

### 第 3 回 1 限目

## 北東アジアの植生と生物多様性

講師 富山大学

極東地域研究センター 准教授

和田 直也 氏

### 1. はじめに

北東アジアは、ユーラシア大陸東端の北部に位置する。この地域の自然環境の大きな特徴の一つとして取り上げたいのが、オセアニアの東部から赤道を挟んで熱帯地域、温帯域、亜寒帯域まで緑の植生が連続して分布していることである。



この連続した「緑の帯」が世界的に非常に珍しいということを最初に指摘したのは、東南アジアの熱帯雨林で研究されていた京都大学の井上民二先生で、地球上のほかの地域では、北緯 30 度付近は乾燥した気候になるために森林の成立が難しいのに対して、東アジア地域では緑の帯が連続して分布している。今回は、この連続した緑の帯にどのような意味があるのかを考えてみたい。

### 2. 「緑の帯」を成立させる北東アジアの気候

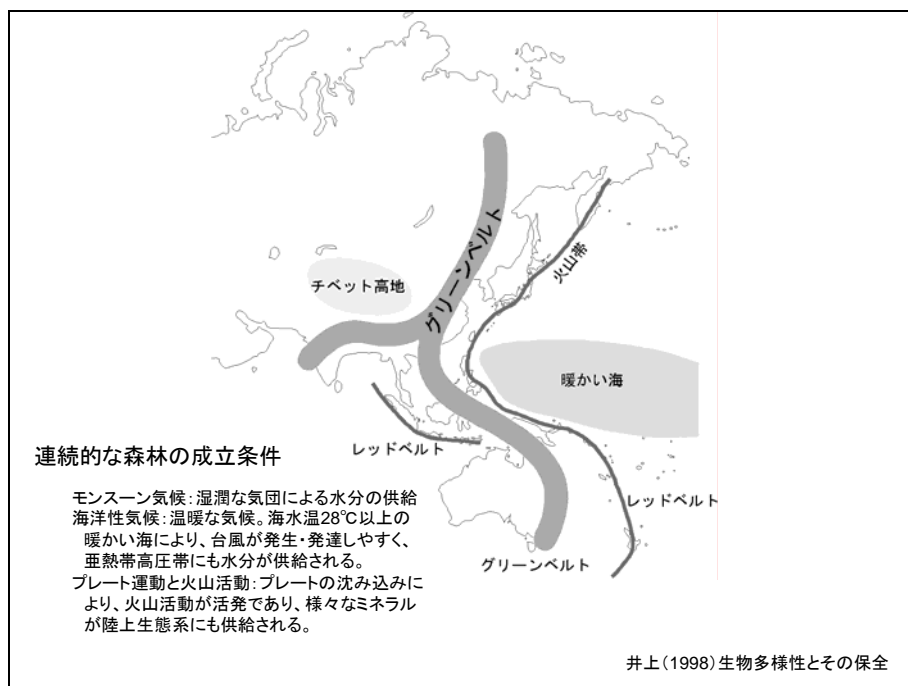
植生 (vegetation) とは、ある区域に生育している植物の集団の総称で、植物群集あるいは植物群落、plant community と呼ばれることもある。その空間スケールは対象によって異なるが、熱帯雨林、亜熱帯・暖温帯林、冷温帯林、北方林、ツンドラというように、大きい気候の変化に対応した植生の違いの配置を「水平分布」という。また、低山帯、ブナや立山杉が生えている山地帯、オオシラビソが優占している亜高山帯、森林限界を超えた高山帯などのように、同じ気候帯に属していながら標高差によって垂直的に変化する植生帯の配置を「垂直分布」という。水平分布や垂直分布は、それぞれ植生帯が分化する要因があるのだが、まず、その植生帯を分化させている気候的な特徴についてお話ししたい。

植物に限らず、動植物の分布は気候によって大きな影響を受けるが、ある地域の気候は、

緯度、標高、大陸と海洋との位置関係によって異なる。緯度によって気候が異なる理由の一つは、地球が丸いことである。太陽放射の入射角がほぼ 90 度になる赤道付近では、一定面積の中にたくさんの太陽エネルギーを受けて暖かい気候になるが、緯度の高い地域では太陽エネルギーが広い範囲に拡散するため、寒い気候になる。

もう一つは、低緯度地域が持続的に暖められて生まれる大気の流れである。赤道付近では、暖められた空気がどんどん上昇して雨を降らせる。上昇した大気は南北方向に分かれ、北緯および南緯 20~30 度付近で下降してくる。その辺りを「亜熱帯高圧帯」と呼ぶが、このときには乾燥した高温の空気の固まりが下りてくることになるので、中緯度付近は乾燥した気候になるのが一般的である。

ところが東アジアでは、亜熱帯高圧帯でも森林が砂漠や草原に分断されることなく連続して分布している。それはどういうわけなのか。森林が発達するには、温度、水分、栄養塩類、栄養分などが樹木の生育に必要な条件を満たしている必要があるが、まず、モンスーン気候の影響と、海水温が高いために頻発する台風により、この地域は本来乾燥する亜熱帯高圧帯にもかかわらず水分が供給されやすい。また、火山活動が活発で、さまざまなミネラルがもたらされている。これが、井上先生の、どうして東アジアで連続した森林の分布があるのかということに対する説明である。しかし、こういった連続的な緑の帯の分布は、世界的に見ると珍しいといわれている。



北東アジアの気候を詳しく見ると、年平均気温からは南ほど暖かく北に行くほど寒くなるという南北の勾配が読み取れると同時に、対馬海流や黒潮の影響も受けて、日本列島は同じ緯度でも大陸に比べて暖かい。中国の北部や極東ロシアには年平均気温が 0°C を下回

る地域が広く分布しており、こういった地域は年降水量が非常に少ないのだが、夏には凍土の上層が溶けて水分を供給する。これもグリーンベルト北部にある森林の成立に非常に大きな影響を与えている。

降水量も、南の方が多くて北に行くとな少なくなるという南北勾配が読み取れるが、海洋性の気候の影響で、海に近いところでは降水量が多く、内陸部は少なくなる傾向が顕著である。降水量には併せて東西勾配も出てくるので、北東アジア地域の気候は場所的に大きく異なっている。こういった気候の変化が植物の分布に大きな影響を与えている。

### 3. 北東アジアにおける植生の水平分布

西太平洋の端に位置し、同時にオホーツク海や日本海、東シナ海といった縁海による影響も受けて湿潤な気候条件下にある北東アジア地域では、一部を除けば基本的には森林が発達しており、大まかに言うと五つの植生帯に分けられる。

一番北には、極地ツンドラと呼ばれる、森林が発達できない場所がある。極地に存在する植生を極地ツンドラ、あるいは中緯度地域の標高の高いところに発達している植生を高山ツンドラと言うこともあるが、いずれにしても森林限界を超えた上の植生である。

その南に、ベーリングア樹林という低木林の植生帯がある。この植生帯はヨーロッパや北米にはない、北東アジアに特徴的なもので、気候的には常緑の針葉樹林帯が成立するような亜寒帯に属しているが、海洋性の気候下でハイマツが優占している。

内陸部に行くとも森林が成立し、北方林が出てくる。タイガあるいは針葉樹林といわれるもので、北の方では落葉性の針葉樹であるダフリアカラマツが優占している。落葉性のタイガは、明るいタイガという意味でライトタイガと呼ばれる。南に行くと少し暖かくなると、エゾマツやモミ属のような常緑の針葉樹が優占する北方林が出てくる。こちらは常緑性で暗いので、ダークタイガとも呼ばれている。

カムチャツカ半島に行くとも海洋性の気候が強くなり、ダケカンバという落葉性の広葉樹が優占するようになる。さらに南方に行くと、針葉樹林帯とそれよりも南にある落葉樹林帯の移行帯と考えられる針広混交林が出てくる。

ここで、森林の成立と気温の関係を考えてみたい。森林が成立するには光合成に十分なエネルギーが必要で、その指標として植生学ではしばしば温度が用いられる。そのとらえ方は研究者によって異なるが、森林の成立条件は気温によって説明できるといわれており、ドイツの気象学者ケッペンが、最暖月の気温が 10℃よりも高い地域に森林が成立すると言っている。

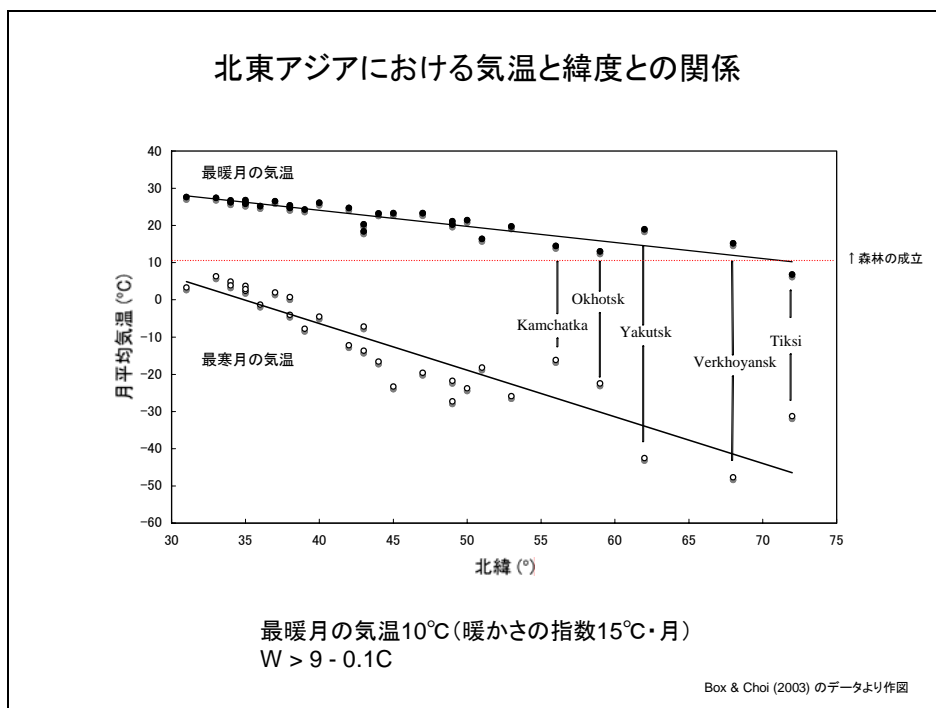
北東アジアにある各都市の最暖月の気温と最寒月の気温を、横軸に北緯、縦軸に気温を

取ったグラフにプロットすると、最暖月の気温も最寒月の気温も北に行くほど低下するが、特に最寒月の気温が急激に低下している。これは、内陸部で冬に発達するシベリア高気圧の影響が非常に大きく表れていると思われる。それに対して、植物が成長する時期に当たる最暖月の気温は、緯度が上がってもそれほど急激には低下していない。

ここで 10°C のラインを引いてみると、北緯 72 度のティクシという町を除けば、すべて最暖月の気温が 10°C 以上ある。温度のデータからいっても、北緯 70 度付近までは、夏の気温から考えると森林が成立してもいいということが分かる。

これを夏と冬の気温で見えていくと、北極海に面したティクシは海洋性の気候で、夏の気温は 10°C より低いが、冬の寒さはそれほどではない。それに対して内陸部にあるベルホヤンスクやヤクーツクは、夏の気温は非常に高いが冬の寒い時期の気温は非常に低いという特徴があり、この辺りにはダフリアカラマツが分布している。常緑の針葉樹が分布しているオホーツクは海洋性気候の影響下にあり、夏の気温はカラマツが分布しているところより若干低いが、冬の気温はそれほど低くない。

さらにカムチャツカに行って海洋性の気候が強くなると、冬の気温の低下はそれほどでもなくなる。恐らく雪も大量に降っていると思うが、海の影響が強くなってくると、内陸部で発達している落葉性針葉樹から常緑性針葉樹になり、さらに多雪環境になると、落葉広葉樹のダケカンバが優占するようになる。このように、単純に緯度の変化だけではなく、海からの距離に応じて植生が変化する様子が、夏と冬の気温の関係からも読み取れる。

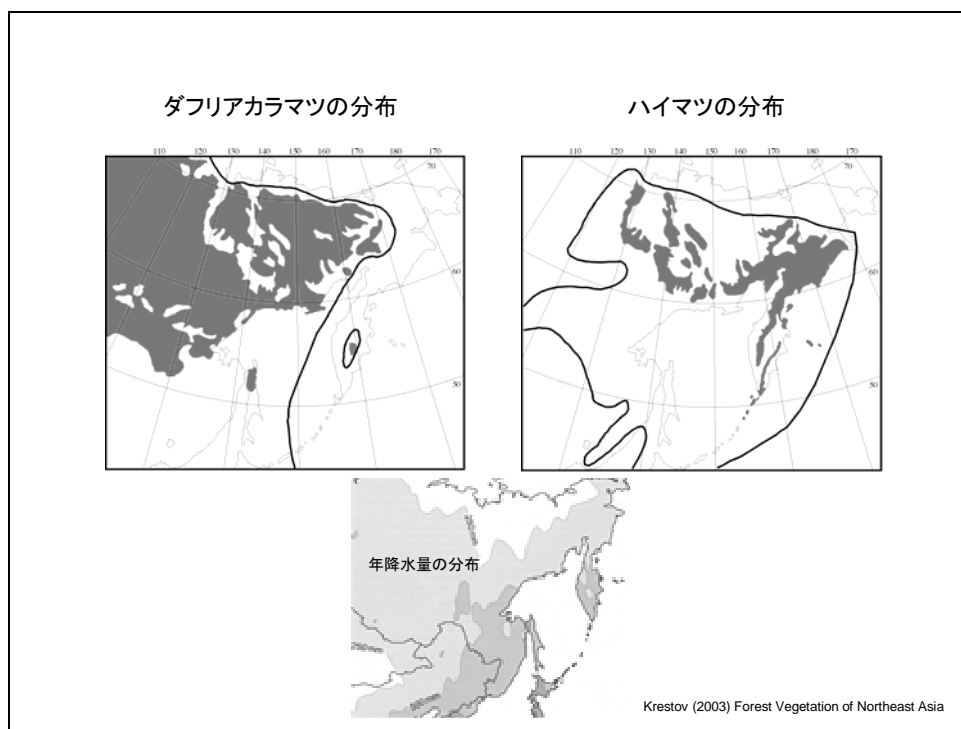


まとめると、北方林は、冬が幾ら寒くても、植物が光合成をして有機物を生産する夏の気温がある条件以上あれば成立する。北東アジアの場合、大陸性の気候、夏の気温が高く

なることが落葉性針葉樹林の成立する条件になっているが、海洋性の気候が高まると森林のタイプが変わっていく。

#### 4. 極東ロシアの植生

ここであらためて極東ロシアにおけるダフリアカラマツとハイマツの分布を見ると、ハイマツは山の少し上の方でより海に近いところに分布し、カラマツは内陸性の気候の影響の強いところに分布していることが分かる。カラマツは、年降水量が 250~500mm の範囲、あるいは 250mm を切ったところにも分布しているが、植生学では、年間降水量が 500mm を切ると半乾燥地、250mm を切ると乾燥地、砂漠という植生帯になる。年間の降水量が少ないにもかかわらず森林が成立するという事は、それ以外の水分を使って植物が生きているということであり、実はそこに凍土が大きく影響している。



年平均気温が $-5^{\circ}\text{C}$ より低い地域では連続的に永久凍土が分布しているが、ユーラシア大陸の北部、極東ロシアは、連続的な永久凍土がほかの地域よりも南の方まで分布している。こういった分布とカラマツの分布が重なっていることから、永久凍土の分布が森林の成立に大きな影響を及ぼしているといえるが、加えてカラマツの持つ特徴が大きく関係している。春先に永久凍土の表層部が溶けて水たまりができるような場所は、植物の生育に必ずしも良くないのだが、カラマツはそういう環境でも成長できる。また、ここでは年の降水量が少ないために野火が頻繁に発生するが、それまで大量の投資をして作ってきた葉が失われてしまう常緑の針葉樹と違い、落葉性のカラマツはワンシーズンで作った葉を失

うだけで、少ない投資でまた葉が作られる。つまり、常緑性に比べると 1 回の野火による葉の損失量が少ないので、常緑の針葉樹が生きにくいような場所でもカラマツは何とかやっていけるのではないかと考えられている。北東アジア北部の森林は、そういった永久凍土に支えられたライトタイガ、カラマツが特徴になっているといえる。

最終氷期においては、北米大陸やヨーロッパではかなり北の方まで大陸氷床が発達していたのに対して、北東アジア北部は氷河の発達が連続的ではなく、こういう時期に永久凍土が形成されていったと考えられている。この時期には、北の気候に適応した植物がたくさん破壊されたが、東アジア北部ではそれが生き延びることができたと同時に、北米大陸との陸橋（ベーリングア）が北方生物群の避難場所になっていたということも、生物の多様性を考える上では非常に大事な要素だろう。

例えば、チョウノスケソウという植物は北極圏を中心に分布し、南の端の集団として日本の中部山岳にも分布しているが、ロシアの集団はほかの地域に比べて遺伝的な多様性が非常に高いことが分かってきた。大陸の氷床に植物が破壊されなかった地域には、氷期を生きてきたさまざまな遺伝型が残されている可能性も



長白山のチョウノスケソウ

ある。また、世界的には南の端に分布する日本の中部山岳の集団と中国の長白山の集団を遺伝的な系統関係で見ると、八ヶ岳の集団は北アルプスの集団とは違い、むしろ長白山との類似度が高い。

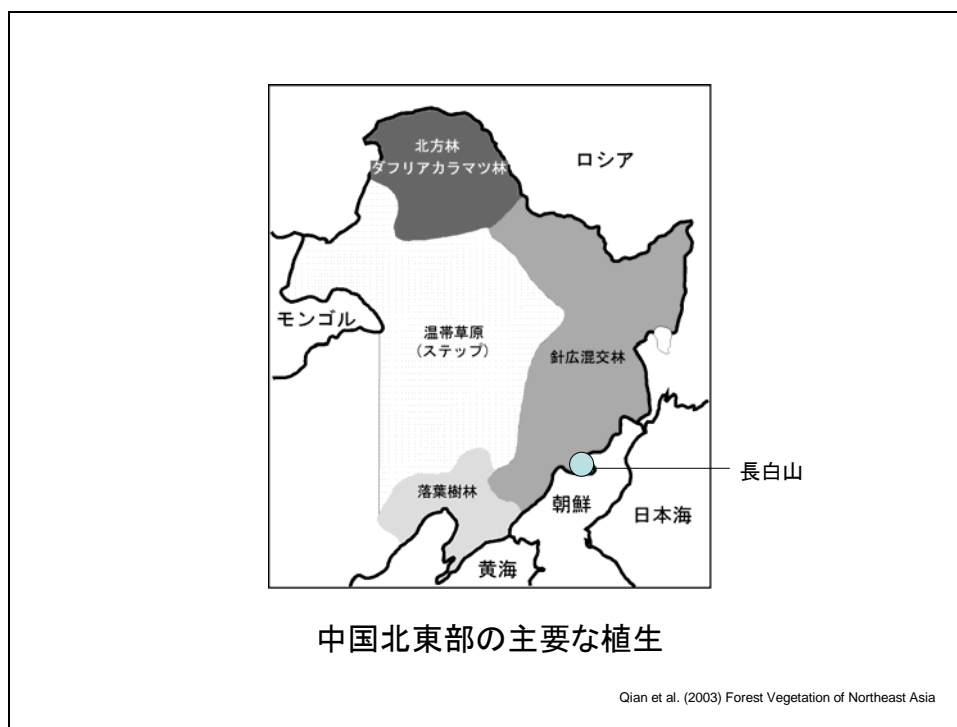
日本の集団を見ると、全体的に遺伝的な多様度が低い。もともと大陸から渡ってきたときに多様度が低い集団だったのか、多様度の高かった集団が孤立化して多様度が低くなったのか、その辺の可能性を検討していけば、南の集団がどのような変遷を遂げて今日あるのかということも分かるかもしれない。

## 5. 中国北東部、朝鮮半島、日本の植生

中国は、内陸部のロシアに接しているところでは落葉カラマツの北方林が成立し、降水量がある程度ある海に近いところでは針広混交林が広い範囲で分布している。それより南に行くと落葉樹林帯になるが、内陸部は年間の降水量が 500mm を切り、森林が成立しなく

なって、温帯草原（ステップ）といわれる植生が広がっている。

長白山の針広混交林には、広葉樹が優占する中に針葉樹のチョウセンゴヨウマツがぼつぼつと生えている。標高を上げると亜高山帯に入り、トウヒ属やモミ属の常緑の亜高山性の針葉樹林が見られる。チョウセンカラマツといわれるカラマツの林も分布している。さらに標高を上げると、亜高山帯のダケカンバの林が出てくる。極東ロシアの垂直分布で言うとかムチャツカ半島の北部に発達していたものが、この辺りに出ている。富山県では森林限界を超えるとハイマツが優占し、その間に他の高山植物が入るが、長白山では北部の斜面にハイマツがほとんど見られず、森林から高山植生へと非常にシャープに植生が変化していくという特徴がある。



次に朝鮮半島の植生だが、北部にはエゾマツやトウシラベ、モミ属の常緑針葉樹から成る林が分布し、それより南にオレオレカンバ、モンゴリナラ、チョウセンゴヨウマツといった冷温帯性の落葉広葉樹が分布している。さらに南の方はコナラ属やシデ属が優占する暖温帯性の落葉広葉樹林、一番南の方は暖温帯常緑広葉樹林になっていて、日本の西南部と同じようにタブノキ、アカガシ、スダジイ、ヤブツバキなどがある。

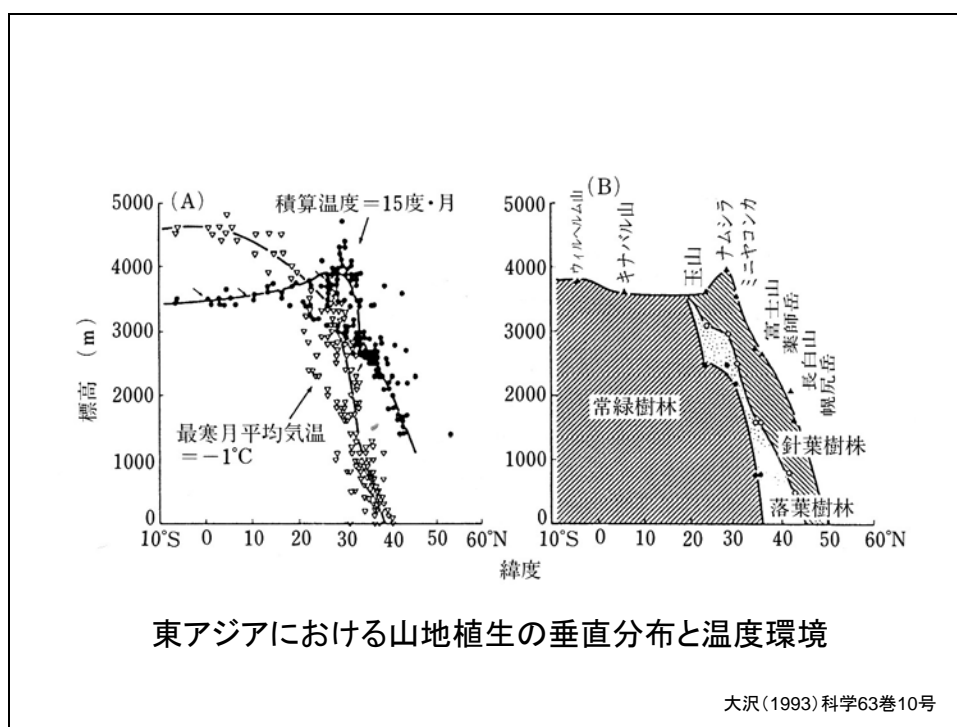
日本には、水平的には三つの主要な植生帯がある。北海道は針広混交林で、それより南の落葉性冷温帯広葉樹林と北の北方林との移行帯と考えられている。その南には落葉広葉樹林、冷温帯林といわれるものがあり、さらに南には暖帯の常緑広葉樹林が分布している。垂直的には、亜高山帯の針葉樹林、さらに上に高山植生があり、暖温帯の常緑の針葉樹林、モミ・ツガ林も発達しているので、六つの植生帯に整理されるが、富山県には日本の主要

な植生帯が全部見られる。水平分布を意識しながら見ると垂直的な植生のセットが見られるという点で、富山県は非常に面白い場所であるといえる。

## 6. 東アジアにおける山地植生の垂直分布

熱帯地域での垂直変化は、いずれも常緑の広葉樹が優占しているが、標高が高くなるに従って葉が大きい樹木から小さい樹木に、決まった高さで大きく植生帯が変わっていく。一方、温帯地域では、森林を形成する樹木の性格が常緑の広葉樹から落葉性、針葉樹林へと変わり、しかもそういった植生帯の変化が北に行けば行くほど低いところから出てくる。それが熱帯型垂直植生帯に対して温帯型垂直植生帯と呼んでいるものである。

これも温度条件によって説明できる。横軸に緯度、縦軸に標高を取って山地植生の垂直分布と温度の関係を見たときに、森林の成立する温度条件として「積算温度=15°C・月」という温かさの指数をプロットしていくと、実際に森林が形成されている標高帯とうまく合う。一方、冬の低温が常緑性の樹木の分布を規定することから「最寒月平均気温=-1°C」という条件で見ると、熱帯型では森林限界以上の標高帯になって初めて、最も寒い月の気温が-1°Cになる。つまり、熱帯型では冬の厳しさに制限を受けることなく、単純に積算温度環境によって森林が分化しているのである。しかし温帯型になると、夏の温度環境的には森林が成立するような場所でも、冬の低温が常緑性林の分布を制限して、冬の低温をうまく生き抜くように進化した落葉性の樹木がその間を占めているといわれている。



言いたいことは、北東アジアに分化している植生を考える上では、夏の気温や冬の気温



が非常に大事だということである。北に上がっていくと季節性が出てきて、違った生活に適応した樹木が置き換わることによって、緯度が高くなってもある程度の多様度を保っている。さらに針葉樹林になってくると、北東アジアでは乾燥傾度が作用して、常緑性の林から落葉性の林までである。その成立には、永久凍土の存在、過去の氷期に氷床が発達しなかったことがとても重要である。

## 7. 生物多様性

同じような緯度帯・気候帯の、東アジアと北米大陸での植物の種数を比較すると、東アジアは属レベルで北米の 1.3 倍、種レベルでは 1.5 倍多様であるといわれている。その理由として、南北方向だけでなく東西方向にも気候の傾度があるという気候の多様性があるが、もう一つ、南北に走る山脈が過去の気候変動における植物の移動を妨げることなく、逃げ場所にもなっていたという効果を挙げる学者もいる。

多様性をとらえるもう一つの見方として、空間内の種の入替わりの程度がある。これを北米と東アジアで比較すると、あるところから離れると類似度が急激に変化するのが東アジアの特徴で、南北方向で言うと北米の 2.6 倍、東西方向で言うと 3.3 倍も違う。

このような現在の多様性について、過去の変遷から理解を深めることが、今後、地球温暖化による植生の変化を予測する上でも重要な視点になってくるだろう。