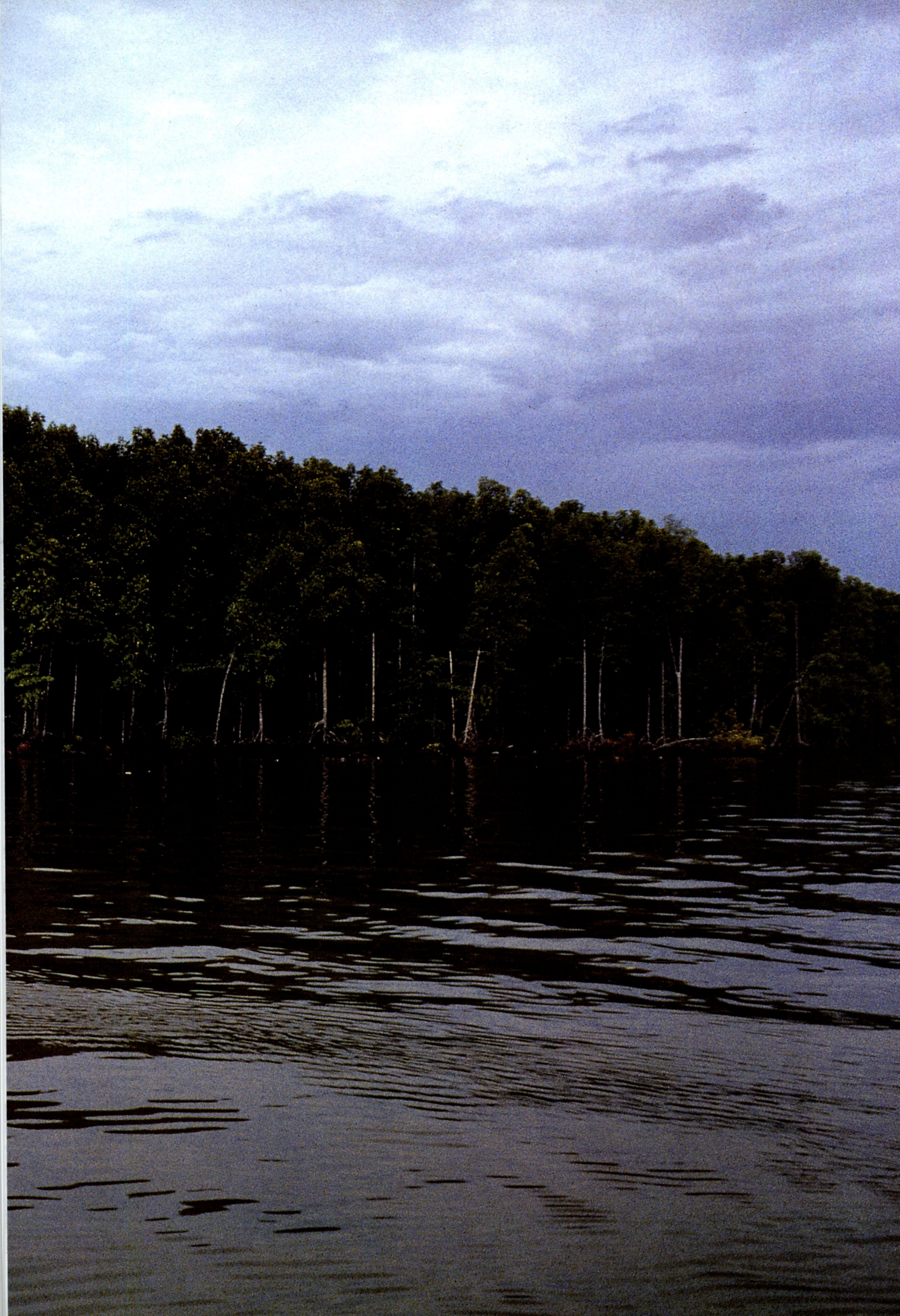


บทที่ 4 กิจกรรมอื่นๆ จากมนุษย์

1. มาตรา 3.4 กิจกรรมอื่นๆ ที่เกิดจากมนุษย์ สาระที่สำคัญ คือ

มาตรา 3.4 *ประเทศภาคีแต่ละประเทศที่อยู่รวมในภาคผนวกที่ 1 เสนอข้อมูลที่แสดงถึงระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2533 และเตรียมข้อมูลที่สามารถคาดประมาณการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสต๊อคของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปีต่อๆ ไปให้แก่องค์กรย่อยเพื่อให้คำปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพิจารณา ให้ที่ประชุมประเทศภาคีของพิธีสารกำหนดรูปแบบ กฎระเบียบและแนวทางที่จะกำหนดกิจกรรมของมนุษย์ในพื้นที่เกษตรและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและในพื้นที่ป่าแต่ละประเภทว่าเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือการกำจัดโดยแหล่งรองรับอย่างไร เพียงใดในการที่จะเปลี่ยนแปลงปริมาณที่ได้กำหนดให้กับประเทศภาคีของพิธีสารที่รวมอยู่ในภาคผนวกที่ 1 ของอนุสัญญาฯ ทั้งนี้โดยคำนึงถึงความไม่แน่นอนและความโปร่งใสในการรายงาน ความสามารถในการพิสูจน์และการทำงานที่มีระเบียบวิธีของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แต่ข้อวินิจฉัยดังกล่าวต้องใช้ในระยะเวลาตามพันธกรณีครั้งที่สองและต่อไป ประเทศภาคีอาจเลือกใช้ข้อวินิจฉัยดังกล่าวกับกิจกรรมของมนุษย์ที่เพิ่มขึ้นสำหรับช่วงระยะเวลาของพันธกรณีครั้งแรกก็ได้ ถ้ากิจกรรมดังกล่าวได้เริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533*

2. ความคืบหน้าของมาตรา 3.4 ประกอบด้วย

จากผลการประชุม COP 6 ส่วนที่ 2 ที่ประชุมสามารถบรรลุถึงข้อตกลงร่วมกันได้ระดับหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการป่าไม้ โดยที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับมาตรา 3.4 คือ

• ประเทศที่พัฒนาแล้วหรือประเทศในกลุ่มภาคผนวกที่ 1 ของอนุสัญญาฯ สามารถนำปริมาณคาร์บอนที่ถูกดูดซับ/กักเก็บไว้ เนื่องจากกิจกรรมการจัดการป่าไม้ และการเกษตร (Forest management, cropland management, grazing land management และ revegetation) มาใช้ในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิได้ในช่วงแรกของพันธกรณี

3. พลวัตของคาร์บอนในดิน (Soil Carbon Dynamic)

มาตรา 3.4 ของพิธีสารเกียวโตกล่าวถึงดินการเกษตร คาร์บอนเข้าสู่ระบบนิเวศน์ทางใบไม้โดยสะสมอย่างชัดเจนในมวลชีวภาพเหนือดิน แต่คาร์บอนเกินกว่าครึ่งผ่านลงใต้ดินทางรากการดึงดูดของสารอินทรีย์จากรากและจากส่วนที่ร่วงหล่นของต้นไม้ไปอยู่ในดิน ดินเป็นส่วนสะสมที่สำคัญของปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศน์

เหมือนกับปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศน์ ปริมาณคาร์บอนในดินจะเคลื่อนไปสู่สมดุลเมื่ออัตราสะสมและย่อยสลายเปลี่ยน ปริมาณคาร์บอนในดินก็จะเปลี่ยน การเปลี่ยนแปลงจะรวดเร็วสำหรับส่วนที่ใช้งานซึ่งรวมทั้งโครงสร้างของคาร์บอน (เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส) และองค์ประกอบทางเมตาโบลิคของคาร์บอน (ตัวอย่าง โปรตีน ไขมัน แป้ง และกรดนิวเคลียร์) รวมทั้งคาร์บอนส่วนที่ช้าและส่วนที่ต้องกระตุ้น (Slow Fraction and Inactive Carbon)

คาร์บอนที่ดินดูดซับจะขึ้นอยู่กับปริมาณและการกระจายของผลิตภัณฑ์หลักวงจรอายุของพืชและสารอินทรีย์ ดังนั้นแนวทางที่เพิ่มผลผลิตหรือคืนส่วนของพืชส่วนใหญ่ให้กับดิน จึงมีแนวโน้มที่จะเพิ่มคาร์บอนในดิน การย่อยสลายของสารอินทรีย์ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพที่ควบคุมสัตว์ในดินและจุลชีวภาพ ซึ่งได้แก่สภาพแวดล้อม (อุณหภูมิ น้ำ อากาศ ความเป็นกรด-ด่าง สารอาหาร) คุณภาพของซากพืช เนื้อดิน แร่ธาตุ และการรบกวนดิน ระบบราก ความลึกและลักษณะทางเคมีของมวลชีวภาพของรากก็มีความสำคัญในพลวัตของคาร์บอนในดิน การปฏิบัติที่ลดการย่อยสลายด้วยการควบคุมด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพจะส่งผลต่อการดูดซึมคาร์บอน

ในดินบางประเภทการเปลี่ยนแปลงปริมาณอนินทรีย์คาร์บอนในดินก็มีอิทธิพลสูง และการจัดการมีผลทำให้อนินทรีย์สารคาร์บอนในดินเป็นได้ทั้งแหล่งกักเก็บหรือปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

4. ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มพูนคาร์บอนในดิน (Factors Leading to Aggradation of Soil Carbon)

ปริมาณคาร์บอนสะสมสุทธิในดินเกิดได้จากการเพิ่มปริมาณ

ตารางที่ 4-1 ความสามารถในการเพิ่มการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศน์บกหรือผลผลิต และประมาณช่วงเวลาในแต่ละแอ่งสะสม

แหล่ง	ส่วนต่างๆ	ตัวอย่าง	ช่วงเวลาสลาย
มวลชีวภาพ	ไม้	ลำต้นไม้	10 ปี-100 ปี
	ไม่ใช่ส่วนของไม้	มวลชีวภาพทางการเกษตร ใบไม้	เดือน-ปี
อินทรีย์สารในดิน	ซาก	ซากบนผิวดิน ซากที่เหลือจากการเกษตร	เดือน-ปี
	เอกทีพ	การสะสมของซากเป็นส่วนๆ การเพิ่มพูนคาร์บอนระดับใหญ่	ปี-10 ปี
	คงที่	อยู่ในสภาพคงที่โดยดินเหนียว ขบวนการทางเคมีของคาร์บอน คาร์บอนในรูปถ่าน	100 ปี-1,000,000 ปี
ผลผลิต	ไม้	โครงสร้างเฟอร์นิเจอร์	10-100 ปี
	กระดาษ เสื้อผ้า	ผลิตภัณฑ์กระดาษ เสื้อผ้า	เดือน-10ปี
	เมล็ด	อาหาร เมล็ดพันธุ์	สัปดาห์-ปี
	ของเสีย	การฝังกลบ	เดือน-10 ปี

***ที่มา** : ปรับปรุงมาจากรายงานพิเศษ IPCC (2000)*

พืชที่มีคาร์บอนซึ่งส่งต่อให้ดินในรูปเศษใบไม้ กิ่ง และก้าน และโดยเฉพาะทางรากหรือการลดอัตราการย่อยสลาย วิธีเพิ่มผลผลิตซึ่งรวมการคัดเลือกพืช เพาะพันธุ์ ปลูกพืชคลุมดิน การชลประทาน และลดความถี่ของการเตรียมดินโดยไม่ได้เพาะปลูกจริง จะช่วยเพิ่มปริมาณคาร์บอนที่เข้าไปสะสมในดิน นอกจากนี้การลดมวลชีวภาพที่นำออกจากพื้นที่เช่น การเผาจะเป็นการเพิ่มผลผลิตกลับสู่ดิน

อัตราการย่อยสลายจะลดลงในพื้นที่ที่ไม่เอื้อต่อการย่อยสลาย (ตารางที่ 4-1) โครงสร้างของดินควบคุมสิ่งมีชีวิตนี้ จึงมีผลมากต่อการย่อยสลาย การไถพรวนมีผลต่อโครงสร้างดิน ต่ออากาศและความชื้นในดิน กิจกรรมการรบกวนอื่นๆ มีผลต่อเนื้อดิน แร่ธาตุ และค่าไฟฟ้า การรักษาความชื้นผิวดิน ลดซากพืชและเพิ่มการปกคลุมผิวดินจะทำให้อุณหภูมิลดลง การเพิ่มการถ่ายเทน้ำในช่วงเวลาพอสมควรในรอบปี จะทำให้ดินมีโอกาสแห้งอย่างทั่วถึง เป็นการลดกิจกรรมของจุลชีพนำไปสู่การสะสมเพิ่มขึ้นของอินทรีย์คาร์บอน ระบบนิเวศน์ที่ปรับตัวได้โดยไม่ใช้ออกซิเจนจะลดอัตราการย่อยสลายและการปล่อยก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์แต่ปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น การลดการรบกวนจากการเตรียมพื้นที่ การตัดไม้ เป็นการลดอัตราการย่อยสลายในดิน

5. ปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมโทรมของคาร์บอนในดิน (Factors Leadings to Degradation of Soil Carbon)

ปริมาณคาร์บอนในดินที่ลดลงเกิดจากการปฏิบัติในทาง

ตรงข้ามกับส่วนก่อนหน้านี้ คาร์บอนในดินเกษตรกรรมโดยทั่วไปลดลงประมาณร้อยละ 20 ถึง 50 เมื่อเทียบกับสภาพเดิมเท่าที่ผ่านมาผลผลิตที่ต่ำ การเก็บเกี่ยว การเคลื่อนย้ายซากพืชออก การเตรียมพื้นที่อย่างเข้มข้นและการเตรียมดินโดยไม่เพาะปลูกจริงเป็นเหตุที่นำไปสู่การลดลงของปริมาณคาร์บอนในดิน ในทำนองเดียวกันการจัดการที่ไม่ถูกต้องเป็นเหตุสำคัญของการเสื่อมโทรมอย่างถาวรต่อประสิทธิภาพในการผลิตของป่าไม้ ทุ่งหญ้า พื้นที่เกษตรกรรม และนำไปสู่การลดลงของปริมาณคาร์บอนในดิน การถ่ายน้ำออกจากพื้นที่ชุ่มน้ำ แล้วใช้เป็นพื้นที่เพาะปลูก ทุ่งหญ้าหรือป่าไม้ ทำให้มีการย่อยสลายอย่างรวดเร็ว สูญเสียอินทรีย์คาร์บอนจากดินด้านล่างที่มีคาร์บอนในปริมาณมาก ความเค็มที่เพิ่มขึ้นของดิน การเป็นกรด การสูญเสียน้ำตลอดจนความเสื่อมสภาพอื่นๆ ของดิน มีผลทางลบต่อคาร์บอนในดิน

การรบกวนสิ่งคลุมดินโดยมนุษย์บางครั้งทำให้สูญเสียหน้าดินโดยลมและน้ำในอัตราที่รวดเร็วกว่าอัตราการเกิดของดิน ซึ่งส่งผลเสียอย่างมากต่อประสิทธิภาพในการผลิตรวมทั้งคุณภาพน้ำและอากาศ การพังทลายของดิน ทำให้ดินส่วนที่สมบูรณ์ด้วยสารอินทรีย์ไปอยู่ผิดที่ และลดปริมาณคาร์บอนของดินในบางพื้นที่ การพังทลายของดินยังอาจกระตุ้นการย่อยสลายด้วยสาเหตุจากการแยกส่วน และการใส่สารอินทรีย์เพื่อคุ้มครองผลของการเสื่อมสภาพต่อผลผลิตส่งผลไปถึงสมดุลของคาร์บอนในดิน ส่วนที่ถูกชะล้างบางส่วนจะไปอยู่ในพื้นที่ต่ำ และส่วนน้อยจะไหลลงสู่ทะเล การถูกฝังในสภาพขาดอากาศอาจลดการย่อยสลายของสารย่อยสลายที่อยู่เป็นการเพิ่มการดูดซับคาร์บอน คาร์บอนที่สูญเสียจากพื้นที่เกษตรเป็นผลจากการชะล้างของดิน การนำดินที่ไถพรวนไปไว้ในที่ไม่เหมาะสม และการทำแร่ในอัตราที่รวดเร็ว การควบคุมการชะล้างและพังทลายของดินจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการรักษาและเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดิน

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศน์ขึ้นอยู่กับความสมดุลของการใช้คาร์บอน โดยการสังเคราะห์แสงและการใช้ของอินทรีย์วัตถุ และการสูญเสียคาร์บอนจากพืช สัตว์ และการย่อยสลาย ไฟ การเก็บเกี่ยวและการสูญเสียอื่นๆ ส่วนมากการใช้ระบบนิเวศน์อย่างเข้มข้นโดยมนุษย์มักนำไปสู่การลดลงของปริมาณคาร์บอนเมื่อเทียบกับระบบที่ถูกรบกวนน้อย ตัวอย่างเช่นการเปลี่ยนทุ่งหญ้าและป่าไม้ไปทำการเกษตรมักทำให้สูญเสียคาร์บอนที่สะสมบนดินและใต้ดิน และเร่งการคายน้ำเทียบกับการสังเคราะห์แสง เป็นผลให้ปริมาณคาร์บอนที่สะสมลดลงจนอัตราการใช้และสูญเสียคาร์บอนกลับมาเท่ากัน ในทางตรงกันข้ามการเปลี่ยนแปลงการจัดการที่ก่อให้เกิดการใช้มากกว่าการสูญเสียจะทำให้ปริมาณคาร์บอนเพิ่มขึ้นจนกระทั่งอัตราการสูญเสียเท่ากับอัตราการใช้ การเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอนเทียบกับที่ควรจะเพิ่มสามารถทำได้โดยปรับเปลี่ยนการจัดการหรือสภาพแวดล้อมมีสองวิธีใหญ่ๆ ในการเพิ่มปริมาณคาร์บอนนั่นคือ

(1) การเปลี่ยนการใช้ที่ดินไปสู่การใช้ที่ดินที่มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่า โดยทั่วไปเช่นการเปลี่ยนสิ่งปกคลุมดิน เช่น เปลี่ยนพื้นที่เกษตรกรรมไปเป็นทุ่งหญ้า เป็นต้น

(2) เปลี่ยนการจัดการในพื้นที่โดยไม่เปลี่ยนสิ่งปกคลุมดิน เช่นการนำพันธุ์พืชที่ให้ผลผลิตสูงขึ้นไปปลูกในทุ่งหญ้า ลดการไถพรวนในพื้นที่การเกษตรอย่างเข้มข้น การฟื้นฟูป่าไม้

เพื่อวัตถุประสงค์ในการศึกษาการรวมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและป่าไม้ (LULUCF) ซึ่งอยู่นอกเหนือจากกิจกรรมภายใต้มาตรา 3.3 พิธีสารเกียวโต คำถามสำคัญๆ ในมาตรา 3.4 ได้ถูกหยิบยกขึ้นมาเพื่อช่วยให้ผู้มีสิทธิตัดสินในการพิจารณาประเด็นต่างๆ เช่น กิจกรรมเพิ่มเติมจากการกระทำของมนุษย์แบบใดที่ควรจะถูกเลือก และควรกำหนดขอบเขต ตรวจวัด รายงานกำกับ และตรวจสอบกิจกรรมนั้นอย่างไร

6. กิจกรรมอื่นๆ ที่มีสาเหตุมาจากมนุษย์ (Additional Human Induced Activities)

กิจกรรมอื่นๆ (Additional Activity) หมายถึงกิจกรรมซึ่งไม่ได้เข้าข่าย ARD ชัดเจน กิจกรรมเหล่านี้ครอบคลุมการจัดการที่ดินทุกรูปแบบ รวมทั้งกิจกรรมในภาคเกษตรและภาคการป่าไม้ ในภาพกว้างกิจกรรมเหล่านี้เกี่ยวข้องกับที่ดินทุกประเภทที่เข้าข่ายในมาตรา 3.3 เช่นเดียวกับที่ดินทั้งหมดที่มนุษย์เข้าไปจัดการเพื่อใช้ผลิตอาหาร เส้นใย อาหารสัตว์ และอื่นๆ เมื่อรวมกิจกรรมอื่นๆ ไว้ในมาตรา 3.4 สามารถแปลความหมายของคำว่า “กิจกรรม - Activity” ได้ 2 อย่างคือ ความหมายอย่างกว้าง เช่น การจัดการพืชเศรษฐกิจ (Cropland Management) และความหมายอย่างแคบ เช่น การเปลี่ยนแปลงการไถพรวน การให้ปุ๋ย และพืชปกคลุมภายใต้การอธิบายผล มีหลักเกณฑ์ที่จะเลือกการทำบัญชี 2 แบบคือ **ใช้พื้นที่เป็นหลัก** (Land - Based Method) หรือ **กิจกรรมเป็นหลัก** (Activity - Based Method) หรือเป็นการรวมทั้ง 2 กรณี การรวมกันนี้จะมีผลต่อค่าความน่าเชื่อถือ ความเป็นไปได้ ต้นทุน ความโปร่งใสและการตรวจสอบติดตาม การจัดทำรายงานของการปลดปล่อย และการกักเก็บ รวมทั้งก๊าซเรือนกระจกตัวอื่นที่ไม่ใช่ก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์

• ความหมายของคำว่า **"กิจกรรมอย่างกว้าง - Broad Activity"** หมายถึงกิจกรรมที่ที่ดิน (Land) หรือพื้นที่ฐาน (Area-Based) ซึ่งมีผลกระทบสุทธิของกิจกรรมทั้งหมดในพื้นที่ นิยามของกิจกรรมอย่างกว้างคือความต้องการในการทำบัญชีที่ใช้พื้นที่เป็นฐาน คำนิยามนี้ทำให้ทราบถึงปริมาณการปลดปล่อยสุทธิหรือการกักเก็บของกิจกรรมที่จะทำให้ปริมาณคาร์บอนลดลงหรือเป็นการเพิ่มการกักเก็บ นิยามกิจกรรมอย่างกว้างโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่การเปลี่ยนแปลงที่ดินมีส่วนเกี่ยวข้อง ซึ่งอาจจะเกิดความลำบากในการที่จะแยกการเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากมนุษย์ออกจากธรรมชาติ

• **ความหมายของกิจกรรมอย่างแคบ** ขึ้นอยู่กับกิจกรรมแต่ละประเภท เช่นลดการไถพรวน หรือการจัดการระบบชลประทาน ความหมายอย่างแคบนี้จะนำไปสู่การทำบัญชีแบบกิจกรรมเป็นฐาน (Activity-Base Accounting) แต่การทำบัญชีโดยใช้ที่ดินเป็นฐานก็มีความเป็นไปได้ การทำบัญชีภายใต้กิจกรรมเป็นหลัก นิยามของความชัดเจนและอัตราของการปลดปล่อยหรือการกักเก็บต้องทราบในแต่ละกิจกรรม ความหมายอย่างแคบเพิ่มประสิทธิภาพของกิจกรรมหลายกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ที่หนึ่ง กิจกรรมอย่างแคบอาจจะช่วยในการแยกกิจกรรมเนื่องมาจากมนุษย์ (Human-Induced Change) ออกจากอิทธิพลจากธรรมชาติ

ในการวิเคราะห์จากรายงานพิเศษ IPCC (2000) ในเรื่องประเด็นของความหมาย

ผลที่ตามมาจากนิยามกิจกรรม

แบบกว้าง

- คำนิยามไม่ต้องชัดเจน
- พื้นที่จะเป็นเกณฑ์ในการประมาณการณ์ ลดโอกาสนับซ้ำหรือนับไม่ครบถ้วน
- ต้องประมาณการณ์ก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ นอกเหนือจากคาร์บอนไดออกไซด์ ต่างหาก
- การตรวจสอบโดยบุคคลที่สามในภายหลังด้วยวิธีที่แตกต่างออกไปเช่น การสุ่มตัวอย่างหรือการประยุกต์ใช้ Remote Sensing

แบบแคบ

- คำจำกัดความของกิจกรรมต้องชัดเจน ปฏิบัติและตรวจสอบได้
- ต้องประมาณการผลกระทบโดยใช้กิจกรรมเป็นเกณฑ์ ถ้ามีกิจกรรมหลายๆ อย่างบนพื้นที่เดียวกันอาจเกิดการนับซ้ำได้
- ก๊าซเรือนกระจกทุกประเภทสามารถประมาณผลกระทบได้จากแบบจำลอง ถ้ามีมากกว่าหนึ่งกิจกรรมในพื้นที่ และบางกิจกรรมไม่อยู่ใต้มาตรา 3.4 การวัดปริมาณที่เปลี่ยนแปลงจะยุ่งยาก
- การตรวจสอบและยืนยันจะใช้ข้อมูลแหล่งอื่น การตรวจย้อนหลังอาจเป็นไปไม่ได้ถ้าไม่มีหลักฐานหลงเหลือ

7. กิจกรรมที่เกี่ยวข้อง

รายงานพิเศษ IPCC (2000) ได้เสนอกิจกรรมอื่นๆ ที่ควรจะเกี่ยวข้องกับมาตรา 3.4 โดยในที่นี้นำเสนอเฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับประเทศไทยได้แก่

- การจัดการพื้นที่เกษตรกรรม (Cropland Management)
- การจัดการทุ่งหญ้า (Grazing Lands Management)
- วนเกษตร (Agroforestry)
- การจัดการป่าไม้ (Forest Management)
- การจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands Management)
- การฟื้นฟูสภาพพื้นที่เสื่อมโทรม (Restoration of Severely Degraded Lands)

จากกรอบผลการศึกษาของ IPCC และกรอบการเจรจาและข้อตกลงต่างๆ ภายใต้ COP ถึง ณ ปัจจุบัน (cop 7 : พ.ศ. 2544) จะครอบคลุมเพียงประเด็น การจัดการการการเกษตร การจัดการทุ่งหญ้า วนเกษตร และการจัดการป่าไม้ แต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้ครอบคลุมประเด็นที่คาดว่าจะมีการกล่าวถึงในการประชุมครั้งต่อไปและเกี่ยวข้องกับประเทศไทยคือ การจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำและการฟื้นฟูสภาพพื้นที่เสื่อมโทรม

7.1 การจัดการพื้นที่เกษตรกรรม (Cropland management)

พื้นที่เกษตรกรรมในโลกมีทั้งหมดประมาณ 1.5 พันล้านเฮคแตร์ (Gha) หรือร้อยละ 11 ของแผ่นดิน ปริมาณคาร์บอนส่วนใหญ่ในพื้นที่เกษตรกรรมอยู่ในดินเพราะมวลชีวภาพจะถูกเก็บเกี่ยวอย่างต่อเนื่อง ดินเป็นแหล่งกักเก็บกักคาร์บอนประมาณร้อยละ 8 ถึง 10 ของคาร์บอนทั้งหมด ในรายงานนี้แบ่งพื้นที่เพาะปลูกเป็นระบบทั่วไป (ใช้อากาศ) และระบบนาข้าว (ไม่ใช้อากาศ) ที่เหลือแยกเป็นวนเกษตรและที่ดินเสื่อมโทรม

การเปลี่ยนจากระบบธรรมชาติไปทำเกษตรกรรมมีผลให้สูญเสียอินทรีย์คาร์บอนในดินประมาณร้อยละ 20 ถึง 50 สำหรับดินในระดับลึกลงไปหนึ่งเมตร อัตราการสูญเสียจะสูงในปีแรกๆ และจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไป 20 ถึง 50 ปี แต่ก็ไม่จำเป็นจะต้องเป็นเช่นนี้เสมอไป กรณียกเว้นคือนาข้าวที่น้ำท่วมเป็นเวลานาน อัตราการย่อยสลายจะชลอตัวเพื่อรักษาหรือเพิ่มปริมาณคาร์บอน

ได้ ในทางตรงข้ามเมื่อดินไม่มีน้ำขังและมีการนำไปใช้ในการเพาะปลูก การสูญเสียคาร์บอนจะเกิดขึ้นในช่วงที่ดินไม่มีน้ำขัง เมื่อดินแห้งได้รับน้ำจากระบบชลประทาน เป็นการเพิ่มความชุ่มชื้นและเป็นการเพิ่มขึ้นของอินทรีย์สารและช่วยเพิ่มการสะสมคาร์บอน ในระดับโลกคาร์บอนในดินเกษตรกรรมสูญเสียประมาณ 55 พันล้านตัน เกือบหนึ่งในสามของคาร์บอนที่สูญเสียจากดินและพืช (150 พันล้านตันของคาร์บอน)

การศึกษาวิจัยชี้ให้เห็นว่าพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่ยังมีปริมาณคาร์บอนสะสมในดินไม่ถึงจุดอิ่มตัว ดินเกือบทุกชนิดยังมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน ปริมาณคาร์บอนมีการสะสมน้อยในพื้นที่ที่ให้ผลผลิตสูงในทศวรรษที่ผ่านมาเมื่อเทียบกับพื้นที่ในปัจจุบันที่มีผลผลิตสูงอย่างเห็นได้ชัด ดังกล่าวนี้เนื่องมาจากการไถพรวนแบบอนุรักษ์ ดังนั้นขนาดของการเพิ่มขึ้นนี้ขึ้นอยู่กับการจัดการ สิ่งที่ขัดขวางกิจกรรมเพื่อเพิ่มคาร์บอนในดินคือ การไม่เห็นผลประโยชน์และความไม่เข้าใจของผู้ประกอบการที่จะยอมรับเทคนิคที่ดีขึ้นในการควบคุมศัตรูพืชและวัชพืช การใช้ปุ๋ยและการสับเปลี่ยนพืชที่ปลูกเพื่อให้สัมพันธ์กับความชื้นในดินและสภาพอุณหภูมิ เนื่องจากอุปสรรคเหล่านี้การเพิ่มกิจกรรมการจัดการพื้นที่เกษตรจึงเป็นโอกาสที่ดีของหลายประเทศ พบว่าทุกอย่างที่เกิดขึ้นในพื้นที่เกษตรกรรมเป็นกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้นเงื่อนไขที่จะเลือกกิจกรรมเหล่านั้นจึงไม่ใช่ปัญหาทางเทคนิค

อุณหภูมิโลกที่สูงขึ้นจะเพิ่มผลผลิตการเกษตรในเขตบริเวณเส้นรุ้งสูงที่จะทำให้ฤดูเพาะปลูกยาวนานขึ้น ในขณะเดียวกันอาจเร่งการย่อยสลายคาร์บอนในดิน ผลสุทธิของการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในพื้นที่เกษตรจึงน่าจะแตกต่างกันไปตามภูมิประเทศแต่ยังไม่มีการประมาณการณ์ผลที่น่าเชื่อถือได้

แนวทางในการปรับปรุงคุณภาพดินและการเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดินอาจจำแนกได้เป็น 4 กลุ่มคือ ความเข้มข้นทางการเกษตร การไถพรวนแบบอนุรักษ์ การลดการชะล้างหน้าดิน และการจัดการนาข้าว

7.1.1 ความเข้มข้นทางการเกษตร (Agricultural Intensification)

การปรับปรุงการไถพรวน การชลประทาน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และอนินทรีย์ การจัดการดินที่เป็นกรด การใช้ปุ๋ยคอก การกำจัดแมลงแบบผสมผสาน การเพาะปลูกพืชสองครั้ง และการปลูกพืชหมุนเวียนล้วนเป็นหนทางในการเพิ่มผลผลิต ซึ่งมักนำไปสู่ปริมาณคาร์บอนสะสมในรูปมวลชีวภาพ ซากพืชที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มปริมาณคาร์บอนที่เก็บกักในดิน จากการประมาณการณ์และข้อมูลจากการทดลองทั่วโลกชี้ว่าการจัดการที่เพิ่มผลผลิตจะเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดิน ตัวอย่างเช่น มวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นจากการปรับปรุงดินโดยใช้พืชตระกูลถั่วและอื่นๆ จะดูดซับคาร์บอนในอัตราตั้งแต่ 0.01 ถึง 0.7 ตันต่อเฮคแตร์ต่อปี โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.27 ตันต่อเฮคแตร์ต่อปี จากอัตรานี้คาร์บอนจะถูกกักเก็บ 0.02 ถึง 0.07 พันล้านตันต่อปี ในพื้นที่ 122 ถึง 152 ล้านเฮคแตร์

หนึ่งในหกของพื้นที่ทำการเพาะปลูกสามารถให้ผลผลิตได้ร้อยละ 40 ของผลผลิตทั้งหมด และหนึ่งในสามมาจากเกษตรชลประทาน เนื่องจากระบบชลประทานมักอยู่ในพื้นที่แห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ง สภาพดินเดิมจึงมีคาร์บอนสะสมอยู่น้อย การเปลี่ยนพื้นที่แห้งแล้งนี้มาทำการเกษตรชลประทาน อาจเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดินได้ราว 0.05 ถึง 0.15 ตันต่อเฮคแตร์ต่อปี การชลประทานยังมีผลต่อแอ่งอนินทรีย์คาร์บอน (คาร์บอเนต) ในดินและพลวัตของมัน แม้กระบวนการพลวัตของอนินทรีย์คาร์บอนในดินจะซับซ้อนและไม่เป็นที่เข้าใจนัก การชลประทานในดินแห้งแล้งอาจส่งผลต่ออัตราการกักเก็บอนินทรีย์คาร์บอนของดิน (Inorganic Soil Carbon Sequestration) คล้ายกับการประมาณอัตราของอินทรีย์คาร์บอน พื้นที่ชลประทานมักเสี่ยงต่อการพังทะลายของดินและดินเค็ม ซึ่งอาจลดปริมาณคาร์บอนในดินและการเพิ่มการปล่อยคาร์บอน

การจัดการพื้นที่การเกษตรให้ดีขึ้นด้วยการใช้วิธีไถพรวนแบบอนุรักษ์ และ/หรือการจัดการการถ่ายเทน้ำให้คงความชื้นในปริมาณสูงจะช่วยเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดิน ในบางกรณีกิจกรรมที่สนับสนุนประสิทธิภาพในการผลิตอาจนำไปสู่การใช้พลังงานเพิ่มขึ้น เช่น การขยายระบบชลประทานและการใช้ปุ๋ยมากขึ้นจะต้องใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลเพิ่มขึ้น ปริมาณคาร์บอนในดินที่เพิ่มขึ้นจะถูกหักล้างบางส่วนโดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากเชื้อเพลิงพลังงานที่ต้องการเพิ่ม

7.1.2 การไถพรวนแบบอนุรักษ์ (Conservation Tillage)

การไถพรวนแบบอนุรักษ์เป็นระบบการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกในบริเวณที่มีปัญหาเรื่องการชะล้างดินโดยน้ำ ลม โดยที่ซากพืชซากสัตว์ร้อยละ 30 หรือมากกว่าถูกทิ้งไว้หลังการเก็บเกี่ยวในพื้นที่ การไถพรวนแบบอนุรักษ์เป็นระบบที่พยายามรักษาหรือคงไว้ของซากพืชบนผิวดินอย่างน้อย 1,000 กิโลกรัมต่อเฮคแตร์ ตลอดช่วงมีปัญหาการชะล้างโดยลม การไถพรวนแบบอนุรักษ์ รวมถึงการไม่ไถพรวน การไถพรวนในหุบเขา การไถพรวนโดยรักษาความชื้น และการไถพรวนเป็นเขตโดยให้ซากพืชมีจำนวนตามความจำเป็น เกษตรกรจะเลือกวิธีที่เหมาะกับชนิดของดิน พืชที่ปลูก เครื่องมือ

ที่มีการใช้ในท้องถิ่น แม้ว่าระบบเหล่านี้จะพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาคุณภาพน้ำ การชะล้างผิวดินและการเกษตรยั่งยืนปรากฏว่ามีผลดีต่อการเพิ่มคาร์บอนในดินและประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน

การไม่ไถพรวนเกิดขึ้นในทวีปอเมริกาเหนือในปี พ.ศ. 1950 และในปี พ.ศ. 1996 คาดว่ามีพื้นที่ที่ไถพรวนในประเทศ หรือทวีปอเมริกาแบบอนุรักษ์ 42 ล้านเฮคแตร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 36 ของพื้นที่เกษตร ระบบการไถพรวนแบบอนุรักษ์ได้ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวาง ใน จีน บราซิล ประเทศแถบแปซิฟิก และเขตร้อนชื้นและกึ่งร้อนชื้น จากการประมาณการณ์พบว่า การไถพรวนแบบอนุรักษ์ได้มาถึงระดับที่คงที่แล้ว เนื่องจากพื้นที่ที่ประเภทนี้ลดลงในช่วง 2 ปีที่ผ่านมาในสหรัฐอเมริกา แต่อย่างไรก็ตามประสบความสำเร็จอย่างแพร่หลายทั่วโลก เช่น อาเจนตินาเริ่มระบบไถพรวนแบบอนุรักษ์ในปี พ.ศ. 1990 คิดเป็นพื้นที่ 7.3 ล้านเฮคแตร์ หรือร้อยละ 31 ของพื้นที่เกษตรกรรมของประเทศ และในบราซิลมีพื้นที่ 12 ล้านเฮคแตร์ที่ไถพรวนแบบอนุรักษ์

ในอเมริกา คาดว่าวิธีทำเกษตรแบบนี้จะลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดิน ราว 0.012 ถึง 0.023 พันล้านตันต่อเฮคแตร์ต่อปี ในระดับโลกน่าจะช่วยดูดซับคาร์บอนในช่วง 0.1 ถึง 1.3 พันล้านตันต่อเฮคแตร์ต่อปี โดยพื้นที่ที่จะใช้การไถพรวนแบบอนุรักษ์อาจเป็นได้ถึงร้อยละ 60 ของพื้นที่เกษตรทั้งหมด ตัวเลขข้างต้นขึ้นอยู่กับการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการไถพรวนอย่างเข้มข้นจะมีผลต่ออัตราการดูดซับคาร์บอนของดิน

อัตราการดูดซับคาร์บอนจะสามารถเพิ่มขึ้น ถ้าการปกคลุมถูกนำมาใช้ร่วมกับการไถพรวนแบบอนุรักษ์ การปกคลุมมีส่วนดีต่อสภาพแวดล้อมคล้ายวิธีไม่ไถพรวน ลดการชะล้างหน้าดินโดยน้ำ นอกจากนี้ยังลดการใช้ยาฆ่าวัชพืชและปุ๋ย ขนาดของคาร์บอนที่สะสมจากการปกคลุมดินอาจสูงกว่าการไถพรวนแบบอนุรักษ์

7.1.3 การลดการชะล้างหน้าดิน (Erosion Reduction)

การชะล้างหน้าดินโดยน้ำและลมในพื้นที่เกษตรอาจมากกว่า 3 ถึง 4 เท่า ของดินที่มีลักษณะอย่างเดียวกัน การปลูกต้นไม้หรือหญ้า การควบคุมการชะล้างหน้าดินจึงมีความสำคัญทั้งในแง่เพิ่มผลผลิตและเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน มาตรการลดการพังทลายที่ Loess Plateau ในจีน โดยใช้วิธีการอนุรักษ์ดิน สามารถป้องกันการชะล้างหน้าดินได้ 10.6 พันล้านตัน อย่างไรก็ตามการประมาณปริมาณดินที่ถูกชะล้างจากพื้นที่เกษตรทั่วโลกเป็นเรื่องยาก แต่ก็ยังง่ายกว่าการประมาณคาร์บอนที่สูญเสียเนื่องจากการชะล้างหน้าดิน ผลจากงานวิจัยพบว่าคาร์บอนจากดินที่ถูกชะล้างอยู่ในระดับ 0.5 พันล้านตันต่อปี โดยร้อยละ 20 จะถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศ (ที่เหลือจะถูกพัดพาไปพื้นที่อื่น) งานศึกษาล่าสุดรายงานว่าตัวเลขดินที่ถูกชะล้าง อาจสูงเกินความเป็นจริง จึงจำเป็นต้องทบทวนตัวเลขการชะล้างพังทลายของดิน

นอกจากนี้ยังมีวิธีลดการชะล้างหน้าดินโดยปลูกหญ้าหรือถั่วเป็นแบบระบบสม่ำเสมอในพื้นที่หรือต่อเนื่องในพื้นที่ที่กำหนด วิธีนี้นอกจากลดการสูญเสียหน้าดินแล้วยังเอื้อต่อการสะสมคาร์บอนในดิน ด้วยเหตุที่ดินถูกรบกวนน้อยลงและปริมาณคาร์บอนสะสมใต้ดินมากขึ้น

โดยภาพรวมการปรับปรุงผลผลิตและการไถพรวนแบบอนุรักษ์จะช่วยเพิ่มคาร์บอนในดินในอัตรา 0.3 ตันต่อเฮคแตร์ต่อปี ถ้ามีการปฏิบัติในร้อยละ 60 ของพื้นที่เกษตรทั่วโลก จะส่งผลให้สามารถดูดซับคาร์บอนได้เพิ่มขึ้น 0.27 พันล้านตัน ใน 10 ถึง 20 ปีข้างหน้า แต่ยังไม่ชัดเจนนักว่าอัตรานี้จะคงอยู่ได้นาน เนื่องจากงานวิจัยชี้ว่าอัตราดูดซับจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วประมาณ 25 ปี แล้วค่อยๆ ลดลงใน 50 ปีต่อไป ผลประโยชน์ข้างเคียงที่สำคัญของการไถพรวนแบบอนุรักษ์คือลดการสูญเสียหน้าดิน คุณภาพน้ำที่ดีขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานและเพิ่มผลผลิต

7.1.4 การจัดการนาข้าว (Managing Rice Agriculture)

นาข้าวเป็นรูปแบบการทำการเกษตรของพื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งอาจจะแทนที่พื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติหรือการปรับเปลี่ยนพื้นที่แห้งแล้งโดยระบบชลประทาน นาข้าวเป็นพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมเกือบตลอดช่วงฤดูกาลเพาะปลูก มีสภาพการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic conditions) และช่วงที่ถูกน้ำท่วมจะทำให้การย่อยสลายช้าลง จึงทำให้มีการสะสมคาร์บอนมากขึ้นตลอดเวลา เมื่อพิจารณาแล้วอินทรีย์สารสะสมอยู่ในนาข้าวอาจมีมากกว่าพื้นที่ที่อยู่ข้างเคียงที่ไม่ถูกน้ำท่วม โดยเฉพาะอินทรีย์สารที่ตกค้าง (ซังข้าวและมูลสัตว์) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวัตถุดิบที่ใส่ลงไปในดิน คาร์บอนอาจถูกกักเก็บหรือปลดปล่อยไปสู่บรรยากาศในระหว่างที่พื้นที่ชุ่มน้ำอาจแห้งไปเป็นนาข้าวขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนในดินก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลง การทำนาข้าวมีผลกระทบต่อการปลดปล่อยคาร์บอนและก๊าซมีเทน ดังนั้นการจัดการนาข้าวสำหรับผลกระทบเชิงบวกจะต้องพิจารณาผลกระทบทั้ง 2 อย่าง คือ การสะสมคาร์บอนและการปล่อยก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์ในการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ โดยเฉพาะนาข้าว โดยทั่วไปผลกระทบของคาร์บอนควรพิจารณาเป็นสัดส่วนร่วมอยู่ในมาตรการ 3.4 ขณะที่การลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากการปรับปรุงการปฏิบัติถูกรวมอยู่ในพิธีสารแล้ว

อย่างไรก็ตามในโลกยังขาดการติดตามและการตรวจวัดการสะสมคาร์บอน (Carbon Storage) ในนาข้าวการนำน้ำออกไปจากนาข้าวครึ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นการทำนาที่นิยมในเอเชีย เพื่อการปรับปรุงผลผลิตเป็นการลดการปล่อยก๊าซมีเทนระดับหนึ่ง

ในกรณีที่การจัดการไนโตรเจนไม่ได้เชื่อมโยงกับการปฏิบัติอย่างไรก็ตามการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์จะมีปัญหามากพื้นที่ปลูกข้าวถูกจำกัดเรื่องการขาดไนโตรเจน การเพิ่มไนโตรเจนอาจเป็นการกระตุ้นเรื่องผลผลิตของข้าว และเป็นผลให้มีการสะสมคาร์บอนในดินมากขึ้น ผลกระทบต่อการสะสมไนโตรเจนของโลกอาจเป็นส่วนน้อย ในอีกด้านหนึ่งการเพิ่มอุณหภูมิดินกับคาร์บอนในบรรยากาศคาดว่าจะทำให้เพิ่มการสูญเสียการหายใจในดิน (Increased Soil Respiration Losses) การที่คาร์บอนสะสมมากอาจเป็นตัวกดดันการย่อยสลายของคาร์บอนสะสม เพราะสัดส่วน C : N ในซากอาจจะเพิ่มขึ้นและเพราะคาร์บอนอาจจะมีการแทนที่ในดินได้ ดังนั้นนโยบายในการลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนของนาข้าวขึ้นอยู่กับการควบคุมผลผลิตปฏิกิริยาออกซิเดชั่น

การวิเคราะห์การจัดการเกษตรในประเทศไทย

การจัดการการเกษตรของประเทศไทย โดยภาพรวมหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงคือ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยมีกรมต่างๆ ที่ทำหน้าที่ต่างๆ กันเช่น

• **กรมพัฒนาที่ดิน** ซึ่งมีงานหลักที่สำคัญคือ 1) สำรวจดิน วิเคราะห์และวิจัยดิน และสิ่งที่เกี่ยวข้องกับดิน เพื่อให้คำแนะนำเกษตรกร สนับสนุนงานวิชาการที่เกี่ยวข้อง 2) ติดตามสถานการณ์การใช้ที่ดิน 3) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาที่ดิน 4) ให้บริการวิเคราะห์ดินและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับดิน

• **กรมส่งเสริมการเกษตร** ซึ่งมีงานหลักที่สำคัญคือ 1) พัฒนาส่งเสริมและถ่ายทอดความรู้ด้านการผลิตพืชและธุรกิจเกษตรแก่เกษตรกร 2) ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรรวมกลุ่มเพื่อเป็นแหล่งรับและเผยแพร่ความรู้ด้านการเกษตร และ 3) ปฏิบัติการอื่นใดตามที่กฎหมายกำหนดให้เป็นอำนาจหน้าที่ของกรมส่งเสริมการเกษตรหรือตามที่กระทรวงหรือคณะรัฐมนตรีมอบหมาย

• **กรมวิชาการเกษตร** ซึ่งมีงานหลักที่สำคัญคือ มีอำนาจหน้าที่ศึกษา ค้นคว้า วิจัยทดลอง และวิชาการเกษตรด้านต่างๆ ที่เกี่ยวกับพืชและไหม ให้บริการด้านวิเคราะห์ และคำแนะนำเกี่ยวกับเรื่องดิน น้ำ ปุ๋ยพืช วัสดุการเกษตร และอื่นๆ ถ่ายทอดผลการศึกษาค้นคว้าวิจัยแก่เจ้าหน้าที่ของส่วนราชการที่เกี่ยวกับการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ปฏิบัติการอื่นใดตามที่กฎหมายให้เป็นอำนาจหน้าที่กรมวิชาการเกษตรหรือตามที่กระทรวงหรือคณะรัฐมนตรีมีมติ

• **กรมปศุสัตว์** ซึ่งมีงานหลักที่สำคัญคือ การพัฒนากิจการปศุสัตว์ของประเทศให้มีคุณภาพและปริมาณเพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ สนับสนุนการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ส่งจำหน่ายต่างประเทศ

• **กรมประมง** ซึ่งมีงานหลักที่สำคัญคือ

- ดำเนินการตามกฎหมายว่าด้วยการประมง กฎหมายว่าด้วยการควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ กฎหมายว่าด้วยโรงงาน กฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตราย กฎหมายว่าด้วยการสงวน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 8 ฉ แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. 2534 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2543 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ออกกฎกระทรวงไว้ ดังต่อไปนี้

(1) ดำเนินการตามกฎหมายว่าด้วยการประมง กฎหมายว่าด้วยสิทธิการประมงในเขตการประมงไทย กฎหมายว่าด้วยการจัดระเบียบกิจการแพปลา กฎหมายว่าด้วยการควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์กฎหมายว่าด้วยอาหาร กฎหมายว่าด้วยโรงงาน กฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตราย กฎหมายว่าด้วยการสงวน และคุ้มครองสัตว์ป่า และกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง

(2) ศึกษา ค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยง การปรับปรุงพันธุ์ การผลิต และการขยายพันธุ์สัตว์น้ำ ปลาสวยงาม และพรรณไม้น้ำ อาหารสัตว์น้ำและสุขภาพสัตว์น้ำ รวมทั้งเครื่องมือประมงและวิชาการด้านอื่นที่เกี่ยวข้อง

(3) สำรวจ วิเคราะห์และวิจัยแหล่งทำการประมงทั้งในและนอกน่านน้ำไทย

(4) วิจัย และพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการประมง เพื่อสนับสนุนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การทำการประมง และการแปรรูปสัตว์น้ำ ให้มีความมั่นคงและเป็นความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ

(5) ศึกษา ค้นคว้า วิจัย และพัฒนาเกี่ยวกับการเก็บรักษา การแปรรูปสัตว์น้ำ การวิเคราะห์ตรวจสอบ รับรองคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำให้ได้มาตรฐานและถูกสุขอนามัย

(6) ดำเนินการเกี่ยวกับการประมงระหว่างประเทศในด้านวิชาการ การลงทุนด้านการประมงในต่างประเทศและกิจการด้านต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

(7) วางแผนพัฒนาระบบงานคอมพิวเตอร์ของกรม จัดระบบการสำรวจ การจัดเก็บและการใช้ประโยชน์ข้อมูลและบริการสารสนเทศ

(8) ปฏิบัติงานร่วมกับหรือสนับสนุนการปฏิบัติงานของหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องหรือที่ได้รับมอบหมาย

• และ **กรมชลประทาน** ซึ่งมีงานหลักที่สำคัญคือ 1) ศึกษาค้นคว้า วิจัยและทดลองเพื่อพัฒนารูปแบบอาคารชลประทาน แก้ปัญหาวัชพืชตลอดจนเพื่อเป็นแหล่งข้อมูลในวิชาการด้านวิศวกรรม วิทยาศาสตร์ และการเกษตร 2) วิเคราะห์ ทดลอง ตรวจสอบ คุณสมบัติของวัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานของกรมชลประทานให้เป็นไปตามหลักวิชาการ 3) วิเคราะห์น้ำทั้งในและนอกเขตโครงการชลประทาน เพื่อควบคุมคุณภาพเพื่อพิจารณา วางโครงการ และเพื่อรักษาสภาพแวดล้อม 4) ปฏิบัติงานร่วมกับหรือสนับสนุนการปฏิบัติงานของหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องหรือที่ได้รับมอบหมาย

การจัดการการเกษตรที่สำคัญอย่างหนึ่งและเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงบรรยากาศ คือ การเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนในดิน และการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องก๊าซมีเทน

1. การเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนในดิน

ดินแต่ละชนิดมีความสามารถในการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนต่างกัน ตามสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าอินทรียคาร์บอนในสภาพแวดล้อมบางอย่างสามารถถูกกักเก็บไว้นานเป็นเวลากว่าพันปีในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ในรูปของ Organo-mineral complex มีอายุกว่า 6,000 ปี และในสภาพที่มีน้ำขังแช่สามารถอยู่ได้กว่า 2,500 ปี แสดงให้เห็นว่าดินเป็นแหล่งที่สามารถเก็บกักคาร์บอนจากบรรยากาศไว้ได้ดีและได้นานกว่าการเก็บในรูปมวลชีวภาพ (พจนีย์และทวีศักดิ์, 2000)

การนำมาตรการในการปรับปรุงดินทางพืชและมาตรการในการอนุรักษ์ดิน มาใช้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย การปลูกพืชโดยใช้ปุ๋ยพืชสด สามารถเพิ่มปริมาณอินทรียคาร์บอนในดินแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับมาตรการที่นำมาใช้และประเภทของเนื้อดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ที่ใช้ทำนาจะมีศักยภาพสูงในการกักเก็บอินทรียคาร์บอนเมื่อเปรียบเทียบกับดินบนที่ดอน อาจเป็นผลเนื่องจากสภาพรีดักชันของดิน จะชะลอกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายอินทรีย์คาร์บอน ส่วนดินที่มีเนื้อดินเป็นทรายจัดจะมีปริมาณกักเก็บได้น้อยกว่าดินที่ไม่ใช่ดินทราย

การนำมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำในรูปแบบต่างๆ มาใช้ในพื้นที่ภาคเหนือ สามารถลดปริมาณการสูญเสียตะกอนดินลงได้ แต่ในทำนองเดียวกันปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินกลับลดลง บางมาตรการที่นำมาใช้มีการลดลงของอินทรีย์คาร์บอนอย่างมีนัยสำคัญ การนำเอามาตรการทางกลมาใช้ควรให้ความสำคัญถึงมาตรการทางพืชและมาตรการในการเขตกรรมควบคู่ไปด้วย

2. การปล่อยก๊าซมีเทน

การสูญเสียอินทรีย์คาร์บอนในดินมีหลายรูปแบบ รวมทั้งการปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าวที่ได้รับความสนใจอย่างมากในขณะนี้ เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างที่ควบคุมการปล่อย เช่นคุณสมบัติดิน สภาพน้ำขัง ชนิดการเพาะปลูกข้าว พันธุ์ข้าว และอื่นๆ การประเมินการปล่อยก๊าซมีเทนยังเป็นที่ถกเถียงกันระหว่างนักวิชาการว่าจะเป็นปริมาณที่น่าเชื่อถือได้เพียงใด เพราะจำนวนพื้นที่ที่ทำการทดลองมีไม่มากพอและไม่สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนประเทศไทยได้ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมการมองผลกระทบของก๊าซมีเทนต่อปัญหาอุณหภูมิโลก โดยให้ความสำคัญต่อปริมาณของก๊าซเรือนกระจกแต่เพียงอย่างเดียวนั้นน่าจะไม่ถูกต้อง เพราะในสภาพแวดล้อมที่ปลูกข้าว นอกจากจะทำหน้าที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแล้วยังทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนอีกด้วย

ประเทศไทยมีการศึกษาวิจัยประเด็นของนาข้าวกับการปล่อยก๊าซมีเทนในแง่ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปล่อยปริมาณก๊าซมีเทน อิทธิพลของพันธุ์ข้าว และชุดดิน เป็นส่วนใหญ่ สำหรับการศึกษาโดยตรงในเรื่องของการจัดการนาข้าวเพื่อลดการปล่อยก๊าซมีเทนยังมีอยู่น้อย แต่มีงานวิจัยบางส่วนที่กำลังดำเนินงานเรื่องนี้อยู่บ้าง

จากการศึกษาของ ดวงสมร เตจา (2537) เรื่องการปล่อยก๊าซมีเทนจากดินนาทรายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าการวางชิ้นส่วนพืชไว้บนผิวดินประมาณ 1 สัปดาห์ก่อนที่จะไถกลบลงไปในดิน เป็นวิธีการจัดการอินทรียวัตถุที่ดีในการลดการเกิดก๊าซมีเทนในดินนาน้ำขัง และจากรายงาน Mechanism of Methane Formation and Development of Method to Decrease Methane Emission in Humid Tropical Paddy Fields (1995) ได้มีการกล่าวถึงวิธีการลดการปล่อยก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นข้อเสนอแนะจากผลการศึกษาในประเด็นต่างๆ ของนาข้าวกับการปลดปล่อยก๊าซมีเทน มีดังนี้

1. ต้องทำให้เกิดการรวมตัวกันของอินทรีย์สารในดินก่อนที่จะปล่อยให้น้ำท่วม เนื่องจากการย่อยสลายฟางข้าวและวัชพืชเป็นแหล่งปล่อยก๊าซมีเทนที่สำคัญ ดังนั้นถ้าทำการเผาฟางข้าวและวัชพืช จะทำให้ปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยออกมาลดลง ส่วนตอรากของต้นข้าว และหญ้าที่อยู่เหนือดินที่ไม่ถูกไฟเผา ก็ทำให้อยู่รวมกันกับดินที่ผิวหน้าแล้วทิ้งไว้ 1 เดือนก่อนปล่อยให้น้ำท่วม และการใช้ปุ๋ยพืชสดคลุมหน้าดินแล้วทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ แล้วจึงไถพรวนดิน ก็จะช่วยลดการผลิตและปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้

2. ต้องมีการจัดการน้ำ โดยต้องมีการควบคุมการนำน้ำเข้าเป็นช่วงๆ ไม่ควรปล่อยน้ำให้ท่วมพื้นที่ตลอดเวลา

3. ควรใช้วิธีการหว่านเมล็ดข้าวโดยตรง

4. ใช้แบคทีเรียพวก Methanotrophic ในการลดการปล่อยโดยแบคทีเรียจะเปลี่ยน CH_4 ให้เป็น CO_2

แต่อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังไม่มีการปฏิบัติใดใดในการจัดการพื้นที่นาข้าวเพื่อลดการปล่อยก๊าซมีเทนโดยตรง

การประเมินก๊าซมีเทนจากนาข้าว

- สูตรที่ใช้ในการประเมิน ของ IPCC

ประเมินโดยใช้ความสัมพันธ์ของอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนและพื้นที่ทำนา ดังนี้

*Annual Emission = Annual Harvested Area * Methane Flux*

*($TgCH_4$/Year) (g CH_4/m^2 /day) * (10^4 m^2/hectare) * 10^{-12}*

3. การไถพรวนแบบอนุรักษ์/ไม่ไถพรวน

การทำการเกษตรแบบไม่ไถพรวน ถือเป็นหลักการปฏิบัติพื้นฐานของการทำเกษตรกรรมธรรมชาติ ที่เชื่อว่าพื้นดินมีการไถพรวนโดยตัวของมันเอง โดยการชอนไชของรากพืช สัตว์และสิ่งมีชีวิตเล็กๆที่อาศัยอยู่ในดิน กระบวนการนี้จะทำให้การแทรกซึมของน้ำและอาหารเข้าไปช่วยเสริมในกิจกรรมการย่อยสลายซากพืชของจุลินทรีย์ การไถพรวนแบบอนุรักษ์หรือการไม่ไถพรวนเป็นระบบการอนุรักษ์ดินแบบหนึ่ง เกษตรกรอาจปล่อยเศษพืชที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วให้ผุพังลงเพื่อเป็นปุ๋ยแก่พืชที่ต้องการปลูกครั้งต่อไป และจัดว่าเป็นการเพิ่มคาร์บอนในดินเนื่องจากขณะที่ทำการไถพรวนจะมีการพลิกหน้าดินทำให้คาร์บอนที่สะสมอยู่ในดินในรูปอินทรียคาร์บอนถูกปลดปล่อยออกมาในอากาศ ดังนั้น การไม่ไถพรวนหรือไถพรวนน้อยมากสามารถช่วยกักเก็บคาร์บอนได้วิธีหนึ่ง

สำหรับประเทศไทยมีการทำเกษตรกรรมธรรมชาติ ได้แก่ พ่อคำเดื่อง ภาษี และเกษตรกรบ้านโนนเขวา ต.ดอนมนต์ อ.สตึก จ.บุรีรัมย์ โดยเริ่มทำเกษตรกรรมธรรมชาติเมื่อปี 2530

7.2 การจัดการพื้นที่ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (Grazing Land Management)

พื้นที่ทุ่งหญ้า (ทุ่งหญ้า ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ไม้พุ่มซาวันนา และทุ่งหญ้าแห้งแล้ง) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,900 ถึง 4,400 ล้านเฮคแตร์ ขึ้นอยู่กับคำจำกัดความ จากการประมาณการล่าสุดคาดว่า มีพื้นที่ทุ่งหญ้าในราว 3,200 ล้านเฮคแตร์ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 10 ถึง 30 ของคาร์บอนในดินทั่วโลก โดยรวมประมาณ 200-420 พันล้านตันของอินทรีย์คาร์บอน และ 470 ถึง 550 พันล้านตัน ของคาร์บอเนตที่ลึกประมาณหนึ่งเมตร การจัดการมีความสำคัญอย่างมากต่อปริมาณคาร์บอนสะสมด้วยการลดกระบวนการเสื่อมสภาพของดินหรือเพิ่มคาร์บอนที่ใส่ลงไปและระยะเวลาที่อยู่ ดังต่อไปนี้

7.2.1 อิทธิพลของกระบวนการเสื่อมโทรม (Influencing Degradation Process)

เกือบร้อยละ 70 ของพื้นที่ทุ่งหญ้าทั่วโลกเสื่อมสภาพไปบ้างจากการเลี้ยงสัตว์มากเกินไป ดินเค็ม ดินเป็นกรดและกระบวนการอื่นๆ โดยทั่วไปความเสื่อมโทรมจะทำให้พืชปกคลุมลดลง เสี่ยงต่อการสูญเสียหน้าดิน และประสิทธิภาพในการผลิตลดลง การฟื้นฟูพืชและเพิ่มผลผลิตจะเพิ่มมวลชีวภาพเศษพืชและปริมาณคาร์บอนสะสม นอกจากนี้ยังลดโอกาสการสูญเสียดินจากลมและน้ำซึ่งมักพาคาร์บอนออกไปจากพื้นที่

การสูญเสียหน้าดินจากลมและน้ำ ลดปริมาณคาร์บอนและผลผลิต ณ จุดนั้นๆ ต้องคำนึงถึงผลสุทธิของการชะล้างหน้าดินซึ่งยังไม่ชัดเจนนัก การเลี้ยงสัตว์และลดพืชคลุมดินนำไปสู่การสูญเสียหน้าดินและคาร์บอนในดิน การสูญเสียหน้าดินมีผลให้ผลผลิตลดลง ทำให้คาร์บอนในดินถูกดูดซึมน้อย ระดับคาร์บอนในดินจึงลดลง การอนุรักษ์ดินโดยการปกคลุมพื้นที่สามารถส่งผลอย่างรวดเร็วในการเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดิน กิจกรรมที่แก้ไขปัญหาผลกระทบอย่างครอบคลุม จะส่งผลต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน

7.2.2 การจัดการทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (Grazing Management)

การเลี้ยงสัตว์มากเกินไปเป็นเหตุสำคัญของความเสื่อมโทรมของทุ่งหญ้า และเป็นสาเหตุจากมนุษย์ที่สำคัญมากในการกำหนดปริมาณคาร์บอนในดิน การใช้ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ส่งผลต่อปริมาณคาร์บอนผ่านทางการเคลื่อนย้ายมวลชีวภาพและสารอาหารออกจากระบบ แม้ว่าส่วนใหญ่จะหมุนเวียนในระบบ นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลต่อสัดส่วนคาร์บอนในพืชและใต้ดิน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การรบกวนดิน การเปลี่ยนรูปแบบของการซึมผ่านของน้ำและความเสี่ยงต่อการสูญเสียหน้าดิน การใช้ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์อย่างมากมักส่งผลให้คาร์บอนในมวลชีวภาพและดินลดลง ในหลายระบบการปรับปรุงการจัดการทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์เป็นการเพิ่มแอ่งคาร์บอนให้สูง บางกรณีทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์เพิ่มวงจรของสารอาหารและผลผลิตปศุสัตว์ และรวมถึงการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์กับดิน และเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดิน คาร์บอนในดินที่สูญเสียไปแล้ว มีอัตราการกักเก็บใหม่ที่ช้ากว่าอัตราการสูญเสีย มนุษย์จึงต้องเข้าแทรกแซงในพื้นที่ที่เสื่อมโทรมมาก

การนำเอาวิธีการจัดการทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์แบบยั่งยืนมาใช้อาจช่วยให้สภาพภูมิอากาศลดความเสี่ยงจากการเสื่อมสภาพของดินและคาร์บอนที่สูญเสีย

การจัดการทุ่งหญ้าบางแห่ง การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของพืชในพื้นที่เป็นไม้ใหญ่และระบบรากที่หนาแน่น สามารถเพิ่มระดับคาร์บอนในส่วนหน้าดิน แต่จะใช้เป็นอาหารสัตว์ได้น้อยลง ส่วนใหญ่ถ้าทำได้ เป็นการเลี้ยงสัตว์อย่างเข้มข้นในพื้นที่แคบที่ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณคาร์บอน การเลี้ยงสัตว์มากเกินพอดีอาจทำให้พืชใหญ่ขึ้นมาแทน ซึ่งเพิ่มคาร์บอนในมวลชีวภาพแต่ใช้เลี้ยงสัตว์ได้น้อยลง

7.2.3 การป้องกันทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และพื้นที่ข้างเคียง (Protected Grasslands and Set-Asides)

การปกป้องทุ่งหญ้าที่ใช้เลี้ยงสัตว์อย่างเข้มข้น และเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกมาเป็นพื้นที่ทุ่งหญ้า โดยกันไม่ให้ใช้เลี้ยงสัตว์มักเพิ่มปริมาณคาร์บอนทั้งในมวลชีวภาพและดิน อัตราการกักเก็บจะค่อยๆ ลดลง ในช่วงเวลา 50 ปีหรือนานกว่านั้น อัตราการกักเก็บอาจเพิ่มโดยการใช้ปุ๋ย ซึ่งบางครั้งอาจเพิ่มถึง 2 เท่า นอกจากนี้การกักเก็บอาจเพิ่มได้ถ้ามีการปลูกป่าในพื้นที่นั้น การนำพื้นที่ไปใช้ในการเพาะปลูกอย่างต่อเนื่องจะทำให้คาร์บอนลดลงในเวลาอันรวดเร็ว ดังนั้นการจัดการจะต้องมีอย่างต่อเนื่อง

7.2.4 ผลผลิตของทุ่งหญ้า (Grassland Production)

ปัจจัยที่มีต่อผลผลิตของทุ่งหญ้ามี ดังต่อไปนี้

• **การใช้ปุ๋ย** (Fertilization) ในพื้นที่ที่การเจริญเติบโตมีธาตุอาหาร และน้ำเป็นปัจจัยจำกัด การใส่ปุ๋ยจะช่วยการเจริญเติบโตดีขึ้น รวมทั้งเป็นการเพิ่มคาร์บอนในมวลชีวภาพและดิน โดยจะมีผลดีมากขึ้นถ้าเพิ่มการปลูกพืชตระกูลถั่วร่วมกับการใช้ปุ๋ย เมื่อมีการลดหรือย้ายทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์จะมีการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ การจัดการทั่วไปเป็นการเพิ่มความเข้มข้นในการเก็บเกี่ยวของมวลชีวภาพที่ใส่เพิ่ม ผลดีจะค่อนข้างสูงถ้าลดการใช้เลี้ยงสัตว์ โดยทั่วไปการปฏิบัติมุ่งใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์เพิ่ม ทำให้มีผลน้อยต่อปริมาณคาร์บอนในดิน ผลการใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับระบบและพันธุ์พืชทั้งยังอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต้องการ เช่น การเพิ่มขึ้นของวัชพืช การปลดปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจน การลดลงของมีเทนออกซิเดชั่น และธาตุอาหารที่ลดลง เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการประเมินผลของกิจกรรมนี้

• **การชลประทาน** (Irrigation) ในที่ที่ขาดแคลนน้ำ การชลประทานจะเพิ่มคาร์บอนในพืชและในดินแม้อัตราการย่อยสลายจะเพิ่มขึ้นด้วย ปกตินำ้มักหายากในพื้นที่แห้งแล้ง การใช้เพื่อการอื่นอาจมีมูลค่าสูงกว่า ประเด็นการใช้เชื้อเพลิงจากการชลประทานต้องคำนึงถึงเช่นเดียวกันกับส่วนที่กล่าวมาแล้ว

• **พืชแนะนำ** (Species Introductions ; **พืชตระกูลถั่ว และพืชที่มีระบบรากลึก**) การปลูกพืชตระกูลถั่วซึ่งดึงดูดไนโตรเจน และหญ้าที่ช่วยให้ผลผลิตสูง เป็นการช่วยเพิ่มผลผลิตและคาร์บอนในดิน การทดแทนหญ้าดั้งเดิมด้วยหญ้าผลผลิตสูงหรือพืชตระกูลถั่ว จะส่งผลอย่างมากต่อการเพิ่มผลผลิตและมวลชีวภาพเหนือดิน นอกจากนี้ยังเพิ่มมวลชีวภาพในดิน และปริมาณคาร์บอนในดินด้วย ปริมาณที่เพิ่มจะขึ้นกับชนิดดิน แหล่งคาร์บอนใต้ดินที่เพิ่มขึ้นเป็นผลบางส่วนจากระบบราก ซึ่งในบางระบบอาจทำให้ทุ่งหญ้าลดลงเพราะไม่มีการเคลื่อนย้ายของไนโตรเจน การไถพรวนทุ่งหญ้าและปลูกหญ้าผลผลิตสูงแซมอาจเพิ่มผลผลิตเพียงชั่วคราวเนื่องจากมีการสูญเสียคาร์บอนในระยะสั้น

7.2.5 การจัดการไฟ (Fire Management)

ไฟเป็นเครื่องมือในการจัดการที่สำคัญสำหรับพื้นที่ทุ่งหญ้าในแถบศูนย์สูตรและแห้งแล้งเพื่อเป็นการควบคุมวัชพืช และเคลื่อนย้ายมวลชีวภาพที่ตายแล้ว ทำให้พื้นที่ว่าง เร่งการเจริญเติบโตของทุ่งหญ้าและเพิ่มความสมดุล การล่าสัตว์และควบคุมไฟป่าและแมลง ไฟอาจเกิดตามธรรมชาติจากไฟป่า แต่ในบางพื้นที่มนุษย์เผาทุ่งหญ้าเป็นประจำ ในหลายภูมิภาคที่ไม่มีการเผาแต่ไฟสามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะแยกผลของการปล่อยว่าเกิดขึ้นเอง หรือโดยการกระทำของมนุษย์

ไฟจะเคลื่อนย้ายคาร์บอนเหนือดินและวัสดุอื่นๆ ไปสู่บรรยากาศ นอกจากนี้ยังปล่อยก๊าซมีเทนและไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และฝุ่นควันด้วย การเผาจึงเป็นการเคลื่อนย้ายคาร์บอนชั่วคราวจากระบบนิเวศน์ไปสู่บรรยากาศ ถ้าไม่เปลี่ยนการปฏิบัติ คาร์บอนจะกลับสู่ดุลยภาพโดยอาศัยการเจริญเติบโตของพืช การเผาจึงส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนในดินลดลง สภาพของพื้นที่ทุ่งหญ้าบางแห่งมีผลน้อยต่อมวลชีวภาพของพืช แต่ในขณะที่บางพื้นที่การเปลี่ยนฤดูกาลในการเผาอาจเปลี่ยนแปลงผลผลิตและมวลชีวภาพอย่างมาก

การจัดการไฟที่เปลี่ยนไปมักเกิดควบคู่กับความต้องการเลี้ยงสัตว์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อพลวัตของพืชในทุ่งหญ้า โดยอาจเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและคาร์บอนในระยะยาว การจัดการการลดการเผาในพื้นที่ที่เคยถูกเผาจะเป็นการเพิ่มเนื้อไม้

เป็นผลให้ปริมาณคาร์บอนถูกกักเก็บในมวลชีวภาพและในดินเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้เกิดขึ้นทั่วโลก โดยเป็นผลจากการจัดการที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นส่วนใหญ่ ปัจจัยอื่นๆ เช่น ความแตกต่างของภูมิอากาศก็มีส่วนสำคัญในการกำหนดพันธุ์ไม้ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นในบรรยากาศอาจจะไม่ใช่ผลกระทบหลักขณะนี้ ถึงแม้ว่ายังมีการอภิปรายอย่างต่อเนื่องที่เกี่ยวกับประเด็นนี้ ประโยชน์ของพื้นที่เมื่อมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นอาจจะลดลงเนื่องจากผลผลิตหญ้าต่ำลงและมีการเปลี่ยนแปลงของชนิดสัตว์ การกลับไปใช้ทุ่งหญ้าแบบยั่งยืนจะส่งผลให้มีการใช้ไฟเพื่อการจัดการต้นไม้และพืชอื่นๆ ในระบบนิเวศน์หลายระบบพันธุ์สัตว์และพืชขึ้นอยู่กับไฟ ดังนั้นถ้าไม่มีการเผาทำให้ขาดความหลากหลายทางชีวภาพ

ถ่านที่เป็นผลจากการเผาไหม้ ประกอบด้วยคาร์บอน 8 กรัม และเป็นตัวแทนร้อยละ 30 ของปริมาณคาร์บอนในดินบางทุ่งหญ้าส่วนใหญ่อาจประกอบด้วยส่วนของคาร์บอนในดินที่เฉื่อย ส่วนน้อยของมวลชีวภาพที่ถูกเผาเปลี่ยนเป็นคาร์บอนดำ (สารที่มีความอัดแน่นสูงยากต่อการสลาย) โดยบางส่วนจะจมลงในพื้นมหาสมุทร การลดหรือเลิกเผาจะทำให้แหล่งคาร์บอนส่วนน้อยลดลงในเวลาหลายศตวรรษ ผลสุทธิต่อบรรยากาศยังไม่ทราบแน่ชัด

ไฟสามารถถูกติดตามตรวจสอบได้จากการใช้เทคนิค Remote sensing ผลของการเปลี่ยนแปลงการจัดการไฟต่อการปลดปล่อยและกักเก็บอาจทำเป็นแบบจำลอง การยืนยันปริมาณคาร์บอนที่เปลี่ยนไป ต้องตรวจวัดมวลชีวภาพและดินในพื้นที่ การตรวจสอบผลของการจัดการไฟป่ามีความเป็นไปได้ แต่การระบุให้ชัดถึงสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนยุ่งยากมากเนื่องจากความเกี่ยวพันที่ซับซ้อนของกิจกรรมมนุษย์ ภูมิอากาศและปัจจัยอื่นๆ

การวิเคราะห์การจัดการทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย

ทุ่งหญ้า (Rangeland) หมายถึง พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก ส่วนใหญ่มีพืชวงศ์หญ้าหรือพืชอื่นๆ ที่คล้ายหญ้าขึ้นอยู่เองตามธรรมชาติ เป็นที่หากินของสัตว์เลี้ยงและสัตว์ป่า มีประโยชน์สามารถสนองความต้องการทั้งทางตรงและทางอ้อมแก่มนุษย์ และเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การจัดการโดยอาศัยพื้นฐานทางนิเวศวิทยามากกว่าพื้นฐานทางการเกษตร

ทุ่งปศุสัตว์ (Pastureland) หมายถึง พื้นที่สำหรับการเพาะปลูกพืชอาหารสัตว์โดยอาศัยพื้นฐานทางการเกษตรมากกว่าพื้นฐานทางนิเวศวิทยา มุ่งประโยชน์ในด้านการเพิ่มผลผลิตเพื่อให้ได้ผลิตผลสูงสุดจากการเลี้ยงสัตว์แต่เพียงอย่างเดียว

การจัดการทุ่งหญ้าแตกต่างจากจัดการทุ่งปศุสัตว์ เนื่องจากการจัดการทุ่งหญ้าเน้นเรื่องการทดแทน การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติและระบบนิเวศน์ เพื่อการใช้ประโยชน์แบบอเนกประสงค์ ส่วนการจัดการทุ่งปศุสัตว์จะเน้นเพื่อการเลี้ยงสัตว์เพียงอย่างเดียว

หลักการจัดการทุ่งหญ้าที่ควรนำมาพิจารณาคือ

1. การจัดการเกี่ยวกับพืชในทุ่งหญ้า โดยเน้นที่ชนิด ปริมาณและคุณภาพของพืชอาหารสัตว์

2. การจัดการเกี่ยวกับสัตว์ในทุ่งหญ้า มีข้อควรคำนึงถึง คือ การเลือกชนิดสัตว์ที่เหมาะสมกับทุ่งหญ้า กำหนดจำนวนสัตว์ในทุ่งหญ้า เลือกฤดูกาลเลี้ยงสัตว์ในทุ่งหญ้า และการกระจายสัตว์ในทุ่งหญ้า

3. การพัฒนาทุ่งหญ้าและผลผลิตจากสัตว์ โดยต้องกำจัดวัชพืชที่ไม่ต้องการ ขณะเดียวกันต้องส่งเสริมให้พืชที่ต้องการมีมากขึ้น

4. การจัดการทุ่งหญ้าแบบอเนกประสงค์ นอกจากเพื่อผลิตสัตว์เลี้ยงและสัตว์ป่าแล้ว ควรต้องจัดการเพื่อประโยชน์ด้านนันทนาการ การอนุรักษ์ดิน น้ำ และต้นน้ำลำธารและเพื่อความสมดุลของภาวะแวดล้อม

การจัดการทุ่งหญ้าในประเทศไทย ปัญหาอุปสรรคที่สำคัญ คือ ปัญหาเกี่ยวกับการใช้ที่ดินที่ไม่สามารถควบคุมได้ สำหรับการเลี้ยงสัตว์จำนวนมากๆ ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทย เพราะต้องลงทุนสูง ใช้พื้นที่กว้างใหญ่ ไพโรจน์ ลัทธพิพัฒน์ (2518) กล่าวว่าเกษตรกรไทยนิยมเลี้ยงโคกระบือแบบปล่อยตามชายป่า ในที่รกร้าง และทุ่งหญ้าธรรมชาติ หรือไร่นาที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว มีเพียงร้อยละ 2 ที่เลี้ยงในทุ่งหญ้าที่ปลูกเพื่อการเลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะ (ทุ่งปศุสัตว์) ปัจจุบันมีทุ่งปศุสัตว์ของเอกชนและของรัฐวิสาหกิจหลายแห่ง เช่น ฟาร์มโชคชัยที่ปากช่อง องค์การส่งเสริมการเลี้ยงโคนมแห่งประเทศไทยที่มวกเหล็ก กลุ่มสหกรณ์โคนมที่จังหวัดอยุธยาและที่หนองโพจังหวัดราชบุรี ดังนั้นการปรับปรุงทุ่งหญ้าธรรมชาติและพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมโดยการเพิ่มพืชอาหารสัตว์ด้วยการหว่านเมล็ดพันธุ์หญ้าและถั่วที่เหมาะสม พร้อมกับรักษาระบบการเลี้ยงสัตว์หรือการนำแนวความคิดเรื่องวนเกษตรมาใช้น่าจะเกิดประโยชน์มากขึ้น

7.3 วนเกษตร (Agroforestry)

วนเกษตรเป็นระบบการจัดการที่ปลูกป่าในพื้นที่เพาะปลูกนำไปสู่ความหลากหลายและการผลิตที่ยั่งยืนกว่าการทำการเกษตรเพียงอย่างเดียว โดยจะเป็นการทำประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม แก่ผู้ใช้ในทุกระดับ ระบบนี้มีการปฏิบัติในทุกเขตของโลกแต่ส่วนมากจะอยู่ในเขตศูนย์สูตร ประชากรราว

1.2 พันล้านคนในเขตชนบทและเขตเมืองของประเทศกำลังพัฒนา (ร้อยละ 20 ของประชาชนโลก) มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับผลผลิตจากวนเกษตร ซึ่งมีแนวทางหลายอย่าง เช่น การปรับเปลี่ยนเป็นวนเกษตรแบบซับซ้อน แบบง่าย วนเกษตรในเมือง เป็นต้น

การปฏิบัติในเขตอบอุ่นรวมถึงการปลูกต้นไม้ อย่างง่ายๆ ผสมกับการเพาะปลูก และเลี้ยงสัตว์ มีผลต่อการเพิ่มปริมาณคาร์บอนในประเทศกำลังพัฒนา ระบบวนเกษตรน่าจะดีกว่าการใช้ที่ดินแบบอื่นอีกเพราะเป็นการคำนึงถึงไม่ว่าจะเป็นการผลิตอาหาร ลดความยากจน และรักษาสภาพแวดล้อม ถ้าจะด้อยน่าจะมีสาเหตุมาจากเทคโนโลยีและนโยบายไม่เหมาะสม การวิเคราะห์ทั้งข้อดีและข้อด้อยในระดับในโลก และเจ้าของกิจกรรม ที่ให้การสนับสนุนซึ่งมีผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมและอุณหภูมิโลก

การปลูกต้นไม้ในพื้นที่เกษตรมีผลต่อปริมาณคาร์บอนแตกต่างจากการจัดการเกษตรและป่าไม้ ต้นไม้เอื้อต่อกระบวนการสำคัญ เช่นการไหลเวียนวงจรธาตุอาหาร การควบคุมวัชพืช เป็นต้น ต้นไม้ในระบบวนเกษตรจะถูกตัดฟันถี่กว่าในภาคกิจกรรมป่าไม้ ทางเลือกหนึ่งของระบบบัญชีสำหรับระบบวนเกษตร คือ การวัดอัตราดูดซับคาร์บอนเฉลี่ย ซึ่งวัดจากมวลชีวภาพของไม้ตามวิธี "Average Storage Method"

พื้นที่ที่เหมาะสมต่อรูปแบบวนเกษตรในทวีปอาฟริกา เอเชีย และอเมริกา มีราว 585 ถึง 1,265 ล้านเฮคแตร์ เป็นการรวบรวมจากการประมาณการณ์จากหลายแหล่ง ในปัจจุบันคาดว่ามีพื้นที่วนเกษตรประมาณ 400 ล้านเฮคแตร์ โดย 3 ใน 4 ถูกจัดเป็นพื้นที่เกษตรและที่เหลือถูกจัดเป็นป่าตามมาตรฐานของ FAO ดังในกรณีของพื้นที่ที่จัดพื้นที่วนเกษตร 14 ล้านเฮคแตร์ในพื้นที่เพาะปลูก และประมาณว่าพื้นที่เพิ่มเติมอีก 630 ล้านเฮคแตร์ ซึ่งขณะนี้ใช้เพาะปลูก และเป็นทุ่งหญ้าอาจเปลี่ยนเป็นพื้นที่วนเกษตร โดยส่วนใหญ่อยู่ในเขตศูนย์สูตร

วนเกษตรที่จะกล่าวถึงนี้มี 2 แบบคือ การเปลี่ยนการใช้ที่ดินและปรับปรุงการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินหมายถึงการเปลี่ยนทุ่งหญ้าและพื้นที่เกษตรเสื่อมโทรม ตลอดจนการทำไร่เลื่อนลอย มาใช้ในวนเกษตร ศักยภาพของพื้นที่สำหรับพื้นที่วนเกษตรใหม่แบบที่มีประมาณ 400 ล้านเฮคแตร์ ปรับเปลี่ยนในเวลา 25 ปี การปรับปรุงระบบการใช้วนเกษตรเพื่อเพิ่มคาร์บอนจะเหมือนกับการปรับปรุงพื้นที่เกษตรกรรม กิจกรรมทั้งสองแบบเป็นการเพิ่มปริมาณคาร์บอน และเป็นการป้องกันการสูญเสียคาร์บอนในพื้นที่ป่าข้างเคียงโดยการหลีกเลี่ยงการทำลายป่าและการทำป่าเสื่อมสภาพ การรั่วไหลสามารถที่จะตรงกันข้ามกับผลของวนเกษตรโดยการหลีกเลี่ยงการทำลายป่า อย่างไรก็ตาม การปฏิบัติแบบใหม่มีการใช้ทุนมากกว่าใช้แรงงาน ส่วนต่อไปนี้จะกล่าวถึงเฉพาะผลของการเกษตรผสมป่าไม้ต่อปริมาณคาร์บอนใน 1 ประเด็น คือ ผลต่อการทำไร่เลื่อนลอย

7.3.1 จากป่าไปเป็นไร่เลื่อนลอย วนเกษตรหลังจากการทำลายป่า (From Forests to Slash-and-Burn to Agroforests after Deforestation)

กิจกรรมประเภทนี้มักเกิดขึ้นบริเวณขอบของป่าไม้ในเขตร้อนชื้น การเปลี่ยนจากป่าดั้งเดิมมาไปเป็นวนเกษตรแบบต่างๆ จะทำให้ปริมาณคาร์บอนสะสมลดลงน้อยกว่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรมหรือทุ่งหญ้า

ความไม่แน่นอนของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเขตร้อนเกิดจากไม่มีการประมาณการณ์มวลชีวภาพที่ถูกตัดฟันไม้ไปสู่ที่ใด ชนิดของมวลชีวภาพ ระยะเวลาของการใช้ที่ดินในภายหลัง และอัตราการเติบโตของพืช การประมาณการณ์ด้วยวิธีมาตรฐานในหลายประเทศ เช่น บราซิล คาเมอรูน อินโดนีเซีย และเปรู ทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการกักเก็บคาร์บอน ในระบบหลายแห่งในเขตร้อนชื้น

7.3.2 การปรับปรุงวนเกษตร (Improve Agroforests)

การปรับปรุง หมายถึง การคัดเลือกการปลูกพันธุ์พืชของต้นไม้ที่ดีขึ้น การปลูกต้นไม้หนาแน่นขึ้น การจัดการด้านธาตุอาหาร การจัดการแมลงแบบผสมผสาน ตลอดจนเทคนิคต่างๆ ซึ่งอาจปฏิบัติในประเทศกำลังพัฒนา หรือประเทศที่พัฒนาแล้ว

ในประเทศออสเตรเลียน้ำใต้ดินที่เค็มมีระดับสูงขึ้นจากพื้นที่ 15 เป็น 65 ล้านเฮคแตร์ ของพื้นที่เพาะปลูก ปรากฏการณ์นี้กล่าวว่าเป็นผลจากการตัดต้นไม้ในพื้นที่เพาะปลูก ระบบราก โดยปกติจะคงระดับน้ำใต้ดินที่เค็มให้อยู่ลึกลงไปจากผิวดิน ถึงแม้จะมีการแนะนำให้ใช้วิธีการระบายน้ำอย่างลึกและวิธีการจัดการความเค็มมาตรฐาน แต่ที่ควรทำเพื่อฟื้นฟูคือปลูกต้นไม้ในพื้นที่ว่างและพื้นที่เพาะปลูก ไม้ที่ปลูกควรมีระบบรากที่ลึกและทนเค็มชนิดไม้สามารถมีมวลชีวภาพที่คงที่กว่าหญ้าในที่ที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมากๆ

การปรับปรุงวนเกษตรมักมีผลให้การกักเก็บคาร์บอนเพิ่มน้อยกว่าการเปลี่ยนพื้นที่มาทำวนเกษตร ด้วยเหตุที่ระบบวนเกษตรที่เป็นอยู่มีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่าพื้นที่เกษตรเสื่อมสภาพและทุ่งหญ้าที่จะเปลี่ยนมาเป็นวนเกษตร สำหรับประเทศที่พัฒนาแล้ว การปรับปรุงวนเกษตรสามารถที่จะกัก

เก็บคาร์บอนได้เพิ่มราว 0.02 ถึง 1 ตันต่อเฮคแตร์ต่อปี โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.5 ตันต่อเฮคแตร์ต่อปี ประมาณการณ์สำหรับประเทศที่พัฒนาแล้วอาจต่ำกว่าข้อเท็จจริง (0.08 - 0.33 ตันคาร์บอนต่อเฮคแตร์ต่อปีโดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.22 ตันคาร์บอนต่อเฮคแตร์ต่อปี) (อ้างในรายงานพิเศษ IPCC, 2000) เนื่องจากมีข้อจำกัดที่มากกว่า ไม่ว่าจะด้านเทคนิค สังคม โครงสร้างและนโยบายสิ่งแวดล้อม นโยบายมีผลต่อพันธุ์ไม้ที่เลือกในโครงการ โครงสร้างบริหารและกฎหมายจะมีผลต่อความสำเร็จของโครงการ ดังนั้นสำหรับประเทศที่พัฒนาแล้ว การปรับปรุงนโยบายด้านการเป็นเจ้าของที่ดิน การคมนาคม การให้กู้ และการมีตลาดสนับสนุนจะเอื้อต่อการเพิ่มผลผลิตจากวนเกษตรมากพอๆกับการปรับปรุงเทคโนโลยี

ในเขตอบอุ่นปริมาณคาร์บอนสะสมจากวนเกษตรอยู่ในช่วง 15 ถึง 198 ตันต่อเฮคแตร์ โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 34 ตันต่อเฮคแตร์

โดยรวมการปรับปรุงวนเกษตรจะให้ผลด้านการเพิ่มปริมาณคาร์บอนต่อการกักเก็บคาร์บอนระหว่าง 0.2 - 3.1 ตันคาร์บอนต่อเฮคแตร์ ในพื้นที่เขตอบอุ่นศักยภาพของการกักเก็บคาร์บอนระหว่าง 15 - 198 ตันคาร์บอนต่อเฮคแตร์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34 ตันคาร์บอนต่อเฮคแตร์ ผลอย่างอื่นนอกเหนือจากการเก็บกักคาร์บอนรวมถึงความมั่นคงด้านอาหาร การมีกรรมสิทธิ์ในที่ดินของประเทศกำลังพัฒนา เพิ่มรายได้ของเกษตรกร ฟื้นฟูและรักษาความหลากหลายทางชีวภาพทั้งบนและใต้ดิน เป็นแหล่งกักเก็บก๊าซมีเทน รักษาระบบน้ำและลดการสูญเสียหน้าดิน

การวิเคราะห์วนเกษตรในประเทศไทย

ระบบวนเกษตร หมายถึง กลยุทธ เครื่องมือ หรือ วิธีของการจัดรูปแบบการใช้ที่ดินอย่างผสมผสานระหว่างกิจกรรมด้าน "การป่าไม้" "การเกษตร" และ/หรือ "การเลี้ยงสัตว์" ในพื้นที่ใดๆในเวลาเดียวกัน หรือสลับเปลี่ยนหมุนเวียนกันไป เพื่อให้ได้ผลผลิตอย่างสม่ำเสมอตลอดไป โดยเป็นศาสตร์ที่ประยุกต์วิชาการแทบทุกด้านที่สามารถปฏิบัติเองได้ เพื่อนำเอาพลังงานและทรัพยากรต่างๆที่มีอยู่ในพื้นที่นั้นๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงหลักของความสมดุลตามธรรมชาติของระบบนิเวศเป็นสำคัญ เพื่อตอบสนองความต้องการและความถนัดของสังคมมนุษย์ โดยเฉพาะราษฎรชนบทที่เกี่ยวข้องในพื้นที่นั้นๆในที่สุด

• การขยายความและจำแนกรายละเอียดของระบบวนเกษตรดังนี้

1. ระบบวนเกษตร เป็นเครื่องมือหรือวิธีในการที่จะนำไปจัดการเกี่ยวกับการใช้ที่ดินเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการตามที่ต้องการ เช่น ใช้ระบบวนเกษตรในการจัดการพื้นที่พัฒนาชุมชนชนบท การใช้ระบบวนเกษตรเพื่อการปลูกสร้างสวนป่าของรัฐ การใช้ระบบวนเกษตรเพื่อการปลูกป่าอุตสาหกรรมโดยนายทุนธุรกิจเอกชนเป็นต้น

2. ระบบวนเกษตรเป็นระบบที่มีความสัมพันธ์ระหว่างระบบนิเวศน์ (Ecosystem) กับระบบสังคมมนุษย์ (Human Social System) โดยที่ภายในระบบนิเวศนั้นประกอบด้วยกิจกรรมด้านการป่าไม้ การเกษตร และหรือการเลี้ยงสัตว์ในขณะที่ระบบสังคมมนุษย์นั้นหมายถึง ราษฎรชนบทที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศนั้นๆโดยตรงนั่นเอง

3. ระบบวนเกษตรเป็นระบบที่ประสานประโยชน์ระหว่างกิจกรรมหลักด้านการปลูกป่า การประกอบการเกษตร และหรือการเลี้ยงสัตว์ภายในพื้นที่เดียวกัน

4. ระบบวนเกษตร เป็นระบบที่สามารถปรับปรุง และรักษาความพอเหมาะพอดีเพื่อให้ได้ผลผลิตรวมต่อเนื้อที่เพิ่มขึ้นได้ตลอดกาลโดยธรรมชาติ

5. ระบบวนเกษตรเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการใช้พลังงาน และทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

6. ระบบวนเกษตรเป็นกิจกรรมที่พยายามจัดให้สิ่งที่มีชีวิตต่างๆในพื้นที่นั้นๆมีความสัมพันธ์กัน และควบคุมกันเองโดยธรรมชาติในการเพิ่มผลผลิตโดยยึดหลักความสมดุลตามธรรมชาติของระบบนิเวศน์

7. ระบบวนเกษตรเป็นระบบที่เน้นถึงการปฏิบัติที่สอดคล้องกับความถนัดและความสามารถของราษฎรที่จะปฏิบัติและจัดหามาเองได้ โดยพยายามหลีกเลี่ยงการให้ปุ๋ยเคมีหรือยาฆ่าแมลง ตลอดจนเครื่องจักรต่างๆ เพราะราษฎรส่วนใหญ่ยากจนไม่มีทุนจะจัดหาสิ่งเหล่านี้ได้ แต่มิได้หมายความว่าจะใช้ปุ๋ยเคมีหรือยาฆ่าแมลงไม่ได้เลยทีเดียว ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของราษฎรแต่ละครอบครัว

8. ทุกรูปแบบของระบบวนเกษตรแตกต่างกันเฉพาะในแง่ขององค์ประกอบของผลผลิต และระยะเวลาของการปรากฏขององค์ประกอบนั้นๆ แต่ทุกรูปแบบยึดหลักเดียวกันคือ ประสานผลผลิตรวมต่อเนื้อที่อย่างเหมาะสมที่สุดและต่อเนื่องกันไปตลอดกาล ขณะเดียวกันจะต้องอนุรักษ์และปรับปรุงสิ่งแวดล้อมด้วยเป็นสำคัญ

9. ระบบวนเกษตรเป็นวิทยาศาสตร์แขนงใหม่ที่ประสานวิชาการต่างๆมาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติ

10. ระบบวนเกษตรเป็นระบบที่มนุษย์พยายามสร้างระบบนิเวศขึ้นมาใหม่ โดยเลียนแบบจากสภาพป่าธรรมชาติ โดยเฉพาะป่าในแถบเขตร้อน ซึ่งประกอบด้วยไม้หลายชนิด และมีการจัดเรียงชั้นการขึ้นอยู่ร่วมกันเป็นชั้นๆ โดยมนุษย์พยายามจัดการ

ใช้ประโยชน์พื้นที่ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับหลักวิชาทางด้านนิเวศวิทยาของป่าเป็นสำคัญ

• วัตถุประสงค์ของวนเกษตร

1. เพื่อช่วยปรับปรุงอนุรักษ์แผ่นดินที่เสื่อมโทรมให้มีความสมบูรณ์ดีขึ้น

2. เพื่อช่วยให้ราษฎรที่ยากจนที่ไม่มีที่ทำมาหากินให้มีที่ทำมาหากินของตนเอง โดยไม่ทำให้รัฐต้องลงทุนช่วยเหลือมาก

3. เพื่อช่วยให้ราษฎรที่มีที่ดินเสื่อมโทรมและแปลงเล็กได้มีผลผลิตที่สูงขึ้น

4. เพื่อเป็นการช่วยเหลือทั้งรัฐบาลและประชาชนในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5. เพื่อเป็นการช่วยเหลือราษฎรที่ยากจน

• การจำแนกระบบวนเกษตร

จำแนกตามกิจกรรมหลัก 3 ประเภทใหญ่ๆ

1. กิจกรรมหลักทางด้านการป่าไม้ การเกษตร และหรือการเลี้ยงสัตว์ในเวลาเดียวกัน (Simultaneous Cropping System) แบ่งออกได้เป็น

1.1 ระบบการปลูกพืชควบ (Agrisilvicultural System) โดยการปลูกพืชเกษตรแทรกภายในสวนป่าไม้ ทำได้หลายรูปแบบ คือ

ก. ปลูกต้นไม้ตามแนวขอบรอบนอกของแปลงปลูกพืชเกษตร

ข. ปลูกต้นไม้สลับแถวเว้นแถวระหว่างไม้ป่ากับพืชเกษตร

ค. ปลูกสลับเป็นแถบๆ ระหว่างไม้ป่ากับพืชเกษตร

ง. ปลูกผสมโดยการสุ่มตัวอย่างไม่เป็นระเบียบระหว่างต้นไม้กับพืชเกษตร

1.2 ระบบป่าไม้ - ปศุสัตว์ (Silvopastoral System) เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกันระหว่างการป่าไม้กับการเลี้ยงสัตว์ โดยการปลูกหญ้าหรือพืชอาหารสัตว์ในสวนป่าแล้วปล่อยสัตว์เข้าไปเลี้ยงในสวนป่าโดยตรง

1.3 ระบบเกษตร - ป่าไม้ - ปศุสัตว์ (Agrosilvopastoral System) เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกันระหว่างกิจกรรมหลักทั้งสาม คือการป่าไม้ การเกษตร และการปศุสัตว์ ควบคู่กันไปพร้อมๆ กัน

1.4 ระบบป่าไม้ - ประมง (Silvofisher System) เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกันระหว่างการป่าไม้และการประมง เช่น การทำฟาร์มกุ้ง หอย ตามป่าชายเลน หรือการเลี้ยงปลาน้ำจืดตามร่องน้ำระหว่างแถวหรือคูของต้นไม้

2. กิจกรรมในช่วงเวลาต่างกัน ลักษณะของการประกอบการหมุนเวียนสลับกันไป ระหว่างกิจกรรมด้านป่าไม้ ด้านการเกษตร หรือเรียกว่า ระบบปลูกหมุนเวียนแบบไร่เลื่อนลอย (Cyclical or Shifting Cultivation System) เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินหมุนเวียนสลับกันระหว่างการเกษตรและการป่าไม้ โดยกิจกรรมที่ทำจะพิจารณาจากความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่

ระบบนี้เหมาะกับพื้นที่ที่ค่อนข้างราบ และพื้นที่มีเพียงพอต่อการจัดการพื้นที่เพื่อปลูกหมุนเวียนติดต่อกัน จนสามารถกลับมาประกอบกิจกรรมซ้ำที่เดิมเมื่อถึงรอบตัดฟันของไม้ในแต่ละแปลง

3. จำแนกโดยการประสานระหว่างประเภทแรกและประเภทที่สอง เรียกว่า Partial Overlap System หรือ Taungya System เรียกรูปแบบนี้ว่า การปลูกสร้างสวนป่าแบบชาวไร่ในรูปหมู่บ้านป่าไม้ โดยรูปแบบของการจัดการจะมีการปลูกพืชไร่ควบคู่กับการปลูกต้นไม้ในระยะ 2 - 3 ปีแรกของรอบตัดฟัน หลังจากปีที่ 2 หรือ 3 ผ่านไปแล้ว เรือนยอดจะปกคลุมพื้นที่ปลูกพืชเกษตรไม่ได้ก็จะปล่อยให้ต้นไม้โตจนถึงรอบตัดฟัน เช่น 10 ปี และเมื่อตัดฟันออกหมดแล้วจึงเริ่มทำการปลูกใหม่

• ระบบวนเกษตรในประเทศไทย

สามารถจำแนกได้ 4 ระบบใหญ่ คือ 1. ระบบป่าไม้ - กสิกรรม 2. ระบบป่าไม้ - ปศุสัตว์ 3. ระบบป่าไม้ - เลี้ยงผึ้ง 4. ระบบป่าไม้ประมง และสามารถจำแนกย่อยเป็นรูปแบบต่างๆ ได้ คือ

1. ระบบตองยา 1[1]
2. การทำไร่เลื่อนลอย
3. ป่าไม้ - กสิกรรม
4. ป่าไม้เชิงพาณิชย์
5. การปลูกต้นไม้ร่วมหลายชนิดหลายชั้น
6. ระบบป่าไม้ - ปศุสัตว์
7. การปลูกต้นไม้ร่วมในไร่นา

วนเกษตรในประเทศไทยส่วนใหญ่มักจะเป็นในระบบป่าไม้ - กสิกรรม เพราะเข้าใจง่าย ปฏิบัติง่าย ไม่ยุ่งยาก

• หลักการนำวนเกษตรไปแก้ไขปัญหา

การนำวนเกษตรไปใช้มีสิ่งที่ต้องพิจารณาคือ

1. เมื่อนำวนเกษตรรูปแบบที่เหมาะสมไปใช้แล้วต้องเพิ่มผลผลิต

2. การปฏิบัติวนเกษตรรูปแบบดังกล่าวต้องยั่งยืนถาวร

3. ราษฎรในพื้นที่ยอมรับและปฏิบัติได้

---

[1] ระบบตองยาเป็นระบบหนึ่งที่อาจถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดของ "วนเกษตร" ตองยา (Taungya) เป็นภาษาพม่ามีความหมายว่าการกสิกรรมบนพื้นที่สูง ซึ่งเริ่มต้นคิดมาจาก Sir Dietrich Brandis ประเทศไทยได้นำเอาระบบนี้มาใช้ตั้งแต่ พ.ศ. 2448 (สะอาด บุญเกิด, 2529)

• การนำวนเกษตรไปใช้

ระบบวนเกษตรนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสมถ้านำไปใช้กับพื้นที่ดังต่อไปนี้

1. พื้นที่หัวไร่ปลายนา
2. พื้นที่สาธารณประโยชน์
3. พื้นที่ปลูกป่าเชิงพาณิชย์โดยภาคเอกชน
4. พื้นที่ดำเนินการในนิคมสร้างตนเองของกรมประชาสงเคราะห์ พื้นที่ทหาร กรมราชทัณฑ์ รัฐวิสาหกิจ
5. พื้นที่ดำเนินการปลูกสร้างสวนป่าของกรมป่าไม้

ตารางที่ 4-2 รูปแบบการใช้ที่ดินโดยระบบวนเกษตรในประเทศไทย

รูปแบบ	ขนาดของพื้นที่ดำเนินการ	ชนิดไม้ที่ปลูก
1. การปลูกไม้ป่าผสมในลักษณะบ้านสวน	- พื้นที่กรรมสิทธิ์ - พื้นที่สวนบริเวณบ้าน พื้นที่ตั้งแต่ 1 ไร่ขึ้นไป	- ไม้เอนกประสงค์ โตเร็ว - ไม้ผลและพืชสวนอื่นๆ
2. การปลูกไม้ผสมป่าไม้โดยระบบวนเกษตร	- พื้นที่กรรมสิทธิ์ - พื้นที่ดำเนินการ 1-5 ไร่ แบ่งออกแปลงละ 1 ไร่	- ในพื้นที่ 1 ไร่ประกอบด้วย ไม้ชั้นที่ 1 พวกไม้ผล ไม้ชั้นที่ 2 พวกยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส และไม้ชั้นที่ 3 พวกกระถินเทพา - พืชไร่ปลูกควบ
3. การปลูกไม้ป่าในพื้นที่นาข้าว	- พื้นที่นาข้าว - พื้นที่อย่างน้อย 5 ไร่ หรือมากกว่า	- ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส กระถินเทพา บนคันนา หรือบนจอมปลวก
4. การปลูกไม้ป่าผสมกับพืชไร่และพืชอาหารสัตว์ภายในพื้นที่เดียวกัน	- พื้นที่กรรมสิทธิ์ - พื้นที่ดำเนินการ 15-25 ไร่ แบ่งออกเป็น 5 แปลงๆ ละ 3-5 ไร่ - ดำเนินการทุกปี ปีละ 3-5 ไร่	- ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส สลับต้นกับกระถินณรงค์ กระถินเทพา - พืชเกษตรปลูกควบ เช่น ถั่วลิสง ข้าวโพด ข้าวไร่ - ปลูกหญ้าอาหารสัตว์ในปีที่ 5-6 แล้วปล่อยสัตว์เข้าไปเลี้ยง
5. การปลูกผสมไม้ป่าสลับเป็นแถบกับการปลูกพืชไร่	- พื้นที่สาธารณะประโยชน์ - พื้นที่ 25-50 ไร่ แบ่งออกเป็น 5 แปลงๆ ละ 5-10 ไร่ ต่อ 1 โครงการ - ดำเนินงานทุกปีปีละ 5-10 ไร่	- ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส กระถินเทพา - พืชไร่ปลูกสลับแถวต้นไม้ในปีที่ 1-5
6. การปลูกไม้ไผ่ผสมไม้ยืนต้น	- พื้นที่กรรมสิทธิ์ - พื้นที่ดำเนินการ 5-25 ไร่	- ใน 1 ไร่ประกอบด้วย ไม้ชั้นที่ 1 ได้แก่ ไผ่ชนิดต่างๆ ไม้ชั้นที่ 2 ได้แก่ ยูคาลิปตัส ไม้ชั้นที่ 3 ได้แก่ กระถินณรงค์ กระถินเทพา - พืชไร่ปลูกควบ ในปีที่ 1-3
7. การประยุกต์ระบบวนเกษตรเพื่อการปลูกสร้างสวนป่าของรัฐบาลโดยความร่วมมือของชาวไร่	พื้นที่ปลูกสร้างสวนป่าของกรมป่าไม้	- ไม้ชั้นที่ 1 ไม้ประเภทโตช้ามีค่าทางเศรษฐกิจสูง - ไม้ชั้นที่ 2 ประเภทโตเร็วลำต้นสูงและเปลาตรง - ไม้ชั้นที่ 3 ไม้โตเร็วพวกตระกูลถั่ว และไม้พวกปรับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ที่มา : สะอาด บุญเกิด, (2529).

รูปแบบการใช้ที่ดินโดยระบบวนเกษตร

รูปแบบการใช้ที่ดินโดยระบบวนเกษตรในประเทศไทยมีหลายรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 4-2 โดยได้จัดแบ่งรูปแบบต่างๆ ออกเป็น 7 ประเภท ขนาดของพื้นที่ดำเนินการ และชนิดไม้ที่ปลูก

• การปลูกพืชกสิกรรมเข้ากับการปลูกป่า

ในการประชุมเกี่ยวกับวนเกษตร โดยความร่วมมือของ UNU และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อ 13-17 พฤศจิกายน 2521 เป็นการประชุมเกี่ยวกับปัญหาชาวไทยภูเขา และปัญหาที่จะดำเนินงานทางวนเกษตร มีข้อแนะนำกว้างๆ คือ

สำหรับชาวไทยภูเขา ควรจะแนะนำดำเนินการเกี่ยวกับการปลูกไม้ป่ากับพืชกสิกรรมคือ

1. ตามขอบของหุบเขา จะขยายการผลิตไม้เป็นสวนเล็กๆ ตามพื้นที่ที่ไร้ค่า และมีการปลูกไม้ใน 4 บริเวณ (คือ ริมถนน ริมลำธาร ตามบ้าน ตามหมู่บ้าน) โดยใช้ไม้โตเร็วบางชนิดสำหรับทำไม้ฟืนและไม้ซุง

2. ในระดับความสูงราว 1,000 เมตร มีการทดลองปลูกกาแฟร่วมกับการปลูกเมี่ยง โดยการปลูกไม้ให้ร่มสำหรับทำฟืนและซุง

3. ในที่ที่มีระดับความสูงมาก เกิน 1,000 เมตร ซึ่งเป็นทุ่งหญ้าให้เป็นแปลงทดลองบำรุงหญ้าคา เลี้ยงวัว และเพื่อศึกษาอัตราการรอดตาย อัตราการเจริญเติบโตและความถี่ห่างของไม้สนสามใบ วัตถุประสงค์เพื่อปรับให้เป็นทุ่งหญ้า เป็นแหล่งผลิตผลของการเกษตรหรือระบบวนเกษตรต่อไป

ระบบของวนเกษตร

ในการจัดระบบวนเกษตรนั้น อาจจะใช้ระบบการดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งในสามระบบ หรือจัดส่วนผสมสองระบบหรือสามระบบเข้าด้วยกัน ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงสภาพของดินและสิ่งแวดล้อม และความสามารถที่จะรับเอาระบบวนเกษตร หรือเทคโนโลยีในระบบวนเกษตรของราษฎรในชนบทที่ยากจน

เนื่องจากวัตถุประสงค์หลักในการจัดวนเกษตร เพื่อเป็นการลดความขัดแย้งระหว่างราษฎรที่ตั้งแหล่งที่อยู่อาศัยในเขตพื้นที่ป่าไม้กับเจ้าหน้าที่ป่าไม้ที่ต้องการจะรักษาพื้นที่ป่า ดังนั้น การศึกษามวลชีวภาพของการจัดการลักษณะนี้ควรที่จะมีการศึกษาต่อไป

7.4 การป่าไม้ (Forest Management)

7.4.1 การจัดการป่าไม้

การจัดการป่าไม้เป็นการนำหลักการด้านชีวภาพ กายภาพ ปริมาณ การจัดการ สังคมและนโยบาย มาใช้ในการฟื้นสภาพดูแลใช้ประโยชน์และอนุรักษ์ป่าไม้ ตามวัตถุประสงค์โดยรักษาระดับการผลิต การจัดการอย่างเข้มข้นรวมตั้งแต่การทำสวนป่า การปลูกไม้โตเร็ว การจัดการป่าไม้ครบวงจรทั้งหมดของการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติ ดูแล ป้องกัน ตัดฟันและใช้ประโยชน์ การวัดปริมาณคาร์บอนตามกิจกรรมการจัดการป่าไม้ที่มีนิยามกว้างและใช้บัญชีตามเกณฑ์พื้นที่จะทำให้ได้ระบบบัญชีที่ครอบคลุมโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ารวมผลิตภัณฑ์ไม้เข้าไปด้วย

การใช้ผลิตภัณฑ์ไม้มีความสำคัญด้วยเหตุ 2 ประการคือ 1) ไม้เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนซึ่งเวลากักเก็บขึ้นกับอายุใช้งานของผลิตภัณฑ์ ปริมาณที่ใช้ขยายตัวมากขึ้นในหลายประเทศและการจัดการจะช่วยให้ปริมาณที่หมุนเวียนใช้ขยายต่อไป 2) การใช้ประโยชน์จากไม้เพิ่มขึ้นจะลดการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลทั้งในด้านใช้เป็นฟืนและไปแทนวัสดุที่ต้องใช้พลังมากในการผลิต

การจัดการป่าไม้ในส่วนนี้ เป็นกิจกรรมที่ไม่ใช่ ARD ตามมาตรา 3.3 อย่างไรก็ดีในการเจรจาที่ผ่านมายังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนในการที่จะนำผลิตภัณฑ์ไม้มาคิดคำนวณปริมาณคาร์บอน ของพิธีสารเกียวโต ในส่วนนี้จะกล่าวเฉพาะกิจกรรมที่มีผลต่อปริมาณคาร์บอน ซึ่งได้แก่

- การสืบพันธุ์
- การใช้ปุ๋ยในป่าไม้
- การจัดการไฟป่า
- การจัดการแมลง
- ปริมาณและระยะเวลาในการตัดฟัน
- การตัดฟันที่มีผลกระทบต่ำ
- การลดความเสื่อมโทรมของป่า

ผลต่อการกักเก็บคาร์บอนจากกิจกรรมต่างๆ ข้างต้นแตกต่างกันไปตามระบบนิเวศประเทศและภูมิภาคโดยมีข้อมูลค่อนข้างน้อย กิจกรรมในการจัดการป่าไม้ที่กล่าวเพื่อประโยชน์ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลกจะไม่ขัดกับข้อตกลงระหว่างประเทศอื่นๆ และการจัดการป่าไม้แบบยั่งยืน

7.4.2 การสืบพันธุ์ด้านป่าไม้ (Forest Regeneration)

กิจกรรมนี้มักปฏิบัติภายหลังการตัดฟัน วิธีการงอกใหม่ การปลูกเสริม การเพาะเมล็ดพันธุ์ และความหนาแน่นจะถูกเลือกตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของกิจกรรมการสืบพันธุ์จะรวมถึงการเปลี่ยนความหนาแน่นโดยมนุษย์ร่วมกับระบบตามธรรมชาติ ปลูกเสริมให้สมบูรณ์ ลดการใช้พื้นที่เพื่อการปศุสัตว์ในป่า เลือกไม้ที่คงทนและมีสายพันธุ์ที่เหมาะกับดินและพื้นที่ การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติโดยมีมนุษย์ช่วย "Human-Assisted Natural Regeneration" การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติโดยที่มนุษย์

เข้าไปเกี่ยวข้อง คือ การเริ่มแบ่งอายุของพืชจากเมล็ดที่จะนำไปปลูกหรือจากการแตกหน่อ หลังจากที่มีการเลือกตัด การตัดแบบเหลือแม่ไม้ การเตรียมดิน หรือจำกัดในเรื่องของขนาดในการตัดหมด เพื่อที่จะเป็นการป้องกันการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของพืชอื่นที่อยู่โดยรอบ การเพิ่มต้นไม้ปลูกเข้าไปในระหว่างต้นไม้เดิม (Enrichment Planting)

การดูแลให้ต้นไม้เจริญเติบโตมีผลต่อปริมาณคาร์บอนในด้านที่เร่งการเติบโตของป่าหลังการตัดฟัน การเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโตของมวลชีวภาพทั้งบนและใต้ดิน เช่น การคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดี โดยทั่วไปในรอบตัดฟันหนึ่งๆ การเพิ่มขึ้นของคาร์บอนในมวลชีวภาพจะสูงกว่าคาร์บอนในดินและซากพืชมากในการจัดการปกติปริมาณคาร์บอนในดินไม่เปลี่ยนแปลงในระดับที่ชัดเจนในแต่ละรอบตัดฟัน

กิจกรรมนี้และการใช้ผลิตภัณฑ์ไม้มีความสำคัญอย่างเกี่ยวเนื่องต่อระบบบัญชีคาร์บอนแบบสมบูรณ์ตัวอย่าง เช่น ป่าหนาแน่นไม่ส่งผลดีต่อการกักเก็บคาร์บอน ความหนาแน่นอาจนำไปสู่การปกคลุมที่รวดเร็วและเติบโตเร็วในช่วงแรกแต่ความหนาแน่นจะทำให้มีไม้ตายในเวลาสั้นๆ ผลคืออัตราการเติบโตลดลง กลายเป็นแหล่งปล่อยคาร์บอนเร็วกว่าป่าที่ถูกจัดการให้มีความหนาแน่นต่ำ นอกจากนี้ความหนาแน่นที่ต่ำจะทำให้ไม้โตถึงขนาดที่จะตัดฟันเพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์รวดเร็วกว่า ได้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ได้อย่างถาวรในเวลาอันสั้น เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนและอาจใช้ทดแทนวัสดุอื่นๆ

ระยะเวลาการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพบนและใต้ดินอยู่ในช่วง 5 ปี (สำหรับรอบการตัดฟันที่สั้นที่สุดในเขตศูนย์สูตร) ถึง 150 ปีหรือมากกว่า (สำหรับพื้นที่ไม่เหมาะสมในเขตบอเรล) การสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้อาจประมาณและทำนายได้ ถ้ามีแบบจำลองการเติบโตและผลผลิตของป่า ปัจจัยในการคำนวณกลับสามารถที่จะคำนวณกลับจากตารางไม้เพื่อประมาณการณ์มวลชีวภาพของทั้งหมดโดยรวมถึงระบบรากด้วย มีงานวิจัยน้อยชิ้นที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการดูแลป่าให้เจริญเติบโตกับปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บ

7.4.3 การใช้ปุ๋ยในการป่าไม้ (Forest Fertilization)

การใช้ปุ๋ยเป็นการเพิ่มธาตุอาหารเพื่อเร่งการเจริญเติบโตหรือแก้ปัญหาดินขาดสารอาหาร การทำกิจกรรมนี้อย่างได้ผลอาจเป็นการเพิ่มปริมาณปุ๋ยหรือปรับปรุงการปฏิบัติโดยเลือกสูตร เวลา และปริมาณให้พอเหมาะกับความต้องการของต้นไม้ เพื่อ

ให้ต้นไม้สามารถดูดซึมมาใช้ และเหลือเพียงเล็กน้อยกลับไปสู่น้ำใต้ดินลดลง ป่าหลายแห่งได้รับปุ๋ยโดยไม่ตั้งใจจากแหล่งอุตสาหกรรมโดยการพัดพาของลม ซึ่งโดยส่วนใหญ่มักเป็นไนโตรเจนและซัลเฟอร์

การใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมนำไปสู่การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของมวลชีวภาพทั้งบนและใต้ดิน ทำให้การดูดซับคาร์บอนได้เพิ่มขึ้น กระบวนการเหล่านี้ค่อนข้างชัดเจนและรู้กันทั่วไป อาจมีการยกเว้นในดินบางชนิดที่ยังไม่ทราบผลชัดเจนนัก และในบางประเทศมีแบบจำลองในการทำนายมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้น การใช้ปุ๋ยอาจก่อผลทางด้านลบต่อสภาพแวดล้อมเพราะอาจมีการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และกลุ่มก๊าซ NOx สู่อากาศและน้ำ อีกทั้งอาจมีอิทธิพลต่อดิน มีงานศึกษาค่อนข้างน้อยเกี่ยวกับกิจกรรมนี้และสะสมคาร์บอน

7.4.4 การจัดการไฟป่า (Fire Management)

การจัดการไฟหมายถึงกิจกรรมเพื่อปกป้องพื้นที่ป่าไม้จากไฟป่าและเป็นการใช้ไฟเพื่อจัดการพื้นที่ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ การจัดการไฟเป็นความพยายามสร้างไฟป่าที่มีผลกระทบน้อยและไม่รุนแรง การจัดการไฟป่าอาจเป็นการเปลี่ยนชนิดของไฟ (จากไฟในระดับยอดไม้เป็นไฟในระดับพื้นดิน) หรือเพิ่มความถี่ในการเผาเพื่อลดเศษไม้ก่อนจะสะสมจนเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีสำหรับไฟป่าที่รุนแรง สำหรับป่าหลายชนิดมีการปฏิบัติโดยการเพิ่มจำนวนไม้ยืนต้นเพื่อลดไฟป่าที่รุนแรงที่อาจทำให้ดินเสียหาย สูญเสียธาตุอาหาร และทำลายต้นน้ำ ไฟก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกหลายชนิดและฝุ่นควัน ที่ไฟป่าที่รุนแรงอาจทำให้พื้นที่เสื่อมสภาพที่กำลังฟื้นตัวเป็นไปอย่างเชื่องช้า เกิดระบบนิเวศใหม่ขึ้นหรือกระบวนการปรับตัวเป็นทะเลทรายอาจเริ่มขึ้น

การจัดการไฟป่า เป็นกิจกรรมที่ซับซ้อนและต้องพิจารณาถึงสภาพป่าในระยะยาว โดยเฉพาะระบบนิเวศ ตลอดจนการตัดฟันและใช้ประโยชน์ การเผามวลชีวภาพบนและใต้ดิน ซากพืชและดินเพิ่มการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก การเผาป่าทั่วโลกปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนมาก ประมาณร้อยละ 10 ของการปล่อยก๊าซมีเทนทั่วโลก และร้อยละ 10 ถึง 20 ของการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ซึ่งนับว่ามีผลมากต่อองค์ประกอบทางเคมีในบรรยากาศ ในประเทศสหรัฐอเมริกาการคุมไฟอย่างมีประสิทธิภาพในศตวรรษที่ผ่านมาลดการปล่อยมลพิษจากไฟป่าได้ค่อนข้างมาก แต่ก็เป็นการสะสมเชื้อเพลิงซึ่งมีความเสี่ยงสูงต่อไฟป่าใหญ่ที่รุนแรง ระบบนิเวศป่าที่พัฒนาโดยอาศัยไฟ แม้ว่าไฟจะทำลายพืชและสัตว์ส่วนใหญ่ อาจดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับในระหว่างไฟป่าแต่ละครั้งถ้าความถี่ของไฟไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งเงื่อนไขหลังสุดมักไม่เป็นจริงในหลายส่วนของโลก ด้วยเหตุที่มีการแทรกแซงโดยมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

การวิเคราะห์การจัดการไฟป่าในประเทศไทย

ไฟป่าในประเทศไทยส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เข้าไปล่าสัตว์ ความต้องการพื้นที่เพื่อการเกษตร ไฟป่าที่ไม่รุนแรงช่วยควบคุมเชื้อเพลิง ไฟป่าช่วยในการย่อยสลายสิ่งมีชีวิตบนผิวดินให้ดีขึ้น ในพื้นที่ป่าไม่ต่ำกว่าปีละ 1 ล้านไร่กล้าไม้เล็กๆ ถูกทำลาย จากการสำรวจโดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศพบว่า พื้นที่ที่เกิดไฟป่ามีแนวโน้มลดลงเรื่อยจากปี พ.ศ. 2535 มีการสูญเสียพื้นที่ป่าจากไฟป่าถึง 12 ล้านไร่ หรือร้อยละ 14 ของพื้นที่ทั่วประเทศ ลดลงเหลือเพียงร้อยละ 2 คิดเป็นพื้นที่ 1.8 ล้านไร่ ทั้งนี้ส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากงบประมาณในการควบคุมดูแลไฟป่าที่เพิ่มขึ้น ในปี พ.ศ. 2542 กรมป่าไม้ได้รับงบประมาณเพื่อการควบคุมไฟป่าประมาณ 384 ล้านบาท เพิ่มจากเดิมที่เคยได้รับเมื่อปี พ.ศ. 2530 กว่าสิบเท่าตัว จากงบประมาณที่ได้รับในปี พ.ศ. 2542 นี้ สามารถดำเนินการได้ครอบคลุมพื้นที่ 29 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 35.65 ของพื้นที่ป่าทั่วประเทศ

การสูญเสียคาร์บอนในดินเนื่องจากการเผาไหม้เท่าที่ผ่านมามีผลการศึกษาน้อยมากโดยเฉพาะในพื้นที่ป่าไม้ มีรายงานที่สามารถจะหาได้เฉพาะในพื้นที่ดินอินทรีย์ ในพื้นที่พรุจังหวัดนราธิวาส ซึ่งเป็นผลการศึกษาใน พ.ศ. 2532 ประเมินว่ามีอินทรีย์คาร์บอนติดไฟประมาณ 45,000 ม3 หรือประมาณ 374,850 ตัน รายงานการศึกษามีเพียงปีเดียว ไม่มีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ในพื้นที่โดยรอบที่เป็นดินทรายมีการสะสมของอินทรียคาร์บอนที่ละลายได้ นอกจากนี้ในช่วงฤดูฝนปริมาณน้ำในพรุจะไหลลงสู่ทะเล น้ำดังกล่าวจะมีสีดำคล้ำ เป็นอินทรีย์คาร์บอนที่ละลายได้ ยังไม่มีการศึกษาในเรื่องนี้

7.4.5 การจัดการแมลง (Pest Management)

การจัดการแมลงเป็นการประยุกต์นโยบายเพื่อรักษาประชากรแมลงให้อยู่ระดับที่ไม่มีผลกระทบต่อป่าไม้ การปรับปรุงการจัดการแมลงอาจป้องกันความเสียหายต่อไม้ยืนต้นในป่า เป็นการยืดเวลาและเพิ่มปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และกระบวนการของการสะสมคาร์บอน (Carbon Storage) ขณะที่การป้องกันแมลงจะทำอย่างไรยังไม่ทราบชัดเจน ความสัมพันธ์ของแมลง ไฟ และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าในศตวรรษหน้า

วิธีการและความรู้ที่ไม่ชัดเจนทำให้การวัดและตรวจสอบตาม

เกณฑ์กิจกรรมทำได้ยาก หากคิดเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการจัดการป่า การจัดการแมลงจะส่งผลดีต่อปริมาณคาร์บอนในระยะยาว โดยช่วยให้ป่ามีความยั่งยืน ป่าที่ถูกจัดการอย่างดีจะมีปริมาณคาร์บอนสะสมสูงขึ้น

การวิเคราะห์การจัดการแมลงในประเทศไทย

จากการรายงานของสำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้ (2541) พบว่าแมลงศัตรูป่าไม้ที่สำคัญที่ทำลายไม้เศรษฐกิจ ได้แก่ สัก ประดู่ เป็นต้น ในปี พ.ศ. 2531 กลุ่มวิจัยแมลงศัตรูพืชป่าไม้ได้รายงานว่ามีแมลงที่เป็นศัตรูต้นสักจำนวน 56 ชนิด และปี พ.ศ. 2538 พบแมลงที่เป็นศัตรูต้นสักเพิ่มอีก 16 ชนิด รวมเป็น 72 ชนิด แมลงแต่ละชนิดได้ทำลายส่วนต่างๆ ของต้นสักแตกต่างกันไป ได้แก่ ใบ ดอก ผล ลำต้น และราก เป็นต้น และแมลงที่เป็นศัตรูต้นสักทั้ง 72 ชนิดนี้มีความรุนแรงของการทำลายแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของแมลง

- ปริมาณและระยะเวลาในการตัดฟัน (Harvest Quantity and Time)

การตัดฟันคือกระบวนการทำไม้โดยเน้นให้ได้ขนาดตามต้องการและบรรลุเป้าหมายของระบบวนวัฒน์ ตารางเวลาตัดฟันเป็นกระบวนการจัดสรรการตัดฟันและดูแลด้านวนวัฒน์วิธีอื่นในป่าไม้ โดยเน้นวิธี สถานที่และเวลา กิจกรรมเกี่ยวข้องกับเวลาที่ทำการตัดฟัน และการนำไม้ซุงออกจากพื้นที่

การตัดฟันอย่างเข้มข้นกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของไม้ ผลกระทบของการกักเก็บคาร์บอนจึงต้องพิจารณาไปถึงขบวนการตัดฟันไม้จนไปถึงผลผลิตสุดท้ายที่จะได้รับ ตัวอย่างเช่น การเพิ่มรอบหมุนเวียน ขยายเวลาระหว่างการตัดฟันแต่ละครั้ง หรือลดปริมาณตัดฟันอาจทำให้อัตราการเติบโตช้าลงและลดอัตราการกักเก็บคาร์บอนในป่า นอกจากนี้ยังมีไม้น้อยลงสำหรับเป็นเชื้อเพลิงเพื่อทดแทนวัสดุอื่นที่ต้องใช้พลังงานมาก (เช่น เหล็ก อลูมิเนียม คอนกรีต) ในการผลิต

วิธีการตัดสางขยายระยะและการตัดฟันมีความสำคัญต่อระบบการจัดการป่าไม้ มีงานศึกษาที่วิเคราะห์การผสมผสานของการเลือกตัดฟัน รวบรวมซุงและวนวัฒน์วิธีอื่นๆ ในป่าเขตบอเรล โดยรักษาระดับการตัดฟันให้คงที่และปริมาณคาร์บอนสะสมให้สูงสุดในช่วงเวลานานพอสมควร พบว่าในสถานการณ์เช่นนี้ การตัดสางขยายระยะและช่วงเวลาของการตัดมีความสำคัญโดยจะสนับสนุนซึ่งกันและกัน ตัวอย่างเช่น การเลือกตัดในพื้นที่ป่าชั้นดี แทนที่จะตัดหมดในพื้นที่ชั้นรองที่มีไม้ยืนต้นมาก งานศึกษาอีกชิ้นหนึ่งชี้ให้เห็นว่าระยะเวลาของรอบการตัดฟัน และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางชั้นต่ำอาจใช้ร่วมกันเพื่อการกักเก็บคาร์บอนในอัตราสูงสุด โดยมีต้นทุน 1.2 ดอลล่าร์สหรัฐต่อตันของคาร์บอน เมื่อเพิ่มรอบตัดฟันจาก 40 เป็น 50 ปี เช่น พื้นที่ราบต่ำ ป่าดิบชื้นของประเทศมาเลเซีย

- การตัดฟันที่มีผลกระทบต่ำ (Low Impact Harvesting)

วิธีการตัดฟันที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่ำ เป็นวิธีที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้มีผลกระทบต่อดินน้อยที่สุด รวมถึงไม้ที่ยังยืนต้นและไม้ซุงน้อยที่สุดในขณะตัดฟัน การปฏิบัตินี้มีอิทธิพลต่อปริมาณคาร์บอนในดินและการเจริญเติบโตของต้นไม้ใหม่และที่เหลืออยู่ นอกจากนี้ยังมีผลถึงปริมาณคาร์บอนในผลิตภัณฑ์ ตามคุณภาพของไม้ซุงและการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์

ความไม่แน่นอนในการประมวลความแตกต่างของปริมาณคาร์บอนอันเนื่องจากรูปแบบการตัดฟันที่เปลี่ยนไปทำให้ยากที่จะวัดผลตามเกณฑ์กิจกรรม หากกิจกรรมนี้ถูกรวมไว้ในกิจกรรมที่นิยามอย่างกว้าง การวัดปริมาณการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนจากกิจกรรมหลักจะครอบคลุมผลจากกิจกรรมการตัดฟันผลกระทบต่ำนี้ด้วย

- การลดการเสื่อมโทรมของป่า (Reducing Forest Degradation)

กิจกรรมนี้มีความเป็นไปได้ที่จะจัดอยู่ภายใต้มาตรา 3.4 การเสื่อมโทรมของป่าทำให้สูญเสียคาร์บอนจำนวนมากโดยไม่อาจนับเป็นการตัดไม้ทำลายป่า ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับคำจำกัดความของประเทศต่างๆ สำหรับกิจกรรมตามมาตรา 3.3 เนื่องจากการลดการเสื่อมโทรมมุ่งหลีกเลี่ยงการปล่อยคาร์บอนมากกว่าเพิ่มการดูดซับประเด็นที่ต้องพิจารณาจึงเกี่ยวกับฐานที่จะใช้เป็นเกณฑ์และผลในที่สุด

กิจกรรมนี้เกี่ยวพันอย่างใกล้ชิดกับการตัดไม้ทำลายป่า โดยต้องมองจากทั้งด้านวิทยาศาสตร์และสังคม มีงานศึกษามากมายที่ศึกษาสิ่งจูงใจให้เกิดการตัดไม้ทำลายป่าและการทำให้ป่าเสื่อมโทรมในเขตศูนย์สูตร

- ผลกระทบ ผลที่รั่วไหลและการตรวจสอบยืนยัน

ผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งด้านบวกและลบ และผลรั่วไหลอาจเกิดขึ้นได้จากกิจกรรมการจัดการป่าไม้ส่วนใหญ่ โดยหลักการแล้วกิจกรรมการจัดการป่าไม้ทั้งหมดสามารถตรวจสอบยืนยันปริมาณคาร์บอนที่เปลี่ยนแปลงได้ ถ้าใช้เกณฑ์ตามพื้นที่ (Area Base) แม้จะมีประเด็นเกี่ยวกับความถูกต้องและต้นทุน อย่างไร

ก็ตามความสามารถในการตรวจสอบยืนยันแตกต่างกันไปแล้วแต่ประเทศ โดยอาจใช้วิธีหลายแบบร่วมกัน ตัวอย่างเช่น บางประเทศ หากสนใจเพียงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนจากการปลูกเสริม การใช้แปลงควบคุมที่ไม่มีการปลูกเสริมจะให้ข้อมูลในการคำนวณที่มีความแตกต่าง นอกจากนี้ยังช่วยแยกผลของความแตกต่างในสภาพแวดล้อมและผลทางอ้อม ในทางตรงกันข้ามกิจกรรมที่ซับซ้อนที่ประกอบด้วยกิจกรรมย่อยๆ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่ป่ากว้างๆ การแยกผลทางตรงจากผลทางอ้อมและจากธรรมชาติที่ซับซ้อน ในกรณีนี้การสุ่มตัวอย่างร่วมกับแบบจำลองผลผลิตป่าและข้อมูลพื้นฐานจากส่วนที่ไม่ถูกจัดการจะทำให้ได้ตัวเลขประมาณการณ์

กิจกรรมป่าไม้จำนวนมากที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่หรือการตัดฟันจะค่อนข้างยากที่ใช้ในการควบคุมโดย Remote sensing ดังนั้น ปริมาณการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนสุทธิต้องประมาณการณ์จากการสุ่มตัวอย่าง และรายงานกิจกรรมหรือใช้ทั้งสองวิธีร่วมกัน

การวิเคราะห์การจัดการป่าไม้ในประเทศไทย

ในภาพรวมการจัดการป่าไม้ในประเทศไทย กรมป่าไม้จะเป็นหน่วยงานที่ดูแล อาจจะกล่าวได้เป็น 2 ระยะคือ ระยะแรกที่มีการให้สัมปทานป่าไม้ และระยะที่สองเมื่อมีการยกเลิกสัมปทานป่าไม้

ระยะแรกที่มีการให้สัมปทานป่าไม้ เนื่องจากการให้สัมปทานป่าไม้ เป็นเงื่อนไขทางกฎหมายระหว่างกรมป่าไม้กับบริษัทที่ต้องการทำสัมปทาน ทางบริษัทต้องมีการเสียค่าใช้จ่ายให้กับรัฐบาลในรูปของค่าภาคหลวง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ สำหรับการปลูกป่าทดแทนที่ตัดออกไปนั้น ขึ้นอยู่กับว่า ทางบริษัทจะปลูกทดแทนเอง หรือทางบริษัทจะมีการว่าจ้างให้ทางกรมป่าไม้ปลูก โดยหลักการแล้วในการปลูกและบำรุงสวนป่าเป็นกิจกรรมที่มีขั้นตอนต่างๆ ในการปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วย 1) การกำหนดวัตถุประสงค์ 2) การกำหนดพื้นที่ที่จะทำการปลูกสร้างสวนป่า 3) การสำรวจเลือกที่เพื่อปลูกป่า 4) การเลือกชนิดไม้ที่จะปลูก 5) การศึกษาลักษณะทางวนวัฒนวิทยาของพันธุ์ไม้ที่จะปลูก 6) การจัดหาเมล็ดพันธุ์ 7) การผลิตกล้าไม้ 8) การเตรียมพื้นที่ 9) การปลูก และ 10) การบำรุงรักษา ซึ่งทั้งนี้การทำงานจะประสบความสำเร็จมากน้อยขึ้นอยู่กับงบประมาณที่ได้รับการจัดสรรด้วย

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 จากสาเหตุเกิดวาตภัยรุนแรงที่ภาคใต้ รัฐบาลขณะนั้นได้ประกาศยุติการให้สัมปทานป่าไม้ ดังนั้น การปลูกและบำรุงรักษาป่าไม้จึงเป็นหน้าที่ของกรมป่าไม้โดยตรง

7.5 การจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland Management)

พื้นที่ชุ่มน้ำหมายถึง พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมอย่างน้อยในช่วงหนึ่งในรอบปี นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงกลายสภาพทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ของระบบที่ถูกท่วมอย่างตื้นๆ การย่อยสลายอย่างช้าใต้น้ำโดยไม่ใช้อากาศเป็นผลให้สามารถดูดซับคาร์บอนเข้าระบบได้เป็นเวลานาน แม้จะเป็นระบบที่มีผลผลิตต่ำ พื้นที่ชุ่มน้ำครอบคลุมเพียงร้อยละ 4 ถึง 6 ของพื้นที่บกในโลก แต่สามารถเก็บกักคาร์บอนได้ถึงร้อยละ 20 ถึง 25 ของปริมาณคาร์บอนในดิน (350-535 พันล้านตันคาร์บอน) อัตราการดูดซับคาร์บอนในดินพีทแตกต่างกันไปตามอายุโดยในที่สุดจะถึงจุดดุลยภาพเมื่ออัตราดูดซับเท่ากับอัตราการปลดปล่อย พื้นที่ชุ่มน้ำส่วนใหญ่ที่มีปริมาณคาร์บอนที่สะสมมักเป็นพื้นที่ในเขตอบอุ่นและเขตบอเรลโดยประมาณร้อยละ 30 อยู่ในเขตศูนย์สูตร

การย่อยสลายโดยไม่ใช้อากาศก่อให้เกิดก๊าซมีเทน พื้นที่ชุ่มน้ำเป็นแหล่งธรรมชาติใหญ่ของก๊าซมีเทนที่ปลดปล่อยสู่บรรยากาศคิดเป็น 0.11 พันล้านตันต่อปี จากปริมาณก๊าซมีเทน 0.50 ถึง 0.54 พันล้านตันต่อปี ก๊าซมีเทนถูกปล่อยในปริมาณ 1.7 กรัม ต่อตารางเมตรต่อปีหักล้างกับการกักเก็บคาร์บอน 0.1 ตัน ต่อเฮคแตร์ต่อปี พื้นที่ชุ่มน้ำจืดจะปล่อยก๊าซมีเทนในช่วง 7 ถึง 40 กรัม ต่อตารางเมตรต่อปี โดยอาจสะสมคาร์บอน 0.35 ตันต่อเฮคแตร์ต่อปี จึงนับเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกยกเว้นพื้นที่ 2 พื้นที่คือป่าบนพื้นที่สูง ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ก๊าซมีเทนและพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง ซึ่งไม่ปล่อยก๊าซมีเทนเป็นจำนวนมาก พื้นที่ชุ่มน้ำปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ออกสู่บรรยากาศน้อยมากยกเว้นจะเปลี่ยนพื้นที่ชุ่มน้ำไปเป็นพื้นที่เกษตร

พื้นที่ชุ่มน้ำถูกกระทบกระเทือนได้ง่ายจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ อัตราการย่อยสลายที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิสูงขึ้น ถ้าเกิดสภาพอากาศที่แห้งขึ้นอาจนำไปสู่การสูญเสียคาร์บอนสู่บรรยากาศ โดยเฉพาะพื้นที่พีทในเขตบอเรล อุณหภูมิที่สูงขึ้นอาจส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซมีเทนในอัตราสูงขึ้น การเปลี่ยน-แปลงของระบบน้ำของภูมิภาคเนื่องจากรูปแบบของฝนที่เปลี่ยนไปอาจทำให้สูญเสียหรือกำเนิดพื้นที่ชุ่มน้ำ การเปลี่ยนแปลงบริเวณและความลึกของน้ำแข็งจะเปลี่ยนขนาดและพลวัตของพื้นที่ชุ่มน้ำในเขตทุนดรา การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจะมีผลกระทบต่อพื้นที่ชุ่มน้ำ

การจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำมีหลายรูปแบบ ได้แก่ การเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่เพาะปลูก ถ่ายน้ำออกเพื่อการเกษตรหรือป่าไม้ เปลี่ยนไปเป็นเมืองหรือแหล่งอุตสาหกรรม การสร้างเขื่อน การเก็บเกี่ยวพื้นที่ชุ่มน้ำ และการฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำ

ในการคำนวณผลของกิจกรรมบนพื้นที่ชุ่มน้ำต่อก๊าซเรือนกระจกต้องมีข้อมูลในการเปลี่ยนแปลงประเภทของพื้นที่ชุ่มน้ำและการเปลี่ยนแปลงสุทธิของก๊าซเรือนกระจก พื้นที่ชุ่มน้ำทั่วโลกที่ถูกเปลี่ยนไปใช้ประโยชน์โดยมนุษย์ยังไม่มีข้อมูลที่ดีพอ และไม่มีค่าประมาณการณ์ในระดับประเทศ ประมาณว่าทั่วโลกพื้นที่ชุ่มน้ำมีการปรับเปลี่ยนส่วนใหญ่ในเขตอบอุ่นและศูนย์สูตรร้อยละ 6 ถึง 50

ขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำและระยะเวลาที่ถูกท่วมขังสามารถสังเกตโดยใช้เทคนิค Remote sensing อัตราการสะสมคาร์บอนและปลดปล่อยก๊าซมีเทนอาจใช้แบบจำลอง แม้ว่าแบบจำลองเหล่านี้จะยังอยู่ในขั้นตอนการพัฒนา สำหรับประเภทของพื้นที่ชุ่มน้ำส่วนใหญ่ การยืนยันความเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนโดยการเก็บตัวอย่างในพื้นที่ค่อนข้างท้าทายเนื่องจากแหล่งสะสมมีขนาดใหญ่และเข้าถึงได้ยาก การตรวจวัดก๊าซมีเทนในพื้นที่กว้าง มีความยุ่งยากและมีต้นทุนสูง

พื้นที่ชุ่มน้ำเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยเฉพาะของพืชและสัตว์ที่มีเอกลักษณ์และคุณค่า การสูญเสียไปจะเป็นประเด็นด้านความหลากหลายทางชีวภาพ พื้นที่ชุ่มน้ำดูดซับมลพิษหลายชนิด ในหลายประเทศมีการสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำขึ้นเพื่อใช้บำบัดน้ำทิ้ง นอกจากนี้พื้นที่ชุ่มน้ำทำหน้าที่ป้องกันการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันของปริมาณน้ำ การสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำจึงอาจนำไปสู่ภาวะน้ำท่วมบ่อยขึ้นในหลายๆ พื้นที่ สารอินทรีย์จากดินและที่มีดินพีทอาจนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ในบางพื้นที่ การเจรจาระหว่างประเทศหลายครั้งกล่าวถึงผลกระทบเหล่านี้ของพื้นที่ชุ่มน้ำ

7.5.1 การเปลี่ยนพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นพื้นที่เกษตรกรรมหรือป่าไม้ (Wetland Conversion to Agriculture or Forestry)

การถ่ายเทน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อใช้ทำเกษตรกรรมหรือป่าไม้มีผลทำให้สูญเสียคาร์บอนด้วยเหตุที่อินทรีย์สารในดินที่เคยอยู่ใต้น้ำทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนแล้วย่อยสลาย ในหลายกรณีคาร์บอนที่สะสมอย่างช้าๆ เป็นเวลานับเป็นศตวรรษถึงล้านปีอาจถูกปลดปล่อยในเวลาอันสั้น

7.5.2 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชุ่มน้ำไปเป็นเมืองหรือแหล่งอุตสาหกรรม (Wetland Conversion to Urban or Industrial land)

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชุ่มน้ำอย่างสมบูรณ์จะจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนกับบรรยากาศและจำกัดผลผลิตของไม้ ผลกระทบต่อก๊าซเรือนกระจกขึ้นอยู่ว่าคาร์บอนในสารอินทรีย์ถูกเคลื่อนย้ายไปเป็นแร่ธาตุหรือเผาไหม้และย่อยสลายอย่างช้าๆ ศักยภาพต่อการปล่อยคาร์บอนสูง การประมาณการณ์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชุ่มน้ำไปเป็นเมือง/อุตสาหกรรม ยังไม่ชัดเจนยกเว้นในบางพื้นที่

7.5.3 พื้นที่แอ่งน้ำ เขื่อน เหมืองฝาย และแหล่งน้ำ (Impoundments)

การเก็บกักน้ำ (เขื่อน อ่างเก็บน้ำ) เป็นแหล่งปล่อยที่สำคัญของก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ เพราะเป็นการขยายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสิ่งมีชีวิตที่ถูกย่อยสลายในดินที่น้ำท่วมขังและพื้นที่ชุ่มน้ำ มีรายงานระบุว่าการท่วมขังของน้ำในพื้นที่ในเขตเหนือเพื่อทำอ่างเก็บน้ำได้เปลี่ยนสภาพพื้นที่จากการดูดซับ (-6.6 กรัมต่อตารางเมตรต่อปี) ไปเป็นแหล่งปลดปล่อยขนาดใหญ่ (130 กรัมต่อตารางเมตรต่อปี) การใช้กังหันเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนลดลง อัตราการปล่อยอาจลดลงตามเวลาเมื่อสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายถูกน้ำท่วม แต่ในบางกรณีอัตราการปล่อยจะถูกคงระดับเนื่องจากการเติบโตของพืชน้ำในพื้นที่

7.5.4 การฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland Restoration)

การฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำมีการปฏิบัติมากขึ้น เมื่อบทบาทของพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีต่อคุณภาพน้ำและการป้องกันน้ำท่วมเริ่มเป็นที่เข้าใจโดยทั่วไป มีไม่กี่ประเทศมีการบันทึกการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุ่มน้ำ ดังนั้นผลทั่วโลกจากการฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำจึงไม่ปรากฏ สำหรับผลสุทธิต่อก๊าซเรือนกระจกขึ้นกับการใช้พื้นที่ชุ่มน้ำก่อนฟื้นฟู และระดับของการฟื้นฟูว่าในที่สุดพื้นที่นั้นสามารถทำหน้าที่ได้เทียบเท่าพื้นที่ชุ่มน้ำที่ไม่เคยถูกรบกวนหรือไม่ และระดับของคาร์บอนที่กักเก็บเมื่อเทียบกับระดับก๊าซมีเทนที่ปลดปล่อย

การวิเคราะห์พื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศไทย

• พื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศไทย นิยามของพื้นที่ชุ่มน้ำ

คำนิยามของ "พื้นที่ชุ่มน้ำ" ตามที่ปรากฏในอนุสัญญาพื้นที่ชุ่มน้ำหรืออนุสัญญาแรมซาร์ (Ramsr Convention) มาตรา 1.1 และมาตรา 2.1 คือ

"ที่ลุ่ม ที่ราบลุ่ม ที่ลุ่มชื้นแฉะ พรุ แหล่งน้ำ ทั้งที่เกิดเองตามธรรมชาติและที่สร้างขึ้น ทั้งที่มีน้ำขังหรือท่วมอยู่ถาวรและชั่วครั้งชั่วคราว ทั้งที่เป็นแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหล ทั้งที่เป็นน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม รวมไปถึงที่ชายฝั่งทะเลและที่ในทะเลบริเวณซึ่งเมื่อน้ำลดลงต่ำสุด มีความลึกของระดับน้ำไม่เกิน 6 เมตร" และ "อาจรวมถึงที่ริมฝั่งแม่น้ำและชายฝั่งทะเล ซึ่งอยู่ติดต่อกับ

พื้นที่ชุ่มน้ำ และเกาะหรือน้ำทะเลที่ลึกกว่า 6 เมตร เมื่อน้ำลดต่ำสุด ซึ่งอยู่ภายในพื้นที่ชุ่มน้ำด้วย"

• พื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศไทยและระบบการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ชุ่มน้ำประมาณ 25,100 ตารางกิโลเมตร จากการสำรวจของกรมป่าไม้ในปี พ.ศ. 2536 หรือคิดเป็นร้อยละ 4.9 ของพื้นที่ทั้งประเทศ และมีพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติจำนวน 42 แห่ง เมื่อแบ่งตามภาคต่างๆ พบว่า

ภาคกลางและภาคตะวันออกมีพื้นที่ชุ่มน้ำรวม 22,733.99 ตารางกิโลเมตร เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติจำนวน 6 แห่ง ได้แก่ 1) ระบบแม่น้ำแควใหญ่ 2) ที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง 3) อ่าวไทย 4) ขลุง 5) พื้นที่ชุ่มน้ำสามร้อยยอด และ 6) บึงบอระเพ็ด

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีแต่พื้นที่ชุ่มน้ำประเภทน้ำจืด ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,999.53 ตารางกิโลเมตร (1,249,706.125 ไร่) มีความสำคัญระดับนานาชาติ จำนวน 12 แห่ง

ภาคเหนือ มีจำนวน 9 แห่ง ได้แก่ 1) แอ่งเชียงแสน 2) พรุหญ้าท่าตอน 3) หนองหลวง 4) หนองอ่าง 5) หนองเล็งทราย 6) กว๊านพะเยา 7) ที่ราบลุ่มน้ำยม 8) บึงสีไฟ 9) บึงบรเพ็ด

ระบบการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำของไทย ซึ่งเป็นผลจากการประชุมสัมมนาเรื่องการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำ ที่จัดขึ้นโดยกรมพัฒนาที่ดิน 2 ครั้ง ในปี พ.ศ. 2537 เป็นระบบที่พัฒนาและปรับปรุงจาก IUCN ระบบการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำที่ใช้ในภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง และอนุสัญญาแรมซาร์

• เกณฑ์ในการจัดระดับความสำคัญของพื้นที่ชุ่มน้ำ

จัดระดับความสำคัญของพื้นที่ชุ่มน้ำเป็น 3 ระดับ คือ

- พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ
- พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับชาติ
- พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับท้องถิ่น

โดยทำการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำตามเกณฑ์ดังนี้

1) **พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ** มีคุณสมบัติตามเกณฑ์สากล 4 ข้อ ของอนุสัญญาแรมซาร์ มาตรา 2 ซึ่งมีการแก้ไขเพิ่มเติมครั้งล่าสุดในการประชุมของประเทศภาคี ที่บริสเบน ออสเตรเลีย ในปี 2539 (Brisbane Resolution VI.2, Brisbane Conference, 1996) ดังนี้

1.1 **เกณฑ์สำหรับประเมินความเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่เป็นตัวแทนที่ดี หรือที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ**

พื้นที่ชุ่มน้ำที่สมควรได้รับการพิจารณาว่ามีความสำคัญระดับนานาชาติ เมื่อ

(ก) เป็นตัวอย่างหรือตัวแทนที่ดีของพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติหรือใกล้เคียงธรรมชาติ ซึ่งบ่งชี้ถึงลักษณะทางชีวภูมิศาสตร์ของภูมิภาคนั้น

หรือ (ข) เป็นตัวอย่างหรือตัวแทนที่ดีของพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติหรือใกล้เคียงธรรมชาติ ที่พบเห็นได้ทั่วไปในเขตชีวภูมิศาสตร์มากกว่าหนึ่งเขต

หรือ (ค) เป็นตัวอย่างหรือตัวแทนที่ดีของพื้นที่ชุ่มน้ำซึ่งมีบทบาทสำคัญทางอุทกวิทยา ชีววิทยาหรือนิเวศวิทยา ในขบวนการทางธรรมชาติของระบบลุ่มน้ำหรือชายฝั่งทะเลที่สำคัญ โดยเฉพาะระบบลุ่มน้ำหรือชายฝั่งทะเลที่มีพื้นที่หรือความยาวอยู่ในพรมแดนมากกว่าหนึ่งประเทศ

หรือ (ง) เป็นตัวอย่างที่ดีของพื้นที่ชุ่มน้ำประเภทใดประเภทหนึ่งโดยเฉพาะประเภทที่หายากหรือไม่ธรรมดาในเขตชีวภูมิศาสตร์นั้น

1.2 **เกณฑ์ทั่วไปที่ประเมินจากพืชและสัตว์ในพื้นที่ชุ่มน้ำ**

พื้นที่ชุ่มน้ำหนึ่งสมควรได้รับการพิจารณาว่ามีความสำคัญระดับนานาชาติ เมื่อ

(ก) เป็นถิ่นที่พบเห็นการรวมกันอยู่ของชนิดพันธุ์หรือสายพันธุ์ของพืชและสัตว์ที่หายาก มีแนวโน้มที่จะสูญพันธุ์ หรือใกล้จะสูญพันธุ์ หรือพบเห็นพืชหรือสัตว์ที่หายากมีแนวโน้มที่จะสูญพันธุ์หรือใกล้จะสูญพันธุ์ ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งชนิดในจำนวนหนึ่ง

หรือ (ข) มีคุณค่าพิเศษต่อการดำรงไว้ซึ่งความหลากหลายทางพันธุกรรมและนิเวศวิทยาของภูมิภาค เนื่องจากคุณภาพและลักษณะพิเศษของพรรณพืชและพันธุ์สัตว์ในพื้นที่นั้น

หรือ (ค) มีคุณค่าพิเศษในฐานะที่เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของพืชหรือสัตว์ในช่วงสำคัญของวงจรชีวิต

หรือ (ง) มีคุณค่าพิเศษสำหรับชนิดหรือสังคมของพืชและสัตว์เฉพาะถิ่น

1.3 **เกณฑ์เฉพาะที่ประเมินจากนกน้ำ**

พื้นที่ชุ่มน้ำหนึ่งสมควรได้รับการพิจารณาว่ามีความสำคัญระดับนานาชาติ เมื่อ

(ก) พบเห็นนกน้ำ 20,000 ตัว ได้เสมอ

หรือ (ข) พบเห็นนกน้ำจำนวนหนึ่งเป็นประจำ เป็นนกในกลุ่มสำคัญซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้คุณค่าความอุดมสมบูรณ์ หรือความหลากหลายของพื้นที่ชุ่มน้ำ

หรือ (ค) ในกรณีที่มีข้อมูลประชากรของนกน้ำ เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีจำนวนนกน้ำชนิดหนึ่งชนิดใด คิดเป็นร้อยละ 1 ของประชากรนกน้ำทั้งหมดในชนิดพันธุ์หรือสายพันธุ์นั้น

1.4 **เกณฑ์เฉพาะที่ประเมินจากปลา**

พื้นที่ชุ่มน้ำที่สมควรได้รับการพิจารณาว่ามีความสำคัญระดับนานาชาติ เมื่อ

(ก) เป็นถิ่นที่อยู่ของปลาจำนวนมาก ซึ่งเป็นสายพันธุ์ชนิดพันธุ์หรือครอบครัวปลาพื้นเมือง มีความสำคัญต่อช่วงชีวิตของปลา การดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันของปลาชนิดต่างๆ หรือมีประชากรปลาซึ่งถือว่าเป็นผลประโยชน์หรือผลผลิตที่มีคุณค่าที่ได้รับจากพื้นที่ชุ่มน้ำนั้น

หรือ (ข) เป็นแหล่งอาหาร ถิ่นที่หากินที่สำคัญของปลา เป็นแหล่งที่วางไข่ที่เจริญเติบโตของลูกปลาและ/หรือเป็นเส้นทางอพยพย้ายถิ่นของประชากรปลา ทั้งที่อยู่ในพื้นที่ชุ่มน้ำนั้นและที่มาจากแหล่งอื่น

2) **พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับชาติ** มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ 3 ข้อ ดังนี้

2.1 **เกณฑ์สำหรับประเมินความเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่เป็นตัวแทนที่ดี หรือที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ**

พื้นที่ชุ่มน้ำหนึ่งสมควรได้รับการพิจารณาว่ามีความสำคัญระดับนานาชาติ เมื่อ

(ก) เป็นตัวอย่างหรือตัวแทนที่ดีของพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติหรือใกล้เคียงธรรมชาติประเภทใดประเภทหนึ่ง ซึ่งพบเห็นได้ทั่วไปในประเทศไทย

หรือ (ข) เป็นตัวอย่างที่ดีของพื้นที่ชุ่มน้ำประเภทใดประเภทหนึ่งซึ่งมีคุณลักษณะ โดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ หาได้ยากในประเทศไทย

หรือ (ค) เป็นตัวอย่างหรือตัวแทนที่ดีของพื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในระบบธรรมชาติวิทยา ชีววิทยา นิเวศวิทยา หรืออุทกวิทยา

หรือ (ง) เป็นตัวอย่างหรือตัวแทนที่ดีของพื้นที่ชุ่มน้ำซึ่งมีคุณค่าสำคัญต่อการดำรงไว้ซึ่งวิถีชีวิตไทยและวัฒนธรรมไทย

2.2 เกณฑ์ที่ประเมินจากพืชและสัตว์ในพื้นที่ชุ่มน้ำ

พื้นที่ชุ่มน้ำหนึ่งสมควรได้รับการพิจารณาว่ามีความสำคัญระดับชาติ เมื่อ

(ก) เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของพืชหรือสัตว์ที่หาได้ยาก ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง หรือใกล้สูญพันธุ์ หรือมีแนวโน้มสูญพันธุ์ในประเทศไทย

หรือ (ข) มีคุณค่าพิเศษต่อการดำรงไว้ซึ่งความหลากหลายทางพันธุกรรม และความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย

หรือ (ค) มีคุณค่าพิเศษต่อการดำรงอยู่ของชนิดพันธุ์หรือสังคมของพืชหรือสัตว์พื้นเมือง หนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งชนิดของไทย

2.3 เกณฑ์ที่ประเมินจากสภาพทางกฎหมายและการจัดการ

พื้นที่ชุ่มน้ำหนึ่งสมควรได้รับการพิจารณาว่ามีความสำคัญระดับชาติ เมื่อเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่อยู่ภายในเขตพื้นที่อนุรักษ์หรือในเขตพื้นที่คุ้มครองตามกฎหมายของไทย

3) **พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับท้องถิ่น** มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ 2 ข้อ ดังนี้

3.1 **เกณฑ์ที่ประเมินจากสถานภาพทางกฎหมายและการจัดการ**

พื้นที่ชุ่มน้ำหนึ่งสมควรได้รับการพิจารณาว่ามีความสำคัญระดับท้องถิ่น เมื่อเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำในบัญชีรายชื่อ “แหล่งธรรมชาติอันควรอนุรักษ์ของท้องถิ่น” ตามมติคณะรัฐมนตรี (7 พฤศจิกายน พ.ศ. 2532)

3.2 **เกณฑ์ที่ประเมินจากความสำคัญที่มีต่อท้องถิ่น**

พื้นที่ชุ่มน้ำหนึ่งสมควรได้รับการพิจารณาว่ามีความสำคัญระดับท้องถิ่น เมื่อ

(ก) มีความสำคัญต่อวิถีชีวิตชุมชนท้องถิ่นไทย เป็นแหล่งกำเนิดของปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ เช่น เป็นแหล่งน้ำ แหล่งอาหาร สมุนไพร เชื้อเพลิง พืชเส้นใย และวัตถุดิบในการประกอบอาชีพ

(ข) มีคุณค่าทางสังคม ประเพณีวัฒนธรรม ศาสนา ประวัติศาสตร์ ตำนานพื้นบ้าน นันทนาการท้องถิ่น ตลอดจนเป็นเส้นทางสัญจร

(ค) มีความสำคัญต่อระบบนิเวศท้องถิ่น เช่น ช่วยป้องกันน้ำท่วม ช่วยรักษาสมดุลของภูมิอากาศเฉพาะถิ่น ช่วยรักษาคุณภาพน้ำ

ตารางที่ 4-3 ตัวอย่างประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย

พื้นที่ชุ่มน้ำ	ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
ป่าพรุคันธุลี อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี	- มีการทำลายและบุกรุกป่าพรุเพื่อบุกเบิกเป็นพื้นที่ที่ตั้งชุมชน - มีการทำสัมปทานทำไม้ของการรถไฟแห่งประเทศไทยเพื่อนำไม้ไปใช้ทำไม้หมอนและไม้ฟืนรถไฟ - มีการก่อตั้งศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานีทำให้เกิดการทำลายป่าครั้งใหญ่เนื่องจากมีการอพยพของแรงงานเข้ามารับจ้างในศูนย์ - มีการบุกเบิกพื้นที่เพื่อทำการเกษตรโดยใช้เครื่องจักรกล - ปัจจุบันมีการกว้านซื้อที่ดินของนายทุนเพื่อทำการปาล์มน้ำมัน
อุทยานแห่งชาติเขาสามร้อยยอด จ.ประจวบคีรีขันธ์	- มีการสร้างหมู่บ้าน มีการตัดถนนเข้ากลางทุ่ง มีการทำนากุ้ง มีการปลูกสร้างโรงเรือนเพื่อทำฟาร์มเป็ด มีการขุดคลอง ถมทาง มีการปรับพื้นที่เพื่อปลูกพืชเศรษฐกิจ - มีการปรับพื้นที่สร้างรีสอร์ทบนชายหาด - มีการพัฒนาการท่องเที่ยว
ป่าทามราษีไศล จ.ศรีสะเกษ	- มีการบุกรุกพื้นที่เพื่อทำการเกษตร ทำนา ปลูกยูคาลิปตัส ทำเกษตรแผนใหม่ - มีการสร้างฝายราษีไศล ทำให้น้ำท่วมป่าทามนานกว่าเดิม - มีสัมปทานทรายมากขึ้น
พื้นที่ชุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	โดยภาพรวมประเด็นที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ - ป่าธรรมชาติเดิมถูกทำลายบุกรุก โครงการปลูกพืชนอกระบบนิเวศ เช่น ยูคาลิปตัส ในพื้นที่ทาม ทำให้พื้นที่ทามหายไป - บริเวณที่ลุ่มริมแม่น้ำมูล ที่เรียกว่า "บุ่ง" เป็นที่สาธารณประโยชน์ มีเอกสารรับรองการใช้ประโยชน์ร้อยละ 100 ของพื้นที่ - การสร้างคันฝายโดยรอบพื้นที่ชุ่มน้ำ ทำให้พื้นที่รอบนอกคันฝายถูกใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะปลูก และมีการถือครองพื้นที่ทำให้พื้นที่ชุ่มน้ำหายไป เช่น ที่หนองปลาคูณ ซึ่งมีขอบเขตลดลง - การตื้นเขิน หรือขาดแคลนน้ำในฤดูแล้งและการทำคูและสร้างถนนล้อมรอบหนอง ทำให้หนองหัวคูแคบลง ถูกบุกรุกยึดครองพื้นที่บางส่วนไปเป็นของเอกชน

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2540)

7.6 การฟื้นฟูสภาพพื้นที่เสื่อมโทรม

7.6.1 ดินเค็ม (Salt-Affect Soil)

ทั่วโลกมีพื้นที่ดินเค็มถึง 930 ล้านเฮคแตร์ การฟื้นฟูพื้นที่เหล่านี้มีปัญหาสองอย่างคือ หนึ่งต้องกระตุ้นอนุมูลดินขนาดเล็กให้แข็งแรงโดยทดแทนโซเดียมในดินด้วยแคลเซียมหรือแมกนีเซียม และสองต้องลดระดับของเกลือในดินลงมาในระดับที่พืชทนได้ การใช้มูลสัตว์และยิบซัมสามารถแก้ไขปัญหาแต่ต้นทุนอาจสูงมากถ้าพื้นที่อยู่ห่างไกล

ในทะเลทรายชายฝั่ง (Coastal Desert) ดินเค็มทั่วไป (Inland Saline) และดินเค็มจากการชลประทาน (Salinized Irrigated Land) การปลูกพืชทนเค็มอาจมีความเหมาะสมในการฟื้นสภาพ พื้นที่ดินเค็มประมาณ 130 ล้านเฮคแตร์อาจกักเก็บคาร์บอน 1 ถึง 2 ตันต่อเฮคแตร์ ณ ต้นทุน 44 ถึง 53 ดอลลาร์สหรัฐต่อตัน โดยต้นทุนหน่วยสุดท้ายอาจลดเหลือ 12 ดอลลาร์สหรัฐต่อตัน ถ้าพืชทนเค็มนี้ถูกนำมาใช้เป็นผลผลิตทางการเกษตร มีหลายประเด็นที่ต้องคำนึงถึง เช่น พืชทนเค็มมีอายุสั้น ความไม่แน่นอนของระยะเวลากักเก็บคาร์บอนของมวลชีวภาพใต้ดินเป็นต้น ดินเค็มบริเวณตอนเหนือของประเทศอินเดีย สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ถึง 4 ตันต่อเฮคแตร์ต่อปี โดยการปลูกต้น Prosopio juliflora

ความเสี่ยงอีกอย่างหนึ่งคือ ผลของการแก้ไขในพื้นที่ดินเค็มในที่ต่ำจะมีช่วงเวลาไม่ยาวนานมาก พื้นที่เสี่ยงต่อการเพิ่มระดับของน้ำทะเลอันเนื่องจากอุณหภูมิสูงขึ้น ในบางพื้นที่ดินเค็มอาจมีน้ำท่วมเป็นครั้งคราว ทำให้พืชทนเค็มเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร เพราะผลจากการผสมผสานระหว่างความเค็มกับดินได้รับอากาศไม่ดี ในบางสถานการณ์การคายน้ำในอัตราสูงของพืชจะมีประสิทธิภาพในการคงระดับการเจริญเติบโต เมื่อพื้นที่ถูกน้ำท่วม

การวิเคราะห์พื้นที่เสื่อมโทรมจากดินเค็มในประเทศไทย

• ดินเค็มในประเทศไทย

จากการรายงานของกรมพัฒนาที่ดิน ได้แบ่งประเภทของดินที่มีปัญหา 5 ประเภทคือ

1. ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ 17.8 ล้านไร่ ประกอบด้วย

ดินเค็มชายทะเล	มีเนื้อที่ 3.6 ล้านไร่
ดินเค็มภาคกลาง	มีเนื้อที่ 4.5 ล้านไร่
ดินเปรี้ยวจัดภาคกลางและภาคตะวันออก	มีเนื้อที่ 5.8 ล้านไร่
ดินเปรี้ยวภาคใต้	มีเนื้อที่ 2.4 ล้านไร่
3. ดินทราย	มีเนื้อที่ 7.1 ล้านไร่
4. ดินอินทรีย์	มีเนื้อที่ 0.5 ล้านไร่
5. ดินตื้น	มีเนื้อที่ 51.3 ล้านไร่

รวมเนื้อที่ของดินที่มีปัญหาในประเทศไทยมีมากกว่า 93 ล้านไร่ ในส่วนของดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นเป็นดินเค็มมากกว่า 1.5 ล้านไร่ โดยเค็มปานกลาง 3.7 ล้านไร่ และเค็มน้อย 12.6 ล้านไร่ และมีศักยภาพเป็นดินเค็มอีก 19.4 ล้านไร่

• ดินที่มีการชะล้างพังลายและดินแห้ง (Badly Eroded and Desertified Soils)

ดินที่ถูกชะล้างอาจกักเก็บคาร์บอนได้ในปริมาณมาก ถ้าสามารถหยุดการชะล้างเพื่อป้องกันการสูญเสียคาร์บอนต่อไป ในหลายกรณีดินชั้นบนที่สมบูรณ์สูญเสียไปแล้ว จึงต้องใช้ปุ๋ยช่วยด้วยในการฟื้นฟูโครงสร้างดิน ความอยู่ตัวก็มีความสำคัญถ้าไม่ต้องการให้เสียหายต่อไป และอาจจำเป็นต้องเพิ่มดินเหนียวหรือซิล (Silt)

จากพื้นที่เสื่อมสภาพประมาณทั้งสิ้น 2,000 ล้านเฮคแตร์ พบว่า 1,200 ล้านเฮคแตร์ เป็นพื้นดินที่ถูกชะล้าง โดย 250 ล้านเฮคแตร์ถูกชะล้างอย่างรุนแรง กว่าครึ่ง (112 ล้านเฮคแตร์) อยู่ในทวีปอาฟริกาและมีพื้นที่ 88, 37 และ 13 ล้านเฮคแตร์อยู่ในทวีปเอเชีย ลาตินอเมริกาและยุโรปตามลำดับ พื้นที่ประมาณ 100 ล้านเฮคแตร์ ในโลกจัดว่าเสื่อมสภาพอย่างรุนแรงทำการเกษตรไม่ได้ หากสมมติอัตราการกักเก็บคาร์บอนที่ 0.25 ตันต่อเฮคแตร์ พื้นที่เหล่านี้จะดูดซับคาร์บอนได้ 0.025 พันล้านตันต่อปี นอกจากนี้พบว่ามีพื้นที่ประมาณ 3,500 ถึง 4,000 ล้านเฮคแตร์ทั่วโลกที่อาจกลายเป็นทะเลทราย ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เลี้ยงสัตว์หรือป่าเสื่อมสภาพในเขตศูนย์สูตร และมีพื้นที่เกษตรที่กำลังกลายเป็นทะเลทรายอีก 757 ล้านเฮคแตร์

กิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาเสื่อมสภาพและกลายเป็นทะเลทราย รวมถึงการชลประทานด้วยวิธีการ Silt-Rich Water เป็นการทำให้ดินคงตัวโดยการปลูกพืช การจำกัดการเลี้ยงสัตว์ และการนำดินที่สมบูรณ์กลับมา ในเขตศูนย์สูตรและใกล้เคียงศูนย์สูตรของประเทศจีนประมาณ 48 ล้านเฮคแตร์ถูกจัดเป็นพื้นที่รกร้างประมาณร้อยละ 6 ของพื้นที่เหล่านี้อาจฟื้นฟูเป็นทุ่งหญ้าก็ได้ ในประเทศอินเดียพื้นที่มากกว่า 100 ล้านเฮคแตร์ ที่มีคาร์บอนในดินต่ำเพียงร้อยละ 0.2 การปลูกพืชบนที่ราบ 35 ล้านเฮคแตร์ด้วยหญ้าและต้นไม้เอนกประสงค์ที่เหมาะสมจะทำให้กักเก็บ

คาร์บอนได้ 0.84 และ 1.06 พันล้านตัน ในมวลชีวภาพและดินตามลำดับ คาร์บอนในดินที่เพิ่มขึ้นหลังการไถพรวนจะสูงขึ้น การฟื้นฟูพื้นที่ที่กลายเป็นทะเลทรายทั่วโลกอาจเพิ่มคาร์บอนได้ 1 ถึง 1.4 พันล้านตันต่อปี

ปริมาณคาร์บอนบนดินที่น่าจะเพิ่มได้ในพื้นที่เสื่อมสภาพหลังการปลูกป่าเท่ากับ 2 ถึง 3 ตันต่อเฮคแตร์ต่อปี ปริมาณนี้อาจเพิ่มในดินคือ 0.25 ตันต่อเฮคแตร์ต่อปี การฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมสภาพอย่างรุนแรงคาดว่าจะทำให้สะสมคาร์บอนได้ 0.14 พันล้านตันสำหรับดินที่ความลึก 10 เซนติเมตร ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศออสเตรเลีย การฟื้นฟูดังกล่าวมีต้นทุนวัตถุดิบสูง และยังไม่มีการประเมินความเป็นไปได้ด้านการเงินของกิจกรรม อัตราการปรับปรุงพื้นที่ที่เป็นทุ่งหญ้าจะมีผลต่ออัตราการสะสมคาร์บอนในดินซึ่งอาจสูญเสียไปจากระบบ ด้วยสาเหตุจากการจัดการไม่เหมาะสมและความแห้งแล้ง โดยอาจสูญเสียในอัตราที่รวดเร็วกว่าอัตราทดแทน ดังนั้น ความต่อเนื่องของกิจกรรมจึงจำเป็นในการรักษาระดับหรือเพิ่มปริมาณคาร์บอนอย่างได้ผล

ในประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดินเป็นหน่วยงานหลักที่ดำเนินโครงการพัฒนาพื้นที่ดินเค็ม โดยจะพัฒนาให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตได้ในพื้นที่ดินเค็มน้อยและปานกลาง โดยจัดทำแปลงสาธิตเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว ส่งเสริมการปลูกพืชปรับปรุงดินเค็มโดยใช้พันธุ์พืชทนเค็ม เช่น โสนอัฟริกัน มีการจัดระบบชลประทานที่เหมาะสม และมีการบำรุงดินโดยใช้อินทรีย์วัตถุ ส่วนการป้องกันการแพร่กระจายของดินเค็ม ทำโดยการปลูกป่าและปลูกหญ้าทนเค็ม ซึ่งต้นไม้ที่กรมพัฒนาที่ดินแนะนำให้ปลูก ได้แก่ ยูคาลิปตัส กระถินณรงค์ สะเดา และแคบ้าน เป็นต้น

โครงการพัฒนาพื้นที่ดินเค็ม ที่ได้มีการดำเนินการ 2 โครงการ ได้แก่ 1) โครงการพัฒนาที่ดินทุ่งสัมฤทธิ์ เป็นโครงการฟื้นฟูพัฒนาที่ดินเค็มเนื้อที่ประมาณ 1.2 ล้านไร่ 2) โครงการพัฒนาที่ดินทุ่งกุลาร้องไห้ ครอบคลุมพื้นที่ 2.1 ล้านไร่ ให้สามารถใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีการดำเนินการร่วมกันระหว่างกรมพัฒนาที่ดินซึ่งเป็นหน่วยงานหลักกับกรมชลประทาน ในช่วงระยะเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2543-2549 เพื่อจัดทำระบบคูคลองระบายน้ำ ระบายเกลือ จัดทำสระเก็บน้ำเพื่อกักเก็บน้ำไว้ทำนา และทำถนนในไร่นา มีการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

7.6.2 ดินเหมืองแร่และพื้นที่ปนเปื้อนจากอุตสาหกรรม (Mine Spoils and Industrially Polluted Site)

การฟื้นสภาพพื้นที่ปนเปื้อนมีประโยชน์เพราะที่ดินอาจนำมาใช้ในการผลิตได้อีกและเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน แต่การฟื้นสภาพอาจมีต้นทุนสูงมาก ในปัจจุบันจึงมีการแก้ไขจนพื้นที่อยู่ในระดับที่กฎหมายกำหนดเท่านั้น มวลชีวภาพของพืชและจุลินทรีย์ในดิน ที่ถูกกักเก็บในดินจะลดลงเมื่อโลหะหนักในดินเพิ่มขึ้น การกักเก็บคาร์บอนจึงน้อยกว่าที่ควร นอกจากจะมีการแก้ไขการปนเปื้อน

พื้นที่ที่ปนเปื้อนด้วยโลหะหนักจากการทำเหมืองหรือพื้นที่เกษตรที่เสื่อมสภาพเนื่องจากตะกอนน้ำเสียอาจแก้ไขโดยใช้พืชที่ดูดซับสารที่ปนเปื้อนในจำนวนมากและสะสมไว้ในมวลชีวภาพ พืชดูดซับได้ดีต้องถูกเคลื่อนย้ายออกในที่สุด ปริมาณคาร์บอนจะเพิ่มขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการปลูกพืชหลังการแก้ไข เนื่องจากต้นทุนที่สูงและความจำกัดด้านกายภาพของการปนเปื้อน การใช้พืชดูดซับได้ดีจำกัดอยู่เพียงพื้นที่ที่ปนเปื้อนไม่มาก เป็นเพียงการแก้ไขให้สอดคล้องกับที่กฎหมายกำหนด

พื้นที่ที่ไม่ได้รับการแก้ไขจะมีโอกาสสูงที่จะถูกชะล้าง ประมาณ 0.63 ล้านเฮคแตร์ ของพื้นที่เหมืองในประเทศสหรัฐ-อเมริกา สมควรได้รับการฟื้นสภาพ การใช้ปุ๋ยคอกอาจเพิ่มคาร์บอนในดิน จาก 3 เป็น 30 ตันต่อเฮคแตร์ ในระยะเวลา 4 ปี การปลูกป่าและปรับพื้นที่เป็นทุ่งหญ้า สามารถฟื้นสภาพพื้นที่เหมืองในมลรัฐโอไฮโอ โดยดินกักเก็บคาร์บอนในปริมาณ 35 ถึง 37 ตันต่อเฮคแตร์ วัดถึงระดับความลึก 30 เซนติเมตร เป็นเวลา 25 ปี

ดินที่ปนเปื้อนโดยสารอินทรีย์เช่นเชื้อเพลิงจากฟอสซิลอาจฟื้นฟูได้ด้วยการออกซิเดชัน กระบวนการจะส่งผลให้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศ ผลอาจถูกบันทึกไว้แล้วตั้งแต่เมื่อเชื้อเพลิงปนเปื้อนถูกใช้ประโยชน์ ก๊าซออกซิเดชันมักช่วยเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดิน การแก้ไขด้วยวิธีนี้จึงค่อนข้างซับซ้อนในการรายงานผล

หากพื้นที่ปนเปื้อนไม่ได้รับการแก้ไขหรือไม่สามารถถูกใช้ประโยชน์ใดๆ แล้วอาจเปลี่ยนให้เป็นพื้นที่อุตสาหกรรมที่มีโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงชีวภาพอาจเป็นทางเลือกหนึ่งได้

การวิเคราะห์พื้นที่เหมืองแร่ร้างในประเทศไทย

ดินเหมืองแร่จัดเป็นดินที่มีปัญหาพิเศษ ประเทศไทยมีพื้นที่ดินเหมืองแร่ไม่น้อยกว่า 300,000 ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539) กรมทรัพยากรรายงานว่า หลังจากปี พ.ศ. 2530 พื้นที่เหมืองแร่ร้างทั่วประเทศมีทั้งสิ้น 253,564 ไร่ การใช้ที่ดินเหมืองแร่ร้างที่

สิ้นอายุประทานบัตร มีทั้งหน่วยงานรัฐ และเอกชน กรณีรัฐ เช่น เป็นที่ตั้งสำนักงานของส่วนราชการ สำหรับเอกชน มีการปลูกสร้างอาคารพาณิชย์ ที่อยู่อาศัย ทำการเกษตร

พื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้วมีแนวทางในการปรับปรุงดังนี้

1. แนวทางในการปรับปรุงพื้นที่ ไม่ควรมีการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเพียงด้านเดียว ใช้เงินลงทุนน้อย แต่สามารถลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมได้ การปรับปรุงพื้นที่ต้องให้เหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะดิน และต้องทำให้เรียบร้อย มีลักษณะถาวร

2. แนวทางในการปรับปรุงดินเหมืองแร่ เพื่อการเกษตร

- การปรับปรุงดินเฉพาะหลุม โดยขุดหลุมใหญ่ตามชนิดพืชที่นำมาปลูกพร้อมปรับปรุงดินด้วยอินทรีวัตถุปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี
- การขุดหลุมดินและเอาหน้าดินจากบริเวณอื่นมาใส่
- การปูพื้นผิวหน้าดินใหม่ด้วยหน้าดินจากบริเวณอื่น

3. แนวทางในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ต้องมีการรักษาพันธุ์หรือปลูกพืชคลุมดิน หรือวัสดุคลุมดิน เพื่อรักษาความชื้นของดินไว้ให้มากที่สุด นอกจากนี้ควรมีการวางแนวระบบการให้น้ำโดยการนำน้ำจากขุมเหมืองมาใช้ซึ่งอาจใช้วิธีการให้น้ำแบบน้ำหยดหรือแบบฉีดฝอย

8. ดินการเกษตร Agricultural Soil

8.1 ที่ดิน (Land)

มีนิยามสากลคือ "พื้นที่บนแผ่นดินบนพื้นผิวโลก รวมถึงองค์ประกอบทั้งหมดของชีวมณฑลที่อยู่เหนือและใต้พื้นผิวของพื้นที่นี้ รวมถึงสิ่งที่อยู่ในบรรยากาศใกล้พื้นผิว ในดิน และในภูมิประเทศ พื้นผิวน้ำ (รวมทะเลสาบ หนองน้ำตื้น แม่น้ำที่ลุ่มชื้นแฉะ และที่ลุ่มน้ำขัง) ชั้นดินตะกอนใกล้พื้นผิวและในชั้นน้ำใต้ดิน ประชากรพืชและสัตว์ รูปแบบการตั้งถิ่นฐานชุมชน และวัตถุทางกายภาพที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ทั้งในอดีตและปัจจุบัน" (UN, 1994; CSD, 1996) ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดขึ้นในรูปแบบที่เชื่อมโยงติดต่อกัน เรียกว่า ภูมิทัศน์ (ศัพท์ใกล้เคียง คือ หน่วยระบบที่ดิน หน่วยภูมิทัศน์-นิเวศน์) ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ลุ่มน้ำหรือหน่วยพืชพรรณภูมิศาสตร์ (ชีวมณฑล) ย่อยๆ มากมาย

8.2 ที่ดินเกษตรกรรม (Agriculture lands)

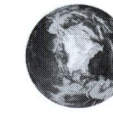
แม้ว่าพิธีสารจะไม่กล่าวถึง "ที่ดินเกษตรกรรม" แต่นิยามเกี่ยวข้องกับมาตรา 3.4 ซึ่งกล่าวถึง ดินเกษตรกรรม นิยามที่แคบที่สุดของที่ดินเกษตรกรรม คือ ที่ดินที่ทำการเพาะปลูกได้และผ่านการไถพรวนเป็นประจำเพื่อการผลิตพืชผลในแต่ละปี จะมีหรือไม่มีชลประทานก็ตาม คำว่า *เกษตรกรรม* หมายถึงการใช้ทรัพยากรนานาชนิด ซึ่งรวมถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินทุกรูปแบบเพื่อการผลิตพืชผลและสัตว์ต่างๆ นิยามที่กว้างที่สุดของ ที่ดินเกษตรกรรม คือ ที่ดินทั้งหมดที่ให้ผลประโยชน์โดยตรงแก่มนุษยชาติ ผ่านการผลิตอาหาร เส้นใย พืชอาหารสัตว์ เชื้อเพลิงชีวภาพ เนื้อสัตว์ รัง หนัง เนื้อไม้ มีเพียงทะเลทราย ที่ดินโล่งว่างเปล่า พื้นที่ชุ่มน้ำที่ไม่มีการจัดการป่าละเมาะ และป่าไม้ และพื้นที่ที่มีการก่อสร้างที่ถูกตัดออกจากทุกประเภทในสำมะโนเกษตรโลก (FAO, 1995c)

8.3 ดินป่าไม้และดินเกษตรกรรม (Forest soils and agricultural soils)

เป็นคำที่ใช้ในพิธีสาร ในพิธีสาร (มาตรา 3.4) ไม่มีคำว่า ดินป่าไม้ (มาตรา 3.4) ไม่มีคำว่า "ดินป่าไม้" แต่อาจรวมอยู่ในส่วนของระบบนิเวศป่าไม้ มีความแตกต่างระหว่างดินเกษตรกรรมและดินป่าไม้ ซึ่งมีความสำคัญและอาจมีผลต่อการสำรวจจัดทำบัญชี ดินป่าไม้ที่พัฒนาเต็มที่แล้ว เป็นวัตถุธรรมชาติที่เรียงตัวซ้อนทับกันอยู่เป็นชั้นๆ (FAO/ISRIC, 1990) ชั้นบนสุดเป็นชั้นผิวดินอินทรีย์ หรือ "พื้นป่า" (ชั้น O) แบ่งเป็นชั้นย่อยๆ ประกอบด้วยใบไม้สดและซากพืชที่ยังไม่ย่อยสลาย (ชั้น Oi หรือแต่เดิมเรียกว่า ชั้น L) อินทรียสารที่ย่อยสลายไปบางส่วน (ชั้น Oe หรือแต่เดิมเรียกว่า ชั้น F) และฮิวมัส และอินทรียสารที่ไม่มีสัณฐานไม่มีแร่ธาตุ (ชั้น Oa หรือแต่เดิมเรียกว่า ชั้น H) ถัดจากชั้นผิวดินลงไป เป็นชั้นผิวแร่ (A) ชั้นแร่ใต้ผิวซึ่งมักเกิดจากการชะล้าง (E) ชั้นแร่ใต้ผิวดินที่มีการสะสมตัวอยู่ (ชั้น B) ชั้นแร่ที่มีรากพืชแทรกอยู่ (C) และชั้นหินแข็งเป็นฐานรองรับ (R) ชั้น E, B, C และ R อาจหายไป หรือชั้น B อาจถูกเปลี่ยนแปลงไปโดยน้ำใต้ดินหรือชั้นน้ำขัง

ดินเกษตรกรรม รวมทั้งดินทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ มีลักษณะการเรียงชั้นคล้ายกัน แต่เมื่อใช้ทำการปลูกพืช หรือผ่านการปลูกพืชจะขาดชั้น O (หากดินอินทรีย์ไม่ถูกใช้ไปด้วย) และชั้น A มักผสมกับบางส่วนของชั้น E และ B เกิดเป็นชั้นไถพรวน (ชั้น Ap) ชั้น B และ/หรือชั้น C อาจแตกออกโดยการปลูกพืชในชั้นดินลึก ดินอาจเสื่อมโทรมมากเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ในอดีตจนใช้เพาะปลูกต่อไปไม่ได้ แต่ดินนั้นยังถูกจำแนกเป็นดินเกษตรกรรมและยังถูกใช้อยู่ เช่น เพื่อเลี้ยงสัตว์หรือใช้ผลิตโดยไม่เพาะปลูก

ชั้นดินอินทรีย์หนาของพื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งอาจมีชั้นดินพีทหนากว่า 30 ซม. จนถึงหลายๆ เมตร คือชั้น O ที่มีลักษณะพิเศษ



ชั้นดินนี้เป็นแหล่งสำคัญที่สะสมอินทรียคาร์บอน ซึ่งอาจปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ/หรือก๊าซมีเทน ออกไปได้ ถ้าระบายน้ำออกจากที่ดินจนแห้งหรือใช้ที่ดินทำการเพาะปลูก การปล่อยน้ำเข้ามาท่วม หรือการเกิดไฟป่าในปีที่แห้งแล้ง

ทั้งส่วนของดินบนและดินล่าง มีความเกี่ยวข้องกับการกักเก็บคาร์บอนในดินเกษตรกรรม ดินบนเป็นชั้นดินที่มีการสะสมอินทรียสารในดินที่สลายตัวได้ง่าย ("ฮิวมัสธาตุอาหาร") และฮิวมัสที่คงทนกว่า ("ฮิวมัสโครงสร้าง") ที่อยู่ในทั้งดินบนและดินล่าง กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน เช่น สัตว์กัดแทะ ไส้เดือนดิน ปลวก และมด ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ตลอดเวลาระหว่างดินทั้งสองชั้นและดินลึก

คำทั้งสาม คือ *ดินบน ดินล่าง* และ *ดินลึก* มักถูกใช้ในการทำบัญชีคาร์บอน ตามมาตรา 3.3 และ 3.4 นิยามของคำทั้งสามจึงมีความสำคัญ

นิยามของดินบน ผันแปรไปตามความสนใจและความเคยชิน ทางปฐพีวิทยา ดินบน เป็นดินพื้นผิวรวมกับชั้นดินแร่ (A และ E ถ้ามี) ทางเกษตรกรรม ดินบน เป็นดินชั้นไถพรวน FAO/UNEP (1999) ไม่ได้ให้ความแตกต่างระหว่างนิยามทั้งสอง "ดินบน คือดินชั้นบนสุด ในระดับความลึกไม่เกิน 30 ซม. หรืออาจตื้นกว่าถ้ามีรากพืชเติบโตอยู่ในระดับความลึกนั้น" ดินล่างประกอบด้วยชั้นของรากพืชหนาแน่นลึกกว่า 30 ซม. ส่วนดินลึกอาจลึกถึง 10 ม. หรือมากกว่านั้น ในดินเขตร้อนที่มีการระบายน้ำดี และยังมีรากพืชที่มีชีวิตอยู่ (Nepstad et.al., 1994) ทางการเกษตรดินลึกเป็นชั้นดินที่ลึกกว่ารากพืช ลึกเกิน 100 ซม.

มีระบบการจำแนกดินของหลายประเทศ ทั้งทางปฐพีวิทยาและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบที่ใช้เป็นสากลคือ "อนุกรมวิธานดิน" (SSS, 1999) และการจำแนกของ FAO/UNESCO ซึ่งผ่านการปรับปรุงไม่นานมานี้เป็น พื้นฐานอ้างอิงของโลกเพื่อการจำแนกดิน (WRB, 1998) และสหภาพสากลปฐพีวิทยาและ FAO แนะนำให้ใช้นักปฐพีวิทยาของประเทศ สามารถปรับระบบของตนให้เข้ากับระบบสากลทั้งสองระบบได้ ในการทำบัญชีคาร์บอน

ตามแนวราบภายในภูมิทัศน์ มีความแตกต่างกันมากในปริมาณอินทรียสารในดินและคาร์บอนที่กักเก็บไว้ และแตกต่างกันในความลึก เนื้อดิน การระบายน้ำ ความลาดชัน ถึงแม้ภูมิทัศน์จะคล้ายคลึงกัน ปกคลุมด้วยป่าเขตร้อน ปริมาณคาร์บอนในดินอาจผันแปรได้ตั้งแต่ 50-300 ตันต่อเฮคแตร์ (Sombroek et.al., 1999)

อินทรียสารในดินและคาร์บอน (Soil organic matter and its carbon) อินทรียสารในดิน (SOM) คือ สารประกอบอินทรีย์ทั้งหมดในดิน ซึ่งไม่ใช่รากพืชหรือสิ่งมีชีวิต อินทรียสารในดินมีลักษณะแตกต่างกันหลายแบบ ตามต้นกำเนิด ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลง การทำงาน การละลายน้ำ องค์ประกอบทางเคมี อัตราส่วนธาตุคาร์บอนกับไนโตรเจน (C/N ratio) ศักยภาพการแลกเปลี่ยนประจุ ระดับกิจกรรม ความเปลี่ยนแปลงและความคงทน (Parton et.al., 1987; Anderson and Ingram, 1993; Feller and Beare, 1997; Paustian et.al., 1997; Smith et.al., 1997a; Baldock and Nelson, 1999) ในดินที่มีการระบายน้ำดี ไม่เป็นกรด ซึ่งเป็นดินเกษตรกรรมส่วนใหญ่ มีส่วนผสมที่สมดุลย์และผันแปรของสารประกอบทางเคมี และมีอัตราการเกิดฮิวมัสสูง ทำให้มีอัตราส่วนคาร์บอน/ไนโตรเจนปานกลางถึงต่ำ (10-12) การจำแนกลักษณะของอินทรียสารในดินด้วยอัตราส่วนคาร์บอน/ไนโตรเจน อาจเป็นปัจจัยที่เหมาะกับส่วนประกอบและความคงอยู่ของอินทรียสารในดินบน ส่วนในดินล่างที่ลึกกว่า ปกติมีฮิวมัสน้อยการใช้อัตราส่วนนี้จึงอาจมีความเชื่อถือได้น้อย

การจัดกลุ่มตามความมั่นคงของแหล่งสะสมอินทรียสารในดินทั้งหมด ความเปลี่ยนแปลงและความคงอยู่หรือช่วงเวลาการแลกเปลี่ยน มักจำแนกออกเป็น เฉื่อยหรือว่องไว คงที่หรือค่อยๆ ปลดปล่อยออกไป และถ่ายเทไปสู่แหล่งสะสมย่อยๆ (Schlesinger, 1986; Smith et.al., 1997a; Batjes, 1999) อินทรียสารในดินที่เคลื่อนย้ายหรือเปลี่ยนแปลงง่าย ส่วนใหญ่มีจุลินทรีย์ในดินและผลผลิตขั้นกลาง โดยมีรอบการคงอยู่ราว 1-10 ปี อินทรียสารในดินที่คงตัวหรือสลายตัวช้ามีสารโพลีเมอริคโครงสร้างใหม่ ซึ่งมีส่วนประกอบที่หลากหลายมาก ขึ้นกับที่มาของซากพืชและสภาพแวดล้อมการเกิดดิน มีอายุการคงอยู่ราว 10-50 ปี (หรือนานกว่า) อินทรียสารในดินที่เฉื่อย มีส่วนประกอบที่หลากหลายเช่นกัน และไม่ถูกทำลายอยู่ได้นานถึง 500 ปี สารฮิวมิคจะคงอยู่ได้นานเท่าใด โดยไม่ย่อยสลายไปเพราะการกระทำของจุลินทรีย์ ขึ้นอยู่กับชนิดของการจับตัวกับดินเหนียว (Tate and Theng, 1980) เทคนิคการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กนิวเคลียร์ ถูกนำมาใช้ศึกษาลักษณะการจับตัวดังกล่าว (Kogel, 1997; Bayer et.al., 2000) ผลจากการใช้เทคนิคนี้กับระบบนิเวศน์ต่างๆ ของโลกและดินเกษตรกรรมและกิจกรรมอื่นๆ ยังต้องรออีกระยะหนึ่ง ประเทศต่างๆ อาจตัดสินใจใช้ช่วงเวลาคงอยู่ ตามช่วงเวลาของ IPCC และตามที่กล่าวถึงในพิธีสารเกียวโต คือ 0-5 ปี, 5-50 ปี, 50-100 ปี และมากกว่า 100 ปี

ไม่มีนิยามใดและการจำแนกอินทรียสารในดินแบบใดที่ให้ตัวชี้วัดที่เป็นรูปธรรมและยอมรับได้เป็นสากลในการจำแนกคุณภาพและปริมาณอินทรียสารในดิน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวัดการกักเก็บคาร์บอนในดิน กิจกรรมหนึ่งตามพิธีสารเกียวโต สำหรับการทำ

บัญชีอินทรียสารในดินและคาร์บอน (SOC) ซึ่งวัดได้ง่ายโดยตัวอย่างดินและอัตราส่วนคาร์บอน/ไนโตรเจน อาจจะเพียงพอ การวัดอัตราส่วนคาร์บอนไอโซโทปเป็นประโยชน์มากสำหรับการวิจัยและการทำแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงอินทรียสารในดิน โดยเฉพาะเมื่อเกิดการเปลี่ยนป่าไม้ไปเป็นทุ่งหญ้าและอื่นๆ เทคนิคเหล่านี้ยังไม่มีใช้ในการติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนในดิน

อนินทรียสารในดิน (ปูนขาว แคลเซียมคาร์บอเนต เศษตะกอนหินปูน) เคลื่อนย้ายได้น้อยกว่าอินทรียสารและคาร์บอนในดิน ยกเว้นในเกษตรชลประทาน (Schlesinger, 1999) จะต้องมีการวัดอนินทรียสารในดินและถ่าน เพื่อติดตามตรวจสอบและทำแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนในดิน แต่จำนวนตัวอย่างอาจน้อยกว่าการวัดอินทรียสารและคาร์บอน

การวิเคราะห์ดินการเกษตรในประเทศไทย

• ความหมายของดินในประเทศไทย

คำนิยาม ที่ดินเป็นปัจจัยในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมที่สำคัญ

1) **ที่ดิน** หมายความว่า "พื้นที่ที่ดินทั่วไป และให้ความหมาย รวมถึง ภูเขา ห้วย คลอง บึง บางลำน้ำ ทะเลสาบ เกาะ และที่ชายทะเลด้วย (มาตรา 4 ประมวลรัษฎากรที่ดิน พ.ศ. 2497)

2) **ที่ดิน** ในทางวิชาการด้านทรัพยากรที่ดินหมายถึง "ชีวมณฑลบนพื้นผิวโลกประกอบด้วย ชั้นบรรยากาศ ชั้นดิน ชั้นหิน และลักษณะความลาดเทของพื้นที่ ลักษณะทางอุทกศาสตร์ พืช สัตว์ และผลที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ทั้งในอดีตและปัจจุบัน" (FAO 1974)

3) **ดิน** หมายความรวมถึง "หิน กรวด ทราย แร่ธาตุ น้ำ และอินทรีย์วัตถุต่างๆ ที่เจือปนกับเนื้อดินด้วย (มาตรา 3 พระราชบัญญัติพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2506)

4) **ดิน** ในทางวิชาการด้านทรัพยากรดิน หมายถึง "เทหวัตถุทางธรรมชาติซึ่งเกิดขึ้นบนพื้นผิวโลก เป็นวัตถุที่ค้ำจุนการเจริญเติบโต และการทรงตัวของต้นไม้ประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆ และมีลักษณะชั้นแตกต่างกันซึ่งแต่ละชั้นที่อยู่ต่อเนื่องกันจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันตามขบวนการการกำหนดดินที่เป็นผลต่อเนื่องมาจากการกระทำร่วมกันของภูมิอากาศ พืชพรรณ วัตถุต้นกำเนิด ตลอดจนระยะเวลา และความต่างระดับของพื้นที่นั้น (FAO 1974)

5) **ดิน** (Soil หรือ Ground) หมายถึง เทหวัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติรวมกันเป็นชั้น (Profile) จากส่วนผสมของแร่ธาตุต่างๆ ที่สลายตัวเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยกับอินทรีย์วัตถุที่เปื่อยพุพัง อยู่รวมกันเป็นชั้นบางๆ ห่อหุ้มผิวโลก และเมื่อมีอากาศและน้ำเป็นปริมาณที่เหมาะสมแล้วจะช่วยค้ำจุนพร้อมทั้งช่วยในการยังชีพและการเจริญเติบโตของพืช

6) **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน** (Soil Fertility) หมายถึง ความสามารถของดินในการให้ธาตุอาหารที่จำเป็นเพื่อการเจริญเติบโตของพืช

7) **ผลผลิตดิน** (Soil Productivity) หมายถึง ความสามารถของดินในการทำให้พืชที่ปลูกมีผลผลิตได้ระดับหนึ่งภายใต้การดูแลรักษาและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

• วิธีการจัดการดินเพื่อทำการเกษตรกรรมให้ถูกต้อง

1. การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use)

1.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามสมรรถนะของที่ดิน (land Capability) ที่ถูกต้องประกอบด้วย การใช้ประโยชน์ที่ดินให้ถูกต้องตามการจำแนกสมรรถนะที่ดินนั้น จะเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถป้องกันการกร่อนดินได้ โดยที่จะต้องยึดถือตามหลักการจำแนกสมรรถนะที่ดิน และเลือกใช้ที่ดินตามคำแนะนำว่าดินใดเหมาะสมที่จะปลูกพืชชนิดใดและจะต้องมีการปฏิบัติบำรุงรักษาอย่างไร จึงจะไม่ก่อให้เกิดการกร่อนดิน เพราะว่าพืชแต่ละชนิดนั้นถ้าปลูกบนดินที่แตกต่างกันก็อาจก่อให้เกิดการกร่อนดินแตกต่างกันออกไปด้วย

1.2 การจัดการทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และการจัดทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับพื้นที่ดินที่ถูกใช้ต่อกันมาเป็นเวลาช้านานจนพืชเกือบจะไม่สามารถขึ้นได้ หรือกับพื้นที่ดินที่มีเนื้อดินเป็นทรายจัดและความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำนั้นมีความจำเป็นมาก เพราะนอกจากจะทำให้พื้นที่ดินนั้นมีสิ่งปกคลุมดินอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการกร่อนดินแล้ว ยังจะทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินดีขึ้นถ้ามีการจัดการที่มีประสิทธิภาพดีพอ การจะจัดการทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ให้มีประสิทธิภาพดีนั้นควรจะต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ขั้นพื้นฐานระหว่าง ดิน-พืช-สัตว์ ในระบบนิเวศน์เสียก่อน เพราะว่าทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ที่ดีจะต้องมีพืชอาหารสัตว์ที่ให้คุณค่าทางอาหารสูงและสามารถขึ้นปกคลุมดิน

อย่างหนาแน่น กล่าวคือจะต้องเป็นการจัดการทุ่งหญ้าแบบผสมที่มีพืชตระกูลถั่วและพืชตระกูลหญ้าผสมกันอยู่ ระบบการทำทุ่งหญ้าแบบนี้จะมีความสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายต่ำ โดยอาศัยหลักของนิเวศวิทยาเข้ามาช่วยเพื่อทำให้พืชขึ้นปกคลุมผิวหน้าดินดีขึ้น และทำให้เกิดวัฏจักรหมุนเวียนของธาตุอาหารพืชที่จำเป็นต่อพืชอาหารสัตว์ในระบบทุ่งหญ้า กล่าวคือในขั้นต้นจะเพิ่มธาตุอาหารพวกฟอสฟอรัส และกำมะถัน ที่จำเป็นต่อพืชตระกูลถั่วเสียก่อน พร้อมกันนั้นก่อนปลูกถั่วก็คลุกเมล็ดถั่วด้วยเชื้อ Rhizobium สายพันธุ์ที่เหมาะสม หลังจากพืชตระกูลที่เจริญเติบโตได้แล้ว ก็จะตรึงไนโตรเจนจากอากาศแล้วปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนลงสู่ดิน ซึ่งทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงขึ้น และจะเป็นผลทำให้หญ้าที่ปลูกร่วมกันอยู่นั้นเจริญงอกงามดี รวมทั้งสามารถปกคลุมผิวดินได้ดี ซึ่งจะมีผลทำให้อนุภาคของดินจับตัวกันดีขึ้น ซึ่งจะเป็นผลทำให้ดินซึมน้ำได้ดีขึ้นและทำให้พื้นที่ดินนั้นเกิดการกร่อนดินลดลง นอกจากนี้จะต้องมีการจัดการกับปศุสัตว์ที่เลี้ยงบนพื้นที่ด้วย โดยไม่ปล่อยให้ปศุสัตว์เล็มหญ้ามากเกินควร จนดินปราศจากสิ่งปกคลุมหรือปล่อยให้ปศุสัตว์เข้าไปเหยียบย่ำทุ่งหญ้าขณะที่ดินยังเปียกชุ่มเกินไป ถ้ามีการจัดการทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ให้ดีแล้ว นอกจากจะช่วยไม่ให้เกิดการกร่อนดินแล้ว ยังช่วยให้มีรายได้จากการขายปศุสัตว์ และทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดีขึ้นอีกด้วย

1.3 การจัดการป่าไม้ ปกติการตัดไม้เพียงอย่างเดียวไม่ได้ก่อให้เกิดการกร่อนดิน ตัวการที่ก่อให้เกิดการกัดกร่อนดินในไม้ได้แก่ การขุดลากซุงและนำผลิตผลป่า (Forest Product) ออกมา การใช้เครื่องมือหนักหรือช้างลากซุงจะก่อให้เกิดร่องน้ำลึกๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อตัดฟัน หรือชักลากในขณะที่ดินเปียก ตัวการที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ ไฟป่าที่จะเผาผลาญใบไม้ที่ร่วงหล่น หรือแม้แต่ต้นไม้ใหญ่ๆ การทำลายอินทรีย์วัตถุโดยไฟป่าถ้าหากเกิดขึ้นเสมอๆ จะทำให้โครงสร้างดินเลวลง และทำให้การซึมน้ำลดลง

ในแง่ของการอนุรักษ์ดิน จะต้องไม่ตัดโค่นหมดทั้งป่า คือจะต้องตัดเฉพาะแต่ไม้ที่แก่ได้ขนาดเป็นช่วงๆไป และปล่อยไม้เล็กให้คงอยู่ ซึ่งจะทำให้มีสิ่งปกคลุมดินอยู่เสมอ

ในบริเวณที่ซึ่งชันเกินกว่าที่จะปลูกพืชหรือทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ควรจะทำการปลูกป่า (Reforest) เนื่องจากการไถพรวนอาจทำให้เกิดการกร่อนดินได้ง่ายเพราะดินหลวมตัว ทางที่ดีที่สุดก็คือปลูกไม้เนื้ออ่อนซึ่งต้องการการเตรียมดินน้อยที่สุด เช่น เพียงแต่ใช้จอบขุด และจะต้องเลือกต้นไม้ชนิดที่โตเร็ว โดยต้องการธาตุอาหารและความชื้นน้อย ในบางกรณีอาจต้องเร่งโดยการใส่ปุ๋ยด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2541)

2. การป้องกันการเสื่อมโทรมและการฟื้นคืนสภาพของที่ดินเกษตรกรรม (Degradation and Aggradation of Agricultural Lands)

การป้องกันการเสื่อมโทรมและการฟื้นสภาพที่ดินและดินเสื่อมโทรม เป็นกิจกรรมสำคัญภายใต้พิธีสาร การเสื่อมโทรมของดินและที่ดินเนื่องจากมนุษย์ เกิดขึ้นหลายแบบและหลายระดับ ตามที่ระบุโดยการประเมินการเสื่อมโทรมของดินทั่วโลกของ UNEP (GLASOD) ฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์และแนวทางระหว่างประเทศ (Oldeman et.al., 1991) จากฐานข้อมูลนี้แม้จะได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญระดับประเทศเท่านั้น แต่ก็ใช้ในการประเมินการกลายเป็นทะเลทราย (การเสื่อมโทรมของที่ดินโดยการกระทำของมนุษย์หรือการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในเขตแห้งแล้ง กึ่งแห้งแล้ง และกึ่งชื้นแห้ง) และถูกใช้มากขึ้นและมีการปรับปรุงเพื่อใช้ในระดับชาติและภูมิภาค (ASSOD, 1995 สำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้; Stolbovoi and Fischer, 1998 สำหรับประเทศสหพันธรัฐรัสเซีย)

แนวทางของ GLASOD อธิบายกระบวนการเสื่อมโทรมรวมถึงการชะล้างด้วยน้ำ (การสูญเสียหน้าดิน การเปลี่ยนสภาพภูมิประเทศ การเคลื่อนย้ายมวล) การพังทลายด้วยลม (การสูญเสียหน้าดิน การเปลี่ยนสภาพภูมิประเทศ การพัดพา) การเสื่อมคุณภาพทางเคมี (การสูญเสียธาตุอาหาร และ/หรืออินทรียสาร การเกิดดินเค็ม ดินเป็นกรด มลพิษจากไฮโดรคาร์บอนหรือโลหะหนัก) และการเสื่อมโทรมทางกายภาพ (ดินอัดตัวแน่น แข็งเป็นแผ่น มีน้ำท่วมขัง ดินอินทรีย์ยุบตัวลง) การหลีกเลี่ยงหรือแก้ไขการเกิดกระบวนการเหล่านี้ เข้าข่ายเป็นกิจกรรมตามพิธีสารเกียวโต Bergsma et.al. (1996) ให้นิยามโดยละเอียดของการเสื่อมโทรมลักษณะต่างๆเหล่านี้ และมาตรการควบคุมและฟื้นคืนสภาพ โดยแบ่งระดับความเสื่อมโทรมแบ่งเป็น 4 ระดับ : คือ เล็กน้อย ปานกลาง รุนแรง และรุนแรงที่สุด การฟื้นคืนปริมาณอินทรียสารและคาร์บอนในดิน ทำได้ง่ายสำหรับ 2 ระดับแรก

การปรับปรุงบำรุงดิน (การฟื้นคืนสภาพ) ถูกปฏิบัติในหลายๆ ส่วนของโลก ภาพรวมของโลกเกี่ยวกับแนวทางและเทคโนโลยีการอนุรักษ์ดิน (WOCAT) (Liniger et,al., 1988) ให้ข้อมูลเชิงพื้นที่เกี่ยวกับการปรับปรุงดินและที่ดินโดยมนุษย์ เพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรอย่างยั่งยืน รวมทั้งเทคโนโลยีที่ใช้การฟื้นสภาพดินเกษตรกรรมที่อินทรียสารหมดไป ให้กลับมามีอยู่ในระดับใกล้เคียงกับระดับดั้งเดิมเป็นเรื่องที่ทำได้ โดยเฉพาะในสภาพภูมิประเทศที่ใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรได้ (Lal et,al., 1998; Paustian et,al., 1998; Batjes, 1999) การปรับปรุงดิน

เกษตรกรรมให้มีระดับอินทรีย์สารในดินสูงกว่าเดิม เป็นรูปแบบการฟื้นคืนสภาพดินและที่ดินที่อาจเป็นไปได้ (Sombroek et,al., 1993; Sandor and Eash, 1995; Bridges and de Bakker, 1997; Blume et,al., 1998; Batjes, 1999; Glaser et,al., 1999; McCann et,al., 1999) ต้นทุนเพิ่มขึ้นจากการฟื้นคืนสภาพดินเช่นนี้อาจกลายเป็นการลงทุนที่เหมาะสม หากผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ได้ถูกนับรวมด้วย (เช่น การควบคุมการกลายเป็นทะเลทราย ความมั่นคงทางการผลิตอาหารเพิ่มขึ้น ชุมชนเกษตรยั่งยืนเพิ่มมากขึ้น)

การอนุรักษ์ดิน การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรดินอย่างขาดความระมัดระวังหรือไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ทำให้ดินเกิดความเสื่อมโทรม แต่ก็สามารถบำรุงแก้ไขได้ ดินแต่ละแห่งย่อมต้องการการบำรุงรักษาด้วยวิธีที่แตกต่างกันไป ในด้านความหมายแล้ว การอนุรักษ์หมายถึงการใช้ประโยชน์จากที่ดินอย่างชาญฉลาดและถูกต้องตามวิธีเกษตรกรรม การอนุรักษ์ดินหรือน้ำเป็นกรรมวิธีที่ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ การกระทำโดยวิธีใดวิธีหนึ่งเพื่อที่จะอนุรักษ์ดินหรือน้ำก็ตามจะมีผลเกี่ยวเนื่องกันตลอด วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำมีอยู่ 2 วิธีใหญ่คือ โดยวิธีการปลูกพืช (Agronomic methods) และโดยวิธีกล (Mechanical methods)

การอนุรักษ์ดินโดยวิธีการปลูกพืช วิธีการนี้พืชจะทำหน้าที่เป็นตัวสกัดกั้นพลังงานของเม็ดฝนที่ตกลงมาก่อนที่จะกระทบผิวดิน ช่วยลดความรุนแรงของน้ำที่ไหลบ่าและลดอำนาจการกัดเซาะของน้ำ และยังช่วยให้ดินมีความพรุนมากขึ้น น้ำสามารถซึมลงไปในดินได้ดี การควบคุมการเกิดกษัยการของดินมีอยู่หลายวิธีคือ 1. การปลูกพืชคลุมดิน 2. การปลูกพืชหมุนเวียน 3. การปลูกพืชสลับเป็นแถว 4. การคลุมดิน และ 5. การปลูกพืชแบบวนเกษตร

การอนุรักษ์ดินโดยวิธีกล หมายถึงวิธีการเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายดินและสิ่งก่อสร้างต่างๆ เพื่อใช้ป้องกันและควบคุมการพังทลายของดิน ต้องมีการออกแบบอย่างถูกต้องและเหมาะสมในวิธีการนั้นๆ และต้องปฏิบัติร่วมกับวิธีการที่ใช้พืชในการป้องกันการพังทลายของดิน เช่น การปลูกพืชตามแนวระดับ คูเบนน้ำทางน้ำไหลและทางระบายน้ำออก การทำขั้นบันได การไถพรวนดินแบบอนุรักษ์ เป็นต้น