บทที่ 2
หลักการสิ่งแวดล้อมและการจัดการสิ่งแวดล้อม

2.1 หลักการสิ่งแวดล้อม

งานการจัดการสิ่งแวดล้อมครอบคลุมเนื้อหาสาระ บุคลากร และองค์กรที่รับผิดชอบที่หลากหลายตลอดจนการมีส่วนร่วมของประชาชน การจัดการสิ่งแวดล้อมจึงเป็นงานที่ยุ่งยาก สลับซับซ้อนและมีขั้นตอนการดำเนินการที่จำกัด ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการจัดการสิ่งแวดล้อมจึงควรมีความรู้ความเข้าใจสิ่งแวดล้อมในภาพรวม คือ สิ่งแวดล้อมเป็นระบบเป็นอันดับแรกแล้วต้องเข้าใจสิ่งแวดล้อมแต่ละสิ่งแวดล้อมที่รวมกันเป็นระบบนั้นเป็นอย่างดีด้วย

2.1.1 คำนิยามและความหมาย

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ให้คำนิยาม สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ซึ่งเกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์ได้ทำขึ้น

คำนิยามชี้ให้เห็นว่า สิ่งแวดล้อมมีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์ได้สร้างขึ้น ซึ่งให้รวมไปถึงสิ่งแวดล้อมทางสังคมด้วย หมายถึง เป็นสิ่งที่จับต้องได้และจับต้องไม่ได้ ไม่เป็นพิษและเป็นพิษ ให้คุณและให้โทษ มีชีวิตและไม่มีชีวิต ฯลฯ การกล่าวเช่นนี้อาจทำให้ผู้ที่จะต้องมีหน้าที่จัดการสิ่งแวดล้อมสับสนได้ นักวิชาการจึงได้ให้มุมมองสิ่งแวดล้อมในทาง **“บทบาทหน้าที่”** หรือเรียกอีกนัยหนึ่งคือ **“มิติ”** หมายถึง จำแนกสิ่งแวดล้อมตามบทบาทหน้าที่หรือเป็นมิติ ถ้าสิ่งแวดล้อมที่มีบทบาทหน้าที่เป็นมิติก็ให้นับสิ่งแวดล้อมเป็นมิตินั้น ซึ่งนักวิชาการสิ่งแวดล้อมได้แบ่งออกเป็น 4 มิติ

- มิติที่ 1 คือ มิติทรัพยากร หมายถึง สิ่งที่เป็นทรัพยากรธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น อันประกอบด้วยสามกลุ่มคือ ทรัพยากรที่ใช้แล้วไม่หมดสิ้น ทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป และทรัพยากรที่ใช้แล้วทดแทนได้

- มิติที่ 2 คือ มิติเทคโนโลยี หมายถึง สิ่งแวดล้อมที่มีบทบาทหน้าที่ที่เป็นเทคโนโลยี อันประกอบด้วยสามกลุ่มคือ เทคโนโลยีธรรมชาติ เทคโนโลยีเลียนแบบธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่สร้างขึ้น ได้แก่ เครื่องยนต์/อิเลคทรอนิกส์ แบบผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิต
- มิติที่ 3 คือ มิติของเสียและมลพิษสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ของเสียและมลพิษที่เป็นของแข็ง เช่น ขยะชุมชน ขยะติดเชื้อ ขยะกากสารพิษอันตราย ของเสียและมลพิษที่เป็นของเหลว เช่น น้ำเสีย น้ำมัน ไขมัน ของเสียและมลพิษที่เป็นก๊าซและฝุ่น เช่น ก๊าซพิษ ก๊าซเรือนกระจก และฝุ่น สุดท้ายคือของเสียและมลพิษที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เสียง แสง ความร้อน ความสั่นสะเทือน และพลังไฟฟ้า
- มิติที่ 4 คือ มิติสังคมสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ประชากร สิ่งก่อสร้างทางการศึกษาและสิ่งเกี่ยวข้อง สิ่งก่อสร้างทางสาธารณสุข สภาวะทางเศรษฐกิจ สิ่งก่อสร้างทั้งจับต้องได้และจับต้องไม่ได้ทางวัฒนธรรม (ความเชื่อ ศาสนา และประเพณี) สิ่งก่อสร้างและส่วนประกอบที่ใช้ป้องกันภัยพิบัติต่อชีวิตและทรัพย์สิน และสุดท้ายได้แก่ สิ่งก่อสร้างวัสดุอุปกรณ์ในการนันทนาการและการท่องเที่ยว

สิ่งแวดล้อมที่จำแนกตามบทบาทหน้าที่หรือเป็นมิติที่สามารถวัดขนาดได้ จึงทำให้ง่ายต่อการบริหารจัดการ เช่น มิติทรัพยากรป่าไม้ ปกคลุมพื้นที่ตำบลหนึ่งร้อยละ 50 ที่เหลือเป็นพื้นที่เกษตรกรรม แหล่งน้ำ ที่อยู่อาศัย ถนน ฯลฯ อนึ่งสิ่งแวดล้อมหนึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งบทบาทหน้าที่ หรือมากกว่าหนึ่งมิติก็ได้ เช่น ป่าไม้มีบทบาทหน้าที่ให้ไม้ให้ของป่า เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ป้องกันดินพังทลาย เป็นแหล่งสมุนไพร ฯลฯ

2.1.2 สถานภาพและศักยภาพสิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อมมีมุมมองทั้งเป็นสิ่งเดี่ยวๆ เป็นระบบ หรือเป็นกลุ่มสรรพสิ่งที่อยู่ร่วมกัน ทำงานร่วมกันและมีเอกลักษณ์ร่วมกันกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ไม่ว่าสิ่งแวดล้อมจะเล็กใหญ่ อยู่เดี่ยวๆ หรืออยู่ร่วมกับสิ่งอื่น สามารถให้มุมมองเป็นสิ่งแวดล้อมได้เหมือนๆ กัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่ว่าผู้จัดการสิ่งแวดล้อมนั้นจะพิจารณาให้เป็น เช่น สวนผลไม้ ถ้ามุมมองเป็นสิ่งเดี่ยวๆ ก็เป็นสวนผลไม้หนึ่งและเป็นองค์ประกอบหนึ่งของพื้นที่ใหญ่ที่มีองค์ประกอบเป็นสวนผลไม้ ที่นาข้าว แหล่งน้ำ บ้านพักอาศัย และสวนหย่อม อย่างไรก็ดีไม่ว่าสิ่งแวดล้อมจะพิจารณาเป็นสิ่งเดี่ยวๆ หรือเป็นระบบต่างก็มีบทบาทหน้าที่ของตัวเองที่เกิดจากหลักการทำงานของแต่ละองค์ประกอบของระบบนั้น หรือของสิ่งเดี่ยวๆ นั้น กล่าวได้ว่าทุกๆ สิ่งแวดล้อมต่างก็มีบทบาทหน้าที่ ซึ่งการแสดงบทบาท

หน้าที่นี้จะสมบูรณ์เต็มที่หรือไม่ ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ขององค์ประกอบภายในสิ่งแวดล้อมเพื่อระบบสิ่งแวดล้อมเสมอ

ศักยภาพสิ่งแวดล้อม คือ สถานภาพสิ่งแวดล้อมที่แสดงบทบาทหน้าที่ตามสมรรถนะของค่าคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ตรวจวัดได้ ซึ่งการแสดงศักยภาพของสิ่งแวดล้อมก็เช่นเดียวกับบทบาทหน้าที่ของสิ่งแวดล้อม ซึ่งขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ขององค์ประกอบหรือโครงสร้างของสิ่งแวดล้อมนั้นๆ หรือระดับความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อม นอกจากจะบ่งถึงสถานภาพสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังสามารถแสดงศักยภาพของสิ่งแวดล้อมนั้นด้วย เช่น โอ่งน้ำ 200 ลิตร มีน้ำเพียง 50 ลิตรเท่านั้น สถานภาพสิ่งแวดล้อมคือการมีน้ำ 50 ลิตร แต่น้ำ 50 ลิตรนี้ แสดงศักยภาพให้คนเพียงคนเดียวที่ใช้น้ำได้เพียงหนึ่งวันเท่านั้น แต่โอ่งน้ำมีศักยภาพรองรับน้ำได้อีกถ้ามีน้ำเพิ่มขึ้นจะมีศักยภาพให้คนใช้น้ำได้เพิ่มอีก แต่สถานภาพปัจจุบันมีน้ำอยู่เพียง 50 ลิตร

การจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพ ต้องจัดให้โครงสร้างหรือองค์ประกอบของระบบอยู่ในระดับของสถานภาพสิ่งแวดล้อมสมบูรณ์ที่สุดหรือระดับเต็มสุด เพื่อให้แสดงศักยภาพเต็มที่ที่สุด แต่ในระบบสิ่งแวดล้อมหนึ่งๆ มีความหลากหลายของสิ่งแวดล้อมจึงจำเป็นต้องพิจารณาจำนวนชนิดของสิ่งแวดล้อมที่เป็นองค์ประกอบ ปริมาณแต่ละชนิด สัดส่วนระหว่างชนิดและการกระจายของแต่ละชนิดในระบบให้อยู่ในระดับของสถานภาพให้เหมาะสมเพื่อให้มีศักยภาพที่เหมาะสมเช่นกัน ข้อเท็จจริงแล้ว ธรรมชาติได้ปรับตัวเองมาเป็นเวลานานจึงพบว่าระบบธรรมชาติทั้งหลายจะมีชนิด ปริมาณ สัดส่วนและการกระจายขององค์ประกอบ/สิ่งแวดล้อมที่เป็นมาตรฐาน หรือเป็นธรรมชาติเช่นนั้นตลอดไปตราบที่มนุษย์ไม่รบกวนระบบธรรมชาตินั้น

2.1.3 คุณภาพสิ่งแวดล้อม

คุณภาพสิ่งแวดล้อม หมายถึง สถานภาพขององค์ประกอบหรือโครงสร้างที่ให้บทบาทหน้าที่ที่บ่งชี้โดยขนาดของตัวดัชนีสิ่งแวดล้อมที่สูงต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ตามค่าธรรมชาติหรือค่าที่สังคมกำหนดขึ้น เช่น คุณภาพของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยามีการปนเปื้อนสารเคมีปริมาณสูงทำให้น้ำเสียไม่เหมาะต่อการเป็นน้ำดิบทำน้ำประปา คำกล่าวนี้สามารถสร้างความเข้าใจได้พอสมควร ถ้าใช้ตัวดัชนีสิ่งแวดล้อมเป็นตัวบ่งบอก สามารถที่จะระบุได้เลยว่าน้ำเสียนั้นเป็นสิ่งที่บ่งชี้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังเช่นในกรณีนี้คือ น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยามีการปนเปื้อนของ

สารแขวนลอย ออกซิเจนละลายน้ำ จุลินทรีย์ สารเคมีที่เป็นพิษ ฯลฯ เหล่านี้คือตัวดัชนีชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น สามารถตรวจวัดได้ด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

คุณภาพสิ่งแวดล้อม จึงหมายถึง สภาวะสิ่งแวดล้อมที่มีดัชนีบ่งชี้ปริมาณที่แสดงสถานภาพและศักยภาพว่า สิ่งแวดล้อมนั้นมีคุณภาพในระดับใด อย่างไรก็ตาม สิ่งแวดล้อมหนึ่งๆ มีดัชนีสิ่งแวดล้อมมากกว่าหนึ่งตัวเสมอ ยิ่งมีดัชนีสิ่งแวดล้อมมากตัวเท่าไร จะทำให้การวิเคราะห์หาคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น ดังนั้นนักวิชาการจึงไม่นิยมใช้ดัชนีเพียงหนึ่งวิเคราะห์หาคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่จะจัดการเสมอ อนึ่งเป็นที่ทราบแล้วว่า ระบบสิ่งแวดล้อมหนึ่งย่อมประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมมากกว่าหนึ่ง และสิ่งแวดล้อมหนึ่งก็มีดัชนีชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อมมากกว่าหนึ่ง ดังนั้นการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมของระบบสิ่งแวดล้อมหนึ่ง จึงใช้ดัชนีสิ่งแวดล้อม หลากหลายในการดำเนินการ บางกรณีตัวดัชนีหนึ่ง อาจใช้กับสิ่งแวดล้อมได้มากกว่าหนึ่งก็มี เช่น ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา ถ้าน้ำ ณ บริเวณนั้นใช้ตรวจวัดคุณภาพน้ำเสียในขณะเดียวกันก็ใช้น้ำนั้นเป็นน้ำใช้ไปพร้อมกัน ฯลฯ ในทำนองเดียวกันบทบาทหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งแวดล้อมก็มีตัวดัชนีบ่งชี้เช่นกัน เช่น ระบบจราจรมีองค์ประกอบเป็นพื้นที่ผิวถนน ความยาว ความกว้าง กฎระเบียบและการตกแต่งถนนต่างก็บ่งบอกความคล่องตัวของระบบจราจร ฯลฯ

2.1.4 สมบัติเฉพาะตัวของสิ่งแวดล้อม

องค์ประกอบหรือโครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อม สามารถใช้เป็นตัวบ่งบอกสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งแวดล้อมนั้น ในทำนองเดียวกันกับบทบาทหน้าที่ก็เป็นตัวบ่งบอกสมบัติของสิ่งแวดล้อมนั้นได้เช่นกัน ทั้งโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ของสิ่งแวดล้อมด้วยเช่นกัน จากเหตุผลดังกล่าวจึงสามารถกล่าวได้ว่า สิ่งแวดล้อมทุกชนิดมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว อยู่เป็นระบบนิเวศ/ระบบสิ่งแวดล้อม มีความเปราะบางและ/หรือแข็งแกร่งตามเวลาและสถานที่ ถ้ากระทำการใดๆ ต่อสิ่งแวดล้อมหนึ่งย่อมสร้างผลกระทบต่อสิ่งอื่นเป็นลูกโซ่ตามมาไม่มากก็น้อย สุดท้ายสิ่งแวดล้อมทุกชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเสมอ ดังนั้นจึงต้องจัดการด้วยความระมัดระวังอย่างสม่ำเสมอ มิฉะนั้นแล้วอาจเกิดภาวะผิดปกติเกิดขึ้น ณ เวลาใดเวลาหนึ่งได้ จนทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตมนุษย์ตามมา

2.1.5 กระบวนการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น

2.1.5.1 กระบวนการวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ

ในธรรมชาติ โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ทำให้เกิดฤดูกาล และถ้าโลกหมุนรอบตัวเองทำให้เกิดกลางวันและกลางคืน ปรากฏการณ์นี้ทำให้สิ่งแวดล้อมบนโลกเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องด้วยความร้อนที่ผิวโลกได้รับจากดวงอาทิตย์ 1.94 แคลอรี่/ตารางเซนติเมตร/นาที บางส่วนของความร้อนนี้ประมาณร้อยละ 45 เป็นแสงอาทิตย์ที่เห็นได้ คือ แสงเจ็ดสี (ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม และแดง) ถูกใช้เพื่อกระบวนการสังเคราะห์แสง สร้างแป้ง น้ำตาล ไวตามิน ฯลฯ และสุดท้ายเป็นเนื้อเยื่อของพืช ความร้อนที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงประมาณร้อยละ 6 ของแสงอาทิตย์หรือประมาณร้อยละ 3 ที่สะสมในโมเลกุลที่มีพลังงานสะสมเหล่านั้น เมื่อพืชถูกแบคทีเรียย่อยสลายพืชที่ตายแล้วเหล่านี้จะแปรสภาพเป็นธาตุอาหาร ก๊าซต่างๆ และความร้อนออกมาในนั้น เท่ากับว่า ดวงอาทิตย์ถ่ายทอดพลังงานสู่โลกตลอดเวลา ถ้ามีพืชสีเขียวแล้ว จะช่วยทำให้กระบวนการถ่ายทอดสมบูรณ์ขึ้น อย่างไรยังมีกระบวนการอื่นๆ เกิดควบคู่ไปด้วย เช่น การระเหยน้ำ การคายน้ำของพืช การเคลื่อนที่ของธาตุอาหารจากดินผ่านรากพืช ฯลฯ

ปรากฏการณ์ที่มีลำดับขั้นตอนนั้นเรียกว่า กระบวนการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ต่างมีขั้นตอนที่หลากหลาย ขั้นตอนแต่ละขั้นตอนจะมีผลิตผลที่เกิดขึ้น ผลผลิตดังกล่าวนี้คือ สิ่งแวดล้อม ณ เวลานั้น เมื่อเวลาผ่านไปผลผลิตนั้นจะแปรสภาพด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ธรรมชาติเป็นสิ่งแวดล้อมอีก ณ เวลาหนึ่ง เป็นเช่นนั้นจนครบวงจรของวัน หรือของปี หมุนเวียนไปเรื่อยๆ ด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ดังอธิบายมาแล้ว ที่น่าจะต้องสังเกตยิ่งขึ้นก็คือ แต่ละขั้นตอนของกระบวนการที่ได้เป็นสิ่งแวดล้อม ณ เวลานั้น ซึ่งหมายถึง ณ เวลานั้น สิ่งแวดล้อมหรือระบบสิ่งแวดล้อมนี้คงมีโครงสร้าง/องค์ประกอบและบทบาทหน้าที่ของระบบ ณ เวลานั้นเช่นกัน การกระทำใดๆ ณ ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งโดยกิจกรรมมนุษย์หรือภัยธรรมชาติย่อมส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแล้วไปสู่บทบาทหน้าที่อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เสมอ ตัวอย่างเช่น เมื่อเมฆฝนเกิดขึ้น แล้วเกิดฝนตกจากบรรยากาศสู่ผิวโลก ผ่านบรรยากาศลงตกกระทบกับป่าไม้ น้ำฝนจะทำให้ป่าไม้เปียก น้ำฝนส่วนที่เหลือจะค่อยแทรกซึมลงสู่ดินและเก็บไว้ในดิน ค่อยๆ ไหลหล่อเลี้ยงลำน้ำเป็นน้ำท่าในลำธาร ถ้ามีการตัดไม้ทำลายป่า น้ำฝนก็จะตกกระทบสู่ผิวดินโดยตรง แล้วไหลลงสู่ลำธารอย่างรวดเร็วในเวลาสั้นๆ เป็นต้น ความจริงแล้วผลผลิต

แต่ละขั้นตอนของกระบวนการวิทยาศาสตร์ธรรมชาตินั้น เป็นผลผลิตของแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา อันเป็นสาขาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ในขั้นรายละเอียดของการเรียนรู้ ต้องศึกษาในตำราและเอกสารทางวิชาการเฉพาะด้าน ก็จะสามารถทำความเข้าใจได้ดีขึ้น

2.1.5.2 กระบวนการวิทยาศาสตร์ที่มนุษย์สร้างขึ้น

ด้วยหลักการและกระบวนการวิทยาศาสตร์ธรรมชาติที่เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มนุษย์เป็นผลผลิตหนึ่งนี้ มนุษย์ได้นำมาประยุกต์สร้างกระบวนการเพื่อการดำรงชีวิตที่มีคุณภาพของตัวเอง ได้แก่ กระบวนการเกษตรกรรม อุตสาหกรรม คมนาคม วัฒนธรรม (ความเชื่อ ศาสนา และประเพณี) การสร้างความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน และการดำรงชีวิตอื่นๆ ต่างก็มีทิศทางและเวลาการดำเนินการที่คงตัว การเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้นแต่ละจุดของทิศทางหรือแต่ละเวลา ย่อมทำให้สภาพการดำเนินการผิดไปจากเดิม เช่นเดียวกันกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติที่กระบวนการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง องค์ประกอบของสิ่งแวดล้อม ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ย่อมส่งผลความไม่ยั่งยืนของกระบวนการทำงานที่มนุษย์ได้สร้างขึ้นตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เลย ตัวอย่างเช่น การเดินทางจากบ้านไปยังที่ทำงานด้วยรถประจำทาง ถ้าถนนจุดใดจุดหนึ่งชำรุด/ถูกตัดขาด ย่อมทำให้กระบวนการเดินทางไปทำงานต้องหยุดหรือล่าช้ากว่าปกติ

2.1.5.3 กระบวนการนิเวศวิทยา

นิเวศวิทยาเป็นศาสตร์สาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสรรพสิ่งในระบบนิเวศ อันมีโครงสร้างทั้งสิ่งมีชีวิต ไม่มีชีวิต สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น รูปธรรมและนามธรรม ทั้งวิวัฒนาการอยู่ร่วมกันอย่างกลมกลืน เป็นเวลาอันยาวนานจนเป็นคุณลักษณะเฉพาะ เช่น นิเวศวิทยาป่าชายเลน นิเวศวิทยาน้ำจืด นิเวศวิทยาเมือง ฯลฯ ที่ยกตัวอย่างมานี้ แสดงความเป็นลักษณะทางนิเวศวิทยาธรรมชาติ ซึ่งทางทฤษฎีแล้วได้แบ่งลักษณะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมออกเป็น ลักษณะแรก คือ นิเวศวิทยาทางกายภาพ ได้แก่ นิเวศวิทยาน้ำ นิเวศวิทยาทางดิน นิเวศวิทยาทางธรณี นิเวศวิทยาทางบรรยากาศ ฯลฯ ลักษณะที่สอง คือ นิเวศวิทยาทางชีวภาพ ได้แก่ นิเวศวิทยาของสัตว์ป่า นิเวศวิทยาของพืชบก นิเวศวิทยาของพืชน้ำ ฯลฯ และสุดท้ายคือ ลักษณะนิเวศวิทยาผสมกายภาพและชีวภาพ หรือนิเวศวิทยาชีวภาพ ลักษณะนิเวศวิทยานี้จะเป็นลักษณะทางนิเวศวิทยาของระบบที่ประกอบด้วย สิ่งแวดล้อมกายภาพ

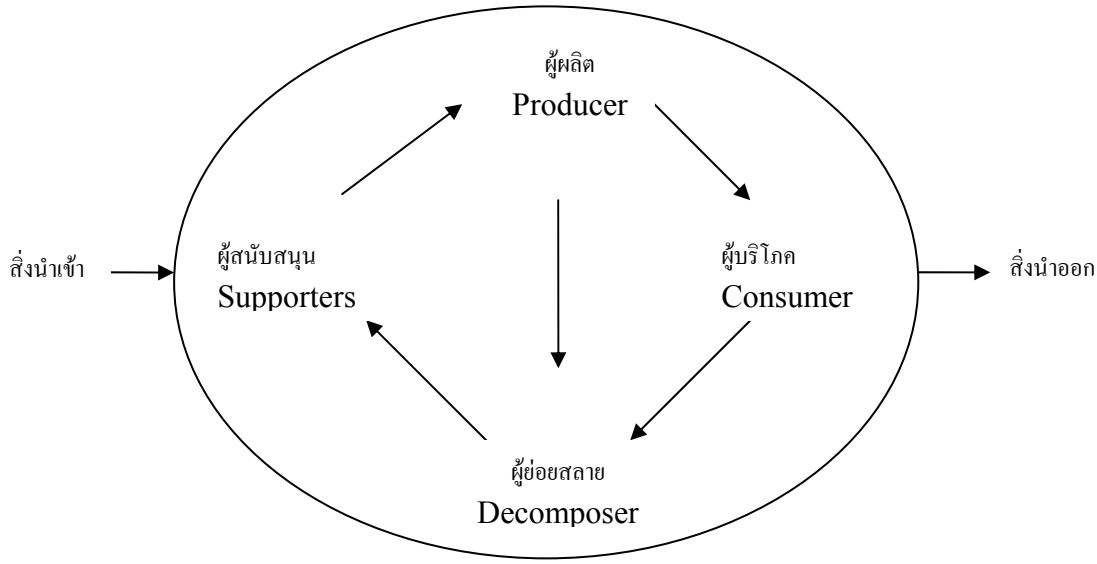
และชีวภาพอยู่ร่วมกัน ซึ่งพบทั่วไปบนผิวโลก แต่จะไม่พบบ่อยนักต่อลักษณะทางกายภาพหรือชีวภาพเดี่ยวๆ อย่างไรก็ตาม ลักษณะทางนิเวศวิทยาที่เป็นรูปธรรมเป็นสิ่งสำคัญ ที่สามารถนำไปประยุกต์ในการเป็นเครื่องมือเพื่อจัดการสิ่งแวดล้อมนั้น ต้องแสดงในรูปของคุณค่าทางนิเวศวิทยา

คุณค่าทางนิเวศวิทยา คือ ค่าที่ได้จากการนับหรือคำนวณจากกลุ่มสิ่งแวดล้อม (ปกติเรียกว่า โครงสร้าง) ที่บ่งบอกจำนวนชนิดทั้งหมด “ปริมาณแต่ละชนิด” “สัดส่วนระหว่างชนิด” และ “การกระจายของแต่ละชนิด” ซึ่งกลุ่มสิ่งแวดล้อมอยู่ร่วมกันพร้อมสร้างกระบวนการวิทยาศาสตร์ร่วมกัน จนแสดงออกในรูปของ “บทบาทหน้าที่หลัก” ที่ให้ผลิตผลเป็น “การเคลื่อนที่” “ผลผลิต” “การสืบพันธุ์” และ “การเพิ่มจำนวน” เป็นที่ยอมรับกันระหว่างนักวิชาการนิเวศวิทยาและวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมแล้วว่า ทั้ง “ค่าโครงสร้าง” และ “ค่าบทบาทหน้าที่” ของแต่ละลักษณะนิเวศวิทยา จะมีค่าธรรมชาติของตัวเองอยู่ประจำในแต่ละกลุ่ม ค่าทั้งสองนี้ได้นำมาประยุกต์เป็น “ค่ามาตรฐาน” ทางสิ่งแวดล้อม

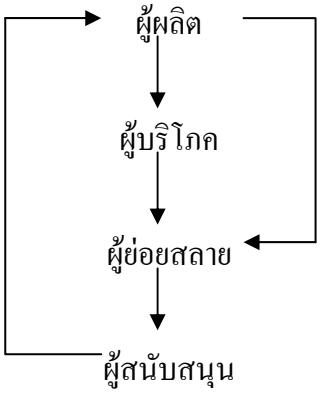
กลุ่มคุณลักษณะทางนิเวศวิทยามีขอบเขตที่เด่นชัดพอที่จะจำแนกให้เห็นได้ กลุ่มที่กล่าวนี้คือ ระบบนิเวศ ซึ่งหมายถึง “หน่วยพื้นที่ที่มีเอกลักษณ์ร่วมกัน อยู่ร่วมกันและมีบทบาทหน้าที่ร่วมกัน” บางครั้งเรียกว่า “หน่วยพื้นที่ที่ใช้ศึกษานิเวศวิทยา” โดยธรรมชาติแล้วระบบนิเวศแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ กลุ่มแรกคือ ระบบนิเวศบก กลุ่มที่สองคือ ระบบนิเวศน้ำ ในการแบ่งกลุ่มย่อยของระบบนิเวศบกจะใช้ชนิดพืชเป็นตัวดัชนีแบ่ง เช่น ระบบนิเวศป่าดิบเขา ระบบนิเวศไม้ผล ระบบนิเวศเมือง ฯลฯ ส่วนระบบนิเวศน้ำ จะใช้ความเค็มของน้ำเป็นตัวดัชนีแบ่ง เช่น ระบบนิเวศน้ำจืด เป็นระบบนิเวศน้ำที่ไม่มีความเค็มเลย (บางกรณียอมรับให้มีได้ไม่เกิน 0.05 (PPT : Part Per Thousand) ระบบนิเวศน้ำกร่อยเป็นระบบนิเวศน้ำที่มีความเค็มได้ไม่เกิน 10 (PPT : Part Per Thousand) และสุดท้ายระบบนิเวศน้ำเค็ม คือ ระบบนิเวศน้ำที่มีความเค็มสูงกว่า 10 (PPT : Part Per Thousand) อย่างไรก็ดีการระบุชนิดสิ่งแวดล้อมลงในชื่อระบบนิเวศที่แปรความได้ว่าเป็น “ระบบสิ่งแวดล้อม” ได้ เช่น ระบบนิเวศป่าไม้ ระบบนิเวศนาข้าว ฯลฯ เหล่านี้เป็นต้น

องค์ความรู้ที่จะนำไปสู่การจัดการสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพก็คือ การจำแนกกลุ่มสิ่งแวดล้อม หรือสรรพสิ่งที่เป็นโครงสร้างระบบนิเวศ/ระบบสิ่งแวดล้อม แทนที่จะจำแนกตามชนิดของโครงสร้างให้จำแนกตาม “บทบาทหน้าที่” ของสิ่งแวดล้อมหรือโครงสร้างของระบบในธรรมชาติแล้ว โครงสร้างของระบบนิเวศที่จำแนกตามบทบาทหน้าที่

ออกเป็น 4 กลุ่มที่สัมพันธ์กันและกัน ได้แก่ กลุ่มผู้ผลิต กลุ่มผู้บริโภค กลุ่มผู้ย่อยสลายและกลุ่มผู้สนับสนุน ถ้าระบบนิเวศที่สามารถอยู่ได้ด้วยตัวเองรักษาตัวเองฟื้นฟูตัวเองได้ จะมีสัดส่วนระหว่างกลุ่มทั้ง 4 ได้พอดีกันไม่มีอะไรมากหรือน้อยกว่ากัน ผังแสดงความสัมพันธ์ดังภาพที่ 2.1 คือ กระบวนการนิเวศวิทยา



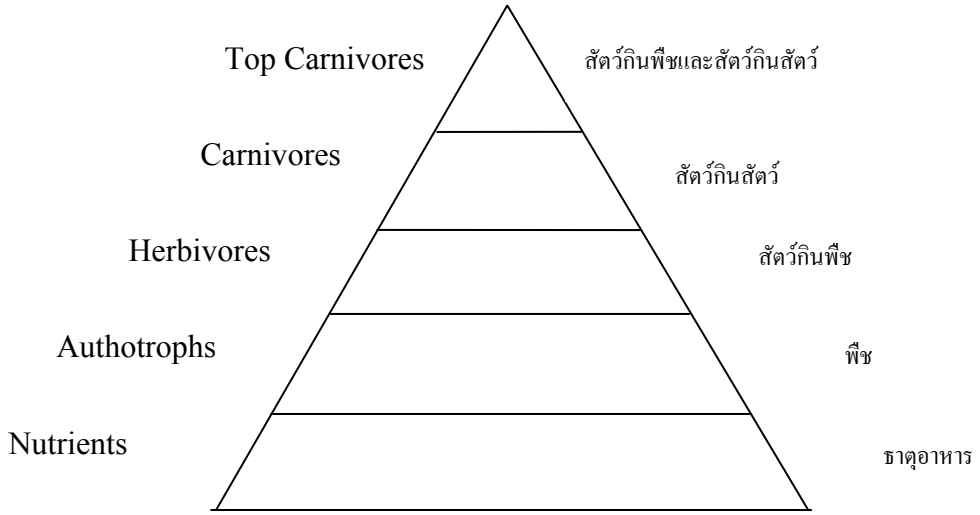
<u>ภาพที่ 2.1</u> กระบวนการนิเวศวิทยา



<u>ภาพที่ 2.2</u> กระบวนการกลุ่มทำงานภายในระบบนิเวศ

กระบวนการเกิดระบบนิเวศโดยสังเขป เริ่มจากโลกได้รับรังสีดวงอาทิตย์แจกจ่ายให้ผู้ผลิตซึ่งเป็นพืชสามารถสร้างผลิตผลได้ด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง ได้แป้ง น้ำตาล วิตามินและคาร์โบไฮเดรต หลากหลายรูปแบบที่มีโมเลกุลของสิ่งที่สร้างนั้นมีพลังงานสูงรวมอยู่ด้วย เมื่อถ่ายทอดให้ผู้บริโภคจะทำให้พลังงานลดลงประมาณร้อยละ 10 แล้วถ่ายทอดสู่ผู้ย่อยสลายเมื่อตายไปก็จะถ่ายทอดพลังงานไปทุกขั้นตอน สุดท้ายได้ธาตุอาหารที่ไม่มีพลังงานสะสมเลย แต่ให้ธาตุอาหารต่อพืชในกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อทำหน้าที่สนับสนุนของระบบนิเวศ ก็คือ ให้พืชหรือสิ่งแวดล้อมกลุ่มที่ทำหน้าที่เป็นผู้บริโภค ปกติกลุ่มนี้เป็นสัตว์กินพืช สัตว์กินสัตว์หรือสัตว์กินทั้งพืชและสัตว์ ด้วยอายุไขของทั้งพืชและสัตว์มีจำกัด เมื่อถึงวัยที่แก่หรือโตเต็มที่แล้วหรือตายไป ก็จะมีกลุ่มสิ่งแวดล้อมที่ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายดำเนินการย่อยสลายให้ธาตุอาหารเป็นอันสิ้นสุดของการถ่ายทอดพลังงานจากดวงอาทิตย์สู่ระบบนิเวศ

สิ่งแวดล้อมทั้ง 4 กลุ่ม คือ ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยสลายและผู้สนับสนุน การที่ระบบนิเวศ/ระบบสิ่งแวดล้อม จะมีสมรรถนะอยู่ได้ด้วยตัวเอง รักษาตัวเอง และการฟื้นฟูตัวเองได้อย่างยั่งยืนก็ต้องมีสิ่งแวดล้อมหรือโครงสร้างทั้ง 4 กลุ่ม ในชนิด ปริมาณ สัดส่วนและการกระจาย อย่างเป็นธรรมชาติที่ได้วิวัฒนาการมาแล้วเป็นเวลานาน การที่จะทำได้นั้นจะพบว่ากลุ่มผู้สนับสนุนต้องเป็นฐานล่างใหญ่ของรูปพีระมิด ตามด้วยกลุ่มพืชซึ่งเป็นผู้ผลิต แล้วจึงตามด้วยกลุ่มผู้บริโภคที่มีทั้งสัตว์กินพืช สัตว์กินสัตว์ และสัตว์กินทั้งพืชและสัตว์



ภาพที่ 2.3 พีระมิดโครงสร้างของระบบนิเวศ

สัดส่วนของทั้ง 4 กลุ่ม บทบาทหน้าที่เหล่านี้ในธรรมชาติแล้วสามารถพบเห็นได้จากป่าธรรมชาติที่ไม่มีการรบกวนเลยหรือแหล่งน้ำที่เป็นหนองน้ำห่างไกลและไม่มีการรบกวนเลย อย่างไรก็ตามแนวทฤษฎีที่บรรยายนี้ได้ยอมรับให้นำไปประยุกต์ในการจัดการสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งเป็นรูปแบบของกระบวนการทางนิเวศที่สามารถใช้คุณค่านิเวศวิทยามาใช้ได้อย่างเป็นรูปธรรม การประยุกต์นั้นสามารถนำไปใช้ในการประเมินผลการวิเคราะห์ระบบสิ่งแวดล้อม เพื่อหาระดับความสมดุลทั้งโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมนั้น ในทำนองเดียวกันสามารถนำไปใช้ในการสร้างความสมดุลของระบบสิ่งแวดล้อมที่ต้องการสร้างขึ้น เช่น ระบบชุมชน ระบบเกษตร ฯลฯ ประเด็นสุดท้ายสามารถนำไปช่วยพิจารณาความสมดุลของระบบลุ่มน้ำ ระบบตำบล ระบบอำเภอ ระบบจังหวัด ฯลฯ ก็ได้

2.2 การจัดการสิ่งแวดล้อม

2.2.1 นิยามและความหมาย

การจัดการสิ่งแวดล้อม หมายถึง การใช้ทรัพยากรในการนำออก เช่น การทำเหมืองแร่ การนำเข้า เช่น การนำเครื่องจักรเข้าในพื้นที่เพื่อก่อสร้างถนน และการเข้าสัมผัสโดยไม่ทำให้ระบบ

สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลง เช่น การท่องเที่ยว เมื่อเกิดของเสียและมลพิษขึ้นต้องกำจัดและบำบัดฟื้นฟูให้เกิดสภาวะปกติ อีกทั้งต้องควบคุมกิจกรรมที่สร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างเคร่งครัด สิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลง (ด้วยตัวเอง) อยู่ตลอดเวลา ยิ่งมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือสิ่งแวดล้อมในระบบด้วยกิจกรรมการใช้ทรัพยากร โดยการนำออก นำเข้าและ/หรือเข้าสัมผัสด้วยแล้วการเปลี่ยนแปลงย่อมเกิดขึ้นรวดเร็ว ในสภาวะเช่นนี้ส่งผลทำให้การเปลี่ยนแปลงด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ของสิ่งแวดล้อมย่อมเปลี่ยนแปลงตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ด้วยเหตุดังกล่าวการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากร/สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงกระบวนการวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อมทั้งหลายตามมาด้วยเช่นกัน เหตุสำคัญก็คือการใช้ทรัพยากร/สิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะนำออก นำเข้าหรือเข้าสัมผัสล้วนไปสร้างการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อม จึงทำให้บทบาทหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปด้วยแล้วส่งผลทำให้มีอิทธิต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงในขั้นต่อไปๆ ไปในลักษณะเดียวกัน การเกิดของเสียและมลพิษนอกจากจะเกิดจากการใช้เทคโนโลยีใช้ทรัพยากร/สิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลียงไม่ได้แล้วอาจมีการนำเข้ามาจากกิจกรรมอื่นๆ ซึ่งของเสียและมลพิษเป็นตัวสร้างความเปลี่ยนแปลงหรือทำลายสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแล้วส่งผลให้การทำงานของระบบสิ่งแวดล้อมนั้นผิดปกติไป สิ่งที่ปรากฏทั้งสองประเด็นนี้ชี้นำไปสู่การทำความเข้าใจได้ว่า กิจกรรมที่สร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมจึงไม่ควรอย่างยิ่งที่จะทำให้เกิดขึ้นในระบบสิ่งแวดล้อมอย่างเด็ดขาด เพราะนอกจากจะทำลายโครงสร้างโดยการใช้ทรัพยากร/สิ่งแวดล้อมแล้วยังอาจเป็นกิจกรรมที่อาจนำสิ่งเป็นพิษเข้าสู่ระบบได้อีกด้วย จำเป็นต้องมีการวางมาตรฐานป้องกันอย่างเคร่งครัด

2.2.2 ลักษณะการจัดการสิ่งแวดล้อม

ลักษณะการจัดการสิ่งแวดล้อม สามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะดังนี้

2.2.2.1 การใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน

การใช้ทรัพยากร/สิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนซึ่งต่างมีหลักการและวิธีการเฉพาะตัวเองเช่น หิน-แร่ น้ำ อากาศ ดิน ป่าไม้ สัตว์ป่า เมือง เกาะ ฯลฯ ผู้จัดการต้องใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและใช้ทรัพยากรที่ทดแทนได้เฉพาะส่วนที่เพิ่มพูน ทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไปต้องเกิดของเสียและมลพิษน้อยที่สุดและต้องควบคุมมิให้ทรัพยากรที่ใช้แล้วไม่หมดสิ้นให้สะอาดตลอดเวลา

2.2.2.2 การกำจัด การบำบัดและฟื้นฟูของเสียและมลพิษ

การจัดการสิ่งแวดล้อมอีกลักษณะหนึ่งคือ การกำจัด การบำบัด และการฟื้นฟูของเสียและมลพิษ หมายถึง การกระทำการใดๆ ก็ตามที่สามารถขจัดของเสียและมลพิษให้หมดไปหรือเสื่อมสภาพไปหรือหมดฤทธิ์ เช่น การกำจัดขยะ (ขยะชุมชน ขยะติดเชื้อและกากสารพิษอันตราย) การบำบัดน้ำเสียและการฟื้นฟูแหล่งเสื่อมโทรมให้ฟื้นคืนสภาพปกติ กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า การขจัดของเสียและมลพิษในระบบสิ่งแวดล้อมต้องหมดสิ้นไปโดยเข้าสู่ภาวะปกติแล้วสามารถสร้างภาวะปกติของโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ของระบบให้ปกติและสุดท้ายสร้างความสมดุลในระบบสิ่งแวดล้อมให้ปรากฏต่อไป

2.2.2.3 การควบคุมกิจกรรม

กิจกรรมที่เกิดขึ้นในระบบสิ่งแวดล้อมทั้งในและนอกระบบการจัดการอาจทำลายโครงสร้างหรือทรัพยากรภายในระบบ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบทบาทหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อม ในที่สุดขณะที่มีกิจกรรมใช้ทรัพยากรนั้นย่อมเกิดของเสียและมลพิษจากเทคโนโลยีตามมาด้วยก็เช่นกันย่อมมีฤทธิ์ทำลายทรัพยากรหรือสิ่งแวดล้อมในระบบเปลี่ยนแปลงไป ทำให้บทบาทหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

กล่าวโดยสรุป การจัดการสิ่งแวดล้อมก็คือการใช้ทรัพยากรหรือการกำจัด การบำบัดและการฟื้นฟูต่อของเสียและมลพิษหรือเป็นการควบคุมกิจกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อมทั้งหมดชี้ให้เห็นว่า มนุษย์สามารถใช้ทรัพยากรสิ่งแวดล้อมได้แต่ต้องเป็นการใช้แบบยั่งยืน การใช้ทรัพยากรแต่ละครั้งย่อมสร้างของเสียและมลพิษจำเป็นต้องหาทางขจัดให้หมดไป ถ้ามีกิจกรรมใดที่คาดว่าจะสร้างปัญหาจำเป็นต้องหาทางควบคุมมิให้ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมไปถึงการทำให้กระบวนการวิทยาศาสตร์ของสิ่งแวดล้อมปกติอย่างยั่งยืนด้วย

2.2.3 ระดับการจัดการสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์หลักของการจัดการสิ่งแวดล้อมก็คือ การต้องทำให้กระบวนการวิทยาศาสตร์ธรรมชาติของสิ่งแวดล้อมและ/หรือของระบบสิ่งแวดล้อมมีความต่อเนื่องสม่ำเสมอและยั่งยืน เพื่อให้มนุษย์และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ หรือสิ่งแวดล้อมรอบๆ มีความเป็นอยู่อย่างผาสุกอย่างยั่งยืนตลอดไป ถ้ากระบวนการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมไม่ปกติ หมายถึง สิ่งแวดล้อมไม่ปกติทั้งโครงสร้าง และบทบาทหน้าที่ และย่อมส่งผลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมไม่มาก

ก็น้อย เพื่อให้กระบวนการวิทยาศาสตร์ธรรมชาติยั่งยืน จึงได้แบ่งการจัดการสิ่งแวดล้อมออกเป็น 3 ระดับรายละเอียดดังนี้

2.2.3.1 ระดับระบบสิ่งแวดล้อม

เนื่องด้วยการจัดการสิ่งแวดล้อม มุ่งให้ระบบสิ่งแวดล้อมทำงานปกติ ก่อให้เกิดสิ่งนำออกของระบบนั้นสามารถเป็นสิ่งนำเข้าสู่ระบบสิ่งแวดล้อมต่อๆ ไปให้ปกติ แต่การที่จะทำให้ระบบสิ่งแวดล้อมมีบทบาทหน้าที่ปกติ จำเป็นต้องจัดการให้โครงสร้างมีชนิด ปริมาณ สัดส่วน การกระจายที่ปกติอย่างเคร่งครัด แนวการดำเนินการดังกล่าวต้องทำการสำรวจ วิเคราะห์หาปัญหาและเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมให้ลุ่มลึกแล้วใช้หลักการและวิธีการจัดการแบบผสมผสานดำเนินการ

2.2.3.2 ระดับสิ่งแวดล้อม

สรรพสิ่งในระบบสิ่งแวดล้อมที่มีปัญหา เช่น การถูกคุกคาม หรือถูกรบกวนหรือกำลังสูญพันธุ์ จำเป็นต้องจัดการสิ่งแวดล้อมนั้นอย่างมีประสิทธิภาพ ปกติแล้วจะใช้หลักการและวิธีการอนุรักษ์วิทยา ได้แก่ การใช้อย่างยั่งยืน การกักเก็บ การซ่อมแซม การรักษา การฟื้นฟู การพัฒนาการป้องกัน การสงวนและการแบ่งเขต อันหนึ่งอันใดหรือทั้งหมดก็แล้วแต่สภาวะของปัญหา

2.2.3.3 ระดับโครงการ

การจัดการสิ่งแวดล้อมในระบบสิ่งแวดล้อมใดๆ ก็ตาม จำเป็นต้องมีโครงการพัฒนาเพื่อการใช้ทรัพยากรโดยการนำออก นำเข้า และเข้าไปสัมผัส รวมไปถึงการกำจัด การบำบัด และการฟื้นฟูต่อของเสียและมลพิษให้เอื้อต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้ดียิ่งขึ้น แต่การนำโครงการพัฒนาเข้าสู่ระบบนั้น ย่อมมีกิจกรรมบางกิจกรรมที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในหรือนอกระบบได้ จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโครงการพัฒนาเพื่อให้ประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อพบแล้วก็สร้างมาตรการและแผนแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมก่อนดำเนินโครงการและต้องสร้างแผนการติดตามตรวจสอบเพื่อควบคุมมาตรการและแผนแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมก่อนดำเนินโครงการ และต้องสร้างแผนติดตามตรวจสอบเพื่อควบคุมมาตรการและแผนแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมให้เกิดประสิทธิภาพ

การจัดการสิ่งแวดล้อมทั้งสามระดับเป็นงานที่สำคัญที่นักจัดการสิ่งแวดล้อมต้องตระหนักอยู่เสมอ ถ้าพบว่าสิ่งแวดล้อมใดๆ เกิดปัญหาต้องใช้หลักการและวิธีการอนุรักษ์วิทยาช่วยจัดการ ส่วนกรณีการเกิดปัญหาของทั้งระบบสิ่งแวดล้อมต้องใช้หลักการและวิธีการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสานมาดำเนินการจัดการ สุดท้ายต้องเข้าใจเสมอว่าการนำโครงการพัฒนาใดๆ เข้าสู่ระบบสิ่งแวดล้อม ต้องทำการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมก่อนดำเนินการโครงการเพื่อจะได้นำมาตรการแผนแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมมาดำเนินการควบคู่กับการใช้ทรัพยากรรวมทั้งแผนติดตามตรวจสอบประสิทธิภาพด้วย

2.3 ความเข้าใจพื้นฐานทางคุณภาพสิ่งแวดล้อม

การจัดการสิ่งแวดล้อมให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลได้นั้น จำเป็นต้องมีข้อมูลสิ่งแวดล้อมเชิงปริมาณ เพื่อชี้ให้เห็นว่า สิ่งแวดล้อมนั้นๆ ต่ำกว่า เท่ากับหรือสูงกว่าค่าธรรมชาติหรือค่ามาตรฐานสิ่งแวดล้อมตามที่ได้ค้นพบหรือกำหนดขึ้น เพื่อนำไปสู่การสร้างมาตรการและแผนงานการจัดการที่เป็นรูปธรรม ด้วยแนวคิดดังกล่าวการทำความเข้าใจคุณภาพและมาตรฐานสิ่งแวดล้อมจึงมีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างมาตรฐานสิ่งแวดล้อมในแต่ละท้องที่ที่แตกต่างกันไป

2.3.1 ดัชนีชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อม

ตัวดัชนีชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อมหรือดัชนีสิ่งแวดล้อม หมายถึง ตัวชี้วัดขนาดที่ใช้บ่งชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อมอันนำไปสู่การเปรียบเทียบค่ามาตรฐาน เพื่อแสดงสถานภาพและศักยภาพของสิ่งแวดล้อมนั้นๆ

ดัชนีสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปแล้วมีมากกว่าหนึ่งตัว เช่น สิ่งแวดล้อมป่าไม้ มีดัชนีชี้คุณภาพโดยใช้พื้นที่ความหนาแน่นของต้นไม้ จำนวนชนิดต้นไม้ ปริมาณไม้ต่อพื้นที่ เป็นต้น ส่วนคุณภาพน้ำต้องแบ่งคุณภาพน้ำออกเป็น คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีและชีววิทยา แต่ละกลุ่มมีดัชนีหลายๆ ตัว เช่น คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ สี สารแขวนลอย (Suspension Solids, SS) การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity , EC) ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen ,DO) ฯลฯ คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ โลหะหนัก (Cd, Hg, Pb, ฯลฯ) ธาตุอาหารพืชน้ำ ฯลฯ สุดท้ายคุณภาพทางชีววิทยา ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria) ฯลฯ

ตัวดัชนีสิ่งแวดล้อม อาจหมายถึง ตัวบ่งชี้สิ่งแวดล้อมเชิงปริมาณ ที่บ่งบอกให้ทราบว่า สิ่งแวดล้อมนั้นๆ มีสถานภาพแตกต่างจากค่ามาตรฐานสิ่งแวดล้อมที่ใช้ดัชนีเดียวกันที่ได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งได้มาจากการค้นคว้าวิจัยจนได้ข้อเท็จจริงว่า สิ่งแวดล้อมนั้นควรมีปริมาณเท่าไรจึงจะไม่มีพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ อาจมีการทดสอบซ้ำหลายๆ ครั้งจนแน่ใจว่าค่าที่ได้นั้นถูกต้อง บางกรณีอาจถูกกำหนดโดยสังคมก็ได้ เช่น ค่าความสกปรกของน้ำเสียที่บำบัดแล้วต้องมีค่าตัวดัชนี BOD (biological oxygen demand) ไม่สูงกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นต้น

2.3.2 ค่าสถานภาพสิ่งแวดล้อม

ค่าสถานภาพสิ่งแวดล้อม หมายถึง ค่าดัชนีคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ตรวจวัดได้สูงหรือต่ำกว่าค่ามาตรฐาน เช่น ลุ่มน้ำหนึ่งมีป่าปกคลุมเพียงร้อยละ 10 ต่ำกว่าร้อยละ 40 ซึ่งเป็นค่ามาตรฐาน ที่นาแห่งหนึ่งปลูกข้าวแล้วให้ผลผลิตข้าวเปลือกเพียง 200 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ค่าที่ควรได้หรือค่ามาตรฐานน่าจะเป็น 300 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นต้น

2.3.3 ค่าศักยภาพสิ่งแวดล้อม

ค่าดัชนีคุณภาพสิ่งแวดล้อม ที่ใช้ค่าสถานภาพแสดงสมรรถนะการมีบทบาทหน้าที่ เช่น มีค่าสถานภาพข้าวเปลือก 200 กิโลกรัมต่อไร่ มีศักยภาพแปรสภาพเป็นข้าวสารได้ 110 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวจำนวนนี้นำไปเลี้ยงคนได้ 1 กิโลกรัมต่อ 1 คน เป็นต้น กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าศักยภาพสิ่งแวดล้อม เป็นการบ่งบอกว่าสิ่งแวดล้อมในสภาวะสถานภาพนั้น จะให้บทบาทหน้าที่เชิงปริมาณได้อย่างไร เหล่านี้เป็นต้น อย่างไรก็ดีศักยภาพสิ่งแวดล้อมมีค่าสูงสุดตามสมรรถนะของสิ่งแวดล้อมนั้น หมายถึง การมีศักยภาพตามสมรรถนะ เช่น แก้วน้ำมีขนาด 200 มิลลิลิตร ซึ่งมีสถานภาพสิ่งแวดล้อม 200 มิลลิลิตร มีศักยภาพเต็มสมรรถนะเป็น 200 มิลลิลิตร ในทางตรงกันข้ามถ้าน้ำมีเพียง 50 มิลลิลิตรซึ่งเป็นค่าสถานภาพน้ำในแก้ว แต่จะมีศักยภาพเพียง 1 ใน 4 ของแก้ว 200 มิลลิลิตร

2.3.4 วิธีการหาคุณภาพ สถานภาพและศักยภาพสิ่งแวดล้อม

1. หาหรือกำหนดดัชนีชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อม
2. ทำความเข้าใจสมบัติเฉพาะตัวของดัชนีชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อม
3. รู้และเข้าใจการหาค่าดัชนีชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อม ได้แก่
    1) เครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจวัดและ/หรือวิเคราะห์

2) การสุ่มตัวอย่างทั้งจำนวนและขนาด

3) จุดตรวจวัดข้อมูล

4) เวลาการตรวจวัด

5) วิธีการเก็บข้อมูลและการเก็บรักษาตัวอย่าง

6) วิธีการวิเคราะห์และการแปรผล

4. นำค่าที่ได้หาคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

5. หาภาพรวมของคุณภาพสิ่งแวดล้อมจากทุกตัวดัชนี

6. หาสถานภาพสิ่งแวดล้อม

สถานภาพสิ่งแวดล้อมหาได้จากค่าคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ตรวจวัดได้แต่ละตัวดัชนีและภาพรวมทั้งสิ่งแวดล้อม

7. หาศักยภาพสิ่งแวดล้อม

ศักยภาพสิ่งแวดล้อม คือ สถานภาพสิ่งแวดล้อมที่แสดงบทบาทหน้าที่ตามสมรรถนะของค่าคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ตรวจวัดได้

2.4 งานการประเมินสถานภาพระบบสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น

2.4.1 ระบบสิ่งแวดล้อม

ระบบสิ่งแวดล้อม หมายถึง “หน่วยพื้นที่หนึ่งที่มีองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต มีพืชและไม่มีพืช สิ่งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม สิ่งที่เกิดตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น อยู่ร่วมกัน ทำงานร่วมกันและแสดงเอกลักษณ์ร่วมกัน”

ระบบสิ่งแวดล้อมอาจหมายถึง “อาณาเขตการอยู่ร่วมกันของสิ่งแวดล้อมกายภาพ ชีวภาพและสังคม ซึ่งต่างมีบทบาทหน้าที่ของตนเองและร่วมกันอย่างมีเอกลักษณ์ ในการเป็นตัวจักรเพื่อแปรสภาพสิ่งนำเข้าให้เป็นผลผลิตสิ่งนำออกที่บ่งบอกศักยภาพเด่น ในการเป็นกลุ่มสิ่งปกคลุมผิวโลกหรือในน้ำ” หรือ “ตัวควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งนำเข้าและสิ่งนำออก” กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ระบบสิ่งแวดล้มเปรียบเสมือนตัวจักรหรือเทคโนโลยีในการแปรสภาพสิ่งนำเข้าให้เป็นสิ่งนำออก ประสิทธิภาพของการแสดงบทบาทหน้าที่ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของโครงสร้างของระบบคือความปกติของ จำนวน ชนิด ปริมาณ สัดส่วน และการกระจายของแต่ละชนิด

ระบบสิ่งแวดล้อมมีขนาดผันแปรตามความต้องการในการจัดการ อาจเล็กหรือใหญ่ ขึ้นอยู่กับความต้องการในการจัดการเป็นสำคัญ บางกรณีอาจถูกจำกัดด้วยลักษณะภูมิประเทศ เช่น ภูเขา เกาะ แม่น้ำ ที่ลุ่ม ฯลฯ แต่บางกรณีจะถูกจำกัดโดยกฎหมาย เช่น หลักเขตจังหวัด หรือประเทศ เป็นต้น อย่างไรก็ดี ระบบสิ่งแวดล้อมยิ่งมีขนาดใหญ่ ย่อมมีความหลากหลายของชนิดสิ่งแวดล้อมมากขึ้น การแสดงบทบาทหน้าที่อาจกว้างมากขึ้น ความยุ่งยากในการจัดการก็มีมากขึ้นตามมา วิธีอนุรักษ์โดยการแบ่งเขตระบบเป็นสิ่งที่จะช่วยทำให้การจัดการเกิดประสิทธิผลได้ไม่ยากนัก

2.4.2 บทบาทหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อม

ไม่ว่าจะเป็นระบบสิ่งแวดล้อมป่าไม้ ระบบสิ่งแวดล้อมเกษตรหรือระบบสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น ต่างก็มีบทบาทหน้าที่เฉพาะของตนเอง ตามแต่ชนิด ปริมาณ สัดส่วนและการกระจายขององค์ประกอบของระบบสิ่งแวดล้อมนั้นๆ ที่จะเป็นตัวควบคุมหรือเป็นกลไกควบคุมบทบาทหน้าที่เสมอ สำหรับบทบาทหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย

2.4.2.1 บทบาทหน้าที่ให้ผลิตผล

โครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยสรรพสิ่งที่หลากหลาย สรรพสิ่งแต่ละชนิดมีปริมาณ สัดส่วนและการกระจายแตกต่างกันระหว่างระบบ แต่เหล่านี้เปรียบเสมือนตัวจักรหรือเครื่องจักรที่ใช้แปรสภาพสิ่งนำเข้าให้เป็นสิ่งนำออกหรือผลิตผลสิ่งนำออก ความสมบูรณ์ของสิ่งเหล่านี้จะให้ประสิทธิภาพในผลิตผล ในขณะเดียวกันชนิดปริมาณ สัดส่วนและการกระจายของแต่ละชนิด อาจนำบางส่วนของสิ่งที่เหลือทั้งหมดซึ่งด้อยประสิทธิภาพลงไปให้คงศักย์เดิมตลอดไป เช่น การตัดต้นไม้มาใช้ประโยชน์แบบยั่งยืน การจับปลาด้วยเครื่องมือประมงตามเกณฑ์ขนาดที่กำหนดไว้เหล่านี้ย่อมทำให้ส่วนที่เหลือทำหน้าที่เท่าเดิมได้

2.4.2.2 บทบาทหน้าที่รีไซเคิล

ระบบสิ่งแวดล้อมของของเสียและมลพิษ เช่น ระบบน้ำเสีย ระบบอากาศเสีย ฯลฯ จำเป็นต้องมีกลไกแปรสภาพจากน้ำเสียซึ่งเป็นสิ่งนำเข้า และน้ำเสียที่บำบัดแล้วที่จะเป็นสิ่งนำออก กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ การที่ระบบทำหน้าที่รีไซเคิลได้ ต้องเป็นระบบกำจัดขยะบำบัดน้ำเสีย ควบคุมอากาศเสีย ฯลฯ เป็นส่วนใหญ่ คือทำของเสีย / มลพิษ ให้เป็นของใช้ได้

2.4.2.3 บทบาทหน้าที่การแปรรูปลักษณ์

ระบบสิ่งแวดล้อมบางประเภทมีบทบาทหน้าที่ในการแปรรูปลักษณ์ เช่น ป่าไม้แปรสภาพน้ำฝนเป็นน้ำท่า โรงเลื่อยแปรสภาพไม้ซุงเป็นไม้แผ่น กล่าวได้ว่า บทบาทหน้าที่เช่นนี้ ไม่มีการเปลี่ยนคุณสมบัติทางเคมีของสิ่งนำเข้าต่างจากสิ่งนำออก แต่จะทำให้เปลี่ยนรูปลักษณ์เท่านั้น

ในธรรมชาติแล้ว บทบาทหน้าที่ของระบบสิ่งแวดล้อมธรรมชาติเกือบทุกระบบ ย่อมมีบทบาทหน้าที่ครบทั้งสามบทบาทเสมอ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้จัดการเป็นสำคัญ

2.4.3 ประเภทของระบบสิ่งแวดล้อม

2.4.3.1 ระบบสิ่งแวดล้อมเปิด

ระบบสิ่งแวดล้อมเปิด หมายถึง ระบบสิ่งแวดล้อมที่มีทั้งพลังงาน (แสงอาทิตย์) และวัตถุ (น้ำ ธาตุอาหาร ฯลฯ) ผ่านเข้าออกระบบ ระบบสิ่งแวดล้อมนี้พบเห็นทั่วไป เช่น ระบบสิ่งแวดล้อมป่าไม้ ระบบสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น ระบบสิ่งแวดล้อมเมือง/ชุมชน ระบบสิ่งแวดล้อมน้ำกร่อย ระบบสิ่งแวดล้อมป่าชายเลน ฯลฯ

2.4.3.2 ระบบสิ่งแวดล้อมปิด

ระบบสิ่งแวดล้อมปิด หมายถึง ระบบสิ่งแวดล้อมที่มีเพียงพลังงาน (แสงอาทิตย์) ผ่านเข้าออกได้ แต่วัตถุไม่สามารถผ่านเข้าออกได้ เช่น ระบบเรือนเพาะชำ เป็นต้น

2.4.3.2 ระบบสิ่งแวดล้อมโดดเดี่ยว

ระบบสิ่งแวดล้อมโดดเดี่ยว หมายถึง ระบบสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีการไหลของพลังงานและวัตถุเข้าออกระบบสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างของระบบนี้คงเป็นระบบทางสังคมมากกว่า เช่น ระบบเมืองปิด ระบบคอมมิวนิสต์ ฯลฯ

2.4.4 การตรวจวัดความยั่งยืนของระบบสิ่งแวดล้อม

2.4.4.1 ความเข้าใจเบื้องต้น

ความยั่งยืนของระบบสิ่งแวดล้อมก็คือ ผลิตผลสิ่งนำออกของระบบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นสม่ำเสมอและต่อเนื่องตลอดเวลา กล่าวได้ว่า สิ่งแวดล้อมที่เป็นสิ่งนำออกจากระบบมีศักยภาพในการให้ผลิตผลอย่างสม่ำเสมอและยั่งยืน ดังนั้นตัวดัชนีชี้วัดความยั่งยืน ก็คือตัวดัชนีชี้วัดศักยภาพของระบบสิ่งแวดล้อมนั้น ซึ่งมีความหมายเดียวกับตัวชี้วัดสิ่งนำออกจากระบบสิ่งแวดล้อม

<u>ภาพที่ 2.4</u> ระบบสิ่งแวดล้อม

2.4.4.2 การตรวจวัดความยั่งยืน

การตรวจวัดความยั่งยืนสิ่งแวดล้อม หมายถึง การตรวจวัดตัวดัชนีสิ่งแวดล้อม (อาจมากกว่าหนึ่ง) ที่เป็นผลิตผลสิ่งนำออกอย่างต่อเนื่อง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับอดีต ถ้าค่าใกล้เคียงกัน (ไม่เกิน 15 %) หรือเท่ากันตลอดเวลา ให้หมายความได้ว่า ระบบสิ่งแวดล้อมนั้นมีศักยภาพความยั่งยืนในระบบที่ต้องการ ถ้ามีเหตุหนึ่งเหตุใดเกิดขึ้นกับโครงสร้างหรือองค์ประกอบของระบบสิ่งแวดล้อม ย่อมทำให้ความยั่งยืนเปลี่ยนไปไม่มากก็น้อย เป็นต้น ตัวอย่างเช่น ระบบสิ่งแวดล้อมท้องถิ่นแห่งหนึ่ง ผลิตข้าวได้ประมาณ 100 ตัน/ปี ให้ถือว่าที่นาแห่งนี้มีศักยภาพให้ข้าวที่ยั่งยืน แต่ถ้าที่นาแห่งนี้ใช้ยาปราบศัตรูพืชเท่าๆ กันทุกๆปี คงไม่เรียกว่าให้มลพิษแบบยั่งยืนเพราะผู้จัดการต้องจัดการดินนาให้ใช้ได้ตลอดไป ไม่ใช้มลพิษที่มีแต่จะทำลายสิ่งแวดล้อมตามมาตลอดเวลา