

研究代表者	所属学系・職名 生物・農学系・教授 氏 名 原田 茂樹
研究課題	遠隔環境情報解析技術を用いた森林内バイオマス量推定と含有セシウムの湿式酸化処理による減量・低減を通じた森林環境改善効果の評価 Study on the forest environment improvement strategy via estimation of forestry biomass by remote methods and following wet oxidation decontamination of the biomass using wet oxidation method
成果の概要	<p>背景と目的：国内では森林除染という考えよりも森林管理という考えにより、福島第一原発事故後にセシウム汚染を受けた福島県内の森林における汚染低減化を進めることが必要である。水源林としての管理、山菜・キノコなどの食料生産場として、また再生可能資源として注目されている間伐材の採取など、森林に人間が立ち入る必要性が高いためである。これまで、申請代表者（原田茂樹）は宮城県最南端の丸森町森林で調査を行うとともに、次亜塩素酸ナトリウムを用いたバイオマスの湿式酸化処理手法を開発してきた（例えば、Harada & Yanagisawa（2017）；原田ら（2019）など）。一方、分担者（林誠二）は福島県内の森林・溪流部などで、森林から流出するセシウムの動態を調査してきた。また、分担者（牧雅康）は、リモートセンシング技術を用いた森林や農地の計測に関する研究を行っており、植生の分類や生育量の推定等の実績がある。これまで行った調査から明らかになっていることは、宮城県丸森町森林、福島県内森林において、ほとんどのセシウムは土壌に移行しそこで再循環をしている、宮城県丸森町森林（原田茂樹取得データ：発表準備中）でも、福島県内森林（森林総合研究所公表データ）でも、空間線量率が2013年から2014年にかけて急に低減している、PM_{10}を裏付けるものである（森林土壌中での浸透損失、土壌表面での新葉による被覆効果があると考えられている）。一方、PM_{10}で宮城県丸森町森林と福島県森林で違いがうまれるのは森林樹種の違いであると考えられ、初期のセシウムブルームの受け方の差（針葉樹ならば葉に遮断され、落葉広葉樹ならば林床に直接インプットされた）、またその後の動態の差が示された物と考えられる。これらのことから、遠隔環境情報解析による樹木種同定結果と現場での調査結果を併せて解析していくことは意義が大きいといえる。また、遠隔環境情報解析により、森林管理の対象となる森林のバイオマス賦存量評価を事前に行い、湿式酸化処理技術適用計画を立案できれば、処理技術適用エリアのゾーニング・優先順位付け・処理費用見積が可能となり、費用対効果の事前評価という重要な視点につながる。</p> <p>本研究では、林誠二が調査研究の実績をもつ福島県田村市森林（都路地区）、原田茂樹が調査研究の実績をもつ宮城県丸森町森林（筆甫地区）での調査研究を通じ、遠隔環境情報把握手法による落葉前後の状態把握の可能性検討、その結果の湿式酸化処理への適用の可能性検討、処理結果が反映される森林空間線量率の決定機構についての検討、森林からのバイオマスの流出機構と制御手法の検討、を行うことを目的として研究を行った。</p> <p>方法：田村市森林では、プラントキャノピーアナライザー（LAI-2200TC, LI-COR社製）によるLAI（Leaf Area Index、単位面積当たりの葉面積（m^2/m^2））推定と、ドローン（eBee Plus, SenseFly社製）による森林空撮を行った。前者は、落葉前の2020年10月21日、落葉後の2021年3月24日に、後者は落葉後の2021年3月24日に行った。また、田村市森林、丸森町森林において、空間線量率をエネルギー補償機能のある空間線量計（EMF21ガンマ線スペクトルメータ：EMFジャパン株式会社、TSC-172B：日立メディカルケアー）、およびエネルギー補償機能のない簡易空間線量計（Horiba Radi PA-1000, PA-1100）を用いて計測した（田村市では2020</p>

年10月21日に、丸森町では2020年12月8日に実施)。さらに、福島大学構内の樹林に囲まれた農場(梶沢試験地(2020年10月22日))にて同様の計測を行い、比較を通じて、空間線量率決定機構について議論した。

丸森町では森林端からのセシウム含有バイオマスの流出状態と流出抑制手法について検討した。その結果については、技術的な評価に加え、現地住民との連携のあり方など、復興知の一つとして総合的に(安全と安心の考え、リスクコミュニケーションの重要性)とまとめた。

成果:対象地の写真とLAIの計測地点(落葉前後)を図1に示す。落葉後にはドローンによる同じ地点の撮影を行った(図2)。ドローンによる撮影により、落葉後の樹林環境は起伏や樹林の着色状態を含み詳細に把握できることがわかる。LAIの計測結果を図3に示す。森林計測の場合には、LAIは、正確にはPlant Area Indexとなり、落葉後に加え、幹・枝の存在量がLAIとして記録される。この図より落葉前後のバイオマス量を m^2/m^2 を単位として算出することができる。今後、現地での検証実験等により、単位を $g\ D.W.$ (乾燥重量)/ m^2 に直すことにより、湿式酸化法により処理すべき落葉量を算出できる。原田ら(2019)では、落葉広葉樹林がほぼ全てを占める同様の面積の丸森町森林端において、発生落葉量を550 kg D.W.と見積もっており、湿式酸化処理法の操作条件の一つとして実験系から算出した固液比(落葉と反応系容積の比)である40g/4Lを適用することにより、現地オンサイト処理が可能であることを示している。このことから調査地点においても湿式酸化処理法の適用は現実的であると言える。なお、ドローンはセンサーの稼働時期の関係から落葉後のみの撮影を行ったが、同様の撮影を落葉前に行えば落葉前後の差をみることができ、LAIからの落葉量の見積もりの検証となることが期待される。

Horiba Radiなど簡易空間線量計は研究者以外にも、住民や自治体が速やかにリスクの大きさの変動を把握できることから広く利用されている。しかし、その数値とエネルギー補償機能がある空間線量計との間には数値の違いがあることが指摘されてきた。著者らの計測では、簡易空間線量計は、エネルギー補償機能のある線量約1.2倍の数値を示し過大評価にあること、かつ、森林部や森林に囲まれた農場ではその過大評価の係数はほぼ一致することがわかった(原田・高橋、2020)。その差を生む理由は、森林でのコンプトン散乱などによる低エネルギー帯の線量評価にあると考えられ(御所ラボ 代表 細川好則、私信)今後、EMF21ガンマ線スペクトルメータなど、エネルギー帯ごとの線束密度分布を計測できる機器を用いて定量的に解析する必要がある。その際に、森林の複雑な構造から、モンテカルロ粒子法や点減衰核積分などのモデル計算を導入した評価の必要がある(原田、2021)。

丸森町森林端の溪流部でのバイオマス流出機構と、既存の石積み堰を用いた制御について検討し、その制御には技術的なメリットの他に、現地住民に安心をもたらすという副次的だが復興の上で最も重要な効果があることを視察やデータ解析、現地住民との連携を通じて総括した(原田・郷古、2021)。

引用文献: 1) Harada, S., Yanagisawa, M., 2017, Chemosphere, 2) 原田ら、2019、環境放射能除染学会誌、3) 原田、2021、農業農村工学会誌 水土の知、4) 原田・郷古、2021、復興農学会誌

主な発表論文: 1) 原田茂樹・郷古雅春、農業水利システムを活かした森林からのセシウム含有懸濁物質流出抑制技術と社会との関わり:復興知集積をめざした考察、復興農学会誌、1、3-13、2021、(査読付)、2) 原田茂樹、放射線量のモニタリングと計測、農業農村工学会誌 水土の知、89、512-513、2021、(査読付)

研究組織

代表者 原田茂樹 福島大学 食農学類 生産環境学コース教授

分担者 牧 雅康 福島大学 食農学類 生産環境学コース准教授

分担者 林 誠二 国立環境研究所 福島支部 研究グループ長

成果の概要



図1 対象地点写真とLAI観測地点



図2 対象地点ドローン写真(点線部は図1のLAI計測地点)

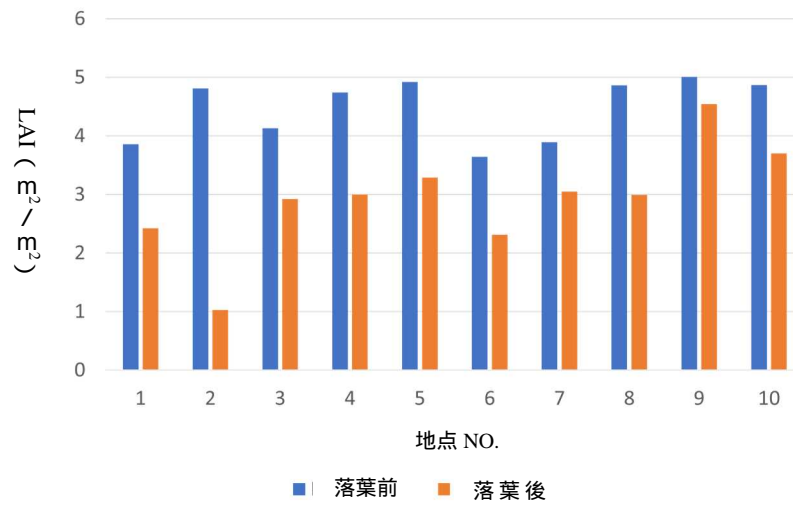


図3 落葉前後のLAIの変化