東北地方北部の亜高山帯の植生史に 関する花粉分析的研究

守 田 益 宗・相 沢 俊 二

要 旨 現在、針葉樹林帯をもつ八甲田山と、もたない白地山、田代岳の亜高山帯の植生史を比較するため、これらの山岳の亜高山帯の湿原堆積物の花粉分析を行ない、花粉帯を区別した。次に、各湿原堆積物中に挟在するテフラを時間指示層として用い、各花粉帯の対比を行なった。その結果、いずれの山岳の亜高山帯でも、約 4,500~3,000 年 B.P. には、ミヤマナラなどを主とする落葉低木林が成立していた。その後、八甲田山では、アオモリトドマツが増加して亜高山針葉樹林帯を形成したのに対し、白地山、田代岳は、落葉低木林のまま現在に至っている。

I. はじめに

東北地方の太平洋側に位置する北上山地や、奥羽脊梁山脈の北部および南部では、亜高山帯針葉樹林がよく発達している。しかし、日本海側に位置する越後山脈、出羽山地、さらに脊梁でも奥羽山脈中部では、亜高山帯針葉樹林がほとんど発達せず、ミヤマナラ、ダケカンバ、ミネカエデ、ナナカマド、ミヤマハンノキなどからなる落葉低木林やチシマザサ群落などが、ブナ林の上限を高を占め、いわゆる偽高山帯の景観を呈している（四手井，1952；吉岡ほか，1966；宮脇ほか，1968；Kikuchi, 1975；石塚，1978 など）。

この太平洋側山地と日本海側山地の亜高山帯の植生の違いは、四手井（1952）の指摘以来、その差異をもたらした原因について様々に論じられてきた。季節風による多量の積雪によってひきおこされる生育温度の低下や、生育期間の短縮によるとするもの（四手井，1952）、冬季の季節風の強さそのものによるとする報告（太田，1956）、多量の積雪による雪圧害によるとするもの（四手井，1957；酒井，1976）などがあげられる。これらの研究は、針葉樹の欠如という現象を、主に現在の気候要因と、それに対する

植物の反応から考察したものであり、東北地方の亜高山帯植生の地理的な相違が、いつ、どのような過程で生じたかを明らかにしてはいない。現在の植物群落の分布を理解するうえで、過去における植物群落の変遷を考慮に入れることは極めて重要である。それにもかかわらず、上述のような亜高山帯植生の地理的な違いを、植生史の視点から考察した研究は極めて少ない（石塚，1978；梶，1982）。これは、亜高山帯の花粉分析的研究が未だ少なく、それぞれの山岳の亜高山帯の植生史を比較するまでには至っていないことが主因と考えられる。

今回、筆者らは、針葉樹林帯をもつ山岳ともたない山岳の亜高山帯の植生史を比較するため、東北地方北部の八甲田山、白地山、田代岳の亜高山帯の湿原堆積物の花粉分析を行なったので報告する。

II. 調査地の概要

1. 八甲田山ヤビツ菴湿原

八甲田山は、東経 140°50′、北緯 40°40′ に位置し、標高 1,000~1,400 m には、アオモリトドマツを主とする亜高山帯針葉樹林がよく発達する。ヤビツ菴湿原は、八甲田山の猿倉岳の東斜面、標高 1,080 m に位置する。湿原の周囲はアオモリトドマツーダケカンバ林で囲まれ、湿原の縁辺部は落葉低木やハイマツなどを混じえたアオモリトドマツ低木林が占める。

湿原には、ヌマガヤ、ワタスゲ、キンコウカ、ツルコケモモ、ヒメジャクナゲ、ミズゴケ類などが生育する。

2. 白地山湿原

白地山は、十和田湖の西方の、東経 140°47′、北緯 40°27′ に位置し、標高約 900 m 以上には、ダケカンバ、ミヤマハンノキ、ミヤマナラなどを主とする亜高山帯落葉低木林が発達する。白地山湿原は、白地山山頂東側の標高約 1,000 m に位置する湿原である。湿原の周囲は、ミヤマナラ低木林とチシマザサ群落が優占する。湿原には、ヌマガヤ、キンコウカ、イワイチョウ、ツルコケモモ、モウセンゴケ、ミズゴケ類などが生育する。

3. 田代岳湿原

田代岳は、白地山の西方約 30 km の、東経 140°25′、北緯 40°26′ に位置し、標高約 1,000 m 以上には、ミヤマナラを主とする亜高山帯落葉低木林が発達する。田代岳湿原は、田代岳山頂の東側の標高約 1,000 m

に位置する湿原である。湿原の周辺および湿原内の一部には、ダケカンバを主とする低木林とチシマザサ群落が成立している。湿原には、ヌマガヤが優占し、タチギボウシ、モウセンゴケ、ミズゴケ類も生育する。なお、湿原周辺にはスギの低木が所々に認められる。

III. 試料および方法

花粉分析に供した堆積物は、ヤビツ沼湿原では露頭より直接採取したが、白地山湿原、田代岳湿原では、Hiller 型ハンドボーラーにより採取した。花粉分析用試料は、これらの堆積物から 10 cm 間隔で採取したが、堆積物の状態により適宜その間隔を変更した。試料は、KOH-ZnCl₂-Acetolysis 法を用いて処理し、グリセリンゼリーで封入した。作製したプレパラートは、200~1,250 倍で検鏡し、花粉の同定を行なった。1 試料につき、樹木花粉 (Arboreal Pollen: AP) の総数が 200 粒以上になるまで同定を行ない、その間に、出現するすべての花粉・胞子を記録した。花粉・胞子の出現率は、AP を基本数として百分率で示した。なお、下記以外の花粉は、非樹木花粉 (Non-Arboreal Pollen: NAP) として扱い、基本数から除外した。

Pinus, Abies, Picea, Tsuga, Cryptomeria, Sciadopitys, Cupressaceae, Taxaceae, Fagus, Quercus, Castanea, Betula, Carpinus, Pterocarya-Juglans, Celtis-Aphananthe, Ulmus-Zelkova, Aesculus, Tilia, Acer, Cercidiphyllum.

これは、局所的な植生あるいは何らかの原因により一時的に高率を示す花粉の影響によって、上記の植物の花粉出現率が歪曲されるのをなるべく避けるためである。

IV. 結 果

1. ヤビツ沼湿原 (第 2 図)

主要花粉の消長から次の 4 花粉帯を認めた。

第 1 図 調査位置図

- YA-I : *Betula*-boreal conifers 帯 (150-140 cm)
 YA-II : *Betula*-*Quercus* 帯 (140-125 cm)
 YA-III : *Fagus*-*Quercus* 帯 (125-80 cm)
 YA-IV : *Fagus*-boreal conifers 帯 (80-20 cm)

YA-I 帯は, *Betula* が最優勢で, *Pinus*, *Abies*, *Tsuga* などの針葉樹を伴う。*Tilia* の出現率が高いのも特徴である。YA-II 帯では, 針葉樹が出現しなくなり, *Betula* の出現率も前帯に比べ低下する。

Quercus は出現率が急高し, *Acer* の出現率も高い。YA-III 帯になると, *Fagus* が最優勢となり, *Quercus* がこれに次ぐ。針葉樹は, *Pinus* を除きほとんど出現しない。本帯は, *Fagus*, *Acer* の多い下部(YA-IIIa 帯: 125-100 cm) と, *Quercus* のやや多い上部(YA-IIIb 帯: 100-80 cm) とに区別できる。YA-IV 帯では, 再び *Pinus*, *Abies* の出現率が上昇を始め, 反対に *Fagus*, *Quercus* のそれは低下を始める。ま

第2図 ヤビツ范湿原の花粉ダイアグラム

第2図 つづき

第3図 白地山湿原の花粉ダイアグラム

た、*Cryptomeria* の出現も他の花粉帯に比べ目立つようになる。本帯も *Fagus*, *Quercus* の多い下部 (YA-IVa 帯: 80-50 cm) と、*Abies* の多い上部 (YA-IVb 帯: 50-20 cm) とに区別できる。

2. 白地山湿原 (第3図)

主要花粉の消長から次の3花粉帯を区別した。

- SI-I : *Quercus*-*Betula* 帯 (210-205 cm)
- SI-II : *Fagus*-*Quercus* 帯 (205-110 cm)
- SI-III : *Fagus*-*Quercus*-*Cryptomeria* 帯 (110-0 cm)

SI-I 帯は、*Quercus* が最も優勢で、*Betula* がこれに次ぐ。*Pinus*, *Abies* もわずかながら出現する。SI-II 帯では、*Fagus* が最優勢となり、*Quercus* の出現率も高い。この両者で AP の 70% 以上を占める。また、*Alnus*, *Ilex* の出現率が高いのも特徴である。SI-III 帯になると、*Cryptomeria* が出現し始め、上層に向かいその出現率がゆるやかに上昇する。*Fagus* は表層付近を除き、高い出現率を維持する。本帯は、*Quercus* のやや多い下部 (SI-IIIa 帯: 110-70 cm) と、*Pinus*, *Cryptomeria*, *Betula* のやや目立つ上部 (SI-IIIb 帯: 70-0 cm) とに区別できる。

3. 田代岳湿原 (第4図)

主要花粉の消長から次の3花粉帯を区別した。

- T-I : *Betula* 帯 (110-100 cm)
- T-II : *Quercus*-*Fagus* 帯 (100-40 cm)
- T-III : *Fagus*-*Quercus* 帯 (40-0 cm)

T-I 帯は、分析点数が少ないために設けた便宜的な花粉帯である。本帯は、他の花粉帯ではみられない *Betula* の高い出現率と、*Fagus* の低い出現率によって特徴づけられるが、その内容は、上部と下部では異なる。すなわち、-110 cm の層準では *Pinus* が約 30% も出現するのに対し、-100 cm では針葉樹は全く出現せず、*Quercus* が約 55% の出現率を示す。将来、本湿原での分析例が増加すれば、本帯は細分される可能性もあるが、ここでは、後述する T-II, T-III 帯とは異なる花粉帯ということで、一括して T-I 帯としておく。T-II 帯は、*Quercus* が最も優勢であり、*Fagus* がこれに次ぐ。*Betula* の出現率もやや高い。T-III 帯では、*Fagus* が最優勢となり、*Quercus* の出現率は前帯に比べ低下する。*Betula* は前帯とほぼ同じ出現率を示す。*Pinus* の出現率は、本帯の上部で急高する。

V. 考 察

1. 各花粉帯の絶対年代

本研究で分析した3地点の湿原堆積物中には、図

第4図 田代岳湿原の花粉ダイアグラム

2~4 に示したように、苫小牧火山灰(Tm), 十和田 a 火山灰(To-a), 十和田 b 火山灰(To-b), 中振浮石(Cu)の各テフラが挟んでいる¹⁾。これらのテフラは、To-a, To-b, Cu が十和田火山起源(大池, 1972), Tm が北朝鮮の白頭山起源(町田ほか, 1981)と考えられ、その降下年代は研究者により様々に報告されている(例えば、辻ほか, 1983; 早川, 1983; 千田ほか, 1984 など)。ところで、今回、筆者らは、ヤビツ范湿原の Tm 直下の泥炭(−52~54 cm)が、 $1,450 \pm 190$ y.B.P. (GaK-9206), To-a 直下の泥炭(−60~61 cm)が、 $1,580 \pm 90$ y.B.P. (GaK-9207), To-b 直下の泥炭(−69~70 cm)が、 $2,570 \pm 100$ y.B.P. (GaK-9208), Cu 直下の泥炭(−100~101 cm)は、 $4,460 \pm 75$ y.B.P. (N-4347)および−130~131 cm の未知の火山灰直下の泥炭質粘土(−131~132 cm)が、 $6,860 \pm 230$ y.B.P. (GaK-9209)という ^{14}C 年代測定値を得た。これらのテフラの降下年代は、今後の多くの基礎資料の集積によって決められるべきであるが、本報告では、筆者らがヤビツ范湿原で得た ^{14}C 年代値を使用することにした。すなわち、Tm と To-a を約 1,500 y.B.P., To-b を約 2,500 y.B.P. として Cu を約 4,500 y.B.P. の降下として、以下に考察をすすめる。

これらのテフラを時間指示層とし、堆積速度を一定と仮定して、それぞれの分析地点の花粉帯の境界年代を求めると、以下ようになる。ヤビツ范湿原の YA-II 帯と YA-III 帯, YA-III 帯の上部と下部, YA-III 帯と YA-IV 帯, YA-IV 帯の上部と下部の境界年代は、それぞれ約 6,000 y.B.P., 約 4,500 y.B.P., 約 3,000 y.B.P., 約 1,500 y.B.P. と考えられる。YA-I 帯は、*Betula* が高率を占め、*Fagus* がほとんど出現しないことから、Yamanaka (1978) の八甲田山の R-I 帯に対比される。このことから、YA-I 帯と YA-II 帯の境界は、約 8,500 y.B.P. と推定される。この年代は、今回の ^{14}C 年代値とも矛盾しない。白地山湿原の SI-II 帯の下限の年代, SI-II 帯と SI-III 帯および SI-III 帯の上部と下部の境界年代は、それぞれ約 4,500 y.B.P., 約 3,000 y.B.P., 約 1,500 y.B.P. と考えられる。なお、SI-I 帯は、*Quercus* が高率を示し、*Betula* がこれに次いでいること、*Pinus*, *Abies* もわずかながら出現することから、Yamanaka (1978) の八甲田山の R-II 帯初期に対比される。このことから、SI-I 帯と SI-II 帯との間には、時間的な不連続があると推定される。田代岳湿原の T-II 帯の下限の年代および T-II 帯と T-III 帯の境界年代は、それぞれ約 3,000 y.B.P., 約 1,500 y.B.P. となる。T-I 帯の

堆積年代は明らかではない。以上をまとめると、第5図ようになる。

2. 亜高山帯の植生史

本報告では、亜高山帯の植生史を比較するのが目的であるため、ここでは3地点で比較のできる約4,500 y.B.P.以降の亜高山帯の植生史についてのみ考察を加えてみる。

約3,000 y.B.P.以前には、ヤビツ范湿原、白地山湿原では *Fagus* が、田代岳湿原では *Quercus* が高い出現率を示している。亜高山帯の分析結果で、*Fagus* や *Quercus* といった冷温帯性の樹種の花粉が高率を示した場合、森林帯の上昇を考えるのが通例である。後氷期のいわゆる気候温暖期には、森林帯が300~400 mも上昇したとされている（中村, 1967; 塚田, 1974; Yamanaka, 1978; 梶, 1982 など）。今回の3湿原は、いずれも亜高山帯にあり、ほぼ同標高に位置する。そして、現在、下方には冷湿帯のブナ林が発達するので、森林帯が300~400 mほど上昇したとすれば、いずれの湿原の分析結果でも *Fagus* の出

現率は、過去に向かって上昇するという同様の傾向を示すはずである。ところが、*Fagus* の出現率は田代岳湿原では過去に向かって低下傾向を示し、白地山湿原では表層近くまで全般的にはほぼ一定の範囲の出現率を維持し、3湿原で必ずしも同様な傾向を示さない。このことは、今回の3地点の亜高山帯における植生史が、単なる森林帯の上昇・下降のみでは十分に説明できないことを示唆している。

そこで、さらに考察を加えるために、*Fagus* 以外の花粉に注目すると、*Quercus* は、ヤビツ范湿原ではYA-IIIb帯で、白地山湿原ではSI-II帯とSI-IIIa帯で、田代岳湿原ではT-II帯で高い出現率を示している。その出現率は、地理的に日本海側に近い地点ほど高い傾向があり、年代的に遅い時期まで高い傾向が続く。また、3地点ともに、これらの *Quercus* の出現率が高い時期には、*Alnus*, *Ilex*, *Ericaceae* や草本花粉などの出現率も高い。上に述べたような現象は、今回の3地点に近く、より低標高部にある谷地湿原やソデカ谷地湿原などでは認められないので（Yamanaka, 1978; 山中, 1979; 辻ほか, 1983）、亜高山帯特有の現象と考えられる。これらの *Quercus*, *Alnus*, *Ilex*, *Ericaceae* などは、調査地付近の比較的広範囲の植生を反映したものと考えられ、現植生から判断して、*Quercus* はミヤマナラ、*Alnus* はミヤマハンノキ、*Ilex* や *Ericaceae* なども亜高山帯落葉低木林構成種から由来した可能性が強い。今回の3地点では、当時、現在以上にミヤマナラなどの多い亜高山帯落葉低木林が発達していたであろう。亜高山帯に落葉低木林が発達している場合、現地での花粉生産量が小であるため、そこから得られる花粉スペクトルは、下方から遠距離飛来した花粉の割合が相対的に大となる場合のあることが知られている（守田, 1984a）。ヤビツ范湿原や白地山湿原で *Fagus* の出現率が高いのは、このことによると考えられる。吾妻山や八幡平でも、約3,000~2,500 y.B.P.以前には、山岳上部に森林が発達せず、草原状あるいは落

第5図 3地点の花粉帯の対比図²⁾

葉低木を主とする植生が優占していたことがあり(守田, 1984b; 守田, 1985), 今回の3地点でも同様なことがあったことは十分に考えられる。

ヤビツ范湿原では, 約3,000 y.B.P.以降, *Abies* の出現率が上昇し始め, 約1,500年 y.B.P.以後その上昇は急激となる。このことは, アオモリトドマツが, 落葉低木林にかわって, その分布域を拡大し, 現在の亜高山針葉樹林帯を形成したものと解釈できる。一方, 白地山湿原では, 約3,000 y.B.P.ごろから *Quercus*, *Alnus*, *Ilex* の出現率が低下し始める。田代岳湿原でも, 約3,000 y.B.P.ごろから *Quercus* が, 約1,500 y.B.P.ごろからは *Alnus*, *Ilex*, *Ericaceae* の出現率が低下し始める。白地山や田代岳では, 現在も亜高山帯落葉低木林が発達しているので, 前述のようなミヤマナラなどの多い落葉低木林は, 現在, これらの山岳でみられるような落葉低木林へとその構成種の割合を変化させたか, あるいは, その規模を縮小して現在に至っていると考えられる。

以上のことから, 針葉樹林帯をもつ山岳と, もたない山岳の亜高山帯の植生は, 少なくとも約4,500 y.B.P.以降, 約3,000 y.B.P.までは大きな違いはなく, 両者ともミヤマナラなどを主とする落葉低木林が成立していたと言えよう。そして, 両山岳の亜高山帯の植生史上の大きな違いは, 約3,000 y.B.P.以降に, 亜高山帯に針葉樹が増加し, 針葉樹林帯を形成したか, しなかったかの違いといえる。

謝 辞

本報告をまとめるに当たり, 火山灰の同定をしていた東北大学農学部庄子貞雄教授はじめ土壌立地学研究室の皆様, 函館博物館根本直樹氏, 東京都立大学大学院早田 勉氏, 試料採取その他で御協力いただいた東北大学理学部植物生態学研究室, 同八甲田植物実験所の皆様に深く御礼申し上げます。また, 日ごろから御指導, 御助言をいただいている東北大学理学部飯泉 茂教授, 宮城県農業短期大学日野紘一郎博士に, 御礼申し上げます。

(1985年11月19日受理)

注

- 1) 庄子貞雄教授, 根本直樹氏, 早田 勉氏の御教示による。
- 2) SI-I帯, T-I帯は, 絶対年代が不明であり, 本文でも考察を加えていないことから本図では省略した。

文 献

- 千田 昇・松本秀明・小原真一(1984): 陸前高田平野の沖積層と完新世の海水準変化, 東北地理, **36**, 232-239.
- 早川由起夫(1983): 十和田火山中掘テフラ層の分布, 粒度組成, 年代, 火山, 第2集, **28**, 263-273.
- 石塚和雄(1978): 多雪山地亜高山帯の植生(総合抄録), 吉岡博士追悼植物生態論集, 404-428.
- 梶 幹男(1982): 亜高山性針葉樹の生態地理学的研究—オオシラビソの分布パターンと温暖期気候の影響—, 東大農学部演習林報告, **72**, 31-120.
- Kikuchi, T. (1975): Vegetation of Mt. Iide. *Ecol. Rev.*, **18**, 65-91.
- 町田 洋・新井房夫・森脇 広(1981): 日本海を渡ってきたテフラ, 科学, **51**, 562-569.
- 宮脇 昭・大場達之・奥田重俊・中山 冽・藤原一絵(1968): 越後三山・奥只見周辺の植生, 越後三山・奥只見自然公園学術調査報告書, 57-152.
- 守田益宗(1984a): 東北地方の亜高山帯における表層花粉と植生の関係について, 第四紀研究, **23**, 197-208.
- 守田益宗(1984b): 東北地方における亜高山帯の植生史について, I. 吾妻山, 日本生態学会誌, **34**, 347-356.
- 守田益宗(1985): 東北地方における亜高山帯の植生史について, II. 八幡平, 日本生態学会誌, **35**, 411-420.
- 中村 純(1967): 花粉分析, 古今書院.
- 大池昭二(1972): 十和田火山東麓における完新世テフラの編年, 第四紀研究, **11**, 228-235.
- 太田 哲(1956): 落葉広葉樹林型亜高山森林植生帯の分布考察, 日本林学会誌, **38**, 482-487.
- 酒井 昭(1976): 植物の積雪に対する適応, 低温科学, 生物篇, **34**, 47-76.
- 四手井綱英(1952): 奥羽地方の森林帯(予報), 日本林学会東北支部会誌, **2**, 2-8.
- 四手井綱英(1957): 再び奥羽の森林帯について, 日本

- 林学会誌, **39**, 107-109.
- 辻誠一郎・宮地直道・吉川昌伸 (1983): 北八甲田山における更新世末期以降の火山灰層序と植生変遷. 第四紀研究, **21**, 301-313.
- 塚田松雄 (1974): 古生態学 II—応用論—, 共立出版.
- Yamanaka, M. (1978): Vegetational history since the Late Pleistocene in Northeast Japan. I. Comparative studies of the pollen diagrams in the Hakkoda Mountains. *Ecol. Rev.*, **19**, 1-36.
- 山中三男 (1979): 南八甲田山ソデカ谷地の花粉分析. “八甲田山地のアオモリトドマツ林の成立と変遷の生態学・花粉分析学的研究”, 昭和53年度研究成果中間報告会要旨集, 34-35.
- 吉岡邦二・加藤陸奥雄・山本護太郎 (1966): 栗駒山地域の生物相. 栗駒自然公園学術調査報告, 33-98.

Pollen-Analytical Study on the Vegetational History of the Subalpine Zone in the Northern Tohoku District.

Yoshimune MORITA and Shunji AIZAWA

In order to elucidate the vegetational history of the subalpine zone in the northern Tohoku District, the pollen-analytical study was made on the deposits collected from three moors; Yabitsuyachi moor which is situated in the subalpine coniferous forest zone of the Hakkoda Mountains, and Shirojiyama moor in Mt. Shiroji and Tashirodake moor in Mt. Tashirodake, which are situated in the subalpine deciduous scrub zone.

The pollen zones in these three moors were distinguished and correlated based on the sequences of main arboreal pollen and tephrochronology (Fig. 5).

The present results show that the subalpine zones of these three mountains were covered by subalpine deciduous scrub mainly consisting of *Quercus* in 4,500-3,000 years B.P. Subsequently, in the Hakkoda Mountains, the subalpine deciduous scrub was replaced by *Abies mariesii* forest during the time of the last 3,000 years, but in Mt. Shiroji and Mt. Tashirodake, the scrub has been dominant.