

上海科普创作出版专项资金资助



科学咖啡馆系列

听基因

讲祖先的故事

Our Ancestor: A Saga, Gene Tells

长谷川政美 任文伟 杨莉琴 著 曹纓 钟扬 审订

上 海 科 技 教 育 出 版 社



科学咖啡馆系列

Our Ancestor:
A Saga, Gene Tells

听基因 讲祖先的故事



长谷川政美 任文伟 杨莉琴 著 曹纓 钟扬 审订

上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

听基因讲祖先的故事/(日)长谷川政美,任文伟,杨
莉琴著.—上海:上海科技教育出版社,2005.7

(科学咖啡馆系列)

ISBN 7-5428-3648-X

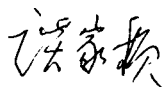
I. 听... II. ①长... ②任... ③杨... III. 生物—
进化—普及读物 IV. Q11-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 107812 号

序

在 21 世纪的今天,生命科学日新月异,人们不仅对复杂生命现象的认识日益深入,对自身起源的探索也取得突破性进展。值得一提的是分子生物学的发展为这种探索提供了一种非常强大的工具。长谷川政美教授等著的《听基因讲祖先的故事》一书,深入浅出地介绍了分子人类学的诞生与发展,在生物进化和化石证据构筑的人类进化的背景下,用大量生动有趣的故事和精美图片描述了分子人类学的产生、原理、相关技术和故事,并交织了科学与宗教、化石证据与分子证据的矛盾冲突,具有较高的科学性和可读性。

该书的问世,给我国读者(特别是青少年读者)带来一本关于人类起源与进化知识的优秀科普作品。我乐于向读者推荐此书。



2004 年 12 月

作者简介

长谷川政美 (Hasegawa Masami), 1944 年生于日本新潟县。1966 年毕业于东北大学理学院物理系。1970 年始攻读名古屋大学研究生院理学院博士课程, 中途退学。1970~1975 年任东京大学理学院生物化学系助教, 从那个时候开始对生物进化的问题产生兴趣。1973 年, 因氢元素结合的理论研究而获得东京大学理学院理学博士学位。1975 年成为文部省统计数理研究所的研究人员, 1986 年成为该研究所的教授。1988 年开始兼任综合研究大学院大学的教授。与此同时, 也在千叶大学、茶水女子大学、神户大学、名古屋大学、东京都立大学、东京工业大学、筑波大学、东北大学、北海道大学等学校担任兼职教授, 讲授分子系统发育学与分子进化学。最近的 10 年中, 专门研究 DNA 数据, 致力于阐明从细菌到人类的所有生物的进化史。兴趣是漫步山野、观察动物和旅行。

任文伟, 1971 年生于江西省赣州市, 1994 年毕业于四川大学生物系, 获得环境与生态学专业学士学位。同年考入复旦大学生命科学学院, 从事植物种群遗传分化方面的

研究工作。2000年1月获生态学专业博士学位并留校工作。2001年4月入选复旦大学首届“世纪之星计划”(青年骨干教师培养计划),2001~2003年于东京大学理学院生物系从事博士后研究。目前为复旦大学副教授,从事人类生态学方面的科研与教学工作,并著有《人类生态学》、《对生命的敬畏》(“当代青年科普文库”之一,合著)等。

杨莉琴,1977年生于上海,1999年毕业于复旦大学生命科学学院,获学士学位。2001~2003年在东京大学学习日语。

寄 语

我非常荣幸地获知,《听基因讲祖先的故事》即将在中国出版发行了。非常高兴中国的年轻人,尤其是中学生,能阅读这本书。最近,通过解析 DNA 来研究生物进化的分子系统学正在全世界盛行起来。在这一领域,中国也有许多杰出的科研工作者。我曾经数次访问中国,现在也正在同参与这本书编著、审订工作的钟扬教授、任文伟博士、曹纓博士继续合作研究。如果在阅读这本书的中国的年轻一代中,今后能够涌现出众多的担负起未来这一领域研究工作的科学家,作为作者,我将感到无比欣慰。最后,感谢杨莉琴女士、钟扬教授、任文伟博士、曹纓博士,他们为了这本小书的出版付出了诸多辛劳。

长谷川政美
2004年 10 月

目 录

1. 生物真是进化来的吗	1
1.1 根	1
1.2 科学和宗教	6
1.3 科学就是承认错误	10
1.4 源于鸽子的《物种起源》	11
1.5 困扰达尔文的一个问题	16
1.6 孟德尔的发现	21
1.7 30 亿文字书写的遗传图谱	23
1.8 达尔文的另一个困惑	28
2. 从细菌中诞生的生物王国	31
2.1 既不是植物也不是动物的生物	31
2.2 人类和细菌的共同祖先	33
2.3 生命的诞生和进化	39
2.4 我们的祖先吞噬了其他生物	41
2.5 灵长类的进化轨迹	44
2.6 灵长类的系统发育	49
3. 从关于人类化石的争论到分子人类学的 诞生	54
3.1 辟尔当人事件	54

3.2	南方古猿——汤恩小孩	59
3.3	发现腊玛古猿	62
3.4	和人类关系最近的猿猴	63
3.5	分子钟	69
3.6	人类和类人猿的分化年代	71
3.7	分子进化的中性学说	75
3.8	是竞争导致进化的吗	80
3.9	人类和黑猩猩之间的遗传距离	83
3.10	与腊玛古猿的对决	86
4.	基因述说着人类和类人猿的亲缘关系	91
4.1	人类—猩猩近缘学说	91
4.2	人类—黑猩猩近缘学说	96
4.3	形态学上的证据	100
4.4	速度不一定恒定的分子钟	102
4.5	人类和黑猩猩的分化年代	106
4.6	基因的系统树和物种的系统树	107
4.7	分子证据与化石证据的对立	110
4.8	线粒体夏娃——人类的祖先走出非洲	114
5.	分子系统发育学的发展与未来—— 长谷川政美自述	122
5.1	和阿伦·威尔逊在一起的日子	122
5.2	我的研究开端	124
5.3	分子系统发育学的今日与未来	128
5.4	分子考古学——研究已灭绝生物的基因	129
5.5	人类的未来——关于遗传病	139
5.6	对淇淇的研究——与中国之缘	141

生物真是进化来的吗

1.1 根

1976年,在美国有一本名为《根》的书非常畅销。书中描写了这样一个故事:一个美国黑人青年很想知道自己的身世,了解究竟谁是自己的祖先。于是他就顺着各条线索开始寻找自己的祖先,在经历了千辛万苦之后,这位黑人青年终于确认自己的祖先原来是非洲的一个大酋长。“根”(root)在英文中的原义是“树木的根”,而在这里的含义是“原始的祖先”。大概每个人都会对自己远古的祖先感兴趣。《根》的主人公知道自己前第7世代的祖先是非洲的大酋长便满足了。美国社会中白人在许多方面占据优势地位,因此作为遭受压迫的黑人知道自己的祖先原来是大酋长这样显赫的人物自然很感动。

在我们这本书里,前第7世代的意思是:父亲母亲是前第1世代,祖父祖母是前第2世代,太祖父太祖母则是前第3世代……,以此类推。一个世代约为20年,因为从个体出生到其能生育后代大约要花20年的时间。(虽然目前女性在20岁之前就生育的情况可能很少,但在历史上这种情况是很普遍的,因此一个世代约为20年的假设是

《根》的简介

《根》描写的是一个美国家族的历史，美国黑人作家哈利（Alex Haley）的这部小说是1976年美国最红的畅销书，主人公追根寻源，经过12年艰苦的探索和研究，追溯到他的前第6世代的祖先昆塔·肯特，一个从非洲被白人奴隶贩子贩卖到美国当奴隶的黑人。书中描写了昆塔在非洲的自由生活以及他和他的后代在美国奴隶制下的苦难历程，从一个黑人家族七代人的经历和感受，揭露了美国黑人奴隶制的罪恶。本书在社会上也引起了激烈的争论，这些争论涉及到许多学术问题和社会问题，从而使《根》的影响远远超出了一本小说的范畴。1977年，美国NBC电视公司又播放了根据原著改编的电视剧《根》，反响空前，片中昆塔·肯特这个非洲黑人形象深入人心，他的那种倔强和稚气的性格，更是得到了美国黑人的认同。男主角的扮演者勒瓦尔·伯顿（Levar Burton）表现出色，并在此之后，接拍了《根》的电影版外传——《礼物》，以及《星际迷航》等经典影片，至今仍活跃在大银幕上。2002年为纪念电视剧《根》播出25周年，美国特别推出了该剧的精装DVD版本。《根》在事隔25年后再次成为文化焦点，足以证明其魅力和经典。现在《根》已经成为和《飘》、《汤姆叔叔的小屋》齐名的经典著作。



合理的。)

但是,读者朋友们,你们知道自己的前第7世代的祖先是怎样的人吗?他们过着怎样的生活呢?而更古老的祖先,他们的情况又是怎样的呢?大家可能对此也有兴趣。你们的前第7世代的祖先,应该是和现在的你们没有什么差别的人类。那个时候,中国正值清朝晚期,而日本正值江户时代的末期。当然那时的生活方式和现在有差异,但是,那时的人确实是和现在的你们完全一样的人类。如果追溯到大约100世代以前,中国时值西汉王朝,政治、经济、文化都已颇具规模,日本则没有遗留下记载当时情景的东西。希腊留有那时亚里士多德(Aristotle)等哲学家的著作,阅读这些作品,我们知道古希腊人也和现在的我们一样思考着相同的问题。

追溯到1000世代前,又会是怎样的情景呢?那是距今大约2万年以前的事情了。那时,生活在法国拉斯科的洞穴中的人类,在洞穴的岩壁上留下了著名的壁画。这些壁画描绘了白天狩猎的场景,大概是迄今为止遗留下来的最古老的艺术作品。创造这些作品的古人,被称作克鲁马农人(Cro-Magnon man)。从生物学的角度来看他们是和我们一样的人类。

生物学中使用拉丁文(古罗马语)来规范地表示生物的种,称作学名,如人的学名是 *Homo sapiens*。这是由18世纪瑞典分类学家林奈(Carl von Linne)命名的,意思是“智人”。留下拉斯科壁画的人类和我们一样也是智人。

如果追溯到1万世代前,情形就开始略有不同了。北京猿人非常著名,因此大家可能也都听说过这个名字。北京猿人是1万世代以前的人类,据说能够使用火。除了人类以外没有其他动物能够使用火,因此火的使用是具有文

明的充分证据。但是,研究残留的北京猿人的骨骼化石发现,它们虽然是人类,却和我们属于不同的种。北京猿人的学名是 *Homo erectus*,意思是“直立人”。



图 1.1 复原后的北京猿人的头骨。眼睛上面的骨向外突起,骨骼能够完全支撑强壮的身体而完美地直立步行。
(F. Weidenreich 复原)

研究人类的学科叫做人类学,其中包括研究人类祖先的分支学科。人类学认为直立行走是人类的重要特征,黑猩猩等动物有时候也会双足直立行走,但是不能像人类这样完全地用两脚行走。从骨骼化石中了解到直立人和我们一样也能够完全直立行走。

实际上,像这样双足直立行走的特征,可以追溯到 10 万世代以前。那时候的人类(猿人)称作南方古猿(*Australopithecus*),脑袋没有现代人类那么大,也能够完全地用两脚行走。

如果追溯到 20 万世代以前的话,情景又会怎样呢?目前虽然还不能精确地确定究竟是多少世代,我们姑且认为



图 1.2 南方古猿小孩的化石。尚残留着一些猿猴的特征：脑袋小、嘴突出等，但是从头颈生长的位置看，已经能够双足直立行走。

是从 20 万世代前开始，随着时间往前推移，我们研究的对象渐渐地就不仅仅只有我们人类的祖先，还有黑猩猩等类人猿的祖先。因为我们人类和黑猩猩等类人猿是从同一个祖先进化而来的，因此追溯到那个时期的话就可以追踪到共同的祖先。

用这种方法，我们迟早会追踪到人类和老鼠的共同祖先，甚至可以追踪到人类和蛙类、人类和鱼类、人类和植物、人类和阿米巴虫，最终是人类和细菌的共同祖先。以往研究生物的进化史主要是以化石为对象，但是仅凭化石有一定的局限性，并且很难探索人类和细菌的共同祖先。

基于化石的研究，主要是比较化石中残留形体等的相同之处和不同之处，以阐明古生物的特征以及它们的祖先和子孙的关系（系统关系）等。此外，也可以借助这些化石直接了解我们的祖先究竟是怎样的一种生物。追溯到细菌

时,虽然也有细菌化石,但是对它们的研究变得极其困难,并且单纯依靠化石的研究存在着许多缺陷,这将在后文中详述。

为了弥补这些缺点,近十几年来发展出了一种探索我们祖先的有效方法,这就是我们在后文中要介绍的“分子人类学”。此外还有一个称为“分子系统发育学”的学科,它并不局限于人类的祖先而是探索更广范围的生物的祖先。这两个学科的研究对象是所有生物共同的遗传基因,通过比较基因来阐明生物之间的关系。

1.2 科学和宗教

也许读者中有些人不能接受人类和细菌是从共同的祖先进化而来的想法。因为人类和黑猩猩比较相似,所以还可以理解他们是从共同的祖先进化而来的亲戚。但是人类和细菌也是亲戚的说法,实在无法令人相信。

很久以前的人们也一直在思考这个问题:人类的祖先究竟是从哪儿来的?事实上,世界上无论什么民族,都有解释这个问题的神话故事。这些神话故事的主题大多是神创造了人。

现在人们普遍接受地球上各种各样的生物是进化而来的,这一科学理论是由查尔斯·达尔文(Charles Darwin)最先提出的。1859年达尔文出版了著名的《物种起源》。

19世纪初的英国,大部分人都信仰基督教《圣经》中的说法,认为是上帝创造了人类。由于达尔文是个非常谨慎的人,他担心招致人们不必要的反驳,因此在《物种起源》中虽然详细阐述了生物的进化,但是并没有论述任何人类

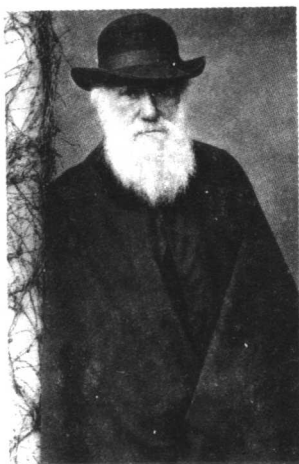


图 1.3 查尔斯·达尔文(1881 年)

的起源。只在书的最后写了这样一句话：“将来，人类的起源及其历史将会由此而得到阐明。”

但是，这本书的读者们还是看懂了达尔文的想法。谁都明白达尔文认为人类和其他生物一样也是进化而来的。如果承认达尔文的学说，就等于承认了人类和猿猴具有共同的祖先。因此，《物种起源》出版后达尔文立刻就遭到了猛烈的批评。著名的动物学家理查德·欧文(Richard Owen)愤怒地说：“根据达尔文的进化论，人类和猿猴就变成了亲戚，怎么可以容忍这样愚蠢的想法。”于是，针对达尔文的人身攻击一个又一个地接踵而至。

当时，在牛津大学召开的集会中，欧文的朋友威尔伯福斯(S. Wilberforce)主教，进行了 30 分钟的批判进化论的演讲，并且对支持达尔文学说的托马斯·赫胥黎(Thomas Henry Huxley)进行了人身攻击，他刁难道：“既然你说你的祖先是猿猴，那么我问你，你自己到底是由祖父这边的猿

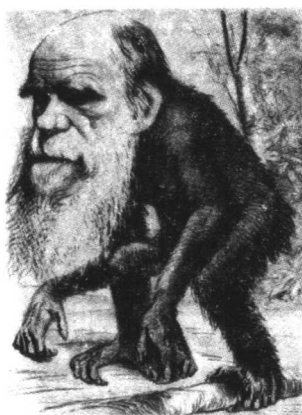


图 1.4 1871 年，英国的杂志上刊登的嘲笑达尔文的漫画。新的思想总是容易招致嘲笑，但现在反倒是这幅漫画被人嘲笑了。

猴变来的，还是由祖母这边的猿猴变来的？”

面对这样的人身攻击，赫胥黎却从容不迫地反击道：“难道说祖先是猿猴是那么令人感到羞耻的事情吗？像你这样不学无术、信口雌黄、不懂科学却要粗暴地干涉科学，只会用花言巧语的演讲煽动一部分听众的宗教偏见来压倒别人，这种行径才是真正的羞耻！”

由于达尔文体弱多病，主要是赫胥黎在应付各方的批判。赫胥黎称自己为“达尔文的斗犬”，自愿为达尔文的学说冲锋在前。由于针对进化论的批评非常激烈，连达尔文自己都说：“就像生物在进化中不容易被改变一样，要人们理解并接受我的学说，看来也需要花费一定的时间。”无疑，达尔文自信自己的学说是正确的。但是这种自信却被批评他的宗教人士视为异端。

1871 年初，在进化思想还没有被世人接受之际，达尔文又完成了一本真正探讨人类进化问题的书籍——《人类