



ILLUSTRATED HANDBOOK

化石图鉴

不可思议的 化石鉴赏图典

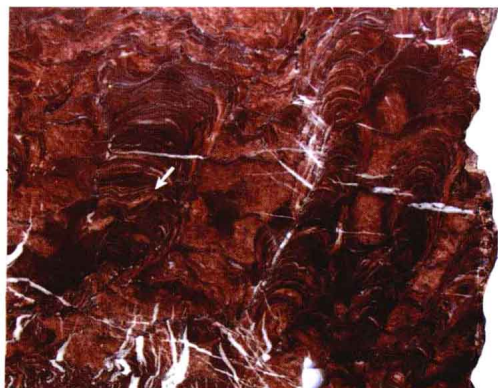
[日] 利光诚一 中岛礼◎著 杨润青◎译

ILLUSTRATED HANDBOOK

化石图鉴

不可思议的 化石鉴赏图典

[日]利光诚一 中岛礼◎著 杨润青◎译



河北科学技术出版社

TITLE : [化石図鑑]

BY : [利光誠一・中島礼]

Copyright © 2011 Rei Nakajima / © Seiichi Toshimitsu

Original Japanese language edition published by Seibundo-Shinkosha Publishing Co., Ltd.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the publisher.

Chinese translation rights arranged with Seibundo-Shinkosha Publishing Co., Ltd., Tokyo through Nippon Shuppan Hanbai Inc.

本书由日本诚文堂新光社授权北京书中缘图书有限公司出品并由河北科学技术出版社在中国范围内独家出版本书中文简体字版本。

著作权合同登记号：冀图登字 03-2013-078

版权所有·翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

化石图鉴：不可思议的化石鉴赏图典 / (日) 利光诚一, (日) 中岛礼著; 杨润青译. -- 石家庄: 河北科学技术出版社, 2013.10

ISBN 978-7-5375-6478-6

I . ①化… II . ①利… ②中… ③杨… III . ①化石 - 鉴赏 - 图集 IV . ① Q911.2-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 237674 号

化石图鉴：不可思议的化石鉴赏图典

[日] 利光诚一 中岛礼 著 杨润青 译



策划制作：北京书锦缘咨询有限公司 (www.booklink.com.cn)

总策划：陈庆

策划：曹洪峰

责任编辑：刘建鑫 蒋超

设计制作：王青

出版发行 河北科学技术出版社

地 址 石家庄市友谊北大街 330 号 (邮编：050061)

印 刷 北京瑞禾彩色印刷有限公司

经 销 全国新华书店

成品尺寸 170mm × 240mm

印 张 12.5

字 数 120 千字

版 次 2014 年 1 月第 1 版

2014 年 1 月第 1 次印刷

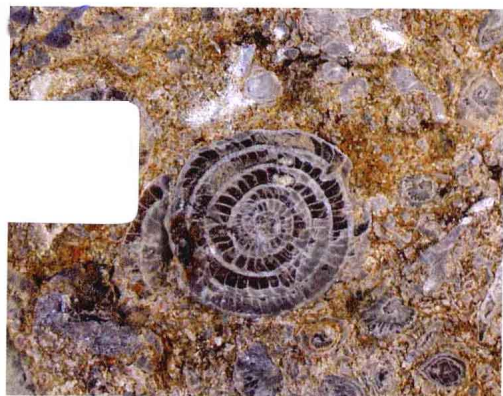
定 价 59.80 元

ILLUSTRATED HANDBOOK

化石图鉴

不可思议的 化石鉴赏图典

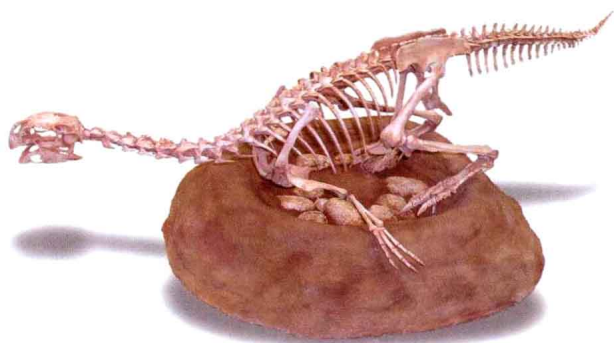
[日]利光诚一 中岛礼◎著 杨润青◎译



河北科学技术出版社

目录

前言	4	泥盆纪	53
写在阅读本书前	5	石炭纪	68
地球的历史	6	■菊石类	78
生命的历史	10	二叠纪	80
化石是什么?	14	中生代	
化石的种类(保存)	16	三叠纪	90
用地质图寻找化石	20	侏罗纪	96
判定地层年代的微体化石	22	白垩纪	111
前寒武纪时代	26	新生代	
古生代		古第三纪	134
寒武纪	30	新第三纪	141
■三叶虫	38	■新生代贝类化石群体的变迁	142
奥陶纪	40	■中新世的植物化石群	152
志留纪	47	第四纪	160



■第四纪长鼻类的进化·····	173
生物分类和学名·····	177
地质调查和化石采集的工具	
清理化石·····	178
体验化石采集·····	180
化石复制品的制作方法·····	184
学习了解化石·····	192
索引·····	195
后记·····	199



前言

地球诞生于46亿年前。地球初期的环境十分恶劣，还不能孕育生命。但不久海洋形成了，最初的生命也在大约40亿年前诞生了。但我们现在能确认的最早生物化石是35亿年前的细菌化石，在此后的30亿年里，是一个藻类和细菌缓慢进化、繁荣壮大的时期，以明确的生物形态能被容易识别的“化石”留存下来的很少很少。直到大约6亿年前，能识别的大型生物化石出现了，在此后的数亿年里，生命的大繁荣便可通过化石记录而被现在的我们知晓。

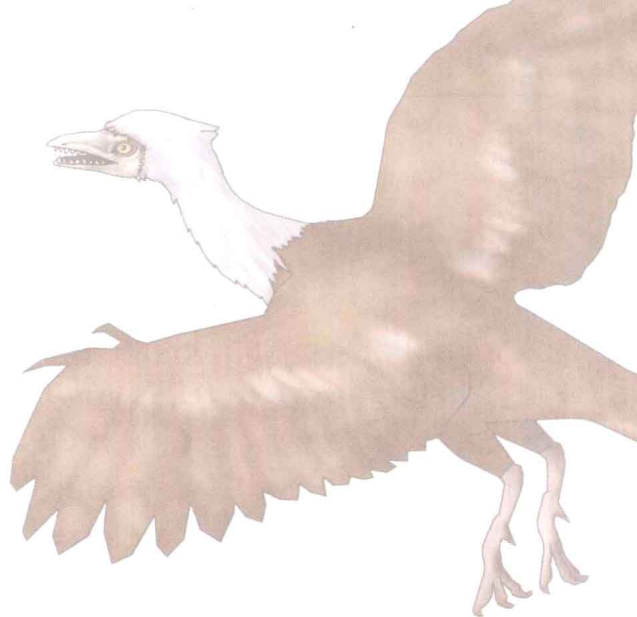
一般我们很容易这么理解：生命的历史按顺序不断进化，才产生了现在这个物种丰富的世界。但是，伴随着生命的进化，物种的灭绝也在频繁地发生着，所以说现在我们的存在其实是偶然的結果。

仅已知的未灭绝的生物种类有约175万种。此外，到目前为止的古生物学研究表明，有记载的化石种类有约25万种。这些数字只是已知的数据，其实地球上曾存在多得难以计量的生物。根据对古生代以后的物种数估算的研究，总数量超过了9亿种。这样看来，地球上生命的历史就是一个新物种的出现和旧物种的灭绝不断交替发生的过程。

化石反映了生物的进化和灭绝，生物的进化表明古生物对地球过去的变化是如何应对的，反之生物的灭绝告诉我们古生物对地球的变化没能做出适当的反应。如今，温室效应等环境问题成为了人类面临的重大课题。此项探寻化石及地球环境变迁历史的研究虽然是一种对过去发生的事的探究，但其实对我们将来应该怎样生存下去，也有许多启示。化石不仅仅让我们感受到了悠久的太古浪漫。就像标题“地球的历史”那样，它们将为我们将来的发展而得到运用。

中島礼

利光誠一



写在阅读本书前

所谓标准化石，就是指在某个特定的时代范围（或者是年代范围）存活过，能代表那个时代的化石种类。这里提到的时代范围可以是几千年，也可以是几千万年。根据研究对象的不同，距今时间有长有短，本书介绍的化石是指生息年代从小范围到大范围的物种的化石以及现今依然存活着的物种的化石。因此本书中提到的化石，从严格意义上讲并非全是标准化石，我们只是要告诉读者在一个时代存活过的具有代表性的生物化石记录。

本书基本可分为三个部分：1.地球和生命的历史，什么是化石，微体化石的年代。2.每一时代化石的介绍。3.化石的研究方法，化石复制品的制作，能了解到化石的博物馆，对今后想研究化石的读者提供信息。本书如能为对化石感兴趣的读者、今后想更多了解化石的读者以及想更加加深对化石了解的读者有一些帮助的话，我们将深感荣幸。

本书记载的全部化石都来自位于日本茨城县筑波市的独立行政法人产业技术综合研究所的地质标本馆中登录或藏有的标本（微体化石和生痕化石除外）。书中GSJ F、GSJ M、GSJ R后的五位数字是地质标本馆中标本的登录号码。F代表化石（fossils）、M代表矿物（minerals）、R代表岩石（rocks）。

■ 地球的历史 ■

■ 地球的构造

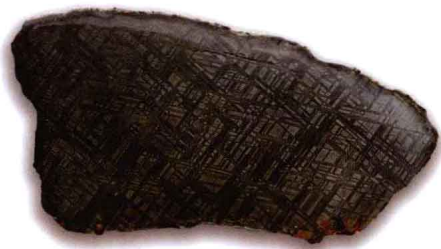
我们所生活的地球已经有46亿岁了。这是通过对陨石中铅的同位素测定估算出来的。所以这不仅是地球的年龄，也是整个太阳系的年龄。最初的地球是大大小小的陨石相互冲击聚集而形成的巨大的块状物体。那时，陨石冲击带来的能量将地球熔化成半液体状，因而也被称为岩浆洋时代。随着地球的逐渐冷却和自转运动，在

地球内部密度大的物质汇集到中心，密度小的物质聚集到表层，于是便形成了从中心到内核、外核、地幔、地壳的层次构造。

从西澳大利亚地块中发现的矿物质可以推测地壳形成于大约44亿年前，地球的板块构造大约是在40亿年前开始的。



地球形成的岩浆洋时代



铁镍合金的铁陨石

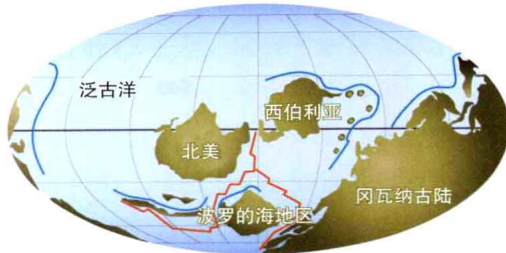
产地：瑞典 横长：约13.5cm GSJ M04009

■ 板块构造

地球的表层有着厚度100km左右的被称作岩石层的板块，地球被十几个这样的板块覆盖着。在板块运动活跃的板块边界，时常会有地震和火山活动。作为板块边界的例子，在大西洋的中央海域就有，那里的岩浆从地下喷出形成新的板块。冰岛恰

好位于那片海域的正上方，所以经常有火山喷发。

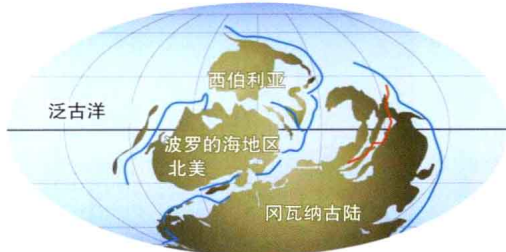
日本列岛近海有日本海沟、相模海沟、南海海沟，也有板块下沉到地幔形成的海沟。在这里太平洋板块沉入日本海沟，菲律宾海板块沉入南海海沟，以上活



古生代初期



中生代末期

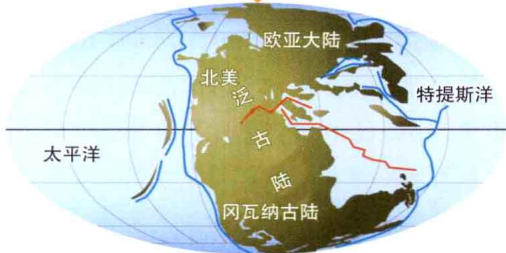


古生代中期



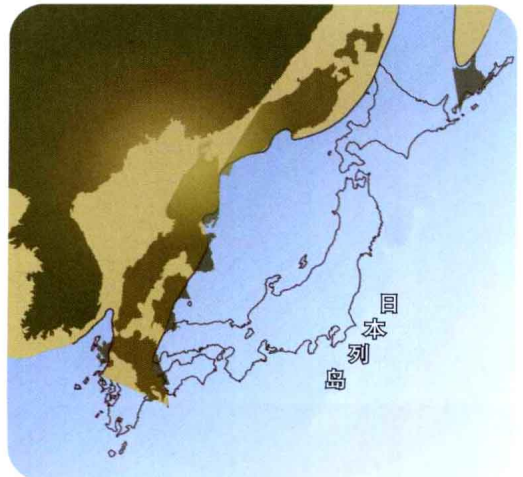
新生代中期

古生代到新生代大陆移动的历史



中生代初期

新生代新第三纪初期日本的列岛。当时的日本列岛是亚洲大陆东缘的一部分



动中的两个板块之间还会发生冲击。日本列岛地处这样复杂的板块边界，所以地震和火山活动都比较活跃。

那么，40亿年前板块运动就开始了，到形成现在的大陆分布状况为止，都发生了怎样的大陆变迁呢？请参照古生代以后至新生代的约6亿年的大陆分布图。大陆漂移学说是1912年由德国地理物理学家魏格纳提出的。曾经提出舌羊齿（84页）的化石分布原本连在一起，因为板块移动而分离开的大陆上，作为当时证明这一假说的一个证据。

■ 地球气温和海水水位的变化

自地球诞生后的46亿年里，地球气候在不断地变化着。太阳活动、大陆和海洋的分布情况、火山活动、太阳同地球的天文学上位置关系的变化等等的多重作用导致气候产生一系列变化。

最近的研究提出，前寒武纪时代的原生代后期（10亿~5.4亿年前）整个地球都处于冰冻状态，即“全球冻结假说”，这一假说受到广泛关注。原生代后期形成的冰河地层（冰河堆积物）一直分布到了赤道

这里的大陆分布图的绘制，不仅仅是根据化石，也综合了许多因素。这样我们可以比较容易地了解到，经过大陆的形成和分裂、板块边界的频繁漂移才有了现在的大陆分布。日本列岛的产生比起地球的历史可以说是近期才发生的事。在约2000万年前的新生代新第三纪，海水侵入亚洲大陆的东部，日本海的海底为了扩大大陆范围而从大陆脱离了出来，漂移到了现在的位置。

附近的低纬度，基于这样的证据“全球冻结假说”被提了出来。据推测至少在7.3亿年前和6.35亿年前发生过两次全球性的冻结。

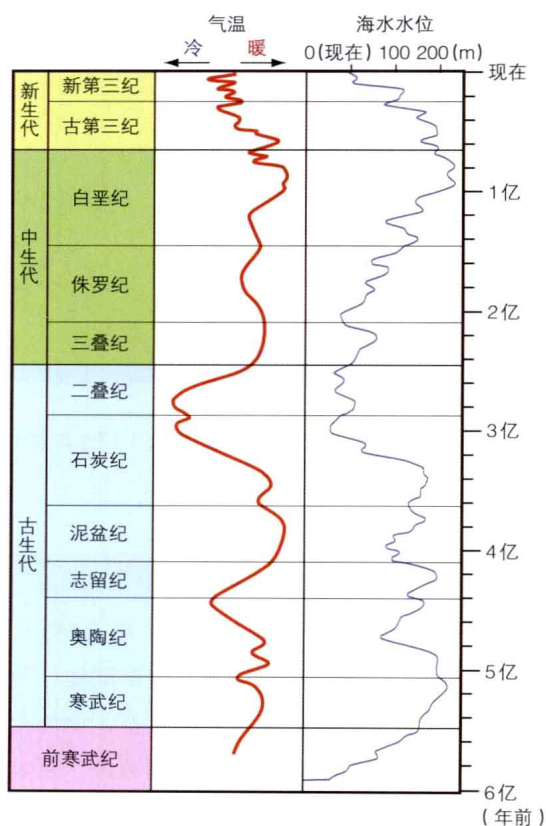
6亿年前的前寒武纪时代末期一直到现在的的气温和海水水位（海面高度）的变动历史如图5显示。比较两者的曲线弯曲处会发现它们是相互协调着变化的。当然气温上升会引起极地大陆冰川的溶化，因此海水上涨，冰川扩大而海水水位下降，这些关系也起着一定的作用。据研究者推测，既有像白垩纪以及古第三纪那样温度在25~30℃的温暖时期，也有像石炭纪及二叠纪温度在10℃左右的寒冷时期。



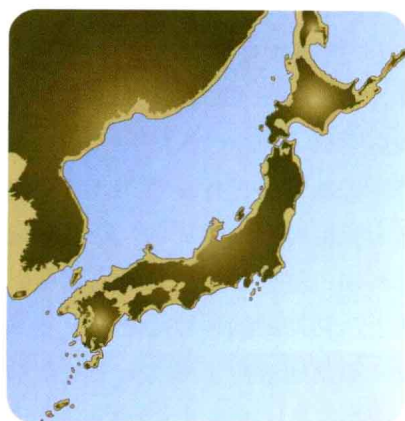
过去地球处于全部冻结的状态

海水水位的变化同大陆和海洋的面积比例、海底的深度及地形不无关系，不同时代的条件也各不相同。尽管如此，科学家们发现白垩纪及古生代前期的海水水位比现在的要高出200m，这着实让人们为之震惊。进入新生代后全球也进入寒冷化，第四纪的冰期（冰河期）间冰期以10万年的周期循环往复。我们现在处于间冰期，最近一次的冰期是在2万年前，那时海水水位要下降120m，所以现在水面下120m的海底在那时却是陆地。

被海隔开的大陆和岛屿曾经是连在一起的陆地，曾连在一起的陆地现在又被隔离开来，这是海水水位的上升和下降造成的，它使不同地域生物的交流变得活跃，从而促进了物种的进化和灭绝。人类当然不用说，科学家认为东方剑齿象和纳玛象、长毛猛犸象就是在第四纪后期的间冰期从亚洲大陆迁徙到日本的。



从古生代到现在气温和海水水位的变化
 参考于Frakes et al. (1992)、Ridgwell (2005)、Takashima et al. (2006)



2万年前冰期的日本列岛，绿色为现在的陆地，黄色代表水位下降后露出的海底部分

■ 生命的历史 ■

■ 前寒武纪时代（46亿~5.42亿年前）

目前地球上最古老的化石，是在西澳大利亚的皮尔巴拉地区发现的35亿年前的细菌化石。可是，从约38亿年前的格陵兰岛的海洋堆积物中发现，它的碳同位素与生物起源推测值相同，这是人类发现的最古老的生命迹象。因此，人们推断生命的起源大约在更久远的约40亿年前。

27亿年前，蓝藻出现了，垫藻岩（27~28页）也开始在海洋中形成。蓝藻的光合作用导致原始大气和原始海洋中的氧气分压急剧升高。其结果是，海水中含有的铁离子被氧化，形成大规模的缟状铁矿。

随着空气中氧气含量的增加，约在21亿年前出现了类似藻类的真核生物，原核生物也于16亿年前出现了。这些生物在进入古生代后逐渐分化为有孔虫和放散虫等微生物。至5亿7000万年前以埃迪卡拉生物群（29页）为代表的多细

胞生物出现了。



垫藻岩

产地：印度 时代：前寒武纪时代（17亿年前）
长边：约13cm GSJ F14397

■ 古生代（5.42亿~2.51亿年前）

古生代产生了大量有硬壳的动物，被称为“寒武纪生命大爆发”。布尔吉斯动物群（32~33页）的出现就是其代表，这一动物群网罗了现今已知的11个动物门类。这意味着动物的进化是在寒武纪初期一个相当短暂的时期内完成的。从奥陶纪到志留纪初期，植物的生息场所由水中扩展到陆地上。初期的陆地植物还没有茎和叶的区分，而是通过孢子繁殖。泥盆纪的裸蕨和光蕨类就是这种通过孢子繁殖的植物。

紧接着，节肢动物也扩展至陆地上。泥盆纪后期，两栖类也发展至陆地。生物考古学家发现了奥陶纪的化石，上面存有节肢动物的爬行痕迹和穿孔痕迹。从这些化石记录推测，奥陶纪已形成臭氧层。臭氧层有效遮挡了有害的紫外线和宇宙射线，从而促进了生物扩展至陆地。此后，古生代的海中和陆地上的生物又有了进一步的发展。在石炭纪，世界各地形成了大规模的森林，这给煤炭的形成创造了有利

条件。

古生代具有代表性的化石有三叶虫、笔石、四放珊瑚、床板珊瑚、直角石、棱

菊石类、纺锤虫类等无脊椎动物和古生松叶蕨类，以及羊齿类植物。鱼类和两生类也在这一时期有较大发展。

■ 中生代（2.51亿~6550万年前）

到了中生代，恐龙成为了陆地上的霸主，而菊石类成为海中的主角。蛇颈龙等大型海中爬行类也有广泛的分布。陆地上的植物，同古生代时期一样，羊齿类植物和羊齿种子植物依然比较繁盛，针叶树以及苏铁类和银杏类的裸子植物的分布也相

当广泛，尤其是裸子植物。因此中生代又被称为裸子植物的时代。到了中生代后后期，出现了始祖鸟，这直接影响到后来鸟类的发展。此外，有花期的被子植物也出现在这一时期。

南洋杉球果

Araucaria mirabilis (Spegazzini)

Windhausen

产地：阿根廷 时代：侏罗纪

球果横长：约6cm GSJ F12732



■ 新生代（6550万年前至现在）

到了新生代，陆地上的恐龙已灭绝，取而代之的是哺乳类动物和鸟类。在海中，鲸、海牛等哺乳类动物和真骨鱼类的势力逐渐增大，代替了中生代时期的鱼龙和蛇颈龙。植物方面，中生代出现的被子植物继续得到发展。新生代的气候逐渐变冷，古第三纪分布在北极地域的生物随着气温变低而不断南移，新第三纪中新世以后的北非及日本周边的植被便由此形成。

第四纪被称为人类形成期。中新世后期到鲜新世初期，进入第四纪后，在北非出现的人类从非洲进入亚欧大陆，进而繁衍于世界各地。

非洲南方古猿

Australopithecus africanus Dart

产地：南非 时代：新第三纪鲜新世

横长：约15cm 复制品 GSJ F16774



大量灭绝

提到大量灭绝，人们可能首先会想到中生代末期恐龙和菊石类的灭绝，其实在古生代以后发生过多次物种灭绝。从海生生物的多样性变化来看，我们可以知道迄今为止分别在奥陶纪、泥盆纪后期、二叠纪末期、三叠纪末期、白垩纪末期发生过5次物种大灭绝。

古生代和中生代的边界是取了二叠纪 (Permian) 和三叠纪 (Triassic) 的首字母，称作P/T边界。在这个时候发生的大量灭绝是迄今为止规模最大的一次。据说那时生物的52%的科和96%的种类都灭绝了。三叶虫、纺锤虫类、四放珊瑚和床板珊瑚等灭绝了。从那一时期存活下来的菊石类和腕足类、海百合类和海胆类等的数量也都急剧减少，直到进入中生代后生物物种才再次呈现出多样化。这次灭绝的原因目前尚不明确，有可能是泛大陆的形成导致海洋生物生息场所的急剧减少和海洋氧气的缺乏，也有可能是西伯利亚大规模的火山活动所引起的。

比起P/T边界那次的规模要小一些，但也为许多人所知的另一次大规模灭绝是在中生代和新生代的边界，即白垩

古生代以后海生动物科的多样性的变化

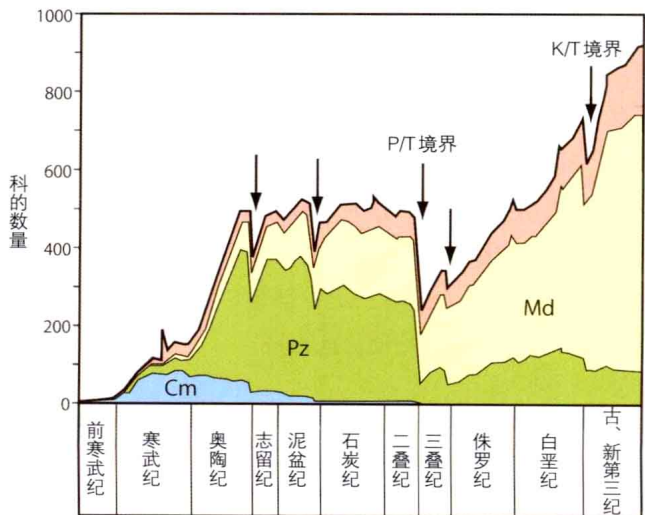
根据 Sepkoski (1984)

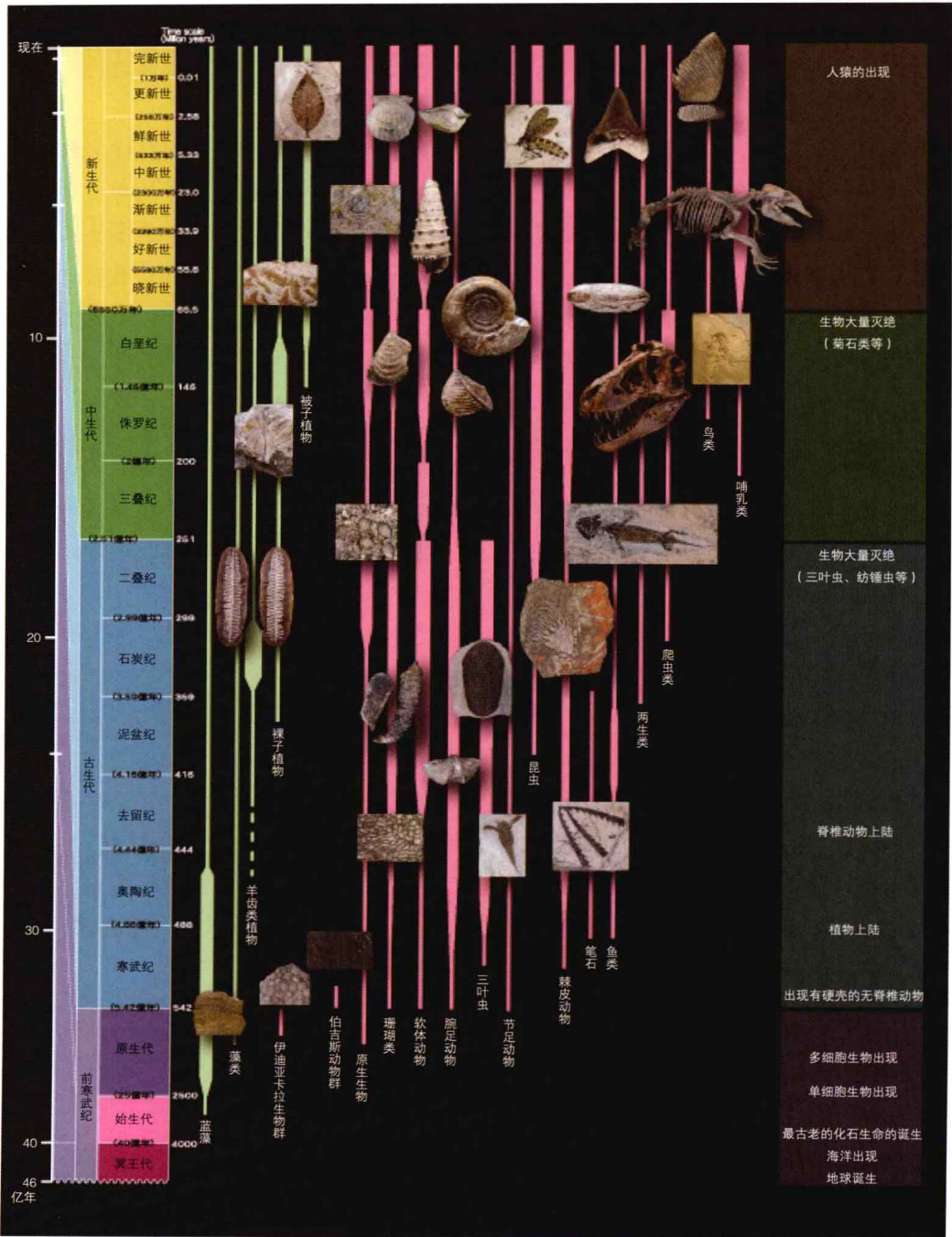
箭头表示大量灭绝发生的时期

Cm为寒武纪型动物群(三叶虫、单板类、腕足类的一部分等), Pz是古生代型动物群(海百合、外肛动物、笔石、头足类等), Md是现代型动物群(双壳贝、软甲类、爬虫类、哺乳类、有孔虫等)

纪 (Cretaceous, 德语为 Kreide) 和第三纪 (Tertiary) 的K/T边界发生的。只不过第三纪被划分成古第三纪和新第三纪, 第三纪是现在不大用到的时代名称。在这次灭绝中消失的生物有恐龙和鱼龙等大型爬虫类, 以及菊石类、蚌蛤、厚齿双壳贝等软体动物, 这些灭绝动物的化石很多为大家所熟悉。这次灭绝的原因据推测是大陨石的坠落冲击到地球, 引起地球环境的剧变使得生物不能适应而发生的。在这一时期的堆积物中的确能找到证明地球确实发生过陨石撞击的物质, 如铱、冲击石英、微量玻璃陨石等。有报道称在墨西哥的尤卡坦半岛发现了类似陨石孔的构造。

除以上提到的两次大灭绝, 物种灭绝还以或大或小的规模发生过多次, 有统计数据显示灭绝的周期约为2600万年。由于有这样的周期预示, 便激发了人们去探索灭绝原因的积极性。迄今发生过多次大量灭绝, 但也正是有了这些灭绝的发生也才使得新生物不断进化。





地球诞生后的生命的历史

化石是什么？

化石是存留在地层中的古生物的遗体或遗迹，时间超过1万年的被称为化石，少于1万年的是“半化石”，但实际上对时间并不一定有如此严格的要求。化石可理解为“化成石”的意思，但是有些遗骸即使没有变化成石头我们也称之为化石。比如永久冻土中发现的猛犸象，肉体部分还完好如初地被保存着，也一样被当做是化石。可是贝冢的贝壳等人类活动产生出来的生

物遗骸却只被当成考古学上的遗物，而不能称之为化石。

化石被保存下来的方式有许多种，遗骸埋没于地层中而保存下来的叫“实体化石”或“体化石”，被保存下来的巢穴等生息场所或粪便等生活痕迹则是“遗迹化石”，此外生物遗体虽未被保存，但组成生物的有机成分被保存下来的是“化学化石”。

化石是如何形成的？

化石是如何形成的呢？一般生物死后体会开始分解，首先，柔软部分会腐烂掉，接着，骨骼也会随着时间而风化溶解，最终完全分解消失。尤其在陆地上，比起海洋更多地接触空气，多数生物死后都不能以化石的形式保存下来。在海底，化石受海浪和海流的影响，很容易被破坏，生物遗骸也未必都能保存下来。

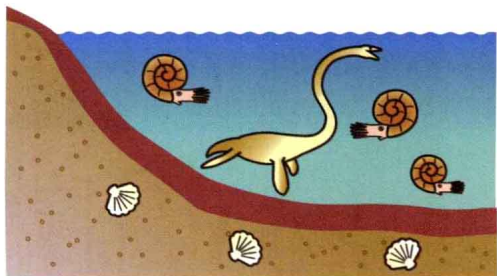
形成化石的第一条件是堆积速度够快的环境，这样生物在死后比较容易能在短时间内被埋没在地层中。不过即使很快被

埋入地层，如果处在地壳运动激烈的地方，会受到地层内的化学变质和浸蚀等因素的影响也很难被保存下来。总之，化石的形成需要许多偶然因素的组合才能顺利完成。我们现在看到的那些化石都是经历过重重险阻才得以留存下来的偶然的产物。当然也有能直接观察到其生活状态的，甚至连柔软部分都被完好保存着的极其罕见的化石。这样的状况被称为“化石矿脉”。

以下四图演示了生物死后变成化石的过程（化石化过程），以海洋生物为例。

(1) 被堆积物埋没

如果要生物遗骸形成化石必须很快被砂或泥覆盖住，如若暴露在海底，很容易由于物理性（洋流等）或生物性（外壳的穿孔和附着）因素而被破坏。



(2) 堆积物的固结

埋入堆积物中的遗骸，其软组织首先被分解，只留下难以分解的骨骼和外壳。经过很长的年月，堆积物一层一层地叠加，其重量将遗骸和周围的堆积物压缩固结，这个过程叫做集成作用。

