

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 東野 孝明

バイオマス等廃棄物の処理はそのほとんどが焼却によるもので、二酸化炭素が大気中に排出され、地球温暖化にも関連し大きな問題となっている。バイオマスの炭化は、二酸化炭素の回収・固定化の最も単純な方法であり、回収・固定化の効果を最大限に得る方法が固体炭化物（炭）液体炭化物（酢液・タール）及びガス成分の有効利用であると考えられる。

本研究ではバイオマス炭化により地球温暖化の軽減を目的として、建築解体材、集成材、ヤシガラ、バガス、ベイツガ材等、各種バイオマスを自燃式炭化装置である縦型連続炭化装置（以後 VCCS）および乾留式炭化装置（以後 RCS）を用い炭化し、固体炭化物、酢液、タール等の炭化生成物の基本的な性状を検討し、その有効利用の可能性を明らかにした。一方、木質系廃棄バイオマスの炭化による利活用において最も問題になる CCA 処理材の炭化物に関しても、炭化による銅、クロム、砒素の所在を明らかにし、利用の可能性を示唆した。また、木酢液の各構成成分の定量による品質規格の策定の可能性を明らかにした。

本論文は5章で構成されている。第1章では各種材料の炭化を行い、固体炭化物（炭）の性状と有効利用の可能性を検討した。その結果、今回用いた材料の VCCS による炭化では 80%前後の固定炭素率を示し、一般的な木炭と同様であること、比較のために使用したプラスチック廃材は灰分量が高く、固定炭素率が低いので他の炭化物と大きな違いがあるが、農業用資材としての用途を仮定した場合、特に問題がないことなどを明らかにした。

第2章では、液体炭化物の酢液とタールの性状およびその有効利用の可能性が検討された。VCCS、RCS 双方ともに、各供試試料とも酢酸を主成分とする成分構成は一般的な木酢液成分と変わりがなく、木酢液と同等な有効活用の可能性が示唆された。RCS ではバガス、ヤシガラのフェノール類の含有量が高く、この特徴を活かした高殺菌力の酢液等としての利活用の可能性が示唆された。

タール成分の定量分析では、同じ木質である建築廃材と天然木の混合物とベイツガ材を比較すると、グアヤコール、4-メチルグアヤコール含有量が、ベイツガ材のほうが3~4倍も多かった。この違いは、窯内で発生した熱分解ガスが窯内に留まることなく誘引される RCS と熱分解ガスが炉内で循環するために重合が起こりタールピッチ分が多くなる VCCS 炉の構造に起因することを明らかにした。このことは炭化炉の違いによる生成成分の違いも炭化に際しては考慮する必要があることを示唆している。

一方、RCS によるヤシガラのタール成分はフェノールの含有率が非常に多く、バガスのフェノール、p-クレゾールの含有率が高いのも特徴的であった。これらの結果は特異的な成分を多量に含む酢液に適した用途開発への可能性を示唆するものである。

第3章では、建築廃材等の炭化物中の CCA とその溶出問題の検討を行った。固体炭化物中の銅、

クロム、砒素の含有量では、砒素は一部のサンプルで検出されたが環境基準以下であった。次に土壌溶出試験に準じて行われた溶出試験では、銅及びクロムは全てのサンプルで定量限界以下となった。このことから土壌改良剤等の用途では、炭化物中に含まれる銅及びクロムは環境中に溶出せずに炭化物中に安定的に固定されることを明らかにした。一方、砒素については建築廃材、集成材廃材、及び建築廃材と天然木の混合物のサンプルで溶出が確認された。しかし、実際の炭化物の使用に際しては、農地の土壌を全て炭化物と入れ替えて使うようなことはしないので、実用上は環境基準上、特に問題ないことを提示した。

酢液中の銅、クロム、砒素の含有量については、砒素が地下水の環境基準を大きく上回るサンプルがあった。木酢液の使用に際しては原液のまま使用することは一般的にないが、土壌に砒素が蓄積され環境汚染や人体への汚染の危険がある。そこで、蒸留等により砒素を環境基準以下にすることにより、農業資材や土壌改良材等としての有効利用の可能性が示唆された。

第4章では、市販されている600種の木酢液から蒸留木酢液を製造することにより、原料および炭化方法の違いによる木酢液の成分偏差の影響を小さくし、ある一定の偏差をもつ蒸留木酢液を作ることができることを明らかにし、品質管理、規格化の可能性を示した。

第5章まとめの項では、以上の結果から炭化生成物が木質系廃棄バイオマスの利活用に有効であり、廃棄物処理問題の解決策の一助となりうることを示した。

以上本論文では廃棄物処理問題の解決策の一助とするために各種バイオマスの炭化生成物の性状を解析し、その特性を化学的に解明し、利用可能性を明らかにした。また、CCA処理木材の炭化生成物中での銅、クロム、砒素の挙動を明らかにし、炭化物の利用可能性を示した。さらに、木酢液中の各構成成分の定量による品質規格の策定が可能であることを示した。

以上のことから本論文は学術上、応用上貢献するところが大きい。よって審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。