

汚泥利用堆肥の施用と土壌中の重金属

飯塚 文男・小野 イネ・山谷 正治

(秋田県農業試験場)

Influence of a Sewage Sludge Compost Application on

Heavy Metals Content in Upland Soil

Fumio IIZUKA, Ine ONO and Shoji YAMAYA

(Akita Agricultural Experiment Station)

1 はじめに

秋田市の下水汚泥を主原料とし、モミガラを添加した発酵物は、いわゆるコンポストとして、「有機質土壌改良剤グリーンメイク」の商品名で広く出回っている。平成二年度の出回り量は約千七百トンであった。

この汚泥利用堆肥のグリーンメイク（以下GMと略号で示す）には、原料である下水汚泥に由来する亜鉛、銅、カドミウムなどの重金属が含まれており、発売当初から、重金属の影響が指摘されてきたが、土壌及び生産物への影響は明らかになっていない。

このGMを畑地に施用した場合の作物に対する肥効、作物の重金属吸収量、土壌中の重金属の動向等について検討した。

ここではGMに最も多く含まれていて、土壌中の管理指標値が120ppmとなっている亜鉛について述べる。

2 試験方法

GMの施用による土壌中の重金属濃度の変化について次の手順で検討した。すなわち、①GM施用量×GM中の重金属含有率の値から土壌への重金属の負荷量を、②作物乾物重×作物中重金属含有率の値から作物の重金属吸収量を

を、③①-②の値から土壌における残存重金属量を求め、④③を土壌重量で除して土壌中の重金属濃度の変化を推定した。

試験の処理及び規模は、毎年4月に同じ圃場にGMを100 (GM1)、200 (GM2)、500 (GM5) kg/a施用した区と無施用の対照区、参考として堆肥200kg/a施用区の5処理、1区面積50㎡、2連制で行った。供試圃場の土壌は細粒褐色低地土（常万統）である。三年間に7作物（ジャガイモ、ハクサイ、ダイコン、スイートコーン、ホウレンソウ、ジャガイモ、エダマメ）を栽培し、作物の生育、重金属の動向などを比較、検討した。

また土壌中のGMの移動を検討するために、GMを表層に入れたa/2000ポットを、自然降雨条件下に一年間放置し、ポット中の重金属の分布を検討した。

重金属の分析は過塩素酸分解後、MIBK抽出、原子吸光光度法による。

3 試験結果及び考察

(1) GMの重金属濃度

製品中には亜鉛、銅、カドミウムなどが含まれており、亜鉛濃度が著しく高くなっている。なお、製品の水分は約50%である。

表1 グリーンメイクの重金属平均含有率

(n = 30 乾物当りppm, %)

重 金 属	Zn	Cu	Cd	水分率
過塩素酸分解 (MIBK 抽出)	300	100	1.3	50
(最小値 - 最大値)	(221 - 453)	(65 - 165)	(0.85 - 2.60)	

(2) GMの施用量と作物の乾物生産

作物の生育は、GMの施用によって良好になり、施用量が多くなると生育量も多くなっているが、必ずしも施用量には比例しない。作物の中で、生育期間の長いスイートコーン、エダマメは生育量が大きくなっている。

(3) 作物の重金属含有率

作物の重金属含有率はGMの含有率を反映して、亜鉛では高いものが多かった。銅は低く、カドミウムはほとんど無視できる程度であった。

亜鉛の含有率はホウレンソウで著しく高く、シュンギクが次ぎ、以下、スイートコーン、ハクサイ、ダイコン、エダマメ、ジャガイモの順であった。最高のホウレンソウは

表2 供試作物の乾物重

(kg/a)

試験区	'88-1	'88-2		'89 スイートコーン		'90-1		'90-2 エダマメ		全作物 比平均
	ジャガイモ	ハクサイ	ダイコン	雌穂	全体	ホウレンソウ	シュンギク	莢実	全重	
対 照	219	33	30	28	65	10	16	53	129	100
GM1	213	31	36	34	79	9	15	54	132	105
GM2	231	31	30	37	88	9	15	66	154	111
GM5	244	32	33	40	99	11	16	71	176	121
対 肥	221	32	28	29	65	5	13	55	157	94

注. 2反復平均値以下同じ。

最低のジャガイモの30倍弱であった。

また、GMの施用量を変えた場合に、亜鉛の含有率が大きく変わってくるものはシュンギクだけであり、他の作物では施用しなかったものに比べ、大きな違いは認められな

かった。

このことは、作物にとって亜鉛が必須成分であり、GM無施用でも、かなりの亜鉛が吸収されていることを示して

表3 供試作物の亜鉛含有率

(風乾物当りppm)

試験区	'88-1	'88-2		'89 スイートコーン		'90-1		'90-2 エダマメ		全作物
	ジャガイモ	ハクサイ	ダイコン	雌穂	全体	ハウレンソウ	シュンギク	英実	全体	比平均
対 照	11	70	25	79	83	290	99	28	17	100
GM1	11	69	25	81	111	274	197	27	23	117
GM2	8	69	28	90	115	284	128	22	28	110
GM5	9	70	27	88	99	286	264	28	28	128
堆 肥	12	66	30	76	104	285	101	21	23	103

(4) 作物の重金属吸収量

作物の亜鉛吸収量は、作物中の濃度と生育量の積によって決るが、生育期間が長く生育量も大きいスイートコーン(4~8g/a)、エダマメ(3~5g/a)の場合に多く、

ハウレンソウ、シュンギク、ハクサイ、ジャガイモではほぼ2~3g/aであり、ダイコンでは1g/a未満と少なかった。なお、作物の亜鉛吸収量はGMの施用量を0から500kg/aに増しても70%程度の増加に過ぎなかった。

表4 供試作物の亜鉛吸収量

(g/a)

試験区	'88-1	'88-2		'89 スイートコーン		'90-1		'90-2 エダマメ		全作物	
	ジャガイモ	ハクサイ	ダイコン	雌穂	全体	ハウレンソウ	シュンギク	英実	全体	合計	左比
対 照	2.3	2.3	0.7	1.9	4.4	2.7	1.6	1.5	2.8	16.9	100
GM1	2.4	2.1	0.9	2.2	6.6	2.5	2.8	1.4	3.2	20.5	121
GM2	1.9	2.2	0.9	2.5	7.6	2.5	1.9	1.5	3.9	20.9	124
GM5	2.2	2.3	0.9	2.9	7.9	3.1	3.9	2.0	4.9	25.1	149
堆 肥	2.7	2.1	0.8	1.9	4.9	1.4	1.3	1.1	3.5	16.8	99

(5) 土壌への重金属の蓄積

土壌への重金属蓄積量は、GMの施用量と作物の吸収量の差になる。

表5 亜鉛施用量と作物吸収量および土壌残存量

試験区	施用亜鉛全量 (g/a)	作物吸収量		土壌残存量		土壌濃度上昇*	
		全作物 (g/a)	1作当 (g/a)	2作付跡 (g/a)	3作付跡 (g/a)	2作付跡 (ppm/1年)	3作付跡 (ppm/1年)
対 照	0	16.9	2.4	-4.8	-7.2	-0.3	-0.5
GM1	45	20.5	2.9	9.1	6.2	0.6	0.4
GM2	90	20.9	3.0	24.0	21.1	1.6	1.4
GM5	225	25.1	3.6	67.8	64.3	4.5	4.3
堆 肥	12.6	16.8	2.4	-0.6	-3.0	0.0	-0.2

*：作土深15cm、仮比重1.0、土壌重15t/aとした計算値。

最も多く含まれている亜鉛でみると、GMを100kg/a施用した場合、土壌に持ち込まれる量は15g/a弱、作物が吸収する量は一作平均2~3g/a、一年2~3年の作付を行うと4~9g/aになり、土壌の亜鉛残存量は6~10g/a程度になる。これは作土層15cm、土壌の仮比重を1とすると、土壌の亜鉛濃度は約0.4~0.7ppm上昇することを示す。しかし、GMの施用量を500kg/aと多くした場合、土壌への持ち込み量は70g/a強になり、作物の吸収量は7~10g/a程度に過ぎないので、土壌への残存量は60g/a強になり、土壌の濃度も4ppmと大幅に上昇することになるが、作付跡の土壌中の亜鉛濃度は、必ずしも計算値

とは合っていないかった。

また自然降雨条件下においたカラム中の亜鉛の分布は、移動の大きい黒ボク土においても、GMを入れた層から上下数cm以内の移動に限られていて、ほとんど移動しないものと考えられた。

表6 土壌カラム中の亜鉛の分布の変化

黒ボク土

深 さ (cm)	初 期 —— (% / cm *) ——	1 年 後
1 - 0	4.0	18.5
G M	15.0	14.3
0 - 1	4.0	6.4
1 - 3	4.0	6.9
3 - 5	4.0	2.7
5 - 10	4.0	3.9
10 - 15	4.0	2.5
15 - 20	4.0	1.9

*：カラム中の全亜鉛量を100%とし、深さ1cm当りの存在比率。

4 ま と め

以上の結果から、土壌中の亜鉛濃度の指標値120ppmを考慮すると、GMの施用量は一年間に100kg/a程度に留めるのが望ましい。