



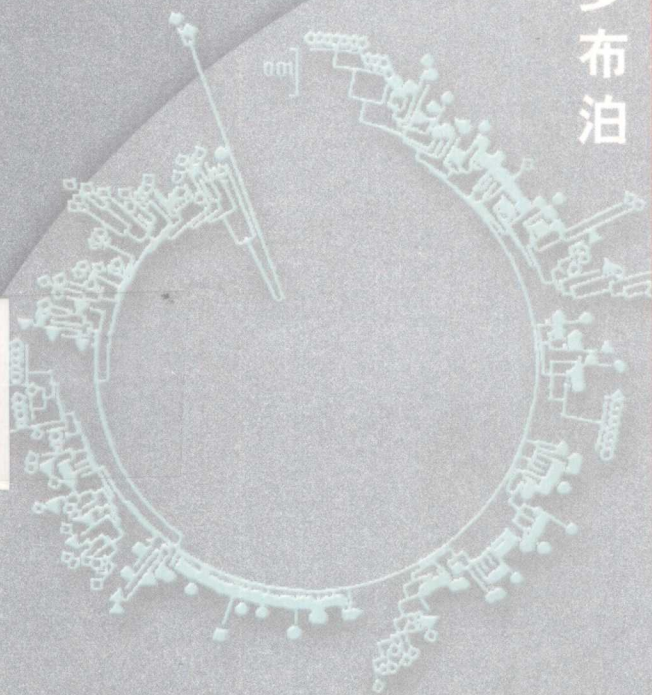
教育部人文社会科学百所重点研究基地
吉林大学边疆考古研究中心系列学术著作

● 崔银秋

吉林大学出版社

新疆古代居民线粒体DNA研究

吐鲁番与罗布泊



新疆维吾尔自治区公安厅
新疆维吾尔自治区人民检察院
新疆维吾尔自治区高级人民法院
新疆维吾尔自治区公安厅
新疆维吾尔自治区人民检察院
新疆维吾尔自治区高级人民法院

新疆和克地区农村人口DNA族别

新疆维吾尔自治区公安厅
新疆维吾尔自治区人民检察院
新疆维吾尔自治区高级人民法院



教育部人文社会科学百所重点研究基地
吉林大学边疆考古研究中心系列学术著作

新疆古代居民线粒体 DNA 研究

——吐鲁番与罗布泊

崔银秋

吉林大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新疆古代居民线粒体 DNA 研究: 吐鲁番与罗布泊/崔银秋.
—长春: 吉林大学出版社, 2003. 9
ISBN 7—5601—2956—0

I. 新… II. 崔… III. ①古—线粒体—研究—新疆②古人—脱氧核糖核酸—研究—新疆
IV. Q7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 098026 号

新疆古代居民线粒体 DNA 研究

——吐鲁番与罗布泊

崔银秋

责任编辑、责任校对: 黄凤新

封面设计: 张沐沉

吉林大学出版社出版
(长春市明德路 3 号)

吉林大学出版社发行
吉林农业大学印刷厂印刷

开本: 850×1168 毫米 1/32

2003 年 9 月第 1 版

印张: 5.25 插页: 1

2003 年 9 月第 1 次印刷

字数: 83 千字

印数: 1—1200 册

ISBN 7—5601—2956—0 / K · 84

定价: 12.50 元

序

分子生物学是当今科学技术领域最前沿的学科之一，如果说 20 世纪是 E 时代（电子时代）的话，那么 21 世纪就是 B 时代（生物学时代）。而在现代生物学的研究领域中，分子生物学毫无疑问又是领军的学科。

对地下出土的古人骨进行 DNA 的提取、扩增、测序和分析是近年来国际考古学界普遍关注的一项前沿课题和热点课题。古代 DNA 的研究工作始于 20 世纪 80 年代。研究者最初的工作尝试都是用分子克隆的技术研究古代 DNA，其效果并不理想。后来，人们开始将 PCR（聚合酶链式反应）技术应用到古代 DNA 的研究中。该技术的主要优点包括：一是所需要的 DNA 含量微少；二是可以保证所得的信息的准确性。三是方法简单、快捷。由于 PCR 技术具有明显的优越性，该方法的应用极大地推进了古代 DNA 研究的发展。

目前，现代分子生物学技术在考古学中的应用越

来越广泛，例如：运用 DNA 技术来探讨现代人起源问题；通过对古人骨中染色体的检测来判断个体的性别；通过对古人骨中线粒体 DNA 的提取、扩增和测序来研究古代人群之间的遗传学关系以及群体内部不同个体之间的遗传学关系；运用分子生物学技术研究考古遗址中出土的动物遗骸以确定它们的种属、产地等等。

与西方发达国家相比，我国的古代 DNA 研究还有很大的差距，刚刚处于起步阶段，在考古学领域已有的少数成果也多半是在国外实验室中取得的。为了改变这种现状，使中国考古学能够在新的世纪里全方位地跟上国际学科发展的步伐，吉林大学考古学系发挥自身在古人骨研究方面的优势，与本校生命科学学院合作，于 1998 年联合组建了“吉林大学考古 DNA 实验室”，开展古人骨 DNA 的研究工作。实验室主任由吉林大学生命科学学院副院长、博士生导师周慧教授担任。2000 年，吉林大学边疆考古研究中心获得教育部批准，入选普通高校人文社会科学重点研究基地行列，考古 DNA 实验室成为该研究中心的子机构之一。吉林大学的古代 DNA 研究先后得到国家基础科学人才培养基金、国家文物局边疆考古专项基金和教育部人文社会科学重点研究基地基金的立项资助。

几年来，吉林大学考古 DNA 实验室主要围绕着

以下两方面研究课题展开工作：个体遗传关系的研究和群体遗传关系的研究。一般来说，个体遗传关系研究的主要意义在于：在古代墓地尤其是史前时期墓地的发掘工作中，经常会遇到对墓地的社会性质、社会组织结构的推断等问题。传统的研究方法多半采取根据墓地结构、布局以及人骨性别、年龄鉴定结合随葬品组合等情况进行推测，其结论缺少科学的说服力。我们计划通过对古人骨线粒体 DNA 的分析，了解同一墓地中不同墓葬中死者之间的遗传学关系，以及同一墓葬中不同死者之间的遗传学关系，这就为我们科学地判断该墓地是属于母系氏族墓地抑或父系氏族墓地提供了有力的证据。而群体遗传关系研究的主要意义则在于：在考古学文化的研究中，族属问题是一个经常遇到、又十分重要但却非常难以回答的问题。以往学者们在探讨该问题时，只能通过各考古学文化所拥有的文化内涵，结合古代文献的个别记载以及民族史、人种学研究的有关成果进行推测，缺少比较确切的科学依据。而古人骨 DNA 的提取和研究有可能为探讨各考古学文化人群之间的遗传学关系提供来自分子生物学方面的直接证据，对进一步探讨各有关考古学文化居民之间的种系渊源和流向、族属以及各古代民族与现代民族之间的关系不无裨益。

崔银秋博士的这部关于新疆罗布泊和吐鲁番地区

古代居民线粒体 DNA 研究的专著就是运用分子生物学方法探讨古代人群之间遗传学关系以及他们与若干现代人群之间的种族人类学联系等重要学术问题的一次有益的尝试。应该指出的是，本书中除了对收集自洋海、交河故城、苏贝希、古墓沟等遗址的古人骨 DNA 的研究过程和结论进行了报道之外，还对有关的分子生物学基础知识、DNA 技术在考古学中的应用以及古人骨 DNA 研究的实验流程和注意事项等内容作出了简繁适宜的解释，有助于读者对这项新的研究方法的了解。

尽管从考古学、人类学的视角来看，本书的讨论部分似乎还不够深入，但作为一名自然科学背景出身的青年学者，崔银秋同志在短短数年的博士研究生学习期间能够完成此项分子考古学的研究课题已属难能可贵。本书的问世是与她几年来孜孜不倦的努力以及辛勤指导她的周慧教授、李惟教授等老师的帮助密不可分的。本人在此向他们表示由衷的敬意。

是为序。

朱 泓

2002 年 11 月 16 日

目 录

序	(1)
第一章 吐鲁番盆地及罗布泊古代居民的 种族人类学研究	(1)
1.1 前言	(1)
1.2 吐鲁番盆地古代居民的种族人类学研究	(3)
1.2.1 洋海墓地人骨的研究	(4)
1.2.2 苏贝希墓地人骨的研究	(5)
1.2.3 交河故城墓地人骨的研究	(6)
1.3 罗布泊古墓沟墓地居民的种族人类学研究	(7)
参考文献	(8)
第二章 古 DNA 研究及其在考古学中的应用	(11)
2.1 前言	(11)
2.2 脱氧核糖核酸 (DNA) 的结构与功能	(14)
2.2.1 脱氧核糖核酸 (DNA) 的组成	(14)
2.2.1.1 DNA 的化学组成与基本单位	(14)
2.2.1.2 DNA 的分子结构	(15)
2.2.2 DNA 的进化	(18)
2.3 古 DNA 特性	(23)
2.4 古 DNA 研究的对象	(25)

2.4.1	线粒体 DNA (mtDNA)	(26)
2.4.1.1	线粒体 DNA (mtDNA) 的性质	(26)
2.4.1.2	线粒体基因组的结构	(27)
2.4.1.3	线粒体 DNA 的双重遗传控制	(28)
2.4.1.4	线粒体 DNA 的遗传特征	(29)
2.4.2	Y 染色体 (Y chromosome)	(30)
2.4.3	常染色体 (Autosome DNA)	(31)
2.5	分析技术	(34)
2.5.1	DNA 提取和定量	(35)
2.5.2	PCR 扩增	(36)
2.5.3	DNA 测序	(38)
2.5.4	序列分析	(39)
2.5.4.1	序列对准 (Sequence alignment)	(39)
2.5.4.2	序列数据的系统发育分析	(40)
2.5.4.3	检验系统发育分析的统计学方法	(41)
2.6	古 DNA 研究中的技术问题	(42)
2.6.1	污染问题	(42)
2.6.1.1	发掘和抗污染	(43)
2.6.1.2	提取和抗污染	(44)
2.6.1.3	PCR 和抗污染	(44)
2.6.2	抑制物问题	(47)
2.6.3	热启动 PCR	(48)
2.6.4	跳跃 PCR	(49)
2.7	确定古 DNA 真实性的标准	(50)
2.7.1	在提取和扩增中的对照观察	(51)

2.7.2 古 DNA 的长度	(51)
2.7.3 系统分析标准	(52)
2.7.4 实验结果的可重复性	(54)
2.8 古 DNA 的研究现状与应用	(55)
参考文献	(64)
第三章 吐鲁番及罗布泊古代居民的 DNA 研究	(73)
3.1 前言	(73)
3.2 研究方法	(76)
3.2.1 古代样本的处理	(77)
3.2.2 古代骨骼样本提取、纯化方法	(78)
3.2.3 DNA 提取液中所含抑制物的观察	(80)
3.2.4 扩增方法	(82)
3.2.4.1 引物设计	(82)
3.2.4.2 聚合酶链式反应	(83)
3.2.4.3 扩增方法的优化	(84)
3.2.5 系统发育关系的分析	(87)
3.3 污染的防止	(90)
3.3.1 考古 DNA 研究中的污染问题	(90)
3.3.2 实验中污染的防止	(91)
3.4 吐鲁番古代人群的线粒体 DNA 及其 与现代中亚群体的关系	(98)
3.4.1 前言	(98)
3.4.2 吐鲁番盆地三处古墓葬线粒体 DNA 的分析	(99)
3.4.3 吐鲁番盆地古代群体与现代群体间	

的关系	(102)
3.5 新疆古代居民的遗传结构分析	(110)
3.5.1 新疆古代居民的线粒体 DNA 分析	(111)
3.5.1.1 吐鲁番盆地古代居民的线粒体 DNA 分析	(111)
3.5.1.2 罗布泊古代居民的 DNA 分析	(113)
3.5.2 新疆古代居民的遗传结构分析	(115)
参考文献	(123)
附录: 分子生物学在古代人骨遗骸的性别鉴定中 的应用	(137)
1. 性别鉴定的方法	(137)
1.1 人类学上性别鉴定方法	(138)
1.1.1 肉眼观察法	(138)
1.1.2 仪器测量法	(138)
1.2 DNA 技术的应用	(140)
1.2.1 检测 Y 染色体特异 DNA 序列	(140)
1.2.2 特异性探针检测 Y 染色体 DNA	(140)
1.2.3 用特异性引物经 PCR 技术判定性别	(141)
2. 古 DNA 用于性别鉴定的实验策略和实验方法	(143)
3. 结果与讨论	(145)
参考文献	(148)
英文提要	(151)
后记	(155)

第一章 吐鲁番盆地及罗布泊 古代居民的种族 人类学研究

1.1 前 言

新疆地区位于我国的西北边陲，处在欧亚大陆的交通要冲，是东西方经济、文化交流的重要通道。新疆自古以来就是多民族聚居的地区，不同的自然生态环境、不同的经济生活方式、不同种系来源的人群在这里相互交融，孕育出绚丽多姿的古代文化和众多族群，伴随着贸易、迁徙、战争和通婚，群体间不断进行着日益复杂的基因融合与交流，因此，从某种意义上说，新疆可称为是一个人类学的博物馆，新疆地区古代居民种族特征的研究也一直是国际学术界十分关

注的一个重要研究课题。

新疆的种族人类学研究工作在 1949 年以前,主要是由少数外国学者完成的。这其中较有代表性的研究报告有英国人类学家基思(A. Keith)的《塔里木盆地古墓地出土的头骨》,德国的约尔特吉和沃兰特(Carl Herman Hjortsjo and Ander Walander)的《东突厥斯坦考古考察发现的人类头骨和体骨》,以及苏联的优素福维奇(A. N. Iwzefovich)的《罗布泊湖附近出土的古代人头骨》。由于这些材料过于零星,且年代不明确,缺乏系统性,大大降低了其学术价值。1949 年以后的近 30 年里,一直无人涉足该一领域的研究。从 70 年代末起,这一状况大有改观。我国学者韩康信、潘其风、邵兴周、王博、陈靓等人陆续对孔雀河下游古墓沟、天山阿拉沟、哈密焉布拉克、洛浦山普拉、楼兰城郊、塔什库尔干香宝宝、伊犁河上游昭苏土墩墓、鄯善苏贝希、和静察吾乎沟口等墓地出土的人类学材料进行了系统的体质人类学研究,这些材料在地域上涵盖东疆、南疆、北疆等广大地区,时间上跨越了 2000 余年,在研究新疆地区古代居民的种属问题及其相互之间的遗传关系方面,具有重要的学术价值,同时也为进一步系统研究新疆境内古代居民迁移、交流、融合等问题打下了坚实的基础。本书利用古代 DNA 分析技术对新疆境内吐鲁番盆地的鄯善洋

海墓地、鄯善苏贝希墓地、交河故城一号台地以及罗布泊古墓沟墓地出土的人骨标本进行了分子水平上的研究，为新疆地区古代居民的种族人类学研究提供了一份珍贵的遗传学资料。现将上述人骨材料中已发表的种族人类学研究情况介绍如下，以便读者对用于本书中进行古代 DNA 研究的标本情况有一个更加全面的认识。

1.2 吐鲁番盆地古代居民的种族人类学研究

吐鲁番盆地位于新疆东部，东与哈密盆地相邻，西、北及西南面被天山山脉环绕。盆地为一处封闭的凹地，中心地区的艾丁湖海拔高度为负值。盆地内多为干旱的荒漠，仅在湖滨及靠近河流的山口地带形成绿洲。文化遗址多分布在绿洲的环境之内，吐鲁番盆地作为新疆古代文明的中心之一。从古至今，历尽沧桑巨变，不同历史时期的文化都呈现出不同的面貌，而该地区的古代居民随着文化的交流和融合，在种族特征上也日渐复杂，使得吐鲁番盆地成为东、西方不同种族居民的交汇地带，因此吐鲁番盆地古代居民的体质人类学研究已成为一个国际性的学术课题。

吐鲁番盆地古代居民的种族人类学研究始于英国

体质人类学家基思对吐鲁番阿斯塔那墓地出土男尸的考察,他通过对其软组织及其颜面形态的观察,认为该个体可能代表一个蒙古人种的成员,与汉人相似。解放以后,我国学者相继对该地区的天山阿拉沟墓地、鄯善洋海墓地、鄯善苏贝希墓地的人类学材料进行了系统的研究,为了解该地区古代居民的种族面貌,提供了重要的科学依据。

1.2.1 洋海墓地人骨的研究

洋海墓地位于鄯善县吐峪乡西南5公里的火焰山南较平缓的戈壁地带。墓葬形制分为长方形土坑竖穴墓和土坯圆圈墓两种,葬具为木尸床,“框架式”榫卯结构,葬式为仰身屈肢,头向绝大多数趋向东面。随葬品以木器、陶器为主,还有毛织品,铜、角、铁器,畜骨、粟、麦穗等。据随葬品和墓葬形制推测,墓葬的年代大致相当于战国前后。

洋海墓地出土的颅骨中,存在着蒙古人种和欧罗巴人种的个体类型。蒙古人种的个体特征与北亚类型较为接近,而大多数个体则为蒙古人种与欧罗巴人种的混合类型,通过与新疆境内和邻近地区的古代组间的比较分析,发现洋海组与焉不拉克C组最为接近,反映了吐鲁番盆地和哈密盆地不仅在地域上邻近,而且在居民的种族成分上也存在相似性,聚类分析结果

表明：洋海组与焉不拉克 C 组、古墓沟组、安德洛诺沃组、阿凡纳湊沃组可以归为一个组群中。

1.2.2 苏贝希墓地人骨的研究

苏贝希墓地位于鄯善县吐峪乡苏贝希村南，火焰山吐峪沟一带，文化面貌相似，1980 年和 1992 年在苏贝希 I、III 号墓地发掘墓葬 43 座。

I 号墓地位于吐峪沟沟北西侧台地上，有低矮的圆石堆，墓葬形制分为两类；一类为长方形土坑竖穴墓，一类为长方形竖穴偏室墓。III 号墓地位于吐峪沟河东一条沟的南岸山坡台地上。墓葬结构以长方形土坑竖穴墓为主，仅有一座有浅侧室。随葬品有陶器、石器、铁器、木器、马具、毛织品等。根据出土陶器及 ^{14}C 年代测定，苏贝希墓地的年代相当于中原地区的战国—西汉时期，其中 III 号墓地的年代要早于 I 号墓地。

苏贝希墓地出土人骨大致可分为欧罗巴人种、蒙古人种以及这两大人种的混合类型三类。其中属于欧罗巴人种的个体又可以分为三个亚组：I 组普遍具有较长的颅型，发达的眉弓和眉间突度，较突起的鼻梁，低而宽的面型，较宽的颧骨，较低的眶型。鼻较宽，梨状孔多心型。在体质特征上较接近原始欧洲人种类型。II 组多具有长的颅型，高且狭的面型，较窄