

様式 6-3

平成 24 年度 交付金プロジェクト研究課題 終了評価結果

課題名：森林バイオマスの強度収穫と林地保続性の共存

主査氏名（所属）：大原誠資（COD）

担当部署：立地環境研究領域、林業工学研究領域、加工技術研究領域、森林管理研究領域、林業経営・政策研究領域、東北支所

参画機関：秋田県立大学、（株）ウエノテックス

研究期間：平成 21～24 年度

1. 目的

2050 年に向けて低炭素社会を確実に実現することが大きな政策目標となっている。この達成には、太陽光、地熱、風力、水力、波力、バイオマス等あらゆる新エネルギーの利用と省エネの推進の統合が必要となる。こうした社会情勢を背景に、バイオマスの中で最大量を誇る森林バイオマスをバイオエタノール製造やバイオマス発電などに利用に対する社会の需要・期待は増すばかりである。

木質バイオマス需要の長期的な増大傾向は、必然的に森林への負荷を増大させるであろう。森林バイオマスの強度収穫にあたっては、残存バイオマスが少なくなることによる林地環境への影響に対する社会的な関心・懸念が生じており、それらに関して長期的な視点から研究体制を構築し、科学的な知見を提供する必要がある。一方では、人工林の長伐期化にともない、間伐を定期的に継続しながら森林バイオマスを強度収穫する方法を確立することが林野行政から要請されている。

本課題では、以上の背景に答えることを最終目的とする。具体的には、北秋田市バイオマスタウン構想に組み込まれている木質バイオエタノール製造実証化事業に対して木質バイオマスの安定的な需給体勢を構築すること、将来的なバイオマス需要の増大を見越して森林生態系に及ぼす影響についての研究を先駆的に行うこと（東北森林管理局内に試験地を確立）、これをベースとして地域社会の中で需要と供給を適切にマッチングさせるシステムを構築することを目的とする。

2. 全期間における研究成果の概要

推進モデル

バイオマス発電と小規模熱利用の経済性評価が行えるようツールの改善を行った。前者に関しては、10 円/kg-50%（湿量基準）であれば 5700kW 発電が実行可能であると評価された。昨年度の結果から、その価格の下で 2 市において 7 万 t-50%の供給ポテンシャルが示されており、これは燃料をほぼまかなえる値であるが、既存の流通に影響を及ぼすのは間違いないことや、100%収集は困難であることから、事業方法を変更するとともに集荷範囲を拡大する必要があるが指摘できる。他方、小規模熱利用に関しては、半乾燥チップの利用が前提となるが、10 円/kg-50%のチップを乾燥施設経由で 18 円/kg-35%で供給すれば、灯油を多量に使用している 18 ヶ所の施設（4734t-50%/年）で導入メリットが得られる結果となった。

供給システム

秋田地域の地形、地利、林分、作業実施状況等を分析した結果、スギの利用間伐適期林が多いこと、低規格路網とプロセッサを組み合わせた伐出作業システムが広く普及していること等が明らかになった。これを踏まえ、バイオマス強度収穫試験地を秋田森林管理署管内に設置し収穫試験を行った。全木、全幹、短幹の集材方式の違いによる搬出作業を比較した結果、全木方式では、バイオマス搬出の生産性（4.79t-dry/人日）は全幹方式（6.31t-dry/人日）に比べ低いものの、用材の生産性が高いこと、枝条を含めることによりバイオマス量（28.7t-dry/ha）の確保が容易であること等から効果的な作業方法である

ことがわかった。これらの結果を用いて、北秋田を中心とするバイオマス発生量および収穫コストを算定した。収穫コスト 15,000 円/t-dry 未満であれば、バイオマス収穫可能量は枝条 60 千 t-dry/年、端材 429 千 t-dry/年、混合 317 千 t-dry/年であり、素材生産に併せてバイオマス搬出を行うことにより搬出コストは最大 1/4 まで削減できる可能性が示された。

破碎技術

破碎エネルギーと輸送エネルギーからトータルの消費エネルギーを求めた。端材では、破碎、輸送条件にかかわらず全条件で定置型の消費エネルギーが小さくなった。末木枝条では、概ね定置型が有利であったが、スクリーンサイズが大きく、運搬距離が長いと移動型が有利になる場合もあった。また、生産コストを試算したところ、スクリーンサイズが 50mm の場合、端材では定置型のコストが低く、末木枝条では移動型のコストが低くなる傾向が見られた。

影響評価

強度収穫による土壌養分への影響を評価するため、枝条等をすべて収穫する全木区 (100% 区) と枝条を残す短幹区 (0% 区) にイオン交換樹脂バッグを設置し、土壌中の交換性塩基量の収支を調べた。土壌への交換性塩基の流入量は、間伐後半年間に限っては 100 % 区で多い傾向がみられたが、それ以外の期間は両区の違いは少ないか、0 % 区でやや高い傾向であった。但し 0 % 区では、残存枝条が褐変し分解が進んだ期間にカリウム流入量が有意に高くなった。一方流出量は 100 % 区の方がいずれの期間も多い傾向を示し、枝条除去によって交換性塩基が流出した。強度収穫を行うと、枝条に含まれる養分の森林生態系外への持ち出しに加えて、枝条除去処理によっても短期的には生態系からの養分流出が起り得ることが明らかになった。

上木の成長については、被圧個体の影響を除外するために、直径で上位 20 本のスギ個体のみを解析の対象とし、断面積成長量を両区で比較した。間伐後 2 年間の成長に関しては成長量の平均値に統計的に有意な差はなかった。

3. 全年度の発表業績

平井敬三・小野賢二・相澤州平・阪田匡司・真田 勝(2010) 土壌特性と植栽木の成長に対する全木集材の影響. 東北森林科学会大会講演要旨集 15:77. (査読なし)

Keizo Hirai, Kenji Ono, Shuhei Aizawa, Tadashi Sakata, Masaru Sanada, Koichi Yamamoto(2010) Impact of whole tree harvesting in natural fir stand on soil property and tree growth of spruce plantation in immature soil at Hokkaido, northern Japan. Abstract Joint Japanese-Finnish Forest Research Seminar Forestry in changing environments. (査読なし)

天野智将ほか. 森林からバイオマスを強度に収穫する事の経済性と林地の健全性の両立は可能かー森林総合研究所の取り組みー, 第 7 回バイオマス科学会議発表論文集, 70-71(2012) (査読なし)

久保山裕史・上村佳奈・山本幸一 (2010) 輸送コストを考慮した木質バイオマス供給可能量の推定、第 121 回日本森林学会大会講演要旨集、I05 (査読なし)

久保山裕史 (2010) 林地残材の経済的なエネルギー利用について考える、森林と林業、p16-17 (査読なし)

Kiyohiko Fujimoto, Yuji Ikami, Takahiro Yoshida, Tsutomu Takano, Chipping energy of woody biomass: effect of species and dimension, The International Forestry Review, Vol.12 (5), p. 292, 2010. 8 (査読無し)

Koichi Yamamoto. Perspectives on the use of woody biomass for energy production after the 2011 Tohoku Earthquake in Japan. Asia-Pacific Forestry Week, Session: Wood Energy in Asia and pacific, Opportunities and Challenges, November 7-11, Beijing, China, p15 (2011). (査読なし)

Kiyohiko Fujimoto, Yuji Ikami, Takahiro Yoshida, Tsutomu Takano, Manufacturing Energy of Small Particle from Oil Palm (*Elaeis guineensis*) Trunks, Book of Abstracts of 4th USM-JIRCAS Joint

International Symposium, p.42, 2011.1 (査読無し)

山田 毅・天野智将・櫃間岳・小谷英司・下田直義・西園朋広・稲垣善之・平井敬三・小野賢二・山本幸一(2011) 収穫強度の異なるスギ間伐林における立地環境-田沢湖試験地におけるバイオマス収量量- 日本森林学会大会学術講演集 122 (CD-ROM) : Pb2-56 (査読なし)

Fujimoto Kiyohiko, Ikami Yuji, Yoshida Takahiro, Takano Tsutomu. Effect of Crushing Condition on Crushing Energy of Lumber, Proceedings of 20th International Wood Machining Seminar, 453-458(2011) (査読なし)

藤本清彦, 佐々木達也, 伊神裕司, 陣川雅樹. 林地残材の破碎生産性および破碎エネルギーに及ぼす破碎機種類およびスクリーン径の影響, 日本エネルギー学会大会講演要旨集, 20:138(2011) (査読なし)

山田毅・平井敬三・竹中千里(2011) 林地残材の収穫強度の違いが土壌化学性におよぼす影響の評価-土壌バグ法による検討- 東北森林科学会講演要旨集 16: 54 (査読なし)

Kamimura, K., Kuboyama, H., Yamamoto, K. Wood biomass supply costs and potential for biomass energy plants in Japan. Biomass and Bioenergy 36:107-115 (2012). (査読あり)

Fujimoto Kiyohiko, Hirano Aya, Yoshida Takahiro, Ikami Yuji, Takano Tsutomu, Manufacturing Energy of Small Particle from Oil Palm (*Elaeis guineensis*) Trunks, JIRCAS Working Report, 73, 423-427, 2012. 03, (査読有り)

久保山裕史, 上村佳奈(2012) 木質バイオマスの経済的な供給ポテンシャルの推計, 山林 No. 1538 : 20-27, 2012. 7 (査読なし)

吉田智佳史ほか(2012) バイオマス対応型プロセッサによる造材・破碎作業の生産性, 森林学会要旨集 123, Pa100 (査読なし)

Chikashi Yoshida et al. (2012) Development and performance evaluation of a forwarder with compression equipment for biomass, IUFRO RG3.03, Nagoya (査読なし)

藤本清彦, 佐々木達也, 伊神裕司, 陣川雅樹, 青木洋一, 井部誠, 林地残材の一次破碎における生産性および消費エネルギーに及ぼす破碎条件の影響, 日本エネルギー学会大会講演要旨集, 21, 180-181, 2012. 08, (査読なし)

Tatsuya SASAKI, Kiyohiko FUJIMOTO, Masaki JINKAWA, Chikashi YOSHIDA, Masahiko NAKAZAWA, Takumi UEMURA, Tomomasa AMANO, Kuniaki Furukawa, Productivity of crushing forest residues with mobile wood grinders, Proceedings of International Ergonomic Workshop of IUFRO RG3.03, 2012, (査読なし)

山田毅・平井敬三・竹中千里(2012) 林地残材の収穫に伴うスギ林土壌への初期影響 日本森林学会大会学術講演集 123 (CD-ROM) : Pa0-20 (査読なし)

山田毅・平井敬三・竹中千里(2012) 林地残材の収穫強度の違いが土壌の交換性塩基動態におよぼす影響の評価-イオン交換樹脂法による検討- 東北森林科学会講演要旨集 17: 12 (査読なし)

吉田智佳史ほか(2013) 圧縮機構を装備したバイオマス対応集材車両の開発と作業性能の評価-林業バイオマス搬出作業の生産性-, 森林学誌 28(1) (査読あり)

T. Yamada, C. Takenaka, S. Yoshinaga, and K. Hirai Long-term changes in the chemical properties of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) forest soils under high precipitation in southwest Japan J. For. Res. (DOI 10.1007/s10310-012-0381-y) (査読有り)

久保山裕史(2013) 木質バイオマス発電の可能性と課題, 第124回日本森林学会大会講演要旨集, Vol. 125, 2013. 3 (査読なし)

吉田智佳史ほか(2013) 集材方式の違いによる用材・バイオマス搬出システムの作業効率の比較-秋田県仙北地域における事例-, 森林学会要旨集 124, P2-172, (査読なし)

佐々木達也, 藤本清彦, 陣川雅樹, 吉田智佳史, 中澤昌彦, 天野智将, 上村 巧, 古川邦明, 高田克彦, 破碎サイズが林地残材の破碎生産性とコストに及ぼす影響, 森林学会 124 (発表予定), 2013, (査読なし)

平井敬三・小野賢二・山田 毅・天野智将・山本幸一・相澤州平・阪田匡司・真田 勝(2012) 森林バイオマスの強度収穫に伴う養分持ち出し量とその後の土壌および樹木成長への影響 -特に養分

に富む枝葉の収穫影響に注目してー バイオマス科学会議発表論文集 7: 68-69 (査読なし)

山田毅・平井敬三・竹中千里・天野智将 (2013) 林地残材の収穫強度の違いがスギ林土壌の交換性塩基動態におよぼす影響 日本森林学会大会学術講演集 124 (CD-ROM): (予定) (査読なし)

4. 評価委員氏名 (所属)

中田俊彦 (東北大学大学院工学研究科教授)

5. 評価結果の概要

森林バイオマス利活用にあたっては、数十年の長期森林育成の時間軸と、日単位の効率性が要求される木材利用の市場性を組み合わせて、全体システムの整合性と最適性を促す視点が要求されている。地域特性、たとえば土壌、気象等の自然条件、樹種、伐採計画等の林業条件、エネルギー需要、エネルギー市場等の社会条件への深い理解に基づく知識の体系化が求められている。GIS を利用した数理モデルの開発は、まさに知の蓄積を公開して社会に貢献する先駆的なアプローチであろう。わが国唯一の森林分野の国立研究機関として、異なる時間軸と多様な社会ニーズに応える研究マネジメントを期待する。

研究プロジェクトの初期の目標を達成している。

6. 評価において指摘された事項への対応

従来、推計のみで算出されることの多かった搬出可能な森林バイオマス量については、実測値を基にマップ化、算出を行ったという事において評価を得た。今度は、現場の推移を見ながら条件を多様化し、広い地域で適用できるようなプロジェクトを検討したい。

林地の持続性については、今回確立した試験地を長期的に維持しモニタリングすることで、今後の社会的ニーズに対応していきたい。また同時に様々な気象条件のある国内での観測データの多点化を図ることによって、我が国における森林バイオマス利用のガイドライン作成に向けた研究の蓄積を計っていきたい。