

(様式第13号)

## 学 位 論 文 要 旨

氏名: 小中 隆文

題目: ジャトロファ(*Jatropha curcas* L.)の重金属耐性および非油脂バイオマスの有効利用に関する研究  
(Study on the heavy metal tolerance and non-oil biomass utilization of *Jatropha curcas* L.)

---

トウダイグサ科の落葉低木であるジャトロファは、種子にバイオディーゼルを製造できる油分を多く含み、再生利用可能なエネルギー源として注目されている。ジャトロファによるバイオディーゼルの製造は、アフリカ貧困村等における地産地消型のエネルギー源として期待できるが、食糧の供給が十分ではない貧困地域において、耕作可能地への植林は適切とは言えない。一方、人間の産業活動の拡充や環境の悪化によって食糧耕作不適地は増えている。こうした問題を解決する手段としてジャトロファの荒廃地での栽培が期待される。ジャトロファを荒廃地に栽培することにより荒廃地を緑化するとともに、バイオマスを有効利用することで、経済的生産性を高めることが期待できる。こうした問題意識のもと、本論文ではジャトロファの食糧耕作不適地での栽培と廃棄バイオマス利用の可能性を検討した。

本論文ではまず、食糧耕作不適地、特に、重金属汚染土壌におけるジャトロファ栽培の可能性を検討した(2章)。ジャトロファとアカシアを、農作物生産に使われている土壌(FS)と、FSと比較して酸性かつ銅の含有量が58倍、ニッケルの含有量が14倍のボツワナ由来土壌(ACNS)で成長させ、生育状況を観察した。その結果、アカシアではFSで生育したものに比べACNSでは成長に阻害が生じたが、ジャトロファでは樹高、幹の径、若枝の長さ等の比較基準において統計的に有意な成長阻害は認められなかった。これらの結果からジャトロファは銅およびニッケル含有土壌での成長に耐性を示していることが示唆された。

次の実験では、銅およびニッケルを300 mg kg<sup>-1</sup>までの異なる濃度で混入させた土壌でジャトロファを成長させ、高濃度の銅およびニッケルがジャトロファに及ぼす影響とジャトロファ植物内の蓄積量を分析した(3章)。その結果、ジャトロファは銅およびニッケルを高濃度で含む土壌においても、その成長を阻害されることなく成長することが確認された。また、ジャトロファは余剰なニッケルを根に蓄積するだけでなく、若枝や老化葉にも蓄積することが明らかになり、若枝や老化葉を除去・回収することにより土壌中のニッケルを浄化できる可能性が示唆された。こうした実験結果から、ジャトロファは重金属汚染土壌、特にニッケル汚染土壌の緑化と土壌浄化に寄与できる可能性が示唆された。

次にジャトロファの廃棄バイオマスの有効利用に関する可能性を検討した(4章)。ジャトロファは栽培にあたって、落葉など不要物として扱われるバイオマスが多く生じる。落葉を、中古ドラム缶を利

用した簡易炭化装置を用いて炭化し、ジャトロファ落葉バイオチャーを土壤改良剤および有機肥料として活用することができるか実験した。まず、酸性貧栄養下の土壤に施用してフダンソウを栽培し、葉面積、乾燥重量等を計測して植物の生育状態を観察したところ、落葉バイオチャーを 3%、5%、10% (w/w) 施用した土壤で栽培したフダンソウはコントロール土壤に比較し、乾燥重量がそれぞれ、1.57, 1.88, 2.32倍重くなり、施用量と収量に正の相関が認められた。加えて、落葉バイオチャーを混入させることで土壤の保水力の向上などの効果が明らかになった。

次の生育実験では、ジャトロファ落葉バイオチャーを通常の野菜栽培用土壤に施用し、フダンソウとカラシナという2種類の葉菜の生育を評価した(5章)。その結果、落葉バイオチャー5% (w/w) 施用土壤では、フダンソウの地上部の乾燥重量はコントロールと比較して3.5倍重く、同じくカラシナは3.25倍重く、どちらも化学肥料2 g kg<sup>-1</sup>を施肥したものと同等の成長を示した。これらの結果から、簡易炭化装置で製造した落葉バイオチャーは葉菜の収量増大に寄与し得ることが明らかになった。

これらの栽培結果を受けて、ジャトロファ・バイオチャーの物理化学特性を分析した(6章)。落葉に加えて、剪定枝および幹を、4つの炭化温度(300, 400, 500, 600°C)で製炭し、製造した、ジャトロファ・バイオチャーの特性を評価した。結果として、一般的な傾向として、温度が上がるにつれ、pH および電気伝導率が増す一方、収量および陽イオン交換容量が減少すること、落葉炭は枝炭や幹炭と比較し、炭素量が低い一方、窒素量、リン、カリウム、マグネシウムの量が多いなどの特性が明らかになった。この結果から、土壤の状態や用途に合わせたジャトロファ・バイオチャーを炭化温度や組織を変えることで製造できることが示唆された。

本論文では、こうした結果から、ジャトロファを用いることで環境改善を促進するとともに、ジャトロファを再生利用可能エネルギー源として利用することとどまらず、ジャトロファ・バイオマスを有効利用することで持続性を持った農業に貢献できる可能性を示した。