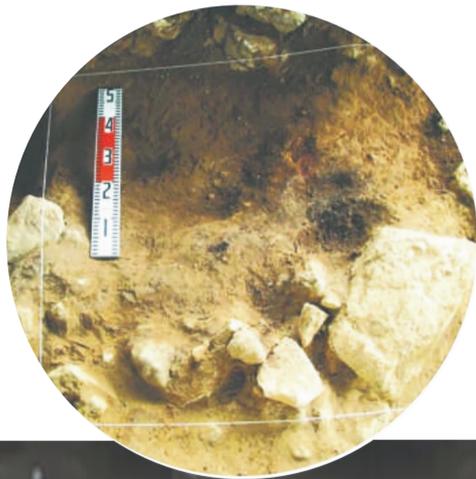


北京猿人遗址发掘出的火塘



最近100万年,被认为是现代人类(晚期智人)演化的关键时期。但相关化石记录极其稀少,也没有提取DNA或片段的可能。那么,我们如何破译人类演化的关键秘密?

近日,国际学术期刊《科学》(Science)在线发表的一篇研究论文显示,中国科学家开创了一种群体遗传学和计算生物学的新理论和方法,可以通过分析现代人群基因组,研究百万年前古人类的群体历史。这一创新理论的名字是“快速极小时间溯祖”(FitCoal)。

应用这一理论方法的第一个发现就很惊人:距今93万年前,人类祖先群体规模急剧减小,在短期内丧失了约98.7%的成员个体,几乎灭绝。在长达11.7万年的时间里,平均成年个体数仅为1280人。这是人们首次发现严重的群体瓶颈事件。

该论文的通讯作者是中国科学院上海营养与健康研究所研究员李海鹏和华东师范大学脑功能基因组学研究所教授潘逸萱。“这一新发现开辟了人类演化的新研究领域。因为它引发了许多问题,例如这些幸存个体居住的地方,他们如何克服灾难性的气候变化,以及瓶颈事件期间的自然选择是否加速了人类大脑的进化。”潘逸萱说。

一度不足 1300人!

The expected branch-length $BL_i(N(\cdot))$ of type i

$$\sum_{i=1}^{n-1} \int_0^{\infty} 2N(t)p_i(t)dt \frac{\binom{n-i-1}{i-2}}{\binom{n-1}{i-1}}$$

Composite likelihood function

$$L_{\mu}(\bar{z}, N(\cdot)) = \prod_{i=1}^{n-1} \frac{\lambda_i^{z_i} e^{-\lambda_i}}{z_i!}$$

新方法解释人类祖先曾面临灭绝的高风险
(左为估计群体的新方法的核心公式)

人类祖先曾经差点儿“团灭”?

中国科学家最新研究发现93万年前全球人口因气候变化锐减

“一支高精度的狙击步枪”
百万年内精确到每一天

用几个现代人的基因组数据,就可以估算数十万年前人类祖先的人口规模,FitCoal理论方法被人们惊呼“强大”。但最初,创建它不是为了研究人类的群体历史。

李海鹏和潘逸萱表示,他们原本是希望建立新的理论或方法,来了解植物等不同生物群体的历史,从而了解这些生物的起源和演化。在研究了果蝇之后,他们决定探索人类群体的历史,从而出现了更多相关研究。

李海鹏表示,此前人们已知的人类的群体历史多局限在10万年内——人类走出非洲的过程。“但我们要了解100万年前人类群体的历史。”李海鹏说,这就像以前是用手枪打100米外的靶标,现在靶标移到了1000米之外甚至更远,“这个时候你就必须要有一支狙击步枪,而且是一支高精度的狙击步枪。”

通过简单的步骤——提取基因样品,测序,然后基于FitCoal理论,研究人员就可以快速估算群体历史——一定时间范围内不同时间“切片”上生命体群体数量,像极了快速建立一个“人口普查”结果的档案库。“通过FitCoal理论,我们可以获得对应着突变频

谱的每一个参数的数学期望值的解析解……就可以进行精确地计算。该方法在100万年时间范围内,可以对每天的情况进行追踪。也就相当于,可以在百万年的时间范围内精确到每一天。”李海鹏表示。目前,FitCoal已被他们开发出软件工具,放在实验室的网页上供全世界的研究者下载、使用。

李海鹏和潘逸萱将开创FitCoal理论的过程形容为一场冒险。2013年,李海鹏开始与潘逸萱合作研究和构建FitCoal理论。到论文正式发表时,已经是10年后的2023年。群体遗传学和人类遗传学家、美国南佛罗里达大学教授刘晓明评论称,FitCoal是目前为止最为准确的估计有效群体规模历史的方法。而且,该方法是基于突变频谱的数据,具有数据形式适应性强,计算速度快等一系列优点,有非常广泛的应用前景。西湖大学统计遗传学实验室负责人、生命科学学院教授杨剑认为,FitCoal理论在百万年这一大时间尺度上,实现了高精度的时间回溯,能够同时准确地估计近期和远古的群体历史。

几乎灭绝的人类祖先
曾经仅幸存1280人

基于FitCoal理论,研究人员根据基因组数据

计算发现,93万年前,人类祖先群体的人口数量锐减。在长达11.7万年的时间里,平均成年个体数仅1280人。“事实上,FitCoal甚至可以通过仅仅几个序列就能检测到古老的严重群体瓶颈事件,这是一个突破。”前述论文的作者、美国休斯敦德克萨斯大学健康科学中心的理论群体遗传学家符云新说。

研究人员表示,前述人口数量锐减的群体瓶颈事件,降低了65.85%现代人群的遗传多样性,对人类生命和健康产生了深远的影响。研究人员推测,这一群体瓶颈事件可能是由急剧的气候变化引起的。

但11.7万年后,大约81.3万年前,人类祖先的群体被发现快速恢复,其群体规模增加了20倍。在以色列发现的约79万年前的考古证据表明,对火的使用可能是人口增加的部分原因。其他因素,如气候变化也可能是人口迅速恢复的推动力。

谈及对未来的启示,潘逸萱表示,“古人类严重群体瓶颈事件的发现表明,无论背景如何,我们都是同根同源。我们的祖先几乎灭绝,不得不团结起来才能生存。这提醒我们,今天,面对不确定的未来,我们应该在全球范围内团结起来,团队合作。” 据《成都商报》

地球曾是雪球! 中国科学家揭示6亿年前生命演化奥秘

在距今约6亿年前,地球曾经两次变成地面冰雪厚达千米的“雪球地球”,每次都持续千万年以上。在两次雪球地球之间发生了什么,生命是如何“绝处逢生”的?近期,中国科学技术大学沈延安课题组在我国华南等地进行系统研究,首次提出“冰层消融诱发大规模火山喷发”等地球与生命演化新机制,对探索现代极端气候变化和地球宜居性具有重要启示意义。

雪球地球即全球冰冻现象,在地球史上多次出现,其中约7.2亿年前发生的斯图特冰期持续了约5600万年,约6.4亿年前发生的马里诺冰期持续了1000多万年。千万年“冰封地球”带来的不仅是万籁俱寂,更是地球生命大灭绝。

为何会出现雪球地球现象?主流观点认为,

地球上现在的七大洲曾是连在一起的“超大陆”,后来超大陆“裂解”引起化学风化作用,消耗了大气中的二氧化碳,使全球气温急剧下降,造成极端冰期。之后,地球上尚存的火山持续活动数百万年,释放大量二氧化碳,形成超级“温室效应”,导致地球上厚厚的冰雪消融。在斯图特冰期后,地球上演化出绿藻和海绵等生物。

沈延安课题组在我国华南多地展开研究,他们选取深达百米的地质钻孔系统分析,发现在雪球地球冰雪消融初期,海水的化学组成与现代海水明显不同,其中汞同位素的变化表明火山活动增强。针对这一发现,他们提出冰雪的迅速消融造成地球表层压力突然减少,从而诱发地球深部的岩浆活动和火山喷发这一新观点。“如同从地面上搬走一块巨

石,原本被压抑的地下岩浆突然喷发!”课题组成员李梦涵说,消融诱发的火山喷发大约持续了10万年,推动地球环境产生连锁反应。

科研人员进一步发现,地质沉积物中黄铁矿的硫同位素组成异常,这是由于雪球地球现象改变了海水硫酸盐的硫同位素组成。李梦涵说,这些现象表明,当时海洋和大气中的氧气含量逐渐升高,为地球上生命的“绝处逢生”创造了有利环境,推动绿藻逐渐繁盛,海绵等初级动物出现。

据科研人员介绍,他们的研究成果具有现实意义。“目前正处于全球气候变暖时期,一些冰川在融化,这也可能会诱发火山喷发,并造成海洋缺氧。”沈延安说,这些都警示我们要保持关注,地球环境是个系统,一个变化可能会触发连锁反应。(据新华社 周畅)