

## 炭素固定が可能な廃プラスチックの炭化技術と砂漠地の土地劣化対策技術への適用

大嶺 聖 (長崎大学大学院工学研究科)

omine@nagasaki-u.ac.jp

**要旨:** 廃プラスチックと家畜糞の混合物を活用できる簡易炭化装置を作製した。炭化時に発生する可燃性の乾留ガスを燃料として活用することで、効率的に温度を上昇させることが可能となった。牛ふん堆肥に適切な量のプラスチックを混合すると安定的に燃焼し、燃焼温度が 700°C以上となり、600°C前後の炭化物が得られた。さらに、この簡易炭化装置をモンゴルの乾燥地で現地で発生する廃プラスチックと家畜糞を用いて炭化物を作製し、甘草の苗を植えた試験区に保水性を有する土壤改良材として活用することができた。

### 目的

多くの土地で気候変動の影響と考えられる砂漠化が進行し、希少植物の自生地が大きく減少し、生物多様性が失われると共に植生が消失している。モンゴルの半乾燥地でも砂漠化が進行し、貴重な薬用植物「甘草」の自生地が激減している。

本研究の目的は、炭素固定が可能な廃プラスチックの炭化技術と砂漠地の土地劣化対策技術への適用を図ることである。自然エネルギーを用いて廃プラスチックを炭化し、その炭化物を土壤改良材として利用するとともに、土壤水分センサーを用いた省水型灌水技術を組み合わせることにより、劣化土壤を植物が自生するように回復させ、レジリエンスを付与する新たな土地劣化対策技術の構築を目指している。

### 簡易乾留ガス化装置による炭化実験

無煙炭化器は有機系廃棄物を対象としておらず、大量の木材等のバイオマスが必要なる<sup>1)</sup>。そのため、熱分解で発生する乾留ガスのみを効率よく燃焼させ、ステンレス缶内の試料を炭化させることのできる簡易乾留ガス化装置を作製した(図1)。直径70mm、高さ55mmのステンレス缶に牛ふん堆肥と廃プラスチックの混合物を詰めて、ステンレスパイプの中に六つの缶を縦に重ねる。缶の側面4か所に小さな穴をあけ、ここから乾留ガスが漏れるようにした。漏れるところを限定することで安定して燃焼できるようになる。一番下の缶の乾留ガスを燃焼させるために下部に着火用のアルコールランプを設置する。牛ふん堆肥は含水比が高いとうまく炭化できない可能性あるため乾燥機を使い100°Cで1日乾燥させた。PETはシュレッダーを使い細かくし、PEは丸めて体積を減らした。予備実験の結果から、安定して連続燃焼し、炭化できる条件として、一つの缶に牛ふん堆肥35g、PE5g、PET5gを詰めた。

牛ふん堆肥のみの場合、乾留ガスが発生するものうまく燃焼しなかった。一方、プラスチックだけを熱分解すると火力が強すぎて大量のススが発生する。廃プラスチックと木質バイオマスの混合物の場合、酸素含有量の多い木質バイオマスに炭素及び水素を豊富に含むPEを添加することで、単位重量当たりの発熱量および熱分解ガスの炭化水素量を向上させることができることが示されている<sup>2)</sup>。そ

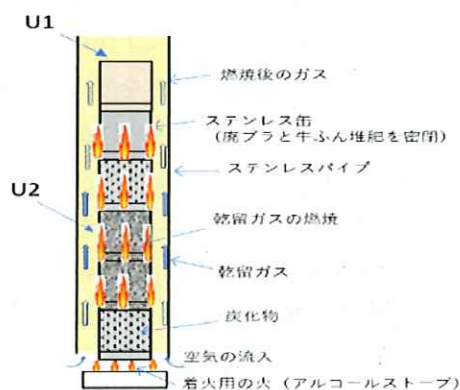


図1 乾留ガス化装置のイメージ図

のため、ここでは、牛ふん堆肥に PE および PET を混ぜた試料を用いた。下部に設置したアルコールストーブを燃焼させると、一番下の缶の温度が上昇し、乾留ガスが発生しながら燃焼が起こる。その燃焼で 2 番め以降の缶も順次燃焼し、安定的に自燃を続けることが確認できた。6 段目の缶まで燃焼が起こったときの状態を図 2 に示す。図 3 は炭化後の試料である。このように、牛ふん堆肥に適切な量のプラスチックを混合すると安定的に燃焼しながら、炭化物が得られる。



図 2 燃焼状況



3 炭化後の試料

乾留ガス化装置内の温度変化を図 4 に示す。12 分までは下部の U2 の方が温度が高いがそれ以降は上部の U1 の方が温度が高くなっている。ピークで 700°C を超えている。そして 20 分程度で温度が低下し、ほぼ同じ温度となっている。これらの結果から下の段から上の段へ順番に燃焼していることが分かる。温度が低く完全に燃焼していない初期には煙が発生するが、乾留ガスが発生する 420~470°C くらいになると乾留ガスが十分に燃焼し、煙の量が少なくなる。今回の実験で得られた収率を表 1 に示す。電気炉で 600°C で炭化した場合の収率は 32.9% である<sup>3)</sup>。この値に比べ ±5% ほどの差があるが、600°C 前後で炭化していると考えられる。1~6 段目まで原形がなくなっていたため十分に炭化されていることが確認できた<sup>4)</sup>。



図 4 簡易乾留ガス化装置内の温度変化

表 1 炭化物の収率

	1段目	2段目	3段目	4段目	5段目	6段目
収率(%)	36.0	39.3	27.5	25.0	32.8	35.2

### モンゴルの乾燥地での適用

2022 年 9 月にモンゴルの乾燥地のボグド村に行き、緑化活動を行った。この中で、現地で発生する家畜糞と廃プラスチックを用いた炭化実験を行った(図 5)。使用した簡易炭化装置を図 6 に示す。家畜糞 200g とプラスチック 30g を混合して、炭化物を作製した。得られた炭化物を甘草の苗を植えた試験区に保水性を有する土壤改良材として活用することができた(図 7, 図 8)。現地では自作の土壤水分センサーを設置して、水分が少なくなると太陽光パネルの電源で地下水をくみ上げ、省水型灌漑を行っている。



乾燥した馬糞と牛糞



裁断したPETボトルとラベル

図 5 実験で使用した家畜糞と廃プラスチック



図 6 使用した簡易炭化装置



図 7 用いた炭化物



図 8 緑化試験区

### 参考文献

1)無煙炭化器による廃プラスチックの炭化技術の適用について、藤井太貴他、土木学会西部支部研究発表会、令和元年、2)木質バイオマス/廃プラスチック混合物の共熱分解による化学原燃料化 熊谷将吾、吉岡敏明 廃棄物資源循環学会、Vol128、No1、pp4-12 2012、3)乾燥地を想定した有機物の炭化と吸水性を有する土壤改良材としての適用、内田大喜他、土木学会西部支部究発表会、令和 2 年、4) 簡易乾留ガス化装置を用いた牛ふん堆肥/廃プラスチック混合物の炭化特性、藤井太貴他、第 33 回廃棄物資源循環学会研究発表会、2022 年