

บทที่ 1

บทนำ

(INTRODUCTION)

จุดมุ่งหมาย

เมื่อศึกษาบทนี้แล้ว นักศึกษาคควรที่จะเข้าใจและมีความสามารถที่จะ

1. บอกความหมายของอุทกภูมิศาสตร์ได้
2. บอกถึงส่วนประกอบของอุทกภาคได้อย่างน้อย 4 ประการ
3. บอกถึงคุณสมบัติของน้ำได้อย่างน้อย 6 ประการ

1. คำนำ

สิ่งมีชีวิตทุกรูปแบบในโลกนี้ ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ถ้าขาดน้ำ แม้แต่สัตว์เซลล์เดียวตัวแรกที่ถือกำเนิดมาบนโลก นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายก็ยังเชื่อว่าถือกำเนิดมาจากมหาสมุทร การวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตจากเมื่อหลายล้านปีมาแล้วจนกระทั่งปัจจุบัน น้ำก็มีส่วนช่วยอยู่มาก

รูปร่างสัณฐานของโลกที่พบเห็นอยู่ในปัจจุบันนี้เกิดจากการกัดเซาะของน้ำมาเป็นเวลาหลายล้านปี น้ำสามารถกัดเซาะทำให้เปลือกโลกมีทะเลสาบ แม่น้ำ หุบเขา หน้าผาลึกที่ราบ และทำให้ทวีปเปลี่ยนรูปร่างไปได้ นอกจากนี้น้ำยังมีพลังงานในรูปอื่นที่แฝงอยู่ในตัวของมันอีก นั่นคือ สามารถนำมหาสมุทรมาหมุนกั๊กกันเพื่อให้กำเนิดพลังงานไฟฟ้าได้

ในทางเคมีน้ำเป็นสารประกอบที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส เป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติไม่เหมือนสารอื่นใดในโลก น้ำเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญที่สุดในกระบวนการทางเคมีทั้งหลาย เป็นการยากที่จะหาสารประกอบอย่างอื่นที่มีคุณสมบัติเหมือนน้ำมาทดแทนกันได้

ในทางภูมิศาสตร์ น้ำนับว่ามีความสำคัญอย่างมากต่อภูมิศาสตร์ของโลกเพราะน้ำเป็นตัวการสำคัญในการกำหนดกิจกรรมต่าง ๆ บนพื้นโลก นับตั้งแต่ลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ดิน พืชพรรณธรรมชาติ หรือแม้แต่กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น ลักษณะทางด้านวัฒนธรรม การอุตสาหกรรม การเกษตร และอื่น ๆ อีกมากมาย น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่เปรียบเสมือนตาบสองคม ถ้ามนุษย์ไม่รู้จักใช้น้ำแล้วก็จะเป็นอันตรายต่อมนุษย์เอง ดังเช่นที่ได้ประสบกันอยู่ในปัจจุบันนี้ นั่นคือ ปัญหาการขาดแคลนน้ำเนื่องจากคุณภาพของน้ำไม่ดีพอ ดังนั้น การศึกษาเรื่องน้ำจึงนับว่ามีความสำคัญอยู่มากเพื่อที่จะได้รู้จักน้ำให้ดียิ่งขึ้น และรู้จักใช้น้ำให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

2. ความหมายของอุทกภูมิศาสตร์

อุทกภูมิศาสตร์นั้นเป็นคำสมาสระหว่าง คำ 3 คำ คือ คำว่า “อุทก” + “ภูมิ” + “ศาสตร์” คำว่า “อุทก” นั้นตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Hydro” ซึ่งหมายถึง น้ำทุกชนิด สำหรับคำว่า “ภูมิ” นั้น หมายถึงแผ่นดินหรือพื้นโลก ส่วนคำว่า “ศาสตร์” นั้น หมายถึง วิชาสาขาต่าง ๆ เมื่อรวมคำว่า “ภูมิ” และคำว่า “ศาสตร์” เข้าด้วยกันจะเป็น “ภูมิศาสตร์” ซึ่งตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า “Geography” อันหมายถึงวิชาซึ่งศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมบนพื้นโลก ฉะนั้นเมื่อรวมคำว่า “อุทก” เข้าไปด้วยก็จะกลายเป็นวิชาการใหม่อีกวิชาหนึ่งนั่นคือ “อุทกภูมิศาสตร์” ซึ่งตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า Hydrogeography ดังนั้นความหมายที่แท้จริงของคำว่าอุทกภูมิศาสตร์ (Hydrogeography) ก็คือ วิชาการซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการหมุนเวียนของน้ำทุกชนิดบนพื้นโลก อัน

ได้แก่ ความชื้นในบรรยากาศ (atmospheric moisture) หยาดน้ำฟ้า (precipitation) น้ำไหลบ่า (runoff) ความชื้นในดิน (soil moisture) น้ำใต้ดิน (groundwater) แม่น้ำลำธาร (rivers and channels) ทะเลสาบ (lakes) น้ำในมหาสมุทร (oceanic water) และธารน้ำแข็ง (glacier) น้ำเหล่านี้มีความสำคัญอย่างมากในทางภูมิศาสตร์ของโลกเพราะเป็นตัวกำหนดลักษณะทางธรณีพื้นฐานของโลก ตลอดจนสภาพภูมิอากาศอีกด้วย

3. ส่วนประกอบของอุทกภาค

อุทกภาค (hydrosphere) หมายถึง ส่วนที่หุ้มห่อเปลือกโลกที่เป็นน้ำทั้งหมด ซึ่งได้แก่น้ำทุกประเภทที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 2 **อุทกภาค (hydrosphere)** นี้ มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับอีก 3 ส่วนของโลกที่เคลื่อนไหวไม่สามารที่จะแยกออกจากกันได้ ส่วนอื่น ๆ อีก 3 ส่วนของโลกนั้น คือ บรรยากาศ (atmosphere) ชีวมณฑล (biosphere) และธรณีภาค (lithosphere) ส่วนต่าง ๆ ทั้ง 4 ส่วนของโลกนี้จะมีการกระทำระหว่างกันอยู่ตลอดเวลาอย่างใกล้ชิด

น้ำทุกประเภทในอุทกภาคนั้นเมื่อรวมกันทั้งหมดจะมีปริมาตรเกือบ 1,500 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร (ตารางที่ 1.1) ในจำนวนของน้ำทั้งหมดนี้เป็นน้ำในมหาสมุทรเสียเกือบร้อยละ 94 หรือคิดเป็นปริมาตรประมาณเกือบ 1,400 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร ในจำนวนนี้ได้รวมน้ำแข็งในทะเลและภูเขาน้ำแข็งซึ่งคิดเป็นปริมาตรประมาณ 35,000 ลูกบาศก์กิโลเมตรไว้ด้วยแล้ว ปริมาณของน้ำในมหาสมุทรจำนวนนี้ครอบคลุมเนื้อที่ของโลกราว 361 ล้านตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 70.8 ของพื้นผิวของโลกซึ่งมากกว่า 2 ใน 3 ของพื้นผิวของโลก ปริมาณของน้ำในมหาสมุทรในปัจจุบันนี้ถ้าจะเทียบกับปริมาณการระเหยกลายเป็นไอของน้ำในมหาสมุทรแล้วจะได้ว่า น้ำในมหาสมุทรนั้นจะต้องระเหยกลายเป็นไอดิตต่อกันเป็นเวลาถึง 3,000 ปีจึงจะมีปริมาตรรวมเท่ากับปริมาตรของน้ำในมหาสมุทรในปัจจุบัน เมื่อเทียบกับมวลของโลกแล้วมหาสมุทรมีมวลเพียงแค่อ้อยละ 0.023 ของมวลของโลกทั้งหมด แต่ถึงอย่างไรก็ตาม น้ำในมหาสมุทรก็ยังคงมีบทบาทสำคัญต่อปรากฏการณ์ตามธรรมชาติของวัฏจักรของน้ำในโลกในระบบของมหาสมุทร บรรยากาศ และทวีป เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องจักรแล้วก็เสมือนเป็นเครื่องจักรความร้อนขนาดมหึมาซึ่งขับเคลื่อนการหมุนเวียนของน้ำในโลกอยู่โดยมีมหาสมุทรเป็นเครื่องจักรความร้อนหลัก

ตารางที่ 1.1 ส่วนประกอบของอุทกภาค

ประเภทของน้ำ	ปริมาณทั้งหมด (× 1,000 กม. ³)	ปริมาณทั้งหมด %
มหาสมุทรของโลก	1,370,323	93.93
น้ำใต้ดิน	60,000	4.12
รวมทั้งน้ำใต้ดินในเขตที่มีการถ่ายเทได้	4,000	0.27
ธารน้ำแข็ง	24,000	1.65
ทะเลสาบ	230	0.016
ความชื้นของดิน	83	0.005
ไอน้ำในบรรยากาศ	14	0.001
แม่น้ำต่าง ๆ	1.2	0.0001
รวม	1,454,651	100

ที่มา : โววิซ, เอ็ม. ไอ., 2526.

มหาสมุทรของโลกนั้นมีความลึกโดยเฉลี่ย 3,800 เมตร บริเวณที่ลึกที่สุดของโลกคือ บริเวณแหวนทะเลมาเรียนา ซึ่งอยู่ถัดหมู่เกาะฟิลิปปินส์ออกไปทางตะวันออก มีความลึกประมาณ 10,600 เมตร ความเค็มของน้ำทะเลโดยเฉลี่ยร้อยละ 3.5 ซึ่งจะแตกต่างกันร้อยละ 0 ที่บริเวณปากแม่น้ำสายใหญ่ ๆ ไปจนถึงร้อยละ 4 ในบริเวณทะเลเขตร้อนซึ่งมีการถ่ายเทน้ำกับมหาสมุทรน้อยมาก เกลือในทะเลส่วนใหญ่ได้แก่ สารจำพวกคลอไรด์ (Cl) ในรูปของโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 88.7 รองลงมาได้แก่สารจำพวกซัลเฟต (SO₄) ร้อยละ 10.8 และสารจำพวกคาร์บอเนต (CO₃) ร้อยละ 0.3 นอกจากนี้ยังมีอะลูมิเนียม (Al) เหล็ก (Fe) และสารอื่น ๆ อีกเล็กน้อย รวมประมาณร้อยละ 0.2

สำหรับบนพื้นดินนั้นมีเพียง 88,320,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 6 เท่านั้น น้ำจำนวนนี้อยู่กระจุกกระจายทั่วไปบนส่วนพื้นดินของผิวโลกซึ่งมีเนื้อที่เพียงร้อยละ 29.2 หรือกล่าวได้ว่าไม่ถึง 1 ใน 3 ของพื้นผิวโลก น้ำดังกล่าวนี้มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ซึ่งได้แก่ น้ำใต้ดิน ธารน้ำแข็ง ทะเลสาบ ความชื้นของดิน ไอน้ำในบรรยากาศ และแม่น้ำต่าง ๆ

ปริมาณของน้ำใต้ดินนั้นค่อนข้างยากมากที่จะกำหนดให้แน่นอนว่ามีอยู่เท่าใด สิ่งที่เราทำได้ก็คือเพียงการคาดคะเนอย่างกว้าง ๆ เท่านั้น วิธีการคาดคะเนน้ำใต้ดินนั้นกระทำได้โดยการเจาะขุดดินลงไปลึก ๆ เพื่อให้สามารถทราบถึงปริมาณและลักษณะของน้ำใต้ดินเมื่อเร็ว ๆ นี้ มากาเรนโก (Makarenko) และเวอร์นาตสกี (Vernadsky) ได้คาดคะเนตัวเลขของ

น้ำใต้ดินออกมาเท่ากันพอดี โดยที่ทั้งสองยังไม่เคยเห็นรายงานซึ่งกันและกันมาก่อน ทั้งสอง คาดคะเนว่ามีปริมาตรน้ำใต้ดินอยู่ทั้งหมด 60 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 4.12 ของปริมาตรของน้ำทั้งหมดในอุทกภาค ตัวเลขของน้ำใต้ดินจำนวนนี้คาดคะเนลึกลงไปจากระดับพื้นผิวไม่เกิน 5 กิโลเมตร นอกจากนี้ เรย์มอนด์ เนซ (Raymond Nace) นักอุทกวิทยา ชาวอเมริกัน ยังได้คาดคะเนเพิ่มเติมอีกว่า ยังมีน้ำใต้ดินซึ่งอยู่ในเขตที่น้ำถ่ายเทเคลื่อนที่ได้อยู่อีกคิดเป็นปริมาตรประมาณ 4 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร หรือร้อยละ 0.27 ของปริมาตรของน้ำทั้งหมดในอุทกภาค ความจุของน้ำในเขตนี้ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับความลึกของหุบเขาที่แม่น้ำไหลผ่านและร่องน้ำที่เป็นทางระบายของน้ำใต้ดิน อย่างไรก็ตาม กรณีที่น้ำใต้ดินในเขตนี้มีระดับต่ำกว่าความลึกของหุบเขา จะพบได้เสมอในบริเวณที่มีน้ำบาดาล สำหรับในบริเวณชั้นดินเย็นแข็งคงตัว (permafrost) ตั้งแต่ความลึก 500 เมตรลงไป น้ำใต้ดินจะมีสถานะเป็นของแข็ง ซึ่งมีปริมาตรทั้งหมดประมาณ 200,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นแพร่หลายในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของสหภาพโซเวียตในทวีปเอเชีย และบริเวณใกล้เคียงเส้นอาร์คติกเซอร์เคิลในทวีปอเมริกาเหนือ

ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำที่อยู่ลึกลงไปใต้ดินมีตั้งแต่น้ำจืดบริสุทธิ์ไปจนถึงน้ำเค็มจัด ซึ่งมีเกลือผสมอยู่กว่า 250 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร ส่วนใหญ่เป็นน้ำที่มีสารโซเดียมคลอไรด์ผสมอยู่ สำหรับน้ำที่มีสารโซเดียมแคลไซต์ หรือสารโซเดียมและแมกนีเซียมมีไม่มากนัก ในระดับความลึกมาก ๆ น้ำจืดจะหายาก โดยปกติในระดับความลึกตั้งแต่ 1,500-2,000 เมตรลงไปน้ำจะเป็นน้ำเค็มเสมอ วี.เอ็น. คูนิน (V.N. Kunin) ได้ศึกษาชั้นของน้ำจืดใต้ดินในบริเวณทะเลทรายคาราคุม (Kara Kum) ในเอเชียกลางอยู่หลายปีและพบว่า ในภูมิภาคทะเลทรายและกึ่งทะเลทราย น้ำเค็มมักจะเกิดใกล้กับผิวดินโดยมีน้ำจืดจากฝนหรือหิมะลอยตัวเป็นชั้นบาง ๆ อยู่ข้างบน น้ำจืดซึมลงจากพื้นผิวดินไปใต้ดิน และเนื่องจากมีความหนาแน่นน้อยกว่า จึงไม่รวมกับน้ำเค็ม คูนินใช้คุณสมบัติดังกล่าวนี้เป็นกุญแจนำไปสู่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำเอาน้ำจืดใต้ดินออกมาใช้ประโยชน์

สำหรับธารน้ำแข็งนั้น ตามข้อมูลล่าสุดปรากฏว่าธารน้ำแข็งมีน้ำประมาณ 24 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร หรือร้อยละ 1.65 ของปริมาตรของน้ำทั้งหมดในอุทกภาค ธารน้ำแข็งครอบคลุมเนื้อที่กว่า 16 ล้านตารางกิโลเมตร หรือประมาณเกือบร้อยละ 11 ของพื้นผิวดิน ถ้าหากน้ำแข็งทั่วโลกละลายหมดไปจะทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นอีกประมาณ 64 เมตร ส่วนที่เป็นพื้นน้ำจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบ 1.5 ล้านตารางกิโลเมตร แต่ส่วนที่เป็นพื้นดินจะลดลงร้อยละ 1

ความชื้นของดินคาดกันว่ามีปริมาตรทั้งหมดประมาณ 83,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร หรือร้อยละ 0.005 ของปริมาตรของน้ำทั้งหมดในอุทกภาค ซึ่งมีปริมาณน้อยมากจนดูไม่มีความ

สำคัญไป แท้ที่จริงแล้ว ถึงแม้ว่าความชื้นในดินจะมีไม่มากเมื่อเทียบกับอุทกภาคส่วนอื่น ๆ แต่ ก็มีความสำคัญอยู่มากต่อพืชทั้งหมดบนพื้นดิน ดังนั้น ความชื้นในดินจึงนับว่ามีความสำคัญ ใหญ่หลวงต่อชีวิตมนุษย์ ประภาณครั้งหนึ่งของพื้นแผ่นดินในโลกต้องประสบปัญหาทาง ด้านการเกษตรเนื่องจากการขาดแคลนความชื้นของดิน มนุษย์จึงหาวิธีที่จะเพิ่มและควบคุม ความชื้นของดินเพื่อเพิ่มผลผลิตของพืช เช่น การชลประทาน เป็นต้น ความชื้นของดินนั้นขึ้นอยู่กับภาวะลมฟ้าอากาศมากกว่าน้ำใต้ดิน ในฤดูฝนน้ำจำนวนมากจะถูกกักอยู่ในดิน แต่จะระเหย ไปอย่างรวดเร็วในฤดูแล้ง ถ้าความชื้นของดินไม่เพียงพอ พืชจะขาดน้ำและผลผลิตจะลดลง ถ้าความชื้นของดินมากเกินไป ดินจะชุ่มน้ำและเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืช

ไอน้ำในบรรยากาศมีปริมาตรทั้งหมดประมาณ 14,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร หรือร้อยละ 0.001 ของปริมาตรของน้ำทั้งหมดในอุทกภาค ไอน้ำในบรรยากาศส่วนใหญ่จะอยู่ในชั้นโทร- โปสเฟียร์ (troposphere) ซึ่งมีระยะสูงจนถึง 16-18 กิโลเมตรในเขตศูนย์สูตร 10-12 กิโลเมตร ในเขตอบอุ่น และ 7-10 กิโลเมตร ในเขตขั้วโลก สูงจากนั้นขึ้นไปเป็นชั้นสตราโตสเฟียร์ (strato- sphere) ซึ่งจะไม่ไอน้ำเลย จำนวนปริมาณไอน้ำในบรรยากาศดังกล่าวนี้ ได้รวมเอาไอน้ำแข็ง ในบรรยากาศ 1,600 ลูกบาศก์กิโลเมตร ไว้ด้วย

น้ำผิวดินที่อยู่บนพื้นดิน อันได้แก่ ทะเลสาบและแม่น้ำต่าง ๆ นั้นครอบคลุมเนื้อที่ไม่ถึง ร้อยละ 3 ของพื้นแผ่นดินของโลก น้ำในทะเลสาบมีปริมาตรทั้งหมด 230,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร หรือร้อยละ 0.016 ของปริมาตรของน้ำทั้งหมดในอุทกภาค และน้ำในแม่น้ำมีปริมาตรทั้งหมด เพียง 1,200 ลูกบาศก์กิโลเมตร เท่านั้น หรือร้อยละ 0.0001 ของปริมาตรของน้ำทั้งหมดใน อุทกภาค ซึ่งนับว่ามีปริมาณที่น้อยมาก แต่มีความสำคัญที่สุดในแง่เศรษฐกิจ

ปริมาตรรวมกันทั้งหมดของทะเลสาบน้ำจืดในโลกมีประมาณ 125,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร (ดูตารางที่ 1.2) และมีพื้นที่ครอบคลุมพื้นผิวโลกประมาณ 825,000 ตารางกิโลเมตร ประมาณ ร้อยละ 75 ของน้ำในทะเลสาบน้ำจืดนี้อยู่ในทะเลสาบขนาดใหญ่ซึ่งมีความจุตั้งแต่ 10 ลูกบาศก์ กิโลเมตรขึ้นไปถึง 40 ทะเลสาบ ทะเลสาบน้ำจืดที่ใหญ่ที่สุดและลึกที่สุดในโลกคือ ทะเลสาบ ไบคาล (Lake Baikal) ในเอเชียกลาง ซึ่งมีความจุเกือบ 22,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร ทะเลสาบ ไบคาลเป็นทะเลสาบเดี่ยวซึ่งไม่เชื่อมต่อกับทะเลสาบอื่น ๆ เหมือนอย่างเช่น ทะเลสาบใหญ่ ทั้งห้า (The Five Great Lakes) ของทวีปอเมริกาเหนือ จึงนับว่าทะเลสาบไบคาลเป็นทะเลสาบ เดี่ยวที่ใหญ่ที่สุดในโลก

ทะเลสาบใหญ่ทั้งห้าและทะเลสาบใหญ่อื่น ๆ ในทวีปอเมริกาเหนือมีปริมาตรของน้ำ รวมกัน 32,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร ซึ่งคิดเป็น 1 ใน 4 ของน้ำจืดผิวดินทั้งหมด บรรดาทะเลสาบ

ใหญ่ของแอฟริกา มีปริมาตรของน้ำรวมกัน 36,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร หรือเกือบร้อยละ 30 ของน้ำจืดผิวดิน ทะเลสาบโบราณของทวีปเอเชียแห่งเดียวที่มีปริมาตรของน้ำประมาณร้อยละ 18 ของน้ำจืดผิวดิน

ตารางที่ 1.2 ปริมาตรของน้ำในทะเลสาบน้ำจืดทั่วโลก

ทะเลสาบน้ำจืด	ปริมาตรทั้งหมด กม. ³	ปริมาตรทั้งหมด %
ทะเลสาบโบราณ	22,000	17.6
ทะเลสาบใหญ่ทั้งห้า และทะเลสาบขนาดใหญ่* อื่น ๆ ในทวีปอเมริกาเหนือ	32,000	25.6
ทะเลสาบขนาดใหญ่ในทวีปแอฟริกา	36,000	28.8
ทะเลสาบขนาดใหญ่ในทวีปยุโรป อเมริกาใต้ และออสเตรเลีย	3,000	2.4
ทะเลสาบขนาดเล็กและแม่น้ำต่าง ๆ	32,000	25.6
รวม	125,000	100

*ทะเลสาบขนาดใหญ่ ในที่นี้หมายถึงทะเลสาบที่มีขนาดความจุของน้ำตั้งแต่ 10 ลูกบาศก์กิโลเมตรขึ้นไป ถ้าน้อยกว่านี้ถือเป็นทะเลสาบขนาดเล็ก

ส่วนทะเลสาบขนาดใหญ่ในทวีปยุโรป อเมริกาใต้ และออสเตรเลีย นั้น เมื่อรวมกันแล้ว จะมีปริมาตรน้อย คือประมาณ 3,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 2 ของปริมาตรน้ำจืดผิวดินของโลกทั้งหมด สำหรับน้ำจืดผิวดินในแม่น้ำสายต่าง ๆ ตลอดจนทะเลสาบขนาดเล็ก (มีความจุน้อยกว่า 10 ลูกบาศก์กิโลเมตร) ทั้งหลายในโลก เมื่อรวมกันแล้วจะมีปริมาตรประมาณ 1 ใน 4 ของน้ำจืดผิวดินของโลกทั้งหมด ซึ่งเท่ากับปริมาตรของน้ำในทะเลสาบใหญ่ทั้งห้าและทะเลสาบขนาดใหญ่อื่น ๆ ในทวีปอเมริกาเหนือรวมกันโดยประมาณ

ทะเลในแผ่นดินและทะเลสาบน้ำเค็มของโลกนั้นมีปริมาตรรวมกันทั้งหมดประมาณ 105,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร และครอบคลุมบริเวณพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 700,000 ตารางกิโลเมตร การกระจายตัวของทะเลสาบน้ำเค็มนั้นแตกต่างไปจากทะเลสาบน้ำจืด กล่าวคือ ประมาณ 80,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 76 ของปริมาตรของน้ำในทะเลสาบน้ำเค็ม อยู่ในทะเลแคสเปียน (Caspian Sea) และส่วนที่เหลือส่วนใหญ่อยู่ในทะเลสาบที่มีขนาดเล็กกว่าในทวีปเอเชีย

น้ำจืดทั้งหมดในโลกมีประมาณ 32.2 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร หรือประมาณ ร้อยละ 2 ของน้ำทั้งหมดในอุทกภาค แต่มนุษย์ใช้น้ำจืดจริง ๆ เพียงร้อยละ 0.3 ของน้ำทั้งหมดในอุทกภาค เท่านั้น ถึงอย่างไรก็ตามน้ำจำนวนเล็กน้อยนี้มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์และเศรษฐกิจมาก ถึงแม้ปริมาณน้ำจืดในโลกจะมีน้อยแต่ไม่ใช่หมายความว่ามนุษย์เราจะต้องเผชิญกับอันตรายจากการขาดแคลนน้ำ แท้ที่จริงแล้วสิ่งที่สำคัญไม่ใช่อยู่ที่จำนวนน้ำจืดที่มีอยู่ในอุทกภาค แต่อยู่ที่ปริมาณของน้ำที่เข้ามาหมุนเวียนอยู่ในอุทกวัฏจักร ที่เรียกว่า “ปริมาณสำรองพลวัต” นั่นเอง ปริมาณสำรองพลวัตนี้เป็นตัวสำคัญที่ทำให้มนุษย์ใช้น้ำจืดซึ่งมีอยู่เป็นปริมาณน้อยในโลกได้ตลอดไปโดยไม่ขาดแคลน ถ้ามนุษย์จะประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำก็ย่อมจะเกิดจากการใช้แหล่งน้ำอย่างไม่มีประสิทธิภาพมากกว่าเป็นเพราะการขาดแคลนแหล่งน้ำในโลก

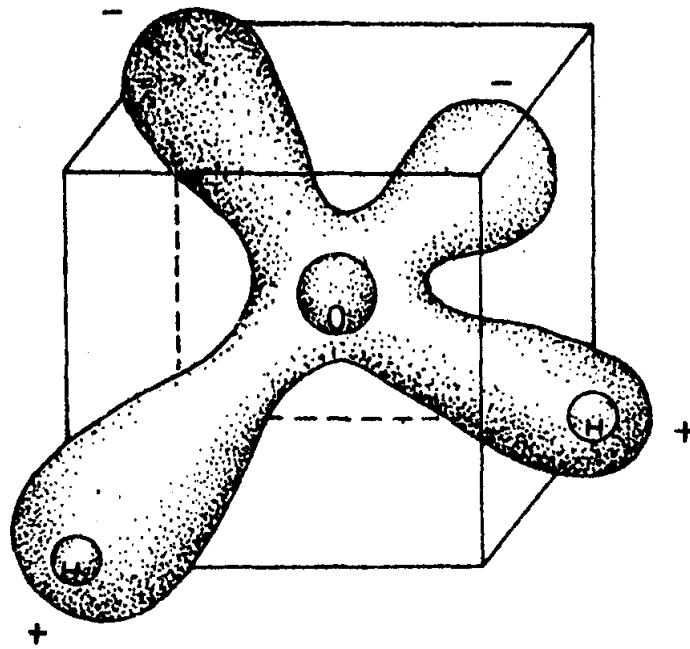
4. คุณสมบัติของน้ำ

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญยิ่งที่สุดอย่างหนึ่ง น้ำสามารถละลายและพัดพาเอาธาตุอาหารต่าง ๆ จากดินสู่พืชและสัตว์ ละลายและเจือจางสิ่งสกปรกทั้งหลาย เป็นวัตถุดิบสำหรับขบวนการสังเคราะห์แสง และเป็นปัจจัยหลักที่กำหนดลักษณะต่าง ๆ ของภูมิอากาศของโลก ดังนั้นสิ่งมีชีวิตทั้งหมดบนโลกจึงขึ้นอยู่กับน้ำ เราอาจมีชีวิตอยู่ได้ในหนึ่งเดือนโดยปราศจากอาหาร แต่อยู่ได้เพียงสองสามวันเท่านั้นถ้าปราศจากน้ำ

น้ำเป็นสารประกอบซึ่งมีคุณสมบัติหลายประการที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลก ถ้าคุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนไปจะทำให้ระบบนิเวศน์ของโลกเปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบันแน่นอน คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำที่น่าสนใจมีอยู่ด้วยกันหลายอย่างคือ

1. ภายใต้อุณหภูมิห้อง โมเลกุลของน้ำจะแตกตัวเป็นไอออน คือ $H^+ O^- H^+$ จึงทำให้น้ำมีออกซิเจนละลายอยู่ในแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการใช้หายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ

2. โมเลกุลของน้ำมีลักษณะเป็น “โมเลกุลแบบมีขั้ว” (Polar molecule) ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ด้วยคุณสมบัติขื่อนี้ น้ำจึงสามารถละลายสิ่งต่าง ๆ ได้ง่าย สามารถละลายของแข็งที่ถูกยึดติดกันไว้ด้วยไอออนิกบอนด์ (Ionic bond) ในโมเลกุลได้ ไอออนิกบอนด์นั้นเกิดจากแรงดึงดูดร่วมกันระหว่างไอออนที่มีประจุตรงกันข้าม เช่น เกลือโซเดียม (NaCl) เกิดจากแรงดึงดูดร่วมกันระหว่าง Na^+ กับ Cl^- เมื่อละลายน้ำไอออนจะรักษาประจุของมันไว้ แต่โมเลกุลของน้ำจะไปทำลายแรงดึงดูดระหว่างไอออนฝ่ายตรงข้าม โมเลกุลของน้ำจะมาล้อมรอบไอออนแต่ละตัวไว้ แยกมันออกจากไอออนตัวอื่น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิด “การละลาย” ขึ้น ไอออนที่ถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำจำนวนหนึ่งนั้นเราเรียกว่าเป็น ไฮเดรทไอออน (hydrated ion)



รูปที่ 1.1 กลุ่มเมฆอิเล็กตรอนของโมเลกุลน้ำ แสดงลักษณะของโมเลกุลแบบมีขั้ว (polar molecule) ซึ่งประจุบวกของไฮโดรเจนและประจุลบของออกซิเจนจะอยู่คนละด้านของโมเลกุลไฮโดรเจนอะตอมจะทำมุมกัน 105 องศา

ที่มา : มนุวดี หังสพฤกษ์, 2526.

3. โมเลกุลของน้ำเกาะเกี่ยวกันด้วยไฮโดรเจนบอนด์ (Hydrogen bond) ซึ่งมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติด้านโครงสร้างของน้ำ ถ้าไม่มีไฮโดรเจนบอนด์เสียแล้ว จุดหลอมเหลวของน้ำจะอยู่ที่ -100°C และจุดเดือดควรจะอยู่ที่ -80°C นั่นหมายความว่า จะไม่มีมหาสมุทร แม่น้ำ และจะไม่มีสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลก

4. น้ำมีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด (อ้างถึงคุณสมบัติข้อที่ 2) ด้วยคุณสมบัติข้อนี้ทำให้น้ำสามารถพัดพาธาตุอาหารต่าง ๆ ผ่านพืชและสัตว์ น้ำเป็นตัวทำความสะอาดที่ดีที่สุด ตลอดจนเคลื่อนย้ายและเจือจางสิ่งสกปรกต่าง ๆ แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากว่าน้ำสามารถละลายสิ่งต่าง ๆ ได้โดยง่าย จึงทำให้น้ำเกิดมลภาวะ (pollution) ขึ้นได้ง่ายเช่นกัน

5. น้ำสามารถเปลี่ยนสถานะได้ 3 สถานะตามความแตกต่างของอุณหภูมิและความกดของบรรยากาศ คือ เปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊สหรือไอน้ำ ไม่มีสารอื่นจะเปลี่ยนสถานะได้เช่นนั้น การเปลี่ยนแปลงสถานะเกิดขึ้นได้เมื่อมีการ "ทำละลาย" หรือการ "สร้าง" บอนด์ที่ยึดระหว่างโมเลกุล เมื่อบอนด์ถูกทำลายก็ต้องใช้พลังงานความร้อนไปกระทำ ถ้าสร้างบอนด์

ใหม่ขึ้นมากก็จะคลายพลังงานความร้อนออก คุณสมบัติข้อนี้เป็นกลไกสำคัญที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำ หรืออุทกวัฏจักร (hydrological cycle)

6. น้ำมีความหนาแน่นมากที่สุด (มีปริมาตรน้อยที่สุด) ที่อุณหภูมิ 4°C และจะมีความหนาแน่นน้อยที่สุด (มีปริมาตรมากที่สุด) ที่อุณหภูมิ -2°C จะสังเกตได้ว่าน้ำจะขยายตัวเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 4°C และจะหยุดการขยายตัวเมื่ออุณหภูมิลดลงถึง -2°C ความหนาแน่นสูงสุดของน้ำนี้มีผลสำคัญต่อพฤติกรรมของทะเลสาบน้ำจืดในเขตหนาวกล่าวคือ น้ำที่หนาแน่นที่สุดที่ 4°C จะจมอยู่เบื้องล่างของทะเลสาบขณะที่น้ำที่เย็นกว่าและน้ำแข็ง (ซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่า) จะลอยอยู่ใกล้ผิวบนของทะเลสาบ ข้อนี้มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการแพร่กระจายของอุณหภูมิและการหมุนเวียนของน้ำในแนวตั้งในทะเลสาบ

7. น้ำมีจุดเยือกแข็งที่อุณหภูมิ 0°C น้ำแข็งที่ 0°C จะมีความหนาแน่นไม่ถึง 1 กรัม/ลบ.ซม. และจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น 1/11 ของปริมาตรเดิม ดังนั้นน้ำแข็งจึงลอยน้ำได้เพราะว่ามีน้ำหนักเบากว่าน้ำ ความสมดุลระหว่างน้ำแข็งและน้ำในโลกจึงยังคงอยู่โดยการละลายและการแข็งตัวสลับกันไปตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ถ้าหากว่าเมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็งแล้วมีปริมาตรลดลงเหมือนสสารอื่นทั่ว ๆ ไป จะทำให้น้ำแข็งมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำหรือมีน้ำหนักมากกว่าน้ำนั่นเอง น้ำแข็งก็จะจมลงไปก้นทะเลสาบและมหาสมุทร จากนั้นน้ำก็จะกลายเป็นน้ำแข็งไปเรื่อย ๆ จากกันจนถึงผิวน้ำ สัตว์ส่วนใหญ่จะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ น้ำแข็งจะปกคลุมไปทั่วโลก

8. น้ำมีจุดเดือดสูงคือที่ 100°C ถ้าปราศจากคุณสมบัติข้อนี้แล้ว น้ำจะเป็นแกสมากกว่าจะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ ด้วยเหตุนี้จะทำให้ไม่มีมหาสมุทร ทะเลสาบ แม่น้ำ พืช หรือสัตว์ทั้งหลายในโลก

9. น้ำมีความจุความร้อน (heat capacity) สูงที่สุดในบรรดาของแข็งและของเหลวทั้งหลาย ยกเว้นแอมโมเนียเหลว ความจุความร้อนคือ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความร้อนที่ได้รับและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ความจุความร้อนของน้ำมีความสำคัญต่อสภาวะแวดล้อมทางกายภาพหรือสิ่งมีชีวิต กล่าวคือ ช่วยป้องกันมิให้มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเกินไป การเคลื่อนไหวของน้ำทำให้มีการถ่ายเทความร้อนได้ในปริมาณมหาศาล สำหรับสิ่งมีชีวิตคุณสมบัติอันนี้ก็ได้ช่วยรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายไว้ได้ทั่วถึงทั้งร่างกาย

10. น้ำแข็งมีความร้อนแฝงของการหลอมเหลวสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารอื่น ยกเว้นแอมโมเนีย คือ 80 แคลอรีต่อกรัม นี่หมายความว่า ถ้าจะทำให้น้ำแข็ง 1 กรัมละลายกลายเป็นน้ำ จะต้องใช้ความร้อน 80 แคลอรี คุณสมบัติอันนี้ของน้ำทำให้อุณหภูมิคงที่ระหว่างเกิดการแข็งตัว เนื่องจากรับความร้อนหรือคายความร้อนแฝง

11. น้ำมีความร้อนแฝงของการระเหย (latent heat of evaporation) ถึง 539 แคลอรีต่อกรัม นี่หมายความว่าต้องใช้ความร้อน 539 แคลอรีจึงจะทำให้น้ำ 1 กรัม กลายเป็นไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°ซ ปริมาณความร้อนจำนวนนี้ น้ำต้องการเพื่อนำไปทำลายไฮโดรเจนบอนด์ระหว่างโมเลกุลกันเองเพื่อให้เกิดเป็นโมเลกุลเดี่ยว ๆ ในไอน้ำ

12. แม้ว่าน้ำจะเดือดเป็นไอน้ำที่ 100°ซ แต่ไอน้ำอาจเกิดจากน้ำแข็งหรือน้ำเหลวก็ได้ น้ำที่ระเหยจากผิวน้ำทะเลที่อุณหภูมิก่อกติเป็นสิ่งที่สำคัญต้องบประมาณความร้อน (heat budget) และงบประมาณน้ำ (water budget) ของโลก การระเหยของน้ำที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดต้องใช้ความร้อนแฝงสูงกว่า เพราะว่าที่อุณหภูมิต่ำ น้ำมีไฮโดรเจนบอนด์มากกว่า (มี “กลุ่มโมเลกุล” มากกว่า) การระเหยของน้ำที่อุณหภูมิต่ำ 0°ซ นั้นต้องการความร้อน 597.3 แคลอรีต่อกรัม และที่อุณหภูมิต่ำ 20°ซ ต้องการความร้อน 586 แคลอรีต่อกรัม ในขณะที่การระเหยที่อุณหภูมิต่ำ 100°ซ ต้องการความร้อนน้อยที่สุดคือ 539 แคลอรีต่อกรัม จะสังเกตเห็นได้ว่าขบวนการเหล่านี้เป็นขบวนการแบบผกผันได้ (reversible) ดังนั้นจึงแสดงว่าน้ำเป็นตัวการสำคัญในการถ่ายเทความร้อน

13. น้ำมีแรงตึงผิว (surface tension) สูงที่สุดในบรรดาของเหลว คุณสมบัติข้อนี้ของน้ำนับว่ามีความสำคัญต่อระบบสรีรวิทยาของเซลล์ ควบคุมขบวนการที่ผิวบางประเภท และการเกิดหยดน้ำตลอดจนพฤติกรรมของหยดน้ำ

14. น้ำมีความโปร่งแสงค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสารอื่น ดังนั้นน้ำจึงสามารถดูดซึมพลังงานแสงได้สูงเฉพาะในช่วงอินฟราเรดและอุลตราไวโอเล็ต แต่ในช่วงแสงที่ตามองเห็นได้จะดูดแสงน้อย ดังนั้นจึงมองเห็นว่าน้ำ “ไม่มีสี”

ในตาราง 1.3 ได้แสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ทางฟิสิกส์ของน้ำไว้โดยสรุป ซึ่งคุณสมบัติต่าง ๆ เหล่านี้เห็นว่ามีอากสำคัญมากต่อสภาวะแวดล้อมทางฟิสิกส์และชีววิทยา

ตารางที่ 1.3 คุณสมบัติทางกายภาพ (Physics) ของน้ำ

ความหนาแน่นของน้ำแข็ง (°ซ)	0.9168 g/cm ³	อุณหภูมิวิกฤติ	374.1°ซ	
ความร้อนที่ทำให้ละลาย	79.7 cal/g	ความกดวิกฤติ	218.4 ความกด บารอมเมตริก	
	°ซ	2°ซ	5°ซ	10°ซ
ความถ่วงจำเพาะ (g/cm ³)	0.99987	0.99823	0.9981	0.9584
ความร้อนจำเพาะ (cal/g. °C)	1.0074	0.9986	0.9985	1.0069
ความร้อนแฝง (cal/g)	597.3	586.0	569.0	539.0
การนำความร้อน (cal/cm.sec. °C)	1.39×10 ⁻³	1.40×10 ⁻³	1.52×10 ⁻³	1.63×10 ⁻³
แรงตึงผิว (dyne/cm)	75.64	72.75	67.91	58.80
อัตราความหนืด (10 ⁻⁴ g/cm.sec)	178.34	100.9	54.9	28.4
การเป็นฉนวนไฟฟ้าคงที่ (cgse)	87.825	80.08	69.725	55.355

ที่มา : สุเทพ ดิงศภัทย์ และ เคนซาคุ ทาเคดะ, 2521.

สรุป

อุทกภูมิศาสตร์ (Hydrogeography) หมายถึง วิชาการแขนงหนึ่งของสาขาภูมิศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับการหมุนเวียนของน้ำทุกชนิดบนพื้นโลก อันได้แก่ ความชื้นในบรรยากาศ หยาดน้ำฟ้า น้ำไหลบ่า ความชื้นในดิน น้ำใต้ดิน แม่น้ำลำธาร ทะเลสาบ น้ำในมหาสมุทร และธารน้ำแข็ง น้ำทั้งหลายเหล่านี้หุ้มห่อเปลือกโลกไว้มากกว่า 2 ใน 3 ของพื้นผิวของโลก เราเรียกส่วนที่หุ้มห่อเปลือกโลกที่เป็นน้ำทั้งหมดนี้ว่า **อุทกภาค (hydrosphere)** น้ำทั้งหมดในอุทกภาคนี้มีปริมาตรรวมกันทั้งหมดเกือบ 1,500 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร ในจำนวนนี้เป็นน้ำในมหาสมุทรหรือน้ำเค็มเสียเกือบร้อยละ 94 ที่เหลืออีกประมาณกว่าร้อยละ 6 เป็นน้ำจืด แหล่งน้ำจืดที่นับว่ามีความสำคัญและมีประโยชน์โดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมากที่สุดคือน้ำใต้ดิน (groundwater) ซึ่งเป็นแหล่งน้ำจืดที่มีปริมาณมากที่สุดในบรรดาแหล่งน้ำจืดทั้งหลายและเป็นแหล่งน้ำจืดที่ปลอดภัยจากมลภาวะมากที่สุดอีกด้วย แหล่งน้ำจืดที่มีความสำคัญรองลงมาคือน้ำผิวดิน (surface water) อันได้แก่ หนองบึง ทะเลสาบ และแม่น้ำลำคลองต่าง ๆ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำจืดที่มีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับแหล่งน้ำใต้ดิน และเป็นแหล่งน้ำจืดที่ง่ายต่อการเกิดมลภาวะ

น้ำมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่ไม่เหมือนสารอื่นใดในโลก โมเลกุลของน้ำสามารถแตกตัวเป็นไอออนของไฮโดรเจนและออกซิเจน จึงทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำมีออกซิเจนไว้หายใจ นอกจากนั้นยังเป็นโมเลกุลแบบมีขั้ว (polar molecule) จึงทำให้น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด โมเลกุลของน้ำจะเกาะเกี่ยวกันด้วยไฮโดรเจนบอนด์ (hydrogen bond) เมื่อมีการสร้างหรือการทำลายบอนด์ดังกล่าว จะทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวและเป็นแก๊สในที่สุด ความหนาแน่นของน้ำจะมากที่สุดที่อุณหภูมิ 4°C และน้อยที่สุดที่อุณหภูมิ -22°C ดังนั้นจึงทำให้น้ำที่ก้นทะเลสาบไม่เป็นน้ำแข็งในฤดูหนาวเพราะน้ำเหลวจะมีน้ำหนักมากกว่าน้ำแข็งจึงจมตัวลงสู่ก้นทะเลสาบและดันให้น้ำแข็งลอยตัวสู่น้ำ เนื่องจากน้ำมีความจุความร้อน ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวและความร้อนแฝงของการระเหยสูงที่สุด จึงเป็นการช่วยรักษาระดับอุณหภูมิให้คงที่และไม่เปลี่ยนแปลงเร็วเกินไป น้ำมีความโปร่งแสงค่อนข้างสูงจึงสามารถดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์ไว้ได้สูง คุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำที่กล่าวมานี้ นับว่าเป็นคุณสมบัติที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายบนพื้นโลก

คำถามท้ายบท

1. อุทกภูมิศาสตร์ (Hydrogeography) หมายถึงอะไร ?
2. ในน้ำทะเลมีส่วนประกอบที่เป็นเกลือชนิดใดผสมอยู่บ้างและอย่างไรเปอร์เซ็นต์ ?
3. Permafrost หมายถึงอะไร ? จงอธิบาย
4. คุณใช้คุณสมบัติอะไรในการนำเอาน้ำจืดใต้ดินในภูมิภาคทะเลทรายและกึ่งทะเลทราย ออกมาใช้ประโยชน์ ? จงอธิบาย
5. ทะเลสาบน้ำจืดขนาดใหญ่ในส่วนใหญ่อยู่ในทวีปใดบ้าง ? และทะเลสาบเดี่ยว (ไม่ใช่กลุ่มทะเลสาบ) ที่ใหญ่ที่สุดในโลกคือทะเลสาบอะไร ?
6. ปริมาณสำรองพลวัตหมายถึงอะไร ? จงอธิบาย
7. เหตุใดน้ำจึงสามารถละลายสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายและเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด ?
8. ไฮโดรเจนบอนด์ควบคุมการเปลี่ยนแปลงสถานะทั้งสามของน้ำได้อย่างไร ? จงอธิบาย
9. เหตุใดน้ำในก้นทะเลสาบลึกจึงไม่เป็นน้ำแข็งในฤดูหนาว ?
10. นอกจากไอน้ำจะเกิดจากน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100°ซ แล้ว ทำไมไอน้ำจึงอาจเกิดจากน้ำแข็งหรือน้ำเหลวที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันได้ ? จงอธิบาย