

花粉分析法による南樺太及び北海道の 森林並に氣候變遷に関する研究

I. 緒 言

花粉分析法が歐洲において氷期以降の森林並に氣候變遷史の研究に有効適切なる手段の一つとして認められるようになったのは、G. Erdtman の功績に俟つものであつて、それは略1920年の頃に當つている。その後歐米諸國における地質學及び古生物學者によつて頗る活潑なる研究が續行せられ、今次世界大戰の直前まで幾多の研究結果が發表せられた。しかるにこの種研究は森林を直接の研究對象とする林學方面においても直ちに採用せらるべき手段たるにも拘わらず、地質學乃至は古生物學方面に比すれば實に寂寥の感なきを得なかつた。殊に我國においては昭和3年沼田教授によつて、その方法が日本林學會誌第10卷第9號に紹介せられたのみで、筆者が花粉分析の研究に着手した昭和6年の頃には未だどの方面からも、その業績は發表せられていなかつたのである。

茲において筆者は昭和7年舊京都大學樺太演習林に在任するの機會を得てその當時活潑なる研究論議が展開されていたエゾマツ・トドマツ林の構成状態に関する研究に興味を覺え、過去の経緯は將來の推斷に重要な参考資料を提供することに着眼して、早速花粉分析法を適用し、洪積世以降の森林構成状態を闡明することに着手したのである。しかるにこの研究に際して先ず第一に逢着した問題は、花粉分析研究の根本をなす樹木花粉の形態に関する圖説を我國に欠く點であつた。次に起る問題は果して花粉分析法が、歐米諸國とは著しく諸種の條件を異にした南樺太北部の泥炭地に適用し得られるや否やという検討にあつた。

尙花粉分析法の基礎をなす泥炭處理の方法については、從來 V. Post のアルカリ處理法及び G. Erdtman の無水醋酸處理法が最も一般的に採用せられていたが、本問題についても逐次詳細なる検討を加え、漸く北日本泥炭處理法としては最も合理的と思われる方法を案出することとなり、その結果は本篇において紹介せんとしたものである。次に花粉分析の結果を表現する花粉分布圖の様式に関しては、歐米並に我國の諸學者は一般に G. Erdtman の様式を採用したものであるが、筆者の研究が進むと共に G. Erdtman のそれには多少の不便なる點を見出すに至つて、本篇に掲ぐるが如き獨特の様式を採用することとなつた。

如上の諸項は何れも花粉分析法に関する基礎研究に屬するものであるが、また他方において筆者の研究は南樺太北部の泥炭地に始まり、逐次南下して、漸く北海道南部の泥炭地に到達し、總數17個所の分析を終つて、茲に南樺太及び北海道本島を包含する地域において一應洪積世以降の森林並に氣候變遷史の概貌を闡明し得ることとなつた。これ等のうち南樺太北部における分析結果の一部は、既に昭和10年以來日本林學會誌上に第1報より第5報に亘つて報告したものである。

南樺太および北海道において現在支配的地位を占めるエゾマツ・トドマツ林は、北方林業經營上頗る重要な森林たるのみならず、森林生態學上においてもまた興味ある研究對象である。従つてこの方面に關し日華事變勃發前まで、凡そ十數年の永きに亘り頗る活潑なる研究論議が展開せられていた。それ等のうち *Picea* < *Abies* なる組成を有する南部型森林より *Picea* > *Abies* なる組成を有する北部型森林への、移行状態については未だ明瞭を欠く點があり、また兩樹種混淆状態の變遷についても諸學者によつて見解を異にする點があつた。仍つて筆者は昭和7年以來當時の京都大學樺太演習林古丹岸および亞屯園地において、現存森林について詳細なる調査を行い、北部型森林における兩樹種混淆状態を検討し、更に花粉分析法を適用して沖積世初期以來のそれ等の變遷状態を明にして、昭和11年京都大學演習林報告9號に中間報告をなした。その後筆者の研究が進むとともに南北兩型森林の移行状態を闡明せしめ得たるのみならず、また南樺太および北海道における洪積世以降の兩樹種の關係をも明らかにすることが出来た。その詳細は本篇には省略せざるを得なかつたのであるが、これ等のうち筆者の現存森林の調査並に花粉分析の結果より得たる兩樹種混淆状態の變遷に關する結論は、大正の末年以來十數年に亘つて諸種の論議を展開したエゾマツ・トドマツ林の樹種變遷に關する諸説に對して何等かの示唆を與え、且つ南樺太および北海道の擇伐林における主林木の選定乃至は人工造林上の樹種選擇に一つの指針を與え得るものと信じている。

南樺太および北海道における針葉樹林中今一つの主要樹種としてグイマツがある。その分布並に森林構成状態に關しては、森林生態學的な見地よりする筆者の研究があり、既に昭和9年京都大學演習林報告第7號において詳説したところである。このグイマツの分布は現在樺太および千島列島中色丹・擇捉の兩島に限られて、北海道本島においては自生せざることを以て特徴の一つとしている。しかるに筆者は花粉分析の研究によつて北海道洪積世においてはグイマツの分布せる事實を確認するに至り、その一端を昭和18年京都大學演習林報告第17號において中間報告をなした。その後筆者の研究が北海道南部の泥炭地に進展するにおよび、當時の分布状態を更に明確ならしむることとなつた。

如上の研究結果に基き、更に一步を進めて南樺太及び北海道における洪積世以降の氣候變遷史に論及し得ることとなつたが、しかし歐米諸國の實例の如き簡單明瞭なる變化の跡を認め得なかつた。仍つて本篇においては南樺太及び北海道の特徴樹種を主要なる指標として氣候變遷史を究明したものであるが、就中エゾマツ・トドマツの混淆状態を基礎として、上部および下部洪積世中に寒冷期の存在したことを確認し、且つその寒冷期における南樺太及び北海道各地域の寒冷の程度を略明確ならしめた點は、今日地質學並に古生物學方面において、未だ歸一した結論に到達していない我國洪積世以降における氣候變遷史の解明に何等かの示唆を與え得るならば、筆者の以て幸とするところである。

茲に筆者は多年に亘り研究の御指導を賜つた、京都大學元演習林長佐藤彌太郎名譽教授並に同現演習林長沼田大學教授に謹んで感謝の意を捧げ、また地質學上貴重なる資料を提供せられた北海道大學理學部教授佐々保雄理學博士、種々有益なる助言を與えられた京都大學理學部講師今西錦司理學博士

に厚く感謝の意を表す。尙種々助言を賜つた河田杰農學博士，館勇農學博士，田中正三理學博士，更に資料蒐集に關して種々の便宜を與えられた北海道廳の方々，樺太廳林業課元技師故服部成夫林學士，同技師佐藤甚農學士並に京都大學舊樺太演習林の上田教授並にその他の各位に併せて謝意を表する次第である。

本研究の發表は昭和20年以來諸種の事情で遷延していたものであるが，この度恩師沼田先生の御好意によつて印刷の運びとなつたことは筆者の無上の悦びとするところである。殊に本篇に現われる南樺太は既に我が領有をはなれたところではあるが，今日北日本と呼稱する北海道を論ずる筆者の研究には不可分の地理的關係にあるから特に表題に於て併記したことをおことわりする。

II. 花粉分析法適用に關する基礎研究

1. 南樺太における樹木花粉の識別に關する研究

a. 既往における樹木花粉の識別

花粉の形態に關する研究は，既に19世紀において H. Mohl (1834), H. Schacht (1860), M. P. Edgeworth (1879), H. Fischer (1890) の諸氏による業績があり，更に20世紀に入つては，この種の研究は頗る活潑となり，多くの研究報告が殘されている。しかるにこれ等は何れも植物學上よりの研究成果であつて，花粉分析の目的より出發したものではない。

花粉分析の研究に當つては，先ず第一に現在の植物について，その花粉の形態に通曉することが最も肝要なることは，言を俟つまでもない。しかもその重要部分には樹木の花粉であつて，植物學者の對象とするものとは必ずしも一致していない。歐米諸國においては，既に Dokturowsky (1923), G. Erdtman (1924), H. Meinke (1927), P. B. Sears (1930) の諸氏によつて，純花粉分析の目的より花粉識別のために圖説が著されている。

Dokturowsky 及び Kudyashow は22種類の樹木花粉の形態に關し圖説を發表しているが¹⁰⁹⁾，その描寫頗る簡潔にして参考となる點が多い。G. Erdtman は瑞典に於ける泥炭地中より發見せられた63種(49屬)の化石花粉および17種の化石孢子を圖示し¹¹²⁾，H. Meinke は現在の花粉について尤大なる業績を残している¹⁴³⁾。なお亞米利加に於ては P. B. Sears が39種の花粉を圖示し，形態上の特徴によつて分類を試みている¹⁵⁷⁾。R. P. Wodehouse は1926年以來1931年の間に植物分類上に於ける花粉の形態に就て研究を續行し，更に1935年大著を編纂して花粉の形態並に構造に就て詳細なる説明を與えたのである¹⁸²⁾。

これ等の他に R. Potonie (1934) は化石花粉および孢子の形態に就て研究を遂げ¹⁴⁹⁾，更に花粉の外形および膜面の特徴を略号を以て現わし，彼獨特の分類法を試みている¹⁵³⁾。

G. Erdtman は1934年¹¹⁴⁾，現在の花粉に無水醋酸と濃硫酸の混合液(9:1)を加え，湯煎中に於て數分間煮沸する場合は，花粉の内容を透明ならしめ，更に外形の特徴を闡明に現出することを發見

した。Erdtman は従来まで化石花粉の識別には、花粉圖を用いたのであるが、それによつては各種の特徴を表現する上に、多少ながら不備なる點を認めざるを得なかつた。しかるに如上の操作によつて、豫め各種類ごとに永久プレパラートを作り置く場合は、圖式表現法の不備欠點で補い得ることを明にしたのである。またアルカリ處理法を以ては決定が頗る困難とされていた、化石花粉の種類を判別し得ることとなつた^{1,6)}。例えば *Betula*, *Corylus*, *Carpinus*, *Myrica* 等の識別は頗る困難で、時としては全く不可能なることさえあつたが、本法を用うる場合には容易に區別し得られるのである。更に Erdtman は同一屬にある *Betula* の種の識別をも可能なることを述べている。

花粉形態の相違によつて屬および科を分類し得られることは上述の通りであるが、種の識別に就ては種々の難點があり、花粉分析の研究に直接適用し得られない場合がある。しかるに *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Betula* 等の如きその生育地の環境條件によつて種を異にするものにあつては、その識別もまた頗る重要な場合が多い。従つて斯の如き見地から *Pinus*, *Betula* の如き最も一般的な、しかも比較的多数発見せられる種類については、その種の識別に關して既に 2, 3 の研究がある。しかしこれ等の研究は何れも花粉粒の大きさ、氣囊の位置およびその大きさ、發芽孔の數および形等を識別の準據としたものである。

Hormann (1929)¹³³⁾ は *Pinus sylvestris*, *P. montana*, *P. ambra* について現在の花粉の相違を研究した。彼は如上の 3 種を比較して、その花粉粒の大きさおよび氣囊の網目の構造状態に差違を認めたのである。但し網目の構造は一般に用うる擴大度では識別は困難とされている。Stark (1929) は *Pinus*¹⁶⁶⁾, Bertsch (1931)¹⁰⁰⁾ は *Pinus* について化石花粉の種を決定せんとした。特に Bertsch は Feder 湖地方から産出する *Betula* の化石花粉と現在の花粉との大きさの頻度曲線を比較して前者が *Betula nana*, *B. pubescens*, *B. verrucosa* に屬することを發表している。

Jaeschke (1935)¹³⁵⁾ および Von Sarnthein (1936)¹⁵⁵⁾ は Stark および Hörmann の研究を批判し、彼等の證明は必ずしも決定的なるものではないことを述べ、特に Von Sarnthein は *Pinus* の花粉粒の大きさは、取扱によつて變化するものであることを證明した。Deevey (1939)¹⁰⁷⁾ は *Pinus resinosa*, *P. strobus*, *P. bankeriana*, *P. rigida* の花粉に對して大きさの頻度曲線をあらわしたけれども、同種の異つた個體の花粉粒の間における大きさの變異と、異つた種の間におけるそれとが變らないという結果を得て、大きさによる種の識別が不可能なることを説いた。これに對して Cain (1940)¹⁰⁵⁾ は、Deevey の研究に對して、その測定數の僅少なることを指摘し、この問題が更に精密なる調査を必要とすることを述べ、亞米利加東部に分布する 12 種類の *Pinus* について吟味した結果、識別に對する特別なる特徴は見出し得なかつたが、第 1 表の如く大きさについて重要な限界の存することを認めている。この研究によつて彼の用いた泥炭資料中に含まれる *Pinus* の内で、最小のもの (46.8 μ) は *P. banksiana*, 中間のもの (54.6 μ) は *P. glabra*, 最大のもの (62.4 μ) は *P. rigida* 或は *P. palustris* の何れかに屬することを明かにした。したがつて大きさの頻度曲線

第 1 表

Species	Modern grain length mean (μ)	Pollen grain length mode (μ)	Fossil Pollen
<i>Pinus banksiana</i>	44.8	46.8	46.8
<i>P. glabra</i>	53.3	54.6	54.6
<i>P. Clausa</i>	57.4	56.2	
<i>P. resinosa</i>	58.3	57.7	
<i>P. strobus</i>	59.1	60.8	
<i>P. echinata</i>	59.5	57.7	
<i>P. rigida</i>	61.9	62.4	
<i>P. Palustris</i>	62.3	62.4	
<i>P. serotina</i>	63.7	62.4	
<i>P. taeda</i>	66.9	68.6	
<i>P. Pungens</i>	72.1	73.3	
<i>P. virginiana</i>	72.3	73.3	

(size frequency curve) は常に明確なる回答を與えるものではないが、種の決定について、他に適切な方法が存しない場合においては、有効なる手段たることを主張している。

尙この他に *Pinus* の種類の決定については Wilson (1938) および Wilson & Kosanke (1940)¹⁸⁰⁾, *Pinus* および *Abies* については Hansen (1938)¹²⁵⁾, *Tilia* については Godwin (1934)¹²²⁾ 等の研究がある。

これ等の多くの研究は何れも花粉粒の大きさの頻度曲線に基いたもので、現在においては未だ同属中の各種を明確に識別し得られる如き顕著な形態的特徴は発見せられていない。しかし同属の樹種が環境を棲み分けることは一般に認められるところであるから、花粉分析法を用いて、森林の變遷乃至は氣候の變遷を論究する上に、種の識別を特に要求するような場合には未だ多少の論議が存するとはいえ、大きさの頻度曲線の適用に、依然として重要な價値が認められるであろう。

我國においても既に花粉分析上の目的から花粉の形態に関する研究が2, 3存在する。筆者は昭和8年舊樺太演習林所産の花粉および胞子の形態を圖説し⁸³⁾, 神保忠男氏は同じく昭和8年主として本州北半に分布する重要樹種について花粉の形を圖示し、詳細に亘つて特徴を記載した¹³⁷⁾。同氏は花粉の外形を描寫するに當つて、先ず新鮮なる花粉粒を Slide に載せ一滴の鹽酸を滴下して、これを蒸發せしめ、さらに10%の苛性曹達を滴下して中和したる後加熱して蒸發せしめる場合は、花粉の内容は除去されて、化石花粉と同じ状態に置かれることを述べている。中村純氏は最近において、神保氏の採用した方法を用い、同氏の研究において残された樹種および草本類について花粉形態を研究し、35種類の花粉圖を發表した¹⁴¹⁾。その研究をみると *Betula latifolia* の花粉と *B. Ermanii* var. *communis* の花粉とが大きさによつて區別せられ、また *Magnolia obovata* の花粉は同属の他の2つの種類の花粉よりも著しく大なることによつて區別せられることを除いては、一般に同属の異種を區別することが不可能であつたと述べている。

なお熊澤氏は昭和11年植物學上の立場より Ranunculaceae, Lardizabalaceae, Berberidaceae の3科に屬する46屬, 230種の花粉についてその形態上の特徴を研究し, その外形および特徴を克明に描寫した73種の花粉圖を發表している。

b. 南樺太における樹木花粉の識別に關する研究結果

筆者が花粉分析の研究に本格的な着手をなさんとしたのは昭和7年京大演習林に在勤を命ぜられた時に始まつたのである。その當時花粉分析法を我國の泥炭に適用せんとするに當つては, 種々の困難があつたが, 先ず第一に逢着する問題は泥炭中より現われる無数の花粉または孢子の屬種名の検定であつた。その時既に歐米諸國においては, 上述の如く Dokturowsky (1923), Erdtman (1924), Meinke (1927), Sears (1930) 等の諸氏によつて夫々花粉圖が發表せられていたが, 我が國においては未だこの種の研究が存しなかつたのである。よつて筆者はこの目的を達成するためには南樺太及び北海道における現存植物の花粉または孢子の形態を圖示し, 測定の必要に迫られたのである。

ここにおいて昭和7年の開花期に京大舊樺太演習林内を主とし, その附近に生育する172種の花粉および孢子を蒐集して, それ等の形態を圖示し, また大きさを測定した。その結果は昭和8年樺太演習林所産植物花粉ならびに孢子形態と題して京大演習林報告第5號に所載せられたものである。もとより, ここに採集せる花粉および孢子は該地域における所産植物の全部にはあらざるも, 主要なるものの大部を蒐録したものと信じている。

本研究に於ては, よく成熟した花粉を選び, 採集と共に70%のアルコールに入れて固定し, その一部を載物硝子上に取つて, さらに70%のアルコールを滴下し Cover-glass を靜かに蔽い, 鏡査に供した。花粉形態の描寫に當つては正確を期するため, Ölimmersion の方法にて, Zeichenapparat を使用したことは既に報告した通りである。

花粉圖に掲げた172種の内, 34種は樹木花粉, 138種は草本類の花粉に屬するものである。樹木花粉の内 Picea, Abies, Pinus, Larix, Betula, Alnus, Salix の7屬に該當する15種は, 南樺太の現在の森林構成に與る最も重要なる要素なるを以て, 泥炭中に埋没された過去の花粉を産出したであろう重要な樹種も略この中に網羅されているものと見做し得るであろう。

尙筆者の調査を以てすれば サウシカンバ (*Betula Ermanii* Cham, var. *genuina* H. Winkel) ・ヒメカンバ (*B. glandulosa* Michx) 乃至は ポロナイカンバ (*B. Middendorffii* Trautv. et Mey.) またミヤマハンノキ (*Alnus alnobetula* Hartig Var. *fraticosa* Winkl) とケヤマハンノキ (*A. tinctoria* Sarg.) とは花粉の大きさによつて區別せられる。ただ花粉分析の實際においては, 化石花粉は基準のものより多少の變形或は破壊をうけたるもの多く, したがつて大いさを尺度として種の認定をなさんとする企にはなお相當の困難が伴うものであることを免がれない。

筆者は最近においては, 1934年 G. Erdtman によつて發見せられた無水醋酸と濃硫酸の混合液を以て處理する方法を適用し, 重要樹種について, グリセリン・ゼラチンを以て封じた永久プレパラ

トを備えて、花粉検定に際し如上の花粉圖の補助としている。

2. 泥炭の處理法に関する検討

a. 既往における泥炭處理法

(1) アルカリ處理法

アルカリ處理法は花粉分析の研究史上において、最も早く、しかも一般的に採用せられた方法で、1902年 Lagerheim の發見によるものである。すなわちその方法の發見によつて、始めて花粉分析の研究が生れたとすることができる。本法は 1916 年に至つて Von Post が花粉統計における基準法として完成し、爾來最近まで歐米諸國の多くの學者によつて踏襲せられ來つた方法である。

G. Erdtman¹¹⁾ は 1921 年 Von Post のアルカリ處理法を詳細に亘つて紹介している。それによれば先ず野外において泥炭資料を 7.5 cm の硝子小管にとり、兩端はコルク栓を以て密封した。次いで實驗室内で、その硝子管の兩端より約 1 cm³ の泥炭を引き出し（分解の進行せる泥炭或は沈澱堆積物については、それよりも少量にて可なり）これに約 10 % の KOH を加えて攪拌しつつ、大部分の水分が蒸發するまで煮沸し、残つた物質の量に應じて 1—4 滴の Glycerine を混じ、充分混合して、更にその 1—2 滴を載物硝子にのせて Cover-glass (24×32 mm) を蔽い鏡査に供したものである。

その後この方法について、アルカリ液を以て煮沸したる後鏡査を容易ならしむるため、細目の篩を通じて、先ず大きな物質を取り除き、遠心分離器にて泥狀物を沈澱せしめ水で洗滌する等の如き改良が加えられ¹²⁾、さらに遠心分離器にかけて洗滌したる後に Gentiana Violet の 1 % の溶液を數滴加えて染色し、またアルカリ溶液にて煮沸する際 Safranin の水溶液を加えて染色し、花粉の識別を容易ならしむる等¹⁰⁾の工夫が行われている。

既に述べた如くアルカリ處理法は 1936 年 G. Erdtman および H. Erdtman によつて醋酸處理法が新らしく發見せられるまで、歐米諸國のほとんど總べての花粉分析に關與する學者によつて採用せられた方法である。我國においても沼田教授⁴⁾、宮井嘉一郎³⁰⁾、松島眞次²⁸⁾、中村純³³⁾の諸氏の研究は何れもアルカリ處理法に基くもので、筆者もまた北日本泥炭の花粉分析の研究に當つては、昭和 10 年以來昭和 15 年に至るまで逐次報告せる研究結果は本法を採用したものである。

(2) 硫酸處理法

アルカリ處理法に對して根本的な吟味がなされたのは、G. Erdtman と H. Erdtman の共同研究に俟つものである¹³⁾。彼等は泥炭地に散布せられた花粉粒の分解に對する抵抗力は、植物の種類によつて多少異なるものと考えべきであるとなし、弱アルカリ處理の場合と、強アルカリ處理の場合とによつて花粉分析の結果に若干の差違を認めている。さらに泥炭はアルカリによつては解體が不規則で、ある種の花粉はその解體不充分なる部分に埋没して觀察から遺漏するものがあり、殊にそれは小粒の花粉についてその傾向が認められる。さらに花粉の含有量の少ない泥炭資料の分析には、アルカリ處理法では花粉粒を充分濃縮することの不可能な場合があり、また時には分析不可能のことさえあると

なしている。これ等の諸點からアルカリ處理法に再検討を加えた結果新しい方法の研究に着想したのである。

ここに両氏がその方法論上の原理とするところは、泥炭の成分中にある Cellulose と Hemicellulose とを酸によつて加水分解し、水に可溶性の物質すなわち Glucose に變化せしめ、他方 Lignine と Humic acid とは酸によつて加水分解することは不可能なるも、酸化作用によつては容易に破壊せしめることができること、すなわち加水分解と酸化の方法を結合せしめて、泥炭の主成分を取り除き、抵抗力の強い花粉孢子等を分離し得られると言う點にある。

斯くの如き理論のもとに到達した方法は¹¹³⁾、先ず 0.2 gr の泥炭を取つて 8 c.c の氷醋酸と 4.5 c.c の鹽素酸曹達の溶液 (100 gr $\text{NaClO}_3 + 200 \text{ c.c. H}_2\text{O}$) の混合液中に入れ、1 c.c の硫酸 (80%) を滴下して、よく攪拌したる後、全體を約 40 c.c に薄めて、室温にて 12 時間放置し、遠心分離器にかけ、1—2 回水で洗う。さらに水分を除くために 2 回 Acetone を以て洗い、また過剰の Calcium chloride を除くために Ether で 2 回洗う。次に沈澱物を硝子棒にて分離管の内壁に押し擴げ、残留せる Ether を除くため Water-bath の中で僅かに加熱する。かくして得られた資料の大部分は、細胞膜から成り立し黄白色を呈している。最後に 80% の硫酸 1 c.c を加えて 3 時間放置し遠心分離器にかけて、さらに水で充分に洗滌する。そこで一定量の lactophenol crystal (20 gr) + lactic acid (20 gr) + glycerine (40 gr) + Distilled-water (20 gr) と、染色のため稀薄な Methylene blue の少量を加えて、全處理を完成するのである。

硫酸處理法は上述の如く、理論的には、アルカリ處理法に比して躍進的な進歩の跡を認め得るも、プレパラーの完成に至るまで頗る煩雜なる化學的操作を必要とし、また餘りにも長時間を消費するため、一般的な應用の域には達し得なかつた。しかし如上の研究はアルカリ處理法に比較して、鏡査の際一定視野の内に出現する花粉粒の密度を大にする點において顯著な効果があり、また後述する無水醋酸處理法の發見に對して有力な誘因となつたことは見逃し得ないところであろう。

(3) 無水醋酸處理法

前項所説の如く G. Erdtman は 1934 年に無水醋酸處理が現在の花粉の形態を識別する上に最も有効なることを發見し、さらに泥炭の分析に對し、特に纖維に富んだ水蘚泥炭に適用することを試みた。その結果によつて前述の硫酸處理法とほとんど同じ程度に泥炭中の花粉を濃縮し、且つ硫酸處理法の欠點と見做された化學的處理に要する時間を著しく節約することに成功したのである。その方法は乾燥した水蘚泥炭を 0.1 gr 取り 6 c.c の氷醋酸を加え、さらに 1 c.c の硫酸 (80%) と 35 c.c の鹽素酸曹達 (33%) を入れて水槽中で約 80°C まで加熱し、2, 3 分の後遠心分離器にかけ、2 回蒸溜水を以て洗い、一回氷醋酸で洗滌する。この際における温度と作用時間は常に嚴守する必要なく、また上述の混合液中に室温において約 15 分間放置する場合は漂白の目的を達し、尙その間において 1—2 回 60—70°C の湯煎中に入れる際は、さらに確實に目的を達し得られると言う。次に無水醋酸混合

液(無水醋酸 9 c.c+濃硫酸 1 c.c) を入れ遠心分離管を煮沸した湯煎中に立てて 2, 3 分間放置し, 遠心分離器にかけて, 沈澱物を取り, 水で 2 回洗う。如上の処理によつて得たるものの中少量を取り出して Glycerinegelatine を以て封じ, プレパラートを完成したのである¹⁴⁾。

その後 G. Erdtman はなおも泥炭処理法の研究に没頭し, 1936 年上述の無水醋酸処理法に更に改良を加えて最後の結果に到達した¹⁴⁾。本研究の主眼は 最初の鹽素処理の方法に改良を加えたところにある。しかし依然として Acetolysis が頗る有力なる効果をもたらすことが強調せられている。すなわち泥炭を Vaccum-desiccator の中に入れて乾燥したる後, 細粉として眞鍮の篩を通過した粉末 0.1—0.2 gr を遠心分離管中に取りつて 4 c.c の氷醋酸を加え, それに 5—6 滴の鹽素酸曹達の溶液(33%) を滴下したる後さらに濃鹽酸を加えて全量を 5 c.c とする。この際發生する鹽素および Chlordioxide の如き瓦斯は泥炭の粉末を 2, 3 秒乃至 1 分の短時間で漂白し, またここで起る酸化作用は Lignine 物質を分解すると言う。次にそれらを水, および氷醋酸 (5 c.c) で洗い (水で洗う際泡立を除くため少量の Acetone を加う), 最後に無水醋酸と濃硫酸の混合液 (無水醋酸 9 c.c+濃硫酸 1 c.c) を加えて, Acetolysis によつて多糖類を加水分解作用で溶解せしむるのである。そこで水洗の後沈澱物を少量取り, Glycerinegelatine にて封じプレパラートを完成する。この処理法は同じく 1936 年に獨乙において E. Rübel の主宰する機關誌上にも發表せられた¹⁶⁾。

ここで G. Erdtman は本法が他の方法に比較して頗る優秀なることを強調している, 然るにアルカリ法は濃縮不完全なる故に, 一定數の花粉を検出するには多數のプレパラートを必要とするため, その點前者よりは劣るも, 花粉検出に手数を掛くれば, ある場合には適用できること勿論である。

如上の方法は, 1934 年に發表せられた 最初の無水醋酸処理の方法に比較すれば 實驗行程の最初にある鹽化作用において 80°C の如き高温を用いざるところに特徴がある。(一般に花粉は 90°C を越せば破壊の危険が増大するとされている)。したがつて前述の硫酸処理法および 1934 年に發表せる無水醋酸を用いた処理法は何れも根本原理は同一で, 兩者とも本處理法に到達した研究の過程にあるものと認むべきものであろう。故に筆者が本項で無水醋酸処理法と呼稱するものは, 1936 年に發表せられた操作を指すものである。斯の如く本處理法は從來用いられつつあるアルカリ處理法に比較すれば理論的にも顯著な進歩の跡が認められ, 且つ實驗上においても頗る良好なる結果が得られている。

筆者も昭和 16 年以來着手せる裏日本泥炭地ならびに北海道南部の泥炭地の花粉分析には所謂無水醋酸処理法を用いて, 既にその結果の一部を⁹⁷⁾發表し, また亞米利加においては J. Voss が Illinois における間氷期の泥炭分析に適用している。堀正一氏^{9) 6) 7)}, は信州八島カ原, 信州踊場, 尾瀬カ原の各濕原の花粉分析の研究において G. Erdtman が現在の花粉の處理に用いた Acetolysis 法のみを適用している。

(4) 其の他の方法

以上述ぶる如く, 一般に採用せられている方法は V. Post のアルカリ處理法と G. Erdtman の無

水醋酸処理法であるが、なお少数の學者によつて獨特なる方法の研究がなされている。Lagerheimは1902年アルカリ処理法を發見するまでに乳酸によつて泥炭の解體を試みたことがあり Jessen⁶⁵⁾はデンマークにおける泥炭の處理に際して蓚酸を使用したことが夫々紹介せられている。

Assarson & Granlund はアルカリ法によつては、花粉を濃縮することが困難なる鑛物質に富む土壤に適用すべき特別なる方法を發表した⁶⁶⁾。それによればコロイド状の土壤を KOH でとかし、洗泥機をもつて比較的粗い部分を除去した後、鹽酸にて石灰を除き、その殘滓を白金ルツボ中にて弗化水素酸と共に煮沸したのである。この際生ずる Fluosilicate は再び鹽酸で煮沸することによつて取り除かれる。最後に遠心分離器を以て沈澱せしむるのである。かくして得たる資料中における花粉の含有量はアルカリ處理の場合の10—20倍となる。しかも各花粉の百分率には何等の變化を認めないと言ふ。この方法は花粉分析の研究に大なる進歩をもたらし、地質學との連絡を可能ならしむるに至つたと言われている。

W. F. McCulloch¹⁴¹⁾ は1939年に従来用いられつつある酸およびアルカリによつて泥炭の構成物質を溶解し、花粉のみを濃縮せんとする諸法とはまつたく異つた、機械的に泥炭を解體する方法を發表した。すなわち0.4 grの泥炭を10 c.cの水と1%のサフラニン少量に混じ、Boujoucos (1927)によつて使用せられたる電氣攪拌機にかけ、泥炭物質を解體せしめて花粉密度を高めるのである。この際分解が進行した下層の部分には10分間、上層の纖維質の部分に對しては20—30分間の振動を以て目的を達し、最後に懸濁液を遠心分離器にかけて沈澱せしめる。最初に混入したサフラニンのため水蘚およびその他の植物の殘片は赤色或は紅色に、花粉は黄色或は淡褐色に染色され、容易に識別し得られる。

さらに間氷期の泥炭堆積物に對しても、従来アルカリおよび無水醋酸法が一般に用いられているが、Rudolph & Firbas は間氷期の Schieferkohle の解體に硝酸を用いている¹⁵¹⁾。また R. Potonie は褐炭中より花粉を摘出するために次の如き方法を用いた¹⁴⁸⁾。すなわち褐炭を細粉にして稀硫酸中に約24時間放置したる後水洗し、さらに稀薄なアルカリを24時間作用せしめ、最後に花粉胞子ならびにコルク化または木化した細胞膜のみを残さんとするのである。

上に掲げた諸方法のうち Assarson & Granlund による弗化水素酸法は鑛物質を含む泥炭に適用して効果多く、また Potonie の褐炭に對する處理法は獨特のものとして、その價值が認められているが、その他の方法については未だ一般に採用せられた實例に接していない。

b. 北日本泥炭の處理法

1) アルカリおよび無水醋酸處理法に關する檢討

泥炭を構成する主要成分は既に化學者の研究によつて、還元糖類全量 (Total Reducing Sugar)、纖維素、およびリグニンで、その他にアルコール可溶物、ペントザン、腐植酸、蛋白質等が含まれていることが明かにされている。

これ等の内アルカリによつて溶解せられる物質は、腐植酸、リグニンの一部、蛋白、脂肪類等で、1%の苛性曹達溶液を以て1時間煮沸するときは、これ等のほとんど全部を抽出することができる。したがつてアルカリ処理法の場合において10%の苛性曹達或は苛性加里溶液を以て5—7分煮沸する場合においても、上記のアルカリ可溶物の大部分が抽出せられるものと見られる。しかしその際は尙リグニンの大部、還元糖類の大部、ペントザン、繊維素等はそのまま残存するであろう。一般にアルカリ処理法の欠点として指摘せられているところの；プレパラート中に出現する花粉粒の稀少なることも斯くの如く尙多くの不溶解物が存することに基因するであろう。すなわち分解が進行して腐植酸が構成物質の大部分を占むる如き、特別な泥炭に於ては、アルカリ処理法を以て比較的良好なる結果を挙げ得るも、泥炭層の表層におけるが如き、繊維素を多量に含有せる部分については、なお多くの夾雑物を残留せしめそのためにプレパラート中に現われる花粉粒が意外に少なく、所要の花粉粒を検出するために頗る多くの時間を浪費することとなる。

無水醋酸処理法において氷醋酸、 NaClO_3 および鹽酸を加えて發生する鹽素の酸化作用を適用する場合に分解せられる有機成分は、リグニン、還元糖類の大部分、腐植酸の一部、蛋白、脂肪等である。次の操作として加える、無水醋酸と濃硫酸との混合液(9:1)は加水分解によつて繊維素を分解せしむる作用をもつ。したがつて本処理法によるときは、前述のアルカリ処理法を以てはなお残存していると思はれた、リグニン、繊維素、還元糖類の大部分を分解せしむるを以て、泥炭組成中の有機成分を除去する方法としては、より合理的なるものと言ひ得るであろう。しかるにここに注意すべきは、無水醋酸処理法による場合は、腐植酸の大部分が残存していることである。故に腐植が進行した泥炭の處理に際しては、なお満足なる結果が得られないこととなる。

腐植酸は泥炭層の深さを増すと共に増加する傾向が認められ、しかも泥炭構成物中の主要成分たることは、既に筆者が諸化學者の研究に基いて別途において詳説した處であるが、その性質に關しては浦上技師の説明がある⁷⁾。すなわち腐植酸は褐色乃至は暗褐色を呈する無定形の物質にして、水には溶解せざるも、分散性強く、水を吸収して著しく膨化する。尙反應は弱酸性を呈し、化學價は8當量にして、多量の鹽基を吸収する性能を有す。また加里および曹達の水酸化溶液に溶解し、石灰、バリウム等とは水に不溶解なる化合物を作り、緩慢なる化學的置換作用を營み、無機鹽類、殊に鐵鹽類の添加によつて凝固すると言う。斯くの如き性質より見るも腐植酸のみの溶解には、アルカリ溶液を用うることが最も適切なることが知られる。

實際上無水醋酸処理法によつて濃縮した各層位の資料中より、如何に注意して等量の數滴を取つてプレパラートを完成しても、その中に含まれる花粉粒の密度は層位によつて著しき逕庭あるを免れ得ない場合がある。これはもとよりその當時の泥炭地の附近に生育せる森林樹木の密度によつて、飛來する花粉粒に疎密があり、またその當時の泥炭堆積状態の異なることに基因するところ多しと言うも、一方において上述せる如き泥炭層の各層位における有機成分の含有量に著しき差違あるため、ことに

深層においては腐植酸を増加するを以て、それ等に適合する泥炭の処理がなされない点にも素因があると思う。

要するにアルカリ処理法も、無水醋酸処理法も、その結果として現われた花粉百分率にはほとんど相違を見出し得ないのであるが、少くとも後者は前者よりも理論的には躍進の跡が認められる。しかし上述の如く泥炭層が表層と深層によつて有機成分の含有量について著しき相違がある以上、方法論としては、無水醋酸処理法も未だ完璧なるものとは言い得ないであろう。

次に歐米諸學者の如く各層位より取つた、一定量の泥炭資料中に含まれる花粉粒の疎密を數的に現わし、花粉頻度として、その當時泥炭地の周邊を取り圍む、森林の疎密度を説明せんとした方法についても、議論の餘地が存することとなる。すなわち如何に嚴格に取つた一定量の泥炭と雖も、元來當初の環境條件によつて堆積に要した年數にも相違があつて、その中に含有せられる花粉粒數も、自ら異なることは當然のことである。すなわち分解の進行せる層位ほど單位量の堆積に要する經過年數も大にして、花粉粒の密度も大なるものと見るべきである。この點のみよりするも一枚のプレパラート中に出現する花粉の疎密によつて表わした花粉頻度を以てはその當時の森林の疎密を論ずることは頗る危険である。加ふるに從來の如く各層位に含まれる化學組成を顧慮することなく、表層より深層まで一樣なる処理法を適用する場合には、表層および深層の部分によつて除去せられる有機成分の量は異なるを以て、自然均一に濃縮せられたプレパラートを作り得ないこととなる。したがつてここにもまた誤差の原因が伏在していると思う。

筆者も勿論その當時の森林の疎密状態が泥炭地に集積した花粉粒の疎密に反映することは認めている。しかしアルカリ処理法、乃至は無水醋酸処理法によつて作製せられたるプレパラートの上に出現する花粉頻度を、直ちに當時の森林の疎密と結びつけることには、尙研究の餘地が存することと思う。

(2) 北日本泥炭処理法の研究結果

花粉分析の目的に最も適合した処理法は、泥炭の構成物質を合理的に溶解乃至は分解せしめて、化石花粉を完全に濃縮することにあるは言うまでもない。この目的達成のためには、化石花粉膜の構造とその性質ならびに泥炭の構成物質に對して深き知識を有することが肝要である。如上述ぶるところの基礎研究もこの目的に出發したものに他ならない。

先ず筆者は花粉分析の目的より泥炭の重要組成成分たる有機成分を化學的に除去して安全に化石花粉を残存せしむるために最も合理的なる方法の検討を試みた。泥炭を構成する有機成分中、その主要なるものは腐植酸、纖維素、リグニンの3要素であつた。したがつてこれ等3要素を溶解乃至は分解せしむることが、泥炭処理の主目的でなければならない。腐植酸がアルカリに對して可溶性であることは前項記述の如くであるが、この際アルカリ溶液は腐植酸のみならず、ヘミセルローズおよびリグニンの一部をも溶解せしむる。また纖維素の分解試薬として一般に用いられるものには濃硫酸、加醋分

解試薬（無水醋酸 9 と濃硫酸 1 の混合液）および銅アンモニヤ溶液が挙げられている。この内濃硫酸は加水分解によつて纖維素を低分子の化合物に變じ、3 者のうち最も急激なる作用をもつとされ、加醋分解試薬による場合は、加水分解と酸化作用が起り、前者と同様纖維素を低分子の化合物に變じて溶解するのであるが、濃硫酸を直接作用せしめる場合に比較すれば著しく穏かな作用を持つている。最後に銅アンモニヤ溶液は加水反應 (Hydration) によつて纖維素を膨化分散せしめ、コロイドとして溶解せしめるもので、加醋分解試薬よりも作用はさらに緩慢なる特徴を持つ。したがつて花粉分析の目的より、成るべく花粉膜を侵害することなく、纖維素を溶解せしむる目的のために選擇する試薬としては、その作用の急激ならざる加醋分解試薬或は銅アンモニヤ溶液を選ぶべきであろう。

次にリグニンを溶解して分離せしむるために用いられる試薬としてはアルカリ・亜硫酸、酸性亜硫酸鹽、鹽素、二酸化鹽素或はフェノールが挙げられている。これ等の内木材よりリグニンを除くには、アルカリ (4—5%) を以て 150—170°C において 4—5 時間煮沸すればリグニンはアルカリリグニンとして溶解し、亜硫酸 (4—6%) を以て 140°C において 6—7 時間煮沸する時はリグニンはリグノスルホン酸又はその鹽となつて溶解する。また木材をフェノールと共に 180°C にて約 48 時間熱する間にはリグニンおよび纖維素以外の高級炭水化物は溶解し去る^(*)。また硝酸 (2—3%) を以て 90—100°C において 1 時間熱する場合にはニトロリグニンを作り、これをさらにアルカリにて處理する場合は溶解する。さらに水の存在において鹽素を反應せしむれば黄色のアルカリ又は亜硫酸に容易に溶解する鹽化リグニンを生ずることが既に知られている^(*)。前項に述べた如く G. Erdtman は泥炭を 99% の CH_3COOH (4 c.c) に數滴の NaClO_3 (33%) と HCl (1 c.c) を加えて處理することにより發生する鹽素を以て漂白と同時にリグニンを分解せしめている。これ等の諸方法のうち高熱を長時間加える處理は、花粉膜の損傷を來す虞れあるを以て花粉分析の目的よりすれば、鹽素處理をもつとも適當とするであろう。この點 G. Erdtman の採用せる鹽素法がもつとも合理的なる處理法といひ得られる。

筆者は如上の化學的處理の検討を行う目的を以て、北日本泥炭地について次の如き實驗を行つた。實驗に用いた泥炭は北海道長万部村における洪積世に屬するチブタジナイ亞炭で、先ず一塊の泥炭を粉碎し、これを充分混合して各 0.2 gr 宛 20 個を秤量した。ここに秤量された 0.2 gr の各亞炭粉は如上の操作によつて夫々均等の花粉粒を含むものとして取扱つたのである。

實驗第 1 類

G. Erdtman は鹽素處理の時間を 2.3 秒乃至は 1 分として漂白の目的を達するとしている。しかしこの作用が漂白のみならずリグニンを鹽化リグニンとして溶解せしむる必要があるを以て、本實驗においては時間を約 10 分間として既述の論據よりリグニンを充分鹽化リグニンとした後アルカリおよび亜硫酸曹達を以て溶解せしめんとした。

A. 鹽素處理 + 水醋酸 (洗滌) + 加醋分解

本實驗は G. Erdtman の無水醋酸處理法で同一資料につき比較するために行つたものである。

* 三浦伊八郎，西田屹二；木材化學，昭和 7 年，213 頁。

先ず 0.2 gr の泥炭粉に 4 c.c の氷醋酸を入れ、それに 7 滴の NaClO_3 (33%) を滴下して約 1 c.c の HCl を加えて 1 分後に円心分離器にかけ水で洗つて、さらに氷醋酸 5 c.c で洗滌し、無水醋酸と濃硫酸の混合液 (9:1) を 10 c.c 加えて 65°C の湯煎中にて約 10 分間熱した後水で洗う。

B. 鹽素處理+アルカリ洗滌+氷醋酸洗滌+加醋分解

鹽素處理を約 10 分間行つた後水で 2 回洗滌し、1% の NaOH を 10 c.c 入れて 40°C の温湯中に 10 分間入れて、鹽化リグニンおよび腐植酸を溶解せしむる。しかして A と同様に氷醋酸洗滌および加醋分解を行う。

C. 鹽素處理+亞硫酸洗滌+氷醋酸洗滌+加醋分解

B における NaOH の代りに亞硫酸 (1%) を使用する。

實驗第 2 類

本實驗の據點は纖維素を除去するために加醋分解試薬よりもさらに緩慢なる作用を持つ銅アンモニヤ溶液を使用せるものである。

D. 鹽素處理+銅アンモニヤ溶液

B と同様に鹽素處理を 10 分間行いたる後銅アンモニヤ溶液 10 c.c を加えて 40°C の温湯中にて 10 分間熱する。

E. 鹽素處理+アルカリ洗滌+銅アンモニヤ溶液

鹽素處理およびアルカリ洗滌は B に同じく、銅アンモン處理は D に同じ。

F. 鹽素處理+亞硫酸洗滌+銅アンモニヤ溶液

鹽素處理および亞硫酸洗滌は C に同じく、銅アンモン處理は D に同じ。如上の 3 種の銅アンモニヤ溶液による處理法は實驗第 1 類 A, B, C の何れに比較するも、良好なる結果を得られなかつた。

實驗第 3 類

本實驗は先ず NaOH を以て腐植酸を溶解せしめ、しかる後にリグニンおよび纖維素を除去せんとした。

G. アルカリ處理+鹽素處理+氷醋酸洗滌+加醋分解

NaOH (1%), 10 c.c を以て 40°C にて 10 分間熱し、2 回水で洗滌した後、鹽素處理および加醋分解を B と同様行う。

H. アルカリ處理+鹽素處理+亞硫酸洗滌+氷醋酸洗滌+加醋分解

NaOH 處理は G と同じく、先ず腐植酸を除去して次に鹽素處理によつて生じたる鹽化リグニンを亞硫酸 (1%) によつて溶解せしめ、さらに加醋分解を行つたのである。

I. アルカリ處理+鹽素處理+銅アンモニヤ溶液

纖維素を除去するために加醋分解の代りに銅アンモニヤ溶液處理を用いたるものである。ここに

掲げた実験第3類に属する3種の実験のうちHはAおよびBに匹敵する如き良好なる結果を得たるも、操作が煩雑となるのみならず、花粉膜に対する危険性を伴う虞れがある。GおよびIは何れもAおよびBの結果には達し得なかつたのである。

実験第4類

第1, 2, 3類実験において鹽素処理は G. Erdtman の採用せる処理法を用いて生ずる發生機の鹽素によつたものであるが、本実験においては鹽素瓦斯を直接水の存在において泥炭資料に作用せしめて、上述の夫々の場合について検討したものである。しかるに本結果は何れも G. Erdtman の処理法以上に出ることができなかつた。尙実験操作上多少不便なる點が存在する。

実験第5類

本実験はリグニンの除去に際して硝酸を用いたものである。実験第1, 2, 3類における場合について鹽素処理に代うる硝化作用を以てしたが、何れも前者に優る結果を得ることができなかつた。

実験第6類

V. Post のアルカリ処理法を比較実験のために行つたものである。

以上掲ぐる如き諸種の實驗について比較検討を試みたところ、實驗第1類Bが最も良好なる結果を示したのである。勿論實驗第1類Aに掲げた G. Erdtman の無水醋酸処理法よりも、また實驗第6類に示したアルカリ処理法よりも花粉濃縮の點において効果的なものであつた。さらに筆者は如上の3者について花粉百分率を求めたところ何等の相違點を發見しなかつたのである。

要するに實驗第1類Bは鹽素處理、弱アルカリ處理、無水醋酸處理の3者を併用せる方法で、G. Erdtman の無水醋酸處理法とは異なり、鹽素處理の後に1%のNaOHを作用せしむる點に特徴があり、その目的とするところは鹽素處理によつて生じたる鹽化リグニンをアルカリを以て溶解せしむるのみならず、北日本泥炭の有機成分中多量に含有せられる腐植酸をも溶解せしめんとしたものである。したがつて本法は前項に指摘せるアルカリ處理法および無水醋酸處理法の欠點を補うに足るものと思われる。

ここにおいて筆者は北日本泥炭の處理法としては、實驗第1類Bを採用することが、理論的にも、また花粉検出に要する時間を節約する點においても、他の何れの方法よりも秀れたる處理法と考えている。

3. 南樺太及び北海道現存森林と泥炭地表層における花粉組成に関する考察

a. 現存森林と泥炭地表層における花粉組成との關係

花粉分析法は、森林變遷史の研究法としては頗る有効適切る手段たることが實證せられ、既に歐米諸國の泥炭地について幾多の業績が存することは前項に述べた通りである。しかるに本法を諸種の條件を異にする我國の泥炭地に始めて適用せんとするに當つては、先ず泥炭地表層における花粉分析の結果がその地方の現存森林と如何なる關係にあるかを吟味することが先決問題となつた。筆者はこの

問題解決のため既に南樺太北部における泊岸および亞屯舊京大演習林ならびに幌内川沿岸の泥炭地表層においての研究結果を、昭和10年発表し⁸⁵⁾、泥炭地表層の花粉分析結果は、該地方の現存森林の構成状態を略正確に表現することを明にして、花粉分析法の理論は、南樺太北部に於ても適用し得られることを立證し得たのである。しかるに本項においては、さらにその範囲を広め、南樺太北部に止まらず南樺太南部および北海道に亘る筆者の花粉分析を行つた各泥炭地の表層における花粉百分率はその附近の現存森林と如何なる関係にあるかを検討せんとしたものである。

南樺太における植生を構成する重要な植物群落は次の如く大別することができる。

A. 喬木群落

1. 針葉對林

a) エゾマツ，トドマツ林

b) グイマツ林

2. 針濶混淆林

a) エゾマツ，トドマツ，サウシカンバ混淆林

3. 濶葉樹林

a) 河岸濶葉樹林

b) 山岳濶葉樹林

B. 灌木群落

1. ケヤマハンノキ叢林

2. ミヤマハンノキ叢林

3. ハヒマツ叢林

C. 山火跡地群落

D. 泥炭地群落

E. 岩石地群落

F. 海濱群落

G. 湖沼群落

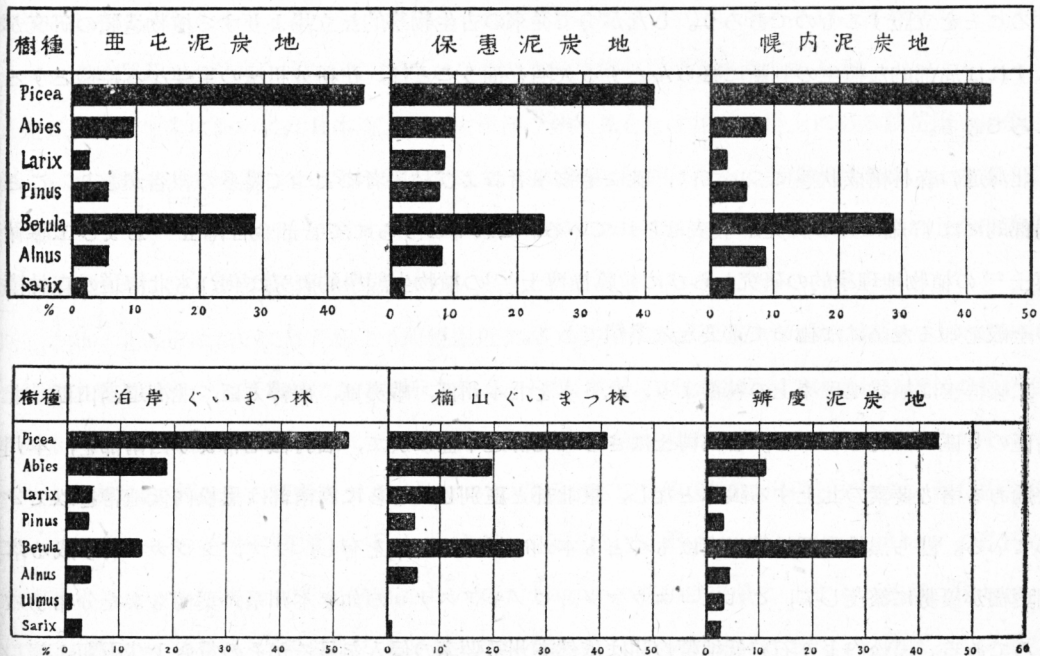
これ等の中で泥炭地に飛來する花粉の源泉となるものは喬木林，灌木叢林である。殊にエゾマツ，トドマツ林はその占領面積もつともひろく，南樺太全域を覆う優勢なる植物群落である。しかるにエゾマツ・トドマツは何れも純林を形成することは極めて稀で，多くの場合両者が混淆するか或はサウシカンバとの混淆林を形成している。さらにエゾマツ・トドマツの混淆歩合は各環境によつて夫々異なる状態にあるも，總括すれば後述する如く南部においてはトドマツの混淆歩合大となり，北部に於てはエゾマツの割合が大となつている。グイマツ林はその分布面積は前者に比すれば頗る極限せられた範囲に止まり，一般に泥炭地針葉樹林を形成するのが通例であるが，この他に海岸および河岸の砂

丘ならびに山火跡地に侵入するも、その面積は僅少の程度に過ぎない。

濶葉樹林は河岸の沖積層に成立するもの、ならびに山岳地の上部に成立せるものの両者に分類することができる。前者はドロノキ、ヤナギ類、サウシカンバ、シラカンバ、ケヤマハンノキ、オヒヨウ、ハルニレ等より成り、後者はサウシカンバより形成せられている。針濶混淆林は山岳地において見られ、エゾマツ、トドマツ、サウシカンバより成るものである。次に灌木叢林として挙げられる、ケヤマハンノキ叢林は泥炭地の周縁或はその他の低濕地に存し、ミヤマハンノキ叢林は山岳上部或は海岸に分布している。さらにハヒマツ帯は一般に森林限界の上部を占め、如上のミヤマハンノキ叢林の上部に蟠踞している。

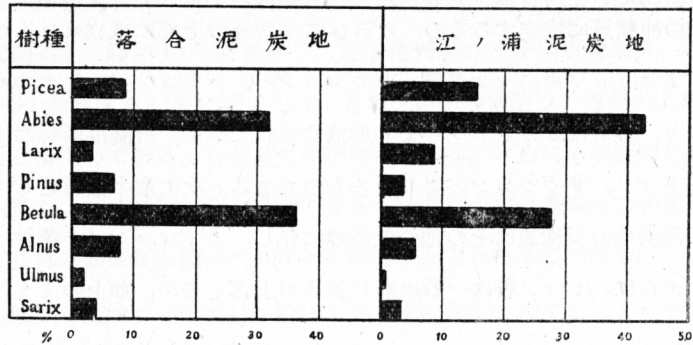
南樺太北部における泥炭地表層の花粉分布状態が、その附近の現存森林の構成状態を略正確に表現することは既述の通りであるが、第1圖に掲げるところを以ても、その大略を窺知することが出来る。すなわち南樺太の最北部に位置を占むる亞屯、保惠、幌内の各泥炭地における花粉分析の結果は何れもエゾマツを主とするエゾマツ・トドマツ林にサウシカンバの相当量が配在する型を示し、さらに北緯49°附近にある泊岸、楠山グイマツ林内の結果も依然として、エゾマツを主とする本地域の廣範圍に亘る森林構成状態を表現せることが觀取せられる。

第1圖 南樺太北部泥炭地表層の花粉分布圖



次に南樺太南部に存する落合および江ノ浦泥炭地については第2圖に示す如く、トドマツを主とする、トドマツ・エゾマツ林に濶葉樹としては Betula (サウシカンバ、シラカンバ)の優勢なることを示し、後述する如く、本泥炭採取地に花粉を飛散せしめ得る廣範圍の地域内の森林構成状態の特徴を略正確に反映している。

第 2 圖 南樺太南部泥炭地表層の花粉分布圖



要するに泥炭地表層における花粉百分率は、その附近における森林構成状態を略正確に表現するものであつて、殊に北部における敷香および幌内泥炭地、南部における落合および江ノ浦泥炭地の如きエゾマツ・トドマツ林よりは相當なる距離を有する個所においても、また泊岸、楠山グイマツ林の如き、現存するグイマツ林内に選んだ場合にあつても何れも泥炭地を取り囲む相當廣範圍の地域内に存する樹種の混淆歩合を再現している。

かかる事實は、分析の結果にあらわれた花粉百分率は、泥炭採取地の周圍に見られる樹種のみによつて著しく混亂を生ずることなく、常にそれを取り囲む廣汎なる地域内の樹種混淆状態の現状を表現することを立證するものであろう。したがつて従來の古生物學的な立場よりする植物遺體の研究が動もすれば局部的な植生の判断に終らんとする欠陥を補うことは、花粉分析法の重要な特徴とするところである。

北海道の森林構成状態については、既に植物學者および林學者によつて幾多の報告があり、ことに局部的には詳細に亘る研究が發表せられている。これ等のうちにて宮部金吾博士³¹⁾および工藤祐舜博士³²⁾の植物地理學的の研究ならびに館脇操博士¹⁷⁾の植物生態學的研究は何れも北海道の森林構成の全般を知るためには極めて重要な業績である。

工藤博士は植物地理學上の特徴より、北日本を北本州區、蝦夷區、南樺太區、北海道高山區、北千島區の5區に類別している。宮部博士はさらに北海道本島に於て、石狩低地帯より西南部を、本州と共通ある南方要素の北上する限界となし、東北部と區別してさらに西南部は黒松内低地帯を以て2分している。即ち黒松内低地帯以南はもつとも本州に親近の要素を有し、ブナ、ミヅナラより成る落葉闊葉樹が優勢に繁茂して、これにゴエウマツ、ヒノキアスナロの如き本州系針葉樹もまた分布するところである。黒松内より石狩低地帯の間は依然本州系要素の侵入を見るがその量および種類は著しく減少して、北方系要素であるトドマツの量を増加し、ことにエゾマツおよびアカエゾマツの如きは黒松内低地帯以南には分布していないのである。

宮部博士は北海道東北部についても、太平洋沿岸地帯、日本海岸地帯、東北部沿岸地帯および高山地帯において植物地理學上より夫々特徴の存することを指摘している。ここに東北部と稱する區域は

全般的に針葉樹林がよく發表して、トドマツの優勢なるトドマツ・エゾマツ林と、この針葉樹林に混じて相當多くの潤葉樹林が存在する。しかもこれらの潤葉樹中森林構成要素の重要因子として認められるエゾエノキ、コナラ、クリ、アオハダ、ミツデカヘデ、アカシデ、アオダモ等は本州系要素であつてドロノキ、エゾヤナギ、ケヤマハンノキ、オヒヨウ、ハルニレ、ヤチダモ、テウセンヤマナラシ等は樺太を経て南下した大陸系要素と見られている。

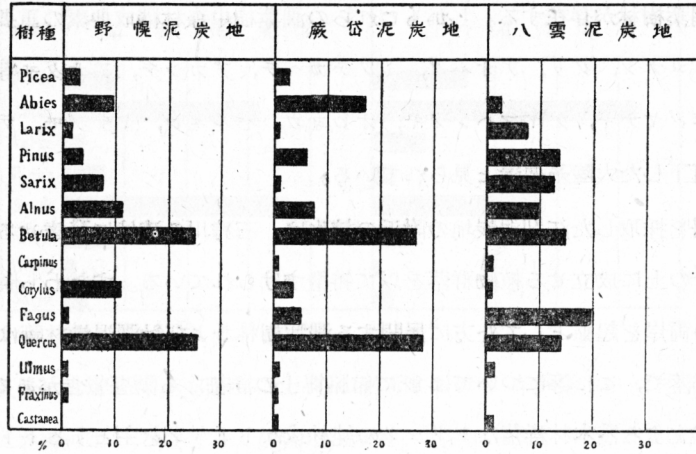
花粉分析の資料を採取した江別泥炭地の附近の植生は、石狩川の流域に發達せる沖積層と、その間に介在せる洪積層の上に成立せる植物群落を以て特徴づけられている。すなわち廣漠たる面積を占むる泥炭地と河川の兩岸を起點として外方に展開する潤葉樹林および針潤混淆林等は洪積層上に成立する主要なる植物群落で、これ等については既に館脇博士の詳細なる調査報告がある。^{(5) (6) (61)} さらに現在洪積層上に成立する喬木林群落はトドマツの純林或はトドマツを主とするトドマツ・エゾマツ林およびこれ等にカツラ、シナノキ、イタヤカヘデ、アカダモ、ハリギリ、ミヅナラ、シラカンバ、ウダイカンバ、エゾハンノキ等を混する針潤混淆林を主とし、それに一部上記の潤葉樹の純林を配する状態が見られる。野幌國有林はその代表的なものにして、それについては既に詳細なる調査書が發表せられている⁽⁶²⁾。

要するに本地域における森林を構成せる樹種の内、泥炭地に埋没する花粉の源泉となるべき主要なる樹種としては、ウダイカンバ、シラカンバ、ミヅナラ、ケヤマハンノキ、ニレ、オヒヨウ、ヒメヤシヤブシ等の潤葉樹の外にトドマツ、エゾマツの如き針葉樹が挙げられるであろう。

また黒松内低地帯においては日本海および太平洋の分水界をなす第3紀層上にある蕨岱附近は敘上の如く、南方要素の影響甚しき北限に當るを以て、森林構成状態にもその影響が見られ、その最も甚しき特徴はブナの出現である。さらに南方にあたる八雲においては、ブナの擡頭著しく、且つ北方系要素のエゾマツは全く影を没している。

斯くの如く北海道においては八雲より野幌附近まで、北上するにしたがつて森林組成の上に現われたる樹種の變遷状態は、第3圖において示す如く、八雲、蕨岱、江別の各泥炭地における表層の花粉百分率にも略正確に現出せられるところである。すなわち八雲泥炭地の表層における花粉百分率はエゾマツを代表する *Picea* の花粉を欠き、*Fagus* の花粉がもつとも優勢に出現している。蕨岱泥炭地においては *Picea* の花粉が擡頭し、*Fagus* は著しく減少して、*Betula*, *Quercus*, *Abies* の花粉が主要部を占めている。また江別泥炭地においては *Fagus* の花粉は微量に止まり、依然、*Betula*, *Quercus*, *Alnus*, *Abies* が優勢なる主要素となつている。ここに注意すべきは、前3者とも少量の *Larix* の花粉を検出することである。恐らくこれは北海道南半において明治年間以來造林せられた信州カラマツの影響と見るべきであろう。後述する如く *Larix* の花粉は各泥炭地とも表層 20 cm 迄を除いてはそれ以下の沖積世に屬する各層位には全然發見せられていないことは如上の事實を證明するに足るものであろう。また野幌附近は現在ブナの分布限界を越えた地域にあるも、なおかつ少量の

第 3 圖 北海道泥炭地表層の花粉分布圖



Fagus の花粉を検出することは、黒松内低地帯附近を以て北限とせる プナの花粉が遠く飛來した結果と解すべきであろう。勿論斯の如き遠隔地域より飛來する特殊の花粉の出現は 1—2% 程度であつてその附近の重要樹種の花粉百分率を混亂せしむることのないのは、別途所論の通りである。しかるに Fagus よりも飛散力大なりと見られる Picea の花粉が、プナの北限に對する江別泥炭地に、略相似の距離にある八雲泥炭地に出現せざる點は注意を要するところである。筆者はこれが原因を専ら常風の關係と結びつけたいのであるが、後述する如く江別泥炭地の各層位に少量ながら Fagus の花粉を検出し、八雲泥炭地の各層位に Picea を欠除する點より見て沖積世の初期以來今日の如き常風配置關係が連続していたと言う想定を下すべき氣象上の材料を持たないのである。何れにしろ如上の江別泥炭地における Fagus の花粉と云い、また八雲泥炭地に Picea の出現せざる事實と云い、斯くの如き分布の限界地域においては特に重要な意味を有するものである。

如上述ふる如く各泥炭地表層に於ける花粉百分率は夫々南樺太の北部および南部と北海道西南部における森林構成状態の特徴を略正確に表現するものである。この筆者の證明は、少くとも北日本泥炭地における過去の各層位の花粉百分率も、その層位の屬する時代時代における附近の森林構成状態を略正確に現出するものなりと言う理論の根據となつてゐる。殊にここに南樺太及び北海道と稱するほとんど全域に亘つてもつとも優勢に繁茂せるエゾマツ、トドマツはその花粉形態を容易に識別し得られることは既に發表したところである。¹⁷³⁾

したがつて泥炭地表層における両樹種の花粉百分率が、現存森林におけるエゾマツ・トドマツ林の混淆歩合と相一致することは、過去における両樹種の花粉百分率もまた、その當時の両樹種の混淆歩合を再現するものなりと言う論據を與えるものである。

b. 泥炭地表層の花粉組成に關して考慮すべき要件

前項所説の如く北日本泥炭地の表層における花粉百分率の組成は、現在における森林構成状態を略正確に表現するものであつたが、その際例えば Betula, Fagus および Pinus について、また

イマツ林内の採取資料の如き、解釋上に多少ながら考慮を加える必要があつた。したがつて花粉分析の結果は、當時の森林構成状態を略正確に現出するものなりとは言え、なお次の如き、その結果を攪亂せんとする諸因子が存在していることを念頭に置かなければならない。

i) 常風の關係。泥炭地の周邊において數十籽の半徑内には全く松林が存しない場合にも花粉を豊富に検出し⁹⁷⁾、また泥炭地の附近に松林の存在せる場合と雖も、場所によりその花粉の検出量に多少の相違あるは開花期における常風の方向に支配されたものであると言う。

ii) 花粉の飛翔距離。一般に氣囊を有する *Pinus*, *Picea*, *Abies* の如き花粉は氣囊を有せざるその他の花粉よりも空氣中における浮游力大にして、したがつてその飛翔距離の大なることは容易に推定し得られる。Hesmer⁸¹⁾ によれば *Picea* はその生育限界から 25 籽の距離においては 5% を示し、4 籽の距離において 14% を示している。しかし Hesselman は花粉の飛翔距離について燈明船を用い詳細なる研究をなし花粉百分率は遠方より運ばれる花粉の出現によつて、多少の變化を受くることあるも、その程度は 1—2% と見做され、濶葉樹よりも、針葉樹に多く現われるものと結論している¹⁰²⁾。前項に述べたる如く筆者の分析結果によつても、江別泥炭地は *Fagus* の分布北限より約 80 籽を距るに拘わらず、尙且つ 1—2% の花粉が検出せられている。しかし斯くの如き遠距離より運ばれる花粉の少量の混入によつて、その附近少くとも數十籽の半徑内の森林を構成する主要樹種花粉の混淆百分率が根本的に攪亂せられる如きことは認め得られないのである。

iii) 浮游力および沈降の速度。花粉の種類によつてその浮游力および沈降速度に多少の相違があるは勿論のことである。針葉樹中 *Picea*, *Abies*, *Pinus* の如き氣囊を有する花粉は、他の然らざるものに比し浮游力大にして、したがつて沈降速度の小なることは容易に推定し得られる。また大粒の花粉は小粒ものに比すれば浮游力小さく沈降速度の大なるものである。H. Hesselman (1919) の報告によれば¹⁰³⁾、針葉樹の花粉にして 0.03—0.06 mm の直径を有するものは、静止せる空氣中においては 8—15 cm/sec の沈降速度を持ち、また春より初夏の間においては、上昇氣流と共に一秒間に 1—6 m までの速度を以て上昇することが計算されている。このように花粉の浮游力、沈降速度は樹種によつて多少異なるものであるが、それ等は花粉分布上には大なる影響をおよぼさざることが Malmström, Erdtman, Rudolph, Firbas および Stark¹⁶⁵⁾ の諸氏によつて述べられている。しかし前項において示した *Betula* の花粉の如きは、この浮游力および沈降の速度も考慮の中に入れなければならない場合がある。

iv) 花粉の分解。主要森林樹木の花粉は分解に對する抵抗力大にしてよく泥炭地中に保存されている。しかしそれ等の中には多少分解の難易があり、ドロノキ、ハコヤナギ、カヘデ、トネリコ、イチキ、ビヤクシン等はずもとも分解容易とされ、これ等の花粉は泥炭中に全く出現せざるか、または稀にしか現われていない。したがつて花粉分析法においては、これ等の樹種は取り扱い得ない欠點がある。かかる場合には埋木の存在に注意して補正しなければならない。Hesmer⁸¹⁾ はこれ等の樹種

の冬芽の鱗片種子の泥炭地中における存在に注意して補正を行つている。

v) 花粉生産量の相違。各樹種における花粉の生産量の異なることはやむを得ることであつて、花粉分布圖の解釋上の注意を要する點である。花粉の生産量の順位については Hesmer⁸¹⁾ および Groty の研究がある。すなわちそれによれば マツ→ハシバミ→カバ、シデ→ハンノキ→タウヒ→ブナ→ニレ→ナラ→シナノキ、又はマツ→ハシバミ→ハンノキ→カバ→ブナ→モミ→タウヒ→ナラ→シナノキ、の順であるという。

マツ、カバ、ハンノキ、ハシバミは過大の花粉生産をなし、森林組成の百分比以上に現出すると見られ、現に筆者の分析結果にあらわれた *Betula* の百分率が幾分大なる如きも或程度これに基くものと見做し得るであろう。

以上の諸因子は何れも花粉分析の結果を根本的に覆すが如き價值を有するものにあらざることはいうまでもないが、しかし多數の泥炭地に資料を求むる場合には特に慎重なる注意を必要とするところである。すなわち花粉分析法の適用に當つては、可及的廣範圍の現在の森林構成状態にもつとも正確なる知識をもつことが肝要なる所以である。

4. 花粉分布圖の様式に關する考察

花粉分布圖の目的は泥炭中の底部より表層に至るまでの各層位における花粉百分率の關係とその變化の状態を一目瞭然たらしめ、その間における森林構成状態の判定を容易ならしめんとするところにある。今日迄採用せられたその表現の方法には種々の様式が存するも、一般に縦軸に泥炭層の深さを、横軸に各層位における花粉百分率を取ることを通則としている。

花粉分布圖の様式は花粉分析法の創始者たる V. Post の考案をもつて嚆矢とする¹¹¹⁾。同氏は縦軸に泥炭の深さを、横軸に各層位の花分百分率を取つて、各樹種ごとに異なる色彩を用いて連絡した。すなわち *Alnus* は赤色、*Betula* は淡綠色、*Carpinus* は紫色、*Fagus* は褐色、*Picea* は濃綠色、*Pinus* は暗青色、*Salix* は淡青色を用いた。しかしこの方法は印刷上の不便、その他の理由により後年の諸學者によつて踏襲せられるに至らなかつたものである。

次に花粉分析法の研究發達に絶大なる貢獻をなした G. Erdtman は各樹種の表現に色彩を用うるかわりに彼獨特なる記號を用いた。すなわち *Betula*—○—、*Pinus*—⊙—、*Salix*—⊕—、*Alnus*—□—、*Eichenmischwald*—■—、*Alnus*……、*Quercus*—、*Picea*—△—、*Fagus*—▲—、*Carpinus*—△—、*Corylus*…■—、の如き記號を以て各樹種を結んだのである¹¹¹⁾。この様式は歐米諸學者によつてもつとも廣く採用せられているもので、我國においても沼田教授⁴⁴⁾、神保忠男¹³⁶⁾、宮井嘉一郎²⁹⁾、堀正一⁵⁾の諸氏によつて踏襲せられている。

K. Bertsch¹⁰⁶⁾ は 1931 年一般に用いられつつある G. Erdtman の圖式に改良を加え、各樹種ごとに特殊の記號を用うることなく各層位における樹種を結ぶに實線或は破線を用いて巧みにその盛衰の状態を表現せんと試みた。また H. Losert¹⁴²⁾ は 1940 年ボヘミヤの泥炭地において氷期以降の植生

變遷史の研究に當つて、特殊の様式を用いたのである。さらに亞米利加においては L. R. Wilson および E. F. Galloway¹⁸⁰⁾ は 1937 年、また W. F. McCulloch¹⁴¹⁾ は 1939 年に獨特なる表現法を案出している。

筆者が我が國において始めて、花粉分析の研究に着手した昭和 6, 7 年の頃には、歐洲諸國における諸學者は何れも G. Erdtman の様式を採用しつつあつた。しかるに筆者の研究が進むと共に G. Erdtman の様式には、多少の不便の點を見出すに至つたのである。すなわちその様式は樹種が複雑となる場合においては、特に僅少なる百分率を有する樹種の變遷状態を判定するに明瞭を欠く場合があり、また分析の資料は、5 cm, 10 cm 或は 20 cm ごとに採取せられるもので、各資料間を直線を以て連絡することは、少くとも合理的ならずと考ふるに至つた。したがつて筆者はこれ等の欠陥と不便を補うため種々の考究を加えた結果、昭和 12 年 4 月、日本林學會春季大會講演において發表した花粉分析法による南樺太の樹種變遷に関する研究第一報の説明において特殊なる一新様式を使用したのである⁸⁷⁾。しかるに筆者の様式は、上述の如く同年すなわち 1937 年米國の生態學誌 Ecology Vol. 18, No. 1 所載の L. R. Wilson および E. F. Galloway の共同研究に採用せられた様式に、その表現法が相似たものであつた。その後筆者はさらに研究を加えて第 10 圖以下本篇の説明に用いた花粉分布圖が示す如き様式の採用に到達した。

要するに花粉分布圖の使命は泥炭の各層位における檢出花粉の百分率を明示し、泥炭堆積の當初より今日までの樹種の盛衰をもつとも容易に判讀せしめ、且つ各樹種の相互間に如何なる關係を有するかを表現せんとするのにあることは言うまでもない。したがつて如上の諸學者によつて採用せられた様式もかかる目的のもとに夫々独自の立場より考察が講ぜられたものである。筆者の案出した様式も上述の花分分布圖の使命を考慮して、南樺太及び北海道と云う特殊地域の森林變遷史の表現に最適なるものとして選んだものに他ならない。

Ⅲ. 南樺太及び北海道泥炭地における花粉分析結果

1. 泥炭地の位置・地質・植生状態の概況

(1) 南 樺 太 泥 炭 地

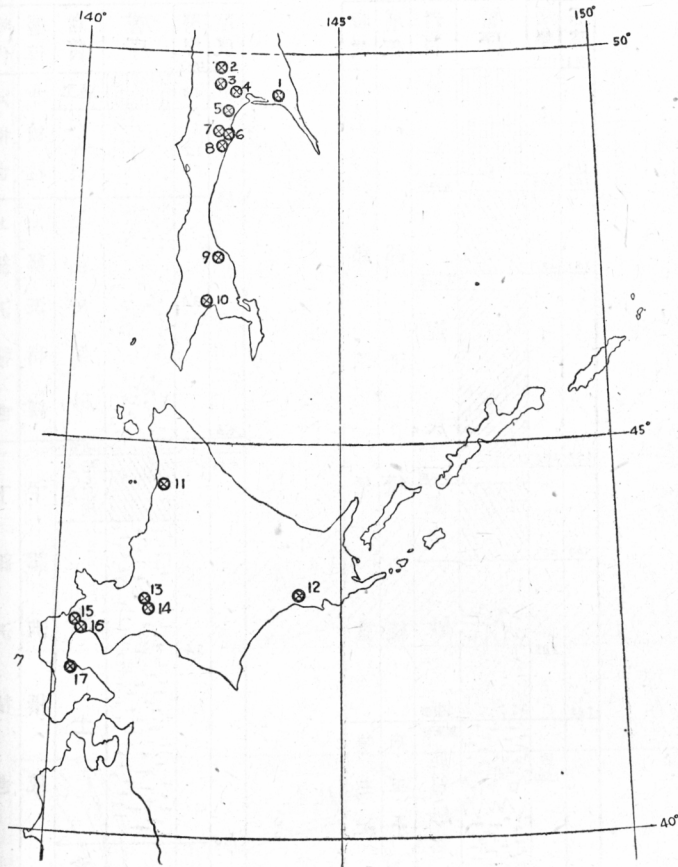
	産地名	位置 (4 圖)	地質状態	植生状態
a	野 頃	南樺太北部の多來加灣沿岸に沿う崖面	洪積層臺地の上に沖積層泥炭をのせる。5 圖参照	高位泥炭地にして植生頗る單調。日本林學會誌 19 卷 9 號参照
b	亞 頓	亞頓川下流の左岸にあり、南樺太最北部泥炭地の代表である。	上部洪積世に屬する泥炭の上に堆積した沖積世に屬する泥炭である	高位泥炭地にして植生状態は a に酷似す。同 21 卷 4 號参照
c	保 惠	保惠川下流の左岸にある。	b に同じ	b に同じ 同 20 卷 11 號参照
d	幌 内	幌内川河口より 15 軒上流の右岸にある。	沖積層上に堆積した沖積世に屬する泥炭である。	b に略同じ 同 23 卷 3 號参照

e	敷	香	敷香川とチヨロナイ川の合流点附近にある。	dと同じく沖積世に属する泥炭である。	dに略同じ昭和16年日本林學會春季大會講演集参照	
f	泊	岸	舊京大樺太演習林事務所構内にあり、海岸より200m入る。	洪積層の丘陵臺地に發達した底部は洪積世、その上部は沖積世に属する泥炭である。	本地域特有の泥炭地上に生育せるぐいまつ林内に選んだものである。	
g	楠	山	舊京大樺太演習林内にあつて、泊岸泥炭採集地と相接して居る。	fに同じ	fに同じ	
h	辨	慶	舊京大演習林内の辨慶川と小野寺川の間に存する。	fに同じ	ぐいまつ林に圍まれた、約2haの高位泥炭地である。	
i	落	合	樺太南部の内淵川下流の落合町の近くにある。	沖積層上に發達した沖積世に属する泥炭である。	高位泥炭地にしてdに酷似するも、ガシカウラン、クロスゲ、ハナゴケ生育貧弱にして、ヒメシヤクナグ、ツルコケモモ、トナカイスゲの生育旺盛である。	
l	江	ノ	浦	留多加川下流にある。	iに同じ	iに酷似する。

(2). 北海道泥炭地及び亞炭層

	産地名	位置(4圖)	地質状態	植生状態				
m	羽	幌	北海道北部の日本海に面した羽幌町より南南西2軒を距る海蝕臺地に存する。	採集亞炭は海蝕臺地の崖面に現はれた上部洪積層中に介在するもので、洪積世中の一時代に属する亞炭(6圖)	京大演習林報告-17號参照			
n	釧	路	北海道の太平洋に面する釧路市内にある。	下部洪積層の中に介在する亞炭で、下部洪積世所産のものである。(7圖)	同 参照			
o	江	別	石狩川及びその支流江別川、豊原川の流域に發達せる幌向泥炭地の一部にして、札幌市の東方約20軒に當る。	沖積層上に發達せる沖積世に属する泥炭(8圖)	高位泥炭地を形成し、その主要植物はミカツキグサ、ヤチヤナギ、ホロムイツツジ、ツルコケモモ、イハノガリヤス、ミツゴケ等であり、所々にササの侵入を見る。			
p	野	幌	野幌國有林より江別泥炭地に移行する崖面に現はれる。	下部洪積層中に介在する泥炭である。(8圖)	野幌國有林の西邊にあり、前面には廣漠たる江別泥炭地が展開する。			
q	蕨	岱	北海道本線蕨岱驛に接續し、南方に稍低位となつて發達す。	第三紀層の上に發達するものであるが、大部分は沖積世所産と見るべきであろう。(9圖)	高位泥炭地であつて、泥炭地上にはササ、ミツバワウレン、スゲ、イハノガリヤス等成育、周縁の森林はミツナラ、ブナ、シラカンバ、サウシカンバ、ヤチハンノキ、シトノキ、イタヤカヘデ、ホホ、ヤチダモ等を見る。			
r	チ	ブ	タ	シ	ナイ	長万部川の一支流チブタシナイ川の左岸の崖面に露出す。	上部洪積世に属する亞炭(9圖)	周縁の林相は蕨岱附近と同様である。
s	八	雲	八雲町の北方遊樂部川の下流にある。	沖積層上に發達せる泥炭で沖積世所産である。	低位泥炭地であつて、表面稍乾燥しササ、ヨシ、イハノガリヤス、ワラビ、ノコギリサウ、シロワレモコウ生育す。この附近には原生林と認められる林相は見られない。			

第4圖 花粉分析個所位置圖



花粉分析個所

- | | |
|-------|-----------|
| 1 野 頃 | 10 江ノ浦 |
| 2 亞 屯 | 11 羽 幌 |
| 3 保 惠 | 12 釧 路 |
| 4 幌 内 | 13 江 別 |
| 5 敷 香 | 14 野 幌 |
| 6 泊 岸 | 15 蕨 岱 |
| 7 楠 山 | 16 チブタシナイ |
| 8 辨 慶 | 17 八 雲 |
| 9 落 合 | |

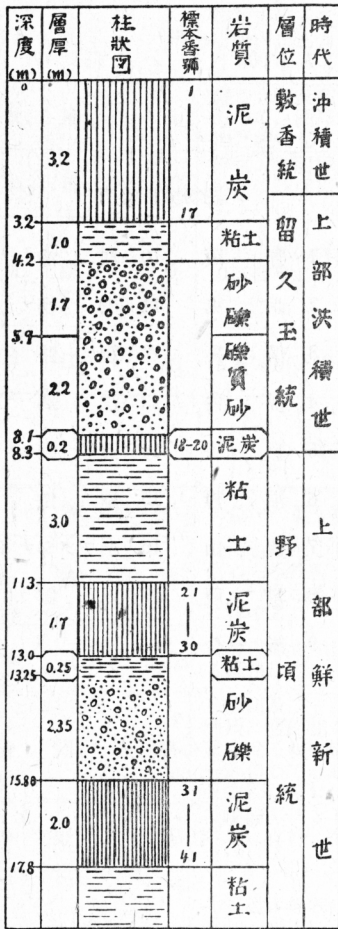
2. 南樺太泥炭地における花粉分析の結果

a) 野 頃 泥 炭 地

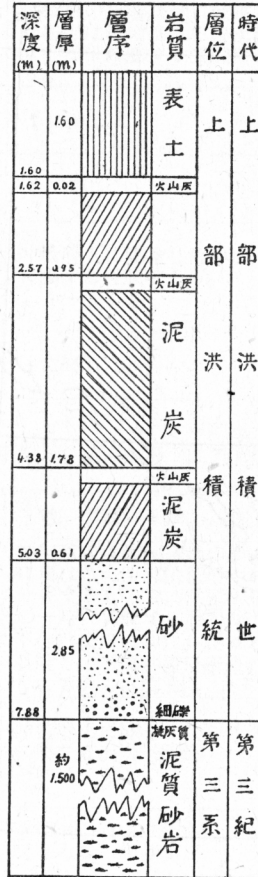
本泥炭地の花粉分析の結果は既に発表した如く⁸⁷⁾、各層位から検出せられた花粉は主として、*Picea*, *Abies*, *Larix*, *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Salix*, *Ericaceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae* に屬し、他に少數の *Ulmus*, *Quercus* の花粉および、*Sphagnum* その他 2, 3 の不明の胞子多數が発見せられた。

現在の泥炭地表層の花粉分布に影響をおよぼすべき樹種は、前項所説の如く、*Picea*=エゾマツ、*Abies*=トドマツ、*Larix*=グイマツ、*Pinus*=ハヒマツ、*Betula*=サウシカンバ、シラカンバ、ヒメカンバ、ポロナイカンバ、*Alnus*=ミヤマハンノキ、ケヤマハンノキ、*Salix*=ヤナギ類と考えられる。なお過去の地質時代においても特に差違ある花粉の形態は検出せられていないところよりすれば、上

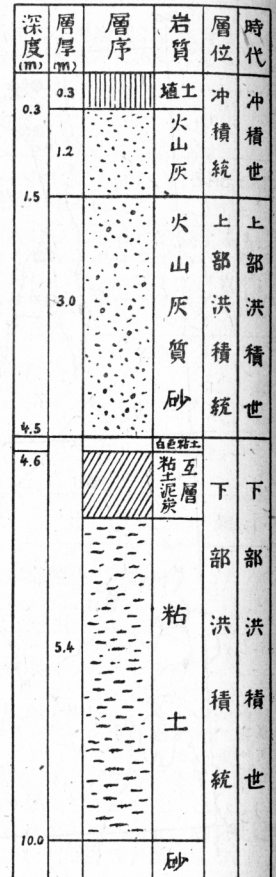
第5圖 野頃泥炭地の地層断面圖



第6圖 羽幌泥炭地の地層断面圖



第7圖 釧路泥炭地の地層断面圖

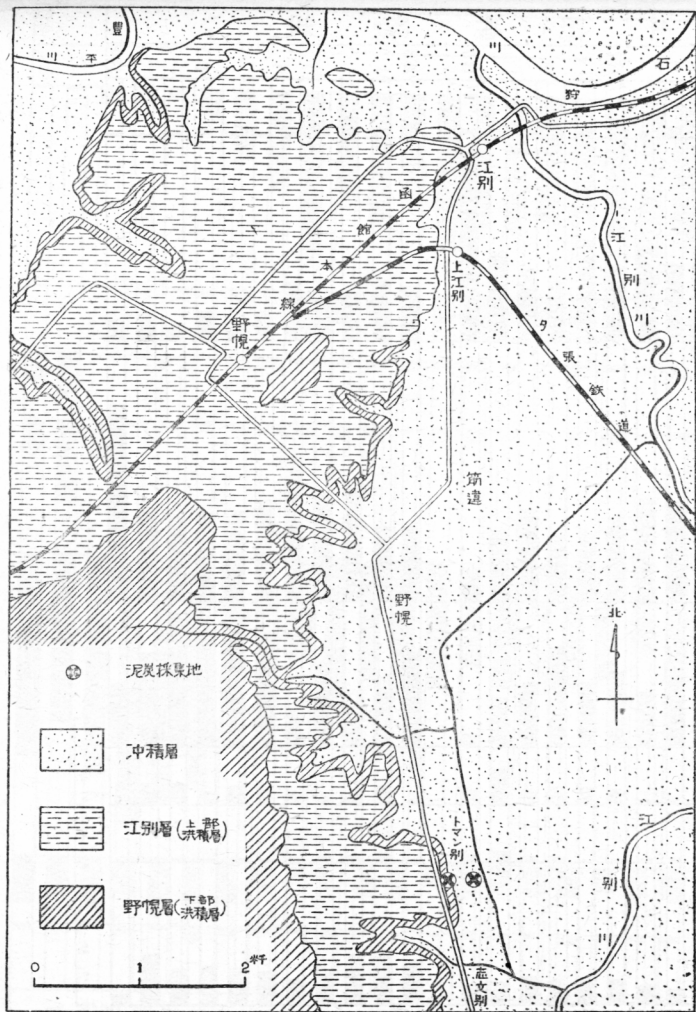


(第5, 6, 7圖 佐々保雄博士原圖)

部洪積世および沖積世についても 現在と略同一の樹種が生育していたと考うべきであろう。

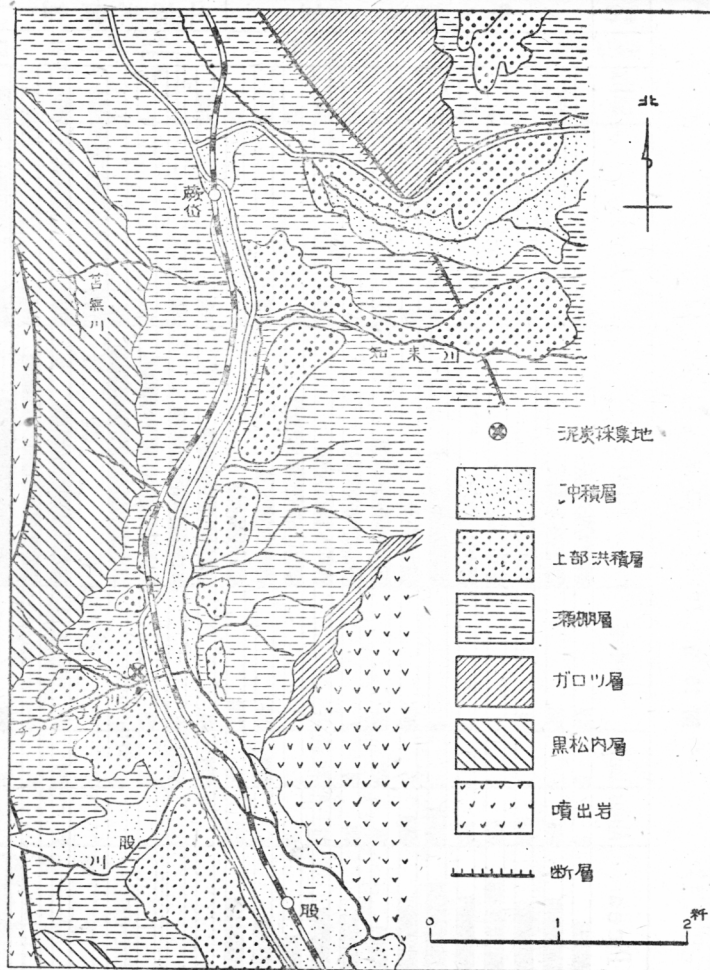
如上の検出花粉中樹木花粉に属する *Picea*, *Abies*, *Larix*, *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Salix* の7種類についての變遷状態は第10圖によつて窺うことができる。これを要約すれば各層位は次の如く特徴づけ得るであろう。(既に發表した泥炭地は樹木花粉の百分率表を省略した)

第8圖 江別野幌附近地質圖



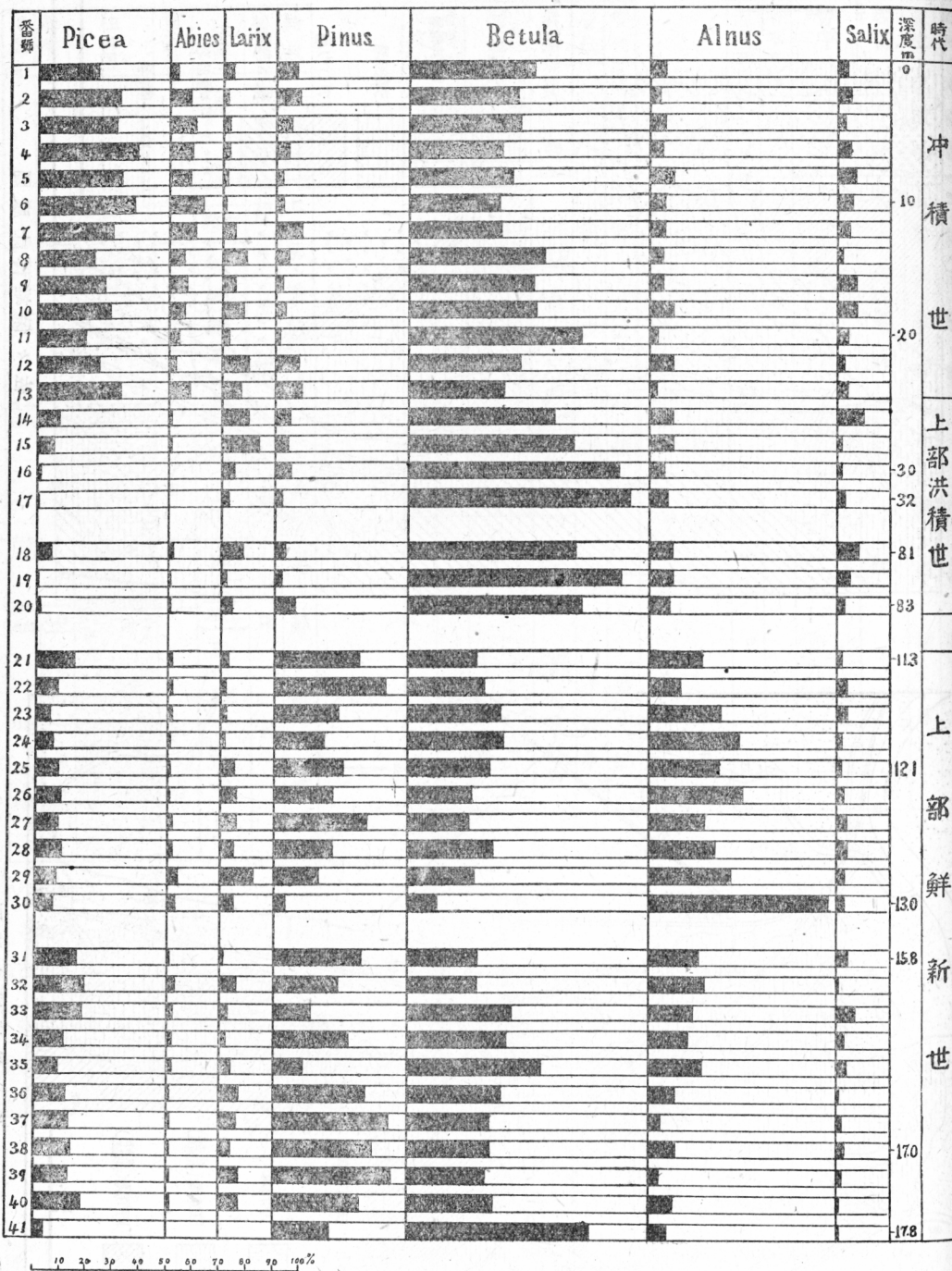
佐々保雄博士原圖

第9圖 巖谷二股間地質略圖



佐々保雄博士原圖

第 10 圖 野頃泥炭地花粉分布圖

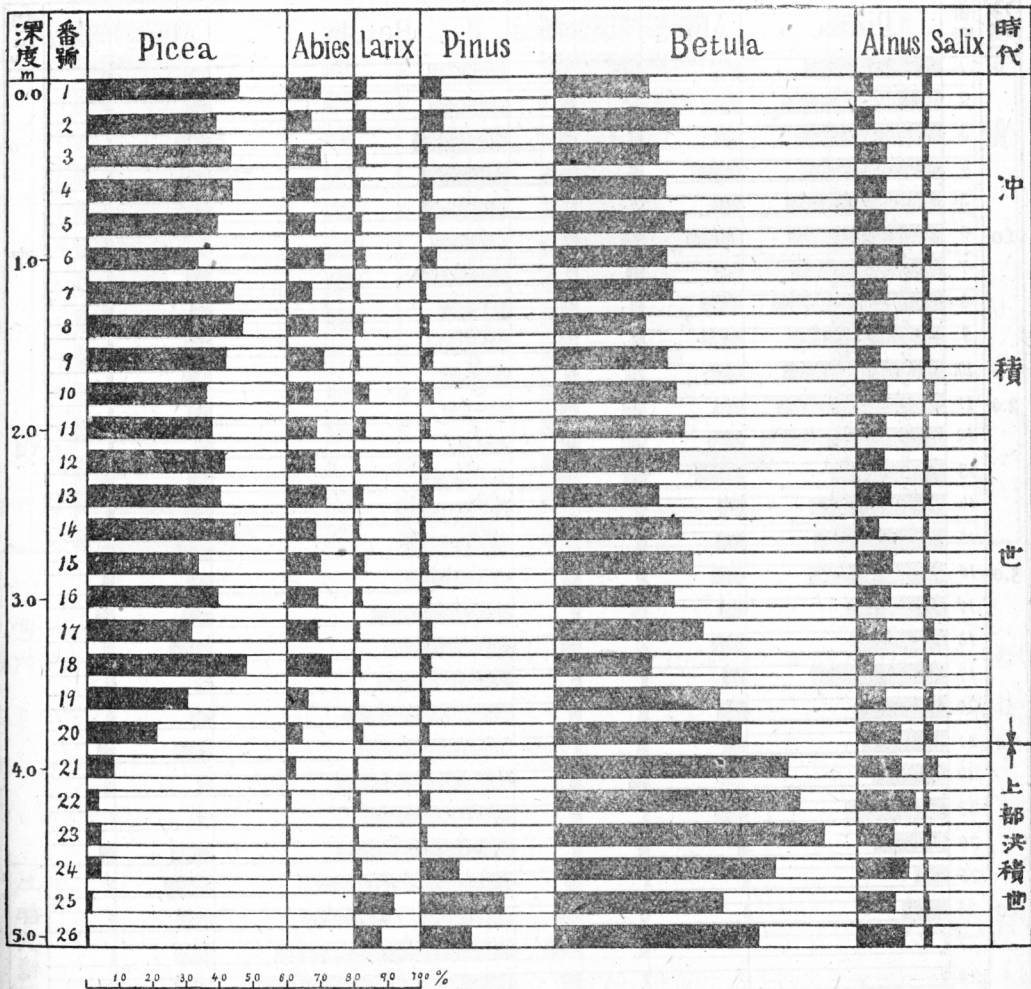


- 資料 1—13號 (沖積世) Picea, Abies (エゾマツ・トドマツ) 優勢時代
- 資料 14—17號 (上部洪積世上位) } Betula (カバ) 優勢時代
- 資料 18—20號 (上部洪積世下位) }
- 資料 21—41號 (上部鮮新世) Pinus, Alnus (ハヒマツ・ハンノキ) 優勢時代

b) 亞頓泥炭地

亞頓泥炭地の花粉分析結果も既に発表した如く⁸⁾ 検出せられた花粉の種類は野頃泥炭地におけるものと同様である。検出花粉中樹木花粉に屬する Picea, Abies, Larix, Pinus, Betula, Alnus, Salix の7種類に就いての花粉百分率ならびにそれ等各樹種の變遷状態は第11圖を以て推測することができる。

第11圖 亞頓泥炭地花粉分布圖



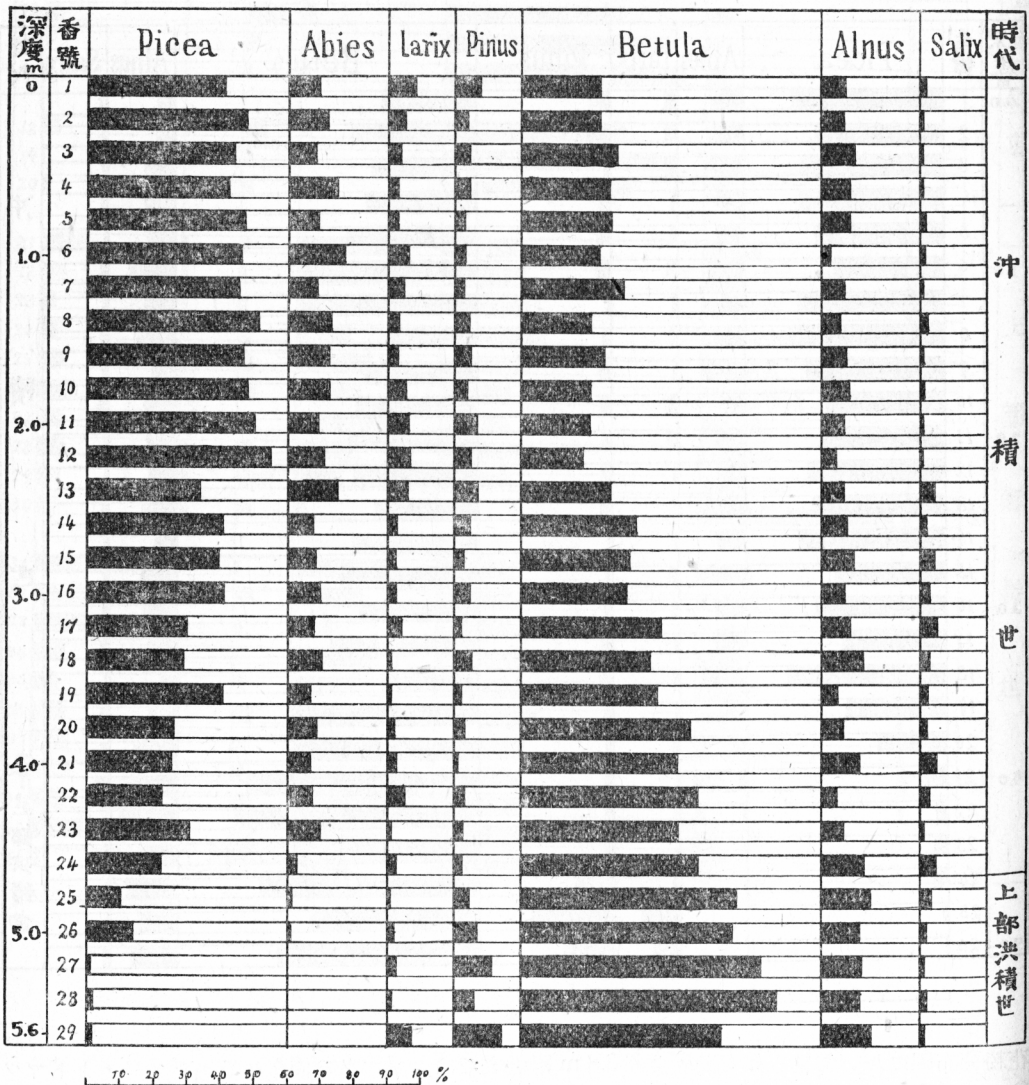
花粉分布圖において見る如く表層より3.8m附近まではエゾマツの優勢なるエゾマツ・トドマツ時代を現出するも4.0mの個所を略限界として、泥炭堆積の初期に屬する4.0—5.0mの間においてはカ

パ類最も優勢に發達し、エゾマツ・トドマツの分布極めて少く、殊にトドマツは粘土との接觸點より40 cmの間には殆んど發見し得ない。斯の如き花粉百分率の状態は前述の野頃泥炭地における上部洪積世上位に屬するものと相一致している。即ち本泥炭層は最下部が地質學上より上部洪積世上位に屬するものと見られているが、花粉分析の結果もまたその事實を立證するに足るものである。

c) 保惠泥炭地

花粉分析の結果檢出せられる各層位の花粉については第12圖に示す如くで、その詳細に就いては既に發表したところである⁸⁰⁾。花粉分析の結果に現われたる花粉の種類及び樹種變遷の状態は如上の野頃及び亞屯泥炭地に酷似し、泥炭層の最下部は上部洪積世に屬して、Betula 時代、その上には今日迄エゾマツを主とする所謂エゾマツ・トドマツ時代が繼續している。

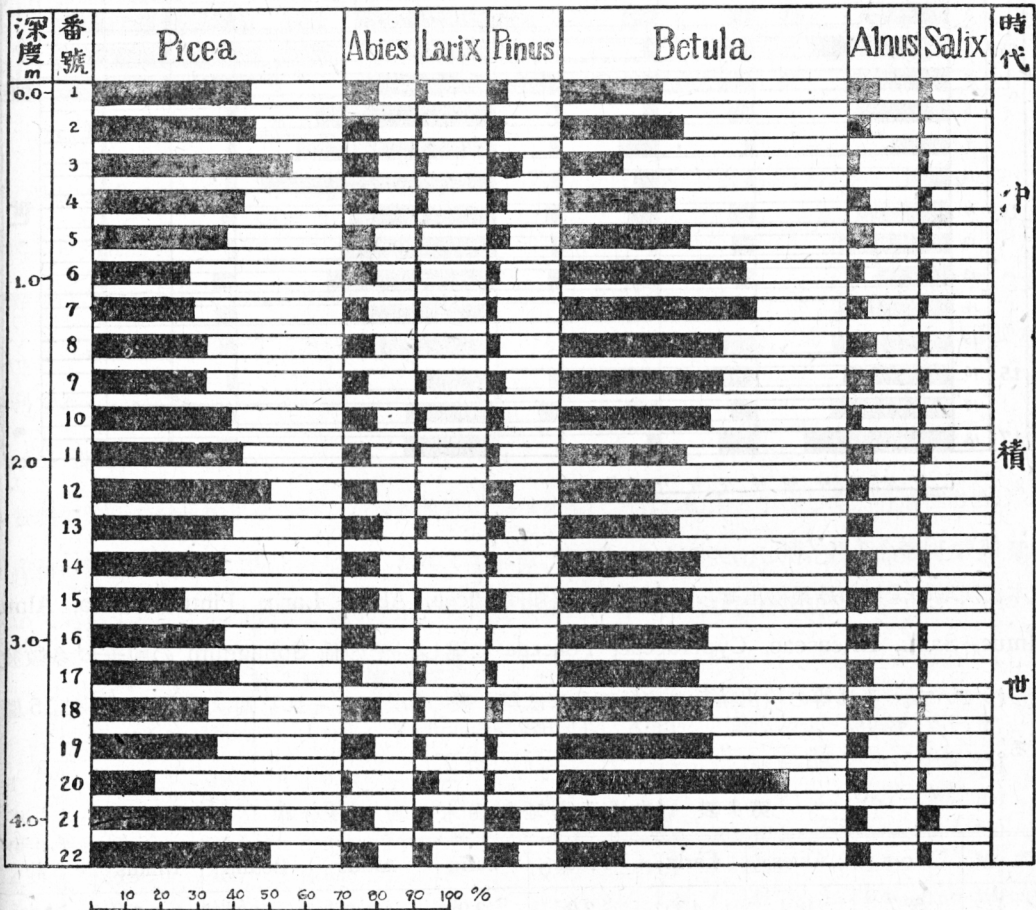
第12圖 保惠泥炭地花粉分布圖



d) 幌内泥炭地

本泥炭地の花粉分析結果も既に発表したところで⁹⁰⁾、各層位より発見せられる樹木花粉の状態は第13圖を以て示す如くである。

第13圖 幌内泥炭地花粉分布圖

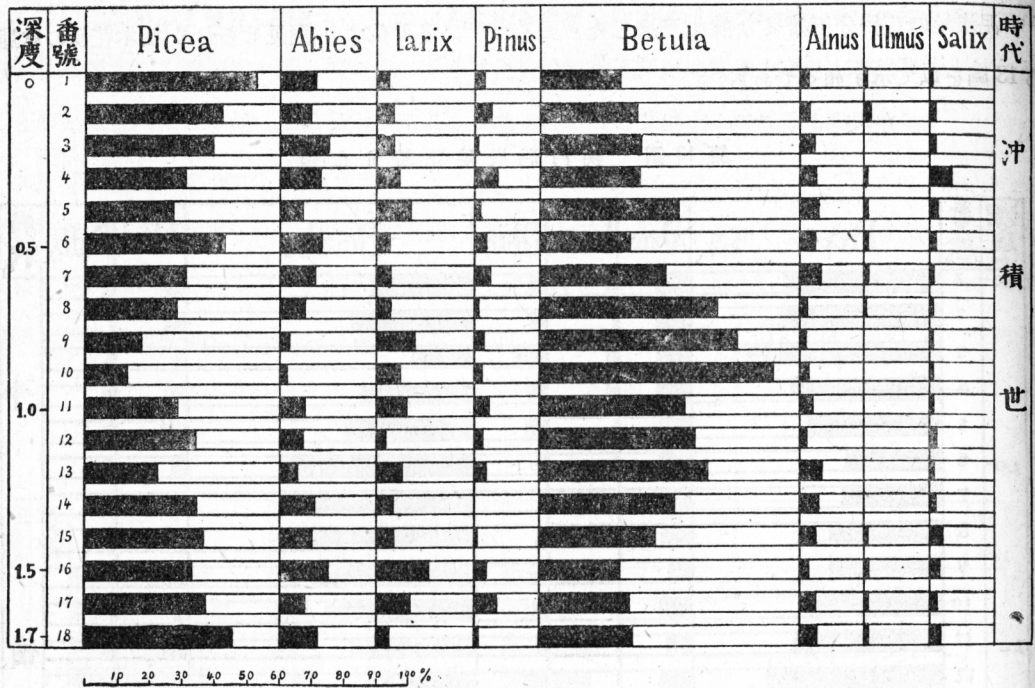


幌内泥炭地は前項所説の如く幌内川の下流域に發達した沖積層上に堆積せるものであるから、野頃、亞屯及び保惠の泥炭層中、沖積世に屬する部分と對比せらるべきものである。斯の如き現象は花粉分布圖においても認め得られるところで、泥炭堆積の當初より今日迄エゾマツを主とするエゾマツ・トドマツ林の支配下にあつたことを立證している。

e) 敷香泥炭地

敷香泥炭地の分析の結果検出せらるる各層位における花粉並に各樹種の變遷状態は第14圖を以て示した。これ等の詳細に就ては既に報告したところで⁹¹⁾花粉の種類は如上の各泥炭地におけるものと相等しく、花粉百分率の變化は沖積層上に堆積せる幌内泥炭地の状態に酷似し、泥炭の表層より低部まで略一様にエゾマツを主とするエゾマツ・トドマツ時代を現わしている。

第 14 圖 敷香泥炭地花粉分布圖



f) 泊岸グイマツ林

本泥炭地の分析の結果検出せられた花粉の種類は Picea, Abies, Larix, Pinus, Betula, Alnus, Ulmus, Salix, Ericaceae, Cyperaceae, Poaceae に屬し, その他 Sphagnum の胞子が多数発見せられている。それ等の検出粒数の花粉百分率は第 1 表の如くで, それを圖示したものが第 15 圖である。

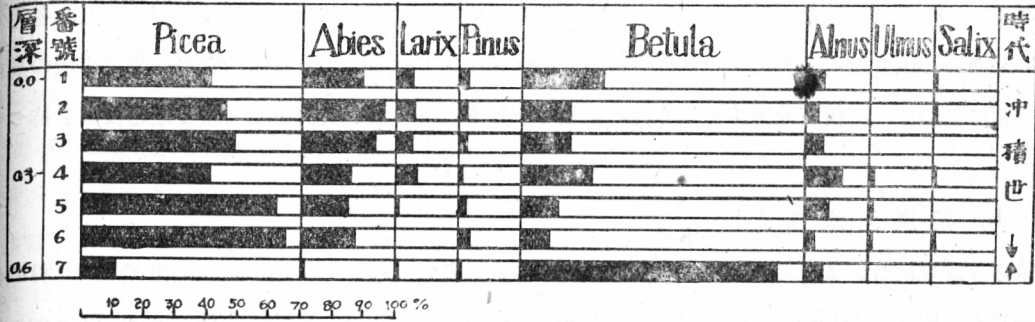
第 1 表 泊岸泥炭地の樹木花粉の百分率

番 號	Picea	Abies	Larix	Pinus	Salix	Alnus	Betula	Ulmus	計
1	52.7	18.4	4.3	2.9	2.9	4.3	14.0	0.5	100
2	58.3	16.7	6.4	3.9	—	1.5	13.2	—	100
3	52.2	23.2	7.9	1.8	—	2.2	12.7	—	100
4	58.0	21.0	5.9	1.2	0.4	1.7	11.8	—	100
5	63.0	16.7	2.5	2.2	1.1	1.8	12.3	0.4	100
6	76.5	14.4	0.7	1.4	—	0.3	6.7	—	100
7	25.4	2.0	2.4	2.9	0.5	11.7	55.1	—	100

これによつて見れば 泥炭層の厚さ僅に 70 cm に過ぎざるも, 表層より 60 cm 附近までは本地方共通のエゾマツ・トドマツ林の優勢なることを示し, 最低部においてのみ Betula の優勢が顯著に現われている。斯の如き花粉百分率の變化は野頃, 亞頃, 保惠の如き, 洪積層上に發達せる泥炭地の花粉分析結果と全く同一類型に屬するものである。

上に述ぶるところの花粉分析資料の採取個所は何れも高位泥炭地上に選んだものであるが, 本分析

第 15 圖 泊岸泥炭地花粉分布圖



資料のみはグイマツ林中から採取され、近接する植生状態には頗る異なるものがある。しかるにその表層における花粉分析の結果は本地域を含む廣範なる面積の森林構成状態をあらわしている。花粉分析の結果は、單に泥炭地周囲の森林構成状態のみを現出するものにあらずして、その泥炭地を圍繞する少くとも數十軒を半径とする地域の現状を表現するものなりと云う所論を立證するためには重要な資料である。

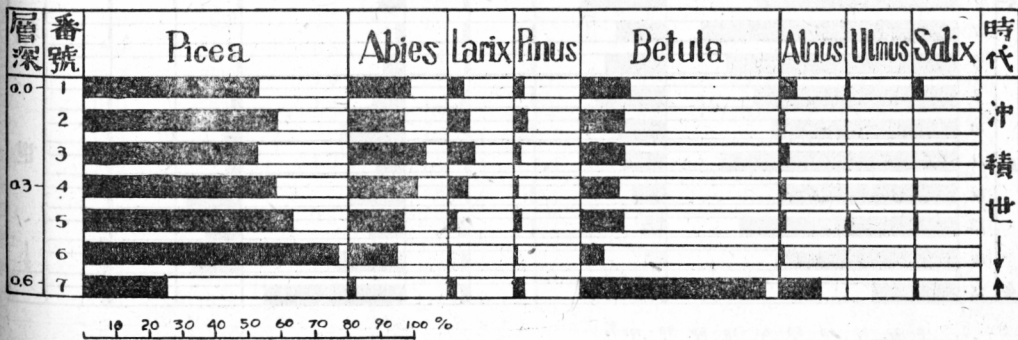
g) 楠山グイマツ林

本資料の分析の結果検出せられた花粉の種類は泊岸グイマツ林の結果と相等しく、各層位における検出花粉の粒数の百分率は第2表に示した如くである。更にこれを圖表化した花粉分布圖(第16圖)に就いて考察するに、その表層より60cm 迄は南樺太北部の森林構成状態を表現する如きエゾマツ・

第 2 表 楠山泥炭地の樹木花粉の百分率

番 號	Picea	Abies	Larix	Pinus	Salix	Alnus	Betula	Ulmus	計
1	40.7	19.0	5.6	3.2	0.5	5.5	25.5	—	100
2	45.9	25.9	6.0	2.3	0.9	3.7	15.3	—	100
3	48.8	23.4	4.9	2.4	—	5.4	15.1	—	100
4	40.9	15.7	6.6	1.5	0.5	11.1	22.2	1.5	100
5	62.2	15.1	1.0	2.4	—	7.2	11.7	0.4	100
6	64.9	17.0	—	3.8	1.1	3.4	9.4	0.4	100
7	11.0	0.7	0.3	0.7	—	5.7	81.6	—	100

第 16 圖 楠山泥炭地花粉分布圖



トドマツ林の優勢なることを示し、また泥炭の底部においてはBetulaの優勢なる變化の状態は、泊岸グイマツ林の例と軌を一にしている。即ち斯の如き變化の状態は洪積層上に發達せる如上の各泥炭地に共通の特徴である。またこの分析の結果も泊岸グイマツ林の結果と共に、資料採集地周辺の局部的林相によつて、花粉百分率が著しく混亂を招くが如きことのない實例として重要な役割を持つてゐる。

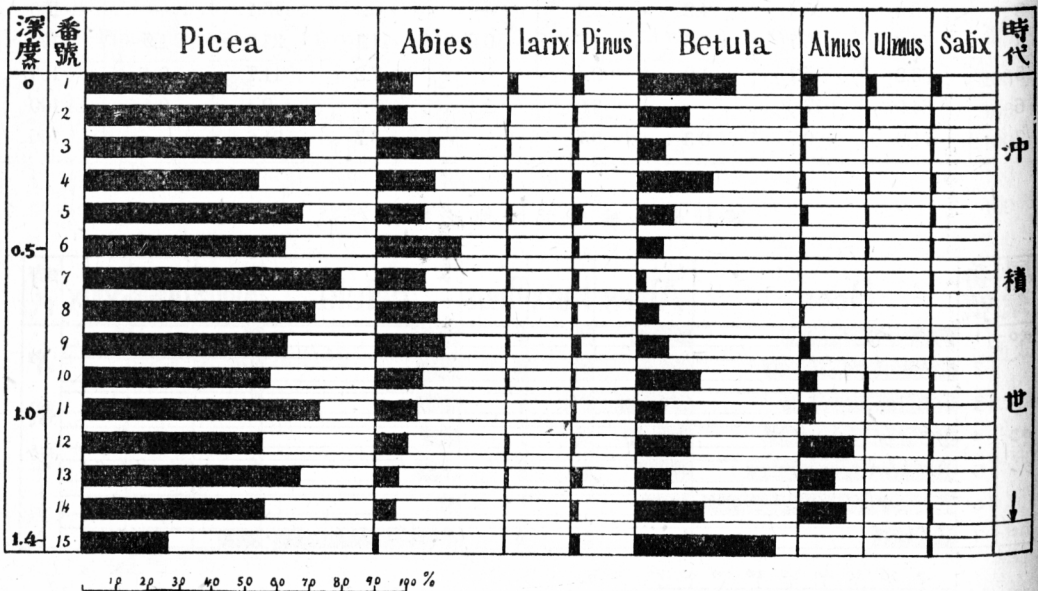
h) 辨慶泥炭地

辨慶泥炭地において採取せる泥炭中より檢出せられる花粉の種類も、泊岸及び楠山グイマツ林の例と同じく、Picea, Abies, Larix, Pinus, Betula, Alnus, Ulmus, Salix, Ericaceae, Poaceaeに

第3表 辨慶泥炭地の樹木花粉の百分率

番 號	Picea	Abies	Larix	Pinus	Salix	Alnus	Betula	Ulmus	計
1	43.3	10.3	3.0	3.0	2.5	4.9	30.0	2.0	100
2	70.4	9.1	0.3	1.5	0.6	1.8	15.7	0.6	100
3	69.0	19.0	0.4	2.0	0.4	0.8	8.4	—	100
4	53.4	17.8	0.8	2.3	1.1	1.1	23.1	0.4	100
5	67.1	14.1	1.1	2.5	1.4	2.2	11.2	0.4	100
6	62.0	25.9	0.4	2.0	0.4	0.7	8.2	0.4	100
7	79.2	15.4	0.4	1.9	0.4	—	2.7	—	100
8	71.3	18.6	0.4	1.7	—	1.3	6.7	—	100
9	62.3	21.1	0.5	2.9	0.5	2.9	9.8	—	100
10	57.2	14.4	0.5	1.0	1.0	5.3	19.7	0.9	100
11	72.7	12.5	—	1.4	0.3	4.7	8.4	—	100
12	55.0	10.0	0.7	1.0	0.3	16.5	16.5	—	100
13	67.0	7.4	0.4	3.6	—	11.0	10.6	—	100
14	55.7	6.1	—	2.2	0.6	14.4	21.0	—	100
15	35.9	1.4	—	2.7	0.3	17.0	42.7	—	100

第17圖 辨慶泥炭地花粉分布圖



属するもので、その他 *Sphagnum* の胞子が多数含まれている。各層位における樹木花粉の百分率は第3表に示され、それを圖表化したものが第17圖である。これによつて見れば泥炭の表層より1.4m附近までは南樺太北部の針葉樹林を代表するエゾマツの優勢なるエゾマツ・トドマツ林を示し、最底部においてのみカバが著しく優勢となつている。

斯の如き變化の状態が如上の洪積層上に發達せる各泥炭地の結果と略同一類型に屬することは注意を要する點である。従つて花粉分布圖によつて見れば、本泥炭地發生の初期が上部洪積世の略最終期に該當することが推測出来るであらう。

i) 落合泥炭地

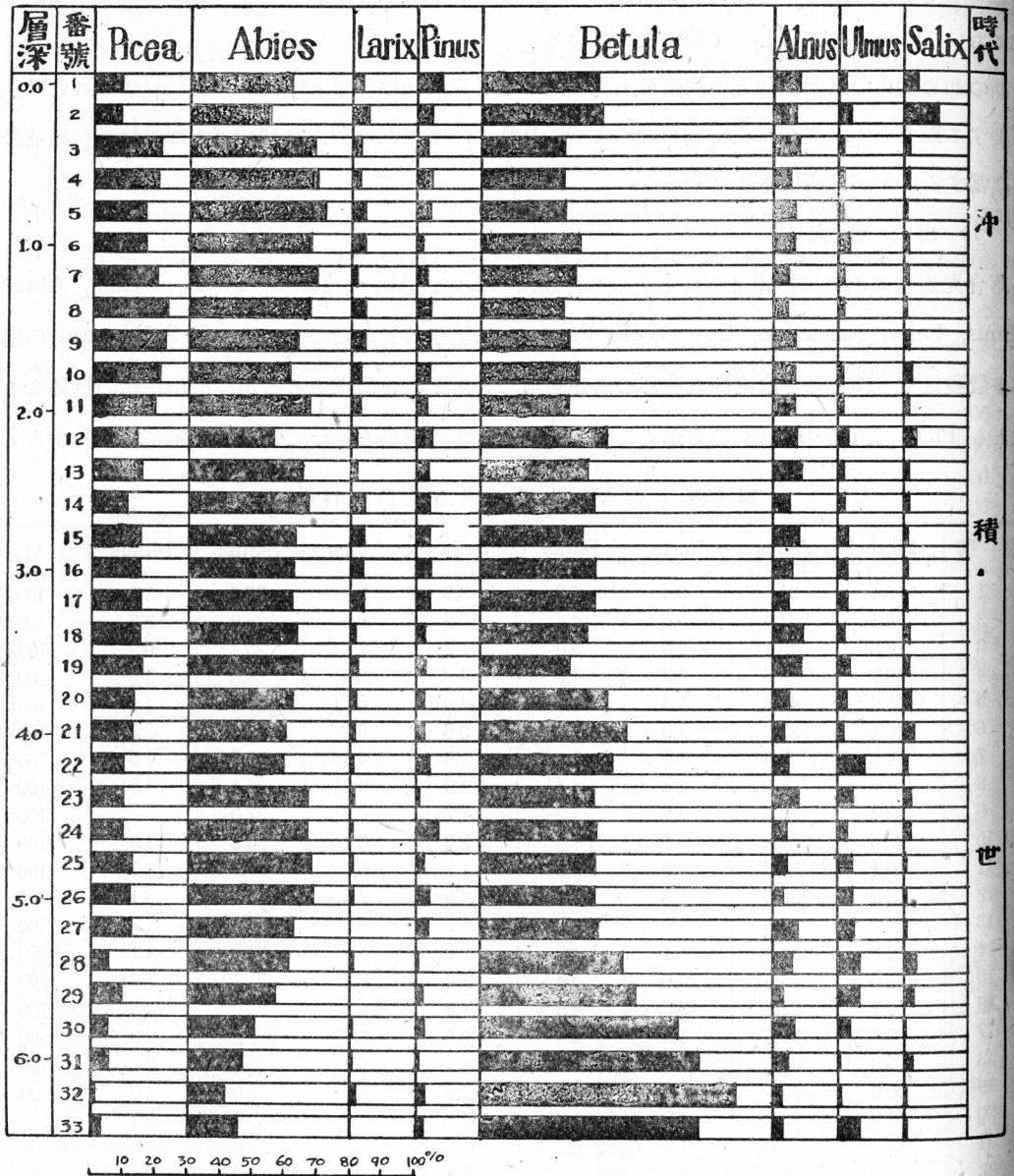
落合泥炭地において檢出せられる花粉の種類は *Picea*, *Abies*, *Larix*, *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Ulmus*, *Salix*, *Ericaceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae* に屬するものであり、その他 *Sphagnum* の胞子が多数發見せられることは南樺太北部の各泥炭地の分析結果と同様であるが、檢出花粉の粒数は各層位とも *Picea* よりも *Abies* の方が大となり、顯著なる相違點となつている。樹木花粉に屬する7種

第4表 落合泥炭地の樹木花粉の百分率

番 號	<i>Picea</i>	<i>Abies</i>	<i>Larix</i>	<i>Pinus</i>	<i>Salix</i>	<i>Alnus</i>	<i>Betula</i>	<i>Ulmus</i>	計
1	8.4	31.5	3.4	6.9	3.9	7.9	36.0	2.0	100
2	8.1	24.4	5.6	4.4	10.6	6.3	36.9	3.7	100
3	20.8	38.1	2.6	3.0	1.7	7.8	25.1	0.9	100
4	19.7	39.5	2.3	4.6	1.8	5.5	24.8	1.8	100
5	15.9	41.4	3.8	3.8	1.0	6.7	26.0	1.4	100
6	16.1	37.6	3.9	2.0	0.8	5.9	30.2	3.5	100
7	19.8	39.6	1.5	3.1	1.5	4.1	28.9	1.5	100
8	22.7	37.0	4.4	4.4	1.0	3.9	25.1	1.5	100
9	22.4	33.8	4.2	4.2	1.7	6.7	27.0	—	100
10	20.9	31.6	3.1	4.0	2.7	6.2	30.2	1.3	100
11	19.1	37.6	2.9	3.5	1.7	6.3	27.2	1.7	100
12	13.9	26.0	1.8	5.0	4.0	7.6	38.6	3.1	100
13	15.3	34.9	1.8	3.5	1.7	8.3	32.8	1.7	100
14	10.8	36.4	4.1	4.1	2.0	5.6	34.9	2.1	100
15	14.6	33.5	3.9	3.9	1.4	8.2	31.1	3.4	100
16	14.1	32.2	3.5	4.5	1.5	6.0	35.7	2.5	100
17	15.2	31.6	3.9	4.3	0.9	5.6	35.5	3.0	100
18	14.9	33.3	1.5	3.1	2.1	9.7	33.3	2.1	100
19	16.0	35.5	2.5	3.5	2.0	8.5	28.0	4.0	100
20	12.9	32.3	1.8	2.8	2.8	5.5	39.6	2.3	100
21	12.3	30.0	1.4	2.7	3.2	3.6	45.0	1.8	100
22	9.9	29.7	0.5	4.2	1.6	5.2	40.6	8.3	100
23	9.9	36.9	1.5	1.5	3.4	7.9	34.5	4.4	100
24	9.9	37.0	0.5	6.8	2.6	4.2	35.9	3.1	100
25	12.7	38.0	1.0	2.9	1.0	4.4	35.6	4.4	100
26	12.0	38.9	1.4	4.6	0.5	2.8	35.2	4.6	100
27	12.2	32.8	—	3.9	1.1	7.8	36.7	5.5	100
28	5.2	31.6	1.0	1.0	4.2	6.2	44.1	6.7	100
29	9.6	26.9	—	2.5	3.1	3.6	47.7	6.6	100
30	4.7	20.2	0.5	2.8	0.5	6.6	61.0	3.7	100
31	5.7	16.7	0.8	1.6	2.4	4.5	67.5	0.8	100
32	1.3	11.3	1.7	2.9	0.8	2.1	78.7	1.2	100
33	2.8	15.5	—	2.4	1.6	3.3	67.5	6.9	100

類の百分率は第4表の如く、また第18圖はそれを圖表化した花粉分布圖である。

第18圖 落合泥炭地花粉分布圖



その表層における花粉百分率がトドマツを主とするトドマツ・エゾマツ林より成る南樺太南部の森林構成状態を略正確に表現することは既述の通りであつて、泥炭表層より5.8mの深さまではそれと相似の花粉百分率の状態を示している。従つて内淵川下流域の沖積層上に發達せる本泥炭地の花粉分布に影響を及ぼす相當廣範圍の森林構成状態が、5.6mの泥炭堆積に要する長年月の間、現存森林の組成と酷似の状態を持續したことが知られる。しかるに泥炭層の最下部に屬する5.80—6.18mの間はBetulaの極めて優勢なる時代となつてゐる。

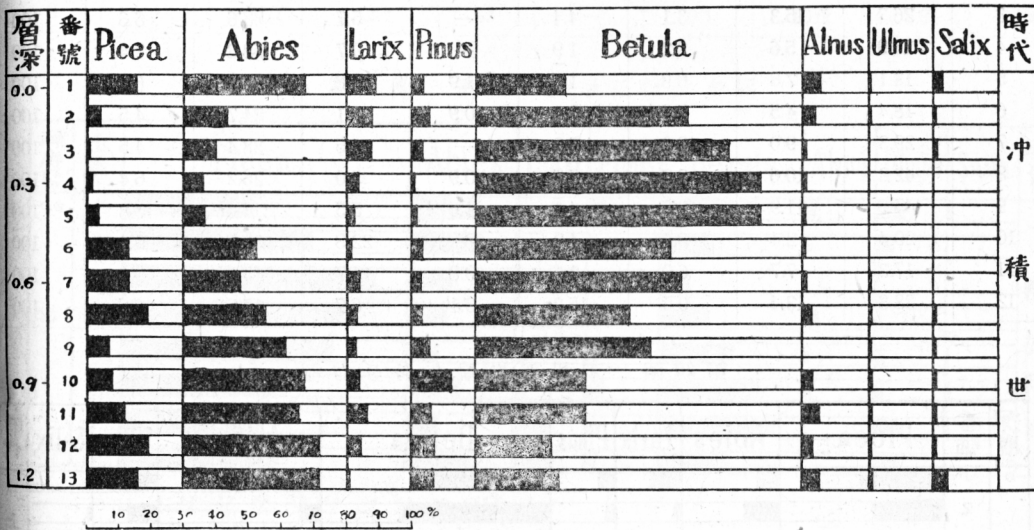
e) 江の浦泥炭地

本泥炭地において検出せられる花粉の種類は落合泥炭地の結果と相等しく、各層位における検出花粉のうち樹木花粉の百分率は第5表となり、その花粉分布圖は第19圖に示したところである。

第5表 江ノ浦泥炭地の樹木花粉の百分率

番 號	Picea	Abies	Larix	Pinus	Salix	Alnus	Betula	Ulmus	計
1	15.2	37.3	8.3	3.2	2.8	5.1	27.6	0.5	100
2	4.0	13.0	8.0	5.5	0.5	4.0	64.5	0.5	100
3	0.9	9.5	7.6	2.4	1.4	0.9	77.3	—	100
4	1.7	5.7	3.5	0.5	—	1.3	87.3	—	100
5	3.1	6.1	2.2	1.8	—	0.4	86.4	—	100
6	12.6	22.1	1.7	3.5	—	0.4	59.7	—	100
7	12.6	17.0	4.0	2.2	—	0.9	62.8	0.5	100
8	18.4	25.1	3.1	3.1	0.5	2.1	46.7	1.0	100
9	6.6	31.4	2.5	5.0	0.4	—	53.3	0.8	100
10	8.0	36.9	4.0	12.0	0.9	3.1	33.8	1.3	100
11	11.5	35.5	6.4	6.0	1.3	4.3	33.7	1.3	100
12	18.4	41.7	4.4	7.3	0.5	3.4	23.3	1.0	100
13	15.8	41.8	0.6	6.3	4.4	4.5	25.3	1.3	100

第19圖 江ノ浦泥炭地花粉分布圖



これによつて見るに表層における花粉百分率は Abies が最も大となり、これに Picea が随伴する如き形をとり、依然南樺太南部の森林組成と同じ結果を表現している。しかるに本泥炭地において深さ0.3—0.7 mの附近において Betula が多少増大し、それに反して Abies, Picea が減退するも、それ以下泥炭の最底部まで Abies が優勢を占めている。すなわち本泥炭地の各層位における花粉百分率は途中において多少の變化を見るも、依然現在の南樺太南部における森林構成状態を持續せるものと云ひ得るであろう。但し落合泥炭地に見る如き、最低部に Betula 時代を欠く點は注意を要する。すなわちこれは、既に指摘したごとく、同じ沖積層上に堆積せる敷香泥炭地が、幌内泥炭地よりも後

れて發生を開始したと考へられると同様に⁹¹⁾本泥炭地も、同じく沖積世に屬する落合泥炭地より後時代に堆積を始めたものではなからうかと推定せしめるのである。

3. 北海道泥炭地並に亞炭層における花粉分析結果

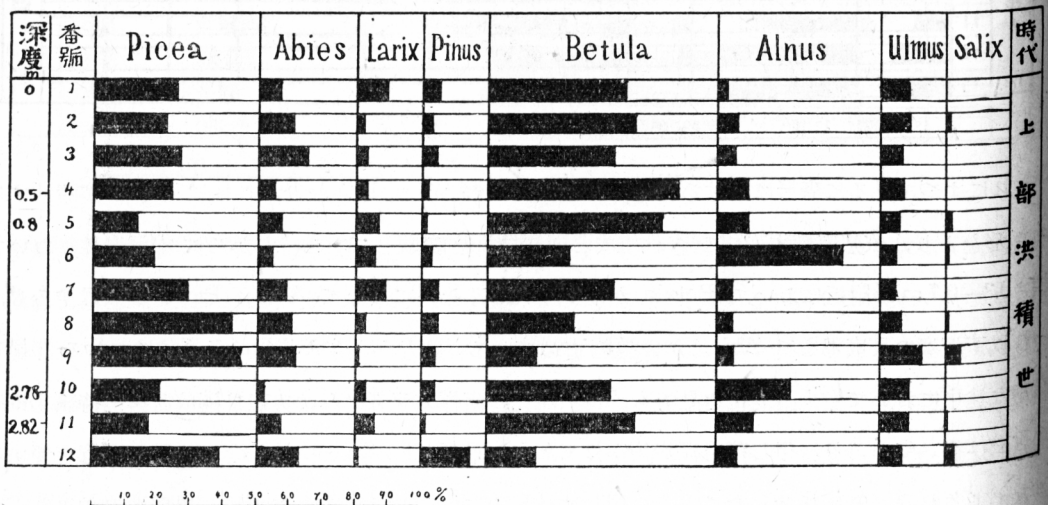
a) 羽幌亞炭層

本亞炭の分析の結果、Picea, Abies, Larix, Pinus, Betula, Alnus, Quercus, Salix 等の樹木花粉に屬するものの外に Ericaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Poaceae の花粉及び Sphagnum の胞子を各層位から檢出せることは既に發表したところである⁹²⁾。すなわち北海道羽幌地方には上部洪積世の一時代において、既に如上の花粉を生産する種類が分布していたものと解せられる。また第20圖は樹木花粉の百分率を示す第6表を圖表化したものである。それ等によつて見れば Picea 及び Betula の花粉がその粒數において最も多量に發見せられ、Abies がこれに次ぐ状態を示している。これによつて Picea の優勢なる Picea—Abies の森林、すなわちエゾマツを主林木とするエゾマツ・

第6表 羽幌泥炭地の樹木花粉の百分率

番 號	Picea	Abies	Larix	Pinus	Salix	Alnus	Betula	Quercus	計
1	25.4	6.8	9.5	5.3	—	2.7	42.0	8.3	100
2	21.9	10.4	2.2	3.2	1.4	6.1	45.2	9.3	100
3	26.3	15.3	3.1	4.4	—	5.7	38.6	6.6	100
4	13.9	5.6	3.2	1.9	—	9.7	58.3	7.4	100
5	13.1	7.5	6.8	1.5	1.9	9.8	53.4	6.0	100
6	18.4	4.5	5.8	3.1	0.9	38.1	24.7	4.5	100
7	29.3	9.0	9.0	5.3	—	4.5	38.4	4.5	100
8	42.2	10.6	3.2	5.5	0.9	5.0	26.2	6.4	100
9	45.0	11.9	0.5	4.1	4.6	5.5	15.6	12.8	100
10	20.4	2.4	3.1	4.2	—	22.8	37.7	9.4	100
11	17.3	7.7	6.0	1.6	0.8	11.7	45.6	9.3	100
12	38.8	13.4	0.5	15.2	3.1	6.7	15.6	6.7	100

第20圖 羽幌亞炭層花粉分布圖



トドマツ林がその當時において森林組成に重要な役割を有していたことを想定することが出来る。斯の如き状態は 如上の南樺太北部の沖積世における 結果と相似たるものがあり、僅かに Quercus と菊科の花粉が新しく加わつたのに過ぎない。

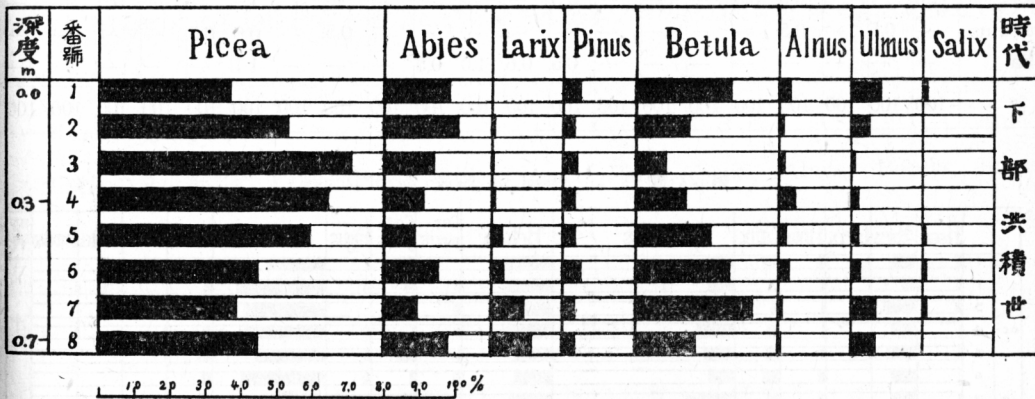
b) 釧路亞炭層

本亞炭層は 下部洪積世に屬する 一時代の所産であり、その分析の結果は 既に發表した⁹²⁾。それによれば Picea, Abies, Larix, Pinus, Betula, Quercus, Alnus, Salix, Ericaceae, Poaceae, Cyperaceae の花粉の他に、各層位から Sphagnum の孢子が多數検出せられている。また第7表は 検出花粉中樹木花粉の百分率を示し、第21圖はそれを圖表化したものである。

第7表 釧路泥炭地の樹木花粉の百分率

番 號	Picea	Abies	Larix	Pinus	Salix	Alnus	Betula	Quercus	計
1	37.2	18.4	—	4.5	1.3	3.6	26.7	8.3	100
2	53.6	20.8	0.4	3.2	—	1.6	15.2	5.2	100
3	70.6	14.0	0.2	3.9	—	1.7	8.8	0.8	100
4	64.1	10.9	0.5	3.6	—	4.7	14.1	2.1	100
5	59.4	8.6	2.9	3.6	0.4	2.1	20.9	2.1	100
6	44.4	15.4	3.6	4.5	0.5	3.0	26.1	2.5	100
7	37.5	9.3	8.7	3.1	0.8	0.8	32.4	7.4	100
8	44.4	17.7	11.1	3.3	—	0.1	16.6	6.8	100

第21圖 釧路亞炭層花粉分布圖



これによつて見るに Picea, Abies, Betula の花粉が最も多量に現われ、Larix, Quercus, Pinus, Alnus, Salix は頗る少量に止まつている。斯の如き状態は 前項所説の上部洪積世に 屬する羽幌亞炭層と等しく、またその例を南樺太に求むるならば、南樺太北部における洪積世の森林構成状態と酷似し、僅かに Quercus が加わつているに過ぎない。また羽幌亞炭層においては 菊科の花粉が検出せられるも 釧路泥炭地には全く検出せられず、尙前者は Sphagnum の孢子が比較的少量なるに、後者は各層位とも頗る多量に現われることは兩者の相違點となつている。

c) 江別泥炭地

本泥炭地は既述の如く江別川の下流域に堆積せる沖積層上に發達した、所謂野幌附近に於ける沖積世泥炭の代表的なものである。したがつて花粉分布圖も沖積世における森林變遷状態を現わすものでなければならない。

分析の結果、Picea, Abies, Pinus, Salix, Alnus, Betula, Carpinus, Corylus, Fagus, Quercus, Ulmus, Acer, Tilia, Fraxinus, Ericaceae, Cyperaceae, Poaceae, Asteraceae の花粉の他に Sphagnum の孢子が検出せられた。

如上の検出花粉中樹木花粉に屬する 14 種類に就いて百分率を算出すれば第 8 表の如く、更にこの

第 8 表 江別泥炭地の樹木花粉の百分率

番 號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Picea	2.6	2.0	2.5	0.5	1.5	1.0	1.5	0.5	1.0	0.6	1.0	1.4	0.6	0.5	1.0	0.6	—	—	—	—	—	—
Abies	9.7	5.9	14.0	10.7	12.6	10.7	10.3	8.7	4.8	6.4	6.8	4.8	4.3	3.2	6.2	2.9	0.5	0.9	3.0	1.3	0.7	—
Larix	1.5	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pinus	3.6	1.0	1.5	1.4	2.0	3.0	2.6	1.0	1.9	1.2	0.5	—	1.2	3.7	1.0	1.1	0.9	0.5	0.9	1.3	—	—
Salix	7.7	4.0	3.5	6.0	5.6	7.6	5.6	4.8	3.8	2.3	3.8	3.8	5.6	3.2	4.6	10.3	6.4	4.6	3.8	3.9	4.1	3.0
Alnus	11.2	10.8	18.5	16.2	13.1	11.2	21.0	14.9	9.1	11.1	8.2	12.4	12.4	17.1	25.1	31.4	47.2	57.9	60.6	64.7	70.9	77.3
Betula	25.0	21.7	16.0	20.8	16.7	16.2	18.5	18.2	28.2	25.2	30.0	29.2	22.8	22.0	21.5	13.1	10.2	3.7	3.4	8.3	6.1	7.1
Carpinus	—	3.0	2.5	2.3	1.0	3.6	2.6	3.4	4.8	2.3	4.3	1.9	5.6	2.7	2.6	2.9	2.8	0.9	0.4	—	—	—
Corylus	10.7	4.9	4.0	0.9	8.1	2.5	1.5	4.3	13.9	17.0	15.5	14.4	8.6	7.5	9.2	5.7	1.4	0.5	0.9	—	—	—
Fagus	1.0	2.5	—	2.3	2.0	2.5	2.1	2.4	1.4	2.3	2.9	1.4	2.5	3.7	2.1	1.1	1.4	3.2	1.3	1.3	—	1.5
Quercus	25.5	39.2	36.0	35.2	30.3	37.1	29.2	38.9	27.7	29.8	24.6	29.7	35.8	34.8	25.7	29.2	25.9	26.4	23.9	19.2	17.5	11.1
Ulmus	0.5	3.0	1.5	2.7	6.6	4.6	5.1	2.9	2.4	1.2	1.4	0.5	0.6	1.1	1.0	—	2.8	1.4	0.9	—	0.7	—
Acer	1.0	—	—	0.5	0.5	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.9	—	—	—
Fraxinus	—	0.5	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	—	0.6	0.5	—	—	—	—	—
Tilia	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	0.6	1.0	0.5	—	—	—	1.1	—	—	—	—	—	—
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

第 22 圖 江別泥炭地花粉分布圖

