

# 日本における Taxodiaceae の絶滅期

山崎 次 男\*

TSUGIO YAMAZAKI: Studies on the extinct period of Taxodiaceae\*\* in Japan

## I 緒 言

我が国の第三紀には、Taxodiaceae に属する *Cunninghamia*・*Sequoia*・*Metasequoia*・*Taxodium*・*Glyptostrobus* のほかに、*Liquidambar*・*Nyssa* など、今日日本列島においては、全く姿を見せない樹種が相当繁栄した時代のあつたことは、植物化石研究によつて、すでに明かにせられている。しかるに、これらの種属の絶滅期については、まだ明確なる回答が与えられていない。

筆者は、すでに南樺太及び北海道における洪積世以降の森林並に気候の変遷について、花粉分析法による研究結果を発表した<sup>1),2)</sup>。その後引き続き裏日本方面の第三紀及び洪積世の亜炭並に沖積世における泥炭について研究をすすめ、すでに25箇所分析を終り、特にその方面における鮮新世以降の森林並に気候の変遷について検討しつつあるものである。その一端として、1954年に秋田地方に現在繁栄するスギの成因に関して所見を発表した<sup>3)</sup>。

ここに用いた研究資料は1953年に文部省の科学研究費の補助を受けて、秋田・山形地方を調査の際に得たものである。これらの試料から得た花粉分析の結果によつて、この地方における鮮新世以降の森林並に気候の変遷を論究することができ、特に上記の我が国における第三紀に繁栄した絶滅種で、Taxodiaceae に属するもののうち、*Cryptomeria* を除いた、他の6属のものが鮮新世の所産である泉川亜炭層の形成時代に絶滅したことを明かにすることができたのである。

本研究にあたって、地質学的な方面において、東北大学加藤磐雄助教授・田口一雄理学士並に山形大学山形理学士、樹木分類学の方面において京都大学の岡本省吾氏から、有益な助言を受けることが多かった。なお昭和24年以来筆者の研究室で花粉分析の研究に専念している竹岡政治理学士の努力にまつところが多い。ここにあわせてこれらの方々感謝の意を表するもの

\* 西京大学農学部造林学研究室

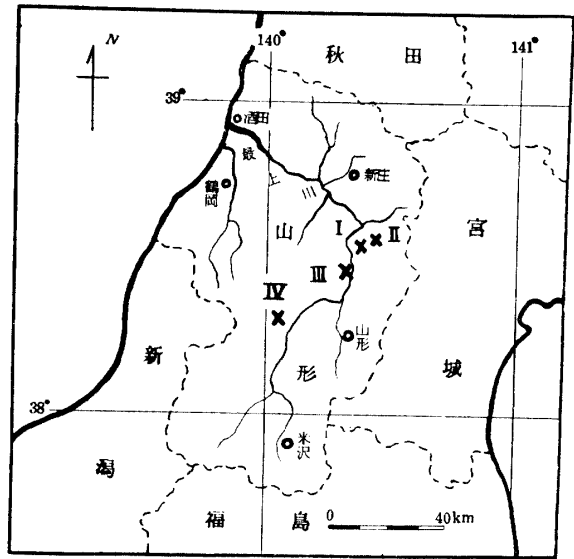
\*\* Taxodiaceae の大綱分類は PILGER (1926) による。(最近では *Cryptomeriaceae*, *Sciadopityaceae*, *Cunninghamiaceae* の3科を新設する学者もあるが本論では PILGER の分類にしたがつて Taxodiaceae として一括したものである。)

である。

## II 花粉分析の資料について

### 1) 第1試料 (鮮新世清水層所産)

この亜炭層は、山形県北村山郡福原村名木沢にあり、最上川の右岸に発達する丘陵台地の崖面に露出している。この附近の地質状態については田口<sup>4)</sup>によつて詳細なる調査結果がすでに発表せられ、鮮新世は舟形層・泉川層・八向層・清水層・鮭川層の5期に分けられている。それによれば、この亜炭層は第三紀鮮新世の



第1圖

I; 清水亜炭層 II; 泉川亜炭層 III; 浮沼亜炭層  
IV; 大沼泥炭層

前半に所属する第4期の清水層形成時代の所産である。なおここには次のように4つの亜炭層が見出され、2~4層は現在、主要な稼業層となつている。これらのうち、本研究には第1層、層厚 35cm のものを 5cm 間隔に採取し、実験に供した。なおこの附近の現在植生は、スギ・ヒノキの人工林を除けば、アカマツを主としてそれにコナラ・クリを伴い、長年乱伐に悩まされた

地質時代	地層名称	基岩
沖積世		
洪積世	山屋層	砂、礫岩
鮮新世	I 舟形層	安山岩質集塊岩及び礫岩
	II 泉川層	凝灰質砂岩
	III 八向層	凝灰質砂岩及び泥岩
	IV 清水層	凝灰質砂岩及び泥岩互層
	V 鮭川層	粗鬆凝灰質白色砂岩

(田口調査<sup>2)</sup>による)

様相を呈している。

#### 2) 第2試料(新鮮世泉川層所産)

この亜炭層は、山形県北村山郡福原村名木沢にあり、前者の採取地から 1.5km を隔る名木沢川左岸の道路切り取り個所の崖地に露出している。これは田口<sup>2)</sup>の地質調査に明かなように、鮮新世の後半に所属する第2期に当る泉川層形成時代の所産とみられる。なお、この亜炭層の厚さは 75cm であつて、その上に上部から植質壤土、赤土、砂礫層、泥砂粘土層が 15m 堆積し、亜炭層の下部は直接灰白色をおびた粘土層に接続している。この亜炭層から試料を 5cm 間隔に採取して実験に供した。この附近の現在の森林構成状態は前項に述べた通りである。

#### 3) 第3試料(上部洪積世所産)

この亜炭層は最上川の支流である大倉川の兩岸に発達した洪積層台地に介在し、上部洪積世の所産であつて、亜炭採取地は、山形県北村山郡西郷村小学校の北側 100m の所である。この地点における亜炭の層厚は 2.46m に達し、試料は 10cm 間隔に採取して実験に供した。この附近の現在における森林はスギ・ヒノキの人工林のほかには、アカマツ・コナラ・クリを主体とする森林構成にあることは前者とほとんど変化を認めない。

#### 4) 第4試料(沖積世所産)

この泥炭層は、山形県西村山郡大谷村大沼に所在する、大沼神社境内に発達したものであり、その面積は約 0.4ha で、明かに沖積世所産のものであつて、別名赤沼とも呼ばれている。この泥炭層の層厚は 1.4m であつて、各所に埋没した倒木のようなものを見出した。試料は 10cm 間隔に採取し、実験に供した。この泥炭地の表面は、現在ヨシをもつておおわれ、一部にオホカササゲの群落がみられる。泥炭の周辺はスギ・アカマツ・ブナ・カエデ・ミズナラ・コナラ・クリの類に囲まれ、そのほかにヒノキ・ヒバ・モミ・サクラの類

が散見される。

### III 化石花粉の分離と同定について

泥炭のなかに埋蔵せられている化石花粉の分離については、我国における研究者の多くは V. Post, のアルカリ処理法, ERDTMAN, G. の無水醋酸処理法を採用している。これらについて筆者は、京大演習林報告 21号<sup>3)</sup>において詳細なる検討を試みた。

ここに用いた試料は沖積世の泥炭と上部洪積世、第三紀に所属する亜炭であつて、それぞれの性質を異にする試料について、詳細なる実験を行つて、次のような処理方法を適用することが、最も効果的であると考えた。

1. 泥炭(沖積世); 筆者がすでに発表した北日本泥炭処理法<sup>1)</sup>を適用した。この際、特に注意したことはアルカリ処理の温度 40°C を厳守し、混酸処理に伴う反応熱を 50°C 以下に止めることであつた。

2. 亜炭(上部洪積世); 無水醋酸処理法<sup>1)</sup>を採用し、混酸処理に伴う反応熱を 1. のように 50°C 以下に止めるように留意した。

3. 亜炭(鮮新世); 供試料 0.2~0.5gr に 10% の苛性ソーダ溶液を 5cc 加え、50~60°C の温水中で 15 分間加熱し、その間にかるく 1~2 回攪拌した。つぎに遠心分離機にかけて水洗を 3~4 回反復した。

この際泥炭及び亜炭の化学的処理に当つて、強調したいことは温度の厳守である。筆者の経験から、花粉のなかには一定の温度以上の熱に対しては、著しく膨潤するものと、壊裂するものがあることを認めるに至つたからである。たとえば、40~50°C 以上の熱にあつた *Abies* と *Picea* は著しく膨脹しているから、しからざる試料とを混同して識別に供する場合には、両樹種の判定を誤る場合がある。またヒノキ・ヒバナなどの花粉は比較的壊裂されやすい性質をもつているから高熱に対しては抵抗力が最も弱いと考えられる。CAIN, S. A.<sup>6)</sup> (1944) は *Abies Fraseri* の花粉を、6つの異つた方法で処理して、その大きさの頻度を求め、その処理方法が花粉に及ぼす影響を及ぼすかを研究した。とにかく花粉抽出の際に加える試薬による反応熱には、特に注意すべきであることを強調したい。

なお、第三紀所産の亜炭に含有せられている花粉の同定については、中村<sup>7)</sup>、島田<sup>8)</sup>、ERDTMAN, G.<sup>12)</sup>、POTONIE, R.<sup>13)</sup> 諸氏の図譜と、当教室で作製したプレバート<sup>14)</sup>を参照した。特に Taxodiaceae の同定については、詳細なる検討をし、その結果は山崎、竹岡の共著<sup>25)</sup>をもつて別篇として西京大学学術報告に発表した。

IV 分析の結果

花粉分析の結果、各供試料から検出した花粉は下記の通りである。

1) 第1試料 (鮮新世清水層所産)

この亜炭層は鮮新世の中期以前に所属する清水層に介在するものであり、各層位から検出された花粉は、*Abies*・*Tsuga*・*Picea*・*Pinus*・*Cryptomeria*・*Cunninghamia*・*Sequoia*・*Metasequoia*・*Taxodium*・*Glyptostrobus*・*Salix*・*Pterocarya*・*Juglans*・*Carpinus*・*Betula*・*Alnus*・*Fagus*・*Quercus*・*Castanea*・*Ulmus*・*Liquidambar*・*Liriodendron*・*Acer*・*Aesculus*・*Cornus* 及び *Nyssa* に属する26属で、これらの花粉分布図は第2図に示した。このほかに僅少ではあるが、*Ilex*・*Carex* 及び *Gramineae* の花粉を検出したのであるから、この層から検出された花粉は合計29属に及んでいる。

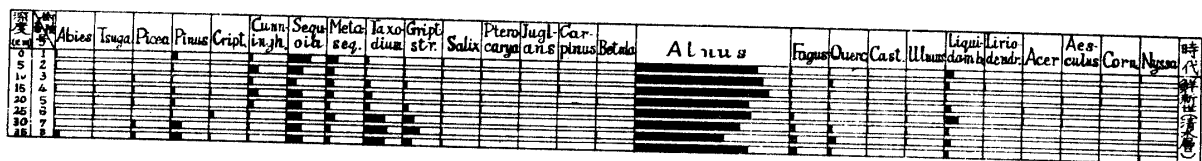
東北地方に関係ある鮮新世以降の植物化石に関する研究は、三木<sup>15)-19)</sup>及び遠藤<sup>20)-22)</sup>によつてなされており、それによつて発見せられた植物化石は上述した検出花粉の種属とほぼ一致している。この結果は、先に新庄附近の亜炭層を分析した島田・高橋<sup>11)</sup>の結果と酷似し、また中村<sup>7)</sup>の高知県奈半利亜炭層の分析結果ともあいた傾向を示している。しかし、うえのいずれの分析結果にも検出されていない *Cryptomeria* がこの清水亜炭層に少数ながら検出せられたことは注目値する。徳永<sup>23)</sup>はすでに青森地方の第三紀亜炭層を分析し、少数スギの花粉を検出している。

2) 第2試料 (鮮新世泉川層所産)

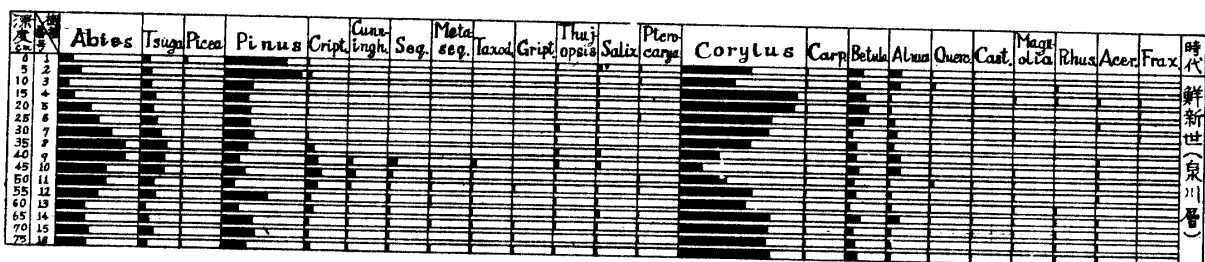
この亜炭層は、すでに述べた通り、鮮新世の中期以

後に所属する泉川層所産のものであり、花粉分析の結果、*Abies*・*Tsuga*・*Picea*・*Pinus*・*Cryptomeria*・*Cunninghamia*・*Sequoia*・*Metasequoia*・*Taxodium*・*Glyptostrobus*・*Thujopsis*・*Salix*・*Pterocarya*・*Corylus*・*Betula*・*Carpinus*・*Alnus*・*Quercus*・*Castanea*・*Magnolia*・*Rhus*・*Acer* 及び *Fraxinus* に属する23属の樹木花粉を検出し、その分布状態は第3図に示した。またこれらのほかに *Amaranthaceae*・*Carex*・*Composita*・*Ericaceae*・*Graminea*・*Ilex*・*Lemnaceae* 及び *Umbelliferae* に属する9属の花粉と、*Sphagnum* の胞子を検出した。この亜炭層から合計30属の花粉と1属の胞子を検出した。

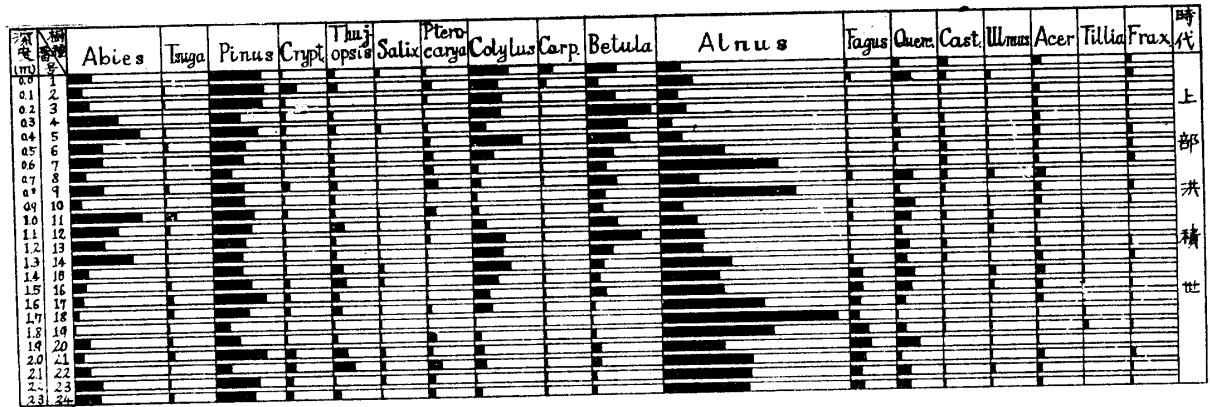
この分析結果にあらわれた特徴は、清水層所産の亜炭にあらわれた、*Alnus*・*Sequoia*・*Metasequoia*・*Taxodium* 及び *Glyptostrobus* の優勢時代は去つて、*Corylus*・*Abies*・*Tsuga*・*Pinus* 及び *Betula* の優勢なる森林状態に移行していることである。なお、この亜炭の形成時代には、前者において発見せられた *Liquidambar*・*Nyssa* 及び *Fagus* がどこにも発見せられない。また、清水層時代において相当繁栄していた、*Cunninghamia*・*Sequoia*・*Metasequoia*・*Taxodium* 及び *Glyptostrobus* の5属は亜炭層の下部には微量発見せられるも、中ほどから上部には絶滅して、その片影をも認めないのである。つぎに湿原植物とも認められるものについても、清水亜炭層においては *Ilex*・*Carex* 及び *Gramineae* に属する花粉を検出しているが、この亜炭層においては、それらのほか、今日我国の比較的北部の湿原にみられる、*Ericaceae* の花粉と *Sphagnum* の胞子を認めることは一つの特徴である。



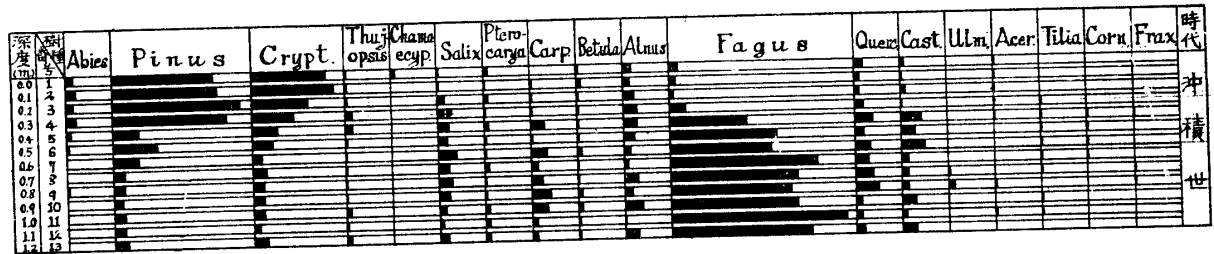
第2図 清水層花粉分布図



第3図 泉川層花粉分布図



第4圖 浮沼亜炭層花粉分布圖



第5圖 大沼泥炭層花粉分布圖

3) 第3試料 (上部洪積世所産)

この亜炭層は、第四紀上部洪積世所産のもので、各層位から検出された花粉は *Abies*・*Tsuga*・*Pinus*・*Cryptomeria*・*Thujopsis*・*Salix*・*Pterocarya*・*Corylus*・*Carpinus*・*Betula*・*Alnus*・*Fagus*・*Quercus*・*Castanea*・*Ulmus*・*Acer*・*Tilia* 及び *Fraxinus* に属する18属で、花粉分布の状態は第4図に示した。なおこのほかに *Carex*・*Compositae*・*Ericaceae* 及び *Gramineae* に属する4属の花粉と、*Sphagnum* の胞子を検出した。よつて、この層から検出された花粉は合計22属である。

4) 第4試料 (沖積世所産)

この泥炭層は、沖積世に発達したものであり、分析の結果、*Abies*・*Pinus*・*Cryptomeria*・*Thujopsis*・*Chamaecyparis*・*Salix*・*Pterocarya*・*Carpinus*・*Betula*・*Alnus*・*Fagus*・*Quercus*・*Castanea*・*Ulmus*・*Acer*・*Tilia*・*Cornus* 及び *Fraxinus* に属する18属の樹木花粉を検出し、その分布状態は第5図に示した。このほかに *Amaranthaceae*・*Compositae*・*Ericaceae* 及び *Gramineae* に属する4属の花粉と *Sphagnum* の胞子を検出した。

V 鮮新世における Taxodiaceae の絶滅期に関する考察

花粉分析の結果にあらわれた鮮新世所産の清水亜炭層の花粉は、上述のように29属の多きに達している。これらのうち *Cunninghamia*・*Sequoia*・*Metasequoia*・*Taxodium*・*Glyptostrobus*・*Liquidambar* 及び *Nyssa* の7属は現在、日本においては絶滅種である。しかるに *Cunninghamia* は今日台湾及び中国南部の北緯 21° から 30° の間に分布し、*Sequoia* はアメリカ西海岸、カリフォルニア州の中北部の海岸山脈に、*Metasequoia* は中国四川省に、*Taxodium* はフロリダ半島からテキサス州を結ぶメキシコ湾沿岸を主として北緯 30° から 35° の間に分布している。*Glyptostrobus* は中国の広西省及び広東省に、*Liquidambar* は南アフリカ、マダガスカル島、中国中南部、台湾、メキシコ及びフロリダ半島とペンシルバニアを結ぶ大西洋岸などの比較的広きに亘つて分布している。また *Nyssa* はインド、マレー半島、中国南部にわずかに生育し、主としてアメリカの大西洋岸に面する諸所に分布している。これらのうち、特に *Liquidambar* 及び *Nyssa* のように比較的広範囲に分布している樹種もあ

るが、大体において現在の山形附近の気候よりもよほど温暖な地域に生き残っているものが多いのは一つの特徴であろう。

しかるに他方 *Abies*・*Tsuga*・*Picea*・*Pinus*・*Cryptomeria*・*Salix*・*Pterocarya*・*Juglans*・*Carpinus*・*Betula*・*Alnus*・*Fagus*・*Castanea*・*Ulmus*・*Acer* 及び *Cornus* の15属は少くとも属として日本に現存して、この附近の沖積世における泥炭の分析結果にも出現する樹種である。すでに、三木<sup>18)</sup>は *Metasequoia* の発見に伴う詳細なる研究によつて、その出現地に同時に発見せられる多くの植物群を挙げている。それらのうち、*Abies* として発見された化石は、現在我国の中南部の山地に生育するモミであり、その後 Pinaceae 時代になつて、ウラジロモミ・シラベが現われ、*Tsuga* は常にモミと随伴して暖帯山地の上部に生育するツガであり、*Picea* としては、オホバラモミ・ヒメバラモミ、*Betula* としてはカバノキ、*Fagus* としてはイヌブナ・アメリカブナ・タイワンブナの化石であることを指摘している。今日のところ花粉の形態によつて、種の判定をくだすことのできないのは遺憾であるが、もしこれらの属が現在分布する種属とほぼ同じような生態学的性質をもつていたであろうと推定することが許されるならば、多少の例外はあるにしてもこれらの多くのものは、当時温帯の気候条件下に生育したものとみななければならないであろう。

ここにおいて、当時の森林構成状態を推定するに当つて、分析の結果にあらわれた、これら2つの事実をいかに説明するかが問題となる。一つの泥炭地の花粉の堆積に影響を与える樹木花粉の飛来する範囲は、相当広範囲にわたるものであるが、清水亜炭層の堆積した鮮新世の前半の時代においては、この亜炭層を取り囲む花粉飛来の範囲内に暖帯系要素と、温帯系要素として考えられる樹種が生育していなければならないのである。

ここにおいて筆者は、生態学的な根拠と、分析の結果にあらわれた花粉分布図から考察して、この亜炭の堆積した附近には *Alnus*・*Cunninghamia*・*Sequoia*・*Metasequoia*・*Taxodium*・*Glyptostrobus*・*Liquidambar* 及び *Nyssa* などが生育し、それより少しはなれて、*Picea*・*Betula* 及び *Fagus* などの種属が生育する立地のあつたと考えるものである。すなわち、花粉飛来の範囲内に上記の温帯要素の生育するような住みかがあつたことを認めなければならない。

なおつぎに問題となるのは、*Alnus* である。第三紀所産の亜炭層において、*Alnus* の優勢に出現することは、ここにあげる清水亜炭層のみならず、島田・高

橋<sup>11)</sup>による新庄市附近の亜炭層にも、また中村<sup>12)</sup>による奈半利亜炭層の分析結果にも等しくあらわれたところである。現在 *Alnus* は、水平的にみて、北海道・樺太には、ミヤマハンノキ・ケヤマハンノキ・ヤチハンノキ、本州・四国・九州には同上のほかヤマハンノキ・ハンノキ・ヤシヤブシ類、台湾にはタイワンハンノキが分布している。清水亜炭層から検出せられる *Alnus* の花粉の種を同定することができないのは遺憾であるも、恐らく亜炭形成の当時の条件と、この周辺に生育したであろうと考えられるほかの樹種から推定して、ミヤマハンノキ・ケヤマハンノキのような北方系のものでなくて、むしろ暖地系に近いものではなかつたかと考えるのである。現在台湾において、タイワンハンノキが 1000m 附近の崩壊地或は荒蕪地に、第2次林として盛んに侵入しつつあることは<sup>24)</sup>一考を要するところである。要するに、*Alnus* は元来上述のように、湿地にもよく生育する生活力の旺盛な樹種である。したがつて *Alnus* の優勢なることは、その当時崩壊地、荒蕪地或は湿地のような個所が多かつたことを意味するとともに、気候的にも幾分湿度の大なることを示すものではなからうか。また鮮新世のその当時においても、亜炭の形成せられるところは、少くとも水分の停滞する湿地を想定しなければならない。したがつて、これらの亜炭層の立地は、*Alnus*・*Taxodium* 及び *Glyptostrobus* などの湿地に生育する種属が分布して、その周辺に近く *Liquidambar*・*Nyssa*・*Sequoia*・*Metasequoia* 及び *Cunninghamia* などが生育し、さらに多少離れた高地に、*Picea* 及び *Fagus* などが生育していたような森林構成状態を推定すべきであろう。

要するに、この亜炭形成時代は *Alnus* と *Taxodiaceae* との優勢なる森林時代である。もし上述のような森林構成状態の想定が許されるならば、この亜炭層の形成せられた、鮮新世の前半に当る、第4期の清水層の中期には、その附近は今日よりもよほど温暖にして湿潤な気候が支配していたものであろう。すなわち、低地は現在の暖帯南部の気候が想定せられ、なお花粉飛来の範囲に温帯要素の生育しえられる山地の存在したものであることを推定せざるを得ない。

なお花粉分布図にあらわれたように、亜炭層の下部においては、*Taxodiaceae* が *Alnus* について優勢であるが、亜炭堆積の中位から上部に近づくとともに、*Taxodium*、*Glyptostrobus* は漸減して *Cunninghamia* が増加している。なお *Sequoia*、*Metasequoia* はほとんど変化を認めないが、上層に近づくとともにわずかに増加の傾向がある。また *Fagus* が、上層に

向つて漸減することと、上層部に *Picea*, *Tsuga* を欠除することは注意を要する。これらの事実からみると、この亜炭形成時代の中頃から終りに向つて若干温度の増加した傾向を認めるも、この推定は目下続行中の、ほかの亜炭層の分析結果の進行をまつて論究したいと思う。

泉川亜炭層は、上記のように鮮新世の後半の中期に当つて形成せられたもので、舟形層と八向層の間における第2期に相当する時代の所産である。その分析結果は、第3図に示す通り、鮮新世の第4期に所属する、清水亜炭層の分析結果とは、著しい相違が認められる。すなわち、この亜炭層においては、*Corylus* が頗る優勢をきわめ *Betula* の台頭とともに、*Toxodiaceae* はほとんど影をひそめて、それにかわつて *Abies*・*Tsuga*・*Picea* 及び *Pinus* などの *Pinaceae* 時代を出現していることが特徴である。ことに、この亜炭形成時代の中頃において *Cryptomeria* を除く、*Cunninghamia*・*Sequoia*・*Metasequoia*・*Taxodium* 及び *Glyptostrobus* などの *Taxodiaceae* が全く影を没して、最早それ以後、この亜炭形成時代の終末まで一度も出現しないことは、特筆に値する。すなわち、鮮新世の前半の時代に優勢をほこつた *Taxodiaceae* は、その後半のほぼ中頃に当る泉川亜炭層形成時代の中期において *Cryptomeria* のみを残して、その他の5属は絶滅したことは明瞭な事実である。

なお今一つの特徴として挙げられることは、清水亜炭時代に現われた、*Liquidambar*・*Nyssa*・*Liriodendron* 及び *Fagus* が各層位とも全然発見されないことと、またその時代に、漸く出現をみた、*Cryptomeria* が泉川亜炭層時代になつて相当出現するに至つたことである。またこの時代になつてはじめて *Thujaopsis* があらわれたことも注目し得る。

分析の結果にあらわれた *Pinaceae* に属する、*Abies*・*Tsuga*・*Picea* 及び *Pinus* が相伴つて出現する森林を現代に求むるならば、*Abies* はシラベ・オホシラビソ・ウラジロモミ・アオモリトドマツ、*Tsuga* はコメヅカ、*Picea* はトウヒ・ハリモミ、*Pinus* はゴエウマツ・テウセンマツなどによつて構成せられる森林であろう。なお三木<sup>18)</sup>によつて研究せられた *Metasequoia* とほぼ同時代に共存する *Pinaceae* に属する *Pinus* の化石には、五葉松としては、*Pinus amamiana* Koidz., *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc., 三葉松としては *Pinus trifolia* Miki が挙げられ、アカマツ、クロマツの出現したことはまれであつたと報告している。これらの樹種のほかに、*Betula* を伴うことによつて構成せられる森林は、中

部山岳地帯においてあらわれるように、温帯の最上部乃至は亜寒帯の最下部においてみられるものである。よつて、これらの森林構成状態をもつてあらわされる森林は、少くとも、現在の温帯の最北部の気候を指示するものとみななければならない。

つぎに、清水亜炭層時代に繁栄をきわめた *Alnus* は影をひそめ、それにかわつて、*Corylus* の著しく台頭したことをどう説明するか。*Corylus* に属する主要な樹種はハシバミであつて、現在朝鮮並に本州中部山岳地帯の荒廢地等において多く分布している。これらの実状からみて *Corylus* は、*Alnus* の繁栄する環境条件よりも、よほど乾燥した立地を選ぶものと考えられる。したがつて、*Corylus* の優勢なることをもつて、その当時の気候はよほど乾燥していたものと見做して大過ないであろう。

上述のような結果から得た、その当時の森林構成状態の想定が許されるものとすれば、泉川亜炭層時代は、乾燥した寒冷な気候を認むべきであつて、しかもその寒冷の程度は、現在の温帯最北部の気候の程度であつたと推定せられる。

なお花粉分布図3にあらわれたように、亜炭層形成の中頃に当つて、*Abies* が最も優勢となり、これに *Tsuga* 及び *Picea* の随伴する時代が認められる。これは恐らく泉川亜炭層時代の、最大の寒冷期と認むべきものであつて、この時代を境として、それまでわずかに余命を保つてきた、*Cunninghamia*・*Sequoia*・*Metasequoia*・*Taxodium* 及び *Glyptostrobus* が絶滅するに至つたものであろう。したがつて、これらの5種属がほとんど同時に絶滅した原因は、森林生態学上よりは、その当時の環境に何等かの変化のあつたことに求めなければならない。ここで筆者は、花粉分析の理論からして、その当時の環境変化は、恐らくこの時代に襲来した寒冷気候によるものと推定せざるを得ない。

なおこの時代に、*Taxodiaceae* の多くのものは絶滅したのにかゝらず、*Cryptomeria* のみはその当時の気候を耐えしので、その後もわずかに生育を続けたことが分析の結果にあらわれている。この結果からみれば、*Cryptomeria* は、現在日本において南は九州屋久島から、北は青森県の矢倉山まで、広く天然に分布する樹種であつて、造林学的性質として、土壌に対しては比較的鈍敏であるも、気候、特に温度に対しては、さほど敏感でないという所説を立証する一つの資料となるものであろう。

つぎに、上部洪積世の所産である、浮沼亜炭層の分析の結果をみれば、泉川亜炭層の中頃の時代に絶滅した、

*Cunninghamia*・*Sequoia*・*Metasequoia*・*Taxodium* 及び *Glyptostrobus* は最早、再び出現することは認められないのである。なお、そのほか泉川時代に出現していた *Picea*・*Pterocarya*・*Ulmus* 及び *Magnolia* を認めることができない。それに反して、鮮新世の清水亜炭層時代の各層位に出現していた *Fagus* は、泉川亜炭層時代には、全く影を没し、再び上部洪積世の浮沼亜炭層時代に至つてあらわれている。

泉川亜炭層時代を代表する、*Pinaceae* を特徴とする森林構成状態は、浮沼亜炭層時代にも認められるところである。しかるに、前者にあらわれた *Picea* が影を没して、*Fagus* の出現するところは注意を要する。すなわち、浮沼亜炭層時代は *Abies*・*Tsuga*・*Pinus*・*Cryptomeria*・*Thujaopsis*・*Betula* 及び *Fagus* によつて構成せられる森林を認むべきであろう。

かような森林構成状態を、現在に求めるならば、依然として、温帯北部の森林を想定すべきであるまいか。ただここに、鮮新世における泉川亜炭層時代に優勢をきわめた *Corylus* は衰退して、*Alnus* が再び優勢になつたことと、比較的湿潤冷涼なる気候に生育する *Fagus* の台頭していることに特徴がある。これによつてみれば、その当時の気候は現在の温帯北部の気候が支配していたものとみるべきであろう。しかしその寒冷の程度は *Picea* を欠き、*Fagus* の台頭したことによつて、泉川亜炭層時代よりわずかに温度高く、また *Alnus* の台頭することによつて、より湿潤であつたとみなければならぬ。

当時の森林構成状態の変遷を第4図について、さらに詳しく検討してみるに、この亜炭層形成の初期においては、*Abies*、*Betula* は劣勢で、*Fagus* の量がやや増加しているも、試料18号の附近を境として、後半においては *Abies* 及び *Betula* が増大して *Fagus* が減少している。かゝる現象は恐らくこの亜炭層形成の後半において、温度のやや漸減したことを示すものであろう。またこの温度の漸減も単一的なものではなく、試料14、15号附近と、試料5、6号附近において *Abies*、*Betula* が相伴つて台頭する時代は、特に温度が低かつたものとみなければならぬ。なお初期においては *Alnus* が優勢であるも、つぎに *Corylus* が台頭し、再び *Alnus* の優勢時代をへて、再度 *Corylus* の優勢時代へと変遷する跡が認められる。この変化は、恐らく湿潤、乾燥の傾向が2回反復せられたものと解すべきであろう。

第5図によつて示される大沼泥炭層の分析結果は、沖積世における森林構成状態をあらわすものである。この泥炭層の上部を除く、そのほかの時代において

は、*Fagus* の絶対優勢なる落葉広葉樹林の時代には、*Cryptomeria*・*Quercus* 及び *Castanea* が少量随伴して、*Abies* はほとんど出現することなく、*Betula* は全く影をひそめている。かくのごとき森林型は上部洪積世の浮沼亜炭層によつてあらわれた *Abies*・*Tsuga*・*Pinus* 及び *Betula* によつて構成せられる森林型とは著しく異なるものがある。

これらの森林構成状態から推定して、沖積世におけるこの大沼湿原の発生の当初から相当長期間、ほぼ現在山形地方を支配する、温帯南部の気候が支配していたものと考えられる。

しかるに、泥炭の上層部に近づくとともに、*Fagus* は急減して、*Pinus* 及び *Cryptomeria* の増加する現象が認められる。最近における *Pinus* の増大は、明治以降における、人間の干渉が大きな原因となつてアカマツの増加した結果をみのがすことはできないであろう。ところが、*Cryptomeria* の急増することは、森林の乱伐暴採の結果とは相反するように思う。すでに筆者が発表した鳥取の管原湿原の分析結果<sup>4)</sup>の示すように、沖積世における泥炭形成の申頃以後において *Cryptomeria* の頗る優勢なる時代が認められるのである。これら2つの分析結果からして、それらの地方においては、沖積世の後半時代より次第に *Cryptomeria* の優勢なる時代に入つたとも推定できるかも知れない。この原因については、目下研究を進めている裏日本のほかの方面の分析結果の集積をまつて論究したいと思う。

## VI 結 論

筆者は多年研究を継続している花粉分析法にもとづいて、現在未解決となつている *Taxodiaceae* の絶滅期を明確ならしめることができた。

研究資料は山形県における、最上川中流右岸に発達する、第三紀鮮新世に属する清水層及び泉川層の中に介在する亜炭と、最上川支流大倉川の兩岸に発達する洪積層に介在する亜炭と、これらの近辺の沖積世泥炭を代表する大沼泥炭地を選び、以上4箇所について検討したものである。

花粉分析の結果によると、清水亜炭層においては、*Taxodiaceae* に属する *Cryptomeria*・*Cunninghamia*・*Sequoia*・*Metasequoia*・*Taxodium*・*Glyptostrobus* の6属のほか *Liquidambar*・*Nyssa* が出現し、特に *Taxodiaceae* の優勢時代を示している。しかるに泉川亜炭層においては *Taxodiaceae* がほとんど影をひそめ、それにかわつて、*Abies*・*Tsuga*・*Picea*・*Pinus* が優勢となつて *Pinaceae* 時代を示現してい

る。ことに、この亜炭形成時代の中頃において、*Cryptomeria* を除く、Taxodiaceae の他の5属が全く影を没して、最早それ以後、この亜炭形成時代の終末まで一度も出現しないことは特筆に値する。

すなわち、鮮新世の前半の時代に優勢であった Taxodiaceae は、その後半のほぼ中頃に当る泉川亜炭層形成時代の中期において、*Cryptomeria* のみを残して、*Cunninghamia*・*Sequoia*・*Metasequoia*・*Taxodium*・*Glyptostrobus* の5属は絶滅するに至ったことは明瞭な事実であろう。なお清水亜炭層において出現していた *Liquidambar*・*Nyssa*・*Liriodendron* が泉川亜炭層各位において全然発見せられないことは、この三者が泉川亜炭層形成時代以前において、絶滅したものと考えらる。

分析の結果、清水亜炭層形成時代は Taxodiaceae の優勢なる *Alnus* を伴う森林時代である。このような森林構成状態からみると、現在温帯南部の気候支配下にある山形県のこの附近は、鮮新世の前半に当る清水層の一時代には、現在よりもよほど温暖にして、湿潤な気候が支配していたものであろう。しかるに、泉川亜炭形成時代においては、Pinaceaeの優勢なる *Corylus* を伴う森林時代である。この森林構成状態からみれば、現在のこの地方の気候よりも更に寒冷にして乾燥した、少くとも現在の温帯最北部の気候が支配していたものであろう。

つぎに泉川亜炭形成時代において、Taxodiaceae 5属の絶滅した原因については、筆者の花粉分析の結果から論究するならば、もちろん気候の変化に起因するものと解せざるを得ない。すなわち、清水亜炭層形成時代の温暖多湿な気候下において繁栄をきわめた Taxodiaceae は、泉川亜炭層形成時代に入つて、乾燥した寒冷気候にさらされ、次第に衰微して、その時代の中頃においてついに *Cryptomeria* 以外の5属は絶滅するに至つたものである。この泉川亜炭層形成時代の中頃においては、とくに *Abies* が最も優勢となつて、これに *Tsuga* 及び *Picea* を伴う時代が認められる。これは恐らく、泉川時代の最大の寒冷期と認むべきものであろう。この時代を境として、それまでわずかに餘命を保つてきた *Cunninghamia*・*Sequoia*・*Metasequoia*・*Taxodium*・*Glyptostrobus* が絶滅するに至つたものであろう。したがつて、これらの絶滅の原因は恐らく、この時代に襲来した寒冷気候によると推定するものである。

なおこの時代に、Taxodiaceae のなかで、*Cryptomeria* のみが、当時の気候を耐えしので、その後もうわずかに生育を続けたことが分析の結果にあらわれて

いる。この結果からみれば、スギの造林学的性質として、土壌に対しては比較的鋭敏であつても、気候特に温度に対しては、さほど敏感でないという所説を立証する一つの資料となるものであるまいか。

つぎに上部洪積世の所産である浮沼亜炭層の時代は *Abies*・*Tsuga*・*Pinus*・*Cryptomeria*・*Thuioopsis*・*Betula*・*Fagus* によつて構成せられる森林が認められる。泉川亜炭層形成時代に絶滅した Taxodiaceae 所属の5属は最早再び出現することはないのである。そして泉川時代に優勢をきわめた *Corylus* は衰退して、*Alnus* が再び優勢になつたことと、*Fagus* の台頭したことに特徴がある。これによると、その当時の気候は、やはり現在の温帯北部の気候下にあつたとみるべきであらう。しかし、その寒冷の程度は、*Picea* を欠き、*Fagus* の台頭することによつて、泉川時代よりわずかに温度が高く、また *Alnus* の優勢によつて、より湿潤であつたとみななければならない。

沖積世を代表する大沼泥炭層の時代には、*Fagus* の絶対優勢なる所謂温帯中南部の森林構成状態を示現している。これら森林構成から推定して、沖積世におけるこの地方は、湿原発生の当初からほぼ現在山形地方を支配する気候下にあつたものと推定するものである。

## 引用文献

- 1) 山崎次男：京大演習林報. 21号, 1951.
- 2) 山崎次男：科学, 13巻, 3号, 65~80頁, 1943.
- 3) 山崎次男：日本林学会大会講演集 (63回), 134~137頁, 1954.
- 4) 山崎次男：日本林学会誌, 25巻, 2号, 65~80頁, 1943.
- 5) 田口一雄：岩石礦物礦床学会誌, 38巻, 4号, 132~143頁, 1954.
- 6) CAIN, S. A.: "The American Miland Naturalist," Vol. 31, No. 1, pp. 232-236, (1944).
- 7) NAKAMURA, J.: Rept. Kochi Univ. Natur. Sci., No. 1, pp. 9-19, 1951.
- 8) NAKAMURA, J.: Research Rept. Kochi Univ., Vol. 1, No. 8, pp. 1-20, 1952.
- 9) 島田正雄：尚絅女子学院創立六十周年記念論文集, 107~113頁, 1952.
- 10) SHIMADA, M.: Sci. Rept. Tohoku Univ. (Biol.) Vol. 19, No. 1, pp. 47-50, 1951.
- 11) SHIMADA, M. & TAKAHASHI, N.: Sci. Rept. Tohoku Univ. (Biol.) Vol. 19, No. 3, pp. 270-273, 1952.
- 12) ERDTMAN, G.: Pollen morphology and plant



- taxonomy—Angiosperms—(An introduction to palynology. 1), 1952.
- 13) PORONIE, R.: Zeitschrift für Gewinnung und Verwertung der Braunkohle. pp. 325-333, 1931.
- 14) UENO, J.: Journ. Instit. Polytech. Osaka City Univ., Vol. 2, pp. 22-27, 1951.
- 15) MIKI, S.: Jap. Journ. Bot., Vol. 9, No. 2, 1938.
- 16) 三木 茂: 大阪学芸大理報, 1号, 1950.
- 17) MIKI, S.: Journ. Instit. Polytech. Osaka City Univ., Vol. 1, pp. 67-77, 1950.
- 18) 三木 茂: メタセコイア—生ける化石植物, 日本礦物趣味の会, 1953.
- 19) 三木 茂: 遺体からみた木曾五木とその変遷, 1954.
- 20) 遠藤誠道: 植物及動物, 2卷, 9号, 2~55頁, 1943.
- 21) ENDO, S.: Journ. Geol. Soc. Japan., Vol. 34, No. 505, 1935.
- 22) 遠藤誠道: 新生代の化石植物. 岩波講座〔地質・古生物〕, 1939.
- 23) TOKUNAGA, S.: 地質調査所月報, 5卷, 6号, 253~258頁, 1954.
- 24) 金平亮三: 台湾有用樹木誌, 1919.
- 25) HARLOW, W. H. & HARRAR, E. S.: Textbook of Dendrology. 1937.
- 26) ENGLER-GILG.: Syllabus der Pflanzenfamilien. 1924.
- 27) 吉良竜夫: 日本生態学会誌, 4卷, 1号, 1~6頁, 1954.
- 28) 山崎次男・竹岡政治: 西京大学報, 農学, 8号, 10~16頁, 1956.

### Summary

It has already been clarified from the point of view of the plant fossils that in the Tertiary age in Japanese islands, the extinct genera such as *Cunninghamia*, *Sequoia*, *Metasequoia*, *Taxodium*, *Glyptostrobus* belonging to Taxodiaceae and the other *Liquidambar*, *Nyssa* etc. which are extinguished in Japanese islands at present, but had once presented the age of predominance. The writer can clarify the period of extinction of Taxodiaceae above mentioned which is unsolved at present, based on pollen analysis which he has studied for years.

The results of investigations are summarized as follows:

The Shimizu lignite bed consists of the lignite of Pliocene, and the result of pollen analysis is given in the Fig. 2: the pollen grains of six genera of *Cryptomeria*, *Sequoia*, *Metasequoia*, *Taxodium*, *Glyptostrobus* belonging to Taxodiaceae and the other *Liquidambar*, *Nyssa* etc. are detected in each depth of the lignite bed, and indicate the especially dominant age of Taxodiaceae. The result of pollen analysis of the lignite bed in the Izumikawa of Pliocene, however, as is given in Fig. 3, shows that Taxodiaceae were almost not to be found, and in place of them, *Abies*, *Tsuga*, *Picea* and *Pinus* were dominant, which indicated the Pinaceae period. Especially it is

noteworthy that in about the middle of the age of the lignite formation, 5 genera of Taxodiaceae except *Cryptomeria* are not to be found at all and does not appear even once until the end of the age of the lignite formation.

Namely, it may be the clear fact that of the Taxodiaceae that flourished in the age of the first half of Pliocene, five genera such as *Cunninghamia*, *Sequoia*, *Metasequoia*, *Taxodium* and *Glyptostrobus* except *Cryptomeria* came to be extinguished in about the middle of the age of the Izumikawa lignite formation *Liquidambar*, *Nyssa*, and *Liriodendron* that appeared in the Shimizu lignite bed are not to be found at all in each depth in the Izumikawa lignite bed. Consequently, it is thought that above mentioned 3 genera was extinguished before the Izumikawa lignite formation.

From the result of pollen analysis, the writer reestablished the constituent state of the forests in those days, and deduced the climatic condition which was then dominant. Namely, in the age of the Shimizu lignite formation warm and moist climate was dominant, and in the age of the Izumikawa lignite formation dry and cold climate was dominant. Consequently, the writer can conclude that the extinction of Taxodiaceae was due to the dried and cold climate.