

第4回植生史研究会シンポジウムの記録

第4回植生史研究会シンポジウムは1989年11月11日(土)・12日(日)両日、滋賀県琵琶湖研究所において「亜高山針葉樹林の発達史」をテーマとして開催された。例年どおり討論時間を充分とったので、将来の指針となるような示唆に富む考えも提示されるなど意義深い議論がなされた。この記録は各話題提供に対する討論および11・12両日の総合討論の内容を編集したもので、当日録音されたテープを植田弥生が文章に起こし、辻誠一郎が責任編集したものである。

(植生史研究会事務局)

テーマ『亜高山針葉樹林の発達史』

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 1. 亜高山帯の自然地理とその歴史的背景 | 小泉武栄(東京学芸大学) |
| 2. 亜高山針葉樹の分類、地理 | 清水建美(金沢大学理学部) |
| ○総合討論 司会 鈴木三男・辻 誠一郎 | |
| 3. 亜高山帯針葉樹林の遷移と更新 | 中村俊彦(千葉県立中央博物館) |
| 4. オオシラビソ林の分布とそれからみた植生史 | 杉田久志(岩手大学農学部) |
| 5. 花粉分析による立山の晩水期以降の植生 | 吉井亮一(富山県立山博物館準備室) |
| 6. 最終氷期以降の亜高山性針葉樹林の変動 | 塚田松雄(ワシントン大学) |
| ○総合討論 司会 南木睦彦・植田邦彦 | |

1. 亜高山帯の自然地理とその歴史的背景(小泉武栄) 司会 鈴木三男

要点: 自然地理学の立場から亜高山帯の問題を、亜高山帯における斜面発達とそれに関連する問題、森林限界をめぐる問題、最終氷期の森林限界をめぐる問題、最近の気候変化と森林、その他土壌凍結と樹木の5つの項目に分けて論じた。

質疑討論

塚田: ひとつは文献についてですが、Swanの1968年を引用しているようですが、最暖月の平均気温が10°Cであることは1910年からHeckelがすでに指摘しているのにそれをどうして無視されたのか。

小泉: 無視しているのではなく、この図がちょうど便利にまとまっていたので出したのです。

塚田: それからもうひとつ、最後のスライドですが、岩石はなんですか。

小泉: 花崗岩です。

塚田: ああいう現象は蛇紋岩地帯、たとえば八方尾根・シロガモとかそういう所にはでてきているんですね。岩石との関係があると思うんですがどうですか。

小泉: はい、岩石との関係はたとえば先ほどの図5にもでてきたんですけど、蝶ヶ岳あるいは白馬のあたりで非常に岩石との関係が強いと思います。白馬のあたりでちょっとお目にかけた三国境のあたりでは流紋岩質で蛇紋岩もでてくるのですがあれが亜高山帯までいったらどうなるかということろをまだよく調べていないのです。もっぱら高山帯ばかりを中心をやってきたのでお答えできないんです。ただ、蛇紋岩の場合はかなり崩壊しやすいものですから非常に影響が大きいのではないのでしょうか。

植田: 最後のスライドに関しての私の意見なんですが、ランドスライドがわりと最近に起こってそこに新しい森林が成立しただけなのではないかという印象を受けたので、背丈の低い方と背の高いやつと年輪構成をお調べになればそのことは一応解決がつくんじやないかと感じました。もちろん、いま塚田先生がおっしゃったように下の岩石の影響も当然でくるとは思いますけれども。

最後の方の森林限界をめぐる問題では岩塊が露出していることと絡み合わせてたとえば木曾駒では森林限界が2600mだけれども本来は3000mくらいだとおっしゃいましたね。岩塊が露出しているかどうかという問題の他に頂上効果によって押し上げられているだけであって、たとえば木曾駒のところには4000~5000mの山があれば当然その気候から推定できる3000mぐらいのところには森林限界があるというように私らは

習ってきたので、それとの絡みを教えていただきたい。

小泉：山頂効果ということをおっしゃったのですが、強風地側ですと山頂から400mくらい森林限界が下がっているのです。実際、強風の斜面で山頂効果がはっきりするのを見ていきますと100mから200mだと思うんです。森林限界はそれよりさらに下の方に下がっているものですから先ほどのようなことを申し上げたんです。蝶ヶ岳みたいなどころですとちょうど岩塊のところまでハイマツが下がってきてストーンと終わるんです。そのふちまで針葉樹が上がってきていて明らかに食い止めるということがあるんです。おっしゃったように4000~5000mの山があればハイマツのゾーンがもう少し上について森林限界が上がるんじゃないかという感じはしますけれど、山頂効果だけでは説明しきれないのではないかという感じがするんです。もうちょっといろんな人が岩塊じゃないところはどうか地質がこういうところはどうかとか事例を積み重ねていかないといけないんじゃないかと感じます。

南木：日本で岩塊斜面が非常に低いところまで分布している原因というのはどういうところに求められているのでしょうか。

小泉：それは氷河時代の環境の問題になると思うんです。現在でも日本列島は世界的にみて冬に非常に寒くなる場所だと思うんです。夏の条件だけで見ますと確かに暖かいんですけど一方では冬は非常に寒いところなんです。氷河時代でも山の方はやはり冬は相当寒かったという条件があって、凍結破砕作用がかなり活発化したのではないかという感じがするんです。実際にはどのあたりまで岩塊斜面が下りているか言っている事例が非常に少ないのが現状です。私達が調べてきたところは非常に岩塊斜面が下がっているようなところでもっぱらそういうところばかりやってきた可能性もあるものですから、もしかしたら別の地質のところとか別の斜面を調べてみれば実は高いという可能性もあるんです。

清水：ひとつは、北アルプス・南アルプス・八ヶ岳それから富士山を比べてみますと、北アルプスではとくにダケカンバは非常に高い密度ではいってくると思うんです。ところが八ヶ岳とか南アルプスではそういうのは非常に少なく、純林的にシラビソ・オオシラビソの林になっているような印象を持っているのですが、それはやはり寒冷地になっているかどうかに関係しているのでしょうか。もうひとつは大菩薩の北の六本木峠付近の海拔1500m付近でハリモミ・ツガ・モミの奇妙な森林があるとおっしゃいましたが、これはブナ帯でありながらハリモミ・ツガ・モミがでてくるのが奇妙だという意味ですか。むしろそのほうが普通ではないのかと思うのです。ブナ帯の方が亜高山に上がるのがむしろ少ないように私は思います。3番目はね縞枯れ現象が起こるのは岩塊斜面である可能性が強いとのことですが、縞枯れが起こりますのは諏訪側なんですね。諏訪側から非常に強い卓越風が来るわけですね。佐久側になりますと縞枯れは全然ないんです。地形的にはほとんど同じじゃないかと思うんです。いまのところ定説と言っていいんだと思うんですが、縞枯れはやはり冬の非常に強い風によると私は納得しているんですが、それはダメなんですか。

小泉：最初の問題ですが岩塊斜面にも実はいろんなタイプがございます。今日ご覧いただいたのは非常に大きな花崗岩の累々たる部分でしたが、南アルプスあたりですと古生層・中生層の砂岩と泥岩が互層になっており砂岩は大きく割れますし泥岩は細かく割れますからこういう累々たる斜面にならないと思います。どちらかと言うと拳大ぐらいのやつとか人頭大ぐらいが混じりまして森林の成立には非常に具合がいいのではないかと。古生層が分布するところはどちらかと言うと混じりがよくてくつき性もよいので森林が成立するにはかなり具合がいいのではないかと思うんです。溝野くんがお花畑の話もちょっとやったんですがとくに南アルプスあたりとかはどちらかと言うと植物の生育には非常に適しているという印象がするのですが、北アルプスの場合ではさっきのようなところが非常に多いので岩塊の種類がかなり効いているのではないかという気がします。

2番目のハリモミの話ですけれど、実はこのすぐそばにブナ林がございまして岩塊の上にだけハリモミ・ツガ・ネズコなどというのがでてくるわけですね。これは、富士山の溶岩上につかってくるのと基本的には同じだと思うんですけど、私なんか見ていてどうも変だという感じがしたんであんなふうには言っちゃったんです。

3番目の縞枯れの問題なんですが、縞枯れそのものについては確かに諏訪側に発生しまして裏側にはないんですが、たとえば南アルプス・日光あたりとか、他の地域でも縞枯れがありまして、立派ではないん

ですけれども発生している場所はあるんです。なぜそういう場所で発生するのかというと、基本的には風だと思んですが風の効果だけでないんじゃないか、やはり土地の問題があって非常に乾燥しやすいとかもっぱら葉っぱの乾燥だけでなく根元の乾燥も効くんじゃないかという感じがあるのでこう申し上げたのです。

粉川：スライドの中に岩石の破片に暴ですかマジックですか書いてありましたが、よく理解できなかったのでもうちょっと説明してくれますか。

小泉：あの方法はアメリカあたりですと1970年代からやっていたんですが日本ではごく最近ここ2、3年くらいに使い始めています。火山灰が全然ないようなところだと斜面の年代などが全然でないものですから、風化被膜といって岩石の表面にできた膜みたいな変色部の厚さを測って年代を知ろうというわけです。まだ実験的な段階なんですけど調べていくにはスタンダードになるものがないといけないんで、ひとつはモレーンとかの年代のわかっているものの岩塊でできている風化被膜の厚さで、およそ6mmぐらいいろい厚いんです。カーボンで年代が測定できる腐植層を覆う礫層では、その礫の風化被膜の厚さを計測するとある程度の傾向がでるんです。たとえばネオグラシエーションですと1mmくらいなのです。岩石の種類によって被膜のでき方が違いますから、種類ごとにスタンダードを作って物差しを作っていかなければならないんです。他の地域に適用してやりますとある程度相対年代もでますし、多少は絶対年代に近い斜面の年代もでてくることになるんです。まだ全面的に使えるわけではないんですがひとつの試みでやっているところなんです。

2. 亜高山針葉樹の分類、地理（清水建美） 司会 鈴木三男

要点：世界の針葉樹の分類体系を概説した上で、亜高山帯を中心に分布するカラマツ・ツガ・モミ・トウヒ各属の分類・地理を論じた。

質疑討論

塚田：僕は分類学者ではないんですけれども*Tsuga longibracteata*はpollenが長くて、bractも長く、それにconeが大きく葉が放射状に開くから他のツガと区別するということですね。

清水：花粉が違うようですね。ツガの花粉は気嚢が発達しませんね。

塚田：どの亜属・sectionにいれるか分類学者の意見によると思うんですけれど、*Tsuga mertensiana*はさきほどおっしゃいましたように葉は放射状にでて球果も非常に長い、しかもこの*mertensiana*だけ花粉が他のものと違うんですね。気嚢を持っているんです。

清水：気嚢があるんです、*mertensiana*は。

塚田：ですから、ヨーロッパの昔の人はそれを亜属にして*Hesperopeuce*と言っているんですね。僕はそれに賛成したいですね。分類の人なら花を使うわけですからその中にはいつている花粉を使っているんです。それでついでに申し上げますけれど、この場合3つに分けますね。*Nothotsuga*か*Heopeuce*、それとsectionの*Tsuga*と*Hesperopeuce*の3つに分けますね。アメリカの分布のことをおっしゃられたんですけれど、花粉からいきますと3つに分けられます。*mertensiana*は先ほど言いましたように気嚢を2つもっている。その他の*caroliniana*と*canadensis*と*heterophylla*を2つに分ける。*Hesperopeuce*は素人の方は翼を持っていないといいますがベルト状の翼を持っていますね。*heterophylla*でも*diversifolia*でも、*sieboldii*か。

清水：ツガです。

塚田：*Tsuga sieboldii*ですね。ベルトの廻り花粉全体に刺を持っている。ところが*Tsuga canadensis*と*Tsuga caroliniana*はベルトを持っていて*Tsuga diversifolia*とか*heterophylla*に似ているけれども刺を持っていない。だから、アメリカの*Tsuga*は完全に3つに分けて種まで花粉から同定できる。ただし、*caroliniana*と*canadensis*はツガ亜属にしている、亜属でなくて亜種にしている人もいる、*canadensis*のタイプの種として。

清水：*caroliniana*を*canadensis*の亜種として。

塚田：僕はその方がいいような気がするんです。というのは、花粉の形態が完全に同じであるということ。ただ日本のコマツガとツガの差は毛があることと毛がないこと、最初の枝の所にね*caroliniana*と

canadensisもその差は毛があるかないかで分けている。実際には普通の素人には非常に見分けがつかない。僕はそういう意見を持っているんです。

清水：花粉の方は気嚢があるかないかしか頭になかった。

塚田：それからもうひとつ質問なんですが、カラマツ属ですね。Larix gmeliniiという人と、大井さんのようにgmeliniiというのを日本にあるのからシベリアの一部にあるのを Larix dahuricaというのと。

清水：ダフリアカラマツとグイマツを孤立する意味で。

塚田：dahurica var. gmeliniiというのとタイプのLarix dahurica、ソ連の人は2つに分けている。結局、ソ連に分布の中心があるから連中は形態的によく分かるらしく2つに分けているけれど、僕はやっぱりdahuricaっていうのはほとんどsynonymじゃないかと思うんです。dahuricaとgmeliniiはおかしいんじゃないかと。先生はどう思いますか。

清水：私は一緒に扱っているんですけど。

塚田：僕はそれでいいんだと思うんです。たとえばAlnusの2つのセクションがありますね、AlnusとAlnaster、ソ連の人は木の種類が少ないせいかどうか知らないけれどAlnasterを属にしてAlnusとともに2つの属をつくっているわけです。

清水：それは細かいですよ。

塚田：僕はちょっと細かすぎると思う。だから、それと同じようにdahuricaとgmeliniiを分けるっていうのはただの生態種の違いかも分からない。

○総合討論 司会 鈴木三男, 辻 誠一郎

鈴木：清水先生の質問はひとつしか受けられませんでしたので、最初清水先生のご発表に関して質問を受け、それから総合討論にはいっていきたくと思います。

粉川：Picea koyamaeとか、ああいうやつはやっぱりタイプ標本と比べてやらんといかんわけですね。ただ、koyamaeの原木は枯れてもうないんだそうですね。

清水：ちょっとはつきりしませんね。

粉川：標本は東大の資料館にあるわけですか。

清水：ええ資料館に保管してあると思います。

粉川：たとえばPiceaはconeをばらしてみんと判らんとしますと、タイプ標本を壊すわけにもいかんし、その場合どうしたらいいんですか。

清水：条件によりますよ、タイプ標本をどうしても使わなければならないキーポイントだったらね。壊したつぶはちゃんと元へ戻しておくんです。シートにちゃんと貼り付けておくんですね。スケッチなり写真なりをすべてそこに貼り付けるわけです。それはハーバリウムのキュレータの許可が出ればの話です。

粉川：ぼくはPiceaについては絶望的なんですけど、glehniはconeだけで判るとおっしゃいましたね。どういうふうにしてわかるんですか。

清水：glehniとjezoensisの話ですね。coneの種鱗の形が違いますよ。どちらかっていうことははっきりわかります。

粉川：その2つのどちらかやったらぼくもわかります。

清水：maximowicziiもわかりますよ。glehniは種鱗に有毛帯があるんですね。外側に細かい毛がずうっと生えている。glehniには非常にはつきりしたセンケイがあります。koyamaeにもあります。寒冷のものですから。その形がまた違います。非常に広いですね。koyamaeはどっちかという細長く狭くてかかして無毛なんです。

粉川：いっぱいあるPiceaの中で、そういうことでglehniであるとかわかるわけですか。

清水：私の調べた範囲ではわかりました。少なくとも、jezoensisとkoyamaeとかmaximowicziiはわかりました。

南木：絶望的でなく希望のわずかに光る研究者なんですけど、化石をやってますと材料が痛んでいたり断片的であるわけで、やっぱりわけがわからない。とくにglehniやkoyamae, maximowicziiそれに、バラエティにされているヒメマツハダの類とかですね。化石ですと断片的ってこともあるんですけど、どうも中間

的なものもあるように思います。当然化石例と同じものもありますが、種をどう扱うかという問題があり、化石の研究者の課題だと思うんですけど。それに関連して特にこのセクション分けですね、案外いまこのセクション分けに使われているものが妥当かどうか少し疑問に思えるんですけど、その辺はどうなんでしょう。

清水：私も始末に困りまして機械的にやったんですね。機械的に見てどうなるかということで、割り切っちゃったのは確かです。ただグループの中で全体としてみたら他のグループよりなるほど近いなあということはいえませんか。

塚田：アメリカのカナダの方に *Picea rubens* と *P. glauca* というのが生育しているんですけども、2種が合うところで雑種を作るんです。アメリカの *Picea* も結局大型遺体では典型的なものが出ればいいんですが、雑種とか出てきたらお手上げだという段階です。

辻：亜高山帯での土壌の特徴とかいったものを小泉さんからお聞かせいただけないでしょうか。

小泉：気候変化が土壌断面に割合よく出てくるんだとちょっと申し上げたんですが、あまり調査が進んでないんです。いろんな事例があげられないんですが、たとえば日本海に近い谷川岳の一角にある平標という山で亜高山帯の土壌を調べていきますと、4000年位前から2000年位前に一回泥炭ができていて、そのあと黒ボク土壌に変化してそこに森林が生育しているというケースがあるんです。ですからその場合、森林の形成は2000年より新しいということになってくるわけです。けれども山地の斜面で調べていきますと、場所によっては泥炭ができてたり、もっと新しい土壌の下に別のタイプの土壌があるとか、そういうケースがあったんです。高山帯もそうなんですけど、岩屑の下にたとえばポドソル土壌があって、かつて他の森林が上がっていったという証拠があったりするんです。

葉師岳での別のケースなんですけど、山の斜面からなだらかな緩斜面がずうっとありまして、それから谷がストンと落ちるんです。非常に多雪の山なんですけれども、緩斜面の部分にはたとえばヌマガヤの草原ができていまして、それはなんとなく多雪だからとわかる感じがするんですけど、非常に雪がいっぱい残りやすいようなところにオオシラビソが生えていたりして、明らかに予想と逆の現象でして、そういうところが非常に多いわけです。まだ充分調べたわけではないですけども、緩傾斜地によくみていきますと火山灰が一番下にありまして、それが粘土化しているわけです。その粘土化したのが一種の不透水層を作りまして、その上に泥炭地があるんです。そこにヌマガヤが生えているっていうかこうになります。ところがシラビソのある場合は雪は遅くまで残るんですけど、開析前線が上昇してきまして水はけがよくなり、火山灰とかがとられちゃってどちらかというと礫質の土壌に変わってまして、一見多雪の影響がでそうなんですけれども、実はそこにオオシラビソが育っていない、そういうケースもあるんです。そういう場合は下の土壌がやっぱりオオシラビソの分布に結構きいてきているんじゃないか。ぼくの話、いろんな違いばかりでてきちゃって、まだ全体としてこうなっているという話出てこないんです。

塚田：森林限界が英語ではわかりにくいって言うか2つあるんですね、tree line と timber line。ぼくは tree line の方が英語的にはいいと思う。木材として使うのを timber、だから木材として使えるまでのものと解釈しても文句は言われぬ。ですから tree line としたら、日本語でいえば森林限界ですけども。

いま高度の場合に森林限界としましたね。ところがそれを緯度の面で森林限界を見ますとね、ロシアの *Larix sibirica* の北限が森林限界ですね、アメリカの場合は *Picea* の北限が森林限界ですね。先ほど申されたんですけど7月と8月の平均気温が11~12°Cのところには日本は森林限界があるということですね。それはまあ世界的に考えて今はぼくは過去の気候を推定する意味から7月と8月の気温を推定してしまつたら、平均してしまつたら各月の平均気温ではないから、最暖月の平均気温を使つてますけれど、日本の場合ですれやはり12°Cになる。なぜその森林限界を見るかという、我々が使っている森林限界というのは土壌が最高に発達した場合、上にいったところを森林限界としている、マクロにね。小泉先生がみられていたのは土壌とか地形とかそういうものを考えての細かな森林限界を見ているわけですね。そういう場合と最高に発達したところはどこまでくるとか山をあるきながら見てプロットして、だいたい森林限界はここだと。それより下にハイマツの純林が生えている場合はですね、それは地形的なものか、あるいは歴史的なものなのか色々あると思うんですけど、そういうものを配慮して、ソ連とアメリカの森林の北限は最暖月の平均気温が12°Cになる、英国の場合も最暖月の平均気温が12°C、ぼくがこれ世界で一番初めに

言い出したんですから。だい昔の話ですけれど論文になってますけれどね。そういうふうにだんだん決まってきて非常に喜んでます。それともうひとつですね、高山帯の森林限界は非常に気温が短い間に高さが変わってしまうんですね。緯度の場合は徐々に変わりますからね。緯度の場合でおさえた場合に12°Cとなって、高山の場合でおさえたら12°Cとなってほぼ一致しているのであります。もうひとつは森林限界を形成している種類がありますがね、種が変わるから森林限界が変わるということも考えられる。それから先ほどの森林限界が日本の場合低いといったけれど、あれは高度だけであってね、気温に換算したら全部同じになる。

清水：話は変わるんですが、この研究会は植生史ですよ。私は現在の分布パターンをご紹介しましたがそのhistoryについてはちょっとは言ったかもしれませんが何の仮説も言わなかったんです。といいますのは皆さんがどんな話をして下さるのか楽しみにしていたわけなんです。たとえば今あげましたLarixにしるPiceaにしるAbiesにしるTsugaにしる結局同じものなんだと、第三紀にできまして、温帯性でして、第三紀におりてきてその一部が第四紀になって寒冷に適應して北方針葉樹林を作ったんだと言うように解釈できないかと私は秘かに思ったんですが、非常に荒っぽい言い方で。ただTsugaだけがそういうポテンシャルが無かったという具合にこの分布図をながめているとそういう気になったのですが、第三紀のレリックとはなぜかという北アメリカの西と東それから東アジアに、また時にはヨーロッパにといったように、たとえば小型の・・・に見られるように化石が出てきたり、現生の植物が分布したりしますし、この分布図を見ているとこれと同じパターンに考えたくなるんです。その辺を植生史をやっておられる皆さんにぜひ問題提起をしたい。

辻：それに関しましては、実は遠慮されている方もおありではないかと思うんです。おそらく何か言ってやろうとかいうふうな方も随分おありだと思いますので、今の清水先生のお考えも含めまして、あした十分に討論させていただくことでよろしいでしょうか。

清水：はい楽しみにしております。

鈴木：私だけでなく南木君とかも第四紀の化石をやってまして、特にヒメバラモミは過去において最終氷期までは非常に日本には多く、九州まで化石として出てきて現在では非常に限られた分布、個体数が数えられるくらいしかない。南木君自身球果から非常に同定が難しいという場合がありますが、材からいきますとヒメバラモミは非常に認識しやすいものですから同定しているわけですけど、そうするとどうもヒメバラモミは過去にはものすごく広い分布域と変異をもっていて、その中のごく一部だけが生き残っているのではないかという考えを持っているんですね。そういう見地から見ると、たとえばアズサバラモミは先生どういうふうにお考えですか。聞かせてください。

清水：アズサバラモミは大きな球果のものですね。球果が大きいので変種になっているあれですね。

鈴木：やはり変種という形の扱いが適当だろうか、その辺は先生のお考えは。

清水：それはそれでいいと思ってますが、ただヒメバラモミは確かに化石としては広く出てくるんですね。花粉分析でしたか化石の方があげておられましたね、あれは北から下りてきて広がったのではなく、だんだん広がっていったのがだんだん縮少していった現在の八ヶ岳・南アルプス・秩父山塊にちょっと出るんですよ。いずれも石灰岩のところに出るんですが、そういう具合に上昇型の温帯性のものが上昇型のレリックになったんだと説明していますね。そういう分布変遷をやったんだと私も納得しています。アズサバラモミもその内のひとつだと思いますけれど。

鈴木：ヒメバラモミで他には秩父とかにわかれて分布しているやつが形態も全く同じだとか、多少変異を含んでいるとかその辺の考えは。

清水：ヒメバラモミといわれるものについては本当は資料不足で球果がないとかいわれますが、はっきりわかります。現生のものは枝が出ればこれははっきりヒメバラモミだと。

辻：小泉先生、岩屑生産とくに堆積と剝削作用との関わり、岩屑の生産というものが下流域あるいは河口でどういうふうな現象として現れるか、どういうふうな影響として現れるか、どういう砕屑物として河口で供給されるかお聞かせください。

小泉：言葉の定義の問題になるのですが、剝削denudationですから非常に広い概念ですね。岩屑生産とか移動のことを含めて、山の方からものがとれてゆくのを含めてdenudationとっているんですね。ですか

らその中に岩屑生産や移動がみんな含まれていくんじゃないかと思うんですね。下流への影響なんですけれど、扇状地ぐらいはある程度調査されていますが、さっき私がスライドでお目につけたところでは下流へのつながりはまだほとんど押えられていないんですね。小口さんがごく一部の山麓の小さい扇状地みたいなものの上に山の斜面堆積物がのっかってくる、そういう所を何ヶ所かでおさえていますけれど、それがさらに下流の方へ行って川の方へ入って行ってどうなるかはまだほとんどよくわかっていない状況なので、今まで斜面の時代時代ではほとんどそういう観点で調査しなかったものですから、これから調査をやっていくかなければいけない。

●●：小泉先生の森林限界の件なんですけれども、沖津さんの例のデータを扱って説明なさったんですが、沖津さんの主旨はおそらく森林限界というものが、実際よりは低いんじゃないかということだったんですね。森林限界というものをハイマツの下、たとえば日本海側ですとオオシラビソとの間に森林限界をもってくるからそうなるんだと。ハイマツの上限まで森林限界をもっていったらヨーロッパとの整合性があったんじゃないかと。それに対して今ここで一貫して森林限界といわれている内容というのはやっぱり従来からの日本で使われている扱い方をされているわけですね。それについて、どういうご意見をお持ちでしょうか。

小泉：ヨーロッパの低木林ですね、クルムホルツのゾーンですけど、クルムホルツのゾーンと日本のハイマツ帯を沖津さんは比較したんですね。ヨーロッパでは同じ樹種で最初森林だったのがだんだん低木になってゆくのであまり森林限界の意味を持っていない、むしろ樹種そのものの上限ですね低木化した上限の意味があるとしてヨーロッパの方はそっちの方を重視するわけです。日本の場合昔から森林限界がハイマツとはっきり境されています。沖津さんの話の主旨は簡単にいえばハイマツ帯は世界中どこにもない独特な植生帯だといいたいということにあったんですね。沖津さん流にハイマツ帯の上限を森林限界という形にもっていったいいんですけれど、その形をとりますと日本の山はみんなその中にはいってしまい、高山帯は完全になくなりますし、山のてっぺんまで亜高山帯の所に入っちゃうということになるんです。それはそれでひとつの考え方ですから悪いということではないんですけど、その考え方でやっていると、日本の山には本当の意味の高山帯がなくなってしまう。日本の独自性、すなわちハイマツがあつてはじめて独自性があるという気が実はするんです。その点もあって従来どおりの考え方で一応森林限界を比較しているということなんです。

鈴木：森林限界の話は先ほどの塚田先生から言葉の定義をきちんと使わないといかんという話をもらいました。ちゃんと答えられないんですが、森林限界という場合は木本植物が生えているという意味ではないわけで、幹が立つ生活型をそこで保てる環境条件があるということが前提なんです、ですからハイマツをどうこういうのは全然違う問題になっちゃって、ハイマツは世界的にはああいう形ではないという議論は確かにあるんですけど、実際にはいわゆるtree limitの上にシラベなんかが立ったやつがゾーンをつくるのはこれは普通に起きることで、同じスピーシーズがたとえばJuniperusのおなじスピーシーズがalpine habitatになると違うというのはヒマラヤでも起きるものですから、そこでは問題は何の解決にもならない。それよりはむしろ木という生活型を保てる限界が気候条件下でどこまでおさえられるのかという形でとらえていただけるとか思います。

塚田：森林限界をのぼって行ってハイマツを観察したとき日本の場合は主幹が土壌に枝を垂らしている、それがハイマツ。冬は雪におおわれてハイマツというものが高山帯に発達したんで。シベリアのグイマツの下はハイマツ帯なんです。ソ連のハイマツは2~3mとかなり高くなる、夏の間は立っている、冬になると雪のために全部枝を落としちゃうんですね。だから、ぼくはやっぱり気候環境に適応し、生き延びたのがハイマツというように解釈している。

鈴木：清水先生にひとこと、ハイマツの話が出たんですが、分類学的にハイマツの血筋をどんなふうに見て考えたらいいんでしょうか。

清水：血筋ですか。それこそ歴史の問題。

塚田：血筋っていったらhaploxyton。それともうひとつ種子を見た場合に翼のあるのと翼のないのと、ハイマツの場合は翼のないチョウセンゴヨウと・・・だからそういうふうなところまではわかるけれど、さらにということになるとやはり解剖からontogenyまで全部やらないといえないと思う。

鈴木：ええ、その辺で今どの辺におかれているのかということ。

清水：ちょっとわかりませんね。ハイマツの血筋には関係ないんですがゾーンのことでちょっといいですか。実は森林限界については森林限界と高木限界と木本限界と日本語では3つあるんですね。ハイマツは木本限界なんですね。それから下を亜高山帯と見なそうという意見は最近非常にたくさんありまして、たとえばこのまえPlantaに書かれた大沢さんはあれは亜高山針葉樹林のマント群落として扱う、植物社会学的にいうと他のメンバーは亜高山帯のものほとんど共通するわけですね、コゼンタチバナにしたってマイヅルソウにしたってコケモモにしたって。したがって亜高山帯にハイマツを含め、それからあがり木本限界から上を高山帯とすると、大場さんはこれをヒゲハリスゲ帯と呼んでいますね、それが日本で亜高山帯にあたるんだと思うんです。とにかく山が低いですからね、100m位の範囲で、中国やロッキーのように何百mもの亜高山帯をつくるんでないんですから、それは典型的なものが地形的に下りてきた結果が今高山植物の生えているゾーンであるという見方をしたら、しかとわかりやすいように思うんですが。いろんな考え方があるんですが、私自身もハイマツ帯から下は亜高山帯と思います。そうするとヨーロッパと対比した場合にきれいにいくんです。アメリカではどうでしょうか。

塚田：ぼくはアメリカよりね、氷河のおおわれていなかったシベリアとかスカンジナビア半島を除いたヨーロッパが典型的にいいと思う。緯度的にみていく場合にソ連では高山帯に匹敵するものがツンドラ帯と思う。そのツンドラ帯を3つのゾーンに分けているんですね。ハイマツのあるところまでをsouthern tundra南のツンドラ、それから今度は最も北にあって高山植物も少なくなる所をnorthern tundraという。その中央部をtypical tundraっていうんですね。そうすると非常に日本の高山帯の話が絡み合ってくるし、それからアメリカの場合はまだソ連ほどプラントでとっていった場合はっきりしないんですね。ハイマツがないですから。そのツンドラ帯にはBetula nana, ヨーロッパの場合にもありますね。アメリカの場合にはB. glandulosaがありますね。その辺のところも玩味して日本だけでまとめるというのはどうも。

3. 亜高山帯針葉樹林の遷移と更新(中村俊彦) 司会 清野嘉之

要点：遷移と更新、遷移研究の問題点、亜高山帯植生の概要、亜高山帯の遷移・更新の問題点、富士山亜高山帯林の遷移パターン、AbiesとTsugaの種特性の6つの項目に分け遷移と更新を概説し、事例紹介と問題点の指摘を行った。

4. オオシラビソ林の分布とそれからみた植生史(杉田久志) 司会 清野嘉之

要点：東北地方におけるオオシラビソ林の分布とそれに関する要因について述べ、オオシラビソ林の成立条件を論じた。さらに最終氷期以降の日本海側と太平洋側の背腹構造の成立とオオシラビソ林帯・偽高山帯の分化を論じモデルを提唱した。

5. 花粉分析による立山の晩氷期以降の植生(吉井亮一) 司会 辻 誠一郎

要点：立山、弥陀ヶ原台地に分布する海拔高度を異にする7地点の湿原堆積物について花粉分析を行い、当地域における晩氷期以降の植生変遷、とくに12000・9000・6000年前の植生分布と過去約14000年間の主要分類群の分布変遷を論じた。

質疑討論

塚田：質問ですが最後のスライドの地獄谷は高度何mですか。

吉井：2300mです。

杉山：花粉分析のダイアグラムなんですがスギを木本花粉と区別しているのはどういうことですか。

吉井：私のミスで説明しそこなったんですけど、現生のものだけです。現在の表層の花粉を取りまとめるときだけです。あんまりスギの花粉がびよこたとレアな所からたくさんでるものですから、まわりをへしやげてはいけないというわけで、ただそれだけの理由でこれを基数から除いて表現してみたんです。他のクロノロジカルシーケンスでやっているやつについてはそういう操作はいっさいしていません、すべて木本花粉総数を基数として、それぞれの分類群、各タクソンのパーセントを産出しております。

塚田：天狗平の推移を、上の方を説明するといって説明されていない。

吉井：これこのまんま続いて上までブナの花粉が高頻度のまま出てれば、それは今ブナが無いんだし、飛来なんじゃないかという話になっていたんですが、必死になって数えたんですけども、つい最近何年前頃かはわからないんですが、表層近くになって急激に減少して、ほとんどでてこなくなるという状態なんです。

辻：私もすぐそばの白山でこれほど精度は高くありませんけれども仕事をやったことがあります。亜高山あるいは亜高山帯の堆積物を分析したりするときに、堆積物が連続して堆積しているのか、あるいは未堆積の時間や急速にある期間堆積してしまったというようなこともあるんじゃないかという危惧があるんです。またその下の最終氷期の、白色の粘土といっておられる堆積物はどういう環境で堆積したんでしょうか。まあその辺が本当に気がかりなんですけれども、その方面は小泉先生がお詳しいと思いますので、何かございましたら。

小泉：これまだわかんないですね。到るところでこのたぐいの細かいのがあるんですけど、まだこれよく調べた人がいないんですね。:

塚田：その出るのは斜面に形成される泥炭ですか、それとも湖盆があるところですか。

吉井：サイトを選ぶにあたってはその辺のことを考慮しまして、なるだけ緩斜面、ほとんど傾斜のない平坦面ということを選択の対照にしました。堆積盆のなかに溜るような泥炭ではない、どちらかといえば緩斜面に出てくる泥炭であるということになっています。

塚田：そういう青い粘土質の、現在泥炭地であっても山岳地で湖盆に形成されたのは北の方にある湖の堆積物があるんです。その湖の堆積物は、晩氷期の頃になると砂とか粘土とか多いんで、それは植生が非常に疎らであって、侵食されて運ばれたといえるんですがね。日本アルプスどこ歩いても泥炭の中にそういうものが出てくることあるんです。2通りあると思うんですね、急に流されてきた場合と、それから雨期にエロージョンしたもの。とにかくそういう粘土が出てくることは周りに植生が少なかったということはいえる。

吉井：これは堆積盆からかなあとも考えてみたんですが、ずっと露頭を追跡してみるとですね、ほとんどの場所であるんですね。それがひとつの堆積盆としてつながっていたとは考えにくいし、あっちこっちに小さな堆積盆がどこでもあったんだとはちょっと難しいかなあと思ひまして、今のところ私はなんともそれについては、で何年も前からこの成因については調査しなければいけない、検討しなければならぬと思ひながら、まだ具体的にやらずにここまでできてしまったんですけど。花粉はかなりアバダントに入ってます。具体的に絶対量を出すっていう仕事もまだやってはいませんが、どうなんでしょう。

小泉：風化した火山灰が母材になって、それがいろんな斜面の細粒物質と混じわったっていうようなことはないですか。顕微鏡で重鉍物分析とかみていくとか何かで出そうなんです。

辻：白山の場合はね、小泉さんがおっしゃったような堆積物があってその堆積物の中にまんべんなくATガラスが入っている。ゆっくり堆積していったのかもしれないけれどもかなり二次的に流されてきて堆積した。ああいうファインな堆積物っていうのは、たとえばシベリア・カナダの寒冷地を見たことがあるんですけど、シベリアは永久凍土地帯でカナダは氷河だった地域ですね、どちらもああいうファインな粘土が形成された場所は多いですね。それでやはり当時の周氷河あるいは氷河地域といった環境下で形成された堆積物ではなからうかというふうに考えたんですけど。だから決して湖盆というのがなくても形成されたのではなからうかと考えているんですけども。

吉井：小林武彦さんという火山をやっておられる方はこれを一括してプレッシャーディクズムという言い方をしています。ただその辺の所から、どういう状況でそういう話になるのか具体的によくわからない。

辻：その辺の問題を解明していくことが重要課題になってきていると思います。

吉井：真に同感でありまして、いま辻先生が最後に指摘なさったまさにその通りで、これもたぶん申さし団子であろうと私は思っておりますけれども、申さし団子のその団子とか切れ目のところにあるその団子はどれくらい厚さであるのかという非常に難しい問題がありまして。ただこれからは、そういうのを難しい難しいといっているだけでなく詰めていく必要がある、絶対に優先してやらなければならない。

中村：今みたいな現実の方法論的な話は私のような農学部出の素人にはよくわからないですけど、この結果をみて非常にもしろいなと思ったのは、現在の日本海側の亜高山帯ではAbiesが優占するし、

それに対して太平洋側の方はコマツガやPiceaなんかが優占する林が現在もあるんですけど、そうしますとその氷河期っていうものは現在の状況から考えまして、現在の太平洋側的な森林帯であったというデータとして解釈できるのではないかなという気がします。

もうひとつ、Betulaが分布していなかったというような、やや少ないような組成分としていわれていますが、Betulaもけっこう日本海側の要素がありまして、おそらく現在の太平洋側的な亜高山ではなかったかと、気候のせいで氷河期には少なかったかなあと、それから推察できるのではないかなという気がするんですけど。それからあとササ、先ほど草本のデータがあったんですけどササの動向みたいなものがわかればそういう解釈というものになりたつかどうか。

それから過去のsubalpine zoneのPinusがでていますが、それがpumilaでないとするとうるような種類なのか伺いたいと思います。

吉井：非常に難しい問題ばかりですが、最初のPiceaの問題、それからBetulaの問題で私は最初そのように解釈し、たぶんそうだろうと思うんですけど、今の段階では直接そのことの証拠であると結びつけていいのかどうかということについてはちょっとよくわからない。今から7年前の植生史研究会談話会で立山の植生史の話をしたことがある。そのときよくは質問し忘れてあとから辻さんにこういう質問をしようと思ってたんだけどどうだろうかという話をしたら、それはすべきだったというんで、それを7年後の今したいと思います。この当時の林あるいは森林景観を考えたときにこれは今現在あちこちの林、日本全国でも世界でもいいんですけど見て歩いたらどっかに同じものが見つかると思いますか、あるいは今どこを探してもないような林なのでしょうか、ということを実は聞きたかったんですね。そのときは、似てはいるかもしれないけれど今の太平洋側あるいは日本海側の形で片付けてしまってあるいはそういう形で解釈してしまって本当にいいんだろうか、そういう部分が私の頭にありまして、最初はそう思っていたし今もそうなんだろうと思っておるんですけど、もう少し余裕が欲しいというかももう少し調べる必要がある、もう少しじゃなくもっともっとやらなければいけないことがいっぱいある、それからでも遅くはない感じがします。

それからササの問題なんですけれど、これはわかりませんとしか答えようがないですね。ササの花粉は分けられるという人もいますけど、立山に実際に出てくる花粉化石を見ている限りは非常に難しい問題をたくさん含んでいます。

マツ属の花粉の同定の問題ですけど、これについては現生を一生懸命見ているところで、あちこちでいろんなものを集めてきて見ております。特にハッコウダゴヨウ、多少のストックはあるんです。今のところは、ちょっと止めた方がいいなという状況です。これからもう少し精査して統計的な処理でもしてみたらわかってくるだろうという気がします。

鈴木：花粉をやっている方にササが区別できるのかどうか、他の方にお聞きしたい。そういう話になったらやっぱり、プラントオパールを利用したら果たしてどういう結果が出るのだろうか、非常にこれはおもしろいテーマですね。

それからもうひとつ、針葉樹林の組成についてはきのうも出ましたけれど、中村君が質問されたようなことに関してはたとえば私なんかの立場からいくと、これはもう現在の太平洋側の針葉樹林とは種レベルでみんな違うだろうと考えるんですね。証拠は少ないんですけど、たとえばゴヨウマツ類に関してはやはりチョウセンゴヨウが主体だと考えるのが素直だろうし。立山自体ではそういう大型遺体が出ていないですよ、だから立山では種類を決められないけれど、Piceaっていうのもおそらくヒメバラモミみたいなものが多いんじゃないかと、今の太平洋側とは全然違うだろうと考えています。

辻：これは皆さん聞きたくてもじもじされていると思いますが、やはり共通テーマになりそうなのはその6000年前、縄文海進の頃、ヒブシサーマルと呼ばれている頃立山では亜高山針葉樹がなくなっているようなダイアグラムないし模式図を描かれているわけですね。一体どこへいったんだらう。それから最終氷期から晩氷期、どういう形でどこへいったんだらう。それからまた突如でてくるわけですね。どういう形で拡大し何によって変わってしまったのか。時間が切迫しておりますので午後の討論でその辺がうかがえると思いますので、一応お含みいただきたいと思います。

6. 最終氷期以降の亜高山性針葉樹林の変動(塚田松雄) 司会 辻 誠一郎

要点: 最終氷期最盛期には日本列島のほぼ全域がマツ科針葉樹林で覆われた。晩氷期末までに亜高山帯性/冷温帯性針葉樹林は日本列島の広い冷温帯地域から消滅した。後氷期の亜寒帯性針葉樹種構成は晩氷期以前のそれとは異なり、トウヒ属集団は小さかった。後氷期中期の温暖期には亜寒帯性針葉樹林の集団が最小となったが、新氷期に入ってから増加が始まり、いまだに確立期にある。

質疑討論

佐藤: 最初に先生が提示されました現在の花粉の分布でもって、分布が温度あるいは有効降水量との関係で非常にうまく説明できるというふうにおっしゃられたと思うんですね。花粉をやってない人間にとっては、ああいう図をつくるときは普通現物の分布点を打って、分布を規定しているのは温度だろうか降水量だろうかという発想でやるわけです。先生は表層の花粉からその分布図をつくり、そのものでやられたと思うんですけど、そのふたつの差異はほとんどないものでしょうか。先生は言葉では現生の分布と一致しているとおっしゃられたんですけど。

塚田: それは大きく巨視的に見た場合には気候によって分布が影響されると。ただしそれが分布しているか分布していないかの境界ははっきりするけれども、内部では別の要因が働いて多く出たり少なく出たりということなんです。だからトウヒが5から10%に増加したから寒くなったということはいえない。ただトウヒがある気候であるかトウヒがない気候であるかというその境界のことをいっている。どの花粉変遷図を見てもシグモイドの増加をするかエクスポネンシャルなディクラインをするかということ、ヨーロッパからアメリカではそのことを意識せずにすべての人がそういう線を描いている。しかもその線がいったい何を意味するかは次の問題にして、シグモイドで増加することは集団の増加と樹木が大きくなるときの増加、樹木が大きくなることは最初の増加期であって、それから増加するのは気候に関係なく増加する。なぜかというロジスティック理論の第1の条件というのは集団というものはクローズド・システムでは一定の環境のもとで増加するという仮定がある。その仮定が正しいとして採用したら、植物が移動してきてそこで増加し始めるときにすでに環境が変わっていたわけです。しかもロジスティックのカーブに上限があるのは極相林であって、急にエクスポネンシャルに上って下がるのはバイオニアです。だから簡単に花粉から気候を暖かかったとか寒かったと推定するということはぼくは全然信用しません。

清水: Piceaの場合は種の違いが花粉からわかるのですか。というのは20000年前のスライドでは温帯性の針葉樹としてPicea林があったと、それはmaximowicziiであると話されてましたね。なぜmaximowicziiと。

塚田: それは花粉からはやっていないんですね。ぼくはPicea maximowicziiの花粉は見えてませんけれどね、20000年前の野尻湖とかそういうところの花粉を見ると、現在のエゾマツとは形態的に違う花粉が出る場合があるんですね。違う形態というのは、花粉の人は知っていると思うんだけど、Piceaの場合main bodyがあつてそこから気嚢が出てくるんですけど、普通なだらかなんですね。ところが最終氷期最盛期を中心としたものは、なだらかだけどちょっと角があつて出てくるのがあつたんです。それがそうじゃないかと。なぜPicea maximowicziiが中心であるかという、南木さんとかあるいは鈴木先生とか粉川さんとかがぼくが利用した地点の近くで大型遺体を発見していますからね。

清水: しかし出るといふことと林になって優占していることは別だと思うんですね。現在のmaximowicziiの分布から、また生え方から見ると、とても林をつくっているようには思えないんです。ですからむしろPiceaの林ならばハリモミの林とかイラモミの林とかそういう方が少なくとも私には納得ができるんです。

塚田: 現在のものをみていくとね。ぼくがいったのはPiceaだけの森林でなくて3属含めていますね。Abiesも含めているしTsugaさらにBetulaも含めています。さらにすべてのレベルで分析した草原性の植物とか森林性の植物の比を出していますね。その草原性の植物の比が非常に低いんです。ということは草原性の植物はあまりなかった、密林とっていいか森林があつたというデータからの解釈なんですね。北海道の方へいくと草本性の植物が多くなって針葉樹林の花粉が少なくなるということから、北海道の方は疎林であつたと、堆積物からみても23000~18000年位までの間の堆積物は粘土性の有機物の少ない堆積物があるんですね。土壌の表層がエクスポーズされてましたからね、エロージョンでもってそういう粘土性の

ものが運ばれてきたというふうに解釈しています。

高原：先ほど2万年前の緯度－高度分布図の中で亜寒帯針葉樹林とその下の温帯針葉樹林の境界に赤い線を引いておられて、そのところを後で説明するとおっしゃったんですが。

塚田：あとで説明するといって説明しなかったのですが、それも大型遺体の出現で。大西さんの花園での *Picea maximowiczii* の記録、さらに上の方の三好さんがやられた大沼というところは *Abies* の花粉がほとんど出ていない。他の出現している *Lycopodium* とかそういうものから大沼はおそらく亜寒帯でなかったかという推測なんです。野尻湖に *Sellaginella selaginoides* (コケスギラン) が出てこないけれど、やや上にいくと *S. selaginoides* が出てくるということから、針葉樹林帯が1500m低下していた。しかも雪線をみると、カール地形の雪線はちょうど森林限界のあたりになるから、雪線が現在の森林限界のあたりにあったということは氷河も1500m低下していた。氷河からと亜寒帯性の森林限界の低下ということと大型遺体からみても他の森林帯の下降からみてもあそこに引いても無理はないという線で、プラスマイナス200～300mの誤差はある。誤差っていいのか、あるいは植生帯が急激に変わるのではなくて200～300mの移行帯をもっていて、その移行帯と言った方がいいのか。

高原：先ほど杉田さんの話にもありましたように、空いた冷温帯までも亜寒帯性の樹種というのはある程度競走がなければ降りてこれのような性格があるのではないかと思うんです。気候だけに規制されるのではなくて。

塚田：その具体的な例が北海道のエゾマツとトドマツ。

高原：気候だけでなく種間の競争がありますし、氷期の場合は乾燥気候ということで冷温帯のブナが少なかったとも考えるのですが、そういったところに温帯針葉樹があったと思うんですが、そういうところにも亜寒帯性の針葉樹林帯としてじゃなくて亜寒帯性の針葉樹がかなり降りてきてもいいんじゃないか。だからたとえば温帯性のものと亜寒帯性のものが混じって混交していたんじゃないか。そういうような形で生活していてもいいのではないかという気がしてお聞きしたんです。

南木：きのうも清水先生のお話に関連してトウヒ属の分類は難しいというような話をいたしました。今トウヒ属についてだけちょっといいますと、塚田先生の引用されたデータでは西日本ではヒメバラモミが多く報告され、東北日本からはアカエゾマツが報告されている。しかし実際の化石で本当にそうかという非常に問題がある。思いきり割り引いて考えておいていただきたい、といいますのは非常に分類が難しいものですから、私がヒメバラモミと呼んでいるものを他の方がヒメバラモミと呼んでいるかどうかという問題があるし、アカエゾマツにしても実は私この夏東北ですこし調査をやったんですけど、なるほどこういうのをアカエゾマツと呼んでられるのかとやっとわかった次第で、なかなか難しいんです。つまりあの境界線というのが本当の化石の種類の違いをあらわしているのではなくて、研究者のラインをあらわしているのではないかと。トウヒ属については私も見直しておりますし、東北日本の方で調査されている鈴木敬治先生からも見直し中であるという手紙をいただいておりますので、大幅に見解が変わる可能性があります。

塚田：ぼくは叩き台でいいと思いますからね、これは講演する度に変わる可能性はある。けれども考え方として始めて提唱しだして今後詰めていかなければいけないと考えている。

粉川先生はそんな分析ばかりたくさんやってなくてももっとネーティブな仕事をしろとおっしゃるんですが、それは確かなんです。しかしもうちょっと別な考え方から見たらぼくの緯度－高度分布図と花粉分布図というのはまだ初期の段階で、現在日本の脊梁山脈を分けて日本海側と太平洋側と別個につくっていった場合、太平洋岸側の針葉樹と日本海岸側の針葉樹林との差がまた出てくる。というようなことはさらに太平洋岸側と日本海岸側の分析のデータを増やしていかなければいけない。そして正しいことがいえるようになる。ただし分析のデータは正確な分析をしていただきたい。樹木花粉200個とか500個数えても森林をあらわしていないんです。たとえば直径500mの森林があったとした場合、その周りに何本位スギが生えているだろうか。簡単に10mの幅で1000本生えているとする。花粉500個数えたら、ひとつの森林が1個の花粉を飛ばしてきて数えたとしても非常に小さい集団の代表を数えているだけで、しかも花粉生産量の少ないソバとかあるいは風媒種でも集団が少なかったもの花粉が断片的にでてきても、それがいったい連続なのかあるいは実際にあったりなかったりしたのかということは見れないわけです。そういうふう

に頻度の低い花粉を連続的に見るためには樹木花粉を少なくとも2000個以上数えなかつたら正しい花粉変遷ではない。2000個数えるんだつたらむしろ分析のスライドを多くして、平均値を出していく方がむしろ正しい花粉分析になる。人によって花粉変遷図にタイプがあるんですね。スムーズにかかっているものもあれば、ものすごくぎくしゃくしているものもある。あれはやっぱり分析者の能力をあらわしている。だからこの辺のところを慎重にやられて、抽出法から慎重にしていかなかつたら正しい結果ではない。

○総合討論 司会 南木睦彦・植田邦彦

南木：毎回のことですけれど、討論の内容はテープに記録しております。できるだけ活発にご発言いただきますようお願い致します。非常に話題がいろんな方面にわたりますので、大きく分けて3つの柱に沿って討論していただければと思います。

第1番目は地形と植生という話題についてであります。もちろん現在の地形だけでなく、植生が移り変わってきたと同じように地形も最終氷期以降大きく変動していると思うんですけれども、地形の変化、地形も含めた環境変動と植生というような話題を一つの柱とさせていただきますと思います。

第2番目の柱としては、杉田さんや吉井さんが提唱されてきました亜寒帯林の形成過程のモデルをひとつの材料としまして、後氷期の温暖期ヒブシサーマルにどのような環境状態ができていて植生はどうなっていたのか、いったん上にあがってまた下がってきたのか、どういう資料をもっているのかというような話題を柱とさせていただきますと思います。

第3番目の柱としましては亜高山針葉樹林帯をつくっているそれぞれの種はどういうものだろうか。もちろんそれぞれ植生を構成しているわけですからいろいろ移動するわけですが、ひとつには清水先生からきのう是非答えるようにといわれています系統を含めたそれぞれの種の性格といったものを含めて種レベルの問題点を話題にさせていただければと思います。もちろんそれぞれが関連してくると思いますのでどんどんご発言下さい。最初に地形の変化あるいは環境変動と植生という話題を取り上げたいと思います。小泉先生が3時頃までしかおられないとのことですので、まず小泉先生への質問などを頂き、それから討論に入りたいと思います。

塚田：八ヶ岳の縞枯れ病の場合も白馬の場合もそうですし、斜面にながれてきているのは非常に年代がかかっている。なぜかというすでに摩滅して丸い形をしているわけですね。だからそれはものすごく古いのではないかと。たとえば晩氷期であるとか新氷期のものであるとか。丸くなっていて風化層が全然ないんですね。その辺のところがぼくにはわからないし、もうひとつは縞枯れ病といっておられたあの縞枯れ病の林の中を歩いたらわからなくなるし大きな石のすきまがたくさんあってどこへポコンポコンと落ちるかわからないんですね。そういうところでは縞枯れはないんだから乾燥だけでは説明できない。縞枯れやってる人自身も結論を出していないし、いったいつから縞枯れがはじまったのか、始めはサイクルでいったのか、究極的にサイクルになったのか、あるいは植物が移動していくとき徐々に上にいくから同じ年齢のものがあつたのか。我々の方からいいたら簡単に縞枯れ病が岩床があるいはそれと関係した乾燥とむすびつけるのはちょっと危険なのではないかと。

小泉：最初の問題なんですけれども、岩のゴロゴロした年代は今まで全然時代は問題にされたことがなかつたんですけれども、やはり最終氷期のものが相当多いと思うんですね。白馬だとかあの辺だと晩氷期とか新氷期ネオグラシエーションくらい、あのぐらいいきそうなので、ほかの下の方の斜面をごらんになるともっと早くサクセッションが進んじゃうんじゃないかという予想があると思うんですね。ただその辺は相当苦しそうなので3000年前位の斜面でもようやく地衣がつきはじめてそれ以上にまだないという感じがあるんで、あの辺の地面をもう一度チェックしないといけないと思うんですけれども。高山帯の植生についてはやはりかなり影響を受けていると思うんですね。亜高山帯についてはもう少し斜面の時代が古い可能性があるんで、それが本当に氷期のものでさかのぼっていく可能性がある。時間的には亜高山帯の方がたっていると思うんですね。

塚田：3000年とか1万年とかあれだけに摩滅するもんですか。

小泉：摩滅の問題なんですけれども岩石の種類でだいぶ違うんです。花崗岩系のものですと表面が粒状でポロポロになり剥がれてきますので角がかなりとれてくるんですね。石英安山岩系の岩石ではそれも非常

に丸くなりやすいんですね。流紋岩質のものは割合に角がそのままですて頑張ってまして多少時間がたってもカリカリのままだったりするんです。それも丸いのも多いんですけど一概にいえないと思うんですね。花崗岩質のものは氷期くらいのやつが多くて、かなり時間がたっていますからやはりだいぶ角がとれていると思うんですけど、それでも表面におったものの下におったものはかなり角張っています。

縞枯れのことについて、これはやっぱり私もちゃんと調べたわけではないんですけど、今まで風だけで説明されてきたもんで地面もみる必要があるんじゃないかという問題提起でありまして、こちらで特にそれが原因かという事はまだ申し上げられない。

辻：昨年完新世の環境変動史の中で4つの両期を提唱したんですけど、その両期というのは環境がゆるやかに変わってるときから急激にごそと変わってしまう。4つといますのは10000~11000、7500~8000、4000~4500それから2000年前後で、特に最終氷期の針葉樹が脱落していくあるいは消滅していく時期すなわち10000~11000年前、それからまた4000~4500年前も極めて重要な両期だと思うんです。最初の両期にかかわる完新世の基底礫層をつくる大きな不整合、これは僕はやはり完新世と更新世を区別する重要な時代だと思うんですけど、ある方はその時期に七号地海進から有楽町海進へと移り変わる間に40m位海面が下がったというふうなことまで言われていて非常に大きな両期だと思うんです。大きな不整合が形成されるとともに一般粗粒砕屑物が供給されていく時期、この時期に針葉樹がうろろうして消えていく。平野部では粗粒砕屑物が供給され、それが山間部あるいは山岳で、特にここで関わっている亜高山というところでいったいどういうことが起こっているんだろうか。これは雪食凹地の形成だとか、それも関わる事件だと思うんですけど、その辺をちょっと。

小泉：礫生産がかなり復活したっていうか、しばらく最終氷期以来休んでいたと思うんですが、それが復活して斜面自体にざっと新しい礫がでてくるということが実際かなりあったと思うんです。海面ががごと下りましたから、それに伴って山の上だけでなく中腹以下でも侵食が復活して斜面が不安定化することがたぶんあったと思うんですね。それ自体については非常にデータが乏しいのでまだ具体的なことはいえないと思うんですけど。それから吉井さんののはなしと関係あるみたいですが、日本海側の多雪化の問題ですね。日本海側ですと辻さんがおっしゃった雪食凹地ですかね、それまでは浅くのっぺりした形のものから今見るようにそれをさらに深く切り込んで、つまりよく見ると2段構造になっていまして、浅いところにまた深くもうひとつえぐるようなかっこうにできてくるケースが多いんです。その内側の方の雪食凹地は13000年位前からそういった現象が始まってくるらしいのですけれど、前の雪食凹地を切り込んでできてくるかっこうになるんですね。それは多分多雪化を反映したものだと考えられるんです。下流の方との関わりはまだよくわからないんですけど、侵食の復活みたいな問題についてはですね、下流とか山地斜面に相当影響を与えていると思うんですね。ただ沖積層の方で明らかになっているほど山の研究は少なく多くないものですから、これからやっていかなければならない。それは我々みたいなものの課題にしていかなければならないことと思っているんですけど。

辻：雪食凹地でもそうですし、その大きな両期という時期ではバレイをつくるようなそういう侵食をしていると思うんですね。小谷や浅谷といったものをつくる削剝と面的削剝とどう違うのか、当然違うでしょうけれどなにかかかわっているんだろうか。関東でもあるいは他の地域でもそうでしょうけれど、最終氷期の前半あるいは下末吉期に近い時代はですね、スギとかあるいはコウヤマキとか温帯針葉樹がものすごくはびこる時代だと思うんですけど、皆さんおっしゃってますように大きな扇状地が形成されたり礫ばかりでなく泥をたくさんもってくる。それはつまり森林表面を面的削剝したとよく説明されるのですが、ところがその気候的バックはいったいなんなんだろうか、皆さんなかなか説明して頂けないんですね。

小泉：ある程度寒くないと駄目なんですけれど、寒冷化した時期には礫生産が活発になって、おそらく永凍土ができるような一部にですね、そんな条件だと思うんですけど、斜面上をつるつるものが滑ってきて、それが出っ張ったところを削ったりしながら下へ移動していく、それが普通に寒冷地に見られる面的削剝だと思うんですけど。あともうひとつ森林が多少あったりソリフラクションというかたちでもの移動があると、そういうのが面的削剝のケースですね。砂漠のようなまったく植物のなくなったところのものとは違うんじゃないかという感じがするんですね。下末吉期のころから武蔵野期に移行していく泥の堆積は、ある意味では水そのものというより風化物質が先行してあって、泥が斜面上にあってそれが

ソリフラクションといった形で選ばれていくというケースですね。それから最終氷期になると、同じ面的削剝といっても礫が動いていくような形に移行していきだろう。

海面低下とか川の作用、特に海面低下と降水量の増加が伴ってきた場合は、面ではなくまったく線で削る形、やすりでゴリゴリ削るタイプで、斜面の全部じゃなくて崩壊地のごく一部でガリッと傷を深くえぐるタイプの侵食が変わるところがある。ですから完新世に入ってからだとノミでやるような侵食が卓越してくる。ネオグラシエーションの頃になると山の上までもっていくとどうか量的に難しそうなんです。下流の沖積地域ではその影響というのは1mとか2mとかそんなふう考えています。

辻：面的削剝というのは森林地表をはぎとっていくわけですから、上杉さんたちもその点是指摘していますけれど、森林はもとより腐植層にもすごく大きな影響を及ぼすと考えられますね。面的削剝がいつごろどういう形で起こっているか、どういう面積に拡がっているかは重要な課題だろうと思っています。

小泉：それに関連してですが、塚田先生が氷期に冷温帯の針葉樹ヒメバラモミとかウラジロモミとかそういうのが卓越してブナがあんまり優勢ではなくなったという話をなさってましたが、私は原因を聞いてみたんですけど。ひとつは確かに乾燥みたいなことがあるかもしれませんが、場合によってはハリモミとかネズコとかの分布を見ると地表環境の悪化みたいのがどっちかといえば卓越してブナみたいな安定したところを好むものがよく生育できなかったのかなあと想像できるんですが、ちょっとその辺塚田先生はどうお考えになっておられるんでしょうか。

辻：その前に関連したこといいですか。最終氷期前半をぼくはスギの多い温帯針葉樹林期というふうに言ったんですけど、やはり温帯針葉樹がものすごく多いんですね。そういうところは面的削剝が卓越していて温帯針葉樹が多いので現に大きな影響を与えているのではないかと言うふうに思っているんですけど。

塚田：それは2万年前にかぎってですか。

小泉：はいレジメにお書きになっていることなんですけれども。

塚田：先程かいた分布図ですね、あれは気候と緯度のふたつの要因に分けて、そのふたつの要因の交点に花粉の量を丸で示したものです。ブナについてみると、現在の分布で有効降水量が900mm以上でなければ生育できない。渡島半島の北はだいたいの地点が900mm以下ですが、さらに北の方について日本海岸に面した所は900mmを超えますがブナが自然に移動していく距離として非常に長すぎる。そういう面から見るとブナは冷温帯性の植物であると同時に有効降水量900mmを必要とする。ということは少なくとも土壌の上では有効降水量はありますが優占種になるほどの有効降水量はなかったのではないかと、なかなか決定的なことはいえませんが。なぜそれがいえるかという、まずブナは上昇するんですね、山岳地をそして上昇してある程度下の方が湿度が高く有効降水量が高くなったときに垂直的に北進するんです。だから気温とは関係なしに、気温の傾度とは関係なしにブナが垂直的に北進した。ということは降水量の増加が北へ伸びた。モンスーンの気候が13000年位前から徐々に北進したのではないかと。現在は渡島半島で止まっている、もっと強引にいったら梅雨がいくのは渡島半島かあの辺のところまでですからね。ブナの分布が拡大するのは降水量が増加している、だから氷期には有効降水量は少なかったというような結論になると思います。

南木：気温・降水量以外の先程おっしゃった地形的な要因についてはどうでしょうか。

塚田：問題はですね最終氷期は海面が100mあるいは150m低下している。そうすると大陸棚が干上がっている。魚津とかそういう所ですね。そういう所では地下水が湧きだしてきて、所々に湿地帯、湿ったところがありそういう所にスギが残っていたと思います。だから大陸棚での結果ができない限りブナが生えていたとか、優占していたとかはいえない。

清水：有効降水量という考えはおもしろいと思うんです。現在のブナの分布を見ましてそれを有効降水量という考えを導入したらうまく説明できるでしょうか。というのは本州内陸部ではブナは単発的には見られても森林はほとんどみられない。

塚田：どこですか。

清水：信州の中心部。現在はブナ林があるかという、あちこちにバラバラとはあるんですがそこに優占するのは私はですねやはり温帯針葉樹林中のウラジロモミであったと思うんですね。たとえば八ヶ岳山麓

はカラマツですが、かってそこはウラジロモミの純林であったと誰かかいてあるんですね。それは私は納得できるんですが、それも有効降水量ということで説明ができるのではないかと。

塚田：ご存じのようにですね、八ヶ岳・松本盆地・善光寺平とかあいう所は有効降水量がぎりぎりの所なんです。ですから結局ブナが生育できないからウラジロモミとか、あるいは伊那の方にいったら照葉樹林なんでしょうけれど、あの辺のところは先生のおっしゃるような有効降水量で説明できる。ということはウラジロモミは仙台からあの辺の有効降水量の少ないところにやはり生えるんです。だからおそらく有効降水量で説明できると思います。それとその代わりにコナラないしミズナラがはいつてくる場所がありますね。北海道はなぜミズナラが多いかというと、網走とかあちらの方ですね、松田功君という人が斜里という所の分析をしているんですね前田さんと一緒に、あの辺は有効降水量600mmしかないのでミズナラとかカンバ類は生育できるんだけれど、おそらく有効降水量がすくないためにブナがまだ移動できなかった。

小泉：辻さんが江古田の植物化石をまとめておられるのでちょっとうかがいたいのですが、ヒメバラモミとかそのものでしたか。なぜそういうことを聞くかといいますとわたし石神井川の谷のところで調べてみたら、谷の原型はすでに4万年前にできてるんですけど、2万年前の氷期に相当切り込んでるんですね。谷の底自体がまたかなり立川期の礫層がたまっているものですから、あれは上流がないもので、そこに礫がたまるとすれば谷のもうちょっと上流が側壁の壁から礫層がどんどん出てきて、1回切り込んだ谷間に礫が再堆積したことになると思うんですけど、立川のその頃に武蔵野台地ぐらいの谷の中でかなり斜面が不安定化したり谷底が礫にかわってみたりとかいろいろあるんです。さっき名がでてきたような温帯針葉樹林とか亜寒帯性の針葉樹林が特に生育しやすい環境にあったのかなあと今考えただけなんですけれど。そのへん樹種から判断してどうなのでしょう。

南木：江古田というのは昔から三木先生それから直良先生の頃から研究が進んでいるところなんです、私がかかりましたところも同様に前にあげられているような樹種、ハリモミは無いんですけど、チョウセンゴヨウとかカラマツとか、ただし花粉からみますと層位によってはハシバミそれからカバノキ属、コナラ属といったものが多い層位もあるんですね。その層位的な位置は辻さんに。

辻：今系統だっていわゆる江古田層といわれているものをまとめつつあるんですけど、先ほどおっしゃっていた北江古田、松ヶ丘というのもそうなんです、一番大きな境界が見られるのは10000年あるいはちょっと古いところに、さらに下に礫層が、北江古田ではもっと古い時代のが出てきますけれど、とにかくズタズタに不整合で切られる。ものすごく地形環境というのは複雑で不安定な時期が何度もおとずれる。最終氷期っていうのはそう簡単にどっかにサンプリングにいても連続的堆積物だとみなせない。相当総合的にきちんとやらないと難しいんですね。いずれにしても、谷の中の不安定な時期が何度もある。

小泉：だから場合によっては谷の中だけに針葉樹が成立したという可能性がないわけじゃない。

南木：化石がどっから由来したかは難しい問題だと思うんです。特に大型化石・木材は現地性が高いかあるいは川沿いのものが多くなるというような傾向はあると思うんです。2万年前、最終氷期ではヒメバラモミといったトウヒ属が象徴したわけですが、現在の植生では少なくとも本当に優占だったかという疑問も出ていたと思うんですけど。確かに大型化石と花粉化石を比べると大型化石の方がトウヒ属は強調される傾向があると思うんです。そういうのは湿地の周りに生えていたり谷づたいに生えていた可能性があると思いますが、花粉化石でも層位によって針葉樹が非常に優占する場合がありますからかなり広く堆積の場周辺だけじゃなくて存在していたのだと思います。

塚田：それに関連して狭い谷間だから湿地の周りにmaximowicziiがあったということですが。花粉分析の場合でたとえば非常に大きな湖、2kmとか3kmとかある湖の中央でボーリングした場合、飛んできた花粉というのはもちろん周辺からもありますけれど、地域的な花粉が飛んでいる。その具体的なひとつのいい例が山口県宇生賀水田。現在の水田になる前が湿地帯でありまして、2万年前の堆積物をみるとそういう大きいところに70~80%のマツ科の針葉樹がある。その中にトウヒ属が入っている。ですから当時高地hillにも非常にマツ科が優占していた。他に大きな湖、たとえば野尻湖でもそうですね。

南木：まだまだこの問題についてたくさん話題があると思いますがそれも含めて、ふたつ目の柱である亜寒帯林の形成過程のモデルも含めてモデルそのもののご質問あるいはご意見がありましたらまず最初にお

うかがいたいと思います。また、今日の午前中の中村さん、杉田さんの講演に対して十分に質問時間がとれませんでしたので、個別質問でも結構です。

辻：10000年頃から6000あるいは4~5000年頃までの間にいわゆる亜高山性の針葉樹がどこへいってしまったのだろうか。あるいは局部的に残っているのか。いろいろなことを考えておられますけれど、そのわびしくなった時代といいますか縄文海進をピークとしたわびしかった時代に削剥や一般碎屑物の供給が激しくて、こんなところに森林があったのだろうか、あるいは植生が乏しい環境ではなかったのだろうかというふうには私には考えているんですけど。特に現在の亜高山帯といわれているスペースに植生の乏しい、まあ裸地だったかどうかわかりませんが、とにかく一般碎屑物・粗粒碎屑物の供給が激しかった時代であったと考えています。それともうひとつはさっき第2の画期といった7500~8000年頃に海水面がガクンと低下してしまうときがあるんです。白山なんかその辺に対応するように礫の生産が起こっていたりするわけです。そういう背景を考えますとどうもあまりまとまぬ植生があったというのは考えにくいわけです。植生を考える上で重要だと思うんですけど。

小杉：今の辻さんの言ったことに関連するのですが、やはり完新世H B G層10000年前ぐらいの低地の環境変化をやってみると非常によくできてきますね。そういったことで辻さんがおっしゃられた縄文海進が始まって以降亜高山帯針葉樹林のようすがその前にあるいはその時点でもうすでにさきがけが起こっていたのか、あるいは暖かい時期だから亜高山針葉樹林がしりぞいていたのかその辺はちょっと分けて考えないといけないと思うんですけど。それで吉井さんに聞きたいんですが、その時期富山では10000~11000年ヤングドリラスにどういう植生が含まれていたのでしょうか。

吉井：11000年位と言うことですが、晩水期の一番最後と言うとやはり場所によりますけれど、全体を見渡したときはカバノキ属がどんどん優占すると言う状況の中で亜高山針葉樹のコンポーネント、それはPiceaとかそういうもの全部を含むやつですけど、それがどんどん減少していく。それは標高の低いところでは早く始まって、標高の高いところではちょっと遅く、だいたい10000年位あるいは9000年位のところにずれ込む場合もあるんじゃないかと思えます。具体的に詳しいdatingが与えられていませんので明確にキャッチできないということがあって具体的なことはちょっと言えないのですが、最初からカバノキやハンノキが優占するような状況と言うことになっています。ドラスティックに変わったのかどうかは堆積物の堆積速度の問題とかいろいろなことがあるので明確なことは申し上げられないのですが、大きく植生が変わった時代だということが言えると思えます。

辻：泥炭地でもどこでもそうなんですけれど、10000~11000年頃は無堆積で泥炭地でさえ削剥がおこりうる時代だと考えています。そういう時期でも面的削剥があつて、見かけ上堆積が連続的に見えていても無堆積あるいは面的削剥を受けていることがありうると思うんです。それはポーリングコアを見ていてもなかなかわからないんですけど、充分泥炭地でも可能性があるんじゃないだろうかと思っています。特に画期というのはそもそも堆積物がなくてその実質的なものがわからないわけです。堆積物がかけてしまうわけです。そのところが我々にとって非常に大きな問題であるわけです。

それからさっき小杉さんが区別しておかなければいけないとおっしゃっていましたが、やはりぼくはH B G層形成期が引金になって変わっている。だいたい7500~8000年位の画期にさらに新しいものが加えられたというふうには考えておるんですけど。

塚田：言葉の問題できになるんですけど画期という言葉はないんですね。それをどういうふうには考えているのか。画期的というのはあるんですよ、形容詞は。英語の場合でもepoch making, gesture。

それからもうひとつ湖をポーリングした場合、湖の場合は連続的に形成される。なぜかという、野尻湖の場合でも青木湖の場合でも木崎湖の場合でも連続して堆積している。どの湖のものでもブナの逃避地から近いところではブナが11000年前から連続的に増加し、トウヒ属とかモミ属とかいったものが減少し始めるのはそれよりも後の時代で種の交替するその時の変化が見られる。むしろ画期的な変化があったのは堆積の理由ではなくてやはり気候環境の理由に求めるのであって、堆積は二次的なもので、泥炭の場合だけとると削剥とかあったかもしれないけれど、湖を中心にした堆積物は連続していることがわかってるし、針葉樹林と落葉広葉樹林が入れ替わるとき針葉樹林の減少の方が後からくる。そうすると晩水期には疎林だったところへブナが入ってきて針葉樹が枯れる、立ち枯れが起こる植物がたくさんある、立ち枯

れの植物が完全に腐るまでの間はその間に植物は入ってこない。空いたところにカンバのような不安定なところに生えるバイオニアが生える、今のところはそういうふう解釈している。非常におもしろいのは針葉樹林が減少し始めるときには花粉の沈積率が低くなる。そこにカンバ属が入ってくると沈積率が高くなる。ということは、そこで花粉の生産の入れ替えがあったときに低くなったのであろう。だから針葉樹があとなくなる。それ以前に徐々にブナは入ってきた。そういう交替期にあると見ている。その沈積率の逆数、診断要因という名前前で呼んでいます。針葉樹の変遷の状態を見るのに非常に都合がよい要因になっている。

辻：辞典をひきますとちゃんと画期はあるんです。

塚田：画期的じゃないんですか。

辻：画期的もあるんです。画期もあるんです。

塚田：ぼくのはあんまりしらない言葉だからピンとこないですね。画期的なことをした画期的な仕事をしたということには使われるけれど。広辞苑をひいたら画期的という言葉はあったが画期ということばはなかった。

辻：実はなぜそういう名前をつけたかという、考古学とか民俗学あるいは歴史学でもそうですが画期ということはふつうにあるんです。その方面の方に聞いたわけではありませんが、よく使われているのです。まあこれならいけると私が調べましてそれで使っているのですが。

塚田：字引きが何の字引きであって、日本語として定着しているのか。それは言葉の問題としてpollen diagram花粉ダイアグラムこれはものすごくきつなですね。ご存じのようにダイアは汽車の時刻表なんですよ。ダイアは線でグラムはグラフ、だから日本語と英語がゴチャゴチャなんです。なぜカタカナに訳してしまって意味のない言葉を使うかと疑問をもっています。

辻：画期についてですがそれは堆積物とか堆積環境に対していつているわけではありません。環境変動史上の時間に対していつているのです。

南木：主に話題が1000年前後の寒冷期の針葉樹が減少していく過程についてのものですが、減少して次にまた亜寒帯針葉樹が出てくる間どこにいつたのかという問題でのアイデアがありましたらご意見を。

小杉：森林が入れ替わるのは、おおざっぱにいつて何百年か、どれくらい間隔がかかるのか。

塚田：分類群によって違いますけれどスギの場合はだいたい3000年、ブナの場合入れ替わるときは2000年、マツの場合だったら1000年、ヨーロッパのハシバミだったらちょうど1000年。だから種とか属とかあるいはそれがもつ生態的な性質で違う。

小杉：そうしますと針葉樹の方は更新されないわけですね。pollenは脱出しているわけですが、ある程度は、脱出しつづける期間はどのくらいですか。

塚田：だからそれは減少し始めて、たとえばこの場合は11000年にきてここから減り始め、減少期から減少が終るまで、これは場所によっても違うしはっきりdatingが出ていないところもありますが、その減少は1000年以下ではないかと。減少の途中でアメリカの場合だったらトガサワラにほぼ近いものが増える。日本の場合だったら減少し始める前にすでにブナが増加し始める。その交替するときカンバ属が非常に多い。結局カンバ属の増加というのは気候なのか生態的に森林の交替期に反応しているのか、ぼくは森林の交替期に反応しているから当時はカンバ属が多かった、だから晩氷期のあらゆる地点みたらカンバ属はすごく多い、だから森林は不安定になっている。

鈴木：晩氷期とその後の温暖期の針葉樹の違いを考えると現在ある林の性質をとらえなければいけません。その関連で中村さんにお聞きしたいのですが、富士山の例ではAbeis林からTsuga林への更新がある、Tsuga林からふたたび逆コースでAbies林へいくという話もあったわけですが、その場合は垂直分布の問題も出てくると思うんです。たとえば現在の状態は亜高山帯の一番下がAbies林でほとんど占められているというのと、ギャップで更新した場合はやはり更新した部分は面的に少ないのではないかという疑問があるんですけれど、下が全部Abies林であるというのはどういうわけなのでしょう。それからAbies林になってからTsuga林になるんだという話だったのですが、無限にAbies林とTsuga林を繰返していくということがあるのだろうか。この2つを聞きたいのですが。

中村：富士山の場合は一番下にだいたいAbies林、コメツガも現在はあります。しかしスライドにはなかったのですが他の中部山岳にまいますとコメツガが亜高山帯の下に優占してくるのがみられる。ですから私は富士山で森林が成立してくる過渡期の林であって、やはりAbies林はだんだんとまたTsuga林に移行していくのではないかと考えています。基本的にシラベとコメツガは寒さに対する耐性が違うんだなという気がするんです。シラベの方が比較的きびしい、寒いっていいですかそういう環境で、パイオニアの種というのはそういう性質がありどこへでも入れる。しかし遷移が進むとある特定のところしか生きられないから種に置き替ってそれのみではあちこちに分布を広げるっていうのはパイオニア的であってパイオニア的なものはその地域にだけに限られる。ですから今はTsugaが優占するTsugaのゾーンとして下の方は優占しているのではないかと。どうしてそうなるかという、温度とかいろいろあってその辺がわからないんですけど、ササが絡んできて実際には下の方のTsuga林というのはササ型のTsuga林があって倒木更新的なTsuga林と考えています。ですけどサイクリックなゾーンというのは、力関係が均衡しているようなところで、AbiesとTsugaのサイクリックみたいなことがずっと続くというところがでてきてもっと上にいくとTsugaがなかなか入れなくて、縞枯れはそういうところではないかと思うんですけど、中部山岳亜高山帯の八ヶ岳とかそういうところに。

それからちょっとついでにお話させていただきたいんですけど、落葉樹と針葉樹の話がいろいろ降水量を比べていわれていたのですけれど、亜高山帯と山地帯を現生で比べますと両方とも針葉樹はある程度あり、落葉樹は両方ともある。その辺を少し分けて考えないといけないんじゃないかという気がするんです。Betulaは亜高山帯の落葉樹でFagusは山地帯の落葉樹でかなり性質が違うもので。それから針葉樹は同じAbies・Tsuga両方ともあるんです。ただし山地帯の針葉樹はFagusが入れないような岩塊地ですとかやせた立地のところに限られて生育している場合が多い。ですから先ほど信州の方でFagusがあまりないのは降水量で規定されるということでしたが私は立地的なもの、たとえば八ヶ岳の森林はやせた、富士山によく似ているのですけれど、ああいう火山的な新しいまだFagusが入ってこれない条件があるのではないかと思います。

植田：最初にあげた3点の問題のうち、亜高山針葉樹のフローラもしくは種に着目してどういうことが語られるのか、特に清水先生の話を中心にした議論に移りたいと思います。亜高山性もしくはシベリアとかの方から見れば亜寒帯になるんでしょうけれど、種の系統と植生史との絡みとといいますか、どういうふうにして種が形成されてきたかという観点もなりたつと思いますけれどもそのあたりに関するご意見・ご質問をお願いいたします。

鈴木：清水先生のお話では結局現在亜高山帯にある針葉樹は、勝手に結論づけてしまいますと、起源がそれぞれ違っているのがたまたまより集まってという形で出来ているんじゃないかという感じで私は聞いたのですが、確かにTsuga属の例でお話も出たかと思いますが、実際に日本の場合にコメツガが亜高山帯の主要な樹種になっているのはあるわけですが、よそにいくとはっきりとそうは言えない。Tsuga dumosaはヒマラヤから見えますと暖温帯と言いますか、冷温帯とは認識できないんですけど、モミ林の下の方のツガ・コメツガと同様に地形が急峻で岩盤の露出しているところに出てくるんで、けして亜高山の構成要素にはならないんですね。歴史的に見ても化石の話が出たかと思うんですけど、化石に関してはヨーロッパに出てくるやつは基本的に日華区系にも出てくるだろうと私は考えておるのですけれど、化石の証拠が少ないのは事実だと思います。そうした中で今我々が見ている針葉樹の組成というのはいったいどういう由来をしたのかという、はたまたわからなくなってしまうのですけれど、マツ科だけに話を限った場合、トウヒ属・モミ属、ツガ属を除いてカラマツ属ですね、その3つはセットで考えることができるのでしょうか。

清水：実は昨日問題提起したことに対して皆さんがどうお考えになっているかを聞きたい。実は私が昨日申し上げたのもですね、PiceaにしてもAbiesにしてもLarixにしても結局はいわゆる第三紀周北極起源で、それがほうほうへ分散した。それがどうしてわかるかと言うとそれぞれの種の分布図もさることながら、セクションレベルでの分布図を作った場合にそれぞれ違いはないのではないかと。Tsugaにしてもですよ、それが結局起源となって第四紀になってから分散したものとしないもの、分散したものは北方針葉樹林をつくる。したがって日本のものはすべて不確定起源で解釈はできないのか。

塚田：第四紀の初めにヨーロッパにTsugaがあった、Cedrusもあった。それが第四紀に入ってから最初の氷期で消えてしまったんですね。ところがPiceaは残って温暖化すると英国までのぼった。ところが最後の現在の後氷期にはPiceaは後退するんです。ヨーロッパでは第四紀に入ってからPiceaはいたりきたりしている。ソ連側のPiceaは氷期になったらソ連から西へ動いてフィンランドには行ってスカンジナビア半島を南下しているんです。もうひとつの集団はアルプスの南の方へ逃げていたのが北上してスカンジナビア半島に入らないんですね。デンマークまでもいかない、ヨーロッパの主要部で止まって止まって、それで暖かくなりすぎたもんだからブナが増加する。それが2600年前頃。アメリカの場合は、第三紀周北極植物であるサワグルミとかクルミとかZelkovaそういうものがあつたんだけど、氷期になると同時に消えています。入ってきたのがマツ科の針葉樹、Cedrusもアメリカにあつたという人もあるしなかったという人もいるし、花粉ではCedrusみたいですけど大型遺体は出ていないからCedrusかどうかかわからないんですけど。だから結局先生のおっしゃられたように第三紀には北にあつたもの、Tsugaの場合は南にあつたもの、それでヨーロッパの場合は消えてしまった。他のPiceaとかAbiesは下がってきた。アメリカのTsugaは北にあつた、それが下がってきて第四紀に発達した。それでヨーロッパのツガはまだはっきりしない。あつたことは確かです。Cunninghamiaもあつたし全部第四紀の初めで消滅してしまった。それは先生の分布の考えを説明できますか。

清水：Tsugaはちょっと納得できないんですね。アメリカのTsugaは北方系、東亜のTsugaは・・・。

塚田：東亜でなくてヨーロッパ。

清水：ヨーロッパのTsugaはEoceneにありますね。

塚田：はいあります。Plioceneにもあります。それはヨーロッパの地中海からオランダ位までで、英国には分布していません。それは出現地点をPlioceneとQuaternaryの出現地点をバツテンで描いてあるのだけれど、ところが内陸の方に入ると調査地点がないんです。国と国の間柄、それから乾燥地帯ですから、ヨーロッパのことを考える場合は西側の湿潤湿度の高いところのPiceaとか。あつそうか、こういうふうにかいてありましたよ。Plioceneにはあつたんだと、始めの氷期にもあつたんだと、ところが寒くなりすぎて氷期に入るときにアルプスとピレネーのために南に移動しきれなくなって絶滅したと、Piceaとかそういうものは温暖期に北上することができた。Tsugaだけはちょっと違う、現在全然ないんですからね。だから中国のツガとヨーロッパのツガが連続していたかどうかかわからない。ただコウヤマキがヨーロッパで出ますからね、だからそのコウヤマキは日本のコウヤマキと関係あると思う。そう考えると、Tsuga longibracteataとかT. dumosaはヨーロッパのツガと連続していた。属の面では連続していた。その位までしか化石はまだわかっていない。だから結局Plioceneまでは北に集団があつたんだと。

南木：今日集まっているメンバーはどちらかというと比較的新しい時代の化石を扱っているものが多いものですから、そのあたりのgenusの起源あるいは昨日お話をになっていた大きなsectionレベルでの起源のわかかってられるデータは充分ないと思いますが、特に私は不勉強で充分お答えできなく情けなく思うのですが、データも不足しているということでご了承願いたい。

清水：種の同定の問題があるといわれていたのですが、もし種の同定が不可能であるならば属と種の間でたとえばsectionレベルの同定ならばはっきりとするということは、昨晚粉川先生と話していたんですが。せめてsectionレベルの化石の同定がしっかりしていますと私の描きましたような分布図が史的背景をもって浮び上がるのではないかという期待を持っているんですが、せめて属と種の間で同定をやっていたきたい。

南木：しばしば大型化石についても木材もそうですけれど、できるだけ細かいレベルで、種までいけなくても亜属なりsectionなりで同定するというををよくやっているんです。昨日問題になっていましたPiceaというのはsectionが現生種についても化石でもうまくいかない。要するにこの表ではふたつに分けてますけどね、P. bicolorとP. koyamae系統まあそのふたつですけど、そういうものの似たものの小型のものが出てくるとなるとsectionで呼ぶのもこのシステムに従う場合には難しいということがあって、Piceaについては非常に難しいと思っていますし、まだ充分に整理ができていない状態なんです。

杉田：オオシラビソについてお聞きしたいのですが。日本産の亜高山帯のモミ属のうちシラビソはsection Elateですが、トドマツとか満州のオオシラベとか一緒に節になっていて、オオシラビソの方が

section Homolepides, ウラジロモミと台湾のニイタカトドマツとか一緒にsectionになっているということですが、トドマツなんか満州の方からずっと来たのかなあと感じがするのです。オオシラビソに関しては南の暖かい地方に分布している種類と同じ仲間だということになっています。オオシラビソの耐凍性を見てみるとあんまり高くなくて、ウラジロモミとほとんど変わらないようなそれぐらいの耐凍性しかもってなくて、本当は寒さに強くないんだけど雪に守られているから高いところまで分布できるということではないかという気がするんです。オオシラビソは南の方の種群から分化してできたという考え方はできるんでしょうか。

清水：そこまでははっきりわかりませんね。形態的に考えるとそういうことになるわけです。生態的な意味づけはないと思います。同じ先駆者であっても一方は寒冷適応型であってもよろしいし、一方は暖帯適応型であっても一向に構わない。

南木：古い起源の話ではなくて、新しい氷期の針葉樹の種の問題あるいは種構成の問題についてごさいせんか。

塚田：先ほどの話でPiceaは日本の北海道から九州まで連続分布している、それが10000年前後から減少し東北地方から消滅していく。そして現在、北海道にPicea jezoensisが残り本州にPicea jezoensis var. hondoensisがある。そうしたらふたつがいったい変種になったのはいつ頃なのか、10000年このかた片方はjezoensisであり、片方はjezoensis var. hondoensisである。その辺のところはわからないんですけど、形態的にはどうなんですか。エゾマツとトウヒの差というのは。

清水：私の経験では変化しますね。種鱗の先に細かい切れ込みがあります。苞鱗もまた先の切り込みが入る。エゾマツの方が苞鱗が深く切れ込みます。そういう違いは認められる。

塚田：そうしたらなぜ北海道の方がjezoensisのタイプの種で本州の方がバラエティになっているのかということで、過去に連続して陸地続きだったんだから過去から10000年前までは連続して分布していてそれが縮小したんですね。片方は北海道、片方は本州、だから縮小したときに形態的に連続したものが本州にいったものは中間的なものが抜けてしまったから亜種になったのではないか。進化があったのではなくて一種のエコタイプではなかったかどうかというふうに考えている。そうでないと北海道にエゾマツがあって、本州にトウヒがある、なぜその近くの連続したものが隔離したのか説明つかないんですね。だから古生態学的に考えたらもとエコタイプだったんだらう。

清水：それは北海道と本州で隔離されて形態的に分化が起こってもちっともひとつもおかしいことはない。

塚田：10000年位でもですか。

清水：そういう形態が10000年の間にできたかどうかはわかりませんが、隔離されて亜種ができるバラエティ的レベルの違いが出てくることは別に問題ではない。

植田：この問題非常に重要ですし、もちろん植生史の方からもそういうあとづけができるかということ、また連続している分においてそういう変種関係ができるかどうかというのはまさに種生物学的な問題につながってくるのですが、そろそろかなり時間オーバーしてきましたので、非常におもしろくなりかけたところで切ってしまうような感じですが、一応これで総合討論を終わらせていただきます。どうもありがとうございました。

発言者氏名・所属一覧

小泉武栄（東京学芸大学）。粉川昭平（大阪市立大学理学部）。小杉正人（日本大学）。南木睦彦（流通科学大学）。中村俊彦（千葉県立中央博物館）。佐藤 卓（高岡高校）。清水建美（金沢大学理学部）。杉田久志（岩手大学農学部）。鈴木三男（金沢大学教養部）。高原 光（京都府立大学農学部）。辻 誠一郎（大阪市立大学理学部）。塚田松雄（ワシントン大学）。植田邦彦（大阪府立大学総合科学部）。吉井亮一（富山県立山博物館準備室）。