珠穆朗玛峰地区第四纪古植物学的研究和喜马拉雅山的上升*

徐 仁　孔昭宸　孙湘君　陶君容　杜乃秋
（中国科学院植物研究所古植物室）

翻开亚洲新生代地质的历史，引人注目的第一个重大事件，是喜马拉雅山脉的上升．由于这条山峦重迭，群峰林立山系的升起，使亚洲中部的地理和气候受到很大影响．同时又改变着我国西部大自然的面貌，影响着人类的活动．

地处喜马拉雅中段，中、尼国境线上的珠穆朗玛峰及其邻区，由于它那独特的地理位置、自然特点，为国内外科学工作者所关注，亦成为研究喜马拉雅山升起的重要地区．

解放以后，党和政府不仅非常关切西藏的社会主义建设事业，而且对位于我国境内的喜马拉雅山区的许多科研问题给予应有的注意．先后派出登山队、科学考察队对珠穆朗玛峰及希夏邦马峰进行了登山和科学考察．几次科学考察取得了许多有关喜马拉雅山和希夏邦马峰、珠穆朗玛峰如何从沧海变成高山及其对自然界和人类活动影响的资料．在古植物学科中应该提及的是：1964年我国的希夏邦马峰科学考察队，在希夏邦马峰北坡海拔5,700—5,900米的野博康加勒层的砂岩中，发现了迄今为止处于世界最高处的植物化石层——高山栎（*Quercus semicarpifolia* Smith.）化石层．随之又在1966—1968年对珠穆朗玛峰地区的科学考察中，在卓奥友峰北坡加布拉村的中更新粘土层中发现了曲枝柏[*Sabina recurva* (Buch-Hamit) Antoina]和西藏云杉［*Picea spinulosa* (Griff) Henry］枝和球果的化石．并在亚里的全新世石灰华中找到不少灌木的叶化石．又在聂聂雄拉等中更新世湖相沉积中分析出丰富的植物花粉和孢子（见图版）．

许多年来，对喜马拉雅山近期的地壳上升运动已普遍为人们所注意，但这一最新的构造运动幅度究竟是怎样的？往往靠应用经典的研究方法是不能得到的，因为象研究地形与山系变迁、地震活动、地层产状的变动等只能确定山区的相对运动还是静止，但不一定能用数据表示一定时期内垂直移动的幅度．为了解决这样的问题，可以应用古植物学的资料．其中包括孢粉分析的一些结果，并参照地貌学等方面，对珠峰地区构造运动进行综合研究，能够较有把握地说明山区在最新历史各个不同时期的上升幅度．

根据找到的植物化石和孢粉组合的特点，可以恢复植被类型的本来面目，并可推断出这些植被类型存在的气候条件．当知道了珠穆朗玛峰邻近山区现代植被-气候垂直分段结构后，可以把依据化石和孢粉而复原的植被类型和邻近山区相似的现代植被成分加以比较，从而知道该植被所处的海拔高度．而化石发现地点的海拔高度与依据这些化石而推断出当时植被所处的高度差，就是在一定时期内，山区构造运动垂直移动的幅度．

许多地质古植物学工作者（Sahni 1935，

本文1973年4月19日收到．

* 植物化石、孢粉样品，以及剖面地质资料由珠峰科学考察队提供（剖面由地质研究所郭旭东同志提供）．

1936; Puri 1945, 1946; 徐仁 1958; Пахомов 1964, 1966, 1969 等）对喜马拉雅山系的地质和古植物作过一些调查研究，有的对喜马拉雅山的旁支皮尔旁遮山脉的升起时代，克什米尔山谷古气候的变化，以及帕米尔山区新构造运动中的垂直移动的幅度作了一些讨论．但对喜马拉雅山轴部珠穆朗玛峰地区的研究却很少．

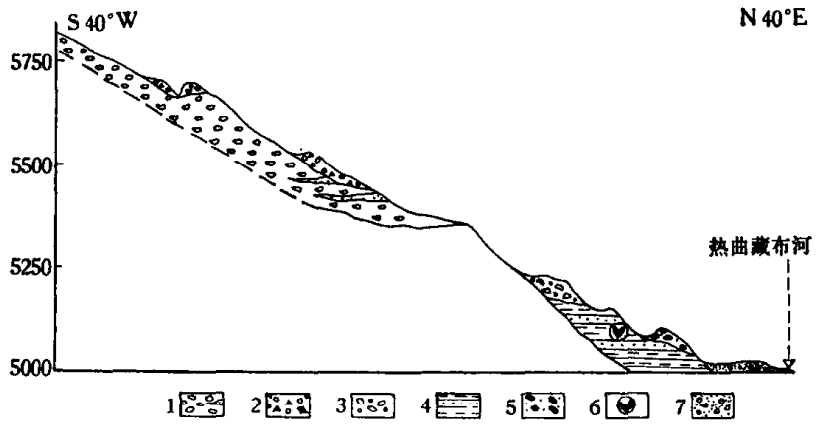


图 1　加布拉热曲藏布河谷加布拉间冰期湖相沉积剖面

1. Q_1^1 希夏邦马冰期贡巴砂砾岩，　2. Q_2^1 聂聂雄拉冰期冰碛，
3. 珠穆朗玛冰期冰碛，　4. fg Q_2^2 加布拉间冰期湖相沉积，
5. Q_4 绒布德小冰期冰碛，　6. 植物化石层，　7. 现代河床

可喜的是，1964 年我国希夏邦马峰科学考察队不仅在冰雪覆盖的野博康加勒层中，采到了高山栎等叶子的印痕化石，同时在含化石的砂岩中分析出不少的孢子和花粉，如雪松[*Cedrus deodara* (Roxb.) Loud.]等．通过化石层的研究，可以知道在200多万年前上新世晚期，这儿曾经分布着常绿的栎林和雪松林．后来由于喜马拉雅山的上升这一主导因素(约上升了 3,000 多米)，高山栎、雪松等才能以化石状态保存在终年冰雪覆盖的野博康加勒层的砂岩中．

在卓奥友峰北坡，热曲藏布河西岸，海拔 5,000—5,200 米的加布拉村附近，出露一套湖相沉积（图 1），在灰蓝色粘土和黄色砂层中发现不少曲枝柏、西藏云杉、杨属（*Populus* sp.）和胡枝子属(*Lespedeza* sp.)的化石，在同一粘土层中，分析出不少的花粉和孢子．在 200 粒花粉中，有 168 粒云杉花粉，它们占孢粉总数的 84%．此外有栎属、柏科、冷杉、松、桦等乔木植物和唇形科、蒿属、唐松草属（*Thalictrum*）等草本植物的花粉．云杉球果的发现和孢粉组合的特点，有可能推断，在中更新世（距今 20—30 万年）时，加布拉地区的植被为较纯的云杉林，也混生着栎，林下草本植物较为贫乏．

西藏云杉现分布在吉隆海拔 2,500—3,100 米的山地针叶林带，在亚东，西藏云杉可以分布到海拔 3,400 米．当今的加布拉的植被已属高山草甸，垫状植被带．主要植物是一些矮小的草本，如苔草(*Carex*)和蒿草(*Kobresia*)以及垫状分布的多种蚤缀(*Arenaria* spp.)等．

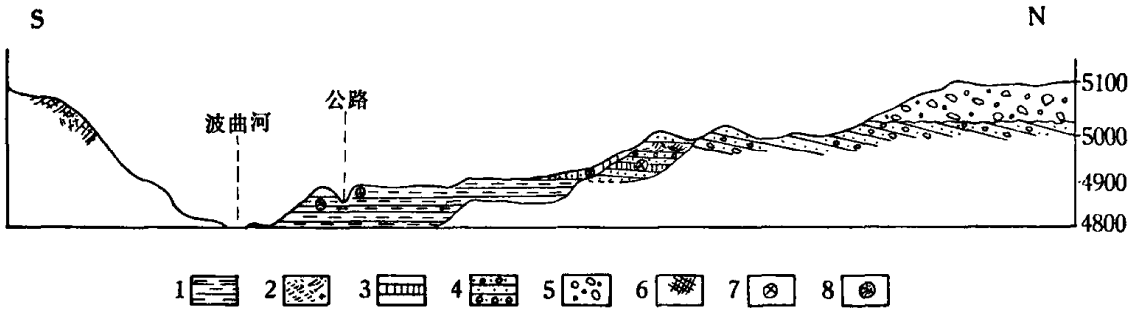


图 2　聂聂雄拉冰碛平台南侧湖相沉积剖面

1. 加布拉间冰期湖相沉积(Q_2^2)，　2. 湖滨砂层(交错层)(Q_2^2)，　3. 含铁砂层，　4. 希夏邦马冰期冰水砂，砾层(贡巴砾岩)(Q_1^1)，　5. 聂聂雄拉冰期冰碛(Q_2^1)，　6. 红土风化壳(Q_2^2)，　7. 含哺乳动物化石地点(Q_4)，
8. 孢粉采样地点

古今对比，不难看出，加布拉化石产地海拔高度（5,000—5,200 米），与依据这些化石和孢粉而恢复的山地针叶林所处的海拔（3,100—3,400 米）高度相差 1,900—1,600 米.

聂聂雄拉位于希夏邦马峰东北，聂拉木北约 40 公里，为一宽广的冰碛平台，在冰碛平台之南侧，保存数层湖蚀阶地状地形，其上有中更新世间冰期湖相沉积. 我们在海拔 4,850 米的二级阶地上，选取上下两个剖面进行了孢粉分析（图 2）. 从分析结果来看，沉积物中的孢粉较为丰富，含有乔木植物花粉，如冷杉（*Abies*）、云杉（*Picea*）、松（*Pinus*）、铁杉（*Tsuga*）、柳（*Salix*）、山核桃（*Caria*）、黄杞（*Engelhardtia*）、胡桃（*Juglans*）、桤木（*Alnus*）、桦（*Betula*）、鹅耳枥（*Carpinus*）、榛（*Corylus*）、石柯（*Lithocarpus*）、栎（*Quercus*）、木兰（*Magnolia*）和槭（*Acer*）等属以及灌木与草本植物，如麻黄（*Ephedra*）、蓼（*Polygonum*）、乌头（*Aconitum*）、银莲花（*Anemone*）、唐松草（*Thalictrum*）、小檗（*Berberis*）、白屈菜（*Chelidorium*）、杜鹃（*Rhododendron*）、忍冬（*Lonicera*）、蒿（*Artemisia*）、香蒲（*Typha*）、眼子菜（*Potamogeton*）等属和藜科、石竹科、毛茛科、蔷薇科、豆科、远志科、木犀科、紫草科、唇形科、茜草科、禾本科、莎草科、石蒜科的花粉，以及一些石松（*Lycopodium*）、鳞盖蕨（*Microlepia*）、风尾蕨（*Pteris*）、瓦苇（*Lepisorus*）、水龙骨（*Polypodium*）、金粉蕨（*Onychium*）等属的孢子. 为了说明该地植被的变化，我们把各类花粉进行了百分比统计，又按照样品的层位，从下至上作出孢粉图示（孢粉图式从略）. 从孢粉图式上可以反映出植被的变化，并可按其变化划分出三个阶段，即该地的早期沉积为较纯的栎林所覆盖，到了中期则出现松、栎混交林，而晚期则变成以木兰属为主，松为次的混交林. 由于植物的生长发育受到各种生态因素的综合影响，当我们研究了孢粉化石及其组合之后，可以知道聂聂雄拉中更新世间冰期的气候曾经由温暖而湿润变为温暖干燥，再变为湿润而湿热，具有亚热带的特征.

可是，现在的聂聂雄拉，由于海拔高，气温低，并受山地的屏障，使西南季风受阻，空气干燥. 该地植被属高山草甸，其中以禾本科、莎草科和石竹科等草本植物为主. 此地已无乔木生长，只有矮小灌木变色锦鸡儿（*Caragana versicolor*）、藏忍冬（*Lonicera tibetica*）、金腊梅（*Desiphora fruticosa*）. 不难看出，聂聂雄拉沉积物中的孢粉组合与现今植被差异很大. 孢粉组合所代表的植被相当于珠峰南坡的山地针阔叶混交林，甚至到山地常绿阔叶林. 当时气温比现今高出10—14℃. 海拔比现今低 1,800—2,300 米.

距聂拉木东北约 30 公里的亚里村波曲河第一级阶地上，出露一套厚 2 米多的全新世石灰华沉积物（图 3）. 石灰华的上部找到

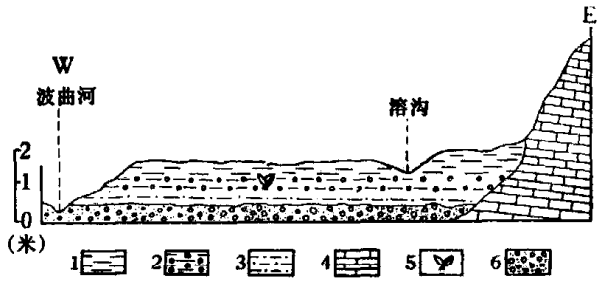


图 3　亚里全新世石灰华沉积剖面示意图
1. 细层状结构石灰华，　2. 多孔性结构石灰华，
3. 鲕状结构石灰华，　4. 奥陶纪石灰华，
5. 主要植物化石层，　6. 冲积砂砾层

了新石器，在多孔性结构石灰华中产有刺毛忍冬（*Lonicera* cf. *hispida*）、荚蒾（*Viburnum* cf. *erubescens*）、杜鹃（*Rhododendron* sp.）、蔷薇（*Rosa* sp.）、绣线菊（*Spiraea* sp.）、鼠李（*Rhamnus* sp.）、一种忍冬（*Lonicera* cf. *tomentoll*）及柳属（*Salix*）等高山灌木叶子的印痕化石. 类似上述化石的现代植物，现还生长在珠峰南坡海拔 3,400—3,700 米的曲乡一带的高山灌木丛中，这儿年平均气温为 2—4℃，而现在的亚里海拔 4,300 米，植被以草甸和草原为主，生有苔草（*Carex*）、早熟禾（*Poa*）、蓼（*Polygonum*）、翠雀（*Delphinium*）、大戟（*Euphorbia*）、蔷薇（*Rosa*）、点地梅（*Androsace*）、

蒿（*Artemisia*）以及毛茛科等植物，现在亚里年平均气温为1℃左右.

对该地石器的研究，认为属中石器时代或稍晚，又因石器产在石灰华的上部，因此我们有理由认为植物化石层的沉积早于或相当于中石器时期，石灰华沉积可能是珠穆朗玛峰冰期后的气候最宜时期的产物. 当时石器的主人在亚里一带活动着. 这儿灌木丛生，气候较今温和湿润. 珠穆朗玛峰地区第四纪古植物学的研究，说明中更新世以来，这儿的植被变化是很大的，影响植被发生变化的原因错综复杂. 如山体的上升、气候的变化、降雨量的多少等等.但就一般情况看，更新世以来间冰期的气候与今天的差别、尚不会引起植被发生如此大的变化. 考虑到珠穆朗玛峰科学考察中取得的许多有关新构造上升的证据（如土壤微形态、古冰川的堆积位置和古雪线遗迹，以及生物残留现象等），因此有理由认为喜马拉雅山体的近期上升运动是引起植被变化的主导因素.

按照板块运动学说（Dewey, 1972），南亚大陆原为非洲的一部，处于南非洲东南角. 在白垩纪初期印度板块从非洲板块分出，向东北漂移，约于始新世末期（或之后），印度板块向亚欧板块俯冲，上载的大陆地壳与亚欧板块上的陆地相遇，陆壳不能俯冲，受到挤压，不断地折曲、逆掩、超覆、断裂、搅拌、混杂、变质，才造成今日构造复杂、巍巍峨峨的喜马拉雅山脉. 山脉形成后，地壳仍有很大的活动. 从希夏邦马峰野博康加勒、加布拉、聂聂雄拉、亚里四个地点、三个不同时期的沉积中植物群上看去，喜马拉雅山从上新世晚期到新石器时期，形成的山脉仍是不断上升的. 由于山脉不断的上升，本区气候才有较大变化，总的趋向是由温暖而湿润变为寒冷干燥，因而植被也发生巨大的变化. 在希夏邦马峰野博康加勒从上新世晚期到今，植被由常绿栎林和雪松林，气候温暖湿润，而今该地气候严寒，盛夏之际草木不生. 在加布拉和聂聂雄拉地区，从中更新世间冰期到现在，植被由亚热带森林或亚热带山地森林逐渐变为草甸，在亚里，从珠穆朗玛峰冰期后的气候最宜时期至今，植被由高山灌木丛变为高山草原. 随着地面的不断上升，旧的植物群不断地被新的植物群所代替.

综合上述古植物学材料，可以粗略得出：从上新世晚期至今大约200多万年，希夏邦马峰约自海拔2,500米上升到5,900米；而珠穆朗玛峰地区从中更新世间冰期到现在大约二、三十万年，加布拉约自海拔3,100—3,500米上升到5,000—5,200米；聂聂雄拉的自海拔2,850—3,500米上升到4,900米.而从全新世亚里时期至今，化石植物群所代表的植被分布高度（3,400—3,700米）与亚里现在的海拔（4,300米）高的差距也有近500米. 可见近期喜马拉雅山上升的速度还是很快的.

对珠穆朗玛峰地区古植物学的研究，虽然给研究喜马拉雅山最新构造运动、山体上升的幅度、第四纪地层的划分、植物的演替，提出了一些古植物的依据，但因化石发现地点以及化石数量和质量都是不足的，尤其是对喜马拉雅山上升这一错综而复杂的问题，必须通过综合的研究，才能使认识不断深化. 我们相信随着对青藏高原的科学考察，一定会取得更多感性材料，从而引出规律性的东西.

参 考 文 献

张经纬、王金亭等，1966 西藏中部的植被，科学出版社.

施雅风、刘东生，1964 科学通报，10月号，928.

徐仁，1958 中国第四纪研究，第一卷，第1期.

Пахомов, М. М., 1969 *Изв. АН СССР, Сер. Геогр.*, No. 4, 147—153.

Sahni, B., 1936 *Current Science*, **5**, No. 2, 57—61.

Puri, G. S., 1946 *The Journal of the Botanical Society, M. O. P. Lyenger Commemoration*, Volume, **1**, 167—184.

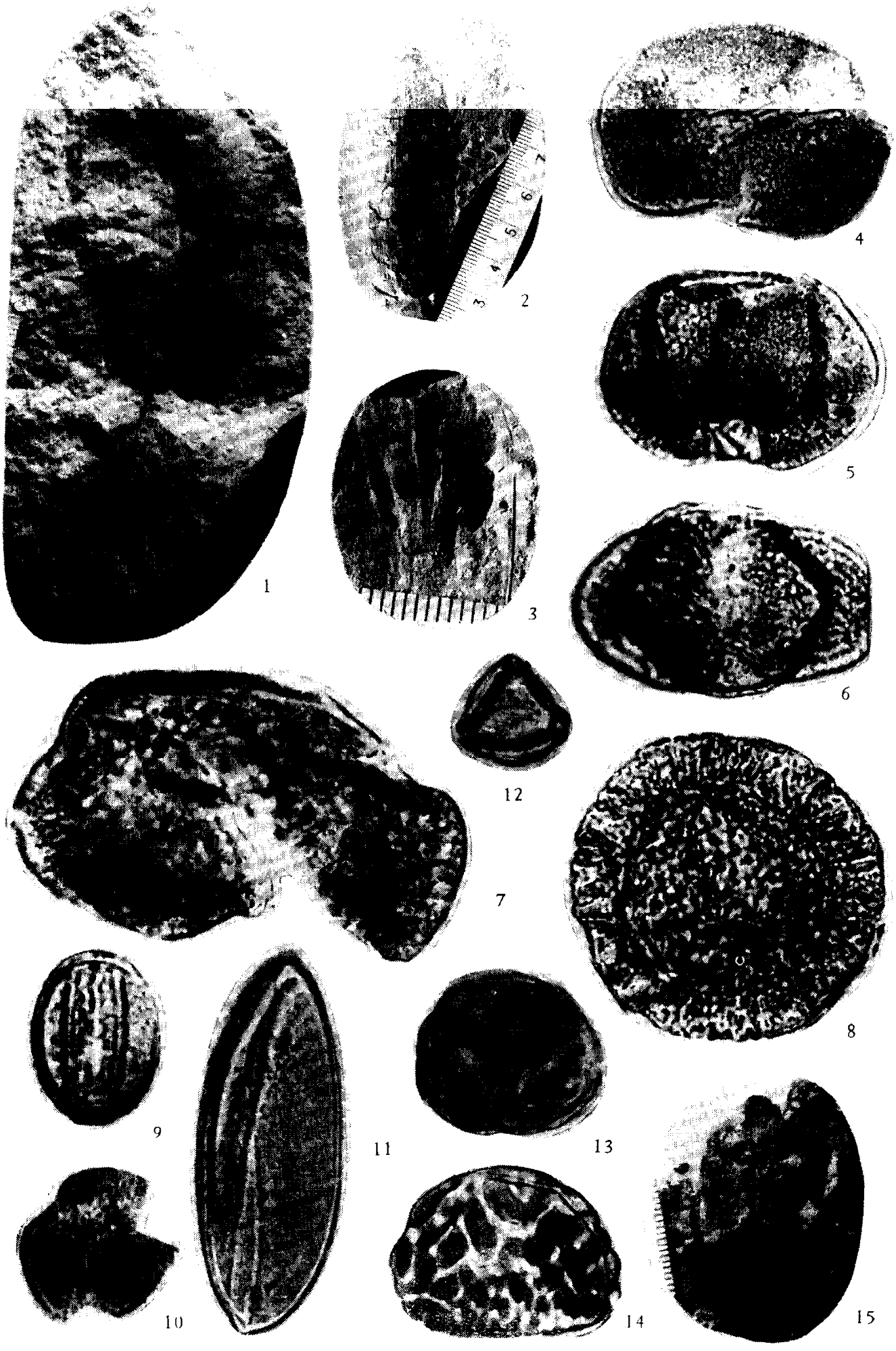

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

图　版　说　明

1.高山栎(*Quercus semicarpifolia* Smith). 希夏邦马峰北坡,晚上新世(野博康加勒层). 标本号: 50014
2.西藏云杉[*Picea spinulosa* (Griff) Henry]. 球果,加不拉,中更新世. 标本号: 50806
3.西藏云杉[*Picea spinulosa* (Griff) Henry]. 种鳞,加不拉,中更新世. 标本号: 50810
4.云杉(*Picea* sp.) ×500, 玻片号 11580——4(侧面观)
5.云杉(*Picea* sp.) ×500, 玻片号 11618——3(极面观)
6.松(*Pinus* sp.) ×500, 玻片号 11617——3(极面观)
7.冷杉(*Abies* sp.) ×700, 玻片号 11577(侧面观)
8.铁杉(*Tsuga* sp.) ×500, 玻片号 11570
9.栎(*Quercus* sp.) ×1000, 玻片号 11630
10.槭(*Acer* sp.) ×1000, 玻片号 11570——5
11.木兰(*Magnolia* sp.) ×750, 玻片号 11602
12.桦(*Betula* sp.) ×1000, 玻片号 11611
13.杜鹃(*Rhododendron* sp.) ×1000, 玻片号 11618
14.水龙骨(*Polypodium* sp.) ×1000, 玻片号 11629——1
注: 以上4—14花粉均产在聂聂雄拉中更新世湖相沉积中
15.杜鹃(*Rhododendron* cf. *hypenanthum* Balf.) 亚里,全新世,标本号: 50338

细胞融合在物种起源上的作用

郑国锴　聂秀菀　杨庆兰　王以秀　周迎寿　陈济世*
(兰州大学生物学系)

细胞融合(Cytomixis)这个名词在最初提出的时候，仅指花粉母细胞中的染色质从一个细胞转移到另一个细胞中去[1]，而不是指整个细胞内含物的融合. 在国外对这一现象的研究，一直持续到现在. 但从最近十多年的研究情况来看，仍然继续在正常与不正常问题上争论，没有多大新的进展[2-5]，因此也就很少考虑这一现象在生物学上的意义了.

近年来，我们用电子显微镜观察了百合花粉母细胞，发现不仅有染色质而且还有细胞质的穿壁运动. 可以很清楚地看到，在细胞核还没有靠拢细胞壁之前，细胞质内的细胞器如线粒体、造粉质体和液泡等,都从胞间联丝的通道穿向另一个细胞（如图 1 所示）. 随后当细胞核靠到细胞壁就出现染色质的穿壁运动（图 2）. 至此，细胞融合一词才名实相符了.

百合花粉母细胞间染色质穿壁的方式，早在 1955 年就提到了[6]. 所有的花粉母细胞全部都经过穿壁运动（图 3, 4, 5）. 凡是染

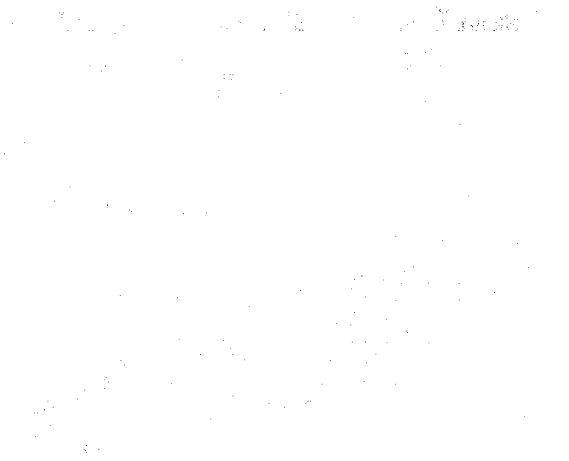


图 1　百合花粉母细胞的一部分,示线粒体正在从胞间联丝通 道向 相邻细胞穿过去. 约×10,000
a 造粉质体，　m线粒体，　n 细胞核，　ne 核膜，Pd 胞间联丝，　Pl 质膜，　v 液泡，　w细胞壁

本文 1973 年 6 月 13 日收到.
* 现在通讯处: 甘肃农业大学.