

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		下水汚泥炭化物のリン生物利用可能態と肥料代替可能性			
研究テーマ (欧文) AZ		Phosphorus bioavailability and fertilizer-alternative possibility of sewage sludge charcoal			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓)サトウ	名)シンジロウ	研究期間 B	2010 ~ 2011 年
	漢字 CB	佐藤	伸二郎	報告年度 YR	2012 年
	ローマ字 CZ	Sato	Shinjiro	研究機関名	創価大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		創価大学工学部環境共生工学科・准教授			
<p>概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)</p> <p>近年、下水汚泥の炭化物(汚泥炭)の緑農地利用が国際的な注目を集めている。汚泥炭が持つ炭の構造が土壌の物理化学的特性を改善し、また同時に汚泥に含まれる栄養塩が作物の収量増加に貢献できるからである。その中でも汚泥や汚泥炭に含まれる高濃度のリンは知られているが、その生物利用可能態の定量化や作物への供給能に関する研究は皆無である。従って本研究では、汚泥炭が土壌に施用された際の可給態リンを定量化し、そして生物学的検定法を用いて汚泥炭の作物へのリン供給能また生長度への影響を評価することを目的とした。</p> <p>土壌は黒ボク土(東京都八王子市)と国頭マージ(沖縄県国頭郡)を、汚泥炭は高温(800℃付近)と低温(300℃付近)で炭化されたものを使用した。また生物学的検定法には、コマツナ(<i>Brassica rapa</i>)を生育させた。土壌と汚泥炭の基礎的な物理化学的特性を特定し、土壌と汚泥炭それぞれにおいて連続逐次抽出法にてリンの存在形態を決定した。リンの吸着等温線を土壌だけと土壌と汚泥炭の混合物において、またリンの脱着等温線は土壌と汚泥炭それぞれにおいて作成した。そして土壌それぞれに対し体積比で高温汚泥炭 1%、1.5%、3%、低温汚泥炭 1%、2%、4%で混合し、コマツナを栽培した。</p> <p>黒ボク土と国頭マージの pH はそれぞれ代表的な 7.1 と 4.6 で、高温炭と低温炭の pH はそれぞれ 6.6 と 5.6 と比較的低い値を示した。全リンは 0.73(黒ボク土)、0.16(国頭マージ)、45(高温炭)、26 g kg⁻¹(低温炭)と、低温炭に比べて高温炭の方が高いことが分かった。汚泥炭の水抽出リンは 30(高温)と 106 mg kg⁻¹(低温)と低温炭の方が約 3 倍高い値を示したが、ツルオーグ抽出リンは 278(高温)と 205 mg kg⁻¹(低温)と高温炭の方が少し高い値を示した。汚泥炭の比表面積(BET 法)は、高温炭で 54.4、低温炭で 2.1 m² g⁻¹であった。黒ボク土中の分画リンは、NaOH 有機態画分リンが最も割合が高く(31%)、次いで残渣画分リン(28%)、HCl 画分リン(23%)と続いた。国頭マージの分画リンは、NaOH 無機態画分リン(59%)と残渣画分リン(33%)で大部分を占めた。NaOH 無機態リン画分が高温炭(80%)と低温炭(29%)で最も高かったのに対し、水画分リン(26%)、HCl 画分リン(22%)、NaOH 有機態画分リン(19%)も低温炭では見られた。黒ボクと国頭マージ土壌におけるリンの吸着等温線は Langmuir 式によく適合し(それぞれ r²=0.975 と 0.998)、式から計算されたリン最大吸着量はそれぞれ 9997 と 674 mg kg⁻¹であった。黒ボク土に重量比 5%のそれぞれの汚泥炭を混合してリンの吸着等温線を作成したところ、混合前の等温線と比べて有意に差はなく、リンの最大吸着量も 9702(高温炭)と 10509 mg kg⁻¹(低温炭)と有意な差はなかった。国頭マージと高温炭(w/w 5%)との混合物の吸着等温線は土壌自体のそれと有意な差はなく、低温炭との混合物(w/w 5%)では有意に吸着量が低下し、リン最大吸着量はそれぞれ 673(高温炭)と 610 mg kg⁻¹(低温炭)であった。各土壌のリン最大吸着点からの脱着等温線と、リン無追加での各汚泥炭からの脱着等温線は、それぞれ Langmuir 式によく適合した(r²=0.999 黒ボク土、1.000 国頭マージ、0.984 高温炭、0.990 低温炭)。無施肥区のコマツナの乾重量(0.03g)と比較して、化成肥料区(0.28g)と全ての汚泥炭施用区の乾重量は高くなった。高温炭施用区内では 3%区(0.28g)が一番高く、1%区(0.07g)と比較して有意に高かった。低温炭施用区内では 2%区(0.44g)が一番高く、1%区(0.19g)と比較して有意に高かった。</p> <p>汚泥炭は、特に原料と炭化温度によってその特性が大きく変わることが確認された。特に汚泥炭含有のリンの形態は、炭化温度に関係なく不安定(labile)な無機態の形態が多く、低温炭でも水画分リンと合わせて 55%以上が植物に容易に利用可能であり、汚泥炭のリン供給力が高いことが分かった。リン固定能力が高い黒ボク土では、施用された汚泥炭からリンが供給されても吸着等温線に影響を与えるほどの量ではなかったが、リン固定能力がより低い国頭マージでは、水画分リンが多い低温炭から供給されたリンによって土壌自体のリン固定能力が下がったと思われる。汚泥炭は数%の施用量でも化成肥料と同等レベルのリン供給力があり、作物生長に貢献できる化成肥料の代替施用物として期待できることが分かった。</p>					
キーワード FA	下水汚泥	バイオ炭	可給態リン	リン酸脱着	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	なし							
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}	なし							
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}	なし							
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}	なし							
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}	なし							
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

Sewage sludge biochar (SSB) is expected to improve soil properties and provide nutrients to plants. However, phosphorus (P) dynamics upon SSB application to soil is still need to be clarified. Therefore, effects of SSB application on soil available P and plant growth were investigated in this study.

Soils used in this study were Andisol (Tokyo) and Oxisol (Okinawa), and SSBs pyrolysed at 800°C (SSB-H) and 300°C (SSB-L) were used. P sequential extraction and P desorption isotherms were performed in each soil and SSB separately, respectively, and P adsorption isotherms were developed in each soil with or without SSB. *Komatsuna* spinach (*Brassica rapa*) was grown on each soil applied with 1%, 1.5%, and 3% (v/v) of SSB-H and 1%, 2%, and 4% (v/v) of SSB-L, respectively.

Andisol, Oxisol, SSB-H, and SSB-L had pH of 7.1, 4.6, 6.6, and 5.6, and total P of 0.73, 0.16, 45, and 26 g kg⁻¹, respectively. The largest P fraction of Andisol was NaOH-P_o (31%) followed by residual P (28%) and HCl-P (23%). NaOH-P_i (59%) and residual P (33%) dominated P fractions of Oxisol. The largest P fraction of SSB-H and SSB-L was NaOH-P_i (80% and 29%, respectively), while H₂O-P (26%), HCl-P (22%), and NaOH-P_o (19%) were also found in SSB-L. P adsorption isotherms of soils were well fit to Langmuir equation (r²=0.975 and 0.998 for Andisol and Oxisol, respectively), and the calculated maximum P adsorption was 9997 and 674 mg kg⁻¹, respectively. The maximum P adsorption was reduced only when SSB-L was mixed with Oxisol at 5% (w/w) rate to 610 mg kg⁻¹. P desorption isotherms of each soil and SSB separately, respectively, were well fit to Langmuir equation (r²=0.999, 1.000, 0.984, and 0.990 for Andisol, Oxisol, SSB-H, and SSB-L, respectively). The spinach dry weight (DW) in the fertilized and SSB-applied treatments was greater than that in the control (0.03 g). The DW at SSB-H 3% (0.28 g) and SSB-L 2% (0.44 g) rates was greatest among SSB-H and SSB-L rates, respectively.

It was concluded that P form in SSB was predominantly in inorganic and labile form, thus proved high P providing capacity of SSB. Even at low application rates, SSB was proved to have a similar P providing capacity to plants as chemical fertilizer, and to be able to serve as alternative to P fertilizer to contribute to plant growth.