

せん定枝及び果実搾りかすの 堆肥化と施用効果



2007年3月

徳島県立農林水産総合技術支援センター

果 樹 研 究 所

目 次

1 . はじめに	3
2 . カンキツせん定枝の堆肥化	4
3 . スダチ搾りかすの堆肥化	5
1) 副資材にカンキツせん定枝堆積物を用いる場合	
2) 副資材にシイタケ廃菌床を用いる場合	
4 . ユズ搾りかすの堆肥化	9
1) 副資材にカンキツせん定枝堆積物を用いる場合	
2) 副資材にシイタケ廃菌床を用いる場合	
5 . ナシせん定枝の堆肥化	12
6 . 作製堆肥の施用効果	14
1) スダチ搾りかす堆肥の温州ミカン園への施用	
2) ユズ搾りかす堆肥のユズ園への施用	
3) ナシせん定枝のナシ園への施用	
7 . おわりに	17

1. はじめに

果樹栽培においてはせん定作業によって切り落とされたせん定枝葉が大量に発生する。徳島県では温州ミカンをはじめとしたカンキツ類及びナシ、カキ、ウメなどの落葉果樹があわせて約3,700ha 栽培されており、これらの果樹園から排出されるせん定枝の総量は推定で約30,000t に達する。せん定枝は園内に放置すると病害虫の発生源となったり、また分解に長期間を要するため、従来その大部分は焼却処分されたり、園地の近隣に放置されていた。しかし、近年の環境問題が重要視されてきている中、焼却が困難となって、その処理に苦慮するようになってきている。

一方、ナシを除く果樹園のほとんどが傾斜地に立地しているため、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。このため、土壌の流亡や地力の低下による収量の減少、隔年結果の増加が問題となっている。

これらの問題を解決するためには、果樹園から排出されるせん定枝などの有機性廃棄物を再資源化し、園内あるいは地域内で循環利用することが有効と考えられる。このため、当研究所ではカンキツせん定枝の堆肥化、副資材にカンキツせん定枝やシイタケ廃菌床を用いたスタチ、ユズ搾りかすの堆肥化、ナシせん定枝の堆肥化及びそれらの施用効果について試験を行い、成果を得ている。

これらの成果について実用技術としてとりまとめたのでご活用願いたい。

2．カンキツせん定枝の堆肥化

春期のせん定により生じたカンキツせん定枝をチップパーで粉砕し、1t 以上を堆肥舎内で散水しながら堆積する。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 程度になった時（約 1 か月を要する）とする。この時堆積物が乾いていれば散水を行う。1 か月毎の切り返しを行っても、1 2 月上旬には内部温度が 40 程度までしか上昇しなくなる。この時点で堆肥は完熟したものとする（約 6 か月で完熟する）。

この温度の変化によって完熟化を判定する方法を品温評価法という。この他の完熟化判定法として、C/N 比でみる方法、色調（黒色に近いほど完熟）、形状（ぼろぼろと崩れる）、臭気（堆肥臭がする）等で判定する方法、発芽阻害をみる（阻害性がない）方法等があり、これら全ての判定法から総合的にみて完熟したものと判断される。



カンキツせん定枝の粉砕



散水・堆積



切り返し



完熟堆肥

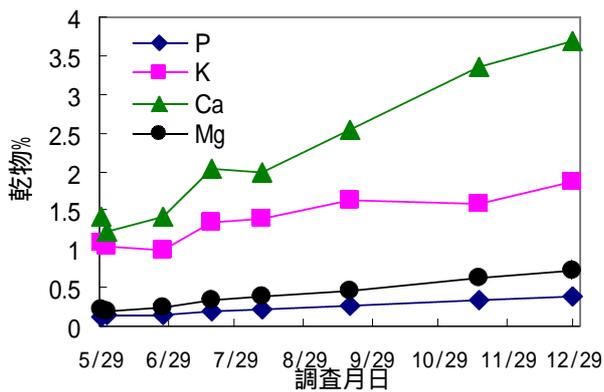


図 無機成分の推移(2001年)

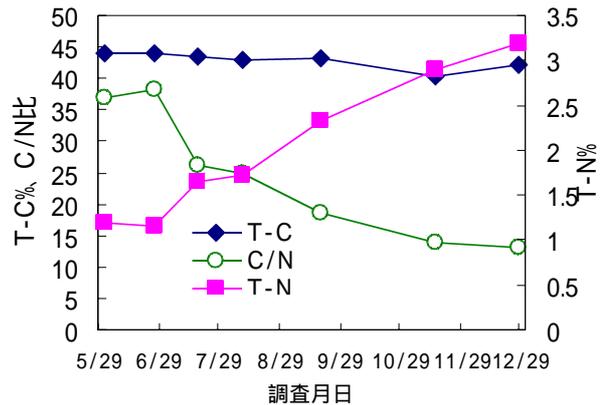


図 T-C、T-N及びC/N比の推移(2001年)



図 せん定枝堆積物の内部温度の推移 (2001年)

表 カンキツせん定枝堆積物
(堆肥)の特性(2001年12月28日)

項目	特徴等
C/N 比	13
色調	黒色
形状	バーク堆肥様
臭気	堆肥臭
発芽阻害	なし

留意点

せん定枝粉碎物の大きさは堆肥化速度にほとんど影響しないが、大きい物ほど施用後に地表面に残りやすいので、大きさは 2cm 程度がよい。

堆積規模は1t以上とする。それ以下では内部温度の上昇が低く、完熟に長時間を要する。

堆積物の水分含量は 60 ~ 70 %程度にする。乾燥すれば適宜散水する。

窒素は無添加でも十分堆肥化する。

内部温度は 60 を超えるため、病原菌は死滅すると考えられる。

3. スダチ搾りかすの堆肥化

1) 副資材にカンキツせん定枝堆積物を用いる場合

スダチ搾りかす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る。また、堆積中に腐敗によって生ずる液が大量に排出され環境汚染の原因となる。

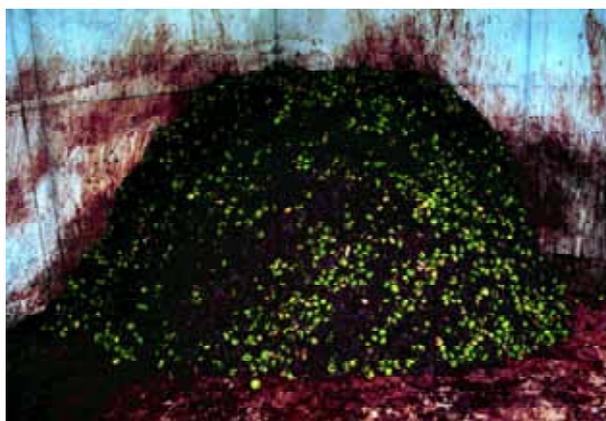
このため、スダチ搾りかすを堆肥化するためには副資材が必要となり、カンキツせん定枝堆積物を利用する。

9月に排出されるスダチ搾りかすを、堆積中のカンキツせん定枝堆積物に混合する。混合割合は、混合物の水分含量が70%程度となるまで可能である。それ以上となると水分過多となり、堆肥化（好氣的分解）が抑制される。従って、スダチ搾りかすの混合割合はカンキツせん定枝堆積物の水分含量に左右され、カンキツせん定枝の半量から等量程度まで可能である。堆積規模は1t以上とする。

この混合物を前述のカンキツせん定枝堆積物の場合と同様約1か月毎に切り返す。混合1か月後には外見上スダチ搾りかすはほぼ完全に分解消失する。その後せん定枝堆積物と同様に完熟化する。



スダチ搾りかすの混合



混合直後



混合2週間後



混合1か月後

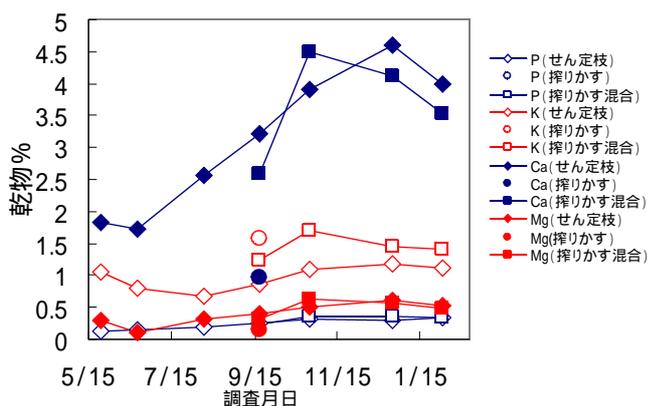


図 無機成分(多量要素)含量の推移(2002年)

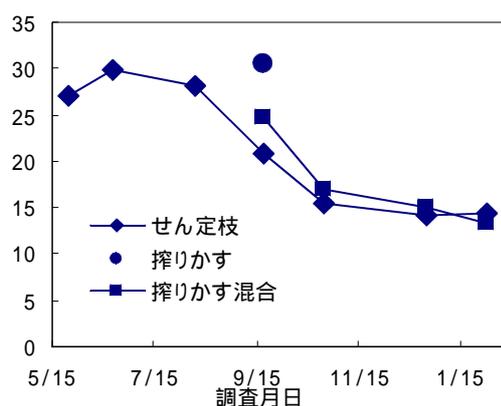


図 C/Nの推移(2002年)

表 せん定枝堆肥および搾りかす混合堆肥の成分表

(2003年1月31日)

堆肥の種類	pH (H ₂ O)	EC mS	水分 %	T-C %	T-N %	C/N	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %
せん定枝堆肥	8.52	0.64	74.9	44.9	3.14	14.3	0.75	1.34	5.59	0.89
搾りかす混合堆肥	9.01	0.82	75.0	44.1	3.32	13.3	0.78	1.71	4.93	0.82
市販パーク堆肥*	7.10	1.14	60 ± 5	46.7	1.55	30.1	0.88	0.54	4.70	0.44
市販牛糞堆肥**	7.83	4.46	69.9	41.9	1.96	21.4	1.09	2.00	1.33	0.73

T-C 以降 (C/N 除く) は乾物%で表示

* 肥料便覧(第5版)より **オガクズ牛糞堆肥

留意点

混合堆積物の水分含量が多くなりすぎると、酸欠状態となり嫌氣的分解が進み、刺激臭が生じてくるので注意する。好氣的分解(堆肥化が進んでいる)の場合はアンモニア臭がするが、嫌氣的分解の場合は腐敗臭がするので判別できる。

せん定枝堆積物の半量以上のスダチ搾りかすを混合する場合、スダチ搾りかすから水分が供給されるため、混合堆積時の散水は必要ない。

2) 副資材にシイタケ廃菌床を用いる場合

シイタケ廃菌床を粉碎し、粉碎したシイタケ廃菌床にスダチ搾りかすを混合する。スダチ搾りかすの混合割合は、混合物の水分含量が70%程度となるまで可能である。従って、混合割合は廃菌床粉碎物の水分含量に左右され、乾燥した廃菌床粉碎物では等量以上の混合が可能である。

この混合物を、前述のカンキツせん定枝堆積物の場合と同様約1か月毎に繰り返す。混合1か月後には、外見上スダチ搾りかすはほぼ完全に分解する。その後せん定枝堆積物と同様に完熟化する。



スダチ搾りかすの混合



混合直後



混合2週間後



混合3か月後

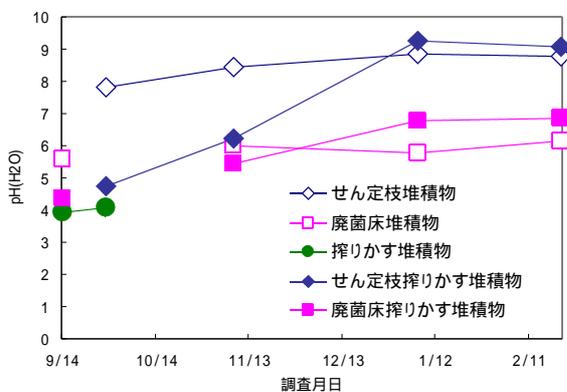


図 pH(H₂O)の推移(2004年)

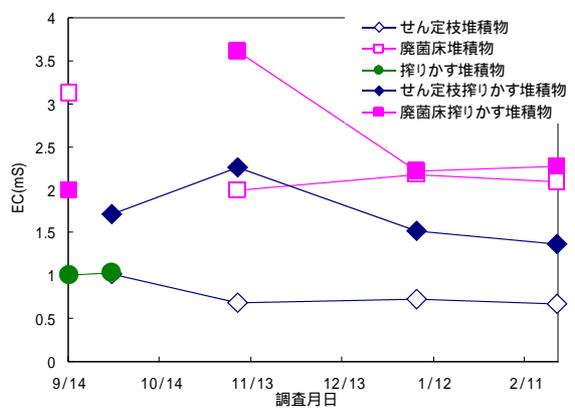


図 ECの推移(2004年)

表 せん定枝、廃菌床及び搾りかす混合堆肥の成分表 (2005年2月21日)

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

T-C以降(C/N除く)は乾物%で表示

*オガクズ牛糞堆肥 **オガクズ牛糞豚糞堆肥

留意点

廃菌床は堆肥の切り返し等に用いるショベルローダーで踏み潰せば粉碎が可能である。スダチ搾りかすを廃菌床に等量程度混合する場合、スダチ搾りかすから水分が供給されるため、混合時の散水は必要ない。

4. ユズ搾りかすの堆肥化

1) 副資材にカンキツせん定枝堆積物を用いる場合

ユズ搾りかすはスダチ搾りかすと同様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る。このためスダチ搾りかすと同様、堆肥化するためには副資材が必要となる。

11月に排出されるユズ搾りかすをスダチ搾りかすの場合と同様堆積中のカンキツせん定枝堆積物に混合する。混合割合は混合物の水分含量が70%程度となるまで可能である。それ以上となると水分過多となり、堆肥化(好氣的分解)が抑制される。従って、ユズ搾りかすの混合割合はカンキツせん定枝堆積物の水分含量に左右され、カンキツせん定枝の半量から等量程度まで可能である。堆積規模は1t以上とする。

スダチ搾りかすの場合と異なり、混合堆積する時期が11月であり外気温がかなり低下してきていることおよびせん定枝堆積物が完熟に近づいていることにより、混合堆積物の分解速度が遅く温度上昇も低くなるため、窒素を成分量で堆積物の約0.5%となるよう添加し混合する(例えば1tの堆積物なら窒素を5kg添加し混合する)。

この混合物を約1か月毎に切り返す。混合約2か月後には搾りかすは外観上ほぼ完全に分解消失する。しかし、まだこの時期には果皮に含まれる発芽阻害物質によると思われる発芽阻害性が消失していないため、阻害性のほぼ消失する3月をもって完熟とする。



ユズ搾りかす



混合直後



混合約 2 か月後



完熟堆肥

留意点

混合堆積物が 1t の場合、窒素の混合量は 5kg となる。添加する窒素には石灰窒素、硫安、尿素等があり、いずれも添加可能である。ただ、副成分として石灰窒素では石灰分が、硫安では硫酸根が堆積物中に残留する。しかし尿素には副成分がないため、尿素が最適である。窒素 5kg 分は尿素（窒素成分 46%）では 10.9kg となる。

木質部を含む堆積物の発芽阻害性はリグニンの分解過程で生じるフェノール性物質によるものであり、これらが分解消失することが完熟の目安となる。しかし、ユズ搾りかす堆積物の発芽阻害性は、これとは別にユズの果皮に特異的に含まれる発芽阻害物質によるものと考えられ、その阻害活性が大部分消失する 3 月をもって完熟とする。

2) 副資材にシイタケ廃菌床を用いる場合

粉碎したシイタケ廃菌床にユズ搾りかすを混合する。ユズ搾りかすの混合割合は、スダチ搾りかすの場合と同様、混合物の水分含量が70%程度となるまで可能である。乾燥した廃菌床粉碎物では、等量以上の混合が可能である。

窒素の添加、切り返し、完熟の目安等は前項と同様である。



廃菌床ブロックの粉碎



混合直後



混合約2か月後



完熟堆肥

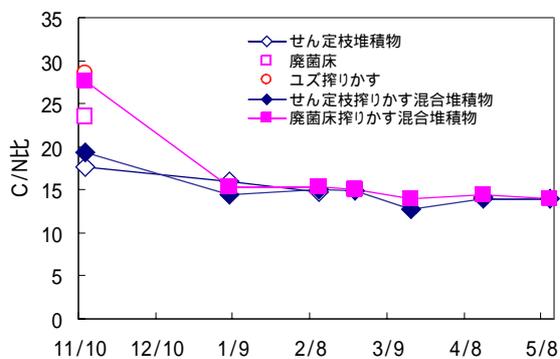


図 C/N比の推移 (2003~2004年)

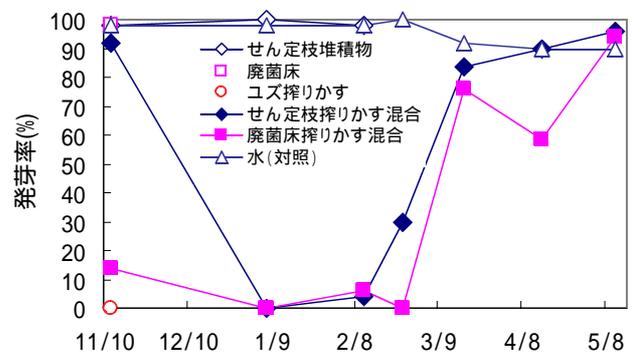


図 コマツナ種子発芽率の推移 (2003~2004年)

表 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 (2005年4月21日)

堆肥の種類	pH (H ₂ O)	EC mS	水分 %	T-C %	T-N %	C/N 比	P ₂ O ₅ %	K ₂ 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、P₂O₅、K₂O、CaO 及び MgO の値は乾物%で表示。

留意点

窒素添加量、完熟化の目安は副資材にカンキツせん定枝堆積物を用いた場合に準ずる。

5 . ナシせん定枝の堆肥化

冬期のせん定で生じたナシせん定枝をチップパーで粉碎し、1t 以上を堆肥舎内で散水しながら堆積する。カンキツせん定枝の場合と同様適宜散水し、切り返しを行う。切り返しの間隔は約3週間毎とする。カンキツせん定枝堆積物の場合とほぼ同様堆積約7か月後には完熟堆肥となる。粉碎物の大きさの違い(粗粉碎物および細粉碎物)は完熟期間にほとんど影響しない。窒素の添加(0.5%)は堆肥化速度を促進させるが、窒素無添加でも7か月堆積すれば完熟堆肥となる。



ナシせん定枝の粉碎



散水・堆積

切り返し

堆積物 (粗粉碎)

堆積物 (細粉碎)

完熟堆肥

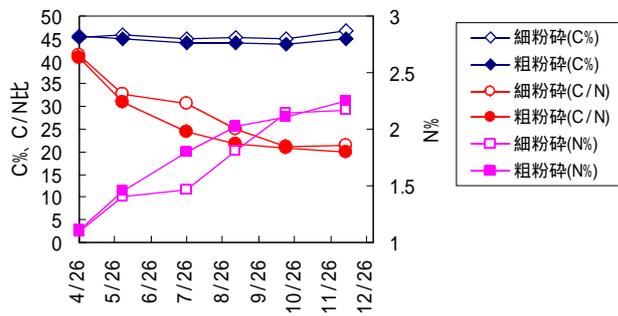


図 C、N、C/N比の推移(粉碎物の大小)

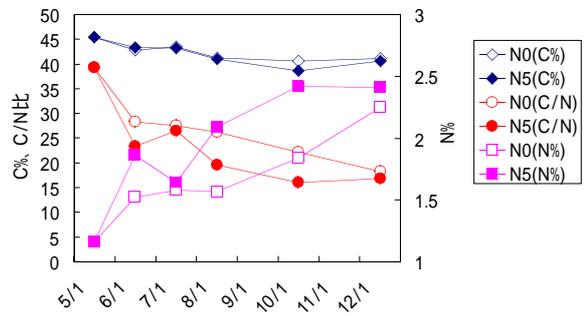


図 C、N、C/N比の推移(窒素添加の有無)

表 ナシせん定枝堆肥の成分表

(2004年12月)

堆肥の種類	pH (H ₂ O)	EC mS	水分 %	T-C %	T-N %	C/N 比	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %
細粉碎物堆肥	8.17	0.23	74.6	46.6	2.17	21.5	0.65	0.88	2.97	0.60
粗粉碎物堆肥	8.15	0.39	73.0	45.0	2.25	20.0	0.78	0.95	3.11	0.56
市販堆肥*	7.83	4.46	69.9	41.9	1.96	21.4	1.09	2.00	1.33	0.73

*市販堆肥:オガクズ牛糞堆肥

T-C、T-N、C/N、P₂O₅、K₂O、CaO 及び MgO の値は乾物%で表示。

留意点

カンキツせん定枝堆積物に比べて内部温度の低下が早いため、切り返しは早めに行う(3週間毎)。

ナシせん定枝堆積物の内部温度は、ほとんどの場合カンキツせん定枝堆積物のように70 を超えるほどには上昇せず、60 台にとどまる。

6. 作製堆肥の施用効果

1) スダチ搾りかす堆肥の温州ミカン園への施用

カンキツせん定枝堆肥およびスダチ搾りかす堆肥を温州ミカン園に表層施用(5t/10a)した場合の効果について市販のオガクズ牛糞堆肥と比較すると、果実品質には影響はないが、葉中無機成分が上昇する傾向がみられる。

また顕著な土壌化学性改善効果があり、下層の pH 改善およびリン酸供給効果、保肥力の向上(CEC = 塩基置換容量の上昇)、腐植や地力の向上(T-Nの上昇)等がみられる。



せん定枝堆肥施用直後

表 カンキツせん定枝堆肥及びスダチ搾りかす堆肥施用が温州ミカン樹に及ぼす影響(葉分析)(2003年9月12日)

処理区	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
カンキツせん定枝堆肥	2.94	0.164	2.18	2.56	0.42
スダチ搾りかす堆肥*	2.74	0.160	2.20	2.25	0.37
オガクズ牛糞堆肥(対照)	2.77	0.165	1.64	1.69	0.34

*副資材:せん定枝 (施用約7か月後)

表 せん定枝堆肥および搾りかす混合堆肥施用が
ウンシュウミカン園土壌の化学性に及ぼす影響

(2003年11月5日)

処理区	層位	pH		EC mS	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K	Ca	Mg	CEC	塩基飽 和度%	T-N %
		(H ₂ O)	(KCl)								
カンキツ	上	6.25	5.48	0.064	127.2	1.9	18.2	6.1	22.2	118.0	0.308
せん定枝堆肥	下	6.38	5.85	0.076	107.1	2.3	15.2	6.1	18.6	126.9	0.196
スダチ搾り	上	6.44	6.02	0.086	192.3	2.0	20.6	6.8	24.8	118.5	0.357
かす堆肥*	下	6.70	6.24	0.089	113.6	2.7	15.2	6.9	19.2	129.2	0.161
オガクズ牛糞	上	6.22	5.69	0.083	122.5	1.8	14.9	6.4	17.6	131.3	0.154
堆肥(対照)	下	5.20	3.90	0.072	59.7	2.5	4.4	2.3	17.2	53.5	0.175

*副資材：せん定枝 上層：0～15cm、下層：15～30cm (施用約9か月後)

2) ユズ搾りかす堆肥のユズ園への施用

ユズ搾りかす堆肥をユズ園に表層施用(3t/10a)した場合、葉中無機成分や果実品質には影響はみられないが、土壌化学性に明らかな改善効果がみられる。

すなわち、pH改善およびリン酸供給効果、保肥力の向上、腐植や地力の向上等がみられる。これらの効果は連年施用で著しく、対照のオガクズ牛糞堆肥よりも高い。

表 ユズ搾りかす堆肥の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

ユズ搾りかす堆肥施用直後
(副資材 左：せん定枝 右：廃菌床)

表 ユズ搾りかす堆肥の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 ₂ O ₅ (mg/100g)	K	Ca	Mg	CEC	塩基飽 和度%	T-N %
		(H ₂ O)	(KCl)								
せん定枝	上	6.51	5.56	0.077	90.8	2.2	20.4	4.7	21.6	125.9	0.385
搾りかす堆肥	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	上	6.39	5.23	0.070	80.7	1.9	12.0	4.9	20.0	94.1	0.245
かす堆肥	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	上	5.97	4.95	0.081	100.4	2.5	11.8	4.7	21.0	90.5	0.301
堆肥(対照)	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

3) ナシせん定枝のナシ園への施用

ナシせん定枝堆肥をナシ園（幸水園）に表層施用した場合、収量、果実品質及び生育量には影響はみられないが、土壌物理性及び化学性には明らかな改善効果がみられる。

すなわち、上層での固相率低下と気相率増加効果がみられ、施用量が多い場合が顕著であった。また化学性では、リン酸供給効果、保肥力の向上、腐植や地力の向上等がみられる。これらの効果は連年施用で著しい。

表 ナシせん定枝堆肥連年施用が土壌の三相分布に及ぼす影響 (2005年2月10日)

処理区		固相%	液相%	気相%	孔隙%
N0-1t	上	51.8	36.2	12.0	48.2
	下	55.5	33.7	10.8	44.5
N0-4t	上	46.5	37.0	16.5	53.5
	下	59.1	30.8	10.1	40.9
無処理	上	53.6	35.8	10.6	46.4
	下	57.1	34.4	8.5	42.9

上：0～15cm、下：15～30cm

ナシせん定枝堆肥施用状況

表 ナシせん定枝堆肥連年施用が土壌化学性に及ぼす影響 (2005年2月10日)

処理区		pH		EC mS	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K	Ca	Mg	CEC	塩基飽 和度%	T-N %
		(H ₂ O)	(KCl)								
N0-1t	上	3.77	3.31	0.616	45.0	1.3	2.5	0.7	11.8	38.1	0.196
	下	3.91	3.33	0.157	40.1	1.0	2.3	0.7	10.0	40.0	0.070
N0-4t	上	4.14	3.46	0.276	40.8	1.4	4.8	1.3	13.4	56.0	0.238
	下	4.16	3.34	0.085	42.6	1.2	1.8	0.6	9.4	38.3	0.098
N5-1t	上	3.78	3.32	1.293	70.0	2.7	3.6	0.9	15.4	46.8	0.371
	下	3.83	3.34	0.126	50.0	0.8	1.6	0.5	10.0	29.0	0.098
N5-4t	上	4.12	3.62	0.310	38.4	1.3	6.6	1.6	16.0	59.4	0.315
	下	4.27	3.51	0.127	36.5	1.1	3.1	1.0	10.4	50.0	0.091
無処理	上	4.37	3.52	0.083	27.6	0.9	4.7	1.4	12.6	55.6	0.182
	下	4.57	3.64	0.065	23.3	0.9	5.0	1.9	12.4	62.9	0.098

N0：窒素無添加堆肥、N5：窒素0.5%添加堆肥、1t：10a当たり1t施用、4t：10a当たり4t施用
上：0～15cm、下：15～30cm

8 . おわりに

これまで述べたように、カンキツやナシせん定枝の堆肥化、カンキツせん定枝や廃菌床を副資材に用いた果実搾りかすの堆肥化が可能となり、作製した堆肥を果樹園に施用することにより、これらの廃棄物の再資源化と循環利用が可能となった。

今後、果樹生産者、加工業者や農業関係機関が、この堆肥生産技術を利用した再資源化への積極的な取り組みをされることを期待したい。この技術を広く普及させるために、果樹研究所では普及組織との協力のもと、技術的な支援を行うとともに、残された課題である堆肥施用の省力化技術の研究を進めていきたい。