บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษา

5.1 ปริมาณสารฮิวมิกในดินตะกอนผิวหน้าบริเวณที่มีพันธุ์ไม้ต่างชนิดกัน

ผลจากการศึกษาพบปริมาณสารฮิวมิกในดินตะกอนผิวหน้าบริเวณต้นโกงกางใบเล็กมีปริมาณสูงกว่าบริเวณต้นโกงกางใบใหญ่และแสมขาว โดยบริเวณทั้งสองมีปริมาณสารฮิวมิกในดินตะกอนใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการที่ดินตะกอนบริเวณต้นโกงกางใบเล็กมีเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียวสูงกว่าดินตะกอนบริเวณต้นโกงกางใบใหญ่และแสมขาว ทำให้ดินตะกอนบริเวณต้นโกงกางใบเล็กสามารถเก็บธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชได้สูงกว่าดินตะกอนบริเวณต้นโกงกางใบใหญ่และแสมขาว ทำให้ต้นโกงกางใบเล็กมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าพันธ์ไม้อีกสองชนิด (มุกดา สุขสวัสดิ์ 2544) เมื่อต้นโกงกางใบเล็กมีการเจริญเติบเติบโตดีกว่า ก็จะมีการร่วงหล่นทับถมของซากใบไม้และเปลือกไม้สูงกว่า และมีการสลายของอินทรีย์สารสูงกว่าด้วย ทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินตะกอนบริเวณต้นโกงกางใบเล็กสูงกว่าบริเวณโกงกางใบใหญ่และแสมขาว โดยปกติในใบไม้และเปลือกไม้ จะประกอบด้วยลิกนินซึ่งเป็นสารที่เป็นที่มาในการเกิดสารฮิวมิก เมื่อต้นโกงกางใบเล็กมีการร่วงหล่นทับถมซากใบไม้ เปลือกไม้มาก ดังนั้นสารฮิวมิกที่พบในดินตะกอนบริเวณต้นโกงกางใบเล็กจึงมีค่าสูงด้วย นอกจากนี้เมื่อมีการสลายของอินทรีย์สารสูงยังส่งผลให้ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลที่บริเวณต้นโกงกางใบเล็กต่ำกว่าที่บริเวณต้นโกงกางใบใหญ่และแสมขาว

จากการศึกษาเปรียบเทียบมวลชีวภาพของต้นโกงกางใบเล็กและต้นโกงกางใบใหญ่โดย บรรดิษฐ์ หงษ์ทอง (2533) พบว่าโกงใบเล็กมีมวลชีวภาพสูงกว่าโกงกางใบใหญ่ สนับสนุนความคิดที่ว่ามีโอกาสที่พบการสะสมของซากใบไม้ เปลือกไม้ ในดินตะกอนที่บริเวณต้นโกงกางใบเล็กมากกว่าโกงกางใบใหญ่ ดังนั้นสารฮิวมิกในดินตะกอนบริเวณต้นโกงกางใบเล็กจึงมีค่าสูงกว่าโกงกางใบใหญ่ นอกจากนี้พันธุ์ไม้ต่างชนิดกันมีปริมาณลิกนินที่มีอยู่ในใบไม้ เปลือกไม้ แตกต่างกันด้วย โดยจากการศึกษาของสมศักดิ์ พัฒนประภาพันธุ์ และ ไชยพร อุ่นจิตติชัย (2529) พบว่าโกงกางใบเล็ก มีปริมาณของสารลิกนินที่อยู่ในใบไม้ เปลือกไม้ รากไม้ สูงกว่าโกงกางใบใหญ่และแสมขาว ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณสารฮิวมิกในดินตะกอนบริเวณต้นโกงกางใบเล็กจึงมีค่าสูงกว่าดินตะกอนบริเวณต้นโกงกางใบใหญ่และแสมขาว

5.2 เปรียบเทียบปริมาณสารฮิวมิกบริเวณสวนป่าชายเลนที่มีพันธุ์ไม้อายุแตกต่างกัน

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณสารฮิวมิกในดินตะกอนผิวหน้าที่บริเวณสวนป่าชายเลนอายุ 5 ปี มีค่าสูงกว่าปริมาณสารฮิวมิกที่พบในดินตะกอนผิวหน้าบริเวณสวนป่าชายเลนอายุ 22 ปี ซึ่งตรงกันข้ามจากสมมุติฐานที่ตั้งไว้ในตอนต้นที่ว่าน่าจะพบสารฮิวมิกในดินตะกอนบริวณสวนป่าชายเลนอายุ 22 ปีสูงกว่าสวนป่าชายเลนปลูกอายุ 5 ปี เหตุผลประการแรกที่ทำให้ดินตะกอนผิวหน้าบริเวณสวนป่าชายเลนอายุ 5 ปี มีปริมาณสารฮิวมิกสูงกว่าปริมาณสารฮิวมิกที่พบในดินตะกอนผิวหน้าบริเวณสวนป่าชายเลนอายุ 22 ปี น่าจะมาจากความแตกต่างของลักษณะพื้นที่ป่าชายเลนของพื้นที่ศึกษาสองแห่งนี้ โดยสวนป่าชายเลนอายุ 5 ปีมีลักษณะพื้นที่ป่าเป็นแบบ fringe mangrove forest เนื่องจากเป็นสวนป่าชายเลนที่ปลูกในพื้นที่นากุ้งร้างซึ่งอยู่ในบริเวณชายฝั่งทะเลติดกับผืนแผ่นดินใหญ่ มีคันดินกั้นน้ำทะเลโดยรอบ น้ำทะเลไหลเข้า-ออกโดยผ่านคลองเล็กๆ หน้าแปลงป่าปลูกเท่านั้น บริเวณตรงกลางบ่อกุ้งซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกป่ามีลักษณะยกสูงเนื่องจากมีการปรับพื้นที่นากุ้งร้างโดยการถมดินก่อนการปลูกป่า ทำให้น้ำทะเลไม่สามารถท่วมบริเวณป่าชายเลนได้หมดในช่วงพิสัยการขึ้น-ลงของน้ำปกติ จึงเป็นโอกาสที่ซากใบไม้และเปลือกไม้ที่ร่วงหล่นบริเวณพื้นดินจะสะสมตัว และเกิดการย่อยสลายได้ดี ในขณะที่สวนป่าชายเลนอายุ 22 ปี มีลักษณะพื้นที่ป่าเป็นแบบ riverine mangrove forest เนื่องจากเป็นแปลงป่าปลูกในพื้นที่เลนงอกใหม่ คล้ายกับป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่บริเวณปากแม่น้ำใหญ่ทั่วไป จึงได้รับอิทธิพลจากการขึ้น-ลงของน้ำทะเลอย่างสม่ำเสมอเป็นปกติ ซากใบไม้ เปลือกไม้ และซากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ จะถูกพัดพาออกสู่ทะเลไปตามกระแสน้ำขณะน้ำลงได้ง่ายกว่า จึงทำให้การสะสมของสารอินทรีย์ในดินตะกอนเกิดขึ้นได้น้อยกว่าป่าชายเลนแบบ fringe mangrove forest

อย่างไรก็ตามนอกจากลักษณะพื้นที่ป่าชายเลนที่มีผลต่อปริมาณการสะสมของอินทรีย์สารในดินตะกอนแล้ว Alongi et al. (2000) พบว่าอายุที่แตกต่างกันของต้นไม้ป่าชายเลนมีผลต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินตะกอนด้วย โดยต้นไม้ที่มีอายุน้อยจะมีการนำเอาอินทรีย์คาร์บอนในดินไปสร้างการเจริญเติบโตของพืชอย่างมากทำให้เหลือปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสะสมในดินน้อย ส่วนต้นไม้ที่มีอายุมากจะมีการนำเอาอินทรีย์คาร์บอนไปใช้น้อยลงเนื่องจากมันมีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ดังนั้นแม้ว่าสวนป่าชายเลนอายุ 5 ปี จะมีพื้นที่เอื้ออำนวยต่อสะสมสารอินทรีย์มากกว่าสวนป่าชายเลนอายุ 22 ปีดังกล่าวข้างต้นแล้ว แต่จากการศึกษาพบว่าสวนป่าชายเลนอายุ 5 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินตะกอนต่ำกว่าสวนป่าชายเลนอายุ 22 ปี เนื่องจากต้นไม้ที่สวนป่าชายเลนอายุ 5 ปีเป็นต้นไม้ที่มีอายุน้อย ยังต้องเจริญเติบโตต่อไปอีกจึงมีการนำเอาอินทรีย์คาร์บอนในดินไปใช้ในอัตราสูง ดังนั้นถึงแม้ว่าพื้นที่ป่ามีการสะสมอินทรีย์คาร์บอนมากแต่มีการนำไปใช้โดยพืชสูงทำให้อินทรีย์คาร์บอนเหลือสะสมในดินน้อยกว่าสวนป่าชายเลนอายุ 22 ปี

สำหรับสารฮิวมิกพบว่ามีปริมาณการสะสมในดินตะกอนตรงข้ามกับอินทรีย์คาร์บอน โดยพบดินตะกอนผิวหน้าบริเวณสวนป่าชายเลนอายุ 5 ปี มีปริมาณสารฮิวมิกสูงกว่าปริมาณสารฮิวมิกที่พบในดินตะกอนผิวหน้าบริเวณสวนป่าชายเลนอายุ 22 ปี เนื่องจากสารฮิวมิกเป็นสารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ พืชจึงมีการดูดซึมนำไปใช้ได้น้อย (Mobed et al., 1996) ทำให้สารฮิวมิกที่พบในดินตะกอนบริเวณสวนป่าชายเลนอายุ 5 ปีมีปริมาณสูงกว่าสวนป่าชายเลนอายุ 22 ปี นอกจากนี้ยังอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ โดยสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก เช่น ลิกนิน คิวติน และสารอื่นๆ จุลินทรีย์จะใช้เวลานานมากกว่า 6 เดือน จึงจะสามารถย่อยสลายหมดได้ ซึ่งต่างจากสารอินทรีย์ที่ย่อยง่าย จุลินทรีย์ใช้เวลาไม่นานนักก็ย่อยสลายหมด (สมศักดิ์ วังใน 2528) ดังนั้นพื้นที่สวนป่าชายเลนอายุ 22 ปี ซึ่งลักษณะพื้นที่ไม่อำนวยให้จุลินทรีย์ที่จำเพาะบางกลุ่ม (เช่น รา ซึ่งสามารถย่อยสารลิกนินได้) มีโอกาสทำงานในสภาวะแวดล้อมดังกล่าว จึงมีปริมาณสารฮิวมิกต่ำกว่าพื้นที่ป่าชายเลนอายุ 5 ปี เนื่องจากน้ำทะเลจะพัดพาสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากไปที่อื่นก่อนที่จะเกิดการย่อยสารลิกนินซึ่งเป็นสารที่เป็นที่มาในการเกิดสารฮิวมิก ทำให้บริเวณสวนป่าชายเลนอายุ 22 ปี มีปริมาณสารฮิวมิกต่ำกว่าสวนป่าชายเลนอายุ 5 ปีได้

5.3 ปริมาณสารฮิวมิกในดินตะกอนตามความลึก

จากการศึกษาการกระจายของสารฮิวมิกตามความลึกของชั้นดินตะกอนพบว่า ปริมาณกรดฟุลวิคในดินตะกอนตามความลึกบริเวณสวนป่าชายเลนอายุ 5 ปี มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามความลึกของชั้นดิน เมื่อพิจารณาความชื้นของชั้นดินตะกอนในบริเวณนี้ (รูปที่ 16) พบว่าดินตะกอนมีความชื้นสูงที่ผิวหน้า ส่วนในที่ลึกลงไปดินมีความชื้นต่างกันไม่มากนัก ซึ่งพอจะสรุปได้ว่าความชื้นของชั้นดินคงไม่ค่อยมีผลกับปริมาณกรดฟุลวิคมากนัก ปัจจัยที่อาจมีผลต่อกรดฟุลวิคน่าจะเป็นค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล เนื่องจากค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลมีความสอดคล้องกับปริมาณออกซิเจนในดิน ปริมาณออกซิเจนน้อยลงเนื่องจากสารอินทรีย์ถูกออกซิไดซ์ไปตามเวลา ซึ่งจากรูปที่ 18 ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลลดลงจากผิวหน้าดินจนถึงที่ระดับลึก 24 เซนติเมตร ดังนั้นพอจะสรุปได้ว่าการทับถมของซากพืชซากสัตว์สูงที่ระดับความลึกนี้ เมื่อดูค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่ชั้นความลึก 20-24 เซ็นติเมตร (ตาราง ก-10) พบว่าชั้นนี้มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงเช่นกันซึ่งสอดคล้องกับค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล ส่วนปริมาณกรดฮิวมิกในดินตามความลึกบริเวณสวนป่าชายเลนอายุ 5 ปี มีแนวโน้มเพิ่มตามความลึกเช่นเดียวกับกรดฟุลวิค และเมื่อพิจารณาค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลของดินพบว่ามีค่าลดลงจากผิวหน้าดินจนถึงระดับความลึก 24 เซนติเมตร (รูปที่18) ดังนั้นอาจสรุปได้ว่ามีการทับถมของซากพืชซากสัตว์สูงที่ระดับความลึกนี้ เมื่อดูค่าปริมาณอินทรีย์

คาร์บอนที่ชั้นความลึก 20-24 เซ็นติเมตร (ตาราง ก-10) พบว่าดินตะกอนชั้นนี้มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูง เปรียบเทียบกับปริมาณกรดฮิวมิกในดินตะกอนตามความลึกในรูปที่ 38 พบว่ากรดฮิวมิกมีการสะสมน้อยในช่วงความลึก 0-12 เซนติเมตร ปริมาณการสะสมมากที่ช่วงความลึก 12-40 เซนติเมตร แสดงว่าที่ 0-12 เซ็นติเมตร สิ่งมีชีวิต (โดยเฉพาะพืช) มีการนำเอาอินทรีย์คาร์บอนไปใช้ในการเจริญเติบโตในปริมาณสูง

ซากพืช ซากสัตว์ที่อยู่ในสวนป่าชายเลน จะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งในซากพืชซากสัตว์จะประกอบด้วย สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย และสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก ซากพืช ซากสัตว์ที่ย่อยง่ายจะถูกเปลี่ยนไปในรูปอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ไนโตรเจน ส่วนสารที่ย่อยยาก เช่น ลิกนิน คิวติน จะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ที่ค่อนข้างจำเพาะ ซึ่งจุลินทรีย์จำพวกราสามารถย่อยสลายลิกนินได้ ตัวอย่างเช่น *Agaricus, Armillaria, Ganoderma, Polyporus* เป็นต้น (สมศักดิ์ วังใน 2528) จุลินทรีย์จะย่อยลิกนิน คิวติน กลายเป็นฟีนอล โพลีฟีนอล, ควินโนน, โปรตีน และกรดอะมิโน สารเหล่านี้จะมีการสะสมเป็นสารฮิวมิก (Tan, 2003) เมื่อเวลาผ่านไปนั่นเอง

ปริมาณกรดฟุลวิคตามความลึกสวนป่าชายเลนอายุ 22 ปีมีความแตกต่างกับสวนป่าชายเลนอายุ 5 ปี โดยเฉพาะเนื่องมาจากลักษณะของพื้นที่ป่าชายเลน การเกิดกรดฟุลวิคโดยการทับถมและการย่อยสลายของซากพืชและซากสัตว์จะต้องใช้ระยะเวลานาน พื้นที่บริเวณสวนป่าชายเลนอายุ 22 ปี เป็นพื้นที่ที่มีน้ำท่วมถึงเป็นประจำซากพืชซากสัตว์บางส่วนอาจถูกพัดพาไปกับน้ำทะเลที่ไหลผ่านเข้า-ออกแปลงสวนป่า ปริมาณกรดฟุลวิคที่พบในดินตะกอนบริเวณนี้ที่ความลึกตั้งแต่ 0-30 เซ็นติเมตรจึงมีปริมาณต่ำกว่าสวนป่าชายเลนอายุ 5 ปี แต่เนื่องจากสวนป่าชายเลนอายุ 22 ปี แม้จะสะสมสารฮิวมิกได้น้อยแต่มีการสะสมมานานกว่า ปริมาณกรดฟุลวิคที่ความลึก 30-40 เซ็นติเมตรจึงมีค่าสูงกว่าที่ระดับผิวดินมาก ซึ่งต่างจากดินตะกอนบริเวณสวนป่าชายเลนอายุ 5 ปี (รูป 30) ที่พบว่าปริมาณกรดฟุลวิคมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามความลึกในช่วงจาก 0-20 เซ็นติเมตร ส่วนที่ความลึกระหว่าง 20-40 เซ็นติเมตร พบกรดฟุลวิคมีค่าค่อนข้างคงที่ อาจเนื่องจากระยะเวลาซึ่งกรดฟุลวิคมีการสะสมในบริเวณนี้ในช่วงเวลาสั้นๆเพียง 5 ปี อย่างไรก็ตามปริมาณกรดฮิวมิกในดินตะกอนเลนตามความลึกบริเวณสวนป่าชายทั้งสองแห่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก (รูปที่ 38) แสดงว่ามีการสะสมกรดฮิวมิกในดินตะกอนได้ดีกว่าสารฟุลวิค เนื่องจากกรดฮิวมิกมีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่ากรดฟุลวิค จึงละลายน้ำได้น้อยกว่า และถูกดูดซึมไปใช้โดยพืชได้น้อยกว่า

5.4 ประโยชน์ของงานวิจัย

สารฮิวมิกเป็นสารที่มีบทบาทต่อสิ่งมีชีวิตทั้งทางตรงและทางอ้อม บทบาททางตรงคือสารฮิวมิกมีประโยชน์ต่อ พืช จุลินทรีย์ และเอนไซม์ ประโยชน์ทางอ้อม คือสารฮิวมิกสามารถจับกับโลหะที่เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชในน้ำทะเล ทำให้พืชสามารถนำธาตุนั้นมาใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น นอกจากนี้สารฮิวมิกยังสามารถจับกับโลหะที่เป็นพิษ จึงช่วยลดความเป็นพิษของโลหะ/ธาตุนั้นลงได้ (Moulin et al., 1996) ตัวอย่างโลหะที่พบในบริเวณที่สวนป่าชายเลนปลูกอายุ 5 ปี และ 22 ปี ได้แก่ แคดเมียม ทองแดง ตะกั่วและสังกะสี (กัลยา วัฒยากร และนิตยาพร ตันมณี 2547) สารเหล่านี้หากมีในปริมาณสูงจะเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ในสภาวะที่มีการพัฒนาทางอุตสาหกรรมในพื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศอย่างต่อเนื่อง โอกาสที่โลหะหนักที่เป็นพิษสูงหลายชนิดจะถูกปลดปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมทางทะเลก็มีมากขึ้น แนวทางหนึ่งในการลดความเป็นพิษของโลหะเหล่านี้สามารถกระทำได้โดยการปลูกต้นไม้ชายเลน ซึ่งมีสารลิกนินในใบไม้และเปลือกไม้ในปริมาณสูง เพื่อให้การย่อยสลายของสารลิกนินช่วยเพิ่มปริมาณสารฮิวมิกในดินตะกอน ซึ่งสารฮิวมิกจะช่วยในการจับโลหะ/ธาตุที่เป็นพิษ และช่วยลดความเป็นพิษของธาตุนั้นลงได้

งานวิจัยครั้งนี้พบปริมาณสารฮิวมิกในดินตะกอนที่บริเวณต้นโกงกางใบเล็กในปริมาณสูงกว่าดินตะกอนบริเวณต้นโกงกางใบใหญ่ และแสมขาวตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการพบปริมาณสารลิกนินสูงในโกงกางใบเล็กเมื่อเทียบกับโกงกางใบใหญ่และแสมขาว โดย สมศักดิ์ พัฒนประภาพันธุ์ และ ไชยพร อุ่นจิตติชัย (2529) การที่โกงกางใบเล็กมีปริมาณสารลิกนินในใบและเปลือกไม้สูง และมีมวลชีวภาพสูงกว่าโกงกางใบใหญ่ (บรรดิษฐ์ หงษ์ทอง 2533) ตลอดจนมีอัตราการรอดตายสูงกว่าโกงกางใบใหญ่ (วิโรจน์ ธีรธนากร 2531) เหมาะสำหรับการปลูกในบริเวณนากุ้งร้าง โกงกางใบเล็กน่าจะเป็นพันธุ์ไม้ที่ควรมีการสนับสนุนให้มีการปลูกทดแทนมากขึ้น เพื่อเป็นการช่วยลดปัญหามลพิษจากกิจกรรมมนุษย์ โดยเฉพาะบริเวณป่าชายเลนเสื่อมโทรมหรือบริเวณนากุ้งร้างที่อยู่ใกล้เขตเมืองซึ่งมีโอกาสที่จะได้รับมลสารต่างๆจากกิจกรรมมนุษย์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย