

中国第四纪冰川

李 四 光

科学出版社

55
3
09

中國第四紀冰川

——

——

中国第四纪冰川

李 四 光

科 学 出 版 社

1 9 7 5

中国第四纪冰川

李四光

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1975年6月第 一 版 开本：787×1092 1/16

1975年6月第 一 次印刷 印张：7 7/8

精裝 1—4,300 插页：精 24 平 23

印数： 铅平 1—2,100 字数：214,000

统一书号：13031·322

本社书号：493·13—14

定价： 布面精装 3.00 元
平 装 1.80 元

出版说明

在第四纪时期，全世界曾有过广泛的冰川流行，但外国一些地质学家或地理学家在 19 世纪末至 20 世纪初到中国的调查，却大都未找到第四纪冰川遗迹，对中国第四纪气候变迁提出种种无冰期发生的论断。

中国第四纪时期究竟有无冰川流行和流行多广？中外地质、地理学家曾有过反复的激烈争论。李四光同志早在 1922 年，就在太行山东麓及大同盆地发现了第四纪冰川遗迹，三十年代初期，又在长江中下游庐山等地，相继找到了冰川流行的证据，并对中国第四纪冰期进行了划分。尽管证据确凿，但那些外国专家为了维持其既有的看法，仍然不遗余力地反对中国有第四纪冰川的遗迹，并断然否定中国第四纪有过冰川活动。当时，我国一部分地质、地理学家，也就默认了中国第四纪没有冰川存在的看法。

解放后，这项过去不大受注意的冰川遗迹的研究工作，才逐渐有了起色，近十余年来，我国地质、地理工作者在全国范围内，发现了广泛的第四纪冰川遗迹，肯定了我国第四纪有冰川广泛流行，建立了中国的第四纪冰期。现在第四纪冰川的研究工作，不仅已运用于第四纪地质研究的若干方面，而且开始了结合生产斗争的实践。实践证明，第四纪冰川地质的研究，不论对社会主义建设，还是对于人们认识自然界的规律方面，都具有重要的意义。

为便于我国广大地质、地理工作者了解中国第四纪冰川问题的认识过程，掌握冰川地质工作的特点，现将李四光同志关于研究中国第四纪冰川遗迹方面的十二篇文章和部分讲话汇编成册，特别是《冰期之庐山》一文是李四光同志在冰川地质方面的代表著作，以供参考。

F164/10

目 录

华北晚近冰川作用的遗迹·····	1
扬子江流域之第四纪冰期·····	7
关于研究长江下游冰川问题材料·····	31
安徽黄山之第四纪冰川现象·····	50
冰期之庐山·····	56
一、探求中国冰期冰川之经过·····	56
二、冰川流行之痕迹概说·····	58
三、庐山岩石及其构造之概略·····	62
四、庐山冰蚀地形之残迹·····	64
五、庐山之冰碛物·····	70
六、冰碛物释疑·····	78
七、冰溜遗痕·····	80
八、庐山冰川之进退与中国各冰期·····	83
鄂西川东湘西桂北第四纪冰川现象述要·····	111
中国冰期之探讨·····	118
贵州高原冰川之残迹·····	125
在中国第四纪冰川遗迹研究中心联络组座谈会上的发言·····	136
在中国第四纪冰川遗迹研究中心联络组座谈会闭幕式上的发言·····	141
北京西山区第四纪冰川遗迹和中国冰期问题·····	145
华北平原西北边缘地区的冰碛和冰水沉积·····	150

华北挽近冰川作用的遗迹*

在第三纪末或更新世初期,华北是否曾处于极地严酷情况之下的问题,如果那时曾经一度降到极地的气温,是否有足够的降水量足以使一个大冰流存在的问题,曾经时时掀起激烈而又互相矛盾的争论,因为它和冰流形成原因有着重要关系。累积起来的证据倾向于表明:整个华北在挽近地质时期是处于沙漠广布的条件下,地质学家们看起来一般同意,并且很自然地给第二部分的问题以否定的回答。但是对于问题的第一部分,一直到现在还没有揭露,它仍存疑问。这一类问题,无人能希望仅仅从理论上的争辩得出真理。所以需要摆出一切确切的事实。

现在有两个例子,它能使我们不接受从来的成见有了牢固的立足点。

(1) 在河北南部横穿沙河县煤盆地时,我从远处望见一单独中等高度的小山,叫做沙源岭。这个山具有圆滑的外貌,走向东南东—西北西。山的东南端被一深谷和另外一个走向北北东的山岭分开;沙源岭的西北西部分,逐渐没于黄土平原,使全山构成一地形上的单位。

当我从西南方走近沙源岭时,发现一些奇怪的大石块。由于我先有了华北在挽近地质时代盛行的沙漠条件的成见,我寻求除去冰流作用以外所有的一切解释,来说明这些漂砾的存在。但是无效,因为这一孤立小山地形上的特征,不允许假设它们是从山上滚向西南方的。尤其不像它们是被早期河流冲下来的。在我到达沙源岭北麓之前,突然山边的一个峭壁进入眼帘(图1)。大小石块或巨砾出现在这个自然剖面上。它们杂乱地分散在一种泥沙物质中间。它们一般一面或

两面磨光,并且极少具有两面以上的光面,大多数石块稜角相当尖锐。少数者在两个磨光面之间则是圆的。虽然沉积物细的部分在有些地方显现层理,但在短距离内即行消失。整个沉积物既不成层也不固结。如果它是出

现在西北欧或是北美,我怀疑是否会有人不把它称为冰碛或冰砾。岩石的这样的一般外貌引人深信,如果耐心去找,无疑就会在碎石块之间找到带条痕石块或巨砾。

马上开始了系统的调查。心怀特殊目的,我能时时在磨光面上看出不很清楚的擦痕。

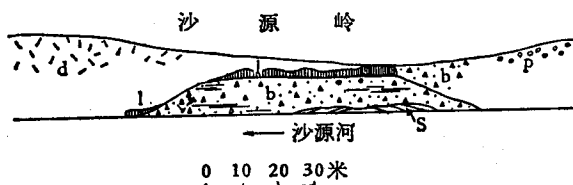


图1 从西南看沙源岭

l, 黄土; p, 砾石层; b, 大石块层; s, 砂岩; d, 辉绿岩

* 本文原用英文发表于1922年1月英国《地质杂志》第59卷,第691期,第14—21页。——编者

工作两个多小时后,找到半掩埋的一块大石板(图2);在它的平面上,至少可以看出清晰的三组擦痕。这个发现之后,我又注意到两个带擦痕的石块具有同样特征(图版,图1)。在平坦面上具有非常规律而平行的痕迹,从这一事实判断它们可能仅仅是断层擦痕。这些碎块的来源不影响第一块石板的证据价值。克资(Coaz)、海姆(Heim)、巴斯快尔(Pasquier)和别人证实一次雪崩,从山上滑下有如一次山崩,并且把大量的碎石或大石块堆积在河谷中^[1]。完全有可能碎石的一部分在它们被冰搬运之前曾经摩擦过。



图2 一个具有擦痕的石块
在河北沙河县煤田发现。最大长宽为
120×70 厘米

这些巨砾大部分由砂岩组成。有些是煤系中的,有些是来源不明的。一种绿色凝灰状砂岩同一种硬石英砂岩常常见到一面磨光的巨砾。前者在邻近地区全然没见过;后者盖在沙源岭西南的小山顶上。它们向南断续延伸六十多哩。燧石及风磨面的卵石在极粉碎的物质中时有所见。非常圆滑的石英岩卵石,其大小有如复活节的彩蛋,很少见到,它们限于沉积物的上部。形成西面太行山高峰的震旦纪灰岩非常缺少;坚硬的石英砂岩,辉绿岩等的出现,指出

部分的大石块是本地或从南边来的。

沉积物是覆在一个稍向东北倾伏而剥蚀了的背斜层上。背斜层露出部分是由在 *Pterophyllum carbonarium* Schenk 带^[2] 之上的浅黄色砂岩组成。沉积物之上有黄土盖层。从它们成层判断,黄土和紧靠它下边的岩石是成整合接触稍许拱起。虽然二者接触非常清楚,但在两者的接触面上找不出侵蚀的痕迹。看来从未发生过任何剧烈的构造变动,但有可能在黄土沉积前曾发生过山崩或雪崩,它们在大石块上擦出擦痕。但是单独山崩不能解释所观察的全部现象。

沙源岭东部是由一个圆丘状小山形成的。它的上部由辉绿岩组成,很可能是个岩盖。有几个显著陌生的大石块散布在小山顶上,有如古代遗迹。到处都可以看到磨光和擦磨或划沟的面。在许多方面,它们和有时在南斯他福得郡(South Staffordshire)煤田的岩浆岩侵入体见到的稀奇的划沟不同。后者经常是不规则并且稍呈波浪或弯曲状,在沙源岭的辉绿岩碎石块上的划沟线,不但出现在整个小山之上,并且非常笔直而清楚。很明显,它们不能相比。

须要说明,有些碎石块具有特别平滑及带擦痕的平面。在野外,这些石块的条痕,很容易和构造磨光及划痕面加以区别,后者由于它们或是稍许弯曲,经常带有光滑的褐色外皮,或表现出粗略平行的皱纹,棱角上带一凸出边缘。具有这种表面擦痕的碎石块,看来好像它们曾经部分是塑性的经过压磨似的,或者更为可能,它们曾经被在高压下移动的碎块所刻划。不难想像,这样的压力可能来自由于突然升温岩体的差别膨胀所引起的,或者产生于特种环境下,大冰体集中压力在少数碎石块上。当我们将完整分层岩石由于冰的

作用而产生的深刻影响,进行深思时,这个表面上狂妄的假设看起来对一些方面带有正确性。

从沙源岭西南 1.5 哩出现的坚硬石英砂岩的巨大石块及前文提过的背斜层轴向东北来判断,看来很可能这假设的冰流利用了这个剥蚀的背斜层,向东北流去。果如是,我们应该在小山更东北方向找到冰川流动的痕迹。这是得到事实证明的。

大约在沙源岭东北 3.5 哩,在黄土平原中有个突出的圆丘,它顶上有一显著的地形目标——山神庙。一条小谷沿山的北坡引向东南。在山神庙东北几百码,白错之北约一哩处的脑北沟,河谷因自南方伸出的山嘴而稍许转向。在这里出露煤系的最上部的绿色和浅黄色的砂岩颇为清楚。在河谷底部,出露的非常坚硬的砂岩上面可以看到平行的划沟,划沟岩面大体上水平,仅局部稍有起伏,明确的显现它是一度被强有力的营力所铲平或磨擦过的。划沟走向东北,仅少数同前者成一很小的角度。

砂岩有规律地倾向东南。找不出任何逆掩或断层形迹的存在。在河谷底部,一个带擦痕的岩层(图版,图 2),显出一个部分带条痕凹面,它带条痕部分倾向东北;不带条痕部分,即东北部分,朝东北边缘弯曲向上。这种现象既不可能由于岩层的错移形成,也不可能由于假设的膨胀及上覆岩层的滑动而形成。

一个合理的疑问,假如在挽近地质时期,河谷确实曾被冰流所占据,那么它留下来的移动痕迹何以是横过河谷而不是顺着河谷?因为顺着河谷更为自然。回答这个问题,我们须要知道这个河谷的性质以及周围的地形。这个河谷,更确切地说这个沟壑,是非常之小,底部仅有 20 到 30 呎宽,在南边从底部到山顶不超过 200 呎。所以一个普通厚度的冰体,足以不顾一切地埋没全区,并且不顾底下局部的不规则而移动。比方才所说的小山更高的山神庙,山顶上散布的外来的巨砾和碎石块,及脑北沟成层岩石的沉重磨擦合起来说明冰有相当大的厚度。

如前述,沙源岭的巨砾层是十分松散并且似与上覆黄土成整合接触。因此它是地质上的较新沉积。如果出现于巨砾层上部的石英岩卵石可以和所谓的河南北部的卵石层相比,那么时代问题可以马上解决;因为我们确实知道各处这种卵石层是直接被黄土所覆盖。同时,让我们看看化石证据。已知实例,所谓 *Pterophyllum carbonarium* Schenk 密切与尼尔桑属(*Nilssonia*)化石共生。这就是说煤系的上部或是属于二迭纪—中生代,或者甚至于全部是晚古生代。无论如何,巨砾层属石炭二迭纪是可以绝对排除。可能有人极力主张带擦痕的岩石碎块可能在晚第三纪或早更新世时既已形成,在黄土初期重新沉积。但是,如果如此,何以在邻近地区全然不知的巨大石块能搬运到现在地点?假如这些物质



图 3 沙源岭地区地质示意图

完全是水流搬运所致, 则如何解释沉积物的不成层状态? 又为什么带细擦痕的一部分石块及巨砾或碎石块大多数尖锐棱角仍保存如此完善? 除非承认挽近冰流作用, 要找出满意的解释, 那将是非常困难的, 即使不是不可能的话。

(2) 一次在山西西北部的大同盆地测勘时, 在口泉(大约北纬 $40^{\circ}05'$, 东经 $113^{\circ}15'$) 之上, 我深为一 U 形谷所吸引。U 形谷为东西方向伸延, 稍短于 10 英里, 并且全长显示宽度异常均匀。在谷中见到由片麻岩, 片岩, 玄武岩及其他火成岩形成的奇异巨砾。它们不是来自谷两侧的小山, 也不是来自分割这个谷及盆地西侧开阔低地的分水岭。因为所有这些小山是由水平的或近乎水平的侏罗纪砂岩组成。在分水岭顶部, 侏罗纪砂岩是被黄土所覆盖。在谷的进口, 则被古生代煤系及震旦纪灰岩所代替。无疑, 这些巨砾不是本地产物。现在的谷地看不出有延展超过分水岭的痕迹, 巨砾也不可能是被一个先前存在的河流从大同盆地西边的高山搬运而来。

谷壁有时是如此之陡, 特别在下部, 以致渐趋于悬崖。在这样的悬崖的底部, 寻到一砂岩的巨大块体, 它的一面现出粗的平行沟。谷底充满成层的但尚未固结的岩石碎屑。在许多河流侵蚀达到能够测量的深度的地方, 岩石碎屑厚达 20 多呎。在这层沉积之上覆以有规律性的一层黄土。谷的底部, 在不同处所可见到一些半具棱角、半磨光面及带划痕的大石块及卵石(图版, 图 3、4)。看来它们和岩屑沉积有密切关系。据我所能判断的, 这些和任何在泥砾中发现的标准冰川条痕石没有区别。很难想象它们是别的来源。

在作者看来, 以上这些事实如果总起来, 可以视为挽近冰川作用的肯定佐证, 我们可以进一步考虑, 有什么资料可以表示这些不仅是局部现象。在河北南部这个经过冰川侵蚀地区的平均高度, 高出中国东北宽阔的冲积平原不会比 300 呎更多。在邻近也不可能有巨大山岳, 它可能从其晚第三纪冰帽上留下大石块, 而从那时以后它又被削平或下沉了。尤有甚者, 石英岩砾石或前边提到过的“卵石”是在太行山脉以东的许多小山顶上成堆出现; 它们在各处都是直接被黄土所覆盖。看到这些石英砾石在沙源岭同带条痕的大石块共生, 那不无可能它们在旁处也同冰川沉积有相同的关系。考虑到由于地壳高度上升而致成局部冰川作用的可能, 处理河北南部情况的理由同样可以适合用于大同盆地的情况。需要说明的, 大同盆地平均海拔高出北京平原大约 3600 呎。虽然如此, 除非是气候条件有明显变化, 至少包括一般的降温, 冰川作用显然是不可能的。

在华北的许多地方, 特别是太行山脉的东麓和东北延长带, 黄土覆盖着相当均匀的岩屑沉积。从这些碎屑的经常和黄土共生及其混杂的表现, 它可以解释为一方面可能是预示沙漠情况之前的暴雨的产物, 但是另一方面没理由认为它不可能是冰水沉积。这种沉积物的广阔分布更倾向于说明它是冰川沉积。没有更多的证据来强辩这个问题。在扬子河谷带毛的犀牛发现的报导可作为再次保证。后一事实意味着在快到第三纪末期, 亚洲大陆东部广泛的温度下降。

有了这些事实, 不能不回想到杰姆斯·哥奇 (James Geikie) 的观点。他根据在我国西安、潼关之间, 陕西南部, 山东东北角及在蒙古零星的观察, 在差不多半世纪前就说过有

过一个冰体,它在华北全区留下它的负荷和踪迹^[3]。如果这个作者能收集到更多材料,并且不是仅仅捎带的谈论,而是用更有力的方式表达出他的见解的话,将引起科学界的较多的注意。最少那要给从李希霍芬时起的许多观察者以警告。这些观察者曾经在这个地区的不同部分作过考察。但是这个作者说到中国冰川是从大喜马拉雅山脉下来的,他的推论看起来走得太远了。他自己没有举出支持这一假设的足够证据。我们也不能从许多探险家,如保格丹诺维奇、罗夫罗夫斯基、奥勃鲁契夫、陆崔以及其他人的报告中找到证明。可以保证地说,我们现在对中国冰川或冰河的来源及其运动全无所知。任何为了搞清这个问题的尝试,必须在野外进行。

参 考 文 献

- [1] Coaz, Die Lawinen in den Schweizer Alpen, Berne, 1881. Heim, Die Gletscherlawine an der Altels am 11 September, 1895, Zurich, 1895 (N. N. G. Z., 1896), pp. 11—17.
Pasquier, L'Avalanche de L'Altels Le 11 September, 1895, Neuenburg, 1896.
- [2] China, vol. iv, p. 214, pl. Xliv, figs. 4, 5.
- [3] The great ice age, p. 402.

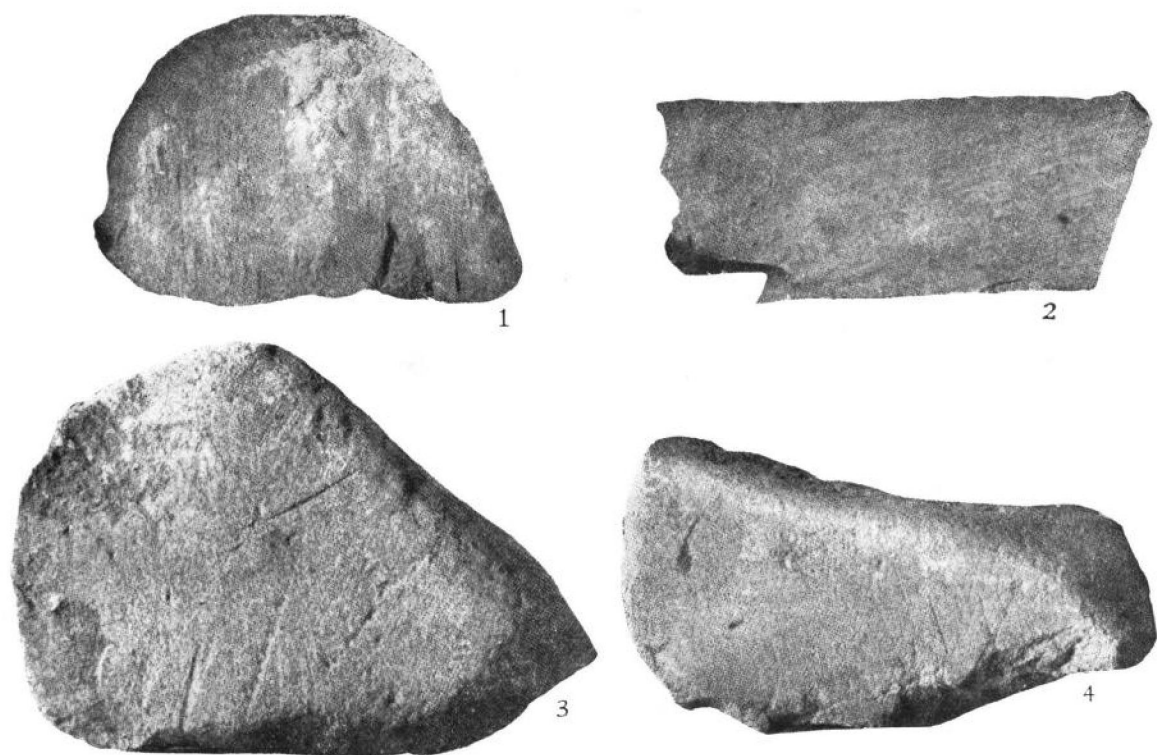


图1 在河北沙河县煤田找到的一个条痕石。最大长宽为 10×16 厘米。

图2 河北脑北沟局部刻划了条痕的岩石表面的一部分。最大长宽为 42×17 厘米。

图3 在山西大同盆地找到的一个条痕石。最大长宽为 23×17 厘米。

图4 在山西大同盆地找到的一个条痕石。最大长宽为 34×14 厘米。

扬子江流域之第四纪冰期*

十一年前,当学会举行第三次大会时,我有机会把华北一些地区见到的某些特殊堆积物和地形现象提请各位注意。并给各位看了一些非断层擦痕所能解释的条痕石。当时在华北从事发掘考古资料的安特生(J. G. Andersson)曾因这些意外的发见而大为震动。他对我所列举的证据的真实意义,表示强烈的疑问。他和我一次私人谈话中,指出秦皇岛的一些残积物,如果曾经冰流的扫荡,则不会保留原处。他有怀疑的理由。我认为他所持的怀疑态度是严肃的。当时安特生对条痕石的成因觉得难以解释。对于我所收集到的其他实地证据,当然也不能提出评论。

曾经一度引起我深思的华北冰川作用的片断论据,由于面临巨厚的黄土堆积,因而又经常陷入相反方面的思路。虽然在马兰黄土底部,在地形上有利于保存的地点,有发见冰川堆积物的可能。但是干旱气候这一强有力的现实证据,即使没有失掉我早期的信念,却逐步地动摇着。因此使原有的概念,在一段时期以内,不幸的被引入了歧途。两年以前,我带一批学生到庐山作野外实习。那里的一些地形现象又引起我的注意。如不接受冰川作用,就必需用河流侵蚀来解释。但我两年来从这方面的思考,终均失败。以下列举的一些现象,不可能归因于山区的流水作用。为了构造上和地层上的原因,我带学生来到山区西南麓,而在该处并无冰川堆积的发现。因而我感到十分困惑,还是为冰川假设提出具体论证,抑或对这种有待于合理解释的地形现象视而不见,置之不理。

去夏是一个幸运的季节。我有机会亲临长江流域的高山地区。有三周时间我没有野外教学任务,因而有暇从不同的角度来研究这一问题。如果冰川作用在国内终于成立,很自然,庐山就会成为这一困惑难解和动人听闻学说的诞生场所。因为,据我所知,国内还没有其他地区具有如此显著有力和概括性的证据。

据我个人经验,可以肯定的说,我们中间凡是经常接触华北广泛而连续的黄土堆积的人,不会倾向于接受第四纪冰川作用。由于冰川作用的现象,包括古生物、地层、考古以及地球物理等重要方面,在处理所观察到一系列事实的时候,必需采取十分严谨的态度。从实地观察到分析推理,两个方面都使我坚信第四纪冰川决非局部现象。因而接受我所宣称的论断之际,我们就有必要采取小心谨慎的态度。在这种情况下,诸位当能原谅我不厌其详地罗列了许多细节,而这些细节,对于在著名冰川作用地区的冰川学工作者来说,是不必要的和多余的。

* 本文系李四光同志在中国地质学会第十次年会上的理事长讲演。以英文发表于《中国地质学会志》1933年第13卷,第1期,第15—62页。——编者

按照我所观察的先后,来论述冰川现象的全部顺序,具有一定的优点。用这种方式,各位可以了解如何根据调查的事实而获得结论,同时这些结论又如何据进一步的观察而得到证实。每一步骤,不仅使野外工作进一步深入,而且使一般的结论得到确切的实证。我所以把重点放在庐山,一方面因为庐山及其周围冰川遗迹的研究比较详尽,一方面因为庐山具有天然的优点,能为我国第四纪冰川研究的典型地区提供条件。有些堆积物曾被误认为是湖相沉积,现已肯定与冰川泥砾有关。此为深入研究已经消退的冰川的首要论点。因为早期冰川的侵蚀形态,很少能保存到今天。

一、庐山冰川作用的地貌证据

平底谷 最早引起我们注意的,两个不可能由于流水作用形成的谷地,它们沿月轮峰东西侧发育。从含鄱口可以窥见这些谷地的全貌*。遥望东部谷地,底部异常平坦,于其东侧现发育一小河道,潺湲流动,阴雨时期,则有众多溪水,漫流而下。西部谷地亦复如此。东部谷地平直,而西部谷地的下端,绕月轮峰而折转。它们都属于含鄱口附近东西谷的支流。西部谷地的西段也属平底谷,但其东段的下游部分,已被近代流水深切成峡。

经仔细观察,这些谷地的底部都有淡红色细粘土的覆盖。粘土中夹杂有大小不等的石块,或者具有一、二磨光面的次棱角状砾石。虽然磨光面上常见有风化模糊的冰川擦痕,但明显的擦痕面则未见之。

西谷弯转与东西谷相汇处,存留一三角形平台。平台由泥砾组成,高出谷底约 20 米(图版 I, 图 1)。东谷的谷底,仔细观察并非一简单的斜面,而是在纵剖面上形成两个阶梯。月轮峰的东麓冰泥砾形成明显的突出于谷底之上的低阶地。



图 1 从含鄱口望月轮峰东的平底谷

含鄱口以下的谷地中,由以冰泥砾形成的另一些形态,表明它在堆积之后,曾经再受冰川侵蚀,并继之以流水切割。可以肯定地说,这些谷地曾经受到不止一次的冰川作用。多次发生的冰川,系属于同一冰期的亚期,抑属于不同的冰期,是值得深入探讨的问题。平底谷的轮廓鲜明,使人意识到冰川的消退,宛如昨日事。因而以上的阐释更属可能。所有这些谷地,均位于海面以上 900—1100 米。

另一系列平底谷,发育于著名的五老峰和七里冲背后。它们远比上述的谷地宽阔。背临五老峰的一个谷地,实际为一狭长的粒雪盆。七里冲谷地延伸四公里后,骤然终止于三迭泉的顶部。这些谷地中,布满了红色粘韧泥土,并混杂以大小不等的砾石和碎屑石片

* 本文中引用的大多数地名的位置,可参阅本文第 2 图。

及石块。它们不具层理,排列紧凑。以其堆积的巨厚而坚实,近代流水迄今未能切穿之以达于谷底。绝难想象,这些物质系从山坡运下的坡积层。沿七里冲谷地,从两侧山洪冲刷而下的近代冲积物,堆成二处冲积扇。这些冲积扇,冲入十分平坦的谷底,其形态是如此的显明而触目,观察者感到其侵蚀与堆积过程,仍历历在目,无可置疑。

两个谷地交汇处,每存一基岩崖壁。它受到两方流来冰川的磨蚀,其形迹如此显著,以致可据以清晰的恢复当日两条冰川流动的情景(图版 II, 图 1)。冰川的遗迹如此新鲜,很难设想,最后一次冰川消退后,距今曾经历一段较长的时间。这句话的含意,并非指这些谷地都是近期冰川所形成。例如七里冲谷地里的冰川泥砾,已被刨蚀成另一个小平底谷。以下我们将讨论冰川作用的分期问题。这些谷地的最低位置高出海面约 850 米。

莲谷也属平底台。谷底同样堆积着粘土及经过搬运而停积的巨石。整个谷地呈狭长的椭圆形,向东北出口。泥砾之上,多处覆盖一薄层不含砾石的黄土状亚粘土。现在流水在多处直接在基岩上流动。显然,谷地具有足以发展一条冰川的宽度。但从总体看,莲谷不过是供给其下面冰川的一个粒雪盆。

中谷及西谷事实上都是平底谷。谷中满布着红色粘土及巨大砾石。西谷的黄土有时覆盖于泥砾之上,有时直接盖在基岩上。在为数众多的巨砾中,西谷中有两块值得特别注意。距教堂不远的地方,一块明显的从山上搬下来的扁平状巨石,长约 15 呎,迭置在一块更大的搬运来的石块上。二石超然迭立,蔚成奇观。除冰川而外,没有其他相当的动力,能把它们垒成今天迭立突起的样势。

覆盖有泥砾的平底谷,实际遍布于庐山北部。其大小坡度各有不同。某些地区以粘土为主。但更普遍的是谷地中铺满了砾石。兹列举少数例证,其一从玉碑顶东南侧流入香厂的谷地,其二从芦林西南部流到绿洞,其三从牧马厂西北流。另外几个自莲花庵以下北流。它们并不限于一定高度。有些,如十里铺谷地,一直流抵山足。

U 形谷 U 形谷与平底谷密切相关。其中有些已归类为平底谷,而事实上已发展到 U 形谷。我列举两个典型的例子,以充实本区冰川现象的词汇。一个介于大月山与女儿城之间,谷地切入大月山背斜的西北翼,沿山岭走向,呈东北-西南向。谷地以汉口峡以上的分水岭为界,分两部分:东北部流入下文提到的另一 U 谷;其西南部突然终止于芦林盆地。谷地之中,遍布着覆盖以亚粘土的冰川泥砾(图版 III, 图 1、2)。

另一 U 形谷为庐山冰川现象中最引人注目的景象。两年以前,我已注意到它的特殊形态。但是,当时主要从构造作用方面来考虑,没有相信它会属于冰川成因。事实证明我最早的印象是正确的*。这条谷地从小天池开始,经过王家坡向北东东方向直达山麓。谷地的坡度平整均一,整个谷地的横剖面均呈 U 字形。谷地两侧高山耸立,它发育于性质坚硬的大月山砂岩和较软的牯牛岭层组成的向斜中,后者几乎铲削殆尽(图版 IV, 图 1)。

谷地两侧坡面上以及谷底,都有大量冰川泥砾分布。谷地下部宽缓平展的曲线,到谷

*前中央研究院地质研究所李毓尧对此曾独立地得到相同的结论。

底切削成一个平面,上部堆积着泥砾(图版 IV, 图 2)。毫无疑问,曾有一条时代较近的冰流顺谷而下,沿途磨蚀,刨削成上述的谷底平面。在削平谷底的边缘,留有冰川泥砾组成的三角岗地,其上建有多幢茅舍。这种孤立的高岗,其表面并不处在一个水平上,而是随着谷地向下倾斜。因此,事实很明显,在近期冰川出现之前,谷地曾经受到更大规模的冰川作用。谷地下段,受到从王家坡或天池下来的河流所深切,代表冰后期侵蚀的深度。根据这一饶有兴趣的事实,下文将作有意义的推断。

悬谷 庐山北部,平底谷剖面上的整合交汇现象殊为罕见,它们往往悬垂于盆地或不同流向的谷地上。这种现象的一个典型例子见于图版 II 图 2。前面提到的莲谷,即悬垂于小天池下游的主 U 谷之上。大月山西南部两侧的谷地每悬垂于芦林盆地,而后者汇集成大河以后急泻入中谷的下游。这类的例证在本区屡见不鲜。上述少量例子已足以表明和充实本区冰川现象的有关类型。

冰斗和冰窖 严格地说,冰斗是发育在受到冰川作用的山岭上的漏斗状洼地。庐山就有上述的现象存在。但是它们的时代十分新近,其成因仍存在问题。假使我们广义地来运用这个名词,那么很多地形现象都可归入这个类型。现在我首先指出铁船峰下的一个圆形洼地(图版 VI, 图 1)。这个奇特的山上洼穴,顶部直径超过 500 米,深度达 60 米,它唯一的出口面向西北,下临高 850 米悬崖的顶巅。沿出口处仅有一小河,再追溯到盆地内部则萎缩成几股潜流。若假定这一形状特异的洼地系由于流水或废弃河道切割作用而形成,则显然是背乎常理。而且这种假定也无法解释洼地中泥砾的堆积。

芦林盆地也同样引人注目。这一洼地面积更大。东北面的 U 形谷和平底谷都以陡急的坡度下接盆地,东面从横门口有一小溪注入盆地,盆地的东南方以平直陡峭的山坡直上太乙峰及九奇峰的岭巅,西北方绕以女儿城砂岩构成的山脊,山脊已切破形成一山口,盆地在交芦桥的唯一出口就是经过这个缺口。因此可以见到,如无此出口,则由周围群山下注入盆地的流水,实无排泄孔道。

从四周山峰带下的巨砾和岩块,直径有时达三十呎,遍布于盆地内部和周围。它们经常伴杂以坚韧的红色粘土,这些堆积物在盆地中的分布并不均一,或成袋状,或由于自身的塑造而呈平滑的坡面。前一情况,我们可以把它们看作坡积物来解释,而后一情况,其搬运营力,必须经由流水或冰川。我们无法理解沿斜坡流动的河流具有搬运这样大量的巨大石块的力量,并且在同时又能堆积如此细粒的粘土。

盆地底部现已修建一游泳池,池的东侧,屹立一座削平的山嘴,它以几近直立的削壁面向盆地。显然,此切平山坡的峻峭部位不会由流水作用形成,也不存在任何断层来造成这种结果。盆地内部及其周围一切的突出现象,事实上都指明系由于汇流到芦林盆地的冰川的掘蚀和铲削作用所形成。

虽然盆地高度已海拔九百米,而植被繁茂葱郁。山区居民于冬季在盆地中安排适宜的住所以防御寒冷的北风,此为盆地目前的气候情况。当公元四世纪时,有一个将军桓冲任命为江州刺史,出于他自己的好奇心,派人去庐山探险。当时山区为神话的源地。据说

这位探险者“在山巅”发现一个面积达数百亩的湖泊,四周围绕茂密的桑园*。一些不同作者的古代作品中都有关于山顶有湖泊的记载**。据此,我遍访山区,觉得只有芦林足为前述那样大小的湖泊的可能地点。目前芦林的出口处,在当日可能还没有凿开和切割到侵蚀基面,也可能当时被冰碛物壅阻。而后者的可能性更大。

除上述两个大型的而外,还有许多处在平底谷源头的小型盆地。每一个洼地都是积雪的场所,一个雪场或小粒雪盆。它们的深度太浅,还不能称为冰斗,并且面积太小,不足以称为粒雪盆。事实上,冰川受它们的补给。这种地形一般发育于谷地的源头,但也受到后期流水的轻微侵蚀。

雪坡与粒雪盆 庐山北部许多山坡都具有显著的平滑地面,它们一般地都被红色粘土岩块及巨砾所覆盖。这些山坡中,最显著的是九奇峰及上霄峰的北坡,坡面上广泛分布有冰川泥砾。庐山北侧所发育的几条冰川必定得到这一大面积的累积区所补给。五老峰背坡以及含鄱口以下的山坡都是这类积雪场所的显著例子。

广义地说,庐山北坡全部地区当日形成一巨大的粒雪场,但是具有不同的形态。一些平坦的高地有利于积雪,北面或东北向的坡面接受较多的降水。下面还要论及,我们有充分的论证,北风及东北风为促使大量降水的动力。庐山北部最高的山岭为大月山。这条背斜山特别平坦的顶部,各处都覆盖以红色粘土,而后者有时又覆以亚粘土。就是这道山脊,成为庐山北部的主要积雪场。

大月山的西北翼,沿大月山砂岩及女儿城砂岩之间发育的两条相衔接的纵谷,东北一条流入前已提及的巨型王家坡U谷,西南一条止于芦林(图版 III, 图 1 及 2)。两条谷地的分水岭在汉口峡之上。组成分水岭之物质并非基岩而是红色泥砾。正位于分水岭上有一片平地酷似近代山岳冰川区常见的小型粒雪盆。关于这些现象我不再一一赘述,因为它们在论证方面的重要意义仅居次要地位。

二、庐山的冰川堆积

泥砾 在描述各种地形现象时,我时常提到夹有巨砾的红色粘土。这种物质最初被认为是一般的基岩风化的碎屑。经仔细观察后,发觉这种粘土颗粒细而粘韧,不可能属于风化碎屑堆积物。砾石及石块经常紧密压挤在已经有些固结的粘土中。当它受到流水切割时,显露出光滑的表面,很难认为是流水作用的结果。扁平石块以及次稜角状的砾石,一般具有一个到二个磨光面,少数具有清晰的擦痕。如图版 V 图 2 的一块条痕石。无论砾石及粘土都没有层次,剖面上也不具任何层理现象。完全是杂乱无章的堆积。

一些人为的剖面,如金海关后侧的剖面表明冰川泥砾的堆积也不是千篇一律。可以分辨得出,它的底层压挤很紧,呈鲜红色,上层的石块堆积很松,而砂质粘土具红棕色。后

* 《述异记》。

** 《列仙传》;《得阳记》;《广州记》。