



มหาวิทยาลัยฟาฏอนี ร่วมกับ เครือข่ายความร่วมมือ
มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ และมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

Proceedings

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6

เรื่อง

สร้างสรรค์งานวิจัยเพื่อขับเคลื่อนประเทศ
สู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนในยุค

Thailand 4.0

(วิทยาศาสตร์ประยุกต์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ)

18 ตุลาคม 2017

ณ อาคารเรียนรวมเฉลิมพระเกียรติ

มหาวิทยาลัยฟาฏอนี



นิเวศวิทยา : ความเป็นมาและขอบเขตการศึกษา

วิชิต เรืองแป้น¹, นฤมล ทองมาก², จริญญาภรณ์ มาสวัสดิ์³, จุฑามาศ แก้วมณี⁴, ชูชาน มะเซ็ง⁵

¹ รศ.ดร. (สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา)

² ดร. (สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา)

³ ดร. (สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา)

⁴ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

⁵ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

บทคัดย่อ

นิเวศวิทยาเป็นวิชาที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นศาสตร์ที่มีการศึกษาติดต่อกันเป็นเวลานาน โดยนักชีววิทยาหลายท่านทำการศึกษา เช่น ไอโซดอร์ จี โอฟฟอก ฮีแลร์ (Isodore Geoffroy st. Hilaire และ เอิร์น แฮคเคิล (Ernst Haeckel) เป็นต้น โดยมีขอบเขตการศึกษานิเวศวิทยา ได้แก่ นิเวศวิทยาทั่วไป นิเวศวิทยาของ จุลินทรีย์ นิเวศวิทยาของสัตว์ นิเวศวิทยาภาคพื้นน้ำ นิเวศวิทยาของพืช นิเวศวิทยามนุษย์

คำสำคัญ: นิเวศวิทยา, ความเป็นมา, ขอบเขตการศึกษา



Ecology: History and Scope of the study

Vichit Rangpan¹, Narumol Thogmak², Jariyaporn Masawat³,
Jutamas Kaewmanee⁴, Susan Maseng⁵

¹ Assoc. Prof. Dr. (Department of Applied Science, Faculty of Science, Technology & Agriculture, Yala Rajabhat University)

² Dr. (Department of Applied Science, Faculty of Science, Technology & Agriculture, Yala Rajabhat University)

³ Dr. (Department of Applied Science, Faculty of Science, Technology & Agriculture, Yala Rajabhat University)

⁴ Department of Applied Science, Faculty of Science, Technology & Agriculture, Yala Rajabhat University

⁵ Department of Applied Science, Faculty of Science, Technology & Agriculture, Yala Rajabhat University

Abstract

Ecology was the Subject which were studied the relationship between biotic with abiotic, and biotic with environment. It has been the long time of the study by scientists for example Isadora Geoffrey St. Hillarie and East Hacked. The Scope of the studies was General Ecology, micro Ecology, Animal Ecology, Aquatic Ecology, Plant Ecology and Human Ecology.

Keyword: Ecology, History, Scope of the study



บทนำ

ศาสตร์ด้านนิเวศวิทยาจัดได้ว่าเป็นสาขาหนึ่งของวิชาการด้านชีววิทยา เกิดมาจากวิชาประวัติศาสตร์ธรรมชาติในด้านต่าง ๆ ที่มีการบันทึกและรวบรวมไว้และสั่งสอนสืบทอดกันมาประกอบกับการศึกษาจากร่องรอย ปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ การวิวัฒนาการของพืชและสัตว์ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของโลกที่นักวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ ได้ศึกษาค้นคว้าคำว่า นิเวศวิทยาเท่าที่หลักฐานปรากฏพบว่า เฮนรี ทอเรีย (Henry Thoreau) ได้ใช้คำนี้ในจดหมายเหตุของเขา มาก่อนตั้งแต่ปี ค.ศ.1858 ต่อมา ไรเตอร์ (Reiter) ซึ่งเป็นนักธรรมชาติวิทยาได้นำคำนี้มาใช้ใน ปี ค.ศ.1865 โดยกล่าวว่า คำนี้มาจากรากศัพท์เดิมในภาษากรีก จากคำว่า oikos แปลว่า บ้านหรือที่อยู่อาศัยผสมกับคำว่า logos แปลว่า การศึกษา เมื่อรวมคำทั้งสองเข้าด้วยกันเป็น oecology และต่อมาได้เขียนตามหลักภาษาอังกฤษว่า ecology ซึ่งหมายถึง วิชาที่ศึกษาในด้านความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัย ในขณะที่นิเวศวิทยายังไม่เป็นที่รู้จักและสนใจกันเท่าที่ควรจนกระทั่งในปี ค.ศ.1866 ก็ได้มีนักสัตววิทยาท่านหนึ่ง

เอิร์น เฮนริช แฮคเคิล (Ernst Heinrich Haeckel) ได้หยิบยกเอาคำนี้ขึ้นมาใช้และให้คำนิยามไว้ว่า “นิเวศวิทยาเป็นการศึกษาที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์สิ่งต่าง ๆ อย่างประหยัดของธรรมชาติ คือ การศึกษาสังเกตความสัมพันธ์ ทั้งมวลของสัตว์กับสิ่งแวดล้อมที่เป็นอินทรีย์วัตถุ และอนินทรีย์วัตถุ ” ซึ่งเป็นการกำหนดแนวทางการศึกษาทางนิเวศวิทยาแก่นักวิทยาศาสตร์ที่สนใจโดยทั่วไป ดังนั้น ทางตำราด้านนิเวศวิทยาทั่วไป จึงยกย่องให้แฮคเคิล (Haeckel) เป็นบิดาแห่งวิชานิเวศวิทยา ถือเป็นผู้ออกตั้งวิชานิเวศวิทยาขึ้น โดยแท้จริงแล้วความสนใจของนักวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาในเรื่องที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มีชีวิตกับสภาพแวดล้อมได้มีมาก่อนที่จะมีคำนิเวศวิทยา แต่มีได้จำแนกออกมาให้เด่นชัดดังเช่น ฮีแลร์ (Hilaire) ได้ใช้คำว่า Ethology ในปี ค.ศ. 1859 หมายถึง การศึกษาที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มีชีวิตกับครอบครัวและสมาคมภายในพื้นที่ที่อยู่กันอย่างหนาแน่นในสังคมและไมวาร์ท (Mivart) ได้เสนอคำว่า Hexicology แทนการศึกษาที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว แต่เนื่องจากทั้งสองคำนี้ไม่มีการนำมาเผยแพร่และขยายความให้เป็นที่น่าสนใจของนักวิทยาศาสตร์ด้านชีววิทยา

จากคำนิยามของแฮคเคิล (Haeckel) ทำให้วิชานิเวศวิทยาเป็นที่รู้จักและมีการศึกษาค้นคว้ากว้างขวางขึ้นตามลำดับและมีการดัดแปลงและปรับปรุงให้เหมาะสมตามความคิดเห็นและตามแนวคิดที่มีอิทธิพลจากความถนัดและภูมิหลังของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน ตัวอย่างคำนิยามนักนิเวศวิทยาระยะต่อมาเช่น แชร์ลีส์ เอลตัน (Charles Elton) ประมาณปี 1927 ซึ่งเป็น นักนิเวศวิทยาทางด้านสัตว์ ให้คำนิยามคำว่า “ นิเวศวิทยา คือ วิทยาการด้านประวัติศาสตร์ของธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับสังคมศาสตร์และเศรษฐศาสตร์ของสัตว์ ” ในขณะที่ออดุม (Odum) ในปี 1971 ซึ่งมีความสนใจทั้งพืชและสัตว์กำหนดคำนิยามที่ค่อนข้างเปิดกว้างว่า “ นิเวศวิทยา คือการศึกษาทางโครงสร้างและหน้าที่ของธรรมชาติ ” จากคำนิยามต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนี้พอสรุปได้ว่า นิเวศวิทยา คือ การศึกษาสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างมีระบบ ระเบียบแบบแผน

ประวัติความเป็นมาของศาสตร์ทางนิเวศวิทยา (history of ecological science)

ศาสตร์ทางนิเวศวิทยาสาขาพืชก่อดำรงมาจากร้อยปีที่แล้ว มีนักพฤกษศาสตร์ พฤกษ-ภูมิศาสตร์และนักธรรมชาติวิทยาโดยเฉพาะฮัมโบลท์ (Humboldt), เดอร์ แกงจิลเล และดาร์วิน (De Canguille & Dawin) เป็นบุคคลสำคัญ คาร์ล ลูวิก วิลเดิร์นาว (Carl Luwig Willdenow) ในระหว่างปี 1765 - 1812 นักพฤกษศาสตร์ได้กล่าวไว้ว่า สภาพภูมิอากาศที่เหมือน ๆ กันจะให้สังคมพืชที่เหมือน ๆ กันด้วย แม้ว่า

จะอยู่ห่างไกลกันสักเพียงใด ตัวอย่างเช่น บริเวณอาฟริกาก็บอสเตรเลีย หรือป่าเขตร้อนของลาตินอเมริกา กับของเอเชีย เป็นต้น (Barbour *et.al.*, 1987) ในระยะหลังฟรีดริช เฮนริช อเล็กซานเดอร์ วอน ฮัมโบลท์ (Fridrich Heinrich Alexander Von Humboldt) ในระหว่างปี 1769 - 1859 ได้รับแนวคิดนี้และเดินทางไปในที่ต่าง ๆ ของโลก มีโอกาสพบกับประธานาธิบดีเจฟเฟอร์สัน (Jefferson) ซึ่งมีความสนใจในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมกับพรรณพืช วอน ฮัมโบลท์ (Von Humboldt) ได้แต่งตำราทางพฤกษ-ศาสตร์ขึ้น ชื่อว่า Voyage aux regions equinoxiales และนำคำว่า association เขามาจำแนกกลุ่มพืชคลุมดินโดยอาศัยหลักจากภาพลักษณ์ภายนอก (physiognomic characteristics) สัมพันธ์กับการกระจายของสังคมตามความแตกต่างของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและกล่าวถึงผลกระทบของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมทางกายภาพต่อสังคมโดยเฉพาะระดับความสูง เส้นรุ้งและอุณหภูมิตั้งแต่ (Shimwell, 1971)

ต่อมา ชาวสวีเดน (Schouw), เดอ แคนดอลเลอ (De Candolle), เคอร์นเนอร์ (Kerner) และ ไกรเซบาช (Grisebach) รับแนวคิดต่อจากวอน ฮัมโบลท์ (Von Humboldt) ทำการศึกษาในส่วนที่เกี่ยวข้องระหว่างพรรณพืชกับสิ่งแวดล้อม อันเป็นส่วนสำคัญของศาสตร์ทางนิเวศวิทยา เช่น ชาวสวีเดน (Schouw) ในปี 1789 - 1852 ได้จัดตั้งระบบการตั้งชื่อ association ขึ้นจากการอาศัยชื่อสกุล (genus) ของไม้เด่นในสังคมและเพิ่มคำว่า etum เข้าไปเป็นคำลงท้าย เช่น quercetum เป็น association ที่มีไม้สกุลก่อเป็นไม้เด่น และ pinetum เป็น association ที่มีไม้สนเป็นไม้เด่น เป็นต้น และ อันตัน เคอร์นเนอร์ วอน แมร์ลาอุน (Anton Kerner von Marilaun) ในระหว่างปี 1831 - 1898 ได้บรรยายพรรณพืชคลุมดินของฮังการีและทรานซิลวาเนียและสนใจในเรื่องของการทดแทนของสังคมพืช ได้กล่าวถึงลักษณะของพืชที่แสดงออกบางอย่างว่า ส่วนหนึ่งเนื่องมาจากพันธุกรรมและอีกส่วนหนึ่งมาจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ส่วน ออกัส ไกรเซบาช (August Grisebach) ในปี 1814 - 1879 มีผลงานในด้านการจัดจำแนกสังคมพืชและได้ทำการบรรยายสังคมพืชขึ้น ๆ ไว้มากมาย โดยเฉพาะจากลักษณะภายนอก (physiognomic characteristics) และได้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสังคมนั้น ๆ กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมด้วย ในระยะนั้นอัลฟิเซส หลุยส์ เพียร์ พิรามัส เดอ แคนดอลเลอ (Alphonse Louis Pierre Pyramus De Candolle) ในปี 1806 - 1893 ได้สร้างผลงานที่เด่นในเรื่องกฎการกระจายของสังคมพืช โดยเน้นที่อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญ โดยทำการรวบรวมข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศจากสังคมพืชต่าง ๆ เกือบทั่วโลกและต่อมา โคปเพน (Koppen) ได้ใช้ในการจัดจำแนกภูมิอากาศของโลก ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอยู่ในปัจจุบัน (Gates, 1972)

หลังจากที่ศาสตร์ด้านพฤกษศาสตร์ได้ก้าวหน้าจนเป็นที่มั่นคงแล้ว นักพฤกษศาสตร์ส่วนใหญ่ก็หันมาสนใจในศาสตร์ด้านนิเวศวิทยามากขึ้น เริ่มจาก โจฮัน ยูจีนี บูลอว์ วอร์มมิง (Johannes Eugenius Bulow Warming) ในปี 1841 - 1924 ได้เขียนตำราเกี่ยวกับนิเวศวิทยาของพืชขึ้นในปี 1892 กล่าวถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โดยเฉพาะธรรมชาติและภูมิอากาศ บทบาทของปัจจัยเหล่านี้ต่อสังคมพืช ได้กล่าวถึงพืชเด่น พืชรอง การปรับตัวและรูปร่างชีวิต ผลกระทบของไฟ รวมถึงการทดแทนและชีพลักษณะในสังคมและมีการปรับปรุงอีกครั้งในปี 1895 และแปลเป็นภาษาอังกฤษในปี 1909 วอร์มมิง (Warming) ได้เน้นที่บทบาทของดินมากกว่าภูมิอากาศ และได้เสนอคำทางนิเวศวิทยาไว้หลายคำด้วยกัน ซึ่งยังเป็นที่ยอมรับกันอยู่จนถึงปัจจุบัน เช่น halophyte หมายถึง พืชในดินเค็ม hydrophyte หมายถึง พืชในน้ำ mesophyte หมายถึง พืชในพื้นที่ขึ้นปานกลาง และ xerophyte หมายถึง พืชในที่แห้งแล้ง เป็นต้น

แอนดริยัส ฟรอนซ์ วิลเฮล์ม ชิมเปอร์ (Andreas Franz Wilhelm Schimper) ในปี 1856 - 1901 เป็นนักนิเวศวิทยาที่ให้ความสนใจในเรื่องความแตกต่างของพรรณพืชและสังคมในแหล่งต่าง ๆ ของโลก ได้เรียบเรียงขึ้นเรื่อง Plant Geography on a Physiological Basis เป็นตำราที่ก่อให้เกิดการศึกษาในด้าน

นิเวศทางสรีรวิทยาของพืชและโจเซฟ แพคโซสกี (Jozef Paczoski) ในปี 1864 - 1941 เป็นนักนิเวศวิทยาชาวรัสเซียที่ให้แนวคิดในส่วนของว่า พืชสามารถปรับปัจจัยแวดล้อมให้เปลี่ยนแปลงไปได้และสามารถทำให้สิ่งแวดล้อมเหมาะสมกับตัวเองยิ่งขึ้น และมองถึงเรื่องของการทดแทนที่เป็นไปตามลำดับการแก่งแย่ง บทบาทของไฟฟ้า ความสัมพันธ์ร่วมกันภายในสังคม แนวการเชื่อมต่อและการผันแปรที่ต่อเนื่อง การปรับตัวของชนิดพันธุ์ต่อร่มเงา ส่วนลีโอนิด ราเมนสกาย (Leonid Ramensky) ในปี 1884 - 1953 เป็นนักนิเวศวิทยาชาวรัสเซียเช่นกัน ซึ่งให้แนวคิดทางด้านความเป็นตัวของตัวของชนิดพันธุ์ (concept of the individuality of the species) และแนวคิดด้านการต่อเนื่อง (continuance concept) และได้กล่าวถึงแนวทางการวิเคราะห์การลดหลั่นในสังคม (gradient analysis) ได้เสนอคำว่า phytocoenosis มีความหมายถึง หน่วยสังคมแห่งชีวิตเล็ก ๆ ที่มองในทุกด้านคล้ายระบบนิเวศ (Barbour *et al.*, 1987)

ในระยะเวลาเดียวกันนักนิเวศวิทยาสาขาสัตว์ท่านหนึ่งในอเมริกาคือ คลินตัน ฮาร์ทเมอร์เรียม (Clinton Hart Merriam) ในปี 1855 - 1942 ก็ได้ผลิตผลงานที่มีคุณค่าต่อการศึกษาสังคมพืชอย่างยิ่งอีกแนวทางหนึ่ง ได้แก่ แนวคิดด้านเขตชีวิต (life zone) กล่าวสรุปว่า สังคมแห่งชีวิตมีการกระจายเป็นแถบตามสภาพของอุณหภูมิของพื้นที่ในช่วงวิกฤต เป็นไปตามอุณหภูมิตามเส้นรุ้งและตามความสูงจากเส้นรุ้งที่ประมาณ 30° ขึ้นไปทางเหนือ กลุ่มชีวิตจะแปรผันไปตามอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด ในช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ที่ต่ำกว่าเส้นรุ้งดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเฉลี่ยที่ร้อนที่สุดในช่วงฤดูร้อนและได้มีการจัดทำแผนที่การกระจายของเขตชีวิตในอเมริกาเหนือ โดยเน้นพื้นที่ตามเส้นรุ้งและตามความสูงจากระดับน้ำทะเล

การพัฒนานิเวศวิทยาในอเมริกาทางพืชในช่วงถัดมานั้นที่การทดแทนและการคงสภาพเป็นสำคัญ เช่น เฮนรี ชานเลอร์ คาวเลส (Henry Chandler Cowles) ในปี 1869 - 1939 ได้สานต่อแนวคิดของ วอร์มมิง (Warming) และชิมเปอร์ (Schimper) โดยเฉพาะในเรื่องการทดแทนของสังคมพืชที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิประเทศ จากผลงานการศึกษาการทดแทนบนดอนทรายและพื้นที่พังทลายตามธรรมชาติ ทำให้เกิดความเข้าใจถึงแนวทางการก่อตัวของสังคมพืชอย่างชัดเจนและได้ถ่ายทอดแนวคิดทางนิเวศวิทยาไปสู่ลูกศิษย์ที่ต่อมามีชื่อเสียง เช่น อัดัมส์ (Adams) และเชลฟอร์ด (Shelford)

เฟรดเดอริค เอ็ดเวิร์ด คลีเมนส์ (Frederick Edward Clements) ในปี 1874 - 1945 เป็นลูกศิษย์ของ บาสเซย์ (Bassey) ซึ่งเป็นนักพฤกษศาสตร์ของอเมริกาในแถบรัฐเนบราสก้า คลีเมนส์ (Clements) เป็นผู้ให้แนวคิดด้านสังคมถาวรแบบหนึ่งเดียว (monoclimax concept) ได้อธิบายถึงขอบเขตการทดแทนของสังคมพืชอย่างชัดเจน โดยเชื่อว่าสังคมต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ที่อยู่ภายใต้การควบคุมของสภาพภูมิอากาศโดยกว้างของแถบนั้น สังคมจะเป็นสังคมถาวรได้ต้องสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศในแถบนั้น ๆ เรียกว่า climatic climax ซึ่งแนวคิดนี้มีผลต่อการศึกษาด้านพลวัตของพืชมากขึ้น

ตั้งแต่ปี 1925 เป็นต้นมาการพัฒนาการในศาสตร์ทางนิเวศวิทยาได้ก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทั้งในอเมริกาและยุโรป รวมทั้งในส่วนอื่น ๆ ของโลกด้วยและมีการนำแนวคิดและหลักการที่มีอยู่ไปศึกษาหาความเป็นจริงและสร้างแนวคิดใหม่ ๆ ขึ้นมาอย่างมากมาย เช่น ในด้านการทดแทนของสังคมพืชมีการศึกษาต่อมาจากแนวคิดของ คาวเลส (Cowles) และคลีเมนส์ (Clements) โดยคูเปอร์ (Cooper), ทรานส์ซุย (Transeau) และบราอัน (Braun) เป็นผู้ศึกษา เป็นต้น และในช่วงปี 1926 เฮนรี เกลียสัน (Henry Gleason) ก็ได้เสนอแนวคิดด้านความเป็นอิสระของชนิดพันธุ์ขึ้นในอเมริกา

นักนิเวศวิทยาในยุคหลังอีกท่านหนึ่งที่สร้างผลงานเป็นที่โด่งดังมาก คือ โรเบิร์ต เอช. วิทเทคเคอร์ (Robert H. Whittaker) ในปี 1920 - 1980 มีผลงานเด่นในเรื่องการจำแนกสังคมพืช การพัฒนาวิธี

การศึกษาสังคม การปูพื้นฐานด้านระบบนิเวศ การประเมินความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงการทดแทนของสังคมโดยเน้นการใช้ข้อมูลในเชิงปริมาณในทางนิเวศวิทยาในมหาวิทยาลัยอิลินอยและในเวลาเดียวกันนี้ที่มหาวิทยาลัยวชิคอนซิล ก็ได้มีการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาเช่นกัน โดยมีเคอร์ติส (Curtis) เป็นบุคคลหลักและนักนิเวศวิทยาอื่น ๆ อีกหลายท่าน แนวคิดของกลุ่มนี้เน้นที่ความแปรผันของสังคมและเทคนิคในการวิเคราะห์ความแปรผัน แนวคิดจากแหล่งนี้เป็นไปในแนวเดียวกันกับแนวคิดของ ราเมนสกี (Ramensky) และเกลียซัน (Gleason) โดยถือว่าพันธุ์พืชแต่ละชนิดมีความเป็นอิสระแก่ตัวเองมิได้ผูกพันอยู่กับชนิดอื่น การปรากฏหรือไม่ปรากฏขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ดังนั้น ลักษณะของสังคมที่เปลี่ยนไปจะขึ้นอยู่กับระดับการแสดงออกของชนิดพันธุ์ที่เป็นองค์ประกอบในสังคมนั้น การเปลี่ยนแปลงของกลุ่มพืชคลุมดินจึงเป็นไปแบบต่อเนื่องไม่สามารถแบ่งแยกได้เป็นหน่วยเด่นชัด

การพัฒนาแนวคิดทางนิเวศวิทยาของยุโรปในระยะนี้ก็มีความสำเร็จอย่างต่อเนื่อง เช่นกัน เช่น ผลงานของคริสเต็น รวนเคียร์ (Christen Raunkiaer) โดยการกำหนดรูปแบบชีวิตแบบใหม่ของพันธุ์พืช (life forms) ตามสภาพการปรับตัวของพืชในการป้องกันส่วนของตาเจริญในช่วงวิกฤตของสภาพอากาศในรอบปี โดยถือว่าพืชทุกชนิดต้องปรับตัว เพื่อป้องกันส่วนที่อ่อนแอนี้ ถือเป็นลักษณะที่เป็นมาตรฐานที่สุดในการจำแนกรูปแบบชีวิตและได้เสนอกฎการกระจายแห่งความถี่ของชนิดพันธุ์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญด้วย (Shimwell, 1971)

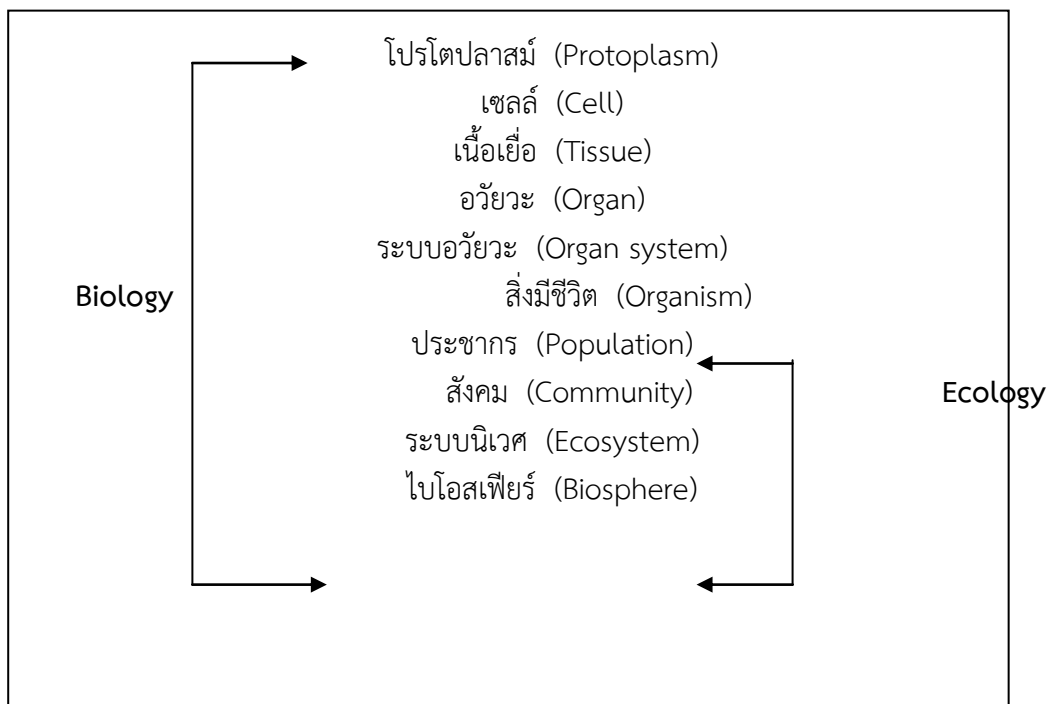
นักนิเวศวิทยาชาวอังกฤษที่โด่งดังมากในช่วงนี้ คือ เซอร์ อาร์เธอร์ แทนส์เลย์ (Sir Arthur Tansley) ในปี 1871 - 1955 เป็นผู้ตั้งคำว่า ระบบนิเวศ (ecosystem) และให้คำนิยามที่เน้นถึงการไหลของพลังงานและการหมุนเวียนของสาร และการทำงานขององค์ประกอบในส่วนต่าง ๆ ของระบบนิเวศ (Golley, 1983) และจากแนวความคิดนี้ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางการวิจัยอย่างมากในวงการศึกษาด้านนิเวศวิทยา แทนส์เลย์ (Tansley) มีอิทธิพลในการสร้างแนวคิดทางด้านสังคมการหลากหลาย (polyclimax concept) เป็นอย่างมาก ซึ่งกล่าวสรุปว่าสังคมการเกิดขึ้นเพราะมีปัจจัยกำหนด (limiting factor) ปัจจัยหนึ่งปัจจัยใดที่ทำการควบคุมให้สังคมคงสภาพอยู่เช่นนั้นเป็นเวลานานอาจเป็นปัจจัยใดก็ได้

นักนิเวศวิทยาในยุโรปที่สร้างผลงานไว้มากมาย คือ โจเซียร์ บราอัน แบลงเคิร์ต (Josias Braun - Blanquet) ในปี 1884 - 1980 ท่านผู้นี้ได้รับแนวคิดส่วนใหญ่มาจากเคอร์เนอร์ (Kerner) โดยเน้นด้านการจำแนกสังคมพืชและให้แนวทางการบรรยายสังคมในเชิงปริมาณ โดยกำหนดลักษณะของสังคมในเชิงปริมาณไว้หลายลักษณะ และสร้างเทคนิคการวัดและการประเมินไว้ โดยกำหนดแนวทางและวิธีการวิเคราะห์สังคมพืชและการเปรียบเทียบด้วยการร่วมมือกับ เอ็ดดูอาร์ต รูเบล (Eduard Rubel) ได้จัดตั้งระบบการจำแนกสังคมพืชของแนวคิดในกลุ่ม Zurich Montpellier school (Barbour *et. al.*, 1987)

ตั้งแต่ปี 1935 เป็นต้นมาการศึกษาทางนิเวศวิทยาและระบบนิเวศได้ตื่นตัวอย่างรวดเร็วมีการพัฒนาวิชาการในด้านต่าง ๆ เช่น ปฐพีวิทยา ชีววิทยา อุตุนิยมวิทยา คณิตศาสตร์ สถิติ และ มีการพัฒนาเทคโนโลยีและเครื่องมือต่าง ๆ รวมด้วย โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์ทำให้การศึกษาทางนิเวศวิทยาปฏิบัติการได้สะดวกถูกต้องรวดเร็วยิ่งขึ้น ความต้องการแก้ปัญหาในด้านสิ่งแวดล้อมและการใช้ประโยชน์ทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืน เป็นพลังผลักดันให้มีการวิจัยในด้านนี้มีความจำเป็นและเพิ่มมากขึ้น

การจำแนกศาสตร์ทางนิเวศวิทยา (classification of ecological science)

เนื่องจากศาสตร์ทางนิเวศวิทยาเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การจัดจำแนกศาสตร์ทางนิเวศวิทยา จึงอาศัยการแยกตามกลุ่มหรือลักษณะของสิ่งมีชีวิตหรือตามสภาพถิ่นที่อาศัย ในการแยกระดับของสิ่งมีชีวิตจากเล็กสุดไปหาใหญ่สุดเริ่มตั้งแต่โปรโตพลาสซึม เซลล์เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ สิ่งมีชีวิต ประชากร สังคม ระบบนิเวศ ไบโอสเฟียร์ (ภาพที่ 1) ศาสตร์ด้านนิเวศวิทยาครอบคลุมตั้งแต่สิ่งมีชีวิตแต่ละหน่วยขึ้นไปจนถึงไบโอสเฟียร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการปรับตัวและพฤติกรรมของชนิดพันธุ์แต่ละตัวหรือประชากรที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอาจแบ่งแยกลงไปเป็นสาขาต่าง ๆ ในการศึกษาทางนิเวศวิทยาสามารถแยกเป็นสาขาต่าง ๆ เช่น นิเวศวิทยาที่เกี่ยวกับกลุ่มในชนิดพันธุ์ (demonology) ประชากร (population) การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร (demography) นิเวศสรีรวิทยา (Eco physiology) และนิเวศวิทยาพันธุกรรม (genecology) นิเวศวิทยาของการวิวัฒนาการ (evolutionary ecology) พลวัตของสังคม (community dynamics) และนิเวศวิทยาระบบ (system ecology) เป็นต้น

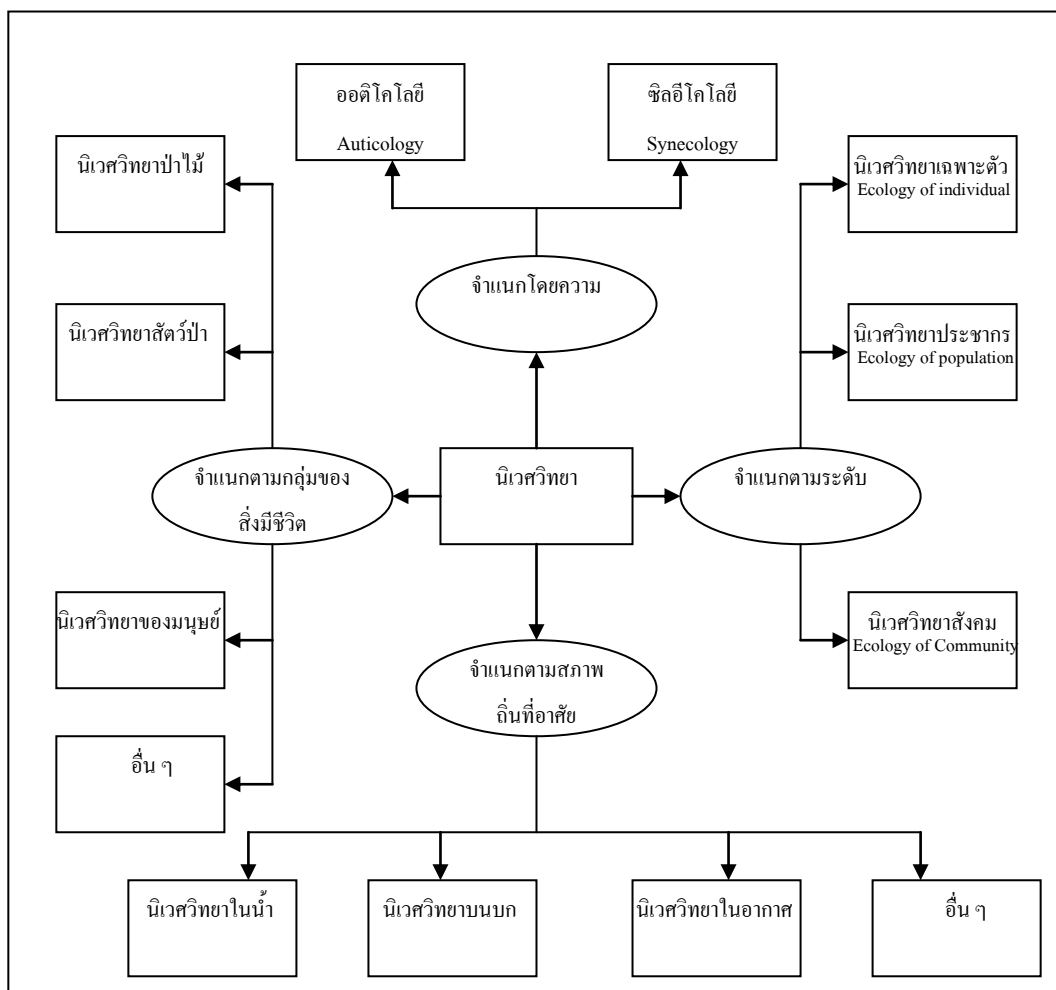


ภาพที่ 1 การจำแนกระดับแห่งชีวิตและการครอบคลุมของเนื้อหาของวิชาชีววิทยาและวิชานิเวศวิทยา ที่มา (อุทิศ กุฎอินทร์, 2542)

การแบ่งสาขาทางนิเวศวิทยาสามารถศึกษาได้จากการซ้อนทับกันและการแตกแยกออกไปของการจัดแบ่งวิชานิเวศวิทยาและแหล่งที่มาของศาสตร์ด้านนี้ แสดงไว้ในภาพที่ 1.2 ด้วยเหตุนี้ นักริมอฟ (Naumov) และนักนิเวศวิทยาหลายท่านได้แบ่งวิชานิเวศวิทยาตามระดับของสิ่งมีชีวิตนี้ คือ แบ่งเป็นนิเวศวิทยาเฉพาะหน่วย (ecology of individual) นิเวศวิทยาประชากร (ecology of population) และนิเวศวิทยาสังคม (ecology of community) ซึ่งแต่เดิมนิยมจัดแบ่งศาสตร์ทางนิเวศวิทยาตามระดับความสับสนของการศึกษาเป็น 2 ระดับ คือ ออติโคโลยี (auticology) และซิลอีโคโลยี (synecology) กล่าวคือ

ออติโคโลยี ศึกษาสิ่งมีชีวิตเป็นรายตัวหรือรายชนิดโดยเน้นวงจรชีวิต การดำเนินชีวิต การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม เช่น การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นมะขาม เมื่อใส่ปุ๋ยซึ่งปุ๋ยเป็นปัจจัยในการเจริญเติบโตระดับต่างๆ กัน ส่วนซินอีโคโลยี เป็นการศึกษาสิ่งมีชีวิตที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ณ บริเวณใดบริเวณหนึ่ง เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อสิ่งมีชีวิตในกลุ่มนั้น เช่น การศึกษาสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน การศึกษาสิ่งมีชีวิตในทะเลทราย เป็นต้น

จากเนื้อหาที่กล่าวมาทั้งหมดศาสตร์ทางนิเวศวิทยา มีการจำแนกตามแนวเนื้อหาของกลุ่มสิ่งมีชีวิต เช่น นิเวศวิทยาของพืช นิเวศวิทยาของสัตว์ นิเวศวิทยาของแมลง นิเวศวิทยาของสัตว์น้ำ นิเวศวิทยาของนก นิเวศวิทยาของสัตว์ป่าและนิเวศวิทยาของมนุษย์ เป็นต้น และมีการแบ่งตามสังคมของสิ่งมีชีวิตที่อยู่รวมกันในพื้นที่อาศัยแบบต่าง ๆ เช่น นิเวศวิทยาทางทะเลนิเวศวิทยาน้ำจืด นิเวศวิทยาน้ำกร่อย นิเวศวิทยาบนบก นิเวศวิทยาทุ่งหญ้า นิเวศวิทยาป่าไม้ เป็นต้น ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การแบ่งแยกศาสตร์ทางนิเวศวิทยาตามแนวทางด้านต่าง ๆ
ที่มา (Naumov อ้างถึงใน อุทิศ กุฎอินทร์, 2542)

การแบ่งศาสตร์ทางนิเวศวิทยาออกเป็นส่วน ๆ ทั้งนี้ก็เพื่อความสะดวกและเหมาะสมในการศึกษา ซึ่งเป็นการกำหนดขอบเขตของการศึกษาให้อยู่ในระดับที่จะทำการศึกษาได้และตามภูมิหลังและความถนัดของนักนิเวศวิทยา อีกทั้งก่อให้เกิดความคล่องตัวในการสื่อความหมายและการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ความสัมพันธ์ของวิชานิเวศวิทยากับวิชาชีววิทยา

นิเวศวิทยาเป็นหนึ่งในสามวิชาพื้นฐานของวิชาชีววิทยา โดยประกอบไปด้วยสัณฐานวิทยา (morphology) สรีรวิทยา (physiology) และนิเวศวิทยา (ecology) ซึ่งทั้ง 3 วิชาดังกล่าว ล้วนมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมโดยมีแนวทางการศึกษาแยกแต่ละสาขา คือ

1. ด้านสัณฐานวิทยา

นักสัณฐานวิทยา (morphologist) จะทำการศึกษาด้านลักษณะโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต เน้นการศึกษา การพัฒนา และการเจริญเติบโต

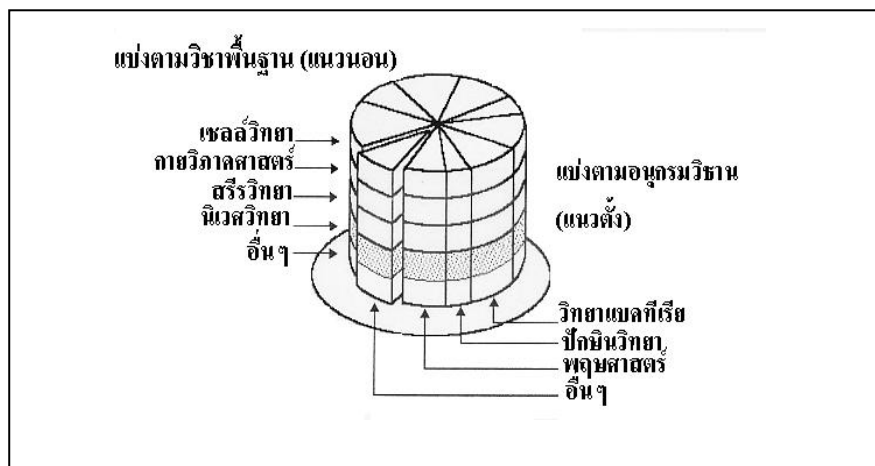
2. ด้านสรีรวิทยา

นักสรีรวิทยา (physiologist) ศึกษาเกี่ยวกับหน้าที่การทำงานของโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต โดยศึกษาทั้งทางด้านเคมี (chemistry) ทางด้านกายภาพ (physics) และทางด้านคณิตศาสตร์ (mathematics) ที่เกี่ยวข้อง

3. ด้านนิเวศวิทยา

นักนิเวศวิทยา (ecologist) ศึกษาเกี่ยวกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต โดยศึกษาเน้นการกระจาย (distribution) พฤติกรรม (behavior) ประชากร (population) และชุมชน (communities)

การศึกษาพื้นฐานของชีววิทยาข้างต้นนอกจากจะมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังมี ความสัมพันธ์ต่อกันเอง จนบางครั้งไม่สามารถแบ่งแยกทำการศึกษาด้านใด ออกดม (Odum, 1971) ได้อธิบายให้เห็นความสัมพันธ์ของวิชานิเวศวิทยากับชีววิทยาสาขาย่อยอื่น ๆ ตามภาพที่ 1.3 โดยเปรียบเทียบการศึกษาชีววิทยาเป็นขนมเค้กก้อนหนึ่ง เมื่อตัดเค้กนี้ออกเป็นชิ้น ๆ ตามแนวตั้งและแนวนอน แนวนอนเปรียบเสมือนชีววิทยาขั้นพื้นฐาน เช่น ชีววิทยาระดับโมเลกุล (molecular biology) สรีรวิทยา (physiology) เป็นต้น ส่วนแนวตั้งเป็นการจำแนกศึกษาสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดโดยเฉพาะ เช่น แบคทีเรียวิทยา (bacteriology) ปักษีวิทยา (ornithology) พฤกษศาสตร์ (botany) กีฏวิทยา (entomology) สัตววิทยา (zoology) เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าในแนวนอนสามารถเลือกศึกษาแต่ละวิชาพื้นฐานในด้านต่าง ๆ ได้เลย ส่วนในแนวตั้งจะสามารถศึกษาชีวิตแต่ละชนิดได้โดยเลือกศึกษากับชีววิทยาพื้นฐานแต่ละด้านในแนวนอนได้ อาจจะเลือกศึกษาเฉพาะนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดก็ได้ เช่น การศึกษานิเวศวิทยาของแมลง นิเวศวิทยาของนก หรือนิเวศวิทยาของแบคทีเรีย เป็นต้น



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ของนิเวศวิทยากับสาขาวิชาทางชีววิทยาอื่น ๆ
ที่มา (นิตยา เลาะห์จินดา, 2546)



ขอบเขตของการศึกษาของนิเวศวิทยา

นิเวศวิทยาเป็นวิชาที่มีขอบเขตกว้างมากวิชาหนึ่ง ในการทำการศึกษาทางนิเวศวิทยาจึงสามารถศึกษาได้หลายแนวทาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสนใจและความเชี่ยวชาญของผู้ศึกษาในการศึกษาในภาพรวม นักนิเวศวิทยาบางท่านได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ด้าน คือ นิเวศวิทยา บนบก (terrestrial ecology) และนิเวศวิทยาภาคพื้นน้ำ (aquatic ecology) แล้วทำการศึกษาระบบย่อยของ 2 ด้าน ข้างต้นลงไปอีก นอกจากนี้ยังมีนักนิเวศวิทยาบางท่านได้จำแนกแตกต่างกันออกไปอีกมากมาย เพื่อให้เข้าใจและเห็นแนวทางขอบเขตของนิเวศวิทยาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ในที่นี้จะจำแนกออกเป็น 6 ด้าน ในการศึกษาตามแนวทางของเซาท์วีก (Southwick อ้างถึงใน นิตยา เลหาจินดา, 2546) ดังนี้

1. การศึกษาด้านนิเวศวิทยาทั่วไป (general ecology)

เป็นการศึกษาพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับนิเวศวิทยา เช่น ชีววิทยาพื้นฐานและชีววิทยาทั่วไป ที่มีความสัมพันธ์กับนิเวศวิทยาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ พลังงานและรังสีจาก ดวงอาทิตย์ อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม วิธีการวิเคราะห์ทางนิเวศวิทยา และพฤติกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต

2. การศึกษาด้านนิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ (microbial ecology)

เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์กับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์กับสิ่งแวดล้อมต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น สรีรวิทยาและชีวเคมีของจุลินทรีย์นิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ในดิน จุลินทรีย์ทางการแพทย์ พันธุศาสตร์ไวรัสและแบคทีเรีย จุลินทรีย์ทางด้านวิทยาศาสตร์การอาหารและอุตสาหกรรม ไวรัสวิทยา เป็นต้น

3. นิเวศวิทยาของสัตว์ (animal ecology)

เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของสัตว์กับสิ่งมีชีวิตอื่น ความสัมพันธ์ของสัตว์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ความเป็นอยู่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและสัตว์มีกระดูกสันหลัง พยาธิวิทยาในสัตว์ใหญ่ พยาธิวิทยาในสัตว์เล็ก สัตว์เศรษฐกิจ กายวิภาควิทยา สรีรวิทยาและอนุกรมวิทยาของสัตว์ พฤติกรรมของสัตว์ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป

4. นิเวศวิทยาภาคพื้นน้ำ (aquatic ecology)

เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตทั้งที่เป็นพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ภาวะมลพิษทางน้ำในน้ำสาหร่ายวิทยาและสรีรวิทยาของพืชและสัตว์น้ำ สมุทรศาสตร์และเวชศาสตร์ภาคพื้นน้ำ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำ แมลงศัตรูพืชน้ำ

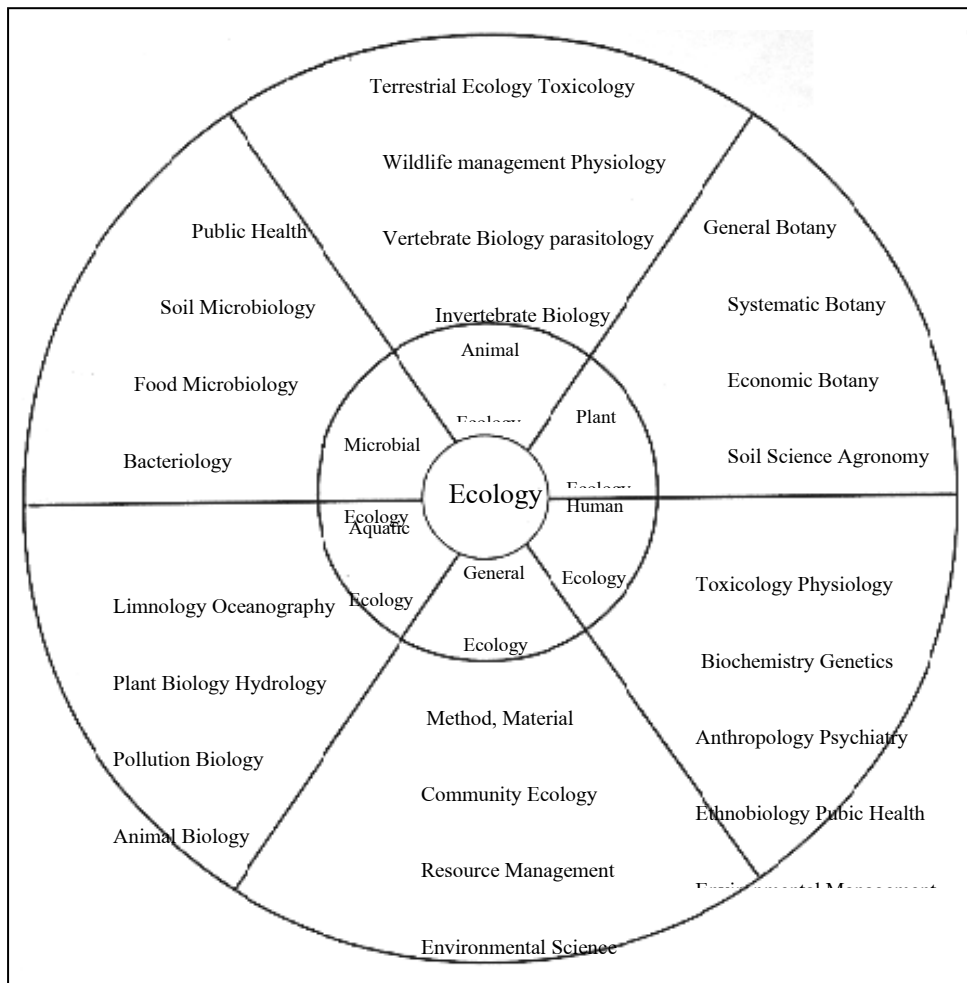
5. นิเวศวิทยาของพืช (plant ecology)

เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของพืชกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น พฤกษศาสตร์ โรคและแมลงศัตรูพืช พืชเศรษฐกิจ พืชไร่ พืชสวน ป่าไม้ ผลผลิตของพืชต่าง ๆ การผลิตพืชระบบวนเกษตร เกษตรผสมผสาน ปฐพีวิทยา พันธุกรรมศาสตร์ของพืช

6. นิเวศวิทยาของมนุษย์ (human ecology)

ปัจจุบันมนุษย์มีบทบาทที่สำคัญในการเปลี่ยนแปลงต่อนิเวศวิทยา จึงได้แยกการศึกษาโดยเฉพาะ เช่น โภชนาการของมนุษย์ กายวิภาค สรีรวิทยา พันธุศาสตร์ของมนุษย์ การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ และโรคภัยไข้เจ็บของมนุษย์และการแพร่ระบาด

การศึกษานิเวศวิทยาทั้ง 6 ด้าน ข้างต้นมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องซึ่งกันและกันจนบางครั้งไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ขอบเขตของนิเวศวิทยา
ที่มา (Southwick อ้างถึงใน นิตยา เลาะห์จินดา, 2546)

ขั้นตอนการศึกษานิเวศวิทยา

การศึกษาหาความรู้ทางนิเวศวิทยาสามารถนำวิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์มาศึกษาหาความรู้โดยวิธีการศึกษา ดังนี้

1. การสังเกต (observation)

การสังเกตมีข้อควรระวัง ผู้สังเกตจะต้องรอบคอบระมัดระวังในการสรุปข้อสังเกตให้ถูกต้อง

2. การบันทึก (recording)

เป็นการบันทึกสิ่งที่สังเกตเป็นขั้น ๆ แล้วนำมาสรุปผล

3. การตั้งสมมุติฐาน (hypothesis)

เป็นการนำข้อสรุปมาพิจารณาแล้วตั้งเป็นสมมุติฐาน เมื่อมีข้อมูลและหลักฐานการสนับสนุนเพียงพอ โดยพิจารณาอย่างเป็นเหตุเป็นผล

4. การทำการทดลอง (experimental)

เป็นการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานนั้นและถ้าพิสูจน์แล้วพบว่าจริงในทุกกรณีก็อาจจะเปลี่ยนเป็นกฎ (law) หรือ ทฤษฎี (theory)

5. การนำมาประยุกต์ใช้ (application)

การนำความจริงที่พิสูจน์ได้ไปใช้ในการอ้างอิงเพื่อการศึกษาขั้นต่อไปหรือนำมาใช้เป็นประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน

บทสรุป

ศาสตร์ด้านนิเวศวิทยาเป็นสาขาหนึ่งของวิชาชีววิทยา ซึ่งเกิดจากวิชาประวัติศาสตร์ธรรมชาติที่มีการบันทึกและรวบรวมไว้สืบทอดกันมา เมื่อประกอบกับการศึกษาร่องรอยที่ปรากฏการณ์ธรรมชาติ วิวัฒนาการของพืชและสัตว์ ซึ่งคำวานิเวศวิทยาถูกนำมาใช้โดยแฮนรี่ ทอเรีย (Henry Thoreau) ในปี ค.ศ.1858 และถูกนำมาใช้ต่อมาในปี ค.ศ.1865 โดยไรเตอร์ (Reiter) และให้ความหมาย ecology หมายถึง วิชาที่ศึกษาในด้านความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัย สำหรับประวัติความเป็นมาของศาสตร์ทางนิเวศวิทยามีจุดเริ่มต้นในสาขานิเวศวิทยาด้านพืชจากกลุ่มนักพฤกษศาสตร์และนักธรรมชาติวิทยา เช่น ในปี 1765 - 1812 คาร์ล ลูวิก วิลเดอรว (Carl Luwig Willdenow) ถือเป็นนักพฤกษศาสตร์ ซึ่งได้สรุปผลการศึกษาว่าสภาพภูมิอากาศที่เหมือนกันจะก่อสังคมพืชที่เหมือนกัน ถึงแม้ว่าจะอยู่ห่างไกลกันจนมีการสนใจศาสตร์ทางนิเวศวิทยามากขึ้นจนในปี 1866 เอิร์น แฮคเคิล (Ernt Haeckel) ได้ใช้คำว่า ecology ในการจำแนกศาสตร์ทางนิเวศวิทยาส่วนใหญ่อาศัยการแยกตามกลุ่มหรือลักษณะของสิ่งมีชีวิต โดยศาสตร์ด้านนิเวศวิทยาครอบคลุมตั้งแต่สิ่งมีชีวิตแต่ละหน่วยขึ้นไปจนถึงไบโอ-เฟียร์ ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวและพฤติกรรมของชนิดพันธุ์แต่ละตัวหรือประชากรที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและในการศึกษาทางนิเวศวิทยามีขอบเขตการศึกษากว้างขวางมากจึงสามารถศึกษาได้หลายแนวทางขึ้นอยู่กับความสนใจและความเชี่ยวชาญของผู้ศึกษาซึ่งในที่นี้ได้จัดแบ่งไว้ คือ นิเวศวิทยาทั่วไป นิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ นิเวศวิทยาของสัตว์ นิเวศวิทยาภาคพื้นน้ำ นิเวศวิทยาของพืชและนิเวศวิทยาของมนุษย์

เอกสารอ้างอิง

- นิตยา เลาะห์จินดา. (2546). **พื้นฐานสิ่งแวดล้อมศึกษา**. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุทิศ ภูฏอินทร์. (2542). **นิเวศวิทยาป่าไม้**. กรุงเทพฯ : คณะวนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Barbour, M.G., Burk, J.H. & Pitts, W.D. (1987). **Terrestrial plant ecology**. The Benjamin cummings pub. Comp. Inc., California.
- Gates, D.M. (1972). **Man and his environment: climate**. Harper & Row, Pub., New York.
- Golley, F.B. (ed.). (1983). **Ecosystems of the world, vol. 14 A**. Tropical rainforest ecosystems: Structure and function, Elsevier Amsterdam.
- Shimwell, D.W. (1971). **The description classification of vegetable**. Univ. of Washington Press, Seattle.