

บทที่ 3

ขบวนของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

(PARADE OF THE VERTEBRATES)

สัตว์มีกระดูกสันหลังมีอยู่ ๔๔,๐๐๐ สปีชีส์ ในจำนวนนี้เป็นปลาเสีย ๓๐,๐๐๐ สปีชีส์ (Noah) แต่อย่างไรก็ตาม สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกจำนวนมาก สัตว์เลื้อยคลานและสัตว์เลื้อยลูกควายนานแมงชนิด ไคยคบหรือสาหร่ายน้ำจืดเป็นที่อาศัยร่วมกับปลาอย่างถาวร และมีจำนวนน้อยกว่าที่อาศัยร่วมกับปลาในทะเล สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกที่สามารถทนต่อน้ำเค็ม (กบบางชนิด) นั้นมีน้อยมากและไม่ใช้ยูอาศัยในทะเลอย่างถาวร มิงู เต่า และจระเข้ จำนวนน้อยที่เค็มหรืออาศัยอย่างถาวรอยู่ในทะเล สัตว์เลื้อยลูกควายนานที่อาศัยอยู่ในทะเลได้แก่ ปลา-วาฬ porpoises พะยูน และปลาโลมาส่วนใหญ่ แม้ว่าพวกจะไม่อาศัยอยู่ในน้ำอย่างถาวรก็ตาม แต่ทว่าจำนวนมากก็ต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตในน้ำเป็นอาหารส่วน ๆ สัตว์ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ (นอกจากปลา) เป็นเชื้อสายของบรรพบุรุษที่ไคยคบไปอาศัยอยู่ในน้ำ

วัตถุประสงค์ของบทนี้ เพื่อเสนอให้ผู้อ่านได้เห็นขบวนของสัตว์มีกระดูกสันหลังที่ไคยคบไปถึงในบ่ออื่น ๆ และเพื่อแนะนำบรรพบุรุษที่น้ำจะเป็นไปไคยคบของมัน พร้อมทั้งพวกที่ไคยคบกับมัน (ที่ยังมีชีวิตอยู่ในปัจจุบัน) มากที่สุด การจัดแถวของขบวนนี้ก็คือ การจัดหมวดหมู่ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ซึ่งให้ไว้โดยย่อในตอนท้ายของหนังสือเล่มนี้

กลุ่มของสัตว์มีกระดูกสันหลัง (VERTEBRATE TAXONS) การจัดหมวดหมู่ตามธรรมชาติ เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมสัตว์ไว้เป็นกลุ่ม (taxons) ซึ่งเป็นพวกที่มีความเหมือนกันทางด้านพันธุกรรม กลุ่มเหล่านี้จะถูกจัดไว้ในต้นไม้แห่งสายพันธุ์ (phylogenetic tree) ต่อไป ถ้าสัตว์สองชนิดอยู่ใกล้กันในต้นไม้แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด สัตว์ที่อยู่ล่างสุดของต้นไม้จะมีจำนวนของลักษณะชั้นต่ำมากกว่า พวกที่อยู่สูงขึ้นไปในต้นไม้หรือที่อยู่บนกิ่งที่ห่างออกไป แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะชั้นต่ำมากขึ้น แม้ว่าลักษณะชั้นต่ำนี้จะเกิดขึ้นเมื่อตอนเป็นคัพภะก็ตาม ต้นไม้แห่งสายพันธุ์นี้เป็นเพียงการแสดงประวัติของวิวัฒนาการโดยประมาณเท่านั้น

กลุ่มสำคัญ ๆ ของสัตว์มีกระดูกสันหลังได้แก่ classes, subclasses,

เป็นนักธรรมชาติวิทยาชาวสวีเดน เป็นคนมา ระเบียบการตั้งชื่อทางอนุกรมวิธานได้เป็นภาษาละตินโดยควมตกลงกันระหว่างนักสัตววิทยาของโลก การตั้งระเบียบเช่นนี้ทำให้นักสัตววิทยาของทุกภาษาเข้าใจกันโดยไม่ต้องแปลเมื่อกล่าวถึงชื่อของสัตว์ตัวใดตัวหนึ่ง ยกตัวอย่างเช่น นักสัตววิทยาไม่ทุกคนไปทีรู้ว่า "un chat," "die Katze," หรือ "el gato" คืออะไร คำทั้งหมดนี้หมายถึงแมวบ้านธรรมดา แต่ Felis domestica เป็นชื่อทางอนุกรมวิธานสำหรับสปีชีส์นี้ และนักสัตววิทยาทุกคนรู้จักชื่อนี้ ชื่อสกุล (generic name) คือ Felis นั้นแยก แมว เสือ สิงโต จากัวร์ และอื่น ๆ ออกจาก lynx (Lynx). Felis domestica แยกแมวบ้านออกจากเสือ (Felis tigris), สิงโต (F. leo), และจากัวร์ (F. onca) การตั้งชื่อสปีชีส์เป็นคู่ (binomial designation) นี้ ได้ถูกนำมาใช้โดย Linnaeus ในหนังสือชื่อ Systema Naturae พิมพ์ครั้งที่ ๑๐ (๑๗๕๘) ของเขา

ข้างล่างนี้เป็นหัวข้อการจำแนกหมวดหมู่ของ ปลาฉลามหนุ (spiny dogfish), เน็คทูร์สมีจุก (spotted necturus), และแมวบ้าน (domestic cat) มีชื่ออนุกรมวิธานมากมายซึ่งเมื่อแปลแล้ว จะตรงกับลักษณะของกลุ่ม ทำให้ง่ายต่อการจดจำ เช่น Chondrichthyes แปลว่า "ปลาระกระดูกงู" Carnivora แปลว่า "ผู้กินเนื้อ" และ maculosus แปลว่า "เป็นจุก"

ปลา (FISHES) ผู้แต่งตำราส่วนใหญ่ได้จัดปลาไว้เป็น ๔ classes คือ Agnatha, Placodermi, Chondrichthyes, และ Osteichthyes. Placoderms สูญพันธุ์ไปหมดแล้ว พวกอื่น ๆ ก็สูญพันธุ์ไปมากเช่นกัน

Agnatha: ostracoderms และ cyclostomes Agnathans

Class	SPINY DOGFISH	SPOTTED NECTURUS	DOMESTIC CAT
Subclass	Chondrichthyes	Amphibia	Mammalia
Superorder	Elasmobranchii	Lissamphibia	Theria
Order	Selachii	Caudata	Ferae
Suborder	Squaloidea		Carnivora
Family		Proteidae	Fissipedia
Genus and species	<i>Squalus acanthias</i>	<i>Necturus maculosus</i>	<i>Felis domestica</i>

น่าสนใจเป็นพิเศษเพราะพวกที่สูญพันธุ์ไปแล้วคือ ostracoderms นั้นเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง
 พวกแรกที่รู้จักกัน สัตว์เหล่านี้ได้อาศัยอยู่ในน้ำจืดเมื่อเกือบ ๕๐๐ ล้านปีมาแล้ว (รูป ๓-๒
 และ ๓-๓)

Ostracoderms ไม่มีขากรรไกรและไม่มีความเคลื่อนไหว มีแผ่นกระดูกวางผังอยู่
 ในเคอริมีสของหัวและส่วนหน้าของลำตัว สำหรับส่วนที่อยู่ถัดไปทางหางนั้นมีแผ่นกระดูกขนาด
 เล็กกว่าเรียกว่า dermal scales ทั้งแผ่นและเกล็ดประกอบขึ้นเป็นเกราะกระดูก(bony
 armor) เพื่อป้องกันตัว ดังนั้นจึงมีชื่อว่า "armored fishes" และ "ostraco-
 derms" พวกที่ยังมีชีวิตอยู่คือปลาปากกลม (cyclostomes) นั้นไม่มีทั้งเกราะและเกล็ด

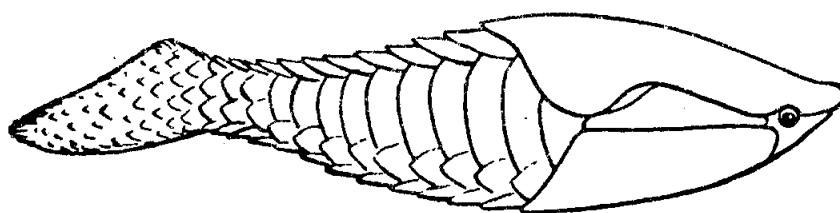


Fig. 3-2. Ostracoderm, a very ancient armored, jawless fish.

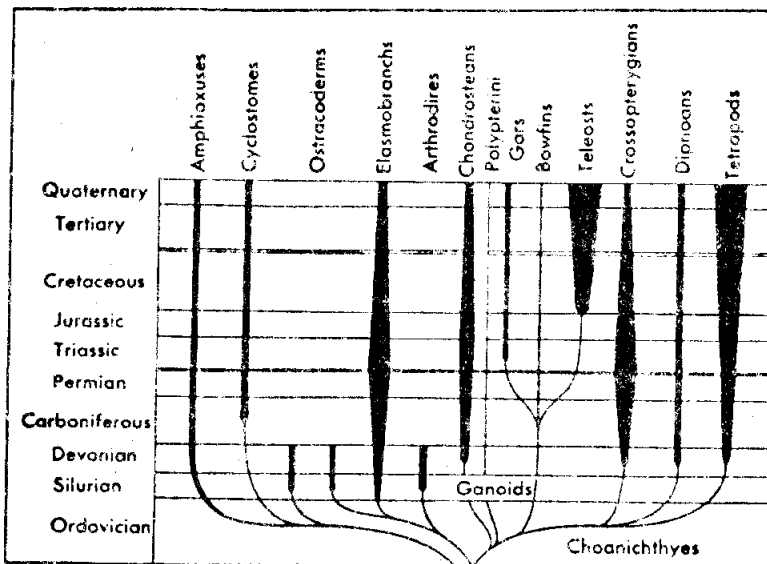


Fig. 3-3. Geological chart of fishes, showing their range and relative abundance through time. (From Atwood: Comparative anatomy, ed. 2, St. Louis, 1955, The C. V. Mosby Co.)

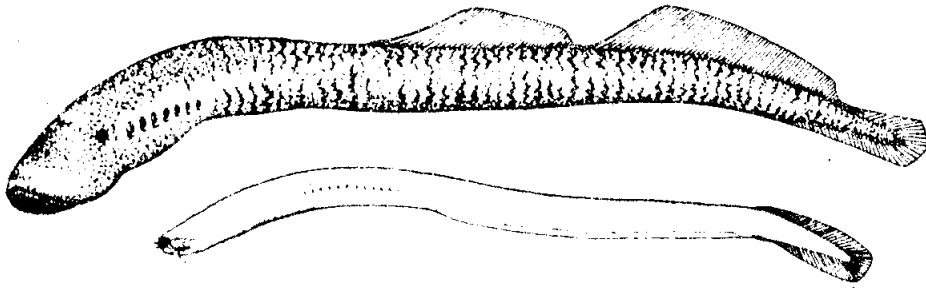


Fig. 3-4. Lamprey *Petromyzon* above; hagfish *Bdellostoma* below.

ดังนั้นจึงต้องอนุมานว่าเกราะ (armor) ของปลาปากกลมทั้งหมดโคหายไปในระหว่างยุค นอกจาก bony dermal skeleton และ ostracoderms ยังมี endocranium อีกด้วย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกระดูกแข็งแต่ก็มีกระดูกอ่อนอยู่บ้าง ปลาปากกลมในปัจจุบันไม่มีกระดูกซึ่งอยู่ในผิวหนังหรือที่อื่นใด ดังนั้นจึงอาจอนุมานได้ว่าการไม่มีกระดูกแข็งในปลาปากกลมที่ยังมีชีวิตอยู่นั้นไม่ใช่ลักษณะขั้นต่ำ หรือกล่าวอีกแง่หนึ่งว่า เอนไซม์ที่จำเป็นสำหรับการสร้างกระดูกแข็งนั้นไม่มีอยู่ใน Agnatha ของปัจจุบันแล้ว Ostracoderms ส่วนใหญ่มีรูจมูกเดียว และสภาพเช่นนี้ยังคงมีอยู่ในปลาปากกลม

ปลาปากกลมเต็มวัย (รูป ๓-๔) มีร่างกายคล้ายปลาไหลยาวได้ถึง ๓ ฟุต ไม่มีครีบหรือครีบสะโพก ไม่มีซากกรรไกร ไม่มีเกล็ด ไม่มีกระดูกแข็ง ไม่มีส่วนที่จะเรียกว่าเป็นกระดูกสันหลังใด ในโตคอร์คเป็นโครงสร้างสำคัญที่สำคัญของลำตัว (รูป ๑-๔) ปลาปากกลมในปัจจุบันแบ่งออกเป็น ๒ suborders คือ lampreys (*Petromyzontia*) และ hagfish (*Myxinoidea*)

LAMPREYS กรวยปาก (buccal funnel) ขนาดใหญ่ที่หุ้มด้วย horny denticles (รูป ๕-๕) มากมายนั้น จะช่วยให้ lamprey เต็มวัย (ซึ่งเป็นปรสิต) ยึดติดกับ host fish ในขณะที่หอนคล้ายฟัน (ซึ่งมี horny teeth ปกคลุมอยู่) ทั่วไปบนเนื้อของเหยื่อ รูจมูก (nostril หรือ naris) อยู่ทางด้านบนถัดจากปลายด้านหน้าของหัว ห่องูจมูก (nasal canal) ผ่านไปสู่ถุงจมูก (olfactory sac) และผ่านต่อไป แล้วไปสิ้นสุดเป็นถุงตันที่เรียกว่า nasohypophyseal sac (รูป ๑๒-๕) จากผนังของถุงนี้ในลักษณะจะมี adenohypophysis ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของต่อม pituitary เกิดขึ้น เหยือก

อยู่ในกระพุ้งเหงือก ๗ คู่ กระพุ้งเหงือกแต่ละอันเปิดออกสู่ภายนอกโดยอิสระทางช่องเหงือกภายนอก (external gill slit) ซึ่งเป็นช่องที่น้ำหายใจผ่านเข้าและออก มีคอตมเซลล์เดียวจำนวนมากกระจายอยู่ทั่วเอปิเคอร์มิส ดังนั้นผิวหนังจึงเป็นเมือกสั้น

Petromyzon marinus คือ lamprey ที่เป็น anadromous นั่นคือมันอาศัยอยู่ในทะเลแต่อพยพไปสู่ลำธารน้ำจืดเพื่อวางไข่ ใน ๒๐ หรือ ๒๑ วัน ตัวอ่อนขนาดเล็กที่ไม่เป็นปรสิตเรียกว่า ammocoetes จะออกมา Ammocoete ซึ่งเคยคิดกันว่า เป็นสปิซีสเต็มวัยนั้น ใค้บรรยายไว้ในบทที่ ๑ แล้ว ภายหลังจาก ๓ ถึง ๔ ปี ตัวอ่อนจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็นตัวเต็มวัยที่ยังสืบพันธุ์ไม่ได้ (immature adults) และอพยพไปสู่ทะเลที่นั่น(ทะเล)มันจะเติบโตจนถึงขั้นสืบพันธุ์ได้ (sexual maturity) เพื่อเตรียมตัวเดินทางไปสู่แหล่งวางไข่ Petromyzon marinus dorsatus เป็นประชากรที่ตัดขาดจากทะเล คืออาศัยอยู่ในทะเลสาบน้ำจืดชื่อ Great Lakes ซึ่งอยู่ระหว่างแคนาดาและสหรัฐอเมริกาพวกนี้ก็เข้าไปสู่แม่น้ำเพื่อวางไข่เช่นเดียวกัน Lampetra ส่วนใหญ่เป็น lampreys น้ำจืดที่ไม่อพยพ มันจะวางไข่เมื่อถึงขั้นสืบพันธุ์ได้ แล้วก็ตายทันทีโดยไม่เห็นได้กินอาหารด้วยซ้ำ

HAGFISH Hagfish เป็น cyclostomes น้ำเค็มทั้งหมด กรวยปากสั้นและไม่มี horny denticles มันกินทั้งปลาเป็นและปลาตาย และยังคงกินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กต่าง ๆ อีกด้วย มีวงของส่วนยื่น (papillae) ที่คล้ายนิ้วมืออยู่รอบ ๆ กรวยปาก มีรูจมูกอยู่เหนือกรวยปาก ๑ รู Nasopharyngeal canal เป็นท่อที่เริ่มจากรูจมูกไปสู่ olfactory sac แล้วก็ต่อไปจนถึง pharyngeal cavity ซึ่งเป็นท่อที่นำน้ำหายใจไปสู่เหงือก คาเป็นเพียงร่องรอย Myxine glutinosa ซึ่งเป็นชนิดที่อาศัยอยู่ในมหาสมุทรแอตแลนติก มีกระพุ้งเหงือก ๒ คู่ (บางครั้งก็ ๕ หรือ ๖) เปิดเข้าไปใน common efferent duct ซึ่งท่อนี้จะไปเปิดออกภายนอกทางรูหนึ่ง (รูป ๑๒-๘) Bdellostoma stouti ซึ่งเป็นชนิดที่พบอยู่ตามฝั่งทะเลของแคลิฟอร์เนีย มีกระพุ้งเหงือก ๑๐ ถึง ๑๕ คู่ แต่ละกระพุ้งเปิดออกสู่ภายนอกโดยอิสระ Hagfish ไม่อพยพไปสู่ลำน้ำจืดเพื่อวางไข่ และมีระยะตัวอ่อนอยู่ในเยื่อหุ้มไข่

Placodermi Placoderme เป็นปลาที่มีเกราะ (armored fish) ซึ่งได้เพิ่มจำนวนขึ้นในน้ำจืดแห่งยุค Devonian ขณะที่ ostracoderms กำลังหายไป มัน

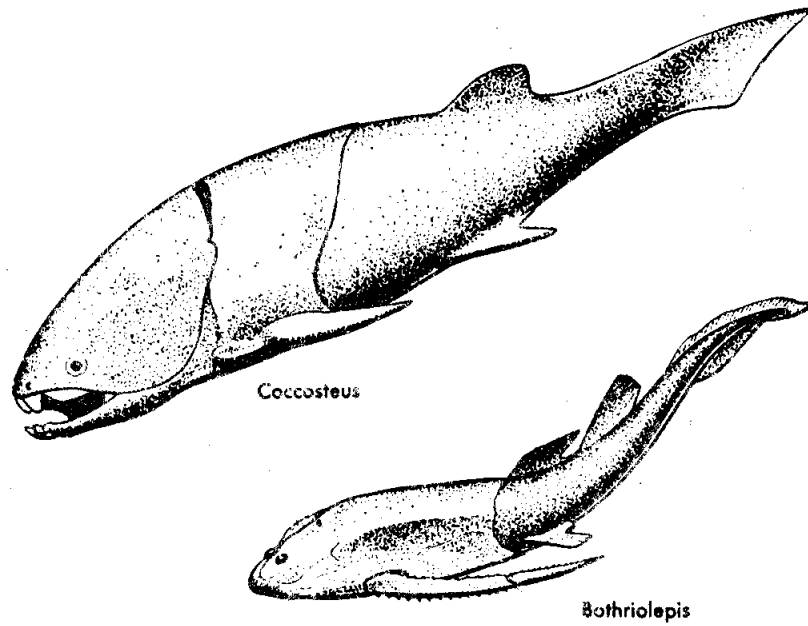


Fig. 3-5. Two Devonian placoderms, each about one-third natural size. *Coccosteus* is an arthrodire; *Bothriolepis* is an antiarch. (From Colbert: *Evolution of the vertebrates*, ed. 2, New York, 1969, John Wiley & Sons, Inc.)

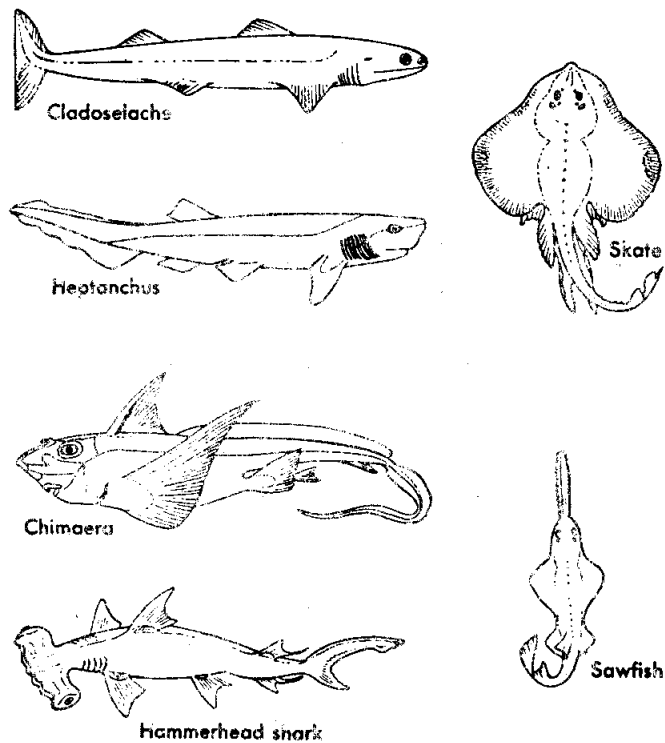


Fig. 3-6. Group of Chondrichthyes. *Cladoseiache* is primitive and extinct

เจริญสูงกว่า ostracoderms เพราะว่ามีครีบคู่และซากกรไกเป็นกระดูกแข็ง กลุ่มที่รู้จักกันดีที่สุดคือ arthrodires (Coccosteus รูป ๓-๕) ซึ่งมีโล่ที่เป็นกระดูกแข็งของเคอร์มีส ๑ อันคลุมอยู่ที่หัวและบริเวณคอหอย และอีกอันหนึ่งคลุมอยู่ที่ส่วนหน้าของลำตัว โล่ทั้งสองพบกันในซอกคอที่เคลื่อนไหวได้ ส่วนที่เหลือของร่างกายมักจะเปื่อย มีกินสัตว์อื่นเป็นอาหารและวางไข่ไว้มาก

กลุ่มต่อไปของ gnathostomes ที่มีเกราะหุ้มได้น่า acanthodians ซึ่งมักรวมอยู่ในพวก placoderms แม้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างมันจะไม่เป็นที่ทราบก็ตาม ผู้เขียนตำราบางท่านถือว่ามันเป็น gnathostomes ที่เก่าแก่ที่สุด บางทีครีบของมัน (รูป ๕-๘) ก็ประกอบด้วยจำนวนมากถึง ๕ คู่ ครีบเหล่านี้เป็นเงี่ยงกลวงที่ยื่นออกมาจากลำตัวและยึดเยื่อของผิวหนังเอาไว้ โดยผิวหนังแล้ว acanthodians ถูกทำลายปลาดสาม แต่มันมีกระดูกแข็ง และโดยปกติแล้วจะยาวเพียง ๓-๓ นิ้วเท่านั้น เกล็ดรูปขนมเปียกปูน (rhomboid scales) ประกอบกันเป็น dermal armor แขนเดียวกันตลอด

Chondrichthyes (ปลากระดูกอ่อน) Chondrichthyes (รูป ๓-๖) คือปลากลุ่มหนึ่งซึ่งแทบจะไม่มีกระดูกแข็งเลย แม้ว่ากระดูกอ่อนบางชิ้นจะถูกแทรกซึมโดยการสะสมของเกลือที่คล้ายกับกระดูกแข็งในด้านความแข็งแรงก็ตาม บรรพบุรุษของปลาเหล่านี้มีโครงกระดูกเป็นกระดูกแข็ง การไม่มีกระดูกแข็งนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลง ไปไล่ตั้งแต่ชั้นลำตัว ครีบสะโพกของตัวผู้ได้เปลี่ยนแปลงไปเป็น claspers สำหรับสังสเปิร์ม เกล็ดของมันเป็นชนิด placoid

Chondrichthyes มีอยู่เป็นจำนวนมากในปัจจุบัน แต่ในสมัยโบราณยังมีมากกว่านี้อีก ที่ทราบเพราะว่าโครงกระดูกแข็งของมัน (fossil species) เป็นจำนวนมาก บางซากนั้นเหลือแต่ horny spine, otoliths (สารหินปูนในหูส่วนใน) หรือฟันเท่านั้น สมมุติว่าเราไม่ถือว่า ลำพังชิ้นส่วนนั้นคือสปีชีส์ที่มีอยู่ในสมัยโบราณ แต่ก็ได้มีการพบปลากลุ่มที่ยังมีอวัยวะภายในและกล้ามเนื้อติดอยู่ในสมัยต่อมาเป็นจำนวนมาก และอาจจะเป็นไปได้ว่าการค้นพบในโอกาสหน้ากำลังจะมาถึง พวกโบราณบางชนิดมีเกราะหุ้มอย่างหนักตามคาดหมาย ปลากลุ่มที่พบมากที่สุดได้แก่พวก elasmobranchs

Elasmobranchs ปลาพวก elasmobranch อาจแบ่งออกเป็น Cla-

doselachii ซึ่งสูญพันธุ์ไปหมดแล้ว Selachii หรือปลาฉลาม และ Batoidea หรือปลากระเบน (rays, skates) และปลาฉลาม (sawfish) ของคอคอยล์แรก มีขนาดเล็ก มันมีช่องช่องนี้มีผิวคล้ายเหงือกอันเล็ก ๆ (pseudobranch) และเรียกช่องนี้ว่า spiracle ส่วนช่องคอคอยล์ที่เหลือนอกนั้นทำหน้าที่เป็นช่องเหงือก (gill slits) ที่แท้จริงซึ่ง "เปลือย" หรือมองเห็นได้ (แทนที่จะมี operculum ปิดไว้อย่างปลากระดูกแข็ง) อยู่ทางคานข้างของคอคอยล์ ปากอยู่บนผิวคานล่าง (มากกว่าที่จะอยู่ปลายหน้าสุด) ยกเว้นพวกชั้นต่ำเช่น Cladoselache (รูป ๓-๖)

ปลาฉลาม (SHARKS) ปลาฉลามเป็นที่สนใจแก่นักศึกษาที่เรียนกายวิภาคของสัตว์มีกระดูกสันหลังก็เพราะโครงสร้างทั่ว ๆ ไปในการจัดระเบียบของระบบต่าง ๆ ของมัน กายวิภาคของพวกมันมีลักษณะพื้นฐานทั้งหมดเหมือนกับกายวิภาคของพวกคนเรา การกระจายของเส้นประสาทต่าง ๆ ไปสู่ขากรรไกร เยื่อผิวจมูก หูส่วนใน และกล้ามเนื้อ ก็มีหน้าที่สำคัญ ๆ เช่นเดียวกับที่พบในคน การจัดของ visceral skeleton, aortic arches, เส้นเลือดดำที่สำคัญ ๆ และระบบขับถ่าย-สืบพันธุ์ของปลาฉลาม ก็มีหน้าที่สำคัญ ๆ ที่เปรียบเทียบได้กับการจัดของโครงสร้างอย่างเดียวกันเหล่านี้ในคัพภะของสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูง ดังนั้นความรู้เกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์ของปลาฉลามจึงเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาศัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูง จนถึงคนในที่สุด ปลาฉลามที่ศึกษากันบ่อยไค่นัก spiny dogfish แห่งแอตแลนติกชื่อ Squalus acanthias ซึ่งเป็นชื่อที่หมายถึงการมี spine เหนืออยู่กับคานบนแต่ละอัน Squalus suckleyi เป็น spiny dogfish แห่งแปซิฟิก Mustelus เป็น "ปลาฉลามหนังเรียบ" เพราะไม่มี dorsal spines สปีชีส์เหล่านี้มี spiracle ๖ คู่ และช่องเหงือก ๕ คู่ Hexanchid sharks มีช่องเหงือก ๖ คู่ และ spiracle ๖ คู่ Heptanchid sharks มีช่องเหงือก ๗ คู่ ซึ่งเป็นจำนวนชั้นต่ำ

ปลากระเบนและปลาฉลาม (RAYS, SKATES, และ SAWFISH) ปลากระเบนและปลาฉลามเป็น elasmobranch ที่มีร่างกายค่อนข้างแบนไม่มากนักน้อย ถ้าใครก็ตามสามารถจับผนังร่างกายคานข้างของปลาฉลามตรงเหนือช่องเหงือก แล้วดึงผนังร่างกายดังกล่าวให้ยืงออกไปทางคานข้างเป็น "ปีก" ได้โดยไม่กระทบกระเทือนตำแหน่งหรือรูปร่างของช่องร่างกายแล้วละก็ จะได้เป็นรูปร่างของร่างกายของปลากระเบนเกิดขึ้น ปากและ-

ของเหงือกอยู่ทางด้านล่าง (รูป ๑๒-๒๐) แต่ spiracle อยู่ทางด้านบน การเคลื่อนที่กระทำไค้โดยการ ขยับผนังร่างกายด้านข้างที่คล้ายปีกให้เป็นคลื่น ทางของปลากระเบนซาของได้เปลี่ยนแปลงไปเป็นอวัยวะต่อสู้ป้องกันตัว ทางของ Raja กลายไปเป็นอวัยวะไฟฟ้าซึ่งสามารถปล่อยกระแสไฟฟ้าแรงสูงออกมาได้ ปลากระเบนยักษ์แห่งแถบศูนย์สูตรหนักเกือบครึ่งตัน และเมื่อกางครีบออกจะวัดได้มากกว่า ๒๐ ฟุต

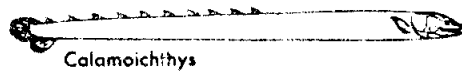
ปลานาค (sawfish) (รูป ๓-๖) ร่างกายไม่แบนเท่าปลากระเบน แต่ของเหงือกอยู่ด้านล่าง ปลานาคมีชื่อคามาภิ (rostrum) ซึ่งยาวและคล้ายใบเลื่อย

Holocephalians Holocephalians คือ chimaeras (รูป ๓-๖) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่ใช่แบบฉบับของ Chondrichthyes และไม่มีเกล็ดบนส่วนใหญ่ของร่างกาย ของเหงือกถูกปกปิดไว้ด้วย operculum ซึ่งเป็นแผ่นเนื้อที่ไม่มีกระดูก และ spiracle ก็ปิด ซากกรไกรบนแตกต่างจากของ elasmobranchs กล่าวคือมันเชื่อมกับกล่องสมองที่เป็นกระดูกอ่อน แทนที่จะมีสันต่อมันคล้ายมีแผ่นแบน ๆ อยู่บนซากกรไกร

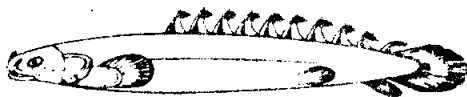
Osteichthyes

Osteichthyes มีโครงกระดูกที่ประกอบด้วยกระดูกแข็ง (bone) เป็นบางส่วนหรือส่วนใหญ่

ของเหงือกปกปิดด้วย operculum ที่เป็นกระดูกแข็งซึ่งเจริญมาจาก visceral arch คู่ที่ ๒ เกล็ดที่เกิดจากเคอรัมีส ได้แก่ ganoid, cycloid, หรือ ctenoid ปลากระดูกแข็งส่วนใหญ่มี swim bladder ที่บรรจุอากาศอยู่ซึ่งเกิดมาจากหลอดอาหาร (รูป ๑๒-๗ และ ๑๘-๑๐) Cloaca ของปลาพวกนี้ทั้งหมด ยกเว้นปลา มีปลอก นั้นสันมากจนถือว่าไม่มี มีช่องเปิดของเหงือกไม่เกิน ๕ คู่ Osteichthyes ทั้งหมด ถ้าไม่เป็น ray-finned ก็ยังเป็น lobe-finned fish



Calamoichthys



Polypterus



Acipenser (Sturgeon)



Polyodon (Spoonbill)

Fig. 3-7. Group of chondrosteans.

Ray-finned fish Ray-finned fish (Actinoptery-
 gi) เป็นปลากระดูกแข็งที่มี horny dermal rays (โครงสร้างที่คำจุนครีบโดยลำพัง)
 เป็นจำนวนมาก แต่ไม่มีกระดูกภายใน (มีน้อยสปีชีส์มากที่มีกระดูกภายใน แต่เป็นกระดูกที่ไม่ homo-
 logous กับกระดูกภายในของปลาที่มีครีบเป็นเนื้อ หรือของสัตว์สี่เท้า) มีอยู่ ๓ กลุ่มด้วยกัน
 คือ chondrosteans, holosteans และ teleoste สองกลุ่มแรกเป็นพวกชั้นต่ำ
 กว่าและวิวัฒนาการที่สุดในนามของ ganoid fish ในยุคที่ปลาพวกนี้เด่นนั้นมันจะมีโครงกระ-
 ดูกภายในเป็นกระดูกแข็ง มีแผ่นกระดูกคอยป้องกันตัวเอาไว้ และมีเกล็ด ganoid ขนาดใหญ่
 ปกคลุมร่างกายไว้โดยตลอด ปัจจุบันเหลืออยู่เพียงไม่กี่สปีชีส์ และบางสปีชีส์ที่เหลืออยู่นี้ก็
 ไม่มีเกล็ด ganoid ที่เป็นแบบฉบับอีกต่อไปแล้ว Teleoste มีจุดกำเนิดในยุคใหม่กว่า
 และถือว่าเป็นปลากระดูกแข็งยุคใหม่ (modern bony fish)

CHONDROSTEANS ปลาที่เป็นสมาชิกของ chondrosteans ในปัจจุ-
 บันคงมีแต่ sturgeons, spoonbills, และปลาที่มีปีกปกติในอาฟริกาอีก ๓ สกุล เท่านั้น
 (รูป ๓-๓) Sturgeons และ spoonbills ไม่มีสาร ganoin อยู่ในเกล็ด และ
 ไม่มีการสร้างกระดูกแข็ง แม้ว่าปลา ganoids โบราณจะมีโครงภายในเป็นกระดูกแข็งก็
 ตาม แต่ sturgeons และ spoonbills ยุคใหม่มีโครงแข็งภายในที่ประกอบด้วยกระ-
 ดูกอ่อน

Polypterus และ Calamoichthys เป็น chondrosteans ที่พบ
 ในอาฟริกา ปลาทั้งสองนี้ได้ถูกจัดไว้เป็นพวกเดียวกับปลาที่มีครีบเป็นเนื้อมาเป็นเวลานาน
 เพราะที่ฐานของครีบอกมีหูเป็นเนื้อ และมีช่องลมคล้ายปอดเปิดเข้าไปในคอหอย แต่อย่างไรก็
 ตาม มันยังคงมีเกล็ด ganoid ที่เป็นแบบฉบับและลักษณะอื่น ๆ ของ actinopterygian

HOLOSTEANS ในปัจจุบันมี holosteans เหลืออยู่เพียง ๓ สกุลเท่า
 นั้น (รูป ๓-๔) คือ Lepidosteus (gars) และ Amia (bowfins) ทั้งคู่ต่าง
 ก็เป็นปลาน้ำจืด เช่นเดียวกับบรรพบุรุษจำนวนมากของมัน Gars ถูกปกคลุมด้วยเกล็ดก้นอก
 ที่เป็นแบบฉบับโดยสมบูรณ์ ตรงข้ามกับ bowfins ซึ่งไม่มีสาร ganoin อยู่บนผิวของเกล็ด
 และเกล็ดก็ยังคงเหมือนกับเกล็ดของปลากระดูกแข็งยุคใหม่ ที่หัวมี dermal plates ที่
 เป็นกระดูกแข็งเหมือนกับปลาบรรพบุรุษ แต่ไม่มี ganoin ปกคลุมกะโหลกซึ่งเป็นกระดูกอ่อนไว้

(รูป ๔-๑๔) หังคฺุหายใจเอาอากาศเข้าไป (aerial respiration)

TELEOSTS นักศึกษาที่เรียนชีววิทยาเบื้องต้น ถ้าไม่มีความสนใจในวิชา ichthyology (การศึกษาเกี่ยวกับปลา หรือ มินวิทยา) เสียแล้ว เขาจะไม่ได้อะไรมากนัก แม้ว่าจะมี teleosts ชนิดต่าง ๆ มากมายก็ตาม (รูป ๓-๔) มีจำนวนมากกว่า ๒๕,๐๐๐ สปีชีส์ (ประมาณ ๔๕ เปอร์เซ็นต์ของปลาที่ยังมีชีวิตอยู่ทั้งหมด) ไคโนดอนที่ ostracoderms,

placoderms, chondrosteans, และ holosteans ตามลำดับ

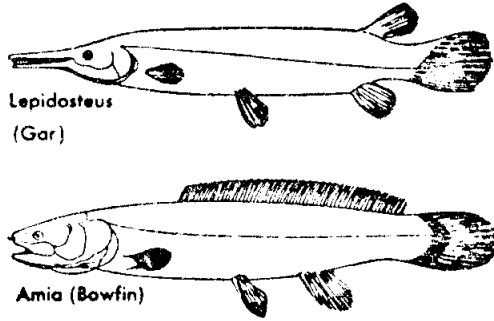


Fig. 3-8. The sole living holosteans.

มี teleosts ที่ร่างกายยาว และไม่มีระยางค์ ที่อ่านสั้นพร้อมกระดูก ที่ไปรงใส ที่ยื่นบนหาง ที่มีตาทั้งสองอยู่ข้างเดียวกันของหัว ที่มีโคมไฟ ที่โตคนไม้ ที่อมไขไว้ในปาก ที่คล้ายกับคางป๋าย ที่มีตาเหมือนกลองสองคู่ทาง (เพอริสโคพ) และ

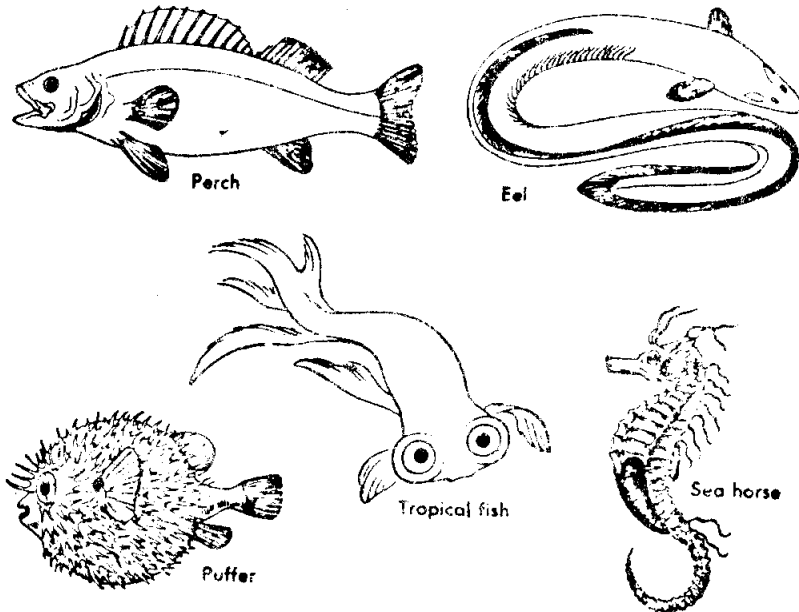


Fig. 3-9. Group of teleosts.

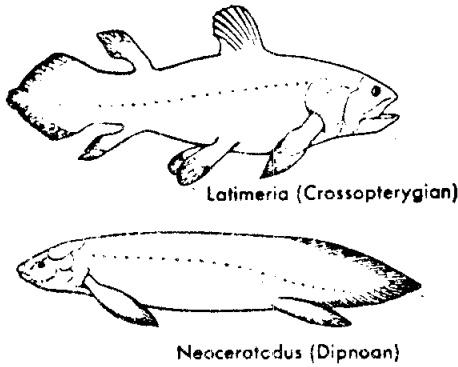


Fig. 3-10. Lobe-finned fish.

ยังมีสกุลที่แปลกประหลาดอื่น ๆ อีกหลายร้อย
 มันอาศัยอยู่ในความลึกมากและไกลออกไปจาก
 โหลทวีป มันว่ายน้ำไปมาอยู่ในสาขาารที่ไหล
 เชื่อย และบางชนิดก็ขึ้นมาบนบกในเวลา
 กลางคืน มันมีสีทึบระกบ แม้ว่าจะมีรงค
 วัตถุ (pigments) จำนวนน้อยก็ตาม แต่
 ้วยความช่วยเหลือของผลึกกระจายแสงซึ่งมี
 อยู่เป็นจำนวนมาก จึงทำให้เกิดเป็นสีทั้งหมด

ขึ้นมาได้

โครงกระดูกของ teleosts เป็นกระดูกแข็งเป็นส่วนใหญ่ เกล็ด cyclo-
 id หรือ ctenoid มีรูปกลม บาง บิดงอโค้งงาย และซ้อนเหลื่อมกัน Dermal bones
 ของหัวไคจมลึกลงไปใต้ผิวหนังไปอยู่ใกล้กับกลองสมอง (กลองสมองนั้นเป็นโครงกระดูกภายใน)
 ครีบสะโพกมักจะอยู่ค่อนไปทางคานหน้าใกล้กับครีบอก ไม่มี spiracle เหล่านี้เป็นลักษณะ
 ณะเพียง ๒-๓ อย่าง (จากหลาย ๆ อย่าง) ของ teleosts เท่านั้น นอกจากปลาที่ได้
 กล่าวมาแล้วและปลาที่มีครีบเป็นเนื้อ ปลาที่เหลือจะเป็น teleosts ทั้งนั้นไม่ว่าจะเป็นปลาที่
 จับได้โดยการตกเบ็ด หรือที่เห็นในอ่างเลี้ยงปลา หรือในตลาดก็ตาม

Lobe-finned fish (รูป ๓-๑๐) Lobe-finned fish

(Sarcopterygii) มีพู่เนื้อเป็นส่วนฐานของครีบคู่ ในพู่มีส่วนของกระดูกครีบอยู่ ปลา
 พวกนี้บางทีก็เรียกว่า Choanichthyes เพราะวามีหลายชนิดมีรูจุ่มภายใน (choanae)
 เปิดเข้าไปในช่องปาก มีอยู่ ๒ orders ด้วยกันคือ Crossopterygii และ Dip-
 noi หรือปลามีปอด กลุ่มทั้งสองนี้โค่นแยกกัน (เริ่มมีความแตกต่างกัน) เมื่อเริ่มต้นยุคซีไวเนียน

CROSSOPTERYGIANS Crossopterygians นั้นสูญพันธุ์ไปหมดแล้ว

ยกเว้น Latimeria ซึ่งไม่มีรูจุ่มภายใน ปลาพวกนี้ น่าสนใจเป็นพิเศษเพราะว่ามันมีความ
 คล้ายคลึงกับสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกยุคแรก ชั้นกระดูกต่าง ๆ ภายในครีบเนื้อนั้นสอดคล้องอย่าง
 ใกล้ชิดกับชั้นกระดูกส่วนต้นของขาของสัตว์สี่เท้ายุคแรก (รูป ๔-๒๔) กระโหลกคล้ายกับของ
 สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกยุคแรกสุด (รูป ๔-๒๐) มี swim bladders ซึ่งบางชนิดใช้เป็นปอด

และหลายชนิดมีรูปร่างภายในแม้ว่าจะไม่ใช่สำหรับหายใจก็ตาม เนื่องจากลักษณะเหล่านี้และอื่น ๆ จึงคิดว่า crossopterygians เป็นต้นตอซึ่งสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกได้วิวัฒนาการขึ้นมา

DIPNOANS ปลา Dipnoi (ปลามิปอดที่แท้จริง) ที่ยังมีชีวิตอยู่บน เป็นที่รู้จักกันอยู่เพียง ๑ สกุล (genera) เท่านั้นคือ Protopterus จากแอฟริกา, Neoceratodus จากออสเตรเลีย และ Lepidosiren จากบราซิล. Protopterus และ Lepidosiren จะหายใจไม่ออกถ้าจับใต้อุณหภูมิที่น้ำ แต่ Neoceratodus จะใช้เหงือกหายใจเป็นสำคัญ ในระหว่างฤดูน้ำหลาก ปลาเหล่านี้จะใช้ชีวิตอยู่ในน้ำจืด แต่เมื่อพระอาทิตย์ทำให้ลำธารแห้งเหือดไป ปลามิปอดจากแอฟริกาและจากบราซิลจะขุดรูลึกเข้าไปในฝั่งที่เป็นโคลนเปียกชื้น และจำศีลอยู่ในนั้นตลอดฤดูร้อนอันแห้งแล้งในสภาพของการเนิ่นลาอาหาร (aestivation) อันนี้ทำให้มีการสูญเสียน้ำหนัก และลดความต้องการสำหรับอาหารและออกซิเจนด้วย

ปลามิปอดและสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกต่างก็เป็นกิ่งที่แยกออกมาจาก crossopterygians โบราณด้วยกันทั้งคู่ (รูป ๓-๑๑) และมีความเป็นมาภายใต้การเปลี่ยนแปลงที่คล้ายกัน Swim bladder ของทั้งสองได้ถูกเลี้ยงโดยแขนงจาก aortic arch คู่ที่ ๖ แทนที่จะเป็นแขนงจาก dorsal aorta เหมือนอย่างใน crossopterygians ที่เป็นบรรพบุรุษของมัน Atrium ของหัวใจถูกแบ่งออกเป็นสองห้องที่ไม่สมบูรณ์ ทั้งคู่ก็จะมีระยะตัวอ่อนที่มีเหงือกภายนอก ทั้งคู่มีรูจมภายใน และ swim bladders หรือปอดของทั้งคู่ต่างก็มีท่อลม (pneumatic ducts) เป็ด คือติดต่อกับคอหอย

สัตว์สี่เท้า (TETRAPODS) Tetrapods คือสัตว์มีกระดูกสันหลังที่โดยทั่วไปแล้วมี ๔ ขา แต่อย่างไรก็ตาม งู lizards ที่ไม่มีขา และสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกที่ขุดรูอยู่ในดิน (งูคิน) เป็นพวกที่ไม่มีขา นอกจากนั้นสัตว์สี่เท้าอื่น ๆ อาจจะมีขาคู่หนึ่งหายไปหรือเปลี่ยนแปลงไปเป็น มือ ปีก หรือพาย ถ้าไม่คำนึงถึงความแตกต่างอย่างผิวเผินแล้ว ขา ปีก แขน และขาพาย ต่างก็ถูกสร้างขึ้นมาจากด้วยแบบฉบับพื้นฐานอย่างเดียวกัน สัตว์สี่เท้าใช้ขาในการว่ายน้ำ ว่ายน้ำ คืบคลาน เต้น วิ่ง กระโดด ขุด โคน หรือบิน จากสิ่งแวดล้อมแห่งหนึ่งไปสู่อีกแห่งหนึ่ง เพื่อหลบหลีกศัตรู หรือหาอาหารและสืบพันธุ์ Classes ทั้ง ๔ ของสัตว์สี่เท้าได้แก่ amphi-

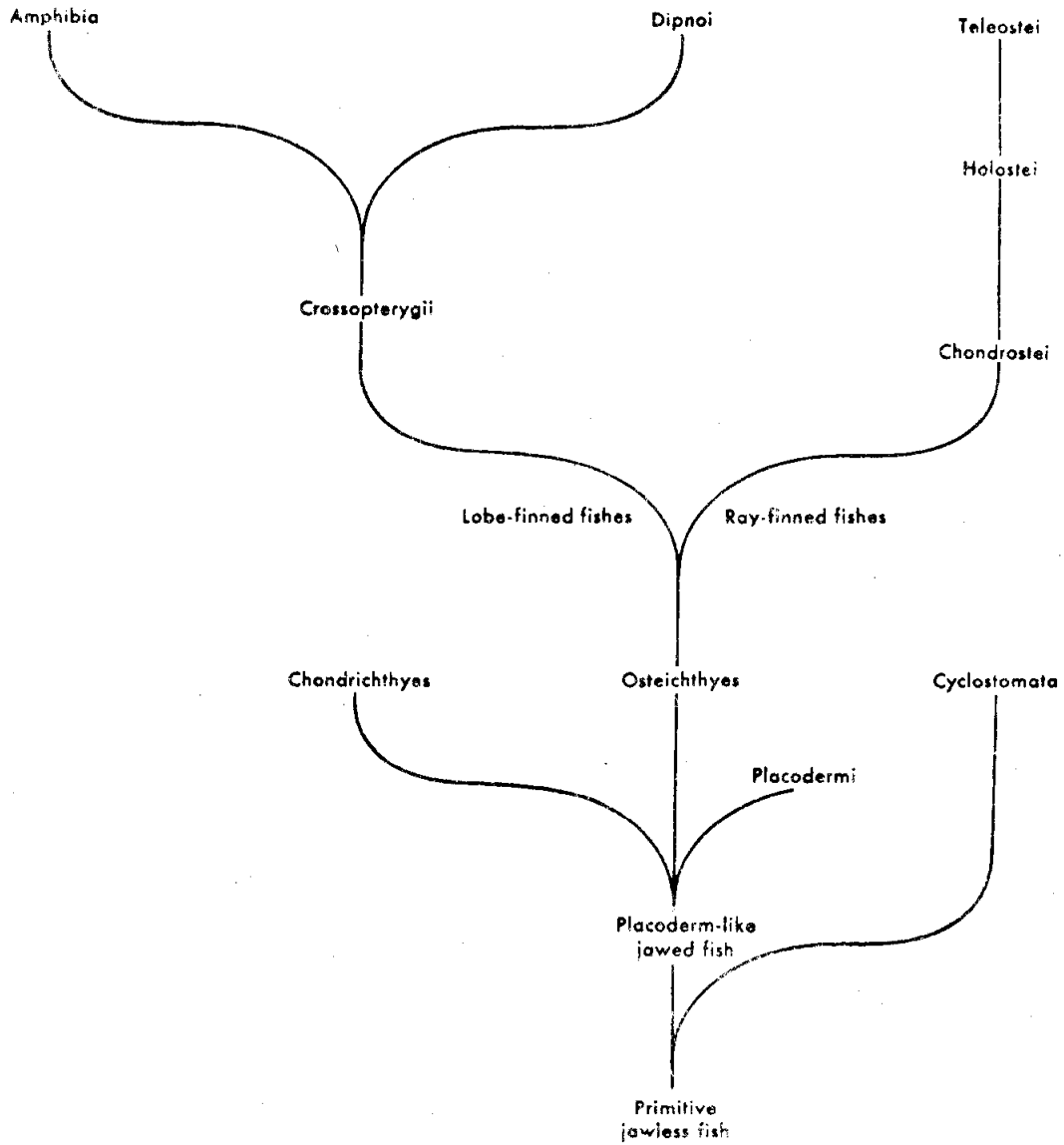


Fig. 3-11. Probable phylogenetic lines of major groups of fishes and the origin of amphibians. The distribution of fishes in geological time is given in Fig. 3-3.

bians (สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก), reptiles (สัตว์เลื้อยคลาน), birds (นก), และ mammals (สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม)

สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก (Amphibians) สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกยุคใหม่ถูกจัดไว้

ใน ๑ orders คือ Anura (กบและคางคก), Caudata (สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกที่มีหาง),

และ Apoda (สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกที่ขุดรูอยู่) พวกมันเป็นเชื้อสายของสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกยุค Paleozoic ซึ่งมีอยู่ ๒ กลุ่มใหญ่ ๆ คือ Lepospondyli และ Labyrinthodontia กลุ่มหลังนี้มีชีวิตยอนไปถึงยุค Devonian ยังไม่เป็นที่กระจ่างชัดว่า orders ยุคใหม่ทั้ง ๓ นั้นมาจากบรรพบุรุษยุค Paleozoic กลุ่มเดียว (monophyletic theory) หรือว่าต่างก็แยก (อย่างอิสระ) มาจากทั้งสองกลุ่มของยุค Paleozoic (diphyletic theory) นักศึกษาส่วนใหญ่ที่ศึกษาประวัติบรรพบุรุษ ถือว่าทฤษฎีแรกนั้นเป็นสมมุติฐานที่ดีที่สุดในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตาม สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกทั้งหมด (ทั้งโบราณและยุคใหม่) ต่างก็มาจาก labyrinthodonts แห่งยุค Devonian รูป ๓-๑๔, A) อย่างแทบจะไม่มีปัญหา

สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกชั้นต่ำจำนวนมากเป็นสัตว์น้ำทั้งหมด และเป็นพวกที่มีชีวิตอยู่เป็นเวลานานก่อนที่พวกแรกสุดจะขึ้นมาสูบก พวกที่ขึ้นมาสูบกนั้น คอมาจะละทิ้งบกแล้วกลับไปมีชีวิตอยู่ในน้ำอีก แม่น้ำในปัจจุบันก็ยังมี amphibians ที่ยังไม่ยอมจาก (ไม่ละทิ้ง) น้ำ เช่น Necturus คงคงประสบความสำเร็จในทะเลที่น้ำไปสูบกมากที่สุด แต่แม้กระนั้นก็ตาม มันก็ไม่ค่อยจะไปไกลจากน้ำนัก มันจะต้อง (เช่นเดียวกับ amphibians อื่น ๆ) กลับไปสู่น้ำ หรืออย่างน้อยที่สุดก็ต้องเป็นแหล่งที่เปียกชื้น เพื่อวางไข่ที่คล้ายปลา Anurans ที่อาศัยอยู่บนบกเช่น Nectophrynoidea และ urodeles เช่น Salamandra ต่างก็เป็น viviparous การมีชีวิตอยู่บนบกนี้ได้คืบคลานจากสิ่งแวดล้อมที่เป็นน้ำ ในสมัยที่ทั้งกบและตัวอ่อนยังคงอยู่ในน้ำและถูกปล่อยออกมาสู่บกเมื่อไข่เปลี่ยนแปลงรูปร่างโดยสมบูรณ์แล้ว Amphibians ที่นอกเหนือจากนี้ยังคงต้องพึ่งพาอาศัยน้ำอยู่มาก

เนื่องจากกรรมพันธุ์และสิ่งแวดล้อม amphibians จึงมีลักษณะบางอย่างคล้ายปลา และลักษณะอื่น ๆ ซึ่งเป็นอวัยวะของสัตว์สี่เท้าชั้นสูง Amphibian มีคุณลักษณะทั้งข้อไปนี้ แต่ก็หลายสมัยวิสัยที่ไม่เป็นไปตามกฎ มักจะมีระยะตัวอ่อนที่มีเหงือกภายนอกและว่ายน้ำอิสระ ในช่วงนี้มันจะมีท่อรับความรู้สึก (neuromast organs) เหมือนของปลา ซึ่งมีหน้าที่รับสิ่งกระตุ้นบางอย่างที่เกิดขึ้นในน้ำ ในตัวเต็มวัยที่อาศัยอยู่ในน้ำ ระบบต่าง ๆ ของมันอาจมีอยู่ตลอดชีวิต ลำดับต่อมา amphibians ส่วนใหญ่จะไม่มีเหงือกและหายใจด้วยปอด Amphibians เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังพวกแรกที่มีช่องหูส่วนกลางพร้อมทั้งกระดูกหูชั้น (oculumella) สำหรับส่งผ่านคลื่นเสียงที่เกิดขึ้นในอากาศ หูส่วนกลางนั้นเกิดมา-

จากส่วนหนึ่งของกระดูกเชิงอกของบรรพบุรุษพวก *crossopterygian* ชั้นผิวของหนังของ *amphibians* ถูก *keratinized* เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ แต่อย่างไรก็ตาม *stratum corneum* ของสัตว์สี่เท้าชั้นสูงจะเปลี่ยนแปลงไปน้อยมาก ผิวหนังไม่มีร่องรอยของเกล็ดอยู่เลยยกเว้นใน *apodans* โดยทั่วไปแล้ว (ยกเว้นเมื่อ *stratum corneum* หนา) ผิวของร่างกายจะชุ่มชื้นอยู่เสมอโดยค่อมที่มีอยู่ทั่วไป โครงกระดูกมีการปรับปรุงเพื่อมีชีวิตบนบก โครงกระดูกของซาก์เหมือนกับของสัตว์สี่เท้าอื่น ๆ คือสามารถรองรับน้ำหนักบางส่วนหรือทั้งหมดของร่างกาย และทำหน้าที่ในการเดิน การวิ่ง หรือการกระโดด แทนการเคลื่อนที่โดยการบิดไปมาของผนังร่างกายและหางอย่างในปลา การเคลื่อนที่โดยวิธีหลังนี้ยังคงใช้อยู่ใน *urodeles* ที่อาศัยในน้ำ กระดูกรองรับขาหลังได้เปลี่ยนแปลงไปเพื่อยึดขาหลังไว้กับกระดูกสันหลังโดยติดกับกระดูกสันหลังเพียงข้อเดียวที่เรียกว่า *sacral*. กระดูกสันหลังข้อแรกได้เปลี่ยนแปลงไปโดยการสร้างส่วนยื่น (*processes*) ที่ไปยึดกับ *occipital condyles* ของกะโหลกจำนวน ๑ หรือ ๒ ปุ่ม กระดูก "คอ" เพียงข้อเดียวนี้เรียกว่า *cervical* กะโหลกมีลักษณะหลายอย่างที่เป็นเอกลักษณ์ของ *amphibians* ลักษณะเหล่านี้จะได้อธิบายถึงในบทอื่น

ที่กล่าวมานี้เป็นลักษณะบางอย่างของ *amphibians* ที่อาจถึงอยู่เสมอ ๆ มีลักษณะจำนวนมากที่พบในทุกระบบของร่างกายของ *amphibian* ลักษณะเหล่านี้จะสัมพันธ์กับหน้าที่ต่าง ๆ ในการกิน ประสาท และสืบพันธุ์ และในการรักษาความสมดุลของสิ่งแวดล้อมที่มีน้ำมากกว่าเกลือ หรือที่มีอากาศมากกว่าน้ำ

Caudata (*Urodela*) *Amphibians* ที่มีหางนั้นมีรูปร่างภายนอกคล้ายคลึงกับ *amphibians* โบราณที่มันได้สืบเชื้อสายมา บางชนิดมีเหงือกภายนอกตลอดชีวิตแม้ว่าจะมีปอดเกิดขึ้นก็ตาม ดังนั้นมันจึงเป็น *neotenic* (*Neoteny* คือการมีลักษณะของตัวอ่อนไว้เป็นเวลายาวนาน เมื่อลักษณะของตัวอ่อนที่มีไว้เป็นเหงือกภายนอก ก็อาจจะกล่าวได้อีกกว่าสัตว์นั้นเป็น "*perennibranchiate*"). *Plethodontidae* ไม่มีเหงือก และไม่มีปอดเกิดขึ้น *Urodeles* ทั้ง ๔ ครอบครัวของโลกได้เรียงชื่อไว้ในตาราง ๓-๑ และ ๓ ครอบครัวได้แสดงไว้ในรูป ๓-๑๒ และ ๓-๑๓

Necturus มีชื่อสามัญว่า *mud puppy* เป็นเพียงสกุลเดียวของครอบครัว

Table 3-1. Distribution of gills, pharyngeal slits, and lungs among adult urodeles

FAMILY	REPRESENTATIVE GENERA	NUMBER OF PAIRS		LUNGS
		Gills	Slits	
Proteidae	<i>Necturus</i>	3	2	Yes
Amphiumidae	<i>Amphiuma</i>	0*	1	Yes
Hynobiidae	<i>Hynobius</i>	0*	0	Occasionally
Cryptobranchidae	<i>Cryptobranchus</i>	0*	1	Yes
Salamandridae	<i>Notophthalmus</i>	0*	0	Yes
Ambystomatidae	<i>Ambystoma</i>	0*	0	Yes
Plethodontidae	<i>Plethodon</i>	0*	0	No
Sirenidae	<i>Siren</i>	3	3 to 1	Yes

*Some species or individuals perennibranchiate (see footnote at bottom of p. 38)

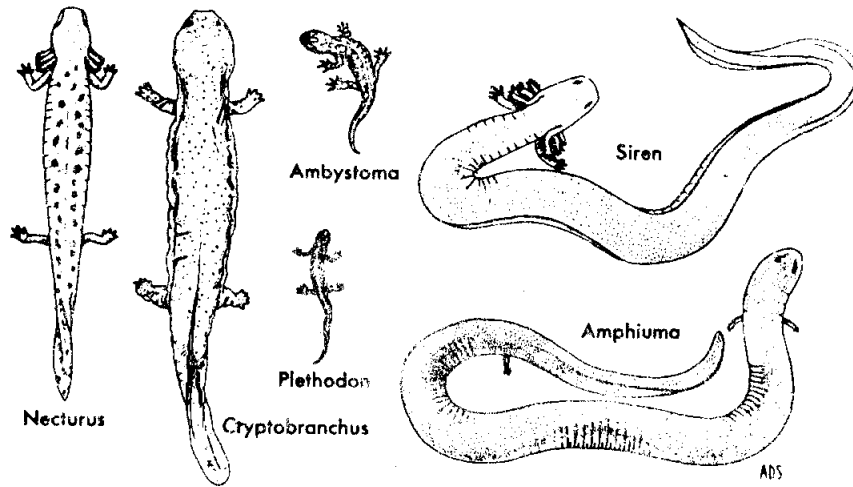


Fig. 3-12. Representatives of six families of urodeles.

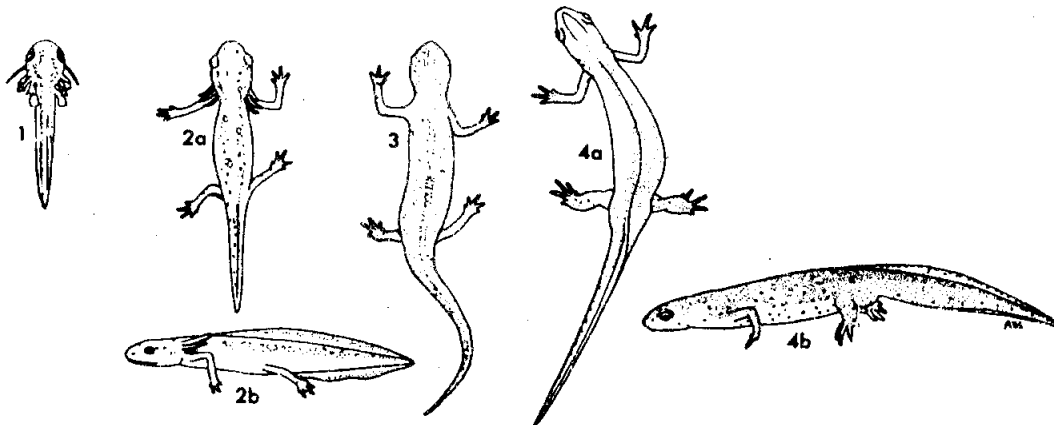


Fig. 3-13. Life history of the salamander *Notophthalmus*. **1**, Newly hatched larva (7 mm.); **2a**, fully formed larva (30 mm.); **2b**, fully formed larva, lateral view; **3**, red eft (70 mm.); **4a**, male newt (95 mm.); **4b**, male newt, lateral view.

Proteidae ในสหรัฐและแคนาดา ซึ่งมีอยู่ ๒ สปีชีส์และสี่สปีชีส์ พรรคพวกของมันในยุโรปคือ Proteus ซึ่งตามอกและอาศัยอยู่ในถ้ำ ตัวอ่อนของ Necturus ยาวเพียง ๑ นิ้ว และมีระยางขาขนาดจิ๋วที่ไม่สมบูรณ์ หองป่องเพราะมีไข่นอกอยู่ ทางเป็นสันและมีทั้งครีบก้นและครีบล่าง มีเหงือกภายนอก ๓ คู่ และมีช่องเหงือก ๓ คู่ ขณะที่ตัวอ่อนเจริญเติบโตโดยใช้น้ำเท้าจะเด่นยิ่งขึ้น ผิวหนังจะเข้มขึ้น และไข่นอกตกใช้หมดไป เมื่ออายุได้ ๕ ปี Necturus จะมีความยาว ๔ นิ้วและถึงวัยที่จะสืบพันธุ์ได้แล้ว มีปอดเกิดขึ้น แต่เหงือกภายนอกและช่องเหงือก ๓ คู่ยังคงมีอยู่ ทางยังคงเป็นสันและมีครีบก้น Necturus จึงเป็น neotenus แต่ไม่เหมือนกับสมาชิกที่เป็น neotenus ของ Ambystoma. ไม่สามารถจะทำให้เหงือกของ Necturus หายไปโดยการฉีดฮอร์โมน thyroxin ได้ เอนไซม์หนึ่งชนิดหรือหลายชนิดที่จำเป็นสำหรับ thyroxin ที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างนั้นอาจจะไม่มีอยู่ใน Necturus หรือถ้ามีก็อาจจะถูกชักขวางโดยสารอื่น ๆ

Amphiuma เป็น urodele น้ำขนาดใหญ่คล้ายปลาไหลแห่งอเมริกาเหนือซึ่งมีความยาวได้ถึง ๔๐ นิ้ว มีช่องเหงือก ๑ คู่ที่มักเรียกว่า spiracles เหลืออยู่ในตัวเต็มวัย (รูป ๑-๕) ระยางเล็กมากและไม่สามารถรับน้ำหนักตัวได้พอเพียง มีอยู่ ๒ สปีชีส์คือ Amphiuma pholeter และ A. means. A. pholeter มีน้ำเคียว, A. means means มี ๒ นิ้ว และ A. means tridactylum มี ๓ นิ้ว

Hynobius เป็นสกุลหนึ่งในครอบครัว Hynobiidae ซึ่งเป็นซาลาแมนเดอร์บกแห่งเอเชีย เข้าใจกันว่าครอบครัวนี้ได้วิวัฒนาการไปเป็นครอบครัว Cryptobranchidae

Cryptobranchus เป็นสกุลหนึ่งในครอบครัวที่มีอยู่ตลอดเอเชียและอเมริกาเหนือ มันคู่ร้ายเพราะว่าหัวของมันกว้างและแบน ทางแบนทางคานข้างซึ่งมีสันบางอยู่ด้านบน มีรอยย่นตามยาวที่คาง และมีส่วนยื่นเป็นเนื้อยื่น ๆ ไปตามคานข้างของลำตัวแต่ละข้างโดยตลอด Cryptobranchus มีความยาวได้ถึง ๒๗ นิ้ว มักจะมีช่องเหงือกเหลืออยู่ข้างละ ๑ ช่อง บางทีช่องเหงือกก็ซ่อนอยู่ใต้แผ่นหนัง

Salamandra และ Notophthalmus อยู่ในครอบครัว Salamandridae (ซาลาแมนเดอร์น้ำและบกแห่งยูเรเชียและอเมริกา) Notophthalmus vividescens โดยปกติแล้วมีชีวิตหลังจากคัพพะอยู่ ๓ ระยะ (รูป ๓-๑๓) ระยะ larva อา-

คัยอยู่ในน้ำ เมื่อมีอายุหลายเดือนแล้ว เหงือกและช่องเหงือกจะหายไป ขาทั้งสี่ปรากฏขึ้น และสัตว์ (ตอนนี้เรียกว่า eft) จะขึ้นจากน้ำไปอาศัยอยู่บนบก ซึ่งมักจะขึ้นไปอยู่บนที่สูง ๔,๐๐๐ ฟุต ผิวหนังจะเกิดขึ้น stratum corneum ที่หนาซึ่งขัดขวางต่อกับความรู้สึกและคอมผิวหนัง ร่างกายค่อย ๆ กลายเป็นสี่เหลี่ยม-แฉกสกลี และมักจะมีกลุ่มของจุดสีแดงขอบดำเกิดขึ้นตามแนว dorsolateral ระยะที่อยู่บนบกนี้ใช้เวลา ๑ ถึง ๓ ปีแล้วแต่แหล่งอาศัย ระยะนี้สิ้นสุดเมื่อ eft เจริญถึงขั้นสืบพันธุ์โดยการกระตุ้นของฮอร์โมน gonadotropic ขณะที่เวลาการจับคู่ใกล้เข้ามา efts จะเริ่มอพยพเป็นกลุ่มลงมาจากภูเขา ผ่านที่ต่ำและทุ่งหญ้าตรงไปสู่สระน้ำจืด การอพยพนี้เป็นการสำแดงของการกระตุ้นให้ไปสู่น้ำ ซึ่งเกิดขึ้นโดยฮอร์โมน prolactin จากต่อม pituitary ชั้น stratum corneum ชั้นหนานั้นจะลอกหลุดไป ทำให้คอมเมือกและต่อมรับรู้ความรู้สึกไม่มีอะไรปกปิดอีกครั้งหนึ่ง สีอันสกลีของผิวหนังจะหายไป และเป็นเวลาที่สัตว์เข้าสู่สระน้ำ หลายตัวมีสีเหมือนตัวเต็มวัย กล่าวคือ บนหลังเป็นสีเขียวมะกอก และค้ำกลางเป็นสีเหลืองอ่อน หางเปลี่ยนจากกลมไปเป็นแบนค้ำข้างและเกิดครีบก้นบนและค้ำกลางขึ้นอีกครั้งหนึ่ง ขณะนี้เป็นระยะที่อยู่ในน้ำซึ่งถึงขั้นสืบพันธุ์ไปแล้ว และแต่ละตัวเรียกว่า newt ในบางแห่งตัวอ่อนยังคงอาศัยอยู่ในน้ำ และมีร่องรอยของเหงือกเหลืออยู่ตลอดชีวิต

Ambystoma อยู่ในครอบครัวของ urodeles บนแห่งอเมริกาเหนือ ในถิ่นอาศัยบางแห่งมันยังคงมีเหงือกภายนอกและอาศัยอยู่ในน้ำตลอดชีวิต แต่อย่างไรก็ตามอาจจะทำให้พวกนี้ไม่มีเหงือกได้โดยการฉีดฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์หรือไฮโอไคน สปีชีส์ที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางที่สุดได้แก่ Ambystoma mexicanum ที่เป็น neotenic ซึ่งมีชื่อสามัญว่า axolotl ในระหว่างพวกที่เป็น neotenic ด้วยกันนั้น บางตัวก็เปลี่ยนแปลงรูปร่างได้เอง

Plethodon อยู่ในครอบครัวของ urodeles บนและน้ำแห่งอเมริกาและยุโรป ตัวเต็มวัยไม่มีทั้งเหงือกและปอด Plethodons อาศัยอยู่ห่างจากแหล่งน้ำมาก และวางไข่ในที่ชื้น (ยกเว้นบางชนิดในแถบศูนย์สูตร) เช่น ใต้ขอนไม้หรือในถ้ำชื้น ตัวอ่อนฟักออกมาเมื่อมีขาเรียบร้อยแล้ว และอาจไม่มีวันกลับเข้าสู่สู่น้ำอีกเลย ในพวกนี้ เหงือกตัวอ่อนไม่มีประโยชน์และจะหายไปภายใน ๒-๓ วันหลังจากฟัก

Siren เป็นหนึ่งในสองสกุลของครอบครัว Sirenidae แห่งอเมริกาซึ่งอาศัยอยู่ในสิ่งปฏิภนหรือดินชื้น Sirenidae เป็น perennibranchiates ที่ไม่เคยมีขาหลังเกิดขึ้นเลย Siren มีช่องเหงือก ๓ คู่แต่อาจจะไม่เปิดทั้งหมด Pseudobranchius เป็นอีกสกุลหนึ่งที่ไม่มีช่องเหงือกเปิด ของ

Anura กบ คางคก และ tree toads ต่างก็เป็น amphibians ไร้

หางซึ่งกระดูกหางจะเชื่อมกันเป็น urostyle ขนาดยาว ๑ อัน (รูป ๗-๑๓) Anuran เต็มวัยหายใจด้วยปอดและมีผิวหนัง และอาศัยอยู่บนบกหรือในน้ำจืด อย่างไรก็ตาม มี anurans อยู่ ๒-๓ ชนิดเช่น Rana cancrivora (กบที่อยู่ตามหนองบึงของประเทศไทยที่ชอบกินปู) และ Bufo viridis สามารถทนทานต่อน้ำเค็มได้โดยการรักษาระดับของเกลือในเลือดและในเนื้อเยื่ออื่น ๆ ให้สูงกว่าระดับปกติ

มี anurans อยู่ ๒-๓ ชนิดที่ไม่อาศัยอยู่ในน้ำและไม่สามารถวางไข่ในน้ำได้ แต่อะไรจะเกิดขึ้นถ้าตัวอ่อน(ซึ่งมีเหงือกภายนอก ไม่มีขา และมีร่างกายคล้ายปลาเพื่อว่ายน้ำ) จะต้องฟักออกมาจากเยื่อหุ้มที่เป็นวุ้นและพบว่ามันไม่ได้อยู่ในน้ำ? สปีชีส์ดังกล่าวจะต้องสูญพันธุ์อย่างแน่นอน แต่สปีชีส์นี้ยังคงมีอยู่ต่อไป เพราะมันมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับตัว ระยะตัวอ่อนของ robber frogs เกิดอยู่ภายในเยื่อหุ้มที่เป็นวุ้น และตัวเต็มวัยขนาดเล็กก็ออกมาใช้ชีวิตบนบก

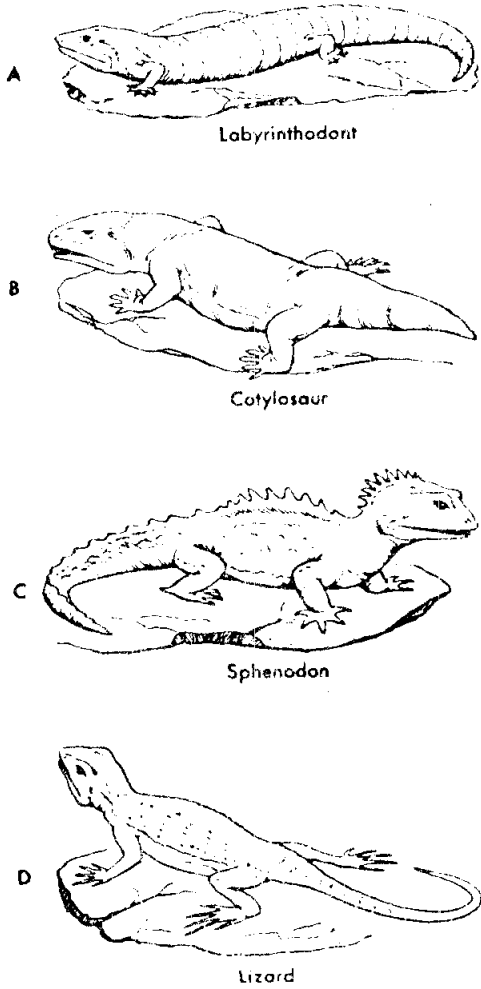


Fig. 3-14. A, Stem amphibian. B, Stem reptile. C, "Living fossil" reptile. D, Modern iguanid lizard. The stem amphibian and lizard are separated by 300 million years.

(เป็นที่น่าสังเกตว่าสัตว์เลื้อยคลานและนกก็มีพฤติกรรมเช่นนี้) Tree frog แห่งอเมริกาใต้ไม่ได้อาศัยใกล้แหล่งน้ำเช่นกัน แต่ตัวแม่จะเก็บไข่ที่กล่าวถึงเจริญไว้ในถุงพัก (brood pouch) ซึ่งอยู่ที่โคนหางของหลังแม่ เมื่อตัวอ่อนได้เปลี่ยนแปลงรูปร่างแล้ว หนึ่งก็จะแตกแยกออก และตัวอ่อนที่โตเปลี่ยนแปลงรูปร่างเต็มที่แล้วก็กระโดดออกมา

บรรพบุรุษล่าสุดของกบและคางคกโตแค Proanura ที่สูญพันธุ์ไปแล้วแห่งยุค Triassic พวกนี้มีกะโหลกคล้ายกับ anurans ยุคใหม่มาก แต่มันมีลำตัวยาว มีหาง และขาหลังของมันไม่ได้ดัดแปลงเพื่อการกระโดด

Apoda Apoda (รูป ๓-๑๕) หรืองูคิน (caecilians) เป็น amphibians ไร้ขาแห่งรอบ ๆ แถบศูนย์สูตร ซึ่ง(ยกเว้นพวกที่อยู่ในน้ำ ๒-๓ ชนิด) อาศัยอยู่ในหลุมที่ซุก คางของมันมีขนาดเล็กและบางที่ฝังอยู่ที่โคนกระดูก(แข็ง) ของกะโหลก มันมีเกล็ดขนาดเล็กจิวอยู่ในผิวหนัง ซึ่งเป็นร่องรอยของ dermal scales ของ amphibians ที่เป็นบรรพบุรุษ งูคินบางชนิดยาว ๒ ฟุตและมีกระดูกสันหลัง ๕๐ ข้อ มันมีหางสั้นมาก Vent นั้นอยู่ตรงเกือบปลายสุดของร่างกาย พวกที่ซุกหลุมอยู่นั้นจะวางไข่(มีไข่แข็ง) ขนาดใหญ่ และตัวอ่อนจะเกิดขึ้นในเยื่อหุ้มไข่ พวกที่อยู่ในน้ำมีหลายสกุลที่เป็น viviparous

Labyrinthodontia Labyrinthodonts (รูป ๓-๑๔, A) เป็น สัตว์สี่เท้าที่เก่าแก่ที่สุดเท่าที่ทราบกัน มันเกิดมาจาก crossopterygians น้ำจืดในระหว่างยุค Devonian และมีมากที่สุดเมื่อ ๓๐๐ ล้านปีมาแล้ว บางชนิดอาจจะกลายมาเป็นพวกที่อยู่บนบก มันมีร่างกายยาวที่ยึดมดควยกล้ามเนื้อซึ่งตะออยู่กับคิน และมีหางที่โอบก้ามเนื้อแข็งแรง ขนาดใหญ่ที่สุดเท่าจะระเซ มันมีเกล็ด(เป็นกระดูกแข็ง) อยู่ท้องตรงที่สัมผัสอยู่กับคิน แต่ก้านขาและก้านบนของร่างกายไม่มีเกล็ด หรือถ้ามีก็ขนาดเล็กจิวมาก Labyrinthodonts ไม่เพียงแต่จะเป็นบรรพบุรุษของ amphibians ทั้งหมดเท่านั้น แต่มันยังเป็นต้นตอของสัตว์เลื้อยคลาน นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอีกด้วย

สัตว์เลื้อยคลาน (Reptiles) จาก labyrinthodonts โบราณได้เกิดเป็นสัตว์สี่เท้าชั้นกลุ่มหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า(เมื่อ ๓๐๐ ล้านปีต่อมา) cotylosaurs (รูป ๓-๑๔, B) พวกนี้คือสัตว์เลื้อยคลานที่เป็นต้นตอพวกนรก Cotylosaurs แรกสุดนั้นไม่มีอะไรแตกต่างไปจาก labyrinthodonts มากนัก แต่จาก cotylosaurs ขึ้นมาได้

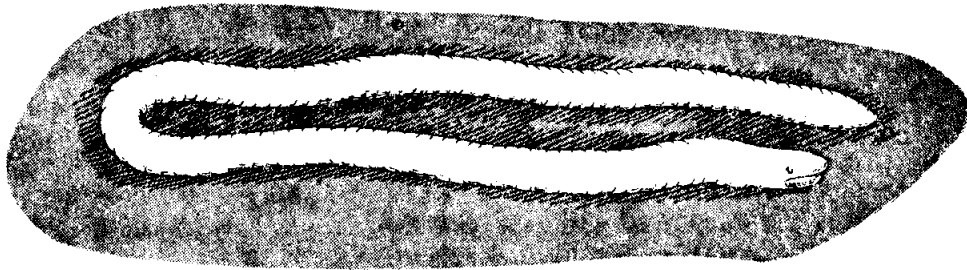


Fig. 3-15. Apodan. The annulate structure is a specialization for burrowing.

เกิดกลุ่มของเชื้อสายที่แตกต่างไป กลุ่มนี้คือสมาชิกของ class Reptilia Cotylosaurs ได้อันตรธานไป พร้อมกับเชื้อสายของมันซึ่งได้แก่ dinosaurs สัตว์เลื้อยคลานที่บินได้ (pterosaurs) และ ichthyosaurs (มีขาเป็นใบพาย อาศัยอยู่ในน้ำ และเป็น viviparous) (รูป ๔-๕) สัตว์เลื้อยคลาน (ไม่ว่าจะแข็งแรง หรืออ่อนแอ ขนาดใหญ่หรือเล็ก เคลื่อนที่ไต่เร็วหรือขุ่นงาม) จำนวนร้อยแล้วร้อยเล่าได้อันตรธานไปจากขบวนการของสัตว์มีกระดูกสันหลังทีละอย่างสองอย่าง ในขณะที่สัตว์เลื้อยคลานด้วยน้ำนมได้เริ่มส่งเสียงร้องอยู่ในป่าและตามริมหนองคลองบึงเป็นครั้งแรก ที่เหลืออยู่กับเราได้แก่เชื้อสายของ cotylosaur ที่ประสบความสำเร็จเพียง ๑-๒ ชนิดเท่านั้น เช่น เต่า (กลุ่มโบราณซึ่งโคตอสู เพื่อมีชีวิตอยู่มาเป็นเวลานาน), Sphenodon (lizard ที่ได้อีกว่า "ซากแข็งที่ยังมีชีวิตอยู่"), lizards ยุคใหม่ (โคเพิ่มสัตว์เลื้อยคลานยุคใหม่ใหม่แก่กลุ่ม) (ซึ่งเป็น lizards ที่โคสูญเสียบ้างไปในสิ่งแวดล้อมบางอย่าง) และจระเข้ พวกที่ยังมีชีวิตอยู่เพียงไม่กี่ชนิด นี้โคสะท้อนให้เห็นถึงผลของการเปลี่ยนแปลงและการทำลายของสิ่งแวดล้อมที่โคเปลี่ยนไปตลอด cotylosaurs และเชื้อสายของมัน นอกแอสัตว์เลื้อยคลานด้วยน้ำนมก็เป็นพวกที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงในโครโมโซมของสัตว์เลื้อยคลานด้วย แต่มันแตกออกไปเสียจนไม่จัดไว้เป็นพวกสัตว์เลื้อยคลานอีกต่อไป

สัตว์เลื้อยคลานเจริญสูงกว่า amphibians และปลาในการมีเยื่อหุ้มคัพภะ (amnion, chorion, และ allantois บทที่ ๔) ซึ่งทำให้เชื้อสายของมัน (นกและสัตว์เลื้อยคลานด้วยน้ำนม) ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องวางไข่ในน้ำ Amnion (รูป ๔-๑๐) เป็นถุงเยื่อที่บรรจุ amniotic fluid ที่เป็นน้ำและมีเกลือเอาไว้ คัพภะเจริญอยู่ในของเหลวนี้-

เหมือนกับที่คัพภะของปลาและ amphibians เจริญอยู่ในสหรน้ำหรือทะเล ของเหลวถูกผลิตโดยเซลล์ของ amnion หรืออาจจะพูดว่า แทนที่แม่จะต้องไปสู่น้ำเพื่อวางไข่ แต่คัพภะที่กำลังเจริญกลับสร้างสหรน้ำส่วนตัวของมันขึ้นมาล้อมรอบตัวของมันเอง ดังนั้นสัตว์เลื้อยคลานจึงเป็น amniotes พวกแรก Chorion และ allantois มักจะประกอบเป็น chorioallantoic membrane ซึ่งแนบชิดอยู่กับเปลือกไข่ที่เป็นรูพรุน ๆ (การเปลี่ยนแปลงใหม่อีกอย่างหนึ่งของสัตว์เลื้อยคลาน) มาแทนที่เหงือกตัวอ่อน (ในสัตว์เลื้อยคลานที่เป็น viviparous มันจะทำหน้าที่เหมือนกัน คือคูดูดอกซิเจนจากสิ่งแวดล้อมของมดลูก)

เนื่องจากเยื่อหุ้มคัพภะทั้ง ๓ ชนิดนี้ จึงทำให้สัตว์เลื้อยคลานที่เป็น oviparous สามารถวางไข่นอกไข่ ลูกของมันจะพักออกมาเป็นตัวสมบูรณ์โดยข้ามระยะตัวอ่อนไป และพร้อมที่จะหาอาหารบนบก ไม่เพียงแต่สัตว์เลื้อยคลานเท่านั้นที่เป็นอิสระจากการกลับไปสู่น้ำเพื่อวางไข่ แต่สัตว์เลื้อยคลานที่อาศัยอยู่ในน้ำและเป็น oviparous ก็จะต้องขึ้นไปบนบกเพื่อวางไข่เช่นเดียวกัน เพราะมีฉะนั้นแล้วไข่ที่เป็นรูพรุน ๆ นั้นจะต้องไปอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นน้ำ สัตว์เลื้อยคลานมีชั้น stratum corneum หนากว่าของ amphibians และเอปิคอร์มิสเป็นเกล็ด เกล็ดเอปิคอร์มิสที่เรียกว่า conified เหล่านี้ค่อนข้างจะไม่ยอม



Fig. 3-16. Anoles in process of hatching. (Courtesy Carolina Biological Supply Co., Burlington, N. C.)

ใบหน้ายาวได้ จึงมีผลในการสงวนน้ำซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสัตว์ที่อาศัยในอากาศและมักจะหางไกล
จากน้ำ นิ้วเท้ามีกรงเล็บ มีไตคู่ใหม่คือ metanephros เกิดขึ้น Ventricle
ของหัวใจถูกแบ่งออกเป็นห้องขวาและซ้ายเพียงบางส่วนหรือโดยสมบูรณ์ มี occipital
condyle ปุ่มเดียว กระดูกเชิงกราน(รองรับขาหลัง)ยึดกับกระดูก sacral ๒ ข้อแทนที่
จะเป็นข้อเดียวภายใน amphibians ทั้งนี้จึงยึดขาหลังไว้กับกระดูกสันหลังได้แข็งแรงกว่า

สัตว์เลื้อยคลานเหล่านี้จึง มีเกล็ด มีกรงเล็บ เป็นสัตว์สี่เท้าบกที่ไม่มีขนกและเส้น
นม ซึ่ง(ยกเว้นพวกที่เป็น viviparous ๒-๓ ชนิด)วางไข่(ขนาดใหญ่ มีเปลือกหุ้ม มีไข่แดง)
บนบก ไข่ของพวกนี้ถูกล้อมรอบโดย amnion และลูกที่ฟักออกมาก็มีรูปร่างสมบูรณ์ บริเวณ
เวม temporal ของกะโหลก (รูป ๔-๒๔) ก็สอดคล้องกับการแบ่งสัตว์เลื้อยคลานเป็นกลุ่ม ๆ

Chelonia เต่าเป็นสัตว์เลื้อยคลานโบราณ และอาจจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง
เลยตลอดระยะเวลา ๑๓๕ ล้านปี เต่ามีลักษณะเอกลักษณ์คือมีกระดอง (shell) ที่เป็น
bony dermal plates ซึ่งเชื่อมกับซี่โครงและกระดูกสันหลังส่วนลำตัวเป็นชิ้นเดียวกัน
เต่าไม่มีกล้ามเนื้อของลำตัวเป็นส่วนใหญ่ แต่ชิ้นนี้ไม่สำคัญเพราะกระดองอันแข็งที่จะทำให้กล้ามเนื้อ
เนื้อ(ซึ่งดำมี)ไร้ประโยชน์อยู่ดี นอกจากนั้นเต่ายังไม่มีฟันอีกด้วย

Rhynchocephalia Sphenodon (รูป ๓-๑๔, C) ที่พบเฉพาะใน
นิวซีแลนด์นั้น เป็นเพียงชนิดเดียวที่ยังมีชีวิตอยู่ของ order ที่ค่อนข้างจะชั้นต่ำนี้ ชาวพื้น-
เมืองเรียกมันว่า tuatara สิ่งที่ทำให้มันอยู่มาได้จนถึงปัจจุบันนี้อาจเป็นเพราะการไม่มีคู่
แข่งขัน และไม่มีการแยกจากกันบนทวีปนี้ ฟันไม่เหมือนกับของ lizards ที่แท้จริง เพราะ
ว่าไม่ได้ฝังอยู่ใน sockets

Squamata Squamata ไท่แกงและ lizards คิดกันว่างั้นไต่วิวิธ-
นาการมาจาก lizards โดยที่ขาและกระดูกรองรับขาโค่นหายไปทั้งสองคู่ แม้ว่าบางชนิดยังคง
มีร่องรอยของกระดูกรองรับขาหลังเหลืออยู่ก็ตาม Stratum corneum สกนหุคเป็นระ-
ยะ ๓ และโดยปกติแล้วจะหลุดไปเป็นแผ่นเดียว เรียกว่าการลอกคราบ (molting หรือ ec-
dysis) มี lizards ที่ไม่มีขาด้วย และ "คางคก" มีเขาแห่งทะเลทรายของอเมริกา
ก็เป็น lizard ชนิดหนึ่ง

Archosauria Archosaurs (รูป ๓-๑๕) เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังบก

ที่เด่นอยู่ในระหว่างยุคของสัตว์เลื้อยคลาน (Age of Reptiles) ซึ่งไคแก่ จระเข้ pterosaurs ที่บินได้ (สูญพันธุ์แล้ว) และไดโนเสาร์ (dinosaurs) แม้ว่าไดโนเสาร์จะแปลว่า "สัตว์เลื้อยคลานที่น่ากลัว" ก็ตาม แต่ก็ไม่มีชนิดใดจะน่ากลัวหรือใหญ่โตเท่า saurischian Tyrannosaurus ซึ่งอยู่ปลายสุดของสายหนึ่ง (วิวัฒนาการสูงสุดของสายพันธุ์หนึ่ง)

จระเข้เป็นสัตว์เลื้อยคลาน (ที่คล้าย amphibian) ขนาดใหญ่ที่มี bony plates อยู่ใต้ผิวหนังที่เป็นเกล็ดของหลัง หรือทั้งหลังและท้อง (รูป ๕-๑๘) มันมีเพดานปากที่ (secondary palate) ซึ่งแยกของจมูกออกจากช่องปากตลอดทางไปจนถึงคอหอย อยู่ใน sockets หัวใจมี ventricle ที่ถูกแบ่งโดยสมบูรณ์ ซึ่งโครงท้อง (abdo-

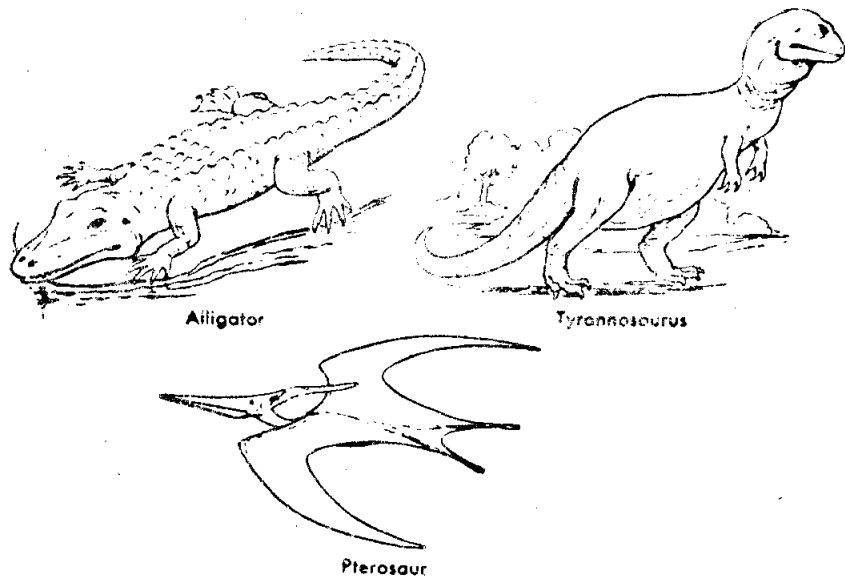


Fig. 3-17. Representative archosaurs.

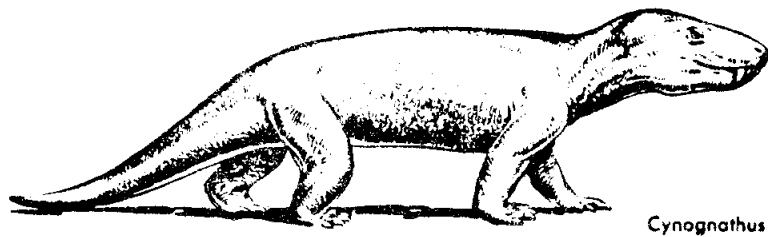


Fig. 3-18. Mammallike synapsid reptile about the size of a large dog. (From Colbert: Evolution of the vertebrates, ed. 2, New York, 1969, John Wiley & Sons, Inc.)

minal ribs) (รูป ๓-๔) มีอยู่ด้วย Crocodilians ใต้น้ำ จะเห็น ตะโงง caimans และ gavials จะเห็นอยู่ทั่วไปในแถบไคซุญส์ครและแถบซุญส์ครของเอเชีย ออฟริกา อเมริกา และออสเตรเลีย ตะโงงมีอยู่ในบริเวณอบอุ่นทางทิศใต้ของอเมริกาเหนือ (Alligator mississippiensis) และจีน (A. sinensis). Caimans อาศัยอยู่ในอเมริกาใต้ ส่วน gavials นั้นอยู่ในทิศเหนือของอินเดีย จะเห็น (Crocodiles) แตกต่างจากตะโงง (alligators) ตรงรูปร่างของ snout ซึ่งจะยาวและเป็นรูปสามเหลี่ยมในตะโงง แต่จะกว้างและกลมในตะโงง และจากความจริงที่ว่าฟันซี่ที่ ๔ ของ ซากกรโกรต่างในตะโงงจะสลับเข้าไปในแฉกข้างของซากกรโกรบน และสามารถมองเห็นได้ในตะโงงที่ยังมีชีวิตอยู่เมื่อปากปิด ส่วนในตะโงงนั้นฟันนี้จะสลับเข้าไปในแฉกที่ลึกพอและอยู่- ค้านในของแนวฟันบน ซึ่งมันจะถูกซ่อนอย่างมิดชิดในตะโงงที่ยังมีชีวิตอยู่เมื่อปากปิด Snout ของ gavials นั้นยาวและซากกรโกรต่างจะเชื่อมกันตั้งแต่คางไปจนถึงฟันซี่ที่ ๕

Synapsida Synapsida (รูป ๓-๔) เป็นสัตว์เลี้ยงลูกภายในนม มันมี temporal vacuity ทางคางข้าง ๑ ของอยู่ที่กระดูก postorbital และ squamosal (รูป ๔-๒๔) Synapsids บุค-

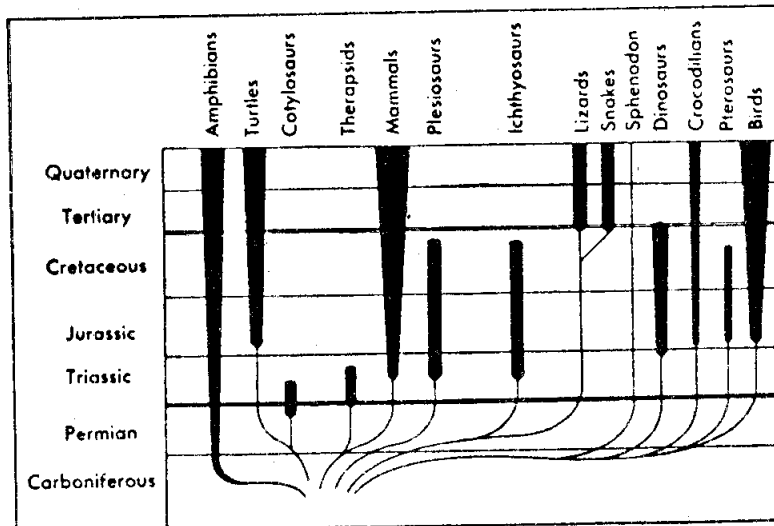


Fig. 3-19. Geological chart of major reptilian groups showing their range through time. (Modified from Atwood: Comparative anatomy, ed. 2, St. Louis, 1955, The C. V. Mosby Co.)

แรก ๆ มี parietal foramen ซึ่งต่อมาจะหายไป Synapsids ยุคต่อมาในสายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม (รูป ๓-๑๘, therapsids) จะมี occipital condyles ๒ คู่ มีเพดานปากที่สอง และฟันประกอบด้วย ฟันตัด (incisors), เขี้ยว (canines), และกรามบด (grinding molars) ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นลักษณะของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม Dentary เป็นกระดูกชิ้นใหญ่ที่สุดในขากรรไกรล่าง ซึ่งเป็นต้นตอของขากรรไกรล่างของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ที่เหมือนกับสัตว์เลื้อยคลานอื่น ๆ คือ synapsids มีกระดูกในหูส่วนกลางเพียงชิ้นเดียว และมีกระดูกสองชิ้นเล็ก ๆ ไม่ทราบอะไรเกี่ยวกับนิ่วหนัง

นก (Birds) มีหลักฐานที่แสดงว่านก (สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังที่มีขนนก) เกิดมาจากสัตว์เลื้อยคลานพวก archosaurian (อาจจะเป็นโคโนเสาร์ขนาดเล็กที่เดิน ๒ ขาก็ได้) โคโนเสาร์สามารถยืนและวิ่งบนขาหลังของมันได้ ซึ่งทำให้ขาหน้าเป็นอิสระสำหรับการเปลี่ยนแปลงเพื่อการบินในเวลาต่อมา นกโคโนเสาร์ลักษณะบางอย่างของโคโนเสาร์ไปเช่น การมีหางยาวและการมีฟัน แต่ยังคงมีเกล็ด (บนขาและเท้า) กรงเล็บ occipital condyle คู่เดียว และกะโหลกแบบ diapsid skull

Archaeornithes มีการพบซากแข็ง (fossil) ที่เชื่อมต่อกันระหว่างสัตว์เลื้อยคลานกับนกน้อยมาก มีซากแข็งอยู่สองสกุลที่เราเรียกว่านกเพราะมันมีขนนก แต่ลักษณะอื่น ๆ ส่วนใหญ่ของมันเป็นสัตว์เลื้อยคลาน ซากแข็งของนกทั้งสองนี้คือ Archaeopteryx (รูป ๓-๒๐) และ Archaeornis ซึ่งขุดได้จากหินชนวนใน Bavaria (เยอรมนี) และโคถูกจัดไว้ใน subclass Archaeornithes (นกที่เก่าแก่ที่สุดที่โคบินที่ติดไว้) มันจะเป็นสายพันธุ์โดยตรงของนกยุคใหม่หรือไม่ ยังไม่ทราบ มันมีขนคร่าว ๆ ตัวอึก มีหางยาวแบบสัตว์เลื้อยคลานและมีขนนกที่คลุมอยู่ความรอบทั้งสองข้าง ๆ ละ ๑ แถว และมีฟันค้ำย. กระดูกของมันค้นพบที่กระดูกกลางเหมือนอย่างนกยุคใหม่ มันมีปีกที่อ่อนแอ และกระดูกอกมีขนาดเล็ก ซึ่งแสดงว่ากล้ามเนื้อเพื่อการบินนั้นอ่อนแอ ลักษณะเหล่านี้อาจทำให้มันไม่สามารถบินได้

Neornithes Neornithes เป็นนกยุคใหม่กว่า ไก่ odontognaths (สูญพันธุ์แล้วทั้งหมด), paleognaths (ratites, บินไม่ได้) และ neognaths (carinates, บินได้)

Odontognaths ถูกค้นพบในยุค Cretaceous ส่วนใหญ่ในอเมริกาเหนือ

มันมีลักษณะของนกยุคใหม่หลายอย่าง รวมทั้งการมีหางสั้นและกระดูกกลาง Hesperornis และญาติสนิทของมันมีฟันและมีปีกเป็นร่องรอย โคพบตัวอย่างมากกว่าหนึ่งร้อยชนิดใน ๓ ครอบคว่ำ Ichthyornis มีปีกอันทรงพลัง แต่ไม่มีฟัน

RATITES Ratites เป็นนกกลุ่มเล็กที่บินไม่ได้ (แม้ว่ากลุ่มหนึ่งคือ tinamous จะบินได้ก็ตาม) หลายชนิดรู้จักแค่เพียงซากแข็งของมันเท่านั้น และทั้งหมดเคยมีอยู่ก่อนการสูญพันธุ์โดยคนเรา มันมีปีกเล็กที่บินไม่ได้ แต่มีกล้ามเนื้อขาอันทรงพลังซึ่งทำให้มันวิ่งได้อย่างคล่องแคล่ว Ratites ที่ยังมีชีวิตอยู่ได้แก่ นกกระจอกเทศ นกกีวี นกอีมู rhea



Fig. 3-20. A, Archaeopteryx, the earliest known bird of the Jurassic period. B, A pigeon, for comparison. How many skeletal changes can you find? (From Colbert: Evolution of the vertebrates, ed. 2. New York, 1969, John Wiley & Sons, Inc.)

และนกคาลิโซวารี นกจากนิวซีแลนด์ชนิดหนึ่ง ไม่มีปีกและสูญพันธุ์ไปแล้ว มีชื่อว่า moa ซึ่งสูงได้ถึง ๑๑ ฟุต และวางไข่ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๘ นิ้ว ยาว ๑ ฟุต อีกชนิดหนึ่งคือนกซาง ซึ่งสูง ๑๐ ฟุต และหนัก ๔๐๐ ปอนด์

CARINATES การเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างได้ปรับให้นกยุคใหม่ส่วนใหญ่สามารถบินได้ กระดูกอก (sternum) ใหญ่ขึ้นมากและมีสันลึก (carinate) ทำให้มีพื้นที่กว้างเพื่อเป็นที่ยึดของกล้ามเนื้ออกขนาดใหญ่สำหรับบิน ขนนกช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวของขนหน้า ทำให้เกิดแรงพยุงเมื่อต้านลม และยังเป็นฉนวนให้แก่ร่างกาย อนุรักษ์ความร้อนซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเป็น homiotherms (สัตว์ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่อยู่เสมอ หรือสัตว์เลือดอุ่นนั่นเอง) การเปลี่ยนแปลงมากมายเป็นผลให้เกิดการลดน้ำหนักของร่างกายและเพิ่มแรงลอยตัว โครงกระดูกของข้อมือและมือโคลดจำนวนลงมากโดยการเชื่อมกันและหายไปของชิ้นต่าง ๆ (รูป ๔-๑๓) หางแบบสัตว์เลื้อยคลานโคลดลงเหลือเพียงคอที่เรียกว่า uropygium (รูป ๓-๒๐) กระดูกกะโหลกกลายเป็นน้ำหนักเบา พันโคหายไป ลำไส้ที่เคยใหญ่โคสั้นลง กระเพาะปัสสาวะโคหายไป กระดูกหลายชิ้นกลายเป็นกลวงและบรรจุส่วนยื่นของปอดเอาไว้ การจับตัวที่เป็นเอกลักษณ์ของท่ออากาศและปอด และการปรับตัวอื่น ๆ อีกบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับการบินจะโคกล่าวต่อไปในบทที่เหมาะสม เพื่อให้สอดคล้องกับการเกิดสองขา กระดูกรองรับขาหลังจะเชื่อมเป็นเนื้อเดียวกับข้อกระดูกสันหลัง เป็นช่วงยาว เพื่อสร้างเป็นกระดูก synsacrum (รูป ๓-๑๒ และ ๓-๑๓) ขึ้นมา ๔ ชิ้น Carinates ๒-๓ ชนิดเช่น great auk และเพนกวิน โคสูญเสียความสามารถที่จะบินได้

สัญชาตญาณการกลับถิ่นและการอพยพ (Homing instinct และ migration) นกจำนวนมากมีความสามารถพิเศษ ในการกลับมาสร้างรังของมันเมื่อมันถูกนำไปปล่อยในอาณาบริเวณที่ไม่คุ้นเคยซึ่งอยู่ห่างไกลจากรังมาก ปรากฏการณ์นี้ได้เป็นที่ประจักษ์แก่คนในตัวอย่างของนกพิราบ (*Columba livia*) ที่สามารถกลับถิ่นหรือเป็นพาหะโค นกจะใช้เงื่อนงำของสิ่งแวดล้อม (ซึ่งยังไม่มีใครคอยรู้จัก แต่ไม่ถึงกับลึกจนหยั่งไม่ถึง) ในการเดินทางแต่ละขั้น ซึ่งช่วยนำมันให้เข้าไปใกล้บริเวณที่รู้จัก เงื่อนงำต่าง ๆ ที่โคมีการเสนอแนะกันไว้ โคแก่ หิศทางของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ หรือดวงดาว (แม้ว่านกจะสามารถรู้ทางโคในวันที่มีเมฆมากและในคืนที่ไร้จันทร์ก็ตาม) และแรงแม่เหล็กในบรรยากาศซึ่งคนเราไม่รู้ลึกโค นกจะบิน-

ออกนอกเส้นทางโดยคลื่นวิทยุที่ปล่อยออกมาจากหอกกระจายเสียง และปรากฏการณ์แม่เหล็กธรรมชาติ นอกจากนั้นยังได้มีการเสนอแนะด้วยว่า นอกจากจะมีกลไกทางประสาททางอย่างที่ทำให้มันสามารถบันทึก (โดยไม่รู้ตัว) การเดินทางขาออกจากรังเอาไว้อันว่ามันจะถูกนำไปในกรงไปสู่แหล่งที่จะปล่อยก็ตาม ต่อมา (หลังจากถูกปล่อยแล้ว) กลไกนี้จะเป็นเครื่องนำทางขากลับ โดยการใช้วิธีการที่ตรงข้ามกับขาออกเช่น การเลี้ยวซ้ายของการเดินทางขาออกจะเปลี่ยนเป็นการเลี้ยวขวาเมื่อมันกลับรัง เป็นต้น ทฤษฎีที่เกี่ยวกับกลไกทางประสาทนี้ใช้ได้ อย่างไรก็ตาม นักที่วางไวบนแท่นหมุนแนวนเฉียง (เหมือนกับที่มันต้องหมุนอยู่เรื่อย ๆ ขณะเดินทาง) และนกที่หัดคมคลอโรฟอร์ม ก็ยังสามารถกลับถิ่นเดิมได้

นกจำนวนมากเป็นผู้อพยพประจำปี มันจะใช้ช่วงหนึ่งของปี อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีสภาพทางภูมิศาสตร์อย่างหนึ่ง และใช้ช่วงที่เหลือของปีไปอยู่ที่อื่น บางครั้งก็อพยพเป็นระยะทางไกล นกที่เห็นแห่งทั่วโลกเหนือจะใช้ชีวิตหลายเดือนเหนือ Arctic Circle และใช้ชีวิตในตอนที่เหลือที่ทั่วโลกใต้ โดยเดินทาง ๒๒,๐๐๐ ไมล์ (ไป-กลับ) ในแต่ละปี ในระหว่างการอพยพ นกจะบินเป็นฝูง มักจะเป็นตอนกลางคืนและที่ความสูงประมาณ ๒,๐๐๐ ฟุต พวกที่มุ่งไปสู่แหล่งภูมิศาสตร์เดิมจะบินผ่านเหนือเส้นทางเดิม (ทางบิน) ปีแล้วปีเล่า ทางบิน (fly-way) ขนาดใหญ่นั้นอยู่เหนืออ่าวเม็กซิโกระหว่างคาบสมุทร Yucatan กับ Gulf Coast ของสหรัฐ ทางบินอื่น ๆ นั้นอยู่เหนือพื้นที่ระหว่างอเมริกากลางกับสหรัฐ และจาก West Indies ไปทางคาบสมุทรฟลอริดา บางส่วนของการอพยพจะมีการจับคู่ไปด้วย สภาพทางสรีระที่จำเป็นต่อการเตรียมอพยพของนกนั้น อยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมน แต่อย่างไรก็ตามสิ่งกระตุ้นสำคัญที่ทำให้มันจะออกเดินทางในวันใดนั้น คือสภาพของคืนฟ้าอากาศ นกไม่ทั้งหมดที่มีการอพยพ และส่วนต่าง ๆ ทั้งหมดของสหรัฐและแคนาดามีสัตว์ที่อาศัยอยู่อย่างฉวยพล ๆ กับสัตว์ที่อพยพมา

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Mammals) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (เชื้อสายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม synapsid) คือสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีเส้นผม (hair) และต่อมน้ำนม Mammals ยุคใหม่แตกต่างจากสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ คือ มีกระดูก dentary เพียงชิ้นเดียวในแต่ละข้างของขากรรไกรล่าง ซึ่งยึดอยู่กับกระดูก squamosal มีกระดูก ๓ ชิ้นในของหูส่วนกลาง มีกะบังลมเป็นกล้ามเนื้อซึ่งแยกช่องอกและช่องท้องออกจากกัน มีต่อมเหงื่อ-

(ใน mammals ส่วนใหญ่) ไม่มี cloaca เดียวทั้งหมดยกเว้น order คำสุดท้าย หมีมีหลายแบบ (ยกเว้นปลาวาฬที่มีฟัน) มีฟันสองชุด (ชุดฟันน้ำนมและชุดฟันแท้) มีกระดูกอยู่ภายในกระดูก เซลล์เลือดแดงมีลักษณะกลม ไม่มีนิวเคลียส เว้าทั้งสองด้าน (ยกเว้นอูฐและ llamas) ไม่มีเส้นข้างขวาของ aortic arch คู่ที่ ๔ มีใบหูหรือตั้งรวบรวมเสียงซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหูส่วนนอก มีการเปลี่ยนแปลงกลองเสียงให้ดีขึ้นซึ่งทำให้สามารถทำเสียงได้มากกว่าสัตว์อื่นใด มี cerebral cortex ที่เจริญดี

เพราะโครงสร้างของขาทำให้ mammals สามารถกระจายไปอาศัยอยู่ในที่ต่าง ๆ ใดมากกว่ากลุ่มอื่นใดของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ยกเว้น (อาจจะ) สัตว์เลี้ยงลูกในระหว่างยุคที่มันยังเกาะอยู่ มันใช้ขา ขุดดิน กระโดด เต้นรำง่วน หรือกระโดดไกลเพื่อไปตามที่ราบ เต้นไปตามหินเขาของภูเขาอย่างสงบเงียบ โหนตัวไปตามต้นไม้ บินไปในอากาศในการบินที่แท้จริง และว่ายน้ำลงไปถึงมากในมหาสมุทร ในกิจกรรมแต่ละอย่างดังกล่าว กระทำได้โดยการคัดแปลงโครงสร้างของร่างกาย

อาจจะแบ่ง mammals ออกเป็นสองกลุ่มที่ไม่เท่ากันคือ Prototheria และ Theria. Prototheria เป็น mammals ที่คล้ายสัตว์เลี้ยงลูก ซึ่งมีการวางไข่และมี cloaca มีอยู่เพียง order เดียวเท่านั้นคือ Monotremata และชื่อของมันนั้นมาจากการที่มันมีช่องเปิดของ cloaca ของ Theria (mammals ที่เหลือทั้งหมด) เป็น viviparous ทั้งหมด ถ้า Prototheria ไม่ได้มาจากสัตว์เลี้ยงลูกที่ต่างกลุ่มกับ-



EGG-LAYING MAMMAL

Platypus

Fig. 3-21. The platypus (*Ornithorhynchus*), a monotreme.

สัตว์เลื้อยคลานที่เป็นต้นตอของ Theria แล้ว (ถ้าทั้งสองมีบรรพบุรุษร่วมกันนั่นเอง) ทั้งสองจะตอกแยกกันในระยะแรก ๆ ของการวิวัฒนาการของ mammals

Monotremata Platypus หรือตุ่นปากเปิด (รูป ๓-๓๑) และ spiny anteaters หรือ echidnas ๒ ชนิด ทั้งหมดที่มาจากออสเตรเลียและรอบ ๆ นิวกีนิเหล่านี้เป็น monotremes ทั้งสิ้นทั้งปวงที่ยังเหลืออยู่ สัตว์เหล่านี้วางไข่ที่มีไขแข็งมาก และมี cloaca ท่อน้ำนมที่ไม่เจริญนั้นคล้ายกับท่อนมเหงื่อ ไม่มีหัวนม และน้ำนมจะไหลออกมาเป็นอกระจุกเส้นนมในแอ่งคัน ๆ บนท้อง ลูกมันจะเลือน้ำนมที่กิน

ตุ่นปากเปิดอาศัยอยู่ในรูที่ริมลำธาร เขามีเยื่อซึ่งระหว่างนิ้วซึ่งเป็นการปรับเพื่อยล่งน้ำหาอาหาร มันจะวางไข่จาก ๑ ถึง ๓ ฟองไว้ในรังที่อยู่ภายในรูยาวเหนือระดับน้ำ ลักษณะของไข่นั้น เกือบกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๒ ซม. และถูกหุ้มด้วยเปลือกสีขาวที่อ่อนนุ่ม ไข่จะถูกกกอย่างค่อนเนื่องโดยตัวเมียเป็นเวลาประมาณ ๒ สัปดาห์ หลังจากนั้นแล้วก็ฟักออกมาเป็นตัว Spiny anteaters เป็นสัตว์บกและมีสันยาว เหนียว ซึ่งใช้จับแมลง รังกาย(ยกเว้นท้อง)ถูกปกคลุมด้วยหนามแหลม แข็งแรง สอดอยู่ระหว่างเส้นนมหยาบ ๆ ไข่เพียงฟองเดียว (เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๔ ซม.) ถูกฟักอยู่ในถุงชั่วคราวซึ่งเกิดจากแผ่นบาง ๆ ของหนังท้องของตัวเมีย ท่อน้ำนมอยู่ภายในถุงและตัวอ่อนจะฟักออกมา และถูกนำไปไหนมาไหนในถุงนั้น จนกว่า(หลายสัปดาห์)มันจะสามารถหาอาหารด้วยตนเองได้

นอกจากจะมีการวางไข่และมี cloaca แล้ว monotremes ยังเหมือนกับสัตว์เลื้อยคลานในด้านอื่น ๆ อีกกล่าวคือ มี ventral mesentery ตลอดความยาวของช่องท้องและอาจจะมี abdominal vein เต็มวัยด้วย อวัยวะภายในช่องท้อง ภายนอกไม่มีไมโท กระดูกฆอน (malleus) และกระดูกทั่ง (incus) ของหูส่วนกลางมีขนาดใหญ่กว่าของ mammals อื่น ๆ และคล้ายคลึงกับกระดูก articular และ quadrate ของสัตว์เลื้อยคลาน สมองคล้ายกับของสัตว์เลื้อยคลานคือไม่มีแถบเส้นใยขวาง (corpus callosum) ซึ่งเชื่อมระหว่าง cerebral hemispheres ทั้งสองใน mammals อื่น ๆ มันเป็นสัตว์เลือดอุ่น แต่อุณหภูมิของร่างกายคงที่น้อยกว่าของ mammals ชั้นสูง ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงสูงถึง ๑๓° C.

Marsupialia Marsupials (รูป ๓-๓๒) เป็น mammals ชั้นต่ำซึ่ง

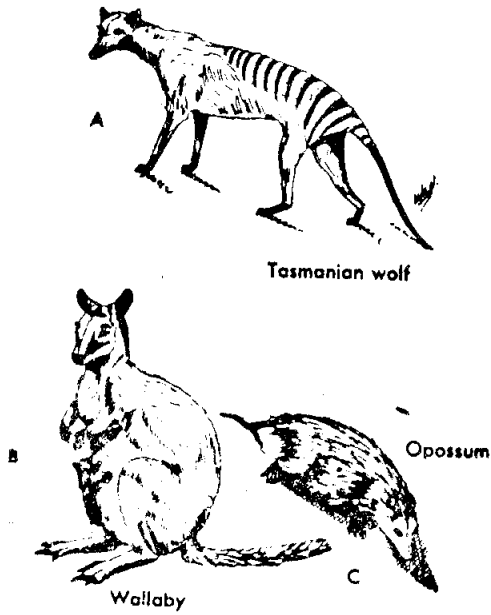


Fig. 3-22. A and B, Marsupials from Australia. C. The only native American marsupial.

ถุงไข่แดงของคัพภะทำหน้าที่เป็นรก ลูกที่
 เกิดมายังมีสภาพของตัวอ่อนอยู่เกือบทั้งหมดและ
 ถูกนำไปไหนมาไหน ถูกกก และถูกเลี้ยงดูหลัง
 จากเกิดแล้วอยู่ในถุงหน้าท้องที่มีอยู่อย่างถาวร
 (ถุงนี้เป็นกล้ามเนื้อและหนัง) จนกว่ามันจะโต
 พอที่จะเป็นอิสระได้ แม่จะวางลูกอ่อนที่เกิด
 ใหม่แต่ละตัวไว้ในถุงและให้ลูกหัวนมซึ่งแม่จะ
 ยัดเข้าไปถึงส่วนของหลอดอาหารของลูก. จาก
 การหดรัดตัวของกล้ามเนื้อ น้ำนมจะถูกบีบเข้าไป
 ในหลอดอาหารจนกว่าลูกอ่อนจะมีกล้ามเนื้อที่
 จำเป็นสำหรับควบคุมเกิดขึ้น. ผนังของถุง
 (marsupium) ถูกค้ำจุนโดย marsupial
 bones ยาว ๆ สองอันซึ่งยื่นจากกระดูกทรง

รับขาหลังไปทางด้านหน้า Marsupials บางชนิด รวมทั้งพวกที่อยู่ในอเมริกาใต้อีกหลาย
 สกุด ไม่มีถุงหน้าท้อง

Opossums เป็น marsupials เพียงชนิดเดียวที่ยังเหลืออยู่จากชนิดต่าง ๆ
 มากมายในอเมริกาและในหลายสกุดแห่งอเมริกาใต้ ถุงหน้าท้องของมันไม่สมบูรณ์หรือไม่เลย
 Mammals พื้นเมืองทั้งหมดแห่งออสเตรเลียยกเว้นค้างคาว เป็น marsupials หรือ mono-
 tremes. Marsupials แห่งออสเตรเลียได้แก่ จิงโจ้ นมาป่า Tasmanian กระ-
 ต่าย bandicoot, wallaby, wombat, ตัวกินมดแห่งออสเตรเลีย และ phalang-
 ers. Marsupials แห่งออสเตรเลียคล้ายกับ mammals ที่พบทั่ว ๆ ไปมากมายเช่น
 นมาป่า สุนัขจิ้งจอก นมู กระต่าย และแมว ในรายละเอียดที่หน้าประหลาดใจ Phalang-
 ers บางชนิดคล้ายกับกระรอกบิน และมีชนิดที่มีถุงหน้าท้อง (marsupial moles) อีกด้วย

ทำไมจึงไม่มี mammal ที่สูงกว่า marsupial เป็นสัตว์พื้นเมืองของออสเตรเลีย
 เสีย? ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าการเคลื่อนที่ของทวีปได้แยกเอาออสเตรเลียออกจากเอ-
 เซีย และได้ตั้งทฤษฎีกันขึ้นว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่สูงกว่า (มีรกที่แท้จริง) ยังไปไม่ถึงออสเตรเลีย

เฉียบเมื่อการแยกของทวีปได้เกิดขึ้น จึงเป็นผลให้มีเฉพาะ marsupials และ monotremes เท่านั้นในออสเตรเลีย และสัตว์เหล่านี้ก็ได้เปลี่ยนรูปร่างต่อไปอีก ภัยเหตุการแยกโดยทางภูมิศาสตร์จึงอาจเป็นสาเหตุของการไม่มี mammals อื่น ๆ บนทวีปนั้น

การที่ marsupials แห่งออสเตรเลียมีส่วนคล้ายกับ mammals ที่มีรก เช่น หมาป่า สุนัขจิ้งจอก และหมี นั้น รู้สึกว่าจะเป็นการสำแดงออกของการวิวัฒนาการแบบขนาน (parallel evolution) การวิวัฒนาการแบบขนาน เป็นคำที่ใช้เพื่อแสดงถึงการวิวัฒนาการที่เกิดขึ้นใน ๒ กลุ่มที่แยกกันอยู่ ซึ่งแต่เดิมนั้นได้มีความสัมพันธ์กัน การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีวิวัฒนาการเกิดขึ้นในกาทั้งสองนั้นคล้ายกัน ทั้งสองกลุ่มจะต้องถูกแยกออกจากกัน โดยสิ่งกีดกันทางภูมิศาสตร์ ทางสรีระ ทางสัณฐาน หรือทางพฤติกรรม เพื่อว่าจะได้ไม่มีการผสมพันธุ์ระหว่างกันเกิดขึ้น

Insectivora Insectivores (รูป ๓-๒๓) เป็น mammals ที่อาศัย choricallantoic membrane เป็นรก พวกนี้ถือว่ามีลักษณะกับสัตว์ชั้นต่ำที่ mammals ขึ้นสูงได้เกิดขึ้นมา แม้ว่าครั้งหนึ่งมันเคยมีอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ก็ตาม แต่ปัจจุบันเหลืออยู่เพียงกลุ่มเล็ก ๆ ของสัตว์ที่เขื่องช้าและมักจะมีอยู่โดดกันเช่น คิวทูน เมนแห่งยุโรป



Fig. 3-23. The mole, an insectivore.

มันมีชีวิตอยู่ได้โดยการกิน แมลง หนอน หอย และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กอื่น ๆ

ลักษณะขั้นต่ำของมันคือ การเดินเท้าแบบ (plantigrade) มีหน้า cerebral hemispheres เรียบ พื้นเล็กแหลมพร้อมด้วย incisors, canines, และ premolars ที่แตกคางกันน้อยมาก (รูป ๑๑-๖, shrew) มี allantois ขนาดใหญ่ และถุงไข่แดงขนาดใหญ่ในคัพภะ และมักจะมี cloaca ตื้น อวัยวะอยู่ในช่องท้องในบางสกุล (ลักษณะขั้นต่ำ) และมันไม่เคยเคลื่อนลงไปสู่ถุงอวัยวะอย่างเต็มที่ในชนิดใด ๆ เลย

ตัวคูนมีขาหน้าสั้นแต่แข็งแรงมาก เท้าหน้ากว้างและใหญ่กว่าสองเท้าของเท้าหลัง ซึ่งเป็นการดัดแปลงให้เหมาะสมเพื่อการขุด (รูป ๓-๒๓ และ ๔-๑๓) คอสั้นและกล้ามเนื้อไหล่มักกำลังมาก มากเสียจนหัวและลำตัวกลมกลืนกันไป ตาขนาดเล็กของมันใช้การไม่ได้ แต่มีความรู้สึกในนิมิตของกลิ่นอาหารที่อยู่ห่างออกไป และปลายของ snout ที่ยาวและไวต่อความรู้สึกจะบอกให้มันรู้เมื่อมันได้เผชิญกับอาหาร

Shrews เมื่อคูนวิจะเป็นจะคล้ายกับหนู (mice) มันเป็นนักสูดตัวเล็ก ๆ ที่ขี้อายและขี้ขลาด ความรู้สึกเกี่ยวกับการไต่ขึ้นคืบมาก มันมี snout ที่ยาว มีหนวด และไวต่อความรู้สึก แต่ขาหน้าไม่ได้เปลี่ยนแปลงเหมือนตัวคูน ปลายฟันเป็นสันน้ำตา ฟันหน้า (incisors) ยาวและโค้ง หนูผี (pigmy shrew) หนักประมาณ ๓ กรัม และเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่เล็กที่สุดในโลก

Tree shrew (รูป ๓-๒๔) ผู้เขียนตำราบางท่านจัดมันไว้ใน order Insectivora ผู้เขียนตำราท่านอื่น ๆ จัดมันไว้เป็น primate ชั้นต่ำสุด มันมีลักษณะที่เชื่อมของวางระหว่าง ๒ orders

Dermoptera Dermoptera เป็น mammals ที่กินแมลง มีขนาดประมาณแมวบ้าน มีส่วนยื่นที่เป็นกล้ามเนื้อและกว้างของผิวหนัง (patagium) ซึ่งอยู่ระหว่างคอ ขาหน้า ขาหลัง และหาง มีอยู่เพียงสกุลเดียวคือ "flying lemur," (lemur คือลิงลม) ซึ่งบินไม่ได้ ไต่ตรอน และไม่ใช้ lemur (ลิงลม) ครั้งหนึ่งมันเคยถูกจัดไว้ในพวกกินแมลง และในพวก chiropterans ด้วย แม้ว่า patagium ใน flying lemur จะเจริญไม่คืบและมันจะไม่ยาวก็ตาม

Chiroptera ค้างคาวเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังชนิดเดียวเท่านั้น (ยกเว้น

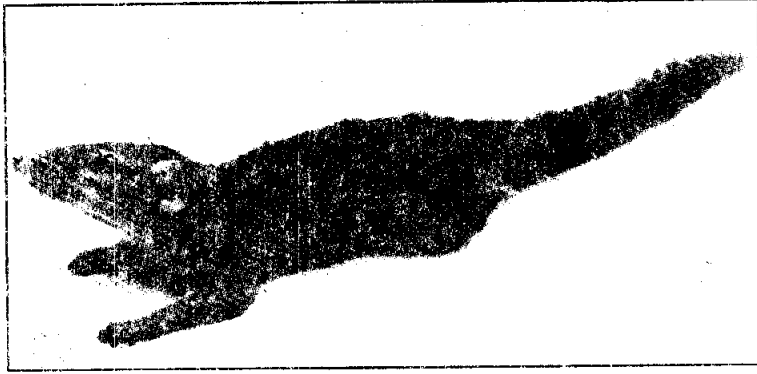


Fig. 3-24. Tree shrew. (Courtesy Delta Regional Primate Research Center, Covington, La.)

pterosaurs และนก) ที่บินได้อย่างแท้จริง การบินได้นี้เพราะมีปีก (patagium) ที่เจริญที่ยื่นอยู่ระหว่างคอ ขา และหาง รวมกับนิ้วมือ (ที่ยาวมากและไม่มียางเล็บ) ๔ นิ้ว นิ้วหัวแม่มือยื่นออกมาจากขอบหน้าของปีกและมีกรงเล็บที่ใช้สำหรับห้อยกับซ้อ เรือนหรือหน้าขาในลำตัว หง้าของขาหลังมีกรงเล็บทั้งหมด หง้าวม (ปกคิมีสอง) จะจากค้อยู่ที่ผนังร่างกายส่วนอก กล้ามเนื้อออกแข็งแรง และกระดูกอกมีสันแม้ว่าจะไม่มากเท่าพวกนกก็ตาม กระดูกทั้งหมดยาว และกระดูกของมือยาวมาก (รูป ๔-๑๔) คางความีใบหูใหญ่ (คิงหูส่วนนอก) ทอมที่หน้าและหัว มักมีขนาดใหญ่และมีเป็นจำนวนมาก ทำให้คางความีรูปร่างพิกล มันประกอบกันขึ้นเป็น order ขนาดใหญ่

คางควาเป็นสัตว์กินแมลง (insectivorous) กินผลไม้ (frugivorous) หรือกินเลือดของ mammals อื่น ๆ (sanguinivorous) คางควาแวมไพร์ (vampire) ได้รับความสนใจเพราะนิสัยในการกินเลือด ฟันหน้า (incisor) ของมันมีอยู่เฉพาะซากกรโกรมนเท่านั้น และมีเพียงคู่เดียว ฟันหน้านั้นคมราวมีคิงโคนและซี่เข้าหากันเพื่อว่ามันจะได้เจาะผิวหนังของเหยื่อ ขณะที่เลือกไหลออกจากบาดแผล คางควาก็จะเลือกกินโดยไม่ทำให้เหยื่อที่กำลังนอนหลับตื่นขึ้นมาด้วยซ้ำ เหยื่อนี้มักจะเป็นสัตว์เลี้ยง การที่คางควาแวมไพร์มีนิสัยในการกินเฉพาะอาหารที่เป็นของเหลวเท่านั้น ก็เพราะรูของหลอดอาหารของมันเล็กมาก ดังนั้นอาหารที่เป็นของแข็งจึงผ่านรูนี้ไม่ได้

คางควากับอหิของอามาร์ก (BATS AND LAMARCKISM) การปรับ-

ของฟันและหลอดอาหารของค้างคาวและอาหารที่เป็นของเหลวนั้น กระตุ้นให้เกิดปัญหาว่าคิว่า
 รูของหลอดอาหารขนาดเล็กได้บังคับให้ค้างคาวต้องยอมรับอาหารที่เป็นของเหลวของเลือก (ของ
 เหลวที่มีอยู่เพียงชนิดเดียวที่บรรพบุรุษอาหารที่ mammal ต้องการไว้ทั้งหมด) หรืออาหารที่เป็น-
 ของเหลวนั้นได้เป็นเหตุให้มีการลดขนาดของรูของหลอดอาหาร (เมื่อเวลาไค่ผ่านมาหลายชั่วอา
 ยุของมัน) ถ้าเป็นในกรณีแรกก็โชคดีที่ค้างคาวแวมไพร์จะใช้เลือกเป็นแหล่งของอาหาร
 มิฉะนั้นแล้วมันก็ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ต่อการเปลี่ยนแปลงได้ ถ้า (ตามที่สมาร์คเชื่อ) การเปลี่ยน
 แปลงในรูของหลอดอาหาร (ให้เล็กลง) เป็นเพราะการที่ไม่ได้ใช้ของส่วนนี้เป็นทางเดินของอาหาร
 ที่เป็นของแข็ง (กรณีหลัง) พันธุศาสตร์สมัยใหม่ก็ไม่สามารถจะเข้าใจได้ว่า การเปลี่ยนแปลง
 ตรงไหน ในชีววิเค จึงจะกลายเป็นพันธุกรรม ที่น่าจะเป็นไปได้ก็อีกกรณีหนึ่งก็คือ ค้างคาวที่กิน
 เลือกในปัจจุบันนี้ มันได้กินเลือกมานานแล้ว ก่อนที่การเปลี่ยนแปลงโดยบังเอิญจะทำให้หลอด
 อาหารผิดไปจากเดิม ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นแล้ว การลดขนาดของรูของหลอดอาหารก็ไม่มีผลที่จะ
 เป็นพิษเป็นภัยอะไรต่อค้างคาวเหล่านี้ การกล่าวถึงสัตว์ของสมาร์คที่น่าไปประยุกต์เกี่ยวกับ
 การหายไปของเส้นประสาทรับกลิ่น (olfactory nerve) ของปลาวาฬนั้นจะพบได้ต่อไป

CONVERGENT EVOLUTION การวิวัฒนาการของ lemurs "บิน"

(dermopterans) กระรอก "บิน" (rodents) phalangers "บิน" (marsu-
 pials) และค้างคาว ทั้งหมดนี้ต่างก็มี patagium เกิดขึ้น ซึ่งอาจจะเปรียบเทียบได้กับการ
 เกิดของขาใบพาย (flippers) ในปลาวาฬและครีบของปลา กับกาการเกิดของปีกของ pte-
 rosauris ค้างคาว และนก หรือกับการเกิดของลูกตาของสัตว์มีกระดูกสันหลังและลูกตาของ
 ปลาหมึกที่มีโครงสร้างคล้ายกัน มีอยู่หลายคู่ของปรากฏการณ์เหล่านี้ที่ไมค์ล้อยตามคำจำกัด
 ความของการวิวัฒนาการแบบขนาน (วิวัฒนาการแบบขนานโคกถาวมาแล้ว)

คำว่า convergent evolution ถูกนำไปใช้กับสถานการณ์ที่สัตว์ ๒ กลุ่ม
 หรือมากกว่า ๒ กลุ่ม นามีลักษณะอย่างหนึ่งคล้ายกันเมื่อกลุ่มทั้งหมดคงกล่าวไม่อาจจะคิดได้ว่ามัน
 มาจากบรรพบุรุษร่วมกัน "วิวัฒนาการแบบลู่เข้า" นี้แสดงให้เห็นว่า สปีชีส์ที่ไม่เกี่ยวข้องกันและ-
 ไม่เหมือนกันมานาน อาจจะ (โดยผ่านการเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับตัว) เข้ามาใกล้กันมากขึ้นทุกที ๆ
 ในด้านความเหมือนอย่างผิวเผิน ส่วน "วิวัฒนาการแบบขนาน" นั้น กลุ่มต่าง ๆ ได้เกี่ยวข้อง
 กันมาตั้งแต่แรก แล้วก็ลู่ออก

Primates Primates แรกเริ่มคือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่อาศัยอยู่ตาม
ต้นไม้ ซึ่งเกิดขึ้นในฐานะบรรพบุรุษที่เป็นสัตว์กินแมลงในยุค Cretaceous อนุกรมวิธาน
แบบหนึ่งได้แบ่งไพรเมทออกเป็น prosimians และ anthropoids

การเปลี่ยนแปลง(ที่สูงขึ้น)ต่าง ๆ ไคแน็ก มือที่จับได้ นั่นคือนิ้วหัวแม่มือสามารถจะ
ไต่ไปแตะ(สัมผัส)กับนิ้วอื่น ๆ อีก ๔ นิ้วของมือเดียวกันได้ นิ้วหัวแม่มือเท้าของ primates
ส่วนใหญ่ออกไปตรงข้ามกับนิ้วอื่น ๆ) ไคแน็กเช่นเดียวกัน นิ้วหัวแม่มือ (nails)
มากกว่าเป็นกรงเล็บ (claws) มือขยับ ๆ ที่หางเป็น prehensile (จับได้) ซึ่งช่วย
มือในฐานะเป็นอวัยวะช่วยจับในระหว่างการเคลื่อนที่อยู่ตามต้นไม้ Cerebral hemi-
spheres ของสมองมีขนาดใหญ่กว่าของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมอื่นใด Snout สั้นลง เป็น
ผลให้ตาทั้ง ๒ ข้างสามารถมองไปข้างหน้าได้ มักจะมีหัวนมอยู่ที่อกเพียงคู่เดียว ลักษณะ
ที่ยังทำอยู่ไคแน็ก การเคี้ยวเคี้ยว มีฟันน้ำ กระดูกไหปลาร้า (clavicle) ใหญ่ กระดูก cen-
trale ของข้อมือของไพรเมทหลายชนิด และการมีฟันแบบหัว ๆ ไป

PROSIMIANS

Prosimians ไคแน็ก lemurs (ลิงลม), lorises,

และ tarsiers ลิงลมไคแน็กชื่อว่า (คำ
ว่า lemur แปลว่าผี) เนื่องจากนิสัยของมัน
คือชอบโฉบไปตามต้นไม้อย่างเงิบในเวลา
กลางคืน ซึ่งเป็นเวลาที่ anthropoids
ส่วนใหญ่รวมทั้งคนเรากำลังนอนหลับ แขน
ขียวของหัวอยู่ในเส้นตรงเดียวกันกับแกนขียว
ยาวของร่างกาย เช่นเดียวกับ mammals อื่น
ๆ เป็นส่วนใหญ่ หางซึ่งยาวนั้นไม่เป็น pre-
hensile นิ้วมือและนิ้วเท้าอันที่สองมีกรง
เล็บแทนที่จะเป็นเล็บ มดลูกเป็นชนิด du-
plex รกเป็นแบบ nondeciduate
นั่นคือ เชื้อหุ้มคัพภะไม่ไคแน็กเข้าไปในเยื่อ
มดลูกของแม่ ดังนั้นจึงไม่มีความเสียหายของ-

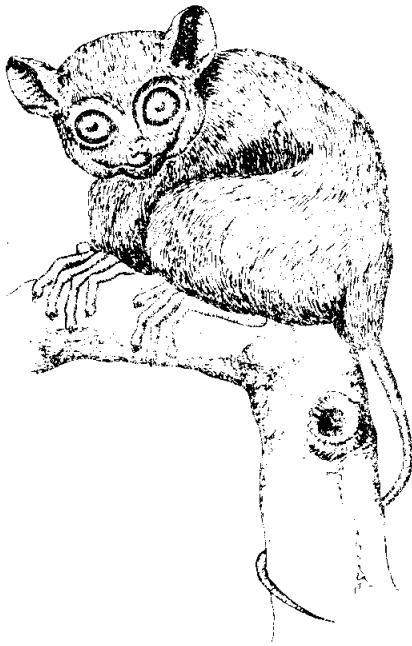


Fig. 3-25. Tarsius, a prosimian.

มกลูกเกิดขึ้นขณะคลอด เหล่านี้คือ (โดยทั่ว ๆ ไป) ลักษณะขั้นต่ำ (primitive traits) Lorises ไคแก nocturnal pottos และ bush babies พวกนี้อาศัยอยู่ในอาฟริกา อินเดีย และ East Indies

Tarsiers (รูป ๓-๒๕) เหมือน anthropoids มากกว่าที่ลิงลมเหมือน ค่างทั้ง ๒ ข้างของมันอยู่ใกล้กันและพุ่งตรงไปข้างหน้า/เพื่อว่าภาพที่เห็นจากตาซ้ายและขวาจะใกล้เคียงกัน หัวมันอยู่เกือบตั้งฉากกับกระดูกสันหลัง นิ้วมือทั้งห้ามีเล็บ นิ้วเท้าก็มี เล็บยกเว้นนิ้วชี้และนิ้วกลาง และรกเป็นชนิด deciduate

ANTHROPOIDS Anthropoids ถูกแบ่งออกเป็น ๓ กลุ่มคือ ceboids (ลิงแห่งอเมริกาใต้), cercopithecoids (ลิงโลกเก่า), และ hominoids (ape และคน) หัวก็งอฉากกับแกนยาวของกระดูกสันหลัง ค่างพุ่งตรงไปข้างหน้าและอยู่ใกล้กัน Cerebral hemispheres เจริญใหญ่มาก มีท่อหลวนนอกเป็นกระดูกแข็งในทั้งหมดคนออกจาก ceboids มีฟัน ๓๒ อยู่ในชุดเดียว รกเป็น deciduate และตามปกติจะคลอด(ออก) ลูกครั้งละ ๑ ตัวเท่านั้น

Ceboids ที่รู้จักกันดีที่สุดคือ Cebus (capuchin), Ateles (ลิงแมงมุม) และ Alouatta (ลิง howler) Howlers มีชื่อตามเสียงร้องกรีกอันดังของมัน ซึ่งเกิดขึ้นได้เพราะกระดูก hyoid และกล่องเสียงขยายใหญ่มาก (รูป ๑๒-๑๑) Cercopithecoids ที่รู้จักกันดีที่สุดคือ baboons (ลิงทโมน), mandrills, และ macaque (ค่าง) หรือ rhesus ซึ่งเป็นสิ่งค้นพบที่มาจากสัตว์ลักษณะ Rh (ชื่อกลุ่มเลือด) รูกของ cercopithecoids เป็นค่างออกทางข้างล่างและอยู่ใกล้กัน เช่นเดียวกับในคน Hominoids ที่รู้จักกันดีที่สุดคือ ที่แสดงไว้ในรูป ๑-๒๖

เนื่องจากการค้นพบมนุษย์ Neanderthal ใกล้กับ Düsseldorf, Germany ใน ค.ศ. ๑๘๕๖ นั้น โดทกระดูกของมนุษย์ก่อนประวัติศาสตร์เป็นจำนวนมากมาจากการค้นพบแต่ละครั้งก็เกิดปัญหาขึ้นทุกครั้ง เพราะไม่รู้ว่าจะรวมสมาชิกที่พบใหม่ไว้ในสปีชีส์ปัจจุบันหรือตั้งให้เป็นสปีชีส์ใหม่ หรือแม้แต่ว่าการตั้งสกุลใหม่ ยกตัวอย่างเช่น มนุษย์ Neanderthal บางทีก็ถูกจัดไว้เป็น subspecies ของมนุษย์ยุคใหม่ (Homo sapiens neanderthalensis) และบางทีก็จัดไว้ในสปีชีส์อื่น (Homo neanderthalensis) อยู่ในกา-

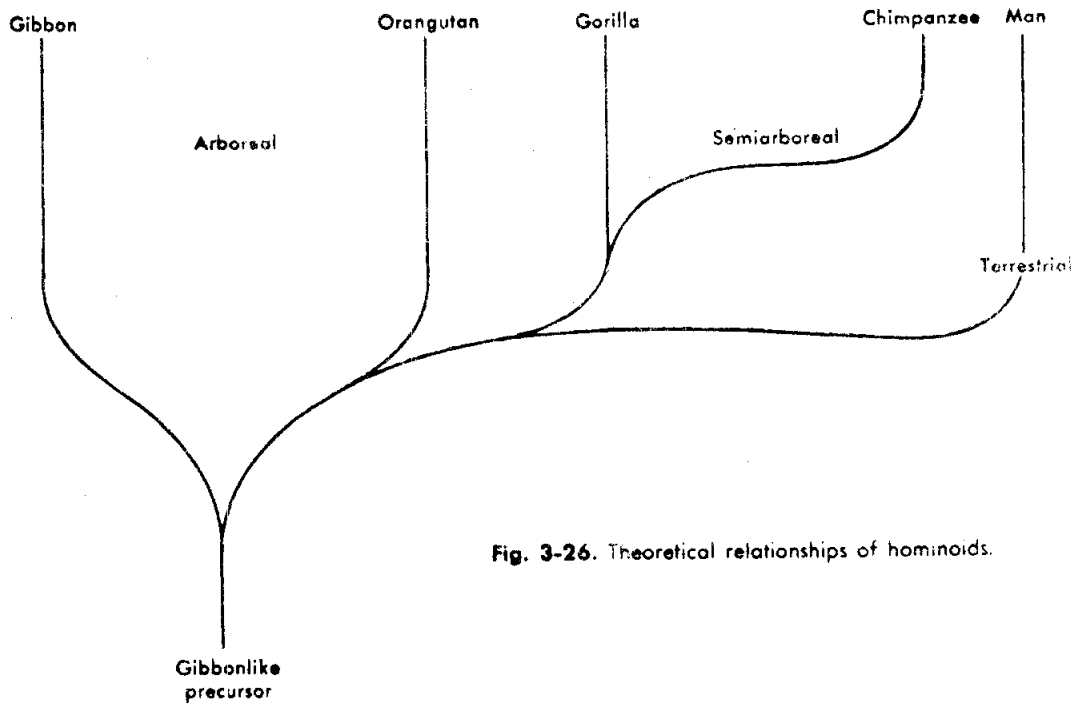


Fig. 3-26. Theoretical relationships of hominoids.

จัดหมวดหมู่ของสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่นๆ ที่ถูกนำมาใช้กับอนุกรมวิธานของมนุษย์ด้วย จากที่-
 เก่าแก่ที่สุด (ที่รู้จักกัน) ของครอบครัวของมนุษย์ (Hominidae) ถูกจัดไว้ในสกุล Australo-
pithecus พวกเขาใช้ปดรมที่พำขึ้นอย่างง่าย ๆ จากกระดูก สมาชิกของครอบครัวนี้
 ในยุคใหม่ขึ้นมาได้ถูกจัดไว้ใน Homo erectus พวกเขาใช้ทำเครื่องมือได้ซับซ้อนและมีการ
 ใช้ไฟ มนุษย์ยุคใหม่ หรือ Homo sapiens ผู้ซึ่งได้เพิ่มพลังงานอะตอมแก่เครื่องมือของ
 เขา ผู้ซึ่งได้ครอบครองยุโรปร่วมกับมนุษย์ Neanderthal และผู้ซึ่งเขาแทนที่มนุษย์ดังกล่าว
 โดยถาวรแรงแข็ง หรือโดยถาวรเขาครอบครองแทน

ในการที่มนุษย์แยกออกมาจาก anthropoids อื่นๆ (รูป ๓-๒๖) นั้น ได้
 มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหลายอย่างคือ การที่กระดูกสันหลังโค้งเป็นรูปตัว S นั้น ทำให้ตัว
 คั่งตรงได้ มุมของหน้าจะเป็นมุมแหลมน้อยลง (รูป ๓-๒๗) ฟัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเขี้ยว จะ
 เล็กลง frontal lobes ของ cerebral hemispheres ขยายใหญ่ขึ้น เป็นผล
 ให้กึ่งสมองขยายขึ้นด้วย และมีหน้าผากเพิ่มขึ้น สันคิ้วเล็กลง จมูกเด่นขึ้น หางมีอยู่ในระยะ

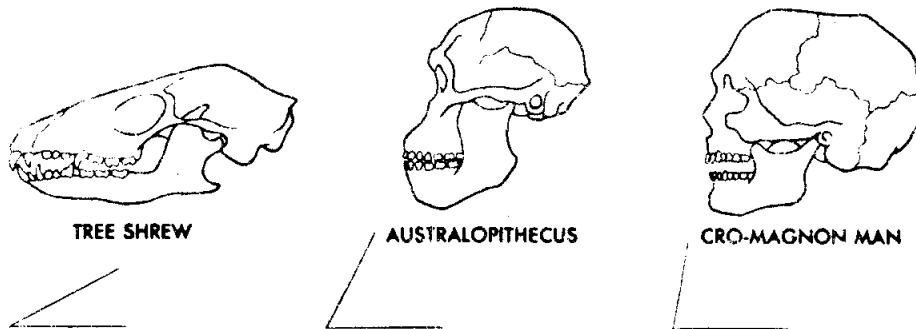


Fig. 3-27. Theoretical steps in the evolution of the facial angle of the skull of man. The facial angles are shown beneath each skull.

ลักษณะเท่านั้น ขนสั้นลง metatarsal arch เกิดขึ้นในเท้าแบ นิ้วหัวแม่เท้าเคลื่อนไหว อยู่ในแถวเดียวกับนิ้วเท้าอื่น ๆ และไม่สามารถ oppose ได้ พู่คิ้วชัดเจน และมีการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ เกิดขึ้นอีกมากมาย

สิ่งที่ทำให้มนุษย์เด่นอยู่ในอาณาจักรสัตว์ในปัจจุบันก็คือ การเจริญใหญ่โตของ frontal lobes ของ cerebral hemispheres การที่หัวแม่มือ oppose ได้ และการพู่คิ้วที่แข็งแรง ค่ายนิ้วมือของเขา มนุษย์สามารถสร้างเครื่องมือเพื่อการต่อสู้และการป้องกัน และเครื่องจักรเพื่อแบ่งเบาภาระของเขา สามารถเขียนสัญลักษณ์ที่จะนำเอาประสบการณ์และเทคนิคต่าง ๆ ไปสู่ทั่วทุกมุมโลกและไปสู่คนรุ่นหลัง ค่ายเสียงของเขา มนุษย์สามารถสื่อสารกับสัตว์ร่วมโลกได้ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันได้ ค่ายสมองของเขา มนุษย์สามารถประสานสิ่งกระตุ้นความรู้สึกที่ไต่รับในปัจจุบัน เข้ากับสิ่งกระตุ้นที่ระลึกได้จากประสบการณ์ก่อน ๆ และหลังจากที่คิดกรองแล้วก็เลือกวิธีของกิจกรรม(การกระทำ การแสดงออก กิรียา) ๑ วิธี ซึ่งเขาเรียกว่า "มีเจ้านัด" ค่ายสมองของเขาอีกเช่นกัน มนุษย์สามารถได้รับความเพลิดเพลินแห่งความสวยงามของจักรวาล ค้นหาความจริงสุขยอก และฝันถึง Utopia (รัฐหรือสถานที่แห่งความสมบูรณ์ในอุดมคติ) ซึ่งอาจจะเป็นมรดกของเขา

Edentata Edentates ส่วนใหญ่เป็นสมาชิกของอเมริกาใต้ซึ่งได้วิวัฒนาการแบบคู่ขนานในหลายด้านจากสัตว์กินนมลง อาจแบ่งออกได้เป็น ๒ พวกคือ hairy edentates เช่น sloths และตัวกินนมคนแห่งอเมริกาใต้ กับ armored edentates ซึ่งที่

รู้จักกันดีที่สุดคือ armadillo มีขากรรไกรของ edentates พวกที่มีเกราะหุ้มและมี
ขนาดใหญ่หลายชนิดซึ่งเป็นที่รู้จักกัน อาจจะไม่มีฟันเช่นเดียวกับ sloths และตัวกินมด
(ดังนั้นจึงมีชื่อว่า "edentate" ซึ่งแปลว่าปราศจากฟัน) แต่จะพบพวกที่มีฟันไคบ้อยกว่าเช่น
armadillos ฟันหน้าและเขี้ยวมักจะไม่มียู ฟันกรามใน (molars) ไม่มีอีนาเมล
แม้ว่าจะพบหลักฐานของ enamel organ ก็ตาม ซอกกระดูกสันหลังของ armadillos
มี articular processes พิเศษซึ่งเป็นที่มาของชื่อ suborder คือ Xenarthra

Pholidota Pholidota เป็นพวกกินแมลงอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งไม่มีฟัน มี
อยู่ ๑ สกุลคือ manis ซึ่งมีชื่อสามัญว่า pangolin หรือตัวกินมดที่มีเกล็ด (รูป ๕-๒๔)
Pangolins มีเกล็ดที่เหมือนกับของ lizards ระหว่างเกล็ดจะมีเส้นผม (hairs)
เจริญแทรกอยู่ทั่วไป

Rodentia Rodents เป็นสัตว์เลี้ยงที่มีฟันหน้าอยู่ที่ขากรรไกรบนและขา
กรรไกรล่างแต่ละ คู่ ฟันเหล่านี้ยาว โคง และเคลือบด้วยอีนาเมลเฉพาะผิวด้านนอก
เท่านั้น ทำให้มีปลายฟันคล้ายสว่านสำหรับแทะ ฟันหน้าเจริญตลอดชีวิต เนื่องจากไม่มีฟัน-
เขี้ยว ดังนั้นจึงมี diastema หรือส่วนของขากรรไกรที่ไม่มีฟัน อยู่หลังฟันหน้า (รูป ๑๑-๖)
Cecum ในช่องท้องนั้นยาวและซก ซึ่งเป็นการปรับตัวในการกินอาหารที่เป็นพืช (เซลลูโลส)
ใน cecum มีจุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลสอยู่ ซึ่งจะเปลี่ยนเซลลูโลสให้เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเล-
กุลเล็ก ๆ โดยตัวเลขแล้ว rodents เป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุดของ mammals ที่ยังมีชีวิตอยู่

Lagomorpha Order Lagomorpha ทั้งสิ้นสำหรับกระต่าย (rab-
bits) และกระต่ายป่า (hares) มันต่างจาก rodents คือมีฟันหน้า ๒ คู่ที่ขากรรไกร
บน คู่เล็กอยู่ชิดกับทางด้านหลัง (แทนที่จะอยู่ด้านข้าง) ของคู่ใหญ่ ซึ่งใหญ่กว่าคู่เล็กมาก คู่หน้า
ก็เหมือนกับของ rodents คือ ยาว คม ราบข้างลึก และเจริญตลอดชีวิต คู่หลังซึ่งเล็กกว่า
นั้นไม่มีปลายสำหรับกัด กระต่ายต่างจากกระต่ายป่าในการมีหูและขาสั้นกว่า ในการผลิตลูกที่
เปลือย และในค่านอื่น ๆ อีก ทั้งกระต่ายและกระต่ายป่าต่างก็มีริมฝีปากบนแยกออก ซึ่งเป็น
ที่มาของคำว่าปากแหง (harelip, hare's lip)

Cetacea ปลาวาฬ ปลาโลมา และ porpoises เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วย
นมที่อาศัยอยู่ในน้ำ มีความยาวได้ถึง ๑๐๐ ฟุต และหนักได้ถึง ๑๕๐ ตัน โครงสร้างของ-

มันได้ปรับไปอย่างสูงเพื่อแหล่งอาศัยที่เป็นน้ำ ปลายหางเป็นแผ่นยื่นในแนวนอนของผิวหนัง และเนื้อเยื่อเส้นใย (fluke) ซึ่งทำให้เกิดแรงผลักไปข้างหน้าโดยการโบกหาง ขึ้น-และ-ลง บางครั้งอาจมีริบบน ๑ อัน ซึ่งทำหน้าที่เป็นหางเสือหรือเครื่องทำให้อยู่นิ่ง(คงที่) ขาหน้า คล้ายพายและทำหน้าที่ส่วนใหญ่เป็นเครื่องสมดุล แม้ว่านิ้วจะไม่แยกออกมาจากขาใบพายก็ตาม แต่กระดูกนิ้วมือก็ยังคงมีอยู่ (รูป ๔-๒๐ และ ๔-๒๑) ขาหลังและกระดูกทรงรับปรากฏเป็นเพียงร่องรอยฝังอยู่ในลำตัว

มีเส้นผมเพียงไม่กี่เส้น(ซึ่งสามารถนับได้โดยง่าย) มักอยู่ที่ปาก ร่างกายส่วนอื่นไม่มีเส้นผม(เป็ลือย) รูมูก (blowholes) มักอยู่ทางคานท้ายของกะโหลก ซึ่งทั้งสองรูอาจจะรวมกันเป็นรูหายใจขนาดใหญ่เพียงรูเดียว น้ำที่พ่นออกมานั้นประกอบด้วยไอน้ำที่เป็นฟองเมื่อปลาวาฬหายใจออก ซึ่งอาจนานตั้งแต่ ๓ ถึง ๕ นาที กะบังลมเป็นกล้ามเนื้ออย่างผิดปกติ Cetaceans ส่วนใหญ่มีฟัน แต่ปลาวาฬ whalebone (ปลาวาฬสีน้ำเงิน และ finbacks) จะมีแผ่นของ whalebone (baleen) ซึ่งเป็น horny ห้อยลงมา จากเพดานปากแทนฟัน (รูป ๔-๓๒) สัตว์กินเนื้อมหาเหล่านี้(ปลาวาฬ)จะกรองปลาขนาดเล็ก(ยาวไม่เกินประมาณ ๓ นิ้ว) และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังออกจากทะเลวันละหลาย ๆ พัน ชิ้น ชิ้นของไขมันที่หนามาก (blubber) อยู่ที่หนังนั้น ช่วยรักษาความร้อนของร่างกาย(ที่อยู่ในน้ำเย็น)เอาไว้ เนื่องจากความใหญ่โตของมัน สปีชีส์ขนาดใหญ่(ปลาวาฬ)จึงไม่เข้าไปใกล้ฝั่งมากนัก นอกจากมันจะไปเกยตื้นแล้วก็ตาม ลูกปลาวาฬเกิดในน้ำและดูดติดอยู่กับหนึ่ง(ในสอง)ของหัวนมที่อยู่ตรงไห้ติง (inguinal teats) ของแม่ ขณะที่แม่ว่ายน้ำไปมา สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่อยู่ในน้ำชนิดอื่น ๆ ทั้งหมดต้องอาศัยพื้นดินเป็นแหล่งออกลูก (rookeries) เส้นประสาทรับกลิ่น (olfactory nerves) ของปลาวาฬได้หายไป และรูมูกมีลักษณะผิดปกติ

ปลาวาฬ การเปลี่ยนแปลง และสัทธิของลามาร์ก การหายไปของประสาทรับกลิ่นในปลาวาฬนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลง(กลายพันธุ์) ถ้าก่อนที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงนั้นปลาวาฬต้องอาศัยความรู้สึกเกี่ยวกับกลิ่นเพื่อการอยู่กินกินและปลอดภัยจากศัตรูแล้ว มันก็น่าจะสูญพันธุ์ตั้งแต่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น(เพราะไม่มีเส้นประสาทที่จะรับกลิ่นอีกต่อไป) แต่ตรงกันข้าม การหายไปของเส้นประสาทรับกลิ่น ไม่กระทบกระเทือนต่อปลาวาฬเลย แสดงว่าการมีชีวิตอยู่ได้

น้ำ (ซึ่งเป็นแหล่ง อาหาร ผสมพันธุ์ และศัตรูธรรมชาติ) ของมันไม่ได้ขึ้นอยู่กับกลิ่น เช่นเดียวกับ การที่เรารู้ว่าอยู่ใต้น้ำ การหายใจเข้าจะทำให้จมน้ำตาย

ตามความคิดของลามาร์ก เครื่องมือรับกลิ่นของปลาวาฬควรจะได้หายไป เพราะ ปลาวาฬไม่ได้ใช้มัน หรือจะกล่าวให้ละเอียดขึ้นก็คือ ลัทธิของลามาร์กกล่าวว่าเมื่อส่วนหนึ่ง ถูกใช้ต่อ ๆ กันไปหลาย ๆ ชั่วโมงส่วนนั้นจะแข็งแรงขึ้น ใหญ่ขึ้น หรือดีขึ้น ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลง ไปตามบทบาทของมัน แต่เมื่อส่วนหนึ่งถูกละเลยต่อ ๆ กันมาหลาย ๆ ชั่วโมงมันก็จะเล็กลงและ เป็นเพียงร่องรอย ลัทธินี้ไม่เป็นที่ยอมรับกันในระหว่างนักศึกษาแห่งพันธุกรรม เพราะว่าลัทธิ ไม่ได้ให้คำอธิบายว่า การใช้หรือการใช้ในช่วงหนึ่งชั่วโมงนั้นไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ RNA หรือ DNA ในสเปิร์มและไข่ของตัวนั้นได้อย่างไร ถ้ามีวิธีการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย ลามาร์กจะถูกแปลไปเป็นการเปลี่ยนแปลงใน genetic code วิธีดังกล่าวก็ยังไม่ถูกค้นพบ

ความต้องการเป็นมูลฐานแห่งการเปลี่ยนแปลง ไม่มีมูลฐานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับความคิดนี้ ๆ ที่ว่า เพราะสัตว์ "ต้องการ" โครงสร้างเฉพาะ โครงสร้างก็จะปรากฏ ขึ้นเป็นการเปลี่ยนแปลง เมื่อประชากรต้องการบางสิ่ง และถ้าไม่ได้สิ่งนั้นมากก็จะสูญพันธุ์ไป ทางเลือกของมันก็คือ จะต้องหาที่อยู่อาศัยใหม่ ซึ่งความต้องการจะไม่มีอีกต่อไป และมันก็ยังสา- มารถสมบูร์นอยู่ได้ ยกตัวอย่างเช่น ไม้อาจจะกล่าวได้ว่าปลาวาฬได้เปลี่ยนหน้าของมันไป เป็นใบพายเพราะว่าปลาวาฬต้องการใบพาย การอธิบายอื่น ๆ เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงนี้ จะต้องค้นหากันต่อไปอีก

Carnivora Carnivores หรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่กินเนื้อ มีทั้งที่ อาศัยอยู่บนบกและในน้ำ เป็นสัตว์ที่มีซากกรไกแข็งแรง และ(ยกเว้นพวกที่อยู่ในน้ำ) พัน- เชี่ยวที่ยาวและแหลมคม ซึ่งสามารถแทงและฉีกเนื้อได้ (รูป ๑๑-๒) Cecum เล็กเมื่อเทียบกับของสัตว์กินพืช Cerebral cortex บิด และสัตว์สามารถเรียนรู้ได้มาก

สัตว์กินเนื้อที่อาศัยอยู่บนบกได้แก่ แมวและสัตว์ที่ใกล้เคียงกับมัน (สิงโต เสือ เสือดำ เสือลายคัลป์ bobcats และแมวป่า) สุนัขและสัตว์ที่ใกล้เคียงกับมัน (หมาป่า สุนัข- จิ้งจอก และ coyotes) หมูและแพนด้า hyenas และอื่น ๆ ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เพราะขน (furs) ของมันเช่น แรคคูน martens (สัตว์คล้ายพังพอน) พังพอน มิงค์ นาก สกั้งค์ badgers โดยทั่วไป สัตว์กินเนื้อมีน้ำเท่า ๆ กับพวกอมถรงเลี้ยงพื้นหลุมซึ่งหกลดมี-



Fig. 3-28. Aquatic carnivores (sea lions). (Courtesy The American Museum of Natural History, New York, N. Y.)

โคในบางชนิด

สัตว์กินเนื้อที่อาศัยอยู่ในน้ำ บางทีก็จัดไว้ต่างหากใน order Pinnipedia ซึ่งได้แก่ สิงโตทะเล (รูป ๓-๒๘) แมวน้ำ และช้างน้ำ มันมีการปรับตัวมากมายเพื่อชีวิตในน้ำ ขาคู่มีเขี้ยว คล้ายใบพาย และมีกระดูกไม่มีเส้น มีอยู่ในผนังร่างกายไม่มากนักเลย ในแมวน้ำที่บิกตัวไปมากมันจะยึดอยู่กับหางอย่างถาวร การเคลื่อนไหวแบบนี้(บนดิน) ประกอบด้วย การดึงตัวมันไปอย่างนุ่มนวล หรือด้วยการกระโดดไปมา อย่างไรก็ตามที่ ออกอุทของมันเป็นขุ่นหนืดและลื่นจนไม่สามารถแม้แต่จะว่ายน้ำ

Tubulidentata Tubulidentates มีอยู่ชนิดเดียวคือ aardvark แห่งอเมริกาใต้ มันเป็นสัตว์กินเนื้อที่ขุดรูอยู่ ยาวประมาณ ๒ ฟุต มีฟันน้อย มีเส้นขนหนาน้อย มี snout ยาวคล้ายหมู มีสันยาวและเหนียวเพื่อจับปลวก

Ungulates และ subungulates ตอนนี้อาจเป็นต้องกล่าวถึง mammals ๓ orders คือ Perissodactyla และ Artiodactyla ซึ่งเป็นพวก ungulates พวกนี้ส่วนใหญ่เป็นสัตว์กินพืชขนาดใหญ่ และทั้งหมดเดินบนนิ้วเท้าของมัน (รูป ๔-๓๓, กวาง) ซึ่งถูกป้องกันโดยกีบเท้า(เมื่อมันแปลงมาจากเส้นหรือกรงเล็บ) Ungulates ยุคใหม่มีนิ้วเท้าไม่เกิน ๔ นิ้วบนแต่ละเท้า แต่บางชนิด เช่นม้า มีเพียงนิ้วเดียว Ungu-

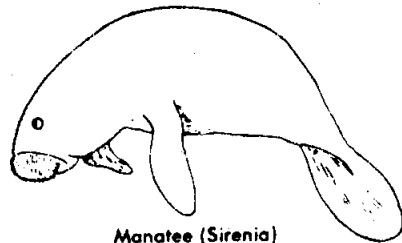
lates โบราณอาจจะมี ๔ นิ้ว การลดจำนวนของนิ้วเหล่านี้ จะเห็นได้ในตัวอย่างที่คุ้นกันดี คือมา บรพพฤษขนาดเล็กในยุค Eocene ของมา มีนิ้วเท้าหน้า ๔ นิ้วและนิ้วเท้าหลัง ๓ นิ้ว โดยการเปลี่ยนแปลงค่อย ๆ มา จำนวนก็ลดลงเหลือนิ้วเดียว

ฟันของ ungulates ยุคใหม่ก็เป็นลักษณะของมันด้วย นิ้วสำหรับบดของฟันมี สันตามขวางซึ่งแยกจากกันโดยร่องลึกเพื่อบดหญ้า ฟันที่ไม่มีสันจะมีขอบแหลม (cusps) ทั้ง แต่ ๒ ขอดขึ้นไปบนพื้นกรามแต่ละซี่แทน (รูป ๑๑-๓, A) Ungulates ไม่มี clavicle ซึ่งทำให้การเคลื่อนไหวของคอเป็นอิสระมากขึ้นในการเล็มหญ้า มันเป็น mammals พวก- เดียวที่มีเขา (horns) แม้ว่าหลายชนิดจะไม่มีก็ตาม

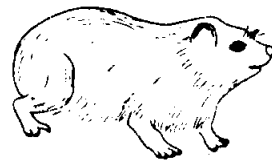
นอกจาก ungulates แล้ว ยังมีอีก ๓ orders ที่ยังมีชีวิตอยู่ ซึ่งคิดว่าอาจ จะวิวัฒนาการ(ลู่ออก)มาจากบรรพบุรุษที่เป็น ungulate ยุคแรก Orders ทั้ง ๓ คือ Proboscidea, Hyracoidea, และ Sirenia เรียกพวกนี้ว่า subungulates

Perissodactyla Perissodactyls ยุคใหม่มีอยู่ ๓ ครอบครัว คือ มา สมเสร็จ และแรด มันเดินบนปลายกีบเท้าของนิ้วซึ่งอาจมี ๑, ๓, หรือ ๔ (พบเป็น ครึ่งคราว) นิ้วหนักของร่างกายคกอยู่บนนิ้วเดียว (mesaxonic foot, รูป ๔-๒๕) Perissodactyls มักจะหมายถึง ungulates ที่มีนิ้วคี่ แต่สมเสร็จและแรดบางชนิด มีสี่นิ้วบนขาหน้า สามนิ้วบนขาหลัง

Artiodactyla Artiodactyls เป็น ungulates ซึ่งนิ้วหนัก ของร่างกายคกลงบน ๒ นิ้วเท้า ๆ กัน เท้าชนิดนี้เรียกว่า paraxonic foot (รูป ๔- ๒๔ และ ๔-๒๕) Artiodactyls ที่ยังมีชีวิตอยู่ มีนิ้วเป็นจำนวนคู่ แต่ artiodac-



Manatee (Sirenia)



Hyrax (Hyracoidea)

Fig. 3-29. Two subungulates: a sea cow (manatee) and a coney (Hyrax). A third subungulate, the mastodon, is illustrated in Fig. 11-6.

tyl ที่สูญพันธุ์ไปแล้ว • ชนิดเป็นอย่างน้อย มีห้าจำพวกหน้า Artiodactyls ได้แก่ หมู ฮิปโปโปแตมัส peccaries วัว อูฐ llamas กวาง antelope ยีราฟ และแกะ นอกจากหมู ฮิปโปโปแตมัส และเพคคารีแล้ว พวกที่เหลือออกนั้นจะมีกระเพาะที่ถูกแบ่งออกไม่น้อยกว่าสามส่วน บางครั้งก็สี่ส่วน (รูป ๑๑-๑๕) มันจะกลืนอาหารอย่างรีบร้อน แล้วก็ผ่านไปสู่อวัยวะ rumen ซึ่งเป็นส่วนแรกของกระเพาะ สัตว์เช่นนี้เรียกว่า ruminants เมื่อเวลาว่าง มันจะบดเคี้ยวอาหารที่ยังไม่ได้ย่อยกลับขึ้นมาตามหลอดอาหาร แล้วก็เคี้ยวใหม่โดยตลอดยิ่งขึ้น

Proboscidea Proboscidea เป็น order หนึ่งของ subungulates ซึ่งได้แก่ ช้าง mastodons และสัตว์พวกเดียวกับมัน มันมีงวง (proboscis หรือ trunk) ซึ่งประกอบด้วยริมฝีปากบนที่ยื่นออกไปอย่างมาก พร้อมกับรูจมูกอยู่ภายใน (รูป ๑๑-๖) มันมีเส้นผมน้อยและมีหนังหนา ขน พื้นหน้าของซากกรไกโรบนและ/หรือของซากกรไกโรกลาง จะยาวออกไปเป็นงา พันเขี้ยวไม่มีอยู่ และพันกรวมนั้นเป็นพันบคขนาดใหญ่มากเช่นเดียวกับ ungulates. Proboscideans เป็นสัตว์ใหญ่ และขาคือเสาของกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกือบอยู่ในแนวตั้ง มันมีห้านิ้ว ที่ปลายนิ้วมีกีบ เท้าเป็นแบบ digitigrade ทางด้านหลังของแต่ละนิ้วมีองเท้า (pad) ที่ยึดหยุ่นได้ซึ่งช่วยแบกน้ำหนักของร่างกาย

Hyracoidea Hyracoidea เป็น order หนึ่งของ subungulates ที่มีอยู่เพียงสกุลเดียวคือ Hyrax ตัวเล็ก ๆ ซึ่งรู้จักกันทั่วไปว่า coney. Conies มีลักษณะบางอย่างคล้ายกับ rodents และกระต่ายป่า (รูป ๑๑-๒๔) มันมีหูสั้น ร่างกายจะโค้งออกขณะพัก ริมฝีปากบนแยก (ปากแหว่ง) และพันหน้าเจริญอย่างต่อเนื่อง แม้ว่ามันจะเป็น plantigrade แต่การตรวจลักษณะแล้วปรากฏว่า มันเป็นสัตว์ที่ใกล้เคียงกับ ungulates มากกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ นิ้วทั้งหมด (ยกเว้นนิ้วเขี้ยว) มีกีบเล็กและแบนอยู่ที่ปลาย นิ้วมือโค้งลงเหลือสี่ และนิ้วเท้าเหลือสาม นิ้วกลางของเท้ายาวที่สุด มันมีพันกรวมเหมือนกับของ ungulates

Sirenia Sirenia คือ manatees และ dugongs (วัวทะเล) มัน เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่อ้วน รุ่มร่าม อยู่ในน้ำจืดหรือน้ำเค็ม มี snout ที่ยื่นออก ขน หนาเวทนา ซึ่งถูกปกคลุมด้วยขนหยาบ ๆ อยู่ทั่วไป (รูป ๑๑-๒๕) ส่วนที่เหลือของร่างกาย-

นั้นเปลี่ยนแปลงจากเส้นผมที่กระจายอยู่เล็กน้อย ขาหน้าคล้ายใบพาย แต่ภายในมีกระดูกกระยาง
ที่เป็นแบบฉับของสัตว์สี่เท้าคิกอยู่ ขาหลังไม่มีโดยสมบูรณ์ แต่มีโครงกระดูกภายในที่เป็นร่อง
รอยของขาหลังและกระดูกรองรับขาหลัง บางชนิดมีหางแบนในแนวนอนเหมือนกับของปลา
ผู้เขียนตำราบางท่านถือว่ามันเป็นเชื้อสายที่มีปกติมากที่สุดของบรรพบุรุษที่เป็น ungulate ขึ้น
ต่ำมาก

VARIATION, ISOLATION, และ SPECIATION ในขณะนี้เราได้มีการ
มองผาคของชนิดต่าง ๆ ของชีวิตสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีอยู่ แต่ variation ไม่ได้จำกัด
อยู่เฉพาะความแตกต่างระหว่างสปีชีส์ หรือแม้กระทั่งระหว่างประชากรที่อยู่แยกกันของสปีชีส์หนึ่งเท่า
นั้น Variation เกิดขึ้นภายในประชากร และแม้แต่ในระหว่างลูกครอกเดียวกัน ที่-
จริงแล้ว จะไม่มีชนิดที่เกิดจากการสืบพันธุ์แบบมีเพศที่จะเหมือนกันทุกประการ จำนวนชนิด
ของเซลล์สืบพันธุ์หรือของ homozygous genotypes ที่เป็นไปได้ด้วย genes n คู่จะ

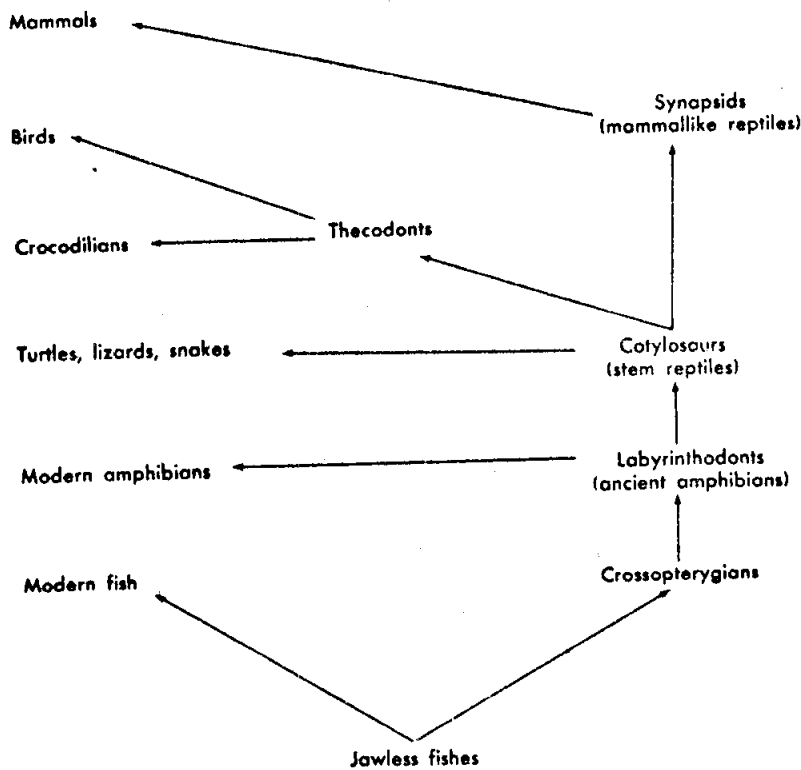


Fig. 3-30. Mainstreams of vertebrate evolution.

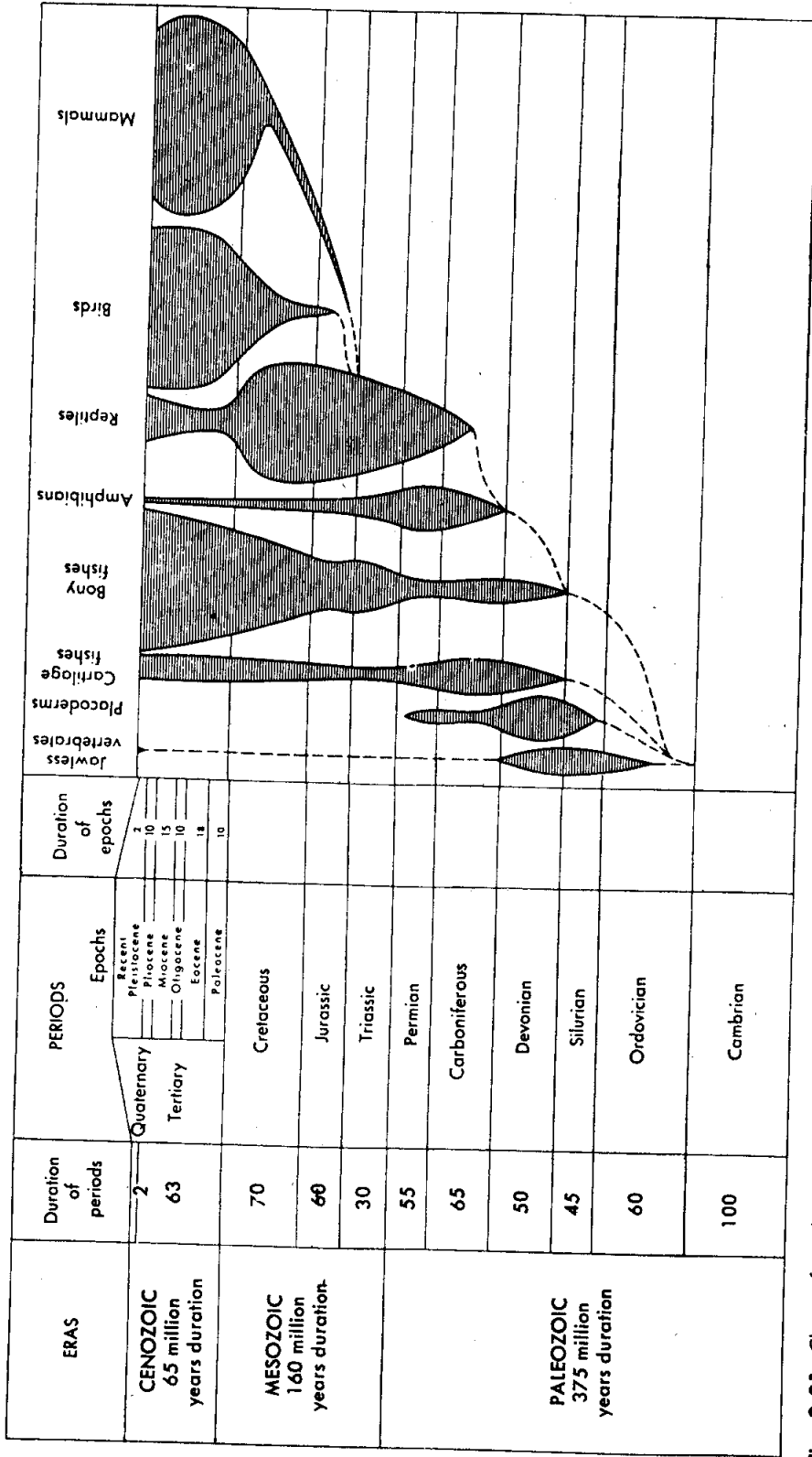


Fig. 3-31. Chart of geological time and a simplified family tree of the vertebrate classes, showing their range and relative abundance through time. Duration of periods and epochs is in millions of years. (Modified from Colbert: Evolution of the vertebrates, ed. 2, New York, 1969, John Wiley & Sons, Inc.)

เท่ากับ 2^n จำนวนชนิดของ genotypes ที่ต่างกันไปเป็นไปได้เท่ากับ 3^n แม้ว่าจะมี genes เพียง ๑๐๐ คู่เท่านั้นก็ตาม จำนวนชนิดของ genotypes ที่เป็นไปได้จะต้องเขียน คว้าเลขถึง ๔๔ ตัว และ genes ก็มีอยู่เป็นพันพันคู่ นอกจากนั้นยังมีแหล่งกลายพันธุ์ ถึง ๔๐๐ แห่งบน gene ตัวเดียว ดังนั้นจำนวนของการรวมกันที่เป็นไปได้ของลักษณะทาง พันธุกรรมจึงทำให้จินตนาการเขาไปได้ ยกตัวอย่างเช่น gastrohepatic artery ในประชากรของ Felis domestica บางทีก็ยาว ๒๐ มม. บางทีก็ยาว ๑ มม. หรือ gastric และ hepatic arteries อาจจะถูกตัดโดยอิสระ(แยกกัน) ดังนั้นจึงไม่มี gastrohepatic artery จำนวนของ variations ที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในเส้นเลือดแดงเพียงอย่างเดียวของประชากรใด ๆ เราก็สามารถพิสูจน์ได้ว่า เป็นปลาฉลามตัวนี้หรือ เป็นคน ๆ นั้นจากการดูเส้นเลือดแดงของเขาแต่เพียงอย่างเดียว ในทางปฏิบัติ เราน่าจะ คนทำได้ดีกว่านั้นเสียอีก เราพิสูจน์ว่าเป็นคนใดคนหนึ่งอย่างง่าย ๆ โดยการดูที่ผิวของใบหน้า และหัว หรือคู่มือซึ่งเกิดจากปลายนิ้วมือของเขา เราสามารถ(อย่างแน่นอน) จำสิ่งมีชีวิต ตัวใดตัวหนึ่งได้โดยการดูลำดับของ nucleotides ใน DNA ของมัน การเปลี่ยนแปลง ของยีนส์ในแต่ละคน(ตัว) ควบคุมกับการแยกจากกันโดยทางภูมิศาสตร์ ดูเหมือนว่าจะเป็นการค้นพบที่ สปีชีส์ใหม่วิวัฒนาการออกมา

อะไรจะเกิดขึ้นเมื่อกลุ่มเล็ก ๆ ของแต่ละตัวที่อยู่รอบนอกของประชากรหนึ่ง ออก ไปไกลจากสมาชิกตัวอื่น ๆ ซึ่งมันจะไปสร้าง colony ใหม่โดยไม่สัมผัสกับประชากรเดิม ? กลุ่มที่แยกออกมาโดยทางภูมิศาสตร์เช่นนี้ อาจจะมีชะตากรรม(ความเป็นไป) ใดอย่างหนึ่ง ใน ๓ อย่างคือ ถ้าแต่ละตัวไม่มีการปรับตัวต่อสิ่งแวดล้อมที่ใหม่กว่า มันก็อาจต้องสูญพันธุ์ไป หรือมันอาจผสมพันธุ์กับประชากรของสปีชีส์อื่นที่มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดที่อยู่ใกล้ ๆ ทำให้ เกิดเขตของพันธุ์ผสมขึ้น หรือเนื่องจากผลของการกลายพันธุ์ที่มีต่อประชากรหนึ่ง และโดยแรง กกดดันของการรวมกันใหม่และการคัดเลือก การเปลี่ยนแปลงทางยีนส์อาจเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ และประชากรทั้งสองก็อาจจะแยกกันโดยทางสืบพันธุ์ในที่สุด เมื่อมีการแยกกันโดยทางสืบพันธุ์ เกิดขึ้นแล้ว ก็จะมีสปีชีส์ใหม่เกิดขึ้น ระยะเวลาที่ต้องใช้สำหรับการเกิดสปีชีส์ใหม่โดยการแยก ทางภูมิศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง แต่การเกิดสปีชีส์ใหม่ขึ้นในที่สุดนั้น ดูเหมือนว่าแทบจะ หลีกเลี่ยงไม่ได้เลย

แม้ว่าสปีชีส์ใหม่ของสัตว์อาจจะเกิดขึ้นโดยบังเอิญขึ้นที่นอกจากการแยกกันโดยทาง-
ภูมิศาสตร์ก็ตาม แต่การเกิดของสปีชีส์ใหม่โดยการคัดเลือกตามธรรมชาติภายในประชากรที่ผสม
พันธุ์ระหว่างกันได้นั้น (การวิวัฒนาการของคาร์วิน) เป็นแนวความคิดที่นักศึกษาแห่งวิวัฒนาการไม่
ยอมรับกันอีกต่อไปแล้ว

ไม่เพียงแต่จะมีสปีชีส์ใหม่ปรากฏขึ้นในอัตราต่าง ๆ ในระหว่างยุคต่าง ๆ ของ
ประวัติของโลก ซึ่งขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงถึงชั้นสวดของหินฟ้าอากาศ
และภูมิศาสตร์เท่านั้น แต่สปีชีส์ก็ไต่หายไป ในอัตราต่าง ๆ กันด้วย ตั้งแต่เริ่มต้นของศตวรรษ
ที่ ๒๐ มา มีสัตว์ที่ไต่สูญพันธุ์ไปแล้ว (เท่าที่ทราบกัน) ๕๐ สปีชีส์ จำนวนสปีชีส์ที่ได้เกิดขึ้นมา
และที่ไต่สูญพันธุ์ไปนั้น มากกว่าจำนวนสปีชีส์ที่มีอยู่ในปัจจุบันเสียอีก เนื่องจากมีการเกิดและ
การตายของสปีชีส์อย่างค่อเนื่องกันมาโดยตลอด ดังนั้นสิ่งมีชีวิตในโลกนี้จึงเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ
ตั้งแต่ชีวิตได้ปรากฏขึ้นในโลกนี้เป็นครั้งแรก

สายสำคัญ ๆ ของวิวัฒนาการ สายสำคัญ ๆ ของวิวัฒนาการที่เริ่มจากปลาไบ
รามาจนถึงสัตว์สี่เท้ายุคใหม่ อาจจะผ่านสัตว์ต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในรูป ๓-๓๐ จึงสังเกตว่าสาย
บรรพบุรุษ จะผ่านสัตว์ที่โบราณมากซึ่งในปัจจุบันไต่สูญพันธุ์ไปหมดแล้ว รูป ๓-๓๑ แสดงถึง-
ความอุดมสมบูรณ์ของ classes ต่างของสัตว์มีกระดูกสันหลังผ่านเวลา

คำที่กระตุ้นความคิด คำนั้นมีความจำเป็นสำหรับแนวความคิด ยังมีคำมาก
ขึ้นก็ยังมีความคิดต่าง ๆ เพิ่มขึ้น คำต่อไปนี้กระตุ้นการคิดที่เกี่ยวกับหลักการวิวัฒนาการ ท่าน
จะต้องอ่านมัน ฟังมัน และใช้บางคำของมัน จะมีความแตกต่างของความเห็นในคำการ
อธิบายของคำส่วนใหญ่ แต่อย่างไรก็ตามถ้าความตั้งใจต่อคำเหล่านี้กระตุ้นให้มีการอภิปราย
ขอสรุปของมันจะต้องยุติธรรม

Primitive หมายถึง การเริ่มต้นหรือที่เกิด Primitive
trait คือลักษณะที่ปรากฏในบรรพบุรุษ จากบรรพบุรุษนี้จะเกิดเป็นสปีชีส์ต่อ ๆ มา ซึ่งบางสปี-
ชีส์อาจจะยังมีลักษณะนี้อยู่ โนโตคอร์คเป็นลักษณะที่ primitive เพราะว่ามันเกิดขึ้นใน
chordates พวกแรก Placoderms เป็นปลาที่ primitive เพราะว่ามันเป็นผู้
ให้กำเนิดของปลาต่อ ๆ มา สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมโบราณที่กินแมลงเป็น primitive

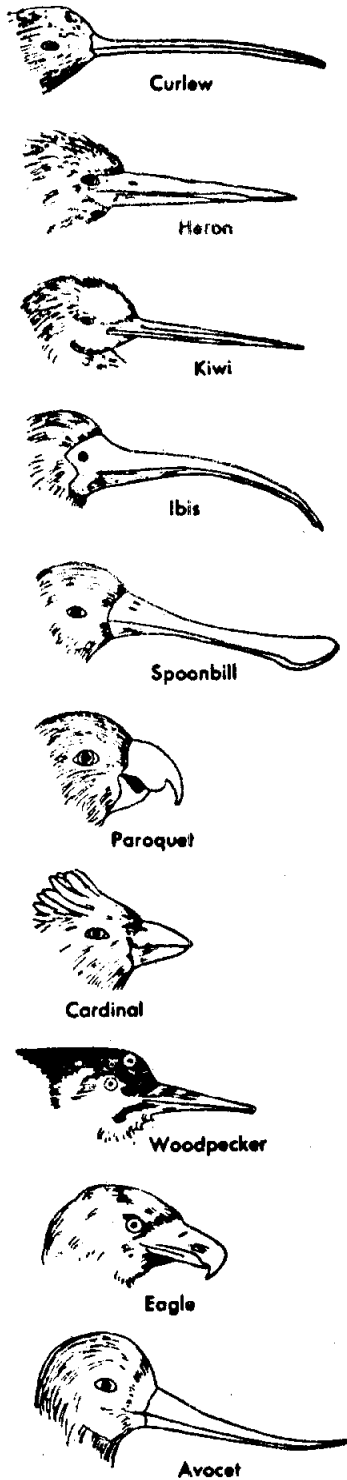


Fig. 3-32. Specializations of the beak in a few birds.

เพราะว่ามันให้กำเนิดแก่สัตว์ต่อ ๆ มาที่มีเส้น
 หน (hair) และคอมมันัม บางแห่งใน
 สายวิวัฒนาการจะมีโพรมะที่ primitive
 และสปีชีส์ที่ primitive ของคน แต่
 อย่างใดก็ตาม เราไม่สามารถแน่ใจได้เสมอไป
 ว่าโครงสร้างที่กำหนดคิไ่นั้นเป็น primitive
 ยกตัวอย่างเช่น lateral neural car-
 tilages ของ agnathans จะเป็น pri-
 mitive ใดก็ต่อเมื่อมันได้แสดงสภาพดั้งเดิม
 ซึ่งได้วิวัฒนาการมาเป็นกระดูกสันหลังที่เป็นแบบ
 ฉบับในเวลาต่อมา เท่านั้น

Generalized หมายถึง
 โครงสร้างที่ (อย่างน้อยที่สุดก็ในผู้สืบเชื้อสาย
 บางชนิด) ได้รับการดัดแปลงต่อ ๆ มาเพื่อให้
 เหมาะสมต่อสภาพต่าง ๆ มือของสัตว์กิน
 แมลงเป็นลักษณะมือที่ generalized ของ
 สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม มันสามารถที่จะวิ-
 วัฒนาการไปเป็นปีกของค้างคาว กีบของม้า ขาใบ-
 พายของแมวน้ำ และมือของไพรเมท กลุ่ม
 ที่ generalized ของสัตว์แสดงว่ามัน
 เหมาะสมทางยีนส์สำหรับวิวัฒนาการแบบลู่ออก
 นั่นคือวิวัฒนาการในหลายทิศทาง Laby-
 rinthodonts คือสัตว์สี่เท้าที่เป็น gene-
 ralized คำว่า "generalized"
 และ "primitive" มีข้อแตกต่างกันคือ
 คำแรกหมายถึง สถานะของความสามารถใน

การคัดแปลงให้เหมาะสม ส่วนคำว่า primitive หมายถึงสถานะของการเป็นบรรพบุรุษ
 สภาพที่เป็น specialized คือสภาพที่หมายถึงการเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับตัว
 ปีกของสัตว์มีกระดูกสันหลังก็คือ specialization ของขาหน้า จะงอยปากนกเป็น
 specialized ของชากรรไกรบนและล่าง (รูป ๓-๓๒) จะงอยปากอาจจะคล้ายเข็มเพื่อ
 สกัดน้ำหวานจากดอกไม้ (นกสีชมพู) คล้ายส่วเพื่อเจาะรู(นกหัวขวาน) คล้ายตะขอเพื่อแทง
 และฉีกเหยื่อที่จับได้(เหยี่ยว อินทรี) ยาวและแหลมเพื่อจับปลาที่กำลังว่ายน้ำรวมทั้ง lizard-
 ds และเหยื่ออื่น ๆ (นกยาง) หรือโค้งขึ้นเพื่อสกัดตัวหนอนจากรู (hula ตัวเมียของนิวซี-
 แอนด์) Specialization ที่เพิ่มขึ้น หมายถึง adaptation ที่เพิ่มขึ้น Spe-
 cialization ยิ่งมากขึ้น ความสามารถสำหรับการเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับตัวอาจจะยิ่งน้อยลง
Modified หมายถึงสถานะใด ๆ ของการเปลี่ยนแปลงจากสภาพที่เป็นอยู่
 ก่อน(สถานะที่กลายพันธุ์ไป) ถ้าการมีกระดูกเป็นลักษณะที่ primitive แล้ว โครงกระดูก
 ที่เป็นกระดูกอ่อนทั้งหมดจะเป็น modifications ของสภาพ Modification
 (การหายไปของความสามารถที่จะสร้างกระดูก) จะเป็น specialization ถ้ามันไป
 เปลี่ยนแปลงสัตว์เพื่อปรับตัว Modifications ไม่จำเป็นจะต้องปรับตัว และถ้ามันไม่,
 มันอาจจะเป็นส่วนแห่งความตายของสปีชีส์ เพราะการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ก็เพื่อที่จะทำให้สัตว์
 มีการแข่งขันน้อยลง ร้อยกว่าจะเป็น modification ซึ่งพิสูจน์ว่าเป็น preadapta-
 tive (preadaptations คือ modifications โดยบังเอิญ ที่ทำให้ผู้สืบเชื้อสาย
 สามารถเข้าไปสู่ที่อาศัยแห่งใหม่ หรือสามารถต่อสู้กับสภาพต่าง ๆ ที่ไม่ได้มีอยู่ในขณะที่มีการ
 modification)

คำว่า higher และ lower หมายถึงตำแหน่งของกลุ่มสำคัญ ๆ ในต้นไม้แห่ง
 วิวัฒนาการ นกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้วิวัฒนาการมาจาก cotylosaurs ดังนั้นจึงพูด-
 ว่าเป็นนกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสูงกว่า (higher) cotylosaurs ในบทความนี้ คำ
 มีความหมายบางอย่าง บางครั้งคำก็ถูกใช้เพื่อแสดงความห่างห่างการกลายพันธุ์ของกลุ่มที่กำ
 หนดให้จากบรรพบุรุษร่วมเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นบางกลุ่ม การที่สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมถูก
 พิจารณาว่าสูงกว่า (higher) นก ในแง่ของความจริงที่ว่าทั้งคู่ได้วิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษร่วม
 กันหรือ ? ในบทความนี้ คำอาจจะทำให้เกิดความเข้าใจผิดได้ นอกจากนั้น คำยังอาจ

ไม่มีความหมายเมื่อใช้เปรียบเทียบสกลหนึ่งภายในกลุ่มหนึ่ง กับอีกสกลหนึ่งภายในกลุ่มอื่น เช่น เมื่อเปรียบเทียบกบยุคใหม่กับปลาเสือ หรือคนกับนกสีชมพู เป็นต้น

Simple เป็นคำที่หมายถึง การไม่มีความซับซ้อนของส่วนประกอบ สถานะที่เป็น simple ไม่จำเป็นต้องเป็น primitive ทะเลของมนุษย์นั้นเป็น simple เมื่อเทียบกับของปลากระดูกแข็ง แต่ทะเลมนุษย์ไม่ได้เป็น primitive. Primitive อาจจะห่างไกลจาก simple เสียด้วยซ้ำ

คำว่า advanced ควรจะหมายถึง modification ในทิศทางของการคัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมต่อไปอีก แต่โชคไม่ดีที่คำนี้มีความหมายว่าเจริญก้าวหน้า ดังนั้นจึงนำไปสู่ความเข้าใจผิด มันเป็นเรื่องของความเห็นของสปีชีส์หนึ่ง คือคน ไม่ว่า modification ในสปีชีส์จะโคแทนหรือแทน progress หรือไม่ก็ตาม วลีที่ว่า "more recent" หรือ "more specialized" อาจจะมีหมายถ้อยดีกว่าคำว่า "advanced"

Degenerate เป็นคำที่มีคุณค่าอีกคำหนึ่ง เช่น บางครั้งก็ถูกนำไปใช้กับพวกปลาปากกลม โดยผู้ที่คิดว่าพวกปลาปากกลมนั้นไม่มี กระดูกขากรรไกร ระวังคูดู กระดูกในผิวหนัง และลักษณะอื่น ๆ ของสัตว์มีกระดูกสันหลังที่เป็นแบบฉบับ แต่อย่างไรก็ตาม สภาพของพวกปลาปากกลมนั้นแทนการคัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมต่อสถานะที่เป็นกิ่งปรสิด และการเป็นเช่นนี้ จึงอาจเรียกว่ามันมีลักษณะ "specialized" ดีกว่า พวกปลาปากกลมเหล่านี้อาจจะได้ specialized ตัวเองให้เข้าไปอยู่ในสถานะของ neosimplicity! การที่จะเรียกพวกมันว่า "degenerate" นั้นจะดูเหมือนว่าเป็นการลดค่าของลวเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับตัว Degenerate ดูเหมือนว่าจะจะเป็นคำที่ควรหลีกเลี่ยง

คำว่า vestigial และ rudimentary ต้องการคำอธิบาย ส่วนน้อยที่เหลืออยู่ทางประวัติวิวัฒนาการ ซึ่งโคเจริญคิดว่าในบรรพบุรุษเรียกว่า vestigial ขาหน้าของปลาวาฬเรียกว่าเป็น vestigial เพราะวบบรรพบุรุษของปลาวาฬเป็นสัตว์สี่เท้าที่มีระยางของสัตว์สี่เท้าที่ทำหน้าที่โค ดูงไขแคงของคัพพะของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมเป็น vestigial คำว่า rudimentary ถูกใช้สองทัศนะที่ต่างกันคือ phylogenetic และ ontogenetic ในทัศนะ phylogenetic โครงสร้างที่โคถกถายมาใช้ประโยชน์โคสมบุรุษโคขึ้นในผู้สืบเชื้อสาย ก็เรียกว่าเป็น rudimentary ในบรรพบุรุษ ยกตัวอย่างเช่น lagena ของ

หูส่วนในของปลา บางทีก็เรียกว่าเป็น rudimentary cochlea เพราะว่ามันได้วิวัฒนาการไปเป็น cochlea ในสัตว์ยุคหลัง ๆ ในทัศนะ ontogenetic โครงสร้างที่ไม่เจริญหรือเจริญไม่เต็มที่เรียกว่าเป็น rudimentary หรือ muellerian อาจจะไม่ถือว่าเป็น rudimentary ในสัตว์มีกระดูกสันหลังตัวผู้ส่วนใหญ่ มันไม่นับเสมอไปว่า จะแน่ใจว่าโครงสร้างอย่างหนึ่งควรจะเรียกว่าเป็น rudimentary หรือว่า vestigial. Pseudobranch ของปลาดาลม Squalus acanthias จะเป็น vestigial ถ้ามันหมายถึงเหงือกที่ (ในพวกบรพบรูซ) มีนิ้วเหงือกทำหน้าที่อย่างเต็มเปี่ยม แต่อย่างไรก็ตาม ถ้า pseudobranch คือความสามารถของนิ้วเหงือกในอนาคต (จะกลายเป็นเหงือกที่ทำหน้าที่ได้ในอนาคต) ก็เรียกว่ามันเป็น rudimentary ความเห็นส่วนใหญ่ก็คือว่า มันเป็น vestigial