

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

冰缘植被与第四纪冰川的探讨

赵景波

(西安地质学院)

关于我国第四纪冰川问题特别是华北地区的冰川问题,至今仍存在着激烈的争论。有的认为华北地区平原及山麓地带带有冰川出现^[1],有的认为仅在一定高度的山地有冰川出现^[2],还有的认为山地也无冰川出现。其所以认识难以统一,与以往确定冰川的依据多限于沉积物和地貌有关。诚然,冰川遗迹必定反映在沉积物和地貌上,但是由于不同成因的沉积物和地貌可以具有相似的特点,因而仅据沉积物和地貌确定冰川存在与否并不完全可靠。冰缘植被是冰缘环境下的产物,它成因单一,能为确定冰川有无提供证据。对它的研究是探讨第四纪冰川及气候变化的一个重要方面。冰缘植被包括哪些类型,以及如何划分,目前国内这方面的研究尚少。本文主要根据我国现今山地植被垂直分带同气候及冰川的关系,并考虑到第四纪冰期时的植被类型,对我国现代冰缘植被进行划分,并对华北、东北、青藏高原等地区的第四纪冰缘植被及冰川问题进行探讨。

一、我国现代冰缘植被

(一) 我国现代山地植被垂直分带

随山体高度不同,气候相应发生明显变化,因而植被出现垂直分带。山地植被垂直分带一方面受该山所处水平地带制约,另一方面受山体高度、山脉走向、坡向、土壤等因素影响。但位于同一水平地带的山体,植被垂直分带是比较接近的。据此将我国山地植被划分为两个区,以大兴安岭—吕梁山—六盘山—青藏高原东南缘一线为界,该线的西北为内陆干旱区,其东为湿润区^[3]。

1. 东部湿润区山地植被垂直分带

东部湿润区降水量较多,适于森林发育,山地植被以森林占优势,直到山体高处方为灌丛、草甸所代替。例如,在长白山,海拔1 000米以下的山地为针叶落叶阔叶混交林,1 000—1 800米为云杉(*Picea*)、冷杉(*Abies*)林,1 800—2 100米为亚高山矮曲林,2 100米以上为高山冻原,如果长白山山体更高的话,冻原植被之上500米左右处的高度就应有冰川出现;在秦岭北坡,海拔600—2 600米为落叶阔叶林,2 600—3 000米为云杉、冷杉林,3 000—3 300米为落叶松(*Larix*)林,3 300米以上为亚高山杜鹃(*Rhododendron*)灌丛;在高黎贡山,海拔3 000米以下为暖温性针叶林,3 000—3 500米为种类复杂的云杉、冷杉林,3 500—4 000米为杜鹃灌丛草甸带,4 000—5 000米为亚冰雪稀疏植被;在珠穆朗玛峰南坡,海拔1 200米以下为季雨林,1 200—2 400米为常绿阔叶林,2 400—2 800米为针、阔叶混交林,2 800—3 800米为云杉、冷杉林,3 800—4 200米为矮曲林,4 200—5 300米为高寒灌丛草甸带,5 300—5 500米为亚冰雪稀疏植被,5 500米以上为终年积雪带;另在大雪山也有与珠穆朗玛峰类似的植被分带^[3](图1)。

注:本文承孙建中及西北大学生物系朱志诚二位先生审修,谨此致谢。

本文1985年3月收到,5月改回,沈晓毅编辑。

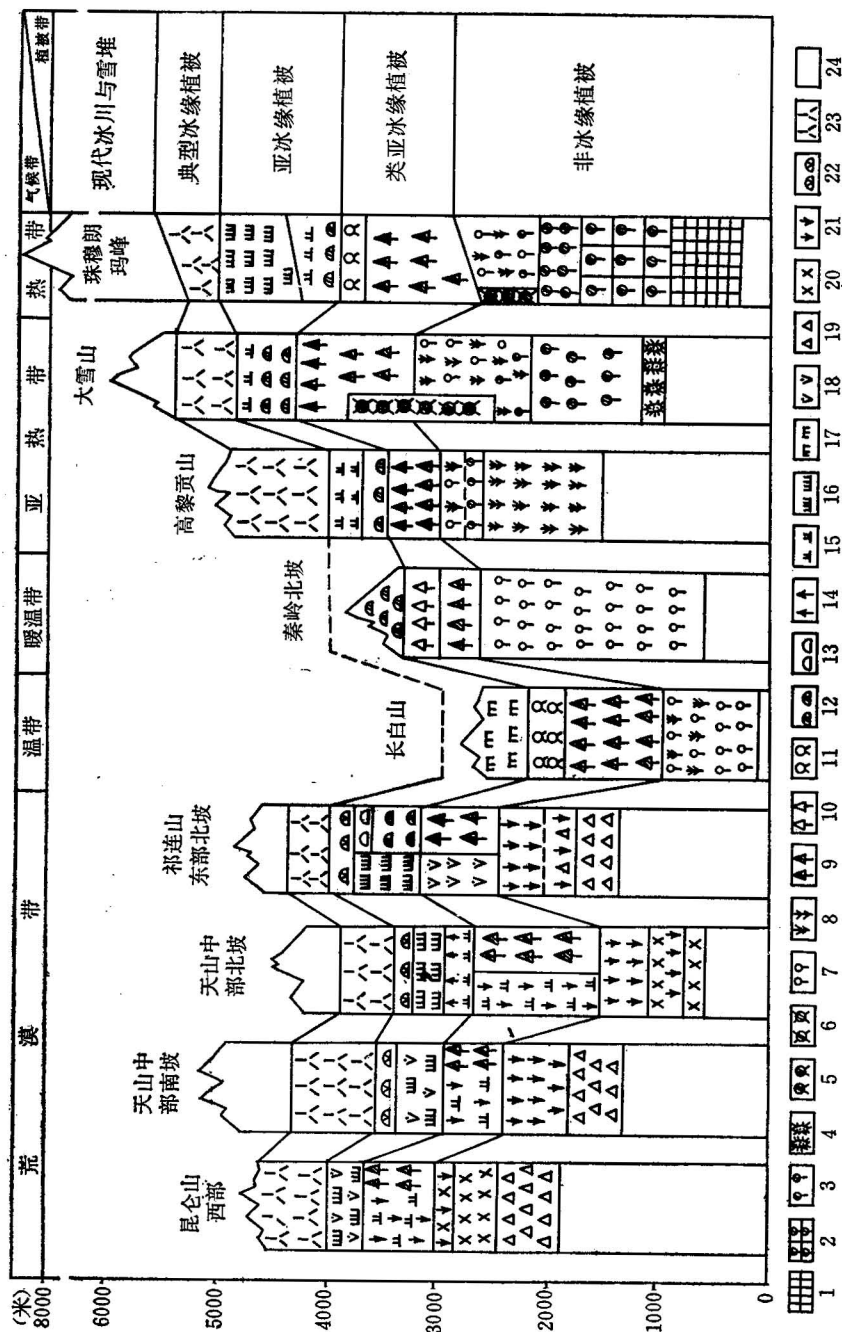


图 1 中国山地植被垂直带谱与冰缘植被划分

1—季雨林, 2—季风常绿阔叶林, 3—常绿阔叶林, 4—肉质多刺灌丛, 5—常绿阔叶苔藓林, 6—硬叶常绿阔叶林, 7—落叶阔叶林, 8—温性针叶林, 9—云杉冷杉林, 10—寒温性落叶针叶林, 11—矮曲林, 12—亚高山常绿草叶灌丛, 13—亚高山落叶阔叶灌丛, 14—常绿针叶灌丛, 15—亚高山草甸, 16—高山灌草草甸, 17—高山冻原, 18—高寒草原, 19—垫类半灌丛荒漠, 20—高山荒漠, 21—禾草草原, 22—高寒垫状植被, 23—亚冰雪稀疏植被, 24—现代冰川与雪堆

2. 西北内陆干旱区山地植被垂直分带

西北内陆干旱区受大陆性气候影响强烈, 降雨量少, 抑制了森林的发育, 山地植被以草原占优势, 仅在山体一定高度才有少量森林出现。例如, 在祁连山北坡, 海拔2 200米以下为荒漠, 2 200—2 900米为云杉、冷杉林或高寒草原, 2 900—3 600米为高寒灌木草甸带, 3 500—3 700米为高寒垫状植被, 3 700—4 100米为亚冰雪稀疏植被, 4 100米以上为终年积雪带; 在天山中部北坡, 1 500米以下为禾草草原, 1 500—2 700米为云杉、冷杉林或亚高山草甸草原, 2 700—3 200米为亚高山草甸草原和高山嵩草(*Kobresia*)草甸, 3 200—3 400米为高寒垫状植被, 3 400—3 800米为亚冰雪稀疏植被, 3800米以上为终年积雪带; 在天山中部南坡和昆仑山西部也有同天山中部北坡类似的植被垂直分带^[3](图1)。

据上述可知, 我国较高山地植被垂直带一般可分为5—8个带, 其中湿润区的植被带较干旱区为多。除降雨量很丰富的地区外, 代表寒温性气候的云杉、冷杉林与现代冰川之间至少有2个植被带, 多者可达4个植被带, 即位于现代大陆型冰川之下的第3—5个植被带。虽然各地云杉、冷杉林生长地的高度存在差异, 但如按林带中部平均高度计算, 它们与现代大陆型冰川之间的距离为1600米左右, 如按林带上限分布高度计算, 它们与现代大陆型冰川之间的距离也在1000米以上。靠近冰川的植被以耐寒的草本植物及灌木为特点, 缺乏乔木树种。

(二) 我国现代冰缘植被分类

现代植被是从第四纪发展演化来的, 与第四纪植被差异不大。现代冰缘植被的分类可作为第四纪冰缘植被划分对比的标准。目前国内还很少见对冰缘植被的明确分类, 其分类标准及分类多少等问题尚待进行探讨。笔者主要依据现代山地植被分带同气候的关系, 各植被带气温的高低及其与冰川的距离, 同时考虑到我国冰期时的植被类型和海洋型冰川边缘的植被类型等, 将云杉、冷杉林及其以上的植被划为冰缘植被, 云杉、冷杉林以下的植被划为非冰缘植被。并将冰缘植被划分为典型冰缘植被、亚冰缘植被、类亚冰缘植被(图1)3大类, 每大类又可分为若干个亚类。各大类及亚类的组成、分布等见表1。

表 1 我国现代冰缘植被分类表

冰缘植被类型	冰缘植被亚类	主要建群种	土壤	与冰川大致高差(米)	气候特点	备注
典型冰缘植被	亚冰雪稀疏植被	风毛菊属(<i>Saussurea</i>)、葶苈属(<i>Draba</i>)、蚤缀属(<i>Arenaria</i>)、虎耳草属(<i>Saxifraga</i>)、点地梅属(<i>Androsace</i>)、银莲花属(<i>Anemone</i>)、金莲花属(<i>Trollius</i>)、红景天属(<i>Rhodiola</i>)等。	流石滩	接近冰川	严寒	建群种不明显
	高山垫状植被	垫状蚤缀(<i>Arenaria pulvinata</i>)、苔状蚤缀(<i>Arenaria musciformis</i>)、垫状点地梅(<i>Androsace tapete</i>)、粗点地梅(<i>Androsace squarrosula</i>)、帕米尔委陵菜(<i>Potentilla pamirolaica</i>)、四蕊高山梅(<i>Sibbaldianthe tetrandra</i>)等。	草甸土	500	年平均气温0℃左右, 年平均降雨量 200—500 mm。	
	高山冻原植被	多瓣木(<i>Dryas octopetala</i>)、越桔(<i>Vaccinium-Vitis idaea</i>)、牛皮杜鹃(<i>Rhododendron xanthastephonum</i>)、天枰(<i>Arctous ruber</i>)、长白柳(<i>Salix tschanbaisch-anica</i>)、圆叶柳(<i>Salix rotundifolia</i>)、北方嵩草(<i>Kobresia bellardii</i>)、矮羊茅(<i>Festuca supina</i>)、砂藓(<i>Rhacomitrium canescens</i>)、沼泽灰藓(<i>Hygrophyllum lucidum</i>)及大量地衣等。	冻原土	接近冰川	年平均气温 -5℃左右, 年平均降雨量约 700 mm。	建群种不明显

续表 1

冰缘植被类型	冰缘植被亚类	主要建群种	土壤	与冰川大致高差(米)	气候特点	备注
亚冰缘植被	高寒荒漠	驼绒藜(<i>Ceratoides compacta</i>)、藏亚菊(<i>Aiania tibetica</i>)、粉花蒿(<i>Artemisia rhodantha</i>)、无茎芥(<i>Pegaeophyton scapiflorum</i>)、藏芥(<i>Hedinia tibetica</i>)、无茎短柱芥(<i>Parrya exscapa</i>)、光果肉叶芥(<i>Braya oxycarpa</i>)等。	荒漠土	大于1 000	年平均气温-8—-10℃, 年平均降雨量100mm以下。	
	高寒草甸	小嵩草(<i>Kobresia pygmaea</i>)、线叶嵩草(<i>Kobresia capifolia</i>)、短轴嵩草(<i>Kobresia prattia</i>)、塔城嵩草(<i>Kobresia smirnovii</i>)、粗喙苔草(<i>Carex scabriostriis</i>)、圆叶蓼(<i>Polygonum sphaerostachyum</i>)等。	草甸土	1 000	年平均气温0℃以下, 年平均降雨量350—550mm。	
	高寒草原	克氏羊茅(<i>Festuca kryloviana</i>)、假羊茅(<i>Festuca pseudovina</i>)、座花针茅(<i>Stipa subosessiliflor</i>)、紫花针茅(<i>Stipa purpurea</i>)、银穗羊茅(<i>Festuca olgae</i>)、硬叶苔草(<i>Carex moorcroftii</i>)等。	草原土	1 000	寒冷干旱	
冰缘植被	常绿草叶灌丛	密枝杜鹃(<i>Rhododendron fastigiatum</i>)、头花杜鹃(<i>Rh. capitatum</i>)、钟花杜鹃(<i>Rh. campanulatum</i>)、金背枇杷(<i>Rh. przewalskii</i>)、山光杜鹃(<i>Rh. orodoxa</i>)、雪层杜鹃(<i>Rh. nivale</i>)、矮杜鹃(<i>Rh. haemonium</i>)、毛喉杜鹃(<i>Rh. cephalantum</i>)、扫帚岩须(<i>Cassiope fastigiata</i>)等。	灌丛草甸土	1 300	年平均气温-2—-4℃, 年平均降雨量400—800mm。	
	常绿针叶灌丛	高山柏(<i>Sabia squamata</i>)、高山香柏(<i>Sibia pingii</i> var. <i>willsonii</i>)、新疆方枝柏(<i>Sbina pseudosabiana</i>)、西伯利亚刺柏(<i>Juniperus sibirica</i>)、西藏忍冬(<i>Lonicera tibetica</i>)、帚栒子(<i>Cotoneaster dielsianus</i>)等。	灌丛草甸土	1 300	寒冷干旱, 年平均气温0℃以下。	
	高寒落叶阔叶灌丛	圆叶桦(<i>Betula rotundifolia</i>)、毛枝山居柳(<i>Salix oritrepha</i>)、杯腺柳(<i>Salix cupularis</i>)、箭叶锦鸡儿(<i>Caragana jubata</i>)、金露梅(<i>Dasiphora fruticosa</i>)、银露梅(<i>Dasiphora glabra</i>)等。	灌丛草甸土	1 200	同上	
亚冰缘植被	岳桦矮曲林	岳桦(<i>Betula ermanii</i>)、大叶章(<i>Deyeuxia langsdorffii</i>)、山牛蒡(<i>Synurus deltoidea</i>)、毛果一枝黄花(<i>Solidago vitis-idaea</i>)、细叶地榆(<i>Sanguisorba trifolia</i>)等。	生草森林土	1 200	寒冷潮湿, 年平均气温0℃以下。	岳桦为建群种, 其余为伴生种。
	落叶松林	兴安落叶松(<i>Larix gmelini</i>)、西伯利亚落叶松(<i>Larix sibirica</i>)、长白落叶松(<i>Larix olgensis</i> var. <i>changpaiensis</i>)、华北落叶松(<i>Larix principis-rupprechtii</i>)、太白红杉(<i>Larix chinensis</i>)、大果红杉(<i>Larix potaninii</i>)、西藏落叶松(<i>Larix griffithiana</i>)等。	棕色土、褐色土、草甸土	1 400	寒冷干旱, 年平均气温0℃以下	
	云杉、冷杉林	长苞冷杉(<i>Abies georgei</i>)、鳞皮冷杉(<i>Abies squamata</i>)、黄果冷杉(<i>Abies ernestii</i>)、冷杉(<i>Abies fabri</i>)、喜马拉雅冷杉(<i>Abies spectabilis</i>)、岷江冷杉(<i>Abies faxoniana</i>)、苍山冷杉(<i>Abies delavayi</i>)、川滇冷杉(<i>Abies forestii</i>)、丽江云杉(<i>Picea likiangensis</i>)、紫果云杉(<i>Picea purpurea</i>)、青海云杉(<i>Picea crassifolia</i>)等。	棕色森林土	1 500	年平均气温8—-5℃, 年平均降雨量600—1 000 mm。	
	寒温性松林	樟子松(<i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>)、偃松(<i>Pinus pumila</i>)。	粗骨土	1 800	寒冷干旱	

另外, 在个别极端干旱区, 山地植被垂直分带不明显, 这类地区冰缘植被的划分有待植物种属成分的研究。

二、我国第四纪冰缘植被

在全球气候变冷、冰期来临时, 我国各地也受到了不同程度的影响, 气候相应变冷, 引起了植被带由山地高处向低处迁移, 或由北向南迁移。这种迁移在我国第四纪表现相当明显。关于我国第四纪冰期时的植被类型, 还没有一致的意见。从孢粉分析结果来看, 我国冰期时的植被随地区不同差别很大, 由此可把我国第四纪冰期的植被类型初步划分为华北、东北和青藏高原 3 个地区。

1. 华北地区第四纪冰缘植被

华北地区第四纪的植被以华北平原及关中平原的研究为多。根据孢粉分析, 前人已将该区植被和气候作了划分^[4,5]。该区冰期时的植被为阴暗针叶林或耐冷的针、阔叶混交林, 间冰期植被主要为喜暖的针、阔叶混交林^[6,7]有时为草原或森林草原。冰期时阴暗针叶林曾下降到山麓和平原地带生长, 同现今当地云杉、冷杉林分布高度相比, 当时云杉、冷杉林下降了约 1500 米。

在河北平原东部沧州、任丘等地钻孔中^[4], 第四纪第Ⅱ孢粉带植被是以云杉、冷杉为主的针叶林; 第Ⅲ带为栎 (*Quercus*) 树林或喜暖针叶、落叶阔叶混交林; 第Ⅳ带以云杉、冷杉林为主; 第Ⅴ带为栎等组成的针叶、落叶阔叶混交林; 第Ⅵ带主要为云杉组成的针叶林; 第Ⅶ带为松 (*Pinus*)、栎、桦 (*Betula*) 等组成的针叶、落叶阔叶混交林; 第Ⅷ带为云杉等组成的针叶林; 第Ⅸ带为桦、栎、松等组成的针叶、落叶阔叶混交林。在陕西渭南张家坡^[8], 早更新世第Ⅰ、Ⅳ孢粉带指示植被为云杉、冷杉林, 第Ⅱ带为含常绿乔木的落叶阔叶林, 第Ⅲ带为胡桃 (*Julance*)、云杉等组成的混交林。在西安市区^[5], 更新世沉积中云杉、冷杉林发育的时期出现过 5 次, 其间为指示温暖气候的森林草原等植被发育时期。

由此可见, 华北地区平原及山麓地带冰期植被为类亚冰缘型, 间冰期为非冰缘型。

2. 东北地区的冰缘植被

东北地区早一中更新世冰期植被为阴暗针叶林或耐冷的针叶、落叶阔叶混交林, 晚更新世冰期 (阶) 植被为寒冷草甸, 间冰期 (阶) 植被为阴暗针叶林或喜冷的针叶、落叶阔叶混交林。

在三江平原, 早更新世早期植被为松、桦、云杉组成的指示偏冷气候的针叶、落叶阔叶混交林, 晚期为松、桦、栎等组成的代表温暖气候的针叶、落叶阔叶混交林; 中更新世早期为松、云杉组成的代表寒冷气候的针叶林, 晚期为桦、栎、松等组成的针叶、落叶阔叶混交林¹⁾。晚更新世顾乡屯副冰期分早、中、晚 3 个时期²⁾, 早、晚副冰期孢粉组合除蒿 (*Artemisia*)、藜科 (*Chenopodiaceae*) 外, 还有许多喜湿的莎草科 (*Cyperaceae*)、水龙骨 (*Polygonum*)、虎耳草科 (*Saxifragaceae*) 等, 也有少量云杉。从喜湿的植物大量出现来看, 当时水分对木本植物生长是有利的, 但木本植物却很少出现, 推测其主要原因是温度过低。当时植被应为寒冷草甸。中期副冰期由两个间冰阶和一个冰阶构成, 两个间冰阶植被为桦林或桦、云杉混交林。据其他喜暖阔叶树少见及常有云杉出现等情况分析, 这种森林应为代表寒温性气候的森林。冰阶植被以蒿为主, 另有许多水龙骨、泥炭藓, 应为寒冷草蒿型植被。在下辽河平原, 据戴敷资料, 早一中更新世间冰期植被为喜暖的针叶、落叶阔叶混交林, 冰期为指示冷干气候的草原或森林草原, 但不见寒冷灌丛及寒冷草甸出现。

1) 夏玉梅等, 1978, 三江平原新第三纪第四纪孢粉组合特征与古气候的探讨。

2) 孙建中, 1980, 东北末次冰期的古环境。吉林地质, 第 4 期。

由此可见,东北地区早、中更新世冰期植被为类亚冰缘型,间冰期植被为非冰缘型;晚更新世冰期植被为亚冰缘型,间冰期植被为类亚冰缘型。

3. 青藏高原第四纪冰缘植被

在该区发现的植物化石及孢粉分析表明,间冰期植被为高寒灌丛、高寒荒漠等,推断冰期会有亚冰雪稀疏植被、高寒垫状植被等出现。

在昆仑山—唐古拉山地区早更新世惊仙—望昆间冰期沉积中^[9],第Ⅳ孢粉带为藜科、麻黄(*Ephedra*)、松等组成的耐冷干的草原—森林草原;第Ⅳ带植被主要为云杉组成的针叶林;第Ⅵ带为藜科、麻黄、蒿属等组成的高寒荒漠;第Ⅴ带为高寒常绿圆柏(*Sabina*)灌丛,这种植被现今生长在阴暗针叶林及落叶松林不能生长的恶劣环境带;第Ⅶ带为桦、栎等组成的落叶阔叶林;第Ⅷ带为含灌木忍冬(*Lonicera*)、白刺(*Nitraria*)、等的高寒荒漠。在定日以南卓奥友峰北坡加布拉附近中更新世加布拉间冰期早期沉积中,植物化石^[10]及孢粉分析证明当时植被为云杉林;加布拉间冰期晚期的早期阶段植被为栎树林,晚期阶段以莎草为最多,麻黄、禾本科(*Gramineae*)等次之,植被为高寒草甸,相当于今日天山等地2700—3200米处的高山蒿草草甸,代表的气候比高寒灌丛还要寒冷。在聂拉木东北30公里的亚里村,冰后期全新世沉积中发现灌木叶子印痕化石,其中有刺毛忍冬(*L. cf. hispida*)、杜鹃属一种(*R. hypenanthum*)、绣线菊属一种(*Spiraea*)等^[10],这一植物群代表寒冷灌丛。

据上述可知,青藏高原间冰期植被既包括非冰缘植被又包括类亚冰缘植被、亚冰缘植被。由此推断,冰期无疑会有典型冰缘植被出现。

三、第四纪的冰川

不同的冰缘植被反映了不同的冰缘气候,只有典型冰缘植被才能代表典型冰缘气候。在大陆性气候区,除极端干旱带外,典型冰缘植被的出现表明具备了冰川发育的条件,可作为冰川出现的十分重要的证据。而亚冰缘植被特别是类亚冰缘植被在大陆性气候区的出现表明尚不具备冰川发育的条件。在降雨量较丰富的海洋性气候区,典型冰缘植被的出现无疑指示了冰川的存在。但在降雨量大于2000毫米的地区,亚冰缘植被甚至类亚冰缘植被的出现就表明具备了冰川发育的条件。

在华北地区,第四纪出现的云杉、冷杉林属类亚冰缘植被。据目前资料看尚无可确定的亚冰缘植被、典型冰缘植被出现。表明华北地区冰期寒冷程度不高,不具备亚冰缘植被和典型冰缘植被发育的条件。华北地区第四纪也有草原植被出现,但还不能确定为亚冰缘植被,因现代山地由阴暗针叶林向寒冷草甸过渡总有指示更耐冷气候的灌丛等出现。青藏高原作过孢粉分析的剖面虽不多,但已见有圆柏灌丛和杜鹃、忍冬、灌丛等出现。孢粉分析证明,至少在晚更新世华北山地植被分带就已形成¹⁾。华北地区作过孢粉分析的剖面虽然很多,但在山麓及平原带未见耐寒灌丛出现。华北地区平原带草原型孢粉组合与青藏高原代表寒冷草原的孢粉组合也存在很大差别,前者种属成分复杂,并有喜暖乔木参与,后者成分单调,以耐冷干的藜科、麻黄占优势,并有喜冷灌木。所以,华北地区第四纪的草原植被很可能代表温干或偏冷的气候。在该区发现的哺乳动物化石中^[11],极少见真猛犸象(*Mammuthus primigenus*)化石出现,也证明当时气候并不很冷,没有达到典型冰缘气候。所以,在大陆性季风气候控制下的华北地区的平原及山麓带不具备第四纪冰川发育的条件,大面积出现冰川的可能性是较小的。但据第四纪冰期暗针叶林分布高度

1) 罗宝信,秦岭太白山北坡第四纪孢粉与古气候的探讨。

推测,当时华北地区海拔2000米左右的山地可能有冰川出现。

东北地区平原及山麓带早、中更新世植被与华北地区类似,冰期为类亚冰缘植被,间冰期为非冰缘植被。在晚更新世,东北气候显著变冷,冰期(阶)植被为亚冰缘型,间冰期(阶)植被为类亚冰缘型。在该区发现的哺乳动物化石与上述推断大致吻合。该区早、中更新世不见喜寒动物出现,但在晚更新世,耐寒的猛犸象-披毛犀动物群的广泛出现,足见晚更新世气候较早、中更新世更寒冷。由此看来,东北地区平原及山麓带早、中更新世尚不具备冰川发育的条件(但不排除局部地区发育冰川的可能),雪线应在海拔2000米左右的山地;晚更新世较早、中更新世接近冰川发育的条件,雪线应在1000米左右的山地。

青藏高原第四纪植被与华北、东北地区差异甚大,由于间冰期气候也在不断变化,因此植被类型较多。有非冰缘植被、类亚冰缘植被及亚冰缘植被。显然,冰期必将出现典型冰缘植被。所以,青藏高原第四纪具备冰川发育的条件,应有冰川出现。这与该区广泛出现的冰川遗迹^[12]相吻合。

在具备第四纪冰川发育的青藏高原地区,间冰期植被特点是有类亚冰缘及亚冰缘植被出现,而华北地区和东北地区平原早、中更新世植被为非冰缘型,也说明这两个地区的冰期气候不严寒。虽然有不少人将华北、东北第四纪沉积划分出了3—4期冰碛物,但这些冰碛物的确定是否可靠还难定论,如果华北、东北地区第四纪出现过降雨量丰富的时期,也许在山麓有冰川出现。这是有待进一步研究的问题。

植被的垂直分带主要受气候控制。在气候很寒冷的地区,完整的山地植被垂直分带形成得早。如青藏高原在早更新世就有高寒灌丛和高寒荒漠出现^[9]。所以,现代植被垂直分带可用于整个第四纪植被对比的标准。

我国现代冰川外围的植被以耐寒的草本植物及矮小灌木为特点,欧洲第四纪冰川外围的植被为仙女木植物群,同样以耐寒灌木及草本植物为特点。因此,要确定我国各地的冰川及冰川进退次数等问题,对代表“草原型”及灌木草原型”的孢粉组合作深入研究是很重要的。

参 考 文 献

- [1] 王淑芳、陈茅南、段万偶、曹照垣, 1966, 陕西蓝田地区第四纪冰川遗迹述要。陕西蓝田新生界现场会议论文集, 第128页, 科学出版社。
- [2] 吴锡浩、浦庆余、钱方, 1982, 我国东部大理冰期冰缘与冰川关系的探讨。中国地理学会冰川冻土学术会议论文集, 第63页, 科学出版社。
- [3] 中国植被编辑委员会, 1980, 中国植被, 第741—743页, 科学出版社。
- [4] 杨子庚、李幼军、丁秋玲、何宝成, 1979, 试论河北平原东部第四纪地质几个基本问题。地质学报, 第53卷, 第4期, 第265页。
- [5] 陈承惠、林绍孟, 1982, 西安一钻孔剖面第四纪孢粉组合与古气候初步分析。第三届全国第四纪学术会议论文集, 第140页, 科学出版社。
- [6] 赵景波, 1984, 西安附近黄土中红褐色古土壤发育时的植被与气候。科学通报, 第7期, 第418页。
- [7] 赵景波, 1984, 西安附近黄土地层形成时期的古气候研究。西北大学学报(自然科学版), 第4期, 第93页。
- [8] 中国科学院植物研究所、地质部新生代孢粉组, 1966, 陕西蓝田地区新生代古植物学的研究。陕西蓝田新生界现场会议论文集, 第169页, 科学出版社。
- [9] 孔昭宸、刘兰锁、杜乃秋, 1981, 从昆仑山—唐古拉山晚第三纪、第四纪的孢粉组合讨论青藏高原的隆起。青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题, 第82页, 科学出版社。
- [10] 徐仁、孔昭宸、孙湘君、陶君容、杜乃秋, 1976, 珠穆朗玛峰地区第四纪古植物学的研究。珠穆朗玛峰地区科学考察报告, 第四纪地质部分, 第100页, 科学出版社。
- [11] 贾兰坡、张玉萍、黄万波、汤英俊、计宏祥、尤玉柱、丁素因、黄学诗, 1966, 陕西蓝田新生界。陕西蓝田新生界现场会议论文集, 第17页, 科学出版社。
- [12] 段万偶, 1979, 青藏公路沿线第四纪冰期研究。科学通报, 第24卷, 第10期, 第456页。

PERIGLACIAL VEGETATION AND QUATERNARY GLACIERS

Zhao Jingbo

(*Xi'an College of Geology*)

Abstract

Contemporary periglacial vegetation in China may be preliminarily divided into three major classes, i. e., typical periglacial vegetation, subperiglacial vegetation and secondary subperiglacial vegetation. The three major classes can further be divided into 13 subclasses.

Except in extremely arid areas, the occurrence of typical periglacial vegetation suggests the presence of the conditions producing glaciers. In plains and piedmonts of the North China region, glacial vegetation belongs to secondary superiglacial type; therefore conditions producing glaciers were not satisfied, but it was possible that glaciers would occur at an altitude of 2 000m or so in mountainous areas. In plains and piedmonts of the Northeast China region, early-middle Pleistocene glacial vegetation belongs to secondary subperiglacial, so at that time conditions producing glaciers did not exist; the glaciers could possibly be distributed at an altitude of about 2 000m in mountainous areas. But in late Pleistocene time, the vegetation was of subperiglacial type, so the climate was close to that favourable to glacier development and the glaciers should be distributed at an altitude of about 1,000m in mountainous areas. On the Qinghai-Xizang plateau, the characteristic of vegetation was the occurrence of subperiglacial vegetation during the interglacial epoch. It is deduced from this that typical periglacial vegetation would undoubtedly occur during the glacial epoch, and hence there were conditions for glacier development on the Qinghai-Xizang plateau in the Quaternary.