

嫌気性消化汚泥堆肥の施用がコマツナの発芽および生育に及ぼす影響 Germination and growth responses of Komatsuna to anaerobically-digested sludge compost

○前田 守弘¹⁾, 森本 貴之¹⁾, 藤原 拓²⁾, 井上 大介³⁾

○Morihiro Maeda¹⁾, Takayuki Morimoto¹⁾, Taku Fujiwara²⁾ and Daisuke Inoue³⁾

1. はじめに

下水汚泥は全国で毎年 224 万トン(H24 年)発生している。近年は嫌気性消化発電を行う下水処理場が増加しており、これまでとは性質の異なる汚泥の堆肥利用が課題となっている。下水汚泥は窒素(N), リンなどの栄養塩を多く含んでおり、肥料効果が期待できる。一方、十分に堆肥化が進んでいない未熟有機物を施用すると、作物に障害が生じることがある。本研究では、A, B, C 市で作成された嫌気性消化汚泥堆肥の腐熟度を調べるため、熱水抽出液を用いたコマツナの発芽試験を行った。また、C 市の消化汚泥堆肥を用いたポット栽培試験を行い、堆肥施用がコマツナ生育およびN収支に及ぼす影響を検討した。

2. 試験方法

(1) コマツナ発芽試験

A, B, C 市の現物堆肥を 75°C で乾燥した後、微粉碎した試料を用いた。乾燥堆肥を煮沸蒸留水で抽出(1:10)し、抽出原液とした。また、その 1/10, 1/30(C 堆肥のみ)希釈液を発芽試験に供した。ろ紙を敷いたシャーレに発芽試験シート(たねピタ, 富士工業)を重ね、コマツナ種子 50 粒ならべた。次いで、抽出原液, 1/10 希釈液, 1/30 希釈液, 蒸留水(対照)のいずれかを添加し、25°C で 3 日間静置後に、発芽率、幼芽・根の長さを測定した。なお、各処理 3 連で試験を行った。

(2) コマツナポット栽培試験

1/5000a ポットに、C 市小麦圃場の表層 0~15 cm から採取した土壌(粒強グライ土, 軽埴土)3.0 kg を充填した。上層 7.5 cm に対して堆肥または化学肥料を施用した。化学肥料区の施肥量は N, P₂O₅, K₂O 各 12, 10, 12 g m⁻² とし、堆肥については C 堆肥を用い、N 投入量が化学肥料区と同じ(堆肥 N1), その 2 倍(堆肥 N2), 3 倍(堆肥 N3)の処理区を設けた。N で調整すると、堆肥区のリン施用量は化学肥料区よりも多くなった。また、比較のため、無施用区を設けた。ビニル屋根の下で 2016/10/24~12/20 までコマツナを栽培し、土壌水分が圃場含水量になるよう 5~7 日毎に灌水した。各処理 3 連で試験を行った。

3. 結果

(1) コマツナ発芽試験

C 堆肥は他と比べて pH がやや低かったが、いずれの堆肥も中性であった(表 1)。A および B 堆肥は EC が 5 dS m⁻¹ 以上あり、C 堆肥はその 1/4 程度であった。堆肥および希釈率がコマツナの発芽率に及ぼす影響は認められなかった($p > 0.05$, データ省略)。一方、根長に対しては、どの堆肥においても希釈液で生長がよくなり($p < 0.05$, 図 1), 堆肥に生育阻害物質が含まれている可能性が示唆された。また、幼芽長に対しても、堆肥 A, B については根と同様に希釈液で生長がよかった($p < 0.05$, データ省略)。一方、C 堆肥については抽出原液の方が希釈液よりも幼芽が長くなった($p < 0.05$)。

(2) コマツナポット栽培試験

収量に相当するコマツナ地上部新鮮重を比較すると、化学肥料区で有意に高く(表 2, $p < 0.05$)、それ以外に有意差は認められなかった。すなわち、C 堆肥を用いる場合、施用量を増加しても収量増に結びつかず、化学肥料区よりも低収量であった。コマツナによる N 吸収量についてみると、化学肥料区で最も高く、

1) 岡山大学 Okayama University, 2) 高知大学 Kochi University, 3) 北里大学 Kitasato University
キーワード 嫌気性消化汚泥, 堆肥, 腐熟度, 窒素, コマツナ

次いで、堆肥 N2 > 堆肥 N3 > 堆肥 N1 > 無施用区の順であった(表 2)。以上より、堆肥施用量を増加させることにより、N 吸収量は増加する傾向にあるが、化学肥料区には及ばないことがわかった。

C 堆肥の無機態 N (2 M KCl 抽出) が全 N に占める割合は 7%、無機態 N+MAP 態 N (0.5 M HCl 抽出) で同 8%、酸性デタージェント可溶 N (濃 H₂SO₄ 28 mL と臭化 n-ヘキサデシルトリメチルアンモニウム 4.0 g を 1 L 蒸留水に溶解) でも同 28% であり、堆肥 N3 区でも可給態 N 供給量は化学肥料の 84% にしか相当しない。堆肥施用区におけるコマツナ N 吸収率をみると(表 2)、化学肥料区では 53% であったのに対し、堆肥施用では 12% 以下と極めて低い。コマツナに利用されなかった堆肥由来 N の長期的な消長を詳しく調べる必要がある。

C 堆肥を用いた発芽試験では、希釈倍率が大きいと根長が長くなったが、原液、1/10 希釈液、1/30 希釈液のいずれにおいても生育阻害がみられた(図 1)。ポット栽培試験において、堆肥と接触する土壤水の割合を考えると、堆肥 N1, N2, N3 区でそれぞれ 55, 27, 18 mL g⁻¹ であった。これは発芽試験での抽出原液 (10 mL g⁻¹) と 1/10 希釈液 (100 mL g⁻¹) の間に相当する。このことから、ポット試験においても有機酸などによる生長阻害の影響が生じたと考えられる。

4. まとめ

嫌気性消化汚泥堆肥には植物根の生長を阻害する物質が含まれている可能性が示唆された。また、C 堆肥は可給態 N が少ないため、施用量を増やしてもコマツナの生育は化成肥料に及ばなかった。以上より、消化汚泥堆肥を利用する際は、化学肥料と併用するなど施用量に配慮する必要があると思われる。

表 1 嫌気性消化汚泥堆肥の副資材と各種成分

副資材	pH (1:10)	EC (1:10) dS m ⁻¹	TC g kg ⁻¹	TN g kg ⁻¹	TP g kg ⁻¹	TK g kg ⁻¹
A 堆肥 モミガラ	6.3	5.2	358	29.8	18.4	3.9
B 堆肥 タンパク質系残さ	6.2	6.1	184	30.9	25.8	3.1
C 堆肥 モミガラ, イナワラ, ムギワラ	5.7	1.4	284	23.2	17.4	4.9

表 2 コマツナポット栽培における新鮮重収量ならびに N 収支

処理区	新鮮重収量 g m ⁻²	インプット N g m ⁻²			アウトプット N g m ⁻² 植物吸収	植物 N 吸収率 [#] %
		堆肥 (可給態)	無機態	土壌無機態		
無施用	1244 ^b	0	0	5	3.6 ^{bc}	0
化学肥料	2727 ^a	0	12	5	9.9 ^a	53
堆肥 N1	1483 ^b	12 (3.4)	0	5	4.4 ^{bc}	7
堆肥 N2	1399 ^b	24 (6.7)	0	5	6.5 ^{ab}	12
堆肥 N3	1638 ^b	36 (10.1)	0	5	5.9 ^{ab}	6

注) [#] 植物吸収率 = (施用区吸収 N - 無施用区吸収 N) / 施肥 N, 同一英字間には有意差なし ($p > 0.05$)。

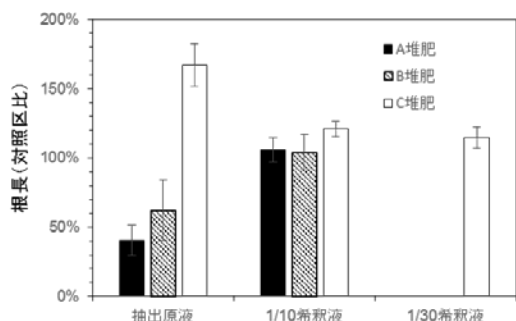


図 1 コマツナ発芽試験における根の伸長割合の違い

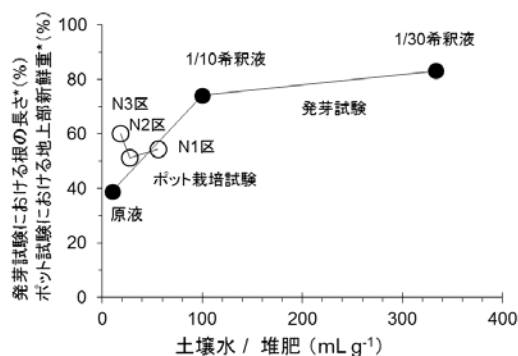


図 2 単位堆肥あたりの土壌水量からみた発芽試験とポット栽培試験の対応

注) * 対照区に対する割合。