

琉球大学学術リポジトリ

[報文]嫌気性発酵による製糖査渣の堆肥化

メタデータ	言語: 出版者: 南方資源利用技術研究会 公開日: 2014-10-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 下田, 博之, 松村, 昭治, SHIMODA, Hiroyuki, MATSUMURA,Shoji メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002016518

報 文

嫌気性発酵による製糖残渣の堆肥化

下田博之, 松村昭治
(東京農工大学農学部)

Utilization of Bagasse for Compost with Anaerobic Fermentation

Hiroyuki SHIMODA and Shoji MATSUMURA
Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology
Fuchu-city, Harumi-cho 3-8-1, Tokyo 183

In the present situation of cane -growing in Okinawa, importance of incorporation of crop residues in the soil to preserve and increase soil fertility, resulting in cane yield increases, was discussed.

Effects of decomposition of organic matters through the process of anaerobic fermentation with use of materials including anaerobes on crop growth are reported among the growers, remaining unexplained mechanism of the effects, in recent years.

Decomposition of bagasse was observed in use of an anaerobes material "CARUS NC-R", comparing with aerobic fermentation. Field experiments were conducted on the effect of bagasse incorporated in soil with use of the same material on the growth and yield of cucumber and paddy-rice. The results obtained did not show significant effects in each experiment, and it was considered to be needed to continue further experiments under the different soil conditions and application methods.

問題の所在

1. サトウキビ畑への有機物施用の効果

沖縄にはサンゴ石灰岩に由来する土壌が多い。そのような土壌をもつ畑地では有機物の流亡が激しい。サトウキビは畑作物の中では有機物還元度の高い作物であるが、一般には収穫量も多いだけに地力の消耗が著しい。県の発行した「サトウキビ栽培要領」には堆肥の使用が奨励されているが、実際にはほとんど使用されていない³⁾。

また、沖縄の畑土壌は一般に粘土含量が高く、殆ど粘質～強粘質となっている。腐植含量も少ない。土壌緻密度や固相率が高く、さらに機械化に伴う土壌の緊密化も生じ易い⁴⁾。

バガスの施用は重粘土や排水不良土の土壌改良に古くから利用されてきた。ハワイでの実験

では、重粘土とくに圧密化 (Soil Compaction) された土壌の改良にバガスを施し、根圏の通気性と排水性の改良により蔗茎の収量増が得られた報告がある³⁾。また Queensland の Mackay における重粘・排水不良の土壌での施用試験では、エーカー当り 30ton のバガスを 22 インチの深さに溝施用して、エーカー当り 8.3ton の蔗茎増加の成績を得ている³⁾。

沖縄においてもサトウキビに対する堆肥施用効果として 10～20% の増加があるといわれている⁵⁾。

2. サトウキビの養分吸収とその収支

サトウキビの三要素吸収量は土壌、作型、施肥量、収量などで異なるが、10 a 当り N : 15.4～30.5kg, P₂O₅ : 3.4～6.8kg, K₂O : 27.8

～49.4 kgの範囲にあり, とくに K_2O の吸収の多い特徴をもつ⁶⁾.

したがって, バガス中にも多量の K_2O が含まれているとみられるが, このほかの成分として珪酸を多く含有することも知られており, サトウキビの糖量増加にこの珪酸の効果があるといわれている⁵⁾.

サトウキビの植物体全体の生産量の部位別割合

を乾物重でみたのが表 1²⁾である。表 1 はハワイにおけるもので, 46.4ton/acre の蔗茎収量の場合の例で, 蔗茎乾物重は10.72ton/acre(2.68ton/10 a) で全重の約45%に当る。その他の事例で49.2%, 54.0%などが示されており, 概ね約50%前後の乾物相当の蔗茎が圃場外に搬出され, 製糖工場に移されるとみることができる。

表 1. サトウキビの工場生産別の肥料三成分割合

Plant food	In raw sugar	In bagasse	In molasse	In muds
	%	%	%	%
Nitrogen(N)	3	56	31	10
Phosphoric acid (P_2O_5)	2	39	24	35
Potash(k_2O)	2	23	74	1

(source) Norman J.King et al (1965):Manual of cane-growing; P91, New york

確実に圃場に残されると思われる株(11.65%)及び根(7.3%)の合計は約18%で, 梢頭部(14.6%)・枯葉(20.6%)の合計は35%余りで, これらは焼かれて灰となるか(この場合 P_2O_5 と K_2O の大部分は圃場に戻される), あるいは土壤に有機物として還元されるかのいずれかの選択となる。この選択は土壤中有機物含量の維持・増進に大きく影響するとみられる。

つぎに, 製糖工場からでるバガス中に含まれる肥料三要素は表 2⁴⁾に示すごとく, 原料蔗茎中

に含まれた成分の多くの部分を占めている。この表は粗糖段階の工程にあるので, 粗糖中にもわずかに三要素を含むが, Nの56%及び P_2O_5 の39%をバガス中に含み, 他の molasses や mud 中よりも最も多く含まれることが知られる。 K_2O の大半75%は molasses 中に含まれており, バガス中には23%にすぎないが, バガスの容量の大きさを別とすれば, これら三要素の肥料としての有用性が示されていると考えられる。

表 2. サトウキビの作物体部位別乾物量とその割合

Part	Dry matter tons per acre	Percent of total
Cane tops	3.46	14.60
Cane	10.72	45.23
Dead leaves	4.88	20.59
Young shoots	0.15	0.63
Stubble	2.76	11.65
Roots	1.73	7.30
Total	23.70	100.00
All underground parts	4.49	18.95

(source) same with Table 1

3. バガス施用の困難性

バガスを土中に還元することの重要性、有効性は認識しても、それが実際の経営で困難な理由として、次の諸点が挙げられる。

- (1) 容積重 (bulk density) が小さく、製糖工場から圃場への運搬ならびに、圃場内散布のための労力と経費が多くかかる。
- (2) 多量施用 (4 ton/10 a 以上では、その土中への混和が容易でない。
- (3) バガスの繊維は土中での分解が遅い。
- (4) 製糖工場が必要とする燃料としての利用がある。

サトウキビ畑の地力維持・増進の対策は、以上のバガス施用上の問題点とともに、梢頭部や枯葉の処理法を同時に総合的に考慮してとられるべきである。その際とくに株出しとも深い関わりをもち、土壌へ還元する有機物の施用法(土中混和やマルチ利用)とその後の作物管理法を体系化させた栽培システムの開発研究が重要となる。とくに熱帯ないし亜熱帯の地力維持の厳しい気候環境条件下では、永続的で安定した甘蔗作を進める上で益々重要な課題であろう。

4. 嫌気性菌の利用による有機物施用ないし堆肥化のねらい

最近の全国的な耕地の“土づくり運動”の中で、堆肥ないし有機物の耕地への還元または施用の重用性が指摘されている。さらに野菜類を中心とした連作障害や病害虫の多発傾向にともない、その防除対策として堆肥の有効性もいわれている。

粗大有機物の堆肥化、あるいは土中での分解の過程においては、好気性微生物と嫌気性微生物の両者が相互に密接な関連を結んで関与し、糖・セルロース・リグニンの分解が進んでいることはよく知られている。

ところで、昭和55年ごろより嫌気性微生物を含む製剤が市販され、堆肥化や生ワラ等未分解有機物の土中直接施用に際して同時に施用すれば、従来の有機物分解過程と異なる経過をもって、作物栽培に有用な効果を示すといわれてきた。その際関与する嫌気性菌の同定や作用機作

については尚不明な点多いままに、次の諸効果がいわれている。

- (1) 嫌気性発酵のため堆肥製造中の切り返し作業が省ける。
- (2) 分解中の悪臭が防止できる。
- (3) 未熟有機物の土中分解の初期における高温性好気性菌の活動を抑えて、施用直後播種による発芽等障害を軽減できる。
- (4) 連作障害や主として土壌病害虫に起因する作物障害を防除する。

これらを実証する試験成績はなお不足していると思われるが、農家レベルですでに利用されており、早急に解明する必要がある。バガスはすでにみたごとく、その分解が遅いことも堆肥化の一つの困難な要因となってきた。以上のような嫌気性菌加用の効果が得られるとすれば、その堆肥化、土中還元を積極的に進める根拠ともなる。

I. 嫌気性発酵によるバガス堆肥化予備試験

1. 試験方法

1985年8月6日に、バガスチップ(風乾物)17kg、補充水分56kg、尿素90g(バガスチップ重量の0.5%)をビニール袋に圧密して封じる状態で、堆肥化のための堆積を行った。その際、嫌気性菌製剤として市販の Carus-NCR 菌を170gr(バガスチップ重量比で1%)を混和した区と無加用区を設けて比較した(図1)。

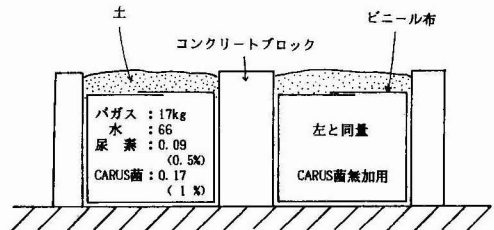


図1. バガスの嫌気性堆肥化試験

2. 結果

堆積1ヶ月後に調査したところ、carus 菌加用

区は無加用区に比較して黒色化の進行がみられたが、堆積温度の上昇はほとんど変わらず、堆肥化の進行が極めて遅かった。この時、両区ともに水分不足が認められたので、各区10kgの水補充を行い、その後さらに堆積を続けた。しかしながら、堆肥への熟化が遅々として経過し、1年後の1986年8月にいたって、ほぼ完熟堆肥までに分解が進んだことを認めた。その間堆積温度の上昇はほとんど認められず、また堆積1ヶ月後にみられた嫌気性菌加用区の黒色化の進行状態は、次第に差が少なくなり、1年後の堆肥完熟時には何らの差違が認められなかった。

以上の経過の通り、従来いわれるごとく、バガスチップのセルロース分解は極めて徐々に行われると考えられ、その際供試した嫌気性菌を含む製剤の効果として、セルロース分解促進の効果は本試験条件下では明らかでない。むしろ土中に直接施用された未熟有機物の分解過程に、本剤を加用して嫌氣的醗酵を助長できた際の土壤あるいは作物への効果を検討することが適切であろうと考えられた。

II. バガス土中施用時に嫌気性菌剤加用の効果試験

1. 嫌気性菌剤(Carus-NCR 菌)の多用試験(予備試験)

1 試験方法

供試剤施用の作物生育収量に及ぼす影響を予備的に知るために、標準量に対比して9倍多用の条件下で野菜栽培を行い、その収量を比較した。

キュウリ(品種:南進)を用い、試験区はA, B両圃場に各々牛糞・稲ワラ堆肥4 ton/10a, 化成肥料(12-15-12) 90kg/10 aを施し、これにCarus-NCRを標準量(18kg/10 a)及び9倍量(162kg/10 a)混用した区を設けた。その施用方法は図2のごとく、圃場の表面に全面散布した上記堆肥等を、キュウリの移植下はトレンチャで450mm×450mm(幅×深さ)の植穴全層に、その他は表層150mm以内にロータリで耕土と混和し、その表面を黒マルチフィルムで覆った。各区ともキュウリ128株(畝間1.8m, 株間45cm)定

植し、収穫開始5月28日以降収量調査を行った。

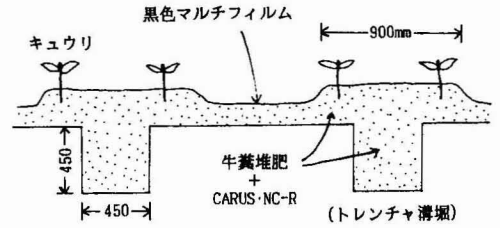


図2. 嫌気性堆肥のキュウリ施用法

2 結果

5月28日から8月12日までの期間のキュウリ収穫量(生重)を1週間単位の累積重で示したのが図3である。収穫最盛期(7月27日ごろまで)までの期間の収量はB圃場がA圃場に優り、平均256.8kgに対し192.8kgで大きな圃場差が生じた。しかし、嫌気性菌加用の多少の区間差は、A・B両圃場とも明確でなくとも標準両(18kg/10 a)の区が全期間の累積収量はわずかに優る結果となり、9倍量加用区の収量増はもたらさなかった。なお、この程度の収量減は嫌気性菌多用の害によるとも言い難く、むしろ加用の影響が本試験条件下では現れなかったと言うのが妥当であろうと考えられる。

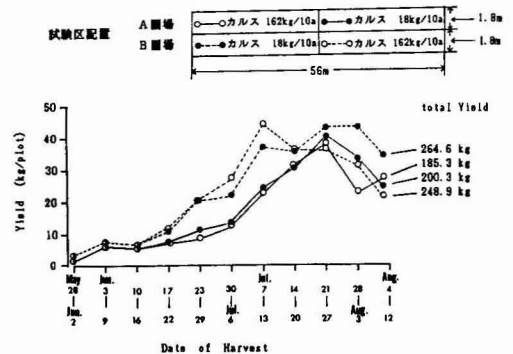


図3. 嫌気性菌施用キュウリ栽培におけるキュウリの収量推移(1985)

2. 嫌気性菌加用によるバガスの土中すき込み 水稻栽培試験

1 試験方法

1985年に麦作跡地水田（東京都府中市東京農工大学農場水田，沖積層砂壤土）の代掻前に，バガスチップ，イナワラを土中散布し，これに嫌気性菌加用の有無の試験区を次のように設けて，水稻の生育・収量を比較検討した。

（試験区） 1区 6㎡， 2連区制
Carus-NcR 菌加用区 (12kg/10a)

{ 同 上 無加用区
{ バガス標準量 (600kg/10a) 区
{ バガス倍量 (1,200kg/10a) 区
{ イナワラ (600kg/10a) 区
{ 無施用区

（耕種法）

品 種：水稻 ムサシコガネ

施肥量：尿素 4 kg/10a (C/N率補正用)

化成 (14・14・14) 20kg/10a

田植日：6月17日 (5月1日播種苗，手植)

出穂期：8月25日

収穫日：10月2日

2 結果

10月2日に坪刈収穫と，個体調査用のサンプル

リング株採取を行い，収量ならびに収穫構成要素について調査した結果を表3に示した。

収量の全区平均は精籾重586.3kg/10aで供試田の平年反収程度（漏水田低収地帯）であった。バガスとイナワラの施用の違いが大きく，イナワラ区平均は631.5kg/10aで対無施用区との比率は106であったが，バガス区の平均は558.5kg/10aで，その対無施用区比は93.6であった。バガス区内では倍量区が平均で標準区より優ったが，さほど明らかでなく，これらのことから，バガス施用の場合その分解過程で水稻にN飢餓的影響を与えたとも考えられ，混用する化学肥料が本試験では少肥にすぎたことが，バガス施用区の低収原因とも考えることができる。

つぎに，嫌気性菌加用の効果は全区の平均収量で無加用区がわずかに優り，バガス区内では一定せず，イナワラ及び無有機物の両区では加用区がやや優った。いずれも有意差のない区間差であり，本試験の条件下では嫌気性菌加用の収量に対する効果は認められない。

収量構成要素については，有機物の種類と量，嫌気性菌加用の有無等の要因との関係は認めることができなかった。

表3. 嫌気性菌 (CARUS・NC-R) 加用バガス施用の水稻栽培試験収量・収量構成要素 (1985)

Treatment	Culm Length (cm)	No. of Panicles (per hill)	No. of Panicles (per m ²)	No. of Grains (per panicle)	Total Grains (per m ²)	Percentage of Riped Grains(%)	Weight of 1000 grains (g)	Yield Wt. of unhusked rice(g/m ²)	Wt. of Straw (g/m ²)	
with CARUS NC-R	Bagasse-standard	70.3	10.0	222	88.0	19,536	92.6	21.2	522	610
	Bagasse-doubled	69.5	10.3	229	83.5	19,093	88.5	20.8	543	604
	Rice straw	70.8	11.0	244	94.3	23,028	89.9	20.8	607	670
	Control	74.9	10.5	233	96.0	22,378	90.1	21.2	607	677
Without CARUS NC-R	Bagasse-standard	70.0	10.3	229	87.9	20,099	90.6	21.1	544	606
	Bagasse-doubled	73.1	11.0	244	92.6	22,613	91.8	21.0	595	610
	Rice straw	73.5	11.2	249	96.7	24,043	93.9	20.8	656	659
	Control	71.6	10.2	226	88.7	20,085	91.9	21.2	586	667

結 語

沖縄県内における甘蔗作の現状からみて，地力維持・増進は，今後の安定した収量増加の上で極めて重要な一要因である。そのためには，地上部・地下部を含めたサトウキビ作物体の全

生産量の中から，どれだけの有機物が土壤に還元されるかを検討する必要がある。というのはサトウキビ畑の系外から何らかの有機物を搬入施用することが容易に考えられないからである。

バガスは原料蔗茎として一旦圃場外に搬出さ

れて利用されたものの副産物であり, 本来的な農業経営の観点からは圃場に再搬入されるのが望ましいが, その搬入労力を含む諸経費がそれを許さない条件となる農家経営が多い。さらにバガスそのものの遅分解性や, 多量施用時のN飢餓現象などによる早期増収効果の不確実性も, その土壤還元への意欲減退の一因とも考えられる。

最近, 従来の好氣的醗酵を主体とする有機物分解過程-堆肥化に対して, 嫌氣的醗酵による分解が未熟有機物の直接土中すき込みや, 堆肥化で作物体に特殊な効果をあげるとの主として民間情報がある。そのための嫌氣性微生物を含むという製剤が市販され, 一部で利用されているが, なお科学的解明は不十分な段階にあるといえよう。

本試験は以上のような背景の下に行われたものである。有機物施用効果試験に要求される継続試験, あるいは他の関連技術との適合性などがあって, 本試験は予備的試験と考えざるを得ないが, 嫌氣性菌の加用によってバガスの堆肥化あるいは土中直接施用の効果を見出すことが

できずに終わった。さらに試験条件をかえて種々検討する必要があると考える。

引用文献

- 1) 農文教編 (1984) 有機質肥料のつくり方使い方, 51-52, 東京
- 2) King, Norman J., Mungomery R.W., Hughes C.G. (1965) : Manual of Cane-growing, 92, New York.
- 3) _____ . _____ . _____ (1965) 同上, 130
- 4) _____ . _____ . _____ (1965) 同上, 131
- 5) 日本作物学会シンポジウム (1985) 沖縄の畑作-サトウキビを中心として, 日作紀 53 (3), 357
- 6) 大屋一弘 (1984) 沖縄における畑土壌の特性と地力の問題, 日作紀53(3), 340-346
- 7) リサール醗産株: Carus-NcR 菌資料
- 8) 内原 彪 (1977) 甘蔗作の現状と問題点, 熱帯農業 20(3), 174-180