

内 阅
请 交 换

中国东部第四纪冰川

(初稿)

南京大学地理系

1975

摘 要

在新第三纪以来全球普遍降温的影响下，中国东部由于地壳运动和古地理条件的演变，升起的山地，于第四纪中进入冰期。但冰川作用，严格地受局部气候条件的限制。

第四纪冰期及近代小冰期中，长江下游，冬季积雪及冰冻界线，均较同纬度地区向南呈舌状突伸。其基本原因，由于中国西部和西南部高山高原强烈隆起后，迫使由西伯利亚等地的极地寒冷气流，集中中国东部南下，因此长江下游一带，比其同纬度同高度地区，气温较为低下。

中国东部冰期之发生，为中国大陆地壳发展与岩浆运动中的一带重要的环节。上新世至第四纪初，中国大陆喜马拉雅造山运动之后，为一大规模的上升运动时期，大陆隆起，海面下降，长江中下游普遍发生一强盛碎屑层沉积时代，其时间大致与维拉弗朗期相当。相继发生的，为中国大陆度的增高，气候转寒寒冷；这一序列新生代晚期地史上的变迁，为第四纪冰期来临的前奏。到了第四纪晚期，中国气候趋向于寒。风成黄土面积扩大，冰川面积缩小，界线升高，长江下游当最新冰期中，未发生冰川。

中国冰期的次数，随山势的高低、方位、与抬升时间而不同，川西可能有四次冰期，秦脊三次，长江下游二至三次。据上海附近300米钻孔的岩相与孢粉组合，曾经受四至五次寒冷期。

中国东部第四纪冰期中界线变化有下面几个特点：第一、长江下游山地第四纪界线大量降低，最大冰期时较近代界线降低约2200—2500米。但在较高纬度及沿海地区其最大冰期的界线较近代界线，一般降低1100—1500米。说明长江下游，受强烈冷气团影响，当时东亚季风团地向南推移。

气候易于变化，进入冰期。同时也说明长江下游海洋性冰期的特点。因此对中国东部第四纪冰线降幅度，不能以南纬地区甚至阿尔卑斯山第四纪冰线的下降数字来衡量。第二，中国老冰期冰线自西向东的降低，较新冰期大，如庐山期冰线在理塘甘孜一带高约4200米，四川西高原东部，降低到3600——3700米，至高原边缘，低到2100——2300米，至至庐山黄山天目山一带高度仅1000——1200米，因此中国老冰期冰线较新冰期冰线低下，估计庐山期冰线较大理期冰线低约1000——1500米。

以上特点，说明第四纪中国冰期的性质，我们根据第四纪亚洲古代地理条件的变化，如西伯利亚冰流的大小，中国寒潮的强弱，以及地壳运动各方面予以衡量，指出过去关于第四纪冰线变化的传统观点，与中国实际情况不符。对中国东部第四纪冰川问题，根据解放以来大量的调查材料，我们已有可能从实地材料以及理论上，提出解决的途径。

第三纪渐新世以来，世界气候变化总的趋向，是气温逐步下降。到新第三纪末第四纪，世界进入历史上又一次最大的冰期。这次冰期中，中国东部地区也有局部冰川的发展(图1)

新第三纪和第四纪的冰期中，世界不同地区进入冰期的时间有早晚，局部地区冰川的发展的条件也不一致。南极冰流及格陵兰冰流，可能在第三纪已经存在。而第四纪中，北欧及北美两大冰流，围绕着北大西洋发展，北大西洋为暖流活动的海域，暖流促进大冰流与大洋间的热量交换，它供给大量的湿气，因此北欧与北美大陆冰流发展巨厚，北美冰流最盛时一直达到北纬三十八度。

中国东部地区，处于太平洋的西岸，与北大西洋暖流无直接联系。第四纪中，西伯利亚冰流的面积与厚度，因湿气缺乏，没有北大西洋两岸北欧与北美的大陆冰流的巨厚但西伯利亚为地球寒极之一，每年有强大寒潮爆发南下。第三纪末及第四纪初，喜马拉雅山及青藏高原强烈隆起，促使寒潮集中经中国东部南下，因此中国东部地区，如长江下游一带，比相同纬度的其他地区，气温较为低下，如长江下游冬季积雪界限明显地向南呈舌状突出。中国东部第四纪日线变化具有下列几个特点：一、由于气温及降水关系，中国东部尤其长江下游第四纪日线的降低较西部同纬度地区降低的数值大（见表十一图2），二、中国东部低纬度地区第四纪日线的降低，较高纬地区第四纪日线降低的数值大。（见第 页）。三、中国东部玉木冰期以前的老冰期的日线一般都低于玉木三期日线（第 页）。以上几方面说明中国东部第四纪气候的特点。在新第三纪至第四纪全球普遍降温的基础上，由于中国东部具有这些特殊矛盾再加以新构造运动、山地升起，促使中国东部在第四纪冰期中，有山地冰川的发育。相应地，在冰缘气候条件下，也有冰缘地貌现象和冰缘堆积。当第四纪气候波动之际，随着气候带的推移，第

四纪沉积物类型，也相应地发生变化，这些面的研究结合古生物等方面取得的成果，足为恢复中国东部古地理提供丰富的资料。

中国第四纪冰期奠基人，李四光教授于1922年在太行山东麓发现第四纪冰川现象(1)，三十年代初期，对华东地区的江西庐山、安徽黄山、浙江天目山等地第四纪冰川进行多次研究(2)(3)(4)，一九四七年创立了中国东部第四纪冰期(5)，H.V. 维斯曼，先后两次去黄山考察，肯定了长江下游第四纪冰川的存在，同时也论证了长江流域第四纪冰川发生的条件(6)(7)。

但在三十年代初期，巴尔德等人由于某些原因对庐山的第四纪冰期提出不同看法。(8)(9)(10)

到了四十年代，中国东部，中南及西南等地区如湖南，(11)湖北(12)(13)(14)，贵州(15)，广西(16)(17)，四川(18)(19)台湾(20)等省以及大巴山(21)等山地，进行一系列第四纪冰川研究工作，证实这些地区在第四纪中，适宜的条件下，有些山地受到不同程度的冰川作用。

至1949年H. Z. NOVIUS(22)对比西部及东部亚洲旧石器时代文化，引用曾在中国工作多年的P. H. SCHL 的通讯，根据SCHL 本人的调查，认为李四光教授对长江下游第四纪冰期的论断是正确的。

中华人民共和国成立后随着社会主义建设事业的蓬勃发展，我国第四纪冰川研究取得了丰富的成果。除了在西部和西南部高山高原地区，做了大量的工作而外，在我国东部及邻近地区如大兴安岭，(23)(24)(25)辽东半岛，(26)华北平原边缘，(27)(28)(29)太行山(30)燕山(31)、山东(32)(33)、秦岭南缘(34)(35)河西(36)(37)鄂西(38)(39)，贵州(40)江西庐山，(41)(42)(43)、武功山(44)、挂北(45)、大别山(46)(47)(48)浙江天目山(49)(50)(51)、黄山等地都进

行了一系列第四纪冰川研究工作。此外对我国冰后期气候变化、中国小冰期的存在和有关问题，都有新发现与发展。

第四纪冰期中，一些山地冰缘气候影响下，发育了冰缘地貌和堆积，如东北地区⁽⁵⁴⁾⁽⁵⁵⁾、长江下游西岸山区如庐山、黄山、天目山、大别山等地的冰缘现象⁽⁵⁶⁾⁽⁵⁷⁾都进行一些研究。

关于古植物方面的研究工作，对第四纪气候变化，也取得有意义的成果。如同口店猿人洞穴内外、陕西蓝田、湖南洞庭湖区、浙江天目山区以及上海地区的孢粉的分析工作。（见第页）。

另外，沿海及河口地区地貌及沉积物研究，古土壤及红色风地壳等方面的研究，建国以来所取得的进展，为中国第四纪的海面运动、气候带的移动都提供了丰富和有意义的资料。

李四光教授于三十年代在庐山地区以及长江下游其他山地的研究，奠定了中国的冰期⁽⁵⁾。他根据庐山山上及山麓地带的冰川地貌，（第一照片）冰碛物的分带及冰碛物风化程度和接触关系，自老而新划为鄱阳、大姑和庐山三次冰期，鄱阳冰碛为棕色泥砾，大姑期冰碛为褐色泥砾，庐山期冰碛为黄褐色泥砾，三者以庐山期湿润化程度较浅。

据庐山冰斗所推测古冰川的高度，大姑期约为800米，庐山期约为1100米。根据玉木期三线在岭北地区的分布规律，庐山的玉木期三线当在2000米以上，而庐山主峰——汉阳峰高度约为1540米，庐山高度在玉木冰期时应在三线以下，因此庐山的三次冰期在顺序上应分别相当于里斯、民德及昆孙冰期，而最新一次冰期，在泰岭、太白山尚清晰完整地保存，称太白山期（详见第页）。在云南据维斯曼，称之为大理期。

庐山突起于长江下游平原，为一断裂上升的断块山，北部为震旦纪粗粒石英岩及砂质页岩、板岩、云母砂岩等，东南部有侵入花岗岩体，山麓附近属奥陶纪及志留纪岩层，再往处为

石炭纪地层，至鄱阳湖区长江沿岸有第三纪砂岩。

虽然经过近代流水的强烈切割，庐山山上第四纪冰川侵蚀地貌尚未破坏净尽，仍可辨认。庐山之冰斗，可分二级，高一级者，如大凹冰斗（见图二照片）鼓子寨冰斗，其底部海拔约1100—1200米；低一级者，如莲蓬冰斗，高度约800米。

庐山近代河流上溯带达500米左右，500米以下，冰蚀地貌破坏较差。庐山较典型的U谷包括太较冲、七里冲、王家坡等地。其他冰蚀现象如冰阶、冰溜面盘谷、冰筈等李四光教授均一一指出。

庐山从山上，山麓直至长江沿岸和鄱阳湖滨均分布有巨量的冰碛和冰水堆积物。鄱阳湖水碛为庐山最老冰期的堆积，色呈桔黄、绛色泥砾层，湿热化程度深，有虫状白条，固结坚实。由于长期风化，表面上有蜂窝状窪坑面，二绛色泥，系地均一，经受较深的湿热化，富含多。大姑冰期的堆积物为褐色泥砾，经湿热化程度浅于绛色泥砾，其固结并无绛色泥砾之坚固，内含粗大白条，但不呈虫条状，其底部有粘粉质泥及泥炭。大姑期冰碛物在山麓与鄱阳湖之间形成多条弧状凹形，长五六公里，宽一二公里，短者大一公里宽半公里，泥砾厚可达40—50米，透层仅数米。于庐山山麓及鄱阳湖边分布最广，在湖滨之姑冲附近，鄱阳冰期的褐色泥砾为大姑期的褐色砾泥包裹。庐山期冰碛为黄色泥砾，其中无白条。

经过近年在庐山地区的观察，分析各次冰期的接触关系，进一步证实李四光教授庐山三次冰期之论断。例如在庐山朱家湾莲蓬山附近，庐山冰期的冰碛物复于大姑期冰碛物之上，而后者遭受显著的推切与压缩。在鄱阳湖滨姑冲附近，大姑期与鄱阳期泥砾接触关系，更充分表明鄱阳期泥砾遭受大姑期冰流的挤压与推切，以致鄱阳冰期的泥砾中具有西北—东南与东北—西南两组交叉节理。其中的巨砾经受挤压后，长轴已近乎直立。

或者以很陡的角度向的倾斜。(见节三照片)

庐山的冰期在东部地区具有代表性, 衡阳、大别与庐山冰期先后顺序上, 可能相当于群智、民德及里斯冰期, 至于绝对年龄问题, 目前无法对比, 尚需进一步研究。据冰川地貌、冰川堆积以冰水、冰缘阶地等方面(56), 东部地区以大姑期及庐山期较为清晰明显而鄱湖多被后期所破坏, 又有一些切迹的剖面中及钻孔中可以辨别(53)。

据新一次冰期生 中国冰川分布概况: 据Wissmann(2)及M. Schumacher (60) 大白山(34°N)当时日线约3500米, 五台山(39°N)约3000米, 朝鲜北部(42°N)约2100米, 北海重(43°N)1600米, 大兴安岭(50°N)1100米, 而较低纬度如台湾为3350米, 据梳梳分布界线以及各地不同冰期的对比, 庐山相当于末冰期的日线应在2000米以上, Wissmann估计玉木冰期长江下游日线大约为2600米, 庐山高度不到二千米, 因而缺失最新冰期。

当大姑期及庐山期冰期中, 庐山山区及长江下游山地将受冰缘气候(56)(57)、融冰泥流(融冰斗)、融冰泥流及融岩层均有发现, 如西谷长管打盆地边缘见有泥流阶地和融冰泥流堆积物, 相当于庐山期的融冰泥流或融冰泥流, 无论在庐山或天目山其分布高度约在1000米上下, 相当于大姑期的融冰泥流高度一般在600——700米上下, 至于融冰泥流在庐山北坡、西谷、及庐打盆地周围均有分布, 其底槽面亦见有擦痕, 但其图度及排列方向与冰碛物不同, 可以识别。大姑期冰川范围大, 冰缘作用及有关现象, 在600米以下, 仍有分布(56)。至于庐山期以后的气候, 虽因日线升高, 长江下游山地无冰川发育, 但代表寒冷气候的黄土状堆积在庐山、九华山、黄山、天目山以及大别山均有分布, 这层黄土下部也见有碎屑状堆积物, 表示黄色亚粘土(下组)堆积之初, 气候才转为寒冷, 长江下

流山地属于一强烈风化，碎屑物发育时期。

根据冰碛物之分布，庐山以大姑期的冰川规模最大，山上山下均有冰碛物之分布，但仍以山谷冰川为主，山谷冰川直抵山麓，山位系北坡冰川流量较大，抵山麓后因地势低平，冰川下端宽展有大量的泥砾停积。据杨森远等目前庐山众多的冰川山谷，均为大姑期冰川塑造而成。近年由于山区的建设工程，许多人工切面中见山黄褐色泥砾层，而其下部为较厚的大姑期红色冰砾泥，足以说明庐山期冰川以多承袭大姑期冰谷发育。

③

据近年研究我国第四纪冰期日线，从老冰期至新冰期日线逐步升高，至目前的天山、喜马拉雅的秦脊均系如此，庐山亦系例外，秦脊相当里斯冰期的日线高约2400米(35) 太白冰期日线高约3500米，两者高差在1000米以上，庐山及长江下游山地在最近冰期日线应在2000米以上。何以到第四纪末期，中国东部日线愈高，这与西伯利亚冰流的变化与大气环流的型式有关。详见第 页。

自庐山冰期创立以来，至今已数十年。三十年代初期巴耳博(G. B. Barrows) (9100) 及德日世(Zeigand de Charidre) (61) 持有不同意见，维斯基始而表示怀疑，继而经过亲身至黄山调查后，坚信长江下游的第四纪冰川，并提出合理的解。(7) 1941年，Hanson—Lowe, J. (62) 研究长江下游阶地时，指出构成长江下游阶地的红壤化的物质，部分由被冲刷的冰泥砾所组成。1949年H. L. Moussiaux²²比较东南亚旧石器代文化，根据P. Mischl 的亲自观察，证实李四光教授关于庐山冰期的正确性。

巴耳博(9)对庐山第四纪冰川所持的不同意见，主要有以下几方面，即庐山的冰砾泥可用洪水造成的泥流作用来解，又称王家坡谷地係沿构造弱点发育的谷地，庐山的冰斗係构造造成

因或係山峯围绕的窪地，又稱庐山缺少冰碛、蛇形丘等冰水堆积，沉积量大与庐山冰蚀形态不匀称等等。此外，巴爾博並倡议(1)测绘：砾的分布图以研究堆积物的砾径岩相，(2)研究王家墩谷地与构造关系，(3)研究长江流域类似地区中新世以后的气候变化与冰川问题。

关于红色砾泥的来源问题，确属一重要问题，但30年代之初，对此问题的认识比较模糊，如Teilhard⁽⁶¹⁾认为庐山的红砾泥应为维拉弗朗居的湿热风化，为第三纪与第四纪交界时气候在土壤上的表现。Barbour⁽⁹⁾当时认为庐山的红色砾泥，其中粘土及砾石间无过渡，系小砾石风化成土，而大块砾石为石英岩，故能保存。

关于庐山的泥砾来源以及泥砾下部的起伏面，30年代初李四光教授以极其严肃认真的科学态度，说明它们不可能由泥流作用而来，40年代以后中外地理地质工作者对此已有了正确认识，已见前述。

解放以后，第四纪地质有了重大发展，东部地区的第四纪冰川也获得了大量资料，从以下几方面进一步证实第四纪气候变化和第四纪冰川有关问题，一、长江下游红色泥砾，确系经过湿热风化，而湿热风化系在第四纪中较长的间冰期中所进行，冰期与间冰期中，气候带作垂直与水平运动，在间冰期中受湿热风化发育的红色风化壳，北移可达北纬34度左右，庐山及鄂西一带，垂直向上移动可达800—1000米左右，冰期中红色风化壳的发育，则向南向低处移动，不世岁的趋向，由第四纪开始以至到了晚第四纪气候趋向于寒，红色风化壳发展界限，也向南移动。长江下游，红色风化壳的发育，自不限于冰碛物，但冰碛丘陵，冰水阶地，冰缘阶地的红色风化壳，发育十分显著，係间冰期湿热风化的结果，为划分冰期、研究气候变化重要依据之一。二、庐山上下冰川及冰水堆积，广泛分布于山体

(附3)

的南部及北部。直径一米以上的带有擦痕的巨砾多来自山上的石英岩及砂岩。冰川漂砾分布于相对高度达数十米至百余米的山麓外围和湖滨丘陵之上，它距山麓数公里至十余公里。巨砾的砾径可达二——三米甚至四米以上。与泥砾接触的下伏基岩面起伏达数十米甚至百余米，而且泥砾及基岩面本身有向外围增高的趋向(43)。因此很难用山麓洪积或急流作用的堆积来解释。三、红色泥砾中的砾石太小参差，砾石为红色粘土所包裹。红色带有网纹的粘土中，无小砾石风化的痕迹，相反，粘土中的白色条纹，往往印集于所包裹的砾石表面。

二 黄山位于安徽南部，主峰莲花峰海拔1860米。黄山山体中心由粗粒花岗岩及斑状花岗岩组成，由于花岗岩节理发育，再经强烈切割，因使山体突兀峭拔。继庐山第四纪冰川研究之后，1934年李四光教授(44)据黄山第四纪冰川作用的确凿证据，证实长江下游第四纪冰川的存在(第四照片)。当时在南京的奥人维斯基二次上黄山观察，1936年(45)、1937(47)先后在国内外发表中国第四纪冰川有关问题，他根据长江下游黄山等地第四纪冰川的事实，并分析了长江下游第四纪冰川作用发生的条件，并从气象、土壤、植物分布界限探讨了中国第四纪气候的变化。黄山第四纪冰川受岩性构造及古地貌影响，山谷冰川以谷山脊、冰斗的保存不及庐山天目山清晰，但仍可分辨出二级。一级冰斗底高约1200米左右，另一级高约300米左右。黄山第四纪冰川另一特点，由于皖南山地与山间盆地交错，以隆起江的地带发育的山谷冰川，骤临盆地，而冰量又不足以复盖整个盆地，因此在盆地边缘，冰川尾部扩展，坡度较大，形成宽尾状冰碛，后经流水修饰，形成今日扇形冰碛泥大片的堆积。如谭家桥盆地的边缘。据谭家桥与黄狮堂之间冰碛物的风化程度和接触关系，黄山冰期可分为两期，即相当于大姑期和庐山期。大姑冰期堆积的花岗岩巨砾风化深，庐山期冰碛物风化较

线。黄继堂一等庐山冰碛石低岭地保存着比较典型的冰川
条痕。(见节五照片)

天目山的第四纪冰川现象，1934年李四光教授曾进行研
究⁽³⁾，解放以后第四纪冰川研究中心联络组，曾委托有关单位
进行调查。除第四纪冰川而外，关于该地区的第四纪地槽方面，
也由科学院南京地质生物所刘金殿⁽⁶³⁾和南京地理系徐⁽⁶⁴⁾进
行分析研究。最近近年工作证实天目山的第四纪冰川为长江下
游地区比较寒冷的地区。节六张照片，表示天目山北麓广泛分
布的第四纪冰川沉积。

天目山位于浙江省西北部为一东北西南走向的块状山地。
主峰西天目山海拔1547米，东天目山1520米。东天目山由
生界侵入体构成，而天目山由流纹岩流纹斑岩及粗面岩组成。
其周围由古生界灰岩及页岩组成的丘陵或低山。

天目山冰斗分别集中于两个高程即1100—1200米，与
庐山及黄山的两次冰期大致相当。天目山比较清楚地可判
分为二次冰期，即庐山冰期和天目冰期。1965年南京地理学
院⁽⁶⁵⁾据冰碛物的埋藏风化程度曾划分三期，其中古老的都
阳期保存很少。

天目山北部为苕溪属太湖水系，西部为天目溪属钱塘江
水系，苕溪与天目溪的分水地带已蚀低，因此天目山南北坡
均有冰川发育。不似庐山及黄山冰川仅限于东坡与北坡。天目
山北坡冰川仍比较发育。冰水堆积区于孝丰县以南，南坡冰水
堆积区于潜县附近。北坡冰川长度均约10公里，至西，冰川谷的
下段已遭近代流水破坏，上段仍保存完好如平溪谷口谷口（见
节八照片）山谷下段已切成阶地。而天目南坡一都附近，原冰川
谷底视为海拔300米，相对高约20米的基座阶地，基座为
寒武纪灰岩，而阶地上的冰碛物为红色粘土夹巨大流纹岩砾石。

冰川砾石巨大者、长径可达4米以上，砾石的暴露面已经长期风化、片剥落，条痕已不复存在，而掩埋于粘土中的砾面上则冰川擦痕累累，比比皆是、保存仍十分清晰（第九照片）。因岩性影响天目山冰川条痕比黄山粗大，岩石面上的擦痕一般长达10厘米，宽1厘米左右，天目山最长的擦痕可达半米至一米（第十照片）在冰川下壁巨大冰碛石，受冰川挤压、嵌于基岩中，（第十一照片）（吕徐馨报导）

鄂西、黔中、川东、桂北等地第四纪冰川现象，也早为我国科学工作者的注意。（10）（12）（13）（15）1942年李四光教授发表《中国冰期之探讨》⁽¹⁴⁾已将中南及西南区第四纪冰川问题与东部地区加以分析论述以阐明中国冰川的性质，同时根据冰川侵蚀现象分鄂西第四纪冰川为四期。近年华中师院景才瑞⁽³⁹⁾根据鄂西延龄盆地的四级阶地以及各级阶地泥砂层划分为四次冰期。并与庐山期大姑期的二副冰期以及鄱阳期对比。近年南大杨怀仁、陈欣奎等在鄂西工作，认为相当于大姑及庐山期的界线分别为1300—1400和1700米，高出于庐山地区数百米。（38）

关于大巴山的第四纪冰川，1942、1943年曾进行研究李承三⁽⁴⁰⁾划分的三次冰期还认为相当于大姑期的谷山段高地段和庐山冰期，郭令智⁽²⁾划分为三次冰期，分别与太姑庐山和大理冰期对比，并估计其界线高度分别为300、1700和2200米。

庐山的西南、湘赣边境的武功山，主峰高1912米，据江西区测队吉安分队研究，第四纪冰川并比较发育，据冰川侵蚀以及冰川堆积物，最显著者曾经受相当于大姑期及庐山期的两次冰期，第四纪界线高度大姑期约1000—1100米庐山期约1500米，这二个高度数字介于庐山与鄂西高原之间。

大别山绵亘于豫鄂皖三省边境、山体庞大，是大别台背斜，地质史上大别山为长期隆起区，最高峰皖山海拔在1900米以上，新第三纪以来，由于断裂作用引起的差异性升降运动继续发展，

大别山的北麓，沿北淮阳断裂带，东南侧，沿郧城庐江断裂带，新构造运动极为明显，剥夷面受到重位，形成显著的成层地貌，使大别山的冰川侵蚀地貌，如冰斗高度，在短距离内发生数百米的变化。另外大别山因降水量影响，冰川堆积物远不及庐山、黄山及天目山的发育。

1942年李四光教授在《中国冰期探讨》(14)一文中引用喻德渊的稿本称《淮阳山脉中，似有若干冰川分布》，1951年谷德根(65)曾提到大别山的冰斗与冰水窖，1964年南大地理系(48)曾去大别山调查，1964年李毓尧(49)等提出大别山第四纪冰川初步观察的报告。

据我们观察，大别山冰斗集中于两个高程，即700米和900—1000米，与庐山、天目山大体近似，结合其相关冰碛物，它们代表大姑期与庐山期的古界线，但大别山山体庞大，从中心到边缘古冰斗高度有很大差异。

李毓尧等(49)根据大别山冰川堆积，也划分为三次冰期，并与庐山的三次冰期对比，但其所根据霍山南部代表最早冰期的所谓冰川砂砾及冰水堆积，王芬民(65)及陈森森(67)都认为并非冰川堆积。

大别山断裂活动密切影响冰蚀地形的分布，胡永懋(47)冯文科(408)研究磨子潭——桐柏深断裂带的新构造差异运动，断裂带的南北同期冰蚀地形分布高度有显著差异，王芬民(65)也认为在大别山由于断裂活动，同期冰蚀地形遭到变化。关于大别山沿断裂线而使剥夷面重位，形成显著的成层地貌(第十二、十三照片)(186)徐嘉燮(68)在研究大别山构造时也曾指明过。因此我们认为华东地区的古界线问题除气候条件而外，构造运动也引起分化，如不注意这一事实，往往会引致不正确的结论，因大别山北麓，第四纪晚期，断裂作用仍在活动(第十四照片)。

有人认为大别山的冰斗高度仅100米或200米(48)，对冰

估地貌，尤以冰斗高度的问题，我们应该有一全面的分析与判断，如若大别山周围的日线高仅100——200米，那就是说比较西伯利亚东部山地的第四纪日线尤为低下，当时长江及淮河流域必然是一片瓊瑤，1942年李四光教授对于长江流域的冰川问题曾作过如下的分析：“冰之来源，系仰给高山上部之冰雪，与西欧北美之浩浩瓊瑤一片瓊瑤者，无可比伦，距高山甚远之平地则无冰流之发生，更无论矣。”(14)

我们认为大别山比较清晰的有两次冰期，大别山周围存在一些位置低下的冰斗状窪地，它们或者是因断裂升降而高度分化如胡永懋王莘民所指，有些至非作用冰川产物，近等我们在长江下游工作，于天目山铜官山及九华山附近黟公山一带见有高度约400余米的日线窪地，它们属于第四纪冰缘气候的产物，从其相关堆积以及有关侵蚀形态的联系，都与真正的水斗有所区别，不应加以混淆，至于冰碛物方面也应慎重，例如所谓条痕石至非冰碛物所独有，如泥流作用、洪积物、冰缘堆积物以及扇状堆积物均可有条痕、应该将有关侵蚀形态、堆积形态以及堆积物的岩组等全面进行分析鉴定，这方面陆镜元(56)对安徽黄山等地的砾组分析以及条痕石的鉴别方面作了有意义的探索。

总之，长江中下游及其邻近地区，经过近年各方面调查而实证实在第四纪中曾发生二次或三次冰期，其中以大姑期规模最大，古日线从太岳山、鄂西武当山、庐山至临近东海的天目山自西而东平缓下降，自川鄂之间至天目山大姑及庐山期日线分别下降约500——600米左右，这一变化是中国古日线自西向东渐降的组成部分，再向西至川西高原，西北至秦岭，古日线有较大幅度上升，变化更为明显，随古日线的降低，长江中下游古冰缘现象的下限也作较明显的下降。(56)(57) (第十五照片)。

秦崆横亘南北，在中国第四纪冰川研究方面，颇具代表性。秦崆最高峰太白山拔海4000左右。周廷儒曾引用Fengel 1934年关于太白山的冰川现象的报导，(70) 解放后1958年西北大学地理系张保升(71) 1962年西北大学地质系张秋麟、杜仲寿等(72)，1964年陕西地质局区测队严阵(35)等对秦崆第四纪冰川进行了一系列的研究，据严阵，秦崆冰期可分三次，各次冰斗高程如下：

第三冰期（太白期） 3700——3800米。

第二冰期（首阳期） 2400——2800

第一冰期（外丹期） 1700

关于太白山高度，秦崆队采用3900米，72年出版出的中华人民共和国地图集（地图出版社编）太白山高度为3666米。过去维斯曼(7) 估计太白冰期日线约3400米，周廷儒(70) 引用Fengel及张保升(71) 的研究，采用3500米，为太白山的日线高度。

太白期冰碛物新鲜色浅，其上无植被复盖，属最新一次冰期除台湾省外，东部山地多在2600米以下，故不见太白冰期。

太白期冰川在太白山南坡分布有三道终碛，高度分别为3120、3190及3200米（此为秦崆队数字，西北大学数字为2900——2870米）表示太白冰期在后退过程中经过几次气候波动。

秦崆的三次冰期，前二次已归入山麓、（海拔约500米）最近一次冰期则属小型，山谷冰川。秦崆太白冰期在先后顺序上应相当于云南的大理冰期，据H. L. Morisius (22) 引用P. Misch材料，称有确切证据滇西曾经过三次冰期，并称分别相当于喜马拉雅山的第二、第三、第四次冰期。以秦崆的冰期而论，似相当于大理庐山和大姑冰期，中国最早一次冰期的证据破坏较甚，需要注意研究。

降水量与降水季节分布，为次中国第四纪日界线高低的重要因素之一，在同一纬度（如第一图）第四纪日线自西向东降低，在不同纬度上，降水量与降水季节分布的变化，对日线的影响与前述纬度的影响，如东天山，东秦岭与台湾中央山脉，三地由北而南纬度相差 20° ，而日线竟以台湾岛为最低，如下表，这也说明中国东部海洋性冰川的特点。

地区	最近一次冰期日线高度
东天山	3400—3600米
秦岭	3500米
台湾（中央山脉）	3350米

秦岭东段兰田附近据李永昭(73)等以及王淑芳等(74)划分为三次冰期即：骊山、公主岭和郭家岭冰期分别与庐山、大姑、静阳冰期相当，公主岭期冰碛物特征与周口店红色砾泥相似，同时也处于蓝田猿人 *Sinanthropus lanianensis* 居住下骊山期冰碛物也是黄色砾泥。

渭河以南秦岭以北的北庄打晚更新世地层（出露高度约500米）底部为砂砾层，相当于太白金冰期的准叙物(75)，其中所含孢粉组合，具有较重的耐湿冷的云杉冷杉，又据其中所含之杉树树干及球果化石与今日秦岭西部高山地带所产的青杉(*Picea wilsonii* Masf.) 完全一致，据植物研究所及地质研究所孢粉组研究，标定为冰期。砂砾层高度仅500米，当太白金冰期山上发生冰川，山麓地带为较今日低下约 8°C 的寒冷气候，山麓砂砾层即反映这次寒冷气候的产物。

据李永昭等(73)秦岭以北的黄土层中的孢粉组合，也显示有四次凉湿气候，与骊山冰期相当的地层内，发现有喜冷的毛犀 *Coelodonta antiquitatis* 盘羊 *Ovis ammon* 麝鹿 *Cervus elaphus* 和原始牛 *Bos primigenius* 等动物。