

愛知の大地のなりたち 6 顕生代②

顕生代はさまざまな生物が出現し、繁栄、衰退、絶滅を繰り返します。したがって、主に生物の盛衰に関する話題が中心になることが多いです。「大量絶滅」・「植物の進化」・「恐竜」・「両生類・爬虫類・哺乳類の形態変化」について紹介します。

(1) 大量絶滅

地質年代区分は主に古生物（化石）の変化で決められています。その中でも大きく生物が変化（絶滅）したことを大量絶滅と呼び、図1に示された5回（赤字）が有名です。この図は Raup や

Sepkoski らによる、化石として残りやすい海生生物（おもに表層水に生息）の科の数の変化を示しています。絶滅の原因は、よくわからない部分が多いですが次のように考えられています。

①オルドビス紀末の絶滅は氷河の発達による気温低下、②デボン紀後期は、気温の低下と、海洋無酸素事変、③ペルム紀末はスーパープルームの活動による環境変化、④三畳紀末は海水面の低下、気候の乾燥化、⑤白亜紀末は小惑星の衝突による環境の激変（有名な恐竜絶滅の出来事です）などが考えられています。

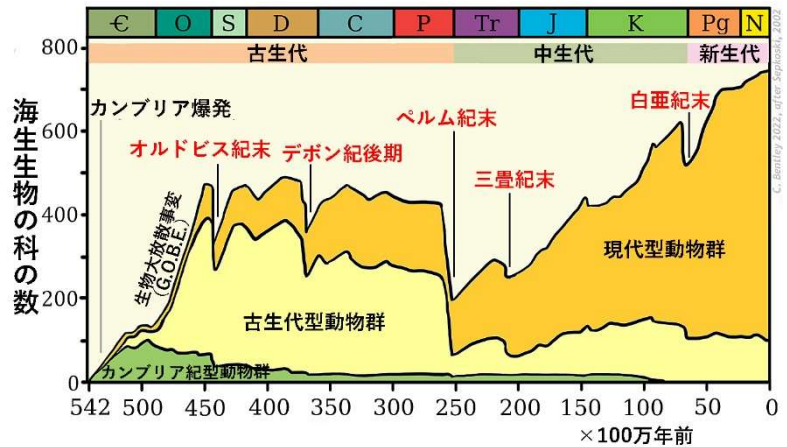


図1 大量絶滅 (URL1を改)

いろいろな説があるようです。海洋底の無酸素化は有機物（生物の遺骸など）の埋積量の増加によって底層の海水中の酸素が消費されて引き起こされます。また、有機物が海底に堆積することは、大気や海洋表層から CO₂ を除去して隔離するため、寒冷化の原因になりました。超大陸の形成も影響を与えます。小さな大陸が集まることによって、海岸線（沿岸域）が減ります。すると多くの生物の生息域だった地域が失われるからです。図1のカンブリア紀型動物群は、オルドビス紀には減少するグループで三葉虫、エオクリノイド(棘皮動物)などです。古生代型動物群は、オルドビス紀以降に多様性が増え、古生代末に激滅するグループで、腕足類、苔虫類、花虫類（サンゴ・イソギンチャクのなかま）などで、現代型動物群は、中生代以降に多様性の増えるグループで、節足動物、二枚貝類、脊椎動物などが含まれます。

(2) シダ植物以後の植物の進化

高く大きく成長したシダ植物は、巨木の森を形成していきました。CO₂ 濃度が高い石炭紀には大量のシダ植物が朽ちて地上に堆積し、微生物が分解できる量をはるかに超えていたため、腐ることなく地中に埋まって石炭に変化していきました。しかし、シダ植物の盛んな光合成などによって CO₂ 濃度が下がり、石炭紀の終盤には寒冷化が始まり、ペルム紀にはシダ植物は絶滅していきます。シダ植物の生殖は孢子によるものです。孢子は風によって散乱しやすいのですが、乾燥に弱く発芽の時期を調整できず、一旦発芽してしまうとその成長を止められないという特徴があります。一方

で、種子は最適な時期まで発芽を止められ、発芽すると胚乳から胚に養分が供給されるため急速な成長が可能です。デボン紀後期頃には種子植物（裸子植物）が出現したようです。種子植物の雄性配偶子は、花粉の中につくられる精細胞で、通常花粉管により雌性配偶子の卵細胞まで運ばれるため、受粉や受精時に外界の水を必要としません。裸子植物のイチョウとソテツの仲間は花粉管内で精子が形成され、シダ植物の精子と同じ様に卵細胞まで泳いでいきます。種子の内部には胚があり、さらに成長の初期の栄養分となる胚乳を備えています。中生代になるとそれまでのシダ植物に代わって裸子植物が繁栄し、分布を内陸部まで拡大していきます（図 2）。ペルム紀から三畳紀にかけてパンゲア大陸が分裂をはじめ火山活動も盛んになり、火山からもたらされた CO₂ によって地球の温暖化が始まります。高く太くなった裸子植物は草食恐竜を大型化させました。裸子植物では胚珠（種子になる部分）がむき出しです。裸子植物の種子による繁殖は、風だけを頼りにしていたためゆっくりとした時間のかかったため、やがて衰えていきます。

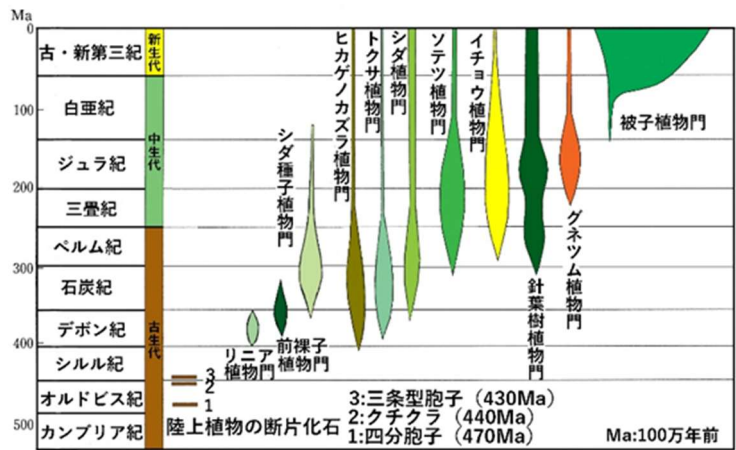


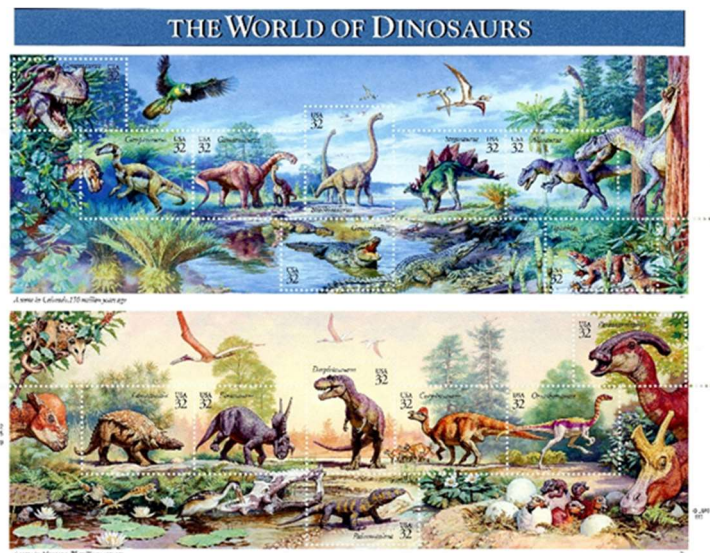
図 2 植物の進化（沢田ほか，2008 を改）

1.5 億年前ころには被子植物が出現したようです。被子植物は裸子植物ではむき出しであった胚珠をめしべの中（子房）に閉じ込めてしまい、胚珠を完全に乾燥から防ぐことに成功しました。さらに異なった種類の花粉が侵入することを防ぎました。また、雌性配偶体を裸子植物より小さくすることによって受精に要する時間を大幅に短縮できました。また、被子植物は頻繁に枝分かれをして樹形が複雑なものになりますが、このことは枝が折れた時の回復力の早さを示しています。花を咲かせる顕花植物はその繁殖に昆虫を利用できました。これは受精が短時間で済むことを意味します。さらに、種子を果実で包むという方法も編み出しました。果実の発達によって、動物による種子散布の可能性を広げ、さらに、花の構造が複雑化することによりおもに昆虫類により花粉が運搬される仕組みが発達します。果実の形成は昆虫以外の動物や鳥を介した繁殖が可能になりました。送粉や種子散布を通じて被子植物は動物との相互関係ができ、植物は花や果実が、動物は主に口の形態が互いにより密接な関係になるような方向に変化していきます。これを共進化といいます。

（3）恐竜

恐竜は大人にも子供にも人気のある古生物で、世界各国で切手もつくられています（図 3）。恐竜は三畳紀中期に出現したものが起源とされています。三畳紀末の大量絶滅を生き延び、その後

図 3 恐竜切手（USA で購入したもの）→



のジュラ紀と白亜紀を通して陸生脊椎動物の頂点に立ちました。白亜紀末の大量絶滅（小天体の衝突）により、鳥類を除くすべての種が絶滅しました。最も大きな特徴は直立歩行です。かつては変温動物とされていた恐竜は、温血動物と考えられるようになり、R. Bakker.が描いた恐竜の復元図のころから、その尾は地面に引きずる姿でなく、地面から離れた活動的な姿に変わっていきました。恐竜（イグアノドン：*Iguanodon*）を最初に発見した人はイギリスの G. Mantell（図4）とされています。イグアノドンは白亜紀前期（約1.26億~1.13億前）のヨーロッパに生息していたとされ、1878年にベルギーのベルニサール炭鉱から30体以上の完全な全身骨格化石が発見されています。現在この化石はベルギー王立自然史博物館に展示されています。多数の倒れた状態のイグアノドンの化石は迫力がありました。日本では1934年に発見された *Nipponosaurus sachalinensis* Nagao が最初で、現在の日本領土では、1978年に岩手県岩泉町で発見された竜脚類の上腕骨が最初です。保存の良さでは2003年北海道むかわ町（図5）で発見された *Kamuysaurus japonicus* が有名です。恐竜の話題で一番なのは、1996年、中国で発見された羽毛の痕跡のある *Sinosauropteryx* です。現在では、鳥類は恐竜に分類されています（図6）。獣脚類は肉食性、竜脚類は草食性です。ある学会の巡検でアメリカに恐竜発掘現場や、多くの足跡化石産地（図7）を見にいったことがあります。道端に多数の恐竜の骨片が含まれた岩塊が転がっていました。恐竜の骨化石を一つだけいただきました。ちなみに、恐竜は陸上生活をするものだけを行いますので、魚竜や翼竜は恐竜ではありません。



図4 マンテルが採集したイグアノドンの歯
(大英自然史博物館で撮影)

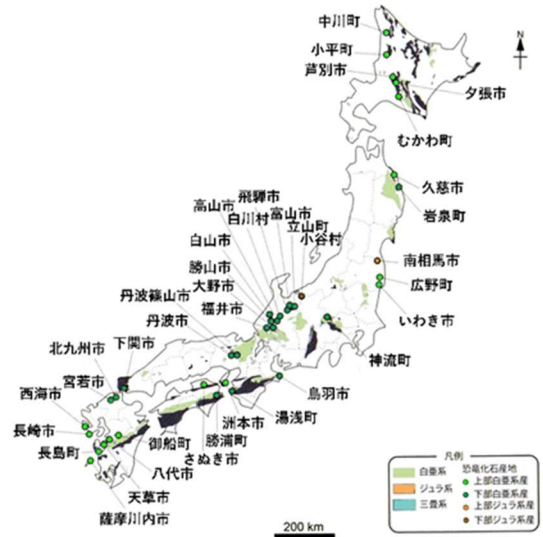


図5 日本の恐竜産地（小林, 2020を改）

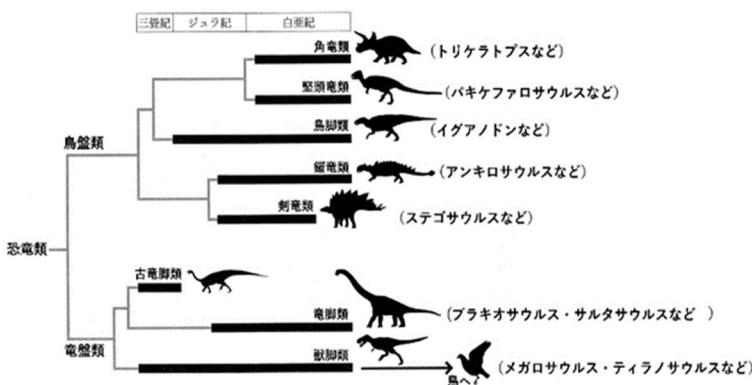


図6 恐竜の分類（沢田ほか, 2008を改）

図7 恐竜の足跡化石→
(USA Arizona Kayenteで撮影)



(4) 両生類・爬虫類・哺乳類の進化

陸上動物は、乾燥、行動、生殖などに対応しながら進化していきました。陸上生活が可能になったのは①空気呼吸のための肺、②自分の体を支え、かつ、進めるための運動器官の足、③代謝効率をよくし、運動の持続性に役立つ心臓（2心房1心室）等の分化がおこったことにあると考えられます。

両生類は、卵と幼生が多くの水を必要とするために、一生を通して陸上でくらすことはできません。卵はゼリー質の膜に包まれているだけで乾燥に弱く、幼生はエラ呼吸で、完全な水中生活者です。

爬虫類は、陸上で産卵し、卵を孵化させる有羊膜卵を獲得しました（有羊膜類）。有羊膜卵は堅い丈夫な卵殻に包まれた半浸透性の卵殻膜を持ち、内部の水分を保ちながら O₂ や CO₂ を通気することができます。卵殻膜内にある胚は羊膜に包まれ孵化するまでの、閉ざされた卵の中で栄養を補給するための卵黄嚢と排泄物の蓄積のための尿膜を持っています。

哺乳類の出現時期は、爬虫類とあまり離れてはいないようです。羽毛や体毛によって保温性が良い恒温動物です。哺乳類は爬虫類から進化したとされてきましたが、現在は、両生類から有羊膜類が進化し、双弓類と単弓類が出現し、哺乳類は、この両生類から進化した単弓類（側頭窓がひとつのもの：爬虫類とは別物）から進化したと考えられています。

メスとオスの分化も生物の繁栄に大きな影響を与えました。仲間（個体）を増やす効率は無性生殖の方がいいのですが、同じ遺伝子セットのコピーを繰り返すため、環境の変化に、全個体が適応できずに共倒れ（絶滅）してしまう可能性があります。それに対応するためにも有性生殖（メスとオスの存在）は有用です。受精して、個体に成長する（胚発育）までには栄養が必要ですが、その栄養を蓄えた配偶子として卵が進化します。一方、卵は栄養を蓄えた分、個体は大きくなり、1回に生産できる数に限りが生じます。数が減れば配偶子同士が出会う確率は低くなってしまいます。そこで限られた卵子に対して、サイズを小さくすることで、大量に生産可能な配偶子（精子）が進化します。さらにこの小さな精子は大きくて動きにくい卵子との遭遇確率を上げるための運動性も備わるようになりました。こうして配偶子に卵と精子という二型が生まれ、それぞれを生産するのに特化した個体としてメスとオスが生まれました。そして、生物が進化して複雑になるにつれ、メスとオスの間の形態的・機能的な差異はどんどん大きくなっていきました。

引用・参考文献

川上紳一・東條文治, 2009, 地球史がよくわかる本. 秀和システム, 382 p.




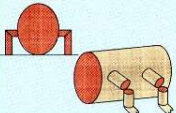
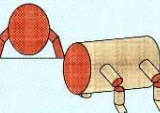
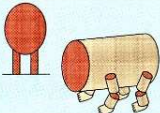






小林快次, 2020, 地球・惑星・生命. 90-101. 東大出版会.

沢田 健ほか, 2008, 地球と生命の進化学. 北海道大出版会, 272 p.

谷合 稔, 2014, 地球・生命-138億年の進化. SBクリエイティブ, 270p.

URL1 : <https://opengeology.org/historicalgeology/mass-extinctions/>

両生類・は虫類・ほ乳類の形態変化

	両生類	は虫類	ほ乳類
肺			
	肺は硬骨魚類の浮き袋が発達したものであるが、両生類からは虫類、ほ乳類の順に肺胞が細かく枝分かれしていく。ほ乳類では肺胞の表面積が大きい		
四肢			
	両生類やは虫類では、四肢が横に突きだしているため体を十分に支えることができないが、ほ乳類は下に伸びているため、体を支えることができる		
皮膚			
	両生類やは虫類では角質層が発達し、体表からの水分の蒸発が抑制されているが、ほ乳類の体表は保温機能をもつ毛におおわれている		
胚嚢の形成			
	両生類やは虫類の胚には胚膜が備わり、胚は羊水中で発生するが、ほ乳類では胚膜は母体の中で胎盤を形成する		