

腐熟度の異なる堆肥が低段トマト果実の品質と $\delta^{15}\text{N}$ 値に与える影響

中野 明正・上原 洋一

(平成20年12月16日受理)

Effect of Maturity of Compost on the Quality and $\delta^{15}\text{N}$ Value of Low Trass Tomato Fruits

Akimasa Nakano and Yoichi Uehara

I 緒言

現状の日本の農業において、畜産由来の有機物を有効活用する技術は、環境負荷を抑制し、循環型農業を確立するために重要である。有機物の施用が作物の収量および品質に与える影響に関しては多くの報告がある(藤原2006; 中野ら2006)。これらの報告によると、収量では化学肥料と同等となる場合もあり、肥料としての代替効果が一部で認められている。一方、品質に与える影響については、対象となる品目が多種あり、また評価すべき項目が多岐に及ぶこともあり、一定の効果としては証明されていない。品目を絞った場合でも、堆肥化素材や堆肥の製造期間の違いにより多様な堆肥が製造されるため、解析が困難であり、要因毎に分けて検証する必要がある。

堆肥とは、材料の未腐熟有機物を微生物に分解させて、作物に生じる害作用を回避させるように調製したものであり(西尾, 2007)、堆肥の製造時間は規定されていない。各種畜糞堆肥では30~40日で一定の腐熟度に達するが(中谷ら, 1995)、実際に使用されている堆肥の製造期間は、家畜糞のみの場合で2ヶ月程度、作物収穫残渣との混合で3ヶ月程度、木質系との混合では6ヶ月程度となっている(羽賀, 2004)。このように一般的に堆肥の製造には数ヶ月以上の長期間がかかり、その後の腐熟期間も様々であるため、生産現場では製造期間の異なる様々な堆肥が使用されていることが想定される。

堆肥施用については、収量や品質に与える影響と同様、環境に与える影響も重視するべきである(中野ら, 2006)。また、現在の肥料価格の高騰の折、堆肥の肥料

成分をどの程度有効に活用したかを評価する必要もある。畜産廃棄物を有効に利用して生産された農産物を $\delta^{15}\text{N}$ 値で判別し、有機農産物の真偽の判定に利用することも提案されており(中野ら, 2004; 中野, 2008; 佐藤ら, 2008)、この新たな評価法を利用して、有機農産物の信頼性確保に資することが期待されている。堆肥の $\delta^{15}\text{N}$ 値は堆肥化過程のアンモニア揮散や脱窒の過程で高くなるが(米山, 1987)、実際、堆肥製造の期間が異なる場合、どの程度の増加が生じ、また、生産物の $\delta^{15}\text{N}$ 値をどの程度高めるのかは明らかにされていない。

以上の点を明らかにするために、本研究では、堆肥センターへの畜糞の搬入、調整開始からの経過時間を堆肥製造期間として、30日から360日の範囲で異なる堆肥を用いてトマトの栽培を行い、その有機、無機成分及び $\delta^{15}\text{N}$ 値を測定した。

II 材料および方法

1 栽培条件

2002年2月9日に単為結果性トマト'ラークナファースト'を72穴セルトレイに播種した。その後、育苗ポット(直径約10cm)に「クレハ園芸培土」と「苗一番」を1:1(V/V)で混合した培養土を充填し、そこに鉢上げした。約1ヶ月間育苗し、第1花房が開花し始めた4月11日に、下記の施肥をした1/2000アールポットに1株ずつ定植した。ポットに充填した土壌は野菜茶業研究所武豊野菜研究拠点の長期無栽培露地圃場から採取し、1cmのふるいをかけた細粒黄色土である。

処理区は総合有機センター（あいち知多農業協同組合）から提供を受けた堆肥の製造期間の異なる堆肥（30, 90, 180, 360日）を用いた4区（堆肥区）とした。この堆肥は、牛糞と木質系資材の混合物を原料としたものであり、通常は6ヶ月から1年の堆積で生産されており、一般的な資材のひとつである。堆肥の施用量は表-1に示すように、含水率や窒素濃度を考慮し、株当たり15gNが添加されるように、30, 90, 180, 360日堆肥でそれぞれ株当たり1.17, 1.57, 1.09, 1.01kgを施用した。比較対照区として無肥料区（無肥区）と化学肥料を施用した化肥区を設けた。化肥区は、堆肥区の約半量の窒素施用量とし、株当たり7.2gNとなるようにCDU複合燐加安S222（12-12-12）60gと粒状炭酸苦土石灰18gを混合施用した。以上の合計6処理区を3反復で行った。

灌水は、定植直後では1L/日を6日間継続した。6日目に栽培ポットから余剰水が排出され始めたので、4月17日には灌水を停止し、4月24日まで灌水は行わなかった。灌水を停止していた間、ポットによっては排水が認められたが排水は容器に受けてその後の灌水に利用した。4月25日からは0.5～1L/日の灌水を行い、同様に排水があったポットについては灌水を控えた。以上の栽培は全てガラス温室内で行った。

2 生育調査と試料調製

第4花房開花時の5月31日に栽培を終了し、果実重量を測定した。分析には第1段果房の肥大が良好な代表的な果実を採取し、それを縦半分にて切断し磨り下ろして、糖度、酸度、ビタミンCを測定した。果実の残り半分は凍結乾燥し、また茎葉は80℃で約1週間乾燥し、ともに粉碎後、元素組成および $\delta^{15}\text{N}$ 値の分析試料とした。

3 分析条件

a 有機成分

糖度はデジタル糖度計（PR-1, ATAGO社）で可溶性固形分（Brix%）として、酸度はハンディ酸度計（SOU-1, 島津製作所）でクエン酸濃度としてそれぞれ求めた。ビタミンCはアスコルビン酸測定用試験紙（Ascorbic acid test, MERCK社）と簡易反射式光度計（RQflex Plus, MERCK社）により測定した。

b 無機成分

無機成分は、カリウム、リン、カルシウム、マグネシウムを測定した。分析には、上記の乾燥または凍結乾燥粉碎試料100mgに濃硝酸（特級、和光純薬工業株式会社）3mLを添加し、120℃で加熱分解後、蒸留水で希釈調製した硝酸分解液を使用した。分析に際しては硝酸分解液を適宜蒸留水で希釈し、ICP発光分析装置（SPS 7700, セイコー電子工業）により測定した。

c 窒素成分と窒素安定同位体比

全窒素と窒素安定同位体比分析は、試料をスズカプセル（5×8mm, 厚さ0.02mm, PDZ Europa社）に窒素含量にして100 μg 程度が入るように正確に秤量して封入し、安定同位体比分析装置（EA1110-DELTAPlus Advantage ConFlo III System, ThermoFinnigan社）で測定した。堆肥中のアンモニア態窒素は10%KCl抽出液を水蒸気蒸留し、滴定法により求めた。

III 結果

1 堆肥の性質

供試堆肥の成分は堆肥化日数により異なり、含水率は

表-1 供試堆肥の成分と施用量

堆肥化日数 日	施用量 kgFW/株	含水率 ^{Z)} g/gFW	成分							
			全N ^{Z)}	内アンモニア態N ^{Z)}	P ^{Y)}	K ^{Y)}	Ca ^{Y)}	Mg ^{Y)}		
30	1.17	0.44 ± 0.01 c	23.1 ± 0.5 b	2.0 ± 0.4 d	11.7	29.4	13.4	6.2		
90	1.57	0.46 ± 0.01 c	17.7 ± 0.1 a	0.6 ± 0.1 b	14.0	38.3	26.0	8.6		
180	1.09	0.33 ± 0.01 b	20.5 ± 2.0 ab	1.3 ± 0.0 c	11.8	32.2	20.4	6.7		
360	1.01	0.16 ± 0.01 a	17.8 ± 2.8 a	0.1 ± 0.0 a	12.8	35.4	16.4	7.5		

Z: 平均値±標準偏差(n=3), Fisherの最小有意差検定。含まれる文字が異なる場合は有意差がある(p<0.05)。

Y: 平均値(n=2)

堆肥化日数が90日までは44~46%であったが、180日では33%に低下し、360日では16%程度まで低下していた(表-1)。全窒素濃度は最初の90日程度で低下し、その後180日目で一旦上昇する傾向にあったが、360日目までに再び低下した。アンモニウム態窒素については180日目までは同様の推移を示したが、360日目では0.1 mg/gDWと極めて低い濃度となった。リン、カリウム、マグネシウムについては90日目で上昇し、180日目に一旦低下しその後再び上昇する傾向にあった。カルシウムのみは90日目で上昇したあと徐々に低下する傾向にあった。

2 生育に与える影響

茎葉においては、堆肥の施用効果が認められ、30日堆肥では化学肥料と同程度の乾物生産であった(図-1)。しかし、堆肥化が進むに従い茎葉の生産量は低下する傾向が認められた。これは第1段果房の果実生産量についても同様であった。第2、3段果房については無肥区では収量が得られなかった。化肥区と堆肥区では収量が得られたが、双方の処理区間で有意差は認められなかった。

3 成分に与える影響

茎葉の元素組成は処理により異なり、窒素濃度は化肥区に比べて堆肥区で低くなった(表-2)。一方で、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウムの濃度は、窒

素濃度ほどの違いは認められなかった。果実の窒素濃度は、茎葉の傾向と類似するが、濃度の差は茎葉ほど大きくなかった。リンは30、180、360日堆肥区で化肥区に比べて有意に高くなった。カリウムでは180、360日堆肥区で、マグネシウムでは30、360日堆肥区で化肥区に

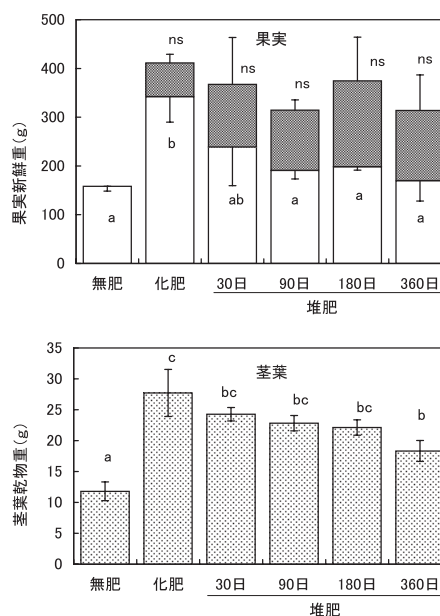


図-1 異なる施肥条件におけるトマトの生育および果実生産

Fisherの最小有意差法による検定。含まれる文字が異なる場合は有意差がある。果実については、第1段果房と第2、3段果房とはそれぞれ別々に統計処理した。(p<0.05)。縦棒は標準偏差(n=3)。果実新鮮重、□：第1段果房、■：第2、3段果房

表-2 異なる施肥条件におけるトマト茎葉および果実の元素組成

部位	処理区	N	P	K	Ca	Mg
茎葉	無肥	7.8 ± 1.9 a	3.2 ± 0.6 b	6.4 ± 0.9 a	17.6 ± 1.3 b	3.5 ± 0.1
	化肥	37.9 ± 4.6 d	1.3 ± 0.2 a	10.8 ± 1.9 cd	14.3 ± 5.1 ab	4.5 ± 1.6
	30日堆肥	13.4 ± 1.4 bc	3.1 ± 0.8 b	11.3 ± 3.0 cde	13.2 ± 2.0 ab	4.3 ± 0.7
	90日堆肥	11.7 ± 1.4 b	1.8 ± 0.2 a	14.3 ± 2.4 de	12.5 ± 2.6 a	3.4 ± 0.5
	180日堆肥	10.4 ± 1.1 b	1.9 ± 0.4 a	10.6 ± 1.1 bc	11.2 ± 2.6 a	3.2 ± 0.5
	360日堆肥	15.3 ± 0.7 c	3.1 ± 0.8 b	15.2 ± 2.8 e	9.9 ± 0.6 a	4.0 ± 0.5
果実	無肥	9.5 ± 1.2 a	2.8 ± 0.2 b	12.3 ± 1.5 ab	0.81 ± 0.24 b	0.81 ± 0.12 ab
	化肥	22.8 ± 1.0 d	1.9 ± 0.4 a	10.7 ± 2.4 a	0.31 ± 0.07 a	0.65 ± 0.07 a
	30日堆肥	13.9 ± 1.6 c	2.9 ± 0.3 b	14.5 ± 2.3 ab	0.66 ± 0.30 ab	0.87 ± 0.06 b
	90日堆肥	15.2 ± 1.0 c	2.6 ± 0.3 ab	16.2 ± 2.6 abc	0.35 ± 0.10 a	0.78 ± 0.08 ab
	180日堆肥	14.6 ± 0.8 c	2.8 ± 0.4 b	16.6 ± 2.3 bc	0.45 ± 0.28 ab	0.81 ± 0.11 ab
	360日堆肥	11.8 ± 0.5 b	3.5 ± 0.6 c	20.1 ± 5.5 c	0.64 ± 0.04 ab	1.05 ± 0.10 c

平均値±標準偏差 (n=3)

Fisherの最小有意差法による検定。含まれる文字が異なる場合は有意差がある(p<0.05)。

比べて有意に高くなった。果実の糖と酸の組成については、糖度とクエン酸は無肥区で低いが、それ以外では同等であった（表-3）。ビタミンCは90, 360日堆肥区で化肥区に比べて有意に高かった。

4 窒素安定同位体比に与える影響

施用資材の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、既報値であるCDU化成-1.6‰, 牛糞堆肥+16.7‰（中野ら, 2004）と同様、化学肥料で-1.6‰と低く、堆肥では+16.5~19.4‰と高かった（表-4）。土壌の $\delta^{15}\text{N}$ 値は資材の影響を強く受け、化肥区で+6.2‰であったが、堆肥区では+13.7~15.9‰と高かった。茎葉と果実も資材の $\delta^{15}\text{N}$ 値の影響を受け、化肥区ではそれぞれ-2.2‰と-5.2‰であったが、堆肥区ではそれぞれ+13.6~19.9‰, +14.9~24.0‰と高い値となった。

IV 考察

1 堆肥化と成分

ガラス繊維ろ紙法により有機物の分解過程を調査した事例（山本ら, 1997）では、牛糞モミガラ堆肥においては、堆積期間3ヶ月までに急速に残存全炭素および残存全窒素が減少し、全窒素についてはその後1年までは安定していた。今回の全窒素の結果もこれに類似した傾向を示した。また、含水率や窒素などは堆積期間により、あるいは供試堆肥により大きく変動することが考えられるが、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウムの乾物当りの濃度は大きくは変動せず、炭素の減少に伴う相対的な濃度上昇と考えられる若干の増加がある程度とされている（滝本ら2004）。今回使用した堆肥においても同様に窒素以外の成分では、堆肥化日数による変動は比

表-3 異なる施肥条件におけるトマト果実の糖度, クエン酸およびビタミンC濃度

処理区	糖度	クエン酸	ビタミンC
	Brix, %	g/100gFW	mg/kgFW
無肥	5.2 ± 0.4 a	0.42 ± 0.0 a	192 ± 10 a
化肥	8.0 ± 0.8 bc	0.75 ± 0.2 b	190 ± 35 a
30日堆肥	6.9 ± 0.9 b	0.75 ± 0.1 b	232 ± 3 ab
90日堆肥	9.0 ± 0.5 c	0.90 ± 0.1 b	273 ± 55 b
180日堆肥	8.6 ± 1.3 c	0.90 ± 0.1 b	252 ± 68 ab
360日堆肥	7.1 ± 0.2 b	0.84 ± 0.1 b	275 ± 17 b

平均値±標準偏差 (n=3)

Fisherの最小有意差法による検定。含まれる文字が異なる場合は有意差がある (p<0.05)。

表-4 異なる施肥条件における肥料・堆肥, 土壌, 茎葉, 果実の $\delta^{15}\text{N}$ 値 (‰)

処理区	肥料・堆肥	土壌 ²⁾	茎葉	果実
無肥	-	+5.5 ± 0.1 a	+3.0 ± 0.2 b	+4.1 ± 0.3 b
化肥	-1.6 ± 0.3 a	+6.2 ± 0.2 a	-2.2 ± 2.9 a	-5.2 ± 1.4 a
30日堆肥	+17.2 ± 0.2 c	+13.7 ± 0.7 b	+16.2 ± 0.6 d	+19.5 ± 0.7 d
90日堆肥	+19.4 ± 0.2 d	+15.9 ± 1.0 c	+17.6 ± 0.7 d	+20.9 ± 0.5 d
180日堆肥	+17.5 ± 0.1 c	+14.8 ± 0.9 bc	+19.9 ± 0.1 e	+24.0 ± 1.2 e
360日堆肥	+16.5 ± 0.2 b	+14.0 ± 0.5 b	+13.6 ± 0.9 c	+14.9 ± 2.4 c

平均値±標準偏差 (n=3)

Fisherの最小有意差法による検定。含まれる文字が異なる場合は有意差がある (p<0.05)。

Z: 土壌は栽培終了時のものである。

較的少なかった。

360日堆肥ではアンモニア態窒素の量が他の区に比べて少なく、本区で茎葉、果実生産が最小であった結果と一致した。しかし、90日堆肥のアンモニア態窒素は180日堆肥に比べて濃度が低く、植物生産量とは矛盾していた。堆肥のような窒素形態が変化する肥料については、熱水抽出性窒素のような易分解性窒素が生産性に寄与すると考えられ（八木ら、2008）、今後、これも合わせて評価する必要がある。

2 生育と品質

長期腐熟堆肥では、化学肥料で与えた量の倍程度となる窒素量を添加することである程度の収量が得られたが（図-1）、茎葉部の窒素濃度が堆肥区で低いことから、窒素濃度が制限要因となっている可能性が高いと考えられた。このような状態で、堆肥区の果実の窒素濃度は化肥区の窒素濃度の52~67%と低く、果実生産量も76~91%と抑えられた。一方で360日堆肥では、果実のリン、カリウム、マグネシウムの濃度が化肥区に比べて有意に増加した。投入された無機元素量を化肥区と堆肥区と比較すると、リンは化肥区3.1g/株に対して堆肥区は7.6~11.9g/株、カリウムは化肥区6.0g/株に対して堆肥区は19.1~32.5g/株、カルシウムは化肥区3.3g/株に対して堆肥区は8.7~22.1g/株、マグネシウムは化肥区1.5g/株に対して堆肥区4.0~7.3g/株と、堆肥区は化肥区に比べ、数倍の量が投入されたことになり、果実の無機成分の差は添加量の差に由来するものと考えることができた。

果実の有機成分については、糖度、クエン酸濃度とも差異は無く、ビタミンC濃度が90および360日堆肥区で高くなる傾向があった。ビタミンC濃度の上昇には果実への日当たりの多さが寄与するため（篠原ら、1980）、

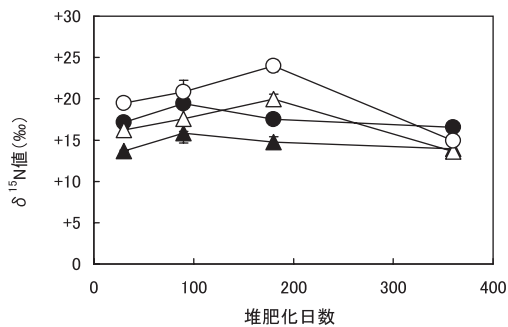


図-2 堆肥化日数と堆肥、土壌、果実および茎葉の $\delta^{15}\text{N}$ 値との関係

●:堆肥, ▲:土壌, ○:果実, △:茎葉, 縦棒は標準偏差(n=3)

化肥区は堆肥区に比べて葉が繁茂し、果実への日当たりが抑制され、ビタミンCの果実への集積が抑制されたと考えられた。また、カリウムはビタミンCを増加させる効果もあるため（篠原ら、1980）、化肥区に比べて多い傾向にある果実のカリウムがビタミンCを増加させた可能性も考えられた。

3 堆肥および果実の窒素安定同位体比

今回、30日以上堆肥の $\delta^{15}\text{N}$ 値が+16.5~19.4%と高い値を示すことが確認できた。従来報告されている牛糞堆肥の $\delta^{15}\text{N}$ 値+16.7%（中野ら、2004）と同程度であった。未熟の牛糞堆肥の $\delta^{15}\text{N}$ 値が+6%（西田ら、2004）であることや、結果には示していないが堆肥化を経ていない生鶏糞の $\delta^{15}\text{N}$ 値が+3.2±0.2%であったことから類推すると、同位体分別は堆肥化30日以内の急激に変化が生じる期間を経て一定の値になることが示唆された。

土壌をはじめとして窒素を含む培地を用いる場合、培地から植物体への窒素の供給が想定されるため、吸収される窒素を連続的に供給する養液土耕と粒状の化学肥料とでは同じ化学肥料成分を施用した場合でも、培地からの窒素の寄与割合が異なる。つまり、一般的に、養液土耕の方が粒状の化学肥料を施用する場合に比べて $\delta^{15}\text{N}$ 値が化学肥料の値に近づく（Nakano et al, 2007）。このように、施肥法や肥効によりトマトの $\delta^{15}\text{N}$ 値に違いが生じるが、本実験の長期間堆肥化した堆肥の結果においても、180日目の堆肥の $\delta^{15}\text{N}$ 値が+17.5%のときに果実の $\delta^{15}\text{N}$ 値は+24.0%であり、6.5%の差を示した。堆肥化の過程で180日目の堆肥はアンモニア態窒素が増加し、このようなトマトに吸収されやすい画分が相対的に増加していた（表-1）。この画分は量としては少ないが、植物に吸収され、茎葉および果実の $\delta^{15}\text{N}$ 値を高めた可能性がある。これについては、他の堆肥も含めて堆肥中の $\delta^{15}\text{N}$ 値を画分毎に測定し、その相関を解明する必要がある。

栽培後の土壌の $\delta^{15}\text{N}$ 値は堆肥の値との相関が高く（ $R=0.93$ ）、いずれの堆肥区の土壌でも $\delta^{15}\text{N}$ 値は堆肥に比べて数%（平均3.1%）低い。これは、土壌に本来含まれる土壌窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値が+5.9%であることを考えると（中野ら、2008）、これにより堆肥そのものの値に比べて低下したことを示している。また、茎葉の $\delta^{15}\text{N}$ 値は果実との相関が極めて高く（ $R=0.99$ ）、既報（Nakano et al, 2007）と同様に、今回の場合も、堆肥施用の場合、茎葉の方が果実の $\delta^{15}\text{N}$ 値に比べて平均し

て3.0%低くなる結果であった。これについては土壤中に存在する異なる窒素画分の量、 $\delta^{15}\text{N}$ 値の変化、または植物体内での転流の特性を総合的に反映したものであると考えられ、今後詳細に解明される必要がある。つまり、土壤に含まれる吸収されやすい窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値と吸収されにくい窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値は異なる可能性もあり、それぞれの量によっても植物体の $\delta^{15}\text{N}$ 値は影響を受ける。また、吸収されたとの画分が、どのようなタイミングで果実に転流されるかも、植物体の各部位の $\delta^{15}\text{N}$ 値に影響を与える。したがって、今回の結果は土壤から植物体への複雑な窒素の流れの総体として評価されたものに過ぎず、それぞれの要素の影響については今後詳細に解析する必要がある。

さらに、堆肥化過程の初期段階における $\delta^{15}\text{N}$ 値の動態や製造期間が30日以内の堆肥がトマトの $\delta^{15}\text{N}$ 値に与える影響を解明する必要がある。

V 摘要

堆肥化は90日までに最初の急激な変化を起すと考えられ、全窒素でも、それ以降360日までの全窒素含量の低下は少なかった。堆肥のみを施用してトマトを栽培したとき初期の収量に見られるように、堆肥中のアンモニア態等の易溶性の窒素の割合と生育との相関が高いと考えられた。果実品質は、無機成分では無肥区以外では大きな差異は認められなかったが、360日堆肥では、リン、カリウム、マグネシウムの濃度は化肥区に比べて有意に増加した。糖、クエン酸濃度には各区で顕著な差は認められなかったが、ビタミンCは、堆肥区で増加する区があった。

堆肥の $\delta^{15}\text{N}$ 値は30日堆肥において既に+17.2%まで上昇し、それ以降の堆肥製造期間の延長に伴う顕著な増減は認められなかった。堆肥製造期間が30日以内の極初期の堆肥におけるアンモニア揮散や脱窒による同位体分別が、その後の堆肥の比較的高い $\delta^{15}\text{N}$ 値への収束を方向付けていることが推察された。

引用文献

- 1) 藤原孝之 (2006) : 有機野菜の品質評価研究の課題と展望. 園芸学研究, 5 (1), 1-5.
- 2) 羽賀清典 (2004) : 堆肥化の基礎. 農業・生物系特定産業技術研究機構, 家畜ふん堆肥の品質評価・利用マニュアル, 1-4. 農林水産技術会議事務局. 東京.
- 3) 中野明正・上原洋一 (2004) : 有機肥料で栽培した野菜と

化学肥料で栽培した野菜とを判別する基準としての窒素安定同位体比の適用. 野茶研研報, 3, 119-128.

- 4) 中野明正・上原洋一 (2006) : トマト生産における施肥, 栽培法が収量, 品質, 環境に与える影響. 農業および園芸, 81 (2), 291-301.
- 5) Nakano, A., Y. Uehara. (2007) : Effect of different kinds of fertilizer and application methods on $\delta^{15}\text{N}$ values of tomato. JARQ, 41, 219-226.
- 6) 中野明正・上原洋一 (2008) : 日本全国12試験地における化学および有機質肥料の施用がトマトの窒素安定同位体比に与える影響. 野茶研研報, 7, 1-7.
- 7) 中野明正 (2008) : 同位体比等による農産物の原産地および施肥・栽培履歴の推定. RADIOISOTOPES, 57, 189-198.
- 8) 中谷誠・原田靖生 (1995) : 堆肥化過程における家畜ふんの近赤外拡散反射スペクトルの主成分分析. 日本土壤肥料学雑誌, 66, 422-424.
- 9) 西田瑞彦・加藤直人・住田弘一・岩谷香緒里 (2004) : 堆肥連用水田土壤の窒素安定同位体自然存在比の30年にわたる推移. 平成16年度 東北農業研究成果情報.
- 10) 西尾道徳 (2007) : 堆肥と有機質肥料の基本. 堆肥・有機質肥料の基礎知識, 12-44. 農文協, 東京.
- 11) 佐藤紀男・三浦吉則 (2008) : 有機質肥料の種類による作物体中 $\delta^{15}\text{N}$ 値の変動. 圃場と土壌, 40 (7), 15-18.
- 12) 篠原温・鈴木芳夫・渋谷正夫・山本宗輝・山崎肯哉 (1980) : トマト・ピーマンにおける施肥条件とアスコルビン酸含量について. 園芸学会雑誌, 49, 85-92.
- 13) 滝本英二・北村直起・白石誠・脇本進行・奥田宏健 (2004) : 畜ふんと生ゴミの混合堆肥化処理における発酵温度, 発生臭気及び堆肥成分. 岡山県総合畜産センター研究報告, 15, 84-88.
- 14) 八木哲生・坂口雅己・日笠裕治 (2008) : 有機質資材を用いたハウス夏秋どりトマトの無化学肥料栽培指針. 日本土壤肥料学会誌, 79, 203-208.
- 15) 山本克己・野中邦彦 (1997) : 飼料作物の単収の飛躍的向上によるふん尿受容能力の向上. 西尾道徳監修, 環境保全と新しい畜産, p216-228. 社団法人農林水産技術情報協会, 東京.
- 16) 米山忠克 (1987) : 土壤-植物系における炭素, 窒素, 酸素, 水素, イオウの安定同位体自然存在比: 変異, 意味, 利用. 日本土壤肥料学会誌, 58, 252-268.

Effect of Maturity of Compost on the Quality and $\delta^{15}\text{N}$ Value of Low Trass Tomato Fruits

Akimasa Nakano and Yoichi Uehara

Summary

The nitrogen concentration of compost decreased mainly within 90 days after composting, after that the concentration remained at the same level for 360 days after composting. Tomato production at the early stage would correlate closely with easily extractable nitrogen in the compost, such as ammonium nitrogen with only a mature application. However on the inorganic content of the fruits, only that of the plot without fertilizer application showed any remarkable difference among the treatments, and the fruits from the plot with 360 days compost showed significantly higher phosphate, potassium and magnesium than that of the chemical fertilizer treatment. There was no difference on the citric acid concentration of fruits, although the ascorbic acid concentration showed a tendency to increase in compost application.

While the $\delta^{15}\text{N}$ values of the compost increased to +17.2‰ after 30 days composting, beyond that time it did not show any remarkable change. Nitrogen isotope discrimination by ammonium volatilization and denitrification within 30 days after composting mainly determined the convergence of the $\delta^{15}\text{N}$ values of compost even at longer composting periods.