปริมาตรและน้ำหนักแห้งหรือมวลชีวภาพของพืชก็เป็นตัวชี้วัดความเด่นของพรรณไม้ได้เช่นกัน ซึ่งพรรณไม้เด่นก็คือพรรณไม้ที่มีมวลชีวภาพมากที่สุด

### ดัชนีความสำคัญ

ดัชนีความสำคัญ (Importance Value Index) เป็นผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ค่าความถี่สัมพัทธ์ และค่าความเด่นสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จทางนิเวศวิทยาของพรรณไม้ในการครอบครองพื้นที่นั้น พรรณไม้ใดที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงแสดงว่าพรรณไม้ชนิดนั้นเป็นพรรณไม้เด่นและมีความสำคัญในพื้นที่นั้น ซึ่งค่าดัชนีความสำคัญของชนิดพรรณไม้ชนิดหนึ่งๆจะมีค่าตั้งแต่ 3-300 % (สมศักดิ์, 2520) การวัดค่าของต้นไม้ที่สำคัญได้แก่ การวัดขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางและการวัดความสูงซึ่งความสูงของพรรณไม้จะขึ้นกับชนิดพันธุ์ พรรณไม้แต่ละชนิดมีขีดความสามารถในการเจริญเติบโตอย่างจำกัด เมื่อถึงช่วงอายุหนึ่งความสูงจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง และความสูงของต้นไม้ชนิดเดียวกัน เมื่ออยู่ต่างถิ่นกันก็มีขีดจำกัดด้านความสูงไม่เท่ากัน การเจริญเติบโตของทรงพุ่มหรือเรือนยอดก็เช่นกัน

### การศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บปริมาณคาร์บอนในต้นไม้

มวลชีวภาพของหมู่ไม้มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับปริมาณธาตุคาร์บอนที่สะสมในต้นไม้ ในสัดส่วนมวลชีวภาพ : ธาตุคาร์บอน = 1 : 0.5 (Brown and Lugo, 1982) ซึ่งป่าไม้มีบทบาทสำคัญที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับก๊าซ CO<sub>2</sub> ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมามากที่สุดคือประมาณร้อยละ 71 ของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยป่าไม้จะมีบทบาททั้งในการทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บ (sink) และแหล่งปลดปล่อย (source) ก๊าซ CO<sub>2</sub> การกักเก็บหรือดูดซับก๊าซ CO<sub>2</sub> จะผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยพืชทุกชนิดจะนำก๊าซ CO<sub>2</sub> มาใช้ในการปรุงอาหารแล้วเปลี่ยนสภาพเป็นเซลล์ูโลสและกลายเป็นมวลชีวภาพในที่สุด โดยถูกจัดเก็บในรูปของธาตุคาร์บอนในเนื้อไม้ ซึ่งถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการลดก๊าซ CO<sub>2</sub> ในอากาศ ในขณะที่เดียวกันก็จะปลดปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> เข้าสู่บรรยากาศผ่านกระบวนการหายใจ การตายและการย่อยสลายของ

เศษซากพืช ปัญหาส่วนหนึ่งที่ก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของก๊าซ CO<sub>2</sub> ในบรรยากาศ คือการลดลงของพื้นที่ป่าไม้นั้นเอง

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้มาเป็นพื้นที่เกษตรกรรมในอดีต ทำให้การกักเก็บธาตุคาร์บอนที่เคยมีอยู่เป็นจำนวนมากในรูปของเนื้อไม้ในพื้นที่ป่าถูกเผาไหม้หรือทำลายลงเป็นจำนวนมาก และการเตรียมพื้นที่เพื่อทำการเกษตรกรรม จำเป็นต้องมีการเผาพื้นที่ทุกปีเพื่อกำจัดวัชพืชหรือเศษไม้ จึงเป็นการเพิ่มปริมาณ CO<sub>2</sub> เข้าสู่บรรยากาศอีกทางหนึ่ง การปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าหรือการปลูกป่าในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม รวมถึงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เกษตรกรรมมาปลูกไม้ยืนต้นแบบเกษตรผสมผสานหรือระบบวนเกษตร ก็จะช่วยเพิ่มการสะสมธาตุคาร์บอน หรือช่วยชะลอการปลดปล่อย CO<sub>2</sub> สู่อากาศอีกทางหนึ่ง ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสมดุลของวัฏจักรคาร์บอน ที่จะส่งผลกระทบต่อระบบภูมิอากาศของโลกต่อไป

#### สมการแอลโลเมตริก (allometric equations)

การศึกษามวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าธรรมชาติเพื่อหาสมการแอลโลเมตริก (allometric equations) ที่เหมาะสม เพื่อใช้ประเมินผลผลิตของป่าแต่ละชนิดนับว่าเป็นงานที่มีความยุ่งยากและสลับซับซ้อน เพราะต้องใช้ทั้งเวลา กำลังคน อุปกรณ์ และงบประมาณค่อนข้างสูง เนื่องจากในการคัดเลือกไม้ตัวอย่างจำเป็นต้องใช้ต้นไม้เป็นจำนวนมาก เพื่อให้ครอบคลุมทั้งขนาดขึ้นความโตและชนิดของต้นไม้ในป่าแต่ละชนิด ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าป่าไม้ของประเทศไทยมีหลายประเภท แต่ละประเภทก็มีสังคมพืชหลักแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน เช่น สังคมพืชป่าดงดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าเต็งรัง เป็นต้น และในกลุ่มของสังคมพืชหลักดังกล่าว ยังประกอบด้วยกลุ่มสังคมย่อยที่มีชนิดพันธุ์ไม้เด่นที่แตกต่างกันออกไป เช่น สังคมพืชป่าดิบแล้งในประเทศไทย สามารถแบ่งกลุ่มย่อยออกเป็น 3 สังคม คือ สังคมเคี่ยมคะนอง สังคมตะเคียนหิน และสังคมยางแดง โดยพิจารณาจากชนิดพันธุ์ไม้เด่นและองค์ประกอบของหมู่ไม้ เป็นต้น (ชิงชัย, 2546)

การที่สังคมย่อยแต่ละสังคมมีความแตกต่างกันมาก ทั้งในเรื่องขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์และองค์ประกอบของหมู่ไม้ จึงไม่ควรใช้สมการแอลโลเมตริก (allometric equations) แทนซึ่งกันและกัน แต่เนื่องจากการศึกษามวลชีวภาพของป่าชนิดต่างๆ ในอดีตมีอยู่น้อย และในปัจจุบันการศึกษาทางด้านนี้ก็ดำเนินการต่อไปไม่ได้ เนื่องจากการศึกษาจำเป็นต้องตัดต้นไม้จำนวนมากและมีขนาดใหญ่ที่อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า จากข้อจำกัดต่างๆ ดังกล่าว จึงทำให้การศึกษาด้านมวลชีวภาพในป่าธรรมชาติของประเทศไทยขาดความต่อเนื่อง จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จำเป็นต้องอาศัยสมการแอลโลเมตริก (allometric equations) ที่ได้ดำเนินการศึกษามาแล้วไม่น้อยกว่า 40 ปี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการประเมินผลผลิตและมวลชีวภาพของป่าธรรมชาติต่างๆ ต่อไป

สมการแอลโลเมตริก (allometric equations) สำหรับใช้ในการคำนวณหามวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าธรรมชาติประเภทต่างๆ โดยใช้คำนวณจากข้อมูลต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก (Diameter at breast height: DBH) มากกว่า 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป และจำเป็นต้องทราบความสูงของต้นไม้ด้วย สมการดังกล่าวที่ใช้ในการคำนวณหามวลชีวภาพของหมู่ไม้ในป่าธรรมชาติประเภทต่างๆ แสดงในเอกสารคู่มือการประเมินมวลชีวภาพของหมู่ไม้ของชิงชัย (2546)

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สนธยาและนันทนา (2547) ศึกษาและประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของระบบนิเวศป่าเบญจพรรณในอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน พบว่าป่าเบญจพรรณปฐมภูมิมีปริมาณการเก็บกักคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่ากับ  $250.24 \pm 35.45$  ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ หรือประมาณ 40.04 ตันคาร์บอนต่อไร่

ณัฐลักษณ์ (2552) ศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ ลักษณะดินและการสะสมคาร์บอนในป่าชนิดต่างๆ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ โดยการศึกษาความหลากหลายมีป่า 5 ชนิด ได้แก่ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าสน และป่าดิบเขา โดยใช้แปลงสุ่มตัวอย่าง 45 แปลง ขนาด 40 x 40 ตารางเมตร จำนวน 10 แปลง เก็บข้อมูลพันธุ์ไม้ในแต่ละแปลงโดยวัดเส้นรอบวงลำต้นที่มีความสูง 1.3 เมตร จากพื้นดิน พบว่า จำนวนชนิดพันธุ์ไม้มีมากที่สุดในป่าดิบเขา ปานกลางในป่าสนและดิบแล้ง น้อยที่สุดในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ความหนาแน่นเฉลี่ยของพันธุ์ไม้ในป่าดิบเขามีค่ามากที่สุดคือ 548.8 ต้นต่อไร่ และมีไม้เด่นคือ ก่อเดือย ก่อหมาก ทะโล้ และก่อแป้น ส่วนป่าดิบแล้ง มีพันธุ์ไม้เด่น คือ ยางแดง และก่อพวง นอกจากนี้ยังมีไผ่ไร่และไผ่บงขึ้นปะปนอยู่บ้าง ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ มีค่าสูงสุดในป่าดิบแล้ง (6.13) รองลงมาคือ ป่าดิบเขา (6.10)

จิราภรณ์ และคณะ (2553) ศึกษาความหลากหลายและประเมินศักยภาพการสะสมคาร์บอนของพืชพรรณริมน้ำซึ่งติดกับบริเวณที่สร้างฝายชะลอน้ำ โดยการวางแผนศึกษาขนาด 20 x 50 ตารางเมตร ขนานกับลำธาร บริเวณที่มีฝายชะลอน้ำวางแผนทั้งหมด 8 แปลง และบริเวณที่ไม่มีฝายชะลอน้ำวางแผนทั้งหมด 5 แปลง ผลการศึกษาพบว่าบริเวณที่มีฝายชะลอน้ำพบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 445 ต้น 83 ชนิด ในจำนวนนี้สามารถระบุชนิดได้ 69 ชนิด จัดอยู่ใน 34 วงศ์ โดยตัวแดง มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) มากที่สุด คือร้อยละ 8.06 ของพันธุ์ไม้ทุกชนิดรวมกัน ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ของ Shannon-Wiener เท่ากับ 3.83 และค่าการสะสมของคาร์บอน เท่ากับ 498.1 ต้นคาร์บอนต่อเฮกแตร์ (79.70 ต้นคาร์บอนต่อไร่) ส่วนบริเวณที่ไม่มีฝายชะลอน้ำพบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 287 ต้น 50 ชนิด ในจำนวนนี้สามารถระบุชนิดได้ 40 ชนิด จัดอยู่ใน 22 วงศ์ โดยตะแบกเลือด มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) มากที่สุด คือร้อยละ 10.29 ของพันธุ์ไม้ทุกชนิดรวมกัน ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ของ Shannon-Wiener เท่ากับ 3.27 และค่าการสะสมคาร์บอน เท่ากับ 445.5 ต้นคาร์บอนต่อเฮกแตร์ (71.28 ต้นคาร์บอนต่อไร่) ต้นไม้ขนาดเล็ก (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกเท่ากับ 10-50 เซนติเมตร) ที่พบบริเวณที่มีฝายชะลอน้ำและบริเวณที่ไม่มีฝายชะลอน้ำ มีประมาณ 64 % และ 63 % ตามลำดับ ซึ่งในอนาคตหากไม่มีการตัดต้นไม้เหล่านี้ จะทำให้มีการสะสมคาร์บอนได้มากยิ่งขึ้น

ศิริพร (2557) ศึกษาสังคมพืชและการเก็บกักคาร์บอนในมวลชีวภาพเบื้องต้นของพื้นที่ 4 พื้นที่ บริเวณบ้านป่าสักงาม ตำบลหลวงเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ คือ แปลงป่าเบญจพรรณพื้นต่ำ แปลงเกษตร แปลงป่าเบญจพรรณพื้นฟู และป่าเบญจพรรณผสมเต็งรัง พบชนิดพันธุ์พืช 17, 6, 23 และ 63 ชนิด ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (Shannon-Wiener's Index) เท่ากับ 1.67, 1.68, 2.01 และ 3.47 ค่าความสม่ำเสมอของชนิดพันธุ์ที่พบเท่ากับ 0.589, 0.936, 0.669 และ 0.836 และการประเมินการเก็บกักคาร์บอนในมวลชีวภาพเบื้องต้น พบว่ามีค่าเท่ากับ 135.56, 15.70, 83.51 และ 89.36 ต้นต่อเฮกตาร์ หรือเท่ากับ 21.69, 2.51, 13.36 และ 14.30 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ

อินทพร (2559) ศึกษาการเก็บกักคาร์บอนในมวลชีวภาพเบื้องต้นของแปลงวนเกษตรของ ชุมชนคือบ้านป่าสักงาม ตำบลหลวงเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ พบชนิดพันธุ์ไม้ในแปลงวนเกษตรทั้งหมด 61 ชนิด 36 วงศ์ จำแนกได้ทั้งหมด 4 กลุ่มชั้นเรือนยอด ได้แก่ กลุ่มไม้เรือนยอดเด่น กลุ่มไม้เรือนยอดรอง กลุ่มไม้เรือนยอดไม้พุ่ม และกลุ่มพืชพื้นล่าง โดยแต่ละชั้นเรือนยอดมีบางชนิดที่พบซ้ำกันในจำนวนนี้พบไม้มรดกหรือไม้เพื่อการก่อสร้างจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb.) สัก (*Tectona grandis* Linn. f.) และแดง (*Xylocarpa Taub. var. Kerrii* Nielsen) จากการศึกษาค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ และค่าความสม่ำเสมอของชนิดพันธุ์ของแปลงย่อยขนาด 20x20 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลง ซึ่งคำนวณโดยใช้สมการของ Shannon-Wiener's index พบว่ามีค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์อยู่ในช่วง 2.22-2.51 และมีค่าความ

สมำเสมอของชนิดพันธุ์อยู่ในช่วง 0.20-0.92 การศึกษาการแบ่งชั้นความสูงตามแนวตั้งของสังคมป่าแปลงวนเกษตรบ้านป่าสักงาม ที่ทำการสุ่มศึกษาจำนวน 1 แปลง จากทั้งหมด 4 แปลง โดยใช้วิธีโครงสร้างสังคมพืชด้านตั้ง พบว่า มีความสูงเฉลี่ยของต้นไม้ 7.55 เมตร ประกอบด้วยต้นไม้ 3 เรือนยอด ได้แก่ เรือนยอดชั้นบนมีความสูงตั้งแต่ 15 เมตร ขึ้นไป ประกอบด้วย ละมุดป่า มะกอกป่า ตะแบกเกรียบ และปิ่นเกล เรือนยอดชั้นที่ 2 มีความสูงตั้งแต่ 7-15 เมตรประกอบด้วย ช่อย เสี้ยวดอกขาว ละมุดป่า เป็นต้น และเรือนยอดชั้นที่ 3 มีความสูงตั้งแต่ 2-7 เมตร ประกอบด้วย กล้วย กระท้อน ชะอม เป็นต้น ส่วนการศึกษาการปกคลุมของพืชพรรณ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมของเรือนยอด เท่ากับ 86.25 เปอร์เซ็นต์การศึกษาประมาณการกักเก็บคาร์บอนในรูปของมวลชีวภาพเบื้องต้นในส่วนของลำต้นภายในแปลงวนเกษตร พบว่ามีค่าการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 73.47 ตันต่อเฮกแตร์ หรือ 11.75 ตันต่อไร่ โดยมีละมุดป่าเป็นชนิดพันธุ์ที่มีการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 12.10 ตันต่อเฮกแตร์ รองลงมาคือ ชอยมะกอกป่า แดง และตะขบป่า คือ 11.74, 10.59, 8.08 และ 6.85 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ

