บทที่ 4
ธรณีวิทยาและนิเวศน์วิทยาระหว่างจุดเริ่มต้นของ Vertebrate
(Geology and Ecology During Vertebrate Origins)

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาจะรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นอยู่ของ Vertebrate
2. นักศึกษาสามารถรู้ทางธรณีวิทยาที่บอกถึงยุคบางยุค
3. นักศึกษาสามารถรู้ถึงนิเวศน์วิทยาของ Ostra-coderms

4.1 Earth History, Changing Habitats, And Vertebrate Evolution

การวิวัฒนาการของ Vertebrate จะต้องพิจารณาถึงเหตุการณ์เกิดขึ้นเมื่อไรและที่ไหน, เช่น Vertebrate พวกแรกเกิดในทะเลหรือในน้ำจืด, amphibians มีจุดเริ่มต้นในระยะ Silurian หรือปลาย Devonian เมื่อซากสัตว์ซากแรกถูกพบ วันเวลาที่ผ่านไปในการทับถมของชั้นผิวโลก ทำให้เกิดซากของสัตว์ที่ทับถม ถ้าการวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว จะทำให้ซากสัตว์เปลี่ยนแปลงมีรายละเอียดเพียงพอ การพิจารณาภายใต้สภาวะทางนิเวศน์วิทยาของ Vertebrate ที่เกี่ยวข้องอะไร และที่ไหน เป็นปัญหาซับซ้อนในการเรียนรู้อย่างมากเกี่ยวกับ Vertebrate ชนิดต่าง ๆ สูงขึ้น

การเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มของ Vertebrates เกี่ยวกับสภาพความเป็นอยู่อะไรและที่ไหน เราต้องพิจารณาถึงธรณีวิทยาสมัยใหม่เกิดการเปลี่ยนแปลงแตกแยกของผิวโลกทำให้ทวีปเคลื่อนไหวตามทฤษฎีของ continental drift continental drift สามารถอธิบายถึงการจัดลักษณะ

ของการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตและซากของ Vertebrates อย่างไรก็ตาม มันถูกสนับสนุนโดยร่างกายของซากสัตว์โตขึ้น

4.2 The Early Habitats of Vertebrate

สภาพความเป็นอยู่เริ่มต้นของ Vertebrate นักซากสัตว์วิทยา Paleontologist ยอมรับว่า Ostracodermes อยู่ในระยะ Cambrian, Ordovician และ Silurian อาศัยในน้ำทะเลร่วมด้วยพวก branchiopods, crinoids และ corals, invertebrate มีจุดเริ่มต้นจากน้ำเค็ม สัตว์ทั้งหมดนี้อาศัยในที่ตื้นของน้ำเค็ม ระหว่าง Ordovician, อเมริกาเหนือถูกปกคลุมด้วยน้ำทะเล (รูปที่ 4-1) ปรากฏสภาวะจำเป็นสำหรับการวิวัฒนาการของ Chordate เพื่อเข้าสู่ Vertebrate เมื่อพิจารณาดูสภาวะที่อยู่ของพวกสัตว์เล็ก ๆ ซากสัตว์แรกปรากฏเป็นพวกที่อาศัยอยู่ก้นพื้นน้ำ นักธรณี-เคมีวิทยา และ ธรณี-ฟิสิกค์วิทยา เช่น E.J. Conway และ W.W. Rubey เสนอแนะว่า Paleozoic sea ไม่แตกต่าง, ในส่วนประกอบของ ions, ความเค็มจากปัจจุบัน (Table 4-1, และ 4-2)

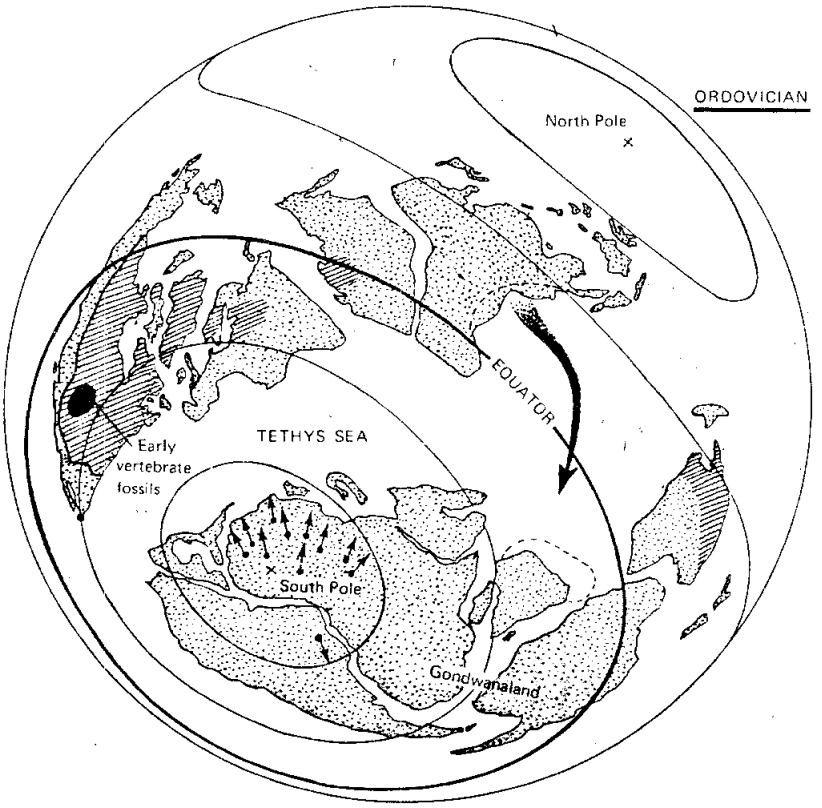


Figure 4-1 Presumed continental positions during the Ordovician. Continental land areas are indicated by stippling; epicontinental seas by cross hatching. Palaeomagnetic fixation places the South Pole in North Africa during Ordovician time (x). Indications of extensive continental glaciation in North African rocks of Ordovician age (scouring, glacial till, and so on; small arrows indicate direction of glacial movement) confirm the palaeomagnetic data. India, very possibly, included most of the Himalayan region and some part of Southern China (areas within dashed lines). For purposes of easy identification the ancient land masses are drawn to include well known present geographic features. In reality, only gross resemblances existed. Thus, the North American continental plate probably existed, but Greenland was a part of this unit; Mexico and the southeastern United States, however, may have been a part of Gondwanaland or nonexistent. Gondwanaland represented a continental conglomerate that existed from at least the Cambrian until the Jurassic. The Taconic Revolution at the close of the Ordovician produced folding and uplift of the Cambrian and earlier Ordovician sediments of the Caledonian geosyncline (see Figure 4-2). This orogeny most likely resulted from plate compressional forces produced as North America coalesced with Europe. In North America shallow seas transgressed the continent on three occasions. Gondwanaland in contrast shows little evidence of shallow epicontinental seas. Early definitive vertebrate fossils are associated with middle Ordovician marine strata of Colorado, Wyoming, the Dakotas and Montana (blackened area). Their early distribution suggests that vertebrates may have arisen in shallow epicontinental seas.

Table 4-1. Representative concentrations of the major ions sodium and chloride, and osmolality of the blood in vertebrates and marine invertebrates. (Ions are expressed in millimoles per liter of water; all values are reported to the nearest 5 units.)

Type of animal	*mOsm*	Na^+	Cl^-	*Other major osmotic factor*	*Source*
Sea water	*~1000*	*475*	*550*	——	1
Marine invertebrates					
Coelenterates, mollusks, etc.	~1000	470	545	——	1
Crustacea	~1000	460	500	——	1
Marine vertebrates					
Hagfishes	~1000	535	540	——	2
Lamprey	~ 300	120	95	——	2
Teleosts	> 350	180	150	——	3
Coelacanth	1180	180	200	urea 375	4
Elasmobranch (bull shark)	1050	290	290	urea 360	5
Holocephalian	~1000	340	345	urea 280	9
Fresh-water vertebrates					
Polypterids	200	100	90	——	3
Chondrosteans	250	130	105	——	3
Holosteans	280	150	130	——	3
Dipnoans	240	110	90	——	3
Teleosts	< 300	140	120	——	3
Elasmobranch (bull shark)	680	245	220	urea 170	5
Elasmobranch (fresh-water rays)	310	150	150	——	6
Amphibians*	~250	~100	~ 80	——	7
Terrestrial vertebrates					
Reptiles	350	160	130	——	8
Birds	320	150	120	——	8
Mammals	300	145	105	——	8

*Ion levels and osmolality highly variable, but tend toward 200 mOsm in fresh water.

Table 4-2. The intracellular concentration of major inorganic ions in marine invertebrates and vertebrates. (Concentration values are in millimoles per liter; compare with Table 7-1.)

	Na^+	Cl^-	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Sea water	*475*	*550*	*10*	*10*	*53*
Marine invertebrates	(54–325)	(54–380)	(48–175)	(3–89)	(8–96)
Vertebrates					
Hagfish	122	107	117	2	13
All others	(8–45)	(11–30)	(83–185)	(2–9)	(7–11)

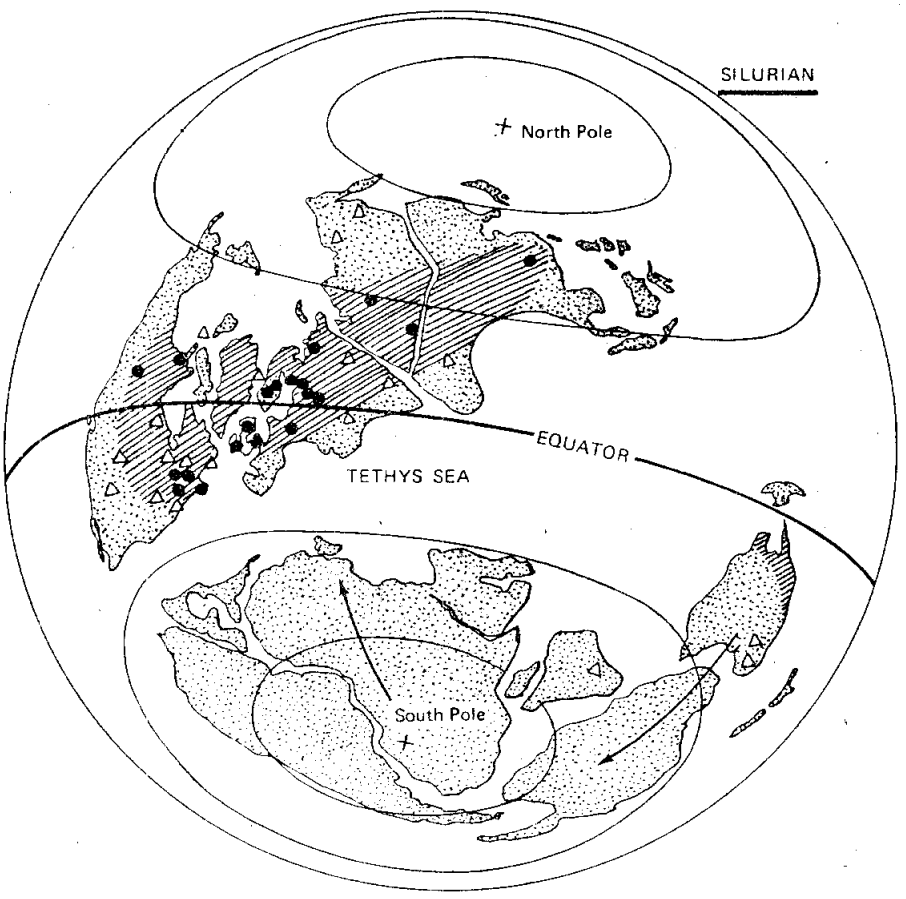
Note that the monovalent ions Na^+ and Cl^- are reduced relative to seawater and K^+ increased in all animals. For divalent cations, especially Mg^{2+}, a reduction is found in all vertebrates but not in all marine invertebrates.

Ostracoderm เริ่มแรกเผชิญปัญหาทางสรีระวิทยา เมื่อพบคุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของน้ำทะเล เช่นเดียวกับพวก tunicates, pterobranchs และ echinoderms heterotrophic animals คล้าย Vertebrates ต้องการอาหารขึ้นอยู่กับพืชเปรียบเสมือนพลังงาน ลักษณะที่สำคัญมากของสภาพความเป็นอยู่ของ Vertebrates ขึ้นอยู่กับพืช ในการพิจารณาจุดเริ่มต้นของ Vertebrate และการวิวัฒนาการเกี่ยวข้องกับความรู้ของการวิวัฒนาการของพืช ซึ่งจำเป็นตั้งแต่มันเปิดเผยบางสิ่งบางอย่างเกี่ยวกับสภาวะความเป็นอยู่ของชีวิตและอากาศ พืชชนิดไหนปรากฏใน Paleozoic sea เริ่มแรกและในน้ำจืดเพื่อ ostracoderm แพร่ขยาย ได้แก่ blue green algae ระยะเวลา Ordovician พวกหลาย ๆ cell ได้แก่ green algae, brown algae, และ red algae Phytoplankton เช่น diatoms, dinoflagellates เป็นอาหารในแหล่งน้ำ, มีมากมายใน Ordovician seas ใน tropical sea ปัจจุบันมีรูปแบบคล้ายกัน เช่นเดียวกับพืชน้ำจืดในระยะ Ordovician และ Silurian มีน้อยอาจเนื่องจากพวกสัตว์ที่อาศัยในน้ำเค็ม แพร่ขยายมากขึ้นในระยะ Silurian โดยทั่วไปพืชแบบง่าย ๆ พบมากมาย เช่น diatoms, blue green algae, green algae, ฯลฯ พบในช่วง Ordovician ตลอด Devonian เมื่อ Vertebrates แผ่ขยายในทะเลและน้ำจืด สภาพความเป็นอยู่อย่างสำคัญเริ่มแรกพบพืชมากมาย การแพร่ขยายพันธุ์สูง

4.3 Early Paleozoic Climates

Paleozoic นับจาก Cambrian ถึง Silurian มีพวกหินปูนสะสมหนามากตามบริเวณขอบและในพื้นดินกว้างใหญ่ ระยะ Cambrian เริ่มต้นจะมีอากาศเย็นกว่าปัจจุบัน ภูเขาน้ำแข็งเกิดขึ้นใกล้ยุค Proterozoic ภูเขาน้ำแข็งบริเวณพื้นดินกว้างใหญ่เป็นเหตุบ่งชี้ถึงความเย็น

ขยายตัวมากขึ้น ไม่ได้บันทึกอยู่ในธรณีวิทยาอีกจนกระทั่ง Ordovician เมื่อ African sector ของ Gondwanaland เคลื่อนผ่านขั้วโลกใต้ (รูปที่ 4-2) การขัดแย้งระหว่างสภาวะอากาศของซากสัตว์ และในปัจจุบันทำให้นักชีวะวิทยาคาดว่าทั่วโลกอาจจะมีความร้อนแบบเดียวกันหรือความหนาวอย่างใดอย่างหนึ่ง ในระยะเวลาของธรณีวิทยาที่เปลี่ยนแปลง แต่ตลอด 500 ล้านปีผ่านมา, โลกแสดงให้เห็นถึงขั้วโลกอากาศเย็นกว่าแถบเส้นศูนย์สูตร ไม่ต้องสงสัยว่าการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลของโลกจากดวงอาทิตย์ แต่การเคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ ของพื้นแผ่นดินกว้างใหญ่ และโดยเฉพาะแถบเส้นศูนย์สูตรเหนือหรือใต้ต้องมีผลต่ออากาศร้อนยาวนาน การเคลื่อนไหวของผืนแผ่นดินใหญ่ได้ดัดแปลงสภาวะอากาศทั้งการก่อตัวและสลายตัว ของมหาสมุทร เช่น อากาศของประเทศอังกฤษในศตวรรษที่ 20 ได้รับความอบอุ่นจาก Gulf Stream ถ้าปราศจาก Gulf Stream อากาศจะหนาวมาก ระหว่าง Cambrain และ Ordovician ภูเขาบังเกิดขึ้นเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงตอนท้ายในอเมริกาเหนือ, ยุโรป, ไซบีเรีย และอินโดจีน สภาวะอากาศตลอดระยะ Ordovician และ Silurian ส่วนใหญ่จะร้อน ซึ่ง Vertebrate พวกแรกมาเกี่ยวข้อง



Figrue 4-2 Presumed continental positions during the Silurian. Gondwanaland, as based on palaeomagnetic fixation of the South Pole (x) and using Africa as a reference, drifted from south to north and Antarctica and Australia from north to south during Ordovician-Silurian time (compare Figures 4–3 and 4–4; and large arrows Figure 4–4). In the equatorial region and the northern hemisphere, the coalescence of North America-Europe with Siberia and China was virtually complete, although compressional forces from the plate collisions continued to produce orogeny into the Carboniferous. By the close of the Silurian two large land masses existed, Gondwanaland to the south and Laurasia to the north. The name Laurasia is more often used to describe this continental region during the late Mesozoic and early Cenozoic eras. During Silurian time shallow epicontinental seas were prevalent in Laurasia (three marine transgressions are recorded in North America, cross hatching), but as in the Ordovician they were not extensive in Gondwanaland. Reefs dominated by solitary corals (Δ) are widespread. During the Silurian both monorhinid and diplorhinid ostracoderms flourished and were widespread throughout most equatorial seas of Laurasia (•). By the late Silurian they were established in fresh water as well as in the seas.

บทสรุป

การเคลื่อนไหวบริเวณผืนแผ่นดินใหญ่นับว่าสำคัญต่อการวิวัฒนาการของ Vertebrates ตามความเข้าใจว่าความซับซ้อนไม่เพียงแต่ความเป็นมาอย่างต่อเนื่องของ Vertebrates หรือภายใต้สภาวะ เมื่อไร, ที่ไหน, อะไร ของจุดเริ่มต้นของแต่ละกลุ่มเฉพาะระหว่าง Paleozoic เริ่มแรกเมื่อ Vertebrate พวกแรก Ostracoderm ปรากฏและกลับเพิ่มมากขึ้นในรายงานจากซากสัตว์ นักธรณีวิทยาสามารถจำแนกแหล่งที่มาบนโลกของซากสัตว์จากทะเล พบพวก Ostracoderm พวกแรกในเขตร้อน

บริเวณผิวทะเลกว้างใหญ่ไพศาลมีสิ่งมีชีวิตมากมาย เช่น diatoms และ algae พืชแบบง่าย ๆ พวกแรกเกิดในระยะ Ordovician แต่พืชมีรูปร่างซับซ้อน เกิดในระยะ Devonian Ostracoderms และ invertebrates หลาย ๆ ชนิด ยังไม่แพร่ขยายสู่น้ำจืด จนก์กระทั่ง พืชมีการแพร่พันธุ์มากมาย ดังนั้น ปลาน้ำจืดเริ่มแรกมีมากในระยะ Devonian สภาวะอากาศตลอด Paleozoic เริ่มแรก, ซึ่งก่อตัวจากปลาย Cambrain จนกระทั่งปลาย Devonian ใช้เวลา 150×10^6 ปี สภาวะอากาศคงที่ยาวนานจะมีการขยายพันธุ์มาก Vertebrates เป็นสัตว์ที่เคลื่อนไหวสูงและแพร่ขยายอย่างกว้างขวางจากแนวความคิดสมัยใหม่ทางธรณีวิทยาว่าสภาวะอากาศสมดุลย์จะมีความสำคัญต่อการวิวัฒนาการของ Vertebrate พวกแรก

คำถามท้ายบท

1. จงอธิบายสภาพความเป็นอยู่เริ่มแรกของ Vertebrate ว่าเป็นอย่างไร?
2. จงอธิบายการวิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงของประวัติศาสตร์ของโลกเริ่มแรก?
3. จงอธิบายสภาพอากาศเริ่มแรกของระยะ Paleozoic?