

土壌炭素貯留効果のある炭の施用による農作物の生育への影響の調査

令和元・2年度 農地土壌炭素貯留等基礎調査事業
(研究実施主体：農研機構農業環境変動研究センター)

○試験の目的

近年バイオ炭の施用は土壌炭素貯留技術として注目されている。バイオ炭の施用は炭素を分解されにくい形で土壌中に閉じ込めるものであることから、施用量に応じて、炭素貯留量は増加することとなる。しかし、バイオ炭には炭素貯留以外にも、土壌の透水性の改善効果や酸性土壌のpH改善（土壌のpHを上昇させる）効果が存在するため、炭素貯留のみを目的として大量のバイオ炭を施用すると、過剰にpH 上昇するなどの悪影響の可能性がある。しかしながら、これまでのところ、バイオ炭施用量の上限は設定されていない。そこで、将来的なバイオ炭の施用上限量の設定に資するためのポット実験および土壌・バイオ炭混合試験を行った。

○試験方法と結果

・ポット実験

軟弱野菜であるコマツナ（最適pH：5.5～6.5）についてバイオ炭を含有したポットで栽培し、その収量を測定した。バイオ炭の含有量は、ポット内の土の0%、30%、60%、100%とし、収量はコマツナの収穫部位の乾物重（DW: dry weight）を測ることによって測定した。バイオ炭については、竹炭を使用し、栽培に使用する土壌としては我が国の主要な畑土壌タイプである黒ボク土と転換畑における代表的土壌である灰色低地土を使用した。通年の施用効果について把握するため、春作（4月～5月）と秋作（9月～10月）について試験を行った。

黒ボク土については春作においてはポット全体の33%以上にあたる竹炭（pH:10.2）を施用した際に、収量が有意に低下した。秋作においては、ポット全体の40%に当たる竹炭を施用した際にも収量に有意な低下は起こらなかった。灰色低地土については春作においてはポット全体の40%に当たる量の竹炭を施用した際にも有意な収量の低下はみられなかった。秋作では無施用と比較してポット全体の30%以上、竹炭を施用した場合において収量が有意に低下した。（図 1）

・土壌・炭混合試験

バイオ炭施用にともなう土壌中のpHの変動の追跡を目的として、様々な土壌に対して竹炭の含有量を0%、30%、60%、100%混和したとしたときのpHの変化について測定した。

本試験に用いた竹炭の pH は 10.2 であり、炭施用量の増加に伴い土壌 pH も上昇したが、pH 上昇の程度は土壌により異なっていた。特に未熟土においては、竹炭の施用量に対するpHの変化が大きかった。（図 2）

○考察

バイオ炭のもつ土壌改良効果のうち、透水性以外ではpH矯正機能が最も大きいことから本試験ではpHに着目して試験を行っている。

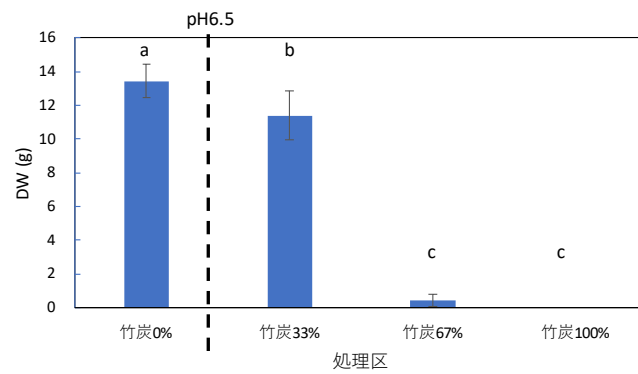
バイオ炭の pH はアルカリ性 (pH8~10 程度) であることが知られている。本試験で使用した竹炭の pHは 10.2 であり、炭混合割合とともに土壌 pH が上昇した。

それぞれの作物には生育に最適なpHがあり、本試験で使用したコマツナの最適 pH は 5.5~6.5 である。2 年間のコマツナポット試験の結果から、栽培前の pH が 6.5 以下であれば収量への影響は見られなかった。一方、栽培前の pHが6.5~7の条件では、収量が低下する場合としない場合があり、収量低下の危険性があるpH条件であると考えられた。pH7 以上では生育不可であった。通常の圃場試験や農業現場におけるバイオ炭施用量は多くとも 40t/ha であり、多くの場合は 10t/ha 以下であることから、バイオ炭施用によるpH変化の影響が大きい未熟土を除き圃場での上限以上の散布は考えにくい。一方で、苗床等においては多量施用の可能性もあり、インターネット上には炭の大量施用を薦める情報もあることから、バイオ炭施用上限を示す必要性はあると考えられる。

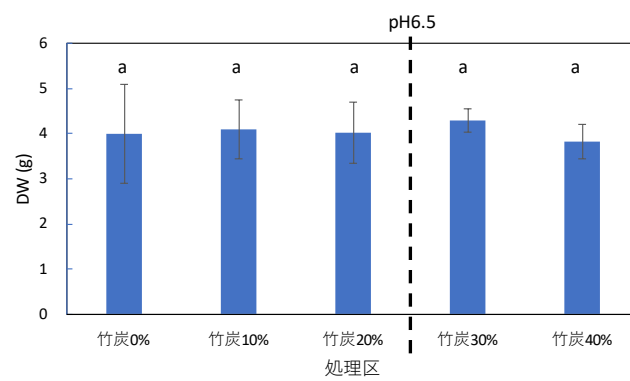
作物を栽培する際の土壌pH の上限は作物によって異なり、多くの作物では pH7 以下またはpH6.5 以下であるが、pHの上限が6 以下の作物 (ジャガイモ、サトイモ、ショウガ、ニンニク、ラッキョウ等) および 5.5 以下の作物 (茶) もあるため作物に合わせて施用量を調整する必要がある。多くの作物の土壌pHの上限である土壌pH6.5 程度までの上昇を許容する場合の炭の施用上限は黒ぼく土で20 (%) 圃場施用量227t/ha 相当)、未熟土で 2% (22.7t/ha 相当)、その他土壌で 10% (113t/ha 相当) となる。また、土壌 pH6 程度までを許容する場合の炭の施用上限は、黒ぼく土で 10% (113t/ha)、未熟土は施用不可、その他土壌で 5%(57t/ha)となる。また、茶では上限pHがその他の作物に比して低いため pH 上昇に注意しつつ施用することが必要であり、目安の設定が難しい。(表 1)

なお、過去の試験から炭施用で上昇した pH は 2 年程度で炭施用前の pH に低下すると考えられる (Yamamoto et al., 2017) が、バイオ炭を毎年連用する場合には注意が必要と考えられた。

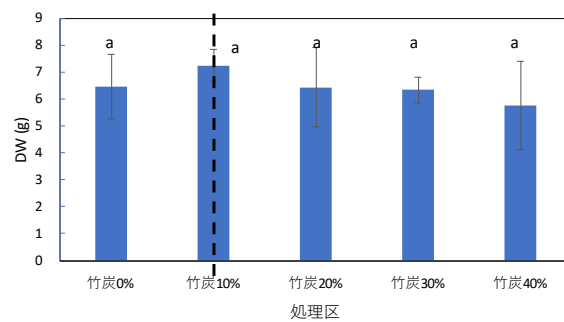
(a) 春作 黒ボク土



(b) 秋作 黒ボク土



(c) 春作 灰色低地土



(d) 秋作 灰色低地土

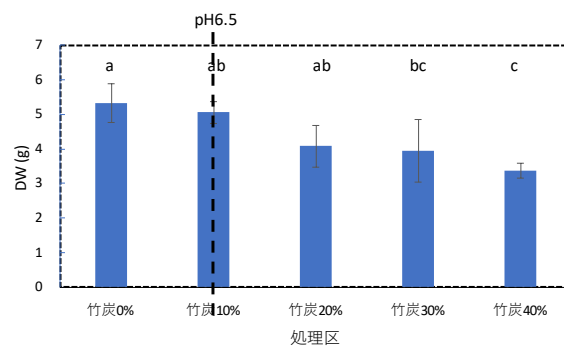


図 1 収量 (点線は栽培前 pH6.5 を示す)

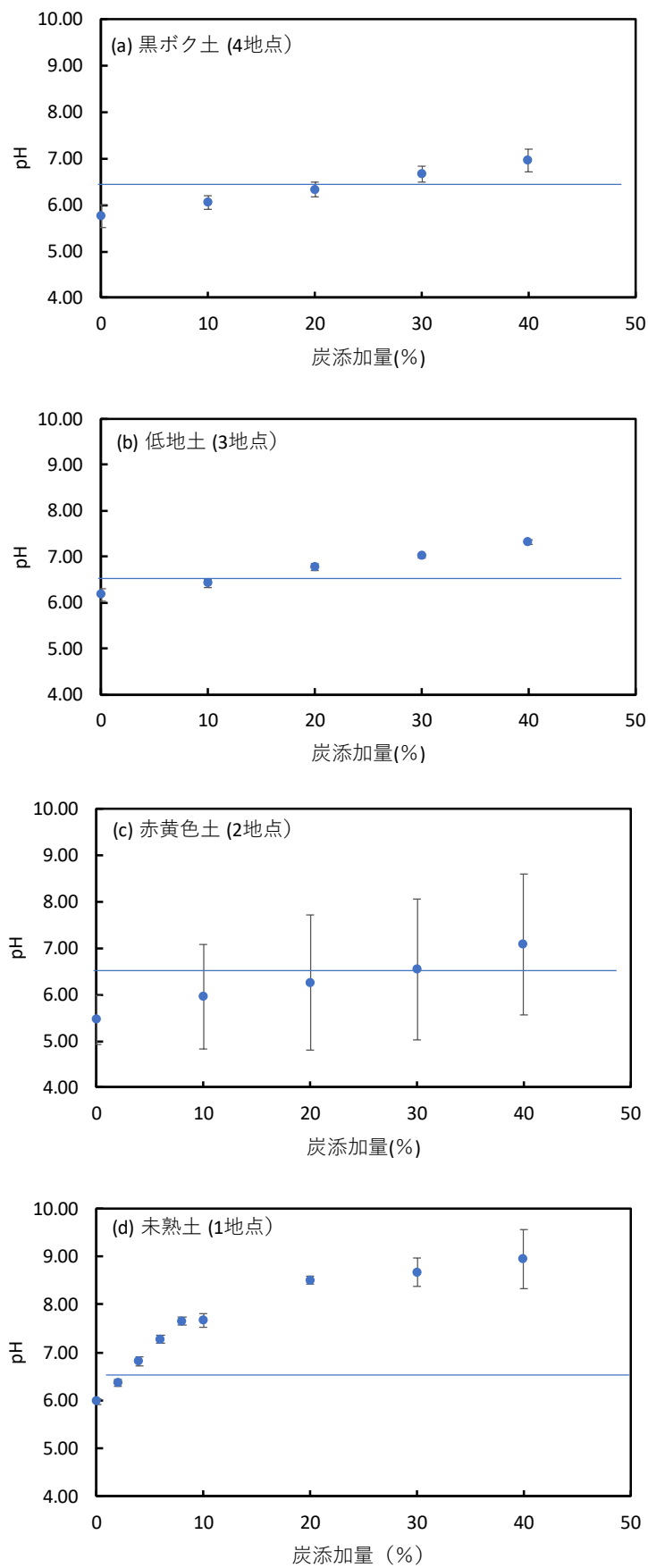


図 2 土壌・炭混合割合と pH の関係

表 1 土壌 pH への影響の観点からみたバイオ炭施用上限目安

		pH6.5以下とする 作物 ^{注2)}	pH6以下とする 作物	pH5.5以下とする 作物
		ほとんどの作物	ジャガイモ、サト イモ、ショウガ、 ニンニク、ラッ キョウ等	茶等
黒ボク土	圃場施用量	227t/ha	113t/ha	pH上昇に注意し て施用
	容積あたり施用量 ^{注1)}	20%	10%	
未熟土	圃場施用量	22.7t/ha	施用しない	施用しない
	容積あたり施用量	2%		
その他土壌	圃場施用量	113t/ha	57t/ha	pH上昇に注意し て施用
	容積あたり施用量	10%	5%	

注 1) 容積あたり施用量は、苗床等を想定した値である。

注 2) 一部の作物では pH7 程度でも生育可能であるが、pH6.5 までを許容するものとして上限を設定した。

炭施用における注意点：炭施用で上昇した pH は 2 年程度で炭施用前の pH に低下すると考えられるが、炭の大量施用を毎年行う場合には pH 上昇に気を付ける。炭の施用量が多い場合には、量に応じて石灰施用量を減らすまたは石灰施用を行わない。