ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ธรณีภาค (lithosphere)

จุดประสงค์การเรียนรู้

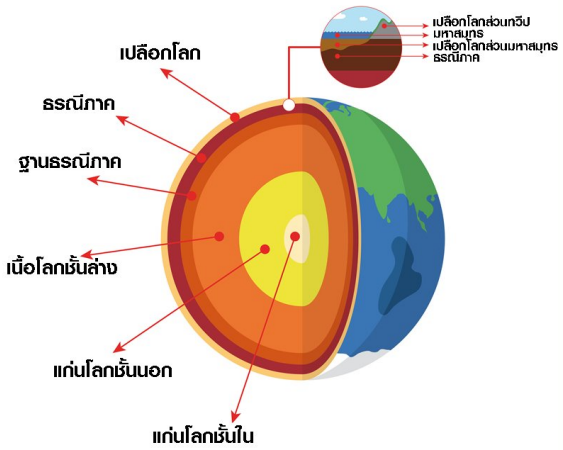
1. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพด้านธรณีภาคของพื้นที่ในประเทศไทยและภูมิภาคต่าง ๆ ของโลกซึ่งได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์ได้ (K)
2. วิเคราะห์โครงสร้างและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาคของโลกได้ (K)
3. เลือกใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพด้านธรณีภาคของพื้นที่ในประเทศไทยและภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก ซึ่งได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์ได้ (P)
4. สนใจศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของพื้นที่ในประเทศไทยและภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก ซึ่งได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์เพิ่มมากขึ้น (A)

ธรณีภาค (lithosphere)

ธรณีภาค คือ ส่วนเปลือกโลกที่เป็นของแข็ง หุ้มห่ออยู่ชั้นนอกสุดของโลก ชั้นบนเป็นพื้นที่ที่มนุษย์ใช้เป็นที่อยู่อาศัย มีทรัพยากรธรรมชาติหลากหลายที่มนุษย์ใช้ดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม

1. โครงสร้างของโลก

โลกมีลักษณะเกือบกลมหรือกลมรีเล็กน้อย มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่เส้นศูนย์สูตรยาว 12,755 กิโลเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวขั้วโลกยาว 12,711 กิโลเมตร แบ่งเป็น 3 ชั้นหลัก ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก



ภาพที่ 1 โครงสร้างของโลก
ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี (2559)

1) เปลือกโลก (crust) เป็นส่วนชั้นบนสุดของโลก มีความหนาประมาณ 5 – 60 กิโลเมตร แบ่งเป็น 2 ชั้น คือ

1.1) เปลือกโลกภาคพื้นทวีป (continental crust) เป็นเปลือกโลกที่รองรับส่วนที่เป็นพื้นทวีปและไหล่ทวีป มีความหนาประมาณ 35 - 60 กิโลเมตร องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นซิลิคอนและอะลูมินา เรียกว่า ไซอัล (SIAL มาจาก silica กับ alumina) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักคล้ายหินแกรนิต

1.2) เปลือกโลกภาคพื้นมหาสมุทร (oceanic crust) เป็นเปลือกโลกที่อยู่ใต้บริเวณมหาสมุทรต่าง ๆ มีความหนา 5 - 10 กิโลเมตร เป็นเปลือกโลกที่เกิดใหม่จากการปะทุและการไหลของหินใต้มหาสมุทร องค์ประกอบส่วนมากเป็นซิลิคอนกับแมกนีเซียม เรียกว่า ไซมา (SIMA มาจาก silica กับ magnesium) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักคล้ายหินบะซอลต์

2) เนื้อโลก (mantle) เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากชั้นเปลือกโลก มีความหนาประมาณ 2,900 กิโลเมตร ประกอบด้วยแมกนีเซียมและเหล็กเป็นส่วนใหญ่ แบ่งเป็น 3 ชั้น คือ

2.1) เนื้อโลกส่วนบนสุด (uppermost mantle) มีสถานะเป็นของแข็ง อยู่ชั้นล่างของธรณีภาค มีความหนาประมาณ 5 - 75 กิโลเมตร

2.2) เนื้อโลกส่วนบน (upper mantle) หรือฐานธรณีภาค มีความลึกประมาณ 400 กิโลเมตร ประกอบด้วยหินที่ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพหลอมละลาย เรียกว่า แมกมา (magma)

2.3) เนื้อโลกส่วนล่าง (lower mantle) มีความลึกประมาณ 1,000 - 2,900 กิโลเมตร ประกอบด้วยหินหนืดที่มีความหนืดมากกว่าเนื้อโลกชั้นบน

3) แก่นโลก (core) เป็นส่วนชั้นในสุดของโลก มีความหนาประมาณ 3,500 กิโลเมตร มีความหนาแน่นมาก แบ่งเป็น 2 ชั้น คือ

3.1) แก่นโลกส่วนนอก (outer core) ประกอบด้วยเหล็กและนิกเกิลที่อยู่ในสภาพหลอมละลาย มีความลึกประมาณ 2,900 - 5,100 กิโลเมตร

3.2) แก่นโลกส่วนใน (inner core) เป็นชั้นของแข็ง มีความหนาแน่นมาก ประกอบด้วยเหล็กและนิกเกิลที่อยู่ในสภาพของแข็ง มีความลึกประมาณ 5,100 - 6,370 กิโลเมตร

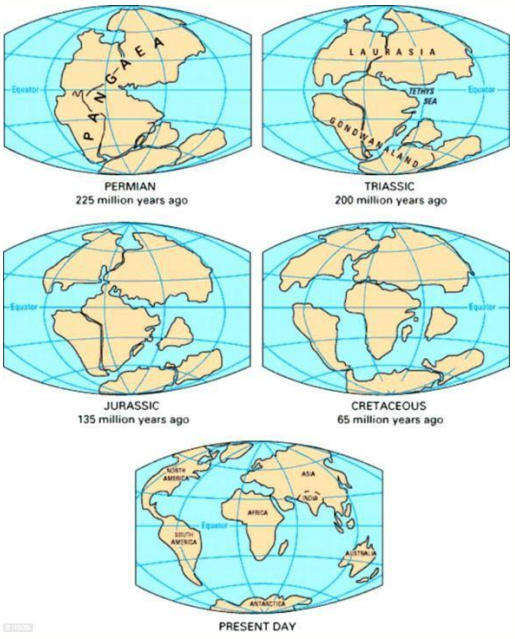
2. การเลื่อนของทวีป

การเคลื่อนของทวีปเกิดบริเวณส่วนของแผ่นธรณีภาคซึ่งเป็นชั้นหินแข็งที่ลอยอยู่บนฐานธรณีภาคและแมกมา เป็นหินหนืดที่ร้อนและหลอมเหลว เมื่อแมกมาเคลื่อนไหวเนื่องจากการถ่ายเทพลังงานความร้อน ส่งผลให้แผ่นธรณีภาคเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ตลอดเวลา

ทฤษฎีการเลื่อนของทวีป

อัลเฟรด เวเกเนอร์ (Alfred Wegener) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน เป็นผู้เสนอทฤษฎีการเลื่อนของทวีป (continental drift) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป มีสมมติฐานว่า แผ่นธรณีภาคมีการเลื่อนไหลช้า ๆ ตลอดเวลา นับตั้งแต่โลกเย็นตัวลง มีทั้งการชนกัน การมุดลงใต้แผ่นเปลือกโลกอื่น การแยกออกจากกัน หรือการเฉือนกันในแนวระนาบที่เกิดขึ้นตั้งแต่มหายุคพรีแคมเบรียน (Precambrian) เวเกเนอร์ได้นำเสนอ

ช่วงเวลาทางธรณีวิทยาหลังจากมีหลักฐานของฟอสซิลที่ชัดเจน โดยแบ่งเป็น 5 ช่วง ดังนี้ เมื่อ 250 ล้านปีมาแล้วเปลือกโลกเชื่อมต่อกันเป็นผืนแผ่นดินขนาดใหญ่เพียงผืนเดียวครอบคลุมซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ เรียกว่า แผ่นดินพันเจีย (Pangea/Pangaea) และด้านตะวันตก มีมหาสมุทรพันทาลัสซา (Panthalassa Ocean) ด้านตะวันออกมีมหาสมุทรเททิส (Thethys Ocean)



ภาพที่ 2 การเคลื่อนที่ของแผ่นทวีป
(ที่มา: https://shorturl.asia/cjgQb)

เมื่อ 145 ล้านปีมาแล้ว แผ่นดินลอเรเซียและแผ่นดินกอนด์วานาเริ่มแยกจากกัน แผ่นดินลอเรเซียเริ่มแยกออกเป็นแผ่นทวีปเอเชียและอเมริกาเหนือ ส่วนแผ่นดินกอนด์วานา มีแผ่นดินอเมริกาใต้และแอฟริกายังติดกันอยู่ แต่แผ่นดินอินเดียเคลื่อนขึ้นทิศเหนือ ส่วนแผ่นออสเตรเลียยังติดอยู่ขั้วโลกใต้ปลายยุคเกิดมหาสมุทรแปซิฟิก เมื่อ 65 ล้านปีมาแล้ว แผ่นเปลือกโลกแยกออกจากกันมากขึ้น เกิดเป็นแผ่นดินยูเรเชียกับแผ่นดินแอฟริกา ส่วนอเมริกาใต้แยกออกจากแอฟริกาอย่างชัดเจน แผ่นดินอินเดียเลื่อนไปทางเหนือมากขึ้นแต่ออสเตรเลียยังคงอยู่ที่ขั้วโลกใต้ เมื่อมีการเกิดแผ่นดินใหม่มากขึ้นจึงเริ่มมีมหาสมุทรใหม่เกิดขึ้น แผ่นดินยังคงมีการเลื่อนไหลอย่างต่อเนื่อง จนเมื่อประมาณ 55 - 50 ล้านปีที่ผ่านมา แผ่นดินอินเดียเริ่มชนกับแผ่นดินยูเรเชีย ซึ่งคือ เอเชียในปัจจุบันทำให้เกิดเทือกเขาหิมาลัยขึ้น จนถึงปัจจุบันจึงเกิดเป็นแผ่นธรณีภาคหรือแผ่นเปลือกโลกใหญ่ถึง 15 แผ่นที่เป็นลักษณะของแผ่นทวีปและแผ่นมหาสมุทรเช่นในปัจจุบัน และในอนาคต การเลื่อนไหลของทวีปจะยังคงเกิดขึ้นต่อเนื่องกันไป

3. การเปลี่ยนแปลงของธรณีภาค

โลกมีการเปลี่ยนแปลงทั้งจากแรงภายในเปลือกโลกและภายนอกเปลือกโลกมาเป็นเวลานาน และต่อเนื่องตลอดเวลา เป็นการปรับระดับของเปลือกโลก เช่น การเปลี่ยนแปลงภายในโลกทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง โครงสร้าง และลักษณะของเปลือกโลกจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคอย่างช้า ๆ ที่เกิดจากการไหลเวียนของพลังงานความร้อนของแมกมาในเปลือกโลกหรือจากการไหลหรือปะทุของแมกมาออกมานอกเปลือกโลกที่เกิดขึ้นได้อย่างช้า ๆ จนถึงแบบเร็วและรุนแรง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาคระดับกว้าง เช่น ทำให้เปลือกโลกยกระดับสูงขึ้นหรือลดระดับต่ำลง การเกิดภูเขาไฟ การเกิดเทือกเขา โครงสร้างทางธรณีวิทยา การเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาคที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวโลก เนื่องจากแรงโน้มถ่วงและตัวกระทำต่าง ๆ เช่น การผุพังอยู่กับที่ของหินและแร่ การเคลื่อนย้ายมวลดินและหินในพื้นที่มีความลาดชันสูง

1) กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก

เกิดจากพลังงานความร้อนภายในโลกทำให้เกิดการไหลของมวลแมกมาร้อน และข้นหนืดใต้เปลือกโลก หรือเกิดการปะทุของแมกมาออกมาบนพื้นผิวโลก การเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้เปลือกโลกแตกออกเป็นแผ่น และเคลื่อนที่ในลักษณะต่าง ๆ รวมทั้งก่อให้เกิดแผ่นดินไหว การปะทุของภูเขาไฟ การบีบอัดทำให้เกิดโครงสร้างคดโค้งรอยเลื่อน และการแตกหักของหิน

ภาพที่ 3 รอยเลื่อนซานแอนเดรียส (San Andreas Fault) รอยเลื่อนมีพลังทางตะวันตกของประเทศสหรัฐอเมริกา
(ที่มา: www.pinterest.com)

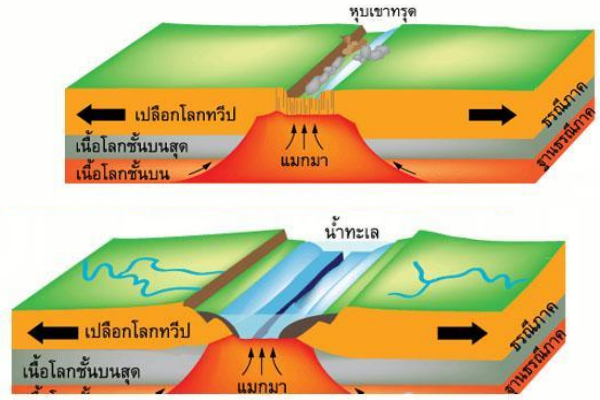
3.1 การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค ทั้งส่วนที่เป็นเปลือกโลกภาคพื้นทวีป เปลือกโลกภาคพื้นมหาสมุทร และส่วนเนื้อโลกชั้นบนสุด มีทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก มีการเคลื่อนที่แบบเคลื่อนเข้าหากันหรือชนและมุดเข้าหากัน แยกจากกัน หรือเคลื่อนสวนกันในแนวระนาบตลอดเวลา โดยมีอัตราความช้าเร็วต่างกัน

1. การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคเคลื่อนหากัน เกิดได้เป็น 3 แบบ

ภาพที่ 4 การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคเคลื่อนหากัน
(ที่มา: https://shorturl.asia/1PdoZ)

เมื่อแผ่นเปลือกโลกเคลื่อนเข้าหากัน เปลือกโลกที่มีความหนาแน่นมากกว้ามุดเข้าไปใต้เปลือกโลกที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าและหลอมละลายหากมีความลึกมากจนถึงชั้นแมกมาและมักทำให้เปลือกโลกอีกด้านหนึ่งถูกอัดและผลักดันให้ค่อย ๆ สูงชันขึ้นจนเป็นเทือกเขา เช่น การเคลื่อนเข้าหากันระหว่างเปลือกโลกภาคพื้นมหาสมุทร ทำให้เกิดหมู่เกาะภูเขาไฟกลางมหาสมุทรเป็นแนวโค้ง

2. การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคแยกจากกัน เป็นการเปิดแนวรอยต่อให้แมกมาไหลหรือเกิดภูเขาไฟปะทุขึ้นมาส่วนมากเกิดใต้มหาสมุทร

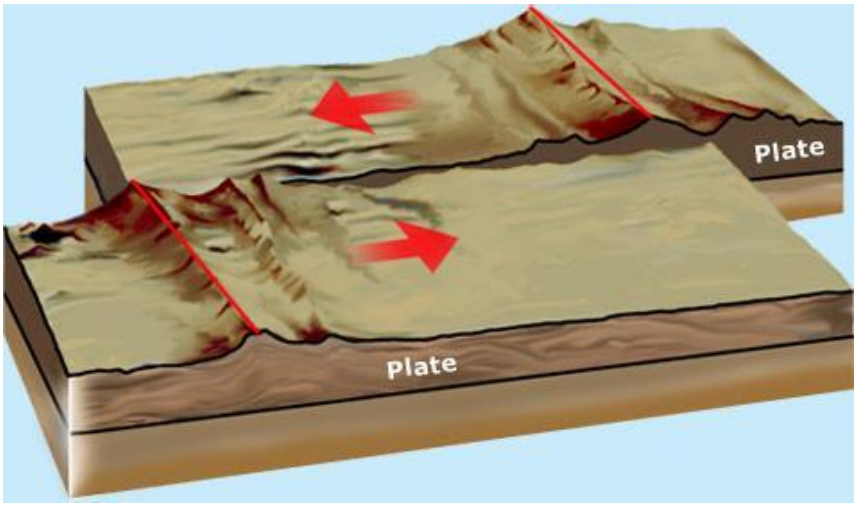


ภาพที่ 5 การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคแยกจากกัน
(ที่มา: http://www.lesa.biz/)

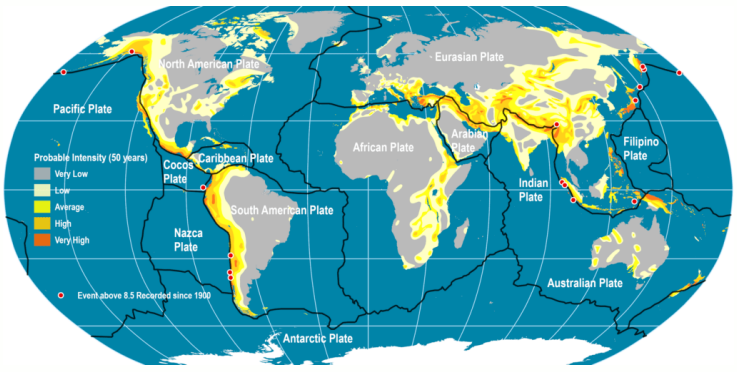
การเคลื่อนที่แยกจากกันของเปลือกโลกภาคพื้นมหาสมุทร 2 แผ่น มีแมกมาไหลปะทุขึ้นมาจนเกิดเป็นแนวสันเขาใต้มหาสมุทร (Mid Ocean Ridge) เช่น บริเวณสันเขาใต้มหาสมุทรแอตแลนติกการเคลื่อนที่แยก

จากกันของเปลือกโลกภาคพื้นทวีป เมื่อมีการแยกออกจากกันอาจเกิดการยุบลงของแผ่นดิน เช่น เกรตริฟต์แวลลีย์ (Great Rift Valley) ทางตะวันออกของทวีปแอฟริกา

3. การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคตามแนวระดับ เป็นการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกสองแผ่นสวนทางกันในแนวระนาบ อาจทำให้เกิดการสั่นสะเทือนหรือแผ่นดินไหวรุนแรง และเกิดรอยเลื่อนตามแนวระดับขนาดใหญ่ เช่น ทำให้เทือกเขาเลื่อนแยกจากกัน ถนนหรือสิ่งก่อสร้างแตกและแยกจากกัน พบมากจากการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกภาคพื้นมหาสมุทร แต่ก็พบได้ระหว่างเปลือกโลกภาคพื้นทวีป เช่น รอยเลื่อนแซนแอนเดรียส (San Andreas) ในทวีปอเมริกาเหนือ

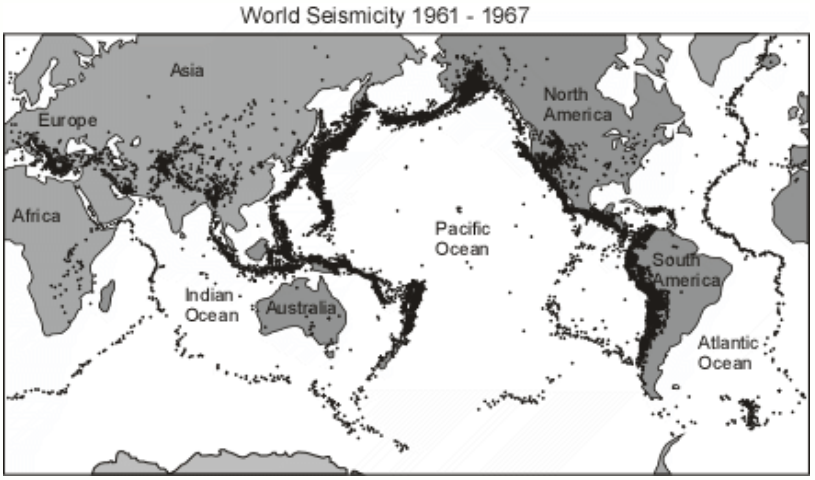


ภาพที่ 6 การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคตามแนวระดับ
ที่มา: ธนัญชัย สรรพค้า (2558)



ภาพที่ 7 แผ่นทวีป
(ที่มา: https://researchcafe.org/earthquake/)

3.2 การเกิดแผ่นดินไหว (earthquake) เป็นการสั่นสะเทือนของเปลือกโลกที่เกิดจากการปรับตัวให้เกิดดุลเสมอภาคของแผ่นเปลือกโลก เป็นการปลดปล่อยพลังงานความเครียด ที่สะสมออกมาอย่างรวดเร็ว จากการเคลื่อนที่ของรอยเลื่อนใต้เปลือกโลก หรือเกิดจากการปะทุของภูเขาไฟ

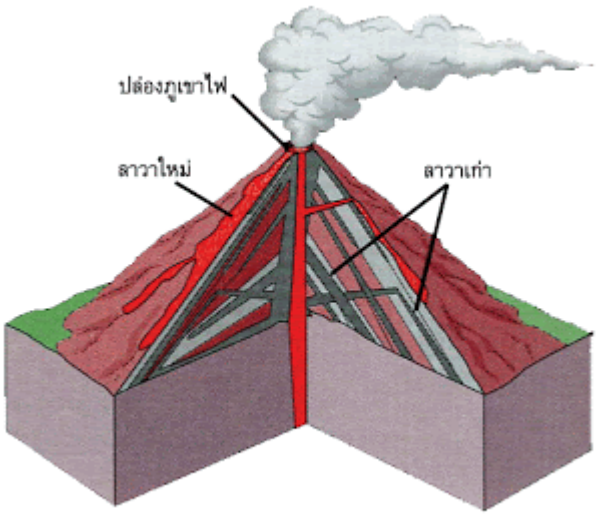


ภาพที่ 8 แผนที่การเกิดแผ่นดินไหวบนโลกระหว่าง ค.ศ. 1961 - 1967
(ที่มา: https://www.tulane.edu/~sanelson/images/)

ทั่วโลกมีการกระจายของแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ ๆ โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นรอยต่อของแผ่นเปลือกโลก ระหว่างเปลือกโลกภาคพื้นมหาสมุทรกับเปลือกโลกภาคพื้นทวีป เช่น บริเวณรอบ ๆ แนวรอยต่อของแผ่นแปซิฟิก หรือวงแหวนแห่งไฟ และตะวันออกของแผ่นอินโด - ออสเตรเลีย ที่มีการเกิดแผ่นดินไหวบ่อยและรุนแรง นอกจากนี้ แผ่นดินไหวยังเกิดตามรอยต่อระหว่างเปลือกโลกภาคพื้นทวีป และตามจุดร้อน (hotspot) ของเปลือกโลกภาคพื้นมหาสมุทรและเปลือกโลกภาคพื้นทวีปอีกด้วย

ภาพที่ 9 รอยแตกบนถนน จากเหตุการณ์แผ่นดินไหว ณ บ้านใหม่จัดสรร ตำบลดงมะดะ อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย
(ที่มา: https://www.tulane.edu/~sanelson/images/)

3.3 การปะทุของภูเขาไฟ (volcanic eruption) เมื่อรอยต่อระหว่างแผ่นเปลือกโลกแยกออกจากกันหรือเคลื่อนเข้าหากัน หรือเมื่อบนเปลือกโลกมีจุดร้อน ทำให้แมกมาปะทุหรือไหลออกมาเป็นลาวา ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและองค์ประกอบของแมกมาและแรงดันที่อยู่ภายใต้เปลือกโลกบริเวณนั้น หากเป็นแมกมาเหลว ไม่มีไอน้ำและแก๊สมาก ลาวาที่ปะทุออกมาจะไหลไปตามความลาดของพื้นที่ หรือปล่องด้านข้างของภูเขาไฟ หากแมกมามีความหนืด มีไอน้ำ แก๊สและมีแรงดันมากจะเกิดการปะทุที่รุนแรง ซึ่งบางครั้งปะทุขึ้นไปสูงหลายกิโลเมตร มีมวลไอน้ำแก๊สและเศษหินปะทุสูงขึ้นไปในบรรยากาศ แก๊สจากการปะทุของภูเขาไฟเป็นแก๊สพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิต เศษหินขนาดใหญ่ที่ลอยขึ้นไปสู่บรรยากาศจะเย็นลงอย่างรวดเร็วและตกลงมาสะสมใกล้ปล่องภูเขาไฟ ส่วนเถ้าละอองฝุ่นขนาดเล็กลอยไปไกลจากบริเวณที่ปะทุ

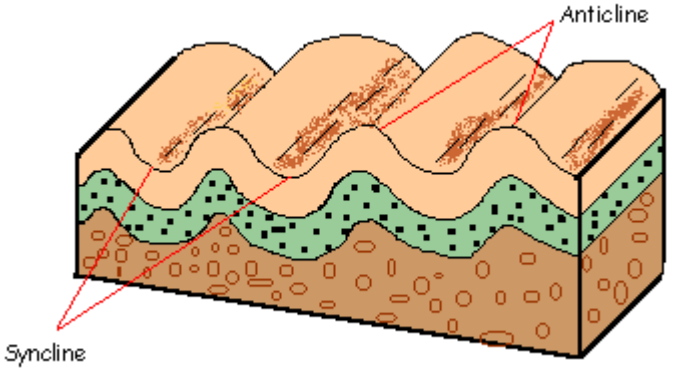


ภาพที่ 10 โครงสร้างของภูเขาไฟ
(ที่มา: http://www.lesa.biz/earth/lithosphere/geological-phenomenon/volcano)

3.4 โครงสร้างทางธรณีวิทยา (geologic structure) การเคลื่อนที่ของเปลือกโลกเข้าหากันทำให้เกิดแรงอัดระหว่างแผ่นเปลือกโลก ก่อให้เกิดโครงสร้างทางธรณีวิทยาและภูมิประเทศของหินตะกอนที่โผล่พ้นผิวดินที่หลากหลาย เช่น

- โครงสร้างรอยเลื่อน เกิดจากการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกหรือแผ่นหินในแนวดิ่งหรือแนวระนาบ เช่น รอยเลื่อนปกติ เป็นรอยเลื่อนที่หินเพดานเลื่อนลงเมื่อเปรียบเทียบกับหินพื้นรอยเลื่อนย้อน เป็นรอยเลื่อนที่หินเพดานเลื่อนขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับหินพื้น ถ้ารอยเลื่อนย้อนมีค่ามุมเทเท่ากับหรือน้อยกว่า 45 องศา เรียกว่า รอยเลื่อนย้อนมุมต่าง รอยเลื่อนตามแนวระดับหรือรอยเลื่อนเหลื่อมข้าง เป็นรอยเลื่อนในหินที่สองฟากของรอยเลื่อนเคลื่อนตัวในแนวราบ

• โครงสร้างคดโค้ง เป็นการคดโค้งคล้ายลูกฟูก หรือแบบโดม หรือโดมกลับหัวขนาดของการคดโค้งต่างกัน เช่น โครงสร้างหินโค้งรูปประทุนคว่ำ หินโค้งรูปประทุนหงาย ซึ่งอาจมีลักษณะเป็นรูปประทุนต่อเนื่องกันคล้ายแผ่นสังกะสีมุงหลังคา ลักษณะของการคดโค้งอาจเป็นแบบคดโค้งสมมาตร หรือคดโค้งไม่สมมาตร หรือคดโค้งตลบทับ หินที่มีอายุมากกว่า (เกิดก่อน) อยู่ชั้นล่าง



ภาพที่ 11 โครงสร้างคดโค้ง
(ที่มา: http://www.rmutphysics.com/)

4. กระบวนการปรับระดับพื้นผิวโลก

เป็นการปรับระดับผิวแผ่นดิน เพื่อให้ผิวเปลือกโลกอยู่ในสภาพสมดุล พื้นที่ที่เป็นที่สูง เช่น ภูเขา หรือที่สูงชันถูกกระบวนการทางธรรมชาติทำให้ลดระดับต่ำลง ในขณะที่พื้นที่ที่ต่ำกว่า เช่น แอ่ง หรือพื้นที่ลุ่มจะมีตะกอนมาตกทับถมให้สูงขึ้น การปรับระดับผิวแผ่นดินเป็นกระบวนการทำให้เกิดการลดระดับแผ่นดินให้ต่ำลง และการเพิ่มระดับแผ่นดินที่ทำให้พื้นที่ต่ำกว่ามีระดับสูงขึ้น ดังนี้

4.1 การผุพังอยู่กับที่ (weathering) เป็นกระบวนการที่ทำให้แร่ประกอบหินเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี ผุกร่อน แตกหัก ละลาย โดยไม่มีการสึกกร่อนหรือพัดพาแต่เป็นการเปลี่ยนสภาพอยู่ ณ ที่เดิมของภูมิประเทศที่เกิดขึ้นอยู่ก่อนแล้ว เกิดใน 3 ลักษณะ ดังนี้

• การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพ เกิดจากแรงกดดันและอุณหภูมิเป็นหลัก เช่น หินอัคนีที่ประกอบด้วยแร่หลายชนิดเมื่อได้รับความร้อนจากแสงแดดจัด เช่น ในทะเลทรายแร่จะขยายตัวได้ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดการแตกร่วงหลุดออกมา ส่วนในเขตหนาวจัดน้ำที่แทรกอยู่ในร่องหินจะแข็งและขยายตัวทำให้หินแตกออกจากกัน

ภาพที่ 12 หินที่ผุพังเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นในทุก ๆ วัน
(ที่มา: http://www.mitrearth.org/7-1-weathering/)

• การผุพังอยู่กับที่ทางเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของหินและแร่ เช่น การมีโมเลกุลของน้ำเข้าไปอยู่ในหินหรือแร่ ทำให้แร่ขยายตัวและยุ่ยง่ายขึ้น ออกซิเจนไปทำปฏิกิริยากับแร่โลหะ เช่น เหล็ก จะเกิดสนิมเหล็ก หินปูนประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตเมื่อถูกน้ำฝนหรือแช่น้ำที่มีสภาพเป็นกรดอ่อนจะเกิดการละลาย ทำให้เกิดโพรง หรือถ้ำ

• การผุพังอยู่กับที่ทางชีวภาพ เกิดจากกิจกรรมของสิ่งมีชีวิต เช่น รากพืชแทรกเข้าไปขยายรอยแตกของหิน จุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรียวัตถุ ทำให้เกิดกรดที่ทำปฏิกิริยากับแร่ประกอบหินบางชนิด

ภาพที่ 13 การเจริญเติบโตของพืชบนรอยแตกของหิน
ที่มา: คัดคณัฐ ชื่นวงศ์อรุณ (2563)

4.2 การกร่อน (erosion) เป็นกระบวนการที่หินและดินแตกหักหรือหลุดเป็นก้อนเล็กจากตัวกระทำ เช่น ธารน้ำไหล คลื่น ลม ธารน้ำแข็ง ดังนี้

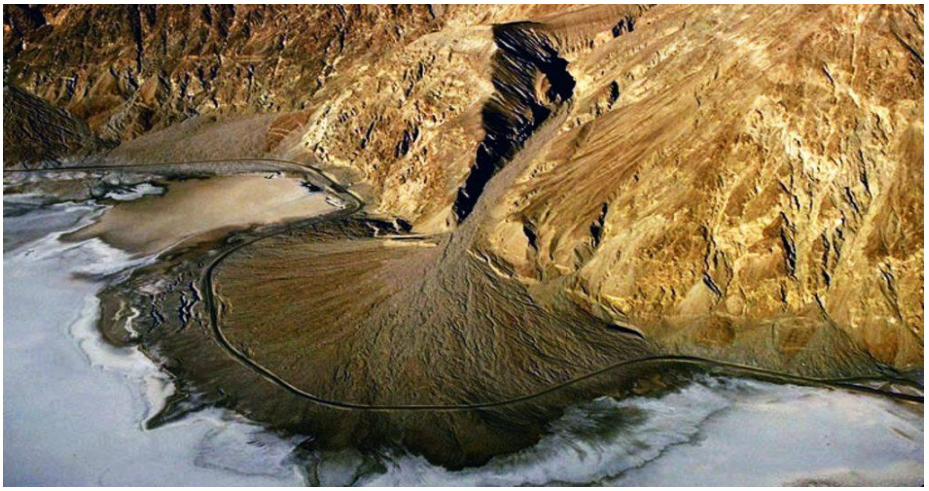
• *แรงกระแทก* เกิดจากกระแสน้ำไหลเชี่ยว กระแสลมพัดแรง หรือกระแสลมและน้ำที่มีฝุ่นหรือมีเศษหินขนาดเล็กพัดไปกระแทกกับหน้าผา และก้อนหิน จนเกิดเป็นโพรง เช่น แกรนด์แคนยอนโกรกธารในรัฐแอริโซนา สหรัฐอเมริกา

ภาพที่ 14 แกรนด์แคนยอน โกรกธารในรัฐแอริโซนา สหรัฐอเมริกา
(ที่มา: https://www.couleecity.com/)

• การครูดถู ธารน้ำแข็งที่มีเศษหินติดมาด้วยจะครูดถูไปกับพื้นธาร และด้านข้างของหุบเขา ทำให้หินแตกหักหลุดติดไปกับธารน้ำแข็งได้ ลมพัดทรายครูดถูผนังแนว หินทราย เช่น เดอะเวฟ (The Wave) รัฐแอริโซนา สหรัฐอเมริกา หรือน้ำในธารพัดเอากรวดทรายมาหมุนวนอยู่ในแอ่งเล็ก ๆ บนหน้าหิน กรวดทรายเป็นตัวการครูดถู ขัดสี ทำให้เกิดเป็นหลุมบ่อถล่ม เรียกว่า กุมภลักษณ์ เช่น สามพันโบก อ.โพธิ์ไทร จ.อุบลราชธานี

• การละลาย เกิดจากน้ำละลายแร่บางชนิดให้หลุดลอยหรือละลายไปกับน้ำทำให้เกิดภูมิประเทศคาสต์ ในพื้นที่หินปูน น้ำจะละลายหินออกไปมากจนพื้นผิวของหินกลายเป็นตะปุ่มตะป่ำเต็มไปด้วยหลุมบ่อ ถ้ำ และทางน้ำใต้ดินที่จะละลายเอาเนื้อหินดังกล่าวแทรกซึมหายลงไป พื้นที่แบบนี้จึงมักเป็นที่แห้งแล้ง และมีธารน้ำไหลลงที่ต่ำในหน้าฝน เช่น วนอุทยานถ้ำหลวง - ขุนน้ำนางนอน อ.แม่สาย จ.เชียงราย

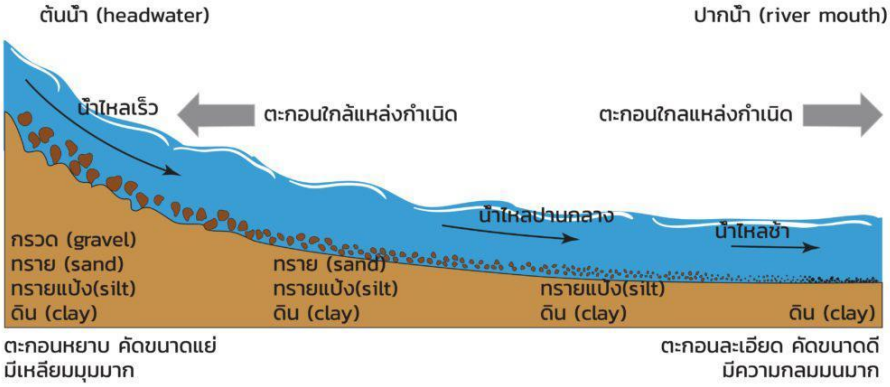
4.3 การพัดพาและการทับถม (transportation and deposition) การพัดพาและการทับถมเป็นกระบวนการที่เกิดคู่กัน คือ เมื่อมีการพัดพาตะกอนออกไปจากที่หนึ่ง ทำให้เกิดการทับถมในเวลาต่อมาตามลักษณะของตะกอนและสภาพแวดล้อม การพัดพาและการทับถม ทำให้เกิดสภาพภูมิประเทศต่างกันไปตามชนิดของตะกอนและตัวกระทำนั้น ๆ



ภาพที่ 15 เนินตะกอนรูปพัดที่เกิดจากการที่น้ำหอบตะกอนออกมาจากร่องเขา และลดความเร็วน้ำอย่างรวดเร็วเมื่อถึงที่ราบ
(ที่มา: http://www.mitrearth.org/14-2-depositional-environment/)

• การพัดพา เป็นกระบวนการพัดพาตะกอนหิน แร่ ดิน อินทรียวัตถุ และสารละลายออกไปจากพื้นที่ โดยตัวกระทำ เช่น ธารน้ำไหล กระแสน้ำทะเล ธารน้ำแข็ง ลม ซึ่งจะมีตะกอนที่เป็นก้อนหิน สารแขวนลอยหรือสารละลาย ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกระทำที่ทำให้ตะกอนถูกพัดพาไปเป็นระยะทางสั้น ๆ หรือไกลออกไปจากแหล่งกำเนิดมากได้ เช่น ธารน้ำไหลพัดพาตะกอนหินขนาดใหญ่ไปได้ไม่ไกลแต่ตะกอนที่เป็นสารละลายจะพัดพาไปไกลมาก ส่วนธารน้ำแข็งพัดพาตะกอนหลายขนาดไปพร้อมกับการไหลได้

• การทับถม เกิดขึ้นเมื่อมีการสูญเสียพลังงานในการพัดพาของตัวกระทำเช่น เมื่อกระแสน้ำลดลงทำให้เกิดการทับถมของตะกอนที่น้ำพัดพามาด้วย ตะกอนขนาดใหญ่จะตกทับถมก่อนตะกอนขนาดเล็ก และสารละลายจะตกตะกอนเมื่อน้ำนิ่ง ตะกอนที่ธารน้ำแข็งพัดพามาเกิดการทับถมเมื่อน้ำแข็งละลาย



ภาพที่ 17 การคัดขนาดตะกอนด้วยการพัดพาของน้ำ
(ที่มา: http://www.mitrearth.org/14-1-sediment-and-classification/)

4.4 การเคลื่อนที่ของมวล (mass wasting) เกิดขึ้นเมื่อก้อนหินหรือมวลดินผสมเศษหินที่อยู่บนพื้นที่ลาดชันร่วงหล่นไปตามความลาดชัน เนื่องจากมีน้ำหนักมากและจากแรงโน้มถ่วงของโลก การเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความลาดชันของพื้นที่ น้ำ พืช ถ้ามีพืชปกคลุมจะทำให้ดินยึดเกาะกันได้ดี แต่ถ้ามีพืชมากเกินไปก็อาจทำให้ดินต้องรับน้ำหนักมาก และปัจจัยกระตุ้นอื่น ๆ เช่น การสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว การปะทุของภูเขาไฟ รวมทั้งลักษณะการเคลื่อนที่ของมวล เช่น หินพัง การเลื่อนถล่ม การไหลซึ่งจะทำให้เกิดสภาพภูมิประเทศ เช่น กองหินบริเวณตีนเขา เนินตะกอนรูปพัด

ภาพที่ 18 การถล่มของพื้นดินเกิดจากการเคลื่อนที่ของมวล
(ที่มา: https://www.thesun.co.uk/)

แหล่งเรียนรู้ข้อมูลเพิ่มเติม เรื่อง ธรณีภาค

1. http://www.lesa.biz/earth/lithosphere
2. https://www.youtube.com/watch?v=Cq3Bk1qwvXA&t=562s
3. https://www.youtube.com/watch?v=m6Um_IqOpZA