

下水汚泥コンポストの施用による 土壌改良効果の検証

(株) 建設技術研究所 ○松尾沙央里・渡邊暁人
(株) CTI フロンティア 野村奏史

1. はじめに

(1) 背景・目的

下水汚泥由来肥料は、ユーザーの66%が製造されている汚泥肥料製品に関して「良好」または「概ね良好」と評価しているアンケートデータもあり¹⁾、更なる利用拡大を図ることで、資源の有効利用、地域循環圏の形成、地産地消の推進、自給率の向上にも寄与する。しかしその肥効性については実際にどの程度有効なのか定量的に評価されていない状況であり、先行研究では味覚センサを用いた評価検討も行われている²⁾。このような背景を踏まえ本研究では、下水汚泥由来肥料の肥効性の実態を把握するため、土壌改良効果や栽培した作物の重量等について、4種の作物を用いて定量的な評価を行った。

(2) 土壌肥沃度について

有機農業は化学系資材を使用せず地力（作物の生産に関与する土壌の能力）に依存した生産方式であり、地力の高まりがないと安定した生産が困難である。先行研究によれば、堆肥の適切な施用により土づくりに以下のような効果が得られると報告されている。³⁾

- ・ 物理性の改良：土壌の腐植層が厚い圃場では野菜類の生育が良好であり、また保水性・透水性のよい圃場は播種をして育てる野菜類の生育の揃いが良いとされている。
- ・ 微生物性の改善：土壌中の微生物相が豊かであれば、土壌病原菌の増殖を抑制し、被害を軽減することができる。土壌微生物の多様性は一般的に土壌消毒剤や除草剤を利用する慣行栽培で低く、有機栽培で高くなる傾向にある。

表－1 栽培実験 作業日程

品目	品種	種苗会社	播種日	定植日	計測日
コカブ	紫姫	野原種苗(株)	2015/10/18	—	2015/12/28
レタス	からさわ	日東種苗(株)	—	2015/10/26	2016/1/19
サニーレタス	レッドファイヤー	タキイ種苗(株)	—	2015/10/26	2015/12/22
ホウレンソウ	弁天丸	タキイ種苗(株)	2015/10/18	—	2015/12/28

2. 調査・研究方法

(1) 実験方法

実験圃場地：埼玉県久喜市

農地面積：約10m²

堆肥散布・耕耘日：2015/10/17

実験圃場は、過去に農作物の栽培実績がある農地を3区分し、投入肥料別に区画を設定した

表－2 投入有機肥料

	下水汚泥コンポスト	鶏糞堆肥
生産者	鶴岡市コンポストセンター	イセファーム株式会社
所在地	山形県鶴岡市宝田三丁目12-43	茨城県小美玉市小岩戸字西峰1971-1
商品名	鶴岡コンポスト	イセグリーン
価格	441円/18kg (24.5円/kg)	180円/15kg (12円/kg)

(図－1)。有機肥料(表－2)の投入量は作物生育に影響を与えない範囲とし、1a(100m²)あたりの土壌重量を22.5tと設定し土壌の1%(225kg)、3%(675kg)を施用した。化学肥料区では、埼玉県の特別栽培基準に従い高度化成肥料を各物質量換算(N,P,K)で0.8kg/1a投入した。栽培品目は表－1に示す通り、栽培期間が短く、窒素を生育当初から急速に大量吸収する性質が下水汚泥コンポストと合っていることから選定した。

下水汚泥区 3%	下水汚泥区 1%	化学肥料区
鶏糞堆肥区 3%	鶏糞堆肥区 1%	

図－1 実験圃場区分イメージ

(2) 評価方法

土壌の生物性の評価手法として SOFIX (Soil Fertile Index) 分析手法⁴⁾を採用した。SOFIX 分析手法は、有機栽培をはじめとする物質循環型農業に望ましい土壌成分の量とバランスを数値化する診断指標であり、「植物生長に関する成分」と「物質循環に関する成分」を測定するものである。特に有機農法では農作物の生育にとって土壌中の物質循環が重要である点から、土壌細菌（生物活性）に着目し、土壌中の総細菌数およびそれらの細菌に起因する窒素循環活性、リン循環活性を定量することで、土壌肥沃度を診断するものである。

これを含め本実験における肥効特性の評価項目は、表-3 に示す通りとした。土壌サンプリングは、圃場の四隅及び中央の5地点で採取したサンプルを混合

表-3 肥効特性の評価項目

	項目	分析項目	手法
農作物生育	収量	作物重量、長さ	現地での計測
土壌改良効果	生物性	物質循環活性	SOFIX分析
	化学性	化学物質	化学性分析

して分析した。農作物生育の収量および品質については、各区画から平均的な個体をランダムにサンプリングして計測した。有機肥料施用後は、土壌改良効果が確認されるまでの期間、概ね2週間ごとに土壌を採取して化学性・生物性の分析を実施した。

3. 実験結果

(1) 堆肥品質の分析

表-4 堆肥品質分析結果

物質循環に関する成分の実測値	推奨値	下水汚泥コンポスト	評価	鶏糞堆肥	評価
C/N比	≤20	9	○	8	○
全炭素(TC) (mg/kg)	≥250,000	214,100	↓	208,300	↓
全窒素(TN (N)) (mg/kg)	≥15,000	23,810	○	26,300	○
全リン(TP (P)) (mg/kg)	≥6,500	13,760	○	14,840	○
全カリウム(TK (K)) (mg/kg)	≥15,000	3,010	↓	21,700	○
総細菌数(億個/g)	≥10.0	69.0	○	136	○
植物生長に関する成分の実測値					
硝酸態窒素 (mg/kg)	≤100	510	↑	0	○
アンモニア態窒素 (mg/kg)	≥200	6,140	○	2,810	○
水溶性リン酸(P ₂ O ₅ 換算) (mg/kg)	≥500	8,240	○	2,170	○
・水溶性リン(SP換算) (mg/kg)		3,600		950	
水溶性カリウム(K ₂ O換算) (mg/kg)	≥5,000	2,240	↓	22,360	○
・水溶性カリウム(K換算) (mg/kg)		1,870		18,630	

試験栽培で使用する下水汚泥コンポストと鶏糞堆肥の肥料成分は表-4 に示すとおりである。下水汚泥には低分子のアミノ酸化合物が多く含まれ、土壌中で分解されやすい性質や、C/N 比が 10 程度と低いことで窒素成分の分解が早く進み、速やかに

植物が吸収しやすい形態になるという特性がある。下水汚泥コンポストは、全カリウム (TK) が少ないが、硝酸態窒素、水溶性リン酸が多く、植物成長に対し即効性のある肥料と考えられる。

(2) 土壌改良効果

有機質資材投入後の土壌中総細菌数の推移を表-5 に示す。下水汚泥コンポストでは、1%施用区及び 3% 施用区で、土壌中総細菌数が推奨値の6×10⁸個/g以上まで増加した。鶏糞堆肥区については、3%施用区では有機物施用後4週間後から増加傾向が見られたが、1%施用区では6週間後も細菌数は検出限界以下となっていた。またリン循環活性評価値については、下水汚泥投入後に活性点が低下しているが、これは有機物中に含まれるミネラルとリンが結合したことによる影響、総細菌数の増加に伴い土壌中のミネラル分が流出したことによる影響と想定される。

表-5 生物性分析結果

実験区	採取日	窒素循環酸化活性点	総細菌数【×10 ⁸ 】(cells/g)	アンモニア態窒素減少率(%)	亜硝酸態窒素減少率(%)	リン循環活性点
化学区	10月20日	1.1	ND	8.0	39.0	99.6
	11月7日	2.1	ND	22.0	28.0	30.4
	11月23日	8.5	ND	27.0	95.0	100.0
下水1%	10月20日	1.1	0.0	8.0	39.0	99.6
	11月7日	1.6	0.0	21.0	23.0	13.3
	11月23日	19.8	6.9	13.0	41.0	9.8
下水3%	10月20日	1.1	0.0	8.0	39.0	99.6
	11月7日	1.6	0.0	17.0	29.0	40.0
	11月23日	16.9	7.5	15.0	31.0	0.0
鶏糞1%	10月20日	1.1	ND	8.0	39.0	99.6
	11月7日	1.9	ND	10.0	58.0	77.1
	11月23日	2.8	ND	20.0	43.0	76.6
鶏糞3%	10月20日	1.1	ND	8.0	39.0	99.6
	11月7日	19.6	9.8	5.0	51.0	39.5
	11月23日	40.6	14.0	11.0	100.0	38.0

※ND : x < 6,600,000

0.0 : 6,600,000 < x < 10,000,000

(3) 生育速度

収穫した農作物について施肥区別の重量計測結果を表-6に示す。全体的に、有機物施用区では、化学肥料区に比べて生育速度が速い傾向が見られた。下水汚泥区については、3%施用区よりも1%施用区で生育速度が速かった。鶏糞堆肥区では、1%施用区よりも3%施用区で生育速度が速い結果となった。

表-6 農作物重量

単位:g/個

品目	化学肥料区	下水汚泥区		鶏糞堆肥区	
		1%	3%	1%	3%
コカブ	198	262	242	224	240
レタス	192	274	249	266	274
サニーレタス	89.5	108.9	129.5	266.3	273.5
ハウレンソウ	31.81	34.1	38.9	35.8	43.1

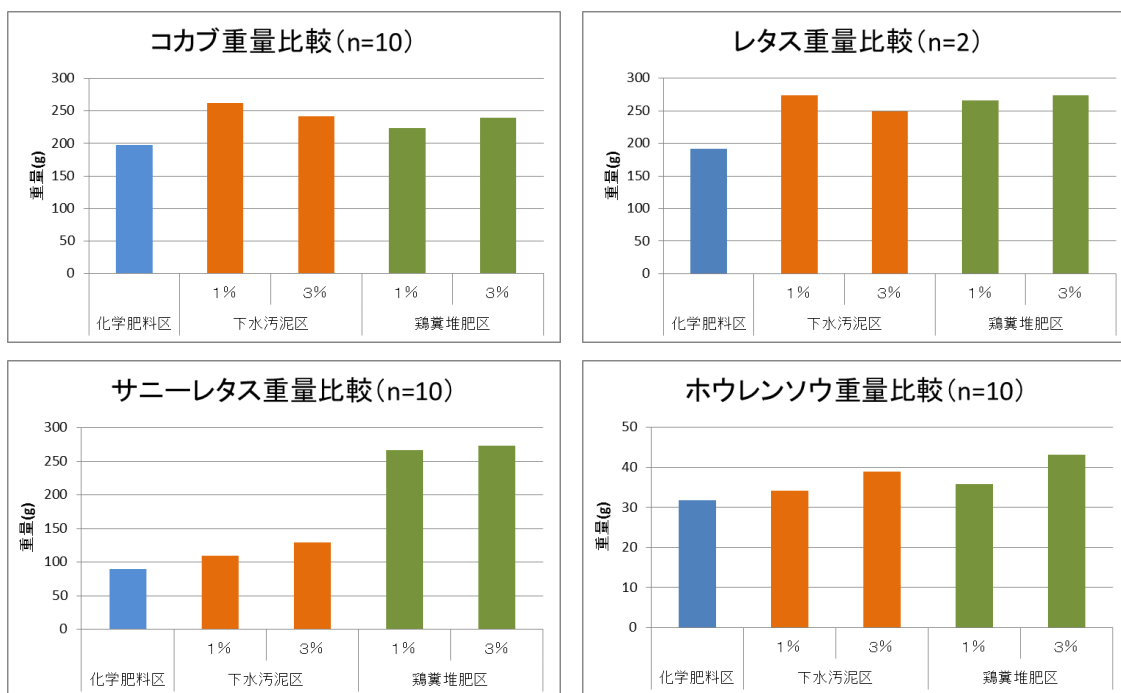


図-2 栽培作物の重量比較

4. おわりに

本研究では、下水汚泥肥料の肥効性を、施肥区分ごとの農作物生育比較により調査するとともに、土壤改良効果や栽培した作物の重量等について定量的な評価を行った。土壤細菌（生物活性）に着目し、土壤中の総細菌数およびそれらの細菌に起因する窒素循環活性を定量することで、土壤肥沃度を診断した。

それによると下水汚泥肥料は土壤の生物活性の向上に有効であると評価された。効果の発現には1ヶ月ほどの期間を要し、その期間は鶏糞堆肥と同等であった。また栽培した農作物重量について、全体的に有機物施用区では、化学肥料区に比べて生育速度が速い傾向が見られた。

【参考文献】

- 1) 「再生と利用 No.129 平成 21 年度下水汚泥を原料とした汚泥肥料に関するアンケート調査結果」日本下水道協会、2010 年 10 月発行
- 2) 「下水汚泥由来肥料の肥効特性等検討業務 報告書」(株)建設技術研究所、国土交通省水管理・国土保全局下水道部、2016 年 3 月
- 3) 「有機栽培技術の手引」日本土壌協会、平成 24 年度生産環境総合対策事業
- 4) 「農地土壌診断 -有機農法のための農地物質循環の評価-」立命館大学 松野敏英ら、2009 年立命館大学理工学研究所紀要

問い合わせ先：(株)建設技術研究所 下水道部 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1 (日本橋浜町 F タワー)

TEL 03-3668-0401 E-mail sr-matsuo@ctie.co.jp