

# ユズ搾りかすの堆肥化と施用効果

森 聡

## Composts Making from Yuzu Fruit Straind Draff and Effects of these Application on Yuzu Orchard

Satoshi Mori

### Summary

In order to establish organics recycling in citrus orcharding i.e. reusing of Yuzu fruit straind draff, the method of making composts from yuzu fruit straind draff and effects of these application on yuzu orchard were investigated.

It was possible to make mature compost from yuzu fruit straind draff by mixturing with immature compost of pruned citrus shoots tips or with used culture grounds for mushroom, adding nitrogen nuturient, and heaping in compost shed for 5-6 months. Aplication of these products in Yuzu orchad improved chemical property of the orchard soil.

### 緒 言

徳島県におけるカンキツ類の栽培面積は約2,500haであり、中山間地域の基幹作物となっている。従来、カンキツ園から排出されるせん定枝（推定20,000t）の大部分は焼却処分されていたが、近年、環境問題が重視されてきて焼却が困難となり、その処理に苦慮するようになってきている。

また、徳島県内では香酸カンキツであるスダチ、ユズ、ユコウ果実を原料にしたカンキツ果汁を生産しており、その過程で排出される搾りかすが年間推定7,000t に上っている。これは産業廃棄物になることから適切な処理をしなければならない。しかし、この廃棄物は多量の水分と有機酸を含んでいるため、そのままでは分解が困難であり、処理が大きな問題となっている。

一方、カンキツ園の大部分は傾斜地にあるため、堆肥などの土壌改良資材の投入は重労働であることに加えて、生産者の高齢化や担い手不足により投入量が著しく減少している。近年、カンキツ類の収量低下や隔年結果が問題となってきており、その原因の一つは堆肥等の投入減少による地力低下にあると考えられる。

これらの問題を解決するために、せん定枝や果実搾りかすなどの有機性廃棄物を再資源化し、園地内、地域内で循環利用することが求められている。このため、カンキツ栽培において資源循環型農業を確立する研究の一環として、森(2005)は既にカンキツせん定枝及びスダチ搾りかすの堆肥化とその施用効果について報告した。今回はユズ搾りかすの堆肥化と施用効果について検討し、成果を得たので報告する。

---

本研究の一部は平成 16 年度園芸学会中四国支部大会において発表した。

## 材料および方法

### 1) ヌズ搾りかすの堆肥化

2003年春期のせん定により生じたカンキツせん定枝を同年4月に粉碎し、5月中旬に堆肥舎内で散水しながら堆積した。適宜散水し、約1か月に1回切り返しを行った。切り返しの目安は堆積物の内部温度が約70℃から漸減し、50℃程度になったとき（約1か月を要す）とした。このせん定枝堆積物約1tに対し、同年11月12日にヌズ搾りかすを約0.5t混合し堆積した（これを以後せん定枝搾りかす堆積物と表す）。堆積2週間後に尿素を窒素成分として0.5%添加し切り返した。以後約40日毎に切り返しを行った。

一方、予め粉碎しておいたシイタケ廃菌床約1tに対し、同年11月12日にヌズ搾りかすを約0.5t混合し堆積した（これを以後廃菌床搾りかす堆積物と表す）。堆積2週間後に尿素を窒素成分として0.5%添加し切り返した。以後約40日毎に切り返しを行った。

堆積開始から終了までの期間に堆積物の内部温度、水分含量、pH、EC、T-C、T-N、C/N比、無機成分含量等の推移やコマツナ種子発芽阻害性について調査した。

内部温度は堆肥中心部の温度を連続測定した。水分含量は60℃で一週間程度通風乾燥後測定した。pH、ECは堆肥20gに蒸留水100mlを入れ、30分間浸透抽出した後測定した。T-C及びT-Nは全窒素・全炭素測定装置（住化分析センター製）で測定し、C/N比はT-C/T-Nで表した。無機成分含量は灰化後Pを除き原子吸光分光光度計（島津製作所製）で測定した。Pは比色法で測定した。コマツナ種子発芽阻害性は藤原（1985、1997）の幼植物試験法に従って行った。すなわち、堆肥30gに蒸留水300mlを加え、60℃3時間抽出後ろ過した。ろ液10mlを予め底にろ紙2枚を敷いたシャーレに入れ、コマツナ種子50粒をまいた。シャーレに蓋をして、25℃1週間静置し、発芽率や根長、茎長を測定した。

カンキツせん定枝は大型チッパー（東興産業製）を用いて粉碎し、堆積は徳島県果樹研究所内の堆肥舎で行った。また、切り返しにはショベルローダー（小松製作所製）を用いた。



写真1 ヌズ搾りかす



写真2 せん定枝堆積物との混合(混合直後)



写真3 廃菌床の粉碎



写真4 廃菌床との混合(混合直後)

## 2) ユズ搾りかす堆肥の施用効果

上記のせん定枝搾りかす堆積物及び廃菌床搾りかす堆積物から得られたせん定枝搾りかす堆肥及び廃菌床搾りかす堆肥を、2004年5月26日に徳島県勝浦郡上勝町のユズ成木園に施用した。施用量は3t/10aとし、全面施用した。対照区には市販のオガクズ牛糞堆肥を用い、同量施用した。また、翌年の2005年5月16日に2004年と同様に施用(連年施用)した。



写真5 ユズ搾りかす堆肥施用直後  
(左 せん定枝搾りかす堆肥、右 廃菌床搾りかす堆肥)

## 結果および考察

### 1) ユズ搾りかすの堆肥化

せん定枝搾りかす堆積物、廃菌床搾りかす堆積物ともに混合2週間後（窒素添加直前）までは混合したユズ搾りかすの分解は外見上穏やかであったが、窒素添加後は急速に分解し、堆積約2か月後（1月上旬）には搾りかすの形状はほとんど確認されなくなった（写真6、7）。



写真6 せん定枝搾りかす堆積物  
（堆積約2か月後）



写真7 廃菌床搾りかす堆積物  
（堆積約2か月後）

図1に示したように、せん定枝搾りかす堆積物及び廃菌床搾りかす堆積物の内部温度は混合直後の11月中旬から12月下旬まではいずれも対照区のせん定枝堆積物より低く推移したが、それ以降は逆に常時高く推移し、時期によっては25~27℃高く推移した。

森（2005）はカンキツせん定枝堆積物は堆積開始から6か月を経過すれば完熟堆肥化することを明らかにした。堆積開始6か月後は本試験では11月中旬に相当する。この時期（11月12日）に、せん定枝堆積物（堆肥）に搾りかすを混合したところ、搾りかすの分解は緩慢であり、せん定枝堆積物単独よりも内部温度が低い結果となった。この原因は、せん定枝堆積物が既に完熟化し、分解による発熱がほとんど生じなくなっていたこと、及び混合した搾りかすの難分解性が加わったことによると考えられた。廃菌床搾りかす堆積物については主に後者の原因によると考えられた。

ここに窒素を添加することにより、搾りかすの分解を容易にする条件が加えられたため、搾りかすの急速な分解が生じ内部温度の急上昇となったものと考えられた。

図2には水分含量の推移を示した。市川ら（2001）は梨せん定枝を用いた牛ふん尿の堆肥化において、75%程度の水分含量でも好气的条件を維持すれば発酵が進展することを明らかにしている。森（2005）も同様の報告をした。このことから、本試験での水分含量は堆肥化に適していたものと考えられた。

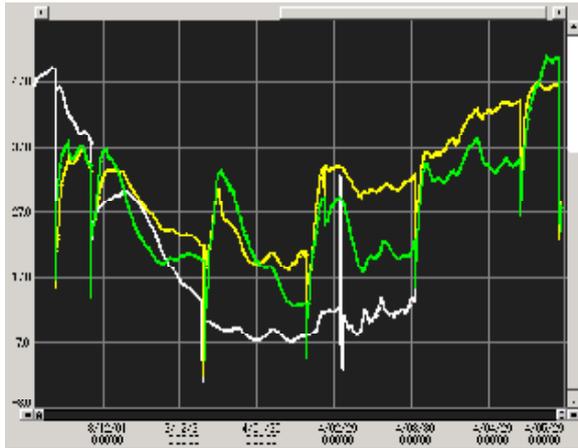


図1 堆積物の内部温度の推移(2003~2004年)

白：せん定枝堆積物（対照区）  
 緑：せん定枝搾りかす堆積物  
 黄：廃菌床搾りかす堆積物

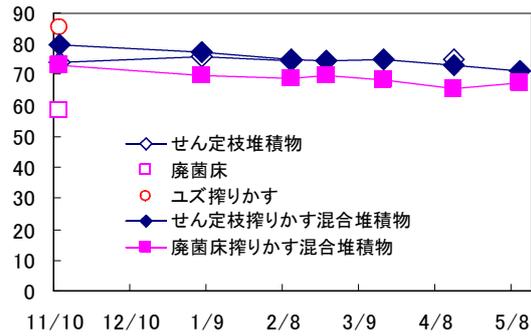


図2 水分の推移(2003~2004年)

図3に pH の推移を示した。ユズ搾りかすの pH (H<sub>2</sub>O) は 3.93 と低かったため、搾りかす混合直後のせん定枝搾りかす堆積物及び廃菌床搾りかす堆積物の pH (H<sub>2</sub>O) はせん定枝堆積物及び廃菌床粉砕物に比べてそれぞれ低下したが、混合約 2 か月後にはいずれも 9 近くまで上昇し、約 3 か月後にはやや低下した。

多田・百瀬 (1997) はせん定枝葉の堆肥化の過程での pH の上昇は原材料中のタンパク質の分解によって生じたアンモニアによるものであると報告している。このことから本試験における搾りかす混合後の pH (H<sub>2</sub>O) の急上昇の主原因は搾りかすに含まれるタンパク質等の有機物 (有機性窒素化合物) が急速に分解しアンモニアが生成したためであると考えられた。

一方、ユズ搾りかす混合直後の混合による EC の変化はわずかであったが、その後上昇し、混合約 3 か月後にピークに達した (図4)。藤原 (1997) は堆肥化の過程で初期には有機物の分解に伴うアンモニアが発生するが、後期にはアンモニアが微生物によって硝酸に変化することを述べている。このことから、本試験における EC の上昇は搾りかすの急速な分解によるアンモニアの生成、続いて起こる硝酸態窒素の生成によるものと推測された。その後の EC 低下は pH (H<sub>2</sub>O) の低下と併せて考えると、アンモニアの揮散等による減少によるものではないかと推測された。

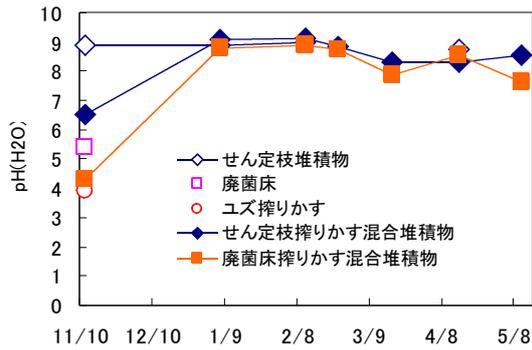


図3 pHの推移(2003~2004年)

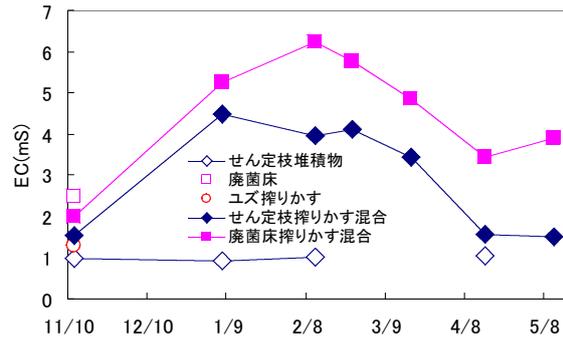


図4 ECの推移(2003~2004年)

ユズ搾りかすを混合した直後のせん定枝搾りかす堆積物及び廃菌床搾りかす堆積物の T-N(%)はいずれも低下した(図5)。これはユズ搾りかすの T-N が低いためである。混合2週間後に窒素を添加したことにより T-N が上昇し、混合約4か月後には3%台まで上昇した。T-Cはいずれもほとんど変化しなかった。

ユズ搾りかす混合直後のせん定枝搾りかす堆積物及び廃菌床搾りかす堆積物の C/N 比はユズ搾りかすの C/N 比が高かったため(T-N が低かったため)上昇したが、以後急激に減少し、混合約2か月後には15程度まで低下し、6か月後には14まで低下した(図6)。

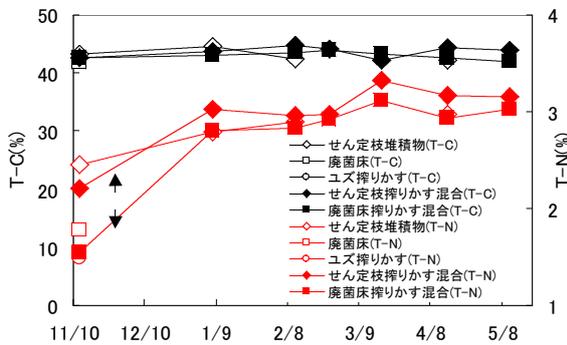


図5 T-CとT-Nの推移(2003~2004年)  
矢印は窒素添加時期

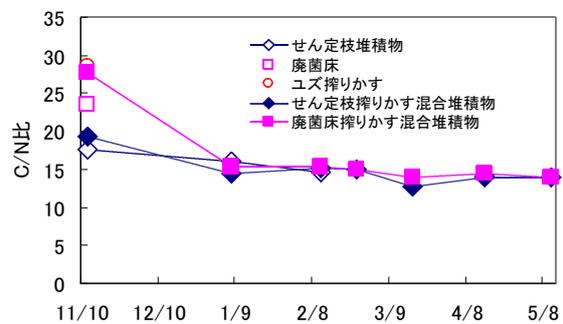


図6 C/N比の推移(2003~2004年)

ユズ搾りかすはコマツナ種子発芽試験の結果、発芽が全くみられなかったが、せん定枝堆積物(発芽率98%)や廃菌床粉砕物(同98%)と混合することにより発芽率の上昇がみられた。特にせん定枝堆積物との混合において顕著であった(図7)。しかし、窒素添加後は再び強い発芽阻害性を示し、せん定枝搾りかす堆積物では堆積約5か月後に、廃菌床搾りかす堆積物では約6か月後にそれぞれ発芽阻害性が無くなった。

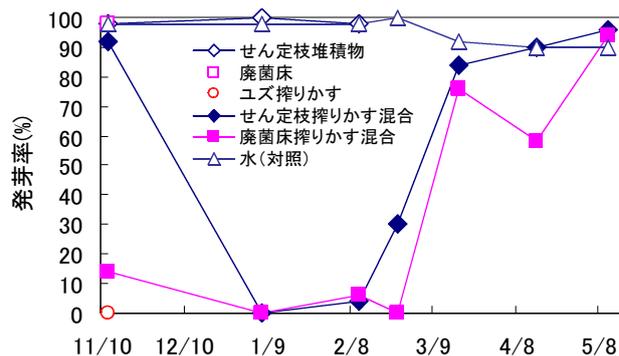


図7 コマツナ種子発芽率の推移(2003~2004年)

これらの原因を明らかにするために、以下のような試験を行った。まず、表1にはコマツナ種子の発芽に及ぼすユズ搾りかすの pH の影響を示した。ユズ搾りかすの pH を 8 に調整しても発芽はみられなかった。また表2にはコマツナ種子の発芽に及ぼすクエン酸の濃度及び pH の影響を示した。どの濃度、pH においても発芽は完全に阻害された。これらのことから、ユズ搾りかすのコマツナ種子発芽阻害原因は搾りかすに含まれるクエン酸の酸性によるものというより、クエン酸そのものによる影響であると考えられた。

このことから、搾りかすをせん定枝堆積物や廃菌床粉砕物と混合することにより、発芽率の向上がみられたのはこれらとの混合によって、クエン酸の吸着が生じたためではないか、その効果はせん定枝堆積物で顕著であったものと推測された。

前述したように、窒素添加前は搾りかすの分解が緩慢であったものが、窒素添加後は急速に分解し、堆積約2か月後には外観上搾りかすは完全に分解消失した。多田・百瀬(1997)はせん定枝葉の堆肥化において、堆積初期(堆積開始後1~2か月)には糖やデンプン、タンパク質が主に分解されることを述べている。クエン酸も微生物によって分解されやすい物質であることから、搾りかすに含まれるクエン酸は堆積約2か月後には分解消失したものと推測された。

表1 ユズ搾りかす抽出液のコマツナ種子発芽試験

(2003年12月)

試験区	発芽率	茎長	根長
ユズ搾りかす抽出液 (pH3.9)	0%	0cm	0cm
ユズ搾りかす抽出液 (pH8.0) *	0	0	0
水	100	1.5	5.2

\* 1N-KOHにて調整

表 2 クエン酸水溶液のコマツナ種子発芽試験

(2003年12月)

試験区	発芽率
クエン酸 8% (pH1.8)	0%
4 (pH2.0)	0
2 (pH2.1)	0
1 (pH2.3)	0
3.4 (pH8.0) *	0
2.3 (pH8.0) *	0
1.5 (pH8.0) *	0
0.8 (pH8.0) *	0
水	100

\* 1N-KOH にて調整

藤原(1997)は堆肥の腐熟度判定法として、品温評価法、幼植物試験法（コマツナ種子発芽試験等）、C/N 比でみる方法の他に色評価法（黒色に近いほど腐熟が進んでいる）、臭気判定法（完熟すれば刺激臭がなく堆肥臭がする）等について述べている。また、原田（1983）は外観形状や堆積状態（色、形状、臭気、水分、堆積中の最高温度、堆積期間等）から腐熟を判定する方法を述べている。

本試験のせん定枝搾りかす堆積物及び廃菌床搾りかす堆積物では、外観や C/N 比（15 程度）から両堆積物とも堆積約 2 か月後に完熟したものと推測された。この時点で外観上搾りかすは完全に分解消失しているため、前述のように微生物によって分解されやすいクエン酸も分解したものと考えられた。しかし、コマツナ種子発芽試験の結果からはこの時期は発芽阻害が生じているため、完熟したことにはならないと判断され、せん定枝搾りかす堆積物では発芽阻害の無くなる堆積 5 か月後が、廃菌床搾りかす堆積物では同 6 か月後が完熟期であると判断された。

コマツナ種子発芽阻害の原因をさらに究明するために、搾りかす抽出液を図 8 のように溶媒分画法により酸性画分、塩基性画分、両性・中性画分に分画し、それぞれの画分についてコマツナ種子発芽試験を行った。

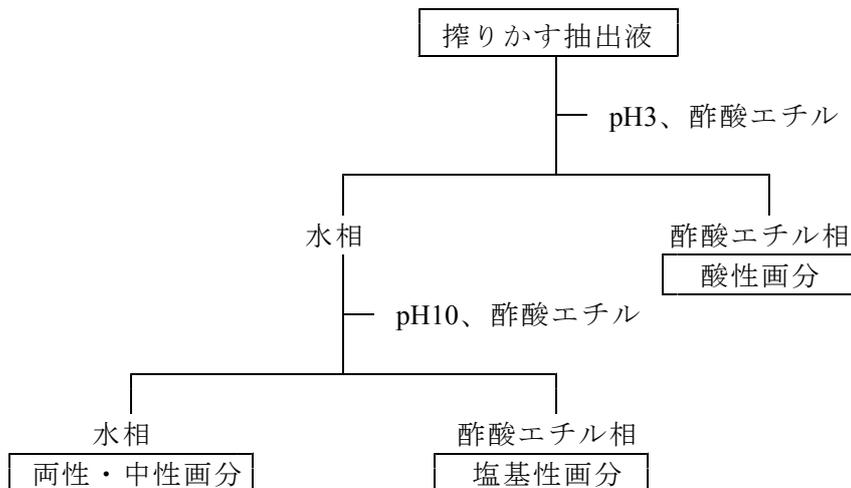


図 8 コマツナ種子発芽阻害成分の分画

表3 ユズ搾りかす抽出液の各画分の  
コマツナ種子発芽阻害性

(2004年)

試験区	発芽率	茎長	根長
搾りかす抽出液	45.1%	0.3mm	0.4mm
酸性画分	83.3	2.7	3.1
塩基性画分	90.4	2.1	4.1
両性・中性画分	39.6	0.9	0.6
水	100	1.6	5.9

水を除く全ての試験区で pH8 に調整

その結果、表3に示したとおり、搾りかす抽出液の発芽阻害活性は両性・中性画分にあることが明らかになった。クエン酸は酸性画分に存在すると考えられるので、両性・中性画分の発芽阻害活性はクエン酸ではないと考えられた。なお、搾りかす抽出液の発芽率が高くなっている（発芽阻害率が低くなっている）が、この原因は抽出材料に用いたユズが貯蔵果であり、貯蔵中に発芽阻害活性を示す物質が減少したのではないかと推測された。

藤原ら（2003）はユズの果皮にはレタス等の種子の発芽を阻害するアブシジン酸-β-D-グルコピラノシルが含まれていること、その物質は水溶性中性画分に存在することを報告している。このことから、本試験でのコマツナ種子発芽阻害の原因の一つは搾りかすの分解によって生じたアブシジン酸-β-D-グルコピラノシルによるものではないかと推測された。搾りかすの分解過程でこの発芽阻害物質が放出され、これが分解された結果、発芽阻害活性が無くなったものと考えられた。この発芽阻害活性を示す時期のせん定枝搾りかす堆積物及び廃菌床搾りかす堆積物のカンキツ園への施用はカンキツの根への阻害が懸念されるため、発芽阻害活性が無くなるまで施用しないのが無難であると考えられた。

堆積約6か月後にはせん定枝搾りかす堆積物、廃菌床搾りかす堆積物ともにコマツナ種子の発芽阻害は全く認められなくなったため、完熟したものと判断された。



写真8 せん定枝搾りかす堆肥（完熟）



写真9 廃菌床搾りかす堆肥（完熟）

この堆積約6か月後の完熟した堆肥を写真8及び9に、成分表を表4に示した。市販の堆肥と比べて、せん定枝搾りかす堆肥はカルシウム（CaO）が多いこと、せん定枝搾りかす堆肥、廃菌床搾りかす堆肥ともに EC とカリ（K<sub>2</sub>O）が低いことを除いて違いはほとんどみられなかった。また、表5には2004年度に、2003年度とほぼ同様の方法で作製した堆肥（窒素の添加は2003年度と異なり搾りかす混合と同時に行った）の成分表を示した。搾りかすを加えず堆肥化したせん定枝堆肥や廃菌床堆肥に比べ、それぞれ pH、EC 及びカリの上昇がみられたが、これは搾りかすに含まれるカリが主原因であると考えられた。それ以外は2003年度とほぼ同様の完熟堆肥となっていた。

表4 せん定枝搾りかす堆肥及び廃菌床搾りかす堆肥の成分表(1)

(2004年5月11日)

堆肥の種類	pH (H <sub>2</sub> O)	EC mS	水分 %	T-C %	T-N %	C/N 比	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %
せん定枝搾りかす堆肥	8.55	1.52	71.0	43.9	3.15	13.9	1.05	1.85	5.22	0.78
廃菌床搾りかす堆肥	7.64	3.91	67.3	42.1	3.02	13.9	1.20	1.16	2.09	0.93
市販堆肥 1	7.83	4.46	69.9	41.9	1.96	21.4	1.09	2.00	1.33	0.73
市販堆肥 2	7.35	9.58	34.2	37.3	3.06	12.2	1.20	3.26	2.21	1.13

市販堆肥 1 : オガクズ牛糞堆肥

市販堆肥 2 : オガクズ牛糞豚糞堆肥

T-C、T-N、C/N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O、CaO 及び MgO の値は乾物%で表示。

表5 せん定枝搾りかす堆肥及び廃菌床搾りかす堆肥の成分表(2)

(2005年4月21日)

堆肥の種類	pH (H <sub>2</sub> O)	EC mS	水分 %	T-C %	T-N %	C/N 比	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %
せん定枝搾りかす堆肥	9.07	1.36	73.9	43.8	3.03	14.5	0.72	2.47	5.19	0.85
廃菌床搾りかす堆肥	6.87	2.27	69.3	41.9	2.40	17.4	0.75	1.30	1.57	1.29
せん定枝堆肥	8.77	0.67	75.3	43.4	3.00	14.5	0.72	1.14	4.91	0.76
廃菌床堆肥	6.16	2.09	67.7	41.0	2.17	18.9	0.70	0.82	1.82	2.04

T-C、T-N、C/N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O、CaO 及び MgO の値は乾物%で表示。

## 2) ユズ搾りかす堆肥の施用効果

2003年度に作製したせん定枝搾りかす堆肥及び廃菌床搾りかす堆肥を2004年5月にユズ園土壌に施用し、ユズ樹への影響（樹体栄養）及び果実品質への影響を調査したが、いずれも影響はみられなかった（表6及び7）。

表6 せん定枝搾りかす堆肥及び廃菌床搾りかす堆肥  
の施用がユズの樹体栄養に及ぼす影響(葉分析)

(2004年9月13日採取)

処理区	N	P	K	Ca	Mg
せん定枝搾りかす堆肥	2.91%	0.160%	1.50%	3.16%	0.35%
廃菌床搾りかす堆肥	3.02	0.157	1.44	3.71	0.35
オガクズ牛糞堆肥(対照)	2.86	0.157	1.47	3.92	0.36
無施用	2.86	0.155	1.46	3.42	0.33

表7 せん定枝搾りかす堆肥及び廃菌床搾りかす  
堆肥の施用がユズの果実品質に及ぼす影響

(2004年11月1日採取)

処理区	一果重	着色度	果皮歩合	果汁歩合	糖度	クエン酸
せん定枝搾りかす混合堆肥	170.7g	10	42.6%	17.5%	7.7	5.19%
廃菌床搾りかす混合堆肥	163.9	10	42.0	17.2	7.7	5.22
オガクズ牛糞堆肥(対照)	163.8	10	41.7	19.1	7.7	5.16
無施用	158.5	10	42.1	18.6	7.7	5.22

また、2004年度に作製した堆肥を2003年度製と同様の園に2005年5月に施用(連年施用)し、ユズ樹への影響(樹体栄養)及び果実品質への連年施用の影響を調査したが、いずれも影響はみられなかった(表8及び9)。

表8 せん定枝搾りかす堆肥及び廃菌床搾りかす堆肥の施用  
(連年施用)がユズの樹体栄養に及ぼす影響(葉分析)

(2005年9月15日)

処理区	N	P	K	Ca	Mg
せん定枝搾りかす堆肥	2.94%	0.166%	1.59%	2.81%	0.37%
廃菌床搾りかす堆肥	3.00	0.164	1.44	2.72	0.37
オガクズ牛糞堆肥(対照)	3.00	0.165	1.54	2.98	0.36
無施用	2.94	0.161	1.44	2.67	0.35

表9 せん定枝搾りかす堆肥及び廃菌床搾りかす堆肥の  
施用(連年施用)がユズの果実品質に及ぼす影響

(2005年10月26日)

処理区	一果重	着色度	果皮歩合	果汁歩合	糖度	クエン酸
せん定枝搾りかす堆肥	129.1g	8	36.2%	20.3%	7.7	5.53%
廃菌床搾りかす堆肥	149.1	8	37.3	19.5	7.7	5.42
オガクズ牛糞堆肥(対照)	140.8	9	37.9	19.6	7.7	5.38
無施用	139.2	8	36.6	20.2	7.7	5.09

表10及び11に堆肥施用による土壌化学性への影響について示した。処理1年目の土壌 pH は処理による影響はほとんどみられなかったが、処理2年目には上昇し、ほぼ適正值 (pH (H<sub>2</sub>O) 6.0~6.5、pH (KCl) 5.5~6.5) となり、堆肥による土壌 pH の改善が図られた。その効果は対照のオガクズ牛糞堆肥よりもせん定枝搾りかす堆肥及び廃菌床搾りかす堆肥で高い傾向であった。土壌中の置換性塩基 (K、Ca 及び Mg) 含量が堆肥の連年施用により増加しているが、これが pH 上昇の主原因であると考えられた。

EC についても連年施用により、無処理に比べて相対的に高くなる傾向であった。

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (リン酸) については処理1年目から下層のリン酸濃度の上昇がみられ、連年施用により上層についても上昇がみられた。堆肥施用により下層のリン酸濃度が上昇するのは、堆肥中の腐植酸等が土壌中のアルミニウムと結合し、アルミニウムのリン酸吸着作用を抑制した結果であると考えられた。

堆肥施用により CEC (塩基置換容量) 及び T-N が上昇した。連年施用によりその効果は高まる傾向であった。T-N の上昇は土壌中の腐植含量の増加によるものと考えられた。これにより、土壌の養分保持力向上効果が得られ、その効果は連年施用により高まった。

表10 せん定枝搾りかす堆肥及び廃菌床搾りかす堆肥  
の施用がユズ園土壌の化学性に及ぼす影響

(2005年1月11日)

処理区	層位	pH		EC mS	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	K	Ca Mg		CEC	塩基飽 和度%	T-N %
		(H <sub>2</sub> O)	(KCl)				(me/100g)				
せん定枝搾り かす堆肥	上	5.78	4.73	0.111	78.0	1.5	14.1	3.6	20.0	96.0	0.294
	下	5.92	5.08	0.106	77.3	1.7	11.3	3.6	17.2	96.5	0.154
廃菌床搾り かす堆肥	上	5.90	4.85	0.108	75.0	1.1	7.8	2.4	18.8	60.1	0.252
	下	5.99	5.07	0.089	81.5	1.3	10.6	4.4	17.6	92.6	0.168
オガクズ牛糞 堆肥(対照)	上	5.84	4.83	0.123	75.4	1.2	8.2	2.8	18.0	67.8	0.217
	下	5.78	4.89	0.137	59.4	1.4	10.4	3.5	17.0	90.0	0.161
無施用	上	5.71	4.46	0.098	72.9	1.2	9.1	2.7	16.8	77.4	0.182
	下	5.77	4.96	0.103	28.0	1.2	10.0	3.1	16.0	89.4	0.147

上 : 0 ~ 15cm、下 : 15 ~ 30cm

表11 せん定枝搾りかす堆肥及び廃菌床搾りかす堆肥の施用  
(連年施用) がユズ園土壌の化学性に及ぼす影響

(2006年2月13日)

処理区	層位	pH		EC mS	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	K (me/100g)	Ca	Mg	CEC	塩基飽 和度%	T-N %
		(H <sub>2</sub> O)	(KCl)								
せん定枝搾り かす堆肥	上	6.51	5.56	0.077	90.8	2.2	20.4	4.7	21.6	125.9	0.385
	下	6.31	5.25	0.051	45.4	1.9	11.7	3.9	17.6	99.4	0.168
廃菌床搾り かす堆肥	上	6.39	5.23	0.070	80.7	1.9	12.0	4.9	20.0	94.1	0.245
	下	6.60	5.59	0.085	84.2	1.7	14.3	4.7	19.8	104.4	0.168
オガクズ牛糞 堆肥(対照)	上	5.97	4.95	0.081	100.4	2.5	11.8	4.7	21.0	90.5	0.301
	下	6.36	5.25	0.064	50.5	1.9	11.8	4.3	18.0	100.1	0.154
無施用	上	5.88	4.52	0.055	42.3	1.4	9.3	2.7	17.4	76.9	0.224
	下	5.98	4.64	0.046	37.7	1.4	10.1	3.0	16.8	86.0	0.168

上：0～15cm、下：15～30cm

以上のことから、ユズ搾りかすをカンキツせん定枝堆積物や廃菌床粉碎物に混合し、窒素を添加し、適宜切り返し堆積することにより、ユズ搾りかすの堆肥化が可能であり、完熟には5～6か月の堆積期間が必要であると考えられた。また、これらの堆肥の施用により、ユズ園土壌の化学性の改善が図られた。

## 摘 要

ユズ果実搾りかすを再資源化し、園内あるいは地域内に還元し循環させる資源循環型カンキツ栽培体系を確立するために、ユズ搾りかすの堆肥化と施用効果について検討した。

ユズ搾りかすをカンキツせん定枝堆積物あるいはシイタケ廃菌床粉碎物に混合し、窒素を添加し、切り返し堆積することにより、ユズ搾りかすの堆肥化が可能であり、完熟には5～6か月の堆積期間が必要であった。また、これらの堆肥の施用により、ユズ園土壌の化学性が改善された。

## 引用文献

- 市川明・中谷洋・増田達明・加納正敏・平山鉄夫. 2001. 高水分牛ふん尿の堆肥化における梨剪定枝の利用法. 愛知農総試研報. 33: 287-292.
- 市川明・中谷洋・増田達明・加納正敏・平山鉄夫. 2001. 豚ふんの堆肥化における梨剪定枝の利用法. 愛知農総試研報. 33: 293-298.
- 多田実・百瀬英雄. 1997. 剪定枝葉, 有機廃棄物資源化大辞典(有機質資源化推進会議編) 農文協. 東京. 274-284.
- 原田靖生. 1983. 家畜ふん堆肥の腐熟度についての考え方. 畜産の研究. 37: 1079-1086.
- 藤原伸介・清水徳朗・加藤尚・山村庄亮・村上敏文・吉田正則・吉川省子. 2003. ユズ果皮中に含まれる植物生長阻害成分. 平成14年度近畿中国四国農業研究成果情報. 177-178.
- 藤原俊六郎. 1985. シャーレを使った簡易腐熟度判定法. 土肥誌. 56: 251-252.

- 藤原俊六郎．1997．有機物の腐熟度判定法,有機廃棄物資源化大辞典（有機質資源化推進  
会議編．農文協．東京．41-50.
- 森 聡．2005．カンキツせん定枝及びスダチ搾りかすの堆肥化と施用効果．徳島果研報．  
3：1-10.

表 2 クエン酸水溶液のコマツナ種子発芽試験

(2003年12月)

試験区	発芽率
クエン酸 8% (pH1.8)	0%
4 (pH2.0)	0
2 (pH2.1)	0
1 (pH2.3)	0
3.4 (pH8.0) *	0
2.3 (pH8.0) *	0
1.5 (pH8.0) *	0
0.8 (pH8.0) *	0
水	100

\* 1N-KOHにて調整

藤原(1997)は堆肥の腐熟度判定法として、品温評価法、幼植物試験法(コマツナ種子発芽試験等)、C/N比でみる方法の他に色評価法(黒色に近いほど腐熟が進んでいる)、臭気判定法(完熟すれば刺激臭がなく堆肥臭がする)等について述べている。また、原田(1983)は外観形状や堆積状態(色、形状、臭気、水分、堆積中の最高温度、堆積期間等)から腐熟を判定する方法を述べている。

本試験のせん定枝搾りかす堆積物及び廃菌床搾りかす堆積物では、外観やC/N比(15程度)から両堆積物とも堆積約2か月後に完熟したものと推測された。この時点で外観上搾りかすは完全に分解消失しているため、前述のように微生物によって分解されやすいクエン酸も分解したものと考えられた。しかし、コマツナ種子発芽試験の結果からはこの時期は発芽阻害が生じているため、完熟したことにはならないと判断され、せん定枝搾りかす堆積物では発芽阻害の無くなる堆積5か月後が、廃菌床搾りかす堆積物では同6か月後が完熟期であると判断された。

コマツナ種子発芽阻害の主原因は未熟堆肥中に含まれるフェノール物質(木質由来のリグニンの分解生成物)によるものである。本研究に用いたせん定枝堆積物は堆積後6か月を経過したものであり、完熟しており、フェノール物質はほとんど含まれていないと考えられる。また、廃菌床はシイタケ菌によりリグニンは既にほとんど分解されているため、フェノール物質はほとんど生成しないと考えられる。また前述したように、せん定枝堆積

物及び廃菌床粉碎物にはコマツナ種子発芽阻害は全くみられなかった。これらのことから、せん定枝搾りかす堆積物及び廃菌床搾りかす堆積物の窒素添加後の3か月以上にわたるコマツナ種子発芽阻害の原因はクエン酸による阻害に加えて他にも阻害原因が存在すると考えられた。

コマツナ種子発芽阻害の原因をさらに究明するために、搾りかす抽出液を図8のように溶媒分画法により酸性画分、塩基性画分、両性・中性画分に分画し、それぞれの画分についてコマツナ種子発芽試験を行った。

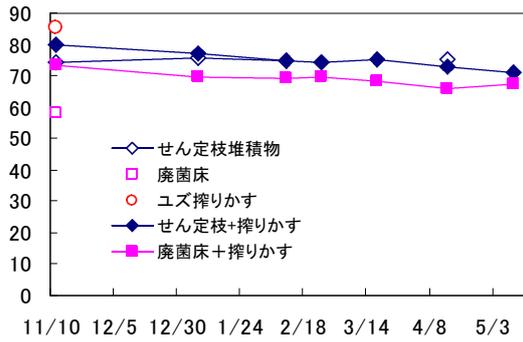


図2 水分の推移(2003~2004年)

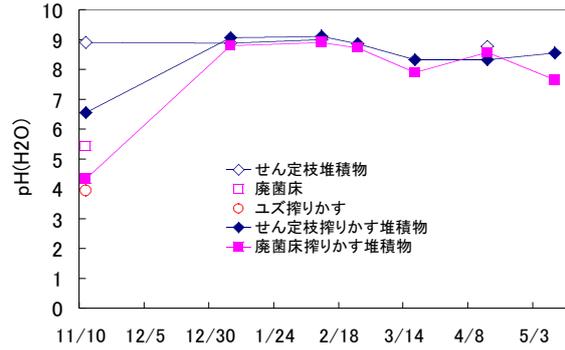


図3 pHの推移(2003~2004年)

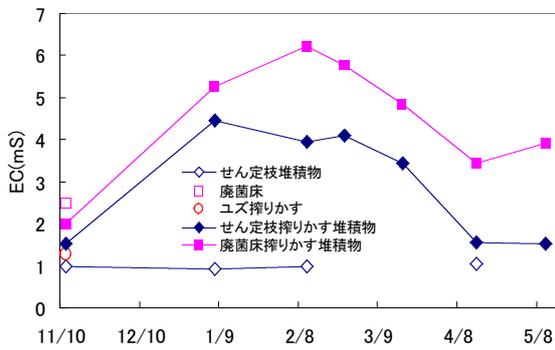


図4 ECの推移(2003~2004年)

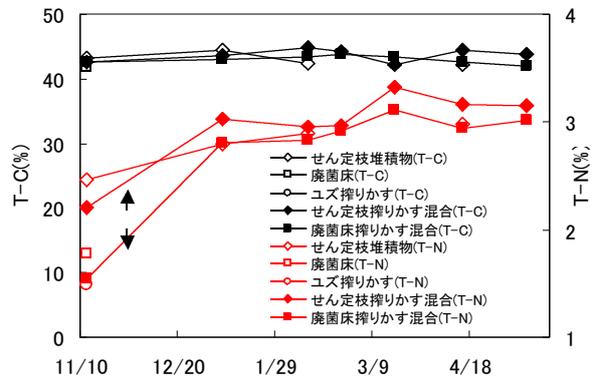


図5 T-CとT-Nの推移(2003~2004年)

矢印は窒素添加時期

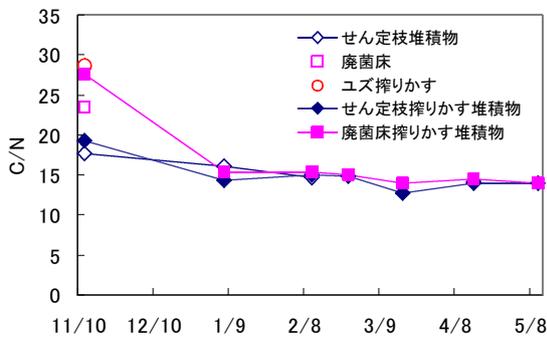


図6 C/Nの推移(2003~2004年)

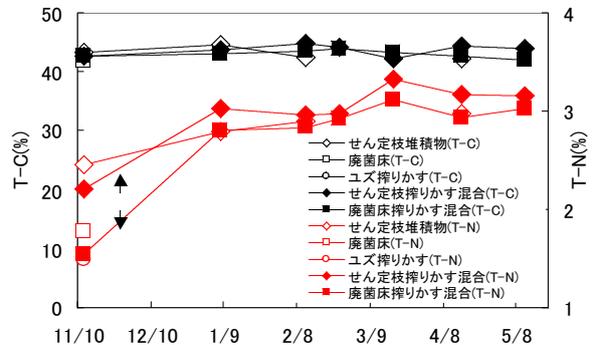


図4 T-CとT-Nの推移(2003~2004年)

矢印は窒素添加時期

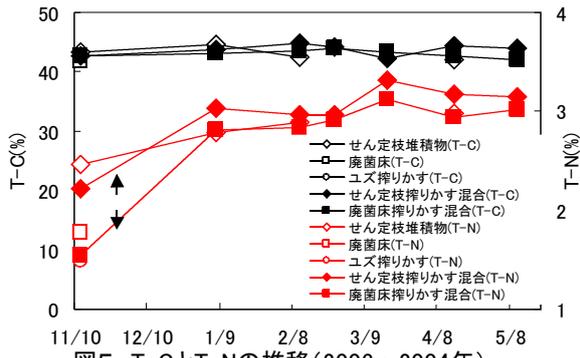


図5 T-CとT-Nの推移(2003~2004年)  
矢印は窒素添加時期

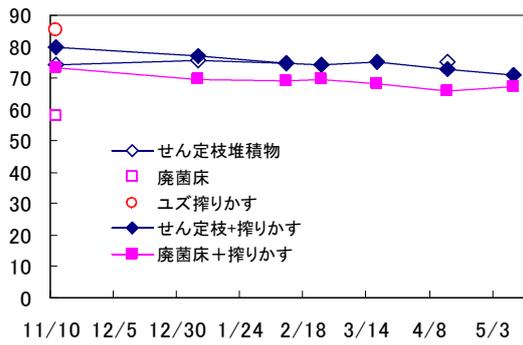


図2 水分の推移(2003~2004年)