

U.D.C.691.328.4

植物への吸収促進に関する堆肥の可能性について

柳沢 隆*

要約： ファイトレメディエーションの課題として、i) 吸収効率が低く対策が極めて長期に及んでしまう、そのため、ii) 単年では客土と比較して安価であってもトータルでは有害物質の処理方法に大きなコストが掛かる、といった点が指摘されており、これらの課題はいまだに解決されていない。著者は、廃棄物処理材のファイトレメディエーション工法における有効利用を検討した結果、例えば堆肥化を施すことによって汚染土壌の吸収促進に寄与する可能性があることが認められた。また、汚染土壌の浄化費用が画的に低減される可能性も推察できた。

キーワード： 土壌汚染、重金属、植物、ファイトレメディエーション、堆肥化

- | | |
|---|--|
| <p>目次：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. 堆肥化の方法 3. 植物生育への影響 | <ul style="list-style-type: none"> 4. 植物への吸収促進効果 5. 添加量の違いによる影響 6. おわりに |
|---|--|

1. はじめに

原位置浄化の要求の高まりに合わせて、従来は必ずしも実用的ではなかったファイトレメディエーションによる土壌浄化が、今後徐々に注目されるものと思われる。その一方、ファイトレメディエーションの課題として、i) 吸収効率が低く対策が極めて長期に及んでしまう、そのため、ii) 単年では客土と比較して安価であってもトータルでは有害物質の処理方法に大きなコストが掛かる、といった点が指摘されており、これらの課題はいまだに解決されていない。

著者は、このうち対策期間短縮へ向けたアプローチのひとつとして、従来廃棄物として処理されていた材料を堆肥化することによりファイトレメディエーション工法において有効利用を図り、浄化コストの低減を図る可能性について研究した。以下にその研究の成果について述べる。なお、植物種としてはコマツナ（品種名 照彩小松菜）を使用した。

2. 堆肥化の方法

はじめに水産系有機性廃棄物材料（以下、廃棄材）を粉砕し、生ゴミ堆肥（秋田県立大学産）を重量比 12kg:4kg で混合（以下、混合材）した後、コンポスト製造機に投入した。堆肥化の期間中は、混合物の温度を 2 日に 1 回ごとに計測し、水分量を 30%以下にならぬように 1 週間に 1 回の割合で水を加えた。

堆肥化の終了は、シードバッグ根伸長試験の結果により判定したが、結果として堆肥化に要した期間はおよそ 4 ヶ月間程度であった。

2.1 シードバッグ根伸長試験

シードバッグ（富士平製、写真 1）に廃棄材、所定の期間堆肥化を施した混合材を 2g 入れ、イオン交換水を 20ml 加え、たねびた（富士平製）を用いて 1 バッグあたりのコマツナの種子を 14 粒撒種した。

これを 30℃暗黒条件下で 3 日間垂直静置した後、イオン交換水のみとの区と根の伸長を比較することで、堆肥化の進捗度（腐熟化の程度）の判定をした。



写真1 シードバッグ試験

廃棄材区では、無添加区（黒ボク土）との差が見られたが、混合材区では無添加区との差がなくなった（表 1）。これは、堆肥化することにより、根の伸長に対する阻害物質であるフェノール性酸が徐々に減少していったためと考えられる。

* 土木総本部 環境技術部

表1 シートバッグによる根の伸長試験結果

内容	根の伸長(cm)
無添加区	2.04±0.250
廃棄材区	0.16±0.087
混合材区	1.86±0.498

※混合材区(堆肥化区)は105日目 n(反復数)=3



写真2 混合材堆肥(SC1)の外観

2.2 堆肥の種類

上記の方法によって完成した堆肥(混合材)をSC1とし、無添加区との比較対象とした。また、SC1のほか、既に市販されている堆肥も存在しており、これをSC2とした。

3. 植物生育への影響

シードパック根伸長試験により、SC1は発芽直後の初期段階においては根の伸長を阻害しないことはわかったが、その後の生育期間を通じて植物(コマツナ)に生育障害を生じないことを確かめる必要がある。ここでは、SC1およびSC2と無添加区との生育状態を比較することで、これらを添加することによる影響の有無を評価した。

3.1 実験方法

ポットは小型樹脂性のもの(内径11.3cm、高さ6.5cm)を用い、土壌は秋田県内の黒ボク土(ビニールハウス栽培跡地、試験前全Cd濃度 $1.22 \pm 0.0221 \text{ mg/kg}$)を用い、500g/pot充填した。

表2 堆肥(SC1、SC2)の成分

内容	SC1	SC2
pH	8.14±0.098	8.34±0.015
EC (dS/m)	15.60±0.783	15.90±0.121
T-N (%)	2.64±0.115	2.71±0.026
P ₂ O ₅ (%)	2.57±0.020	1.00 ※
K ₂ O (%)	0.97±0.126	1.54±0.082
T-C (%)	20.00±1.420	20.20±0.226

※は成分表より引用

表3 各処理区の添加物とその濃度

処理区	添加量 (g/pot)	Cd濃度 (mg/kg)
無添加区	—	—
SC1	1.88	3.760
SC1×2	3.76	7.520
SC2	1.84	3.680
SC2×2	3.68	7.360

コマツナをポット当たり25粒播種し、水分はイオン交換水を最大容水量の50%になるように適宜加え、全てのサンプルに窒素(N)、リン酸(P₂O₅)、カリ(K₂O)を土壌500gに対し、それぞれ硫酸アンモニア、過リン酸石灰、塩化カリを25mg(5kg/10アール相当)になるように化成肥料を施用した。

SC1、SC2はそれぞれ窒素量が等しくなるように添加量をあわせ、ポット内に充填した(表2)。また、表3に記した(×2)は、添加量が2倍であることを示す。各処理区反復数4で屋外のビニールハウス内で栽培した。

発芽した後に覆いをはずし、発芽している本数を数えた。この調査を3回(発芽日、発芽後2日目、4日目)行った。なお、給水は毎日おこない、その際に最大容水量の50%になるように給水した。



写真3 ポット栽培試験の様子

試験終了後(21日目)には、ポットごとに植物の地上部を、地際からハサミで刈り取り、その際にコマツナの個体の本数を計測した。刈り取った地上部は、ポットごとにまとめ、よく水分を切り取った後重量を測定し、これを新鮮重とした。次に、80℃の乾熱機に入れ、乾燥した後重量を測定し、これを乾物量とした。

表4 各処理区乾物重(n=4)

処理区	乾物重 (g/pot)
無添加区	2.69
SC1	2.13
SC1×2	2.58
SC2	2.55
SC2×2	2.64

3.2 生育実験結果

写真3で示したように、堆肥添加区（SC1, SC2）ともに無添加区と生育差なく順調に生育した。

表4で示すように、乾物重では堆肥添加区と無添加区の間に目立った差異は認められなかった。また、SC1とSC2間については、SC2の方が乾物重が多いが、こちらも大きな違いではなかった。なお、この差異は、SC2の方がわずかにT-N、K₂Oが多いので、これにより乾物重が増加したのではないかと思われる。

4. 植物への吸収促進効果

本実験で使用した廃棄物を堆肥化して、土壌に添加することにより、無添加の土壌と比べ重金属（Cd）の吸収量に変化が見られるのではという仮定のもと、SC1, SC2の堆肥添加区と無添加区を比較した。

分析項目としては、対象となるCdに加え、化学的にCdと似た傾向を示すZnの濃度も併せて計測した。

4.1 実験方法

実験は生育調査と同時に共通の試料にて実施した。生育調査にて採取・乾燥させた試料について、硝酸-塩酸-過酸化水素分解²⁾をした後、それぞれのCd、Zn濃度を求めた。

表5 各処理区のCd含有率と吸収量 (n=4)

処理区	Cd含有率 (mg/kg DW)	Cd吸収量 (μg/pot)
無添加区	0.498	1.34
SC1	0.507	1.08
SC1×2	0.586	1.51
SC2	0.558	1.42
SC2×2	0.587	1.55

表6 各処理区のZn含有率と吸収量 (n=4)

処理区	Zn含有率 (mg/kg DW)	Zn吸収量 (μg/pot)
無添加区	66.0	177
SC1	73.0	154
SC1×2	63.7	164
SC2	71.1	180
SC2×2	66.6	175

4.2 吸収実験結果

実験の結果、無添加区と堆肥添加区の間でCdおよびZnの吸収量に有意差は認められなかった（表5、表6）。

この結果から、堆肥添加区は栽培期間を通じて植物への生育阻害がないが、Cd、Znの吸収に関しては無添加区との有意差が認められなかったため、今後は添加量を増加させたときのCd、Zn吸収効果の影響が課題となった。

5. 添加量の違いによる影響

4.2を踏まえ、堆肥添加区においてその添加量の違いが、植物のCd吸収量に及ぼす影響を確かめることを目的に、SC1, SC2それぞれに異なる3段階に添加した試料を準備し、それぞれの吸収量と生育状況を測定した。

表7 各処理区の添加量と添加物のCd濃度

処理区	添加量 (g/pot)	Cd濃度 (mg/kg)
無添加区	—	—
SC1	2.00	5,000
SC1×2	4.00	10,000
SC1×4	8.00	20,000
SC2	2.00	5,000
SC2×2	4.00	10,000
SC2×4	8.00	20,000

5.1 実験方法

SC1, SC2の添加量をそれぞれ3段階とし（表7）、その後の処理、測定項目は4に準じて実施した。栽培はインキュベーターを利用し、設定温度30℃、日照条件24h/dayで、3週間栽培した。

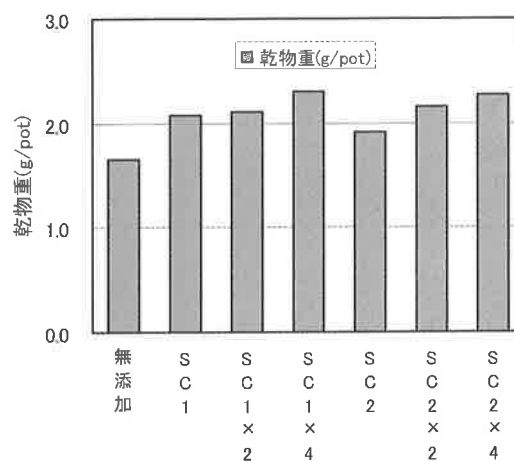


図1 各処理区の乾物重

5.2 実験結果

添加量の増加に応じて乾物重が増加した。ただし、区間の有意差は認められなかった（図 1）。一方、植物の Cd 含有率は、SC2×2, SC2×4 では無添加区と比べて有意に増大した。その他の処理区では無添加区と比べて有意差は見られなかった。なお、吸収量は、SC1, SC2 とともに添加量が増加すると吸収量も増加する傾向がみられ、特に SC2×4 では顕著であった（図 2）。

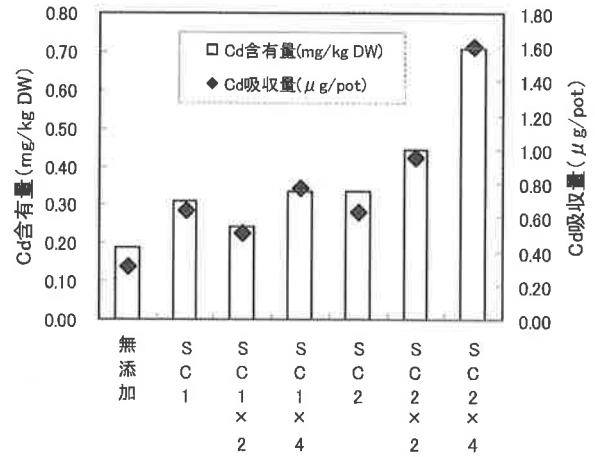


図 2 各処理区の乾物重

謝 辞

本研究は、公立大学法人秋田県立大学との共同研究によるものです。ご指導とご協力を頂きました関係各位に、心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 羽賀清典 (2006) : 堆肥化の原理と方法, 別冊現代農業 3 月号, 社団法人農山漁村文化協会, 154-161
- 2) 財団法人日本土壌協会 (2001) : 土壌機能モニタリング調査のための土壌,水質及び植物体分析法, 91-98。

STUDY FOR EFFECTIVE PHYTOREMEDIATION WITH SOIL MIXED WASTE COMPOST

T.Yanagisawa

The subject of phytoremediation is that requests a long period and cost much for total purification. The technology of phytoremediation therefore is not practical enough since it has attracted wide attention. In this report, I studied about a possibility of effective usage of waste compost, which is currently disposed as of waste, for contaminated soil. Also, we aimed for the possibility of reduction of total purification cost through phytoremediation.