



บทที่ 1

บทนำ

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศน์วิทยาซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของพลังงานและสิ่งมีชีวิต ป่าชายเลนเป็นสังคมของพืชที่สำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งขึ้นอยู่อย่างกว้างขวางตามบริเวณชายฝั่งในประเทศร้อน โดยเฉพาะทางตะวันออกเฉียงใต้ของเอเชีย และเป็นที่ยอมรับกันว่าป่าชายเลนมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของประชากรในประเทศเขตร้อน ที่มีอาชีพในการทำไม้จากป่าชายเลน เช่น ไม้พื้น ถ่าน ไม้ที่ใช้ในการก่อสร้าง และยังมีผลพลอยได้อื่น ๆ อีก เช่น แทนิน น้ำมันดิน (wood tar) กรดน้ำส้ม (acetic acid) เป็นต้น ป่าชายเลนยังมีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของสัตว์น้ำหลายชนิด เช่น ปลา กุ้ง ปู และหอย เพราะใช้เป็นที่อยู่อาศัยในระยะพักตัว นับว่าป่าชายเลนมีส่วนช่วยให้เพิ่มผลผลิตในการเพาะเลี้ยงชายฝั่งอีกด้วย นอกจากนี้ป่าชายเลนยังมีบทบาทในการดักตะกอน และป้องกันการพังทลายของชายฝั่งและแผ่นดินอันเนื่องมาจากการขึ้นลงของน้ำ และมรสุม เป็นต้น

ปัจจุบันป่าชายเลนในประเทศไทยถูกบุกรุกทำลายลงมาก ดังจะเห็นได้จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2508 ว่ามีป่าชายเลนอยู่ถึง 2.3 ล้านไร่ ต่อมาในปี พ.ศ. 2515 โดยจากการสำรวจภาพถ่ายดาวเทียมพบว่ามีพื้นที่ป่าชายเลนอยู่ประมาณ 1.9 ล้านไร่ และในปี พ.ศ. 2523 กรมป่าไม้ได้รายงานว่าพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดต่าง ๆ มีเพียง 1.3 ล้านไร่ เท่านั้น จะเห็นได้ว่าป่าชายเลนลดลงอย่างรวดเร็ว Aksornkoae (1980) ได้สรุปสาเหตุ 4 ประการใหญ่ ๆ ที่ชักนำให้มีการทำลายป่าชายเลน คือ

1. การเพิ่มของประชากร ทำให้มีการบุกรุกและตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ การสร้างโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ และมีการตัดถนนเข้าไปในป่าชายเลน

2. การตัดไม้เกินกำลังของป่า

3. การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ตลอดจนการทำนาเกลือ

- และ 4. การทำเหมืองแร่ในบริเวณป่าชายเลน ซึ่งนับว่ามีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ป่าชายเลน ทั้งโดยตรง คือ ป่าไม้และสัตว์น้ำ และโดยทางอ้อม คือ การทับถมของ

ตะกอนและทำให้หน้าชุ่มชื้น โดยจะส่งผลไปในระยะยาวอีกด้วย สิ่งเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่จะได้หาแนวทางในการใช้ทรัพยากรด้านนี้ในป่าชายเลน โดยให้มีผลเสียต่อระบบนิเวศป่าชายเลนให้น้อยที่สุด การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างป่าชายเลน อำเภอเมืองและอำเภอเกาะเปอร์ จังหวัดระนอง เป็นการศึกษา เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลนบริเวณที่มีการทำเหมืองแร่กับบริเวณป่าชายเลนธรรมชาติที่ไม่มีการทำเหมืองแร่ การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงลักษณะการกระจายของพันธุ์ไม้ การทดแทนสังคมพืชของป่าชายเลน ตลอดจนความแตกต่างสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินและของน้ำในบริเวณป่าชายเลนที่มีการทำเหมืองแร่ กับบริเวณป่าชายเลนธรรมชาติ ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญอย่างหนึ่ง ในกรณีที่มีปัญหาในการเข้าทำประโยชน์ในป่าชายเลนเพื่อกิจการเหมืองแร่ ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาพื้นที่ป่าชายเลนที่ผ่านการทำเหมืองแร่ และบริเวณป่าชายเลนธรรมชาติ เพื่อให้มีอัตราการกักสังผลิตของป่าชายเลนมากขึ้น อันจะส่งผลไปถึงการเพิ่มผลผลิตทางด้านสัตว์น้ำอีกด้วย

การตรวจเอกสาร

ลักษณะโครงสร้างป่าชายเลน

1.1 ชนิดของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน (floristic composition)

พันธุ์ไม้ป่าชายเลนใน tropical และ subtropical regions มีประมาณ 17 - 25 สกุล และ 68 ชนิด รวมทั้งไม้ยืนต้นและไม้ล้มลุก (Chapman 1975) Smitinand (1976) ศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในประเทศไทย พบว่ามีพืชขึ้นสูง 51 ชนิด โดยมีวงศ์ Rhizophoraceae ใหญ่ที่สุด Sahavacharin and Boonkerd (1976) ได้ศึกษาและเก็บรวบรวมพืชอากาศ (epiphyte) ชนิดที่ติดอกตามป่าชายเลนของ 5 จังหวัด คือ สงขลา สตูล ภูเก็ต พังงา และสุราษฎร์ พบว่ามี 3 วงศ์ 13 สกุล และ 18 ชนิด (กล่าวคือมี วงศ์ Asclepiadaceae Ioranthaceae และ Orchidaceae) ซึ่งพบว่าเกาะอยู่ตามต้นไม้ กิ่งไม้ และตามก้นหิน พืชอากาศพวกอื่นนอกเหนือจากไม้ดอกเช่น สาหร่าย (algae) ศึกษาโดย กาญจนภาชน์ ล้อมโนมนต์ (2519) พบว่าสาหร่ายบริเวณ

ป่าชายเลนจำแนกออกเป็น 2 พวก พวกหนึ่งเกาะอยู่ตามต้นหรือรากของต้นไม้ เช่น ต้นแสม (*Avicennia sp.*) และโกงกาง (*Rhizophora sp.*) มักอยู่ใน intertidal zone ซึ่งสาหร่ายพวกนี้ได้แก่สาหร่ายสีแดงในสกุล *Catenella*, *Bostrychia* และ *Murrayella* อีกพวกหนึ่งเป็นพวกที่ขึ้นตามพื้นโคลนหรือเลน หรืออาจเกาะอยู่ตามก้อนหิน ก้อนกรวด เปลือกหอย หรือเศษไม้ใบหญ้า ได้แก่ สาหร่ายสีเขียว (green algae) สาหร่ายสีแดง (red algae) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue-green algae) และสาหร่ายสีน้ำตาล (brown algae)

Sukardjo (1982) ได้ศึกษาป่าชายเลนของ Java และ Bali พบว่ามีพันธุ์ไม้ประมาณ 37 ชนิด และ Chai (1973) ซึ่งได้ศึกษาป่าชายเลนใน Sarawak พบว่ามีพันธุ์ไม้ประมาณ 53 ชนิด

1.2 การแบ่งโซนของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน (species zonation)

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศวิทยาชายฝั่งที่ได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล ซึ่งจะพบอยู่ระหว่างทะเลและป่าบนแผ่นดินใหญ่ ดังนั้นป่าชายเลนจึงถือเป็นเขตเปลี่ยนสังคมพืช (ecotone) ระหว่างแผ่นดินกับทะเล (Walsh, 1974) ความแตกต่างของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดในป่าชายเลนมักปรากฏเป็นแนวเขต ลักษณะการแบ่งแนวเขตของพันธุ์ไม้เป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างของระบบราก การเจริญเติบโตของลูกไม้และความสามารถในการแก่งแย่งของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดในบริเวณที่มีลักษณะแตกต่างกันระหว่างระดับน้ำทะเลต่ำสุดถึงระดับน้ำทะเลสูงสุด (Kuenzler 1968, Aksornkoe 1980) ก่อนหน้านี้ Watson (1928) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนไว้ 5 ประการ คือ ความถี่ในการขึ้นลงของน้ำทะเล การระบายน้ำ ลักษณะของดิน อายุของบริเวณป่าชายเลน และผลของการละล่มตะกอนที่ขึ้นออกไปหรือการพังทลาย Van Steenis (1958) เชื่อว่าลักษณะของดินและผลของการละล่มตะกอนหรือการพังทลายรวมทั้งความเค็ม (salinity) เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด ในขณะที่ De Hann (1931) กล่าวว่าความเค็มและการขึ้นลงของกระแสน้ำทะเลเป็นปัจจัยสำคัญ Chapman (1944) ได้กล่าวว่านอกจากสภาพของดินและความเค็มแล้วแสงยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ เช่น ไม้ในสกุลแสม (*Avicennia*) เป็นชนิดที่ต้องการแสงมาก ดังนั้นไม้ชนิดนี้จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ภายใต้ร่มเงา ต่อมาในปี 1975 Chapman).

ได้กล่าวถึงปัจจัยสำคัญที่ทำให้พันธุ์ไม้ของป่าชายเลนขึ้นเป็นแนวเขต คือ การท่วมของน้ำทะเล (tidal inundation) ชนิดของดิน (soil type) ปริมาณของเกลือในน้ำและในดิน (salt content of water and soil) และแสงสว่าง (light) เป็นต้น

การศึกษาการแบ่งโซนของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน Macnae (1968) สรุปไว้ 3 วิธี คือวิธีของ Watson (1928) ใช้ความถี่ของการท่วมถึงพื้นที่ของน้ำทะเล (frequency of inundation) เป็นตัวกำหนดโซนของพันธุ์ไม้ วิธีของ De Haan (1931) ใช้ความเค็มของน้ำ (salinity) และวิธีสุดท้าย Walter and Steiner (1936) ใช้ไม้เด่น (dominance species) เป็นสิ่งกำหนด

การศึกษาเกี่ยวกับการแบ่งโซนของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในส่วนต่าง ๆ ของโลกจะแตกต่างกันออกไปตามสภาพภูมิประเทศ (Clarke and Hannon, 1968) : และสมบัติทางกายภาพของดินและของน้ำเป็นต้น Walter and Steiner (1936) และ Chapman (1976) ศึกษาป่าชายเลนบริเวณ Tanga ในแอฟริกาตะวันออก พบว่าบริเวณชายฝั่งดินเป็นเลนที่อ่อนนุ่มพบกลุ่มของ Sonneratia alba ถัดเข้าไปหากดินเป็น mud จะพบโซนของ Rhizophora mucronata แต่ถ้าหากดินเป็นทรายจะพบโซนของ Avicennia spp. บริเวณปากแม่น้ำหรือชายฝั่งที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากลมและคลื่นและมีดินเป็นเลน จะพบ Rhizophora mucronata อยู่โซนหน้าซึ่ง โซนนี้น้ำทะเลท่วมถึงทุกวัน ยกเว้นเมื่อน้ำลงต่ำสุด (neap tide) ถัดจากกลุ่มของ Rhizophora mucronata จะพบกลุ่มของ Ceriops tagal ในกรณีที่มีคลองผ่านเข้าไปอาจพบ Ceriops tagal ขึ้นร่วมกับ Rhizophora และ Avicennia บริเวณป่าชายเลนที่มีฝนตกมากพอจะพบโซนของ Bruguiera gymnorrhiza อยู่ระหว่าง Rhizophora และ Ceriops ถัดจากนี้ก็เป็นบริเวณซึ่งดินค่อนข้างเป็นทราย น้ำทะเลสามารถท่วมถึงเมื่อระดับน้ำขึ้นสูงสุด (highest spring tide) จะพบ Avicennia marina ซึ่งมีลักษณะแคระแกรน บริเวณ Inhaca Island (Macnae and Kalk, 1962) พบ Avicennia marina บริเวณที่ไม่มีกังบัง ซึ่งจะได้รับอิทธิพลจากลมและคลื่นและดินเป็นทราย ส่วนบริเวณที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากคลื่นและลมจะพบ Rhizophora mucronata อยู่โซนหน้าดินบริเวณนี้เป็น ซิลท์ (silt) ถัดเข้าไปบริเวณที่ดินค่อนข้างแห้ง พบโซนของ Ceriops tagal และบริเวณที่ระดับน้ำใต้ดินมีระดับบริเวณผิวดินจะพบ Bruguiera gymnorrhiza

ขึ้นร่วมอยู่ด้วย และโชนสุดท้ายเป็นพวก Ceriops, Lumnitzera racemosa และ Xylocarpus granatum และ Macnae and Kalk (1962) สรุปปัจจัยในการแบ่งโชนของพันธุ์ไม้ในบริเวณดังกล่าวข้างต้นดังนี้ เนื่องจากความแตกต่างของความเค็ม ระดับน้ำใต้ดิน ความเป็นกรดและด่าง และปริมาณออกซิเจนในดิน

ป่าชายเลนแถบ Indo-Malesia มี Rhizophora เป็นพันธุ์ไม้เด่นและขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก (Ho Pham, 1963) โดยเฉพาะ Rhizophora mucronata จะพบบริเวณดินเลนที่ลึก และ Rhizophora apiculata พบในบริเวณที่มีดินเลนตื้น ๆ ป่าชายเลนแถบ Indo-Malesia ในบริเวณที่ไม่ถึงก่าจะพบ Avicennia alba Avicennia marina และพบ Sonneratia alba อยู่ในบริเวณโชนหน้าหาดทะเล (Macnae, 1968) พันธุ์ไม้สกุล Avicennia เป็นพันธุ์ไม้กลุ่มแรกที่มีเกิดขึ้นในบริเวณที่มีดินตื้น ๆ หรือดินเลนปนทรายหรือทราย แต่อย่างไรก็ตามมักพบ Avicennia alba ในบริเวณดินเป็นเลน (Chapman, 1976) ส่วน Sonneratia alba มักจะพบบริเวณชายฝั่งที่ดินเป็นเลนอ่อนนุ่ม และบริเวณที่ดินเป็นเลน มี Sonneratia alba เป็นไม้เบิกนำมักจะพบ Rhizophora mucronata และ Rhizophora apiculata อยู่ถัดเข้าไป (Richards, 1964) ถัดจากโชนของ Rhizophora เป็นโชนของ Bruguiera gymnorhiza ซึ่งจะพบร่วมกับ Bruguiera cylindrica, Bruguiera parviflora, Lumnitzera littorea และ Scyphiphora hydrophyllacea

การแบ่งโชนของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนของออสเตรเลีย ศึกษาโดย Chapman (1970) สรุปได้คือ โชนนอกสุดเป็นไม้สกุล Avicennia ถัดเข้าไปเป็นพวก Rhizophora ถัดไปเป็นโชนของไม้สกุล Bruguiera, Ceriops และ Xylocarpus ตามลำดับ โชนสุดท้ายคือกลุ่มไม้ Melaleuca

สำหรับในประเทศไทย Aksornkoe (1976) ได้ศึกษาบริเวณป่าชายเลนอำเภอลง สงครามจังหวัดสมุทรสาคร จากบริเวณชายฝั่งน้ำลึกเข้าไปจนถึงด้านในสุดของป่า โดยใช้วิธีของ Walter and Steiner (1936) ซึ่งสรุปได้ว่า โชนแรกเป็นพวก Rhizophora อยู่บริเวณใกล้ฝั่งน้ำพบทั้ง Rhizophora mucronata และ Rhizophora apiculata โชนที่สองเป็นโชนของ Avicennia และ Bruguiera โชนที่สามพบ Xylocarpus

ในบริเวณที่ดินค่อนข้างแข็ง ส่วนบริเวณที่ดินค่อนข้างอ่อนและมีน้ำท่วมถึง เสมอเป็นโซนของ Ceriops และ Lumnitzera โซนสุดท้ายดินเลนแข็ง น้ำท่วมถึงในบางครั้งอาจเป็นโซนของ Melaleuca นอกจากนี้บริเวณป่าชายเลนที่ถูกถ่างยังพบ Acrostichum aureum

1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อโซนของพันธุ์ไม้

1.3.1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน (physical and chemical soil factor)

ดินเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อแนวเขตของพันธุ์ไม้. (Van Steenis, 1958) Macnae (1968) ศึกษาป่าชายเลนแถบ Indo-Pacific กล่าวว่าบริเวณชายฝั่งทะเลส่วนมากจะพบ Sonneratia alba ในบริเวณที่ดินเป็นเลน ในขณะที่ชายฝั่งที่ดินเป็น sandy จะพบ Avicennia marina เช่นเดียวกับบริเวณ Uleage Island ซึ่งศึกษาโดย Walter and Steiner (1936) Sonneratia alba ซึ่งเป็นโซนบริเวณชายฝั่งที่ดินเป็นเลนอ่อน แต่จากการศึกษาของ Troll (1913) พบ Sonneratia alba บริเวณที่ดินเป็นทรายปนโคลน อย่างไรก็ตาม Van Steenis (1958) กล่าวว่า Sonneratia alba เป็นพันธุ์ไม้ที่มีการกระจายพันธุ์กว้างมากของไม้สกุล Sonneratia ซึ่งจะพบทั้งบริเวณโซนแรกติดกับชายฝั่งซึ่งมีดินเป็นเลนอ่อน ปากแม่น้ำที่ดินเป็นทราย ชายฝั่งที่เป็นดินและเป็นแนวปะการัง

ในขณะที่ Sonneratia เจริญได้ดีในบริเวณชายฝั่งที่ดินเป็นเลนนั้นไม้สกุล Avicennia sp. โดยเฉพาะ Avicennia marina กลับเจริญได้ดีในบริเวณชายฝั่งที่ดินเป็นทราย (Macnae, 1968) นอกจากนี้จะพบบริเวณชายฝั่ง Walter and Steiner (1936) ยังพบว่าไม้สกุล Avicennia เจริญได้ดีจากโซนของ Sonneratia ซึ่งดินเป็นทราย ส่วนบริเวณที่ดินเป็นเลน จะพบโซนของ Rhizophora mucronata. ที่ Aberdeen Greek พบ Avicennia marina เจริญในบริเวณที่ดินเป็นทราย (Gledhill, 1963) เช่นเดียวกับแถบ Indonesia (Jordan, 1964, Sukardjo 1980) นอกจากนี้จะเจริญดีในบริเวณที่ดินเป็นทราย Chapman and Ronablson (1958) ศึกษาใน New Zealand พบว่าไม้สกุล Avicennia มักพบในบริเวณที่มีการระบายน้ำดี ดังนั้นจึงมักพบลูกไม้ของ Avicennia marina และ Avicennia alba เจริญได้ดีบริเวณชายฝั่งที่เกิดขึ้นใหม่ (Macnae, 1968).

Avicennia ไม่สามารถเจริญได้ในบริเวณที่ลึกเข้าไปในป่าชายเลน เนื่องจากไม่สามารถเจริญได้ในที่ที่น้ำท่วม โดยเฉพาะลูกไม้ Avicennia จะตายภายใต้สภาวะที่น้ำท่วม (Macnae, 1963)

Macnae (1968) กล่าวว่าชนิดของดินมีบทบาทต่อไม้สกุล Rhizophora มาก โดยที่ Rhizophora mucronata เจริญได้ดีในบริเวณที่เป็นดินเลนลึก (deep soft mud) ขณะที่ Rhizophora apiculata เจริญในบริเวณที่เป็นดินเลนที่ค่อนข้างแข็งกว่า หรือดินที่ค่อนข้างดำประกอบด้วยทรายและมีฮิวมัส (humus) อุดมสมบูรณ์ (Macnae, 1966) ส่วน Rhizophora stylosa พบบริเวณชายฝั่งที่เป็นดินหาดทรายหรือแนวปะการัง Kiener (1966) ศึกษาป่าชายเลนบริเวณเกาะ Madagascar พบว่า Rhizophora เจริญบริเวณชายฝั่งที่มีกำบังลมและดินเป็นเลนอ่อน และ Ceriops tagal เจริญอยู่ในบริเวณที่ค่อนข้างแข็ง ส่วน Bruguiera gymnorhiza พบในบริเวณที่ดินค่อนข้างแห้งแต่มีการระบายอากาศดี (Gledhill 1963, Van Steenis 1958) และมักพบ Bruguiera gymnorhiza เจริญร่วมกับโซนของ Rhizophora mucronata ในแถบ Indo-Pacific ที่มีปริมาณฝนตกมาก (Macnae, 1968) ส่วนบริเวณที่มีปริมาณฝนน้อยจะพบ Ceriops tagal เจริญร่วมกับ Rhizophora mucronata เพราะโดยทั่วไป Ceriops tagal เจริญอยู่ในบริเวณที่ค่อนข้างแห้ง (Kiener, 1966) และมีการระบายของน้ำดี (Macnae, 1966)

สภาพพื้นดินที่เป็นดินเหนียวปนซิลต์ (Silty clay soils) ด้านหลังโซนของ Avicennia และ Bruguiera parviflora จะเป็นโซนของ Bruguiera cylindrica (Watson, 1928) ส่วน Bruguiera parviflora มักพบในบริเวณที่ดินชั้นมากและเป็นชนิดพันธุ์ที่มีการตั้งตัวของลูกไม้ได้รวดเร็ว อาจพบกระจายอยู่ในโซนของ Rhizophora หรือ Bruguiera ชนิดอื่น ทั้งนี้เนื่องจากขนาดของลูกไม้เล็กสามารถกระจายได้โดยอาศัยน้ำฝนร่วมกับกระแสน้ำ Macnae (1968) พบว่าบริเวณสังคมของ Bruguiera มักจะพบไม้พื้นล่างเป็นพวก Acrostichum aureum . Sukwong (1976) กล่าวว่าบริเวณป่าชายเลนที่ค่อนข้างแห้ง หรือมีพืชนดินเนื่องจากการทำงานของแมลงจะพบ Acrostichum spp. ขึ้นปกคลุมเป็นไม้พื้นล่าง ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการตั้งตัวของ Rhizophora และ Bruguiera

(Drew, 1976) นอกจากนี้ยังพบ Excoecaria agallocha และ Bruguiera parviflora บริเวณพืดิน (Diemont and Wijngaarden (1975) อีกด้วย

Hesse (1963) ศึกษาสมบัติของดินป่าชายเลนบริเวณ Sierra Leone พบว่าดินในป่าชายเลนอินทรีย์วัตถุ ซึ่งย่อยสลายช้าขึ้นกับ pH และความชื้นของดิน ดินภายใต้กลุ่มของ Rhizophora มีค่า organic carbon สูงกว่าค่า organic carbon ภายใต้กลุ่ม Avicennia คือ 11.9 และ 5.9% ตามลำดับ ภายใต้กลุ่มของ Rhizophora ที่มีอายุต่างกันปริมาณของ organic carbon แตกต่างกัน Thornton and Giglioli (1965) กล่าวว่าภายใต้กลุ่มของ Rhizophora ที่ยังมีอายุน้อย ปริมาณ organic carbon สูงกว่าคือ 8.7% ในขณะที่ภายใต้กลุ่ม Rhizophora ที่มีอายุมากปริมาณ organic carbon ประมาณ 3.3 ถึง 5.7% Macnae and kalk (1962) พบว่า organic carbon จะลดลงจากชายฝั่ง (6.4%) ถึง 1% บริเวณที่ติดกับป่าบก West Java Indonesia ปริมาณอินทรีย์วัตถุจะเพิ่มขึ้นจากชายฝั่งถึงตอนกลางของป่าชายเลนจากนั้นปริมาณจะลดลงกระทั่งติดป่าบก (Sukardjo, 1982)

สภาพดินภายใต้สังคมของ Rhizophora ดินมีความเป็นกรดมากกว่าดินทรายใต้ Avicennia มีการศึกษาโดย Hesse (1961) พบว่า pH ของดินภายใต้ Rhizophora sp. มีค่า 6.6 ขณะที่ภายใต้ Avicennia มีค่า 6.2 Gledhill (1963) พบว่าดินภายใต้ Rhizophora มีค่า pH 8.0 ดินภายใต้ Rhizophora ซึ่งเป็นกลุ่มไม้เบิกนำมีค่า pH ต่ำเท่ากับ 5.0 (Thornton and Giglioli, 1965) บริเวณที่ Avicennia ไปเป็นไม้เบิกนำ pH เท่ากับ 6.0 และบริเวณที่ Avicennia เข้าไปแทนสังคมของ Rhizophora เป็นเวลานาน pH เท่ากับ 6.5 Novakar and Bharucha (1950) พบว่า pH ของ Avicennia alba มีค่าค่อนข้างผันแปรมากตั้งแต่ 6.7 - 7.4 South Vietnam ดินภายใต้ Rhizophora มีค่า pH 7.2 (Zinke, 1974) pH ของดินในป่าชายเลนบริเวณ Cimanuk Delta มีแนวโน้มลดลงเมื่อห่างจากชายฝั่งมากขึ้น โดยพบว่าบริเวณแนวเขตที่ติดกับชายฝั่ง pH อยู่ในช่วง 6.0 - 7.30 ในขณะที่แนวเขตสุดท้าย pH มีค่า 6.1 - 6.2 (Sukardjo, 1982) ทำนองเดียวกับป่าชายเลนบริเวณ Ujung Karawang และ Cilacap บริเวณชายฝั่งดินมี pH 6.2 - 7.5 และแนวเขตสุดท้าย pH มีค่า 3.9 - 5.1

pH มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับน้ำต่ำ (low tide) และลดลงเมื่อระดับน้ำสูงที่สุด (Novalkan and Bharocha, 1948)

Sukardjo (1982) กล่าวถึงดินในป่าชายเลนบริเวณ Cimanuk Delta มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างสูง โดยพบว่าบริเวณชายฝั่งมีค่า 37.08 - 49.10 me/100 gm. soil และมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อห่างจากชายฝั่งมากขึ้นประมาณ 41.58 - 52.92 me/100 gm. soil

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินเลนภายใต้กลุ่ม Rhizophora มีประมาณ 125 me/100 gm. soil (Hesse, 1963) ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการศึกษาของ Hesse (1965) พบว่าภายใต้กลุ่ม Rhizophora มีปริมาณไนเตรท ไนโตรเจน และแอมโมเนียม ประมาณ 0.44%, 0.001% และ 0.001% ตามลำดับ ส่วนภายใต้ Avicennia ประมาณ 0.39%, 0.0008% และ 0.002% ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัส ภายใต้ Rhizophora มีประมาณ 0.00018% ภายใต้ Avicennia มีประมาณ 0.0001%

ป่าชายเลนบริเวณ Cimanuk Delta ปริมาณ ไนเตรท ไนโตรเจน แอมโมเนียม และฟอสฟอรัส ลดลงเมื่อห่างจากชายฝั่งมากขึ้น (Sukardjo, 1982)

1.3.2 การระบายน้ำและความชื้นในดิน

การระบายน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการกระจายของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน (Van Steenis 1958, Thom 1967) Chapman and Ronaldson (1958) ศึกษาป่าชายเลนที่ New Zealand พบว่าความสูงของ Avicennia marina ถูกควบคุมได้โดยการระบายน้ำ บริเวณที่มีน้ำขัง (water - logging) จะทำให้ Avicennia marina ตาย ลูกไม้ของ Avicennia ไวต่อการขังของน้ำมาก (Clarke and Hannon, 1970) คุณสมบัติในการระบายน้ำของดินเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมความเค็ม (Giglioli and King, 1966) และ pH (Thornton and Giglioli, 1965). Giglioli and King (1966) ศึกษาความชื้นในดินพบว่าภายใต้กลุ่ม Rhizophora มีค่าอยู่ในช่วง 43 - 196% และภายใต้ Avicennia มีค่า 67% - 245%

1.3.3 ความเค็มของน้ำในดิน

การผันแปรของความเค็มของดินและน้ำมีบทบาทสำคัญต่อการแบ่งแนวเขตของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน (Chapman, 1976) Troll and Dragendorf (1931) กล่าวว่าผลของความเค็มแปรผันตามการท่วมถึงของน้ำทะเล ปริมาณน้ำจืดจากแม่น้ำและปริมาณน้ำฝน โดยเฉพาะปัจจัยสุดท้ายมีบทบาทมากในพื้นที่ป่าชายเลนเขตมรสุม ป่าชายเลนแถบประเทศอินเดียการแบ่งแนวเขตของพันธุ์ไม้ขึ้นกับความเค็มของน้ำในดิน (Navalkar and Shah, 1962) พันธุ์ไม้แต่ละชนิดในป่าชายเลนมีความต้องการและความสามารถทนต่อความเค็มแตกต่างกัน De Haan (1931) ศึกษาในแถบ Indonesian พบว่า Rhizophora mucronata และ Rhizophora apiculata ทนต่อความเค็มในช่วง 1.2 - 3.0‰ Bruguiera gymnorhiza และ B. parviflora ทนต่อความเค็มในช่วง 1.0 - 3.0‰ Bruguiera sexangula ทนอยู่ในช่วง 0.1 - 1.0‰ Xylocarpus granatum และ Nypa fruticans ทนต่อความเค็มในช่วง 0.1 - 3.0‰ Tomlinson (1957) พบว่าความเค็มภายใต้กลุ่มของ Rhizophora อยู่ในช่วง 17 - 24‰ ในขณะที่ภายใต้กลุ่ม Avicennia อยู่ในช่วง 16 - 42‰ บริเวณ Inhace Island ความเค็มภายใต้กลุ่ม Rhizophora mucronata เท่ากับ 55‰ ส่วนบริเวณ Ceriops และ Avicennia marina ความเค็ม 60‰ และ 90‰ ตามลำดับ Macnae (1966) กล่าวว่า Aegiceras corniculatum เป็นพันธุ์ไม้ที่บ่งให้ทราบว่าบริเวณนั้นได้รับอิทธิพลจากน้ำจืด

1.4 การสืบพันธุ์ (Regeneration)

ภายใต้สภาวะธรรมชาติพันธุ์ไม้ป่าชายเลนมีความสามารถในการสืบพันธุ์สูง (Sukwong et al. 1976) พันธุ์ไม้หลายชนิดที่เมล็ดสามารถงอกในขณะที่ยังไม่ร่วงหล่นจากต้น (viviparous) ได้แก่ ไม้สกุล Rhizophora และ Bruguiera (Haig et al., 1958) นอกจากนี้พันธุ์ไม้บางชนิดในป่าชายเลนสามารถแตกหน่อได้ (coppice) ได้แก่ ไม้ในสกุลต่าง ๆ ของวงศ์ Rhizophoraceae และไม้สกุล Avicennia (Sukwong et al., 1976)

เมื่อลูกไม้หล่นจากต้นจะปักลงในดินเลน แต่ในกรณีที่ไม่ปักลงในดินเลนลูกไม้เหล่านั้น จะมีน้ำและกระแสน้ำเป็นตัวกลางสำคัญในการแพร่พันธุ์ (Chapman, 1976) ลูกไม้ของ พันธุ์ไม้ป่าชายเลนสามารถลอยน้ำได้เป็นเวลาหลายวัน (Venkatesac, 1966) ลูกไม้จะมี ชีวิตลอยอยู่ในน้ำนานเท่าไรขึ้นอยู่กับอายุของลูกไม้ และความเค็มของน้ำทะเล หาก สามารถมีชีวิตอยู่ในน้ำได้นานก็ย่อมมีโอกาสแพร่กระจายได้ไกล แต่อย่างไรก็ตามลูกไม้ไม่ สามารถลอยทวนกระแสน้ำ ดังนั้นการขึ้นลงของน้ำจึงเป็นตัวจำกัดไม่ให้ลูกไม้กระจายลึก เข้าไปในแผ่นดิน (Chapman, 1976) นอกจากกระแสน้ำจะช่วยในการกระจายของ ลูกไม้ Chapman (1976) กล่าวว่ามันก็เป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งช่วยให้การแพร่พันธุ์ของลูกไม้เช่นกัน

Yamashira (1961) ศึกษาการร่วงหล่นของลูกไม้ Kandelia candel พบว่า 11% ของลูกไม้จะปักลงในดินเลน ส่วนอีก 89% จะลอยไปกับกระแสน้ำ หลังจาก ที่ลูกไม้ปักลงในดินแล้วลูกไม้จะประสบความสำเร็จในการตั้งตัวหรือไม่ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ Davis (1940) รายงานว่าการตั้งตัวของลูกไม้ป่าชายเลนขึ้นอยู่กับ การขึ้นลงของกระแสน้ำ ความเร็วของกระแสน้ำ ตลอดจนตะกอนที่ถูกน้ำพัดพามา Steenis (1958) รายงานเพิ่มเติมว่าขึ้นกับความเค็มของน้ำทะเล Clarke and Hannan (1970) พบว่า ตำแหน่งที่ขึ้นอยู่ของลูกไม้ อายุของลูกไม้ และความสามารถในการทนต่อการท่วมของน้ำ ทะเลเป็นเวลานานต่าง ๆ กัน ลูกไม้ในป่าชายเลนส่วนมากต้องการแสงในการตั้งตัว ดังนั้นจึงเจริญได้ไม่ดีในที่ที่มีร่มเงา (Chim 1977, Aksornkoae 1978) Chim (1970) ศึกษาความต้องการแสงของลูกไม้ชนิดต่าง ๆ พบว่าในบริเวณแสงคมพืชพวก Rhizophora apiculata, Ceriops tagal และ Lumnitzera littorea เป็นพันธุ์ไม้เด่น และเรณอยอดครอบคลุมพื้นที่ 60 - 90% ในกรณีนี้พบลูกไม้ของ Ceriops tagal ตั้งตัวได้ 87.5% ในขณะที่พบ Rhizophora apiculata เพียง 7.14% ในกรณี ที่เรณอยอดครอบคลุม 90 - 100% จะไม่พบลูกไม้ชนิดใดเลย บริเวณที่โล่งและดินค่อนข้างแข็งจะพบว่า Acrostichum aureum ซึ่งเป็นไม้พื้นล่างมีการแพร่พันธุ์ได้ดี

Aksornkoae et al., (1978) ศึกษาการกระจายของลูกไม้บริเวณอำเภอขลุ้ง จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าการกระจายของลูกไม้มีการผันแปรจากชายฝั่งกระทั่งลึกเข้าไปในป่า ชายเลน ลูกไม้ของ Rhizophora apiculata และ R. mucronata มีความหนาแน่น

สูงบริเวณของป่า คือ 2163 และ 605 ต้น/เฮกแตร์ ตามลำดับ มีแนวโน้มนลดลงเมื่อห่างจากชายฝั่งมากขึ้น นอกจากนี้บริเวณชายฝั่งยังพบไม้สกุล Bruguiera และ Avicennia มีความหนาแน่น 1270 และ 282 ต้น/เฮกแตร์ ตามลำดับ ส่วนไม้สกุล Xylocarpus พบว่าบริเวณชายฝั่งมีความหนาแน่นต่ำแต่จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อห่างจากชายฝั่งมากขึ้น ในบริเวณที่ป่าถูกทำลายพบ fern พวก Acrostichum aureum ขึ้นครอบคลุม ซึ่งเป็นอุปสรรคในการกระจายของพันธุ์ไม้ชนิดอื่น ๆ Aksornkoae (1976) สรุปปัจจัยที่มีผลต่อการตั้งตัวของลูกไม้ป่าชายเลนไว้ 5 ประการ คือ 1) ความเค็มของน้ำทะเล (Water salinity); 2) ความรุนแรงและความลึกของน้ำทะเล (Turbulence and depth of water) 3) แสงสว่าง (Light) 4) การขังของน้ำบริเวณผิวดิน (Waterlogging) 5) อุณหภูมิ (Temperature) นอกจากนี้ยังกล่าวถึงรูปแบบในการกระจายของลูกไม้ป่าชายเลนว่าขึ้นกับโครงสร้างของป่าเช่นกัน

Sukwong et al., (1976) ศึกษาผลจากการนำไม้ออกต่อการสืบพันธุ์ของลูกไม้พบว่าในสังคมของไม้สกุล Rhizophora Ceriops และ Bruguiera ภายหลังจากตัดไม้ออกหมด (clear felling) ลูกไม้สกุล Rhizophora และ Ceriops มีการสืบพันธุ์ค่อนข้างดีในขณะที่ไม้สกุล Bruguiera พบน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Srivastava (1978) ใน Peninsular Malaysia พบว่าหลังจากตัดต้นไม้ออกหมดในปีแรกพบ Rhizophora 70% และจะเพิ่มขึ้นในปีที่สองเป็น 96% ในขณะที่ไม้สกุล Bruguiera มีความหนาแน่นลดลง

McMillan (1971) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตั้งตัวของลูกไม้ของ black mangrove (Avicennia germinans) พบว่ามี 4 ปัจจัย คือ ความเค็มเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการตั้งตัวของลูกไม้ ความเขียวของกระแสน้ำ ความลึกของน้ำ และอุณหภูมิ หากลูกไม้ได้รับอุณหภูมิ $39^{\circ} - 40^{\circ} \text{C}$ นาน 48 ชั่วโมง ลูกไม้จะได้รับอันตราย

1.5 ปริมาตรไม้ (stand volume)

ปริมาตรของไม้ในบริเวณหนึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับความหนาแน่นของพันธุ์ไม้ ขนาดของไม้ และชนิดของพันธุ์ไม้ (Macnae 1968) Aksornkoae (1976) ศึกษาป่า

ชายเลนบริเวณอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี พบว่าปริมาตรของไม้มีค่าผันแปรตั้งแต่บริเวณ
ขอบป่าซึ่งติดกับทะเลกระทั่งห่างจากชายฝั่งมากขึ้น โดยบริเวณป่าชายเลนซึ่งติดกับฝั่งทะเล
มีปริมาตรไม้ประมาณ 30 - 35 ลูกบาศก์เมตร/เฮกแตร์ ทั้งนี้เนื่องจากไม้มีขนาดเล็กและ
ประกอบไปด้วยพันธุ์ไม้ไม่ยชนิด สดเข้าไปพบว่าปริมาตรของไม้มีค่าสูงที่สุดคือประมาณ 120
ลูกบาศก์เมตร/เฮกแตร์ แนวเขตที่ปริมาตรไม้มีค่าสูงที่สุดพบว่าต้นไม้มีขนาดโตใหญ่และประกอบ
ด้วยพันธุ์ไม้หลายชนิดแนวเขตสุดท้ายซึ่งติดกับป่าบกปริมาตรไม้ประมาณ 50 * 84 ลูกบาศก์เมตร/
เฮกแตร์ ต่อมาในปี พ.ศ. 2522 พิชณน์ พิณผลไพบูลย์ ศึกษาป่าชายเลนบริเวณอำเภอ
เขาส้ม จังหวัดตราด พบว่าปริมาตรไม้ประมาณ 70 ลูกบาศก์เมตร/เฮกแตร์ ซึ่งพบว่า
น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับ Perak Mangrove ใน Malaysia ศึกษาโดย Noakes (1957)
มีปริมาตรไม้ประมาณ 248 ลูกบาศก์เมตร/เฮกแตร์ และที่ Sclangor มีปริมาตรไม้ประมาณ
110 ลูกบาศก์เมตร/เฮกแตร์

1.6 ความหลากหลายของพันธุ์ไม้ (species diversity)

ความหลากหลายของพันธุ์ไม้สามารถคำนวณได้จาก Shannon index (H) ซึ่งจะ
แสดงให้เห็นความมากหรือน้อยของความสลับซับซ้อนของป่า (Odom, 1971) ความหลากหลาย
ของพันธุ์ไม้บริเวณป่าชายเลน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มีค่า 0.8790 (Aksornkoe, 1976)
พบว่ามีความสลับซับซ้อนมากกว่าป่าชายเลนบริเวณอำเภอเขาส้ม จังหวัดตราด
ซึ่งศึกษาโดย พิชณน์ พิณผลไพบูลย์ (2522) มีค่าความหลากหลายของพันธุ์ไม้ 0.7806 ป่า
ชายเลนบริเวณเขาดินปูนและเขาดินเขลกับควอทไฮต์ จังหวัดพังงา มีค่าความหลากหลายของพันธุ์
ไม้ 0.7576 และ 0.6875 ตามลำดับ (สันติ อักษรแก้ว และ จิตต์ คงแสงไชย, 2523)
ส่วนในต่างประเทศเท่าที่ศึกษาริเวณป่าชายเลนในรัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา มีค่า
ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ 0.4070

1.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของป่าชายเลน

จากการเพิ่มของประชากรทุก ๆ ปีในอัตราสูง ดังนั้นความต้องการที่ดินเพื่อ
อยู่อาศัย เพื่อแสวงหาวัตถุดิบ เพื่อทำมาหากิน ก็เพิ่มมากขึ้น (ทวีศักดิ์ ปยะกาญจน์,
2522) จึงมีการสังเกตเห็นประโยชน์ของที่ดินป่าชายเลนดีกว่าการที่จะไปบุกเบิกทำลายป่า เขาอัน

เป็นต้นหน้าสารของประเทศหรือเป็นการช่วยระบายนครในเมือง (อมร รักษาสัตย์, 2522)
 ดังนั้นผลกระทบด้านต่าง ๆ จึงมาจากการพัฒนาป่าชายเลน (ทวีศักดิ์ ชัยยะกาญจน์, 2522)

Aksornkoe (1980) สรุปปัจจัยที่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของป่าชายเลนไว้ 5
 ประการ คือ

1. การเพิ่มของประชากร (increasing population) อัตราการเพิ่มของ
 ประชากรที่สูง ทำให้มีการขยายพื้นที่การเกษตรกระทั่งขยายเข้าไปในพื้นที่ป่าชายเลนโดยเฉพาะ
 ทางภาคตะวันออกเฉียงใต้และภาคใต้ของไทย ยังผลให้มีการทำลายระบบนิเวศป่าชายเลน
 ทั้งที่ สมบัติของดินไม่เหมาะในการเกษตรกรรม (มานพ ตัณฑะเตมีย์, 2525)

2. การทำเหมืองแร่ (mining activity) การทำเหมืองแร่บริเวณป่าชายเลน
 ต้องทำอย่างระมัดระวัง แม้แร่ทุกชนิดจะมีผลสำคัญ บางครั้งตะกอนจากเหมืองแร่ถูกปล่อย
 ลงสู่แม่น้ำหรือป่าชายเลน ทำให้ดินเป็น loam และน้ำมีลักษณะขุ่น ทำให้พรรณไม้ในป่าชาย
 เลน โดยเฉพาะลูกไม้และสัตว์หน้าดินในบริเวณดังกล่าวถูกทำลาย

3. การเพาะเลี้ยงชายฝั่งและการทำนาเกลือ (aquaculture and salt
 ponds) การเพาะเลี้ยงชายฝั่งโดยเฉพาะการทำนาปลาและนากุ้งมักจะตัดต้นไม้ในป่าชาย
 เลน เช่นเดียวกับการทำนาเกลือ

4. การใช้ประโยชน์จากไม้ป่าชายเลนเกินกำลัง (overexploitation of
 mangrove wood) ความต้องการถ่านและไม้ฟืนสูง จึงมีการตัดต้นไม้อย่างผิดกฎหมายเกิด
 ขึ้นในป่าชายเลน ซึ่งนำไปสู่การเสื่อมลงของป่าชายเลน และยังรบกวนระบบนิเวศป่าชาย
 เลนด้วย

5. มลภาวะ (pollution) เนื่องมาจากโรงงานอุตสาหกรรมปล่อยของเสีย
 จากการใช้ยาปราบศัตรูพืชและปุ๋ยในการเกษตร การกระจายของตะกอน น้ำมันและน้ำเสีย
 จากบ้านเรือน

ทวีศักดิ์ ชัยยะกาญจน์ (2522) ได้สรุปผลกระทบต่อป่าชายเลนอันเนื่องมาจาก
 กิจกรรมของคนไว้ 3 ประการ คือ

1. ผลกระทบที่เกิดเนื่องจากการพัฒนาป่าชายเลน
 2. ผลกระทบอันเกิดจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในป่าชายเลน
 3. ผลกระทบอันเนื่องจากรัฐธรรมนูญ
- ข้อ 1 และ 2 สอดคล้องกับข้อเสนองของAksornkoe (1980)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย