

国際会議「気候変動と大気汚染に対する森林の生物学的応答」に参加して

IUFRO Conference in Lithuania “Biological responses of Forests to changing environment

By Watanabe, M., Hoshika, Y., Koike, T. 著者：渡辺 誠，星加 康智，小池 孝良

はじめに

2012年5月19～25日に東欧リトアニアのカウナスでIUFRO(国際森林研究機関連合)の国際会議「気候変動と大気汚染に対する森林の生物学的応答(Biological Reactions of Forests to Climate Change and air Pollution)」研究集会が開催された。スイスのマルチンで行われた前々回の会議には渡辺が参加しており、その時の様子は本誌Vol. 61, No. 4に報告されている。前回はトルコのアンタリアで開催されたが、事情により参加できず、今回の参加を心待ちにしていた。

今回は北米の大気汚染ワークショップや生態系長期モニタリングネットワークなど合計で6つの組織の合同会議であったため、比較的規模の大きなものとなった、発表件数は合計178件(口頭発表78件、ポスター発表100件)、アジア・北米を含む31ヶ国から参加があり(日本からは6名の参加)、白熱した議論が交わされた。

リトアニア

「リトアニアってどこ？たしか東欧だったよね？」「今回の会議はエストニアだけ？」恥ずかしながら、会議への参加申し込み時点でのリトアニアの認識は足りていなかった。リトアニアはヨーロッパ北東部に位置する(図-1)。バルト海東岸に並ぶバルト三国の一つであり、北にラトビア、東にベラルーシ、南にポーランド、南西にロシア(カリーニングラード州)と国境を接し、西はバルト海に面している。首都はヴィリニウスで今回の学会会場カウナスからおよそ100 km程離れている。歴史的には国家の消滅・占領・独立を経験しており、第二次世界大戦の際にはソビエト連邦やナチスドイツの侵略を受けている。戦後はソビエト連邦の構成共和国の一部であったが、1990年には独立を回復し現在に至る。

北緯が約55度と北海道より北方に位置するが夏季の平均最高気温が22℃、冬季の平均最低気温が-8.7℃と北海道とあまり変わらない気温である。バルト海に面していることから魚を食べる習慣

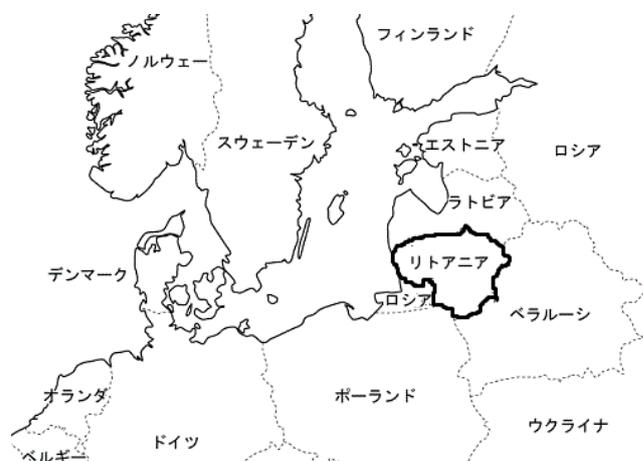


図-1 リトアニアの位置 Location of Lithuania

があり、我々日本人としては、中央ヨーロッパでよく見られる、肉料理中心より馴染みがあった。味付けはかなり薄味で、これを良しとするかどうかは著者の中では意見が分かれた。

杉原千畝

リトアニアには日本人が関与した歴史的な出来事があるので、ここで紹介しよう。第二次世界大戦中、ナチスドイツの侵攻に伴ってポーランドなどヨーロッパ各地から迫害を逃れてきた大量のユダヤ人に対して、当時在カウナス日本領事館に赴任していた杉原千畝は、同盟国であったドイツへの配慮からビザ発給を避けるよう本国から指示されていたにもかかわらず、ユダヤ人に対して日本通過を可能としたビザと渡航証明書を数千人分も発給してヨーロッパからの脱出を支援した。このような経緯から、旧日本領事館は現在資料館になっており、ヴィリニウスには杉原通りもある。

会場と宿泊先

会議の会場となったリトアニア農業大学は中心街の外れに位置しており、建物は質実剛健、格調高かった(図-2)。参加者は大学敷地内のホステル(主に学生)と市内のホテルに宿泊した。我々もホテル宿泊だったが、学生以外のほぼすべての参加者が同じホテルに泊まっていたため、朝食時から



図-2 発表会場の建物の様子
Meeting at “Aleksandras Stulginskis”

議論開始。朝食後、7時半にホテルからシャトルバス(約15分)で会場に向かった。会議自体は朝8時から夕方5時まで行われたが、その後、6時半頃から市内の教会や名所へ招待していただき、夕食は夜の9時から、寝るのは12時頃というタイトなスケジュールであった。

発表報告

大気環境と気候変動の森林への影響を中心に取った本会議では、当該研究に関するこれまでの報告とともに、今後の研究に向けての多くの議論がされた。本稿では印象的であった2つの発表について紹介する。

まずは、スイスの応用植物学研究所のサビーネ・ブラウン博士による「Nitrogen and water use parameters of young *Fagus sylvatica*」というタイトルの発表である。この発表は、近年、世界的に認識されている窒素沈着量の増加が、ヨーロッパブナの成長や乾燥耐性に影響をおよぼす可能性があるという報告であった。15年間にわたって行われたヨーロッパブナを対象にした窒素付加実験の結果、シュートの成長は変化がないか、または低下し、さらに、外生菌根菌の感染が抑制され、葉内のリン濃度が低下した。リン濃度の低下した葉では、乾燥時における夜間の気孔閉鎖が抑制され、水利用効率も低下した。この実験結果は、窒素沈着量の増加がヨーロッパブナのリンの吸収能力を低下させ、成長や乾燥耐性に影響を及ぼす可能性を示唆している。最終的に、この仮説は、スイス

全域にわたる観測プロットにおいて4年おきに25年間実施された測定により得られたヨーロッパブナの葉内リン濃度の低下傾向および成長量の低下傾向に支持された。長期間の粘り強い研究努力が説得力を生むという大変素晴らしい成果であった。

2つ目は、ドイツのミュンヘン工科大学のライナー・マチセック教授による発表である。マチセック教授は、著者の小池と旧知の仲であり、小池のスイスでの在外研究時代の同僚である。マチセック教授は、これからの大気環境の森林への影響に関する研究課題について、以下の4つを列挙した。1) 将来予想される気候条件を想定しつつ、二酸化炭素やオゾンの吸収、窒素沈着といった大気-植物間の相互作用を考慮していく必要があること、2) 観測のスーパーサイト(様々な項目の観測がおこなえ、国内外の複数の研究機関・大学などが共同して観測に参加できる施設)を国際的に協力して各地に、より多く設置すること、3) 分子生物レベルおよび個葉レベルで確認される代謝や生理的な応答と個体レベルおよび群落レベルといったスケールの異なる応答との相互関係を考察し、大気環境と気候変動が森林におよぼす影響のプロセスの解明を行っていくこと、4) 各分野の研究者の連携による大気環境と気候変動の森林への影響研究の推進を目指すこと、である。刻々と悪化する大気環境が及ぼす森林への影響という観点で、実験研究・野外観測・モデル研究に係わる研究者による国際的な連携の必要性を訴えるものであり、大変、熱のこもった発表であった。

小池、渡辺、星加は最終日(5月24日)午後にポスター発表をおこなった。会場の雰囲気は大変温かい雰囲気であり、和やかな雰囲気の中で、盛んに議論が行われた。発表前に顔がこわばっていたであろう星加に、多くの方が声をかけてくださり、数々のアドバイスをいただいた。

ところで、あるイタリアの研究者の発表においてオゾンの吸収に関して下層植生の重要性を述べていたのだが、微気象学的に観測した森林全体のオゾン吸収量から、モデル計算で求めた高木種のオゾン吸収量を引き、その残りを下層植生のオゾン吸収という計算をしていた。著者らも「これはちょっとラフすぎないか?」と思っていたところ、「下層植生のオゾン吸収に関する実測はしていないのか?」、「この計算の妥当性は?」などという

手厳しい質問やコメントが相次いだ。近年、日本国内においても、実際の測定の手間を省くために、様々な事象をコンピューター上で計算して実測の代わりとしたら良いのではないかという風潮が一部にみられるが、そのような安易な方法が、少なくとも世界的には受け入れられないことを強く表す一場面であった。

COST ミーティング

会議 3 日目にあたる 22 日には COST ミーティングも行われた(図-3)。COST とは European Co-operation in the field of Scientific and Technical Research の略で、ヨーロッパ全土における科学技術に関する共同研究を支援している。この支援を受けているのが、気候変動と大気汚染環境下における森林の緩和作用と適応というプロジェクト(COST Action FP0903)であり、小池はこの COST ミーティングにおいて、日本の大気汚染の状況と、昨年より開始した開放系オゾン暴露実験の紹介を行った。FACE(Free Air CO₂ Enrichment)と呼ばれる開放系 CO₂ 増加装置を用いた実験は世界各地で比較的多く行われており、将来環境における森林の生産性、生物多様性、物質循環などに関する多くの成果を上げている。一方でオゾンの開放系暴露装置については、CO₂ よりはるかに少なく、樹木を対象とした装置は世界で 6 台(成木対象は 2 台)である。なおドイツで行われたブナとドイツトウヒへのオゾン暴露実験によって、将来の高オゾン環境ではブナで梢殺が生じ材積が 40% 低下することが示された。ドイツトウヒにおいては材積成長の低下は見られなかったが、少なくともブナにおいては、大気 CO₂ の増加に伴う生産量の増加がオゾンによって完全に相殺される計算となる。そのような背景もあり、我々の装置に関する欧米の研究者の興味は非常に大きかった。そして「多くの成果を期待する」という、ありがたくも重い言葉をいただいた。なお、ヨーロッパにおいては、各国の研究者が集まり、フィンランド、ドイツ、イタリアの 3 か所において、開放系オゾン暴露の比較実験が計画されており、早いところでは 2013 年にはオゾン暴露が開始されるとのことである。オゾンの問題が数十年にわたって議論され、研究者の層も厚いヨーロッパならではの国際研究である。一方で、ヨーロッパよりもオゾンに関わる問

題が深刻な日本さらにはアジア圏において、



図-3 COST ミーティングの様子
(COST meeting with Prof. A. Augustaitis)

このような活動が極めて限られているのは残念な限りである。

現地検討会

本会議の開催前に、現地検討会が企画された。先にも述べたが、北米の大気汚染ワークショップや生態系長期モニタリングネットワークとの合同会議だったため、検討会のテーマも多岐に渡った。もっとも印象的だったのは、遥かに離れたバルト海沿岸でのテーマが我々のものと酷似していることであった。

まず強烈な印象を持ったのが海岸砂丘地の浸食防止をマツ類で行っている長期試験林である。朝バスでホテルを出発し移動する事 3 時間、昼食でロシア風のウハという魚の塩味スープを堪能した後、一同は船に乗り込んだ。川下りツアーかと思いきや、川からの砂丘を見せるためであった。船から降りて、フナの燻製半身の夕食後、19 時頃から砂丘の見学に行った。



図-4 砂丘の緑化風景—前線の見学会—
(Costal dune with Pine forests)

翌朝、立派なオウシュウアカマツ林を見学したが、実は長期間かかって飛砂を止め、そこに匍匐力のあるムゴマツを植えて土壌をつくって安定させ、用材に適したマツ林へ誘導してきた結果であった。60年以上にわたって砂地を安定させ、マツ林を造成してきた。主催校の森林系スタッフは成長が共生微生物に依存するマツ類の育成のために、施肥技術に関心があると言う。これは外生菌根菌の利用が一般的である彼の地として意外であった(二井ら 2012)。なお、海浜ではオゾンをはじめとする環境モニタリングが実施中であった。

次に見学したのは、山火事後に侵入したニセアカシアの成長制御と駆除方法であった(図-5)。そして、そのために用いている腐朽菌に関連して微生物の生物多様性保全についても講義を受けた。蜜源としてのニセアカシアには注目しているが、もとの植生が改変されるところが怖いということであった。森林火災後にリンが遊離し、根粒菌の活性が高まって旺盛な成長を開始したニセアカシアが瞬間にムゴマツから置き換わった。しかし、その旺盛な繁殖力への脅威は洋の東西を問わず同じであり成長制御が必須になった。切り株に腐朽菌を塗布して根株ごと駆除する試みを始めていた。腐朽菌の効果は枯死率として約70%であり、一定の駆除効果が薬剤に依らず達成できたという。

次に、鵜(Cormorant)の仲間による糞害が森林衰退を引き起こしている場所に案内された(図-6)。事前に雨傘を用意するように言われたが、現地に近づいて納得した。おびただしい鵜の仲間が営巣し、約600haに渡って糞による窒素の過剰害が発生している。我が国では琵琶湖周辺での同じ原因による森林衰退が危惧されている(吉井 2011)。林床には過剰な窒素環境でも生育できる草本が卓越していた。鳥類の保護か漁業と森林の育成かで結論が先送りされているという。

他に渡り鳥の長期モニタリングも中央ヨーロッパの拠点として実施されていた。

おわりに

今回の会議においても非常に多くの研究者と議論を行い非常に有意義であった。また、これまでに参加した会議で知り合いになった研究者との再会も多く、非常に楽しい思いができた。次回の本会議は2013年にブラジルで行われる。



図-5 ニセアカシアの駆除試験

How to eliminate invasive species



図-6 鵜の営巣による森林衰退

Forest declining by Cormorants nesting

謝辞

本会議参加に際して、環境省地球環境総合研究推進費ならびに日本学術振興会科研費新学術領域より支援を得た。IUFRO 開催のリトアニア農業大学森林系の A. Augustaitis 教授らの案内にも、印して感謝する。

(北海道大学大学院農学研究院)

引用文献

二井一禎ら (2012) 微生物生態学入門、京大出版
吉井千晶 (2011) 樹木・森林と鳥の相互関係、北方林業、63:220-223