

## 甘しょでん粉粕の迅速堆肥化技術

誌名	鹿児島県農業試験場研究報告
ISSN	03888215
著者	上村, 幸廣 上之園, 茂 西園, 直生子
巻/号	23号
掲載ページ	p. 27-32
発行年月	1995年3月

## 甘しょでん粉粕の迅速堆肥化技術

上村 幸廣・上之園 茂・西蘭直生子

The Methods of Composting of the Sweetpotato's Starch Pulp

Yukihiro KAMIMURA, Shigeru UENOSONO and Naoko NISHIZONO

本県で多量に産出される甘しょでん粉粕は直接農耕地還元が困難な有機廃棄物である。そこで、鶏ふんを副資材とした堆肥化方法を確立し、農耕地に還元可能な有機物にした。

動力を使った熱風あるいは天日によって乾燥し、無機態の窒素（化学肥料）を添加すると、でん粉粕の堆肥化は可能である。しかし、この方法は乾燥に際してのコストあるいは時間がかかり、しかも、製造された堆肥化物は色、物理性、pH、肥料的価値のある養分含量等が鶏ふんを添加したものに比べて劣った。

水分除去と窒素添加が同時にできる鶏ふんを副資材としてでん粉粕を堆肥化すると、混合比5:1, 4:1, 3:1（重量比）で良質な堆肥が製造された。しかも、約1か月間の堆肥化で容量は半減した。ただ、混合比5:1の場合は総量100kg程度の試験規模では品温の上昇が低かったが、堆肥センター規模ではこのことは回避できるものと考ええる。

でん粉粕・鶏ふん堆肥はでん粉粕及び鶏ふんの欠点を補い合って、物理性、化学性、形状、色、取扱い易さが良好で、その肥効は一般の家畜排泄物堆肥と比べて遜色はなく、農業上付加価値の高い新有機物資材であると考ええる。

### 緒 言

現在、国内のでん粉はトウモロコシ、甘しょ、ジャガイモ等から生産されている。昭和40年頃までのでん粉原料は圧倒的に甘しょが多かったが、現在は外国産のトウモロコシが主体である。国内産の原料としては主に甘しょとジャガイモに限定され、地域性の強い特殊な農産物加工品である<sup>1)</sup>

トウモロコシはでん粉の他に油脂、タンパク等、種々の加工品に利用されているが、甘しょ、ジャガイモについてはでん粉用だけに利用されているので、多くのでん粉粕が農業副産物として排出されている。

甘しょでん粉粕は過去、クエン酸等の原料として再利用されていたが、現在はタピオカ等、外国産のものが安価で効率が良く、甘しょでん粉粕に取って代わったため、多量のでん粉粕が余剰有機物として残るようになってきた。

でん粉粕はそのまま放置（堆積）しても表面が黄化するだけで中心部分はなかなか分解せず、しかも悪臭が強く、近辺住民からの苦情も多い。したがって、近年でん粉粕の処理・再利用技術を求める声が関係者の間で強い。

一方、平成4年度の本県甘しょ栽培面積は17,400haで

499,400Mgが収穫されている。甘しょ全収穫量のうち約6割に当たる280,715Mgがでん粉用として加工され、この際生じるでん粉粕は約42,200Mg（0.80kgkg<sup>-1</sup>水分含有の場合）に達している<sup>2)</sup>。

でん粉粕は炭素率が高く、肥料的成分は少なく、しかもpHが低い。また、水分を0.82~0.83kgkg<sup>-1</sup>程度含有するので、そのまま農耕地還元しても窒素飢餓あるいは水分過多等を引き起こし、直接農耕地還元が困難な有機廃棄物である<sup>3)</sup>。

このようなことから、でん粉粕の処理方法については堆肥化してからの農耕地還元技術が望まれている。でん粉粕は高水分、高炭素率の他、特殊な物理性を有するため、そのまま堆積、腐熟させることは難しい。したがって、でん粉粕の堆肥化に当たっての基本的な考え方は水分を低下させることと、どのような方法で窒素を添加するかの二点に大きく絞られる。しかるに、でん粉粕の水分を堆肥化に適するように乾燥し、無機の窒素を添加する方法が考えられる。しかし、この方法は水分除去に長時間費やす他、熱源等に大きなコストがかかる。

そこで、でん粉粕の水分を除去し、同時に窒素を添加できる副資材として発酵鶏ふんを用い、でん粉粕の良質堆肥製造技術を確立したので報告する。

実験方法と材料

1) でん粉粕の堆肥化法 (試験1)

生でん粉粕 (水分0.82kgkg<sup>-1</sup>) を硫酸で炭素率を30にした区を対照として、水分調整 (2週間の風乾で水分0.80kgkg<sup>-1</sup>) をしたでん粉粕に硫酸を添加したものと、生でん粉粕に発酵鶏ふんを5:1, 4:1, 3:1 (重量比) の割合で混合した区を設定した (第1表)。

第1表 試験区の構成 (試験1)

試験区	でん粉粕	硫酸	鶏ふん	C/N	水分 kgkg <sup>-1</sup>
1. 対 照	80	1.10		30	0.82
2. でん粉粕 (水分0.80kgkg <sup>-1</sup> )	80	1.13		30	0.80
3. " (水分0.80kgkg <sup>-1</sup> )	80	0.78		40	0.80
4. でん粉粕+鶏ふん (5:1)	67		13	12.6	0.72
5. " (4:1)	64		16	11.2	0.70
6. " (3:1)	60		20	9.9	0.67

資材の化学性を第2表に示したが、でん粉粕中の還元糖含量は多いものの養分的には脊薄で、しかも炭素率が高い。一方、発酵鶏ふんは全窒素、無機態窒素、カルシウム含量等が多く、炭素率は低く、この実験の大きなファクターになる水分含量が極めて少ない。

なお、試験は平成3年12月20日に開始し、100kg容の簡易堆肥化袋を使用した。

第2表 資材の化学性

資材	水分	pH (H <sub>2</sub> O)	EC dSm <sup>-1</sup>	T-C	T-N	C/N	NH <sub>4</sub> -N NO <sub>3</sub> -N	
							mgkg <sup>-1</sup>	
でん粉粕	82.3	3.9	0.62	40.1	0.44	91.2	31	< 1
鶏ふん	21.3	7.1	6.06	34.3	5.91	5.8	2,360	61

資材	P	K	Ca	Mg	還元糖		リグニン
					ハミセルロース	セルロース	
でん粉粕	0.06	0.18	3.31	0.17	21.7	20.7	10.9
鶏ふん	2.36	2.40	9.66	0.75	11.5	12.2	5.9

2) 微生物を用いたでん粉粕堆肥化法 (試験2)

試験1である程度の成果が得られたので、でん粉粕と鶏ふんの混合割合を一定 (3:1) にして、2種類の市販微生物資材と牛ふんから分離した菌を供試して堆肥化試験を行った。供試した2種類の微生物資材は市販されているもので<sup>9)</sup>、メーカーの表示どおり添加した。この他に牛ふん堆肥からセルロース分解能が認められた微生物 (細菌と放線菌の混合物) を試験管培養したものをそれぞれ5本ずつでん粉粕・鶏ふん混合物に加えた (第3表)。

なお、試験は平成4年2月24日に開始し、100kg容の簡易堆肥化袋を使用した。

第3表 試験区の構成 (試験2)

試験区	でん粉粕	鶏ふん	微生物資材
1. でん粉粕+鶏ふん (3:1)	60 (現物)	20	-
2. " A	60 (現物)	20	資材 a
3. " B	60 (現物)	20	資材 b
4. " C	60 (現物)	20	資材 c

資材 a, 資材 b は市販のものをそれぞれ200 g, 300 g 混合した。資材 c は牛ふん堆肥から分離した有用菌 (細菌, 放射菌) で、それぞれ試験管で培養したものを5本ずつ添加した。

3) 分析法

全窒素: ケールダール分解液を BREMNER<sup>®</sup> の蒸留装置を用いた。

全炭素: 本田、小坂、井積法<sup>®</sup> で定量した。

リン酸: 植物体は硫酸・過酸化水素分解液をアスコルビン酸還元法で、土壌はトルオーグ法で分析した<sup>7)</sup>。

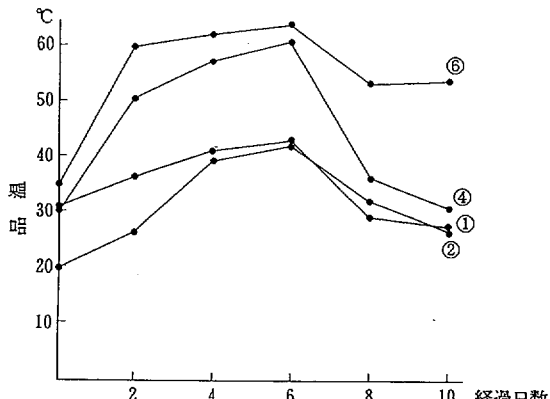
塩基類: 硫酸・過酸化水素分解液を原子吸光光度計で測定した。

結果及び考察

1) でん粉粕の堆肥化法 (試験1)

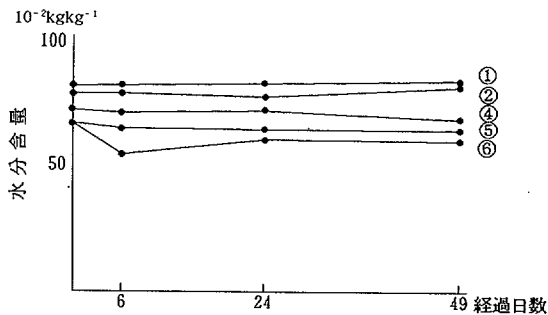
第1図に堆肥化過程の品温の推移を示す。でん粉粕を水分含量0.80kgkg<sup>-1</sup>に乾燥して硫酸を添加した区 (2区) の品温の上昇パターンは対照区とあまり変わらなかった。このことは、生でん粉粕をハウス内で2週間程度乾燥したが、その水分減少は極めて少なく、生でん粉粕に比較して0.2kgkg<sup>-1</sup>程度しか減少しなかったことに起因すると考える。一方、鶏ふんを添加した堆肥化物は堆積規模が小さく、外気温の影響を受けたにもかかわらず、かなりの温度上昇を認めた。また、鶏ふん含量が多い区ほどそ

の品温は高く、しかも高温の持続期間が長かった。このことは鶏ふん添加区の炭素率が低く、しかも水分含量が少なかったことによるものと考える。



第1図 堆肥化過程の品温の推移 (°C)

第2図に堆肥化物の水分含量の推移を示す。でん粉粕をそのまま(対照区)あるいは乾燥してから無機態の窒素を添加した区の水分は堆肥化開始から49日の間にほとんど変化せず、むしろ増加傾向がみられた。しかし、鶏ふんを加えて堆肥化した区の水分含量は途中の若干の変動はあるものの、堆積期間とともに徐々に減少した。なかでも、でん粉粕+鶏ふん(3:1)区の水分減少が最も大きかった。



第2図 堆肥化物の水分含量の推移 (10<sup>-2</sup>kgkg<sup>-1</sup>)

第4表に堆肥化物中の全炭素含量の推移を示す。全区とも堆肥化日数とともに堆肥化物中全炭素含量は低下する傾向を認めた。また、全般に鶏ふんを加えた区の低下割合が硫酸を添加した区より大きかった。

第4表 堆肥化物中の全炭素含量の推移  
10<sup>-2</sup>kgkg<sup>-1</sup> (乾物)

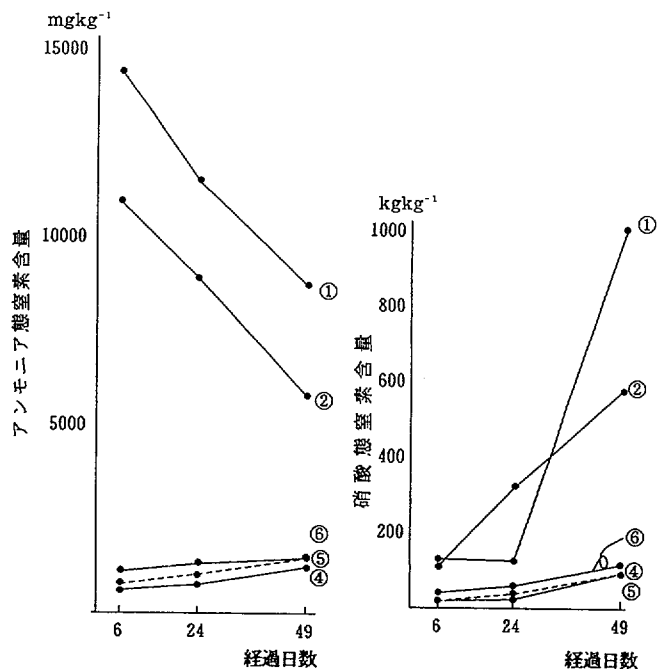
試験区	経過日数	0	6	17	24	33	41	49
1. 対 照	C/N30	43.2	35.3	35.7	36.0	36.1	35.3	35.4
2. でん粉粕 (水分0.80kgkg <sup>-1</sup> )	C/N30	38.2	36.5	35.7	35.9	35.1	34.5	34.5
3. " (水分0.80kgkg <sup>-1</sup> )	C/N40	38.9	39.0	36.6	36.4	36.6	35.2	36.2
4. でん粉粕:鶏ふん (5:1)	C/N12.6	36.9	34.7	30.8	32.2	31.1	32.0	31.0
5. " (4:1)	C/N11.2	36.3	34.5	30.7	32.3	31.3	31.2	29.6
6. " (3:1)	C/N9.9	36.3	33.7	29.9	31.2	31.7	29.5	29.7

堆肥化物中の全窒素含量はほとんどの区で増加傾向にあったが、その増加割合は全炭素の場合と逆で、鶏ふんを加えた区が小さかった。したがって、堆肥化開始後49日目の堆肥化物の炭素率は鶏ふんを加えた区が硫酸を加えた区を下回った。この原因については鶏ふん添加区ではアンモニアの揮散が多かったためと判断する(第5表)。

第5表 堆肥化物の全窒素含量の推移 10<sup>-2</sup>kgkg<sup>-1</sup> (乾物)

試験区	経過日数	0	6	17	24	33	41	49
1. 対 照	C/N30	1.43	2.96	2.28	2.66	2.41	2.77	3.10
2. でん粉粕 (水分0.80kgkg <sup>-1</sup> )	C/N30	1.71	2.24	2.25	2.58	2.69	2.94	3.02
3. " (水分0.80kgkg <sup>-1</sup> )	C/N40	1.23	1.69	1.82	2.42	2.24	2.41	2.59
4. でん粉粕:鶏ふん (5:1)	C/N12.6	3.42	3.77	3.43	3.23	3.53	3.44	3.53
5. " (4:1)	C/N11.2	3.61	3.89	4.44	3.45	3.46	3.40	3.41
6. " (3:1)	C/N9.9	3.77	3.58	4.53	3.78	3.89	3.73	3.79

第3図に堆肥化物中のアンモニア態窒素含量の推移、第4図に堆肥化物中の硝酸態窒素含量の推移を示す。硫酸を加えた区のアンモニア態窒素含量は堆肥化当初から減少した。しかし、鶏ふんを加えた区は堆肥化開始時と終了時のアンモニア態窒素含量はほとんど変わらなかった。一方、堆肥化物中の硝酸態窒素含量は全区で増加傾向にあった。しかも、硫酸を加えた区が鶏ふんを加えた区を上回った。このことは硫酸を加えた区が一時的に有機化されたものと推察する。



第3図 堆肥化物中のアンモニア態窒素含量の推移 (乾物 mgkg<sup>-1</sup>)

第4図 堆肥化物中の硝酸態窒素含量の推移 (mgkg<sup>-1</sup>)

第6表に堆肥化物中の有機成分含量の推移を示す。鶏ふんを加えた区の還元糖含量(ヘミセルロース、セルロース)の低下割合は大きかった。また、硫酸を加えた区の還元糖は49日間の堆肥化でやや減少した。堆肥化物のリグニン含量は堆肥化終了時には全区ともに増加する傾向を認めた。

第6表 堆肥化物中の有機成分含量の推移  
10<sup>-2</sup>kgkg<sup>-1</sup> (乾物)

試 験 区	経過 日数	0				49			
		ヘミセル ロース	セル ロース	計	リグ ニン	ヘミセル ロース	セル ロース	計	リグ ニン
1. 対 照	C/N30	16.9	22.2	39.1	14.7	14.9	18.6	33.5	17.0
2. でん粉粕 (水分0.80kgkg)	C/N30	17.1	17.8	34.9	18.2	15.4	15.2	30.6	19.0
3. " " (水分0.80kgkg)	C/N40	18.2	17.8	36.0	16.4	16.7	15.6	32.3	21.6
4. でん粉粕:鶏ふん (5:1)	C/N12.6	13.9	15.0	28.9	15.0	9.4	11.3	20.7	19.4
5. " (4:1)	C/N11.2	13.0	14.4	27.4	13.3	8.3	10.4	18.7	18.4
6. " (3:1)	C/N9.9	12.7	13.9	26.6	12.6	7.3	10.4	17.7	18.9

第7表に堆肥化終了時の堆肥化物の化学性を示す。堆肥化開始時のpHは全区とも酸性であったが、堆肥化終了時のpHはでん粉粕に硫酸を加えた区が酸性であったのに対して、でん粉粕と鶏ふんを加えた区はアルカリ性を示した。これは堆肥化物のアンモニア態窒素、硝酸態窒素含量の差異あるいは灰分が増加したことに由来するものであると推察する。

全窒素に関してはでん粉粕に鶏ふんを加えた区が硫酸を加えた区を若干上回った。しかし、リン酸、カリウム、カルシウム、マグネシウム含量に関してはでん粉粕に鶏ふんを加えた区が硫酸を加えた区を大きく上回った。また、堆肥化終了時のリン酸、カリウム、カルシウム、マグネシウム含量は開始時に比較して約倍量となった。このことは49日間の堆肥化過程で、有機物がかなり無機化し、その結果、乾物重が減少したことも一因と考える。

第7表 堆肥化終了時の堆肥化物の化学性  
10<sup>-2</sup>kgkg<sup>-1</sup> (乾物)

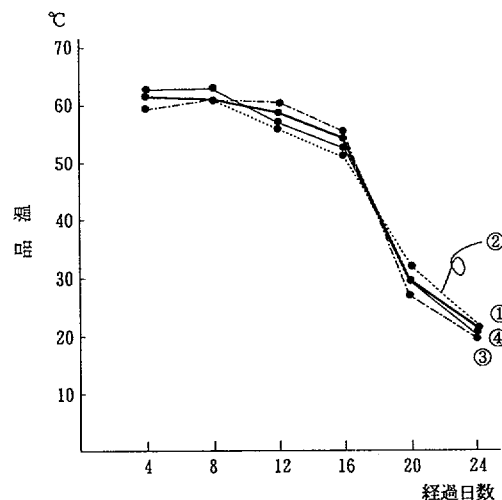
試 験 区	経過 日数	pH (H <sub>2</sub> O)	10 <sup>-2</sup> kgkg <sup>-1</sup> (乾物)				
			T-N	P	K	Ca	Mg
1. 対 照	C/N30	5.6	3.10	0.12	0.35	6.03	0.30
2. でん粉粕 (水分0.80kgkg)	C/N30	5.7	3.02	0.14	0.43	6.90	0.33
3. " " (水分0.80kgkg)	C/N40	6.6	2.59	0.15	0.45	7.17	0.36
4. でん粉粕:鶏ふん (5:1)	C/N12.6	7.5	3.53	2.83	2.91	16.02	0.93
5. " (4:1)	C/N11.2	7.7	3.41	3.31	3.22	16.69	0.90
6. " (3:1)	C/N9.9	7.5	3.79	3.52	3.35	15.71	1.06

これらの結果から、でん粉粕はそのままでは乾燥、分解が難しい有機物であるが、鶏ふんを混合することによって良質堆肥が製造可能となった。また、その混合割合はでん粉粕:鶏ふん(重量比)が5:1、4:1、3:1で堆肥化が可能であったが、5:1の混合物はこの試験規模では品温の高温時間が短かった。しかし、このことは堆積規模が大きくなることによって、ある程度回避できると考える。また、でん粉粕に硫酸を加えて炭素率を調整した堆肥化物も一応の堆肥化は可能であったが、肥料的価値のある養分含量、形状、色等かなり見劣りのするものであった。

2) 微生物を用いたでん粉粕堆肥化法(試験2)

試験1で、でん粉粕の堆肥化に際して水分除去と窒素添加を同時に行う副資材として発酵鶏ふんを使用し、良質堆肥化の製造が可能となったので、ここでは若干の微生物資材を用いて迅速堆肥化の可否を検討した。

第5図に堆肥化中の品温の推移を示す。品温の上昇は全区とも極めて速く、4日目頃から60℃を上回った。また、堆肥化物の品温に関しては微生物資材の効果は認められなかった。



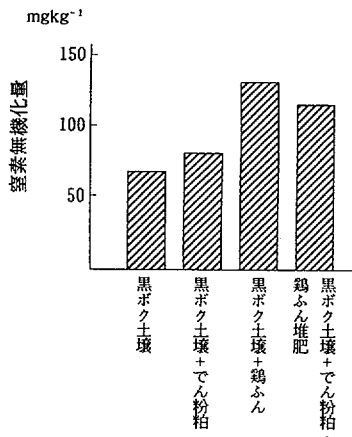
第5図 堆肥化中の品温の推移(°C)

約1か月間の堆肥化で堆肥化物中の全炭素含量は全区とも低下した。一方、試験1の結果と同様、堆肥化終了時の堆肥化物中全窒素含量は開始時に比べて上昇した。また、堆肥化物の全炭素、全窒素含量についても微生物資材の影響は認められなかった。

堆肥化約1か月後の堆肥化物中アンモニア態窒素は堆肥化開始時に比較して上昇した。なかでも、でん粉粕+鶏ふん(3:1)B区、でん粉粕+鶏ふん(3:1)C区の堆肥化物中アンモニア態窒素含量は高かった。一方、堆肥化物中の硝酸態窒素含量は約1か月の堆肥化でもほとんど変動しなかった。

いずれの区も還元糖含量（ヘミセルロース+セルロース）は堆肥化約1か月後には堆肥開始時に比べて半量以下になった。

第6図に土壤にでん粉粕・鶏ふん堆肥を添加した時の窒素無機化量を示す。黒ボク土壤に鶏ふんを添加したものが最も多く、次がでん粉粕・鶏ふん堆肥を加えたもので、資材を加えた中ではでん粉粕を添加したものが最も少なかった。このことは、でん粉粕・鶏ふん堆肥の窒素発現が鶏ふんとでん粉粕の中間的な性質を示すことを意味している。



第6図 土壤にでん粉粕・鶏ふん堆肥を添加した時の窒素無機化量 (mgkg<sup>-1</sup>) 乾土

でん粉粕・鶏ふん堆肥3:1混合物、鶏ふん及びでん粉粕の乾燥物100mgをシラス、黒ボク土壤10gに添加し、災害用水量の0.60kgkg<sup>-1</sup>の水を加えて、40℃でインキュベートした。

これらの結果から、本試験に供試した市販の微生物資材はでん粉粕の迅速堆肥化には効果が認められなかった。また、牛ふんから分離したセルロース分解能が認められる細菌と放線菌を添加した堆肥化物も迅速堆肥化には寄与せず、単にでん粉粕と鶏ふんを混合したものと変わらなかった。これらのことは、有用菌そのものは効果が認められても、一般の堆肥化の際は種々の微生物が繁殖し、有用菌が増殖できなかったことが大きな要因であると考えられる。したがって、今後の微生物資材の検討にはより多くの微生物資材を投入するか、他の菌があっても繁殖できる強い菌の選択が望まれる。

摘 要

甘しょでん粉粕は炭素率が高く、肥料的成分は少なく、しかもpHが低い。また、水分が多いためにそのまま農耕地還元しても窒素飢餓あるいは水分過多等を引き起こし直接農耕地還元が困難な有機廃棄物である。このようなことから、堆肥化してから農耕地還元することが

望まれている。そこで、鶏ふんを副資材とした堆肥化試験を実施した。得られた結果を要約すると以下のとおりである。

- 1) 動力を使った熱風あるいは天日によって乾燥し、無機態の窒素（化学肥料）を添加すると堆肥化は可能である。しかし、この方法は乾燥に際してのコストあるいは時間がかかり、しかも、製造された堆肥化物は色、物理性、pH、肥料的価値のある養分含量等が鶏ふんを添加したものに比べて劣った。
- 2) 水分除去と窒素添加が同時にできる鶏ふんを副資材としてでん粉粕を堆肥化すると、混合比5:1, 4:1, 3:1（重量比）で良質な堆肥が製造された。しかも、1か月間の堆肥化で容量は半減した。ただ、混合比5:1の場合は総量100kg程度の試験規模では品温の上昇が低かったが、現実場面の堆肥センター規模ではこのことは回避できるものと考えられる。
- 3) でん粉粕・鶏ふん堆肥はでん粉粕及び鶏ふんの欠点を補い合って、物理性、化学性、形状、色、取扱い易さが良好で、その肥効は一般の家畜排泄物堆肥と比べて遜色はなく、農業上付加価値の高い有機物資材であると考えられる。

文 献

- 1) 鹿児島農林統計事務所：さつまいも現状と課題, p8~15(1989)
- 2) 鹿児島農林統計協会：第39次鹿児島農林水産統計年報, p45~60(1992)
- 3) 上村幸廣：でん粉粕の直接農耕地還元法,鹿児島県農業試験場成績, p128~142, (1991)
- 4) 日本土壤協会：土壤改良資材等一覧表, p304~305 (1987)
- 5) BREMNER, J.M: Total Nitrogen in Methods of Soil Analysis, Part 2, p1149~1176, American Society of Agronomy, Inc., Publisher, Madison, Wisconsin (1965)
- 6) 農林水産省農蚕園芸局農産課編：土壤, 水質及び作物体分析法, p47~54 (1979)
- 7) MURPHY, J.and RILEY, J.M.: A Modified Single Solution Method for the Determination of Phosphate in Natural Waters. Anal. Chim. Acta, 27, p31~36 (1962)

## S U M M A R Y

## The Methods of Composting of the Sweetpotato's Starch Pulp

Yukihiro KAMIMURA, Shigeru UENOSONO and Naoko NISHIZONO  
(Kagoshima Agric. Exp. Station)

The moisture of the sweetpotato's starch pulp is much, and the content of nitrogen is less compared with the composts of animal fecal waste.

Therefore, the important factors are the removal of moisture and the addition of inorganic nitrogen to compost the sweetpotato's starch pulp.

Then we investigated the methods of composting of the sweetpotato's starch pulp using the poultry manure. The results obtained were summarized as follows :

- 1) As the sweetpotato's starch pulp have much moisture, it is difficult to compost without the secondary materials contained the low content of moisture and the high content of inorganic nitrogen.
- 2) It was possible to compost the the sweetpotato's starch pulp due to mix the poultry manure (the weight ratio is 3:1, 4:1, 5:1).
- 3) Superior quality of composts were produced by mixing the sweetpotato's starch pulp and the poultry manure.
- 4) These new composts mixed the sweetpotato's starch pulp and the poultry manure were made up for the faults each other, and we considered that the chemical properties, physical properties and fertilizer response were not inferior compared with the composts of animal fecal waste.

Key words : composting, microbe, sweetpotato's starch pulp