

บทที่ 3

การเลื่อนทวีป

- 3.1 บทนำ
- 3.2 การวาดรูปทวีปใหม่
- 3.3 หลักฐานทางธรณีวิทยาเกี่ยวกับการเลื่อนทวีป
- 3.4 การศึกษาสภาพภูมิอากาศบรรพกาล
- 3.5 หลักฐานทางบรรพชีวินของการเลื่อนทวีป

บทที่ 3 การเลื่อนทวีป

3.1 บทนำ

ตามที่ได้เคยอธิบายในบทที่ 1 ว่าในศตวรรษที่ 18 เคยคิดกันว่าชายฝั่งทะเลทั้งตะวันตกและตะวันออกของมหาสมุทรแอตแลนติก ต่อกันพอดีเหมือนตัวต่อ (jigsaw) จนกระทั่งถึงศตวรรษที่ 19 จึงได้ยอมรับว่าการสังเกตนี้เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดหลักฐานการเลื่อนทวีป (continental drift) ขึ้น และทำให้เกิดแนวคิดในการเชื่อมต่อลักษณะธรณีวิทยาชนิดข้ามมหาสมุทรเลยทีเดียว นอกจากนั้นการประยุกต์ข้อมูลแม่เหล็กบรรพกาลที่เกิดขึ้นราวปี ค.ศ. 1950 และ 1960 ก็ให้หลักฐานอย่างแน่นหนาว่าหลายทวีปครั้งหนึ่งในอดีตกาลเคยเคลื่อนตัวในแนวเหนือใต้ และก็เคยเคลื่อนสัมพัทธ์กันมาแล้ว

3.2 การวาดรูปทวีปใหม่ (Continental Reconstruction)

3.2.1 ทฤษฎียูเลอร์ (Euler's theorem)

เพื่อให้การวาดรูปทวีปใหม่ดำเนินไปอย่างถูกต้อง จึงจำเป็นต้องอธิบายการกระทำที่เกี่ยวข้องกับการประกบรูปทรงให้ได้ตามหลักคณิตศาสตร์ ซึ่งในที่นี้ทำได้โดยอาศัยทฤษฎียูเลอร์ ซึ่งอธิบายว่า การเคลื่อนที่ของส่วนของทรงกลมไปตามผิว สามารถตรวจหาหรือแสดงได้โดย การหมุนเชิงมุมเดียว (single angular rotation) (รูป 3.1) ด้วยเหตุนี้ข้อจำกัดการหมุนและจุดตั้งฉากขั้วเท่านั้นที่ยังคงอยู่กับที่ เมื่อเทียบกับส่วนที่เคลื่อนที่ไป ดังนั้นการเคลื่อนที่ของทวีปไปตามผิวโลกยังตำแหน่งต่างๆ สามารถอธิบายได้จากข้อจำกัดการหมุนและมุมการหมุนได้

3.2.2 การจัดวางรูปทวีปใหม่ (Reconstruction of Continents) ตามรูปทรงเรขาคณิต

ในการจัดวางรูปทวีปใหม่ อาจทำได้โดยง่ายด้วยมือ แต่เพื่อให้มีความถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น อาจต้องใช้การคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์เข้าช่วย เพื่อปรับลดค่าที่ไม่สอดคล้อง (misfit) ขณะที่นำทวีปมาประกบกัน เทคนิคที่สร้างขึ้นโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยปรับแต่งทำได้โดยการสมมติว่าการหมุนไปแต่ละคู่ของทวีปตามแนวเส้นรุ้ง-เส้นแวง และ ณ ตำแหน่งซึ่งแต่ละขั้วเราสามารถกำหนดมุมการหมุนได้ ด้วยวิธีนี้ทำให้ช่องว่างหรือส่วนเกยระหว่างที่ทวีปประกบกันได้ และเมื่อนำมาประกบกันแล้วตำแหน่งที่ประกบกันสนิทมากที่สุดไม่ใช่ส่วนที่เป็นของชายฝั่ง ออกไปจนถึง

ตอนกลางของไหล่ทวีป (continental slope) ณ ที่ลึกประมาณ 1,000 เมตร ด้วยวิธีนี้ทำให้ได้รูปประกอบของทวีปต่อกันสนิทมากที่สุด (ดูรูป 3.2)

3.2.3. การจัดวางรูปทวีปรอบมหาสมุทรแอตแลนติก

บูลลาร์ด (Bullard และคณะ, 1965) เป็นกลุ่มแรกที่น่าทวีปรอบมหาสมุทรแปซิฟิกมาจัดวางใหม่แบบสนิท (รูป 3.2) ซึ่งทำให้ได้โดยการประกอบตามกรรมวิธีที่ได้อธิบายในหัวข้อ 3.2.2 และมีเพียงคาบสมุทรไอบีเรีย (สเปนและโปรตุเกส) เท่านั้นที่ต้องหมุนไปเมื่อเทียบกับทวีปยุโรปทั้งหมด ซึ่งทำได้เพราะมีส่วนของเปลือกสมุทรในอ่าวบิสเคย์ปรากฏอยู่ และจากข้อมูลธรณีวิทยาและสภาพแม่เหล็กโบราณทำให้เราทราบว่า การจัดวางรูปทวีปใหม่นี้แสดงถึงตำแหน่งของทวีปเมื่อประมาณ 200 ล้านปีมาแล้ว

ส่วนของทวีปที่เกยทับกันอาจแสดงถึงกระบวนการแยกทวีป (continental splitting) ได้ เกาะไอซ์แลนด์หายไปจากแผนที่ประกอบใหม่เพราะเกาะมีอายุเก่าแก่ไม่นานประมาณยุคเทอร์เชียรีเท่านั้นเอง ดังนั้นเกาะนี้จึงเกิดขึ้นหลังจากมหาสมุทรแอตแลนติกเปิดแล้ว เขตพื้นผิวดินทะเลราบบาสามาไปเกยอยู่บนฝั่งด้านตะวันตกของทวีปแอฟริกา ซึ่ง Dietz & Holden (1970) ได้พิสูจน์แล้วว่าบาสามาพังเกิดใหม่เป็นพวกโศดปะการังที่เกิดหลังทวีปอเมริกาแยกตัวออกมา ทำนองเดียวกันดินแดนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำไนเจอร์ก็ประกบเคยไปบนทวีปอเมริกา เนื่องจากเกิดหลังจากทวีปแยกออกไปนั่นเอง

การจัดวางทวีปดูจะน่าฉงนมากก็ตรงที่ต้องประกบทวีปอเมริกากลางไปบนอเมริกาใต้ และต้องกำจัดทะเลคาริบเบียนออกไปเสียก่อน ซึ่งจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางสภาวะแม่เหล็กบรรพกาลของ White (1980) เนื่องจากเปลือกทวีปตอนช่วงมหาสมุทรซันติฟิโกหรือพาลีโอโซอิกได้อเมริกากลางตั้งอยู่บริเวณอ่าวเม็กซิโกในปัจจุบัน ตามแนวคิดของ White (1980) ทวีปทางแถบแอตแลนติกเหนือแยกออกจากกันเมื่อ 150 ล้านปีที่แล้ว ส่วนทางใต้แยกตัวออกช้ากว่า คือ ประมาณ 135 ล้านปีที่แล้ว ด้วยเหตุนี้ทำให้ขั้วโลกของทวีปทางแอตแลนติกเหนือต่างจากทางทวีปใต้อย่างมาก เนื่องจากมีทะเลคาริบเบียนเปิดออกระหว่างทวีปเหนือและใต้นั่นเอง และด้วยเหตุนี้จึงทำให้ทวีปอเมริกากลางหมุนแบบตามเข็มนาฬิกา จนอ่าวเม็กซิโกไปปรากฏเป็นตำแหน่งปัจจุบัน ประมาณ 80 ล้านปีมาแล้ว ตำแหน่งขั้วการหมุนของทวีปแอตแลนติกเหนือและใต้จึงเป็นตำแหน่งเดียวกัน

3.2.4. การวางรูปมหาทวีปกอนวานา

ในตอนช่วงแรกของการวางรูปทวีปทางซีกโลกใต้เราอาศัยหลักฐานของขอบเขตทวีปทางเรขาคณิตเป็นเกณฑ์เพียงอย่างเดียว โดย Smith & Hallam (1970) ที่ปรากฏในวารสาร Nature ทำให้ชายฝั่งด้านตะวันออกของแอฟริกา เกาะมาดากาสกา อินเดีย ออสเตรเลีย และแอนตาร์กติกาประกบกันไม่สนิทจนเป็นที่ถกเถียงเสมอมา แต่จากนั้นอีกสิบปีให้หลัง Powell และคณะ (1980) ในวารสาร Tectonophysics ได้ปรับแก้ตำแหน่งของเกาะมาดากาสกา และอินเดียใหม่ โดยใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยาสภาพแม่เหล็กบรรพกาล และการแผ่ขยายพื้นทะเล (รูป 3.4)

3.3 หลักฐานทางธรณีวิทยาเกี่ยวกับการเลื่อนทวีป

หลักฐานที่แสดงก่อนหน้านี้เป็นเพียงการใช้ข้อมูลขอบทวีปเป็นเกณฑ์ในการจัดวางรูปทวีปเพียงอย่างเดียว ซึ่งถ้าแนวคิดดังกล่าวถูกต้องก็น่าที่จะลากหรือเชื่อมต่อลักษณะทางธรณีวิทยาของทวีปที่นำมาต่อกันได้ แนวคิดดังกล่าวน่าจะเป็นเรื่องง่าย แต่แนวทางปฏิบัติทำได้ไม่ง่ายเลย นักธรณีวิทยาหลายท่านได้พยายามนำเอาตำแหน่งที่แยกจากกัน (rifting location) แต่ก็ไม่ง่ายนักเนื่องจากไม่รู้อายุที่แท้จริงตอนที่ทวีปแยกออก หรือการแยกจะดำเนินไปแบบทวีปใหญ่ต่อทวีปใหญ่ หรือแตกแบบเล็กๆ ก่อน อย่างไรก็ตาม นักธรณีวิทยาไม่หมดความพยายาม (ดู Hurley, 1965, Dewey, 1972, Hallam, 1975) ข้อมูลบางอย่างทางธรณีวิทยาได้หลงเหลือไว้ทำให้สามารถนำมาอธิบายการเกิดทวีปเลื่อนได้

3.3.1. แนวโค้งใหญ่ (major fold belts)

รูป 3-5 ดูเหมือนเป็นรูปที่ดีมาก เพราะ Dewey (1972) เชื่อมต่อทวีปทางซีกโลกเหนือ คือมหาทวีปลอเรเชีย (Laurasia) กับทวีปทางซีกโลกใต้ หรือมหาทวีปกอนวานา ด้วยแนวคโค้งใหญ่ ซึ่งก็คือแนวก่อเกิดเทือกเขา (orogenic belt) โดยเฉพาะแนวโค้งใหญ่แอนปาลาเซียนของอเมริกาเหนือกับแนวโค้งใหญ่คาลิโดเนียนของยุโรปเหนือ ซึ่งอาศัยข้อมูลของการสะสมตะกอนตามแนวโค้งใหญ่ทั้งสอง ขนาดและองค์ประกอบของตะกอนใช้เป็นคำอธิบายต้นกำเนิดและทิศทางตะกอนเนื่องจากจุดกำเนิดตะกอนทางฝั่งคาลิโดเนียของยุโรปมาจากทางทิศตะวันตกซึ่งปัจจุบันเป็นมหาสมุทรแอตแลนติก ซึ่งแสดงว่าในอดีตสมัยมหายุคมีซิมิวิวิน (พาลีโอโซอิก) ต้องมีหินเปลือกทวีปอยู่ตรงมหาสมุทรแอตแลนติกปัจจุบันนี้ แหล่งกำเนิดตะกอนหมวดหินโรโรมา (Roraima Formation) ซึ่งมีอายุพรีแคมเบรียน (ประมาณ 1 พันล้านปี) ของกียานา (Guyana) อยู่ทางทิศตะวันออก ซึ่งปัจจุบันถูกคั่นด้วยมหาสมุทรแอตแลนติก ทำให้แค่คิดว่าต้นกำเนิดน่าจะมาจากแอฟริกาตะวันตกเฉียงเหนือ หรือเพชรที่สะสมในตะกอนชั้นล่างของหมวดหินโรโรมานี้เพิ่ม

ขนาดไปทางทิศตะวันออก และเพชรในแอฟริกาตะวันตกในตะกอนคล้ายกันก็มีขนาดเพิ่มขึ้น เหมือนกันทางทิศตะวันตก ทำให้ Tarling & Tarling (1971) คิดว่าต้นกำเนิดน่าจะมาจากทาง ประเทศซูดาน

3.3.2. การเชื่อมต่อด้วยมณฑลอายุหิน (Age Province)

ฮาลลัม (Hallam, 1975) ได้สานต่อแนวคิดเรื่องการเลื่อนทวีปของ Alfred Wegener ซึ่งบทความของเขาได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร Scientific American ตามที่แสดงในรูป 3.6 ฮาลลัมได้พยายามเชื่อมต่อด้วยมณฑลอายุหินเดียวกันของทวีปอเมริกาใต้กับแอฟริกา โดยใช้ข้อมูลธรณีวิทยา เกี่ยวกับอายุหินของเขตหินเก่ามหายุคปฐมชีวิตินหรือพรีแคมเบรียน (Craton) ของสองทวีปที่ถูก ล้อมรอบด้วยแนวเกิดภูเขาอายุใหม่กว่าของมหายุคมีซิมชีวิติน หรือพาลีโอโซอิก ปรากฏว่าการลาก เชื่อมต่อทำได้ดีมากจนเกือบแนบสนิท

3.3.3. การเชื่อมต่อด้วยมณฑลหินอัคนี (Igneous Province)

เพื่อให้หลักฐานของการเลื่อนทวีปสมบูรณ์ขึ้น Smith & Hallam (1975) ได้นำเอาข้อมูล เกี่ยวกับหินอัคนีที่มีอายุเก่าแก่มหายุคปฐมชีวิตินหรือพรีแคมเบรียนของมหาทวีปก่อนวานามาช่วย ด้วย พวกเขาได้ใช้หินโคลีไรต์ซึ่งเป็นหินอัคนีที่เข้ามามหายุคมีซิมชีวิตินหรือเมโซโซอิกผนวกกับการ กระจายตัวของหินอะนอโทไซต์ ซึ่งเป็นหินอัคนีของมหายุคปฐมชีวิติน จนสามารถกำหนดมณฑล หินอัคนีของมหาทวีปได้ดังแสดงในรูป 3.7 ด้วยวิธีการของเขาทำให้เชื่อมต่อด้วยแอฟริกาตอนใต้กับ แอนตาร์กติกา แทสมาเนีย โดยใช้หินโคลีไรต์ และเชื่อมแอฟริกา มาดากาสการ์ และอินเดีย โดยใช้ หินอะนอโทไซต์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับขอบเขตการแผ่ขยายของยูคน้ำแข็งในช่วงปลายมหายุคมีซิม ชีวิติน (เมโซโซอิก)

3.3.4. การเชื่อมต่อด้วยลำดับชั้นหิน

การเชื่อมต่อหรือการวางทวีปก่อนการเลื่อนอาจทำได้เป็นเวลาหลายล้านปี โดย ฮอร์เลย์ (Hurley, 1968) ซึ่งพยายามอธิบายการเลื่อนทวีปว่าเป็นจริง โดยการไล่ลำดับชั้นหินตะกอน จากหลายทวีป (แอฟริกา อเมริกาใต้ ออสเตรเลีย อินเดีย และแอนตาร์กติกา) ว่ามีความคล้ายคลึงกัน ก่อนเกิดการเลื่อนทวีป ชั้นหินตะกอนที่ฮอร์เลย์ใช้ในการเทียบเคียงเป็นพวกที่มีช่วงอายุอยู่ใน มัชฌิมชีวิตตอนปลาย (ประมาณช่วงต่อของยุค (เพอร์เมียนกับคาร์บอนิเฟอรัส) โดยเฉพาะตะกอน ธารน้ำแข็ง ชั้นถ่านหิน และตะกอนมีซากชีวิตเหมือนกัน (ดูรูป 3.8)

3.3.5 การเชื่อมต่อด้วยมณฑลแร่ (Metallogenic Provinces)

ไม่เพียงแต่เฉพาะหินอัคนีหรือหินตะกอนเท่านั้นที่อธิบายการปรากฏแนวต่อของหินก่อนการเลื่อนทวีป อีวาน (Evans, 1987) ในหนังสือที่มีชื่อเสียงของเขาที่ชื่อ “An Introduction to Ore Geology” ได้บรรยายแนวคิดเรื่องการเลื่อนทวีป โดยใช้ปริมณฑลแร่จากหลายทวีปมาเชื่อมต่อกัน ดังแสดงในรูป 3.9 (ดูรูปใน Evans) แนวเขตแหล่งแร่หลายชนิด เช่น แมงกานีส เหล็ก ทอง และ ดีบุก สามารถลากเชื่อมต่อกันได้ข้ามชายฝั่งของหลายทวีป โดยเฉพาะพวกที่มีอายุก่อนมหายุคมัธยมชีวิติน (เมโซโซอิก)

3.4 การศึกษาสภาพภูมิอากาศบรรพกาล

การกระจายตัวของภูมิอากาศบนโลกเราถูกควบคุมด้วยปรากฏการณ์ที่มีปฏิสัมพันธ์เชิงพื้นที่กับหลายอย่าง นับตั้งแต่การส่องแสงของดวงอาทิตย์ (ซึ่งอาจแปรผันตามเส้นรุ้ง) ทิศทางลมและกระแสน้ำ ความสูงของพื้นดินและทิวเขาที่ขวางกั้น ลักษณะและปรากฏการณ์ส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นนี้แสดงได้ไม่แจ่มชัดนักในอดีตกาลทางธรณีวิทยา ในภาพกว้างเขตเส้นรุ้งเป็นตัวแปรสำคัญของสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นการศึกษาตัวบ่งชี้ทางภูมิอากาศในหินเก่าแก่จึงใช้เป็นตัวกำหนดเส้นรุ้งโบราณได้ เฟรค (Frahes, 1979) ในหนังสือของเขาที่ชื่อเกี่ยวกับภูมิอากาศที่ชื่อ Climates Throughout Geologic Times จึงได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับภูมิอากาศวิทยาที่บันทึกในหินเพื่อมาอธิบายภูมิอากาศบรรพกาลก่อนเกิดทวีปเลื่อนได้ตามแนวเหนือใต้ ต้องไม่ลืมว่าโลกเราปัจจุบันอยู่ในช่วงอายุของน้ำแข็งละลาย (Interglacial Period) ดังนั้นสภาพภูมิอากาศของอดีตและปัจจุบันจึงอาจแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงได้

1. แหล่งสะสมตะกอนคาร์บอเนตและโซดหิน เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันว่าแหล่งสะสมตะกอนดังกล่าวยุคปัจจุบันปรากฏเฉพาะในเขตนํ้าอุ่น หรือประมาณเส้นรุ้งที่ 30° เหนือและใต้เส้นศูนย์สูตร โดยมีอุณหภูมิจำกัดระหว่าง 25° – 30° ซ.

2. ตะกอนเกลือระเหย เกลือระเหยมักเกิดขึ้นในบริเวณที่มีภูมิอากาศร้อนและแห้งแล้ง ซึ่งมีประมาณการระเหยสูงกว่าฝนตก หรือการเติมนํ้าทะเลเข้ามา (seawater influx) ซึ่งมักเป็นแอ่งน้ำหรือที่น้ำขังที่มีทางเปิดออกสู่ทะเลจำกัด ในปัจจุบันมักไม่พบแอ่งหรือที่ราบเกลือระเหยใกล้เส้นศูนย์สูตร แต่มักพบในบริเวณที่แห้งแล้งถึงร้อนที่มีความดันสูงในช่วงเส้นรุ้งประมาณ 10° ถึง 40° ในปัจจุบันก็เป็นที่เชื่อกันว่าแหล่งเกลือระเหยโบราณก็น่าพบในบริเวณแถบเส้นรุ้งคล้ายๆ กัน (ดู Windlly, 1984)

3. ชั้นหินสีแดง ชั้นหินตะกอนจำพวกหินทราย ทรายอาร์โคส หินดินดาน และหินกรวด บางครั้งพบว่ามีตัวเชื่อมประสานของเหล็กออกไซด์อยู่มากทำให้มีสีแดง ปัจจุบันเชื่อกันว่าน่าจะเกิดจากสภาวะมีออกซิเจนมากในที่ซึ่งมีการนำเหล็กเข้ามาได้เพียงพอ ดังนั้นจึงมักต้องมีสภาพภูมิอากาศร้อนเพื่อสลายเอาแร่ฮีมาไทต์แบบเอาน้ำออกให้อยู่ในรูปฮีมาไนต์ ซึ่งบริเวณที่ปรากฏชั้นหินสีแดงก็น่าจะอยู่ในแถบเส้นรุ้งประมาณไม่เกิน 30°

4. ถ่านหินและน้ำมัน แหล่งสะสมตะกอนลักษณะนี้เกิดขึ้นได้จากการสะสมตัวและสลายตัวของตะกอนอินทรีย์ที่เหลือก้างอยู่ ซึ่งโดยมากมักต้องการสภาพภูมิอากาศอบอุ่นและชุ่มชื้น ซึ่งทำให้พบอยู่ในบริเวณแถบเส้นรุ้งน้อยกว่า 30° ในปัจจุบัน

5. แหล่งฟอสเฟต ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันว่าแร่ฟอสเฟตมักเกิดไม่เกินเส้นรุ้งที่ 45° โดยเฉพาะทางขอบด้านตะวันตกของทวีป เช่น แถบเปรูและชิลี มีการไหลของน้ำทะเลที่เย็นแต่มีสารธาตุอาหารมากไหลพาขึ้นมาจากที่ลึก หรือเกิดในบริเวณเขตแห้งแล้งในเส้นรุ้งต่างๆ ใกล้เส้นศูนย์สูตรที่มีทะเลหรือทะเลสาปวางตัวในแนวตะวันออก-ตก

6. แหล่งบ็อกไซต์และศิลาแลง อลูมินัมและเหล็กออกไซด์มักเกิดได้ในเฉพาะบริเวณที่มีออกซิเจนอยู่มาก ทำให้เชื่อว่าแหล่งแร่เหล่านี้ อาจเกิดขึ้นมาในสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนชื้นหรือกึ่งร้อนชื้น

7. ทะเลทราย เป็นที่น่าสังเกตว่าเราต้องให้ความสนใจแหล่งสะสมของทรายประเภทนี้มากหน่อย เพราะทะเลทรายอาจเกิดได้ในสภาพที่ร้อนและหนาวได้ แต่ชั้นตะกอนขวางของเนินทรายอาจใช้บ่งบอกทิศทางของลมที่พัดพาทรายลมหอบมา เมื่อเทียบกับทิศทางลมในปัจจุบันสามารถบอกได้ว่าทวีปหมุนไปทางใดได้

8. แหล่งตะกอนจากธารน้ำแข็ง ทั้งธารน้ำแข็งและยอดน้ำแข็งยกเว้นพวกที่อยู่ในที่เขาสองๆ มักปรากฏในบริเวณตั้งแต่เส้นรุ้ง 60° เหนือและใต้จนถึงขั้วโลก

นอกจากนี้เรายังสามารถตรวจหาอนุกรมวิบรรพกาลของสภาพทางภูมิศาสตร์นั้นๆ ได้โดยตรง โดยการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนไอโซโทปในหิน หรือในตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ในทะเลบางพวก เช่น หอยที่สกัดเอาสารจำพวกคาร์บอนเนตจากน้ำทะเลได้โดยตรง ซึ่งปริมาณองค์ประกอบทางไอโซโทปของออกซิเจนในแร่แคลไซต์และอะราโกไนต์ขึ้นโดยตรงกับอุณหภูมิ (Hoef, 1985) ดังนั้นถ้าเราสามารถจัดอัตราส่วนระหว่าง 0^{18} กับ 0^{16} ของซากดึกดำบรรพ์เหล่านี้ก็สามารถตรวจหาอนุกรมวิบรรพกาลได้ วิธีการนี้ไม่สามารถประยุกต์กับแหล่งสะสมตัวบนบก เนื่องจากองค์ประกอบของน้ำฝนที่แคลเซียมคาร์บอเนตตะกอนมีความแปรปรวนอย่างมาก แต่สำหรับคาร์บอนเนตของหอยทากและตะกอนในถ้ำ Faure (1986) คาร์บอนไอโซโทปของออกซิเจนและคาร์บอนก็ใช้ได้ผลดี

ผลของการประยุกต์ข้อมูลภูมิอากาศบรรพกาลแสดงให้เห็นว่าทวีปมีการเปลี่ยนตำแหน่ง โดยเฉพาะตามเส้นรุ้งตลอดช่วงเวลาทางธรณีวิทยา ยกตัวอย่างเช่น ตอนยุคเพอร์เมียนและคาร์บอน

นิเฟอร์สในปลายมหายุคมีขมิ้นชีวิต มหาทวีปกอนวานต้องประสบกับสภาพความหนาวเย็นของยุคน้ำแข็ง (Martin, 1981) จนทำให้ Tarling & Tarling (1971) เชื่อว่าหลายทวีปของซีกโลกใต้อยู่ใกล้กับขั้วโลก (ดูรูป 3.10) (ซึ่งคือ 3.9 ของ Kearcy) ขณะเดียวกันทางซีกโลกเหนือโดยเฉพาะยุโรปและอเมริกาด้านตะวันออก พบถ่านหินและตะกอน โขดหินแผ่กว้างมากที่แสดงถึงสภาพอากาศแบบร้อนชื้นแถบศูนย์สูตร ซึ่งเป็นหนทางให้เกิดเขตภูมิอากาศแบบทะเลทรายที่มีเกลือระเหยได้ในที่สุด

3.5 หลักฐานทางบรรพชีวินของการเลื่อนทวีป

Briggs (1987) ในหนังสือเรื่องสภาพภูมิศาสตร์ชีวภาพกับการสัณฐานแบบแผ่น E หรือ Biogeography and Plate Tectonics, Development in Paleontology and Stratigraphy ได้เสนอว่าการเลื่อนทวีปเป็นผลสำคัญต่อการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตไม่ว่าพืชหรือสัตว์ในอดีต ซึ่งเขาได้แนวคิดเรื่องการพัฒนากำแพงกั้นหรือสิ่งขวางกั้น (barriers) ต่อการแพร่กระจายชีวิตที่เสนอก่อนหน้านี้โดยHallan (1972) ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดในกรณีดังกล่าวนี้ก็คือ การแพร่ขยายของมหาสมุทรโบราณในสมัยนั้นที่ขวางกั้นมหาทวีปเหนือออกจากมหาทวีปใต้จนป้องกันไม่ให้สิ่งมีชีวิตบนบกอพยพข้ามผากจากมหาทวีปหนึ่งสู่อีกมหาทวีปได้ การกระจายตัวของสัตว์สี่เท้าในอดีตแสดงถึงว่าน่าจะมีการติดต่ออย่างสะดวกในแต่ละซีกโลกในสมัยนั้นได้อย่างดี ซากของสัตว์เลื้อยคลานต้นยุคเพอร์เมียนที่ชื่อ เมโซซอรัส (Mesosaurus) มักพบกระจายตัวอยู่เฉพาะในบราซิลและแอฟริกาใต้ แม้ว่าสัตว์เลื้อยคลานพวกนี้จะว่ายน้ำได้ แต่ก็คงไม่สามารถว่ายน้ำไปมาตลอด 5,000 กม. ได้ตลอดเวลาหากทวีปทั้งสองไม่อยู่ใกล้กัน

มหาสมุทรอาจเป็นตัวขวางกั้นการแผ่กระจายของสัตว์บางชนิดได้ โดยเฉพาะพวกที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำตื้น สัตว์ทะเลชนิดไม่มีกระดูกสันหลังอาจแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในตอนช่วงที่มันเป็นตัวอ่อน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแพลงตอนได้ (Hallam, 1973 b) ตัวอ่อนเกือบทุกประเภทมีช่วงชีวิตที่สั้นเกินกว่าที่จะถูกพัดพาให้ข้ามน้ำข้ามทะเลไปยังอีกทวีปได้ทันก่อนจบชีวิต (หรือตาย) ดังนั้น ขอบเขตมลทลชีวินโบราณจึงมักเทียบสัมพันธ์ได้กับตะเข็บธรณี ซึ่งแสดงถึงรอยต่อระหว่างทวีปโบราณที่ติดต่อประกบกันได้โดยการสูญเสียด้านมหาสมุทรที่สอดคล้องกันอยู่ระหว่างทวีปทั้งสองได้ การกระจายตัวของสัตว์ไครโลไนต์ของยุคแคมเบรียนแสดงให้เห็นว่ามีทวีปหลายทวีปปรากฏอยู่แน่ๆ และทวีปเหล่านั้นแยกจากกันด้วยมหาสมุทรใหญ่น้อย การที่พบซากแอมโมไนต์ยุคจูแรสซิกที่เหมือนหรือคล้ายๆ กับของทวีปแอฟริกา เกาะมาดากาสกา และประเทศอินเดีย แสดงถึงการที่เขตน้ำตื้นที่เชื่อมต่อกันระหว่างดินแดนที่ปัจจุบันอยู่ห่างกัน

พฤกษศาสตร์บรรพกาลก็แสดงลักษณะที่คล้ายกับก่อนทวีปแตกได้ ตัวอย่างเช่น ในยุคคาร์บอนิเฟอรัส พืชเด่นๆ เช่น Glossopteris และ Gungamopteris ก็พบเฉพาะทวีปของมหาทวีปใต้

(Gondwana) เท่านั้น (ดู Hurley, 1968 และ Plumsted, 1973) และยังคงแสดงถึงสภาพภูมิอากาศบรรพกาลที่หนาวเย็นด้วย ในขณะที่เดียวกันพืชแห่งมหาทวีปเหนือ (Laurasia) แสดงถึงสภาพอากาศที่อบอุ่นกว่า แต่พอหลังจากการเลื่อนทวีปแล้วพืชพันธุ์ดังกล่าวก็มีวิวัฒนาการแตกสายไปคนละทางเหมือนกัน

ลักษณะขวางกั้นการแพร่กระจายแบบไม่เด่นชัดนัก ก็คือ สภาพภูมิอากาศ ซึ่งการเคลื่อนทวีปไปตามเส้นรุ้ง (คือ เหนือ-ใต้ โดยประมาณ) อาจก่อให้เกิดสภาพภูมิอากาศที่สิ่งมีชีวิตบางประเภททนอยู่ไม่ได้ และแน่นอนผลการเลื่อนทวีป ย่อมทำให้ทิศทางของกระแสน้ำในมหาสมุทรเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของบริเวณนั้นต่อปีเปลี่ยนแปลง และทำให้เกิดการผันแปรของฤดูกาล (Valentine & Moores, 1972) และที่สำคัญอีกอย่างกระบวนการแปรสัณฐานย่อมทำให้สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ซึ่งทำให้ที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่อยู่กันแบบหมู่เหล่าเปลี่ยนแปลงด้วย

การเปลี่ยนแปลงชาติสกุลของสิ่งมีชีวิตก็ถูกควบคุมด้วยการเลื่อนทวีปได้อีกเหมือนกัน การแตกลูกหลาน (Diversity) เพิ่มมากขึ้นในบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร และมากกว่าที่ขั้วโลกถึง 10 เท่า ดังนั้นการเลื่อนทวีปตามแนวเส้นรุ้งเหนือ-ใต้จึงควบคุมการเปลี่ยนแปลงชาติสกุลของสิ่งมีชีวิตบนบกได้อย่างแน่นอน Kurtan (1969) ที่การศึกษาตีพิมพ์ลงในวารสาร Scientific American เชื่อว่าการแตกลูกหลานน่าจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมหาทวีปแตกออกจากกัน ตัวอย่างเราพบสัตว์เลี้ยงลูกนมยุคปฐมชีวิตกว่า 20 อันดับในอภิมหาทวีปแมนเจีย แต่เมื่อเข้ามาถึงมหายุคมีขมิ้นชีวิตพบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกว่า 30 สกุลในหลายทวีป หลังทวีปเคลื่อน แต่ละทวีปที่แยกออกมาจึงทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการแปลงพันธุ์หรือกลายพันธุ์ เนื่องจากแยกจากทวีปอื่นไปแล้ว ด้วยเหตุนี้สกุลที่พัฒนาไปเป็นอีกพวกจึงเกิดอยู่ร่วมกันในนิเวศน์วิทยาหนึ่งๆ ร่วมกันได้ Valentine & Moores (1972) ได้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงจำนวนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบในช่วงมหายุคปฐมชีวิตกับจำนวนความมากมายของการแตกหักทวีปด้วยวิธีโทโปโลยี โดยเฉพาะสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจำพวกตัวกินมด ผลจากการพัฒนาทำให้ได้สัตว์พันธุ์ใหม่ในแต่ละทวีป (ดู Valentine & Moores, 1972) เช่น ตัว antbers (Edentata) ในแอฟริกาใต้ ตัว pangolin (Pholidata) ของทวีปแอฟริกาตะวันออกเฉียงเหนือ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตัว aardwards (Tubulidentata) พบในตอนกลางและตอนใต้ของทวีปแอฟริกาและสัตว์กินมดชนิดมีหนาม (Monotremata) ของทวีปออสเตรเลีย

การเชื่อมต่อกับทวีปด้วยตะเข็บธรณีทำให้สิ่งมีชีวิตผสมผสานเป็นเนื้อเดียว โดยการอพยพข้ามช่องแคบ (Hallam, 1972) และการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่ปรับตัวได้น้อยที่ต้องต่อสู้เพื่อความอยู่รอด ในทางกลับกันการเคลื่อนทวีปก็อาจนำไปสู่การที่พืชแยกตัวกันอยู่ และวิวัฒนาการไปตามลำพัง ตัวอย่างสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (ชนิดคูนปากเป็ด marsupial mammals) อาจมาถึงออสเตรเลียโดยการข้ามฟากจากอเมริกาใต้ในตอนปลายยุคครีเตเชียสตามเส้นทางที่ Hallam (1972) เรียกว่าเส้นทางสายแอนตาร์กติกก่อนที่ทะเลจะรูก้ำเข้ามาทางฝั่งตะวันตกของแอนตาร์กติกา และปิด

เส้นทางด้วยสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีรก (placental mammals) การแผ่ขยายทะเลได้แยกทวีปออสเตรเลียออกมาเมื่อน้ำทะเลลดลง และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดตุ่นปากเป็ดจึงมีวิวัฒนาการของตัวเองไปเรื่อยๆ จนถึงปลายยุคเทอร์เชียรี เมื่อเอเชียและนิวกินีเข้ามาชน จึงยอมให้สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีรกร่วมกลุ่มกันได้จากทวีปเอเชีย