

四国の森を知る

No.47 Aug 2026

四国から世界へ広がる木質バイオマス燃料の可能性

産学官民連携推進調整監 吉田 貴紘

4月より着任しました吉田貴紘です。専門は木質バイオマス燃料です。どうぞよろしくお願いいたします。

我が国はエネルギーの8割以上を海外に依存しており、国産資源の活用は自給率向上の観点から極めて重要です。なかでも再生可能エネルギーは自給可能であり、その導入拡大で化石燃料消費の削減や温室効果ガス排出の抑制が期待されます。特にバイオマスは生物由来の有機資源であるため、太陽光や風力に比べて出力調整しやすく、エネルギー供給の安定性に資する利点があります。特に四国は総面積の約4分の3を森林が占めており、木質バイオマス資源の有効活用が期待されます。

木質バイオマスを燃料に使うには、気体（メタン等）、液体（エタノール等）、固体（薪、ペレット、チップ、木炭等）の形態がありますが、ここでは固体の木質ペレット燃料を紹介します。木質ペレットは直径6～8mm程度の円柱状の燃料で、薪やチップと比較して品質が均一で取り扱いしやすい特徴があります。その用途は幅広く、家庭用・業務用の暖房・給湯に加え、高知県では農業用ハウスの加温、愛媛県や高知県では小規模な発電にも活用されています。さらに最近では、従来の炭化より低い温度（約250～300℃）で処理する半炭化（トレファクション）ペレットの実用化が進んでいます。半炭化燃料は従来品に比べて発熱量が2～3割高く、耐水性や保管性にも優れる特徴があり、今夏に愛媛県に量産工場が完成しました。この工場で生産される半炭化燃料は、石炭火力発電所で石炭に混ぜて大規模に利用される予定であ

り、石炭の利用量を減らすことで温室効果ガスの削減が期待されています。

しかし、我が国では価格や調達量の観点から木質ペレット燃料の海外依存度が高く、国産の50倍以上の量のペレットが輸入されています。そうした中、前出の半炭化燃料の量産工場は国産の樹皮を原料にしており、国産資源の活用にも寄与しています。

木質バイオマス燃料の利用技術開発に並行して、燃料品質の国際標準化も進展しています。国際標準化機構（ISO）は2014年以降、木質燃料を含む固体バイオマス燃料の規格整備を進めており、ペレット、薪、半炭化燃料などの仕様が定められています。

我が国においても、本年6月にISO規格に整合する木質ペレット燃料の日本農林規格（JAS）が制定されました。品質の国際規格への適合は燃料の信頼性確保に資するものであり、将来的な国際取引の基盤にもなります。今後、品質と安定供給の両面を確保できれば、四国産の木質バイオマス燃料が国内で活用されるだけでなく、海外にも評価され、輸出商品としての展開も不可能では無いと考えられます。

目次

- 四国から世界へ広がる木質バイオマス燃料の可能性 1
- 針葉樹人工林で葉の量を正確に推定する「パイプ法」 2
- 森の豆知識シリーズ(17) 4
- 歩行型3次元レーザースキャナによる2つの点群の位置合わせ
- お知らせ





針葉樹人工林で葉の量を正確に推定する 「パイプ法」

チーム長（林地保全担当） 稲垣 善之

スギやヒノキの人工林の炭素固定機能や物質循環を理解するうえで葉の量（葉量）を推定することはとても重要です。葉量を推定するためには、落葉広葉樹であれば、1年以内にすべての葉は落ちてくるので、地面（林床）にかごを置いて1年分の葉を集めれば樹冠の葉量を推定することができます。一方でスギやヒノキは葉の寿命が約5年もあるのでこの方法は使えません。正確に推定するためには、木を切り倒して葉量を測定することが必要です。切り倒した木の葉量と胸高幹面積や樹高の間に関係式（アロメトリー式）が得られ、葉量を推定することができます。しかし、このアロメトリー式は気象条件や土壌条件の影響を受けて変化することが知られており、すべての人工林で共通の式を利用することができません。さらに人工林で間伐をしたときには、残った植栽木に多くの光が当たるため、葉量は増加しますが、アロメトリー式も変化することが予想されるため、正確に葉量を推定することは

非常に困難です。これらの困難を解決するために、私たちはパイプモデル理論に基づく簡易な葉量推定手法（パイプ法）を開発しました。本稿ではこのパイプ法について説明するとともにこの手法を高知県西部の標高の異なるヒノキ林に適用し、間伐の影響を評価した事例を報告します。

パイプモデル理論とは、篠崎吉郎博士らによって1964年に発表された樹形と葉量に関する理論であり、枝下幹面積と葉量には比例関係があることを明らかにしたものです（図1）。この関係を利用するためには、樹冠の一番下の枝の高さ（枝下高）における幹直径を測定する必要があります。高い場所での幹直径の測定は非常に困難であったため、実際に葉量を推定した研究は多くはありませんでした。今回のパイプ法では、枝下幹面積を、樹高、枝下高、胸高幹面積から間接的に推定することが可能になりました。式の形は少し複雑ですが、様々な条件のスギやヒノキについてこの関

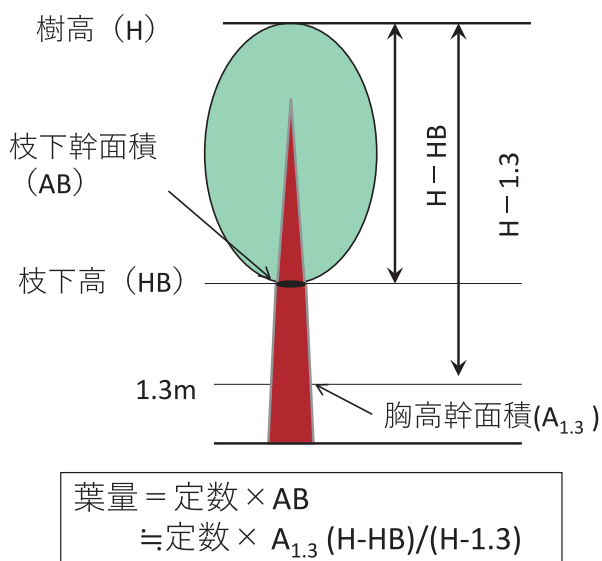


図1 パイプ法による葉量の推定
Inagaki et al (2020) を改変

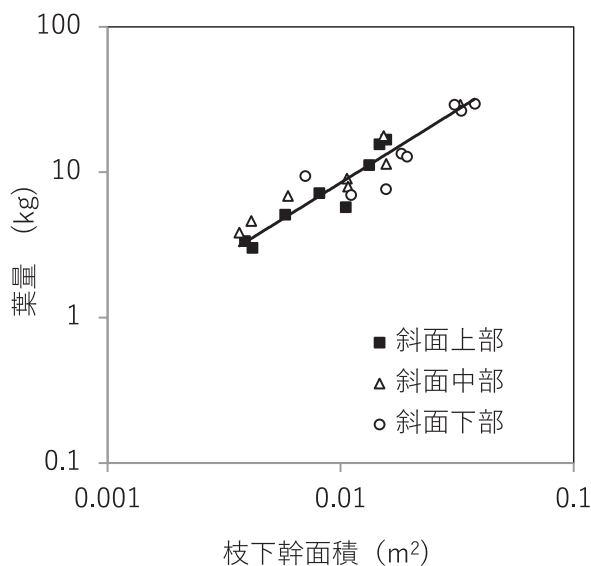


図2 斜面位置の異なるスギ林における葉量の推定
Inagaki et al (2020) を改変

パイプ法の有効性を、斜面上の異なる地形でスギの伐倒調査のデータを用いて検討しました(図2)。この図は関東地方の国有林内の斜面位置の異なる3地点で伐倒したスギの測定結果です。枝下幹面積と葉量の関係は斜面位置が異なっても共通の式を利用できることがわかりました。

間伐後の葉量の変化について、パイプ法を用いて評価した研究を紹介します。間伐の遅れた人工林では、隣り合う木の樹冠が接して（林冠閉鎖）しており、樹冠下部では光が少なく、葉を維持することができずに枝葉は枯れてしまいます。この状態を枝の枯れ上りと呼んでいます。一方で、間伐をすると光は樹冠下部まで届くようになり、枝の枯れ上りは起こりにくくなります。葉量を正確に推定するためには、間伐による枝の枯れ上りの変化を考慮することが重要になります。パイプ法を用いることによって枝の枯れ上りを考慮した葉量の推定が可能になります。つまり、枝が枯れ上がると、枝下高が高くなり枝下幹面積も減少するため、枯れ上りによる葉量の減少を評価することができます。

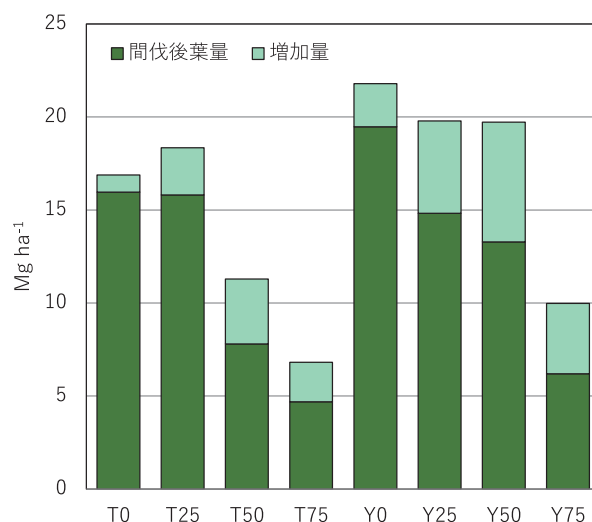


図3 ヒノキ間伐試験地における間伐後10年間の葉量増加
稲垣(2021)から作図

りました。同じ地域の中で間伐率の異なる林分を比較すると、50% 間伐区で、林分あたりの葉量の増加が最も大きくなりました。75% 間伐区では、個体あたりの葉量の増加は大きいものの、残存する個体数が少ないために、林分あたりの葉量の増加は限定的であることがわかりました。

パイプ法を用いることによって、樹高、枝下高、胸高幹面積を測定するだけで、高精度に間伐後の葉量の変化を評価することが可能になりました。日本各地の針葉樹人工林において強度な間伐を実施し、広葉樹の発達を促すことで生物多様性の高い針広混交林へ誘導する施策が導入されつつあります。広葉樹にとっての光環境を評価するためには、針葉樹の葉量の変化を正確に予測することが重要であり、パイプ法の活用が期待されます。

参考文献

- Inagaki et al. (2020) *Trees* 34: 349-356.
 稲垣善之ら (2021) 森林総研研報 20: 277-285
 Shinozaki et al. (1964) *Jpn. J. Ecol.* 14: 97-105.

