บทที่ 2

แนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ระบบนิเวศ

การศึกษาพื้นที่ที่ซับซ้อนและหลากหลายอย่างเช่นลุ่มแม่น้ำโขงนี้ต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคนิคของหลายสาขา เพราะไม่มีสาขาหนึ่งสาขาใดเพียงสาขาเดียวที่จะให้รายละเอียดได้ครบถ้วนทั้งในด้านกายภาพ ชีวภาพ และกระบวนการทางเคมีที่เกิดอยู่ในลุ่มแม่น้ำโขงและทำให้เขตนี้มีชีวิตชีวาและอุดมสมบูรณ์ ในบทนี้จะได้กล่าวถึงศาสตร์สาขาต่างๆในระดับพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการทำความเข้าใจกับการทำงานของระบบนิเวศในลุ่มน้ำนี้

ชีววิทยา

ชีววิทยาศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตทั้งหลายตั้งแต่พวกเซลล์เดียวไปจนถึงระบบนิเวศขนาดเท่าลุ่มแม่น้ำโขงหรือชีวมณฑล และศึกษาเกี่ยวกับการที่สิ่งมีชีวิตใช้แหล่งพลังงานที่ไม่มีชีวิตซึ่งโลกได้สร้างขึ้น แล้วเปลี่ยนพลังงานนี้มาหล่อเลี้ยงกระบวนการมีชีวิตต่อไปอีก ชีววิทยายังศึกษาด้วยว่าสิ่งมีชีวิตใช้น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน เพื่อการเติบโต การอยู่รอด และการแพร่พันธุ์อย่างไร

การก่อตัวของสิ่งมีชีวิต

เซลล์ คือ โครงสร้างพื้นฐานและหน่วยที่ทำหน้าที่พื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย เซลล์ประกอบด้วยนิวเคลียส สารพันธุกรรม (DNA) และไซโตปลาสซึ่ม (cytoplasm) โดยมีผนังเซลล์ห่อหุ้มไว้

สิ่งมีชีวิตเกือบทุกชนิดจะมีเซลล์อยู่หลายประเภท เซลล์ประเภทเดียวกันและทำหน้าที่เดียวกันจะรวมกันเป็นเนื้อเยื่อ อย่างเช่น ปลาจะมีเนื้อเยื่อต่างๆ ที่ทำหน้าที่เฉพาะสำหรับการหายใจ การมองเห็น การรับรู้ความรู้สึก การว่ายน้ำ และหน้าที่อื่นๆ ที่จำเป็นต่อการเติบโต การอยู่รอด และการแพร่พันธุ์ พืชก็มีเนื้อเยื่อสำหรับป้องกันผิวนอกของมัน สำหรับการแปลงแสงแดดเป็นพลังงาน (การสังเคราะห์แสง) การส่งสารอาหารและสารเคมีไปตามเนื้อเยื่อต่างๆเพื่อทำให้พืชเติบโตและแพร่พันธุ์ได้ เซลล์และเนื้อเยื่อที่ซับซ้อนรวมกันเป็นอวัยวะต่างๆ เช่น ผิวหนัง หัวใจ และปอดของคนเรา อวัยวะหลายๆส่วนรวมกันเป็นระบบอวัยวะ เช่น ระบบหายใจ ระบบสืบพันธุ์และระบบอวัยวะหลาย ๆ ระบบทำงานรวมกันเป็นสิ่งมีชีวิต เช่น ปลา ต้นไม้หรือคน

พลังงาน

กระบวนการของสิ่งมีชีวิตต่างต้องการพลังงานรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง จริงๆแล้วพลังงานทุกชนิดล้วนมาจากดวงอาทิตย์และเก็บเอาไว้โดยพืชด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสง สิ่งมีชีวิตส่วนมากไม่สามารถรับพลังงานจากดวงอาทิตย์ได้โดยตรงจึงต้องกินพืชเป็นอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน หรือกินสิ่งมีชีวิตที่กินพืชอีกต่อหนึ่ง ดังนั้นการถ่ายโอนพลังงานจึงเกิดขึ้นผ่านห่วงโซ่อาหารหรือการกินอาหารเป็นทอดๆ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในระบบนิเวศ พลังงานเคลื่อนย้ายไปตามลำดับชั้นอาหาร เช่น พวกปลาหน้าดิน จะกินสาหร่ายและพืชน้ำเป็นอาหาร ปลาที่กินเนื้อก็จะกินปลาหน้าดินเป็นอาหาร และมนุษย์ก็กินปลาที่กินเนื้อ

การถ่ายโอนพลังงานจะเป็นวงกว้างออกไปอีกด้วยสายใยอาหารในระบบนิเวศ สายใยอาหารก็คือ เครือข่ายที่โยงกันระหว่างห่วงโซ่อาหารต่างๆนั่นเอง พลังงานส่วนหนึ่งจะถูกปลดปล่อยออกมากับการหายใจ แต่ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการสร้างและสลายในร่างกายของสิ่งมีชีวิต มีกฎพื้นฐานอยู่สองข้อที่ควบคุมพลังงานที่มีสำหรับกระบวนการต่างๆของชีวิต

กฎข้อแรกของอุณหพลศาสตร์ (กฎแห่งการประหยัดพลังงาน) กล่าวว่า สสารไม่ได้ถูกสร้างขึ้นและไม่ถูกทำลาย ดังนั้นพลังงานที่ต้องนำมาใช้ในระบบหนึ่ง เช่น เซลล์ ย่อมไม่ได้เกิดขึ้นเอง แต่จะต้องมาจากแหล่งอื่นภายนอกระบบนั้น เมื่อพลังงานเข้ามาสู่ภายในระบบแล้ว สามารถหมุนเวียนไปทั้งระบบได้

กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์ กล่าวว่า พลังงานทั้งหมดในจักรวาลกำลังลดน้อยลง ทั้งนี้เพราะแทบทุกครั้งที่เกิดการถ่ายโอนพลังงานจะมีความร้อนเกิดขึ้นด้วย ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้ไม่สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานได้อีกต่อไป หรืออีกนัยหนึ่ง พลังงานสำหรับกระบวนการชีวิตย่อมมีอยู่จำกัด

นิเวศวิทยา

นิเวศวิทยาเป็นวิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยความสัมพันธ์ การกระจายตัวและจำนวนที่มีอยู่ของสิ่งมีชีวิต และศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต นิเวศวิทยายังศึกษากระบวนการกำหนดหน้าที่ของระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงของมันระหว่างช่วงเวลาและการรบกวนที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศ

เราอาจเริ่มต้นกล่าวถึงนิเวศวิทยาด้วยการพิจารณาจากการจัดระดับองค์กรของสิ่งมีชีวิต กลุ่มของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน เช่น นกกระยางซอรัสตะวันออก (Eastern Saurus Crane) รวมตัว

กันเป็นประชากรของนกชนิดนี้ ประชากรนกกระยางนี้ที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกันย่อมมีโอกาสที่จะผสมพันธุ์ระหว่างกันภายในกลุ่มและมีหน่วยพันธุกรรมร่วมกัน ประชากรของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันอาศัยอยู่ในเขตภูมิประเทศเดียวกันก็รวมกันเป็นชุมชีพหรือสังคมที่มีสิ่งมีชีวิตหลายชนิดอยู่ร่วมกันมีทั้งพืช สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เชื้อราและจุลินทรีย์

ชุมชีพก็คือ ระบบนิเวศที่ใหญ่ขึ้น มีสิ่งมีชีวิตทั้งหลายอยู่ร่วมกันในสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต (คือ ดิน น้ำ อากาศและสารอาหาร) ที่ช่วยกันผลิตสารอาหารและพลังงาน เรามักจะให้ความสำคัญไปที่ส่วนย่อยต่างๆภายในระบบนิเวศหนึ่ง แต่ที่จริงแล้วการทำงานของระบบนิเวศเกิดขึ้นจากกระบวนการที่ทำกับส่วนประกอบส่วนย่อยหรือกระบวนการที่ส่วนประกอบย่อยทำขึ้น

นิเวศวิทยาของประชากร

แนวคิดเกี่ยวกับขีดความสามารถของระบบนิเวศ คือ หลักเบื้องต้นที่จะช่วยให้เข้าใจเรื่องประชากร ขีดความสามารถในการรองรับของระบบนิเวศ หมายถึง จำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดพันธุ์หนึ่งและความมั่นคงที่สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นจะอยู่รอดได้ในภาวะที่เลวร้ายที่สุดต่อหน่วยของเวลา โดยไม่ทำให้ระบบนิเวศนั้นเสื่อมโทรม ยกตัวอย่างเช่น ที่ราบรีดส์ (The Plain of Reeds) ซึ่งเป็นที่ราบลุ่มในแม่น้ำโขง ในแต่ละปีจะมีระดับน้ำที่แตกต่างกันมาก ในเดือนตุลาคมหรือปลายฤดูฝน พื้นที่บางส่วนจะกลายเป็นทะเลสาบลึกถึง 4 เมตร แต่ในฤดูแล้งที่ราบนี้จะแห้งแล้งมาก เหลือหนองน้ำและบึงบางแห่งเท่านั้น การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่แตกต่างกันมากดังกล่าว รวมทั้งช่วงฤดูแล้งที่ยาวนานของแต่ละปีทำให้ประชากรของพืชน้ำที่จะอยู่รอดมีอยู่อย่างจำกัด

สภาพแวดล้อมของที่ราบรีดส์ เป็นตัวจำกัดความชุกชุมและความหลากหลายของพืชน้ำและส่งผลต่อไปยังสัตว์กินพืชในบริเวณนั้น เช่น ปลาบางชนิด กุ้งและนกน้ำ ดังนั้นปริมาณน้ำที่มีอยู่ในแต่ละปีจึงเป็นตัวกำหนดจำนวนสัตว์ป่าและประชากรพืชซึ่งแสดงถึงขีดจำกัดในการรองรับของระบบนิเวศแห่งนี้

ตัวอย่างของที่ราบรีดส์นี้ยังใช้แสดงถึงขนาดของขีดความสามารถในการรองรับของระบบนิเวศได้ด้วย หลังจากน้ำที่ท่วมอยู่ลดลง หนองและบึงขนาดเล็กที่มีอยู่จะยังคงมีน้ำต่อไป แต่ข้อจำกัดก็ยังคงเกิดขึ้นเพราะหนองบึงเล็กๆเหล่านี้อยู่กระจัดกระจายห่างไกลกัน จำนวนพืชน้ำและสัตว์ที่อาศัยอยู่ตามหนองบึงขนาดเล็กที่มีน้ำตลอดปีจึงขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ด้วย ระบบนิเวศของลุ่มแม่น้ำโขงที่มีขนาดใหญ่ก็ยังคงมีขีดความสามารถในการรองรับได้ถึงระดับหนึ่งเท่านั้น ปัจจัยอย่างเช่น ปริมาณสารอาหารที่มีอยู่ ระดับน้ำ ความแข็งแรงและความชุกชุมของ

พืชที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง ความชุกชุมของสัตว์จำพวกที่เป็นเหยื่ออาหารของสัตว์อื่น เหล่านี้ล้วนมีส่วนกำหนดปริมาณสิ่งมีชีวิตที่ลุ่มแม่น้ำโขงจะรองรับได้

การรบกวนระบบนิเวศที่เกิดขึ้นในวงกว้างออกไปเรื่อยๆและการที่มนุษย์ใช้ทรัพยากรอย่างมากมาย มีส่วนสำคัญมากที่จะทำให้ขีดความสามารถในการรองรับสิ่งมีชีวิตของระบบนิเวศลดลง

นิเวศวิทยาของชุมชีพ

การพัฒนาของชุมชีพและการเกิดระบบนิเวศใหม่ที่มาแทนที่ระบบที่เกิดอยู่ก่อนเป็นกระบวนการเชื่อมโยงกันอย่างแนบแน่น ระหว่างที่ระบบนิเวศใหม่พัฒนาและเข้าแทนที่ระบบนิเวศที่มีอยู่ก่อนก็จะทำให้โครงสร้างและการทำหน้าที่ของระบบนิเวศในบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไปและเกิดการเปลี่ยนแปลงของชนิดพันธุ์ที่มีความเด่นในระบบนิเวศไปพร้อมกัน การเกิดระบบนิเวศใหม่เข้าแทนที่จะพัฒนาไปจนกว่าจะถึงจุดที่ระบบนิเวศเติบโตเต็มที่

ในระยะแรกของการพัฒนา ระบบนิเวศจะมีชนิดพันธุ์บุกเบิกอยู่เป็นส่วนใหญ่ หากเราเข้าไปในป่าที่เพิ่งจะมีการตัดและชักลากไม้ออกไป จะเห็นผิวดินที่มีแต่วัชพืชขึ้นอยู่ประปราย แต่เมื่อเวลาผ่านไปหลายอาทิตย์ จะพบว่ามีพืชขึ้นมาใหม่อีกหลายชนิด พืชใหม่เหล่านี้ เรียกว่า ชนิดพันธุ์บุกเบิกที่เกิดขึ้นในช่วงต้นของการแทนที่ในทางนิเวศวิทยาซึ่งบางทีจะเรียกพืชใบเขียวที่เป็นรุ่นบุกเบิกนี้ว่า ชนิดพันธุ์อาร์ (r-selected species) พืชเหล่านี้จะเกิดขึ้นรวดเร็วมากในบริเวณที่ถูกแผ้วถางใหม่ๆและสภาพสิ่งแวดล้อมยังไม่อยู่ตัวหรือไม่แน่นอนและสภาพดินขณะนั้นก็มีอินทรีย์สารอยู่เล็กน้อยเท่านั้น พืชเหล่านี้มักมีลักษณะเป็นพืชขนาดเล็ก มีอายุสั้น และแพร่พันธุ์ด้วยเมล็ดทุกปีหรือด้วยการแตกหน่อตรงส่วนที่อยู่ใกล้พื้นดิน

สัตว์ที่เป็นพวกบุกเบิกในตอนต้นก็จะมีขนาดเล็กและมีอายุสั้นเช่นกัน สัตว์พวกนี้จะผสมพันธุ์ตั้งแต่ระยะแรกในวัฏจักรชีวิตของมัน ตัวพ่อแม่มักจะไม่เลี้ยงดูลูกและอาจจะผสมพันธุ์มากกว่าหนึ่งครั้งในรอบปี สัตว์ขนาดเล็กจำพวกมีฟันแทะอย่างเช่น หนูมักจะเป็นพวกแรกๆที่เข้ามาอยู่ในบริเวณบุกเบิกใหม่ และเป็นกฎธรรมชาติว่าชนิดพันธุ์บุกเบิกจะมีความอดทน สามารถปรับตัวได้และขยายพันธุ์กระจายออกไปอย่างรวดเร็ว พวกนี้เป็นสัตว์ที่กินอาหารได้หลายชนิดไม่เลือก ระบบนิเวศในช่วงต้นของการพัฒนาจะมีสัตว์อยู่ไม่กี่ชนิดพันธุ์หรือมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์อยู่น้อย

เมื่อเรากลับไปในที่ที่เคยมีการตัดต้นไม้ในอีกสองถึงสามปีต่อมา เราจะเห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเกิดขึ้นอีก คราวนี้พวกวัชพืชจะหายไป มันได้ตายและกลายเป็นปุ๋ยในดินให้ต้นไม้ยืนต้นที่เข้ามาแทนที่ ต้นไม้พวกใหม่นี้จะทิ้งเมล็ดพันธุ์ไว้ในดิน ดังนั้นแม้ต้นเดิมจะถูก

ตัดไป ต้นใหม่ก็จะเติบโตเข้ามาแทนที่ พวกพืชตระกูลหญ้าทั้งหลายชนิดจะเกิดขึ้นรวมทั้งไม้พุ่มเตี้ยที่เกิดขึ้นอยู่ใต้ร่มไม้ใหญ่ บรรดาสัตว์ชนิดพันธุ์ต่างๆจะเข้ามาเมื่อมีอาหารเพิ่มมากขึ้น ระบบนิเวศจะเปลี่ยนไปเป็นแบบที่มีไม้โตช้าขนาดใหญ่มากขึ้น มีสัตว์ขนาดใหญ่มากขึ้นหรือที่เรียกว่า ชนิดพันธุ์เค (k-selected species) พวกนี้กินอาหารได้เฉพาะอย่างและมีการแพร่พันธุ์อยู่ในช่วงท้ายของวัฏจักรชีวิต พ่อแม่จะใช้เวลาและพลังงานค่อนข้างมากสำหรับการเลี้ยงดูแลลูก ชนิดพันธุ์ในกลุ่มนี้จะอยู่ได้ในสภาพสิ่งแวดล้อมที่จำกัดกว่าพวกชนิดพันธุ์บุกเบิก มันจึงเกิดและเติบโตขยายพันธุ์ได้หลังจากที่ระบบนิเวศได้พัฒนาแทนที่กันไปหลายครั้งแล้ว

การเกิดแทนที่ของระบบนิเวศทางน้ำในลุ่มแม่น้ำโขง

เรามักจะเห็นพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นช่วงของรอยต่อการเปลี่ยนแปลงระหว่างทะเลสาบเปิดกับป่าไม้บนพื้นดิน นี่เป็นการมองแบบดั้งเดิมว่าการเกิดแทนที่ของระบบนิเวศ คือ การเกิดชุมชีพของพืชขึ้นแล้วจึงเปลี่ยนไปจนกระทั่งระบบนิเวศมีวิวัฒนาการไปถึงจุดที่มันอยู่ตัวกลายเป็นชุมชีพที่เติบโตเต็มที่ แต่หลังจากที่พบหลักฐานที่พบใหม่ แสดงว่า การเกิดแทนที่ของระบบนิเวศอาจไม่อยู่ในลักษณะนี้เสมอไป ได้มีการพบว่า พืชที่ขึ้นอยู่ในบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำจะเป็นชนิดที่ปรับตัวเข้ากับสภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณนั้น เช่น ระดับน้ำและสารอาหารที่เปลี่ยนไปตามฤดูกาล พืชที่ขึ้นบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำจืด พื้นที่ชุ่มน้ำเค็ม ป่าชายเลน และหนองบึงริมฝั่งแม่น้ำ จะเป็นชนิดพันธุ์ที่ปรับตัวเข้ากับสภาพสิ่งแวดล้อมและการลดหลั่นทางอุทกวิทยาของแต่ละระบบนิเวศ เช่น พืชที่ทนสภาพน้ำท่วมได้ดีกว่าจะขึ้นอยู่ใกล้น้ำ ส่วนพืชชนิดอื่นๆจะขึ้นอยู่แต่เฉพาะบริเวณดินเหลว การจัดระบบเช่นนี้ของพืชจะคงอยู่เป็นเวลานานหากไม่มีปัจจัยรบกวนระบบนิเวศ

ระบบนิเวศของพื้นที่ชุมน้ำหลายแห่งในลุ่มแม่น้ำโขงมีลักษณะผสมระหว่างระบบนิเวศที่มีอายุน้อยกับระบบนิเวศที่เติบโตเต็มที่อยู่ในระบบเดียวกัน เช่น ระบบนิเวศจะมีผลิตภาพขั้นปฐมสูงและการหมุนเวียนของสารอาหารค่อนข้างเปิดมาก เหล่านี้เป็นลักษณะของระบบนิเวศที่มีอายุน้อยแต่ก็จะพบด้วยว่ามีการสะสมของอินทรีย์สารเกิดขึ้นมากและวัฏจักรชีวิตค่อนข้างจะซับซ้อน ซึ่งเป็นลักษณะของระบบนิเวศที่เติบโตเต็มที่แล้ว เมื่อเป็นเช่นนี้อะไรจะเป็นตัวบอกว่า ระบบนิเวศในพื้นที่ชุ่มน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างไรในระยะยาว การเปลี่ยนแปลงสภาพทางอุทกวิทยาคือปัจจัยสำคัญที่ควบคุมแบบแผนของพืชที่ขึ้นในพื้นที่ชุ่มน้ำ การรบกวนระบบนิเวศในพื้นที่ชุ่มน้ำจะโดยคนหรือโดยธรรมชาติก็ตาม เช่น การระบายน้ำออกหรือการตกตะกอนสะสม จะมีผลกระทบรุนแรงต่อเสถียรภาพและองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ที่อยู่ในระบบนิเวศของพื้นที่ชุ่มน้ำ

ในที่สุดระบบนิเวศจะเข้าสู่ระยะเติบโตเต็มที่เป็นขั้นสุดท้ายซึ่งจะเกิดความหลากหลายมากขึ้น เริ่มเห็นชนิดพันธุ์ที่น่าตื่นตาตื่นใจจากความหลากหลายทางชีวภาพ เราจะพบสัตว์อย่างเช่น กูปรี (kouprey), หมีตะวัน (Sun bear), นกกระสาซอรัส (Saurus crane), นกกระสาใหญ่ (Giant ibis) และนากจมูกขน (Hairy-nosed otter) ได้ก็เฉพาะในที่ที่มีพืชหรืออาหารอยู่มากพอที่ประชากรของสัตว์เหล่านี้จะมีชีวิตอยู่รอดได้เท่านั้น ซึ่งอาจจะต้องใช้เวลานานนับปีหรือทศวรรษหรือนานกว่านั้น กว่าระบบนิเวศจะพัฒนาไปถึงจุดที่มันสามารถรองรับการมีชีวิตของชนิดพันธุ์ที่หายากในลุ่มแม่น้ำโขง

ชลธารวิทยา

ชลธารวิทยา คือ ศาสตร์ที่ว่าด้วยระบบนิเวศน้ำจืด เช่น แม่น้ำหรือทะเลสาบ การที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติกับคุณภาพน้ำได้ดีนั้น ควรจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับน้ำในลุ่มแม่น้ำโขงด้วย ทะเลสาบและแม่น้ำในลุ่มน้ำนี้นับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อความมั่นคงในระยะยาวของภูมิภาคนี้

ธรณีสัณฐานวิทยา

ธรณีสัณฐานวิทยาของทะเลสาบและแม่น้ำ หมายถึง การพัฒนาของรูปพรรณสัณฐานของทะเลสาบหรือแม่น้ำจนมาเป็นรูปร่างที่เห็นอยู่ในปัจจุบันซึ่งสะท้อนถึงลักษณะทางกายภาพทางเคมี และทางชีวภาพของลุ่มน้ำ รูปร่างและโครงสร้างมีส่วนสำคัญยิ่งในการควบคุมแบบแผนของทะเลสาบหรือแม่น้ำ

แบบแผนดังกล่าวก็คือ การที่ธรณีสัณฐานมีส่วนควบคุมธรรมชาติของการไหลของน้ำในทะเลสาบหรือแม่น้ำ การเติมสารอาหารลงสู่ทะเลสาบและแม่น้ำ การควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลเข้าให้สัมพันธ์กันกับช่วงเวลาการระบายออก รูปสัณฐานของแอ่งทะเลสาบหรือพื้นแม่น้ำ ระดับความสูงต่ำและลักษณะดั้งเดิมทางธรณีวิทยาของก้นแอ่งทะเลสาบหรือพื้นแม่น้ำนี้มีอิทธิพลอย่างมากต่ออุณหภูมิของน้ำและการเกิดของชั้นหินหรือดินในพื้นใต้ทะเลสาบและแม่น้ำ

ทะเลสาบแบ่งออกได้ถึง 76 แบบตามธรณีสัณฐานวิทยา แต่จะมีอยู่ 9 แบบที่เห็นความแตกต่างได้ค่อนข้างชัดเจน แต่ละแบบเกิดขึ้นจากกระบวนการที่ไม่เหมือนกัน

ทะเลสาบที่เกิดโดยธรรมชาติส่วนใหญ่จะเกิดจากเหตุการณ์มหาวิบัติ เช่น

- การแปรสัณฐานของแอ่งทะเลสาบ

- ภูเขาไฟระเบิด
- ดินถล่ม ปิดธารน้ำในหุบเขาเกิดเป็นทะเลสาบชั่วคราวหรือถาวร
- การกร่อนและการตกตะกอนโดยธารน้ำแข็ง

ทะเลสาบธรรมชาติอาจค่อยๆเกิดขึ้นทีละน้อยจากเหตุการณ์อย่างเช่น

- เกิดจากพื้นผิวหินชั้นบนของพื้นที่ได้ยุบตัวลงไปจนเกิดเป็นแอ่ง
- การกัดเซาะและตกตะกอนจากน้ำในแม่น้ำจนเกิดน้ำขังเป็นทะเลสาบ
- การกัดเซาะโดยกระแสลมจนเกิดแอ่งน้ำตื้นมีน้ำขังชั่วคราวหรือเป็นฤดูกาล
- ทะเลสาบที่เกิดจากแนวชายฝั่งทะเลที่มีลักษณะเว้าแหว่งมากกว่าปกติ

ส่วนอ่างเก็บน้ำก็เป็นที่เก็บกักน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยการทำเขื่อนกั้นเส้นทางที่น้ำไหล หรืออาจจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติก็มี

แม่น้ำอาจจัดเป็นประเภทต่างๆได้ตามลักษณะของกระแสน้ำและปริมาณน้ำ กระแสน้ำในแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขาได้รับผลกระทบจากทะเลสาบ เขื่อนหรือการเก็บกักน้ำ ในบางช่วงของแม่น้ำ กระแสน้ำจะเปลี่ยนไปเนื่องจากมีการขุดเพื่อเปลี่ยนเส้นทางน้ำหรือการนำเอาน้ำไปใช้เพื่อการชลประทานและเพื่อประโยชน์อื่น ลักษณะการเกิดน้ำท่วมก็เปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องมาจากการทำการเกษตรและความเป็นเมืองได้ส่งผลให้ความสามารถของน้ำในการแทรกซึมดินเปลี่ยนไป

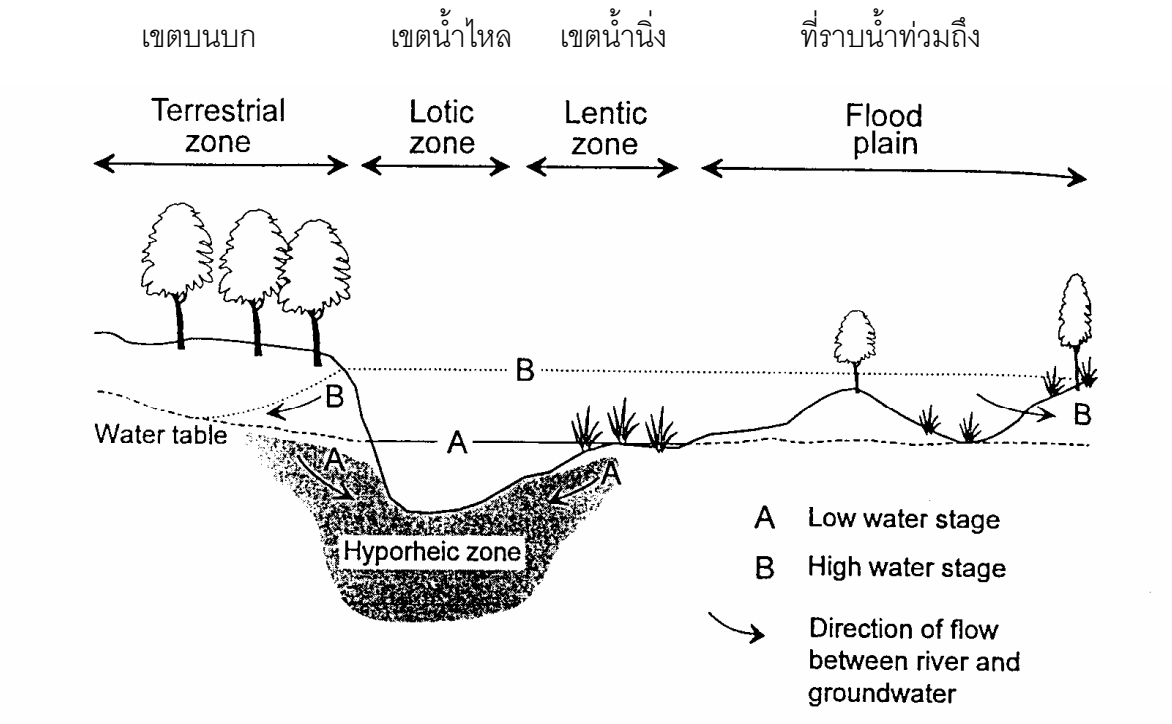
ระบบแม่น้ำแสดงถึงพลวัตรการไหลของกระแสน้ำที่มาจากน้ำไหลบ่าผ่านผิวดิน การแทรกซึมน้ำใต้ดิน และการให้น้ำของชั้นน้ำใต้ดิน

รูปที่ 1 แสดงเขตต่างๆของแม่น้ำโขง เขตน้ำไหล คือ ช่วงที่น้ำในแม่น้ำไหลเร็วที่สุด ช่วงนี้น้ำจะไหลอยู่ตลอดเวลาและพัดพาเอาสารอาหาร ตะกอน และสิ่งที่อาจเป็นสารมลพิษไปสะสมในบริเวณต่างๆ ทางท้ายน้ำ

เขตน้ำนิ่งเป็นช่วงที่น้ำไหลช้าลง อุณหภูมิของน้ำในแนวดิ่งจะเปลี่ยนแปลงไปมากอย่างชัดเจน ตะกอนในน้ำตามแนวดิ่งจะเริ่มตกตะกอนและมีพืชน้ำเกิดขึ้น

เขต hyporheic คือ บริเวณชั้นใต้ผิวพื้นท้องน้ำ ชั้นนี้ไม่มีชั้นน้ำใต้ดิน เพราะน้ำในชั้นนี้ยังคงไหลอยู่อย่างช้ามากและมีองค์ประกอบทางเคมีเหมือนน้ำในแม่น้ำ

บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงของแม่น้ำโขงเป็นบริเวณที่มีลักษณะเด่นเกิดขึ้นมากที่สุด การเกิดน้ำท่วมเป็นเหมือนการบอกลำดับกิจกรรมทางชีวภาพว่า จะมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง เช่น การวางไข่ของปลาไปจนถึงการเติบโตตามฤดูกาลของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ ในสภาพสิ่งแวดล้อมเขตร้อนชื้นเช่นนี้ สิ่งมีชีวิตไม่อาจอาศัยอุณหภูมิและช่วงความยาวของเวลากลางวันเป็นเครื่องบอกถึงจังหวะที่ควรจะต้องมีกิจกรรมต่างๆได้ ทั้งนี้เพราะทั้งอุณหภูมิและความยาวของกลางวันจะเหมือนกันตลอดทั้งปี ดังนั้นการเกิดน้ำท่วมจึงเป็นเหตุการณ์สำคัญที่ช่วยรักษาจังหวะเวลาทางชีวภาพของแม่น้ำ สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำและบนบกจะปรับตัวไปตามสภาพเปียกชื้นหรือสภาพแห้งแล้งสลับกันไปตามภาวะน้ำท่วมและน้ำลด ในฤดูแล้งการปลูกข้าวในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงนับเป็นเศรษฐกิจหลักและเป็นอาหารหลักของคนในเขตนี้



รูปที่ 1 ภาพหน้าตัดทางอุทกวิทยาของแม่น้ำโขง

อุทกวิทยา

อุทกวิทยาเป็นการศึกษาเกี่ยวกับวัฏจักรของน้ำและการเคลื่อนที่ของน้ำ พื้นที่ชุ่มน้ำที่กล่าวมาแล้วก็เป็นอุทกวิทยาของพื้นที่ชุ่มน้ำในลุ่มแม่น้ำโขง ในส่วนต่อไปนี้จะพิจารณาถึงอุทกวิทยาโดยรวม

เมื่อน้ำระเหยเป็นไอ มันจะลอยขึ้นสู่อากาศกลายเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มเมฆซึ่งจะกลายเป็นฝนหรือหิมะตกลงมาสู่พื้นผิวโลก จากนั้นมันจะระเหยอีก กลายเป็นวัฏจักรซ้ำแล้วซ้ำเล่าอยู่เช่นนี้ น้ำจึงเคลื่อนที่และเปลี่ยนจากของแข็งเป็นของเหลวแล้วเป็นก๊าซหมุนเวียนไปเรื่อยๆ

น้ำที่ตกลงมาจากฟ้าทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวซึ่งเรียกกันว่า หยาดน้ำฟ้านั้น จะทำให้เกิดน้ำไหลบ่าผ่านผิวดินช่วยให้ทะเลสาบและแม่น้ำมีน้ำเต็ม น้ำฝนยังไหลซึมผ่านไปตามช่องว่างของดินและทำให้ชั้นหินอุ้มน้ำที่อยู่ใต้ดินเต็ม ในบริเวณใกล้ทะเลหรือพื้นน้ำขนาดใหญ่จะมีการระเหยของน้ำมากกว่าบริเวณอื่นจึงมีน้ำฝนหรือหยาดน้ำฟ้ามากกว่าบริเวณอื่น แต่บ่อยครั้งที่มีหยาดน้ำฟ้าในที่ห่างไกลจากพื้นน้ำมากแต่อยู่ใกล้ภูเขา ที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะว่าเมื่อก้อนเมฆลอยไปถึงบริเวณภูเขา ไอน้ำจะกลั่นตัวกลายเป็นน้ำและแข็งตัวจนกลายเป็นหิมะที่เราเห็นอยู่ตามภูเขา

วัฏจักรอุทก ประกอบด้วยกระบวนการบนโลกที่ส่งผลถึงการกระจายและการเคลื่อนไหวของน้ำ ดังนี้

- ยิ่งน้ำระเหยจากมหาสมุทรเป็นไอมากขึ้น ก็จะยิ่งมีการดุลกันโดยจะมีหยาดน้ำฟ้า (precipitation) ลงสู่พื้นดินมากขึ้น
- ถึงแม้ว่าน้ำที่อยู่ในบรรยากาศมีเป็นจำนวนน้อย ระยะเวลาเก็บพักของน้ำน้อย โดยเฉลี่ยแล้ววัฏจักรของน้ำจะอยู่ในช่วงประมาณเก้าวัน
- เมื่อน้ำระเหยไปเป็นไอน้ำ มันจะคืนกลับมาด้วยการเป็นหยาดน้ำฟ้า แล้วน้ำนี้จะกลับไปสู่บรรยากาศอีกด้วยการระเหยของน้ำและการคายน้ำของพืช
- น้ำที่อยู่บนบกจะถูกดินดูดซึมเก็บไว้เป็นน้ำใต้ดินและจะไหลไปตามแรงโน้มถ่วงสู่ธารน้ำและทะเลสาบ ช่วงเวลาที่น้ำถูกเก็บไว้ใต้ดินนี้จะแตกต่างกันไปตามสภาพองค์ประกอบของดินและหิน ความลาดเอียงของพื้นดิน พืชที่ขึ้นปกคลุมดินและภูมิอากาศ ปกติแล้วน้ำใต้ดินจะมีอัตราการไหลช้าและมีเส้นทางการไหลที่ยาว
- ช่วงเวลาที่น้ำอยู่ในทะเลสาบมักเป็นช่วงสั้น (เฉลี่ย 6-7 ปี แต่อาจจะนานกว่านี้มากก็ได้)
- การดัดแปลงสิ่งแวดล้อมโดยมนุษย์ จะทำให้สมดุลของน้ำและภูมิอากาศในโลกเปลี่ยนแปลงไป

การเก็บกักน้ำในทะเลสาบจะเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าสมดุลระหว่างอัตราการไหลเข้าของน้ำจากทุกแหล่งกับอัตราการสูญเสียน้ำเกิดเปลี่ยนไป

การได้รับน้ำเข้าทะเลสาบมีที่มาดังนี้ :

- มีหยาดน้ำฟ้าตกลงสู่พื้นผิวทะเลสาบโดยตรง
- น้ำผิวดินที่ไหลมาจากลุ่มน้ำ
- การไหลซึมของน้ำใต้ดินผ่านตะกอนหรือตาน้ำ

การสูญเสียน้ำจากทะเลสาบเกิดจาก :

- น้ำไหลออกตามทางน้ำในทะเลสาบที่มีทางระบายน้ำออกหรือซึมผ่านผนังแอ่งทะเลสาบไปสู่น้ำใต้ดิน
- น้ำระเหยจากพื้นผิวทะเลสาบโดยตรง
- การคายน้ำของพืชที่สูงพ้นน้ำ และพืชที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ

ลักษณะทางอุทกพลศาสตร์

น้ำจืดทุกแห่งจะกลายเป็นไอในบรรยากาศ แล้วไปเป็นฝนตกสู่ทะเล น้ำจืดกับน้ำเค็มจึงเชื่อมโยงกันอยู่ในวัฏจักรของน้ำอย่างต่อเนื่อง โดยบางช่วงเป็นน้ำจืด และบางช่วงก็เป็นน้ำเค็ม

แม่น้ำจะมีกระแสน้ำที่ไหลไปทางเดียวและมีความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยตั้งแต่ 0.1 ถึง 1 เมตรต่อวินาที กระแสน้ำในแม่น้ำมักเปลี่ยนแปลงมากขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ และรูปแบบการไหลของกระแสน้ำ กระแสน้ำที่ไหลปั่นป่วนทำให้น้ำผสมปนกันในแนวดิ่งของแม่น้ำได้ตลอดเวลา ส่วนการผสมปนกันตามแนวนอนของแม่น้ำจะเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณท้ายน้ำที่อยู่ห่างไกลจากจุดบรรจบของแม่น้ำสองสาย

ทะเลสาบจะมีความเร็วกระแสน้ำที่พื้นผิวน้ำค่อนข้างต่ำ คือ เฉลี่ยประมาณ 0.001 ถึง 0.01 เมตรต่อวินาที ดังนั้น ระยะเวลาที่น้ำหรือสารอื่นจะอยู่ในทะเลสาบ จึงเป็นไปได้ตั้งแต่หนึ่งเดือนไปถึงหลายร้อยปี ระยะเวลานี้จะนำไปใช้คำนวณหาปริมาณของสารที่เคลื่อนที่ไปในทะเลสาบ การไหลของกระแสน้ำในทะเลสาบจะไปได้หลายทิศทาง ทะเลสาบหลายแห่งจะมี

ช่วงเวลาที่น้ำแบ่งแยกตัวเป็นชั้น สลับกันไปกับช่วงที่น้ำผสมปนเปกันในแนวดิ่ง ช่วงเวลานี้ถูกควบคุมโดยสภาพภูมิอากาศ และความลึกของทะเลสาบ

น้ำใต้ดินจะมีทิศทางและอัตราความเร็วของการไหลของน้ำที่สม่ำเสมอ ความเร็วกระแสน้ำใต้ดินในชั้นหินอุ้มน้ำอยู่ที่ประมาณ 10^{-10} ถึง 10^{-3} เมตรต่อวินาที ขึ้นอยู่กับความพรุนและคุณสมบัติในการยอมให้น้ำซึมผ่านได้ของสภาพทางธรณีวิทยาในบริเวณนั้น ดังนั้น น้ำใต้ดินจึงผสมปนกันได้ยาก พลวัตรของน้ำใต้ดินจะแตกต่างกันค่อนข้างมาก แล้วแต่ลักษณะทางอุทกของท้องถิ่น

อ่างเก็บน้ำมีลักษณะคล้ายกับลักษณะของแม่น้ำและทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำมีทั้งขนาดใหญ่มาก เช่น ทะเลสาบนัสเซอร์ (Lake Nasser) ในประเทศอียิปต์ และที่เป็นฝายน้ำล้นขนาดเล็ก หรือเป็นที่เก็บน้ำโดยการสูบน้ำเข้าและออก อุทกพลศาสตร์ของอ่างเก็บน้ำจึงขึ้นอยู่กับวิธีการใช้งานและการจัดการของอ่างเก็บน้ำนั้น

ที่ราบน้ำท่วมมีสภาพระหว่างแม่น้ำกับทะเลสาบ และมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลที่เห็นได้ชัดเจน อุทกพลศาสตร์ของมันจะถูกกำหนดโดยกระแสน้ำจากแม่น้ำ

ที่ลุ่มชื้นแฉะ หรือ หนอง บึง มีลักษณะคล้ายทะเลสาบและดินตะกอนอุ้มน้ำที่มีน้ำมากจนอิ่มตัว อุทกพลศาสตร์ของที่ลุ่มชื้นแฉะค่อนข้างจะซับซ้อน

ชั้นตะกอนน้ำพาและชั้นหินอุ้มน้ำแบบคาสท์จะอยู่ระหว่างแม่น้ำกับน้ำใต้ดิน ตะกอนน้ำพาจะมีกระแสน้ำไหลช้า ส่วนในชั้นหินอุ้มน้ำแบบคาสท์จะมีกระแสน้ำไหลเร็วกว่า จึงมักเรียกว่าแม่น้ำใต้ดิน

ลักษณะทางอุทกพลศาสตร์ของแต่ละลุ่มน้ำจะขึ้นอยู่กับขนาดของลุ่มน้ำและสภาพภูมิอากาศในบริเวณลุ่มน้ำนั้น ลักษณะทางอุทกของแม่น้ำ (เช่นการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำ) จะมีผลต่อแม่น้ำอย่างมาก สำหรับทะเลสาบ สามารถจำแนกประเภทได้ตามระยะเวลาเก็บพักของน้ำในทะเลสาบและอุณหภูมิของน้ำที่มีผลต่อรูปแบบการแบ่งชั้น แม้ว่าอ่างเก็บน้ำบางแห่งจะมีลักษณะเหมือนทะเลสาบ แต่ส่วนมากจะมีลักษณะเฉพาะของอ่างเก็บน้ำ ลักษณะหนึ่งที่อ่างเก็บน้ำส่วนมากจะมีเหมือนกันก็คือการจัดการให้มีน้ำไหลเข้าและออกเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะ น้ำใต้ดินจะขึ้นอยู่กับการเติมน้ำ (คือการแทรกซึมของน้ำผ่านชั้นหินอุ้มน้ำที่ยังไม่อิ่มตัว) ซึ่งจะทำให้มีน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้น