

## 【話 題】

## IUFRO 国際学会「Forest Genetics 2013」に参加して

岩泉 正和<sup>\*1</sup>

## はじめに

2013年7月23日から27日の5日間にわたり、カナダ・ブリティッシュコロンビア州でIUFRO（国際森林研究機関連合）の研究集会「Forest Genetics 2013」が開催された。本学会は約2年に一度の間隔で開催されるIUFROの専門調査会 Population, Ecological and Conservation Genetics (Working Group 2.04.01) の公式学会であるとともに、Breeding and Genetic Resources of Pacific Northwest Conifers (Working Group 2.02.05) との共催であった。開催国であるカナダをはじめ、南北アメリカ（アメリカ合衆国、メキシコ、ブラジル等）、ヨーロッパ各国（イギリス、フランス、イタリア、フィンランド、ノルウェー等）、アジア（日本、中国、韓国、マレーシア等）、オーストラリアを中心に、計139名の参加者があった。中でも、開催事務局であるカナダ・ブリティッシュコロンビア大学(UBC)のS. Aitken博士、アメリカのP. E. Smouse博士(写真-1)、V. L. Sork博士、フランスのA. Kremer博士をはじめ、分子生態学の分野の著名な研究者の参加があった。日本からは4名（森林総合研究所3名、愛媛大学1名）が参加した。本学会は、研究発表（口頭及びポスター発表）3日間及び現地視察（エクスカージョン）2日間から構成されており、後者には43名が参加した。

## 研究発表の概要

研究発表は、州最大の都市バンクーバーから約100km北の山間部にある、リゾート地で有名なウィスラーヴィレッジのHilton Whistler Resort（写真-2）で行われた。発表は招待講演及び11のサブセッションから成っていたが、筆者なりに大別すると、1) Adaptation and Climate Change（適応と気候変動）、2) Breeding（北西太平洋岸地域における針葉樹の育種、材質の遺伝学、量的遺伝学）、3)

Application of Genomic Tools (ゲノミクスの応用)、及び4) Population and Conservation Genetics（集団遺伝学及び保全遺伝学）の4分野であった。



写真-1 講演を行う P. E. Smouse 博士



写真-2 研究発表会場（Hilton Whistler Resort）

\*E-mail: ganchan@affrc.go.jp

<sup>1</sup> いわいずみ まさかず 森林総合研究所林木育種センター関西育種場

表-1 発表種別及び分野別の学会発表件数 (筆者による集計)

	Invited Talk (招待講演)	Adaptation (適応)	Breeding (育種)	Application of Genomic Tools (ゲノム選抜等)	Population Genetics (集団遺伝)	計
口頭発表	9	29	20	10	18	86
ポスター発表		15	10	10	18	53
計	9 (6%)	44 (33%)	30 (22%)	20 (14%)	36 (26%)	139 (100%)

発表種別 (口頭・ポスター) 及び上記分野別の発表件数を表-1 に集計した。今学会の第一の印象は、「Adaptation」(適応)と「Genomic Selection」(ゲノミックセレクション)をキーワードとする発表件数の多さであった。1) の分野に関しては、特に北米ではダグラスファー (日本のトガサワラ属の一種: *Psuedotsuga menziesii*) をはじめ、モミ、トウヒ、マツ、ツガ類等の主要針葉樹及びポプラ等の有用広葉樹等を対象に、分布域を網羅して設定された広域産地試験地がちょうど評価に相応しい 20~30 年次に達しており、現在ようやくスギやアカマツ等で材料育成に着手した日本よりもかなり先に進んでいることを再認識した。多くの樹種ではやはり、気温や降水量を主とした産地の気候条件の違いが、生存率や成長量、病虫害、気象害等といった種苗のパフォーマンスに大きく影響している結果が多く、地域毎での樹木の局所適応が検出されていた。また、人工気象条件下で異なる産地の個体の生育を比較する試験も進められていた。カナダ・アルバータ大学の K. Liepe 博士らの研究発表では、トウヒ属の *Picea glauca* と *P. engerm* の産地間での適応性の違いが紹介された。ロッキー山脈東麓のような、内陸の寒冷・乾燥した産地の系統に比べ、西麓の比較的温暖・湿潤な産地の系統は、低温条件下では凍害の影響を強く受けたようであった。上記の主要樹種の多くでは、最近 10~15 年あまりの間に、種内の核及びオルガネラの DNA 遺伝変異といった基本的な知見が集積されている一方で、近年では次世代シーケンサ等の導入も活発化しており、ゲノムの網羅的な変異と実際の適応力等の関係や、適応性に関する遺伝子座等の解明を進めているようである。

3) の分野でも同様に、ゲノム網羅的に高密度の連鎖地図を整備し、目的の形質とリンクする遺伝子座のジェノタイプピングにより有用形質個体を高精度で選抜できるゲノミックセレクション (GS) の手法開発が急速に進められていた。Canadian Wood Fiber

Centre の Beaulieu 博士のグループからは、White Spruce を対象にした GS の取り組みの講演があった。500~700 もの一塩基多型 (SNP) の遺伝子座を組み合わせると、成長や材質等の有用形質を約 70~80% の説明率で評価可能であり、従来の 30 年と言われる育種サイクルを約 10 年に短縮できるとのことであった。今後もう少し次世代シーケンサや SNP ジェノタイプピングシステム等のランニングコストが下がればもう事業的にも採算可能なようである。日本の樹木でも、近年スギ等についてゲノムワイドアソシエーション研究 (GWAS) が進められているところであるが、雄花着花量や材強度等を対象とした更なる SNP の高密度化等による GS 説明率の向上が検討されているようである。

樹木の「Adaptation」や GS に関する研究が特にカナダ等で急速に進展していることの一因は、予算の大きさであるとも思われる。近年、国や州では森林の利用や管理のためにゲノミクス研究へ膨大な資金が確保されているようである。UBC 等の各州の主要な大学では世界中からポスドクや研究者を集め、形質測定、分子マーカー、バイオインフォマティクス、育種の統計解析といった種々の分野毎の専門家のノウハウを結集させることで、10 名以上の組織だったチーム体制を確立できているようである。

4) に関しては、気候変動モデルを用いた過去から現在一将来にわたる樹木の生育適地シフトの予測や、異なる地域への保存試験等の報告が見られた。特に後者に関しては、UBC の S. Aitken 博士から、(将来生育適地となると思われる) 異なる産地への人為的な移動植栽 (Assisted Gene Flow) や天然分布域外の地域への移動植栽 (Assisted Migration) により、将来の地球温暖化等への適応策としての生息域外保存を検討する際の効果やリスクについて講演があった (写真-3)。その中では、これらの保存手法は強力なツールとなる一方で、現段階ではまだ国民 (地域住民) 及び産学官等の間でコンセンサスをもった戦略



写真-3 講演を行う S. Aitken 博士

で事業化できていない状態であり、例えば移動先での野生化や近縁種との交雑等による遺伝子汚染のリスク、そうなったときの経済的リスク等、更なる研究や議論を積み重ねる必要があるとのことであった。正直な実感として、広域産地試験やゲノミクス等の研究が非常に進んでいる割には、筆者が期待していた、日本にとって今後参考になるべき実際の施策的な面での進展の話の聞けなかったのはいささか残念であった。

日本人参加者からは、愛媛大学の K. Harada 教授よりウバメガシの集団遺伝構造、森林総合研究所本所の M. K. Kimura 博士より天然スギの集団遺伝構造及び分岐年代推定、K. Uchiyama 博士よりスギを対象としたゲノムワイドアソシエーション解析に関するポスター発表(写真-4)がそれぞれ行われた。筆者からはアカマツの地理変異に関する口頭発表を行った。

### 現地視察の概要

現地視察はバンクーバーの沿岸に浮かぶバンクーバー島において、北西アメリカの主要樹種を対象とした遺伝試験林、広域産地試験地や、天然資源の生息域内保存林や天然記念物を中心に、2日間かけてバスによる移動で行われた。

遺伝試験林の中では、White pine (*Pinus monticola*) の耐タマバチ抵抗性試験地、Western red cedar (*Thuja plicata*: 日本のネズコと同属) の耐シカ食害試験地、ダグラスファーや Western hemlock (日本のツガ属の一種: *Tsuga heterophylla*) の育種改良効果試験地等

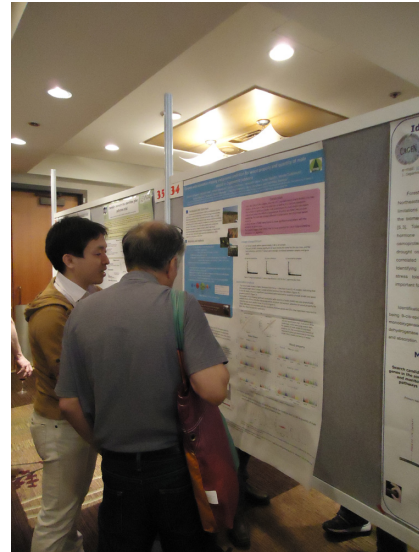


写真-4 ポスター発表を行う K. Uchiyama 博士

を視察した。ダグラスファーでは、トップクラス及びミドルクラスの選抜系統の12年次実生後代が、天然林由来系統(対照)よりもそれぞれ48%、28%大きい材積を示していた。

また、Grand fir (*Abies grandis*)、Yellow cypress (*Callitropsis nootkatensis*) や Western red cedar の広域産地試験地を視察した。このうち、Western red cedar では顕著な生育不適応が観察されており、太平洋岸のホームサイトの温暖湿潤な産地の系統に対して、ロッキー山脈東麓のような、内陸の寒冷・乾燥したアウェイの産地の系統は極端に生存率も成長も不良であった(写真-5)。

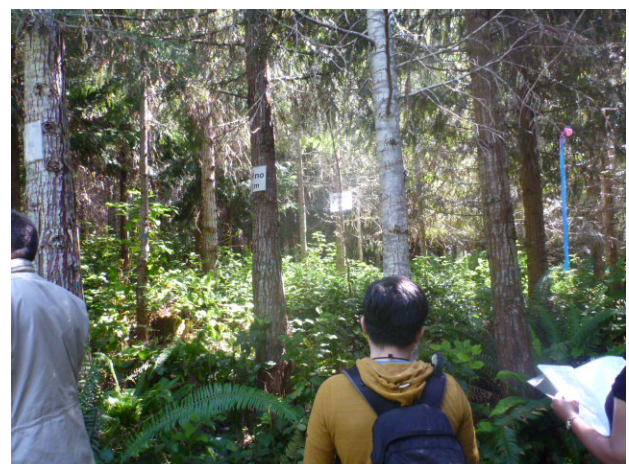


写真-5 Western Red Cedar の産地試験地





写真-6 ダグラスファーの巨木



写真-7 ウィスラー山頂からの展望

バンクーバー島周辺では、人工・天然問わず森林資源としてダグラスファーが最も多く、島内の大半で生育していた。あるブリティッシュコロンビア州立公園では、最大で胸高直径3m以上、樹高75mもあるダグラスファーの天然林が生育し、圧巻であった(写真-6)。カナダではこういった天然資源管理は基本的に州毎に戦略が策定され、州の森林行政が主体となっているそうであるが、もっとも天然資源量がまだまだ膨大なため、現時点では何らかの積極的な保存の取り組み(日本で林木育種センターが行うような、生息域内保存林のモニタリングや生息域外での成体・生殖質等の保存)を特別行っていない

ようであった。そのほか、シトカトウヒ(*Picea sitka*)の胸高直径5mもの天然記念物の巨木等を視察した。

## おわりに

今回の国際学会に参加して、世界で現在行われている最先端の樹木の遺伝・育種に関する研究成果を把握することができた。また、各国の老若男女問わず多くの研究者と交流し、彼らの研究に対するモチベーションの高さを実感した。カナダ等の広大な森林国では大規模研究の実施体制の大きさに驚かされ、正直、日本とのパワーの違いを認識させられた。しかし一方で、日本は小さい面積にもかかわらず、多様で複雑な地形と気候、景観を擁しており、その中では世界的に見ても貴重な生態系、樹木の種多様性及び種内の多様性を保有している。そのため、今後の我が国における林木育種やジーンバンクに関する事業研究の推進には、諸外国の先進事例を参考にしつつ、日本の実情や目的に即した形での戦略を検討する必要があると考えられた。それとともに、研究成果を国際的に発信する際には、日本でのローカルな取り組みが世界での事業研究の発展にどのように貢献するものであるかという意義づけを、しっかり説得力を持って示していくことも重要と考えられた。

末筆ながら、今外国出張ではカナダの森林資源の把握をはじめ、ウィスラー山(2,172m)からの雄大な山々や景観の展望(写真-7)、ウィスラーヴィレッジやバンクーバー市内の視察や、カナダの方々との交流の機会も得ることができ、有意義なものとなった。今学会参加についてお取り計らい下さった林木育種センター海外協力部の皆様に御礼申し上げます。