

参考資料

分類名 [土壌肥料]

参 16

土壌亜鉛濃度増加量から判断した汚泥肥料施用の目安

宮城県農業・園芸総合研究所

要約

宮城県内で作製された 4 つの汚泥肥料を現物で 1 kg/m²施用することにより、作土層 10cm の土壌亜鉛濃度は 2～28mg/kg 乾土 増加するが、汚泥肥料をリン酸 1 g/m²換算で施用することにより、土壌亜鉛濃度は 0.19～0.30mg/kg 乾土の増加に抑えられる。

普及対象：園芸作物生産経営体
普及想定地域：県内全域

1 取り上げた理由

近年、リン酸、カリ等の価格が高止まりしており、農作物の生産費を圧迫しているため、輸入に頼らず国内で安価に生産できる汚泥肥料の活用が望まれている。一方、汚泥肥料には亜鉛が含まれており、施用により環境省の基準値である亜鉛濃度（120mg/kg）を超過する恐れがある。

そこで、土壌亜鉛濃度増加を抑制する汚泥肥料施用の目安を設定したので参考資料とする。

2 参考資料

汚泥肥料を現物で 1 kg/m²施用することにより作土層 10cm の土壌亜鉛濃度は 2～28mg/kg 乾土 増加するが、リン酸 1 g/m²換算で施用すると、土壌亜鉛濃度は 0.19～0.30mg/kg 乾土 増加に抑えられる（表 1）。

例えば、1 作当たり汚泥肥料をリン酸で 15kg/10a 施用した場合、作土 10cm の土壌亜鉛濃度は 2.85～4.5mg/kg 増加するので、既存の土壌亜鉛濃度が 80mg/kg 乾土であった場合、8 回連用しても土壌亜鉛濃度は 116mg/kg 乾土（80 + (4.5 × 8)）と、基準の 120mg/kg 乾土を上回らない。

表 1 汚泥肥料施用による土壌亜鉛濃度増加量

区	土壤亜鉛濃度		亜鉛蓄積量	汚泥肥料施用量			土壤亜鉛濃度増加量(mg/kg乾土)		
	mg/kg乾土	対照差		現物	全窒素	リン酸	現物1kg/m ²	全窒素1g/m ²	リン酸1g/m ²
			g現物/m ² /作	g全窒素/m ² /作	gリン酸/m ² /作	当たり	当たり	当たり	
			A	B	C	D	A/B×1000	A/C	A/D
資材a	70.1	18.1	3.01	305	24.8	14.8	9.9	0.12	0.20
資材b	71.0	19.0	3.17	113	2.7	10.5	28.0	1.16	0.30
資材c	72.8	20.8	3.47	2000	20.7	18.4	1.7	0.17	0.19
資材d	106.3	54.3	9.06	2000	46.2	47.3	4.5	0.20	0.19
対照	52.0	-	-	-	-	-	-	-	-

注 1）土壌亜鉛濃度はコマツナを 6 回連作した後の作土層（0-10cm）の値。

注 2）土壌亜鉛濃度増加量は、汚泥肥料現物 1 kg/m²施用、汚泥肥料で窒素又はリン酸を 1 g/m²施用することにより作土層 10cm の土壌亜鉛濃度(mg/kg 乾土)が増加する量を示す。大文字のアルファベットはデータの算出方法を示したものの。

3 利活用の留意点

- （1）本試験で供試した資材は宮城県内 4 カ所で作成された登録済みの汚泥肥料であり、令和 4 年度に取得したもの。肥料成分等は表 2 のとおりである。使用した資材の名称（肥料登録名）は資材 a：有機入りフッコー 3 号、資材 b：タンピくん、資材 c：汚泥ケーキである。なお、令和 8 年 1 月現在、資材 a は他の肥料の原料として活用されており、単体では販売譲渡されていない。資材 b は有償で譲渡されている。資材 c は原則市内農業者のみへの譲渡となっている。
- （2）本試験は宮城県農業・園芸総合研究所所内ほ場（細粒質ばん土質褐色森林土：農研機構 日

参考資料 16 土壌亜鉛濃度増加量から判断した汚泥肥料施用の目安

本土壌インベントリー <https://soil-inventory.rad.naro.go.jp/figure.html> より引用) の土壌を 1/2,000a ポットに詰め、令和 5 年から令和 6 年にかけて資材を連用し、露地でコマツナを年 3 作、計 6 作連作して行った。したがって、ハウス内のような降雨の流入が少ないほ場では汚泥肥料の施用により土壌亜鉛濃度の増加割合が多くなる可能性があるので留意すること。

- (3) ポット試験では、高温や虫害等により減収した区も見られたが、コマツナの亜鉛吸収量は、土壌への蓄積量に比べかなり少ない。したがって、その吸収量の多寡が土壌亜鉛濃度へおよぼす影響は少ない(表 3～6)。なお、収量については、同様の汚泥肥料を施用したバレイショ露地栽培試験では差は見られなかった(データ省略)ので、更に検討が必要である。
- (4) 汚泥肥料の亜鉛は作土層に施用量の 23.3%から 88.6%に止まり(表 6)、施用していない下層土への蓄積量は少ない(表 5)。このため、実際の営農では、深耕することで土壌亜鉛濃度を低減することが可能である。なお、資材 c 由来亜鉛は土壌への残存率が低い(23.3%)が、他の資材より系外への流亡量が多いことに起因しており、同様の事象が他の資材でも起きるかについては更なる調査が必要である。
- (5) 施用した資材が、本試験で使用した汚泥肥料(亜鉛濃度 0.37～1.78)よりも亜鉛濃度が高く、栄養素濃度が少ない場合は、土壌亜鉛濃度が想定よりも早く高まるので、資材の亜鉛濃度は製造元に確認するか、民間業者等に測定依頼して確認すること。また、本試験で使用した資材であっても、製造時期により成分が変動する場合もあるので同様に成分を確認すること。
- (6) 既に有機資材や汚泥肥料を数年連用している場合は、土壌亜鉛濃度の基準値を上回っていないかを確認する必要がある。
- (7) 汚泥肥料を堆肥のような土づくり肥料として多量に施用する場合は、土壌亜鉛濃度をより濃くしてしまう可能性があるので、肥料の亜鉛濃度に留意すること。
- (8) 汚泥肥料連用の際、数年に 1 度、土壌診断をして亜鉛濃度及び栄養成分濃度の確認を行い、資材の選定や施肥量について検討の上、適正な施肥を行うこと。

(問い合わせ先：宮城県農業・園芸総合研究所 園芸環境部 電話 022-383-8133)

4 背景となった主要な試験研究の概要

(1) 試験研究課題名及び研究期間

農地における汚泥肥料の施用基準設定事業(令和 5 年度～令和 7 年度)

(2) 参考データ

表 2 各資材の成分及び特徴

区	現物水分 (%)	有機資材の現物当たり成分濃度(%)						亜鉛濃度 g/kg現物	汚泥肥料栄養素亜鉛濃度比		特徴
		全窒素	全炭素	全炭素/ 全窒素	可給態 窒素	リン酸	カリ		亜鉛/ 全窒素	亜鉛/ リン酸	
資材a	8.2	8.1	35.5	4.4	5.0	4.85	1.11	0.37	0.005	0.008	水産加工団地の排水処理汚泥
資材b	19.6	2.4	20.5	8.5	0.0	9.30	0.49	1.78	0.074	0.019	し尿処理汚泥を炭化処理した資材
資材c	82.3	1.0	6.3	6.0	0.5	0.92	0.09	0.49	0.047	0.053	し尿処理汚泥を堆肥化処理した資材
資材d	20.7	2.3	23.9	10.3	0.0	2.36	0.39	0.52	0.022	0.022	食品残さメタン発酵処理後の脱水汚泥を堆肥
対照	-	21	-	-	-	20	50	-	-	-	硫安、よう成リン肥、硫酸カリを単肥で施用

表 3 ポット試験のコマツナ商品化収量(kg/m²)

表 4 ポット試験のコマツナ亜鉛吸収量(mg/m²)

年	区	1作期	2作期	3作期	合計
2023	資材a	7.07	1.66	7.54	16.27

年	区	1作期	2作期	3作期	合計
2023	資材a	2.69	0	0.18	2.87
	資材b	0.39	0	0	0.39
	資材c	3.82	0.02	1.34	5.18
	資材d	3.80	2.66	3.12	9.57
	対照	3.37	0	2.60	5.97
	無施用	0	0	0	0
2024	資材a	1.14	2.25	0.71	4.09
	資材b	0	0	0	0
	資材c	1.80	0.99	0.50	3.29
	資材d	3.74	4.06	2.13	9.93
	対照	0.79	1.77	1.40	3.97
	無施用	0	0	0	0

表 5 栽培終了後（6 作終了）の層位別の土壌亜鉛濃度

区	0-10cm			10-20cm			20cm-		
	平均	標準偏差		平均	標準偏差		平均	標準偏差	
資材a	70.1	5.2	b	51.9	5.5	a	48.4	6.8	a
資材b	71.0	13.0	b	54.8	1.6	a	50.6	2.5	a
資材c	72.8	3.4	b	48.1	5.3	a	52.0	1.3	ab
資材d	106.3	4.2	c	53.4	6.3	a	66.4	6.1	c
対照	52.0	4.3	a	52.4	2.9	a	62.0	4.9	bc
無施用	53.9	6.0	a	50.7	6.7	a	63.2	4.7	bc

注) 数値は亜鉛濃度 (mg/kg 乾土)。異なるアルファベットは危険率 5 % 以下で有意差があることを示す。
統計処理は EZR により、一元配置分散分析—Tukey の方法により解析した。

表 6 コマツナポット試験における亜鉛収支

区	亜鉛施用量 mg/m ²	コマツナ亜鉛吸収量(mg/m ²)				土壌亜鉛量 mg/m ²	同左対照差 mg/m ²	同左施用量比 (%)	流亡量 mg/m ²	同左施用量比 (%)
		2023年	2024年	計	同左対照 区差					
	A			B	C:B-対照	D	E:D-対照	F:E/A×100	G:A-C-E	H:G/A×100
資材a	684	16	12	29	12	12778	559	81.7	113	16.5
資材b	1172	3	2	5	-12	13257	1038	88.6	146	12.4
資材c	2004	33	16	49	32	12685	467	23.3	1505	75.1
資材d	6027	23	15	38	21	17050	4831	80.1	1175	19.5
対照	0	10	7	17	0	12219	-	-	-	-
無施用	0	1	1	2		11816	-403	-	-	-

注 1) コマツナ Zn 吸収量同左対照区差はマイナスの場合 0 とした。

注 2) 土壌 Zn 量は全層の Zn 量から算出した。

注 3) 流亡量は Zn 施用量－コマツナ Zn 吸収量対照区差－土壌 Zn 量対照差。大文字のアルファベットはデータの算出方法を示したものの。

(3) 発表論文等

イ 関連する普及に移す技術

有機質資材の亜鉛濃度をもとにした施用限度（第 77 号普及技術）

ロ その他

なし

(4) 共同研究機関

なし