

花粉分布圖は第22圖の如くである。斯の如き花粉分布に影響を及ぼすべき樹種は *Picea*=エゾマツ, *Abies*=トドマツ, *Pinus*=ハヒマツ, *Betula*=ダケカンバ, シラカンバ, ウダイカンバ, *Alnus*=ケヤマハンノキ, ヤチハンノキ, *Carpinus*=シデ, *Corylus*=ヒメヤシヤブシ, *Quercus*=ミヅナラ, *Ulmus*=オヒヨウ, *Acer*=カヘデ類, *Tilia*=シナノキ, *Fraxinus*=トネリコにして、何れも前項所説の如く現在本地域に分布せる樹種である。

これを南樺太における各泥炭地に比すれば、*Corylus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Quercus*, *Acer*, *Tilia*, *Fraxinus* の如き南方系要素の混入が顕著な相違点となつてゐる。またその花粉百分率より見れば層厚2.8mの附近を境として、*Quercus*, *Betula* 時代と *Quercus*, *Alnus* 時代の両者に大別することができる。尙トドマツの百分率は比較的小なるも、エゾマツは更に少なく本地方における兩樹種混淆歩合の特徴を表現している。

次にこの分析結果に現われた *Fagus* の花粉は特に注意を要する點である。現在北海道におけるブナ林の北限は磯谷郡磯谷村幌別にあつて黒松内低地帯の北方に存し、泥炭採取地は既にその分布區域を離脱している。しかるに前項に述べた如く現存森林の構成状態を表現する泥炭表層における分析の結果と同じく第3圖において見る如く *Fagus* の花粉は極めて少量ではあるが各層位に發見されている。すなわちこれは表層にあらわれたる少量の *Fagus* の花粉が南方約80軒の附近にある現在のブナ林の北限附近より飛來したと解釋し得られる如く、過去においてもブナ林の存在個所と泥炭採取地とは略同等の距離を有していたものと想定すべきであろう。更に表層及び20cmの個所にのみ發見せられる *Larix* の花粉は現在本地方に植林せられたカラマツ林の所産と解せざるを得ないのである。

d) 野幌亞炭層

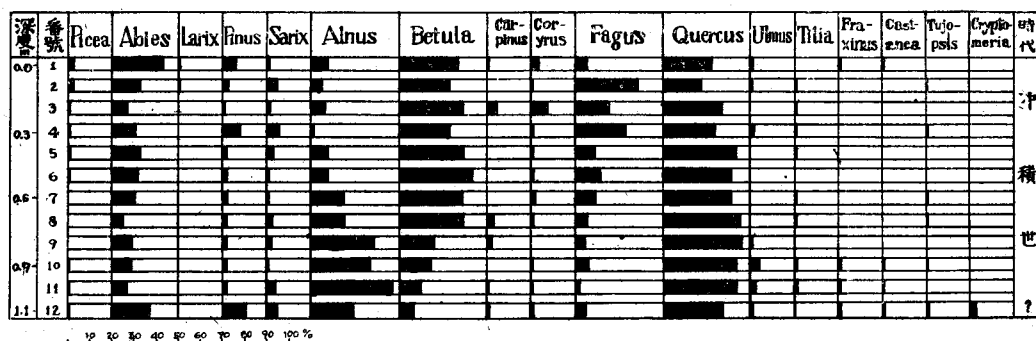
本亞炭層の分析結果によれば *Picea*, *Abies*, *Larix*, *Pinus*, *Salix*, *Alnus*, *Betula*, *Fagus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Ericaceae*, *Asteraceae*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Myrica* の花粉の他に *Sphagnum* の胞子が發見せられている。またこれ等のうち樹木花粉に屬するものは第9表となり更にそれを圖表化した花粉分布圖は第23圖となつてゐる。

第9表 野幌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>Fagus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Fraxinus</i>	計
1	14.5	24.2	5.3	1.9	6.2	11.6	31.4	—	3.9	—	1.0	100
2	11.1	20.7	1.9	6.2	9.1	13.0	31.3	—	4.3	0.5	1.9	100
3	13.8	18.1	2.4	3.0	5.4	20.5	30.1	—	4.9	—	1.8	100
4	9.3	20.8	2.6	2.6	7.2	28.4	16.9	0.8	11.0	—	0.4	100
5	5.3	12.7	3.2	4.2	6.3	42.0	18.5	—	6.8	—	1.0	100
6	10.1	15.8	2.7	7.0	7.5	37.2	12.7	0.9	4.8	—	1.3	100
7	6.7	14.4	4.7	6.7	9.8	41.2	14.9	—	1.6	—	—	100

本泥炭が下部洪積世に屬する一時代の所産たることは前項所説の通りであるが、分析の結果にあら

第 24 圖 蕨岱泥炭地花粉分布圖



花粉分布圖にあらわれたる結果は、*Quercus* 及び *Betula* が各層位を通じて優勢に出現し、ことに *Abies* が随伴せる如き状態を示している。尙 *Alnus* は泥炭層の中央部までは、その割合は頗る小なるも泥炭底部に向つて漸増し、これに對して *Betula* は泥炭底部に向つて漸減の結果となる。また *Picea* の花粉は泥炭表層部において少量検出せられているが、深さを増すと共に愈々減少し、泥炭層の中央部以下においてはほとんど影を没するに至る。かくの如き状態は何れも江別泥炭地の結果に酷似するところである。しかしここに注意を要するは南方特徴要素として挙げられる *Fagus* の花粉は、各層位ともその擡頭著しきものがあり、また江別泥炭地に於ては發見し得られなかつた *Castanea* の花粉を散見することは、本泥炭地の分析結果にあらわれた特徴である。すなわち本泥炭地が江別泥炭地に比して、位置的に南方に偏するため、本州系要素の影響を受けること大なるを示すところである。

尙本泥炭層の最下部においてスギの花粉を少量發見することは注目に値する點である。泥炭採取地の底盤は前項所説の通り新第三紀層に屬するものであるが、その後浸蝕作用を受けて現在の如き地形を形成し、泥炭の堆積を開始するまでに、はたして幾何の長年月を要したるや今日の處判定しがたい。従つて泥炭層の最低部を沖積世の始めと見るべきや、將又それ以前に求むべきやは筆者の研究を以ては決定し得ざるところである。しかし少くとも本泥炭層の堆積の初期には、この附近までスギの花粉が飛來したことを認めなければならない。したがつてその當時は現在の青森營林局鱒ヶ澤營林署管内に存するスギ分布の北限が更に北進していたことを想定すべきであるがこれが決定は後日に譲ることにする。

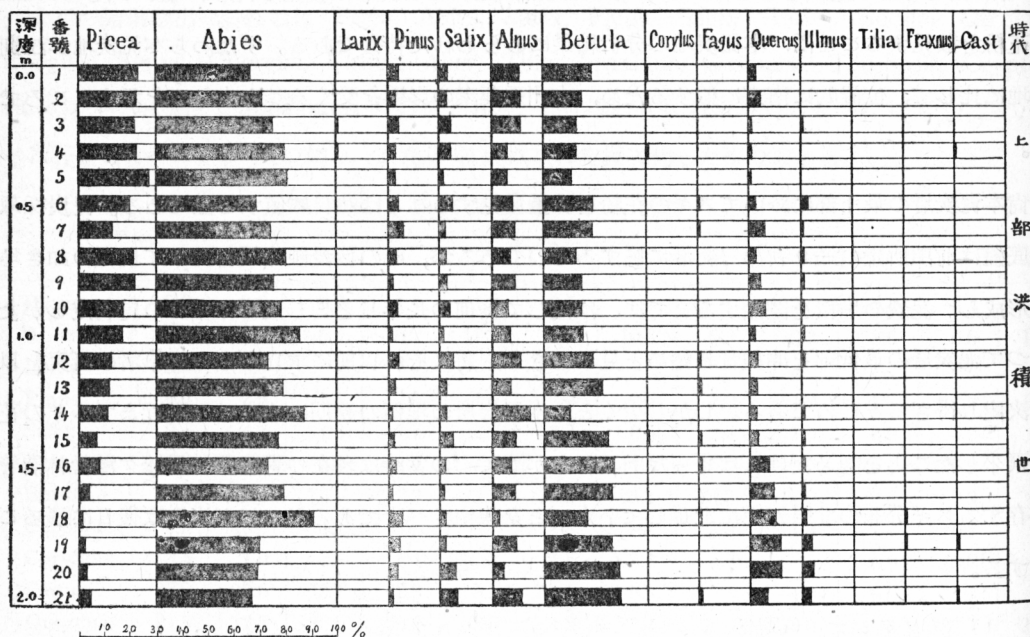
f) チプタシナイ亞炭層

本亞炭採取地は如上蕨岱泥炭地の南方約 2 杆の地點にあり、上部洪積世中の所産に屬する亞炭である。その分析の結果によれば *Picea*, *Abies*, *Larix*, *Pinus*, *Salix*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Fagus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Castanea*, *Ericaceae*, *Asteraceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae* の花粉の外に *Sphagnum* の孢子が検出せられている。それ等のうち樹木花粉に屬する 14 種類に就いての花粉百分率は第 11 表となり、第 25 圖はそれを圖表化した花粉分布圖である。

第 11 表 チブタシナイ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
Picea	23.6	22.8	21.8	22.4	27.6	20.0	13.3	21.5	21.7	17.5	17.1	12.7	12.0	11.6	7.0	8.1	4.2	1.4	2.3	3.1	4.6
Abies	36.4	41.2	44.7	49.8	50.3	38.6	44.1	50.0	45.5	48.1	55.3	42.9	49.0	56.9	46.7	43.1	48.8	60.3	39.8	38.9	37.1
Larix	—	—	0.5	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pinus	4.1	2.8	3.9	2.7	2.5	3.7	5.7	2.8	1.6	3.3	1.3	3.7	2.4	1.4	1.9	2.4	1.4	5.1	4.2	3.1	1.3
Salix	3.3	2.8	3.9	4.1	1.5	4.7	2.0	2.3	2.5	3.8	1.3	5.2	2.4	2.3	4.7	1.9	1.4	1.9	1.9	5.9	6.3
Alnus	10.7	10.9	11.1	5.9	6.0	7.9	8.7	7.5	9.0	6.1	7.0	10.9	7.2	14.6	9.3	7.6	8.8	2.3	9.2	4.1	10.8
Betula	19.0	14.7	12.6	12.3	11.1	19.5	19.0	12.6	14.8	14.6	15.4	18.9	22.6	10.2	24.8	27.0	26.1	16.8	25.9	29.0	29.6
Corylus	0.4	0.5	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—
Fagus	—	—	—	—	—	0.5	0.5	—	—	—	—	0.5	1.5	—	0.9	0.9	—	0.5	—	—	0.8
Quercus	2.5	4.3	1.0	1.3	1.0	2.3	6.2	2.8	4.1	6.1	2.2	3.3	2.9	2.8	3.3	7.6	8.8	9.8	11.6	11.8	5.8
Ulmus	—	—	0.5	—	—	2.8	0.5	0.5	0.8	0.5	0.4	1.4	—	0.5	0.9	1.4	0.5	1.4	3.7	4.1	3.3
Castanea	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.9	—	0.4
Fraxinus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	0.5	—	—
Tilia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

第 25 圖 チブタシナイ亞炭層花粉分布圖



これによつて見れば Abies は各層位とも 頗る優勢であり、Abies, Picea すなわち トドマツ、エゾマツより成る針葉樹林が支配的位置にあつたことが窺はれ、僅かに Picea は資料 15 號附近より泥炭の底部まで減少せる跡が認められるに過ぎない。その他に Larix は資料 3 および 4 號においてのみ發見せられ、また Corylus, Tilia, Fraxinus, Castanea の如き 南方系樹種が極めて稀に 檢出せ

られている。

かくの如き花粉分布状態を 下部洪積世に属する 野幌亜炭の分析結果に比較すれば、*Betula* および *Alnus* の混淆歩合が多少減少するも *Abies* > *Picea* の混淆率およびその両者が 当時の支配樹種たる 点においては、頗る近縁関係にあると認められる。しかし *Larix* は野幌亜炭においては各層位とも 少量検出せられるも、本亜炭にあつては 30cm 附近にのみ微量存在するに止り、その當時にも本地方 には *Larix* の分布はほとんど認め得ざる状態にある。また前者においては全く 発見し得なかつた *Corylus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Castanea* の如き南方系樹種を微量検出することは 注意を要する点である。またこれを同じく上部洪積世の所産である羽幌亜炭層の結果に比すれば著しき相違が存する。すなわち羽幌亜炭層は *Picea* > *Abies* なる組成型にあるも、本亜炭層においては *Picea* < *Abies* なる型を示し、かつ *Larix* の花粉を欠除して、全般的にいちじるしき南方系の森林構成状態を示している。

さらに堆積の大部分が沖積世に該当するものと認められる、蕨岱泥炭地の分析結果に比較すれば、*Abies* および *Picea* の混淆率が大となり、*Quercus* の減少が顯著に認められる。すなわちこれは本 地域の上部洪積世においては本亜炭所産の當時には、北方系樹種を代表する *Abies*, *Picea* の森林が 現在よりも有力に繁茂していたことを物語るものであろう。

g) 八雲泥炭地

本泥炭地の分析結果によれば *Abies*, *Larix*, *Pinus*, *Salix*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Fagus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Acer*, *Castanea*, *Cryptomeria*, *Fraxinus*, *Tilia*, *Ericaceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Asteraceae* に属する花粉のほか、*Sphagnum* の孢子および不明の樹種 3 種が検出 せられている。それらのうち樹木花粉に属する 16 種類に対する花粉百分率は第 12 表の如き結果となり、 さらに第 26 圖はそれを圖表化したものである。

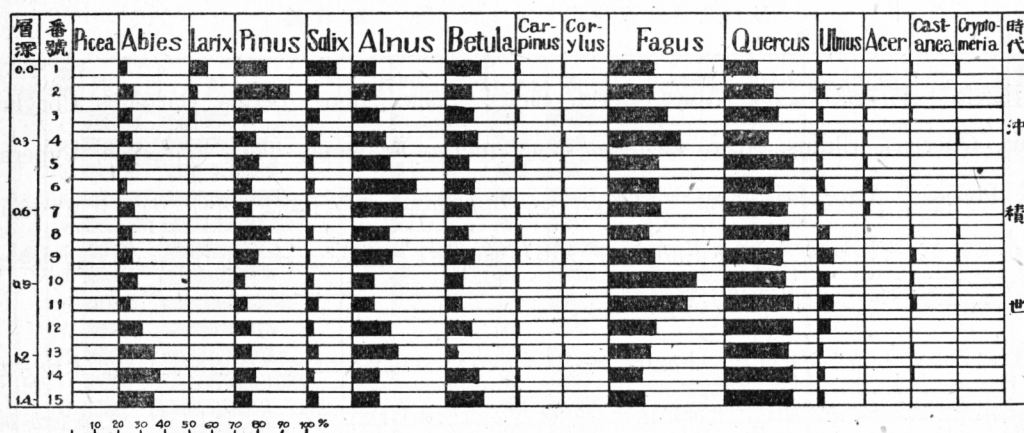
これによつて見れば各層位とも *Fagus* および *Quercus* の花粉がもつとも優勢にして、本地方に おける現在の森林に見る如き、北海道南部の特徴として認められている プナおよびナラの森林が 沖積世の永きに亘つて支配樹種たりしことを立證している。その他 *Betula*, *Alnus*, *Pinus*, *Abies* が これに随伴せる如き状態を示している。*Larix* は第 26 圖に見る如く 表層においてのみ 発見せられ、 またスギの花粉が極めて微量ながら資料 1, 4, 8, 9 號の點に認められる。この *Larix* の花粉は江別 泥炭地の分析結果において論及した如く、現在この附近に植栽せるカラマツ林の影響によるものと 見るべく、スギの花粉についても、現在を代表する 資料 1 號のそれについては *Larix* と同じく 現在渡 島半島の南部に存するスギ植栽木の影響を否定するわけに行かないが、しかし資料 4, 8, 9 號の如く 相當古い時代においても 出現するところより見れば、これを現在青森縣鰹ヶ澤附近を以て北限とす るスギ林より遠く、津軽海峡を越えて飛來せるものと見做しておくことが穩當ではあるまいか。

かくの如き結果を黒松内低地帯において選ばれたる蕨岱泥炭地に比すれば、各層位とも南方系樹種 たる *Fagus* の花粉を増加し、北方系樹種たる *Picea* の花粉を欠く點が顯著な相違となつている。

第 12 表 八雲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
Picea	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Abies	3.5	6.1	5.6	5.3	6.4	3.4	6.3	5.8	5.9	7.8	4.3	9.9	15.2	17.2	14.4
Larix	7.6	3.0	1.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pinus	13.2	22.4	11.2	8.1	9.8	6.4	6.3	14.4	9.1	3.4	4.7	5.8	6.4	8.3	7.2
Salix	12.5	4.9	5.6	5.7	2.4	3.4	1.5	2.4	0.9	3.4	4.3	2.9	4.8	3.4	4.3
Alnus	9.7	9.7	11.2	13.8	15.7	26.6	21.0	15.4	16.4	8.3	8.6	15.8	19.2	11.0	10.8
Betula	14.6	10.3	11.8	13.3	9.8	11.9	10.7	9.1	11.9	7.4	6.7	11.1	4.8	13.8	15.8
Carpinus	0.7	1.2	1.2	—	2.4	—	1.5	1.9	1.4	0.5	1.4	1.2	1.6	1.4	1.4
Corylus	0.7	—	0.6	1.4	0.5	0.5	0.4	1.0	1.4	0.5	—	—	0.8	—	—
Fagus	19.4	18.2	24.8	30.5	21.1	20.7	22.0	16.3	19.6	37.3	33.3	19.9	17.6	13.8	15.1
Quercus	13.9	20.6	22.4	19.0	29.4	21.2	26.3	27.4	24.7	25.5	28.6	28.7	27.2	28.3	28.8
Ulmus	1.4	3.0	1.9	1.4	1.5	2.5	2.0	4.8	6.4	4.9	6.2	4.7	1.6	2.1	2.2
Acer	—	0.6	1.2	1.0	1.0	3.4	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—
Castanea	1.4	—	0.6	—	—	—	—	0.5	1.8	1.0	1.9	—	0.8	0.7	—
Cryptomeria	1.4	—	—	0.5	—	—	—	1.0	0.5	—	—	—	—	—	—
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

第 26 圖 八雲泥炭地花粉分布圖



すなわち沖積世における長年月の間八雲地方は黒松内地方よりも一層南方系樹種の影響がはなはだしかつたものと認められる。次に Pinus の花粉に就いて見るに本泥炭地は各層位とも、炭岱泥炭地におけるよりも多量に検出せられている。前項所説の如く本地方にはアカマツの植栽木があり、またゴエウマツの天然生が存在している。従つてこれ等が表層に出現する比較的多量の Pinus 花粉の割合に影響することは當然と言ひ得られるが、また現在青森縣北部を以て北限と見られてゐるアカマツ林の花粉が飛來することも考え得られるであらう。故にここにあらわれたる Pinus の花粉は黒松内以北におけるが如くハイマツのみの所産とは限定し得られない。以上述ぶる處は泥炭の表層にあらわれたる Pinus の花粉 13.2% および 22.4% に就いての説明であるが、尙これを過去の各層位に就いて見れば、何れもそれよりは小なる百分率を示すも、炭岱泥炭地に比すればかなり多量である。しかし

表層の分析結果が相當廣範圍の現存森林の構成狀態を略正確に表現すると言う前述の筆者の所論を認めるならば、本泥炭地の結果を以て直ちに北海道南部にアカマツの天然生が古くより存在したことを推論することは頗る危険と言わねばならない。したがつて遺憾ながら現在賛否の議論ある北海道南部におけるアカマツ自生の問題には本論を以ては未だ解答を與えるわけにはゆかないのである。

次に第Ⅱ章3項において指摘せる如く、黒松内低地帯以南の渡島半島西部においては、針葉樹の一つとしてヒノキアスナロが分布している。したがつて巖岱および八雲泥炭地における分析の結果には該樹種の花粉が當然出現して然るべきである。巖岱泥炭地においては第24圖に見る如き微量のヒノキアスナロの花粉を認めたのであるが、八雲泥炭地においては、草本類の花粉乃至は孢子と見られる不明のものが微量發見され、ヒノキアスナロの花粉との區別明瞭ならざる點あるを以て花粉圖には省略したのである。位置的に考ふるならば八雲泥炭地は巖岱泥炭地よりは、ヒノキアスナロの主要分布地域の江差方面に近接せるため、その花粉も當然前者よりは多く出現すべきであるに拘らず、分析の結果は必ずしもそれと一致していない。これが原因に就いては尙研究を要するところである。Thujopsisの花粉は泥炭中における保存力の薄弱なることは注意すべき點であるが、しかしこれが解決は將來筆者の花粉分析がヒノキアスナロの森林を、その側邊に控えた泥炭地に進展するまで保留しなければならない。

IV. 南樺太及び北海道における洪積世以降の森林變遷に關する考察

1. 南樺太に於ける森林の變遷

a. 沖積世における森林の變遷

i) 南樺太北部

前項所説の如く筆者は南樺太北部において野頃、亞頃、保惠、幌内、敷香の他に泊岸、楠山、及び辨慶泥炭地について、その泥炭の花粉分析を試みた。ここにその代表的なものとして、野頃泥炭地を例にとるならば、その検出せられた樹木花粉は第10圖に示す如く、*Picea*, *Abies*, *Larix*, *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Salix* に屬するもので、その他に *Ulmus*, *Quercus* の花粉が稀に見出された。

しかして過去の層位中より検出せられた花粉と泥炭の最上層部に當る資料1號の中より検出せられたる花粉との間に、何等形態上の差異を認め難きにより、これ等の花粉は現存している樹種と同一の樹種から産出せられたものと見做し得る。すなわち、たとえば *Picea* はエゾマツ、*Abies* はトドマツ、*Larix* はグイマツの花粉に該當する如きである。かくの如き検出せられた各樹木花粉は野頃泥炭地にとどまらず、南樺太北部の泥炭地として選んだ亞頃以下6個所の各泥炭地に共通のものである。

次に現世泥炭地最上層部に當る各資料1號の百分率は、それぞれ現在その附近における森林構成狀態と略合致するものであることは既に述べた通りである。しかしてそれぞれ第10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17圖の示すところによれば、常にエゾマツ、トドマツが優勢にして、これに少量のグイマツ

を伴ふ形を示している。その間多少の變動はあるにしても、花粉の百分率組成は沖積世を通じて、資料1號のそれとほとんど類型的に同一の状態にあり、例えば *Picea* < *Abies* といった型は見出し得るところである。このことは換言すれば、沖積世を通じて、この附近の森林構成状態には現在のそれといちじるしい相違がなかつたことを示すものでなければならない。

更にこれをエゾマツ、トドマツ花粉の混淆歩合に就いて考えるならば、大體においてエゾマツ80~70、トドマツ20~30の比率となつて、常に *Picea* > *Abies* なる型を持続している。すなわち南樺太北部の現存森林に見る如きエゾマツの優勢なるエゾマツ・トドマツ混淆林の型を示している。*Larix* は各泥炭地とも略10%以下の混淆率を示して、沖積世を通じて、森林組成に關與する割合は比較的僅少と見なければならない。既に筆者が報告した如く、グイマツの天然分布地域の多くは高位泥炭地の周邊或は洪積層よりなる丘陵臺地の卑濕の地を占め、僅かに海岸砂丘或は山地に散見する程度であつた。これを本地方の森林面積の全般に比較すれば、極めて局限せられた範圍に止まつている。従つて各層位における検出花粉の百分率が、現在の森林組成を表現する表層のそれに略相等しきことは、沖積世を通じて、グイマツが現在の如く特殊環境地域を占め分布面積もまた局限せられたことを推定せしめるものである。

次にサウシカンバおよびシラカンバを代表する *Betula* は各泥炭地とも *Picea* に次いで百分率の大なる樹種であり、何れも沖積世を通じて比較的高率に現われている。しかし表層における *Betula* の出現率が稍高きに過ぐることは注意を要するところである。すなわち *Betula* は花粉の生産量が比較的大きく、かつエゾマツ、トドマツの如き氣囊を持つ花粉よりも浮游力小なるため泥炭地に落下する花粉の量も比較的大なるものと解釋せられるのである。したがつて過去における百分率に就いてもこの點を幾分考慮に入れるべきものであらう。その他 *Pinus*, *Alnus*, *Salix* は何れも各泥炭地の各層位に現われた百分率が、表層の結果に見られる如く10%以下に止まり過去における森林組成に就いても、現在と略同様な役割を演じていたものと解することが出来る。

以上の分析結果より南樺太北部の森林變遷史を要約するならば、沖積世の長き年月に亘つて現在本地域に優勢に繁茂せるエゾマツを主とするエゾマツ・トドマツ林が支配的位置を持続していたものと見られ、グイマツの如きは現在と同じく依然特殊環境區域を占領する樹種として局限せられた面積上に生育していたものと考えられる。

ii) 南 樺 太 南 部

南樺太南部を代表する泥炭地として、筆者は落合および江ノ浦泥炭地の花粉分析結果を掲げた。檢出された樹木花粉は第18圖及び第19圖に見る如く、各層位につき、*Picea*, *Abies*, *Larix*, *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Ulmus*, *Salix* の花粉を主とし、*Quercus* の花粉が稀に存在する。かくの如き樹種は如上の南樺太北部における各泥炭地の結果と略同様である。

しかし現世泥炭の最上層部である資料1號の花粉組成は、現在の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せるところであつて、北部とは反對にトドマツがエゾマツよりも著しく優勢なることを示している。

かくの如きトドマツの優勢なる組成は、落合泥炭地については、略大差なく資料29號附近まで認められる。然るにそれより下層になると、エゾマツ、トドマツは共に縮少してカバ類が優勢となり、一見野頃泥炭地分析結果に現われた、上部洪積世の組成型を想起せしめるものがある。但し資料採取に際して、この泥炭層が豫想外に厚く、6mの採取器を以てするも尙かつ最底部に達し得ず、遺憾ながら6.15mの深さにて中斷するの止むなきに至りしたため、今これを以て、直ちに上部洪積世に對比せしめることはできない。むしろ沖積世の最初期に近いものと見做しておく方が妥當であろう。またエゾマツ、トドマツともに減少しても、依然として *Picea* < *Abies* なる關係が見られ遂に一度も *Picea* > *Abies* なる型を現出し得ないところに、この分析結果の特徴がある。すなわちこの分析結果を以てすれば、本地方においては沖積世の初期には *Picea* および *Abies* はいちじるしく減退して *Betula* を増加し、また *Larix* が幾分縮少した時代があり、その後沖積世のある時代から、現在認められる如き、トドマツがエゾマツよりも優勢な森林構成状態を持続し來つたものといわねばならない。

次に江ノ浦泥炭地に就いて見るに、落合泥炭地と同じく、トドマツがエゾマツよりも優勢なることを示している。これはこの附近における現在の森林構成状態を略正確に現わしている。しかるに、資料3および4號附近においてはエゾマツ、トドマツともに縮少してカバ類が優勢となり、一見落合泥炭地における最底部の組成型に類似した結果となつて、一時的な變化を示すも、再び資料6號以下最底部までトドマツ、エゾマツの優勢なる構成状態を持続している。

斯の如き一時的變化はあるとしても、*Picea* < *Abies* なる型には變りなく、一貫してトドマツがエゾマツよりも優勢なることを示すものである。只最底部に落合泥炭地、底部に現出する如き *Picea*, *Abies* の減退時代を欠くことは注意を要する點である。これは恐らく泥炭の層厚より見て、本泥炭の堆積開始が前者よりも後期に屬するものと解すべきであろう。

更に *Larix* に就いては兩泥炭地とも僅少なる混淆率を示し、北部泥炭地の例と酷似の状態にある。これ等の結果より見るも、本地方における過去のグイマツ林も沖積世を通じて、北部におけるが如く廣汎なる面積を占むるエゾマツ・トドマツ林に比すれば極めて局限せられた面積にあつたものと考えなければならない。僅かに落合泥炭地において資料19號附近より底部に向つて漸減の傾向が認められるに過ぎないのである。

その他 *Pinus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Salix* に就いては兩泥炭地とも各層位に現われた検出粒数は僅少に止まり、沖積世を通じて、森林組成に關しては、現在と略同様な役割を果していたものと推定せられる。

如上の分析結果より南樺太南部における沖積世の森林變遷史を要約するならば、沖積世の初期においてはエゾマツ、トドマツの減退時代があり、その後現在本地方に優勢なるトドマツを主とするトド

マツ・エゾマツ林が長年月に亘つて支配的位置を持続したものである。またグイマツは北部におけると同じく依然廣汎なる面積を占むるエゾマツ・トドマツ林に比すれば極めて局限せられた分布面積をもち、ただ落合泥炭地の附近では沖積世の初期においては、今日よりも更にその分布面積は局限せられていたものであろう。ここに掲げた沖積世初期に属する特徴ある時代を招來した原因についての検討は第Ⅴ章における氣候變遷の項にゆづる。

b) 洪積世における森林の變遷

野頃亞炭層は前項所説の如く南樺太の東北部にあつて、多來加灣沿岸に迫り、海岸の岸壁に現われた地層断面は 佐々博士の決定によれば⁴⁰⁾、敷香統（沖積世）、留久玉統（上部洪積世）野頃統（上部鮮新世）が相重なつたものである（第5圖参照）。しかして留久玉統の最底部にある 20 cm の亞炭層は上部洪積世中の下位の時代に所屬し、なほ地表面を形成する泥炭層の最下部は留久玉統の最上層部に當り、諸般の事情からこれは洪積統堆積の直後これを蔽つて生じた泥炭と見做され、洪積世末期を代表する部分と考えられている。

如上の上部洪積世の所産である資料 18 號～20 號より檢出せられた花粉は *Picea*, *Abies*, *Larix*, *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Salix*, *Ericaceae* および *Cyperaceae*, *Poaceae* に属するもので、その他 *Sphagnum* の胞子が多數發見せられた。ここに檢出せられたる花粉も如上の沖積世泥炭中より檢出せられたる花粉との間に、何等形態上の差異を認め難きにより、これ等の花粉もまた現存種と同一樹種が産出したものであると見做し得る。しかるにその花粉分布圖（第10圖）に現われた組成は、沖積世のそれとは型を異にして、エゾマツ、トドマツの減少に對し、カバ類のみがいちじるしく優勢を現わしている。而して地表面を形成する泥炭層の最下部、すなわち資料 14～17 號もまた上層の沖積世の組成とは異なる型を示し、留久玉統の最下部に堆積した亞炭の組成型と同じく *Picea*, *Abies* は減退してカバ類の優勢時代を現出して、その最下部に *Abies* を欠くことを以て特徴としている。

更に洪積層上に堆積した泥炭と見られる亞頃および保惠、泊岸、楠山、辨慶の各泥炭地における最底部の分析結果に現われたる花粉組成も *Picea* および *Abies* が縮少してカバ類のみが優勢にして、如上の野頃泥炭地における留久玉統の最上層部の組成と類似型を示している。すなわちこれ等の泥炭地の最底部は花粉分析の結果並びに諸般の事情から、これは洪積世末期を代表するものと考えられる。

次に野頃泥炭地において留久玉統の底盤をなす野頃統（上部鮮新世）の中に厚層な亞炭が介在している。これの分析結果によれば檢出せられた花粉の種類は、その上に堆積せる上部洪積世および沖積世の花粉と同種のものであり、なほかつその形態においても何等の差違を認め得ないのである。したがつて上部鮮新世においても現存種と同一樹種が存在したものと見做し得る。たとえば *Picea* はエゾマツ、*Abies* はトドマツ、*Larix* はグイマツ、*Pinus* はハイマツ、*Betula* はカバ類に該當するであろう。しかるにその花粉分布圖（第10圖）が示す如く上部鮮新世の一時代に属する資料 21～41 號の花粉尘組成は、沖積世および上部洪積世のそれとは型を異にして *Pinus*, *Alnus* の優勢を示してい

る。かくの如き森林組成を強いて現在に求むるならばカムチャツカおよび千島列島を擧げることが出来るであろう¹⁷⁾。

以上の分析結果より南樺太北部の森林變遷史を要約するならば、上部鮮新世には、ハイマツ、カバ、ハンノキ時代があり、上部洪積世にはカバ優勢時代が現われ、現世のエゾマツ、トドマツ優勢時代に變遷せるものということが出来る。殊に上部洪積世においては、留久玉統の上部に堆積した所謂上部洪積世の末期の所産と見られる泥炭と更にある時代を隔した留久玉統の底部に現われた亞炭の分析結果が同じくカバ優勢時代を現出せる點は注目に値する。すなわち南樺太北部においては上部洪積世のある時代にカバ優勢時代があつて、その末期に再び同様な時代が現われて沖積世に入ると共に今日の如き *Picea*, *Abies* の優勢時代に變化したものである。しかるに南樺太南部においてはかくの如き花粉分析法を適用し得られる洪積世及びそれ以前の泥炭が未だ發見せられていないことは筆者の最も遺憾とするところである。

2. 北海道における森林の變遷

a) 沖積世における森林の變遷

北海道においては石狩低地帯が、南方系要素の影響を受くる西南部と、北方系要素すなわちトドマツ・エゾマツ林の支配する東北部との境界線として、また黒松内低地帯は、南方系要素の影響甚しき限界として植物地理學上重要な意味を持つことは、既に宮部博士によつて指摘せられている。したがつて筆者は北海道沖積世に所屬する泥炭地として、江別、蕨岱、八雲の各泥炭地を選び、その分析結果を前項において説明した。

江別泥炭地は所謂幌向泥炭地と稱せられる石狩川本流およびその支流江別、豊平川の流域に發達した泥炭地の中に含まれ、石狩低地帯における代表者として選んだものである。その分析の結果検出せられた花粉は *Picea*, *Pinus*, *Abies*, *Salix*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Fagus*, *Quercus*, *Acer*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Ericaceae*, *Asteraceae*, *Poaceae* の多種に上り、その他 *Sphagnum* の胞子が發見せられた。

本泥炭の花粉分布圖として掲げた第22圖によれば泥炭層の最上層部に當る資料1號の百分率は現在のこの附近における森林構成状態と略合致するものであることは既に述べた通りであるが、この組成状態を南樺太における各泥炭層の結果と比較すればいちじるしく異なるものがある。すなわち南樺太において検出せられる花粉の種類は12種に過ぎざるも、本泥炭地にては17種の多種に上り、殊に *Fagus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Acer*, *Tilia*, *Fraxinus* の如き南方系要素の混入を認めるのである。

さらに第22圖の示すところによれば *Quercus*, *Betula*, *Abies* が最も優勢に出現し、これは多少の變動はあるにしても、資料1—16號の間は略典型的に同じ状態にある。僅かに資料17號より泥炭の底部に向つて *Alnus* がいちじるしく擡頭し、*Quercus*, *Alnus* 時代を現出している。ここで北

日本の特徴樹種として認められるエゾマツ、トドマツの混淆歩合に就いて考えるならば、トドマツはエゾマツよりも優勢となつて沖積世を通じて *Picea* > *Abies* の如き型は一度も現れていない。すなわち北海道に於ても沖積世には依然現在の如き *Picea* < *Abies* なる組成型を持続したものと解することが出来る。しかし本泥炭の底部附近においては *Picea* および *Abies* はいちじるしく減少して、*Picea* の如きはまったく発見し得られないのである。

要するに石狩低地帯附近の沖積世においては、当初 *Quercus*, *Alnus* 時代が現われ、その後現在見る如き *Quercus*, *Betula*, *Abies* 時代に變遷せるものということが出来る。尙本泥炭地附近に現存しない *Fagus* の花粉が各層位に少量現われたことは前項所説の通りで、現在南方約 80 軒の地域を北限とするブナ林の影響と見られたのであるが、さらにこれは各層位の百分率より見て過去においても適用し得られる解釋である。また表層のみに発見せられる少量の *Larix* の花粉は、本地方に造林せられたカラマツ林所産と見るべく、沖積世の初期以來 *Larix* の天然分布は認め得られない。

巖岱泥炭地は黒松内低地帯を代表し、その泥炭は新第三紀層を底盤として發達したものである。したがつて泥炭の最底部が何れの時代に屬するか決定にはすこぶる困難なるものがある。しかし本泥炭層の大部分を沖積世に屬するものと解するはもつとも妥當とするところであろう。その分析結果検出せられた花粉の種類は江別泥炭地の結果と略同様に、僅かに *Castanea* の花粉が加つたに過ぎない、第 24 圖として掲げた花粉分布圖によれば、その表層における結果は *Quercus*, *Betula*, *Abies* の優勢なることには變りないが、*Fagus* の擡頭せる點において特徴が現われている。この組成状態は大差なく略 3 資料 8 號の附近まで認められるが、それより下層になると *Alnus* が優勢となり、江別泥炭地におけると同様に *Quercus*, *Alnus* 時代となつている。

また *Abies* の花粉は各層位を通じて相當量検出せられているが、*Picea* に至つては深さを増すと共に漸減し、泥炭層の中央部以下ではほとんどその存在を認め得ない。表層において僅少発見せられる *Larix* は前項所説の通り現在における植栽木の所産と解すべく、過去においては、沖積世を通じて、その天然分布を認め得ざるところである。

以上の結果より見るに黒松内低地帯附近においては沖積世の始めには *Quercus*, *Alnus* 時代があり、それより *Quercus*, *Betula*, *Fagus*, *Abies* 時代へと變遷したものである。これを石狩低地帯を代表する江別泥炭地の結果に比較すれば、沖積世を通じて南方系要素たる *Fagus* の擡頭がいちじるしく、その位置的關係より本州系要素の影響を受けることの大なるを示している。

八雲泥炭地の分析結果は北海道南部の沖積世を代表するものである。その検出せられた花粉の種類は江別および巖岱泥炭地におけるものと同様であるが、本泥炭地においては *Picea* の花粉を欠き、*Fagus* の花粉が頗る優勢に発見せられている。第 26 圖によれば、現在この地方の森林構成状態を表現する資料 1 號の花粉組成型はほとんど泥炭の底部まで大差なく認め得られる。すなわち本地方においては沖積世を通じて略 *Fagus* および *Quercus* の支配する森林組成型を持続したものである。

本泥炭地の表層における分析結果に *Picea* を欠くことは前項所説の如く、現在のエゾマツの南限に當る黒松内低地帯附近まで距離の大なることに基因するものであろう。しかるに過去における各層位に一度も *Picea* の花粉を發見し得ざることは、沖積世を通じて本地方が、エゾマツの南限より隔る距離が現在より接近した時代の存在しなかつたことを立證するものであろう。またこの花粉組成型を江別及蕨岱泥炭地に比較すれば、その底部において *Quercus*, *Alnus* 時代を欠く點は注意を要する。これが原因は本地方が南方に偏する位置的關係、ないしは泥炭の堆積が前兩者の何れよりも後時代に屬するかに存するものであろう。

要するに北海道においては、石狩低地帯は南方系要素の略北限として重要な位置を占め、また黒松内低地帯以南が南方系要素の影響も甚しき地帯に當る如き現状は、沖積世における相當長年月の間持續したものである。すなわち黒松内低地帯の北方に存するブナ林の北限およびエゾマツの南限は現在の如き位置に長年月停止していたものと見なければならぬ。但し江別および蕨岱泥炭地に見る如く、沖積世の初期を現わす泥炭の底部に近く *Quercus*, *Alnus* の優勢なる時代の支配したことは注目に値する。またこの時代には蕨岱泥炭地にエゾマツを欠き、江別泥炭地では、それはいちじるしく減少するところより見れば、當時その南限は現在の位置よりも更に北方に移動していたものと見るべきである。すなわちこの時代は第Ⅴ章所説の如くそれより上層部を表現する *Quercus*, *Betula*, *Abies* 時代とは多少異つた特徴を現わすもので、恐らくは沖積世の初期における温暖氣候を指示する小變化に照應せられるものと考えられる。

如上の結果によつて示された如く、南樺太北部の沖積世においては、その初期以來ほとんど大なる變化を認め得なかつたのであるが、その南部の沖積世においては現在その地方を支配せる *Abies*, *Picea* の優勢時代とは異つた *Abies*, *Picea* の減退時代を一回認めたのである。また北海道西南部においては、その初期に *Quercus*, *Alnus* 時代があつて、その後 *Quercus*, *Betula*, *Abies* 時代へと變遷した事實が存在するのである。しかるにこれを歐洲諸國の結果と比較するならばいちじるしき相違が認められる。すなわち歐洲においては氷河の退却後沖積世に入つて *Dryaszeit*, *Birken-Kieferzeit*, *Haselzeit*, *Eichenmischwald*, *Buchezeit*, *Kulturzeit* の如き各時代が相當明瞭に現われていたのである。したがつて我が國の北日本沖積世においては、今日までの筆者の分析を以ては如上の歐洲における變遷に照應せしむべき複雑なる結果はあらわれていないのである。

b) 洪積世における森林の變遷

北海道洪積世の亞炭層として、西北方の日本海に面せる羽幌、東南方の太平洋岸に存する釧路、石狩低地帯の野幌、および黒松内低地帯のチプタシナイを選び、前項においてその花粉分析の結果を掲げた。

佐々博士によれば羽幌亞炭層（第6圖）およびチプタシナイ亞炭層（第9圖）は、上部洪積世のある時代に發達せるものであり、釧路亞炭層（第7圖）および野幌亞炭層（第8圖）は下部洪積世中の一時代の所産と見られている。

羽幌亞炭層の分析結果を示した第20圖を上述の南樺太北部および南部の各泥炭地の分析結果と比較するに、*Quercus* の花粉が各層位に少量存することを除けば、その樹種において全く同一である。さらに各樹種の混淆歩合を見るならば、これが南樺太北部の沖積世に屬する分析結果と頗る近似せる組成をもつものであることは、分布圖の比較から容易に判定できるであろう。すなわち羽幌附近は上部洪積世中のある時代においてはエゾマツが優勢で、エゾマツとトドマツは80~70, 20~30の比率を示し、それに少量の *Larix* の花粉が加わり、南樺太北部の現在および沖積世におけるが如き森林構成状態を現出した時代があつたものと考えられる。チブタシナイ亞炭層の分析結果は第25圖を以て察知し得られる如く、検出せられた樹種に *Corylus*, *Tilia*, *Fagus*, *Castanea* の如き南方系樹種が散見せられ、また *Larix* の花粉がほとんど消滅せることは顯著な特徴となつてゐる。各樹種の混淆歩合には *Abies*, *Picea*, *Betula* の花粉がもつとも優勢に現われ、*Abies*, *Picea* 時代をあらわしている。ことに *Picea* < *Abies* なる組成については南樺太南部の沖積世におけるが如き組成状態を呈するも、如上述ぶる如く *Larix* の分布を欠く點および一般に各層位において *Quercus* および *Ulmus* の花粉を増加して、さらに南方系要素を混入する點より見れば、むしろ當時の森林構成状態は現在の北海道の最北部に對比せしむべきものであろう。斯くの如き現象は本地方が上部洪積世に屬する一時代においても同時代に屬する羽幌泥炭地よりも著しく南方要素の影響を受くるごとき地理的關係に存したのと考えられるのである。

然らば羽幌、およびチブタシナイ附近に見られる現在および沖積世における森林は如何なる構成状態を有するものであろうか。幸にして北海道全般に亘るエゾマツ、トドマツの混淆率に關しては、第27圖に掲ぐる如き松田昌一氏の詳細なる調査報告がある。それによると 羽幌地方は トドマツが斷然優勢にして略80%を占め、分析の結果にあらわれたる洪積世の比率とは全く相反し、むしろこの比率は現在ならびに沖積世における南樺太南部のそれに近いものである。黒松内低地帯附近を代表するチブタシナイ泥炭については、それに相隣る蔵岱泥炭地の例がある。その結果によれば沖積世の初期に *Quercus*, *Alnus* 時代があつて、その後長年月に亘つて *Quercus*, *Fagus*, *Abies* の優勢なる森林時代の持續を示して、凡そこの地方の上部洪積世の状態とは相異つたものである。

以上の結果から各亞炭の堆積時代に當る北海道の上部洪積世中のある時代における森林構成状態を見るに、羽幌地方においては、南樺太北部の現在ならびに沖積世の如きエゾマツの優勢なるエゾマツ・トドマツ林の支配した時代があり、また黒松内低地帯附近は、北海道北部におけるが如き森林構成状態があつて、現在におけるそれ等の地域の森林構成状態とは著しく異なるものがある事實が判明するに至つた。尙エゾマツ、トドマツの混淆状態については現在南樺太の南北によつて、その混淆比が逆轉しているが如き關係、すなわち *Picea* > *Abies*, *Picea* < *Abies* が上部洪積世のある時代においては羽幌地方と黒松内低地帯間に存在したことが推定し得られ、また現在北海道において欠除している *Larix* が上部洪積世において羽幌地方に確認せられている。しかしその分布は黒松内附近までには

達していなかつたものである。

次に下部洪積世中の一時代を代表する泥炭地としては釧路および野幌亜炭層の分析結果を挙げることができる。それによれば釧路地方においては、その亜炭所産の當時 *Picea* > *Abies* の如き型を持つエゾマツ、トドマツの有力なる森林が支配していたもので、この組成型は野幌地方と同じく、現在および沖積世における南樺太北部のそれに近似のものである。また野幌亜炭の分析結果によれば *Picea* < *Abies* なる型を示し、各層位に *Larix* を随伴している。尙その他に資料4および6號において *Fagus* の花粉が微量存することを以て特徴としている。

ここにおいて *Picea* < *Abies* の點のみより見るならば、同じ地域にあつて、しかも沖積世に所屬する江別泥炭地の分析結果と何等異る點を見出し得ないのである。しかし本泥炭の分析結果が *Picea* < *Abies* なる組成をあらわし、各層位に *Larix* を伴うところより見れば、その當時の森林構成状態を南樺太の最南部に求むべきものではなからうか。何となれば後述する如く、現在北海道以北において *Picea* < *Abies* の組成を持ち *Larix* を伴う森林地域は南樺太において、東海岸の馬群憚と西海岸の恵須取を結ぶ線以南に限られている。しかし資料第4および6號において微量検出する *Fagus* の花粉をまた考慮するならば、たとえこれを遠隔より飛來せるものと解釋しても、現在にはその實例を求め得ないことになる。よつて筆者は本泥炭地の分析結果は南樺太最南部と北海道北部との中間地帯に照應すべき森林組成を現わすものと解釋したのである。すなわち現在野幌地方の森林が南北両系樹種の交錯地帯に當る如く、如上の野幌泥炭を産出した上部洪積世のある時代においてもまた、現在の南樺太最南部と北海道北部における森林の交錯せる如き地帯に該當していたと見ることができる。

つぎに釧路地方の現在における森林構成状態の片鱗は、松田氏の調査圖によつても明かなる如くトドマツが約80%を占むるエゾマツ・トドマツ林が支配し、宮部博士によつて指摘せられた所謂北海道東北部の針葉樹林帯に屬している。したがつて下部洪積世のそれとはまづたく異なる組成型といわねばならない。また野幌亜炭層附近に就いては、それに隣接する江別泥炭地の例がある。その結果は前項所説の通り下部洪積世のそれとは顯著な差違が認められる。

要するに下部洪積世中のある時代に該當する釧路および野幌亜炭の分析結果にあらわれた森林構成状態は、現在のそれ等の地方におけるものとはいちじるしき相違があり、その當時釧路地方には現在の南樺太における北部型森林が支配し、また野幌地方においては南樺太最南部と北海道北部との中間地方を想定せしむる如き森林が支配していたものである。ことにこれ等の分析結果は何れも、現在の北海道の森林に欠除している *Larix* の洪積世における存在を明かにした點は、現在の森林に對する重要な相違點として強調せらるべきものであらう。これが詳細については次項に譲ることとする。

如上述ぶる如く、洪積世には南樺太においても北海道においても、沖積世とは頗る異なる型の森林が支配していたものである。南樺太においては野幌泥炭地に現われた留久王統の最上部に堆積した上部洪積世の末期と見做される泥炭が存在して、沖積世への移行状態を明瞭ならしむことができたのであ

るが、北海道においては斯くの如き泥炭は未だ発見されていない。すなわち羽幌およびチプタシナイ亜炭は上部洪積世のある時代に、釧路および野幌亜炭は下部洪積世中のある時代の所産であつた。したがつてそれ等の分析結果は上部洪積世および下部洪積世の中、ある時代の森林構成状態のみを表するものである。しかるにたとひ上部および下部洪積世においてこれ等の亜炭が堆積した當時以外の時代が如何なる森林構成状態にあつたにしろ、少くともこれ等の亜炭の所屬する時代には、現在および沖積世とはいちじるしく異つた環境條件の支配せることを認めなければならない。筆者は第Ⅴ章所説の如くこれらを専ら氣候變遷によるものと解することを至當と考えるのである。

V. 南樺太及び北海道における洪積世以降の氣候變遷に關する考察

1. 南樺太及び北海道の現存森林における特徴樹種分布状態ならびにその氣候的意義

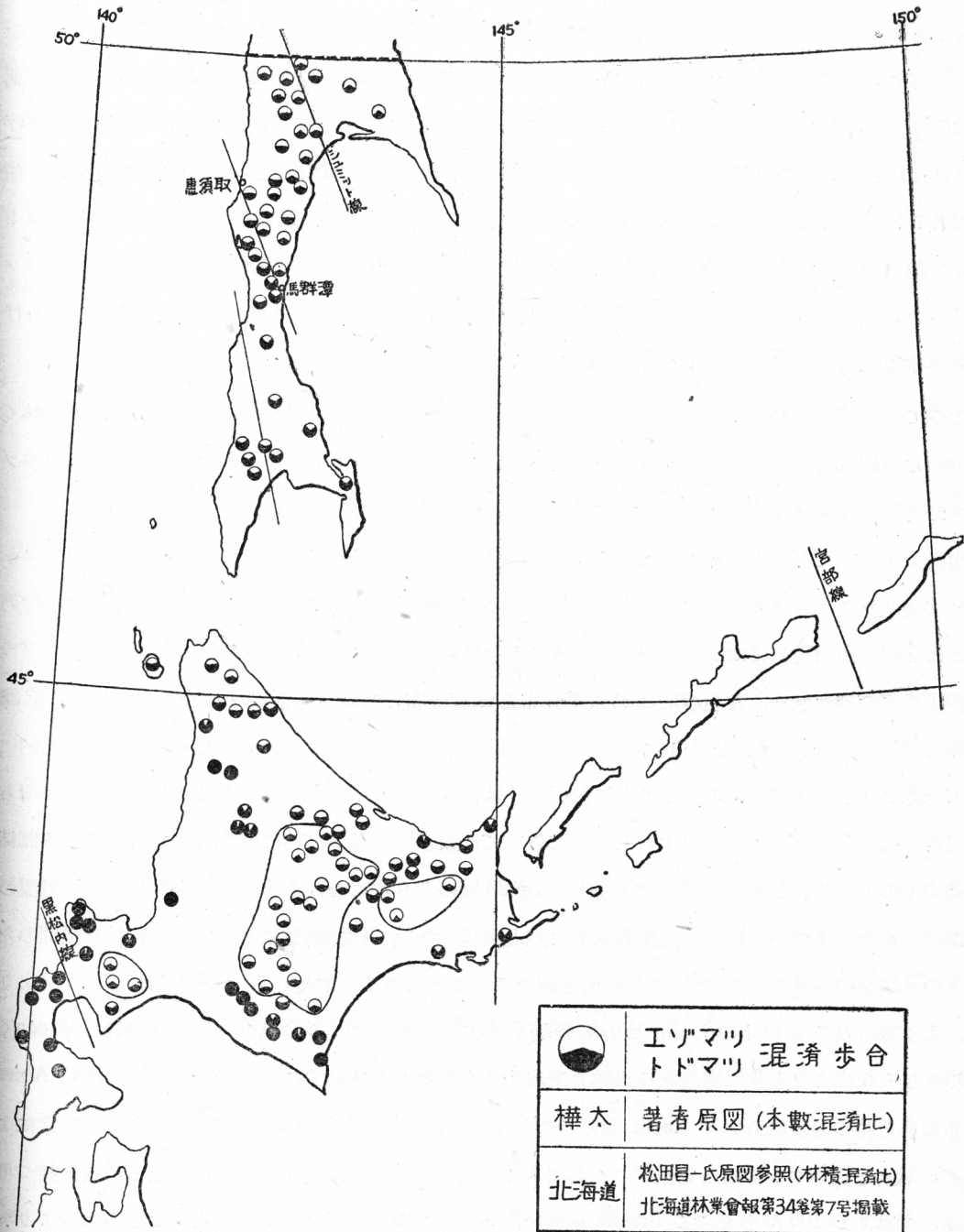
南樺太及び北海道森林における代表樹種たるエゾマツ、トドマツおよびグイマツ、アカエゾマツ、ブナの5樹種の現在における分布状態の詳細については本篇には省略したのであるが、拙著(84)、(86)においてその大要を窺うことができるであらう。しかし南樺太及び北海道は現在まで自然の儘放置せられたもつとも人間の干渉少なき地域であつて、現存する森林の大半も嚴格なる意味における原生林である。この點においてこれ等の5樹種はそれらの地方の立地的指標樹種として、所謂氣候的安定樹種と見做さるべきものであらう。

現在の南樺太においては、前項に指摘した如く、エゾマツ・トドマツ林が頗る優勢なる繁茂をなし、その北部地方にあつては $Picea > Abies$ なる型が、南部地方にあつては反對に $Picea < Abies$ なる型がそれぞれ分布している。しかし筆者の研究によれば中央山脉以東地においては略馬群憚川を境として、それより北部にエゾマツが優勢、南部にはトドマツが優勢となつてゐる。尙その後舊樺太廳林業課の調査によつて、内陸部および西海岸方面の資料が蒐集せられ、その結果馬群憚よりシュミット線に略平行して西海岸惠須取を引いた線を境界とし、その附近までトドマツの優勢なる森林が一部侵入していることが判明した。さらに南部地方中植物地理學上工藤博士の蝦夷區に屬する久春内以南の西海岸および野登呂半島のみは、グイマツを欠き、北海道にもつとも類縁深しと認められる地域である。

よつて $Picea > Abies$ なる組成を持ち *Larix* を伴う森林と、 $Picea < Abies$ なる組成を持ち *Larix* を伴う森林と、同じく $Picea < Abies$ なる組成を持つが *Larix* を伴わざる森林とは、現在の南樺太を南北3地域に棲み分ける三つの森林型であると考えられる。

次に北海道本島においては全般的に闊葉樹の増加を認めるも、石狩低地帯以北は依然エゾマツ、トドマツより成る針葉樹林の支配地域であつて、エゾマツ、トドマツの混淆歩合については第27圖をもつて、その概貌を窺ひうるであらう。

第 27 圖 エゾマツ・トドマツ混淆歩合分布圖



それによれば現在の北海道の森林では、全般的にトドマツがエゾマツよりも優勢である。しかしその水平分布においてはエゾマツは、曾て宮部博士によつて提唱せられた植物地理學上の境界線、黒松内低地帯以南に分布せざるのみならず、また積丹半島および日高の南部にも分布していない。尙トドマツ分布の南限は渡島半島の南端知内川の上流に存在している。

これ等の地域以外ではエゾマツ、トドマツに混淆し、その混淆率は日本海に沿つて北するにしたが

い、また太平洋に沿うて東するにしたがい、増加する傾向があり、オホーツク海に面する地域においてもつとも高率を示すが、常に *Picea* < *Abies* なる組成に變化はない。しかし中央高地或はその他の山岳地方においてはエゾマツの優勢なる *Picea* > *Abies* 型の組成を示す地域もある。また北海道針葉樹林の今一つの特徴として、グイマツを欠き、その代替種としてアカエゾマツの分布することをあげなければならない。このアカエゾマツは黒松内低地帯以北の全地域および南樺太の南端迄分布する樹種である。しかし黒松内低地帯以南は南方要素たるブナの侵入顯著であつて、針葉樹林としてはトドマツがその主要なる構成要素である。しかし渡島半島の西部に分布する今一つの針葉樹としてヒノキアスナロが挙げられるも、今回の花粉分析結果に現出する量が餘りにも微少なるを以て本項における氣候指標樹種としては保留した所以である。

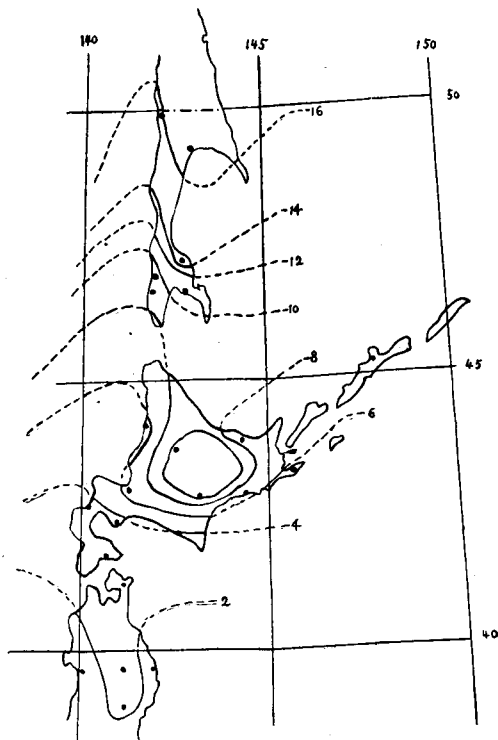
よつて北海道本島の森林は *Picea* > *Abies* なる組成を持ちアカエゾマツを伴う森林と、*Picea* < *Abies* なる組成を持ちアカエゾマツを伴う森林と、さらに 100% トドマツが占めて、ブナを伴いエゾマツおよびアカエゾマツの分布しない森林との 3 類型に分つことができる。

南樺太においても、その南部ではトドマツが優勢なるも、北部に至つて比率、逆轉し、エゾマツが始めて優勢なることは既に述べた通りであり、翻つて北海道においてもエゾマツが優勢を示す地域のほとんど總てが山岳地帯に局限せられていることを思う時、この水平分布におけるエゾマツ、トドマツの混淆率の推移状態、ならびにこの水平分布と垂直分布との關係を説明すべきものとして、第 28 圖および第 29 圖に掲げた北海道ならびに樺太の氣溫分布圖を引照するまでもなく、筆者は大局的に見て一應これを溫度の遞減と言うことに結びつけるのほかないと信ずる。もとより北日本の如きほとんどその大部分が寒冷地域に屬するところにおいては最寒月の氣溫は特に植物の生育に重要な關係を持つものである。したがつてここに掲げた第 29 圖の北日本における最寒月（1 月）の平均氣溫の等溫線もまた、筆者が上に述べた南樺太および北海道において指標樹種に基いて現存森林を類別した夫々の 3 類型の境界線と略平行せる傾向を認めるところである。すなわちエゾマツはトドマツよりも、より寒冷なる氣候下の土地において優勢を示す。よつて *Picea* > *Abies* なる組成は、*Picea* < *Abies* なる組成よりも常に寒冷なる氣候を表現するものなりと見做すことができ、また *Picea* > *Abies* なる組成を持つ地域において *Larix* を伴う森林地域は、アカエゾマツを伴う森林地域よりも常により寒い氣候を表現するものと見做すことができる。しかしさらに *Picea* < *Abies* なる組成を持つ地域は、*Abies* が 100% を占めて *Fagus* を伴い、エゾマツおよびアカエゾマツを伴わざる地域よりも寒い氣候下にあることを現わすものと見做し得るであろう。

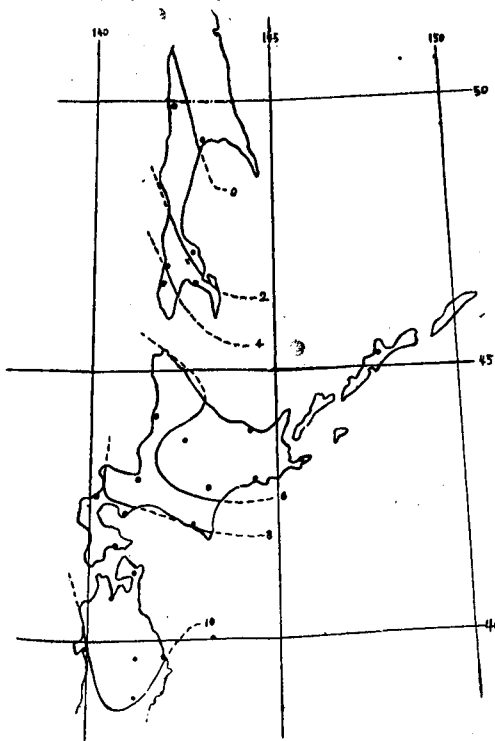
2. 南樺太及び北海道の洪積世以降の氣候變遷史

如上述ぶるところの花粉分析の結果によつて、南樺太及び北海道の沖積世ならびに上部および下部洪積世に現われた森林構成状態の變遷、特にエゾマツ、トドマツの混淆状態ならびにグイマツの分布状態における變化は、何れも廣範圍における、しかも頗る長年月に亘つての現象と見られる。したが

第28回 最寒月(1月)平均気温等温線



第29回 年平均等温線



第30圖

時代	氣候	三浦半島	東京附近	房總半島	備考
沖積世	上 寒 暖	沖積層	有樂層上部	市川貝層	
	下	材木座介層	有樂層下部	沼介層	
上部洪積世		關東口-△層 鉾立礫層	關東口-△層 鉾立礫層 江古田層	立川層 砂礫層	
		赤褐色砂礫層	山手層 砂礫層	成田層 木下層	塩原
下部洪積世		下末吉介層	東京層	瀨又層	
		程ヶ谷上倉田層 山下(横浜)層	品川層	市川層	
		下倉田植物層		鹿野山層	
漸新世		長沼層		世毛層	

△-化石 ○-植物化石 ◎-暖 - - 温 □-寒 △-冷 (佐々理學博士編集)

つてそれを招來した原因については、何れも單なる植生遷移の一局面と解するを得ず、ここには何等かの重大なる環境變化のあつたことを既に指摘した。よつて筆者はこれが原因を花粉分析結果の特性として専ら氣候條件の變化と結論すべきであると思う。ここにおいて前項所説のごとく南樺太及び北海道の現存森林の配置が現在の氣候型配置に照應されていることを知つて、花粉分析研究の最終目的たる氣候變遷史の考察に入らんとするものである。

先ず筆者は北日本森林の氣候的安定樹種たる エゾマツ、トドマツの現在における混淆狀態から、*Picea* > *Abies* なる組成を示す森林は南樺太北部および北海道の山岳地帯に見られ、*Picea* < *Abies* なる組成を現わす森林は、南樺太南部および北海道の山岳地帯以外の地域に認められることを知つて、さらに *Larix* は南樺太南端以北に分布して北海道におよばず、*Fagus* は北海道黒松内低地帯以南に分布する事實を以て、これ等の樹種によつて構成される森林の存在を以て、現在および過去の氣候の指標たらしめんとするものである*。ここに便誼上水平分布面のみに着眼して、*Picea* > *Abies* なる組成を持ち *Larix* を伴う森林型を以て現わされる氣候を、かりに南樺太北部氣候、** *Picea* > *Abies* なる組成を持ち *Larix* を伴う森林型を以て現わされる氣候を南樺太南部氣候とし、*Picea* < *Abies* なる組成を持ちアカエゾマツを伴う森林型を以て現わされる氣候を北海道氣候とし、さらに *Abies* が100%を占め、*Fagus* を伴い *Picea* を欠除する森林組成型を以て現わされる氣候を北部本州氣候と名づける。

しかるときは南樺太北部においては、その分析結果の示す如く沖積世に入ると共に現在まで多少の變動はあるにしてもほとんど變らぬ森林構成狀態を持續することによつて、最早顯著な氣候變化を認め得ないのである。すなわち本地域においては沖積世の初期以來略現在の如き南樺太北部氣候下にあつたことを認めなければならない。その他南樺太南部の沖積世を代表する泥炭地、ならびに北海道西南部の沖積世を代表する泥炭地については第Ⅳ章所説の如く沖積世の初期には、現在それ等の地方を支配する森林構成狀態とは異つた組成型を示す森林が支配的であつた。すなわちこれ等の組成型より見れば、例えば落合泥炭地の底部において示す *Betula* の優勢時代は現在その地方を支配する南樺太南部氣候とは異なる型の氣候が支配していることを思ひしめる。また江別泥炭地の底部に現われた *Quercus*, *Alnus* 時代は現在その地方を支配する北海道氣候とは異なる型の氣候であり、炭岱泥炭地の底部に見られる *Quercus*, *Alnus* 時代もまた現在その地方を支配する北部本州氣候とも異なる型の氣候が支配的であつたことを想定せしめるのである。如上の3泥炭地について第Ⅲ章所載の分析結果を検

* 尙第6章所説の如く北海道には重要な針葉樹としてアカエゾマツがある。しかし今日までの筆者の研究を以ては同じく *Picea* に屬するアカエゾマツとエゾマツは花粉の形態による識別が完成されてゐない。従つて北海道の過去においてアカエゾマツが如くなる程度の分布をなしてゐたかを究明することが出来ないのである。しかし將來においてアカエゾマツの過去における分布が明にされる時が来るならば、北日本におけるグイマツとアカエゾマツの關係は、*Picea* と *Abies* との混淆歩合を補うに足る有力なる氣候示標として役立つに至るであらう。

** 茲に云う南樺太及び北海道氣候とは Köppen の氣候分類におけるD型氣候に略該當するものである。

討するならば、蘆岱泥炭地においてその底部に北方種と見られる *Picea* の漸減を認め、江別泥炭地の底部に *Picea* を欠除することおよび落合泥炭地の底部に *Larix* を欠除することある現象は、その當時の氣候が現在の夫々の地方を支配する氣候よりも幾分溫暖なる氣候であつたことを推定せしむるであろう。しかしこの影響は南樺太北部の各泥炭地の分析結果に見る如く、その地方の森林構成状態までも變化せしめるものではなかつたと見なければならぬ。すなわち *Picea*, *Abies* の混淆歩合のみよりすれば、北海道においては高さを増すと共に *Picea* の増加が認められ、山岳地帯において遂に *Picea* > *Abies* なる組成が見られている。しかるに南樺太北部の *Picea* > *Abies* なる組成を示す森林地域においては高さの變化によつては兩者の混淆歩合に大なる變化を認めないのである。したがつて *Picea* > *Abies* を以て示される氣候の範圍では最早それ以上の氣候の細い變化は説明できない。すなわち若し沖積世において多少溫暖なる時代があつたとしても *Picea* > *Abies* の區域内では、兩者の關係を以ては區別することができないであろう。しかし如上述ぶところの南樺太南部、北海道の石狩低地帯ならびに黒松内低地帯の夫々の地方においては沖積世の初期を除けば、その後現在までほとんど變らぬ森林構成状態を持續することによつて、最早顯著な氣候變化を認め得ないのである。

斯くの如き南樺太及び北海道の沖積世における氣候變遷史を歐洲における後氷期の氣候變遷史と對照するならば、歐洲においては洪積世の氷河が退却して以來、後氷期の時代に入つて *Dryaszeit*, *Birken-Kiefernzeit*, *Haselzeit*, *Eichenmischwald*, *Buchenzeit*, *Kulturzeit* の如き、森林構成状態に顯著な變化が現われ、これに對して *Präboreal*, *Boreal*, *Atlantik*, *Subboreal*, *Subatlantik Gegenwart* の如き氣候型を照應せしめているが、南樺太及び北海道においては南樺太南部以南において沖積世の初期に幾分溫暖なる傾向があらわれ、その後においては最早森林組成型を變化せしめるような顯著な氣候變遷の跡すら残していない。斯くの如き結果より見るならば兩者には一見相異なる點を認めるも、遺憾ながら筆者の研究結果を以ては兩者の對比を未だ完成するに至つていないのである。何となれば北海道における沖積世の泥炭には、洪積世とのつながりのあつたような資料は未だ發見するに至らず殊に北日本の洪積世と沖積世の限界點を、歐洲の氷期と後氷期のそれに如何に對比せしめるかの問題は地質學の領域に屬するが故である。

前節に述べた分析結果には、南樺太南部の洪積世の森林構成状態について論すべき資料を欠いている。しかし北海道の洪積世と南樺太北部の洪積世とに關する資料を得た故、兩者の中間地帯に當る南樺太南部の洪積世における状態は、これ等の兩資料によつて或程度まで推定できるようになつた。しかしてこの推定の基礎を與えるものは、言うまでもなく同時的存在としての、現在の南樺太北部、南樺太南部および北海道に認められる森林相互間の關係の理論的把握を措いて他にないのである。

然るときは北海道氣候下にある釧路附近および羽幌附近が、花粉分析の結果では、夫々下部洪積世および上部洪積世においてそれ等の亞炭を堆積した時代には *Picea* > *Abies* なる組成を持ち *Larix* を伴う森林型を示すことにより、夫々南樺太北部氣候下にあつたことを認めねばならぬ。また現在

北海道気候下のさらに南部にある石狩低地帯附近が下部洪積世中の一時代において *Picea* < *Abies* なる組成を持ち *Larix* を伴う森林型を示し、さらに微量の *Fagus* の散見するところより見れば、その附近が厳格に言えば南樺太南部気候と北海道気候との推移帯に當る如き気候下にあつたことを認めねばならぬ。さらに本州北部気候の北限にある黒松内低地帯附近が上部洪積世中のある時代において *Picea* > *Abies* なる型を持ち、その森林組成状態が北海道北部のそれを示すことは、その附近が當時完全に北海道気候下にあつたことを示すものでなければならない。分析の結果には石狩低地帯の上部洪積世、黒松内低地帯の下部洪積世に該當する資料を欠いているが、しかしここにもまた現在の森林型配置にもとづく理論の適用が許されるならば、石狩低地帯の上部洪積世のある時代にも南樺太南部気候と北海道気候との推移帯に當る如き気候下にあつたことがあり、黒松内低地帯の下部洪積世のある時代にも、北海道気候下にあつたことがあるものと推定することができるであろう。

斯くの如く現在の南樺太北部気候と南樺太南部気候の境界線が、洪積世中のある時代においては羽幌および釧路附近と石狩低地帯との間に存したものとせば、南樺太南部の如きは當然南樺太北部気候下にあつて、その當時の森林は *Picea* > *Abies* なる組成を示さねばならない。然るに南樺太南部の分析結果にかかる組成の現われざることは、その資料を未だ洪積世に對比せしめ難き所以である。北海道にして既に南樺太北部気候下にありとせば、現在南樺太北部気候下にある南樺太北部は、より一層寒冷な気候下に曝されていたと推定せざるを得ない。北樺太は現在南樺太北部よりも一層寒冷な気候下にあるであろう。しかし遺憾ながら、筆者は例えば現在の北樺太北部における森林構成状態を正確に知り得るような資料を欠いている。故に分析の結果に如何なる組成が現われたならば、現在の南樺太北部よりも一層寒冷なる気候を示すかを正確に知らない。しかしながら野頃泥炭地の分析結果において上部洪積世に對比せられる *Picea*, *Abies* が減退して、カバ類が優勢となり *Larix* を伴う時代は、たとえ *Picea* > *Abies* なる組成には變りないとしても、沖積世若くは現在南樺太北部に認められるものとは著しく異つた型の森林の存在を豫想せしめる。しかしてこれは現在南樺太北部に認められる、南樺太北部気候とは異つた型の気候を指示するものでなければならない。カバ類優勢時代が同一気候下に認めらるべき遷移の單なる一局面でないということは斷言できない。しかし同じく上部洪積世に屬して發達の時代を異にした2つの亞炭から、ほとんど同一の分析結果が得られているということは、單なる遷移の一局面に非ずして、依然それ自體が獨自の氣候型と結びついた一つの森林型をあらはすものではなからうか。しかも斯くの如き氣候型が現在の南樺太北部気候よりも溫暖な氣候であつたとしたならば、當然現在の南樺太南部氣候に照應する *Picea* < *Abies* なる組成が分析結果に現われて來なければならない筈である。然るにカバ類優勢にして *Larix* を伴う時代においても、依然として *Picea* > *Abies* なる組成が見られるのみならず、さらに野頃資料の16~17號において *Abies* の花粉を欠除しているということは、それが既に *Abies* の分布の北限を越ゆる寒冷さに相當した氣候を現わすものと解釋できないだろうか。しかしてこの解釋にして誤なき限り、この氣候こそは北海道

における洪積世中の南樺太南部氣候に對比せしめ得るところの、同時代の南樺太北部における北樺太北部氣候でなければならない。すなわち南樺太北部においては上部洪積世中に少くとも2回の寒冷期を認めることとなる。

以上の結果より見れば、南樺太及び北海道における洪積世には現在ならびに沖積世における氣候状態とは著しく異つた氣候が支配した時代があり、すなわち北海道においては上部および下部洪積世には少くとも各1回の寒冷期の存在が明かとなつた。筆者は未だ南樺太南部において上部および下部洪積世に所屬する亞炭を、また南樺太北部において下部洪積世に所屬する亞炭を発見していないのであるが、その地理的關係より見て、北海道における如上の上部および下部洪積中に存した各1回の寒冷期は、夫々南樺太の南部および北部における同時代にも、それ等に照應せしむべき寒冷期の存したことを想定せしめるものである。しかるに南樺太北部においては上部洪積世には2回の寒冷期が現われている。この何れを北海道の上部洪積世に現われた寒冷期に照應せしむべきか。しかし地質學上において分析に用いた両地方における泥炭の所屬する地質時代の對比が未だ完成されていないのである。したがつてこの問題は後日北海道において今一つの寒冷期を現わす上部洪積世の亞炭が発見されるに至つて始めて解決されることとなるであろう。さらに下部洪積世についても如上の寒冷期と時代を異にする他の亞炭が発見されて、地質學上において時代の對比が完成されることとなれば、この地域の氣候變遷史を完全に究明し得ることとなる。要するに南樺太及び北海道においては上部洪積世に2回、下部洪積世に1回の寒冷期の存したことは最早疑うべからざる事實となつたのである。

歐洲の洪積世においては Günz, Mindel, Ris, Würm と呼稱せられる4回の氷河の存在が確證せられている。これ等の氷河時代の成因については種々の議論があるとしても、その當時今日よりも寒冷なる氣候が歐洲を支配していたことは争うべからざる事實であろう。尙それ等の氷河時代の間には間氷期と稱せられる植物の生育が盛んであつて溫暖なる時代の存したことも判明している。しかるに我國の洪積世においては、筆者の分析結果をもつてすれば南樺太及び北海道に關しては未だ如上の歐洲における4回の氷期に照應せしむべき寒冷期が発見せられていないのである。しかし上述の如く、上部および下部洪積世における寒冷期には現在北海道氣候の支配下にある羽幌および釧路附近が南樺太北部氣候にあつたものとするならば、勿論本州における中部山岳地帯の上部に氷河の發達を可能ならしむる如き寒冷を想定することができらるであらう。我國の洪積世において中部山岳地帯に存在した氷河の問題には諸種の論議が反覆せられているも、氷河自體の存在したことは明かなる事實として認められている。

現在の釧路附近および羽幌附近を南樺太北部氣候下にあらしめるためには、年氣溫にして少くとも4~5度の降下を必要とするであらう。日本の洪積世に現在よりも寒冷な時代があつたことは、地質學乃至は古生物學方面より夙に唱導せられ來つたところであるが、その資料の多くは關東地方に得られ、筆者の分析結果を直接に對比せしめ得るような、南樺太及び北海道の資料によるこの方面からの

氣候變遷史は未だ完成されていない。それ故にここには佐々博士の編纂にかかる關東地方の洪積世地層の對比，ならびにそれ等の地層から從來發見せられた，植物化石および貝化石による氣候變遷狀態を第30圖として掲げた。この表に現われたところを見ると，この地方では下部洪積世および上部洪積世に夫々2回の寒冷期があつた。しかしこれ等の寒冷期は總てが同一程度のもではなくて，上部洪積世の江古田層の植物化石によつて指示される寒冷期のみが特に著しいものとされ，三木茂博士はこの寒冷期を認めずして土地の隆起を假定せるも^{145)*}，小泉源一博士はこれを否定して，同時代は洪積世中嘗て見ざる寒冷な氣候で當時の關東地方は現在の石狩平野に認められるような氣候下にあつたと論じている²¹⁾。しかし關東地方まで筆者の言う南部北海道氣候下にあつたとしても，江古田の植物化石中にトドマツが含まれていないことは注目に値する。

しかして羽幌の分析結果に現われた北海道における上部洪積世中の一時代を指示する寒冷期を，この江古田の寒冷期に對比させることができるであろうか。かりに對比せしめ得るとしよう。然るときは羽幌の寒冷期と略同等の寒冷期を指示する釧路の分析結果に對比されるべき下部洪積世中の寒冷期が第30圖に求められないという結果になる。關東地方には江古田の寒冷期に匹敵するようなものは，洪積世を通じて他に認められていないからである。然らばこれを鹽原植物化石によつて指示される關東地方上部洪積世のいま一つの寒冷期に對比せしめれば如何，鹽原植物化石の解釋については小泉博士の異議あるも²¹⁾，遠藤誠道博士はこれによつて5.0~5.5度の氣溫降下を考えている故¹⁴⁷⁾この點では羽幌に南樺太北部氣候を出現せしめ得る氣溫降下に略一致する。しかし何れにしる花粉分布圖にあらわれたる上部洪積世中の一寒冷期が江古田のそれに相當するか，或は鹽原のそれに對應せしむべきかは，現在の資料を以てしては決定できないとしても，北海道の上部洪積世中には少くとも一つの寒冷期の存したことは明かに主張出来るものと信ずる。また下部洪積世についても同様に筆者の資料となつた亞炭層が，偶々その時代の一時期に屬するものであつて，全期間を判斷することができないため，關東地方に2回あつたと言われる寒冷期の何れに該當するか不明なるも，少くともここにも一つの寒冷期の存在したことは明かであると言ひ得る。しかし問題は樺太の分析結果である。野頃の分析結果に現われた上部洪積世の寒冷期は，これら鹽原の寒冷期に對比せしむべきか，それとも江古田の寒冷期に對比せしむべきか。分析の結果を見ればその資料18~20號を以て鹽原寒冷期に對比せしめ，資料15~17號を以て江古田寒冷期に對比せしめられぬこともなからう。上述せる如く資料16~17號に *Abies* の花粉を欠くことは，この資料を以て現わされる氣候が，*Abies* の花粉の存在する資料18~20號を以て現わされる氣候よりもより寒冷なるべしと解釋し得るからである。しかし假にかくの如く解釋するとしても，野頃の分析結果では，沖積世に入るとともに現在までほとんど變らぬ森林構成狀態を持続することによつて，もはや顯著な氣候變化を示すことがない。況んや關東地方における沼介層を以て指示される如き，現在よりも遙かに溫暖な氣候が，南樺太北部に存在した

* 三木博士もその後氣候寒冷説を認めてゐる。

とするならば、當然 *Picea* < *Abies* なる組成を現わす部分が介在して然るべきに、この洪積世末期から現在に至るまで連続的に堆積した泥炭の結果には、全然かかる形跡が認められない。しかるに南樺太南部より得た資料には沖積世の初期に當つて異なる型の森林組成型が現われ幾分温暖なる氣候の訪れたことを指示する如く解釋せられている。

北海道黒松内低地帯を代表する蕨岱泥炭地の最底部のみにスギの花粉を發見することは注目に値する。もしこの最底部が沖積世の初期に該當するものとせば、それは勿論關東の沼介層に對比せしめることができるであろう。すなわち沼介温暖期には現在青森縣を以て北限とするスギが、黒松内低地帯附近迄その花粉を飛散せしめる如き範圍に北上していたものと見なければならぬ。また蕨岱および江別泥炭層の下半部において *Picea* を漸減する傾向は、何れも沖積世の初期には北方系樹種たるエゾマツの南限がさらに北方に移動していたことを示すものであつた。この2つの事實を以てすれば北海道西南部の沖積世初期には現在よりも暖い氣候下にあつたことを認めざるを得ないのである。しかしこの影響は南樺太北部にはおよんでいないことは上に述べた通りである。ここにおいて案ずるに、沼介層の温暖を指示するものが貝化石である點より見れば、或はその當時の温暖氣候は海流變化による影響であつて、その變化は遠く南樺太北部まではおよばず、したがつて南樺太北部の森林構成状態をも變化せしめる如きものではなかつたと言うことも考え得られるのである。今後關東に沼介層に對比せられる地層中に如何なる程度の温暖を指示する植物化石が發見せられるかが問題である。それと同じく今後に期待せられる本州各地における花粉分析の結果はこの問題に對して新しき解決の端緒を與えるものであらう。

以上述べるところの北日本氣候變遷史は筆者が林學上の立場に立つて試みた花粉分析の結果より得たる所産である。もしこれが地質學ならび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の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以て筆者の幸とするところである。

VI. 結 論

本篇は南樺太および北海道森林並に氣候の變遷を花粉分析法を研究手段として考察した業績である。筆者は先ず從來の花粉分析の方法そのものに根本的檢討を加え、もつて研究結果の確實性を高め得る方法を考察すると共に、南樺太北海道各地に亘る多數の泥炭地につき花粉分析を行つて、遂に同地方における洪積世以降の森林ならびに氣候の變遷史を究明するに至つたものである。以下研究結果の結論を摘記する。

1. 筆者が本研究に着手せんとした昭和5年の頃には、花粉の識別に要する花粉形態に關する研究が我國に欠けていた。よつて筆者は京大舊樺太演習林附近に生育する主なる植物172種につき、その花粉および胞子の形態を圖示し、且つその大きさを測定した。

次に花粉分析法は歐米諸國において氷期以降の森林ならびに氣候の變遷史の研究に欠くべからざる一つの手段として認められる根據につき再検討をなし、本法の極めて有効なる研究手段たることを立證するに至つた。殊に花粉分析の結果に現われた樹種分布の百分率は、資料採集の泥炭地を圍繞する廣範圍に亘る地域の森林構成狀態を示すものであつて、決して泥炭地を取りまく狹少なる範圍の樹種によつて攪亂せらるるものでないことを立證した。したがつて本研究方法は森林變遷史の研究方法として、從來の古生物學的植物遺體の研究が動もすれば局部的な特殊の植生の判斷に陥る恐れのあるのに對し、その欠陥を補い得るものと言ひ得られる。

2. 次に筆者は花粉を埋藏する泥炭より花粉を抽出するための泥炭處理方法に關し、從來歐米諸學者によつて採用せられた方法を、花粉膜の構造ならびに泥炭構成物質の化學的考察を基礎として検討し(その詳細は本篇においては省略)、從來の方法には理論的に若干の欠陥があることを指摘し、遂に北日本泥炭の處理法として新しき方法を案出するに至つた。すなわち從來一般に用いられつつあるアルカリ處理法乃至は無水醋酸處理法は、泥炭の主成分たる腐植酸・リグニンおよび纖維素の含有率が、泥炭層の上層より下層に至るにしたがつて逐次變化を示すことを考慮に入れていなかったものである。

先ず採集せる泥炭資料を乾燥し、そのうちから 0.2 瓦を取つて最初鹽素處理をなし、次にアルカリ處理を加えて、最後に加酢分解處理を行つて、泥炭中の主成分を溶解乃至は分解せしめ、目的物たる花粉粒をなるべく多く殘留せしめんとしたものである。

尙以上の處理によつて花粉を抽出し、これによつて樹木花粉の百分率を知り得るのであるが、この表現について筆者は從來諸學者の方法に改良を加え前項各圖に示す如き様式を用いるに至つた。

3. 以上の如き花粉分析法によつて、17 個所の泥炭層を研究した結果、南樺太および北海道における洪積世以降の森林變遷を次の如く要約することができる。

南樺太北部に選んだ野頃・保惠・幌内・敷香・泊岸・楠山・辨慶の各泥炭地の分析結果によれば、沖積世に屬する泥炭層においては、各層ともその花粉分布圖は現在の地表層の分布圖と大差なく、エゾマツの百分率もつとも多く、これに亞ぐにトドマツを以てし、他に少量のグイマツならびに其の他の樹種を配している。これに對し上部洪積世中の下位の所産と見られる、野頃泥炭地における留久玉統の底部に存する亞炭および上位の所産と見られる敷香統の最底部にある泥炭ならびに亞頃・保惠・泊岸・楠山・辨慶泥炭地の最底部の泥炭層における分析結果は、何れも上述の沖積世のものとは異なる型を現わし、先に優勢なりしエゾマツ・トドマツはいちじるしく減少して、これに代つてカバ類の頗る優勢なる狀態を呈している。筆者はこの結果に基いて、南樺太北部にあつては、沖積世においては、その初期以來大なる林相の變化は認められないが、上部洪積世の下位および上位においては、夫々現在といちじるしく異なる森林構成狀態を呈する時代の存したことを認むるに至つた。

南樺太南部の沖積世に屬する泥炭として選ばれた落合・江ノ浦泥炭地について見れば、その初期を除けば、それ以降は今日に至るまで大なる變化なしに、トドマツの混淆歩合もつとも多く、これにエ

ゾマツ・グイマツが随伴せる状態を持続したことが認められるも、北部と異なり沖積世の初期と考えられる層に、現在といちじるしく異なる林相の存在を物語る分析の結果が現われている。すなわち *Picea* < *Abies* なる南部系の組成を示すも、トドマツ・エゾマツ・グイマツは減少してカバ類が頗る優勢なる時代となつている。

北海道の沖積世を代表するものとして、石狩低地帯・黒松内低地帯および最南部に各々泥炭地を選んだ、蓋し植物地理學上より見て、石狩低地帯は現在北海道における南方要素の北上限界として、また黒松内低地帯は南方要素の影響もつとも甚しい地域の北限界として、もつとも重要な地位を占むる個所であるからである。分析の結果によれば、石狩低地帯附近にては、沖積世の初期に現在と異なるナラ・ハンノキ時代を現出するも、それ以後の時代においては現在その地方を支配するナラ・カバ・トドマツ時代が今日まで持続せることを示し、また黒松内低地帯附近においても、沖積世の初期の部分のみにナラ・ハンノキ・ブナ時代を現出し、それ以後の時代においては、現在その地方を支配するナラ・カバ・トドマツ・ブナ時代が現在まで持続せることが明かとなつた。

殊に黒松内低地帯に屬する蕨岱泥炭地の底部に、現在北海道に自生していないスギの花粉を發見せることは注目すべき事項である。尙以上の事實により筆者は、現在黒松低地帯の北方に存するブナ林の北限およびエゾマツの南限は、沖積世の初期を除いた以後今日まで略現在の位置に長年月の間停止せることを認むるものである。

北海道洪積世については、その上部の所産と見るべき羽幌およびチブクシナイ亞炭ならびに下部洪積世の所産と認められる釧路および野幌亞炭について分析を行つた結果、北海道の上部洪積世中の一時代においては、羽幌附近には現在南樺太北部に現存する如き森林を、また黒松内低地帯附近にあつては、現在北海道北部に見る如き森林を出現せしめている。下部洪積世中の一時代においては釧路附近をして南樺太北部に、また石狩低地帯附近においては、現在南樺太南部と北海道北部との中間地帯を想定せしむる如き森林の支配したことを究明し得た。

4. 筆者は森林状態の變遷を論ずるに當つて、さらにこれを精密ならしむる目的を以て現在の森林を構成する主要樹種、すなわちエゾマツ・トドマツ・グイマツについて、その森林生態學的性質ならびに過去および現在における變遷を詳細に亘つて調査研究した。それが全貌は本篇には省略したところであるが、次の諸點は本研究結果の特色とするところである。

南樺太南部においてはトドマツの優勢なるトドマツ・エゾマツ林、北部においてはエゾマツの優勢なるエゾマツ・トドマツ林が支配的であることは異論のない見解であつたが、この両型の森林移行状態については、未だ明瞭を欠く點が存していた。筆者の研究によれば、この南樺太を南北に棲み分ける、この2つの類型的な森林は、東海岸の馬群潭より西海岸の恵須取に引いた線を以て逆轉していることが判明した。すなわち両森林の境界線が植物地理學上の境界線、所謂シュミット線に平行していること、また両樹種混淆歩合は本線を以て一見突然變化する如く見ゆるも、嚴密に言えば本線の附近

にはエゾマツ・トドマツ同数、すなわち $Picea=Abies$ なる組成の森林も存し、且つ本線の南北に両型森林の多少交錯することもあるが、かかる範囲は極めて狭小なる地域に限られているところに特徴がある。

尙両樹種の過去における混淆歩合の變遷は、花粉分析結果によつて明かなる如く、南樺太北部においては沖積世を通じ、現在と同様 $Picea>Abies$ (所謂北部型) なる組成をなして何等の變化を認めず、また南部においては沖積世の初期を除いた以降大部分を通じて、現在と變化なく $Picea<Abies$ (所謂南部型) なる組成を維持している。ただ初期においてこの両樹種の出現のいちじるしく減少した時代はあつたが、尙その組成は $Picea<Abies$ なる關係を變じてはいない。ここにおいて筆者は南樺太の沖積世においては、その初期を除けば、その後は両森林型の境界線は略現在の位置にあつたものとするものである。

北海道においてもこの關係は略同様であつて、沖積世においてはその極めて初期の部分とその後の部分とはいちじるしく異なる狀態を呈している。すなわち石狩低地帯および黒松内低地帯の例に見る如く、初期以後は略現在の如き $Picea<Abies$ なる南部型を持続するに對し、初期に近づくや両樹種は漸減の傾向を示し、遂にエゾマツの如きはその痕跡すら止めざる狀態にある。これ等の結果より見て、北海道の沖積世の初期にはエゾマツ・トドマツの両樹種はその分布南限が今日よりも幾分北方に移動していたと考えられる。斯くの如き變化は南樺太南部にては沖積世初期に現われたエゾマツ・トドマツの減退時代に對比せしめ得べきも、この變化は南樺太北部迄は影響しなかつたものである。

然るに上部洪積世の一時代においては、現在と顯著なる相違が認められ、羽幌地方は南樺太北部の現在の如き $Picea>Abies$ なる關係にあり、黒松内低地帯附近は現在の北海道北部におけるが如き $Picea<Abies$ なる關係を示している。また下部洪積世中の一時代には釧路附近は、南樺太北部の現在のそれに略一致し、野幌地方には南樺太南部と北海道最北部との中間地帯を想定せしむべき結果を確認し得た。斯くの如き現象によつて、現在の南樺太における $Picea>Abies$ と $Picea<Abies$ なる組成の分れる境界線は、上部洪積世中の一時代には、北海道の羽幌と黒松内低地帯の間まで、また下部洪積世中の一時代には釧路と石狩低地帯との間まで南下していたものであると結論することができる。

現在南樺太に分布せる針葉樹中今一つの重要樹種たるグイマツについて見るならば、花粉分析の結果によつて、南樺太北部の沖積世の全般および上部洪積世中の一時代には、常に現存森林におけるが如き僅少なる百分率を持続し、また南樺太南部にあつては沖積世の初期に多少減少の傾向を認めるも、その後今日までほとんど變らざる百分率を示すことによつて、南樺太においてはグイマツは大體において洪積世以降現在までほとんど相等しき分布の程度を示し、本地域に優勢に繁茂せるエゾマツ・トドマツ林の占領地域を侵蝕して、その分布面積をいちじるしく擴大せる如き現象は存在しなかつたのである。

北海道本島においては現在カラマツ属の自生を發見し得ざるも、花粉分析の結果により上部洪積世中の一時代と下部洪積世中の一時代に該當する亞炭の各層位に少量ながら *Larix* の花粉の存在することが明かとなつた。しかしてこの *Larix* が、その當時の森林構成に關與せる割合は、羽幌および釧路地方にては南樺太北部の現在および沖積世と近似し、野幌地方にては南樺太の現在および沖積世の状態と酷似せるものである。尙その當時の *Larix* の分布南限は、石狩低地帯と黒松内低地帯との間に存在したものであろう。

北海道洪積世に存在した *Larix* の種類は諸般の事情によりグイマツと推定するものであるが、このグイマツの現在絶滅せる原因については、洪積世におけるこのグイマツの分布した時代と沖積世の間において環境條件に重大なる變化の存したことは明かなことであつて、筆者は専らこの環境變化を氣候の變化に求めたのである。

5. 如上によつて南樺太および北海道においては、洪積世以降森林構成状態に變遷の跡が確認せられるに至つた。ここにおいて筆者は、その變遷を招來した原因の究明に當つては、單なる植生遷移の一面とは認め得ないのであつて、その間に何等かの環境條件に變化の存在したことを指摘した。したがつてこの環境條件の變化を花粉分析結果の特性として氣候變化に結びつけんとするものである。

この問題の解明に當つて、先ず南樺太および北海道の森林においてもつとも特徴ある樹種、すなわち南樺太の北部においてもつとも優勢に繁茂するエゾマツ、それより南部において優占するトドマツ、樺太南端以北のみに見られるグイマツ、北海道の南部に北限を有するブナおよびグイマツとブナとの間に分布するアカエゾマツを指標樹種として、これ等によつて構成される森林を次の如き類型に分類した。

南樺太については、

- I. *Picea* > *Abies* なる組成を持ち *Larix* を伴う森林
- II. *Picea* < *Abies* なる組成を持ち *Larix* を伴う森林
- III. *Picea* < *Abies* なる組成を持ち *Larix* を伴わざる森林

北海道については、

- IV. *Picea* > *Abies* なる組成を持ちアカエゾマツを伴う森林
- V. *Picea* < *Abies* なる組成を持ちアカエゾマツを伴う森林
- VI. *Abies* のみにブナを伴い、エゾマツおよびアカエゾマツを伴わざる森林

Iの型は南樺太の北部、すなわちもつとも寒冷なる地方に現われる森林型であり、VIは北海道の最南部に出現するもので、寧ろ本州最北部のものと見做すべき森林型である。II以下は兩者の中間に位するものであるが、IVのみは北海道の山岳地帯に現われるもので、平地には全く見ないものである。

斯くの如く南樺太においは、南部ではトドマツが優勢なるも、北部に至つてその比率は逆轉し、エゾマツが優勢なることは既に述べた通りであり、翻つて北海道においてもエゾマツが優勢を示す地域

のほとんど總てが山岳地帯に局限せられていることを思うとき、この水平分布におけるエゾマツ・トドマツの混淆率の推移状態ならびにこの水平分布と垂直分布との關係を説明すべきものとしては、筆者は大局的に見て一應これを温度の遞減と言うことに結びつけるの他はないと信ずる。すなわちエゾマツはトドマツよりも寒冷なる氣候下の土地において優勢を示す。したがつて *Picea* > *Abies* なる組成は、*Picea* < *Abies* なる組成よりも常に寒冷なる氣候を表現するものと見做すことができ、また *Picea* < *Abies* なる地域において *Larix* を伴う森林地域は、アカエゾマツを伴う地域よりも常に寒冷なる氣候を表現し、*Picea* < *Abies* なる組成を持つ地域は *Abies* が 100 % を占めてブナを伴い、エゾマツおよびアカエゾマツを欠除する地域よりも寒い氣候下にあることを現わすものと見ることができ。

南樺太および北海道の森林の類型が、夫々特徴ある氣候型のもとに出現することが明かとなつたから、筆者はこれによつてこの特徴ある氣候型を次の如く類別した。すなわちⅠの型の現われる氣候を南樺太北部氣候、Ⅱの型の現われる氣候を南樺太南部氣候、Ⅳの型の現われる氣候を北海道山岳部氣候、Ⅴの型の現われるを北海道氣候、Ⅵの型の現われるを本州北部氣候と名づけた。

6. かくて或地方に現われる特徴ある森林型が、夫々その地方の氣候を表現するものとすれば過去における森林型の變化は、またその地方の氣候の變化を示すものと言わなければならない。筆者はこの論據に立つて森林型の變遷に基く氣候の變化を詳論した。すなわち沖積世においては、南樺太北部ではこの期に入ると共に、現在までほとんど變らざる森林構成状態を持続することによつて、同期間は略現在の如き南樺太北部氣候下にあつたことを認めなければならない。しかし南樺太南部を代表する泥炭地ならびに北海道泥炭地においては、その初期に現在とは異なる森林構成状態の支配したことによつて、殊にそれ等の森林組成が現在よりも溫暖を指示する點よりして、その當時は現在よりも幾分溫暖な氣候の支配したことを認めるも、この溫暖氣候は南樺太北部の森林組成をも變化せしめたものではなかつたと考えられる。しかしその後は現在までほとんど變らぬ森林型を持続することによつて、最早顯著な氣候變化を認め得ない。すなわち沖積世の初期を除けば、相當長年月に亘つて現在まで南樺太南部では南樺太南部氣候、石狩低地帯附近では南部北海道氣候、黒松内低地帯では本州北部氣候が持續したと解すべきである。

次いで洪積世の氣候については、現在北海道氣候下にある釧路および羽幌附近が、夫々下部洪積世および上部洪積世の一時代においては、Ⅰの型の森林型を示すことにより、南樺太北部氣候下にあつたことを認めなければならない。また現在北海道氣候下の南端にある石狩低地帯附近が下部洪積世中の一時代においては *Picea* < *Abies* なる型を持ち *Fagus* を散見することにより、その附近が南樺太南部氣候と北海道氣候との推移帶に相當する氣候下にあつたことを認めねばならぬ。さらに現在本州北部氣候と北海道氣候との限界上にある黒松内低地帯附近が、上部洪積世中の一時代において *Picea* < *Abies* なる型を持ち、その森林構成状態が現在の北海道北部のそれを示すことは、その附近が北部北海道氣候下にあつたことを示すものでなければならない。

斯くの如く北海道の釧路および羽幌附近にして上部および下部洪積世中の一時代において南樺太北部氣候下にあつたとせば、現在南樺太南部氣候下にある南樺太南部の如き、當然南樺太北部氣候下にあつたであろう。さらに南樺太北部における上部洪積世中の上位および下位の所産たる數香統の底部および野頃統の底部に現われた *Betula* 優勢にして *Larix* を伴う森林を以て現わされる氣候は、北海道における上部洪積世中の南樺太北部氣候に對比せしめ得るところの、同時代の南樺太北部における超南樺太北部氣候でなければならない。

以上述ぶる如く筆者の研究によつて北海道においては、上部および下部洪積世中には少くとも各1回の寒冷期の存在が明かとなつた。しかもその寒冷の程度は分析結果の示す如く、現在南樺太の馬群嶺より恵須取を結ぶ線の附近をもつて分れる南樺太北部氣候と南樺太南部氣候との境界線をして、前者は羽幌と黒松内低地帯の間まで、後者は釧路と石狩低地帯の間まで南下せしむに足るものであつたと推定することができる。

Ⅶ. 参 考 文 献

- 1) 遠藤誠道, 昭和6年: 日本洪新世の氣候に就て, 地質學雜誌, 第38卷, 第457號
- 2) 花井重次, 昭和7年: 河岸段丘 (岩波講座地理學)
- 3) 林泰治, 昭和7年: 豆満江上流地帯に於けるテウセンカラマツ林の天然更新狀態と其の造林及施業上の取扱方法に就て, 林學會雜誌第14卷, 第11號
- 4) 本多靜六, 大正15年: 北海道天然林の更生狀態に就て, 林學會雜誌第33號
- 5) 堀正一, 昭和13年: 信州八島ヶ原高層濕原の花粉分析の研究, 日本生物地理學會報, 第8卷, 第9號
- 6) 同, 昭和15年: 信州踊場濕原の花粉分析の研究, 植物及動物, 第8卷, 第5號
- 7) 堀正一, 昭和16年: 尾瀬ヶ原濕原の花粉分析の研究, 植物及動物, 第9卷, 第5號
- 8) 福井英一郎, 昭和6年: 氣候變化, 岩波講座, 生物學, 1931
- 9) 福山伍郎, 昭和9年: トドマツ, エゾマツの特異性に就て論ず, 北海道林業會報 第374—377號
- 10) 市河三祿, 大正5年: 北緯49°附近における樺太林相の斷片的觀察, 林學會雜誌, 35號
- 11) 今井亮, 昭和11年: 北海道中央高地におけるトドマツ, エゾマツ天然林に就いて, 日本林學會誌, 第18卷, 第1號
- 12) 石井盛次, 昭和16年: ハヒマツ並に日本産五葉松類の諸型とその分布, 日本林學會誌, 第23卷, 3號
- 13) 神保小虎, 明治41年: Preliminary notes on the geology of Japanese Sakhalin 札幌博物學會報
- 14) 神保忠男, 昭和11年: 森林樹木の花粉の標徴, 生態學研究, 第1卷, 第2號
- 15) 河合惣吾, 昭和18年: 泥炭の一般性狀と滿州國に於ける分布狀態 (豫報) 大陸科學院彙報, 第7卷, 第2號
- 16) 河田杰, 昭和7年: 森林生態學
- 17) 河田杰, 昭和5年: 森林植生の現出と森林の造成 (秋田營林局)
- 18) 樺太廳觀測所: 觀象便覽
- 19) 樺太廳中央試驗所: 保呂試驗林氣象年報 (第一回)
- 20) 樺太廳, 昭和43年: 樺太森林調查書
- 21) 小泉源一, 昭和15年: 鹽原更新世植物象, 植物分類・地理, 第9卷, 第1號
- 22) 工藤祐舜, 大正13年: 北樺太植物調查報告 1924
- 23) 正宗嚴敬, 昭和16年: 臺北市昭和町で發見せられた泥炭中に見出された植物の遺骸に就て, 科學の臺灣, 第9卷, 第3號
- 24) 牧野富太郎, 根本莞爾, 昭和6年: 日本植物總覽
- 25) 正宗嚴敬, 故工藤博士, 並河教授採集カムチャツカ植物目錄, 植物研究雜誌, 第10卷, 第8號

- 26) 松田昌一, 昭和11年: 北海道國有林トドマツ, エゾマツ分布状態, 北海道林業會報, 第34卷, 第7號
- 27) 松田昌一, 昭和12年: 北海道國有林トドマツ, エゾマツ分布状態, 北海道林業會報, 第35卷, 第7號
- 28) 松島眞次, 昭和16年: 花粉統計による朝鮮の森林變遷の考察, 日本林學會誌, 第23卷, 第8號
- 29) 宮井嘉一郎, 昭和10年: 霧島山の濕原とその花粉分析, 生態學研究, 第1卷, 第4號
- 30) 宮井嘉一郎, 昭和13年: 屋久島濕原の花分析, 日本林學會誌, 第20卷, 第7號
- 31) 宮部金吾, 昭和10年: 北海道フロラに就いて, 日本學術協會報告, 第10卷, 第4號
- 32) 中井猛之進, 昭和13年: 滿鮮に自生する松柏類並に其の分布の状態, 朝鮮山林會報, 第165號
- 33) 中野治房, 昭和17年: 本州中部地方亞高山帶森林群落, 植物生態學報, 第2卷, 第1號
- 34) 中野治房, 昭和5年: 植物群落と其の遷移 (岩波講座)
- 35) 中野治房, 昭和8年: 植物生理及生態學實驗法
- 36) 中野信二, 昭和4年: 樺前山麓のエゾマツ林に就て, 林學會雜誌, 第11卷, 第6號
- 37) 中村純, 昭和17年: 八甲田山の二, 三濕原の花分析的研究, 生態學研究, 第8卷, 第1號
- 38) 中村賢太郎, 昭和5年: 樺太におけるエゾマツ, トドマツ天然林に關する研究, 東大演習林報告, 第12號
- 39) 中村賢太郎, 昭和6年: 原始林の樹種, 林形及び更生状態に就いて, 林學會雜誌, 第13卷, 第3號
- 40) 中村賢太郎, 大正14年: 造林學上より見たる北樺太の森林, 大阪毎日新聞社出版, 北樺太
- 41) 長尾功, 佐々保雄, 昭和8年: 北海道西南部の新生代層と最近の地史, 地學雜誌, 第40卷, 第480號
- 42) 新島善直, 大正10年: エゾマツの後繼樹と老木との關係, 北海道林業會報, 第19卷, 第2號
- 43) 農商務省山林局, 明治41年: 邦領樺太の森林
- 44) 沼田大學, 玉田一夫, 昭和11年: 花粉分析より見たる 京都附近二, 三森林の變遷に就いて, 日本林學會誌, 第18卷第7號
- 45) 沼田大學, 玉田一夫, 昭和12年: 御嶽及蓼科山麓濕原に於ける花粉分析, 日本林學會誌, 第19卷, 第9號
- 46) 岡新六, 昭和15年: 石炭
- 47) 大塚彌之助, 昭和6年: 第4紀, 岩波講座, 生物學
- 48) 尾中文彦, 昭和10年: 幌内川ツンドラの泥炭層下より出たる材片に就て, 日本林學會誌, 第17卷, 第1號
- 49) 佐々保雄, 西田彰一, 昭和12年: 南樺太東北部沿岸地域の地質に就いて, 地學雜誌, 第44卷, 第530號
- 50) 佐々保雄, 山崎次男, 昭和13年: 花粉分析法によりて推定される 第三紀末以降の北日本の自然地理的變遷, 日本學術協會報告, 第13卷, 第3號
- 51) 佐々保雄, 昭和14年: 北海道下部洪積統釧路に就て, 矢部教授還曆紀念論文集
- 52) 佐藤義夫, 天然林擇伐林に於ける林木の大きさによる類別に就て, 北海道林業會報, 第354號
- 53) 佐藤義夫, 昭和4年, エゾマツ天然更新上の基礎要件と其の適用, 北大演習林報告, 第6卷
- 54) 志佐誠, 昭和8年: 花粉の形態, 植物及動物, 第1卷, 第11號
- 55) 志方益三, 佐藤金次郎, 藤井宰右, 昭和11年: 樺太ツンドラ地帯調査報告 (第一報) 化學研究所講演集 (第7輯別刷)
- 56) 菅原繁藏, 昭和14年: 樺太植物圖誌
- 57) 高橋基生, 昭和16年: 東亞における落葉松屬の分析と其の環境生態的性質, 植物及動物, 第9卷, 第4號
- 58) 竹内亮, 昭和17年: 滿州國に産する針葉樹に就いて, 日本林學會誌, 第24卷, 第3號
- 59) 館脇操, 昭和3年: 群落生態より見たる石狩幌向泥炭地, 札幌農林學會報, 第88號
- 60) 館脇操, 昭和3年: 圓山植物, 北海道林業會報, 第301號
- 61) 館脇操, 昭和5年: 札幌近郊豊平川植物, 札幌農林學會報 (第22年, 第100號)
- 62) 館脇操, 昭和4年: 釧路地方の植物に就て, 北海道林業會報, 第27卷, 第4號
- 63) 館脇操, 松江賢修, 昭和9年: 野幌國有林植物調査書, 北海道林業試驗場
- 64) 館脇操, 昭和11年: 北海道裸子植物 (4) 北海道林業會報, 第34卷, 第3號
- 65) 館脇操, 昭和14年: 主要樹種の分布限界 (2) 北海道林業會報, 第37卷, 第4號
- 66) 館脇操, 昭和14年: 擇捉中部の植物群落, 北海道林業會報, 第452號
- 67) 館脇操, 昭和16年: 擇捉島中部の植物群落, 北海道林業會報, 第39卷, 第1號
- 68) 館脇操, 昭和19年: アカエゾマツ林の群落學的研究, 北大演習林報告, 第13卷, 第2號
- 69) 田中祐一, 昭和9年: 邦領樺太北部幌登山に於けるエゾマツ, トドマツ一齊林の成立に關する考察, 九大演

習林報告, 第6號

- 70) 田中祐一, 昭和19年: 樺太に於ける原生林の本質と施業に關する研究, 九大演習林報告, 第14號
- 71) 田畑司門治, 昭和7年: 樺太におけるトドマツ, エゾマツ林の林況とヤツバキクヒムシの被害狀況に就いて
樺太山林會報, 第14號
- 72) 田畑司門治, 昭和9年: 樺太森林天然更新の大勢とその取扱上の注意, 樺太山林會報, 第23號
- 73) 帝室林野局札幌支局, 昭和2年: 造林に關する調査研究(第1)
- 74) 上田弘一郎, エゾマツ, トドマツ, グイマツ稚樹の上長生長調査, 樺太山林會報, 第25號
- 75) 浦上啓太郎, 市村三郎, 昭和12年: 泥炭地の特性とその農業, 北海道農事試驗場彙報, 第60號
- 76) 上田弘一郎, 昭和8年: 植生型より見たる樺太天然林の研究, 京大演習林報告, 第6號
- 77) 植木秀幹, 昭和7年: 朝鮮に於ける針葉樹の天然更新に就て(水原高農創立25周年紀念論文集)
- 78) 植村恒三郎, 昭和3年: 樺太及び北海道に生育するエゾマツ及トドマツの天然更新に就ての根本的考察,
林學會雜誌, 第10卷第6號
- 79) 植村恒三郎, 昭和5年: 天然林における樹種交代關係と忌地に就いて, 林學會雜誌, 第12卷, 第7號
- 80) 植村恒三郎, 昭和7年: 邦領樺太北部原生林におけるエゾマツ, トドマツ更新及び根系に關する研究, 九大
演習林報告, 第2號
- 81) 吉川有恭, 昭和7年: 樺太におけるエゾマツ, トドマツ天然林の林型に關する調査, 樺太廳中央試驗場報告
第2類, 第2號
- 82) 吉田義季, 大正10年: 原生林における更新狀態の研究資料として 邦領樺太南部における一事實, 林學會雜
誌, 第7號
- 83) 山崎次男, 昭和8年: 樺太演習林所產花粉並に胞子形態, 京大演習林報告, 第5號
- 84) 山崎次男, 昭和9年: グイマツの天然分布と群叢の類別に就いて, 京大演習林報告, 第7號
- 85) 山崎次男, 昭和10年: 花粉分析法による水蘚濕野の研究, 日本林學會誌, 第17卷, 第8號
- 86) 山崎次男, 昭和11年: 樺太原生林に於けるエゾマツ, トドマツ混淆狀態の研究, 京大演習林報告, 第9號
- 87) 山崎次男, 昭和12年: 花粉分析による南樺太の樹種變遷に關する研究, 第1報, 日本林學會誌, 第19卷,
第9號
- 88) 山崎次男, 昭和13年: 同 第2報, 日本林學會誌, 第20卷, 第11號
- 89) 山崎次男, 昭和14年: 同 第3報, 日本林學會誌, 第21卷, 第4號
- 90) 山崎次男, 昭和16年: 同 第4報, 日本林學會誌, 第23卷, 第3號
- 91) 山崎次男, 昭和16年: 同 第5報, 日本林學會誌春季大會講演集
- 92) 山崎次男, 昭和18年: 花粉分析による北海道洪積世に於ける *Larix* 分布の研究, 京大演習林報告, 第17號
- 93) 山崎次男, 昭和18年: 花粉分析法による北日本洪積世以降の氣候變遷史, 科學, 第13卷, 第3號
- 94) 山崎次男, 佐々保雄, 昭和13年: 花粉分析法によりて推定される第三紀末以降の北日本の自然地理的變遷,
日本學術協會報告, 第13卷, 第3號
- 95) 山崎次男, 昭和15年: 花粉分析法による朝鮮南部の樹種變遷に關する考察, 日本林學會誌, 第22卷, 第2
號
- 96) 山崎次男, 昭和15年: 花粉分析法による朝鮮北部の樹種變遷に關する考察, 日本林學會春季大會講演集
- 97) 山崎次男, 昭和18年: 裏日本泥炭地の花粉分析—特にスギ分布の變遷史に關する研究, 第1報, 日本林學
會誌, 第25卷, 第2號
- 98) Barkley, A. 1934.: The Statistical Theory of Pollen Analysis, Ecology 15, No. 3.
- 99) Bernhard, H. 1912.: Die Verdrängung der Laubwälder durch die Nadelwälder in Deutschland.
- 100) Bertsch, K. 1931.: Paläobotanische Monographie des Federseeriedes Bibl. Bot. 26.
- 101) Bowman, P. W. 1931.: Study of a peat bog near the Matameck River, Quebec, Canada, by the
Method of Pollen Analysis, Ecology Vol. 12, No. 4.
- 102) Bowman, P. W. 1934.: Pollen analysis of Kodiak Bogs, Ecology Vol. 15, No. 2.
- 103) Braun-Blanquet, J. 1928.: Pflanzensoziologie.
- 104) Brooks, C. E. P. 1934.: Postglacial climates and the forest of Europe, Some problems of modern
Meteorology. Roy. Mat. Soc. Lodon.

- 105) Cain, S. A. 1940, : The identification of species in fossil pollen of Pinnus by Size-Frequency determinations. Amer. Journ. Bot. Vol. 27.
- 106) Cajander & Ilvessalo, 1922 : Über Waldtypen 11. Acta For. Fen. 20.
- 107) Deevey, E. S. Jr. 1939, : Studies on Connecticut Lake sediments. I. A Postglacial climatic chronology for southern New England, Amer. Journ. Sci. 237.
- 108) Dengler, A. 1930, : Waldbau auf ökologischer Grundlage.
- 109) Dokturowsky, W. und Kudrjaschow, W. 1923, : Schlüssel zur Bestimmung der Baumpollen im Torf, Geol. Arck. 3.
- 110) Du Rietz, 1921, : Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie.
- 111) Erdtman, G. 1920, : Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten Südwest-Schweden. Ark. Bot. Bd. 17. No. 10.
- 112) Erdtman, G.. 1924, : Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien in Torf und Sedimenten, Ark. Bot. 18.
- 113) Erdtman, G. & Erdtman, H. 1933, : The improvent of pollenanalysis technique, svensk Bot. Tidskr. 27.
- 114) Erdtman, G. 1934, : Über die Verwendung von Essigsäureanhydrid bei Pollenuntersuchungen, Svensk Bot. Tidskr. Bd. 28. H. 2.
- 115) Erdtman, G. 1936, : New Methods in pollen Analysis, Svensk Bot. Tidskr. Bd. 30. H. 2.
- 116) Erdtman, G. 1936, : Neue pollenanalytische Untersuchungsmethoden, Sonderdruck aus ; E. Rübel, Bericht über das geobotanische Forschungs Institut Rübel in Zürich für das Jahr, 1935.
- 117) Endo, S. 1935, : A Pleistocene Flora of Japan as an Indicator of Climatic Condition, Journ. Geol. Soc. Japan 42.
- 118) Fischer, H. 1890, : Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pollenkörner.
- 119) Frenzel, H. 1930, : Entwicklungsgeschichte der sächsischen Moore und Wälder seit der Ietzten Eiszeit. Abh. sächs. geol. Landschaft Ht. 9.
- 120) Fuller, G. D. 1935, : Postglacial vegetation of the Lake Michigan Region. Ecology, Vol. 16.
- 121) Gams, H. 1927, : Die Ergebnisse der pollenanalytischen Forschung in Bezug auf die Geschichte der Vegetation und des Klimas von Europa, Z. T. Glkde, Bd. 15.
- 122) Godwin, H. 1934, : Pollen Analysis, An outline of the problem and Potentialities of the Method Part 1, Technique and Interpretation, New Phytol. Bd. 33.
- 123) Goto, S. 1937, : Untersuchungen über die natürliche Waldverjüngung bei Larix dahurica Turcz. Journ. Coll. Agr., Hokkaido Imp. Univ., Japan Vol. 18. Part. 5.
- 124) Hansen, H. P. 1937, : Pollenanalysis of two Wisconsin Bogs of different Age, Ecology, Vol. 18. No. 1.
- 125) Hansen, H. P. 1938 : Postglacial forest succession and climate in the Puget Sound region, Ecology, 19.
- 126) Hansen, H. P. 1939, : Palaecology of a central Washington bog. Ecology, 20.
- 127) Hausrath, H. 1911, : Pflanzengeographische Waldlungen der deutschen Landschaft, Wissenschaft und Hypothese, Teubner, 13.
- 128) Hyde, H. A. 1940, : On a peat bog at Craig-g-11 gn, Glam, Data for the study of post-glacial History 4, New Phytol. Vol. 39, No. 2.
- 129) Hesmer, H. 1927, : Die Pollenanalyse, eine Methode zur der nacheiszeitlichen Waldgeschichte, Forstarchiv, Bd. 3. No. 17.
- 130) Hesmer, H. 1928, : Die Waldgeschichte der Nacheiszeit des nordwestdeutschen Berglandes auf Grund von pollenanalytischen Mooruntersuchungen Zeitschr, F. und Jw.
- 131) Hesmer, H. 1933, : Natürliche Bestockung und Waldentwicklung auf verschiedenartigen märkischen Standorten, Zeitschr. F. und Jw.

- 132) Hesselman, H. 1919, : Lakttagelser över Skogstüdspollens Spridnings förmäga, Resümes, S. 60.
- 133) Hörmann, H. 1929, : Die Pollenanalytische Untersuchungen von *Pinus montana*, *P. silvestris* und *P. cembra*. Oesterr. Bot. Zeitschr. 78.
- 134) Ilvessalo, 1922 : Vegetationsstatische Untersuchungen über die Waldtypen, Acta For. Fen. 20.
- 135) Jaeschke, J. 1935, : Zur Frage der Artagnose der *Pinus silvestris*, *P. montana*, und *P. cembra* variationsstatische Pollenmessungen. Rein. Bot. Centralbl. B. 52.
- 136) Jimbo, T. 1932, : Pollen-analytical studies of peat formed on Volcanic Ash, Rep. Sci. Tohoku Imp. Univ. 4, ser. 8.
- 137) Jimbo, T. 1933, : The Diagnosis of the Pollen of Forest Trees, I. Reprinted from the Science Reports of the Tohoku Imp. Univ. 4 Ser. Biology, Vol. 8. No. 3.
- 138) Keller, D. P. Pollenanalytische Untersuchungen an Schmeizer-Mooren und ihre Florengeschichtliche Deutung.
- 139) Komatsu, S. & Hiki, O., 1927, : On the Chemistry of Japanese Plants, IX, Studies on the "Tundra" (Peat) of Southern Karafuto. Reprinted from the Sexagint (Being a collection of papers dedicated to Prof. Y. Osaka by his pupils in celebration of his 60th birthday).
- 140) Kudo, Y. 1927, : Über die pflanzengeographische Nordjarans (die Inseln Kurilen eingeschlossen) und des Insel Sachalin, Osterr. Bot. Zeitschr. Vol. 76.
- 141) Kumazawa, M. 1936, : Pollen grain morphology in Ranunculaceae, Lardizabalaceae and Berberidaceae, Jap. Journ. Bot. Vol. 8, No. 1.
- 142) Losert, H. 1940, : Beiträge zur spät- und Nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte Innerböhmens, Bei. Bot. Centralbl. B. 60. H. 3.
- 143) Meinke, H. 1927, : Atlas und Bestimmungsschlüssel zur Pollenanalytik, Bot. Arch. Bd. 19.
- 144) McCulloch, W. F. 1939, : A postglacial Forest in Central New York, Ecology, Vol. 20, No. 2.
- 145) Miki, S. 1938, : On the change of flora of Japan since the Apper Pliocene. Jap. Journ. Bot. 60.2.
- 146) Nakamura, J. 1943, : Diagnostic Characters of pollen grains, Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. Fourth Series, Biology, Vol. 17. No. 4.
- 147) Pope, M. 1925, : Pollen Morphology as an Index to Plant Relationship 1. Morphology of pollen. Bot. Gaz. 80.
- 148) Potonie, R. 1931, : Zur Mikroskopie der Braunkohlen, Tertiäre Beutenstaubformen, Braunkohle Zeitschr. für Gewinnung und Verwertung der Braunkohle, H. 16.
- 149) Potonie, R. 1934, : Zur Mikrobotanik der Kohlen und ihrer Verwandten I. Zur Morphologie der fossilen Pollen und Sporen, Arbeiten aus dem Institut für Paläobotanik und Petrographie der Brennsteine. Bd. 4.
- 150) Potonie, R. 1934, : Zur Mikrobotanik der Kohlen und ihrer Verwandten 11. Zur Mikrobotanik des eocänen Humodile des Geiseltals, (Ebenda).
- 151) Rußner, K. 1925, : Pflanzegeographischen Grundlagen des Waldbaus.
- 152) Rußner, K. 1931, : Beiträge zur Verbreitung und waldbaulichen Behandlung der Lärche. Thar. Forstl. Jahrb. Bd. 82, Ht. 3.
- 153) Rudolph, K. 1931, : Grundzüge der nacheiszeitlichen Waldgeschichte Mitteleuropas, Beih. Bot. Centralbl. 47.
- 154) Rudolph und Firbas, 1924, : Palaeofloristische und Stratigraphische Untersuchungen bähmischer, Moore, Die Hochmoore des Erzgebirges. Beih. Bot. Centralbl. 11.
- 155) Sarntein, R. 1936, : Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer waldgeschichtlicher Bedeutung. Beih. Bot. Centralbl. Bd. 55.
- 156) Schreiber, M. 1921, : Beiträge zur Biologie und zum Waldbau der Lärche unter besonderer Berücksichtigung des physiologischen Prozesses der Transpiration. Centralbl. ges. Forstw. Ht. 3-4.
- 157) Sears, P. B. 1930, Commonfossil pollen of the Erie Basin. Bot. Caz. 89,

- 158) Sears, P. B. 1931, : Pollen Analysis of Mad Lake Bog in Ohio, Univ. Oklahoma, Ecology, No. 12.
- 159) Sears, P. B. 1932, : Postglacial Climate in Eastern North America. Ecology Vol. 13. No. 1.
- 160) Sears, P. B. 1935, : Types of North American Pollen Profiles, Ecology Vol. 16. No. 3.
- 161) Sears, P. B. 1938, : Climatic interpretation of postglacial pollen deposits in North America, Bull. Amer. Met. Soc. 19.
- 162) Shikata, M. & Watanabe, M. 1932, : Chemical researches on bogmoss part I. Chemical Composition of Sphagnum Fimbriatum, Wils. Memoirs of the Coll. of Agri., Kyoto Imp. Univ. No. 22.
- 163) Strasburger, E. 1882, : Ueber den Bau und das Wachstum der Zellhäute, Jena.
- 164) Strasburger, E. : Ueber das Wachstum vegetabilischer Zellhäute. Histogische Beiträge, Ht. 11.
- 165) Stark, P. 1925, : Der gegenwärtige Stand der pollenanalytischen Forschung, Zeitschr. Bot. Ht. 2.
- 166) Stark, P. 1927, : Ueber die Zugehörigkeit des kiefer Pollens in der verschiedenen Horizonten der Bodenseemoore, Ber. Deutsch. Bot. Ges. 45.
- 167) Stark, P. 1929, : Ueber die Diagnose des Birkenpollens in fossilen Fajdschichten, Die Naturwiss. 17. H. 46.
- 168) Selle, W. 1941, : Der Bestockungsanteil der Buche, Heimbuche, Eiche und Birke in Nordwest Deutschland auf Grund von Pollenanalytischen Untersuchungen, Zeitschr. F. und J. 3, Ht. 3.
- 169) Selle, W. 1940, : Die Pollenanalyse von Ortstein-Bleichsandschichten, Beih. Z. Bot. Centralbl. Ht. 3.
- 170) Tansley, 1926, : Practical plant Ecology.
- 171) Tatewaki, M. 1933, : The Phytogeography of the Middle Kuriles, Journ. Fac. Agri. Hokkaido Imp. Univ., Vol. 29.
- 172) Thiegart, F. 1937, : Die Pollenflora der Niederlausitzer Braunkohle, besonders in Profil der Grabc Morga bei Senftenberg, Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst. Be. 58.
- 173) Tschermak, L. 1924, : Die Formen der Lärche in den Österreichischen Alpen und der Standort.
- 174) Voss, J. 1937, : Commparative Study of Bogs on Cary and Tazewell Drift in Illinois, Ecology, Vol. 18, No. 1.
- 175) Wagner, A. 1940, : Klimaänderungen und Klimaschwankungen.
- 176) Walter, H. 1927, : Einführung in die Allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands.
- 177) Warming, 1925, : Ecology of Plants. 1925.
- 178) Weaver & Clements, 1929, : Plant Ecology.
- 179) Wegener, K. 1924, : Die Klima der geologischen Vorzeit.
- 180) Wilson, L. R. & Galloway, E. F. 1937, : Microfossil Succession in a Bog in Nothern Wisconsin, Ecology 18.
- 181) Woycicki, Z. 1911, : Zur Frage der Entstehung der Pollenhaut bei Molva silvestris, Ber. deutsch. Bot. Gas. 29.
- 182) Wodehouse, R. P. 1935, : Pollen grains, New York and London.
- 183) Zetzsche, F. und Vicari, H. 1931, : Untersuchungen über die Membran der Sporen und Pollen, 111, 2. Picea orientalis, Pinns silvestris L., Corglus Avellama L. Helvetica Chimica Acta. Vol. 14.
- 184) Zetzsche, F. Vicari, H., Scharer, G. 1931, : Untersuchungen über die Membran der Sporen und Pollen IV. 3. Fossiles Sporopollenin aus des Tasmanit und der Moskauer Braunkohle, Helvetica Chimica Acta Vol, 14.

Résumé

The present paper deals with the changes in the forests and the climate in Southern Saghalien and Hokkaido, studied by means of pollen analysis. The writer first made a thorough study of the recognized methods of pollen analysis, adopted by workers abroad, and then developed a new method by which accurate results can be obtained. He carried out pollen analysis in many of the peat-bogs in Southern Saghalien and Hokkaido, and from the results attained was able to visualize the historical changes in the forests and the climate since the Diluvium epoch. The conclusions of this study are summarized in the following paragraphs:

In 1930, when this study of pollen analysis was begun, there was in this country no adequate study of pollen grains. Consequently, the first step taken by the writer was to sketch and measure the pollen grains and spores of 172 kinds of plants found in and about the former Saghalien Experiment Station of Kyoto University.

Next, he determined the significance of pollen analysis, as a means of determining the historical changes in the forests and the climate of Japan since the Diluvium epoch. Study was made of the usual methods of treating peat for extracting pollen grains, in conformity with the chemical consideration of the structure of the pollen-membrane of the components of peat. The writer pointed out some defects theoretically inevitable in these procedures, and finally devised a new method of treating peat. In brief, this new procedure corrects a major defect in the alkaline and dehydrated acetic acid methods, usually adopted for the treatment of peat, which do not take it into consideration the fact that the content ratio of the principal substances of peat, such as humic acid, lignine and cellulose, generally shows certain gradual changes from the upper strata of peat down to the lower ones. In addition, as regards the representation of the percentage of pollen grains, the writer improved upon the usual method and adopted the new procedure shown in the above illustrations.

As the result of applying the new pollen analysis method to the peat from 17 different localities, the historical changes of forests in Southern Saghalien and Hokkaido since the Diluvium epoch can be summarized as follows:

In the northern part of S. Saghalien, the forests of *Picea* > *Abies* accompanied by *Larix* were dominant in the Alluvium epoch, as at the present time, and there have been few changes in the composition of the forests since the beginning of that epoch. In the lower and upper parts of the Diluvium epoch, *Picea* and *Abies* decreased considerably and were replaced by *Betula*; the resultant forests of *Betula* accompanied by *Larix* were then so predominant as to give a forest composition very different from the present one.

In the southern part of S. Saghalien the forests of *Picea* < *Abies* accompanied by *Larix* have been dominant through the Alluvium epoch up to the present time, except in its first period, when the construction of forests is presumed to have been of a kind very different,

from the present.

In the Alluvium epoch in Hokkaido, in and about the Ishikari Lowland, there was a dominance of *Quercus-Alnus* in its first period, but thenceforth up to the present time *Quercus*, *Betula*, and *Abies* have been dominant in this area. In and about the Kuromatsunai Lowland, *Quercus*, *Alnus*, and *Fagus* were the major forest components in the first period of the Alluvium epoch, but since that time *Quercus*, *Betula*, *Abies*, and *Fagus*, have been dominant in this area.

In the upper Diluvium epoch in Hokkaido, in and about Hahoro, there existed a kind of forest such as can now be seen in the northern part of S. Saghalien, and about the Kuromatsunai Lowland the same kind of forest as now exists in the northern part of Hokkaido. In a period in the lower Diluvium epoch, in and about Kusiuro, the dominant forests resembled those now found in the northern part of S. Saghalien, while in and about the Ishikari Lowland the forests resembling to the middle, if we can suppose any, between those in the southern part of S. Saghalien and those in the northern part of Hokkaido.

In dealing with the changes in climate corresponding to those in the forests, the writer endeavored to acquire a more precise view by studying in detail the forest-ecological nature and the changes, both past and present, of *Picea jezoensis* Carr., *Abies sachalinensis* Fr. Schm. and *Larix dahurica* Turcz. var. *japonica* Maxim., the three principal kinds of tree which constitute the present forests.

It was indisputable that in the forests of *Abies* and *Picea* which characterize Southern Saghalien, *Abies* was more abundant in the southern part of the island and *Picea* in the northern part. But the transition in predominance of these two kinds of tree could not yet be fully explained. The writer's study established that these two typical forest types, which separate S. Saghalien into northern and southern areas, are divided by a line drawn from Maguntan on the east coast to Esutoru on the west coast.

In Hokkaido proper, though *Larix* never grows naturally at the present time, the writer found a small amount of *Larix* pollen in each stratum of lignite equivalent to a period of the upper and the lower Diluvium epoch. Thus the writer can state that *Larix* once grew naturally in Hokkaido, and that the southern limit of its distribution then was between the Ishikari Lowland and the Kuromatsunai Lowland.

After studying the changes in forest types from the various points of view, the writer offers the following explanation of the changes of climate which occurred in this region:

In the Alluvium epoch, from its beginning up to the present time, the climate in the northern part of S. Saghalien has remained virtually unchanged, while that in the southern part of S. Saghalien and in Hokkaido was somewhat milder and warmer in the first period at the present time. Except for this first period of the Alluvium epoch, the Southern Part of S. Saghalien Climate has prevailed the present time in the southern part of S. Saghalien, as have the Southern Hokkaido Climate in and about the Ishikari Lowland, and the Northern Honshu Climate in and about the Kuromatsunai Lowland.

Concerning the climate in the Diluvium epoch, the following conditions are noted.

During a period of the lower and the upper Diluvium epoch, the present Northern Part of S. Saghalien Climate prevailed in and about Kusiro and Hahoro, where the Hokkaido Climate is now dominant. In and about the Ishikari Lowland, now situated at the southern extremity of the Hokkaido Climate Zone, a climate corresponding to that supposedly between the Southern Part of S. Saghalien Climate and the Hokkaido Climate was dominant in a period of the lower Diluvium epoch. In and about the Kuromatsunai Lowland, now situated on the border between the Northern Honshu Climate Zone and the Hokkaido Climate Zone, the Northern Hokkaido Climate was dominant in a period of the upper Diluvium epoch.

The writer's study has pointed out the existence of a frigid period at least once in each of the upper and the lower Diluvium epochs in Hokkaido. The extent of its frigidity can be concluded to have been sufficient to lower the border line between the Northern and Southern Parts of S. Saghalien Climate, which corresponds nearly to the line drawn from Maguntan to Esutoru in S. Saghalien, southward to between Hahoro and the Kuromatsunai Lowland in the former case, and to between Kusiro and the Ishikari Lowland in the latter.