

马衔山南坡混杂堆积物成因的探讨

武春龙 方小敏 张林源

(兰州大学地理系)

马衔山南坡广布的混杂堆积物,前人曾给以冰川成因的解释。基于马衔山处于我国东西部过渡地域这个地理事实,我们认为该区混杂堆积物冰川成因是否成立,不仅是本区第四纪地质研究中的重大理论问题,而且对该区经济建设有重大的实际意义。本文试就马衔山南坡改河沟混杂堆积物的若干特征,对该区混杂堆积物的成因进行探讨,以期马衔山第四纪环境演变的研究提供基本资料。

一、地理概况和地质基础

马衔山位于兰州盆地东南约40公里处,其山脊线为甘肃省榆中县和临洮县的分界。马衔山南坡隶属于临洮县,山体沿北西—南东方向延伸。主峰海拔3,670米,其余山地多在2,900—3,600米间,相对高差200—270米。马衔山是兰州盆地附近的最高山脉,也是兀立于黄土高原之上的一个突出的岩岛。

马衔山地处半干旱暖温带,山区气候湿凉,年降水量500—800毫米;山麓气候干冷,年降水量300—400毫米。降水年内分配不均,主要集中于夏秋季节,雨季常有山洪暴发。

马衔山南坡按岩层组成可分两部分:2,900—3,600米的山区由前震旦系眼球状和条带状混合岩构成;2,000—3,000米的山麓为低缓的黄土丘陵,基岩主要为上新世的红层。山区是混杂堆积物的物源区,山麓是其堆积区。混杂堆积物大部分被黄土覆盖。距今200万年以后的第四纪期间,由于印度板块对欧亚板块的碰撞,使山体呈断块上升;上新世红层随同山体一起上升,随之上新世红层被流水切割,形成和缓起伏的北东—南西走向的梁状古地貌形态。这种古地貌形态的格局成了控制该区第四系地层和地貌发育的骨架。数条沟谷从山上直达洮河谷地的现代地貌基本格局,都承袭了古地貌的轮廓。

二、混杂堆积物的划分

该区广布的第四纪混杂堆积物,按其地貌部位、分布高程、岩性特征及与其他沉积物的接触关系,根据地貌地层和岩性地层学原则,可以划分为四套混杂堆积:黄色混杂堆积(Q_1^1);锈黄色混杂堆积(Q_2^1);黄灰色混杂堆积(Q_3^1)和灰色混杂堆积(Q_4^1)。混杂堆积物的地貌

及层位关系，我们在前人工作的基础上，通过野外的考察，基本查明了混杂堆积物的分布。现对其从老至新简述如下：

1、**黄色混杂堆积**。这种堆积厚1.5—20米，呈残丘分布于红层之上。分布高程是2,550—2,970米。有的裸露于地表，有的被黄土覆盖，结构致密，分选差。砾石多棱角状、次棱状，磨圆度差。岩石成分主要是混合岩，其次是大理岩与石英石。粒径大小悬殊，充填物为砾及亚粘土。砾石表面具白色钙质薄膜和黄色铁质浸染。砾石风化深，大理岩具2—4毫米深的风化晕，含暗色矿物的片麻状混合岩砾石，用锤轻击即碎。其主要特征是呈星散状分布于地貌部位较高处。恢复其古地貌形态，发现它们表现为山前洪积扇或洪积扇群。我们认为，其成因可能是早更新世早期的山前洪积物，还有部分属于重力过程的山崩堆积。黄色混杂堆积之所以为现存地貌形态，只是由于新构造运动和后期流水切割共同所致。

2、**锈黄色混杂堆积**。这种堆积见于陆家沟、孙家咀、卜拉头沟等处。分布于海拔2,150—2,760米间。砾石钙质胶结，较密实。砾石大小混杂，一般砾径10—20厘米。沟壁块砾多，且易受崩塌作用滚至沟底，具亚粘土、粉砂、小砾石透镜体，基质为砂。具斜层理，斜层理倾向受其围砾所控。其主要特征是具黑色铁锰质团块和条带。

3、**黄灰色混杂堆积**。这种堆积见于李家台、孙家咀、陆家沟等处。分布于海拔2,150—2,900米间。砾石多次棱，少次圆。一般砾径30—40厘米。块砾处于混杂堆积层之表面，为泥石流浮托作用所致。块砾一般砾径1.5—2米，充填物为粗砂。风化强烈，砾石表面灰黑色，具有苔藓。

4、**灰色混杂堆积**。该区各沟谷皆有这种堆积分布，并构成沟谷一级阶地的物质基础。在改河沟沟口也有其踪迹。砾石形态多次圆，少次棱角，磨圆度较好。充填物为粗砂，具有反映流水沉积环境的斜层理及亚粘土透镜体。在改河沟下游，流水切割出3—5米厚的出露层（改河沟下游现代流水作用切割的灰色混杂堆积出露层）。它在改河沟口呈扇状沉积于洮河一级阶地砾石层之上。从沉积构造特征判断，此套堆积大部分属于山区河流洪积物。

三、混杂堆积物的特征

混杂堆积成因的判别是一个难题。这方面的研究日益受到人们的重视。近年来，现代沉积学者在这方面作了大量的工作，特别对冰川沉积与非冰川沉积的鉴别提出了一些准则。我们着重分析了该区混杂堆积物的堆积地貌、宏观构造、粒度和组构特征。混杂堆积物有如下特征：

1、**堆积地貌特征**。堆积地貌特征能够反映混杂堆积物的成因，尤其象马衔山这类处于半干旱气候、后期改造不甚严重的地区，就能更全面、正确地反映混杂堆积的成因类型。马衔山南麓广布的混杂堆积物，虽然遭受到一定的后期改造，但由于泥石流作用和冲洪作用所形成的原始地形，仍清晰可辨。就改河沟而言，混杂堆积物地形复原后在平面上呈明显的扇状展布。老扇由于受邻区扇状堆积地形的限制，平面上呈窄扇形分布。扇顶在红土沟和小营之间，扇前缘直抵洮河岸边，长约20公里左右。堆积地貌格局基本上受到上新世红层所形成的古地形和新构造制约。随着古地形从山麓到洮河边缘逐渐下降，堆积物也从扇顶的2,970米，以3—4°的倾角，递减至洮河岸边的1,800米左右。一定类型的水系网络与一定沉积物（成因类型）的地貌及地貌组合是共生的，工作区内平行梳状水系正是扇状堆积的反映。

第四纪以来，由于马衔山区的间歇性上升，流水切割老扇形地形成了四级阶地，因此阶地多呈指状、片状分布。该区最老的第四级阶地主要由早更新世早期的黄色混杂堆积构成，张家峁子

到山体之间的梁顶上可见；下伏上新世的红土由于破坏较重，一般仅有零星出露；第三级阶地主要由锈黄色混杂堆积（ Q_3^1 ）和黄土组成，多位于高山腰，断续分布于陆家沟到山体之间；第二级阶地主要由黄土灰色混杂堆积（ Q_2^1 ）组成，位于低山腰，由于形成时代较晚，形态保存较完整，常以片状分布于西番庙到红土沟一带；最新的一级阶地主要由灰色混杂堆积（ Q_1^1 ）组成，限于沟谷两侧呈带状分布，出沟口后直达洮河的阶地呈片状、扇状分布，并且直接覆于洮河一级阶地之上。随着山体的上升，各级阶地已被抬升到不同的高度，并且愈近山体抬升的高度及阶地间的相对高差也愈大。在红土沟与小营一带，四级阶地离沟床100—200米，三级阶地离沟床60—100米，二级阶地离沟床10—30米，一级阶地离沟床3—10米；而到了陆家沟一带，除了一级阶地外，其它几级阶地就基本消失而转为各期混杂堆积物的相互迭加、改造和破坏。卜拉头沟两侧巨厚的混杂堆积和沿走向与倾向、堆积层厚度、岩性等急剧变化就是佐证。

2、**宏观构造特征**。细究马衔山南麓混杂堆积物的构造特征，发现其最大特点之一就是，无论何时代、何地貌部位都有明显的流水作用痕迹。这显然与认为冰川成因的观点相矛盾。

首先，在各期混杂堆积物中透镜体和斜层理屡见不鲜，且越远离山体透镜体的数量增多，种类也从砾型为主转为砂型为主。如在锈黄色混杂堆积物中，透镜体在整层中皆有出现，一般长1—3米，厚20—30厘米不等，多为砂砾透镜体和砂透镜体，且有明显的分选作用。在砂砾透镜体中，从底部到上部，可见到从中、细砾过渡到粉砂的完整的正粒序层。在黄灰色和灰色混杂堆积物中透镜体较少，多细砾型和砂砾型。

其次，巨砾的定向性较好，个别形成迭瓦状构造。并且砾石的大小和磨圆越远离山体，砾径越小，磨圆度越高。在离朱家川子1.5公里的改河沟上游，左岸的厚15米左右的黄灰色混杂堆积物中就有6条石线，粒径0.5—1米的砾石，成迭瓦状定向排列，指向上游，并与其下的古地形相适应。这种现象与泥石流堆积物中巨砾有分选、细粒部分无分选以及托浮在泥石流表面的巨砾易定向排列，并反映其下地形的特点是极其吻合的。

最后，泥球和泥线的出现也是泥石流作用的重要标志。在红土沟口的黄灰色混杂堆积剖面中，在混杂堆积与下伏上新世红层接触附近，有许多泥球出露。泥球直径一般5—8厘米，呈同心圆状。除此而外，还有砾石在滚动中挤压下伏红层造成的拖拉痕迹，以及捕获下伏红层泥块形成的泥线。

3、**结构（粒度、组构）特征**。目前，比较简便有效地鉴别沉积物的结构特征有两方面：粒度与砾石组构。

（1）**粒度特征**。本区混杂堆积中细粒部分（ $<3.3\phi$ ）的粒度频率分布特征，是峰型多样，单峰、双峰和多峰皆有。A. Dreimanis和U. Vagners（1969）关于机械磨蚀的试验和研究表明，4—5 ϕ 的峰系机械磨蚀作用的结果，凡是冰碛物，除粘土岩分布区外在此粒级范围内皆有峰值出现。本区混杂堆积物在4—5 ϕ 处并不出现峰，表明它们在堆积前没有受过以磨蚀作用为特征的冰川地质作用。这里应该指出的是，马衔山南坡混杂堆积物并不象庐山地区混杂堆积物经过强烈的化学风化过程，这是由马衔山所处的地理位置和中国北方第四纪气候向干冷方向发展的总趋势决定的。另外，假如混杂堆积物是冰碛物，又经过后期的湿热粘化作用，那么第一峰值应该出现在 $<5\phi$ 的粒组中。这显然有矛盾。这里关键的问题是，我们应该承认该区混杂堆积的粒度特征能够可靠地反映它的沉积环境，也就是说，粒度特征的后期变化较小。

（2）**组构特征**。要想从组构资料中获得混杂堆积成因的信息，确定搬运混杂堆积物的介质的流向是很重要的。但是，事实上要达到较精确的解，往往是相当困难的。特别是在黄土丘陵区，此问题表现更为明显。不过，大致的介质流向还是能够确定的，即介质从山上向山下流动，在本

区表现为南西流向。可以看出，砾石的ab面大多逆指上游方，倾角一般30—50°。a轴主密部分散，倾角低于20°，高达60°。国外冰川沉积学者对冰碛物砾石组构研究表明，冰碛石a轴在一般情况下多和冰川流向一致，其倾角都小于15°，而ab面倾向离散。武安斌对我国祁连山冰碛物的研究表明，砾石a轴与冰川流向一致，其倾角变动于0—25°间，而ab面倾向离散。甘肃武都地区泥石流沉积砾石组构具有ab面倾向泥石流上游的特征。陈怀录利用等密图—赤平投影分析法对武都泥石流堆积物砾石组构进行了探讨，他指出，在等密图上a轴显示离散，ab面倾向上游。总之，冰碛物组构特征是：a轴倾向集中且倾角较小，ab面倾向离散；泥石流堆积物ab面一致倾向上游，a轴倾向离散。可以看出，该区混杂堆积物砾石组构特征与冰碛物大不相同，而部分与泥石流一致。

通过以上对该区混杂堆积物沉积结构的分析，我们认为，较新的三套混杂堆积不是冰川所成，而是泥石流和山区河流共同作用所致。

四、从陆家沟剖面推断锈黄色与黄灰色混杂堆积物的成因

陆家沟剖面位于陆家沟内左岸，距沟口1公里。对此剖面，因为沟谷两岸地层不对称，所以我们认为它的地理位置十分重要。顺便指出，此剖面可能就是前人所指的冰川槽谷下界，也就是冰舌末端的位置。我们想对此剖面作简要介绍与分析。

据我们初步观察，此剖面可分6层：

1、马兰黄土厚5—10米，浅黄色，不具层理，很疏松。颗粒均一，垂直节理发育。年代为晚更新世；

2、浅黄色亚粘土厚约2米，水平层理，棱角状小砾石透镜体。砾石表面具碳酸钙结皮，夹有2—3厘米厚的灰色高岭土条带；

3、黄灰色混杂堆积厚约5米，砾径一般20厘米，具大块砾，砾径为1—1.5米，有亚粘土透镜体；

4、橘红色碎石层厚约8米，充填物为亚粘土。碎石块为次棱角状，一般砾径1—2厘米，夹粉砂透镜体。

5、黄色亚粘土层超覆于黄色混杂堆积之上，水平层理发育，夹砾径为3—4厘米的次棱角状碎石条带，具有碳酸钙结核与盖板；

6、黄色混杂堆积厚约5米。砾径多为20—30厘米，充填物为粗砂。粗砂受控于围砾的斜层理。砾石为次棱、次圆状，具亚粘土、砂、小砾石（砾径1—2厘米）透镜体。透镜体一般厚20—25厘米，长2—2.5米，且具正韵律层序。

我们从锈黄色混杂堆积与红层的接触关系，沟谷两侧地层的不对称性的判断，此处可能是泥石流龙头。在锈黄色混杂堆积与红层的接触面上具泥石流作用的推挤构造。橘黄色碎石层，湿热化程度稍高。由于整层色调稳定，可以粗略判断此层非后期湿热化所致，它可能是沉积过程中的湿热化，也可能是前期湿热化，结论有待深入研究。如果是沉积过程的湿热化，则表明其沉积环境相当于气候较湿热的时期。此处黄灰色混杂堆积也可能是泥石流的龙头。这两次泥石流的流路，可能就相当于前人指出的“冰川槽谷”。如果上述判断正确，那么在两次泥石流作用期黑水沟尚未形成；只是两次泥石流作用后，黑水沟发生溯源侵蚀，袭夺祁家沟，形成现代水系格局。次后又在黑水沟发生泥石流作用。前两次泥石流作用时代是中更新世早期和晚更新世早期。

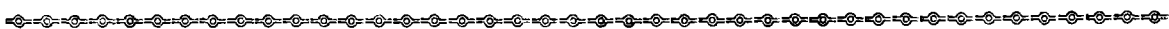
五、马衔山末次冰期的理论雪线

判别混杂堆积是否为冰川成因，还需要考虑是否有冰川发育的条件。讨论冰川发育条件，无不涉及雪线问题。这里，我们对马衔山末次冰期是否发育冰川，从理论上做一简要分析。

周尚哲同志认为，马衔山现代理论雪线是4,400米，末次冰期理论雪线为3,800米。任炳辉同志对马衔山晚更新世冰缘地貌的研究指出：马衔山3,500米以上末次冰期发育准石海，马衔山山顶在末次冰期只经过冰缘地貌过程，称为马衔山冰缘期。石海下线称为石海线，它是一条相当重要的自然地理界线。石海线与雪线高差一般为250—350米。那么，可以根据石海线推测马衔山末次冰期理论雪线是3,750—3,850米。从水热条件的理论计算和地貌事实的理论推算的雪线高度值基本吻合，从而使我们相信末次冰期马衔山理论雪线3,800米的观点是正确的。而马衔山主峰海拔3,670米，也不能达到末次冰期的理论雪线。更为重要的是，马衔山晚更新世以来一直在上升之中，末次冰期的山体高度怎能达到雪线？马衔山末次冰期雪线比现代下降600米，这与祁连山素珠链峰玉木冰期雪线下降值600米的研究成果是一致的。中国北方在冰期是干冷环境，马衔山处于黄土高原之中的孤立岩岛，可以设想其受到干冷气团的控制。因此，从水热条件两方面分析，马衔山在末次冰期不具备冰川发育的条件。前人报导的3,200—3,300米高度的末次冰斗群与灰色泥砾的冰川成因是需要商榷的。

六、结 论

综上所述，马衔山南坡的混杂堆积物不是冰川成因，其成因具有多解性。黄色混杂堆积主要为洪积成因；锈黄色与黄灰色混杂堆积为泥石流成因；灰色混杂堆积为山区河流洪积成因，但有个别处（黑水沟口）为沟口泥石流扇形沉积。



（上接第72页）

四、两点结论

通过以上所述，可得如下两点结论：

1、庐山地区最新泥石流所造成的灾害，应该引起当地有关部门的高度重视。除了加大公路桥涵净高以保证排泄较大流量的泥石流，以及在临近泥石流沟的生产与福利区修筑排洪道外，还应该在滑塌集中的沟道构筑拦挡坝，以拦蓄泥砂，稳定沟坡，抑制新泥石流的发生。

2、庐山地区暴发最新灾害性泥石流以及沉积特征与“冰川泥砾”极为相似这一事实，使我们更加有理由认为，庐山地区的古泥砾是完全可以就今论古，用现代泥石流理论加以科学解释的。