

第四纪孢粉研究译文选

海洋地质调查局实验室、科技情报资料室

1985.6

109

目 录

日本晚冰期最冷期的植物群和气候.....	(1)
澳大利亚塔斯马尼亚(岛)西北部 Pulbeena 沼泽的地层、花粉分析和古气候 解释.....	(19)
美国威斯康辛州、伊利诺斯州皮卡托尼卡河河谷威斯康辛中期沉积物的地层学与 孢粉学.....	(38)
美国特拉华州南部一些中更新世间冰期泻湖沉积的孢粉分析.....	(50)
加拿大不列颠哥伦比亚夏洛特皇后群岛晚冰期泥炭层层序与古生态.....	(60)
美国加利福尼亚州内华达山脉金斯峡谷晚更新世植物群.....	(72)
美国印第安纳州中部鹿和乳齿象化石点的晚冰期植被.....	(84)

日本晚冰期最冷期的植物群和气候

Matsuo Tsukada

华盛顿大学植物系和第四纪研究中心

在晚冰期最冷期,日本群岛几乎全部被针叶林覆盖。北海道北部以针叶稀树草原和苔原为主,北海道南部和本州最北部被主要由 *Picea jezoensis*, *P. glehnii*, *Abies sachalinensis* 和 *Larix gmelinii* 组成的北方针叶林所覆盖。这个北方针叶林缺少 *Tsuga*。种类较多的北方森林,包括萨哈林岛和日本北方的一些种类一起长在本州东北部。本州中部和日本西北部的山脉生长着亚高山针叶林,这种针叶树目前主要局限分布在中部山脉。温带针叶林(*Picea polita*, *Abies firma* 和 *Tsuga sieboldii*)主要生存在现代中温带和常绿的月桂树一栎树林地区。单维管束松和木本桦属在北方和冷温带丰富,而双维管束松在南温带丰富。在九州和四国的太平洋海岸发现了 *Fagus* 属的重要种群,但由于太小以致不能定为山毛榉林带。混合栎林(*Quercus*, *Ulmus* 和 *Tilia*)在日本西南部的海岸低地比本州东北部更常见,在北海道则完全没有。据植物组合推断出递减的八月平均温度显示了20000年前的一个纬度梯度:北海道北部,平均八月温度是8—9℃,本州最北部是7.7—8.7℃,中部山区是7.2—8.4℃,中国山地是6.5℃,九州为5—6℃。在晚冰期的全盛期,日本西南部沿岸年降雨量大致为1050—1300毫米。

前 言

过去的气候变化强烈地影响了植物的现代分布模式(Deevey, 1949; Godwin, 1956; Tsukada, 1958b)。由于冰期、间冰期气候循环,日本群岛的植物分布经历了大的变化(Tsukada, 1974a, b)。那些对气候条件要求高的植物,假如气候变化速度超过了他们的迁移速度则会绝灭。当植物由于冰期/间冰期气候波动南北迁移时,东西走向的山脉就成为屏障。由于主要山脉走向接近于北东—南西以及平缓的海岸带紧靠这些山脉,日本群岛具有不同的气候和土壤条件。许多种甚至在更新世冰期后幸存下来,虽然群岛面积小,并且在冰期最盛期,仅靠两条狭窄的地带和亚洲大陆相连,一条是九州和其南的朝鲜半岛之间的对马陆桥,另一条是连接北海道和其北萨哈林岛的佐屋陆桥(图1)。

自从我首次打算建立一个日本群岛的初步的整个晚冰期植物图以来,研究晚冰期最盛期的有C¹⁴测年资料的孢粉谱已经大大地增加,并且由于高效相差显微镜以及扫描与透射电镜的帮助,孢粉鉴定的技术已经明显改进(Tsukada, 1967c)。现在,由于植物迁移和植物区系的发展有绝对年龄对照,从而可以更综合性地论述植物动力学。

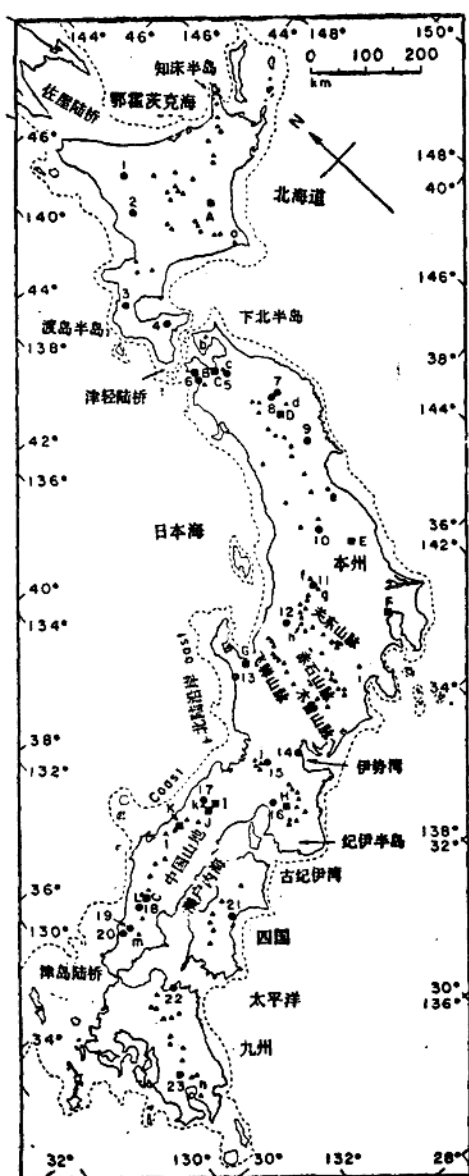


图1 研究区位置图

研究站位和方法

本文选择了23个站位(表1和图1, 2), 这些站位在地理上遍布全日本而且不是其孢粉史本身有年代控制, 就是其有理由可与别的有 C^{14} 年龄的孢粉谱对比。用钻孔中二个或更多的线状内推法和外推法确定每一个分析层的年代。23个图谱的花粉百分数值(表2, 图3), 是根据乔木植物花粉(AP)的总数算出的(包括 *Alnus* 花粉, *Alnus japonica* 在沼泽大量生长)。然而, 只有站位1和2, 矮桦花粉包括在乔木花粉总数内。

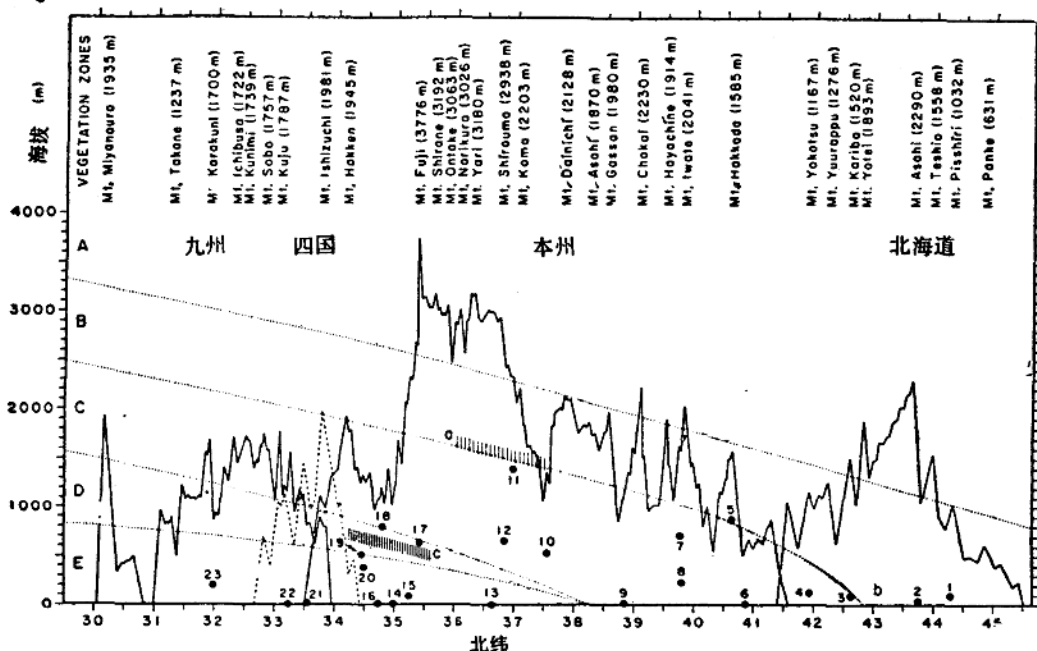


图2 日本 Archipelago 与研究位置 (以黑点1—23表示) 的示意剖面图。虚线表示五种植被带的大致界线

A = 高山冻原

B = 亚高山针叶林

C = 落叶阔叶林 (有 *Fagus crenata*)，但在北海道未见混合栎林

D = 中温森林 (以 *Abies firma*, *Tsuga sieboldii* 和 *Picea polita* 为主，还有 *Fagus japonica*, *Quercus serrata* 和 *Castanea crenata*)

E = 暖温带绿樟一栎林

2000年前当地被稀树草原植被所围绕，但在乔木 (AP) / 非乔木 (NAP) 花粉比率中，(图3D的钟面图)，矮桦归于非乔木花粉 (NAP)。这样处理，具气囊花粉类型在乔木图式中就不会过多而失真，所以这样处理是合理的。每一分析层花粉的总数超过200粒。

乔木和非乔木的每一种花粉的百分值，用三分之一的称量法获得 (Tsukada, 1967 a, 1972)。对2000年前的百分数加倍，比2000年晚500年或早500年也是如此，然后，其总数四分。这样做，由各种未知因素引起的不正常的高含量或低含量能够得到排除，就能获得接近实际变化的结果。因为 Nonbara 沼泽 (17000年) 和 Ohnuma 沼泽 (19000年) 的岩芯样年代不到20000年，将晚500年的花粉百分含量加上最早岩样的加倍百分值，然后总数3分。由于所有研究站位中，平均值与25000年—15000年之间的花粉百分含量没有明显的差异，所以有理由利用平均值讨论特殊的植被变化。这也意味着对现代植物和气候的再造应该适用于18000年 B.P.，在那里集中了全球气候的时日流势力。

表1 研究区23个站位的地理位置

地点	县名	海拔 (m)	纬度 (N)	经度 (E)	出处
1. Furen bog	Hokkaido	110	44°16'	142°24'	Nakamura, 1968
2. Chippubetsu bog	Hokkaido	40	43°45'	141°57'	Nakamura, 1968
3. Utasaigawa bog	Hokkaido	95	42°37'	140°20'	Nakamura and Tsukada, 1960
4. Kumanoyu bog	Hokkaido	136	41°56'	140°39'	Nakamura and Tsukada, 1960
5. Jigokunuma peat	Aomori	895	40°39'	140°51'	Miura and Yamanaka, 1980
6. Dekijima sediments	Aomori	15	40°52'	140°17'	Miura and Yamanaka, 1980, Tsuji, unpublished
7. Hebizuka bog	Iwate	700	39°46'	141°30'	Yamanaka, 1978
8. Nagaiyachi bog	Iwate	230	39°48'	141°12'	Yamanaka, 1973
9. Hanaizumi peat	Iwate	50	38°50'	141°20'	This paper
10. Hoshojiri bog	Fukushima	530	37°33'	140°03'	Kawamura, 1979
11. Ozegahara peat	Gunma	1400	36°56'	139°14'	Sakaguchi, 1976
12. Lake Nojiri	Nagano	654	36°50'	138°14'	This paper
13. Kahoku Lagoon	Ishikawa	0	36°39'	136°41'	Fuji, unpublished
14. Kokura U ₁ sediments	Mie	3	34°55'	136°38'	Nakamura, 1972
15. Lake Biwa	Shiga	85	35°15'	136°05'	Fuji, 1976
16. Osaka D ₂ sediments	Osaka	140	34°43'	135°39'	Furutani, 1979
17. Ohnuma bog	Hyogo	640	35°25'	134°35'	Miyoshi, 1977
18. Yawata bog	Hiroshima	800	34°43'	132°11'	Nakamura, 1959
19. Nonbara bog	Shimane	520	34°27'	131°48'	This paper
20. Ubuka bog	Yamaguchi	390	34°29'	131°36'	Hatanaka and Miyoshi, 1980
21. Kochi sediments	Kochi	20	33°34'	133°32'	Nakamura, 1969
22. Hoso sediments	Ohita	3	33°14'	131°47'	Hatanaka, 1973
23. Kakuto peat	Kagoshima	200	32°00'	130°40'	Hatanaka, 1970

表2 2万年±500年B.P.时23个研究点的花粉属相对含量

Site No.	Abies	Picea	Tsuga	Abies + Picea + Tsuga	Pinus	Betula	Pinus + Betula	Quercus	Fagus	Ulmus	Tilia	Fagopyrum esculentum	AP	NAP
1.	7.7	9.1	0.0	16.8	10.3	70.8	81.1	0.8	0.0	1.0	0.0	1.8	17.2	82.8
2.	9.4	9.0	0.1	18.5	16.7	60.6	77.3	0.6	0.7	2.6	0.0	3.9	18.2	81.8
3.	11.6	27.5	+	39.1	32.9	27.4	60.3	0.2	+	0.2	0.0	0.4	63.2	36.8
4.	12.8	38.9	0.1	51.8	25.4	22.7	48.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.9	25.1
5.	42.5	24.8	0.3	67.6	17.5	7.5	25.0	5.0	0.0	0.0	0.0	5.0	59.6	40.4
6.	16.3	56.6	1.0	73.9	2.6	17.8	20.4	1.3	0.3	0.8	0.0	2.4	54.6	45.4
7.	21.7	4.7	6.4	32.8	41.4	20.7	62.1	1.1	2.0	0.0	0.0	3.1	76.9	23.7
8.	10.0	3.9	6.6	20.5	19.6	54.9	74.5	1.3	2.0	1.5	0.0	4.8	80.9	19.1
9.	12.3	21.8	9.2	43.3	46.6	5.3	51.9	2.2	0.5	0.2	0.0	2.9	82.7	17.3
10.	12.7	23.3	10.3	46.3	34.1	32.1	46.2	4.4	0.5	0.0	0.0	4.9	90.2	9.8
11.	7.5	18.0	23.0	48.5	43.4	1.0	44.4	3.7	0.0	0.0	0.0	3.7	70.4	29.6
12.	27.7	47.6	9.4	84.7	8.4	3.8	12.2	0.2	0.1	1.0	0.0	1.3	97.8	2.2
13.	13.6	24.7	1.2	39.5	33.2	1.1	36.3	11.5	3.1	1.4	0.1	16.1	88.6	11.4
14.	19.0	14.5	18.5	52.0	26.6	1.6	28.2	1.1	0.3	1.4	0.0	2.8	60.6	39.4
15.	42.0	12.5	16.8	65.3	24.3	1.0	25.3	1.4	0.7	0.1	0.1	2.3	98.0	2.0
16.	9.8	23.0	24.5	57.3	37.5	+	37.5	0.0	0.2	1.2	+	1.4	98.0	2.0
17.	0.0	7.6	13.1	20.7	6.5	49.5	56.0	6.5	1.3	3.1	+	11.1	85.7	14.3
18.	27.0	4.0	17.7	48.7	19.3	6.9	25.3	9.3	2.0	+	0.8	11.3	66.3	33.7
19.	15.9	8.7	17.2	41.8	30.8	8.5	39.3	4.4	0.8	1.7	4.2	7.1	64.9	35.1
20.	17.2	21.5	19.3	58.1	33.0	3.6	36.6	2.0	1.8	0.5	0.0	4.3	96.2	3.8
21.	27.1	19.5	29.0	69.6	4.5	+	4.5	0.0	15.3	3.7	+	19.0	-	-
22.	5.5	25.8	2.0	33.3	20.3	+	20.3	2.8	17.5	21.3	2.3	43.9	96.2	3.8
23.	19.0	25.4	15.8	60.2	22.6	9.6	23.2	2.4	3.8	8.6	0.8	14.8	94.3	5.7
Mean	16.9	20.4	10.2	47.5	34.3	16.4	48.7	2.7	2.3	2.2	0.1	7.3	74.1	25.9
SD	±10.6	±13.6	±9.0	±18.5	±12.7	±21.7	±20.9	±3.0	±4.6	±4.6	±0.5	±9.5	±22.8	±22.0

注：每一花粉属的百分比含量是以乔木总数（不包括 *Alnus* 花粉）为基数算出。乔木非乔木的百分比含量则以乔木和非乔木的总数为基数算出。几乎所有发表的图式均不列出基数，而仅提到乔木花粉的总数超过200粒。

约2万年B.P.的花粉分带

在日本晚冰期最盛期, *Abies*, *Picea* 和 *Tsuga* 花粉百分含量之和最高。在Nojiri湖(站位12), 其最大值达84.7%, 最北部的站位—Furen沼泽(站位1), 其最小值为16% (表2), 平均值是 $47.5 \pm 18.5\%$ (表2)。在23个站位中, 仅在四个站位[Furen, Chippubetsu, (站位2), Nagaiyachi(站位8)和Ohnuma(站位17)等沼泽], 这些属的含量总和低于21%(表3)。

Abies 的平均含量是 $16.9\% \pm 10.6\%$, *Picea* 是 $20.4\% \pm 13.6\%$, *Tsuga* 是 $10.2\% \pm 9.0\%$ [但Hebizuka(站位7)以南的15个站位是 $15.4 \pm 6.8\%$, 包括13站位和22站位]。虽然这些属的平均含量互相差异不大, 但*Picea* 出现的含量较高, 在Dekijima(6号站位)其最大值达56.6%, 而最小值在Hebizuka, Nagaiyachi和Yawata(站位18)等沼泽是4%左右。*Picea* 花粉在北部普遍地比西南部高。

除了北海道全部四个站位外, *Abies* 花粉的出现从本州东北部到九州几乎没有一点趋向, 在北海道其含量比平均值低($10.4 \pm 2.3\%$)。在Ohnuma沼泽, 甚至没有一粒*Abies* 花粉出现, 而在这个站位附近的琵琶湖(站位15), 最大值达42%。由于琵琶湖有一个巨大的汇水盆地, 化石花粉组合代表了一个地区的植被, 暗示了*Abies* 树不仅在湖周围丰富, 而且在湖北面的Hira山脉也丰富。然而, 在直径只有208米的Chnuma沼泽周围却没有*Abies* 生长(Tsukada, 1981b)。*Abies* 树的这种局部的低含量也可能就是在中国山地东部几乎所有站位花粉含量低的原因。

在北海道和本州最北部的站位(1—6号站), *Tsuga* 花粉极少($<1\%$)。甚至在本州东北部的一些站位(例如: Hebizuka和Nagaiyachi), *Tsuga* 花粉的含量也低($<7\%$)。*Tsuga* 花粉在日本西南部特别丰富。在14—23号站位, 它的含量是 $16.8 \pm 7.4\%$, 可与本州东北部7—13号站位的含量 $9.5 \pm 6.7\%$ 比较。

在先驱植物属中, *Pinus*花粉的平均含量是 $24.3 \pm 12.7\%$, 为报道过的所有花粉属种中含量最高, 但针叶树花粉的丰度显然超过了周围针叶树的实际丰度。针叶树花粉含量不等, 在Hanaizumi(9号站位)为46.6%, 到Dekijima仅为2.6%。*Betula* 包括两个主要先驱植物种: *Betula ermanii*, *B. platyphylla* 和一个矮树种: *Betula apoiensis*; *Betula* 花粉的平均含量是16.4—21.7%, 这种反常的高含量偏差是由于在某个站位极度丰富(在Furen是71%, 但在日本西南部的大多数站位中低于1%)。*B. platyphylla* 常见于冷温带和北方林带的下部, *B. ermanii* 出现在北方林带的上部, 甚至在Shiga山的树线, 日本北部的北Alps(Tsukada, 1957, 1958a, b), 以及日本群岛的其它北部地区。*B. platyphylla* 的下限大致与最温暖月平均 22°C 的等温线一致, 可以作为暖热气候的良好指示, 因为它对气候变化反应迅速。

在晚冰期最盛期, 针叶顶极森林种类*Abies*, *Picea*和*Tsuga*及先驱植物属如*Pinus*和*Betula*一起组成了乔木花粉的主体($88.2 \pm 11.4\%$)。在北部和中部的站位, 这些属的花粉含量总和可超过90%, 而在日本西南部的站位, 不超过85%, 但在Hoso(22号站位), 其最小值仍达54%。在这个站位, 其余的孢粉类型属于山毛榉混交林的落叶阔叶树属(山毛榉属和其它落叶阔叶树如*Ulmus*, *Fagus*, *Tilia*和*Quercus*混杂在一起)。

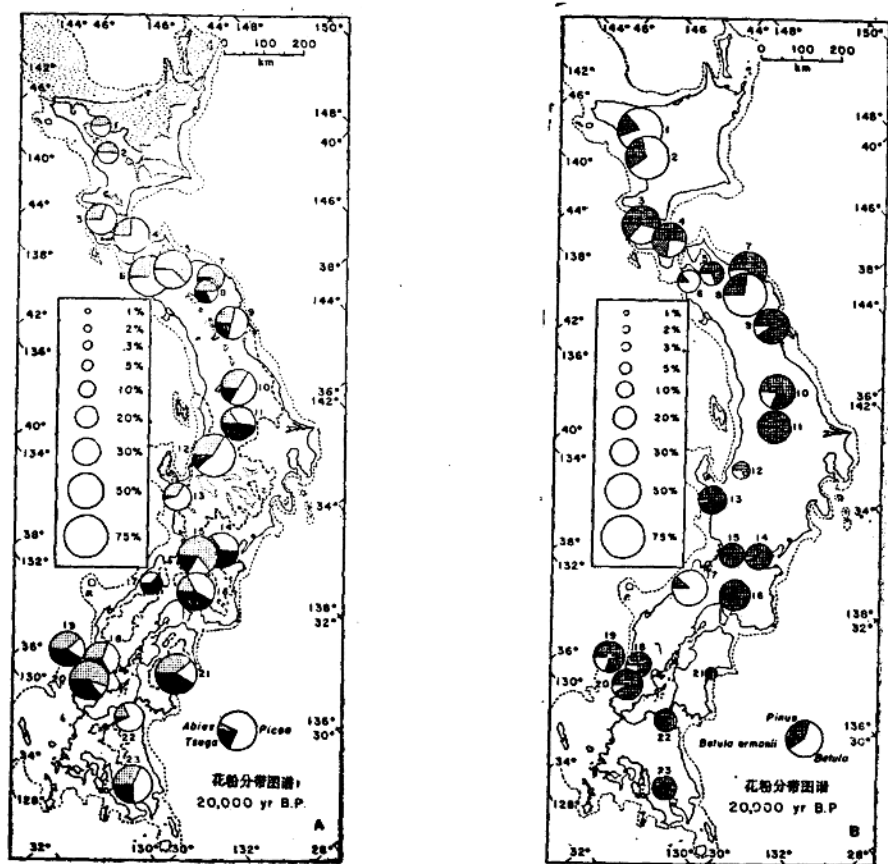
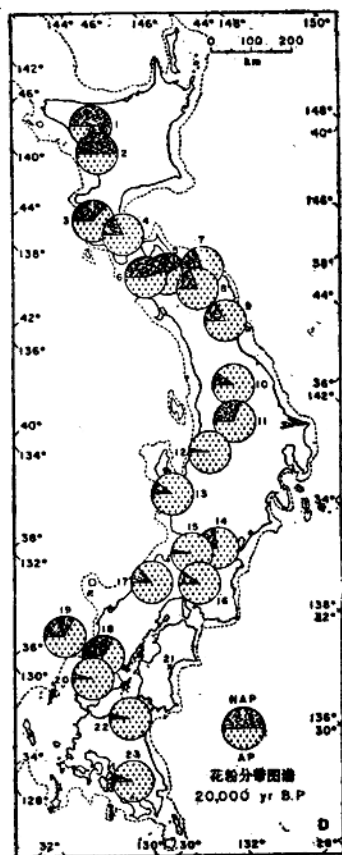
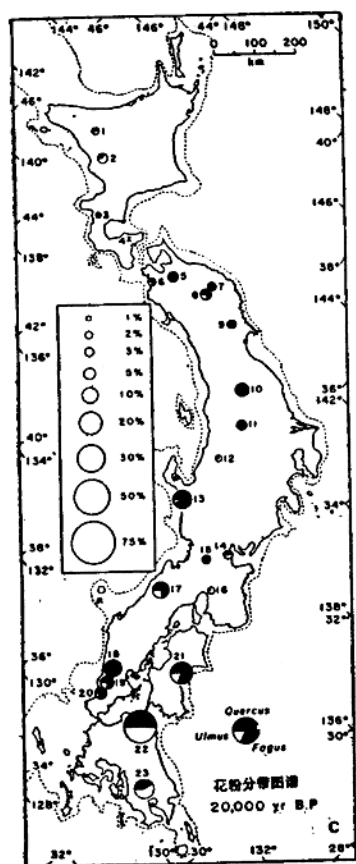


图3 晚冰期最盛期主要乔木

每一图中的虚线表示全冰期时的岸线；A = *Abies*, *Picea* 和 *Tsuga*；B = *Pinus* 和 *Betula*；C = *Fagus*, *Quercus*, *Ulmus*；D = AP/NAP，D 中 X 表示在 20000 年 B.P. 没有出现的类型。原著中 (Nakamura, 1969) 在 21 号位置就无 NAP。A - C 中每一圆圈的大小表示这些种类作为一个部分在乔木花粉总量中所占的百分比，而每一钟面图中的每一

图 3 D 用 AP/NAP 的比率来确定一般情况下森林的开阔度。在一个森林中，森林稠密或开阔面积的确切范围不能够从 AP/NAP 比率来确定，除非广泛的工作适用于各种不同的森林和草地生态系统。今天的冻原、草地和非原始森林中普遍发现非乔木植物花粉高含量。正如估计的那样，北部站位非乔木植物花粉含量高，为 25.1—82.8%。在日本东北部的一些站位即：Furen, Chippubetsu, Jigokunuma (站位 5) 和 Dekijima，可以达到花粉总量的 40% 之多 (图 3 D, 表 2)。

在日本中部和西南部的较低地区，非乔木花粉 (NAP) 很低 (仅百分之几)，因为在晚冰期最盛期郁闭森林条件占优势。然而在 Ozegahara 站位 11，海拔高度 1400 米，由于站位非常接近于树线，非乔木植物花粉含量高 (30%)。在 Nonbara (站位 19) 和 Yawata



类型和 AP/NAP 比例钟面图

楔块又表示该类型在图式所包括的这些类型中所占的百分比。D 中每一圆圈代表100%，AP 和 NAP 的面积分别代表他们所占的百分比，乔木花粉总数（AP）不包括 *Alnus*，非乔木花粉总数（NAP）不包括水生植物花粉。A 反映了苔原针叶林带、北方针叶林带和温带针叶林带所的大致面积优势度。

（站位18）两个沼泽，非乔木花粉含量非常高（33%，与最北部的 Furen 和 Chippubetsu 站位相同。然而，这两个西南部的沼泽远离冰川树线。非乔木植物花粉高含量的原因尚不清楚，但这些站位木本植物分布稀疏可能是由于干燥的大陆性气候强烈影响下的土壤条件。

在 Kokura（站位14）非乔木植物花粉含量相当高，但其並未准确地反映实际的植被，因为其沉积物是海相成因，而当时海岸线的位置也不甚清楚。风不能长距离地携带非乔木植物花粉，距岸越远，其百分含量则越低，距岸越近则越高。在近岸的海相沉积物中，高含量的非乔木植物花粉可能是由于（1）河口的咸水沼泽，（2）河流携带了河边的草本植物花粉（主要是禾本科、苔属和菊科）和/或（3）来自于海岸沙丘和淹没的滨线的草本植物花粉。在那些地方，高的盐度对大多数木本植物的生长不适宜。

不同植物种类的孢粉数量不同是试图将孢粉百分含量换算为植物丰度的最困难的问题。最好的解决途径是将各种环境下的表土样的孢粉资料与周围的植被作对比。现代样品中孢粉类型的丰度与其在当地植被中的对应植物的丰度比称为对比因素、调整系数(Tsukada, 1957)或R值(Davis, 1963)。主要分类单位的对比因素建立于日本中部的Shiga高地(Tsukada, 1958 a, 1959)。这些研究加上其它研究(Tsukada, 1967 a 未刊资料), 能认出五个群落: (1) *Pinus*, *Alnus*, *Betula* 和 *Corylus* 明显占优势, (2) *Tsuga* 和 *Quercus* 稍占优势, (3) *Fagus*, *Pterocarya* 和 *Ulmus* 有一定的含量, (4) *Picea*, *Abies* 和 *Castanopsis* 较少, (5) *Tarix*, *Acer*, *Castanopsis* 和 *Tilia* 极少。由于针叶树和桦木树产生大量花粉, 因此, 它们<10%的花粉含量说明这些树木在周围的森林中是不重要的。假如这些树种布散在一个受过破坏的开阔地区, 则与花粉相关的树的丰度相当高。然而, 下面的讨论假设顶极乔木树种(包括 *Acer*, *Castanea* 和 *Tilia*)每覆盖单位有关的花粉产量与附近产有关花粉树的丰度成比例。再则, 由于整个晚冰期植物类型少, 因此依据花粉百分含量来解释植物丰度看来不会有很大问题。

晚冰期最盛期的植物

北海道和本州北部

与 Furen 和 Chippubetsu 沼泽的孢粉组合代表的一样, 在晚冰期最盛期, 北海道北部的主要植被是冻原(图3A)。根据北海道其它地方许多化石资料及植物地理学推论, *Abies* 和 *Picea* 的花粉含量低。前者属于 *Abies sachalinensis*, 后者属于 *Picea jezoensis* 和 *Picea glehnii*。多数桦属花粉飘落的范围与矮桦相同(Nakamura, 1968)。估计桦粉包括二个矮桦种: *B. apoiensis* 和 *B. tatewakiana*(前者限于Apoi山的高山带, 后者限于今日十胜平原的沼泽地)。*Betula glandulosa* 和 *Betula nana* 为环极分布, 一般限制在冻原和北方针叶林的环境中。这两个种今天虽然没有生长北海道, 但不能排除其作为化石花粉存在的可能性。无论桦属是什么种, 除了小的桦属花粉外, 大量的非乔木植物花粉, 包括相当含量的 *Polemonium acutiflorum* 类型和 *Artemisia*, 说明约在20000年前冻原环境盛行。在这两个最北部的站位中, *Larix* 花粉的出现(2—3%)也说明分布限于萨哈林岛和Kamchatka干旱地区的 *Larix gmelinii* 生长在这些站位附近。因此, Furen 沼泽和 Chippubetsu 沼泽位于冻原和针叶稀树草原之间的界线区(图2和3A)。

渡岛半岛的 Kumanoyu(站位4)和 Utsaigawa 两沼泽, *Abies* 花粉不比最北部的站位多多少, 但 *Picea* 的丰度是 Furen 和 Chippubetsu 等地的2.5倍。*Selaginella selaginoides* 孢子数量可观, 矮桦百分含量较低, 而 *B. ermanii* 在北海道南部的站位中含量增加(图3B)。非乔木植物花粉在 Utsaigawa 沼泽含量高, 但在较南面的低地站位—Kumanoyu 沼泽其丰度降低了。因此, 稀树草原的南限位于 Utsaigawa 沼泽北部和 Chippubetsu 沼泽南部之间的地区。在晚冰期最盛期, 本州最北部地区的植被, 以 Jigokunuma 和 Dekijima 两站位为代表, 非常相似于渡岛半岛的植被, 那就是, *Picea* 和 *Abies* 的花粉含量很高, *Tsuga* 花粉几乎没有。然而, 在 Nagaiyachi 和 Hebizuka 两沼泽, *Tsuga* 花粉增多(6—7%)。所以, 它向北生长最远可到 Hebizuka 沼泽, 离 Jigokunuma 约100公里。在本州和北海道的最北部, 铁杉属花粉很可能来自于这些远距离的种群。

在 Dekijima 站位, *Tsuga* 花粉仅 1%, 但 Dekijima 站正北 Yamadano 组全冰期粘土层中铁杉属花粉含量(5%)稍高于图3A中所显示的(Miura 和 Yamanaka, 1981)。推测某些 *Tsuga diversifolia* 群落存在于 Dekijima 站位附近, 而 Dekijima 站位紧靠日本海沿岸种类分布的北界。在 Jigokunuma 和 Dekijima 两个站位, 非乔木植物花粉含量仍是高的, 说明那里针叶林不稠密。综上所述, 北部地区的亚高山针叶林以缺失 *T. diversifolia* 区别于南面的本州东北部的亚高山针叶林, 后者存在该种。甚至今天, *T. diversifolia* 也没有生长在北方针叶林中。

本州东北部和中部

除了 Nojiri 湖外, 日本东北部和中部的所有站位都以大量的松属和/或者桦属花粉为特征, 在晚冰期最盛期含量达到50%。在 Nagaiyachi 沼泽, 整个晚冰期沉积中甚至发现矮桦属花粉(Yamanaka 1973)。虽然在这些站位 *Betula* 花粉还定不到种, 但因为这些地区以北方针叶林为主, 所以沉积物中应以 *B. ermanii* 为主。

在整个晚冰期, *S. selaginoides* 孢子在 Ozegahara 沉积物中达 10% (Sakaguchi, 1976)。在日本中部的 Tsubogakure (1500米高度)、mi-ike (1500米高度) 和 Yashinagahara (1650米高度) 沼泽中, 晚冰期沉积物中甚至连续出现 *S. selaginoides* 小孢子 (Tsukada, 1967 a, b)。 *Lycopodium* 属孢子也常见于这些沉积物中, 其丰度相似于日本 Alps 树线以上的现代表层样 (Tsukada, 1967 b)。在 Nojiri 湖 (654米高度), 针叶树花粉含量低, *Pinus* 为 8.4%, *Betula* 为 3.8%, 非乔木植物花粉 2.2%。结论是, 整个晚冰期时, 在日本中部的较低地带以先驱种很少的密林为主。

Kahoku 深湖(站位13)的孢粉组合不同于日本中部和东北部的其余站位的孢粉组合。落叶阔叶树属例如 *Quercus* (11.5%), *Fagus* (3.1%), *Juglans* (1%), *Tilia* (0.1%) 和 *Ulmus* (1.4%) 相当丰富地与 *Abies*, *Picea* 和 *Tsuga* 共生。按比例与这些针叶类混生的种类虽未定, 但是毫无疑问, 一些花粉粒属于温带种, 因为该站位附近就是温带种 *Cratogeomys* 著名的残留区 (Tsukada, 1982 a)。然而, Kahoku 深湖的站位也紧靠北方针叶林区(图 3 A), 孢粉组合应该包括冷—温带和亚高山针叶林。因此, 站位是在温带森林和亚高山森林界线的附近。

日本西南部

现代的常绿月桂树一栎林区过去广泛地被 *Abies*, *Picea*, *Pinus* 和 *Tsuga* 组成的针叶林所覆盖(图 3 A 和 3 B)。假如这些花粉种类来源于亚高山针叶树种, 那么, 年平均温度肯定至少比今日低 13°C, 估计这些针叶树当时生长在本州西南部的低地。温度这样下降不符合实际。由于在 Kakuto 盆地(站位23)的沉积物中已发现 *Pinus densiflora* 花粉, 所以与 *Picea*, *Abies* 有关的花粉极可能为 *Picea polita*, *Abies firma* 和 *Abies homolepis* (Halanaka, 1970)。在 Kakuto 盆地可对比的地层多处发现如 *P. polita*, *A. homolepis*, *Tsuga sieboldii*, *Thuja stardisshii*, *Alnus hirsta*, *B. platyphylla* 和 *Carpinus cordata* (Miki 和 Kokawa, 1962) 这些温带种的大遗体。在日本西南部晚冰期沉积物中都发现大量的 *A. firma* 的球果鳞片。因此, 那里的景观以温带针叶林为主。

对 Kochi 站(站位21号)的针叶树花粉组合也得出相似的结论(Nakamura 等, 1972)。同样, 在 Nonbara 沼泽, *Tsuga* 花粉定为 *T. sieboldii* (Sugita 和 Tsukada, 1983), 但是

松属花粉可能是属于冷温带的单维管束类型 *Pinus parifolia*。大约在12000年前这些针叶树种衰落之后,分别定为中温带种的 *Fagus japonica* 和冷温种的 *Fagus crenata* (Sugita 和 Tsukada, 1983) 立即侵入 (Tsukada, 1982b)。假如在更新世/全新世过渡期, 他们所取代的是亚高山针叶树种, 则中温带种的上升就不会这样快。更进一步说, 大约10000年前, 从北方到暖温带条件(年均温10℃左右)的一个突然变化比所获得的证据要大得多 (Tsukada, 1983)。在日本群岛, 气候越冷的地方, 晚冰期云杉属开始衰落的时间也越晚, 全新世初, 在萨哈林岛, 晚冰期云杉开始逐渐增多。在北纬35—50度宽的地带, 分布变动的时差这么远说明温度上升是迅速的, 但不是瞬时的。在距今13000—10000年间, 每年增温 0.0028℃ (Tsukada, 1983)。

晚冰期期间, 温带针叶林, 包括 *A. firma*, *A. homolepis*, *P. polita* 和 *T. sieboldii* 在内, 可分布到北纬多远? 海拔多高? Nakamura (1959) 推测 Yawata 沼泽的针叶类花粉组合来源于亚高山种类, 因为温带种类 (*Cryptomeria*, *Fagus*, *Quercus*, *Carpinus*, *Pterocarya*, *Tilia* 和 *Ulmus*) 的花粉在整个组合中仅一小部分 (表2)。如果这些针叶类花粉肯定来源于生长在 Yawata 站位周围的亚高山种类, 那么这个论点是有根据的。然而, 在冰期最盛期, 甚至现代暖温带地区也广泛地生长着与亚高山地带针叶类相同的一些属。因此, 冰期最盛期, 在冷温带地区的沉积物中阔叶落叶种类花粉的低含量是很自然的。

整个冰期, 如在中国山地, 按平均年温下降 6—7℃ 并且每增高 100 米平均降温 0.6℃, 则亚高山植被带的下限是 1000—1700 米。假定今日在 Yawata 站位 (图2) 北方林带的下限是 1900 米, 那么整个冰期亚高山森林的下限或许是在 700 与 900 米之间。从而 Yawata 站位可能位于温带针叶林带和亚高山针叶林带的分界区。

在 Ohnuma 沼泽, *Betula* 花粉的高含量不仅说明该森林不稳定, 而且说明该站位至少在冷温带森林带顶部之上。虽然该站位周围是温带针叶林还是北方针叶林还不能确定, 但就 Yawata 站位而论, 假如应用同一逻辑, 可以发现该站位紧靠亚高山森林带的下限。在 Ohnuma 沼泽, 花粉分析显示 *Picea* 绝灭于约 14000 年前, 这比西南部的其它站位早得多。提早灭绝理由可能是无论 *P. jezoensis* var. *hondoensis* 还是其它亚高山种, 在晚冰期中期, 都不能经受稍热的气候变化。因为它生长在其气候环境界限附近。在本州西南部的山区八月均温已经是 21℃ 左右 (Tsukada, 1974b, 1983)。铁杉今日是温带种, 其化石花粉一直连续存在到 12000 年前。这种推测性的考虑肯定可以被该站位的孢粉和大遗体的详细分析所证明或否定。对日本中部来说, 弄清楚 Ohnuma 沼泽种类的组成、全冰期温度和亚高山带的界线是如此之重要, 以致于不久的将来, 该地肯定会牢靠建立晚第四纪植被演替。

大阪平原 (16号站位) 的花粉组合以温带针叶成分占优势 (Tsukada, 1974a)。奈良盆地晚冰期形成的一个泥炭层, 不仅含有 *P. polita* 的大化石, 而且含有与 *Fagus* (1%), *Quercus* (4%) 共生的 *Pinus*, *Picea*, *Abies* 和 *Tsuga* 花粉 (Yamagata, 1958)。伊势湾地区的 Kokura (14号站位) 也明显地由包括 *Abies*, *Picea*, *Tsuga*, 和 *Cryptomeria* 的温带针叶类占优势, 但同时还有中等数量的落叶阔叶种类 (Nakamura, 1972)。

沿日本海和太平洋海岸往北, 没有肯定温带针叶林存在与否的证据。唯一的工作是 Miki 的日本 Pinaceae 新生代分布的假说 (1957)。然而, 因为该研究对冰期和间冰期

沉积物中的大遗体没有明确鉴定,所以该工作在第四纪植物地理学方面缺乏充分的决议。单靠肯定为晚冰期沉积物中的大遗体,只能大致地确定温带松科的最大分布范围。从大阪到富山(在日本海北纬 $36^{\circ}45'$ 处)发现了丰富的 *P. polita*。 *T. sieloldii* 的最北位置是太平洋边上的东京和日本海的福井(北纬 $36^{\circ}10'$)。 *A. firma* 大量出现于九州经大阪到东京,主要沿太平洋海岸分布。晚冰期一段时间,温带针叶类的北界最远为北纬 37° ,进一步发现可能会使这些种类的分布范围更大一些。由于二万年前落叶阔叶种类沿岸伸展远至北纬 38° (Tsukada, 1974 b)。温带针叶类的低地组合(Miki, 1957)可能属于冰期最盛期。

Pinus 和 Betula 的分布

图3B表明松属和桦属花粉的相对丰度。这些先驱植物属的总含量平均是 $40.7 \pm 20.9\%$,只有三个站位[Nojiri, Kochi 和 Hioso (22号站)](其中两个站位位于温带针叶林的南界)不超过20%。在 Furen 总含量最高可达73%。虽然这些植物种类花粉产量高,但是对于森林植被类型这样高的百分含量是不能忽视的,可以肯定地说,整个晚冰期针叶林是以丰富的桦树和松树为特征。

松属花粉被定为二个亚属: *Diploxyylon* 和 *Haploxyylon*(Ueno, 1958)。日本的 *Diploxyylon* 主要由 *P. densiflora* 和 *P. thunbergii* 组成,这两个种肯定是温带种。尤其是后者限于温带日本的砂质滨岸。 *Haploxyylon* 包括 *Pinus pumila* (树线或树线以上的优势种), *Pinus koraiensis* (亚高山种) 和 *Pinus parvifolia* (冷温带种)。迄今,日本没人能成功地把松属花粉定到种。因此,一个站位或一个地区可能的松种只能根据与其共生的花粉类型和大遗体来推断。

因为1、2和11号站位是冻原环境或接近于冻原环境,最可能的松种是 *P. pumila*。我过去的观点是 *P. pumila* 群落在 Ozegahara 附近的 Hiuchi 山脉(海拔高2346米)和 Shibutsu 山脉(2228米)显著地大。 *P. pumila* 种群由于晚冰期时植被带下降从而更接近沼泽。在由北方针叶林包围的北部站位(图3A中虚线以北和冻原植被以南),松属花粉应该为 *P. koraiensis*。从 Hanaizumi(9号站位, Naora, 1959)整个冰期的沉积物与 Tanohara 沼泽和 Shiga 高地 Zakko 站位(Tsukada, 1953, 1959)的晚冰期沉积物中已经采集到 *P. koraiensis* 无气囊的大种子。从理论上讲,还没有在晚冰期沉积物中发现过的 *P. parvifolia* 在冷温带森林中其花粉含量肯定不少。在角田盆地,大多数松属花粉来自于 *Diploxyylon* 的种。

在整个冰期, *Pinus* 和 *Betula* 之间往往互为消长。当松属花粉含量高时,桦属花粉则低(例如: Hanaizumi, Ozegahara 和 Kahoku),反过来也这样(例如: Furen, Chippubetsu 和 Ohnuma)。在沿日本海的站位(13号站位除外)和日本北部, *Betula* 花粉含量一般是高的(图3B)。因此,使人推测桦属花粉的大量出现与日本海冬天潮湿气候有关(Yasuda, 1980)。然而,20000年前的桦属花粉的丰度不能直接与以冬雪为主的现代降雨量相联系。如 Yasuda(1980)错误地认为:现代的降雪情况可能完全不同于整个晚冰期。另外,在如 Kahoku, Nojiri, Ozegahara 和日本海的 Tsubogakure(Shiga 山脉)这些站位,现代降雪量非常大,但在现代表层样中 *Betula* 花粉含量不高(Tsukada,

1958 b, 1967 b, 1972)。再则,有人活动过的温带站位的表层样品中松属花粉含量高,而桦属花粉含量有时即使在原始的北方顶极森林也高(Tsukada, 1957, 1981 a)。换句话说,人们不能简单地把桦属花粉的含量与过去的降雪联系起来。

在Nonbara和Ubuka大量出现的包括*Picea*的温带针叶树说明冬月降水量少,尽管20000年前桦属花粉含量相当高。这里桦属花粉的高含量应该作为夏冷气候的指示,因为在被人改观过的土地上往往作为优势种的*B. platyphylla*,不能幸存于平均八月温度大于22℃的地方。北方针叶林中桦属种的加入不仅是由于燃烧、滑坡和土壤的物理和化学条件,而且也由于植物演替固有的顶极森林本身稀疏或形成的间隙。*B. ermanii*侵入这些受过破坏的地区并生活了250多年,几乎相当于例如*P. jezoensis*, *Abies mariesii*和*T. diversifolia*这些北方针叶类的存活力。因此,由于生活期限长,*B. ermanii*几乎总是存在于日本的北方针叶林中。就我的观察,这在Shiga高地(Tsukada, 1958 a)和日本北Alps北部(Tsukada, 1958 b)亚高山森林特别明显。这就说明本州北部和北海道南部的冰期北方森林可能相似于含大量*B. ermanii*的现代北方森林。

*B. ermanii*花粉(大于38 μ的定为该种, Nakamura和Tsukada 1960)只在北海道的四个站位的钟面图中单独列出。这不一定是指其它站位的组合中不含*B. ermanii*花粉,而只是没有分出来。最北部两个站位(Furen和Chippubetsu)的桦属花粉大多数属于矮桦种。由于这些站位周围为稀树草原植被(图3 A和3 D),正如预料的那样,*Abies*和*Picea*的花粉含量低。

混合栎林和Fagus 森林带

混合栎林指没有*Fagus*参加的温带落叶阔叶林,在日本植物群落中,主要由*Quercus*, *Juglans*, *Tilia*和*Ulmus*这样一些属组成。假如*Fagus*与这些属一起生长,则该植物群落称为混合山毛榉林。混合栎林适应于相当干燥的气候,在今日日本仅发现于北海道。主要位于日本西南部的10, 13, 17—23号站位,显示了在整个晚冰期时,包括*Fagus*在内的落叶阔叶树种的存在(图3 C)。在日本北部的1—5和11号站位,温带类型的花粉经过长距离搬运,*Fagus*含量与西南部站位相比显得格外低。虽然部分原因为花粉产量低和*Fagus*花粉的扩散能力低,但主要是因为*Fagus*林的面积比混合栎林小得多。然而,在日本晚冰期最盛期,混合栎林广泛分布尚无清楚的证据。这两种森林只在冰后期发展(Tsukada, 1982 b)。

*Ulmus*在九州特别丰富。由于秋天开花结果的*Ulmus parvifolia*现在在Seto内陆海区,有一个分布中心,其分布高达700米,在整个晚冰期榆属花粉组合看来部分来源于Hoso和Kakuto的这个种。因此,在晚冰期最盛期,九州沿岸的降雨量类似于濑户内陆海区,另外,冰期秋季的温度足够这个种开花结果。然而,应该到九州的榆属确定到种以后才能作最后的结论。

九州和四国的太平洋沿岸,*Fagus*相当丰富。因为冰期生长季节,潮湿的太平洋气团把雨带到九州—Tokai区(或Nagoya地区)的海岸带。*F. crenata*和*F. japonica*的重要种群应该延伸到古纪伊海湾和古纪伊半岛。在伊势海湾,*Fagus*花粉在W带的下部含量低(Nakamura, 1972),相当于我的MG或FG和LI带(Tsukada, 1981 a),而在W

带上部或LⅡ带含量高(10—20%)。

靠近北方林带的桦属林内,现代表层样中 *Fagus* 花粉含量至少达30%,在桦属林带中部达70%(Tsukada, 1958b)。在中北方林带 *Fagus* 含量小于50%,在一些无树木的高山带含量有所增加(Tsukada, 1958a, b, 1967a)。最近研究的Hakkoda山脉的表层样品也表明 *A. crenata* 林中 *Fagus* 花粉含量大于40%,在 *A. mariesii*-*F. crenata* 林中为8—16%,在 *A. mariesii* 林中不到8%(Morita, 1981)。

伊势湾沉积中的 *Fagus* 花粉的百分含量说明晚冰期最盛期森林密度基本上与今日边缘地区相当。除伊势海湾种群外,在Hoshojiri沼泽和本州北部的其它站位中, *Fagus* 晚冰期发展的开始,几乎同时发生于约12000年前。这直接而清楚地证明, *Fagus* 的小种群沿北纬37°—38°以南的狭窄海岸带散布并且其花粉吹到了这些站位。由于黑潮暖流的存在和水体的缓冲作用,太平洋沿岸比相同纬度的内陆站位温暖。九州和四国的沿岸站位, *Fagus* 花粉相当高的百分含量说明不同于本州东北部站位的森林条件。最可能的条件是 *Fagus* 树散布在只沿海岸带分布的温带针叶林内部的潮湿的深土壤中,因为非乔木植物花粉的含量说明晚冰期最盛期时覆盖着密林,因此,远处植物的花粉就不重要了。这种情况特别符合Kakuto盆地的湖泊站位。

Fagus 的花粉含量在乔木植物花粉中超过30%,并且非乔木植物花粉含量少,才能肯定存在 *Fagus* 林带(Tsukada, 1967a)。因此,根据Kochi和Hoso站位中山毛榉属化石花粉仅15—17%的含量(这也是迄今日本晚冰期最盛期记录到的最大值),人们还不能肯定有山毛榉森林带存在。在更南而内陆的角田盆地, *Fagus* 花粉仅4%,甚至混合栎林在那里也没有很好的发展。换一句话说,在晚冰期最盛期,山毛榉森林带实际上已消失或者被推移到太平洋陆架,也可以推断在整个冰期山毛榉属以小的种群存在于冷温带针叶林中并与今日不存在的植物类型共生。解释这种情况的似是而非的理由是冰期气候比今日干燥得多,生长季节时的全部降雨量必须在700—800毫米之间(Tsukada, 1982b)。

沿日本海海岸,该区San的南部比太平洋沿岸相同纬度的地区要干燥得多。在这种条件下,喜湿种(*Cryptomeria japonica*, *P. crenata*, *Pterocarya rhoifolia* 等等)在这个地区(包括通往朝鲜的津岛陆桥)没有分布。据此,冰后期初气候改善以后,这些种类不能够马上迁移到朝鲜半岛,尽管那时温度对他们有利(M. Tsukada, 未刊资料)。

晚冰期由于海退,濑户内海为干燥的陆地。濑户内海地区北有中国山地,南有四国山脉,东南有纪伊山脉,西南有九州山脉所包围,当时气候也干燥得多,因此,不可能发育大片的山毛榉种群。以 *Pinus* 为主的温带针叶林可能是主要植被。Osaka站位的孢粉组合就是濑户内海地区东部的一个例子。在这个站位中, *Pinus* 花粉含量是所有西南部站位中最高。

本州东北部的 *Picea*

晚冰期时, *Picea* 是本州东北部主植物类型之一。一些木本植物在Dekijima站位附近一直残留到冰后期晚期的RⅢa期(4000—15000年B.P.)。RⅢa时期的沉积物中发现了少量但已能说明问题的花粉(Miura和Yananaka, 1981),而且在约2500年(Umitsu,

1976)的Iwaki河床中发现了*P. jezoensis*的树干。然而,约在10000年前,本州东北部的广大地区,云杉花粉突然减少或消失也是事实。

冰后期在本州东北部海拔较高的山地,与*B. ermanii*一起出现的*A. mariesii*成为优势种。在Ohwn山脉顶峰附近也发现了*T. diversifolia*的分散种群。从气候上考虑,似乎可以推测*Picea*可能已过了冰后期的变暖关,就象Ohwn山脉的北方种类*Abies*和*Tsuga*一样。再则,*P. jezoensis*天然生长在渡岛半岛*Fagus*产地以北的北海道,离下北半岛的Ohwn山脉和Asahina山脉(海拔874米)不太远。

为什么当时*Picea*从本州东北部消失?末次冰期当适合北方种类生长的较冷气候在本州东北部的低地盛行时,北部的北方种类如:*P. jezoensis*, *P. glehnii*, *Abies sachalinensis*和*L. gmelinii*从萨哈林岛和北海道往南迁移远至本州东北部的南部的Koriyama盆地。在这个盆地大量发现这些种类的大遗体(放射性碳测年约为20000年B.P.)(Swzuki和Sohma, 1965)。同样在本州东北部的北部即青森县的Shinjo站位(Miki, 1957)和岩手县的Susumago和Hanaizumi站位(Miki, 1957; Naora, 1959)也发现这些种类的晚第四纪化石。推测冰后期气候改善时,由于湿度增加,*Picea*的幼苗和幼树、*A. sachalinensis*和*T. gmelinii*甚至在海拔较高处也不能幸存。仅*P. glehnii*的一个小种群稀疏地幸存在Hayachine山脉(Ishizuka, 1961);蛇纹石土壤的存在和缺乏竞争使其免遭绝灭。事实上今日在北海道,这个种的分布主要限于沼泽和蛇纹石土壤。

本州适于干燥和潮湿条件的亚高山云杉种在整个晚冰期气候的侵袭下,或许在本州东北部消失了。本州中部的低地对中部山脉的亚高山种类仍然太暖和,北部的北方种类已经占领了北方领土,从而阻止了亚高山针叶类向日本中部的迁移。相反,这些种南迁到本州西南部的山区。简单地说,在整个晚冰期时,*P. jezoensis*和*P. glehnii*可能是*Picea*中仅有的生长在本州东北部的种,而且前者在潮湿的冰后期气候环境下不能幸存。

中国山地*P. polita*的灭绝

*P. polita*现代分布的北界在本州东北部Ryo山脉(北纬37°56', 805米高度)约800米的高度,南界位于九州Takakuma山(北纬31°28', 1223米高度)1000—1150米之间的高度(Hayashi, 1961)。这个种最高分布于日本中部1850米。*P. polita*稠密地分布于冷温带,特别是太平洋斜坡如Kwanto和Akashi山脉,以及冬季雨量一般不超过200毫米的富士山。然而,这个种的南部种群仅在九州山脉、四国和Kii半岛非常稀疏地分布。

*T. sieboldii*和*A. firma*要求的气温与*P. polita*大致相同。然而*T. sieboldii*的分布比*P. polita*稍广,甚至在中国山地有许多孤立的种群。*A. firma*从本州东北部到九州,分布的区域广得多。尽管如此,所有这些种仍有回避冬季降水量高的日本海斜坡的趋势。

日本生物地理学使人感兴趣的问题之一是解释为什么这个种不生长在中国山地。至今,*P. polita*在中国地区为什么和怎样灭绝还没有一个满意的解释。虽然在晚冰期最盛

期，它是与 *A. firma* 和 *T. sieboldii* 一起出现的优势种之一。假如 *P. polita* 经受不了低地冰后期早期气候的变暖，那么它为什么不能象 *A. firma* 和 *T. sieboldii* 那样向高处迁移？在日本中部相同的纬度处(34—35°N)，*P. polita* 分布的高度是500—1700米，在1805米有其孤零的种群。中国山地包括许多超过1000米的山峰。最高山峰Dai山达1713米，山脉绵亘约300公里，从西面的Azami山(1004米)到东面的Suga山(1510米)组成一个单脊。在这些山脉的较高地带，发现了热需求几乎与 *P. polita* 相同的 *F. crenata*。

P. polita 在中国山地灭绝可能有三种原因。第一，中国山地可能太低以致在高温阶段难以保持 *P. polita* 需要的足够的温带气候。然而，实际上在8000年前即7000年和5000年之间的最暖气候来到之前，*P. polita* 已经在日本群岛绝灭。因此，这种可能性肯定不存在。

第二，冰后期早期的变暖对于该种来说太快以致不能维持其生殖周期。如果是这样的话，那么，*P. polita* 的种群为什么能怎样既幸存于日本中部山脉也幸存于九州和四国？中国山地规模上比其它地区的山脉要小得多，因此，对于 *P. polita* 种群的生长提供的产地比较单一。作为中国地区该种绝灭的部分理由尚能接受。

最后，除了变暖的气候外，冰后期早期冬季雨量的增多是 *Picea* 绝灭的又一种可能的解释。一旦津岛陆桥由于晚冰期最晚期的海面上升而全部浸没，黑潮暖流就进入日本海，当大陆冷气团截遇到海洋上空的潮湿空气，就把丰富的雨量带到区内的Dan。在Kabusaka沼泽(北纬35°10′，东经134°40′，580米高度)、Makura沼泽(北纬34°44′，东经132°23′，720米高度)和Yawata沼泽(800米高度)周围，存在 *P. polita* 的小种群，在花粉雨的百分含量中其只占一小部分，直到8000年前(Miyoshi和Hado, 1975a, 1977; Miyoshi等, 1976)。在前两个站位，*Tsuga* 和 *Abies* 与 *P. polita* 同时绝灭，而在Yawata沼泽，*Abies* 和 *Tsuga* 继续存在到冰后期末的RⅢb期。在5500年前开始沉积的Koseinuma(北纬35°11′，东经134°31′，1490米高度)未见 *Picea* 花粉(Miyoshi和Hada, 1975b)，虽然 *Picea* 是20000年前的主要成分之一。在这个沼泽，至少最近5000年，*Cryptomeria* 和 *Fagus* 是主要类型。

中国山地所有的研究站位，从晚冰期最晚期到冰后期早期，*Fagus* 取代了 *Picea*，并在整个冰后期残留在高海拔的温带林中。*P. polita* 绝灭的唯一能接受的理由是约一萬年前，湿度迅速增加，从而为喜湿的 *Cryptomeria* 和 *Fagus* 种创造了更有利的条件。当时，这些种类惊人地增多，而 *P. polita* 不能与之竞争。单个低山脉简直不能为 *P. polita* 提供充足的竞争场所。

在富士山(高3776米)，*P. polita* 森林广泛地分布在Takamaru和Okishinbatake 1000年B.P.前喷发的溶岩流(高1000米)上。*P. polita* 也和 *T. sieboldii* 与 *Picea bicolor* 一起，在公元前864年喷发产生的Aokigahara熔岩流(高900—1300米)上形成广泛的森林。象 *P. densiflora*，*P. parvifolia*，*Betula grossa* 和 *Betula corylifolia* 这些先驱种在这个森林中共生(Yoshioka, 1974)。*P. polita* 森林的存在高度属于山毛榉林带，事实上，在富士山附近较老的第三纪岩石上，今天为大片的 *F. crenata* 和 *F. japonica* 群丛。因此，*P. polita* 具有先驱种的性质且生长在具特殊土壤条件的干旱地区。落叶阔叶顶极种类不能进入这种特殊的环境。这意味着日本西南部在晚冰期最盛期，较干旱的气候限制了 *Cryptomeria*，*Fagus* 和 *Pterocarya* 的广泛生长。