

(原著論文)

ワシントン州西部の小草原内にある ニスクォリー湖堆積物の花粉分析

塚田 松雄

ワシントン大学植物学教室・第四紀研究中心
(2001年10月2日 受付, 2001年11月14日 受理)

Pollen Analysis of Nisqually Lake Sediments in a Small Western Washington Prairie

Matsuo TSUKADA

*Department of Botany and Quaternary Research Center, University of Washington,
Box 351360, Seattle, WA 98195-1360 U.S.A.*

Dynamic changes of vegetation occurred in the Nisqually Lake (47°01'38"N lat., 122°37'00"W long., alt. 69.4 m) prairie area (ca. 33 km²) for the past 13,000 years, delineating pollen zones, L1 (before 12,000 yr B.P.), L2 (from 12,000 to 10,500 yr B.P.), P1a (from 10,500 to 8000-8500 yr B.P.), P1b (from 8000-8500 to 7000 yr B.P.), P2 (from 7000 to 5000 yr B.P.), and P3 (after 5000 yr B.P.). In the L1 and L2 zones, *Pinus contorta* was the most abundant species, 70-80 % in its pollen contribution to the Late-glacial sediments, and other subalpine taxa, *Picea*, *Tsuga mertensiana* and *Alnus* subg. *Alnaster* (most probably *A. sinuata*) were common in this pine forest. Behavior of *Populus* and *Shepherdia canadensis* (Elaeagnaceae) pollen in Late-glacial time separates the L1 zone from the L2 zone. The P1a zone is characterized by sudden increases of temperate taxa, *Pseudotsuga menziesii*, *Alnus* subg. *Alnus* (mostly *A. rubra*), and *Pteridium aquilinum*, and of prairie indicator taxa, Chenopodiaceae, *Artemisia*, *Polygonum paronychia*/*P. californicum*, Gramineae, *Plectritis*, and *Selaginella wallacei*. However, *Alnus rubra*, *Pteridium aquilinum*, and the above prairie indicator taxa were swiftly replaced by *Pinus contorta* in the transition period from P1a to P1b time. Then, *Tsuga heterophylla*, *Pseudotsuga menziesii*, *Quercus* (probably *Q. garryana*), and *Acer macrophyllum* steadily increased toward the P1b/P2 boundary. During the P2 zonal period, corresponding to the Hypsithermal interval, *Pseudotsuga menziesii* was the dominant species, associated with *Tsuga heterophylla*, Cupressaceae (mainly *Thuja plicata*), *Quercus*, and *Corylus*, but *Alnus* subg. *Alnus* decreased. In the Neoglacial P3 zone, which includes the top 2-m littoral *Nuphar-Brasenia-Myriophyllum* peat layer, *Tsuga mertensiana*, one of the subalpine species, shows low (<0.5%) but constant pollen occurrence. This species does not grow in the nearby forest vegetation today, suggesting that its pollen was blown from subalpine coniferous forests, which expanded at the beginning of P3 time on Mt. Rainier and on other distant mountains. Small prairies scattered in the Puget Lowland, including the one surrounding Nisqually Lake, began to develop late in Late-glacial time, and were extensively developed during the Postglacial P1a period. This fact implies that they were most unlikely created by prehistoric man's activities.

Key Words : Nisqually pollen analysis, *Plectritis*, prairies in western Washington, *Polygonum paronychia*, *Shepherdia canadensis*

はじめに

米国北西部における植生は、南北に走るキャスケイド (Cascade) 山脈によって大きく東西に二分される。年間降水量が約 900mm 以上ある太平洋岸側に面した西側の地域では、豊かな亜高山帯性、或いは冷温帯性の針葉樹林が発達している。これを西部針葉樹林帯と呼ぶ。他方、この山脈の東側に当たる内陸部では太平洋からもたらされる降水が遮断され、著しく乾燥するために、半砂漠と草原植生が発達している。

西部針葉樹林帯にも場所によっては小規模な草原 (30-50km²) が多数散在している。これらの草原の起源に関して、しばしば研究者の関心の的になり、非公式ではあるが多角的に論議されてきた。しかし、それを解決するための手段として、花粉分析学的な研究はなされていない。これまでの論議を総括すると、次のような二つの見方にまとめることができる。その一つ

は、先史人が狩猟の場として、森林を常に焼き払う事によって維持されてきたものであるとし、いま一つは、後氷期温暖期の自然条件によって形成され、現在もその名残をとどめていると言う仮説である。そこで、本論文では、草原内に位置しているニスコォリー (Nisqually) 湖堆積物の花粉分析結果から、植生の変動を記述し、その結果を考察しながら草原の起源について論及する。

試料採取と分析方法

ニスコォリー湖は北緯 47°01'38" 西経 122°37'00" に位置し (図 1)、南北に長さ 240m、東北に幅 64m ある細長い湖で、その海拔高度は 69.4m、最大深度は 3.1m である。試料は 1969 年 8 月に湖のほぼ中心部で水深 3.1m の湖底からリビングストーン Livingstone 型湖泥採取機⁽⁴⁾ を使って柱状試料を採取した。この

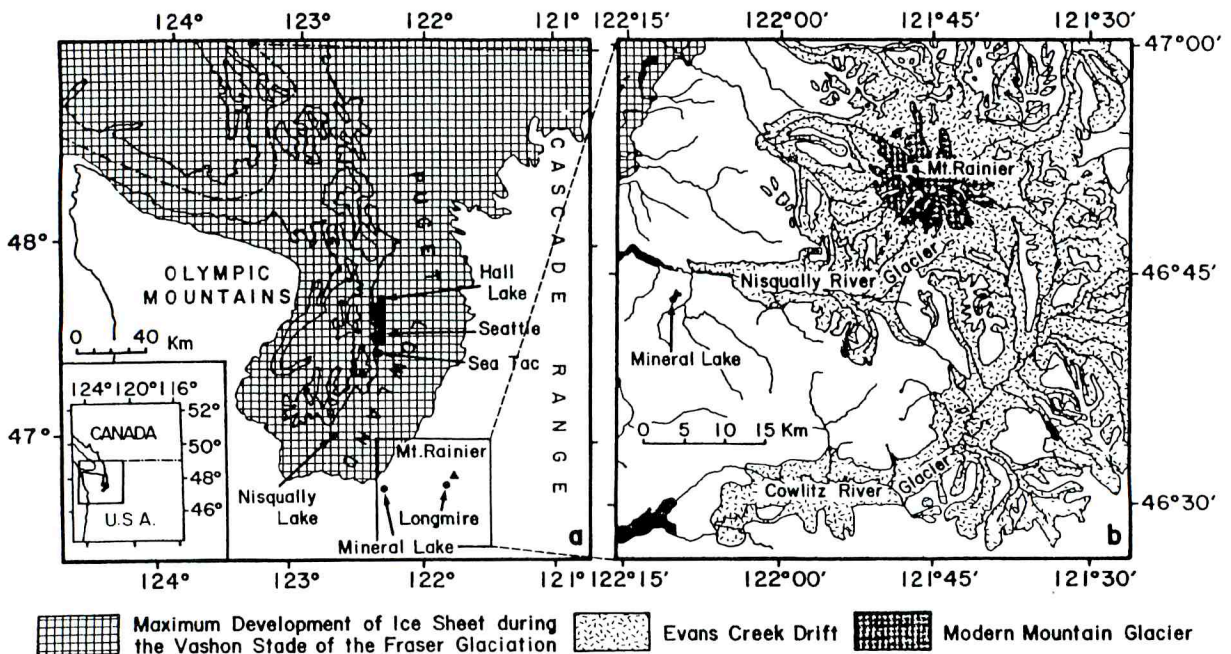


図 1. ニスコォリー (Nisqually) 湖 (北緯 47°01'38", 西経 122°37'00"; 海拔 69.4m) と本文に引用した他の花粉分析地点の位置。

a: ピュージェット低地帯 (Puget Lowland) における最終氷期最盛期約 1.8 万年前のエヴァンス・クリーク亜氷期 (Evans Creek Stage) における氷床の発達^(1, 3)

b: レイニア山 (Mt. Rainier) における最終氷期最盛期と現在の氷河の発達^(1, 3)。

図 1a には、ニスコォリー湖、ミネラル (Mineral) 湖 (北緯 46°43', 西経 122°10'; 海拔 443m) ホール (Hall) 湖 (北緯 47°43', 西経 122°19' 海拔 104m) を示している (杉田真哉作図)⁽³⁾。

(Fig. 1. Locations of Nisqually Lake, Mineral Lake and Hall Lake. a: Maximum glaciation during the Evans Creek Stage^(1, 3); b: Mountain glaciers on Mt. Rainier^(1, 3).)

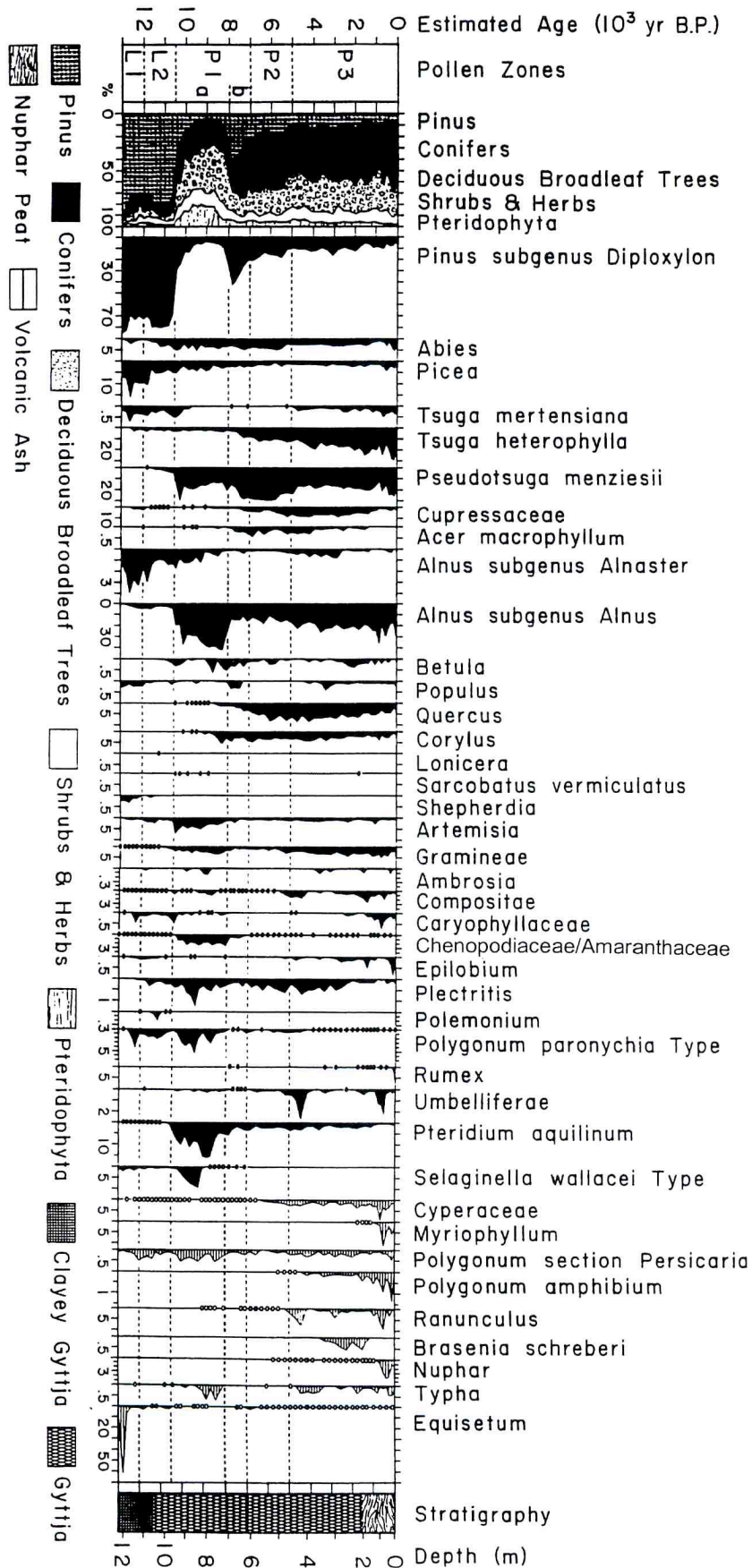


図2. ニスクォリー湖堆積物から得られた花粉変遷図。
(Fig. 2. Relative frequency pollen diagram from Nisqually Lake, western Washington.)

堆積物の厚さは 12.2m で、ごく微量に有機物の混在する粘土 (12.15-10.6m)、骸泥 (10.6-2.0m)、コウホネ・ジュンサイ・フサモ湖底性泥炭 (2.0-0m) から成り立っている (図 2)。この湖底堆積物の絶対年代を規制できるものは、12,700±160 (Y-2663) 放射性炭素年前の 11.8-11.9m 層準と約 6950 年前に噴火したマザマ (Mazama) 火山灰層^(3, 7) (6.20-6.17m) である。これらの二層準と湖底泥炭の表面を紀元 1969 年として、内挿法と外挿法により与えられた任意の層準の近似絶対年代を計算し、それを花粉変遷図 (図 2) の左端に、また、堆積物の深度を右端に示している。

花粉化石の抽出は、既知量堆積物 (沈積面に沿って厚さ 5 mm で切断した試料の約 1 ml) を 10cm 或いは 20cm の間隔で分け取り、塚田 (1974)⁽⁴⁾ の記述した方法に従った。抽出後は、花粉化石をシリコン (Silicon) 油に封じ、陸上植物の花粉が 2000 個以上になる迄、最も低い分類群に分けて全ての花粉を同定した。このように数多くの花粉化石を同定する事により、花粉生産量の少ない虫媒花植物の詳しい変動が記録される⁽⁵⁾。同定した花粉分類群の種類は図 2 に示し、それらの学名と和名の対比表は表 1 に示している。各花粉分類群の百分率計算をするための基数は、陸上植物花粉の総数である。図 2 では基数になった花粉分類群の花粉変遷を黒く塗り潰して表している。

花粉化石の種

表 1 は花粉変遷図 (図 2) に示してある分類群の学名を左欄に、そしてそれに対応する和名を右欄に示している。ここで、亜属より上の分類群までしか同定できない一部に対しては、その花粉化石がどの種から由来しているのかの可能性について記述する。該当種の決定には、花粉形態のみならず、北米太平洋岸北西部における植物の地理的分布をも考慮している。

ヒノキ科の中で、冷温帯で最も広範に優占種として分布している種は、アカクロベ (*Thuja plicata*) である。ヒノキ科の花粉は、7500 年前以降のやや湿潤を好むアメリカツガと共に増加を示すので、同定した後氷期のヒノキ科花粉の大部分はアカクロベであろう。アラスカヒノキ (*Chamaecyparis nootkatensis*) は、1000-2000m の山岳地で散在分布している。したがって、晩氷期前期のヒノキ科の花粉はアラスカヒノキに由来したものであろう。

フクイカンソクマツ亜属、或いはニヨウマツ亜属 (*Pinus* subg. *Diploxylon*) は、マツ亜属 (*Pinus* subg. *Pinus*) とも言い⁽⁵⁾、この地域で、この亜属に属する種はネジレバマツ (*Pinus contorta*) で、冷温帯から亜高山帯にかけて、幅広い気温に適応して生育している。したがって、晩氷期から後氷期にかけて

気温が大きく変化しても、連続して出現する事ができる。タンイカンソクマツ亜属、またはゴヨウマツ亜属

表 1. 花粉変遷図 (図 2) に表示している植物分類群の学名と和名の対比表。

(Table 1. Scientific names, which are shown in the pollen diagram in Fig. 2, and their vernacular Japanese names.)

<i>Cupressaceae</i>	ヒノキ科
<i>Abies</i>	モミ属
<i>Picea</i>	トウヒ属
<i>Pinus</i> subg. <i>Diploxylon</i>	ニヨウマツ亜属/マツ亜属
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	アメリカトガサワラ
<i>Tsuga heterophylla</i>	アメリカツガ
<i>Tsuga mertensiana</i>	ミヤマツガ
<i>Acer macrophyllum</i>	オオバカエデ
<i>Alnus</i> subg. <i>Alnaster</i>	ヤシャブシ亜属
<i>Alnus</i> subg. <i>Alnus</i>	ハンノキ亜属
<i>Betula</i>	シラカンバ属
<i>Populus</i>	ハコヤナギ属
<i>Quercus</i>	コナラ属
<i>Corylus</i>	ハシバミ属
<i>Lonicera</i>	スイカズラ属
<i>Sarcobatus vermiculatus</i>	アブラギ
<i>Shepherdia</i>	バッファローグミ属
<i>Artemisia</i>	ヨモギ属
<i>Caryophyllaceae</i>	ナデシコ科
<i>Chenopodiaceae/Amaranthaceae</i>	アカザ科/ヒユ科
<i>Compositae</i>	キク科
<i>Cyperaceae</i>	カヤツリグサ科
<i>Gramineae</i>	イネ科
<i>Umbelliferae</i>	セリ科
<i>Ambrosia</i>	ブタクサ属
<i>Epilobium</i>	アカバナ属
<i>Plectritis</i>	アミカジョ属
<i>Polemonium</i>	ハナシノブ属
<i>Polygonum paronychia</i>	クロフシタデ
<i>Rumex</i>	ギンギン属
<i>Pteridium aquilinum</i>	ワラビ
<i>Selaginella wallacei</i>	ハイコケスギラン
<i>Brasenia schreberi</i>	ジュンサイ
<i>Myriophyllum</i>	フサモ属
<i>Nuphar</i>	コウホネ属
<i>Polygonum</i> section <i>Percicaria</i>	ハルタデ節
<i>Polygonum amphibium</i>	エゾノミズタデ
<i>Ranunculus</i>	キンボウゲ属
<i>Typha</i>	ガマ属
<i>Equisetum</i>	トクサ属

(*Pinus* subg. *Haploxyylon*), すなわち, シロマツ亜属 (*Pinus* subg. *Strobus*)⁽⁵⁾ に属する種は, セイブシロマツ (*Pinus monticola*) で冷温帯の山地に散在するが, 分布が極めて少なかったので, 花粉化石では散発的に稀にしか出現しない. この分類群は花粉変遷図には示されていない.

ヤシャブシ亜属 (*Alnus* subg. *Alnaster*) では, 亜高山帯にフカナミバハンノキ (*Alnus sinuata*) が分布するのみである. ハンノキ亜属 (*Alnus* subg. *Alnus*) では, 冷温帯の先駆植物として, 冷温帯の低地帯にアカハンノキ (*Alnus rubra*) のみが広範囲に優占種として分布している. したがって, 前者の花粉の大部分はフカナミバハンノキ, 後者はアカハンノキから由来していると考えられる.

周辺の植生

ニスコォリー湖は草原の中に位置している. 草原の面積は約 33km² あり, 晩氷期初期の激しく流れる融氷水によって, 砂礫が局所的堆積している. 草原での植物群落を方形枠 (1 × 1m) 法で調査した結果は, キク科のブタナ (*Hypochaeris radicata*; 頻度 85%), イネ科のシラゲガヤ (*Holcus lanatus*; 73.5%), アイダホウシノケグサ (*Festuca idahoensis*; 55%), ディーゴエンシスヌカボ (*Agrostis diegoensis*; 52.6%), カヤツリグサ科のペンシルヴェイニアアスゲ (*Carex pensylvanica*; 39%), オトギリソウ科のアナアキオトギリ (*Hypericum perforatum*; 71%), その他マルバギキョウ (*Campanula rotundifolia*), ヒメスイバ (*Rumex acetosella*), ワラビ (*Pteridium aquilinum*) がそれぞれ 35% であった.

草原を取り囲む海拔約 700m 迄の森林では, アメリカトガサワラ (*Pseudotsuga menziesii*) が優占している. 被度は 80% 以上に達する. 湖岸や河川岸の湿った場所にはアメリカツガ (*Tsuga heterophylla*), アカクロベが生育している. その他, ゲイリーナラ (*Quercus garryana*), アカハンノキ, オオバカエデ (*Acer macrophyllum*), ネジレカエデ (*Acer circinatum*), クロタマノキ (*Gaultheria shallon*), コバノコケモモ (*Vaccinium parvifolium*) などが陽地に点在している.

海拔約 700-1300m の間は, 冷温帯性山地帯とも呼ばれ, ギンモミ (*Abies amabilis*)・アメリカツガが森林帯である. この森林帯ではこれら 2 種以外に, オオモミ (*Abies grandis*), アカクロベ, セイブシロマツも重要な構成樹種である^(2, 3, 7) 約 1300-1850 (-1900) m は亜高山帯であり, ミヤマツガ (*Tsuga mertensiana*), ミヤマモミ (*Abies lasiocarpa*), ケダカキモミ (*Abies procera*), アラスカヒノキ, ネジレバマツな

どが随伴している⁽²⁾. フカナミバハンノキは, 冷温帯性山地帯から森林限界近くまでの小川の堤, 氷河堆積堤, 湿原や湖の周辺に純群落を形成している. 高山帯は海拔約 1850 ないし 1900m から高所に向かって 2200m 迄発達し, イワツガザクラウマイウスゴ (*Phyllodoce emmetriiformis-Vaccinium deliciosum*) 群落が多く発達している. また, これら以外に, *Cassiope mertensiana* (ツツジ科, イワヒゲ属), *Lupinus latifolius*, *Gentiana calycosa*, *Valeriana sitchesis*, *Veratrum viride*, *Carex spectabilis*, *Potentilla flabellifolia*, ミヤマトラノオ (*Polygonum bistortoides*) などが普遍的に生育している.

花粉帯と植生変遷

この調査地点から南東に約 48km 離れ, 周辺がアメリカトガサワラ-アメリカツガ-アカクロベ冷温帯性針葉樹林で覆われているミネラル (Mineral) 湖 (北緯 46°43', 西経 122°10'; 海拔 443m) の過去 1.9 万年に及ぶ堆積物の花粉分析結果から, 最終氷期最盛期中期以降現在までの植生変遷が明らかにされている^(3, 7). それによると, ミネラル湖周辺の植生変遷は, 11 花粉集団帯に分割できる事が明らかになっている. すなわち, T 帯 (> 19,000-16,300 年前) はミヤマトラノオ, ヨモギ属, イネ科やカヤツリグサ科の多いツンドラ植生, LIa 帯 (16,300-14,500 年前) は亜高山性のネジレバマツ-トウヒ属-ミヤマツガ針葉樹林群落, LIb 帯 (14,500-14,000 年前) は再び T 帯とほぼ同様なツンドラ植生, LIC 帯 (14,000-12,000 年前) は LIa 帯と同様な亜高山性針葉樹林 (前期では特にトウヒ属が多い), LIIa 帯 (12,000-11,250 年前) は冷温帯性のネジレバマツ-モミ属-ハンノキ属針広葉混交林群落, LIIb 帯 (11,250-10,000 年前) は LIIa 帯の森林にアメリカトガサワラが加わった群落, PIa 帯 (10,000-8500 年前) はアメリカトガサワラ-モミ属-ハンノキ属群落にワラビが極めて多く随伴する疎林, PIb 帯 (8500-7000 年前) は前時代の疎林群落中のワラビが減少し, その代わりにアカクロベが増加する森林, PII 帯 (7000-5000 年前) はアメリカトガサワラ-アカクロベ-アメリカツガ冷温帯性針葉樹林の形成, PIIIa 帯 (5000-100 年前) は前時代の冷温帯性針葉樹林にミジカバイチイ (*Taxus brevifolia*) とトネリコ属が加わった森林形成の歴史をたどっている. PIIIb 帯は最後の約 100 年間で, 森林が伐採され, アカハンノキ, ヘラオオバコ, ワラビが増加する人類の植生破壊が如実に記録されている. 以下, ニスコォリー湖堆積物の分析結果も年代層位的単位として, ミネラル湖で確立された花粉帯に準ずる花粉集団帯を確立して記述する.

L1 (LI) 帯 (12,000 年前以前) : これは晩氷期前期に属するが、約 13,000 年前以前はヴァッション氷期 (Vasion Stade)^(1, 3, 7) で、ニスコォリー湖は氷床に覆われており、湖底堆積物は沈積しなかった。また、最終氷期まで氷床に覆われていたホール (Hall) 湖 (図 1) でも花粉含有湖底堆積物は、約 13,000 年前以降のものである^(3, 7)。ニスコォリー湖での晩氷期前期 (L1) の堆積物中には、ネジレバマツの花粉が 70-80%、トウヒ属が約 10%、ミヤマツガが 0.5% 前後、ヤシヤブシ亜属 (主にフカナミバハンノキ) が約 3%、ドロノキ属が約 2%、バッファローグミ属 (*Shepherdia*; これにはカナダグミ *S. canadensis* とアルゼンティングミ *S. argentea* の 2 種があり、現在の分布状態から判断して、カナダグミ *Shepherdia canadensis* とみなす事ができる) が 0.2-0.3% 出現する。この種がニスコォリー湖の晩氷期前期に出現する事は、ミネラル湖の晩氷期前期以前の堆積物から出現している事^(3, 7) と符合する。この植物の出現とスギナ属など他の草本性植物も多かった事と相まって、寒冷で森林の被度が小さかった事を示す。

L2 (LII) 帯 (12,000-10,500 年前) : この帯を通じてほぼ同じ高出現率を保っていたネジレバマツ花粉が、この期の終わりに急減し始める。トウヒ属とフカナミバハンノキは前時代の出現率の半分以下に減少してしまう。ドロノキ属もカナダグミも殆ど出現しなくなる。しかし、モミ属は増加し始める。アメリカトガサワラは初めて出現し始める。アミカジョ属 (*Plectritis*; オミナエシ科に属し、この花粉遺体が発見されたのは、ニスコォリー湖堆積物からが世界で最初) も、この時代に初めて現れ、以後も近年まで低率ながら恒常的に堆積している。ナデシコ科 (*Caryophyllaceae*) やアカバナ属 (*Epilobium*) の植物も前時代の後半から引き続いて、この期に連続して出現する。ハナシノブ属 (*Polemonium*) は L2 帯に限って出現する。クロフシタデ類 (*Polygonum paronychia* / *p. californicum*, これも北米で初めてこの湖堆積物から発見された花粉遺体) 類は L1 期の後半から増加し始め L2 帯には連続的に出現する。クロフシタデ類は海岸の砂丘や極めて礫の多い土壤に生育する植物で乾燥指標植物である。これら草本類の出現は冷涼乾燥気候が既に晩氷期後期に始まっていた事を意味している。

P1a (PIa) 帯 (10,500-8000 年前) : この花粉帯の終末をハンノキ亜属 (主にアカハンノキ) が減少し始める年代にすると定義すれば、約 8500 年前となり、ミネラル湖やホール湖の P1a 帯の終わりと同年代になる。アメリカトガサワラ、アカハンノキおよびワラビの増加開始でこの期が始まり、とくに、後者の二種は P1a 帯を通じて優占する。この現象はミネラル湖での P1a 帯でもみられる^(3, 7)。オオバカエデも連続

出現し始める。これに呼応してネジレバマツの出現率は最低となる。アブラギ (*Sarcobatus vermiculatus*, 灌木性のアカザ科) が 0.1% 以下ながら、晩氷期・後氷期を通じてこの期だけに連続出現をする。他の灌木・草本・羊歯類であるアカザ科、ヨモギ属、アミカジョ属、イネ科、クロフシタデ類、ハイコケスギラン (*Selaginella wallacei*) などの出現率が、この期に最高に達する花粉・胞子集団帯でもある。後氷期初期の P1a 帯は灌木性のヨモギ属やアブラギの生育する草原が発達して、過去 1.3 万年間で最も乾燥した時代であった。このような植生は、現在、年間降水量 500mm 以下のワシントン州東部の中心部でしか観察されていない。

P1b (PIb) 帯 (8000-7000 年前) : この帯の開始期から、ハンノキ亜属 (主に、アカハンノキ) の出現率は最低になり、アメリカツガが増加し始めた。ネジレバマツ-アメリカトガサワラ-アメリカツガ森林群落が形成され始めた時代である。コナラ属も増加し始める。また、前時代から連続出現をし始めたハシバミ属 (主として、アメリカツノハシバミ, *Corylus cornuta*) も約 5% の出現率を維持するようになる。ドロノキ属も 0.5% 以下ながら出現する。アカザ科、灌木性ヨモギ属、クロフシタデの花粉出現率は低くなる。ハイコケスギランの出現も散発的となる。明らかに、前時代の灌木・草原植生から、次の時代を特徴付ける針葉樹・広葉樹混交林植生への移行状態を示している。

P2 (PII) 帯 (7000-5000 年前) : この帯の開始期にネジレバマツが急減する。これに代わって、アメリカトガサワラが増加し、最高率 (25-30%) に達する時代である。アメリカツガ、コナラ属、オオバカエデ、ハシバミ属なども出現頻度は低いながら恒常的に存在している。草原植物の花粉出現率も極めて低くなる。フカナミバハンノキは P1b の時代から引き続いて僅かながら出現する。ミジカバイチイ (*Taxus brevifolia*) は、他の地域ではこの時代から出現し始めるが、ニスコォリー湖に限って現在迄現れない。草本植物花粉の出現率は過去 13,000 年間で最も低率 (10% 以下) になる。明らかに、この花粉集団は P1 の時代より湿潤化した事を示すものである。

P3 (PIII) 帯 (5000 年前以降現在迄) : この帯を特徴付ける現象は、低率ながらミヤマツガの連続出現である。ミヤマツガは最終氷期には、低地帯でも氷床の南に分布していたが、後氷期には山岳の亜高山帯に逃避してしまった。しかし、約 5000 年前前から始まった新氷期の寒冷化により、所々に散在分布していた集団が、孤立して高く聳え立つ山々の亜高山帯で増加した。ニスコォリー湖近くに位置しているレイニア山 (Mt. Rainier) (図 1) でのミヤマツガの増加による花粉が、この湖まで飛来してきて堆積した事を示唆する。また、

この時代になると湖の深度は浅くなり、ジュンサイやコウホネ類が侵入してきて増加する。湖の周辺に発達した湿地帯にはガマ、エゾノミズタデ、ハルタデ、キンポウゲ、カヤツリグサ科などが生育していた。

草原の起源

イネ科、ナデシコ科、アミカジョ属、クロフシタデ属、ヨモギ属、アブラギ、アカバナ属、ワラビ、ハイコケスギランなどは、明らかに草原を示す草本植物と灌木植物である。ハイコケスギランは約2%と低率ながら約13,000年前から出現し始める。クロフシタデ花粉はキャリフォルニアタデ (*Polygonum californicum*) の花粉とは区別して同定する事はできないが、前者は砂丘の上に、後者は乾燥した岩砂礫の上に生育する植物で、いずれにしても乾燥草原の景観を示す植物である。ここで、これらの植物をクロフシタデ複合種と呼ぶことにする。この種は約12,500年前から出現し始める。この事は、氷床の後退した晩氷期には、すなわちニスコォリー湖形成の初期から湖の周辺に乾燥草原が存在していた事を示唆する。しかし、氷床に覆われず岩礫の少ないツンドラ土壌が発達していた周辺ではネジレバマツとトウヒ属を主とする針葉樹林が広く発達していた。

その後、約10,500年前以降8500年前頃までは、乾燥化が著しく、草原植物は急増した。特にワラビ、ヨモギ属、クロフシタデ複合種の増加は顕著である。草原を示す草本植物の花粉と羊歯植物の胞子の総計は、30%にも達した。このP1a時代、すなわち、約10,500年前から8500(-8000)年前の期間は、乾燥気候がもたらした結果として、ピュージェット低地帯に草原が最も広く発達した時代であった。また、ニスコォリー湖の堆積物では、花粉遺体を分析している最中に計数はしなかったが、炭粉が極めて多かった。この炭粉は森林、或いは草原の火災を指示する事が判明している⁽⁶⁾。ミネラル湖では、この炭粉が計測され、紛れもなくP1aの時代に多量に検出されている^(3, 7)。極端に乾燥気候であったために森林火災が頻発したとみなされる。このP1a期における森林火災は米国北西部の炭粉分析結果では例外なく観察されている(塚田未発表)。

P1bの時代になると、アメリカツガやアカクロベが丘陵地に徐々に侵入してきた事から^(3, 7)、気候の湿潤化が示唆される。しかし、この時代以降も米国北西部の気候を特徴付ける夏季冷涼乾燥・冬季温暖湿潤と言う気候型が優占していた。そのために、草原を指標する植物分類群の花粉が、約15%の出現率を維持しながら現在まで続く。また、現在でさえも夏季に異常乾燥気候が続くと、落雷に原因する森林火災が頻繁に

発生している。さらに、P1a時代に古代人の人口が多く、活発に活動していたと言う考古学的な証拠はない。したがって、ワシントン州の太平洋岸地域に散在している草原は人類の狩猟活動のために誘発されたものではない。

このように米国北西部で晩氷期から後氷期への時代の経過を通じて起きている植生の変動は、自然の気候変化によるものであり、特に、米国太平洋岸側での夏季乾燥・冬季湿潤気候型の強弱の時代的变化が作り出したものとみなされる。この夏季の乾燥化は晩氷期から始まり、後氷期前期(P1a)に最高潮に達した。後氷期中期(P2)からのアカクロベやアメリカツガの増加はやや湿潤化した事を示す。後氷期を通じて続いた夏季に乾燥し、冬季に湿潤な気候条件の下で、しかも土壌の良く発達した地域には、米国東部や日本で観察されるような冷温帯性落葉広葉樹極盛相林は発達できず、冷温帯性針葉樹林が形成された。多量の融氷水の激しい流れによって運ばれた砂礫が局所的に堆積した地域に発達できたのは草原のみであり、この結果、針葉樹林の中に小草原が散在する景観が生み出されたと考えられる。

摘 要

ニスコォリー草原(約33km²)のほぼ中心に位置(北緯47°01'38" 西経122°37'00"; 海拔69.4m)しているニスコォリー湖から得られた過去1.3万年間に及ぶ堆積物の花粉集団は、時の流れに従って顕著な変動を示し、次のような花粉帯に分割する事ができる。晩氷期はL1帯(12,000年前以前)とL2帯(12,000-10,500年前)、後氷期はP1a帯(10,500-8000または8500年前)、P1b帯(8000または8500-7000年前)、P2帯(7000-5000年前)、P3帯(5000-現在迄)である。晩氷期には、ネジレバマツが優占(70%以上)し、トウヒ属、ミヤマツガ、フカナミバハノキなどが随伴する針葉樹林の相観であった。ドロノキ属とカナダグミはL1帯にのみ出現し、L2帯と区別する事ができる。P1a帯は温帯種であるアメリカトガサワラやハンノキ亜属(主に、アカハンノキ)、並びに草原指標植物であるワラビ、クロフシタデ複合種、イネ科、アミカジョ属、ハイコケスギランなどが急増した。P1b帯の開始期にはアカハンノキが急減し、ネジレバマツの花粉が約40%に急増した。アメリカツガ、アメリカトガサワラ、コナラ属、オオバカエデは、P1b/P2境界期に向って着実に増加傾向を辿った。他方アカハンノキとワラビは他の草原植物と共に、その出現率は低かった。後氷期温暖期に対比されるP2帯では、アメリカトガサワラが最優占種となり、アメリカツガやアカクロベ、コナラ属、アメリカツノハシバ

ミなどを随伴する。しかし、ネジレバマツは漸減し、アカハンノキは後氷期の中でも最も低い出現率を示すが、再び現在に向かって徐々に増加する。新氷期に対比される P3 帯では、その上部がコオホネ属・ジュンサイ・フサモ属湖成性泥炭から成り、亜高山帯種であるミヤマツガが、低率 (< 0.5%) ながら現在まで恒常的に出現する。現在、この種は山地帯や低地帯には分布していないので、レイニア山の亜高山帯で拡大したミヤマツガ樹林で生産された花粉が、風で飛来してきてニスコォリー湖に沈積したものと考えられる。ワシントン州西海岸域に散在する小草原は、晩氷期後期から発達し始めたもので、8500 年前から 7000 年前の P1a 期に顕著に拡大した。その後は、縮小はしたが現在迄存続している。この湖周辺を含むピュージェット低地帯全域の晩氷期以降の植生変遷の結果から判断して、ワシントン州西部にみられる小草原は、人類活動によって誘発されたものとは考えられない。

謝 辞

二人の匿名査読者は、細心の注意を払って、この原稿を読んで下さった。その結果、本論文の精度を上げることができた。また、佐橋紀男編集委員長は、査読者と著者との間の迅速、かつ密な交信を図るための多大の努力をして下さった。記して、上記三方に厚くお礼を申し上げる。

引用文献

- (1) Crandell, D. R. and R. D. Miller : Quaternary stratigraphy and extent of glaciation in the Mount Rainier region, Washington. U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, No. 847, pp. 1-59 (1974).
- (2) Franklin, J. F. and C. T. Dyrness : Natural Vegetation of Oregon and Washington. USDA Forest Service General Technical Report PNW-8 pp.70-109 (1973).
- (3) 杉田真哉・塚田松雄：北アメリカ西海岸地帯における植生変遷史I. ミネラル湖とホール湖. 日本生態学会誌 **32**, 499-515 (1982) .
- (4) 塚田松雄：古生態学I. 共立出版 pp. 56-78 (1974) .
- (5) 塚田松雄：図説日本列島植生史 (安田喜憲・三好教夫編, 1998, 朝倉書店) から引き出せる事実と吟味. 植生史研究 **7**, 17-38 (1999) .
- (6) Tsukada, M. and E. S. Deevey : Pollen analyses from four lakes in the southern Maya area of Guatemala and El Salvador. In E. J. Cushing and H. E. Wright, Jr. (eds.), Quaternary Paleoecology. Yale Univ. Press, New Haven pp. 303-331 (1967).
- (7) Tsukada, M., S. Sugita and D. M. Hibbert : Paleoecology in the Pacific Northwest I. Late-Quaternary vegetation and climate. Verh. Internat. Verein. Limnol. **21**, 730-737 (1981).