

原位置環境修復に向けた有機性廃棄物中の水溶性有機態炭素による鉛の溶出挙動

岐阜大学 学生会員 ○八木良祐 北原亘 正会員 加藤雅彦 佐藤健

1 はじめに

主要な有機性廃棄物である家畜糞堆肥(以下、堆肥)に着目し、重金属汚染の原位置環境修復技術の開発を目指している。堆肥は、重金属の不溶化や荒廃した植生の回復に効果的¹⁾である一方で、堆肥由来の溶存有機態炭素(DOC)によって重金属の溶出が促進されることが懸念されている²⁾。堆肥による原位置修復のためには、堆肥の有機態炭素と重金属との反応を詳細に解明し、原位置不溶化資材に適した堆肥の化学的性質を明確化することが必要である。本報告では、易分解性である堆肥の水溶性炭素を鉛汚染土壌へ添加、堆肥の水溶性炭素と鉛の溶出挙動との関係を明らかにし、堆肥の水溶性炭素量の視点から原位置不溶化資材に利用できる堆肥の化学的性質を明確化することを目的とした。

2 試験方法

2-1 供試土壌

岐阜県多治見市営射撃場の跡地から採取した鉛汚染土を、篩により2mm以下とし供試した。土壌の鉛溶出量、全鉛量はそれぞれ0.022g/kg、30g/kgであった。

2-2 供試堆肥と水溶性炭素の抽出法

国内の平均的な化学性を有する牛糞、豚糞、鶏糞堆肥を供試した。堆肥を風乾後、粉碎し、固液比1:10で24時間振とう後、ろ過した水抽出液を用いた(表1)。

2-3 水溶性炭素の添加と養生方法

土壌25gの入った50ml容器に、土壌の水分量が最大容水量の60%となるよう各堆肥抽出液7.67mlとブランクとして超純水7.67mlを添加し、0、1、3、7、14日間室内にて養生した(牛糞区、豚糞区、鶏糞区)。本条件により、堆肥現物30.7g/kg乾土に相当する堆肥の水溶性成分を添加したことになる。

2-4 分析項目

水抽出試験：各養生段階の土壌を超純水で抽出(固液比1:10)し、鉛溶出量とDOC量を測定した。

二酸化炭素発生量：上記の養生とは別に、汚染土10gの入った50ml容器を準備した。この容器に各堆肥抽出液を3ml添加した。4Lの密閉ビンに各処理区の50ml容器と0.5M水酸化ナトリウム60mlを入れた100mlビーカ

ーを入れ、1、3、7、14日目の水酸化ナトリウムの二酸化炭素吸収を、0.2M塩酸で滴定し、土壌からの二酸化炭素発生量を測定した。

なお、結果は、各処理区からブランクの値を差し引き、表記した。

表1 供試堆肥の化学性

	pH	水溶性		全炭素量	全炭素量に対する 水溶性炭素量 (%)
		リン量	炭素量		
		----- (g/kg)			
		A	B		C=(A/B)*100
牛糞	6.6	2.7±0.2	7.4±0.7	418±1	2
豚糞	6.9	6.7±0.1	65.8±4.2	344±2	19
鶏糞	7.7	3.3±0.1	53.3±3.6	246±7	22

3 結果および考察

牛糞区の堆肥由来のDOC量は、養生初期(1-3日目)に約200mg/kgであったものの、他の堆肥よりも低く、養生7日目以降ブランクの値と大差なくなった(図1)。豚糞区の堆肥由来のDOC量は、養生初期(0-3日目)に800~1100mg/kgと、供試堆肥の中で最も高い値を示した。その後、堆肥由来のDOC量は減少傾向を示し、養生14日目において約500mg/kgであった。鶏糞区の堆肥由来のDOC量は、養生0日目に550mg/kgであり、その後養生日数の経過とともに減少し、養生14日目に牛糞区と同程度となった。

添加した堆肥の水溶性炭素量に対する養生0日目のDOC量の割合を表2に示した。牛糞区では、養生0日目の堆肥由来のDOC量がほぼ0mg/kgであったため、堆肥の水溶性炭素のほとんどが、添加直後に土に吸着されたと考えられた。他方、豚糞区、鶏糞区では、添加した水溶性炭素量のおよそ58、66%が養生直後に土壌に吸着したものと考えられた。

堆肥抽出液添加による土壌の鉛溶出の増減量を図2に示した。牛糞区は、養生初期(0-1日目)を除き、堆肥抽出液の添加による鉛溶出量の増加は認められなかった。牛糞堆肥の水溶性炭素量が少なく(表1)、また添加後、速やかに水溶性炭素が土壌に吸着されたため、鉛の溶出促進が生じなかったと思われた。養生0日目の豚糞区、鶏糞区の鉛溶出量は、堆肥抽出液の添加により増加し、約50mg/kgであった。その後経時的に減少する傾向を示し、豚糞区では養生14日目に堆肥抽出液の添加による鉛溶

出量の増加は認められなくなった。また、鶏糞堆肥の鉛溶出量も養生14日目にブランクと大差なくなった。

堆肥由来のCO₂-C発生量を図3に示した。豚糞区、鶏糞区ともに経時的にCO₂-C発生量は増加し、養生14日目には800mg/kg近くのCO₂-Cが発生した。牛糞区の堆肥由来のCO₂-C発生量は、DOC量、鉛溶出量同様に、ブランクと同程度だった。

添加した堆肥の水溶性炭素量に対する堆肥由来のCO₂-C発生量の割合を表3に示した。添加した水溶性炭素量に対し牛糞区では約35%、豚糞区では約36%、鶏糞区では約42%が分解されたと考えられた。養生0日目の水溶性炭素量とCO₂-C発生量を比較すると、豚糞区は養生0日目の堆肥由来のDOC量が837mg/kgに対して、CO₂-C発生量は728mg/kgであり、添加直後に存在した堆肥由来DOCの大部分は2週間で分解されたと考えられた。それに対して鶏糞区のCO₂-C発生量は、養生0日目の堆肥由来のDOC量よりも約130mg/kg多かった。このことから、添加直後に土壤に吸着した鶏糞堆肥の水溶性炭素の一部も2週間で分解されることが考えられた。

表2 添加した水溶性炭素量に対する養生0日目のDOC量の割合

	添加した水溶性炭素量 ----- (mg/kg)	養生0日目のDOC量 ----- (mg/kg)	添加した水溶性炭素量に対するDOC量の割合 (%)
	x	y	z=(y/x)*100
牛糞区	226	-15±22	-7±10
豚糞区	2017	837±187	42±9
鶏糞区	1635	550±128	34±8

表3 添加した水溶性炭素量に対するCO₂-C発生量

	添加した水溶性炭素量 ----- (mg/kg)	養生0日目のDOC量 ----- (mg/kg)	CO ₂ -C発生量 ----- (mg/kg)	添加した水溶性炭素量に対するCO ₂ -C発生量の割合 (%)
	a	b	c	d=(a/c)*100
牛糞区	226	-15±22	80±139	35±62
豚糞区	2017	837±187	728±152	36±8
鶏糞区	1635	550±128	688±215	42±13

4 まとめ

牛糞堆肥は水溶性炭素が少ないことに加え、土壤に添加後速やかに水溶性炭素が吸着されたため、鉛の溶出促進は認められなかった。また、豚糞堆肥、鶏糞堆肥では、養生初期にDOC量が高かったが、添加後2週間の間にDOCの大部分は分解され、鉛の溶出促進も見られなくなった。以上のことから、堆肥の水溶性炭素量が50g/kg程度であれば、添加後2週間以内にDOCの大部分が分解

されるため、不溶化資材として十分有効性があると考えた。しかし、堆肥の有機態炭素の大部分を占める非水溶性炭素が重金属の挙動に及ぼす影響を今後検討する必要がある。

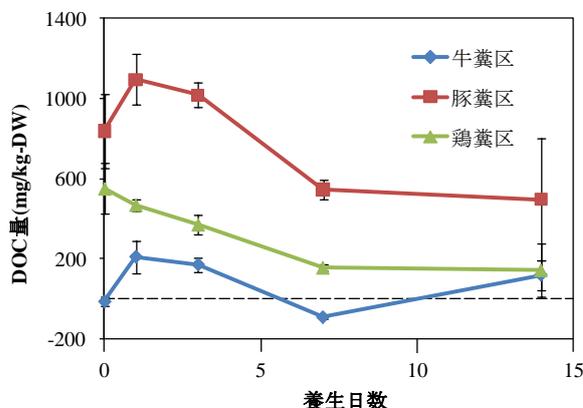


図1 土壤中の堆肥由来のDOC量

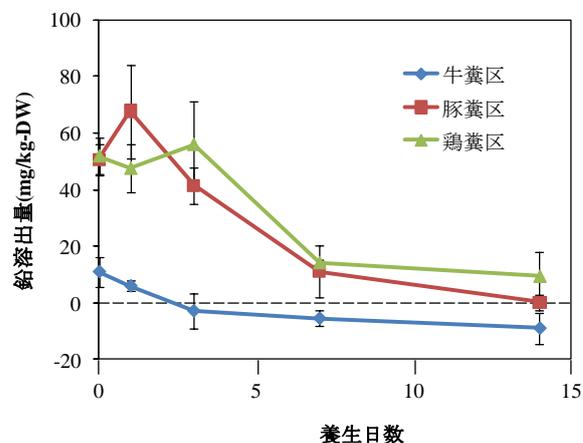


図2 堆肥抽出液添加による土壤の鉛溶出量の増減

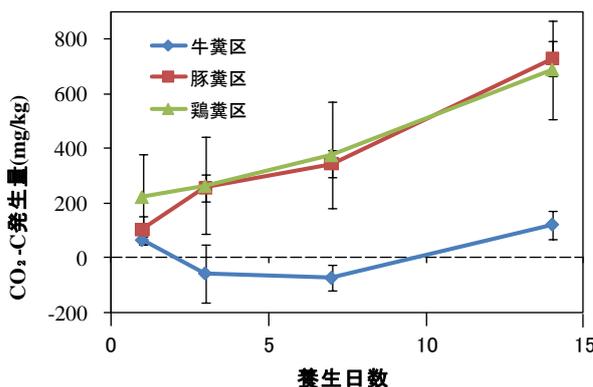


図3 堆肥由来のCO₂-C発生量

【参考文献】

- 1) M. Farrell, and D. L. Jones: Use of composts in the remediation of Heavy metal contaminated soil, Journal of Hazardous Materials, 175, 575-582, 2010
- 2) L. Y. L. Zhao, R. Schulin, L. Weng, and B. Nowack: Coupled mobilization of dissolved organic matter and Metals (Cu and Zn) in soil columns, Geochimica et Cosmochimica Acta, 71, 3407-3418, 2007