連載企画（環境問題と表面科学 ⑤）

地球温暖化問題における 森林の機能と今後の課題

千葉 幸 弘

独立行政法人森林総合研究所 研究コーディネータ
〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1

(2015 年 3 月 23 日受理)

Forest Ecosystem Function and Future Challenges for Global Warming

Yukihiro CHIBA

Research Coordinator, Forestry and Forest Products Research
Institute, 1 Matsunosato, Tsukuba,
Ibaraki 305-8687

(Received March 23, 2015)

1. 背 景

世界の陸地面積の約 3 割（地球全体では約 1 割）、面積にして約 40 億 ha が森林です。陸域の植物群落の中で、森林は最大の炭素貯留量を持ち、地球に存在する陸上植物に蓄積されている全炭素量の約 8 割は森林にあると見積もられています。森林にはこれだけの炭素貯留量があるということで、化石燃料の大量消費で放出される温室効果ガスである大気 CO₂ を森林に吸収させようと期待されることになりました。そして現在も、世界各国の森林における CO₂ 吸収量を推定し、さらにその吸収能力を高めるための様々な方策が、気候変動枠組み条約締約国会合（COP）をはじめとする国際的な体制の中で検討されています¹⁾。地球規模の温暖化問題に関して、森林はそもそもどのような機能を果たし得るのか、そして温暖化対策という文脈の中で、森林に寄せられる期待にどのような貢献が可能なのか、今後の課題とともに整理します。

2. 森林—大気間の相互作用

森林には、シベリアやアラスカのような寒冷な北方林から、湿潤な温暖な地域の温帯林があり、また標高の高いところにはハイマツなどの高山帯林、赤道付近には熱

帯多雨林などがあります。生育地域が違えば、樹種も異なります。また生育初期の若い森林から数百年以上も生き続けている老齢な天然林もあり、地球上には、まさに多種多様な森林が存在します。

森林は、生きている生物の集合体である“生態系”の営みのなかで、水・エネルギー・炭素が循環し、その結果として環境の形成に大きな影響を及ぼすとともに、逆に、その影響をも受けながら常に変化し続ける存在です。広大な面積を占める森林の水や炭素の循環を通じて、地上の環境は、森林がないときよりも穏やかな環境が形成されています。

そうした森林の働きを明らかにするため、森林内に観測タワーを設置して、太陽や地面からの放射量を含めた気象環境データのほか、風向風速によって時々刻々変化する大気 CO₂ 濃度などを、年間を通じて観測し、森林生態系における CO₂ 収支等について、長期間にわたる観測研究が行われています²⁾。こうした研究によって、北方林から熱帯林にいたる森林生態系における水・エネルギー・炭素の循環に影響する要因が解明されるとともに、樹種構成や土地条件などによる炭素吸収能力の違いなどが明らかになります。このような地道なデータの裏付けをもとに、今後予想される気候変動シナリオに応じた森林生態系の影響だけでなく、森林が環境形成に果たす役割が解明されることになります。

3. 森林における炭素吸収

生育条件によって千差万別な森林ではありますが、多くの研究グループによる国際共同研究等を通じて、世界中の様々な森林に貯蔵されている炭素量（貯蔵量）が明らかになってきています。世界各地で調べられた森林の炭素貯留量が、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第 4 次報告書に集約されています¹⁾。

森林の葉、枝、幹、根の生体量（バイオマス）を単位面積あたりの炭素量に換算すると、熱帯多雨林で 175 ton/ha、寒冷な北方林などでは 10 ton/ha 以下と極端に少なくなります³⁾。その一方、森林の土壌にはかつて生きていた樹木や下層にあったその他の植物の枯死した遺体（林床有機物）が蓄積され、徐々に分解して土壌中に浸透していきます（土壌炭素）。こうした土壌中の炭素量は、森林帯による明瞭な違いは見られませんが、Fig. 1 に示すように、バイオマス、林床有機物、土壌炭素の比率で比較すると、寒冷な地域ほど有機物の分解速度が遅くなるため、土壌炭素の比率が大きくなるようです³⁾。

Fig. 1. Carbon sequestration into the typical forest ecosystems.³⁾ The values are carbon storage.

一般的には、有機物の分解速度は温度に依存し、また窒素の無機化も温度とともに促進されます。高温湿潤な熱帯林の環境は、光合成に適した条件といえますが、そうした環境では有機物の分解も促進され、窒素の無機化も速まります³⁾。その結果、熱帯多雨林では生産力（炭素固定能力）が加速され、森林としての炭素貯留量が大きくなっていくことになります。

4. 温暖化対策で果たす森林政策の今後

地球規模での環境問題に対して、多くの人々が関心を持つようになったのが、1992年にブラジルで開催された「地球サミット」といえるでしょう。その中で、気候変動枠組条約や生物多様性条約が採択され、持続可能な開発をいかに実現するかが中心テーマとして話し合われました。

気候変動枠組条約発効後の1997年に京都で開催された締約国会議（COP3）では、温室効果ガスであるCO₂の排出削減目標が掲げられ、森林はその吸収源として排出量取引に含められるなど、経済的メカニズムが導入されることになりました（京都議定書）。温室効果ガスの削減を巡っては、その後も先進国と途上国の利害が絡むなど、目標達成に向けたタフな交渉が続いていることはご存じのとおりです。

人間活動によって排出される全CO₂量のおよそ2割が、森林の伐採や火災で消失することに起因しているとされています。しかもそのほとんどは東南アジア、中南米、アフリカなどの発展途上国で生じています。そのため、地球温暖化防止策として注目されているのが、先進国による途上国の経済的に支援、あるいは技術的なノウハウを提供することによって、「途上国における森林の

減少・劣化等による排出量を抑制すること」（その英語略称は“REDD”）を目指す取組です⁴⁾。

REDDの意図するところは、「途上国にとっては森林を保全することで先進国から支援が得られ、自国の森林を破壊して開発を進めるよりも、森林保全を進める方が経済的な利益を生み出せることを担保する」ことであり、結果として、熱帯林をはじめとする広大な森林の伐採や焼失を減少させることにつながるのです。この考え方は2005年にモントリオールで開催されたCOP11で途上国から提案され、注目されるようになりました。

森林はもともと、木材や果樹などの生物資源を提供してくれるだけではなく、多種多様な動植物などの生物多様性を保証する場でもあり、さらには気象緩和機能など、私たち人間だけでなく地球上のすべての生命を育む重要な働きがあります。そこで、先のREDDという考え方にこうした視点を追加した新しい仕組みとして「REDD プラス」という国際的な取組が進められつつあります⁴⁾。

温室効果ガスの排出削減目標を巡っては、関係国による押し付け合いがあったり、経済的な取引を持ち込むなど、地球温暖化防止に絡んで表面上取りざたされる国際交渉は、私たちにとっての身近な問題から離れていくような印象があるかもしれません。しかしこうした国際交渉が目標とする根本は、地球環境を守ることにあります。

1万年前はおおよそ62億haと推定されていた世界の森林面積は現在約40億haであり、2000～2010年における森林面積は年平均520万ha減少していると報告されています⁵⁾。生物多様性や水資源の保全、そして社会的・経済的な役割を果たしていけるよう、世界の森林を守るための知恵が私たちに問われています。

文 献

- 1) IPCC: IPCC National greenhouse gas inventory programme (2006).
- 2) 太田岳史, 小谷亜由美: 海外の森林と林業 **89**, 38 (2014).
- 3) 千葉幸弘: 日本LCA学会 **20**, 201 (2010).
- 4) 松本光朗, 塚田直子: 季刊森林総研 **21**, 4 (2013).
- 5) FAO: 世界森林資源評価 (2010).