

大手流通業者から排出される食品廃棄物を 主原料とした堆肥の品質と窒素肥効

岩佐博邦・久保田貴志・斉藤研二・金子文宜*

キーワード：食品廃棄物堆肥，窒素肥効，窒素無機化率，窒素分解率

I 緒言

循環型社会の構築を目指し、2001年に食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（通称：食品リサイクル法）が制定された。同法では、「食品が食用に供された後に、又は食用に供されずに廃棄されたもの」あるいは「食品の製造、加工又は調理の過程において副次的に得られた物品のうち食用に供することができないもの」を食品廃棄物としている。同法では食品廃棄物の有効な再生利用方法として肥飼料化を挙げており、その推進にあたって、食品廃棄物を原材料とした肥料（堆肥）及び飼料を製造する業者の登録制度を設けている。この施策により、今後、食品廃棄物を原材料とした堆肥（以下、食品廃棄物堆肥とする）の供給増加が予想される。

食品廃棄物堆肥の品質を評価し、その施用方法を含めて検討した事例としては、コーヒー粕を原料とした堆肥（竹本・藤原，1997）、オカラ及び模擬残飯を原料とした堆肥（半田ら，2003）、くず柿、ウーロン茶滓及びキャベツ収穫残さ等を原料とした堆肥（辻ら，2005）に関する研究等が挙げられる。しかし、量販店やコンビニエンスストアなどの大手流通業者から排出される種々雑多な食品廃棄物の混合物を主原料とした堆肥の窒素肥効を評価した報告は少なく、安全に使用する上では問題が残されている。

そこで、千葉県内の食品リサイクル法登録業者が製造する量販店やコンビニエンスストアから排出される食品廃棄物を主原料とした堆肥を対象に、その製造方法及び品質特性を調査するとともに、埋設試験や栽培試験によりその窒素肥効を明らかにしたので報告する。

II 材料及び方法

受理日 2009年9月30日

* 現 千葉県農林水産部

1. 製造方法調査

食品リサイクル法に基づき、大手流通業者から排出される食品廃棄物を主原料にして堆肥を製造している千葉県内の3業者（以下、業者A、業者B、業者Cとする）を対象に、堆肥の製造方法に関する聞き取り調査を2006年に実施した。聞き取り項目は、堆肥の原材料、副資材の種類及び混合比、発酵施設の種類及び製造に要する日数とした。

2. 成分特性調査

業者A、業者B及び業者Cの製造した食品廃棄物堆肥（以下、A堆肥、B堆肥、C堆肥とする）を2006年10月に採取し、堆肥のpH、EC、水分、全窒素(T-N)、全リン酸(P_2O_5)、全加里(K_2O)、全石灰(CaO)、全苦土(MgO)、全炭素(T-C)及び塩化ナトリウム($NaCl$)含有率を肥料分析法（1992）に準じて測定し、粗脂肪含有率をジエチルエーテル抽出法（農林水産省消費・安全局，2008）によって測定した。

あわせてフローインジェクション分析装置（FA-100、アクア・ラボ製）を用い、硝酸態窒素(NO_3^-N)をナフチルエチレンジアミン法（堆肥等有機物分析法，2000）、アンモニア態窒素(NH_4^+N)をインドフェノール青法（堆肥等有機物分析法，2000）で測定し、その合計値を無機態窒素量とした。

3. 熱水抽出液による幼植物検定

堆肥中の植物生育阻害物質の有無を判定するために、2006年10月に採取したA堆肥、B堆肥及びC堆肥を対象に、熱水抽出液による幼植物検定（堆肥等有機物分析法，2000）を実施した。対照区にはろ液の代わりに脱イオン水10mLを注いだ。シャーレを30℃の恒温器内に48時間静置した後、コマツナ種子の発芽率及び根長を調査し、発芽評価を行った（山口，2003）。抽出までの操作は反復なしで行い、発芽評価は2反復とした。あわせて、堆肥のろ液のECを1 dS/mに脱イオン水で希釈した液についても上記と同様の試験を行った。

4. ポット栽培による植害試験

植物に対する害に関する栽培試験（以下、植害試験とする）の方法（農林水産省農蚕園芸局，1984）に

準拠し、2006年10月に採取したA堆肥、B堆肥及びC堆肥を用いてコマツナのポット栽培試験を行った。すなわち、2006年10月18日に乾土300g相当量の風乾土(黒ボク土)に窒素(N)、リン酸(P₂O₅)、加里(K₂O)として25mg相当量の化成肥料(くみあい化成8号、窒素8%、リン酸8%、加里8%)を加え、さらに全窒素量として100mg相当の未風乾堆肥を加えて混合し、ノイバウエルポット(内径11.3cm、高さ6.5cm)に充填した。その当日にポット当たりコマツナ(品種「健美」)25粒を播種し、土壌水分を最大容水量の60%程度に維持しながら、25℃の恒温条件で、蛍光灯照明付きの人工気象室内で21日間栽培した。これを標準量区とし、全窒素で200mg、400mgの堆肥を加えた2倍量区及び4倍量区と堆肥を加えない対照区を設定した。試験規模は1区1ポットの2反復とした。これを1回目植害試験とした。

さらに、堆肥混合後にポットを25℃の恒温器内に21日間静置した後、11月8日にコマツナを播種した試験を2回目植害試験とした。

1回目植害試験では10月21日に出芽率を調査し、11月11日に収穫し、生存割合(播種数に対する収穫時における生存株数の割合)、地上部及び採取可能な根の合計生体重、草丈を調査した。2回目植害試験では11月13日に出芽率を調査し、11月29日に収穫し、1回目と同様に調査した。

5. 畑状態保温静置法による窒素無機化率調査

2007年5月に採取したA堆肥及びC堆肥を供試し、窒素無機化率を調査した。試験規模は1区3反復とした。調査方法は可給態窒素を測定する畑状態保温静置法(堆肥等有機物分析法, 2000)に準拠し、培養開始から0, 7, 14, 28, 42, 56日後に硝酸態及びアンモニア態窒素量を測定し、その合計値を無機態窒素量とした。硝酸態及びアンモニア態窒素量の測定方法は前記と同様とした。

当初から堆肥に含まれる無機態窒素を差し引いて、窒素無機化率は下記の式により算出した。

$$a = (b - c - e) / d \times 100$$

- a: 窒素無機化率 (%)
- b: 堆肥を添加した区の無機態窒素量 (mg)
- c: 無添加区の無機態窒素量 (mg)
- d: 添加した堆肥の全窒素量 (mg)
- e: 培養前の堆肥の無機態窒素量 (mg)

6. 圃場埋設法による窒素分解率調査

堆肥の窒素分解率を測定するために、ガラス繊維ろ紙埋設法(前田・鬼鞍, 1977)に準拠し、ポリエチ

レン製不織布を利用した埋設試験を実施した。2007年5月に採取したA堆肥及びC堆肥を供し、試験規模は1区3反復とした。全炭素量として1.5g相当の堆肥を2mm目のふるいを通した乾土10g相当の風乾土(黒ボク土)と混合した後、ポリエチレン製不織布の袋に入れて、埋設試料とした。あわせて、堆肥を添加しない黒ボク土のみの無添加区を設定した。試料は2007年5月24日に千葉県農業総合研究センター(現千葉県農林総合研究センター)の黒ボク土を充填した無底コンクリート枠圃場に、防根シートに包んで深さ10cmに埋設した。埋設14, 28, 40, 89, 124, 180, 365日後に試料を掘り上げ、風乾後にポリエチレン製不織布の袋の内容物の重量を測定した。内容物の全窒素含有率はNCアナライザー(SUMIGRAPH NC 900, 住化分析センター製)を用い、乾式燃焼法で測定した。全窒素含有率に風乾重を乗じて全窒素量を算出した。

窒素分解率は下記の式により算出した。

$$e = 100 - \{ (f - g) / h \} \times 100$$

- e: 窒素分解率 (%)
- f: 堆肥添加区の全窒素量 (mg)
- g: 無添加区の全窒素量 (mg)
- h: 添加した堆肥の全窒素量 (mg)

7. 圃場施用試験

2007年5月に採取したA堆肥及びC堆肥を供試し、黒ボク土の圃場でコマツナの栽培試験を行った。

硫安及び堆肥を施用しない無窒素区、硫安で化学肥料窒素を7.5kg/10a施用する化学50%区、同じく15.0kg/10a施用する化学100%区を設置した。さらに、化学肥料窒素7.5kg/10aとこれに併せて全窒素量で7.5kg/10a相当の堆肥を施用するAあるいはC堆肥併用50%区、全窒素量で15.0kg/10a相当の堆肥を施用するAあるいはC堆肥単用100%区を設置した(第1表)。堆肥単用100%区のA及びC堆肥の現物施用量は、それぞれ1,334kg/10a, 984kg/10aであった。全ての試験区に過リン酸石灰でリン酸を12kg/10a, 塩化加里で加里を12kg/10a施用した。

供試品種は「極楽天」(タキイ種苗)、試験規模は1区6.8㎡の2反復とした。

第1表 食品廃棄物堆肥の圃場施用試験における窒素施肥量

試験区	窒素施肥量(kg/10a)		
	化学肥料	堆肥	合計
無窒素区	0.0	0.0	0.0
化学50%区	7.5	0.0	7.5
化学100%区	15.0	0.0	15.0
A堆肥併用50%区	7.5	7.5	15.0
A堆肥単用100%区	0.0	15.0	15.0
C堆肥併用50%区	7.5	7.5	15.0
C堆肥単用100%区	0.0	15.0	15.0

2007年5月24日に食品廃棄物堆肥及び化学肥料を施用し、6月7日に1作目のコマツナを播種した。ベッド幅は1.2m、通路幅は0.5mで1ベッド当たり8条、播種間隔4cmのテープシーダー播種とした。7月3日に収穫し、地上部と根の生体重及び草丈を調査した。地上部及び根の全窒素含有率を前記と同様に乾式燃焼法で測定した。地上部、根それぞれの乾物重に全窒素含有率を乗じて地上部と根の窒素吸収量を算出し、その和を窒素吸収量とした。

1作目のコマツナを収穫した後、堆肥及び化学肥料を施用せずに2007年7月6日に2作目のコマツナを播種した。栽培条件は1作目と同一とした。8月1日に収穫し、1作目と同様に調査した。

III 結果

1. 製造方法

本試験で調査した食品廃棄物の製造方法を第2表に示した。主な原材料はいずれの堆肥も野菜残さや食品残さであり、副資材として木質の資材等を混合していた。その混合比はA堆肥が重量比で食品廃棄物1に対して木屑粉砕物1、B堆肥が体積比で食品廃棄物1に対して木炭1及び戻し堆肥1、C堆肥が体積比で食品廃棄物1に対して木屑破砕物堆肥1及び畜ふん堆肥1であった。

発酵施設は発酵槽と屋内堆積を組み合わせたA堆肥及びC堆肥と屋内堆積のみのB堆肥という違いが見られた。

製造に要する日数はA堆肥が55日から60日、B堆肥が49日、C堆肥が45日から48日であった。

2. 成分特性

供試堆肥の成分含有率を第3表に示した。pHは5.0~6.1であり、ECは6.9~10.2dS/mであった。水分含有率はA堆肥が48.2%、B堆肥が17.9%、C堆肥が36.2%で、特にB堆肥が低かった。全窒素含有率は2.17~2.57%で、アンモニア態窒素含有率はA堆肥が0.315%、C堆肥が0.415%であったが、B堆肥は0.067%と低かった。全炭素含有率は38.8~50.2%で、C/N比はA堆肥が21.6、B堆肥が19.5で、これらに比べてC堆肥は16.3と低かった。全リン酸含有率は0.66~1.68%、全加里含有率は0.73~1.66%、全石灰含有率は2.47~4.98%、全苦土含有率は0.25~0.78%、塩化ナトリウム含有率は0.85~1.84%であった。粗脂肪含有率はA堆肥が11.8%、B堆肥が14.6%で、これらに比べてC堆肥は7.9%と低かった。

3. 熱水抽出液による幼植物検定

幼植物検定結果を第4表に示した。供試したすべての堆肥の熱水抽出液でコマツナの発芽率は低下した。また、幼植物の根長も著しく短かった。一方、EC値が1dS/mになるよう希釈した抽出液では、発芽率は対照と差が無かったが、根長は短かった。

4. ポット栽培による植害試験

植害試験の結果を第5表に示した。堆肥を土壤に混合した当日にコマツナを播種した第1回植害試験では、出芽率はすべての試験区において対照区と明らかな差が見られなかった。しかし、生存割合は、B堆肥の標準量区と4倍量区が対照区と比べて有意に低かった。また、生体重はA堆肥及びB堆肥を施用した区で低く、C堆肥の4倍量区で有意に高かった。草丈はA堆肥及びB堆肥を施用した区で対照区より低かった。

第2表 大手流通業者から排出される食品廃棄物を主原料とした堆肥の原材料と製造方法

業者	原材料	副資材	副資材との混合比	発酵施設及び製造に要する日数
A	量販店の野菜残さ 百貨店食堂の食品残さ等	木屑粉砕物	食品廃棄物1 :木屑粉砕物1 (重量比)	ロータリー式発酵槽 (25~30日) 屋根付き堆肥盤 (30日)
B	量販店の野菜残さや 売れ残り食材 学校給食残さ等	木炭 戻し堆肥 消石灰	食品廃棄物1 :木炭1 :戻し堆肥1 (体積比) +pH調整用の消石灰少量	屋内堆積発酵(通気あり) (49日)
C	コンビニエンスストアの 売れ残り商品 カット野菜工場の 野菜残さ等	木屑破砕物堆肥 畜ふん堆肥 戻し堆肥	食品廃棄物1 :木屑破砕物堆肥1 :畜ふん堆肥1 (体積比) +水分調整用の戻し堆肥	スクープ式発酵槽 (17~20日) 屋内の培養棟に堆積 (28日)

第3表 食品廃棄物堆肥の成分含有率

資材名	pH	EC (dS/m)	水分 (%)	T-N (%)	NO ₃ -N (%)	NH ₄ -N (%)	T-C (%)	C/N
A堆肥	5.0	6.9	48.2	2.17	0.004	0.315	46.8	21.6
B堆肥	5.2	8.0	17.9	2.57	0.004	0.067	50.2	19.5
C堆肥	6.1	10.2	36.2	2.39	0.001	0.415	38.8	16.3

資材名	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	NaCl (%)	粗脂肪 (%)
A堆肥	0.68	0.99	2.47	0.25	0.85	11.8
B堆肥	0.66	0.73	4.98	0.34	1.83	14.6
C堆肥	1.68	1.66	3.51	0.78	1.84	7.9

注)水分含有率は現物当たり, 水分以外の含有率はすべて乾物当たりの数値.

第4表 食品廃棄物堆肥の幼植物検定結果

堆肥	区分 ¹⁾	EC (dS/m)	発芽率 (%)	根長 (mm)
	対照		100 b	21.0 d
A堆肥	原液	3.7	29 a	0.0 a
B堆肥	〃	5.4	22 a	1.0 ab
C堆肥	〃	6.4	4 a	0.0 a
A堆肥	希釈液	1.0	96 b	4.7 abc
B堆肥	〃	1.0	96 b	7.7 c
C堆肥	〃	1.0	99 b	6.3 bc

注1)対照は脱イオン水, 堆肥現物10gに沸騰水100mLを添加した抽出液が「原液」, 原液をECが1dS/mになるよう希釈した液が「希釈液」.

2)同一列上の異なる文字はTukey-Kramer法による多重比較の結果, 5%水準で有意差あり (n=2).

第5表 食品廃棄物堆肥の植害試験結果

堆肥	試験区	第1回試験				第2回試験			
		出芽率 (%)	生存割合 (%)	生体重 (g)	草丈 (cm)	出芽率 (%)	生存割合 (%)	生体重 (g)	草丈 (cm)
	対照	94	94 b	16.2 cd	6.2 c	96	98	13.6 b	5.8 c
A堆肥	標準量	94	84 ab	6.5 b	3.9 b	84	92	4.9 a	3.7 b
	2倍量	92	54 ab	1.1 a	2.0 a	88	92	2.8 a	2.5 ab
	4倍量	98	74 ab	1.4 a	1.8 a	96	98	3.2 a	2.5 ab
B堆肥	標準量	96	38 a	0.9 a	2.3 a	86	98	5.8 a	3.6 b
	2倍量	96	50 ab	0.9 a	1.9 a	94	96	1.0 a	2.0 a
	4倍量	94	38 a	0.7 a	1.7 a	90	94	1.8 a	2.2 ab
C堆肥	標準量	94	76 ab	13.3 c	5.9 c	94	100	16.1 b	6.6 cd
	2倍量	100	94 b	19.4 de	6.6 c	94	100	17.4 b	6.9 cd
	4倍量	94	88 ab	21.1 e	6.6 c	98	100	27.4 c	7.4 d

注)同一列上の異なる文字はTukey-Kramer法による多重比較の結果, 5%水準で有意差あり (n=2).

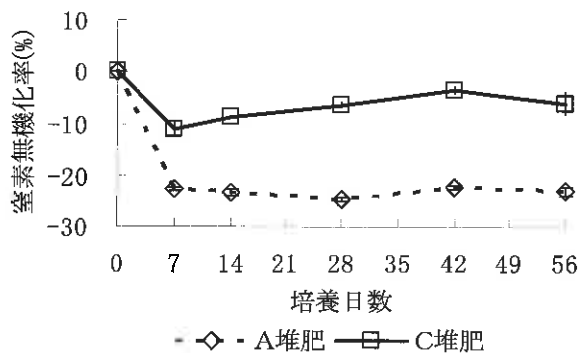
堆肥を土壌に混合した後, 3週間培養してからコマツナを播種した第2回植害試験では, 出芽率及び生存割合は対照区と同等であった. しかし, 生体重はA堆肥及びB堆肥を施用した区で対照区に比べて低く, C堆

肥の4倍量区で有意に高かった. 草丈はC堆肥の4倍量区で有意に高かった.

5. 畑状態保温静置法による窒素無機化率

堆肥の窒素無機化率の推移を第1図に示した. 窒素

無機化率は培養7日目から56日目まで、A堆肥では-25%から-22%，C堆肥では-11%から-4%で推移し、常に負の値となった。



第1図 培養試験による食品廃棄物堆肥の窒素無機化率の推移

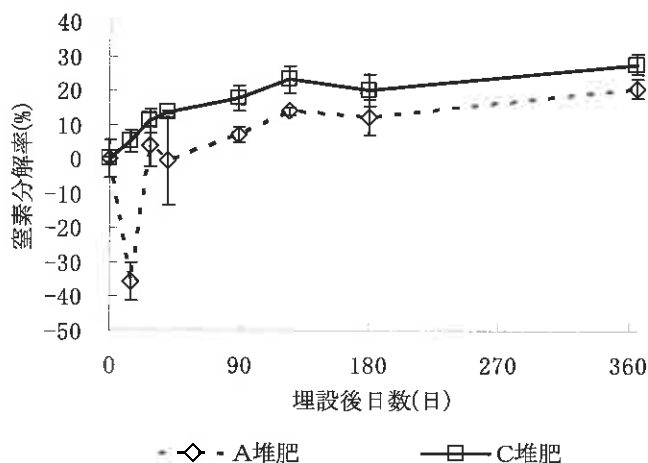
注1) グラフ中のバーは標準偏差を示す (n=3)。

2) A 堆肥:無機態窒素 0.47%,C/N 比 23.3

C 堆肥:無機態窒素 0.39%,C/N 比 15.4

6. 圃場埋設法による窒素分解率

堆肥の窒素分解率の推移を第2図に示した。A堆肥の窒素分解率は、埋設14日後に-36%の負の値を示し、28日後には4%まで増加、365日後には21%となった。C堆肥の窒素分解率は、埋設14日後の5%からゆるやかに増加し、365日後には28%となった。



第2図 圃場埋設試験による食品廃棄物堆肥の窒素分解率の推移

注1) グラフ中のバーは標準偏差を示す (n=3)。

2) A 堆肥:無機態窒素 0.43%,C/N 比 20.7

C 堆肥:無機態窒素 0.39%,C/N 比 14.1

7. 圃場施用試験による肥効評価

圃場における堆肥の施用がコマツナの生育及び窒素吸収量に及ぼす影響を第6表に示した。1作目の地上部生体重量及び草丈は、A堆肥併用50%区及びC堆

肥併用50%区と化学50%区間に有意な差が見られなかった。2作目の地上部生体重量及び草丈は、すべての試験区間に有意な差が認められなかった。

1作目の窒素吸収量は、無窒素区とA及びC堆肥単用区間に有意な差が見られなかった。また、化学50%区とA及びC堆肥併用50%区間に有意な差が見られなかった。2作目の窒素吸収量は、すべての試験区間に有意な差が認められなかった。

IV 考察

1. 食品廃棄物堆肥の製造方法と品質について

A堆肥の製造に利用されているロータリー式(パドル式)発酵槽は、家畜ふん尿や汚泥、都市ごみ等の様々な有機廃棄物を対象とした堆肥化施設に導入されており、装置が大きくなることから、大規模施設に適した設備とされている。C堆肥の製造に利用されているスクープ式発酵槽は、横型であるため堆肥原料の移動と発酵の進捗が把握し易いという利点がある(伊澤, 1997)。

このように、調査した堆肥の製造施設に違いがみられたが、いずれも副資材に木質系材料を使い、堆積期間が1か月半から2か月程度と短いという共通の特徴が認められた。

食品廃棄物のような水分過剰な資材の腐熟を促進するためには、空隙に富み、水分の低い資材と混合して粒状にすることが有効であるため(伊澤, 1997)、各堆肥には木質系の副資材が混合されていると考えられる。B堆肥の製造においては、副資材の混合と併せて、通風乾燥による水分調整も行われている。

食品廃棄物堆肥にはこのような製造上の特徴があるため、以下に示す成分特性が現れたものと考えられる。

調査した堆肥のpHは、古畑ら(2005)が調査した事業系生ごみを原料として製造された全国30種類の堆肥の平均値(以下、「生ごみ堆肥平均値」とする)である6.9と比較して低い。一般的に食品廃棄物堆肥の原料となる食品残さはpHが低い(久保倉ら, 2003)、生ごみ堆肥は発酵が進むとpHが高まる(古畑ら, 2003)。しかし、本試験で調査した堆肥は一般的な生ごみ堆肥よりもpHが低いため、発酵が進んでいないと思われる。

水分含有率は、調査した堆肥間で大きな差が認められる。堆肥化に適した水分含有率は40~65%とされており(西尾, 2007)、極端に水分含有率の低いB堆肥は、堆肥化が進んでいないと推察される。

第6表 食品廃棄物堆肥の施用がコマツナの生育及び窒素吸収量に及ぼす影響

試験区	地上部生体重 (kg/10a)		草丈 (cm)		窒素吸収量 (kg/10a)	
	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目
無窒素区	1,658 a	202 a	19.8 a	9.3 a	3.2 a	0.7 a
化学50%区	3,831 b	295 a	28.3 c	11.3 a	10.5 b	1.0 a
化学100%区	4,707 b	514 a	30.5 c	13.9 a	15.1 c	1.8 a
A堆肥併用50%区	3,522 b	309 a	27.7 bc	11.0 a	8.1 b	1.0 a
A堆肥単用100%区	1,108 a	297 a	16.6 a	11.0 a	2.1 a	0.9 a
C堆肥併用50%区	3,641 b	324 a	28.0 c	11.5 a	8.4 b	1.1 a
C堆肥単用100%区	1,881 a	335 a	20.4 at	11.0 a	3.6 a	1.0 a

注)同一列上の異なる文字はTukey-Kramer法による多重比較の結果, 5%水準で有意差あり(n=2).

C/N比は16.3~21.6であり, 伊達ら(1984)が明らかにした生ごみ堆肥の窒素有機化・無機化の分岐点となる約12より高いため, 施用による窒素有機化が懸念される。

近藤ら(2004)は, 副資材を混合した食品残さの粗脂肪含有率が堆積21日後に1%程度まで低下することを示している。これに対して45日以上堆積しているA及びB堆肥の粗脂肪含有率は10%以上で高かった。

以上のことから, A堆肥はpHが低く, C/N比が高く, 粗脂肪含有率が高いため, 堆肥化が進行していないと考えられる。したがって, 利用に際しては再堆積して腐熟を進める必要がある。B堆肥はpHが低く, 水分含有率が低く, C/N比が高く, 粗脂肪含有率が高いため, A堆肥と同様に堆肥化が進行していないと思われる。A堆肥と異なり, 堆肥化を進めるための水分が不足しているため, 水を添加して再堆積し腐熟を進める必要がある。C堆肥はA及びB堆肥と比較してpHが高く, C/N比及び粗脂肪含有率が低いことから, 最も堆肥化が進んでいると判断される。したがって, 再堆積をせずに利用できるかと判断される。

2. 食品廃棄物堆肥がコマツナの初期生育に及ぼす影響について

堆肥の熱水抽出液がコマツナ種子の発芽率を有意に低下させた一因として, 近藤ら(2004)が認めているように, 堆肥に含まれている粗脂肪が挙げられる。一方, 熱水抽出液を1dS/mに希釈することによって発芽率が回復したことから, 藤原(1997)が指摘しているように, 抽出液の塩濃度が高いことが発芽阻害に大きく影響していたと考えられる。

第1回植害試験の結果から, A及びB堆肥では, 施用直後に播種すると, コマツナの生育を大きく阻害することが明らかとなった。また, 堆肥の施用から播種までの培養期間を3週間とった第2回植害試験にお

いてもA及びB堆肥で生育抑制が認められた。このことから, 施用後3週間以上にわたって, 土壌中には何らかの生育阻害物質が存在していたと考えられる。A及びB堆肥の粗脂肪含有率が高いことから, 植害試験においてコマツナの生育を阻害した物質は, 粗脂肪由来の脂肪酸もしくは有機酸であると思われる。

3. 食品廃棄物堆肥の窒素肥効について

畑状態保温静置法による培養試験の結果, A及びC堆肥は常に窒素無機化率が負の値を示した。また, A堆肥は培養期間を通じて無機化率が低下する傾向が認められた。荒巻ら(2007)は, 福岡県内の肉牛ふん堆肥及びおがくず乳牛ふん堆肥を調査し, C/N比が20を超えた堆肥は窒素無機化率が負の値になる事例が多いことを認めている。A堆肥のC/N比は, 20.7であり, A堆肥を圃場に施用すると, 堆肥に含まれる無機態窒素とともに, 土壌中の無機態窒素が有機化する可能性が高いと考えられる。

一方, C堆肥では培養開始1週間後から8週間後にかけて, 窒素無機化率の上昇が認められた。しかし, C/N比が13.1と20を下回っていたにもかかわらず, 窒素無機化率は常に負の値を示した。このことから, 生ごみ堆肥に関して伊達ら(1984)が指摘しているように, 食品廃棄物堆肥に含まれる窒素の無機化・有機化を, 畜ふん堆肥と同一の基準で判断することはできないと考えられた。

埋設試験の結果, 埋設14日後のA堆肥の窒素分解率は-36%と負の値を示し, 埋設89日後のA及びC堆肥の窒素分解率は, それぞれ7%, 18%であった。著者ら(2000)は, 副資材入り家畜ふん堆肥の埋設試験を行い, 窒素分解率が常に正の値を示し, 埋設81日後で12~40%であったと報告した。本試験における窒素分解率は, この数値と比較してA堆肥は低く, C堆肥は同等である。

有機質資材の窒素分解率と C/N 比や全窒素含量には密接な関係があるといわれ (速水, 1985), 著者らも C/N 比と全窒素含量から副資材入り家畜ふん堆肥の窒素分解率を推定する式を提示している. A 及び C 堆肥の C/N 比と全窒素含量は, この推定式を導いた試験に供した副資材入り家畜ふん堆肥とほぼ等しい. しかし, A 堆肥の窒素分解率は副資材入り家畜ふん堆肥と比較して低い. したがって, 食品廃棄物堆肥の窒素分解率は, 家畜ふん堆肥と同一の式から推定することができない.

埋設試験では, A 及び C 堆肥の埋設 89 日後の窒素分解率はそれぞれ 7%, 18%であったのに対して, 両堆肥ともに培養試験における窒素の無機化はほとんど認められなかった. pH が低く粗脂肪が多い食品廃棄物堆肥においては, 畑状態保温静置法における窒素の無機化が妨げられると考えられ, 窒素の無機化率から窒素肥効を推定することはできなかった.

圃場施用試験 1 作目のコマツナの生育及び窒素吸収量は, 無窒素区と A 及び C 堆肥単用区の間で有意な差が見られなかった. さらに, 化学 50%区と A 及び C 堆肥併用 50%区の間で有意な差が見られなかったことから, A 及び C 堆肥に窒素肥効が無いことが明らかとなった. また, 2 作目のコマツナの生育及び窒素吸収量においてすべての試験区に有意な差が見られなかったことから, 2 作目の期間においても窒素肥効は発現しなかった.

圃場埋設試験の試料埋設日と圃場施用試験の堆肥施用日は同一であり, 1 作目の収穫日は埋設後 40 日目, 2 作目の収穫日は埋設後 69 日目に該当する. 圃場埋設試験の結果から推定される施用 69 日後における A 堆肥の窒素分解率は 5%, C 堆肥の窒素分解率は 18%であり, 単用 100%区ではそれぞれ 0.8kg/10a, 2.7kg/10a の窒素が供給されたことになる. したがって A 及び C 堆肥ともに窒素肥効の発現が期待されたが, 圃場施用試験においてこれを確認できなかった. 両試験の結果が矛盾した原因については, 今後説明する必要がある.

これらの結果から, 本試験に供した 3 種類の食品廃棄物堆肥には生育阻害物質が含まれること, 特に粗脂肪含有率の高い A 及び B 堆肥は著しく幼植物の生育を阻害することが明らかとなった. さらに A 堆肥では圃場埋設後約 2 週間にわたって窒素が有機化し, 窒素肥効が認められなかった. したがって, これらの食品廃棄物堆肥を利用する際には, 施用量は本試験と同程度の 1,500kg/10a に留め, 窒素肥効の効果を期待せず, 施肥基準どおりに基肥窒素を施用し, 堆肥の施用から播種まで 2 週間以上の期間を置く必要がある.

V 摘要

千葉県内で生産される大手流通業者から排出される食品廃棄物を主原料とした堆肥の製造方法, 品質特性及び窒素肥効を調査したところ, 下記の知見を得た.

1. 調査した A, B, C 3 種類の食品廃棄物堆肥の主原料は大手流通業者から排出された食品残さであり, 副資材として木質系資材が混合されていた. pH は 5.0~6.1 で, 一般的な生ごみ堆肥と比べて低く, C/N 比は 16.3~21.6 で高かった. また, 粗脂肪含有率は 7.9~14.6% で高く, 十分に腐熟が進んでいないと判断された. 全窒素含有率は 2.17~2.39% であった.
2. 食品廃棄物堆肥の熱水抽出液はコマツナの発芽を抑制し, これを EC が 1dS/m になるように希釈した液も幼根の伸長を阻害した. また, 植害試験では, A 及び B 堆肥は土壌と混和して 3 週間後に播種した場合においてもコマツナの生育を阻害した. 粗脂肪含有率の高い堆肥ほど, この影響が強く見られた.
3. 畑状態静置培養法による窒素無機化率は, 8 週間後に -23~-6% となり, A 及び C 堆肥ともに窒素の有機化が認められた.
4. 圃場埋設法による窒素分解率は, A 堆肥では埋設 2 週間後に -36% と負の値を示し, 施用直後に急激な窒素の有機化が認められた. また, 埋設 1 年後の窒素分解率は A 堆肥が 21%, C 堆肥が 28% であった.
5. 圃場施用試験でコマツナを 2 作栽培したところ, A 及び C 堆肥を単用した区の窒素吸収量は, 無窒素区と同等であり, 窒素肥効が認められなかった.
6. 本試験に供した食品廃棄物堆肥は窒素肥料的效果がほとんど無く, 施用に伴い土壌窒素が有機化する可能性があるため, 施肥基準どおりに基肥窒素を施用し, 堆肥の施用から播種まで 2 週間以上の期間を置く必要がある.

VI 引用文献

- 荒巻幸一郎・山本富三・小山太・渡邊敏朗・荒木雅登・満田幸恵 (2007) 県内産家畜ふん堆肥の窒素無機化特性. 福岡農総試研報. 26: 35-40.
- 分析法検討委員会 (2000) 堆肥等有機物分析法. pp. 23-33, pp.45-48, pp.214-217, 日本土壌協会. 東京.
- 千葉県農林水産部・(社)千葉県畜産会 (2001) 環境にやさしい家畜ふん尿処理利用の手引き (2001 年版). 232pp.

- 伊達昇・都田紘志・浅海哲夫 (1984) 東京都ごみコンポストの炭素率と黒ボク土野菜畑への施用効果. 土肥誌. 55: 206-212.
- 藤原俊六郎 (1997) 有機廃棄物資源化大事典 第1章 有機廃棄物堆肥化の基礎と利用 有機物の腐熟度判定法. pp.41-50. 農山漁村文化協会. 東京.
- 深谷俊英・浅井貴之 (2000) 牛ふん堆肥水抽出液の化学性とコマツナに対する生育阻害性との関係. 日本土壤肥料学会講演要旨集. 46:299
- 古畑哲・柏倉文夫・五十嵐孝典 (2003) 生ごみ堆肥の発酵過程における物質変化. 季刊雑誌「肥料」. 96:97-102.
- 古畑哲・五十嵐孝典・長南忠義 (2005) 生ごみ堆肥の成分組成. 季刊雑誌「肥料」. 101:126-134
- 半田智史・西山英二・富田健太郎・渡辺研・塩谷哲夫・福田清春 (2003) 食品廃棄物の堆肥化と植物の生育に及ぼす堆肥の影響. フィールドサイエンス. 3:11-16.
- 速水和彦 (1985) 各種有機物資材の分解特性, 農耕地における土壤有機物変動の予測と有機物施用基準の策定. 農林水産技術会議事務局編研究成果 166. pp.20-24.
- 伊澤敏彦 (1997) 有機廃棄物資源化大事典 第1章 有機廃棄物堆肥化の基礎と利用. pp.7-30. 農山漁村文化協会. 東京.
- 近藤一・榊原幹男・増田達明・中谷洋・市川明 (2004) 食品残さの堆肥化促進に対する家畜ふん混合の効果. 愛知農総試研報. 36: 105-109.
- 久保倉宏一・藤岡栄子・富田弘樹・瓜生佳世 (2003) 業務用生ごみ処理機による食品残渣の堆肥化物性状調査. 福岡市保健環境研究所報. 29: 95-99.
- 前田乾一・鬼鞍豊 (1977) 圃場条件における有機物の分解率の測定法. 土肥誌. 48: 567-568
- 西尾道徳 (2007) 堆肥・有機質肥料の基礎知識. 213pp. 農山漁村文化協会. 東京.
- 農林水産省農業環境技術研究所 (1992) 肥料分析法 (1992年版). 200pp. 日本肥料検定協会. 東京.
- 農林水産省農蚕園芸局 (1984) 「肥料取締法の一部改正に伴う今後の肥料取締りについて」 (昭和59年4月18日付け59農蚕第1943号 農林水産省農蚕園芸局長通達) .
- 農林水産省消費・安全局 (2008) 「飼料分析基準」 (平成20年4月1日付け19消安第14729号 農林水産省消費・安全局長通知) .
- 竹本稔・藤原俊六郎 (1997) コーヒー粕の作物生育阻害因子に関する研究. 神奈川農総研報. 138: 31-40.
- 辻佳子・林俊孝・久保浩之・森下年起・平田滋 (2005) 有機性廃棄物の堆肥化に関する研究. 和歌山農林水技セ研報. 6:57-68.
- 牛尾進吾・吉村直美・斉藤研二・中島信夫 (2000) 家畜ふん堆肥および乾燥ふんの夏期における施用後141日間の窒素分解率とその推定. 土肥誌. 71: 249-253.
- 山口武則 (2003) 堆肥の品質評価と簡易栽培装置. 農業技術大系土壤施肥編第7-①巻. pp64の1の12-19. 農山漁村文化協会. 東京.

Evaluation of Quality and Nitrogen Fertilizer Efficiency of Food Waste Composts Discharged from Major Food Distributers

Hirokuni IWASA, Takashi KUBOTA, Kenji SAITO and Fuminori KANEKO

Key words : food wastes compost, nitrogen decomposition rate, nitrogen fertilizer effect, nitrogen mineralization rate

Summary

Composts of food wastes discharged from major food distributers were evaluated for their ability to serve as nitrogen fertilizer for Komatsuna (*Brassica rapa* var. *peruviridis*) seedlings. The experimental results obtained were as follows:

The main ingredient of these composts was food wastes discharged from major food distributers; wood materials were added to control moisture. The pH values of the composts were 5.0 to 6.1, lower than typical for general food waste composts, and the C/N ratios were 16.3 to 21.6, higher than typical for general food waste composts. Fatty acid compositions were 7.9 to 14.6%, suggesting that these composts were not fully matured.

Hot water extracts of food waste composts inhibited germination of Komatsuna seeds, and extracts diluted to an electrical conductivity of 1dS/m also inhibited elongation of Komatsuna radicles. Food waste composts that contained a high content of fatty acids strongly inhibited growth of Komatsuna seedlings. Nitrogen decomposition rates were 20-28% per year, determined by the glass fiber tube test. A prediction equation for nitrogen decomposition rates for cattle waste composts did not fit the profile for food waste composts. Since food waste composts did not supply adequate nitrogen to Komatsuna seedlings in the field, basal nitrogen fertilizer should be applied according to the criteria of application. The timing of food waste composts application must be two weeks before seeding to avoid growth inhibition caused by fatty acid decomposition of organic matter.

* Agriculture, Forestry and Fisheries Policy Division