

บทที่ 12

วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต (Organic Evolution)

ถ้านักศึกษาลองพิจารณาวิธีการค้นคว้าทางชีววิทยาสสมัยใหม่จะพบว่า การศึกษาชีววิทยาในปัจจุบันนั้นแบ่งออกได้เป็นสองแนวทางกว้าง ๆ กล่าวคือ แนวทางหนึ่งนั้นมุ่งศึกษาเกี่ยวกับวิธีการจัดระเบียบ (organization) ในลักษณะและระดับต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต นับตั้งแต่ระดับโมเลกุล ขึ้นมาจนถึงระดับสูงชันกลุ่มประชากรและสังคม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อจะแสดงให้เห็นประจักษ์ว่า ผลของการจัดระเบียบนั้นทำให้เกิดระบบการ (system) ต่าง ๆ ที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนอีกแนวทางหนึ่งนั้นมุ่งศึกษาถึงความสืบเนื่องเป็นมาตลอดถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพชีวิตตั้งแต่ระดับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ไปจนถึงการมีวิวัฒนาการ

คำว่า “วิวัฒนาการ” มีความหมายอย่างกว้าง ๆ ว่า เป็นการเปลี่ยนจากสภาพหนึ่งไปสู่อีกสภาพหนึ่ง ในลักษณะที่ค่อยเป็นค่อยไปตามลำดับขั้นโดยอาศัยเวลานาน เรื่องราวของวิวัฒนาการนี้มีเกี่ยวข้องอยู่ในหลายสาขาวิชา เช่นทางดาราศาสตร์ อาจกล่าวถึงวิวัฒนาการของระบบสุริยะ วิวัฒนาการทางธรณีวิทยาหมายถึงการเปลี่ยนแปลงของชั้นหินและสภาพภูมิประเทศ หรือวิวัฒนาการทางเคมี หมายถึงความคลี่คลายเกี่ยวกับการค้นคว้าสารเคมีเป็นต้น วิวัฒนาการด้านต่าง ๆ ตามที่กล่าวมานี้ เป็นวิวัฒนาการเกี่ยวกับสิ่งไม่มีชีวิต เรียกว่า inorganic evolution ส่วนวิวัฒนาการในทางชีววิทยานั้น มีความหมายเน้นหนักไปถึงขบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า organic evolution ซึ่งตามทฤษฎีที่ยอมรับกันนั้น เชื่อว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิดนั้นสืบเนื่องมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน หากแต่มีความผิดแผกแปรผันจากกันไปเพราะความเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและการปรับปรุงสภาพให้เหมาะสมกับภาวะแวดล้อม

ด้วยเหตุที่นักวิทยาศาสตร์ต่างก็ยอมรับว่า วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้นมีจริง จึงมีผู้พยายามเสนอทฤษฎีที่จะอธิบายเกี่ยวกับเรื่องราวของวิวัฒนาการนี้ติดต่อกันมาตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 17 ทฤษฎีใดที่มีหลักฐานไม่สมเหตุผลก็ไม่เป็นที่ยอมรับและถูกยกเลิกไปในที่สุด

สำหรับในที่นี้จะนำมากล่าวแต่เฉพาะทฤษฎีที่อยู่ในความสนใจและมีอิทธิพลต่อการศึกษาวิวัฒนาการเพียง 3 ทฤษฎี คือ

1. ทฤษฎีของลามาร์ค (Lamarck's Theory) ตั้งโดยนักชีววิทยาชาวฝรั่งเศสชื่อ Jean Baptiste de Lamarck ตีพิมพ์ลงในหนังสือ Philosophie Zoologique เมื่อ ค.ศ. 1809 ซึ่งเป็นที่นิยมและเชื่อถือกันมากกว่า 70 ปี ตามทฤษฎีนี้ ลามาร์คได้เสนอความคิดเกี่ยวกับการสร้างสมและถ่ายทอดลักษณะที่เกิดใหม่อันเนื่องมาจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม (inheritance of acquired characteristics) ซึ่งมีหลักการโดยสรุปอยู่ 4 ข้อ คือ

(1) สภาพของสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลชักนำให้สิ่งมีชีวิตเกิดความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง

(2) สิ่งมีชีวิตมีความจำเป็นจะต้องคล้อยตามธรรมชาติ

(3) สิ่งมีชีวิตจึงปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ทำให้โครงสร้างและลักษณะเปลี่ยนแปลงไป

(4) การเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้เกิดการสะสมทางพันธุกรรม และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหลานได้

ตัวอย่างที่ใช้ประกอบทฤษฎีนี้ได้แก่เรื่องที่ยีราฟมีคอยาว ลามาร์คอธิบายว่า เดิมทีบรรพบุรุษของยีราฟมีคอสั้นแต่มีความจำเป็นต้องกินยอดไม้ใบไม้ซึ่งอยู่ในระดับสูง จึงต้องพยายามยืดคอเพื่อเก็บกินอาหารนั้น เมื่อพฤติกรรมเช่นนี้เกิดขึ้นตลอดชั่วอายุ จึงทำให้กลายเป็นลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งสามารถถ่ายทอดลงมายังรุ่นลูกหลานได้

แม้ว่าทฤษฎีนี้จะไม่สมเหตุผลตามหลักการทางพันธุศาสตร์แต่ก็ไปตรงกับความเชื่อฝังใจของคนโดยทั่วไปซึ่งยังเชื่อว่าอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้ เช่นการห้ามหญิงมีครรภ์รับประทานกล้วยแผล เพราะเกรงว่าจะเกิดลูกแฝดติดกัน เป็นต้น

2. ทฤษฎีของดาร์วิน (Darwin's Theory) ตั้งโดย Charles Darwin นักธรรมชาติวิทยาชาวอังกฤษ ได้กล่าวถึงทฤษฎีวิวัฒนาการไว้ในหนังสือชื่อ The Origin of Species by Natural Selection ซึ่งตีพิมพ์เมื่อปี ค.ศ. 1859 หลักวิวัฒนาการตามทฤษฎีของดาร์วิน มีใจความสำคัญอยู่ 4 ประการ คือ

(1) ในกลุ่มของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ถ้าพิจารณาลักษณะเป็นรายตัวไปจะพบว่ามี ความแตกต่างไปจากกันเสมอ เช่นสีผิวอาจจะเผือกหรือคล้ำมากน้อยกว่ากัน เป็นต้น ลักษณะเช่นนี้ดาร์วินเรียกว่าความแปรผัน (Variation)

(2) สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มักมีลูกหลานมากเกินไป จนไม่มีอาหารหรือได้รับการเลี้ยงดูไม่เพียงพอแก่ความต้องการของลูกหลานทุกชีวิตนั้น

(3) ด้วยเหตุที่มีอาหารอยู่จำกัดแต่ผู้ต้องการอาหารมีมากจึงทำให้เกิดการแก่งแย่งแข่งขัน เพื่อให้ตนเองได้รับอาหารมากตามต้องการ (compete for existence)

(4) ด้วยเหตุแห่งการแข่งขันต่อสู้กับสิ่งแวดล้อมอยู่เสมอ ผู้ที่อ่อนแอไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมนั้นจะตายไป เหลืออยู่แต่ผู้ที่เหมาะสมที่สุด (best fitted will survive) เท่านั้น ผู้ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมนี้มักจะมีคุณลักษณะพิเศษที่ดีเด่นแปลกไปจากผู้อื่น เมื่อมีลูกหลานก็จะถ่ายทอดหรือสอนลักษณะนั้น ๆ สืบต่อกันไป (inheritance of favorable characteristics) เกิดเป็นพันธุ์ใหม่ที่ดีขึ้นมา

เนื่องด้วยการได้ผู้มีลักษณะเหมาะสมอยู่รอดได้นี้เกิดจากสภาพความเป็นไปของสิ่งแวดล้อม ดาร์วินจึงเรียกวิธีการนี้ว่า natural selection หรือการเลือกสรรโดยธรรมชาติ

ทฤษฎีของดาร์วิน ได้ให้คำอธิบายเกี่ยวกับเรื่องวิวัฒนาการได้ดีกว่าทฤษฎีอื่น ๆ ทั้งยังเหมาะสมกับความหมายของวิวัฒนาการอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นขบวนการที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทีละเล็กทีละน้อยใช้เวลานานมาก ประกอบกับมีหลักฐานตามธรรมชาติมาสนับสนุนคำอธิบายได้เป็นอย่างดี จึงทำให้มีผู้นิยมเชื่อถือทฤษฎีนี้กันมากมาจนปัจจุบันนี้

3. ทฤษฎีของ เดอ ฟรีส์ (De Vries' Theory) ตั้งโดย Hugo De Vries นักพฤกษศาสตร์ชาวฮอลันดา ปรากฏอยู่ในหนังสือชื่อ Die Mutation theories เมื่อ ค.ศ. 1909 มีใจความสำคัญสรุปไว้ว่า สิ่งมีชีวิตอาจเกิดพันธุ์ใหม่ขึ้นได้อย่างทันทีทันใด เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นภายในเซลล์สืบพันธุ์ และความเปลี่ยนแปลงนี้สามารถถ่ายทอดสู่ลูกหลานได้ ปัจจุบันเราพบว่าทฤษฎีนี้อาจเป็นไปได้โดยการทดลองทางวิทยาศาสตร์

หลักฐานเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต (Evidences for organic evolution)

นับตั้งแต่ดาร์วินได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการออกมา นักชีววิทยาทั้งหลายต่างก็ค้นคว้า เสาะแสวงหาและเก็บรวบรวมหลักฐานข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นข้อพิสูจน์เกี่ยวกับเรื่องราววิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเมื่อแยกประเภทของหลักฐานข้อมูลเหล่านั้นแล้ว พบว่า แบ่งออกเป็นสองประเภท คือ หลักฐานที่ได้โดยตรงจากการศึกษาซากของสิ่งมีชีวิตซึ่งกลายเป็นหิน หรือที่เรียกว่า fossil กับหลักฐานที่ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะของสิ่งมีชีวิตในยุคปัจจุบันในแง่ของรูปร่าง โครงสร้าง การพัฒนาการ และลักษณะการทำงานของอวัยวะในสิ่งมีชีวิต

อาจกล่าวได้อีกหนึ่งว่าหลักฐานที่ได้จากการศึกษาในเรื่องของวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้น ได้มา 6 ทาง คือ

1. หลักฐานจากการศึกษาทางบรรพชีวินวิทยา
2. หลักฐานจากการศึกษาเปรียบเทียบทางกายวิภาคและคัพภวิทยา
3. หลักฐานจากการศึกษาทางอนุกรมวิธาน
4. หลักฐานจากการศึกษาเปรียบเทียบทางสรีรวิทยาและชีวเคมี
5. หลักฐานจากการศึกษาทางภูมิศาสตร์ชีวภาพ
6. หลักฐานจากการศึกษาทางพันธุศาสตร์

12.2 หลักฐานจากการศึกษาทางบรรพชีวินวิทยา (Paleontology evidence)

บรรพชีวินวิทยา (Paleontology) เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับซากเหลือของพืชและสัตว์ ซึ่งเคยมีชีวิตอยู่ในสมัยดึกดำบรรพ์ เมื่อตายไปจะถูกกระทำโดยขบวนการทางธรรมชาติจนซากนั้น กลายสภาพเป็นหิน ซากเหลือของสิ่งมีชีวิตจำแนกออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. ซากเหลือที่มีรูปร่างสมบูรณ์ (entire body fossil) เป็นซากเหลือที่ถูกสารรักษาสภาพ อาบหุ้มไว้ทั้งตัว ทำให้สภาพของร่างกายหรือลำต้นไม่ได้รับความเสียหาย เช่น ตัวแมลงที่ติดอยู่ในแท่งยางสน หรือซากช้างโบราณที่จมอยู่ใต้พื้นน้ำแข็งซึ่งพบในแคว้นไซบีเรีย เป็นต้น

2. ซากเหลือที่เป็นส่วนแข็งของร่างกาย (hard parts fossil) ได้แก่ซากเหลือของส่วนที่เป็นกระดูก ฟัน เปลือก หรือสิ่งที่คงทนต่อการผุร่อน ปรกติแล้วเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง ส่วนที่อ่อนนุ่ม จะถูกทำลายให้เน่าเปื่อยไปอย่างรวดเร็ว เหลือแต่ส่วนที่เป็นของแข็ง ถ้าส่วนที่เป็นของแข็งนี้ถูกเคลือบหุ้มด้วยตะกอนโคลนทรายต่าง ๆ ก็อาจคงสภาพอยู่ได้นาน เมื่อได้รับแรงกดดันอยู่นาน ๆ ก็จะกลายสภาพเป็นหินไป

3. ซากเหลือที่เป็นแบบหล่อและรอยพิมพ์ (mold and imprints fossil) เป็นซากเหลือที่เกิดจากส่วนแข็งซึ่งถูกเคลือบหุ้มอยู่นั้นสูญสภาพไป ส่วนที่เคลือบหุ้มอยู่จะมีลักษณะเป็นบ้ำหรือแบบหล่อ (mold) บางที่อาจมีสารละลายอื่นซึมเข้าไปขังอยู่ในบ้ำนั้นและกลายสภาพเป็นรูปหล่อ (cast) ของส่วนแข็งนั้น ๆ ไป โดยที่ยังมีรายละเอียดของโครงสร้างนั้น ๆ อย่างครบถ้วนทุกประการ

ส่วนรอยพิมพ์ (imprint) นั้นคือซากเหลือซึ่งเกิดจากพืชหรือสัตว์ที่งรอยประทับไว้ แล้วรอยเหล่านี้ถูกโคลนหรือของเหลวอื่นไหลกลบโดยที่ยังไม่ทันเสียสภาพ และเมื่อเวลานานมากเข้า ก็จะกลายสภาพเป็นหินไปในที่สุด

4. ซากเหลือซึ่งเกิดจากการมีสารเข้าแทนที่ (petrification fossil) เป็นซากเหลือที่เกิดจากแร่ธาตุสารเคมีซึมเข้าไปแทนที่ของเนื้อเยื่อที่ละน้อย ๆ จนครบตามลักษณะเดิมของสิ่งมีชีวิตนั้นทุกประการ ซากเหลือชนิดนี้ จะไม่มีเนื้อเยื่อเดิมของสิ่งมีชีวิตนั้นเหลืออยู่เลย ตัวอย่างเช่นท่อนไม้ที่กลายเป็นหินเป็นต้น

5. ซากเหลือที่เป็นกากอาหาร (coprolite) คือเศษหรือกากของอาหารที่กลายเป็นหินในทำนองเดียวกับ petrification

ซากเหลือชนิดต่าง ๆ เหล่านี้ จะปรากฏอยู่ตามชั้นหินหรือดินที่ประกบกันเป็นผิวโลก ปรกติแล้วชั้นหินชั้นดินที่อยู่ส่วนลึกจะมีอายุมากกว่าชั้นที่อยู่เหนือขึ้นมา แต่ในบางกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของผิวโลก อาจทำให้หินดินต่าง ๆ กลับชั้นกันได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อเอาความรู้ทางธรณีวิทยาเข้ามาประกอบการศึกษา สามารถสรุปได้ว่า ซากเหลือของสิ่งมีชีวิตในยุคแรก ๆ มีโครงสร้างซับซ้อนน้อยกว่าในยุคหลังขึ้นมาและยิ่งใกล้ยุคปัจจุบันมากเพียงใดก็จะทวีความซับซ้อนมากขึ้นเป็นลำดับ จึงเป็นข้อยืนยันได้ว่า สิ่งมีชีวิตนั้นมีวิวัฒนาการอย่างแน่นอน

วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ยุคแรกเริ่มมาจนถึงปัจจุบันเมื่อนำไปสัมพันธ์กับความรู้ทางธรณีวิทยา อาจสรุปได้ตามตารางต่อไปนี้

ตารางเวลาทางธรณีวิทยา

ตารางเวลา

	Era	Period	Epoch	ระยะเวลา (ล้านปี)	เวลาย้อนไป จากปัจจุบัน (ล้านปี)	
5	Cenozoic (ยุคของสัตว์เลี้ยง ลูกด้วยน้ำนม)	Quaternary	ปัจจุบัน	0.011	0.011	
Pleistocene			1	1		
4		Mesozoic (ยุคของสัตว์เลื้อย คลาน)	Tertiary	Pleiocene	12	13
				Miocene	13	25
				Oligocene	11	36
				Eocene	22	58
	Paleocene			5	63	
			(เทือกเขารีออคก็เกิดการเปลี่ยนแปลง ซากเหลือถูก			
		Cretaceous		72	135	
		Jurassic		46	181	
		Triassic		49	230	
				(เทือกเขาแอนปาลาเซียเกิดการเปลี่ยนแปลง		

*วิธีอ่าน ให้อ่านจากตอนล่างของหน้า 220-221 ขึ้นมาถึงตอนบนของหน้า 218-219 ทีละคู่

ทางธรณีวิทยา

สภาพทางธรณีวิทยา	ลักษณะมีชีวิตของพืช	ลักษณะการมีชีวิตของสัตว์
<p>สิ้นสุดสภาพยุคน้ำแข็ง อากาศอบอุ่นขึ้น มีสภาพเป็น น้ำแข็งซ้ำกัน 4 ครั้ง</p>	<p>ไม้เนื้อแข็งลดปริมาณลง ไม้ ล้มลุกเพิ่มขึ้น พืชส่วนใหญ่สูญ- พันธุ์</p>	<p>เป็นสมัยของมนุษย์ชาติ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมสูญ- พันธุ์ เริ่มมีสังคมมนุษย์</p>
<p>เกิดเทือกเขาทางตะวันตก เฉียงเหนือของอเมริกา มีปรากฏ- การณ์ภูเขาไฟระเบิด เกิดเทือกเขาเซียร์รา คาสเคด ภูเขาไฟในเขตตะวันตกเฉียงเหนือ ระเบิด อากาศเย็นลง แผ่นดินทรุดต่ำ อากาศร้อน ขึ้น ภูเขาทะเลทราย ทะเลในแผ่นดิน ตื้นเขิน อากาศอุ่น ทำลายลงบ้างเล็กน้อย)</p> <p>เทือกเขาแอนดิส แอลป์ หิ- มาลัย ร็อคกี เริ่มก่อตัวเกิดขึ้น ทะเลในแผ่นดินเริ่มเกิด เริ่มมี ป่าชายฝั่ง เริ่มเกิดหินปูนและหิน ชนวน พื้นที่ทวีปสูงขึ้น ท้องทะเลแถบ ยุโรป และอเมริกาตะวันตกเริ่ม ตื้นเขิน เริ่มเกิดทวีปและแผ่นดิน ทะเล ทรายมีมากเพิ่มขึ้น</p> <p>ซากเหลือบางส่วนถูกทำลาย)</p>	<p>ป่าไม้ลดลง ทุ่งหญ้าเกิดมาก ขึ้น มีพืชดอก และพืชใบเลี้ยง- เดี่ยว เจริญมากขึ้น</p> <p>เกิดป่าขึ้นมากที่สุด พืชดอก และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเริ่มเกิดขึ้น</p> <p>ป่าพืชไม่มีเนื้อหุ้มเมล็ดลด น้อยลง พืชใบเลี้ยงเดี่ยว ไอค เริ่มเกิดขึ้น</p> <p>พบปรองและสนโดยทั่วไป พืช ใบเลี้ยงคู่ ทวีจำนวนมากขึ้น</p> <p>พืชไม่มีเนื้อหุ้มเมล็ดมีมาก แล้วเริ่มลดลง เฟิร์นที่มีเมล็ดเริ่ม สูญพันธุ์</p>	<p>พันธุ์มนุษย์อุบัติขึ้น ช้าง ม้า อูฐ มีรูปร่างคล้ายชนิดปัจจุบัน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมวิวัฒนา- การสูงสุด เริ่มมีพันธุ์ลิงที่คล้าย มนุษย์ (ape) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมชนิด โบราณสูญพันธุ์ เริ่มเกิดสัตว์ คล้ายมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วย น้ำนมชนิดปัจจุบัน มีสัตว์ที่มีรก สัตว์กบ สัตว์ กินเนื้อ เกิดขึ้น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมชนิด โบราณขยายพันธุ์มากขึ้น ไดโนเสาร์มีมากที่สุดและเริ่ม สูญพันธุ์ นกมีพื้นเริ่มสูญพันธุ์ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีอยู่ทั่วไป เริ่มเกิดพันธุ์นกชนิดปัจจุบัน</p> <p>มีสัตว์กินแมลง และนกมีพื้น อยู่ทั่วไป ไดโนเสาร์มีชนิดใหญ่ และมีปริมาณมาก เริ่มเกิดไดโนเสาร์ เทอโร- เสาร์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่ ออกลูกเป็นไข่ สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ โบราณสูญพันธุ์</p>

ตารางเวลา

	Era	Period	Epoch	ระยะเวลา (ล้านปี)	เวลาย้อนไป จากปัจจุบัน (ล้านปี)
3	Paleozoic (ยุคของสิ่งมีชีวิต โบราณ)	Permian		50	280
		Pennsylvanian		40	320
		Mississippian		25	345
		Devonian		60	405
		Silurian		20	425
		Ordovician		75	500
		Cambrian		100	600
		(เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่หนที่สอง)			
2	Proterozoic			1,000	1,600
		(เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่หนแรก)			
1	Archeozoic			2,000	3,600

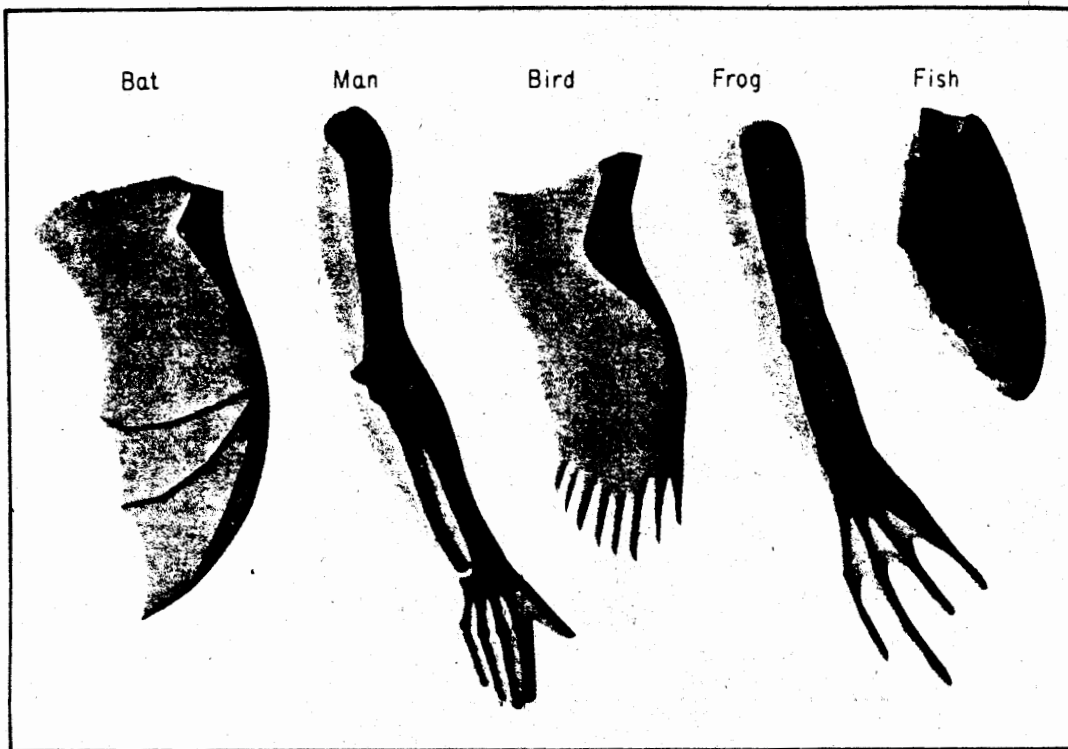
ทางธรณีวิทยา

สภาพทางธรณีวิทยา	ลักษณะมีชีวิตของพืช	ลักษณะการมีชีวิตของสัตว์
<p>เกิดทวีปต่าง ๆ เทือกเขาแอป ปาลาเชียน อากาศแห้งแล้ง ภูเขา น้ำแข็งเกิดมากขึ้น เกิดแผ่นดินลุ่มและบ่อถ่านหิน</p> <p>แผ่นดินเริ่มสูงขึ้น อากาศ ตอนแรกร้อนชื้น แล้วตอนหลังเย็น ลง เกิดทะเลในแผ่นดิน แผ่นดิน สูงขึ้น อากาศแห้งแล้ง มีภูเขา น้ำแข็ง เกิดทะเลในทวีป แผ่นดินสูง ขึ้น ที่ลุ่มเริ่มแห้ง</p> <p>แผ่นดินจม อากาศร้อนจัด</p> <p>เกิดแผ่นดินลุ่ม อากาศอุ่น เริ่มเกิดหิน</p>	<p>พืชไร้เมล็ดพวก Lycopside และ Sphenopsida ลดลง</p> <p>มีป่าเฟิร์นมีเมล็ด และพืชไม่ มีเนื้อหุ้มเมล็ด</p> <p>มีพืชไร้เมล็ดพวก Lycopside และ Sphenopsida มากที่สุด พืชไม่ มีเมล็ดหุ้มเนื้อห่อจำนวนมากขึ้น เริ่มมีป่า มีพืชบก และเริ่ม เกิดพืชที่ไม่มีเนื้อหุ้มเมล็ด</p> <p>มีหลักฐานว่ามีพืชบกเริ่มเกิด มีแอลจีมาก</p> <p>มีแอลจีทะเลมากที่สุด และ สันนิษฐานว่ามีพืชบก เริ่มเกิดแอลจิน้ำเค็ม</p>	<p>สัตว์โบราณตายลงมาก สัตว์ เลื้อยคลาน ที่คล้ายสัตว์เลื้อยลูก ด้วยน้ำนม แมลง เริ่มเกิด มีสัตว์เลื้อยคลานชนิดแรก สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำรุ่นโบราณ จำนวนมาก แมลงมีที่ขไป มีสัตว์พวก Sea lily มากและมี ปลาฉลามโบราณแพร่หลาย</p> <p>สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำเริ่มเกิด มีปลาที่ใช้ปอด และปลาฉลามมาก</p> <p>เริ่มเกิดแมลงไม่มีปีก ปลา และมี arachnida ในทะเลเป็นจำนวน มาก</p> <p>เริ่มเกิดปลาน้ำจืด ปะการัง และหอยชนิดต่าง ๆ มีสัตว์พวก arthropoda มากที่สุด</p>
<p>เกิดการทับถมของหินและดิน ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินถล่มและ และเกิดภูเขา น้ำแข็งบ่อยครั้ง</p>	<p>เกิดพันธุ์ไม้ น้ำชนิดโบราณ มีแอลจีและหิ่งห้อยเกิดขึ้น</p>	<p>เกิดสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ในทะเล พวกโปรโตซัวในทะเล หลายชนิดเริ่มสูญพันธุ์</p>
<p>ภูเขาไฟระเบิด หินดินทับถม เป็นชั้น แผ่นดินถล่ม</p>	<p>ไม่มีหลักฐานพยานที่แสดงให้ทราบว่ามีสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้น</p>	

12.2 หลักฐานจากการศึกษาเปรียบเทียบทางกายวิภาคและคัพภวิทยา

(Comparative anatomy and embryology evidence)

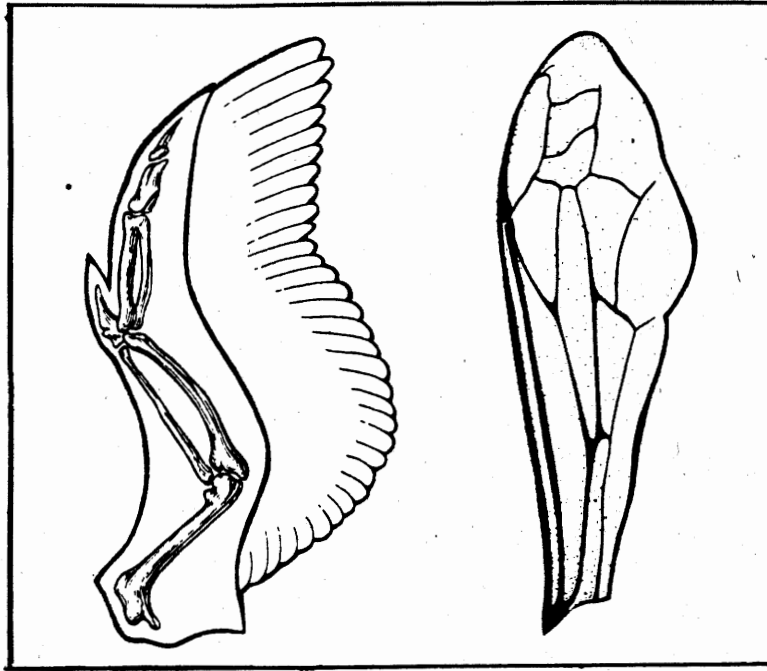
ลักษณะความคล้ายคลึงกันของโครงสร้างของร่างกายของสัตว์นับว่าเป็นหลักฐานสนับสนุนว่าวิวัฒนาการมีจริง ความคล้ายคลึงนี้อาจพิจารณาได้จากอวัยวะอย่างคของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังชนิดต่าง ๆ เช่น ค้างคาว คน นก กบ ปลา ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยทั่ว ๆ ไปจะเห็นว่าคล้าย ๆ กัน แตกต่างกันเพียงรายละเอียดเฉพาะอย่างตามลักษณะการใช้งานเท่านั้น อวัยวะที่มีลักษณะกำเนิด โครงสร้าง และจุดกำเนิดในแบบเดียวกัน แม้ว่าลักษณะหน้าที่จะแตกต่างกันออกไป อวัยวะเช่นนี้เรียกว่า Homologous organ จากการศึกษาเปรียบเทียบทางกายวิภาคศาสตร์ พบว่าอวัยวะเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงในระยะแรกเริ่มเหมือนกัน จะมาผิดแผกไปจากกันในช่วงระยะหลังของการเจริญเติบโตเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงเป็นข้อสันนิษฐานได้ว่า สิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีบรรพบุรุษร่วมกันมาในอดีต



ภาพ 12-1 แสดง homologous organ

homologous organ ในพืชก็มีเช่นกัน เช่น ส่วนของดอก เปลี่ยนแปลงมาจากใบและผิว ลำต้น

ส่วนอวัยวะที่มีลักษณะกำเนิดและจุดกำเนิดต่างกัน แม้ว่าต่อมาจะมาทำหน้าที่คล้ายคลึงกันก็ตาม อวัยวะเช่นนั้นเรียกว่า Analogous organ ตัวอย่างเช่น ปีกของนก และปีกของแมลง
ดั่งภาพ 12-2

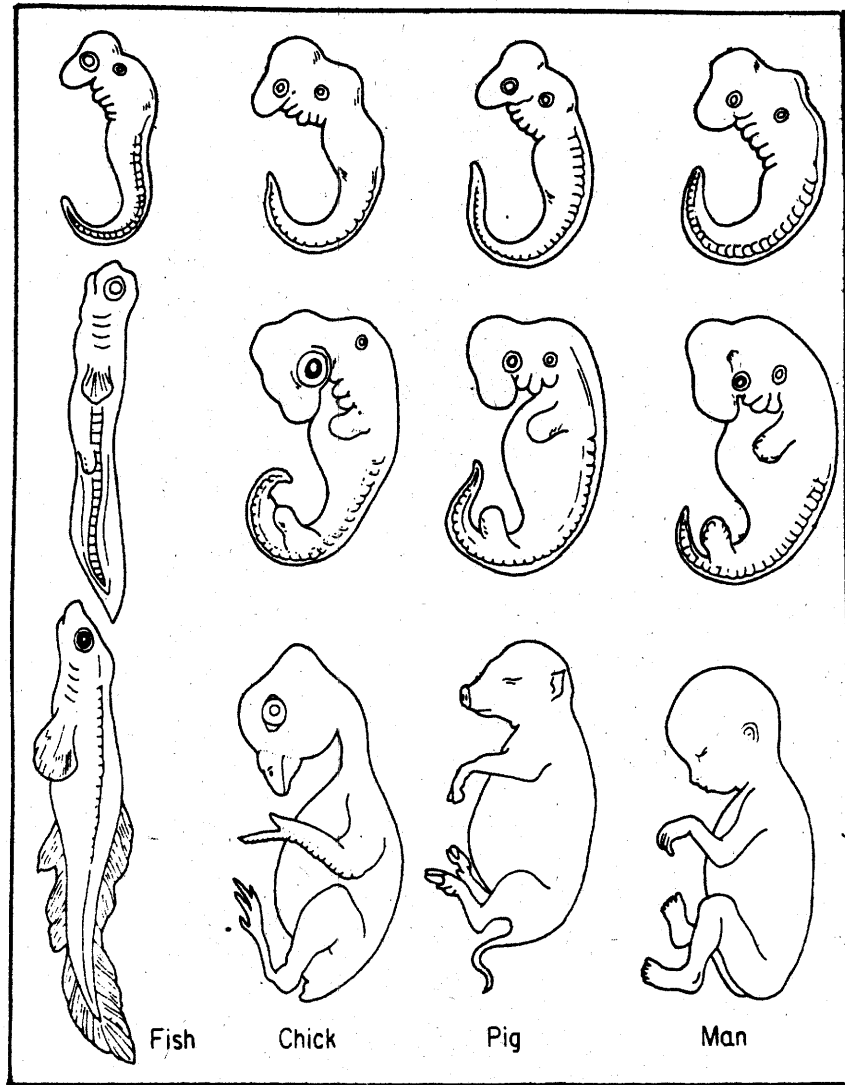


ภาพ 12-2 แสดง analogous organ

นอกจากนี้ จากการศึกษาอวัยวะในสัตว์บางชนิด พบว่าอวัยวะนั้นเจริญเติบโตและทำประโยชน์ได้ดีในสัตว์ชนิดหนึ่งแต่กลับไร้ประโยชน์และเสื่อมสภาพในสัตว์อีกชนิดหนึ่ง อวัยวะเช่นนี้เรียกว่า vestigial organ เช่นกระดูกขาหลังของงู ไม้ติ่งในคน ใบเกล็ดของพืช อวัยวะเหล่านี้เป็นหลักฐานยืนยันอย่างดีว่า วิวัฒนาการนั้นมีจริง

หลักฐานยืนยันอีกประการหนึ่ง ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะการเจริญของตัวอ่อน (คัพภะ - embryo) ของสัตว์มีกระดูกสันหลังชนิดต่าง ๆ พบว่าในตอนแรกนั้นสัตว์เจริญมาจากไซโกตซึ่งมีลักษณะเป็นเซลล์ธรรมดา แล้วจึงเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงไปมีลักษณะเฉพาะของแต่ละชนิดขึ้นในภายหลัง จากการศึกษานี้ทำให้นักคัพภวิทยา ชื่อ เค. อี. ฟอน แบร์ (K. E. von Baer) ตั้งเป็นกฎเกณฑ์ เรียกว่า Biogenetic Law ซึ่งต่อมา มุลเลอร์กับเฮคเกิล (Muller

and Haeckel) เปลี่ยนแปลงและปรับปรุงขึ้นใหม่ เรียกว่า Principle of Recapitulation มีใจความ โดยสรุปว่า การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตนั้นจะย้อนลักษณะการเจริญของบรรพบุรุษที่มี วิวัฒนาการมาโดยลำดับ (ontogeny is an abbreviated recapitulation of phylogeny)



ภาพ 12-8 แสดงการเจริญเติบโตของคัพภะของคอร์เดที

12.3 หลักฐานจากการศึกษาทางอนุกรมวิธาน (Taxonomic evidence)

การศึกษาทางอนุกรมวิธาน (Taxonomy) เป็นการศึกษาเพื่อจัดแยกหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต ปัจจุบันการศึกษาหมวดหมู่ของพืชและสัตว์ ใช้ระบบที่พิจารณาถึงความสัมพันธ์ทางธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตแต่ละพวกว่ามีความสัมพันธ์ต่อกันมากน้อยเพียงใด ทั้งในทางโครงสร้าง การเจริญเติบโต ลักษณะทางชีวเคมีและสรีรวิทยา ถ้าสิ่งมีชีวิตชนิดใดมีความสัมพันธ์กันมากก็นำมารวมไว้ในหมวดหมู่เดียวกัน จากผลของการจัดหมวดหมู่แบบนี้จะเห็นได้ว่า สิ่งมีชีวิตทั้งหลายนั้นควรจะต้องมีวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษเดียวกัน

12.4 หลักฐานการศึกษาเปรียบเทียบทางชีวเคมีและสรีรวิทยา

(Comparative biochemistry and physiology evidence)

จากการศึกษาทางการแยกวิเคราะห์สารที่เป็นองค์ประกอบของร่างกายสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพวกสัตว์ พบว่า สัตว์ที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันจะมีสารประกอบทางเคมีภายในร่างกาย คล้ายคลึงกันและมีหน้าที่การทำงานคล้ายกันด้วย จากการที่นักศึกษาได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องการจัดระเบียบทางเคมีภายในโปรโตพลาสซึม ก็คงเห็นได้ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหลายนั้น ประกอบด้วยสารเคมีชนิดพื้นฐานอย่างเดียวกัน จึงน่าจะเป็นแนวยืนยันได้ว่า สิ่งมีชีวิตนั้นน่าจะมีบรรพบุรุษร่วมกันมาก่อน

12.5 หลักฐานการศึกษาทางภูมิศาสตร์ชีวภาพ (Biogeography evidence)

จากการศึกษาลักษณะของพืชและสัตว์ในภูมิภาคต่าง ๆ จะเห็นได้ว่า พืชและสัตว์ที่กระจายอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ทั้งที่ยังมีชีวิตอยู่และสูญพันธุ์ไปแล้ว เป็นประจักษ์พยานได้ดีเกี่ยวกับความเชื่อที่ว่าวิวัฒนาการนั้นมีจริง สิ่งมีชีวิตบางชนิดกระจายไปอาศัยอยู่ในที่ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง แต่บางชนิดก็อยู่จำกัดในเฉพาะพื้นที่ แม้ว่าสภาพแวดล้อมที่อื่นจะเหมาะสมพอที่จะให้อาศัยอยู่ได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นสิ่งมีชีวิตซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่ก็กระจายไปอยู่ในที่ซึ่งไกลกันมาก และแต่ละชนิดก็มีการเปลี่ยนแปลงไปเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของตน เช่นเราสามารถพบเห็นอูฐได้ในทวีปเอเชียและทวีปแอฟริกา แต่พบลามามาได้เฉพาะในทวีปอเมริกาใต้ แต่เมื่อสืบค้นพบบรรพบุรุษของสัตว์เหล่านี้ พบว่าในสมัยโบราณนั้นอยู่กระจัดกระจายไปในที่ทุกแห่ง จึงเป็นเหตุผลกล่าวได้ว่าสัตว์เหล่านี้เดิมมีบรรพบุรุษร่วมกันมา แล้วมีการแปรผันไปตามลักษณะภูมิประเทศ ซึ่งสอดคล้องไปกับทฤษฎีวิวัฒนาการที่เชื่อถือกัน

12.6 หลักฐานจากการศึกษาจากพันธุศาสตร์ (Genetic evidence)

จากการทดลองศึกษาทางพันธุศาสตร์ พบว่าในการผสมพันธุ์นั้น ลูกที่ได้จะมีลักษณะ

แปรผันออกไปจากพ่อแม่ได้โดยที่มีการแลกเปลี่ยนยีนส์ หรือโครโมโซมเกิดการเปลี่ยนแปลง
อย่างกะทันหัน (mutation) ความผิดปกติของโครโมโซมทั้งในด้านลักษณะและจำนวนทำให้ได้
สิ่งมีชีวิตพันธุ์ใหม่ขึ้น จึงอาจถือได้ว่าวิวัฒนาการเกิดขึ้นได้โดยมีเรื่องราวเหล่านี้เป็นอีกปัจจัยหนึ่ง
เมื่อประมวลเอาหลักฐานเหล่านี้มาประกอบกัน ทำให้เกิดเป็นเหตุผลสนับสนุนความเชื่อ
ที่ว่าวิวัฒนาการนั้น มีขึ้นได้อย่างแน่นอน