



福島原子力事故関連情報アーカイブ

FNA

Fukushima Nuclear Accident Archive

Title	湿式酸化法によるセシウム含有物質の減量・低濃度化における攪拌条件の検討
Alternative_Title	Analyses of the stirring conditions on the performance of the wet-oxidation radiation method - Volume reduction and Cs decontamination
Author(s)	原田 茂樹(福島大学) Harada, Shigeki(Fukushima Univ.)
Citation	第 12 回環境放射能除染研究発表会要旨集, p.6 The 12th Workshop of Remediation of Radioactive Contamination in Environment
Subject	セッション 2 : 除染技術と最終処分
Text Version	Publisher
URL	https://f-archive.jaea.go.jp/handle/faa/277777
Right	© 2023 Author
Notes	禁無断転載 All rights reserved. 「第 12 回環境放射能除染研究発表会要旨集」のデータであり、発表内容に変更がある場合があります。 学会は発表の機会を提供しているもので、内容に含まれる技術や研究の成果について保証しているものではないことをお断りいたします。



湿式酸化法によるセシウム含有物質の減量・低濃度化における攪拌条件の検討

原田茂樹 (福島大学 食農学類)

はじめに： 本稿では著者らによる湿式酸化法に関する研究¹⁻⁵⁾ のここまでのレビューを示した上で、攪拌条件の検討を加えた結果を示し、今後の展望を整理することを目的とする。湿式酸化法はバイオマスに含まれるあるいは付着するCsを液相中に移行する技術であり、完全混合槽という単純な系において、純水とバイオマスに次亜塩素酸ナトリウムを加え加温するだけで、対称バイオマス性状にもよるが、落葉の場合では減量・Cs濃度低濃度化とも数十%程度の効果が期待できる¹⁻⁵⁾。Cs収支が100%とれる、すなわち大気中にガス態のCsが逸失することがない安全性が高い技術であることが特徴である。既報¹⁻³⁾で湿式酸化法による減量と低濃度化の可能性を示し、さらに次亜塩素酸ナトリウム濃度、反応時間、反応温度についての最適値を、「宮城県伊具郡丸森町筆甫地区森林で得られる性状の異なる落葉が混合している場合」に対して示している⁴⁾が、それらの報告においては攪拌条件を固定している。現実の森林エッジ(森林から土地利用が農地や住居に開ける場所)で、小型のモバイルタンク状反応槽を用いオンサイト処理を行う場合を想定し、発生落ち葉量の推定値からみた技術の現実性を議論しており⁴⁾、この技術により森林から下流域まで一体となったエリアの安全性を高める^{4, 5)}という目的はある程度果たされ得る。森林から森林の下流へのバイオマス態Csの流出抑制手法⁶⁾とも組み合わせた管理や住民とのリスクコミュニケーション⁶⁾についての議論も含まれている。湿式酸化法の効果である減量・Cs濃度低濃度化については、バイオマスの「せん断破壊」と「溶出・洗出し」という2つの過程で起こることから、本稿では攪拌条件を変化させる⁷⁾こととそれらの効果の関係を、操作条件改善(攪拌シャフトへの落葉の巻き付きや、攪拌ムラを防ぐなど)のための落葉破碎の効果とあわせて検討した結果について報告する。なお、福島・宮城の県境に位置する宮城県伊具郡丸森町筆甫地区森林において、福島・宮城側の森林斜面の調査(2022年11月21~23日)を行い、減量・Cs濃度低濃度化を果たすべきバイオマスや土壌の存在を確認している。

材料と方法： 本研究における攪拌は、水とバイオマスが混合している系で行われている。つまり、液相とバイオマス、およびバイオマス同士の相互作用の大きさと攪拌条件の関係を知ることが大事になる。その評価の指標として、液相のみの攪拌ではないため、おこっている反応は分子拡散ではなく渦拡散ととらえ、渦拡散係数を用いることとした。渦拡散係数の計測は、ミキシングタイム法(食紅が反応槽内に均一になるまでを調べるもの)⁷⁾により行った。なお、食紅に加え、リン酸の混合状態計測という化学的判定⁵⁾により、ミキシングタイム法が主観のみならず客観的評価法としても用いることを確認した。攪拌子形状、攪拌子位置、回転数、反応槽容量を変化させ渦拡散係数を高める条件を確定した上で、既報⁴⁾よりも数倍程度の渦拡散係数を示す条件において、既報と同じ落葉を投下し、同じ反応温度(65°C)、反応時間(2h)、放置時間(一晚)のもとで減量・Cs濃度低濃度化の高まりを調べた。

結果と考察： 渦拡散係数の高まりが約数倍のとき、減量率は2%程度、Cs低濃度化度は約1割程度の増加がみられた。これらより渦拡散係数の増大そのものは直接的には減量よりも溶出において、対象としたバイオマスでは効果を示したといえる。減量率や低濃度化度の高まりは大きいとは言えなかった理由として、落葉を破碎したことの影響がある。攪拌は槽内の条件を均一化することが第一義的效果であり、落葉を破碎したことで均一化は進み、また操作性は高まり、計測誤差も減ったが、系内の落葉の運動としては、「同じ塊の落葉が横方向に一定速度で回転する」回転運動が卓越していた。すなわち塊の形状が変わらないまま回転速度が高まることにとどまり、水と落葉の相互作用による溶出・洗出し、落葉同士の相互作用によるせん断破壊を高めることにいたらなかったといえる。破碎することによる比表面積の高まりから次亜塩素酸ナトリウムの反応効率の上昇もあると考えられるが、減量率やCs低濃度化率の高まりには反映されなかった。攪拌槽内においては、複雑な縦横回転を与える方法を攪拌子の形状や攪拌方法の選択により行う必要があるといえる。特に後者は完全混合状態というこの技術の優位性を保ったまま行う必要がある。一方、既報^{3, 4)}の結果がほぼ再現され、手法の安定性が示された上、破碎により操作性も向上した。なお、破碎をさらに進めることは土壌や枝など物性の違うバイオマスへの適合性を高める。また、土壌中Csの移動性を高めると言われるバイオマス中TOCを非常に効率よく湿式酸化により除去できることが確認されており、現状の2つの評価指標にTOC低濃度化度を加えた流域安全性向上度の評価が必要となろう。また、投入エネルギー当たりの効果といった新たな指標の導入も必要である。

謝辞： 本研究はJST Crest研究費、農業農村工学会東北支部助成金、宮城大学研究費、福島大学グループ研究費(20RG018)、科学研究費補助金(21H0474300)の支援を受けた。丸森町関係者他、現地調査に参加した研究室メンバーに感謝する。

引用文献： 1)原田茂樹ら、環境放射能除染学会誌、2014、2)原田茂樹ら、環境放射能除染学会誌、2019、3)Harada, S. et al., Chemosphere, 2017、4)原田茂樹、環境浄化技術、2019、5)紙屋寿郎・原田茂樹、R4農業農村工学会東北支部大会要旨集、2022、6)原田茂樹・郷古雅春、復興農学会誌、2021、7)原田茂樹ら、水環境学会誌、1998

Analyses of the stirring conditions on the performance of the wet-oxidation radiation method:
volume reduction and Cs decontamination by Shigeki HARADA¹

¹ Fukushima University