

森林の公共性と経済性に資する持続的林業経営支援システムの構築

中島 徹 (東京大学 大学院農学生命科学研究科)
nakajima@fr.a.u-tokyo.ac.jp

林業経営では経済性ととともに公共性も求められ、行政・経営者はさまざまな時空間スケールにおいて複雑な意思決定を迫られる。本研究は、林業経営の収益性、炭素固定、労働量、木材生産量等について、多様な自然・社会経済条件を想定したシミュレーションを行い、経済性と公共性のトレードオフを様々な時空間スケールで解明した。さらに、この成果を最適な意思決定を支援する実務的なシステムへと体系化し、実測値等との比較・検証を行った。具体的には、以下のように、森林の現状把握、将来予測、森林管理方針の最適化を踏まえて、林業の経済性と炭素固定等の公共性を総合的に捉え、意思決定支援システムの構築に取り組んでいる。

(1) 森林・林業の情報の広域把握

航空機レーザースキャナーなどのリモートセンシングにより森林における樹木の樹高・直径、地形情報を計測し(図1)¹⁰⁾、現地調査で、直接計測された真値と比較することによって検証した。これらの現況情報から将来の樹高成長等の予測可能性を解明し(自然条件)、さらに、全国からデータを収集して、補助事業等の実態を解析^{2),4)}した(社会経済条件)。これらの広域情報は、後述の研究(2)のモデル化にも生かされている。

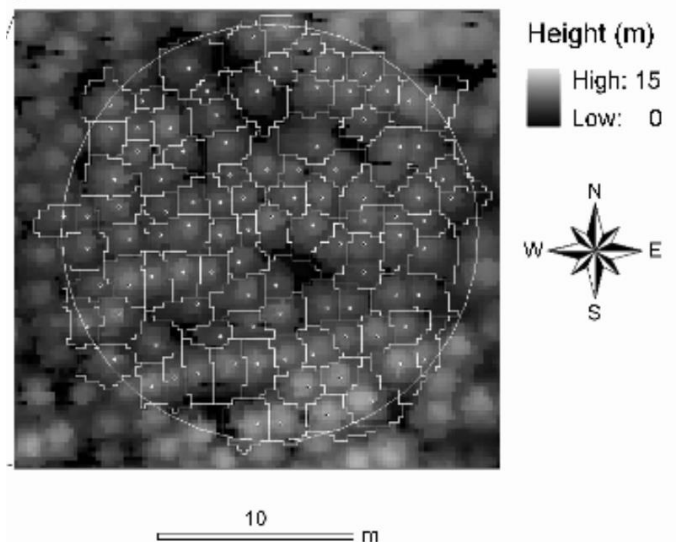


図1 三次元計測による単木抽出

(2) 林業の収益・長期リスク等を高精度で予測するモデルの開発

全国の毎木調査結果や、航空写真・航空機 LiDAR 等の三次元計測によって林況や状態の変化に対するモニタリングを行った(図2)。把握された林状の変化を基礎とした森林の成長予測や地況・林況の違いによる風倒被害リスクのシミュレーションを行った⁵⁾。研究対象は初期状態や保育作業の実施状況が多様な人工林⁷⁾とし、かつ長期的な時系列データが利用できるスギ・ヒノキ・カラマツ・トドマツ・アカマツ等を中心に選抜した。これらの蓄積された時系列データに対して、既往の森林成長予測ツールを拡張して適用し、精度検証を行なった(図3)。こうして開発した高精度の成長モデルとリモートセンシングの手法で広域に把握した森林情報(前述の(1))を統合し、森林の成長や地況・林況の違いによる風倒被害リスクを広域で予測するシミュレーションを実現した。

なお、この成果の一部⁸⁾は、解説書や使用マニュアルとともにウェブサイトを通じて公開され、森林・林業関係の民間業者・行政担当者に幅広く利用されるに至っている。

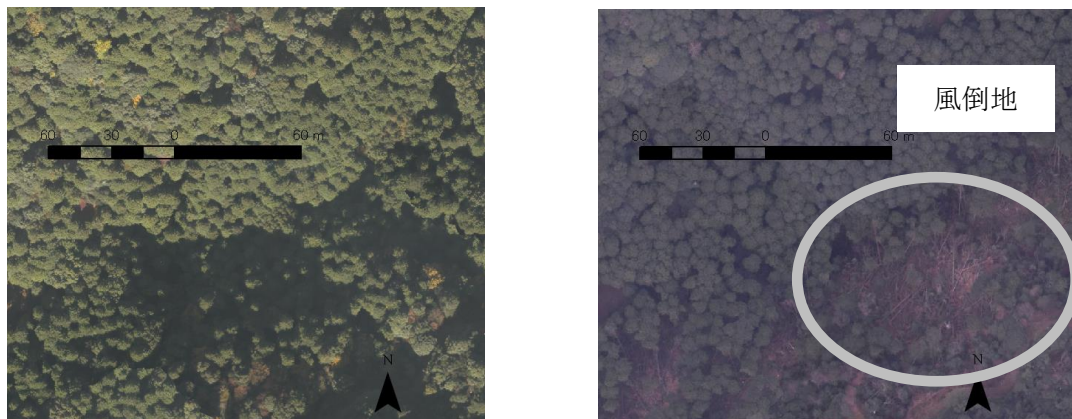


図2 台風前後のリモートセンシングによる風倒地の把握

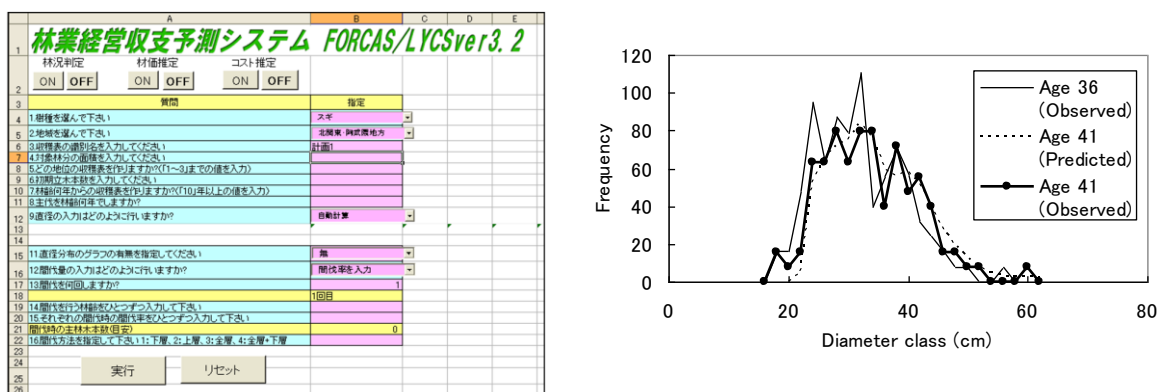


図3 森林の成長・林業経営収支予測システムと現地計測による検証

(3) 林業経営における採算性・炭素固定・雇用創出等の意思決定支援

上記の成果をベースに、林業労働量・収益性等の森林の多様な側面をシミュレーションで分析して最適解¹⁴⁾を求め、短期的な伐採から長期的な循環的利用まで、あるいは所有者レベルから国レベルまで、様々な時空間的スケールで森林の公共性と経済性を両立する意思決定支援システムを構築した。森林の炭素固定量も定量化できる本システムは政府関連省庁のカーボンオフセット制度（J-CREDIT等）における森林吸収量評価や、行政の事業を通して京都議定書やポスト京都議定書の次期枠組みなど、日本の森林CO₂吸収量推定においても活用されている。

(4) 森林の理論研究と林業経営・計画策定への応用研究の統合

以上のように、本研究では森林の現状把握からシミュレーションおよび最適化にいたるまで研究を幅広く展開してきた。その中で、森林計画の策定・実行・モニタリング・計画の改

善というPDCAサイクル（図4）において森林・林業の公共性と経済性を高度にバランスさせる意思決定支援をシステム化するという試みを、林分レベルから国レベルにかけて継続して実施している。例えば、対象とした全国の人工林面積において、約3割が経済的に循環可能な資源として推定され、国策で志向されている100年後の人工林面積の約半分となった。これらの経済的に循環可能な人工林の土地生産力を最大限活用されると仮定した場合、年平均素材生産量は、約3500万m³と推定された。これは、直近5年間における全国の年平均素材生産量の約1.5倍であり、その他の広葉樹等の生産量を考慮すると、長期的には国策として志向されている国産材供給（4000万m³/年）を達成し得る可能性を示唆された。他方、人工林において、南九州をはじめ、経済的に持続的な木材供給可能性と近年の実績値の類似する地域もみられる反面、今後、需要の拡大や安定的な林業労働力の維持を前提に、より素材生産量の向上を見込める地域差も示唆された（図5）。将来的に増産の見込める潜在的な素材生産量の約4割は、東北地方以北に分布していた。中長期的な国産材の供給量を拡大するうえでは、現時点で高い生産量を維持している地域での確実な再造林と、増産の見込める地域での需要拡大や供給にみあった生産性の向上など、地域によって異なる課題の認識と方策が求められる。

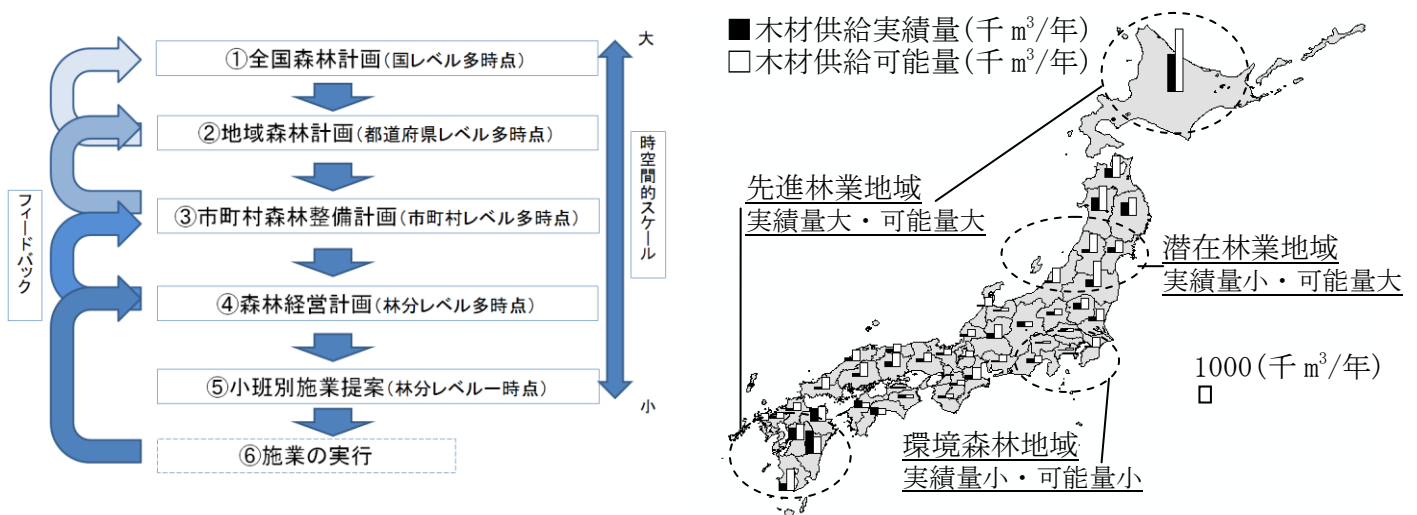


図4 森林計画の策定・実行・モニタリング・ 図5 経済的な木材の供給可能性と実績量
計画の改善

謝辞

日本森林学会よりご推薦をいただき、本賞を賜ったことに心より御礼申し上げます。また、本研究は、東京大学大学院農学生命科学研究科・森林経営学研究室、国際森林環境学研究室で実施したものであり、学位論文の執筆・審査にあたり、白石則彦先生、龍原哲先生、露木聡先生、広嶋卓也先生をはじめ、ご指導をいただいた諸先生方や、調査にご協力いただいた皆様に、感謝申し上げます。

本研究の成果は、森林総合研究所の松本光朗氏、鹿又秀聡氏をはじめとする多くの方々との共同研究によるものです。この場を借りまして、厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 中島 徹, 広嶋 卓也, 天野 正博 (2006) 京都議定書 3 条 4 項林面積の算定手法の検討. 日本森林学会誌. 88: 181-186.
- 2) Hiroshima T, Nakajima T (2006) Estimation of sequestered carbon in Article-3.4 private planted forests in the first commitment period in Japan. *Journal of Forest Research*. 11: 427-437.
- 3) 中島 徹, 白石 則彦 (2007) 伊勢神宮・式年遷宮への木材自給計画に対するシステム収穫表 LYCS の適用. 日本森林学会誌. 89: 21-25.
- 4) 中島 徹, 広嶋 卓也, 白石 則彦 (2007) 地域レベルの森林整備と林業補助金制度に関する実証的検討: -岐阜県を事例として-. 森林計画学会誌. 41: 179-186.
- 5) Nakajima T, Lee J S, Kawaguchi T, Tatsuhara S, Shiraishi N (2009) Risk assessment of wind disturbance in Japanese mountain forests. *ECOSCIENCE*, 16: 58-65.
- 6) Nakajima T, Matsumoto M, Tatsuhara, S (2010) Development and application of an algorithm to estimate and maximize stumpage price based on timber market and stand conditions. *Journal of Forest Planning*, 15: 21-27.
- 7) Nakajima T, Matsumoto M, Sasakawa H, Ishibashi S, Tatsuhara S (2010) Estimation of growth parameters using the local yield table construction system for planted forests throughout Japan. *Journal of Forest Planning*, 15(2): 99-108.
- 8) 松本光朗, 中島徹, 細田和男 (2011) システム収穫表 LYCS の改良. 日本森林学会誌. 93: 187-195.
- 9) Nakajima T, Kanomata H, Matsumoto M, Tatsuhara S, Shiraishi N (2011) Cost-effectiveness analysis of subsidy schemes for industrial timber development and carbon sequestration in Japanese forest plantations. *Journal of Forestry Research*, 22(1): 1-12.
- 10) Nakajima T, Hirata Y, Hiroshima T, Furuya N, Tatsuhara S, Tsuyuki S, Shiraishi N (2011) A growth prediction system for local stand volume derived from LIDAR data. *GIScience & Remote Sensing*, 48(3): 394-415.
- 11) Nakajima T, Tatsuhara S (2012) Silviculture guidelines for developing mixed forests in old coniferous plantations under long-rotation stand density control. *Forest Science and Technology*, 8(3): 127-134.
- 12) Nakajima T (2016) Estimating tree growth using crown metrics derived from LiDAR data. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 44: 217-223.
- 13) Nakajima T, Kanomata H, Matsumoto M (2016) Visualization of optimized solution space using a simulation system for the development of local forest management planning. *Annals of Forest Research*, 59(1): 117-128.
- 14) Nakajima T, Shiraishi N, Kanomata H, Matsumoto M (in press) A method to maximize forest profitability through optimal rotation period selection under various economic, site and silvicultural conditions. *New Zealand Journal of Forestry Science*
- 15) Nakajima T, Shiraishi N, Kanomata H, Matsumoto M (in press) Development and analysis of an opportunity cost simulation accounting for the spatial distributions of local forest management. *Annals of Forest Research*