



โครงการจัดทำสื่อ ๒๕ พรรษา
เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ภาคเรียนที่ 2 รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยที่ 4 โลกและการเปลี่ยนแปลง



ชื่อ - ชื่อสกุล.....เลขที่.....
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....โรงเรียน.....

สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 2 รายวิชาวิทยาศาสตร์

หน่วยที่ 4 โลกและการเปลี่ยนแปลง

ชื่อ - ชื่อสกุล..... เลขที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่..... โรงเรียน.....

สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า

กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำชี้แจง

การจัดทำชุดการเรียนรู้สมบูรณ์แบบตามโครงการจัดทำสื่อ 65 พรรษา เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำสื่อที่ช่วยอำนวยความสะดวกแก่ครูและนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กที่ประสบปัญหาครูไม่เพียงพอหรือครูใหม่ที่มีประสบการณ์ในการสอนน้อย ทั้งนี้เพื่อให้โรงเรียนสามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนรู้ของนักเรียน สำหรับชุดการเรียนรู้สมบูรณ์แบบชุดนี้ประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้สมบูรณ์แบบ ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้สมบูรณ์แบบให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยได้ออกแบบให้มีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะเป็นสำคัญ และเพื่อให้สะดวกต่อการนำสื่อชุดนี้ไปใช้ จึงได้จัดแยกเป็นรายชั้นปี (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2 และ 3) แต่ละชั้นปีจัดแยกเป็นหน่วยการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 นี้ ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ โลกและการเปลี่ยนแปลง ดินรอบตัว การใช้พลังงานในท้องถิ่น และการขนส่ง ซึ่งแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการดำรงชีวิตและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของโลกได้ สำหรับหน่วยการเรียนรู้หน่วยนี้เป็นหน่วยที่ 4 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน) นี้ จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในการนำไปใช้เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป และขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ คณาจารย์จากมหาวิทยาลัย นักวิชาการอิสระ และครูผู้สอน ที่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำชุดการเรียนรู้ที่สำเร็จลุล่วง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

สารบัญ

● เรื่องที่ 1 โครงสร้างภายในโลก	1
● เรื่องที่ 2 การผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหิน	13
● เรื่องที่ 3 การผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหิน	24
● เรื่องที่ 4 การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอน	36
● เรื่องที่ 5 การอนุรักษ์ภูมิลักษณะในท้องถิ่น	58
● เรื่องที่ 6 น้ำท่วม	64
● เรื่องที่ 7 แผ่นดินถล่ม	78
● เรื่องที่ 8 การกัดเซาะชายฝั่ง	89
● เรื่องที่ 9 หลุมยุบ	104
● เรื่องที่ 10 แผ่นดินทรุด	115
● เรื่องที่ 11 ช่วยกันลดผลกระทบจากภัยธรรมชาติ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก	124
● แบบฝึกหัดท้ายหน่วย	129
● บรรณานุกรม	137

ใบงาน

เรื่อง โครงสร้างภายในโลก

ภาพแสดงพุน้ำร้อน



ภาพที่ 1 พุน้ำร้อนสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่

ใบงานที่ 1 พุน้ำร้อน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งพุน้ำร้อนต่าง ๆ ที่พบในประเทศไทยในประเด็นต่าง ๆ
ดังนี้

สถานที่ตั้ง

.....
.....
.....

อุณหภูมิของน้ำที่พุขึ้นมา

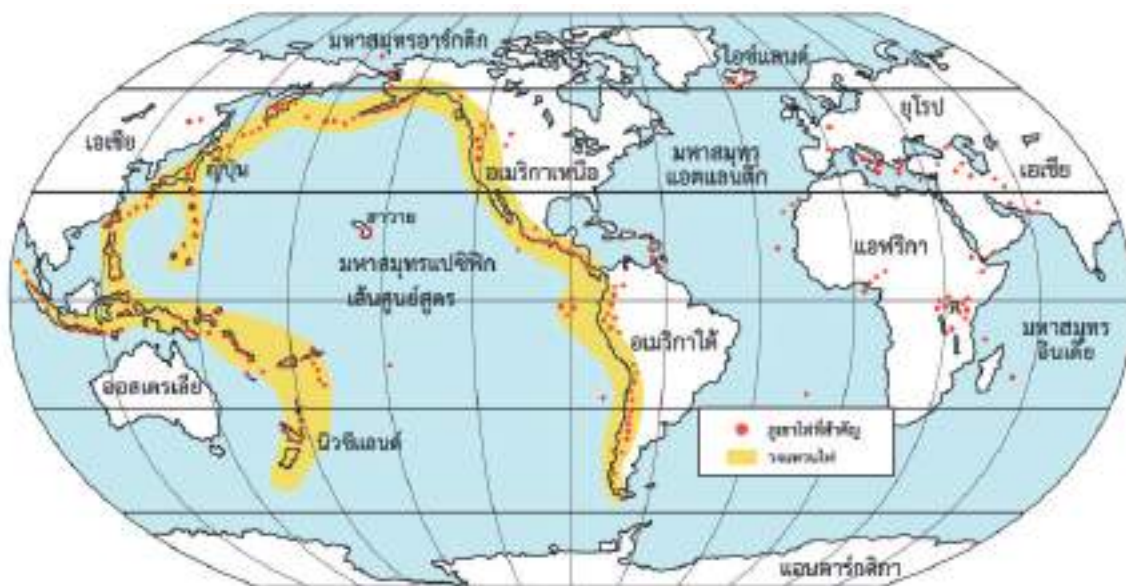
.....
.....

ข้อมูลอื่นๆ ที่สนใจ

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ใบความรู้ที่ 1 หลักฐานที่ช่วยสนับสนุนว่าภายในโลกมีลักษณะเป็นอย่างไร

ภูเขาไฟ (volcano) เป็นภูเขาที่เกิดจากการปะทุของแมกมาจากใต้เปลือกโลก ซึ่งแมกมานั้นเป็นสารเหลวร้อน อาจมีของแข็ง เช่น ผลึกแร่ เศษหิน และ/หรือแก๊สรวมอยู่ด้วย หรือไม่มีเลยก็ได้ เมื่อแมกมาระเบิดขึ้นมาที่ผิวโลกแล้วจะกลายเป็นลาวา (lava) การระเบิดของภูเขาไฟเกิดบ่อยครั้งและเกิดขึ้นอยู่หลายบริเวณของโลก โดยเฉพาะบริเวณขอบทวีปรอบมหาสมุทรแปซิฟิก ที่เรียกว่า วงแหวนไฟ (ring of fire) ซึ่งเป็นแนวตำแหน่งของแผ่นดินไหวและภูเขาไฟมีพลัง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ตำแหน่งภูเขาไฟที่สำคัญบนโลกและตำแหน่งวงแหวนไฟ

การระเบิดของภูเขาไฟเป็นหลักฐานสำคัญที่สนับสนุนว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูง และหลักฐานจากแมกมาทำให้ทราบว่าสสารภายในโลกมีหลายสถานะ ทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ตัวอย่างการระเบิดของภูเขาไฟแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การระเบิดของภูเขาไฟเอตนา (Etna) ประเทศอิตาลี ในปี พ.ศ. 2557

ใบงานที่ 2 หลักฐานที่ช่วยสนับสนุนว่าภายในโลกมีลักษณะเป็นอย่างไร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 หลักฐานที่ช่วยสนับสนุนว่าภายในโลกมีลักษณะเป็นอย่างไร จากนั้นให้ร่วมกันอภิปรายและบันทึกผลการอภิปรายตามประเด็นดังต่อไปนี้

- 1) นอกจากพุน้ำร้อนและการเจาะสำรวจแล้ว มีหลักฐานใดอีกบ้างที่แสดงว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูง และสสารภายในโลกมีหลายสถานะ

.....

.....

.....

.....

.....

- 2) แมกมาและลาวาคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

- 3) วงแหวนไฟคืออะไร และอยู่บริเวณใดของโลก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 1 โครงสร้างภายในโลกมีลักษณะอย่างไร

จุดประสงค์

สืบค้นและสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายลักษณะโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ตามที่ออกแบบ

วิธีการดำเนินกิจกรรม


1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี
2. ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และลงข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี
3. สร้างแบบจำลองลักษณะโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี และระบุนามตราส่วนที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง และนำเสนอแบบจำลองที่สร้างขึ้น

ใบงานที่ 3 โครงสร้างภายในโลกมีลักษณะอย่างไร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม



คำอธิบายเพิ่มเติมจากแบบจำลองหรือรายละเอียดอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. โครงสร้างภายในโลกมีลักษณะอย่างไร เมื่อแบ่งออกตามองค์ประกอบทางเคมี

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

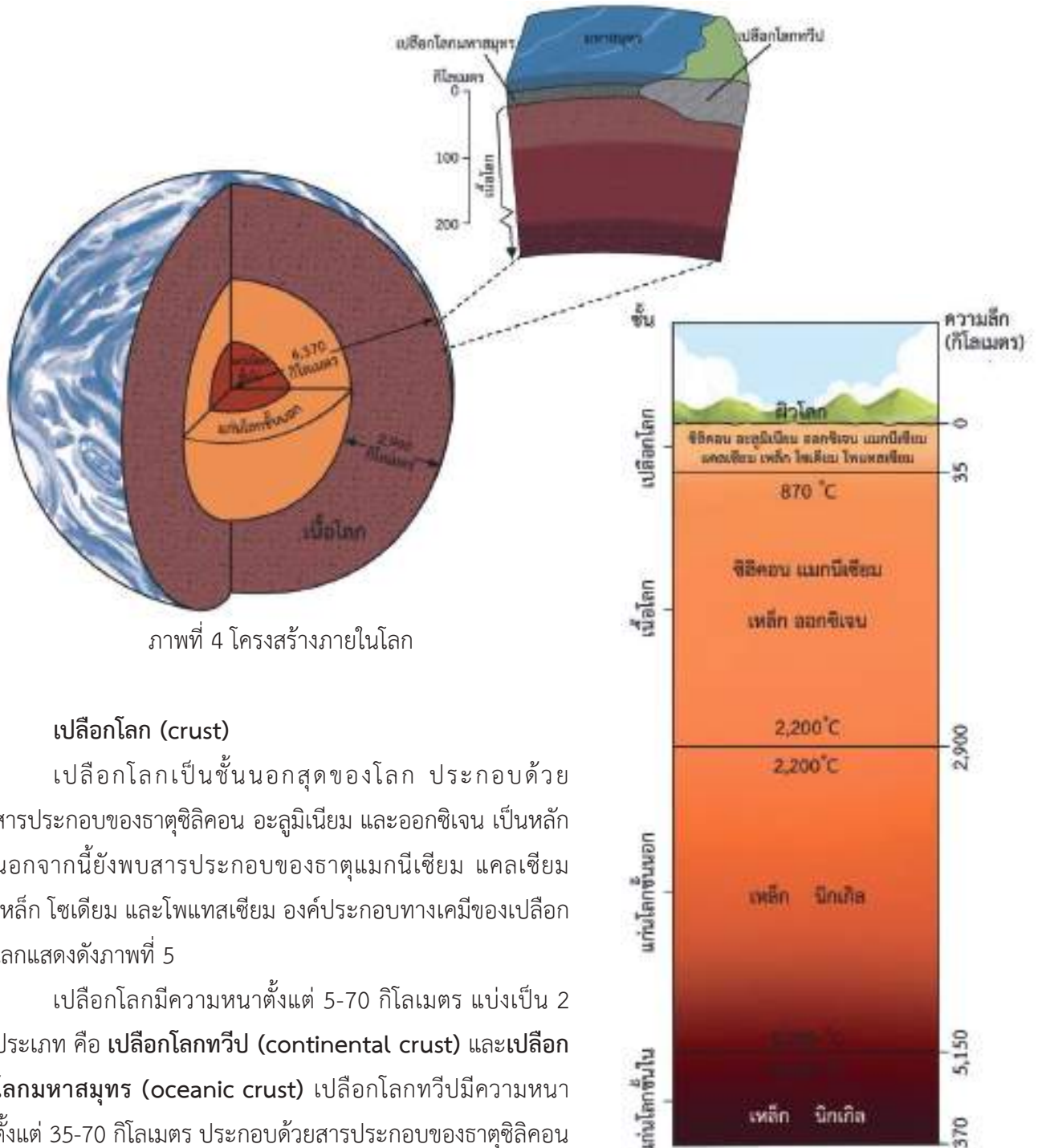
.....

.....

.....

ใบความรู้ที่ 2 ลักษณะโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี

การแบ่งโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมีโดยพิจารณาจากธาตุและสารประกอบทางเคมีสามารถแบ่งได้ 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 โครงสร้างภายในโลก

เปลือกโลก (crust)

เปลือกโลกเป็นชั้นนอกสุดของโลก ประกอบด้วยสารประกอบของธาตุซิลิคอน อะลูมิเนียม และออกซิเจน เป็นหลัก นอกจากนี้ยังพบสารประกอบของธาตุแมกนีเซียม แคลเซียม เหล็ก โซเดียม และโพแทสเซียม องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกโลกแสดงดังภาพที่ 5

เปลือกโลกมีความหนาตั้งแต่ 5-70 กิโลเมตร แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เปลือกโลกทวีป (continental crust) และเปลือกโลกมหาสมุทร (oceanic crust) เปลือกโลกทวีปมีความหนาตั้งแต่ 35-70 กิโลเมตร ประกอบด้วยสารประกอบของธาตุซิลิคอน อะลูมิเนียม และออกซิเจนเป็นหลัก

ภาพที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีและอุณหภูมิภายในชั้นต่าง ๆ ของโลก (การแสดงระยะความลึกในภาพไม่ได้เป็นไปตามมาตราส่วน)

เปลือกโลกมหาสมุทรเป็นเปลือกโลกที่อยู่ใต้มหาสมุทรต่าง ๆ มีความหนาตั้งแต่ 5-10 กิโลเมตร ประกอบด้วย สารประกอบของธาตุซิลิโคน แมกนีเซียม และออกซิเจนเป็นหลัก

เนื้อโลก (mantle)

เนื้อโลกเป็นชั้นที่อยู่ถัดจากเปลือกโลกถึงลงไปด้านใน ประกอบด้วยสารประกอบของธาตุซิลิโคน แมกนีเซียม เหล็ก และออกซิเจน มีความหนาประมาณ 2,900 กิโลเมตร บางส่วนของเนื้อโลกที่ระดับความลึกจากผิวโลกประมาณ 100 กิโลเมตร มีแมกมาปนอยู่ เนื้อโลกบริเวณที่อยู่ใกล้กับเปลือกโลกมีอุณหภูมิประมาณ 870 องศาเซลเซียส ส่วนเนื้อโลกบริเวณที่อยู่ใกล้กับแก่นโลกมีอุณหภูมิประมาณ 2,200 องศาเซลเซียส บริเวณเนื้อโลกมีความดันสูงกว่าบริเวณเปลือกโลก

แก่นโลก (core)

แก่นโลกเป็นชั้นในสุดของโลก ประกอบด้วยโลหะผสมของธาตุเหล็กและนิกเกิล แก่นโลกมีความหนาประมาณ 3,470 กิโลเมตร แบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ แก่นโลกชั้นนอก (outer core) และแก่นโลกชั้นใน (inner core)

แก่นโลกชั้นนอก มีความหนาประมาณ 2,250 กิโลเมตร มีสถานะเป็นของเหลว มีอุณหภูมิตั้งแต่ 2,200-5,000 องศาเซลเซียส และแก่นโลกชั้นในมีความหนาประมาณ 1,220 กิโลเมตร มีสถานะเป็นของแข็ง มีอุณหภูมิประมาณ 5,000 องศาเซลเซียส บริเวณแก่นโลกมีความดันสูงกว่าบริเวณเนื้อโลกและเปลือกโลกตามลำดับ

ยิ่งลึกลงไปจากผิวโลก โครงสร้างโลกแต่ละชั้นนอกจากจะมีอุณหภูมิและความดันที่สูงขึ้นตามลำดับแล้ว ความหนาแน่นของสสารภายในชั้นต่าง ๆ ยังมีค่าสูงขึ้นตามลำดับเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงความหนาแน่นของสสารภายในชั้นต่าง ๆ ของโลก

โครงสร้างภายในโลก	ความหนาแน่น (g/cm ³)
เปลือกโลก	2.2-2.9
เนื้อโลก	3.4-5.6
แก่นโลกชั้นนอก	9.9-12.2
แก่นโลกชั้นใน	12.8-13.1

ที่มา : <https://pubs.usgs.gov/gip/interior/>

ใบงานที่ 4 ลักษณะโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี

คำชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 2 ลักษณะโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี จากนั้นให้ร่วมกันอภิปรายและบันทึกผลการอภิปรายตามประเด็นดังต่อไปนี้

1) เปลือกโลกแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง และแต่ละประเภทมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นอย่างไร

.....
.....
.....
.....

2) เนื้อโลกมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นอย่างไร

.....
.....
.....

3) แก่นโลกแบ่งออกเป็นกี่ชั้นย่อย อะไรบ้าง และแต่ละชั้นย่อยมีสถานะและองค์ประกอบทางเคมีเป็นอย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....

4) เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก มีอุณหภูมิ ความดัน ความหนาแน่น และความหนาของแต่ชั้น เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....

ใบงาน

เรื่อง การผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหิน

ภาพแสดงหินที่ผุพัง



ภาพที่ 1 เศษหินที่ผุพังอยู่บริเวณเชิงเขา (บริเวณลูกศร)

ที่มา : www.pixabay.com/Waldemar Tomczuk



ภาพที่ 2 หินที่ผุพัง ที่สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดพังงา

ใบกิจกรรมที่ 1 การผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร

จุดประสงค์

1. อธิบายกระบวนการผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหินจากแบบจำลอง
2. บอกปัจจัยที่ทำให้หินเกิดการผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพ
3. บอกผลของการผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหินที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง

วัสดุและอุปกรณ์

- | | |
|---|--|
| 1. ดินน้ำมัน | 2 ก้อนเล็ก |
| 2. ปูนปลาสเตอร์ | ประมาณ 500 g (ขึ้นอยู่กับขนาดของแก้วน้ำ) |
| 3. แก้วน้ำแบบกระดาษ | 2 ใบ |
| 4. ลูกโป่งขนาดเล็ก | 2 ใบ |
| 5. ดินสอไม้ | 1 แท่ง |
| 6. กรรไกร | 1 เล่ม |
| 7. ยางรัดของ | 2 เส้น |
| 8. ข้อนพลาสติกหรือแท่งไม้สำหรับ
คนสารผสม | 1 คันหรืออัน |
| 9. หลอดฉีดยาขนาด 50 cm ³
หรือ 100 cm ³ | 1 อัน |
| 10. ปีกเกอร์ขนาด 250 cm ³ | 1 ใบ |
| 11. น้ำสะอาด | ประมาณ 500 ml (ขึ้นอยู่กับปริมาณปูนปลาสเตอร์หรือขนาด
แก้วน้ำที่ใช้) |

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. จัดเตรียมลูกโป่ง จำนวน 2 ใบ และใช้หลอดฉีดยาบรรจุน้ำลงในลูกโป่ง ใบละ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วใช้ยางรัดของมัดบริเวณปากลูกโป่งทั้ง 2 ใบ ให้แน่น
2. นำปลายดินสอเจาะรูที่บริเวณกึ่งกลางของก้นแก้วน้ำ จำนวน 2 ใบ
3. นำลูกโป่งจากข้อที่ 1 ใส่ลงในแก้วแต่ละใบ จัดวางให้ปากลูกโป่งอยู่ที่ตำแหน่งก้นแก้วน้ำ แล้วใช้ปลายดินสอค่อย ๆ ดันปากลูกโป่งให้โผล่พ้นออกจากรูที่เจาะไว้ที่ก้นแก้วน้ำ
4. ใช้ดินน้ำมันกดปิดทับปากลูกโป่งที่ดันออกมาจากก้นแก้วน้ำให้แน่น



การนำลูกโป่งแต่ละใบใส่ลงในแก้วน้ำ



การดึงปากลูกโป่งให้โผล่ออกมาจากแก้วน้ำ



การใช้ดินน้ำมันกดปิดทับปากลูกโป่งไปที่แก้วน้ำ

- ผสมปูนปลาสเตอร์กับน้ำสะอาดในอัตราส่วนปูนปลาสเตอร์ต่อน้ำเป็น 2 ต่อ 1 โดยปริมาตร คนสารผสมให้เข้ากัน แล้วเทลงในแก้วน้ำที่มีลูกโป่งบรรจุอยู่ทั้ง 2 ใบ ให้เทจนระดับผิวของสารผสมปิดทับระดับผิวบนสุดของลูกโป่งพอดี



ภาพแก้วน้ำที่บรรจุสารผสมน้ำกับปูนปลาสเตอร์

- ร่วมกันอภิปรายและตั้งสมมติฐานว่า ถ้านำแก้วน้ำจากข้อ 5. ไปวางไว้ในช่องแช่แข็งจนน้ำเปลี่ยนเป็นน้ำแข็ง และอีกใบไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลาเท่ากัน จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด บันทึกผล
- ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการทดลองนี้ แล้วทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบสมมติฐานบันทึกผล
- สังเกตการเปลี่ยนแปลงของแก้วน้ำทั้ง 2 ใบ จากนั้นใช้กรรไกรค่อย ๆ ตัดแก้วน้ำแต่ละใบออก สังเกตและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น บันทึกผล
- เมื่อสังเกตและบันทึกผลการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภายนอกของแก้วน้ำเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนค่อย ๆ ทุบปูนปลาสเตอร์ออก เพื่อสังเกตและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับน้ำภายในลูกโป่งที่อยู่ด้านใน บันทึกผล

ใบงานที่ 1 การผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

1) การตั้งสมมติฐาน

.....
.....
.....

2) ตัวแปรต้น

.....
.....

3) ตัวแปรตาม

.....
.....

4) ตัวแปรควบคุม

.....
.....
.....
.....

ตาราง แสดงการเปลี่ยนแปลงของชุดการทดลองทั้ง 2 ชุด

ชุดการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
แก้วน้ำที่นำไปวางไว้ที่ ช่องแช่แข็ง

ชุดการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

แก้วน้ำที่นำไปวางไว้ที่ อุณหภูมิห้อง

5) ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่าง 2 ชุดการทดลองที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ผลการทำกิจกรรม เหมือนหรือแตกต่างจากที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. เพราะเหตุใด แก้วน้ำและปูนปลาสเตอร์ที่แข็งตัวในชุดการทดลองแต่ละชุด จึงมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ถ้ากำหนดให้ปูนปลาสเตอร์ที่แข็งตัวแทนหินในธรรมชาติ น้ำที่บรรจุอยู่ในลูกโป่งแทนน้ำที่แทรกอยู่ตามรอยแตกของหิน อุณหภูมิของอากาศในช่องแช่แข็งแทนอุณหภูมิของอากาศในบริเวณหนึ่งที่มีอุณหภูมิลดลงจนถึงจุดเยือกแข็ง จากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเทียบกับสถานการณ์ใดในธรรมชาติ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ผลของการผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหินที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง เมื่อเทียบเคียงจากแบบจำลอง คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

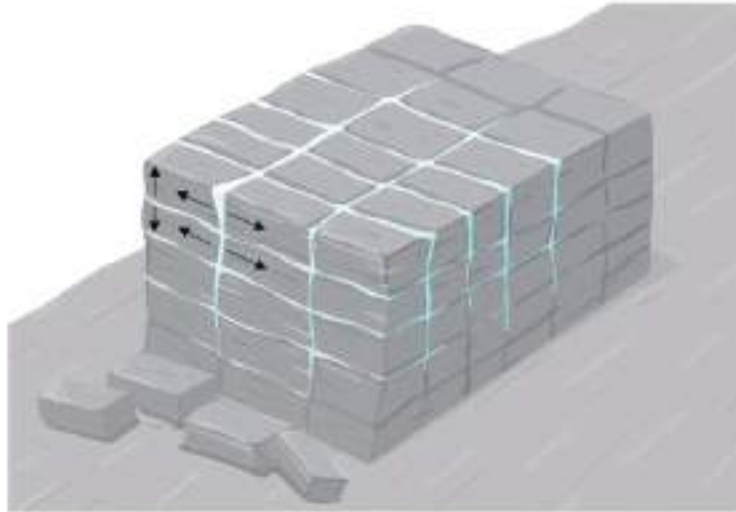
.....

.....

.....

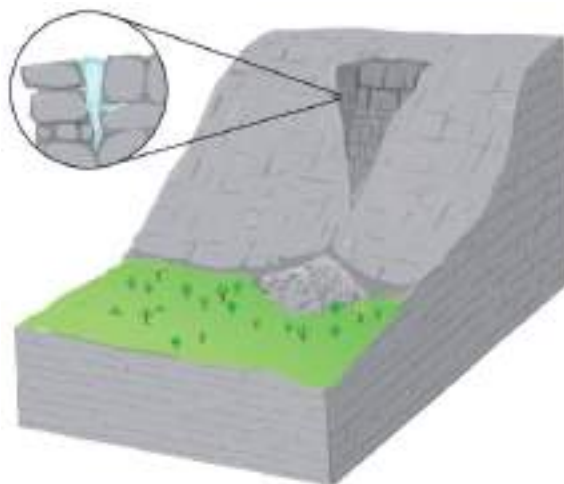
ใบความรู้ที่ 1 การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหิน

ตามธรรมชาติ หินที่มีรอยแตกอาจมีน้ำมาซึ่งอยู่ในรอยแตก เมื่อถึงฤดูหนาวหรือเมื่ออุณหภูมิของอากาศลดลง อุณหภูมิของน้ำที่ซึ่งอยู่ก็จะลดลงไปด้วย ถ้าอุณหภูมิของน้ำลดลงจนถึงจุดเยือกแข็งน้ำจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็งและมีปริมาตรเพิ่มขึ้น และจะดันรอยแตกของหินทำให้ช่องว่างบริเวณรอยแตกมีขนาดใหญ่ขึ้น ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การดันรอยแตกของหินจากการเปลี่ยนสถานะของน้ำจากของเหลวเป็นของแข็ง
ที่มา : ดัดแปลงจาก The Changing Earth: Exploring Geology and Evolution, 2008

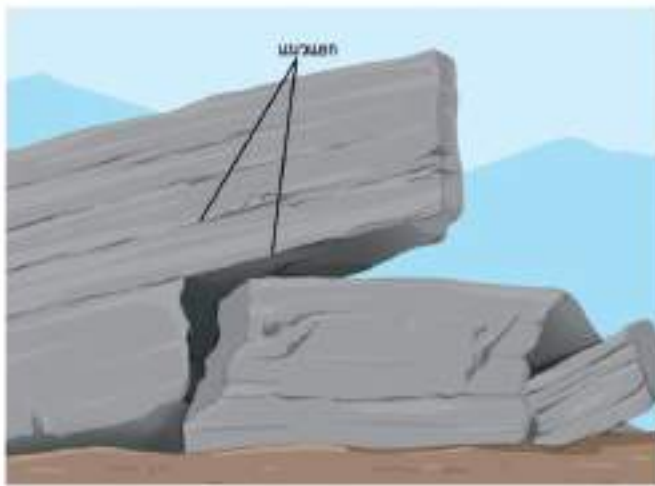
จากภาพที่ 3 การเกิดปรากฏการณ์เช่นนี้ซ้ำกันเป็นเวลานาน ทำให้หินบริเวณรอยแตกหลุดออกจากกันได้ การผุพังของหินในลักษณะดังกล่าวเรียกว่า การผุพังอยู่กับที่ (weathering) ดังภาพที่ 4



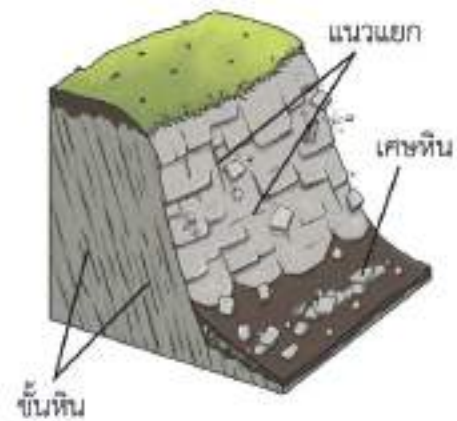
ภาพที่ 4 การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหิน
ที่มา : ดัดแปลงจาก Introduction to Physical Geology, 1997

การผุพังอยู่กับที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะขนาดและรูปร่างของหิน ทำให้หินมีขนาดเล็กลง แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของหิน และชิ้นส่วนต่าง ๆ ยังไม่ถูกนำพาให้กระจัดกระจายไปจากที่เดิม เรียกว่า การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพ (mechanical weathering) เช่น การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหินเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศ

การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหินยังเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น ชนิดของดิน หิน แร่และตะกอนต่าง ๆ ที่มีความทนทานต่อการผุพังแตกต่างกัน โครงสร้างทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ การกระทำของน้ำ ลม สิ่งมีชีวิต อุณหภูมิของอากาศ แรงแม่เหล็กของโลก รวมถึงระยะเวลา ตัวอย่างโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่เอื้อต่อการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหิน แสดงดังภาพที่ 5



ก.



ข.

ภาพที่ 5 การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพของหินเนื่องจากหินมีการวางตัวเป็นชั้น ๆ และมีแนวแยกในเนื้อหิน

ใบงานที่ 2 การผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหิน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 การผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหิน จากนั้นให้ร่วมกันอภิปรายและบันทึกผลการอภิปรายตามประเด็นดังต่อไปนี้

1) กระบวนการผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหินมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) การผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหินเกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) ยกตัวอย่างผลของการผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพของหินที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงาน

เรื่อง การผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหิน

ภาพแสดงหินที่ผุพังจนเนื้อหินมีลักษณะเป็นริ้วร่องลึก



ภาพที่ 1 หินที่มีลักษณะเว้าแหว่งเป็นริ้วร่องลึกลงไปเนื้อหิน

ที่มา: www.pixabay.com/Herbert Bieser



ภาพที่ 2 หินที่มีลักษณะเว้าแหว่งเป็นริ้วร่องลึกลงไปเนื้อหิน

ที่มา: www.pixabay.com/Hans Braxmeier

ใบกิจกรรมที่ 1 การผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร

จุดประสงค์

1. อธิบายกระบวนการผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหินจากแบบจำลอง
2. บอกปัจจัยที่ทำให้หินเกิดการผูกพันอยู่กับที่ทางเคมี
3. บอกผลของการผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหินที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง

วัสดุและอุปกรณ์

- | | |
|--|--------------------------|
| 1. หินปูน | 1 ก้อน |
| 2. หลอดหยด | 1 อัน |
| 3. แวนชยาย | 1 อัน |
| 4. แวนนิรภัยป้องกันสารเคมี จำนวนเท่ากับคนในกลุ่ม | |
| 5. ถุงมือป้องกันสารเคมี จำนวนเท่ากับคนในกลุ่ม | |
| 6. ผ้าแห้ง | 1 ผืน |
| 7. ปีกเกอร์ขนาด 50 cm ³ | 1 ใบ |
| 8. กรดซัลฟิวริกเจือจาง 0.1 mol/l | ประมาณ 5 cm ³ |
| 9. น้ำกลั่น | ประมาณ 5 cm ³ |

ข้อควรระวัง

เพื่อความปลอดภัยในการทำกิจกรรม ขณะที่ทำกิจกรรมให้นักเรียนสวมแวนนิรภัยป้องกันสารเคมีและถุงมือป้องกันสารเคมีตลอดเวลา และห้ามสูดดมกรดซัลฟิวริก เนื่องจากกรดซัลฟิวริกสามารถทำอันตรายต่อผิวหนังและระบบทางเดินหายใจได้ เมื่อใช้กรดซัลฟิวริกเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ปิดขวดที่บรรจุกรดทันที

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. เตรียมหินปูน ล้างและเช็ดให้แห้ง จากนั้นร่วมกันอภิปรายและตั้งสมมติฐานว่าการหยดน้ำกลั่น 1 หยดลงบนหินปูน จะมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างจากการหยดกรดซัลฟิวริกเจือจาง 1 หยด ลงไปที่หินปูนหรือไม่ อย่างไร บันทึกผล



การหยดกรดซัลฟิวริกเจือจางลงบนหินปูน

2. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการทดลองนี้ แล้วทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น บันทึกผล

ใบงานที่ 1 การผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

1) การตั้งสมมติฐาน

.....
.....
.....

2) ตัวแปรต้น

.....
.....

3) ตัวแปรตาม

.....
.....

4) ตัวแปรควบคุม

.....
.....
.....
.....

ตาราง แสดงการเปลี่ยนแปลงของชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
การหยดน้ำกลั่นลงไป ที่หินปูน
การหยดกรดซัลฟิวริก เจือจางลงไปที่หินปูน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. หลังจากหยดน้ำกลั่นและกรดซัลฟิวริกเจือจางลงไปที่หินปูนแล้ว มีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้นบ้าง
.....
.....
.....
2. ผลการทำกิจกรรม เหมือนหรือแตกต่างจากที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ อย่างไร
.....
.....
.....
3. จากแบบจำลอง ถ้ากำหนดให้หินปูนแทนหินปูนที่อยู่บริเวณต่าง ๆ ในธรรมชาติ กรดซัลฟิวริกเจือจางแทนสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดเล็กน้อยที่เกิดจากฝนทำปฏิกิริยาเคมีกับแก๊สบางชนิดในอากาศ นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์ใดในธรรมชาติจะเกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยดังกล่าวนี้
.....
.....
.....
4. ผลของการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของหินที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง เมื่อเทียบเคียงจากแบบจำลองคืออะไร
.....
.....
.....
5. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
.....
.....
.....

ใบความรู้ที่ 1 การผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของหิน

ในธรรมชาติ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศจะทำปฏิกิริยาเคมีกับแก๊สออกซิเจนในอากาศ ทำให้เกิดแก๊สซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับฝนได้สารละลายที่เป็นกรด เมื่อสารละลายที่เป็นกรดดังกล่าวมาสัมผัสกับหินที่มีสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) เป็นองค์ประกอบ เช่น หินปูน หินโดโลไมต์ หินอ่อน สารละลายดังกล่าวจะทำปฏิกิริยากับสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต สังเกตได้จากการเกิดฟองแก๊ส ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางเคมี (chemical weathering) การผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของหินเนื่องจากสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดในลักษณะนี้ไม่ได้เกิดโดยทั่วไปในธรรมชาติ แต่จะพบในบริเวณที่มีการปลดปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกมาในปริมาณมาก เช่น บริเวณที่เกิดภูเขาไฟระเบิด บริเวณโรงงานอุตสาหกรรมบางแห่ง



ภาพที่ 3 แสดงกระบวนการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของหินจากแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศ

นอกจากนั้นในอากาศยังมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบ เมื่อแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศทำปฏิกิริยาเคมีกับฝนจะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ซึ่งเป็นกรดอ่อน กรดนี้เมื่อสัมผัสกับหินที่มีสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบจะเกิดปฏิกิริยาเคมี ทำให้เกิดสารใหม่ คือ สารละลายแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) ซึ่งสามารถถูกชะล้างออกไปได้ ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นนี้ทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางเคมี ซึ่งการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของหินเนื่องจากกรดคาร์บอนิกในลักษณะนี้ สามารถพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ



ภาพที่ 4 แสดงกระบวนการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของหินจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ

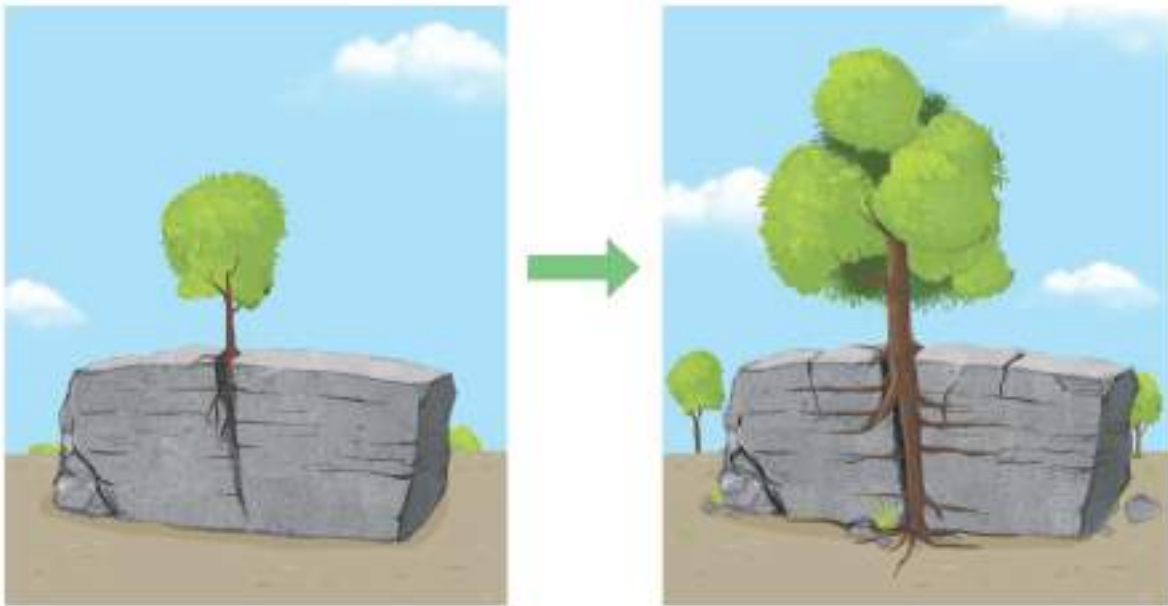
การผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของหินจนทำให้หินผุพังจนมีลักษณะเว้าแหว่งหรือมีลักษณะเป็นรูร่องลึกลงไปใ้ในเนื้อหิน ภูมิลักษณะดังกล่าวนี้เรียกว่า คาสต์ (karst) ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 หินปูนที่มีลักษณะเป็นรูร่องลึกหรือมีลักษณะเป็นยอดแหลมตะปุ่มตะป่ำในเนื้อหินที่บ้านพุปลู อำเภอยะโยค จังหวัดกาญจนบุรี

สิ่งมีชีวิตเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพและทางเคมีได้ เช่น การเจริญเติบโตของต้นไม้บนหินที่มีรอยแตก ดังภาพที่ 6 เมื่อเวลาผ่านไปต้นไม้มีการเจริญเติบโตมากขึ้น รากที่ซอนไ้ลงไปใ้ในรอยแตกจะมีจำนวนมากขึ้นและมีขนาดใหญ่ขึ้น รากที่มีขนาดใหญ่จะดันรอยแตกของหินให้กว้างมากขึ้น จนทำให้หินแตกออกจากกันได้ซึ่งเป็นการผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพ และในขณะเดียวกันที่ปลายรากของ

ต้นไม้บางชนิดจะมีสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดอย่างอ่อน ปฏิกริยาเคมีระหว่างสารละลายกับสารประกอบของหินบางชนิดที่รากซอนไชลงไป จะทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีร่วมด้วย



ภาพที่ 6 การเจริญเติบโตของต้นไม้บนหินที่มีรอยแตก ทำให้หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทั้งทางกายภาพและทางเคมีร่วมกัน

นอกจากนั้นพื้นที่บริเวณใต้ดินที่มีหินที่มีสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลัก อาจเกิดการผุพังโดยการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้ คือเมื่อฝนเกิดปฏิกิริยาเคมีกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศจะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก เมื่อกรดเจือจางนี้ไหลซึมลงสู่ใต้ดินและไปสัมผัสกับหินที่มีสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ จะเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดสารใหม่ คือ สารละลายแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตซึ่งสามารถละลายน้ำได้ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทำให้เนื้อหินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทางเคมี การผุพังที่เกิดขึ้นเป็นเวลานานทำให้ช่องว่างของหินมีขนาดใหญ่ขึ้นจนปรากฏเป็นโพรงหรือถ้ำใต้ดิน ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ถ้ำ

ที่มา : [www.pixabay.com/Cosmin Iovan](http://www.pixabay.com/Cosmin_Iovan)

การผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของหินเกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ เช่น การเกิดปฏิกิริยาเคมีชนิดของดิน หิน แร่และตะกอนต่าง ๆ การกระทำของน้ำ สิ่งมีชีวิต อุณหภูมิของอากาศ รวมถึงระยะเวลา การผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของหินเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น ทำให้หินมีลักษณะ สีเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม รวมถึงทำให้เกิดภูมิลักษณะแบบคาสต์ ทำให้เกิดถ้ำใต้ดิน รวมถึงหลุมยุบได้

ใบงานที่ 2 การผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหิน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 การผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหิน จากนั้นให้ร่วมกันอภิปรายและบันทึกผลการอภิปรายตามประเด็นดังต่อไปนี้

1) กระบวนการผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหินมีลักษณะอย่างไร

.....
.....
.....
.....

2) การผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหินเกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยใดบ้าง

.....
.....
.....

3) กรดคาร์บอนิกเมื่อสัมผัสกับหินที่มีสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....

4) คาสต์ คืออะไร

.....
.....
.....
.....

5) ยกตัวอย่างผลของการผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหินที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6) การผูกพันอยู่กับที่ทางกายภาพและทางเคมีของหิน เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงาน

เรื่อง การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอน

ภาพแสดงธารน้ำที่ไหลคดเคี้ยว



ภาพที่ 1 ธารน้ำที่มีการไหลคดเคี้ยว

ใบกิจกรรมที่ 1 การกรองและการสะสมตัวของตะกอนในธารน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร

จุดประสงค์

1. อธิบายกระบวนการกรองและการสะสมตัวของตะกอนในธารน้ำจากแบบจำลอง
2. ยกตัวอย่างภูมิลักษณะที่เกิดจากการกรองและการสะสมตัวของตะกอนจากแบบจำลอง

วัสดุและอุปกรณ์

1. ทรายหยาบหรือทรายละเอียด ประมาณ 9,000 กรัม
(ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของกระบะพลาสติก)
2. กระบะพลาสติก 1 ใบ
3. ภาชนะใส่น้ำหรือถังใส่น้ำ 1 ใบ
4. สายยางขนาดเล็ก ยาวประมาณ 1 เมตร 1 เส้น
5. น้ำสะอาด

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. สร้างแบบจำลองภูมิประเทศที่มีธารน้ำไหลผ่าน โดยนำทรายมาเกลี่ยลงในกระบะพลาสติก จากนั้นปล่อยน้ำจากถังน้ำผ่านทางสายยางไปที่ภูมิประเทศจำลองอย่างต่อเนื่อง ดังภาพ



บริเวณกึ่งกลางของขอบกระบะให้เจาะรูระบายน้ำออก จำนวน 1 รู โดยเจาะให้อยู่ชิดกับพื้นกระบะ ขนาดของรูที่เจาะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร

การปล่อยน้ำลงไปสู่ภูมิประเทศจำลอง

2. ร่วมกันอภิปรายและตั้งสมมติฐานว่า ถ้าปล่อยน้ำให้ไหลลงไปที่ภูมิประเทศจำลองอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาประมาณ 15 นาที ในช่วงก่อนปล่อยน้ำ ขณะปล่อยน้ำ และหลังปล่อยน้ำ ภูมิประเทศจำลองจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร บันทึกผล
3. ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น บันทึกผล
4. ร่วมกันสังเกตแบบจำลองว่ามีภูมิลักษณะจำลองใดเกิดขึ้นบ้าง และภูมิลักษณะจำลองดังกล่าวมีลักษณะอย่างไร
5. นำเสนอแบบจำลองการกรองและการสะสมตัวของตะกอนในธารน้ำ และภูมิลักษณะจำลองที่เกิดขึ้น แล้วร่วมกันอภิปรายว่าสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นไปตามที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ อย่างไร

ใบงานที่ 1 การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนในธารน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

1) การตั้งสมมติฐาน

.....

.....

.....

2) การเปลี่ยนแปลงของภูมิภาคจำลองที่เกิดขึ้น เมื่อมีการปล่อยน้ำให้ไหลลงไปที่ภูมิภาคจำลองอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาประมาณ 15 นาที ในช่วงก่อนปล่อยน้ำ ขณะปล่อยน้ำ และหลังปล่อยน้ำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) มีภูมิลักษณะจำลองใดเกิดขึ้นบ้าง และภูมิลักษณะจำลองดังกล่าวมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ผลการทำกิจกรรม เหมือนหรือแตกต่างจากที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. ภูมิประเทศจำลองเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนปล่อยน้ำ ระหว่างปล่อยน้ำ และหลังปล่อยน้ำ มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

3. จากแบบจำลอง พบการกัดเซาะและการสะสมตัวของทราย ณ บริเวณใดบ้าง และเทียบได้กับสิ่งใดในธรรมชาติ

.....

.....

.....

.....

.....

4. ยกตัวอย่างภูมิลักษณะที่เกิดจากการกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนจากแบบจำลอง

.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. จากกิจกรรมสรุปได้ว่าอย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ใบความรู้ที่ 1 การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอน และภูมิลักษณะที่เกิดขึ้น

ในธรรมชาติ เมื่อหินในพื้นที่หนึ่งมีการผุพังอยู่กับที่เป็นเศษหินหรือตะกอนขนาดต่าง ๆ อาจเกิดการนำพา (transportation) ให้เศษหินหรือตะกอนดังกล่าวเคลื่อนที่กระจัดกระจายไปจากตำแหน่งเดิมโดยตัวนำพาตามธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม ธารน้ำแข็ง ร่วมกับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ แรงโน้มถ่วงของโลก ชนิดของดิน หิน แร่ และตะกอนต่าง ๆ โครงสร้างทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ ปริมาณพืชปกคลุมดิน สภาพอากาศ สารละลาย และระยะเวลา

กระบวนการที่ทำให้วัตถุบนผิวโลกเคลื่อนที่ไป หลุดไปหรือละลายไป เนื่องด้วยตัวนำพาและปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าว เรียกว่า การกร่อน (erosion) ดังภาพที่ 2 การกร่อนในแต่ละพื้นที่ที่มีความรุนแรงแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดของตะกอนที่มีขนาดแตกต่างกัน ตะกอนที่มีขนาดใหญ่จะคงทนต่อการกร่อนได้มากกว่าตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า



ภาพที่ 2 การกร่อน

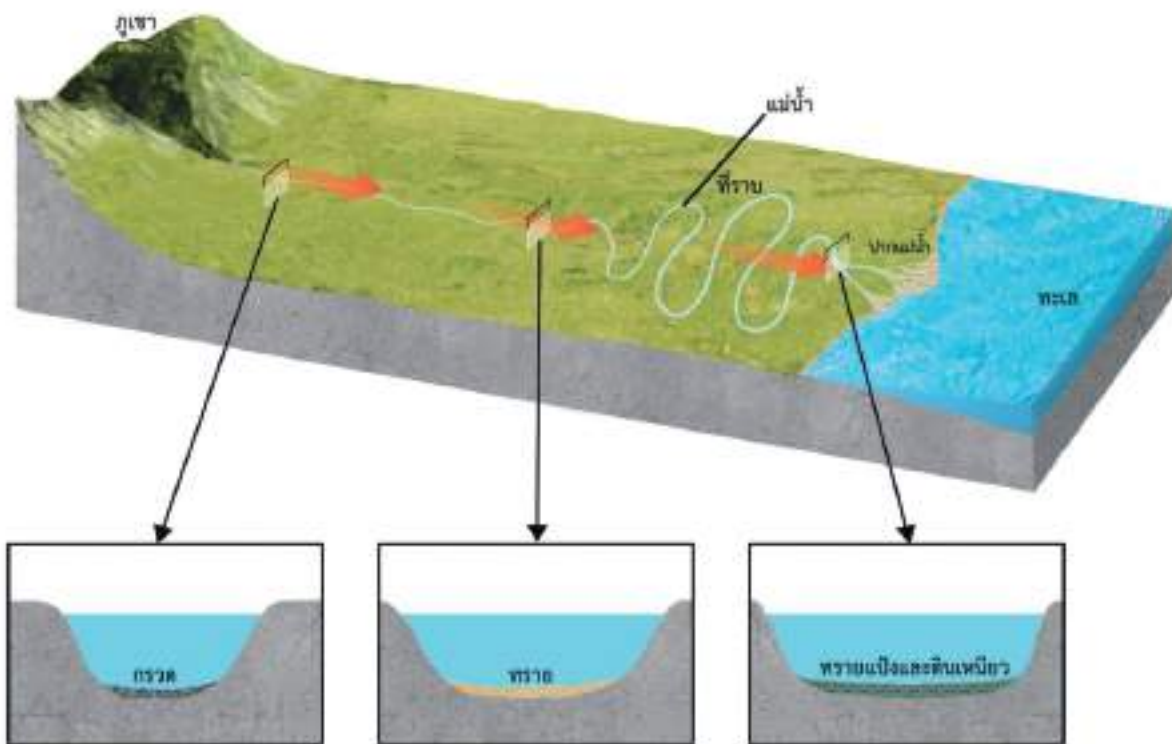
เศษหินขนาดต่าง ๆ ที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ อาจถูกนำพาไปกับกระแสน้ำในธารน้ำหรือแม่น้ำ และจะมีการสะสมตัวของตะกอน (deposition) ตามช่วงต่าง ๆ ของธารน้ำหรือแม่น้ำ ดังภาพที่ 3 และ 4 ตะกอนที่มีขนาดใหญ่จะตกตะกอนสะสมตัวในช่วงต้นน้ำ และตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่าจะถูกนำพาไปกับกระแสน้ำต่อไป และจะไปสะสมตัวอยู่บริเวณปลายน้ำหรือใกล้ปลายน้ำก่อนออกสู่ทะเลหรือที่ปลายน้ำ ตะกอนส่วนใหญ่ที่พบในบริเวณนี้จะมีขนาดละเอียดมาก เช่น ดินเหนียว

ขณะที่ตะกอนถูกนำพาไปกับกระแสน้ำ เศษหินหรือตะกอนอาจขัดสีและกระแทกกันทำให้เกิดการแตกหักเป็นชิ้นที่มีขนาดเล็กลง ทำให้มีลักษณะและรูปร่างเปลี่ยนแปลงไป อาจมีผิวเรียบและมีลักษณะมนมากขึ้น



ภาพที่ 3 การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนในช่วงต่าง ๆ ของธารน้ำหรือแม่น้ำ

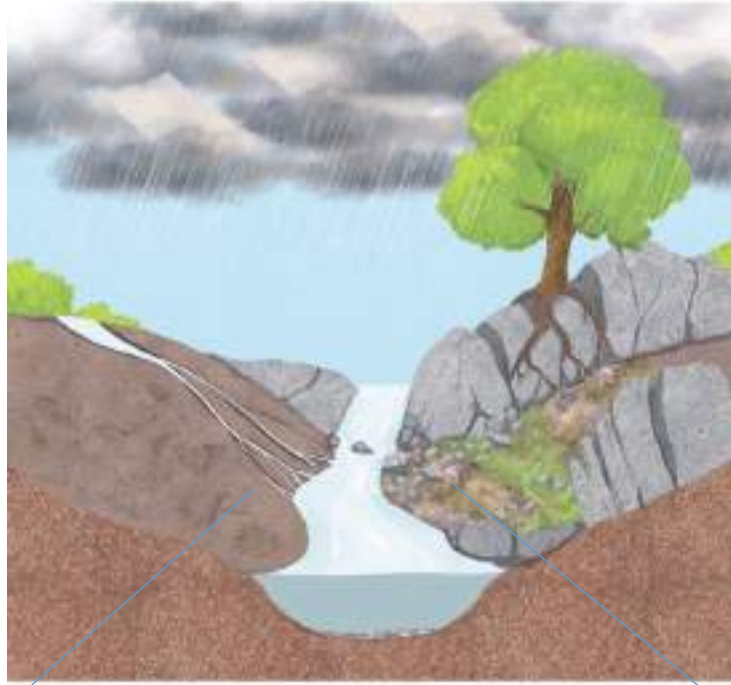
ที่มา : ดัดแปลงภาพจาก Physical Geology: Earth Revealed, 2008



ภาพที่ 4 แสดงขนาดตะกอนที่พบในช่วงต่าง ๆ ของธารน้ำหรือแม่น้ำ

ที่มา : ดัดแปลงภาพจาก Introduction to Physical Geology, 1997

ในธรรมชาติการผุพังอยู่กับที่ การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนนั้น เป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรหิน ในช่วงการเกิดหินตะกอน ดังภาพที่ 5



การผุพังอยู่กับที่ทางเคมี
ได้เป็นสารละลายต่าง ๆ

การนำพาไปแหล่งสะสมตะกอน

การตกตะกอนหรือการตกผลึก

การแข็งตัวกลายเป็นหินตะกอนเนื้อผลึก

หินตะกอน (มีเนื้อเป็นผลึก)

การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพ
ได้เป็นกรวด หินทราย หินทรายแป้ง ดินเหนียว

การนำพาไปแหล่งสะสมตะกอน

การสะสมตัวของตะกอน

การแข็งตัวกลายเป็นหินตะกอนเนื้อเม็ด

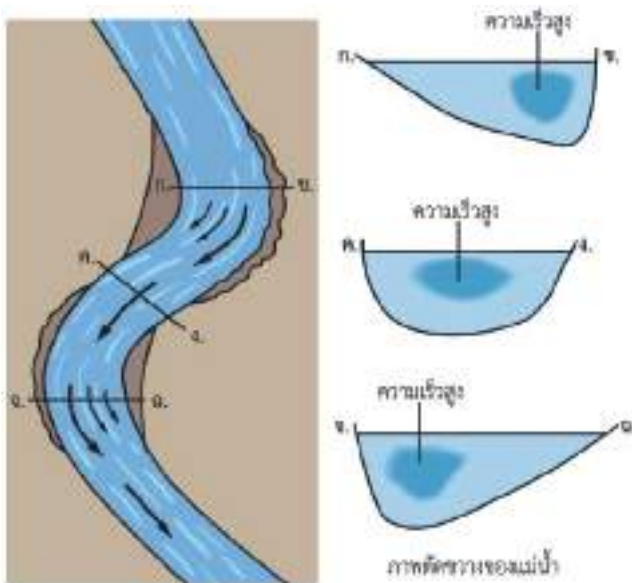
หินตะกอน (มีเนื้อเป็นเม็ดตะกอน)

ภาพที่ 5 แสดงการกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนจนกลายเป็นหินตะกอน

ที่มา : ดัดแปลงภาพจาก The Changing Earth: Exploring Geology and Evolution, 2008

ในธรรมชาติร่องน้ำหนึ่ง ๆ เมื่อเกิดการกร่อนเป็นเวลานาน ร่องน้ำจะมีขนาดใหญ่ขึ้นจนกลายเป็นแม่น้ำ และจะมีลักษณะ รูปร่าง และทิศทางเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ความเร็วของกระแสในแต่ละช่วงหรือแต่ละบริเวณของแม่น้ำจะมีความเร็วแตกต่างกัน ทำให้บางช่วงหรือบางบริเวณของแม่น้ำเกิดการกร่อนหรือเกิดการสะสมตัวของตะกอนขึ้น

จากภาพที่ 6 บริเวณโค้งน้ำด้านนอก ความเร็วของกระแสน้ำบริเวณ ข. และ จ. จะมีความเร็วสูง เพราะเป็นบริเวณที่ถูกปะทะโดยตรงจากกระแสน้ำ ทำให้ตะกอนบริเวณนี้ถูกกร่อนออกไปได้มาก แต่บริเวณ ก. และ ฉ. ซึ่งเป็นบริเวณโค้งน้ำด้านใน ความเร็วของกระแสน้ำจะต่ำกว่าบริเวณ ข. และ จ. ทำให้ตะกอนที่ถูกนำพามากับกระแสน้ำมีการสะสมตัวของตะกอน ณ บริเวณโค้งน้ำด้านในนี้ ถ้าการไหลของกระแสน้ำยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง บริเวณ ข. และ จ. จะเกิดการกร่อนไปเรื่อย ๆ ในขณะที่บริเวณ ก. และ ฉ. จะเกิดการสะสมตัวของตะกอนมากขึ้นเรื่อย ๆ จนเกิดเป็นแผ่นดินงอกยื่นเข้าไปในแม่น้ำมากขึ้น ๆ การเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้เมื่อเกิดขึ้นเป็นระยะเวลาานาน แม่น้ำจะเกิดการไหลในลักษณะโค้งตัว มากขึ้นดังภาพที่ 7



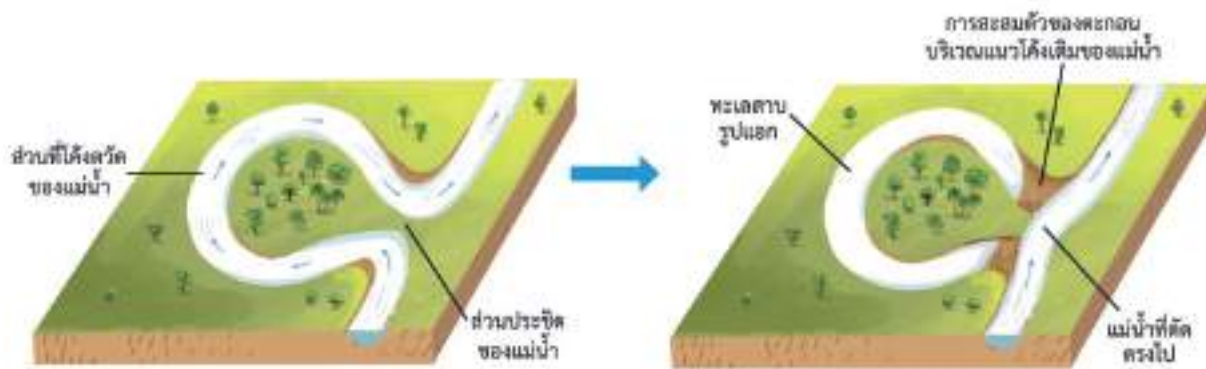
ภาพที่ 6 ความเร็วของกระแสน้ำ ณ บริเวณต่าง ๆ ของแม่น้ำ ทำให้บริเวณ ก. และ ฉ. มีการสะสมตัวของตะกอนเกิดขึ้น และบริเวณ ข. และ จ. เกิดการกร่อน

ภาพที่ 7.แม่น้ำที่มีการไหลโค้งตัว

จากภาพที่ 6 ถ้ากระแสน้ำในแม่น้ำยังคงมีการไหลอย่างต่อเนื่อง ทิศทางการไหลของแม่น้ำจะโค้งตัวมากขึ้น กล่าวคือ กระแสน้ำจะไหลปะทะด้าน ข. และ จ. ไปทีละน้อย ในขณะเดียวกันตลิ่งด้านที่อยู่ตรงข้าม คือ ด้าน ก. และ ฉ. จะมีการสะสมตัวของตะกอนที่บดงอกยื่นเข้ามาที่ละน้อยเช่นเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้เป็นเวลานานทำให้แม่น้ำมีลักษณะโค้งตัวมากขึ้น จนกลายเป็นแม่น้ำโค้งตัว (meandering stream) ถ้าหากการโค้งตัวมีการประชิดกันมากขึ้น ดังภาพที่ 8 กระแสน้ำจะกัดเซาะตรงส่วนประชิดของแม่น้ำให้ขาดและกลายเป็นแม่น้ำที่ตัดตรงไป ส่วนที่โค้งตัวของแม่น้ำจะกลายเป็นบึงหรือทะเลสาบรูปแอก (oxbow lake) ซึ่งมีลักษณะเป็นบึงหรือทะเลสาบรูปโค้งคล้ายแอก ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 8 แม่น้ำที่มีการโค้งตัวจนเกือบประชิดกัน



การโค้งตัวของแม่น้ำจนเกือบประชิดกัน

แม่น้ำเปลี่ยนเส้นทางการไหล จากแนวโค้งเดิมเป็น
ตัดตรงไป ทำให้แม่น้ำโค้งเดิมถูกตัดขาดเกิดเป็น
ทะเลสาบรูปแอก

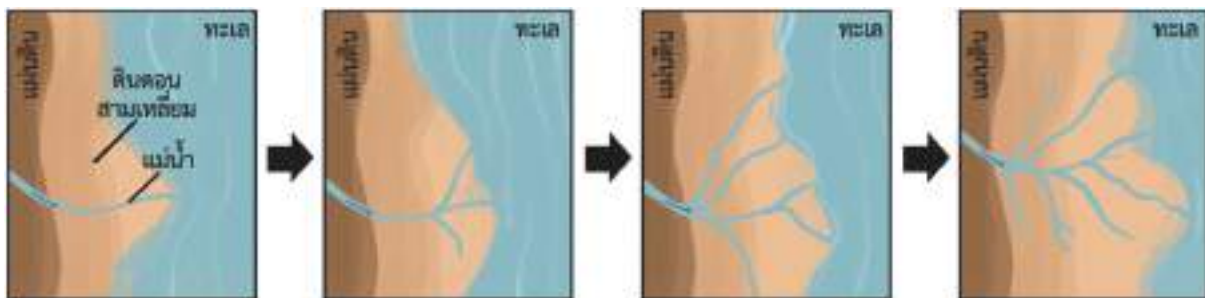
ภาพที่ 9 การเกิดทะเลสาบรูปแอก

ในธรรมชาติ บางช่วงของธารน้ำหรือแม่น้ำอาจมีการเปลี่ยนระดับความสูงของการไหลจากหุบเขาชั้น
ลงสู่ที่ราบ ทำให้ความเร็วของกระแสน้ำลดลงจนไม่สามารถนำพาตะกอนบางส่วนต่อไปได้ ตะกอนดังกล่าวจึง
ตกตะกอนสะสมตัวในลักษณะที่แยกกระจายออกไปบริเวณรอบข้างเป็นรูปพัด เรียกว่า แหล่งตะกอนน้ำพารูป
พัด (alluvial fan) ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แหล่งตะกอนน้ำพารูปพัด

นอกจากนั้น บริเวณปากแม่น้ำซึ่งเป็นบริเวณเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำกับทะเลหรือมหาสมุทร เมื่อน้ำจากแม่น้ำไหลออกสู่ทะเลหรือมหาสมุทร ความเร็วของกระแสในแม่น้ำจะลดลง ทำให้ตะกอนที่ถูกนำพามากับกระแสน้ำตกตะกอนสะสมตัวอยู่ตรงบริเวณปากแม่น้ำ ดังภาพที่ 11 การสะสมตัวของตะกอนดังกล่าวเป็นเวลานานทำให้ตะกอนบริเวณปากแม่น้ำมีระดับสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกลายเป็นแผ่นดินแผ่กระจายกว้างต่อเนื่องกันตรงปากแม่น้ำ เรียกภูมิลักษณะดังกล่าวว่า **ดินดอนสามเหลี่ยม (delta)** ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 11 การเกิดและการเพิ่มขนาดของดินดอนสามเหลี่ยม



ภาพที่ 12 ดินดอนสามเหลี่ยม

ภูมิลักษณะที่เกิดจากการกร่อนของหินที่พบบริเวณพื้นของธารน้ำหรือแม่น้ำอีกลักษณะหนึ่ง เช่น **กุ่มลักษณะ (pothole)** ดังภาพที่ 13 มีลักษณะเป็นบ่อกลมรูปคล้ายหม้อ เกิดขึ้นเนื่องจากกระแสน้ำในแม่น้ำได้นำพาเอากรวดหรือทรายมาหมุนวนอยู่บนผิวหน้าหินจนเกิดเป็นแอ่งเล็ก ๆ การหมุนวนของกรวดหรือทรายเป็นเวลานานทำให้แอ่งนี้มีความลึกและมีความกว้างเพิ่มมากขึ้น จนพัฒนากลายเป็นบ่อที่มีลักษณะกลมคล้ายรูปหม้อ ส่วนใหญ่จึงพบบ่อนกรวดหรือทรายที่ขุดหินอยู่ที่ก้นแอ่งหินเหล่านี้



ภาพที่ 13 กุ่มลักษณะ ที่สามพันโบก อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี

แก่ง (rapids) เป็นภูมิลักษณะหนึ่งที่มีลักษณะเป็นหินโผล่อยู่บริเวณในธารน้ำหรือแม่น้ำ โดยกระแสน้ำจะไหลผ่านก้นเขาชันหินทั้งที่รองรับอยู่ด้านล่างและที่ขวางทางน้ำไหล การกั้นเขาในลักษณะนี้ทำให้เกิดเป็นแก่ง

โกรกธารหรือออบ (gorge) เป็นภูมิลักษณะหนึ่งที่เกิดจากการกร่อน โดยธารน้ำหรือแม่น้ำจะกัดเซาะชั้นหินที่ขวางทางน้ำไหลลงไปทางลึกเรื่อย ๆ เป็นเวลานาน และอาจเกิดร่วมกับการยกตัวขึ้นของเปลือกโลกอย่างช้า ๆ การกัดเซาะนี้ทำให้เกิดเป็นช่องแคบของทางน้ำระหว่างหุบเขา ตัวอย่างโกรกธารหรือออบแสดงดังภาพที่ 14



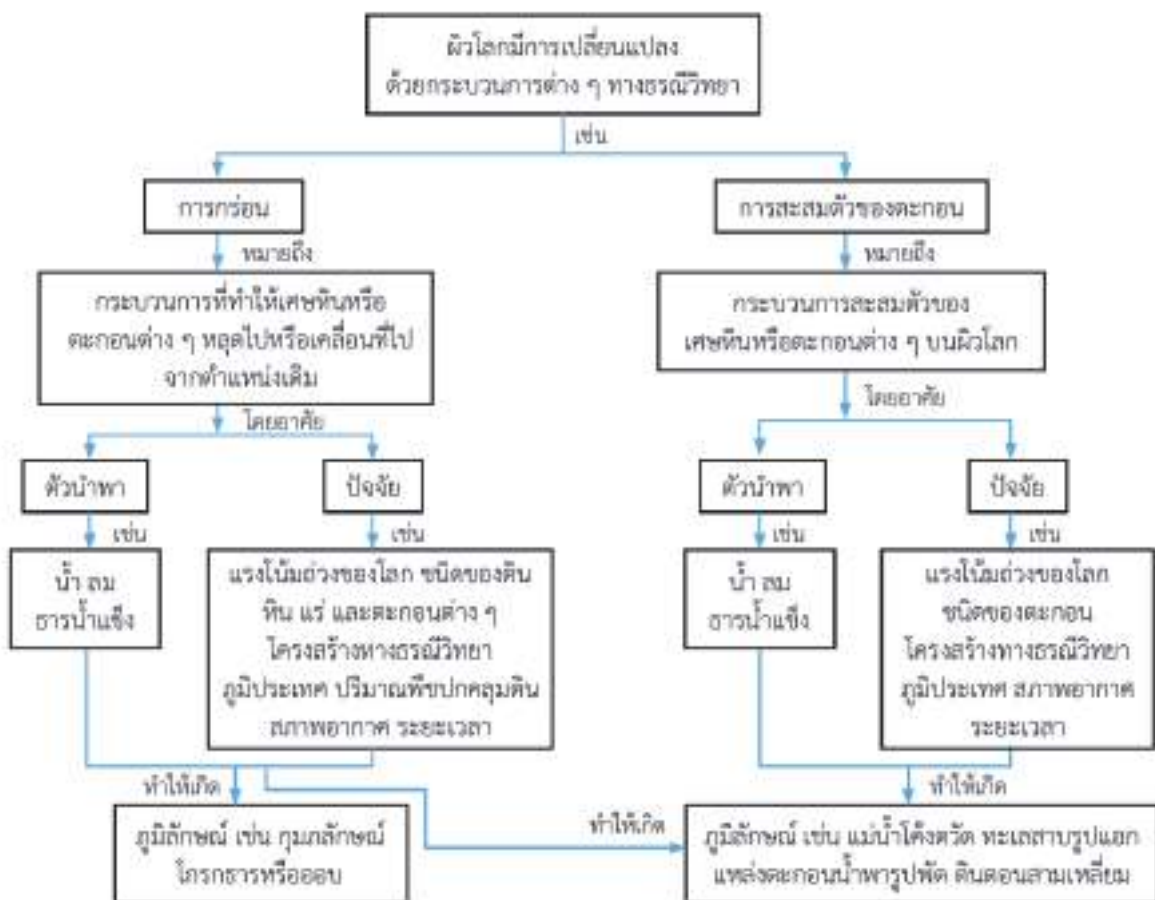
ภาพที่ 14 ออบหลวงที่เกิดจากการกัดเซาะของลำน้ำแม่แจ่ม ตำบลหางดง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

ในธรรมชาติ ลมเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้ภูมิประเทศบางแห่งซึ่งได้รับอิทธิพลจากกระแสลมที่พัดผ่านอยู่เป็นประจำเกิดการกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนได้ เช่น ในบริเวณทะเลทราย จะมีตะกอนทรายสะสมตัวอยู่ในปริมาณมาก ลมจะนำพาตะกอนทรายให้เคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปสะสมตัวอีกที่หนึ่งในลักษณะของเนินทราย (sand dune) ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ลักษณะของเนินทราย

โดยสรุปแล้วการกร่อนเป็นกระบวนการที่ทำให้วัตถุบนผิวโลกหลุดไปหรือเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิม และการสะสมตัวของตะกอนเป็นกระบวนการสะสมตัวของวัตถุบนผิวโลก ซึ่งทั้งการกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนต้องอาศัยตัวนำพาและปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนทำให้ผิวโลกเกิดภูมิลักษณะมากมาย



ภาพที่ 16 แผนผังแสดงกระบวนการกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนและภูมิลักษณะที่เกิดขึ้น

ใบงานที่ 2 การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอน และภูมิลักษณะที่เกิดขึ้น

คำชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนและภูมิลักษณะที่เกิดขึ้น จากนั้นให้ร่วมกันอภิปรายและบันทึกผลการอภิปรายตามประเด็นดังต่อไปนี้

1) การกร่อนมีลักษณะเป็นอย่างไร

.....
.....
.....

2) การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนเกิดจากตัวนำพาและปัจจัยใดบ้าง

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3) การกร่อนในแต่ละพื้นที่มีความรุนแรงแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4) การปลูกต้นไม้บริเวณที่ลาดเชิงเขา ช่วยป้องกันการพังทลายของดินได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5) นักเรียนคิดว่าคลื่นทะเลเป็นตัวนำพาที่ทำให้ผิวโลกเกิดการกร่อนขึ้นได้หรือไม่

.....

.....

.....

.....

6) ร่องน้ำหนึ่ง ๆ เมื่อเกิดการกร่อนเป็นเวลานานจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

7) กระแสน้ำในแต่ละช่วงหรือแต่ละบริเวณของแม่น้ำมีความเร็วแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8) ภูมิลักษณะที่เกิดจากกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนของแม่น้ำมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

9) ถ้านักเรียนพบก้อนหินที่มีลักษณะมน นักเรียนอธิบายได้หรือไม่ว่าความมนของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10) ถ้ากระแสน้ำในแม่น้ำมีทิศทางการไหลดังภาพ จงตอบคำถามดังต่อไปนี้



ภาพแสดงทิศทางการไหลของน้ำในแม่น้ำสายหนึ่ง

10.1) ถ้ากระแสน้ำในแม่น้ำมีทิศทางการไหลตามลูกศรอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ลักษณะของแม่น้ำ ณ ตำแหน่ง ก. ข. ค. และ ง. จะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.2) ถ้าน้ำในแม่น้ำยังมีการไหลอย่างต่อเนื่อง แม่น้ำสายนี้จะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

11) เรียงลำดับภาพและอธิบายการเกิดทะเลสาบรูปแอก โดยอาศัยกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก



ก.



ข.



ค.



ง.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

12) กระบวนการผูกพันอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนบนผิวโลก มีความสัมพันธ์กับวัฏจักรหินหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

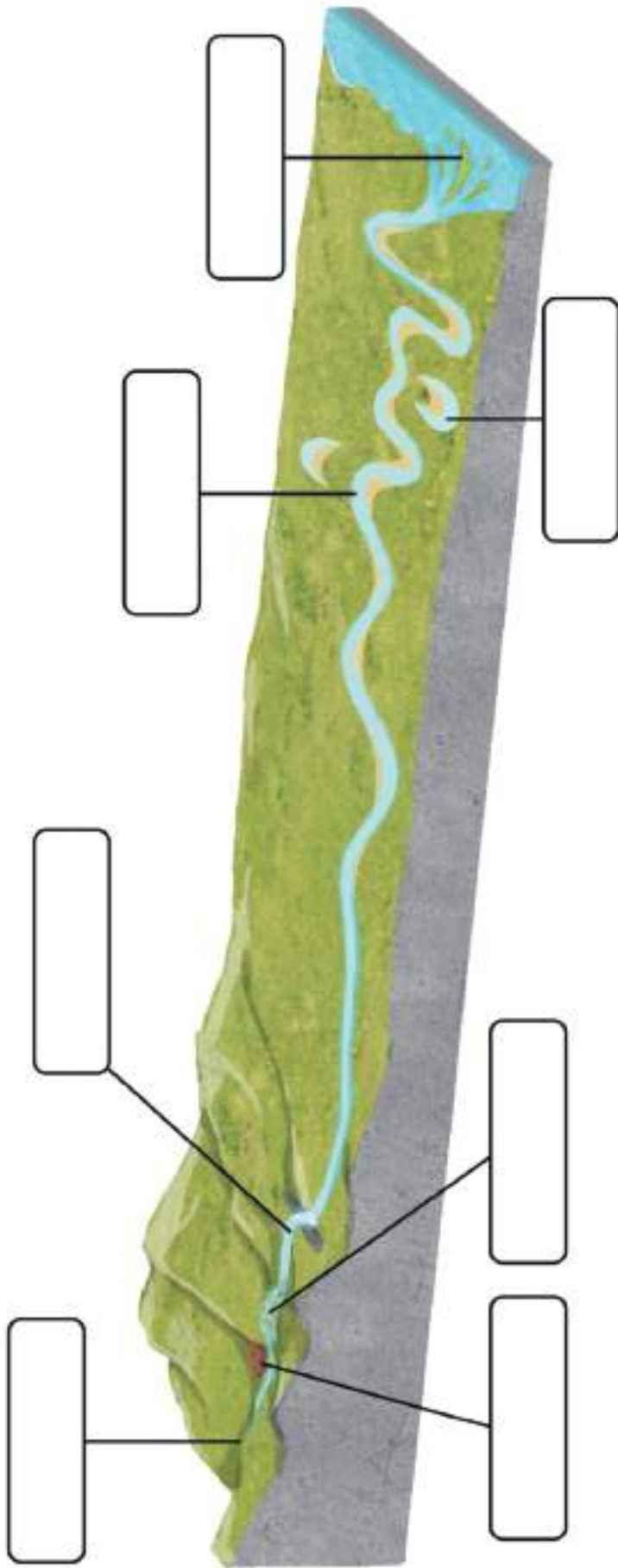
.....

ใบงานที่ 3 ภูมิลักษณะจากสายน้ำ

คำชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอนและภูมิลักษณะที่เกิดขึ้น จากนั้นให้นำคำตอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับภูมิลักษณะที่เกิดจากการกร่อนและการสะสมตัวของตะกอน จำนวน 7 ภูมิลักษณะไปเติมลงในวงกลมในภาพที่ 17 ให้ถูกต้อง ว่าแต่ละภูมิลักษณะเกิดขึ้นที่บริเวณใดของธารน้ำ

1. กุมภลักษณะ
2. ทางน้ำโค้งตัว
3. เนินตะกอนน้ำพารูปพัด
4. แก่ง
5. โกรกธารหรือออบ
6. ทะเลสาบรูปแอก
7. ดินดอนสามเหลี่ยม



ภาพที่ 17 ภูมิลักษณะน้ำ

ใบงาน

เรื่อง การอนุรักษ์ภูมิลักษณะในท้องถิ่น

ใบกิจกรรมที่ 1 การอนุรักษ์ภูมิลักษณะทำได้อย่างไร

จุดประสงค์

1. สืบค้นและอธิบายการเกิดและลักษณะภูมิลักษณะในท้องถิ่นหรือบริเวณใกล้เคียงหรือที่สนใจ
2. สืบค้นและอธิบายวิธีการอนุรักษ์ภูมิลักษณะที่เลือกไว้

วัสดุและอุปกรณ์

1. กระดาษแผ่นใหญ่ 1 แผ่น
2. ปากกาเมจิก 2-3 สี สีละ 1 แท่ง

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดและลักษณะภูมิลักษณะในท้องถิ่นหรือบริเวณใกล้เคียง หรือที่สนใจ จำนวน 1 ภูมิลักษณะ ตัวอย่างภูมิลักษณะ เช่น เสาเฉลียง กุ่มภลักษณะ ออบหรือโกรกธาร ถ้ำ หินงอก หินย้อย ดินดอนสามเหลี่ยม ชุ่มหินชายฝั่ง เสาหิน ลานหินปุ่ม เนินทราย ชุ่มหินชายฝั่ง เสาหิน ลานหินปุ่ม เนินทราย ปล่องภูเขาไฟ แท่งเสาหิน เขาโดด น้ำตก เกาะโดดชายฝั่ง บันทึกผล
2. สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และอธิบายวิธีการอนุรักษ์ภูมิลักษณะตามที่ได้เลือกไว้ บันทึกลง
3. นำเสนอภูมิลักษณะเกี่ยวกับการเกิด ลักษณะ และการอนุรักษ์ภูมิลักษณะ โดยแสดงรายละเอียดข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ลงในกระดาษแผ่นใหญ่ เพื่อนำไปใช้ประกอบการนำเสนอข้อมูล

ใบงานที่ 1 การอนุรักษ์ภูมิทัศน์ทำได้อย่างไร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม


ชื่อภูมิทัศน์

.....
.....

สถานที่

.....
.....

ภาพถ่ายหรือภาพวาดภูมิทัศน์



ภาพ.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ภูมิลักษณะที่สืบค้นมีการเกิดและมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. มีวิธีการอนุรักษ์ภูมิลักษณะที่สืบค้นมาอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงาน

เรื่อง น้ำท่วม

ภาพแสดงน้ำท่วม



ก. น้ำท่วมขัง



ข. น้ำล้นตลิ่ง
ภาพที่ 1 น้ำท่วม

ใบกิจกรรมที่ 1 น้ำท่วมเกิดขึ้นได้อย่างไร

จุดประสงค์

1. อธิบายกระบวนการเกิดน้ำท่วมจากแบบจำลอง
2. อภิปรายและอธิบายผลกระทบจากน้ำท่วมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ตามที่ออกแบบ

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและเลือกศึกษาหัวข้อการเกิดน้ำท่วม กลุ่มละจำนวน 1 ลักษณะ โดยไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่น ได้แก่ 1) น้ำล้นตลิ่ง 2) น้ำป่าไหลหลาก และ 3) น้ำท่วมขัง โดยให้สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการเกิดน้ำท่วมดังกล่าว
2. จากหัวข้อที่เลือกไว้ ให้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบจากน้ำท่วมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
3. ร่วมกันอภิปรายข้อมูลจากการสืบค้นและลงข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการเกิดน้ำท่วม และผลกระทบจากน้ำท่วมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. สร้างแบบจำลองการเกิดน้ำท่วมจากข้อมูลที่รวบรวมได้
5. ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองการเกิดน้ำท่วม โดยอธิบายถึงกระบวนการเกิดน้ำท่วม และผลกระทบจากน้ำท่วมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ร่วมกันลงข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการเกิดน้ำท่วมจากน้ำล้นตลิ่ง น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมขัง และผลกระทบจากน้ำท่วมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ใบงานที่ 1 น้ำท่วมเกิดขึ้นได้อย่างไร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

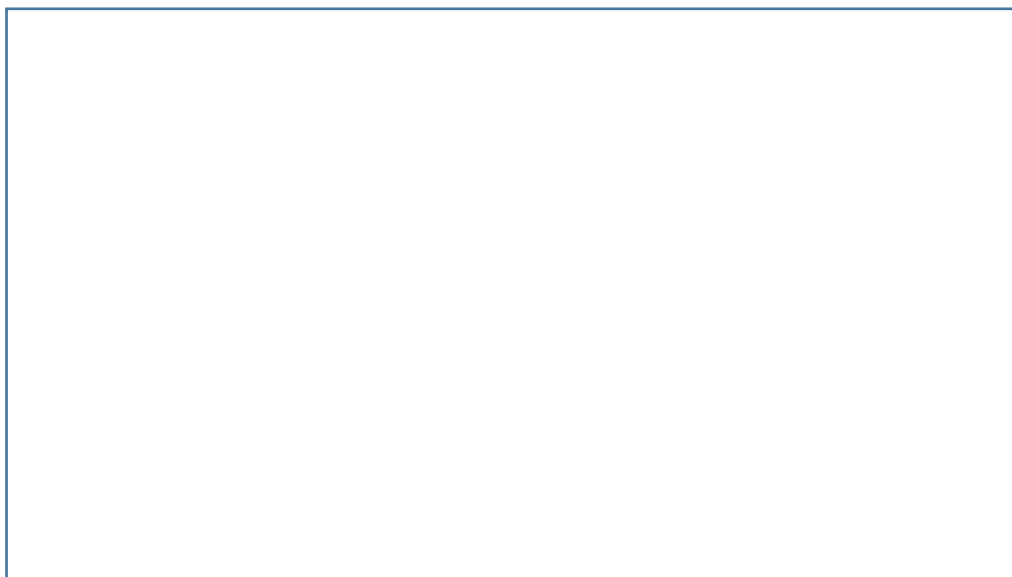
.....

.....

.....

.....

.....



ภาพแบบจำลอง.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. อธิบายกระบวนการเกิดน้ำท่วมและผลกระทบจากน้ำท่วมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จากหัวข้อที่เลือกศึกษาได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. การเกิดน้ำท่วมที่เลือกศึกษา มีกระบวนการเกิดและผลกระทบเหมือนหรือแตกต่างจากกลุ่มอื่นหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จากแบบจำลองการเกิดน้ำท่วมทั้งหมด การเกิดน้ำท่วมมีสาเหตุจากสิ่งใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

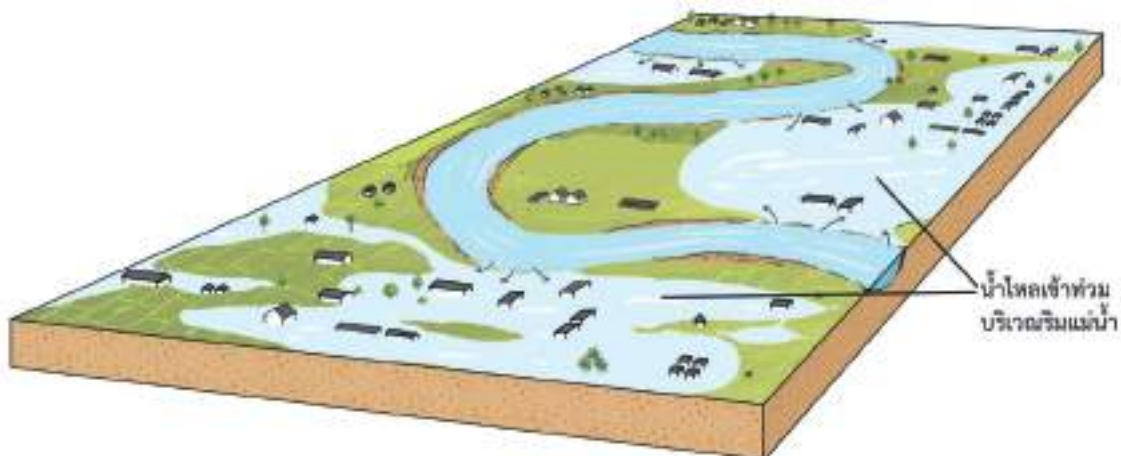
.....

.....

ใบความรู้ที่ 1 น้ำท่วมและผลกระทบที่เกิดขึ้น

น้ำท่วม (flood) เป็นปรากฏการณ์ที่ระดับน้ำในพื้นที่หนึ่ง ๆ มีระดับสูงกว่าระดับปกติ หรือมีปริมาณน้ำมากเกินไปที่แหล่งกักเก็บน้ำนั้นจะกักเก็บไว้ได้ หรือระบายออกได้ทัน ทำให้น้ำไหลล้นเข้าท่วมพื้นที่ การเกิดน้ำท่วมมีหลายลักษณะ เช่น น้ำท่วม ที่เกิดจากน้ำล้นตลิ่ง น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมขัง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำทั้งจากน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ภูมิประเทศ และระยะเวลาในการสะสมตัวของน้ำในพื้นที่ การเกิดน้ำท่วมจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในลักษณะที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่นั้น

น้ำล้นตลิ่ง (overbank flow) ส่วนใหญ่เกิดขึ้นบริเวณที่ราบริมแม่น้ำหรือบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง (flood-plain) เกิดขึ้นเนื่องจากฝนที่ตกหนักอย่างต่อเนื่องทำให้น้ำทั้งจากน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินปริมาณมาก ไหลลงสู่แม่น้ำ จนทำให้น้ำในแม่น้ำระบายออกสู่พื้นที่ลุ่มน้ำหรือปากแม่น้ำไม่ทัน ส่งผลให้น้ำล้นตลิ่งไหลเข้าท่วมบริเวณริมแม่น้ำ ดังภาพที่ 2 ผลกระทบที่เกิดจากน้ำล้นตลิ่งอาจเกิดขึ้นได้จากน้ำในแม่น้ำกัดเซาะริมตลิ่งให้พังทลายลงไป ทำให้บ้าน ถนน สิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ รวมถึงต้นไม้ที่อยู่ริมตลิ่งพังทลายลง



ก. น้ำล้นตลิ่งที่เกิดในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงในช่วงน้ำหลาก



ข. น้ำล้นตลิ่ง บริเวณจังหวัดพระนครศรีอยุธยา



ค. น้ำล้นตลิ่งในเขตชุมชน

ที่มา : [www.pixabay.com/Hans Braxmeier](http://www.pixabay.com/Hans%20Braxmeier)

ภาพที่ 2 น้ำล้นตลิ่ง

การล้นตลิ่งของน้ำเป็นระยะเวลาานานทำให้ประชาชนในพื้นที่ได้รับความเดือดร้อน เนื่องจากขาดสิ่งอุปโภค บริโภค ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ผลกระทบจากน้ำล้นตลิ่งที่เกิดขึ้นหลังจากระดับน้ำลดลงจะพบตะกอนดินที่น้ำนำพามา ซึ่งตะกอนดังกล่าวจะตกตะกอนสะสมในบริเวณที่ราบริมแม่น้ำ ทำให้พื้นที่มีสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

น้ำป่าไหลหลาก (flash flood) เป็นการเกิดน้ำท่วมในอีกลักษณะหนึ่งที่เกิดขึ้นในพื้นที่ราบที่อยู่ใกล้ภูเขาหรือที่ลาดเชิงเขาที่มีแหล่งน้ำหรือมีแหล่งต้นน้ำ เกิดขึ้นเนื่องจากมีฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องบริเวณภูเขาและรวมถึงบริเวณเหนือภูเขาที่มีแหล่งน้ำหรือแหล่งต้นน้ำ ฝนที่ตกหนักทำให้น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินมีการสะสมตัวอยู่เป็นปริมาณมากจนเกินกว่าที่ดิน หิน ตะกอน รวมถึงรากของต้นไม้จะดูดซับไว้ได้ ทำให้น้ำส่วนที่เกินจากที่ดูดซับไว้ไหลบ่าจากภูเขาลงมาสู่ที่ราบด้านล่างอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้บ้านเรือนและสิ่งปลูกสร้างที่ขวางทางน้ำไหลถูกน้ำพาให้พังทลายไป น้ำป่าจะไหลเชี่ยวทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งปลูกสร้าง ทรัพย์สินและอาจทำให้เกิดอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ ตัวอย่างการเกิดน้ำป่าไหลหลากและผลกระทบที่เกิดขึ้น แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 น้ำป่าที่ไหลเชี่ยวทำให้สิ่งปลูกสร้างพังทลาย และรวมถึงต้นไม้ถูกโค่น

น้ำท่วมขัง (flooding) เป็นการเกิดน้ำท่วมในอีกลักษณะหนึ่งที่เกิดขึ้นในพื้นที่ราบลุ่ม เกิดขึ้นเนื่องจากมีฝนตกหนักอย่างต่อเนื่อง ทำให้การสะสมตัวของน้ำทั้งจากน้ำผิวดินและจากน้ำใต้ดินมีปริมาณมาก จนมีการระบายออกจากสู่พื้นที่ลุ่มน้ำ ปากแม่น้ำ หรือออกสู่ทะเลได้ไม่ทัน ความล่าช้าในการระบายน้ำอาจเกิดขึ้นเนื่องจากมีสิ่งกีดขวางได้ขวางทางระบายน้ำไว้ หรืออาจเป็นเพราะมีน้ำทะเลหนุนสูงในช่วงเวลาดังกล่าว

ผลกระทบจากน้ำท่วมขังก่อให้เกิดความเสียหายทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ทำให้สิ่งปลูกสร้างและทรัพย์สินถูกน้ำท่วมขัง ทำให้ประชาชนไร้ที่อยู่อาศัยชั่วคราว ประชาชนขาดรายได้จากการประกอบอาชีพ มีผลต่อสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจ บางครั้งอาจเกิดการสูญเสียชีวิตเนื่องด้วยสาเหตุต่าง ๆ จากน้ำท่วมขัง ตัวอย่างการเกิดน้ำท่วมขังและผลกระทบที่เกิดขึ้นแสดงดังภาพที่ 4



ก. น้ำท่วมขัง บริเวณกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2554



ข. น้ำท่วมขังบริเวณถนนในเขตชุมชน

ที่มา : www.pixabay.com/J Lloa



ค. น้ำท่วมขังในเขตที่พักอาศัย

ที่มา : www.pixabay.com/David Mark



ง. น้ำท่วมขังในเขตที่พักอาศัย

ที่มา : www.pixabay.com/andrewtheshrew



จ. น้ำท่วมขังในเขตที่พักอาศัย
ภาพที่ 4 น้ำท่วมขังและผลกระทบที่เกิดขึ้น

ที่มา : www.pixabay.com/LucyKaef

ลักษณะของน้ำท่วม	บริเวณที่เกิดน้ำท่วม	กระบวนการเกิดน้ำท่วม	ผลกระทบจากน้ำท่วม

น้ำท่วมขัง

2) นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับข้อคิดเห็นที่กล่าวว่า น้ำป่าไหลหลากที่จะมีความรุนแรงมากขึ้นเมื่อมีการตัดไม้ทำลายป่า จงให้เหตุผลประกอบ

.....
.....
.....
.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) จากภาพ นักเรียนคิดว่า การกระทำของมนุษย์ใดบ้างที่มีส่วนทำให้เกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่
จงให้เหตุผลประกอบ



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงาน

เรื่อง แผ่นดินถล่ม

ภาพแสดงแผ่นดินถล่ม



ก. ดินถล่ม



ข. หินถล่ม

ภาพที่ 1 แผ่นดินถล่ม

ใบกิจกรรมที่ 1 แผ่นดินถล่มเกิดขึ้นได้อย่างไร

จุดประสงค์

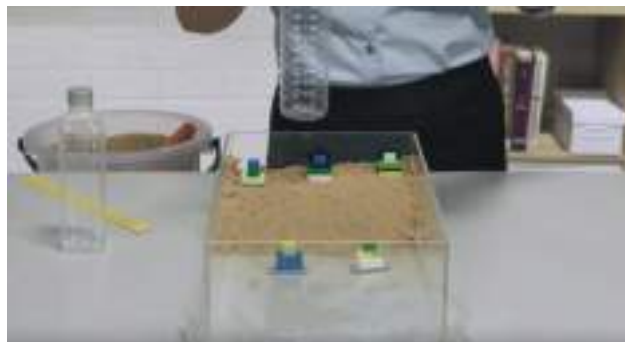
1. อธิบายกระบวนการเกิดแผ่นดินถล่มจากแบบจำลอง
2. อภิปรายและอธิบายผลกระทบจากแผ่นดินถล่มที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

วัสดุและอุปกรณ์

- | | |
|---|---|
| 1. ททรายหยาบหรือทรายละเอียด | 5,000 g (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดกล่องพลาสติก) |
| 2. บ้านจำลอง | ประมาณ 5 อัน (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดกล่องพลาสติก) |
| 3. ไม้บรรทัด | 1 อัน |
| 4. กล่องพลาสติก (เจาะรูระบายน้ำ 1 ด้าน) | 1 ใบ |
| 5. ขวดน้ำพลาสติก ขนาด 500 cm ³ | 1 ใบ |
| 6. น้ำสะอาด | ประมาณ 3,000 cm ³ |

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. นำทรายมาสร้างเป็นที่ลาดเชิงเขาจำลองลงในกล่องพลาสติก และมีบ้านจำลองตั้งอยู่บริเวณด้านบนบนสุดและบริเวณด้านล่างสุดของที่ลาดเชิงเขา
2. เจาะรูที่ก้นขวดน้ำพลาสติก ประมาณ 10 รู ให้กระจายทั่วก้นขวด กำหนดให้เส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะประมาณ 1-2 มิลลิเมตร
3. ร่วมกันอภิปรายและตั้งสมมติฐานว่า ถ้ามีการปล่อยน้ำให้ไหลอย่างต่อเนื่องผ่านรูจากขวดที่เจาะไว้ ที่ระดับความสูงประมาณ 10 เซนติเมตร เหนือจุดสูงสุดของที่ลาดเชิงเขา เป็นเวลาประมาณ 1 นาที จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด บันทึกผล
4. ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มปล่อยน้ำ จนแล้วเสร็จ และบันทึกผล



การเตรียมปล่อยน้ำไปยังที่ลาดเชิงเขาจำลอง

5. นำเสนอแบบจำลองการเกิดแผ่นดินถล่ม แล้วร่วมกันอภิปรายว่าสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นไปตามที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ อย่างไร
6. สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม ร่วมกันอภิปราย และลงข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการเกิดแผ่นดินถล่ม และผลกระทบจากแผ่นดินถล่มที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และนำเสนอในรูปแบบที่น่าสนใจ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. หลังจากปล่อยน้ำลงไปบริเวณที่ลาดเชิงเขาแล้ว มีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้นบ้าง

.....
.....
.....

2. ถ้ากำหนดให้ที่ลาดเชิงเขาจำลองแทนที่ลาดเชิงเขาในธรรมชาติที่ประกอบไปด้วยดิน หิน แร่ หรือตะกอนชนิดต่าง ๆ น้ำที่ปล่อยแทนฝน และน้ำที่ไหลอยู่บนที่ลาดเชิงเขาแทนน้ำผิวดิน นักเรียนคิดว่าการทำงานของน้ำและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเทียบได้กับปรากฏการณ์ใดในธรรมชาติ

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. การเกิดแผ่นดินถล่มส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง

.....
.....
.....
.....
.....
.....

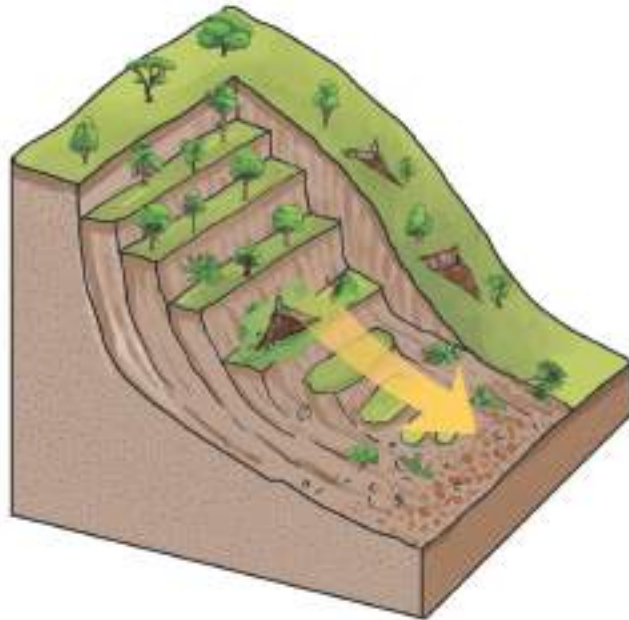
4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ใบความรู้ที่ 1 แผ่นดินถล่มและผลกระทบที่เกิดขึ้น

แผ่นดินถล่ม (landslide) เป็นกระบวนการเคลื่อนที่ของดินหรือหิน ลงมาตามแนวลาดชันของพื้นที่ เนื่องด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยมีตัวนำพาทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน และเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ตามธรรมชาติ เช่น ปริมาณฝน ชนิดของดิน หิน แร่ หรือตะกอน ปริมาณพืชปกคลุมดิน ภูมิประเทศ โครงสร้างทางธรณีวิทยา การใช้ประโยชน์ในพื้นที่ และอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการได้รับแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว

โดยในช่วงที่มีฝนตกหนักน้ำผิวดินจะมีปริมาณมาก ทำให้การไหลซึมของน้ำผิวดินลงสู่ใต้ดินไปอยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดดินหรือเม็ดตะกอน รวมถึงตามรอยแตก รอยแยก หรือตามชั้นหินมีปริมาณมากตามไปด้วย จนทำให้ดินหรือตะกอนหรือช่องว่างต่าง ๆ ของหินอึดตัวไปด้วยน้ำ ทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินหรือเม็ดตะกอนหรือตามชั้นหินต่าง ๆ ลดลง จนทำให้ดินหรือหินพังถล่มลงมาด้านล่างเกิดเป็นแผ่นดินถล่ม ดังภาพที่ 2 แผ่นดินถล่มส่วนใหญ่เกิดต่อเนื่องจากเหตุการณ์น้ำป่าไหลหลาก



ภาพที่ 2 การถล่มลงมาของดิน

การเคลื่อนที่ของดินหรือหินทำให้สิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ที่อยู่บริเวณที่ลาดเชิงเขาได้รับผลกระทบ บางครั้งอาจทำให้เกิดการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน รวมถึงทำให้เสียหายที่ดิน ประชาชนที่อาศัยอยู่ตรงบริเวณที่ลาดเชิงเขาหรือในเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ควรให้ความสนใจและติดตามข่าวสารการแจ้งภัยแผ่นดินถล่มอย่างใกล้ชิด การเกิดแผ่นดินถล่มในประเทศไทยพบมากในภาคเหนือและภาคใต้ ตัวอย่างการถล่มลงมาของดินและหิน แสดงดังภาพที่ 3 และ 4



ภาพที่ 3 การถล่มลงมาของดินตามตลาดเชิงเขา

ที่มา : www.pixabay.com/sandid



ภาพที่ 4 การถล่มลงมาของดินและหินร่วมกันตรงบริเวณที่ตลาดเชิงเขา

ในบางบริเวณที่มีความเสี่ยงภัยต่อแผ่นดินถล่ม อาจมีการสร้างโครงสร้างป้องกันการเกิดแผ่นดินถล่มขึ้น โดยอาจทำกำแพงคอนกรีต หรือการติดตั้งตาข่ายกันดินและหินบริเวณที่ลาดเชิงเขา ซึ่งโครงสร้างดังกล่าวจะช่วยพยุงดินหรือหินไม่ให้เคลื่อนที่ลงมายังด้านล่าง และในบางบริเวณของโครงสร้างจะมีการเจาะรูเพื่อระบายน้ำใต้ดินออกจากพื้นที่ลาดเชิงเขา เพื่อลดแรงดันที่เกิดจากการกระทำของน้ำที่มีต่อโครงสร้างดังกล่าว ภาพแสดงโครงสร้างต่าง ๆ ที่ช่วยป้องกันดินหรือหินถล่มลงมาด้านล่างแสดงดังภาพที่ 5-6



ภาพที่ 5 การทำกำแพงคอนกรีตป้องกันแผ่นดินถล่ม



ภาพที่ 6 การติดตั้งตาข่ายกันดินและหินบริเวณที่ลาดเชิงเขา

ที่มา : www.pixabay.com/sandid

ใบงานที่ 2 แผ่นดินถล่มและผลกระทบที่เกิดขึ้น

คำชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 แผ่นดินถล่มและผลกระทบที่เกิดขึ้น จากนั้นให้ร่วมกันอภิปรายและบันทึกผลการอภิปรายตามประเด็นดังต่อไปนี้

1) แผ่นดินถล่มมีกระบวนการเกิดอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) แผ่นดินถล่มเกิดจากปัจจัยใดบ้าง

.....

.....

.....

3) ผลกระทบจากการเกิดแผ่นดินถล่มมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

4) พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

5) สัญญาณบอกเหตุก่อนเกิดแผ่นดินถล่มมีอะไรบ้าง

.....
.....
.....
.....

6) เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย × หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับปัจจัยที่มีความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดแผ่นดินถล่มได้

6.1) ภูมิประเทศ

มีความลาดชันน้อย มีความลาดชันมาก

6.2) โครงสร้างทางธรณีวิทยาในพื้นที่

หินมีรอยแตกน้อย หินมีรอยแตกมาก

6.3) ชนิดและลักษณะของหิน

หินที่มีการผุพังง่าย หินที่มีการผุพังยาก

6.4) ชนิดและลักษณะของหิน

หินมีรอยแตกน้อย หินมีรอยแตกมาก

6.4) ปริมาณฝนในพื้นที่

น้อย มาก

6.5) ปริมาณพืชปกคลุมดินในพื้นที่

น้อย มาก

6.6) การใช้ประโยชน์พื้นที่

- การสร้างสิ่งก่อสร้างบริเวณที่ลาดเชิงเขา
- การขุดเจาะริมภูเขา ทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือนในพื้นที่
- การตัดต้นไม้ขนาดใหญ่บริเวณที่ลาดเชิงเขาเพื่อทำเกษตรกรรม
- การตัดช่องเขาเพื่อทำถนนโดยไม่คำนึงถึงความลาดชันของพื้นที่

ใบงาน

เรื่อง การกัดเซาะชายฝั่ง

ใบกิจกรรมที่ 1 การกักเขาะชายฝั่งเกิดขึ้นได้อย่างไร

จุดประสงค์

1. อธิบายกระบวนการเกิดการกักเขาะชายฝั่งจากแบบจำลอง
2. อภิปรายและอธิบายผลกระทบจากการกักเขาะชายฝั่งที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

วัสดุและอุปกรณ์

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. ททรายหยาบหรือทรายละเอียด | 5,000 g (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดกระบะพลาสติก) |
| 2. บ้านจำลอง | ประมาณ 3-5 อัน (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดกระบะพลาสติก) |
| 3. ไม้บรรทัด | 1 อัน |
| 4. กระบะพลาสติกขนาดใหญ่ | 1 ใบ |
| 5. ขวดน้ำพลาสติกพร้อมฝา | 1 ใบ |
| 6. น้ำสะอาด | ประมาณ 8,000 cm ³ (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดกระบะพลาสติก) |

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. นำทรายมาสร้างเป็นชายฝั่งจำลองลงในกระบะพลาสติก และใส่น้ำลงในกระบะให้ระดับน้ำอยู่สูงจากพื้นกระบะประมาณ 10 เซนติเมตร นำบ้านจำลองประมาณ 3-5 อัน ไปวางไว้ให้ชิดบริเวณชายฝั่งจำลอง
2. ร่วมกันอภิปรายและตั้งสมมติฐานว่า ถ้าจำลองการเกิดคลื่นโดยนำขวดน้ำวางที่ระดับผิวน้ำ โดยเอียงขวดทำมุมกับแนวชายฝั่งจำลองประมาณ 45 องศา และให้ขวดอยู่ห่างจากแนวชายฝั่งจำลองประมาณ 40-50 เซนติเมตร จากนั้นจำลองคลื่นโดยกดขวดลงในน้ำในแนวตั้งและปล่อย ทำเช่นนี้ต่อเนื่องกันเป็นเวลาประมาณ 5 นาที นักเรียนคิดว่าทรายบริเวณชายฝั่งจำลอง และบ้านจำลองจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร บันทึกผล



การจำลองคลื่นโดยกดขวดน้ำในแนวตั้งและปล่อย

3. ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน สังเกตแนวการเคลื่อนที่ของทราย การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งจำลอง และบ้านจำลองที่เกิดขึ้น บันทึกผล
4. นำเสนอแบบจำลองการกัดเซาะชายฝั่ง แล้วร่วมกันอภิปรายว่าสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นไปตามที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่อย่างไร
5. สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม ร่วมกันอภิปราย และลงข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการเกิดการกัดเซาะชายฝั่ง และผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่งที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และนำเสนอในรูปแบบที่น่าสนใจ

ใบงานที่ 1 การกีดเซาะชายฝั่งขึ้นได้อย่างไร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

1) การตั้งสมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

2) ผลการสังเกตการเปลี่ยนแปลงแนวการเคลื่อนที่ของทราย การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งจำลองและบ้านจำลองที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. การจำลองคลื่นเข้าสู่ชายฝั่งจำลองอย่างต่อเนื่อง จะมีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้นบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. สิ่งที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมเทียบได้กับปรากฏการณ์ใดในธรรมชาติ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. การเกิดการกัดเซาะชายฝั่งส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

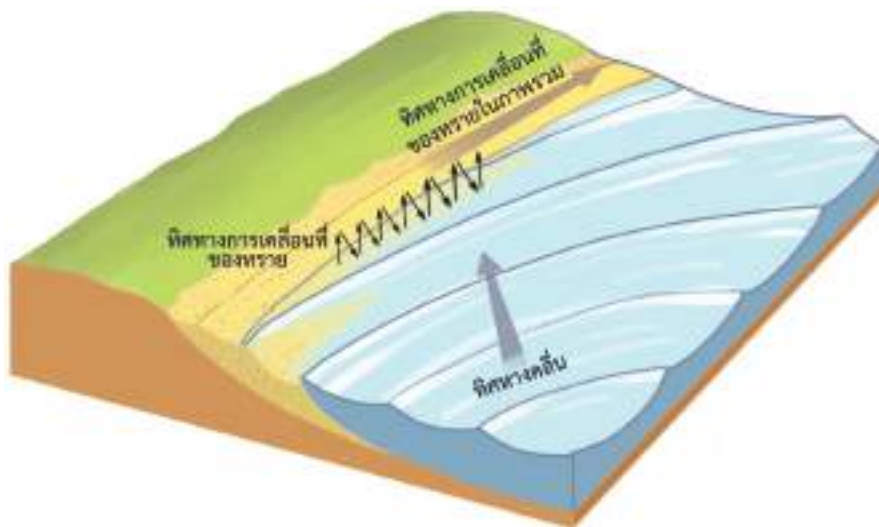
.....

.....

ใบความรู้ที่ 1 การกัดเซาะชายฝั่งและผลกระทบที่เกิดขึ้น

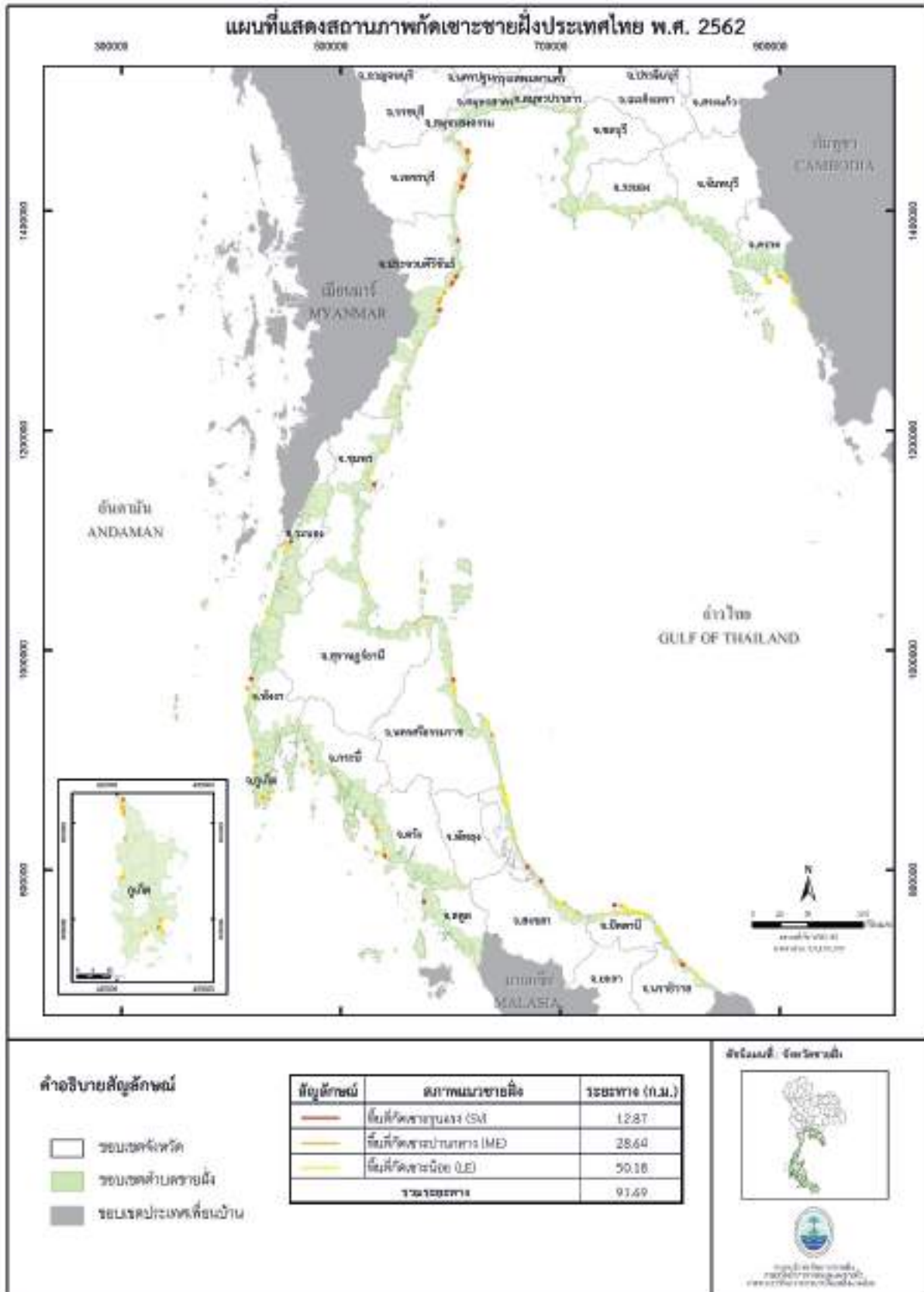
ชายฝั่ง (coast) มีลักษณะเป็นแถบของแผ่นดินที่นับจากชายทะเลขึ้นไปบนบก จนถึงบริเวณที่มีลักษณะภูมิประเทศเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัด ซึ่งจะมีระยะกำหนดไม่ได้แน่นอน บางครั้งอาจหลายร้อยเมตร ปัจจุบันแนวชายฝั่งของประเทศไทยทั้งทางด้านอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามันประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรง พื้นที่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและสังคมที่ประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรง ได้แก่ พื้นที่ชายฝั่งเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร พื้นที่ชายฝั่งของจังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี ระยอง ตราด นครศรีธรรมราช สงขลา โดยแต่ละพื้นที่มีสาเหตุและสภาพการกัดเซาะชายฝั่งแตกต่างกันออกไป ตำแหน่งการกัดเซาะชายฝั่งของประเทศไทยแสดงดังภาพที่ 1

บริเวณชายฝั่งจะได้รับอิทธิพลจากคลื่นที่เคลื่อนที่เข้ามา คลื่นที่เคลื่อนที่เข้ามาส่วนใหญ่จะเคลื่อนที่ท่ามกับขอบชายฝั่ง และเมื่อคลื่นกระทบขึ้นชายฝั่งแล้ว คลื่นจะสะท้อนกลับออกไปเป็นมุมตั้งฉากกับขอบชายฝั่ง ดังภาพที่ 2 ขณะที่คลื่นเคลื่อนที่เข้ามากระทบชายฝั่ง จะนำพาตะกอน เช่น ทรายเข้ามาสู่บริเวณชายฝั่ง และเมื่อคลื่นสะท้อนกลับออกไป ทรายก็จะเคลื่อนที่ลงตามแรงโน้มถ่วงของโลก และเมื่อมีคลื่นเคลื่อนที่เข้ามาปะทะชายฝั่งอีกอย่างต่อเนื่อง ทรายก็จะถูกนำพาเข้ามาสู่บริเวณชายฝั่งและเคลื่อนที่ลงตามแรงโน้มถ่วงของโลกในลักษณะเช่นเดิม การกระทำของคลื่นดังกล่าวทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของทรายบริเวณชายฝั่งโดยรวมมีการเคลื่อนที่ไปตามแนวทิศทางของคลื่นที่เคลื่อนที่เข้าสู่ชายฝั่งและทิศทางของคลื่นที่ถอยกลับสู่ทะเล



ภาพที่ 2 แสดงทิศทางของคลื่นและทิศทางการเคลื่อนที่ของทรายบริเวณชายฝั่ง

การกัดเซาะชายฝั่ง (coastal erosion) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของคลื่น ซึ่งมีผลทำให้ตะกอนบริเวณชายฝั่งเคลื่อนที่ไปสะสมตัวในอีกตำแหน่งหนึ่ง ส่งผลให้แนวชายฝั่งเดิมเปลี่ยนแปลงไป บริเวณชายฝั่งเป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งที่เกิดจากคลื่นและลม ในกรณีที่การสะสมตัวของทรายบริเวณชายฝั่งมีน้อยกว่าที่ถูกนำพาออกไปจะทำให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่ง



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงตำแหน่งการกัดเซาะชายฝั่งของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2562

ที่มา : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

ความไม่สมดุลของการนำพาตะกอนออกไปและการเติมเต็มของทรายบริเวณชายฝั่ง อาจเกิดขึ้นเนื่องจากหลายสาเหตุ เช่น การสร้างสิ่งก่อสร้างขวางการเคลื่อนที่ของตะกอนบริเวณริมชายฝั่งโดยไม่ได้ศึกษาสภาพแวดล้อมบริเวณชายฝั่งอย่างเป็นระบบ นอกจากนั้นยังอาจเกิดจากสาเหตุอื่น ๆ ได้ เช่น การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ความรุนแรงของพายุ การเปลี่ยนแปลงภูมิประเทศบริเวณชายฝั่ง รวมถึงการรุกรานพื้นที่ป่าชายเลน

การกัดเซาะชายฝั่งส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียที่ดิน ที่อยู่อาศัย ทำให้สิ่งปลูกสร้างบริเวณชายฝั่งพังเสียหาย รวมถึงทำให้ระบบนิเวศบริเวณชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ตัวอย่างการกัดเซาะชายฝั่งที่เกิดขึ้นในประเทศไทย แสดงดังภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3 การกัดเซาะชายฝั่ง บริเวณตำบลปากน้ำปราณ อำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ที่มา : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



ภาพที่ 4 การกีดเซาะชายฝั่ง บริเวณหาดบ่ออิฐ ตำบลเกาะแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
ที่มา : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



ภาพที่ 5 การกีดเซาะชายฝั่ง หาดบางเนียง ตำบลคึกคัก อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา
ที่มา : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



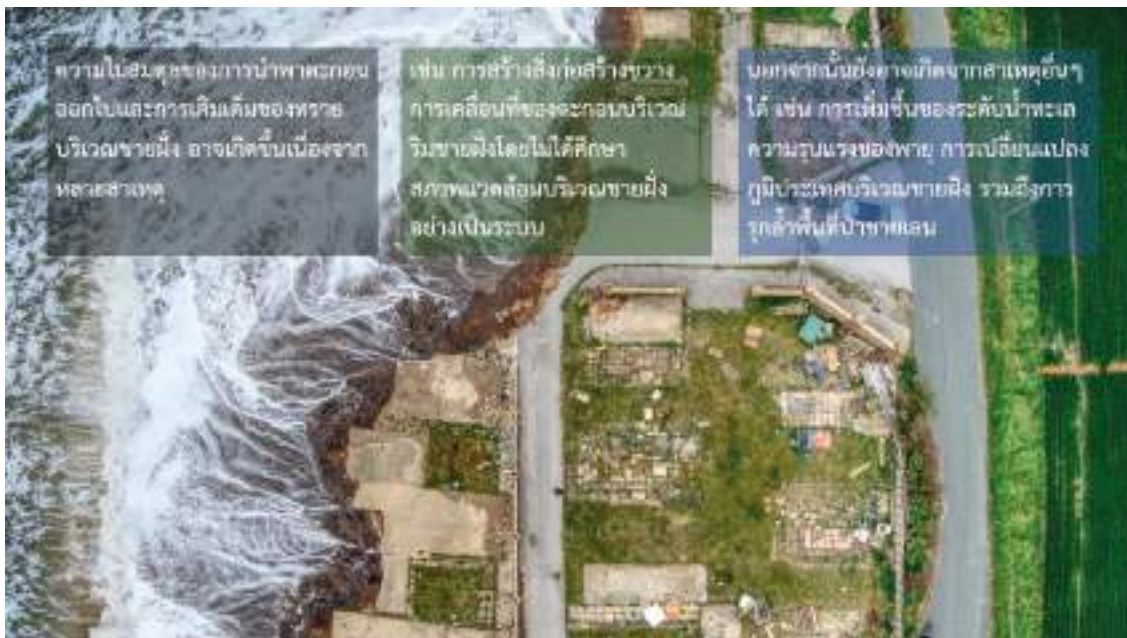
ภาพที่ 6 การกีดเซาะชายฝั่ง หาดดวงตะวัน ตำบลแก่ง อำเภอมือง จังหวัดระยอง
ที่มา : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



ภาพที่ 7 การกีดเซาะชายฝั่ง บริเวณบ้านเขาตาหน่วย ตำบลเกาะเปริด อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี
ที่มา : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



ภาพที่ 8 การกีดเซาะชายฝั่ง บริเวณบ้านมาบปรือ ตำบลท่าบอน อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา
ที่มา : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



การป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งมีหลายวิธีการ ในบางบริเวณมีการก่อสร้างโครงสร้างแบบต่าง ๆ ขึ้น การก่อสร้างโครงสร้างส่วนใหญ่จะใช้แก้ปัญหาพื้นที่ที่มีปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งที่รุนแรง และก่อนที่จะดำเนินการก่อสร้างต้องมีการศึกษาผลกระทบในด้านต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นอย่างเป็นระบบและรอบคอบ เพื่อพิจารณาถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งบริเวณที่จะดำเนินการก่อสร้างและบริเวณข้างเคียง

การก่อสร้างเขื่อนหินป้องกันคลื่นเป็นโครงสร้างป้องกันคลื่นที่ซัดเข้าหาชายฝั่ง ผลจากการก่อสร้างจะทำให้ทรายที่ตะกอนสะสมตัวอยู่บริเวณหลังแนวเขื่อน เป็นการช่วยลดการถอยร่นของชายฝั่งได้อีกวิธีหนึ่ง นอกจากนั้นการปลูกป่าชายเลนและการปักไม้ไผ่บริเวณแนวชายฝั่งก็สามารถช่วยชะลอความรุนแรงของคลื่นได้อีกทางหนึ่ง โครงสร้างป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งแบบต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 9-13



ภาพที่ 9 โครงสร้างป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง เชื่อมป้องกันตลิ่งริมทะเล
ตำบลชิงโค อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา
ที่มา : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



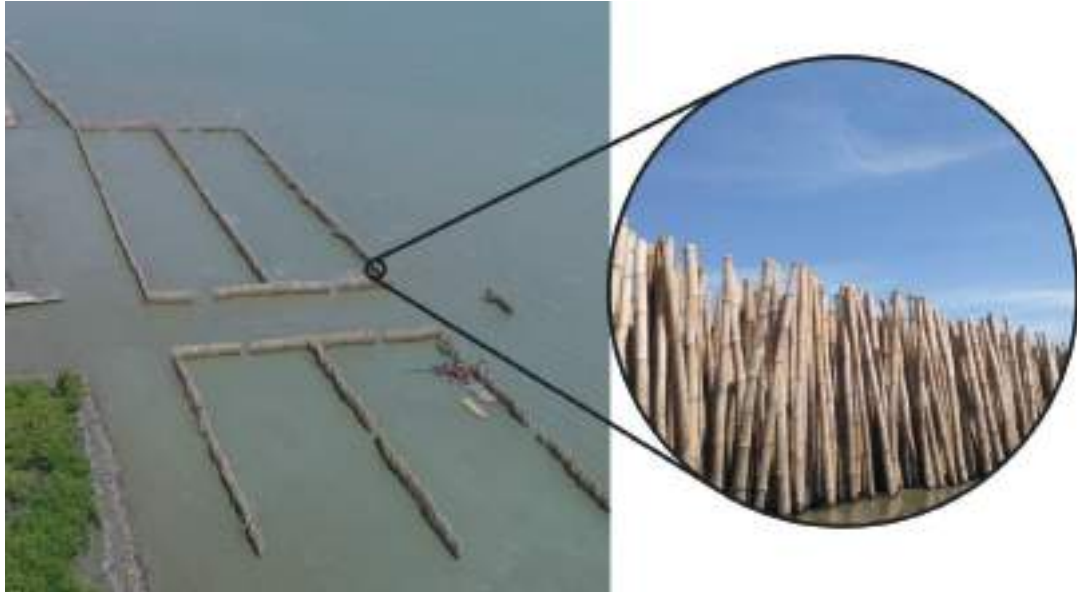
ภาพที่ 10 โครงสร้างป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง การปักไม้ไผ่ชะลอความรุนแรงของคลื่น
บ้านขุนสมุทรจีน ตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ
ที่มา : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



ภาพที่ 11 โครงสร้างป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง เขื่อนกันทรายและคลื่นปากร่องน้ำ และเขื่อนป้องกันคลื่นนอกชายฝั่ง บริเวณพระราชินีเวศน์มฤคทายวัน ตำบลชะอำ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี
ที่มา : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



ภาพที่ 12 การปลูกป่าชายเลน
ที่มา : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง



ภาพที่ 13 การปักไม้ไผ่บริเวณแนวชายฝั่ง
ที่มา : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

ใบงานที่ 2 การกัดเซาะชายฝั่งและผลกระทบที่เกิดขึ้น

คำชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 การกัดเซาะชายฝั่งและผลกระทบที่เกิดขึ้น จากนั้นให้ร่วมกันอภิปรายและบันทึกผลการอภิปรายตามประเด็นดังต่อไปนี้

1) การกัดเซาะชายฝั่งมีกระบวนการเกิดอย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....

2) การกัดเซาะชายฝั่งเกิดจากตัวนำพาและปัจจัยใดบ้าง

.....
.....
.....
.....

3) ผลกระทบจากการเกิดการกัดเซาะชายฝั่งมีอะไรบ้าง

.....
.....
.....
.....

4) มนุษย์มีส่วนทำให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งได้หรือไม่ อย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....

ใบงาน

เรื่อง หลุมยุบ

ภาพแสดงหลุมยุบ



ก. หลุมยุบ ที่ประเทศออสเตรเลีย



ข. หลุมยุบ บริเวณเหมืองหินปูน เส้นผ่านศูนย์กลางปากหลุมประมาณ 4.5 เมตร ลึกประมาณ 13-15 เมตร

ภาพที่ 1 หลุมยุบ

ใบกิจกรรมที่ 1 หลุมยุบเกิดขึ้นได้อย่างไร

จุดประสงค์

1. อธิบายกระบวนการเกิดหลุมยุบจากแบบจำลอง
2. อภิปรายและอธิบายผลกระทบจากหลุมยุบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

วัสดุและอุปกรณ์

1. กรวด	ประมาณ 300 g (ขึ้นกับขนาดแก้วพลาสติกใส)
2. ทราย	ประมาณ 300 g (ขึ้นกับขนาดแก้วพลาสติกใส)
3. เกลีสองชั้น	50 g
4. ซ้อนพลาสติก	1 คัน
5. ถาดพลาสติก	1 ใบ
6. แก้วพลาสติกชนิดใส	1 ใบ
7. หลอดทดลองขนาดกลาง	1 อัน
8. ขวดน้ำพลาสติกขนาด 500 cm ³	1 ใบ
9. ภาชนะใส่น้ำ	1 ใบ
10. สีผสมอาหาร 1 สี	1 ขวด (ต่อห้อง)
11. น้ำสะอาด	ประมาณ 250 cm ³

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. สร้างแบบจำลองการเกิดหลุมยุบ โดยเจาะรูที่ก้นแก้ว ประมาณ 10 รู ให้กระจายทั่วกันแก้ว เส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะประมาณ 1-2 มิลลิเมตร จากนั้นใส่กรวดลงไปจนแก้วจนมีระดับความสูงประมาณ 2-3 เซนติเมตร
2. นำเกลีสองชั้นใส่ลงไปลงในหลอดทดลองขนาดกลางจนเกือบเต็ม แล้วนำไปคว่ำไว้ในแก้ว โดยจัดให้ปากของหลอดทดลองอยู่บริเวณกึ่งกลางของกันแก้ว และจับบริเวณก้นหลอดทดลองเอาไว้
3. ใส่ทรายและกรวดสลับกันเป็นชั้น ๆ ลงในแก้วใบเดิม จนกระทั่งชั้นสุดท้ายเป็นชั้นทรายหนาประมาณ 2 เซนติเมตร วางตัวอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับปากแก้ว ประมาณ 2 เซนติเมตร

การใส่ทรายและกรวด
สลับเป็นชั้น ๆ ในแก้ว



- จากนั้นค่อย ๆ ดึงหลอดทดลองออกจากแก้ว เคาะหลอดทดลองเบา ๆ เพื่อให้แก๊สที่ละลายในน้ำที่อยู่ในรูที่เป็นช่องว่างที่เกิดจากการดึงหลอดทดลองออกไป



การดึงหลอดทดลองออกจากแก้ว

- นำทรายมาปิดทับชั้นทรายที่มีอยู่เดิม จนระดับผิวหน้าของทรายอยู่ต่ำกว่าระดับปากแก้ว 1 เซนติเมตร
- นำขวดน้ำพลาสติกมาเจาะรูให้กระจายทั่วกันขวด ประมาณ 10 รู เส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะประมาณ 1-2 มิลลิเมตร และนำน้ำ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกับสีผสมอาหาร
- ร่วมกันอภิปรายและตั้งสมมติฐานว่า ถ้ามีการปล่อยน้ำ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผ่านขวดที่เจาะรูไว้ ให้น้ำไหลลงไปในแก้วอย่างต่อเนื่องจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด บันทึกผล



การปล่อยน้ำไปที่
ชุดการทำกิจกรรม

- ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของชั้นทราย ชั้นกรวด และบริเวณผิวบนสุดของชั้นทราย ตั้งแต่เริ่มปล่อยน้ำจนแล้วเสร็จ บันทึกผล
- นำเสนอแบบจำลองการเกิดหลุมยุบ แล้วร่วมกันอภิปรายว่าสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นไปตามที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่อย่างไร
- สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม ร่วมกันอภิปราย และลงข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการเกิดหลุมยุบ และผลกระทบจากการเกิดหลุมยุบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และนำเสนอในรูปแบบที่น่าสนใจ

ใบงานที่ 1 หลุมยุบขึ้นได้อย่างไร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

1) การตั้งสมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) ผลการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของชั้นทราย ชั้นกรวด และบริเวณผิวบนสุดของชั้นทรายตั้งแต่เริ่มปล่อยน้ำจนแล้วเสร็จ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1) หลังจากปล่อยน้ำลงไปในแก้ว มีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้นบ้าง

.....
.....
.....
.....
.....

2) ถ้ากำหนดให้เกลือแกงปนแทนเกลือหินในธรรมชาติซึ่งละลายน้ำได้ ชั้นทรายและชั้นกรวดแทนชั้นตะกอนต่าง ๆ ในธรรมชาติ น้ำที่อยู่บนผิวบนสุดของชั้นทรายคือน้ำผิวดินตามธรรมชาติ จากกิจกรรมนี้คิดว่าการเปลี่ยนแปลงของชั้นทราย ชั้นกรวดและเกลือแกงปนที่เกิดขึ้น เทียบได้กับปรากฏการณ์ใดในธรรมชาติ

.....
.....
.....
.....
.....

3) การเกิดหลุมยุบส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง

.....
.....
.....
.....
.....

4) จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....

ใบความรู้ที่ 1 หลุมยุบและผลกระทบที่เกิดขึ้น

หลุมยุบ (sinkhole) เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นบนผิวโลกมีลักษณะเป็นหลุมหรือแอ่งบนแผ่นดินโดยบริเวณปากหลุมมีลักษณะเกือบกลมและมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20 เมตร จนมากกว่า 200 เมตร หลุมยุบเกิดจากการถล่มของพื้นดินเหนือบริเวณโพรงหรือถ้ำที่เกิดในหินปูน หินโดโลไมต์ เกลือหิน รวมถึงยิปซัมที่อยู่ใต้ดิน ตัวอย่างหลุมยุบแสดงดังภาพที่ 2 ความเสียหายที่เกิดขึ้นถ้ามีสิ่งปลูกสร้างอยู่เหนือโพรงหรือถ้ำจะทำให้สิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ พังถล่มลงไปด้านล่าง และบางครั้งอาจทำให้มีผู้เสียชีวิตจากปรากฏการณ์นี้ได้



ภาพที่ 2 หลุมยุบ Crveno Jezero ประเทศโครเอเชีย เป็นหลุมยุบที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของโลก

ในธรรมชาติ บางพื้นที่จะมีเกลือหิน (NaCl) ดังภาพที่ 3 หรือแร่ยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ดังภาพที่ 4 อยู่ใต้ดินในระดับตื้น ซึ่งเกลือหินและแร่ยิปซัมดังกล่าวละลายน้ำได้ ถ้าเกลือหินและแร่ยิปซัมมีการละลายเกิดขึ้น ซึ่งการละลายนั้นอาจเกิดมาจากกระทำของน้ำบาดาล จะทำให้เกลือหินและแร่ยิปซัมกร่อนออกไปเกิดเป็นช่องว่างอยู่ใต้ผิวดิน ส่งผลทำให้พื้นดินตอนบนเหนือโพรงหรือช่องว่างนั้นยุบลงไปเป็นหลุมยุบ



ภาพที่ 3 เหล็กหิน



ภาพที่ 4 แร่ยิปซัม

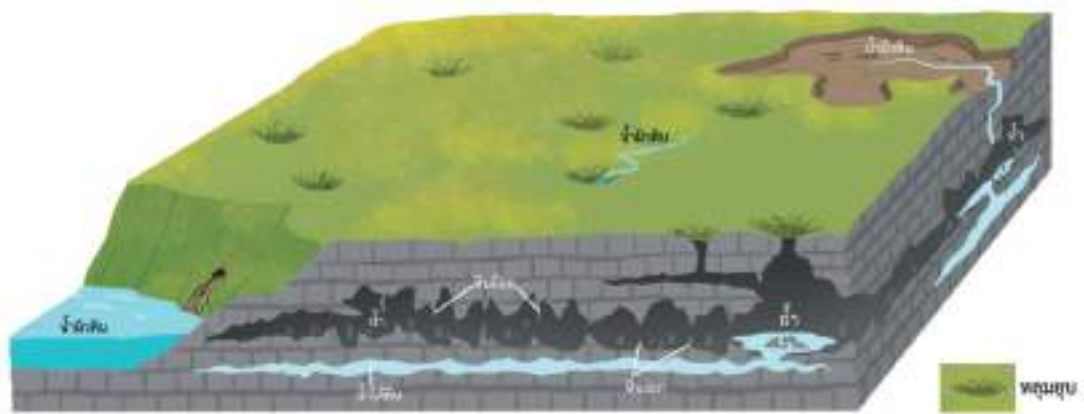
การเกิดหลุมยุบนอกจากเกิดจากการละลายของเกลือหินและแร่ยิปซัมที่อยู่ใต้ดินแล้ว อาจเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีของหินที่อยู่ใต้ดินได้ กล่าวคือเมื่อฝนเกิดปฏิกิริยาเคมีกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ จะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก และในบางพื้นที่อาจมีหินปูน (CaCO_3) รวมถึงอาจมีหินโดโลไมต์ [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] วางตัวอยู่ใต้ดินในระดับตื้น ซึ่งหินปูนหรือหินโดโลไมต์จะมีสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลัก เมื่อน้ำที่มีสมบัติเป็นกรดเจือจางนี้ไหลซึมลงสู่ใต้ดินและไปสัมผัสกับหินปูนหรือหินโดโลไมต์จะเกิดปฏิกิริยาเคมี ทำให้เกิดสารใหม่ คือ สารละลายแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตซึ่งสามารถละลายน้ำได้ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทำให้หินปูนหรือหินโดโลไมต์กร่อนออกไป การกร่อนที่เกิดขึ้นเป็นเวลานานทำให้ช่องว่างของหินมีขนาดใหญ่ขึ้นจนปรากฏเป็นโพรงหรือถ้ำใต้ดิน เมื่อโพรงหรือถ้ำใต้ดินมีขนาดใหญ่ขึ้นจะส่งผลทำให้พื้นดินตอนบน ยุบลงไปเป็นหลุมยุบ ดังภาพที่ 5 และ 6



ก. ลักษณะของหินปูนที่กร่อนลงไปเป็นโพรงหรือถ้ำใต้ดิน

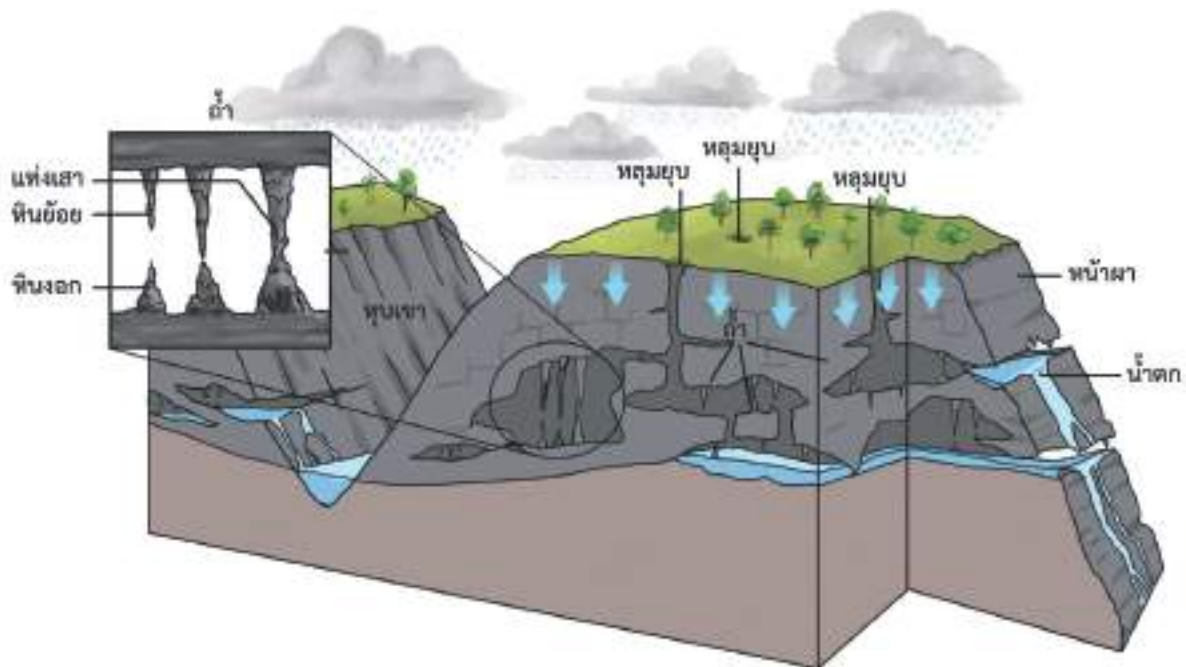
ข. พื้นดินตอนบนของโพรงหรือถ้ำใต้ดินยุบลงไปเป็นหลุมยุบ

ภาพที่ 5 กระบวนการเกิดหลุมยุบ



ภาพที่ 6 การเกิดถ้ำใต้ดินและหลุมยุบ

จากภาพที่ 5 ถ้ำที่เพดานถ้ำหรือที่พื้นถ้ำมีสารละลายแคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตเกาะซึมอยู่ และน้ำในสารละลายดังกล่าวระเหยออกไป จะเหลือเฉพาะสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมพอกพูนออกมาจากเพดานถ้ำ เกิดเป็นหินย้อย (stalactite) หรือถ้ำสะสมพอกพูนขึ้นจากพื้นถ้ำจะเกิดเป็นหินงอก (stalagmite) และถ้ำหินงอกและหินย้อยสะสมตัวบรรจบเข้าหากันจะเกิดเป็นแท่งเสา (column in cavern) ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การเกิดหินงอก หินย้อย และแท่งเสา

จากภาพที่ 7 ในบางกรณีที่พื้นที่เป็นโพรงหรือถ้ำอยู่ใต้ดินเป็นเวลานาน เมื่อระดับน้ำใต้ดินลดระดับลง ด้วยสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง ก็สามารถทำให้พื้นดินเหนือโพรงหรือถ้ำหรือยุบตัวลง ส่งผลทำให้เกิดหลุมยุบได้เช่นกัน

ใบงานที่ 2 หลุมยุบและผลกระทบที่เกิดขึ้น

คำชี้แจง

ให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 หลุมยุบและผลกระทบที่เกิดขึ้น จากนั้นให้ร่วมกันอภิปรายและบันทึกผลการอภิปรายตามประเด็นดังต่อไปนี้

1) หลุมยุบมีกระบวนการเกิดอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) หลุมยุบเกิดจากตัวนำพาและปัจจัยใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

3) ผลกระทบจากการเกิดหลุมยุบมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

4) เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้องเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดหลุมยุบได้ (ตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก)

- การผูกพันอยู่กับที่ทางเคมีของหินบางชนิดที่อยู่ใต้ดินในระดับตื้น
- การลดระดับลงของระดับน้ำใต้ดินในถ้ำหรือในโพรงใต้ดิน
- การละลายของเกลือหินที่อยู่ใต้ดินในระดับตื้น
- การละลายของแรียิปซัมที่อยู่ใต้ดินในระดับตื้น
- การตัดหินบริเวณที่ลาดเชิงเขาเพื่อทำถนน
- การทำเหมืองหินใต้ดินในระดับตื้น

ใบงาน

เรื่อง แผ่นดินทรุด

ภาพแสดงแผ่นดินทรุด



ก. พื้นบ้านทรุดออกจากเสาบ้าน



ข. พื้นอาคารทรุด แตกออกจากบันไดอาคาร

ภาพที่ 1 แผ่นดินทรุด

ใบกิจกรรมที่ 1 แผ่นดินทรุดเกิดขึ้นได้อย่างไร

จุดประสงค์

1. อธิบายกระบวนการเกิดแผ่นดินทรุดจากแบบจำลอง
2. อภิปรายและอธิบายผลกระทบจากแผ่นดินทรุดที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

วัสดุและอุปกรณ์

- | | |
|---|---|
| 1. กรวด | ประมาณ 500 g (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดขวดน้ำ) |
| 2. สำลี | ประมาณครึ่งหนึ่งของขวดที่ตัดแล้ว |
| 3. ดินน้ำมัน | 50 g |
| 4. ไม้บรรทัด | 1 อัน |
| 5. ขวดน้ำพลาสติก ขนาด 500 cm ³ | 1 ใบ |
| 6. น้ำสะอาด | ประมาณ 200-500 cm ³ |

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. สร้างแบบจำลองการเกิดแผ่นดินทรุด โดยตัดขวดน้ำพลาสติก และเจาะรูที่ก้นขวดประมาณ 10 รู ให้กระจายทั่วกันขวด เส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะประมาณ 1-2 มิลลิเมตร จากนั้นนำดินน้ำมันอุดรูด้านนอกทั้งหมดไว้ให้แน่น
2. สร้างแบบจำลองภูมิประเทศที่ประกอบด้วยชั้นหินต่าง ๆ โดยชั้นแรกให้นำสำลีชุบน้ำจนชุ่มใส่ไว้ในขวดที่เจาะรูไว้ ให้สำลีมีระดับความสูงจากก้นขวดประมาณครึ่งหนึ่งของความสูงขวด
3. เติมกรวดลงบนสำลีจนเต็มเสมอขอบขวด ดังภาพ



ภาพการเติมกรวดลงบนสำลี
จนเต็มเสมอขอบขวด

4. ร่วมกันอภิปรายและตั้งสมมติฐานว่า ถ้านำดินน้ำมันที่อุดรูไว้ออกจนหมด และวางไว้ประมาณ 60 นาที จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง บันทึกผล
5. ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน บันทึกผล
6. นำเสนอแบบจำลองการเกิดแผ่นดินทรุด แล้วร่วมกันอภิปรายว่าสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นไปตามที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ อย่างไร
7. สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม ร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการเกิดแผ่นดินทรุด และผลกระทบจากแผ่นดินทรุดที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และนำเสนอในรูปแบบที่น่าสนใจ

คำถามท้ายกิจกรรม

1) หลังจากตั้งชุดกิจกรรมไว้เป็นเวลา 60 นาทีแล้ว มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

2) ถ้ากำหนดให้ชั้นกรวดหรือชั้นทรายในแบบจำลองแทนชั้นตะกอนตามธรรมชาติ สำลึชุน้ำแทนชั้นหินอุ้มน้ำ ในธรรมชาติ น้ำที่กักเก็บอยู่ในสำลึแทนน้ำบาดาล และการปล่อยน้ำออกจากขวดแทนการสูบน้ำบาดาลไปใช้ประโยชน์ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากแบบจำลอง เทียบได้กับปรากฏการณ์ใดในธรรมชาติ

.....

.....

.....

.....

3) การเกิดแผ่นดินไหวส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบความรู้ที่ 1 แผ่นดินทรุดและผลกระทบที่เกิดขึ้น

แผ่นดินทรุด (land subsidence) เกิดจากการยุบตัวของชั้นดิน ชั้นหิน หรือชั้นตะกอน เนื่องจากการลดระดับลงของระดับน้ำใต้ดินอย่างรวดเร็ว อาจเนื่องมาจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณที่มากเกินไปกว่าที่น้ำบาดาลที่อยู่ใกล้เคียงจะไหลเข้ามาทดแทนน้ำในช่องว่างของชั้นหินอุ้มน้ำได้ทัน ช่องว่างที่เกิดขึ้นส่งผลทำให้ชั้นดิน ชั้นหินหรือชั้นตะกอน ตรงบริเวณที่สูบน้ำและบริเวณข้างเคียงทรุดตัวลงมา

การทรุดตัวของแผ่นดินจะเกิดขึ้นมากที่สุดตรงบริเวณศูนย์กลางที่มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ ความรุนแรงของแผ่นดินทรุดขึ้นอยู่กับอัตราการลดระดับลงของระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราการใช้น้ำบาดาล ความเสียหายที่ตามมาจากแผ่นดินทรุดคือสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ในพื้นที่ที่มีแผ่นดินทรุดจะเกิดการทรุดตัวและเกิดการแตกร้าวขึ้น ความเสียหายของแผ่นดินทรุดแสดงดังภาพที่ 2 และ 3



ภาพที่ 2 พื้นคอนกรีตทรุดตัวเนื่องจากแผ่นดินทรุด



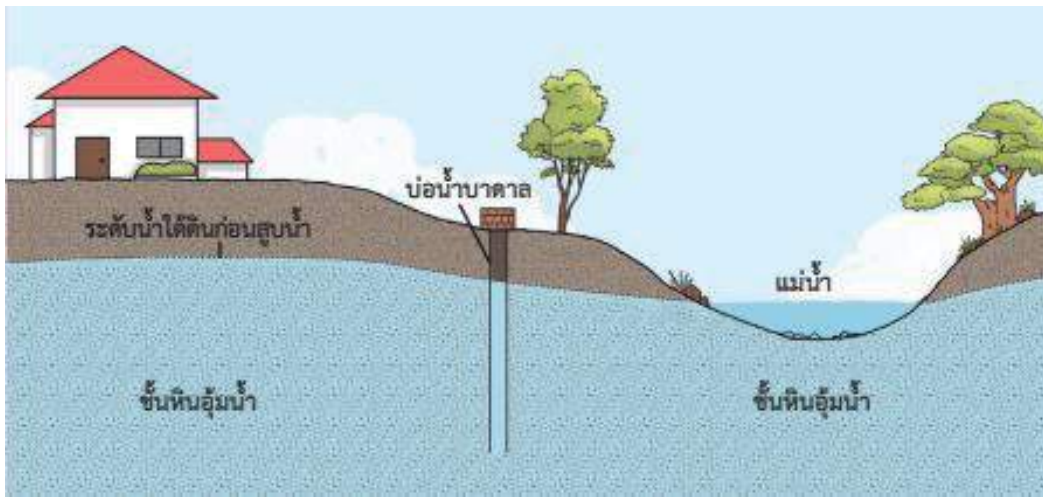
ภาพที่ 3 พื้นคอนกรีตทรุดตัวและแตกร้าวเนื่องจากแผ่นดินทรุด

แผ่นดินทรุดตัวนอกจากขึ้นอยู่กับปัจจัยจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เป็นปริมาณมากแล้ว ยังมีสาเหตุจากชนิดของดินหรือตะกอนที่ปลุกสร้างสิ่งก่อสร้างบนพื้นที่ ถ้าดินหรือตะกอนมีลักษณะแข็งตัวไม่มาก เมื่อปลุกสร้างสิ่งก่อสร้างลงไปอาจทำให้แผ่นดินทรุดตัวได้ รวมถึงน้ำหนักของสิ่งปลุกสร้างถ้ามีมากจนเกินไป ดินหรือตะกอนก็จะรับน้ำหนักไม่ไหว ก็อาจทำให้เกิดแผ่นดินทรุดตัวขึ้นได้เช่นกัน

3) เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้องเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดแผ่นดินไหวได้ (ตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก)

- การขุดดินเพื่อทำการเกษตรเป็นบริเวณกว้าง
- จำนวนและน้ำหนักของสิ่งก่อสร้างที่ปลูกสร้างในพื้นที่
- พื้นที่ที่รองรับสิ่งปลูกสร้างขนาดใหญ่เป็นดินที่จับตัวกันไม่แน่น
- การสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เป็นปริมาณมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว
- พื้นที่ที่รองรับสิ่งปลูกสร้างขนาดใหญ่เป็นหินอัคนีจำพวกหินแกรนิต

4) จากภาพ ถ้ามีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เป็นปริมาณมากอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ จะส่งผลกระทบต่อพื้นที่บริเวณข้างเคียงดังกล่าวหรือไม่ เพราะเหตุใด



การเจาะบ่อน้ำบาดาลเพื่อสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประโยชน์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงาน

เรื่อง ช่วยกันลดผลกระทบจากภัยธรรมชาติ
รวมถึงการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก

ใบกิจกรรมที่ 1 ช่วยกันลดผลกระทบจากภัยธรรมชาติ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนผิวโลกได้อย่างไร

จุดประสงค์

สร้างแบบจำลองที่อธิบายแนวทางการลดผลกระทบจากภัยธรรมชาติ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนผิวโลก

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ตามที่ออกแบบ

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและเลือกสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการลดผลกระทบจากภัยธรรมชาติ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนผิวโลก กลุ่มละ 1 ลักษณะ เช่น น้ำท่วม แผ่นดินถล่ม การกร่อนของดินหรือตะกอน การกัดเซาะชายฝั่ง หลุมยุบ แผ่นดินทรุด บันทึกลง
2. ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการลดผลกระทบจากภัยธรรมชาติ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนผิวโลกที่สืบค้นไว้ และลงข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการลดผลกระทบ
3. ให้แต่ละกลุ่มสร้างและนำเสนอแบบจำลองแนวทางการลดผลกระทบจากภัยธรรมชาติ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนผิวโลกที่เลือกไว้

แบบฝึกหัดท้ายหน่วย

1. ยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่แสดงว่าภายในโลกยังคงมีอุณหภูมิและความดันสูง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. โครงสร้างภายในโลกแต่ละชั้นมีอุณหภูมิและความดัน เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. บนถนนสายหนึ่งมีการตัดผ่านภูเขา ระหว่างทางมีป้ายเตือนว่า “ระวังหินหล่น” ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลกใด



ภาพป้ายระวังหินหล่นที่พบอยู่บริเวณริมถนน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. บริเวณทะเลทรายกับป่าดิบชื้น บริเวณใดมีการผุพังอยู่กับที่ทางเคมีมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. การปลูกพืชคลุมดินช่วยป้องกันการกร่อนของดินได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

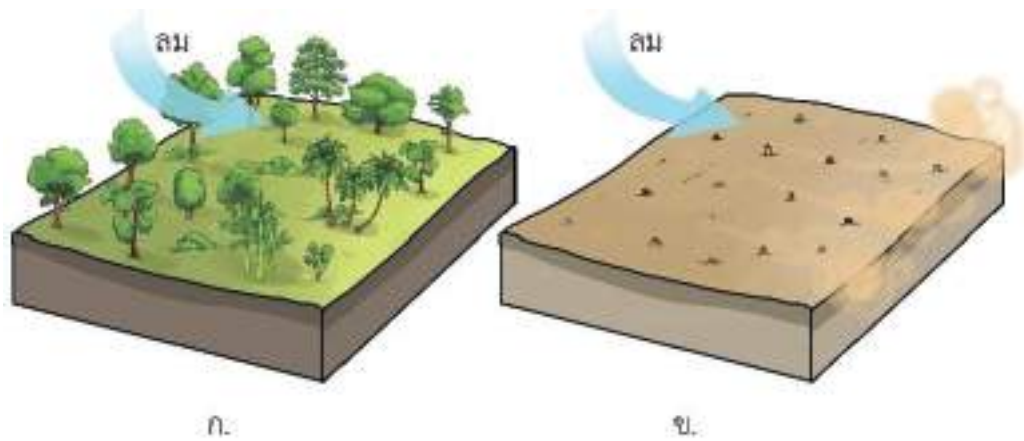
.....

.....

.....

.....

6. จากภาพต่อไปนี้ ถ้ามีลมเคลื่อนที่ผ่าน 2 บริเวณ ก. และ ข. ด้วยแรงลมเท่า ๆ กัน บริเวณใดจะเกิดการกร่อนโดยลมมากกว่า เพราะเหตุใด



.....

.....

.....

.....

7. ถ้านักเรียนพบก้อนหินที่มีลักษณะมน นักเรียนอธิบายได้หรือไม่ว่าความมนของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

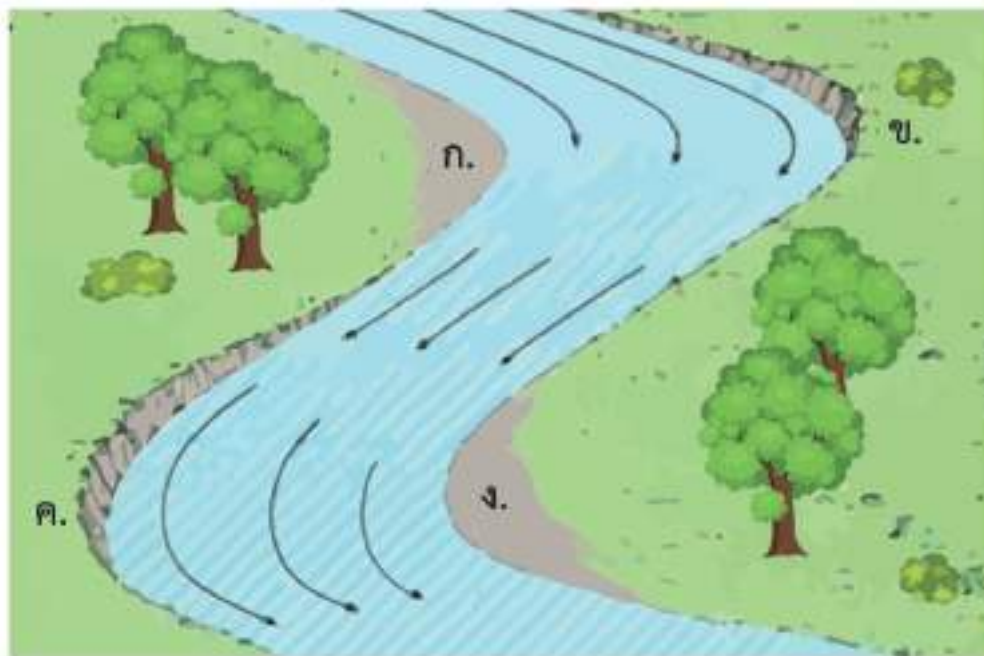
.....

.....

.....

.....

8. ถ้ากระแสน้ำในแม่น้ำมีทิศทางการไหลดังภาพ จงตอบคำถามดังต่อไปนี้



ภาพแสดงทิศทางการไหลของน้ำในแม่น้ำสายหนึ่ง

8.1 ถ้ากระแสน้ำในแม่น้ำมีทิศทางการไหลตามลูกศรอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ลักษณะของแม่น้ำ ณ ตำแหน่ง ก. ข. ค. และ ง. จะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....
.....
.....

8.2 ถ้าน้ำในแม่น้ำยังมีการไหลอย่างต่อเนื่อง แม่น้ำสายนี้จะมีลักษณะ รูปร่าง และทิศทางการไหลเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

9. เรียงลำดับภาพและอธิบายการเกิดทะเลสาบรูปแอก โดยอาศัยกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก



ก.



ข.



ค.



ง.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

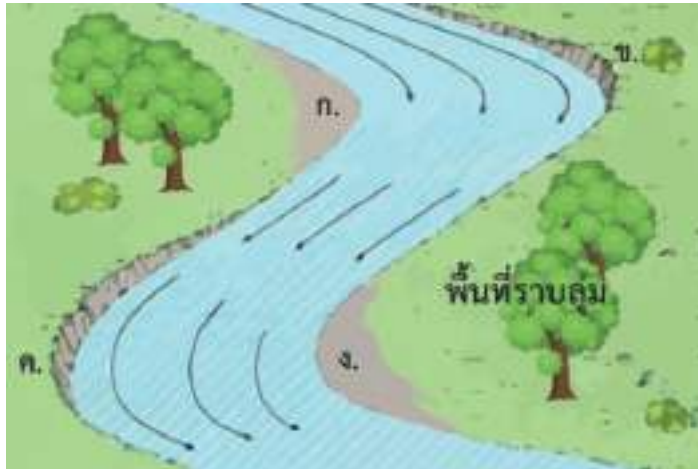
.....

.....

10. กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลกใดบ้างที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงในวัฏจักรหิน
- ก. การกร่อน
 - ข. การผุพังอยู่กับที่
 - ค. การนำพาและการสะสมตัวของตะกอน
 - ง. ถูกทุกข้อ

11. การพุดงอยู่กับที่จะเกดขัันเร็วในอุณหภูมึอากาศและภูมิอากาศแบบใด
- | | |
|----------------|-------------------|
| ก. อุณหภูมึสูง | ภูมิอากาศดึบขััน |
| ข. อุณหภูมึต่ำ | ภูมิอากาศดึบขััน |
| ค. อุณหภูมึสูง | ภูมิอากาศแห่งแล้ง |
| ง. อุณหภูมึต่ำ | ภูมิอากาศแห่งแล้ง |

แม่่น้ำสายหนึงมีลัษณะการไหลดั่งภาพ ใช้ข้อมูลต่อไปนึ้ในการตอบค้ถามข้อ 12-13



12. ถ้านักเรียนจะปลุกบ้านริมแม่่น้ำ นักเรียนควรเลือกปลุกบ้าน ณ ตำแหน่งใด
- | |
|--------------|
| ก. ก. และ ข. |
| ข. ค. และ ง. |
| ค. ก. และ ง. |
| ง. ข. และ ค. |
13. ถ้าแม่่น้ำสายนึ้ยังคงไหลอย่างต่อเนื่อง ข้อใดไม้ใช้การเปลี่ยนแปลงของแม่่น้ำสายนึ้
- | |
|--|
| ก. เกดทะเลสาบรูปแอก |
| ข. แม่่น้ำจะค้ดงตัวดมากขึ้นเรื่อย ๆ |
| ค. มีขนาดและลัษณะรูปร่างเปลี่ยนแปลงไป |
| ง. แม่่น้ำจะก้ดเซาะในแนวลึกมากกว่าในแนวระดบั |

14. บริเวณใดมีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม
- ก. มีพีชขึ้นปกคลุมดินมาก
 - ข. หินในพื้นที่มีรอยแตกน้อย
 - ค. หินในพื้นที่เป็นหินที่มีความแข็งมาก
 - ง. ภูมิประเทศของพื้นที่มีความลาดชันมาก
15. การกระทำของมนุษย์ในข้อใด ที่ส่งผลกระทบต่อเกิดการกัดเซาะชายฝั่ง
- ก. การรุกรานป่าชายเลน
 - ข. การขุดทรายชายหาดไปก่อสร้าง
 - ค. การปลูกสร้างสิ่งก่อสร้างรุกรานบริเวณชายหาด
 - ง. ถูกทุกข้อ
16. บริเวณใดมีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินทรุด
- ก. มีการปลูกสร้างตึกขนาดใหญ่จำนวนมาก
 - ข. มีการปลูกสร้างตึกบนชั้นตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว
 - ค. มีการสูบน้ำขึ้นมาใช้ในการเกษตรเป็นปริมาณมาก
 - ง. ถูกทุกข้อ

บรรณานุกรม

- ราชบัณฑิตยสถาน. (2544). *พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. สืบค้นเมื่อ 9 มิถุนายน 2564, จาก <https://www.scimath.org/ebook-science/item/8923-2018-10-01-01-59-16>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *เอกสารประกอบการอบรม การจัดการเรียนรู้ ฐานสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โครงการเพิ่มศักยภาพครูให้มีสมรรถนะของครูยุคใหม่ สำหรับ การเรียนรู้ศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ฝ่ายบริหารโครงการริเริ่ม.
- สำนักราชบัณฑิตยสถาน. (2558). *พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (ม.ป.ป.) *ระดับ สมรรถนะทั้งห้า (Scale of Five Competency) (ฉบับร่าง)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน
- Carlson, D. H., Plummer, C. C., and McGeary, D. (2008). *Physical Geology: Earth Revealed* (7th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Hamblin, W. K., and Christiansen, E. H. (2004). *Earth's Dynamic Systems* (10th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, Pearson Education.
- Monroe, J. S., and Wicander, R. (2005). *The Changing Earth: Exploring Geology and Evolution* (4th ed.). CA: Brooks/Cole.
- Monroe, J. S., and Wicander, R. (2008). *The Changing Earth: Exploring Geology and Evolution* (5th ed.). CA: Brooks/Cole.
- Plummer, C. C., McGeary, D., and Carlson. (2001). *Physical geology* (8th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Skinner, B. J., and Porter. (1989). *The Dynamic Earth: An Introduction to Physical Geology*. New York, NY: John Wiley & Sons.

- Tarbuck, E. J., and Lutgens, F. K. (1987). *The Earth: An Introduction to Physical Geology* (2nd ed.). Columbus, OH: Merrill Publishing Company.
- Tarbuck, E. J., and Lutgens, F. K. (1990). *The Earth: An Introduction to Physical Geology* (3rd ed.). Columbus, OH: Merrill Publishing Company.
- Thompson, G. R., and Turk, J. (1997). *Introduction to Physical Geology*. Brooks/Cole.



โครงการจัดทำสื่อ ๒๕ พรรษา
เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

