

# ほかし肥に関する開発研究について

—有機質肥料生物活性利用技術研究組合に参画して—

清和肥料工業株式会社 真野良平

季刊 肥料 第34巻 通巻第75号 別刷

1996年10月 (肥料協会新聞部)

# ぼかし肥に関する開発研究について

— 有機質肥料生物活性利用技術研究組合に参画して —

清和肥料工業(株) 真野 良平

## 1. はじめに

消費者の野菜に対する高品質・安全志向の高まりや環境問題への関心は、有機農業を見直させるきっかけとなった。このような背景のもと農家のぼかし肥に対する関心が高まっている。

弊社では、中国の青島にある合弁会社において1991年よりぼかし肥(商品名; バイオキング)を生産・販売してきた。バイオキングの開発では、主に発酵条件と発酵に伴う成分変化について検討された。当時研究機関におけるぼかし肥研究は始まったばかりで、ぼかし肥についての科学的な解明は十分ではなかった。そこで、弊社は有機質肥料生物活性利用技術研究組合の第二期事業(1991~1996年)においてぼかし肥を取り上げ、発酵条件等の生産技術についても再検討を行い、ぼかし肥の特性や施用効果等の解明を試みた。その結果、ぼかし肥の特性や施用効果等について幾つかの知見が得られ、バイオキングで採用した発酵条件等は基本的には間違っていないが、改良すべき点もあることが分かった。本稿では、研究組合で行った研究成果の概要を報告する。

## 2. ぼかし肥の発酵による成分等の変化

種々の有機肥料の組合せと発酵条件の異なる多数のぼかし肥を試作し、発酵中の品温、成分、臭気等を経時的に調査した。好適な条件では、堆積2~3日目で品温は約50℃に上昇し、発酵によって炭素濃度は若干低下し、窒素濃度はほぼ横這いか僅かに高まり、その結果C/Nは低くなること、発酵によるpH、ECおよび無機窒素濃度の変化は小さいこと、2~3週間の堆積発酵では硝酸および

亜硝酸は生成しないこと、炭素と窒素の量的変化等を明らかにした。

発酵中の成分等の経時変化の一例を図-1に示した。pHは有機酸生成に対応して一旦下降した後、上昇傾向に転じた。ECは有機酸やアンモニアの生成に伴い、20日間で約0.1S $m^{-1}$ 高くなった。炭素濃度は下降傾向にあり、全窒素濃度は僅かに上昇傾向にあった。窒素は炭素に比べ発酵で失われる量が少なく、濃度としては変化しなかった。アンモニア態窒素濃度は僅かに高まる傾向にあった。20日間の発酵による窒素の形態別構成割合の変化は、アンモニア態窒素1.9→2.7%、バイオマス窒素0→6.3%、アミノ酸態窒素0.5→2.5%、その他の有機態窒素97.6→88.5%であった。ここで得られた結果は、ぼかし肥中のバイオマス窒素の値としてほぼ妥当なものであると思われるが、バイオマス窒素の全窒素に占める割合は、一般に言われているほど多くはなかった。本定量値が生菌体のみ由来する窒素であったためと考えられた。有機酸の動きからみて、発酵に伴って発生する酸味のある臭気の主因は酢酸であると考えられた。生菌数は6日目でピークに達し、以後平衡となった。大半は乳酸菌であった。発芽率からみた植物に対する阻害作用は、堆積10日目には消失した。

## 3. ぼかし肥窒素の肥効特性

### (1) ぼかし肥窒素の無機化特性

畑土壌中でのぼかし肥窒素の無機化特性を瓶培養法によって検討した。一例を図-2に示した。25℃での培養2週目までの無機化量は、何れのぼかし肥も発酵前混合素材より多く、3週目以降は

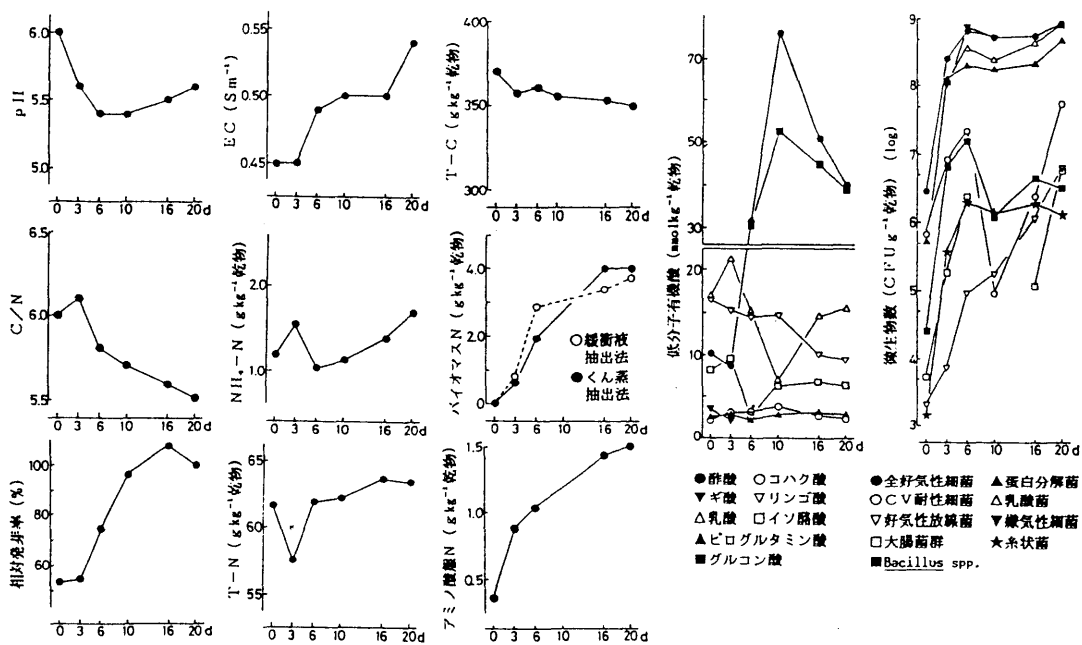


図-1 ぼかし肥の堆積発酵に伴う成分、微生物数および発芽阻害作用の経時変化  
 混合素材500kgに水分を加え、コンクリート床の上の木枠内に堆積、適宜切り返した  
 相対発芽率：硫安区の発芽率を100とした時の発芽率

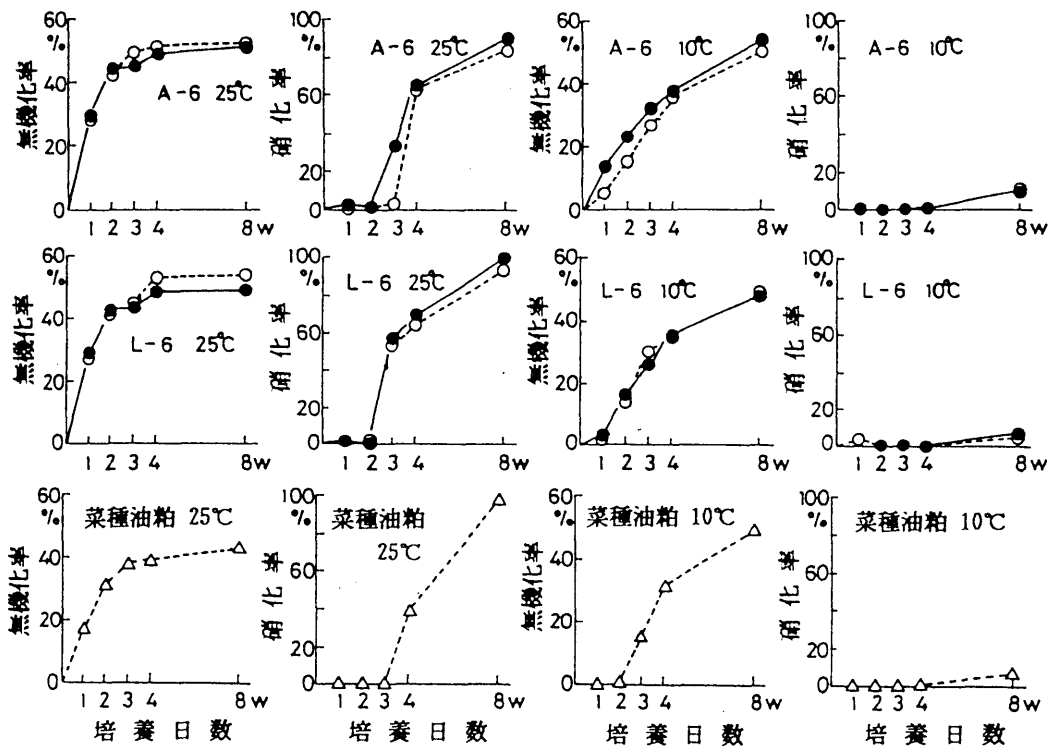


図-2 畑土壌中におけるぼかし肥と発酵前混合素材の窒素の無機化特性（瓶培養法）  
 -●-：ぼかし肥 -○-：発酵前混合素材 -△-：菜種油粕  
 肥料添加量：Nで  $1\text{ kg kg}^{-1}$  乾土、初期pH( $\text{H}_2\text{O}$ )：6.2、土壌水分：容水量の60%

発酵  
 かし  
 程度  
 り、  
 なっ  
 合素  
 発酵  
 後者  
 最終  
 (2)ば  
 風  
 (標  
 区)  
 収穫  
 けを  
 調べ  
 標  
 量施  
 の積  
 安お  
 もぼ  
 し肥  
 る場  
 する  
 4.  
 大  
 発酵  
 検討  
 を示  
 は差  
 発生  
 を基  
 %の  
 く、  
 かつ  
 機物  
 5.  
 素  
 て、  
 対す  
 効果  
 酸含  
 めら  
 試験  
 19

発酵前混合素材の方が無機化量は多くなった。しかし肥の8週目の無機化量は、菜種油粕より15%程度多かった。硝酸化成は培養3週目頃より始まり、概ね発酵前混合素材よりぼかし肥の方が速くなった。一方、10℃では概ねぼかし肥が発酵前混合素材より速く無機化し、最終無機化量も多いが、発酵前混合素材と変わらないぼかし肥もあった。後者は前者に比べて、初期の無機化速度が遅く、最終無機化率も低かった。

#### (2)ぼかし肥窒素の肥効試験

風乾土壌36kgに苦土石灰70gとN 7 g相当量(標準施肥区)またはN14g相当量(2倍量施肥区)の供試肥料を混合し、コマツナを播種した。収穫後は施肥を行うことなく、さらに3回の作付けを行った。各作のコマツナによる窒素吸収量を調べ、供試肥料窒素の利用度を求めた。

標準施肥量では2作目まで肥効は持続し、2倍量施肥では3作目まで持続した。各作の施肥窒素の積算利用率(図-3)をみると、ぼかし肥は硫安および菜種油粕より高かった。2倍量施肥区でもぼかし肥窒素の利用率は硫安より高いが、ぼかし肥素材の組合せによってやや早く肥効が発現する場合とやや肥効の発現は遅いが長く肥効の持続する場合があった。

#### 4. ぼかし肥炭素の土壌中での分解特性

大場ら(1981)の方法によってぼかし肥とその発酵前混合素材の炭素の畑土壌中での分解特性を検討した。図-4に発生二酸化炭素量の経時変化を示した。何れの肥料も発生の経時的パターンには差がなかったが、やや発生量の多いグループと発生量の少ないグループに大別された。この結果を基に炭素の分解率を求めると、30日間で51~57%の分解率であった。菜種油粕の分解率が最も高く、ぼかし肥は発酵前混合素材より分解率は低かった。これらのことは、発酵による易分解性有機物量の減少によるものと考えられた。

#### 5. ぼかし肥の野菜に対する施用効果

素材と発酵条件の異なる多数のぼかし肥について、6種類の野菜について収量および内部品質に対する施用効果を検討した。ぼかし肥は概ね増収効果が高く、糖、カロチン、ビタミン等の増加、酸含量の低下、メロンのネット形成等に効果が認められた。塩類集積土壌を用いたホウレンソウの試験では、発芽率と収量の向上に有効であった。

1995年からはそれまでの試験の結果選抜された

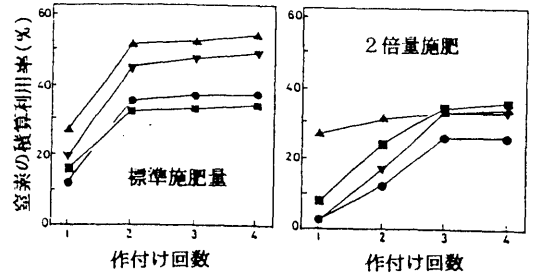


図-3 ぼかし肥窒素のコマツナによる利用率  
 ●: 硫安      ■: 菜種油粕  
 ▲: ぼかし肥A      ▼: ぼかし肥G

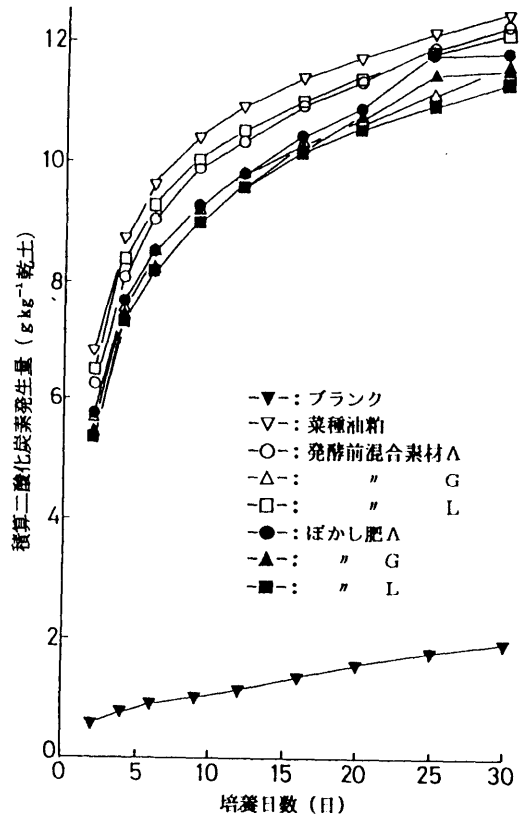


図-4 ぼかし肥等の添加に伴う畑土壌からの二酸化炭素発生量の経時変化  
 温度; 25℃、添加量; C5 gkg<sup>-1</sup> 乾土相当量  
 初期pH (H<sub>2</sub>O); 6.4、土壌水分; 畑状態

4種類のぼかし肥(表-1)についてミニトマト(ミニキャロル)とブロッコリー(ハイツまたはマーシャル)の繰返して連用試験を行った。主要調査結果を図-5に示した。ミニトマト、ブロッコリーともに初作では増収効果は認められるものの、品質改善効果は認められなかった。しかし、連用によって収量、品質共に改善効果が認められ

表-1 ぼかし肥連用試験に供試したぼかし肥の化学的特性 (gkg<sup>-1</sup>乾物)

試作 No	水分	pH	EC(1:5) (dSm <sup>-1</sup> )	T-C	T-N	C/N	NH <sub>4</sub> -N	P-Buffer 抽出0-N*	T- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T- K <sub>2</sub> O
A-6	73.0	6.0	5.6	319	61.6	5.2	2.45	7.7	73.2	14.5
G-6	77.7	6.1	5.2	324	62.4	5.2	1.48	7.0	67.8	13.9
L-6	71.0	5.8	3.7	336	55.7	6.0	1.35	10.1	67.1	13.8
X-6	72.0	6.1	4.6	332	61.1	5.4	1.41	9.8	72.0	15.0

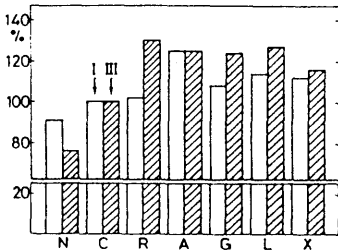
\*P-Buffer抽出0-N: pH7.0の1/15mol/L<sup>-1</sup>リン酸緩衝液で抽出される有機態窒素

た。連用3作目ミニトマトの食味検定では、硫安区が最も悪く、無窒素区は中位、ぼかし肥区は概ね上位、菜種油粕区は無窒素区より悪かった。また、連用3作目ミニトマトでは、葉の周辺部から茶褐色に枯れ、落葉する症状が特に硫安区で多発したが、ぼかし肥区はいずれも発生しなかった。

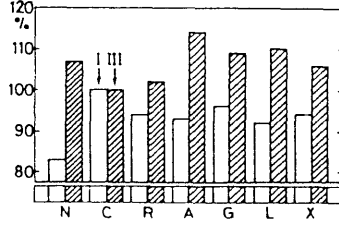
多くの試験で最も安定して高収量を上げたのはA-6ぼかし肥であり、品質面ではL-6ぼかし肥等が良かった。窒素の無機化はA-6ぼかし肥が最も速く、かつ無機化量も多かった。反面L-6ぼかし肥は窒素の無機化速度と量および窒素の利用率がA-6ぼかし肥より低かった。ぼかし肥によって窒素の肥効特性が異なり、効果に差がみられたものと考えられた。種々の有機成分等の違いや素材間の相互作用等も施用効果に関連するものと思われるが、今後の課題である。

本研究におけるぼかし肥は一般に品質よりも収量性の向上により有効であった。矢野ら(1981)は、窒素栄養と収量との間には正の相関を認め、窒素栄養と品質との間には負の相関を認めた。浅野ら(1981)は、収量と品質との間に負の相関を認めている。森(1985)は、品質の向上は水分と窒素の抑制によってなされるとしている。ぼかし肥は発酵前混合素材に比較し、やや早く窒素の無機化が起こり、無機化の速度、量共に菜種油粕を上回り、窒素利用率も菜種油粕や硫安より高かった。さらに、ぼかし肥区は硫安区に比べ土壌水分の減少が明らかに早かった。ぼかし肥区は窒素の利用率高く、かつ根の状態が良いため養水分の吸収が良かったものと思われる。これらのことからぼかし肥は品質改善効果よりも収量性の向上に効果が高かったものと考えられた。

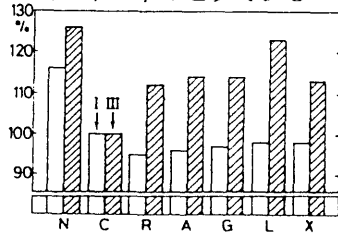
ミニトマト：上物収量



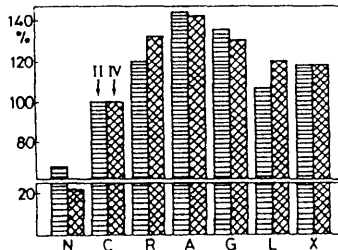
ミニトマト：Brix



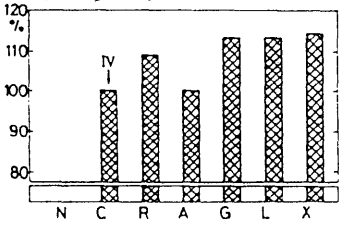
ミニトマト：ビタミンC



ブロッコリー：頂花蕾重



ブロッコリー：Brix



ブロッコリー：ビタミンC

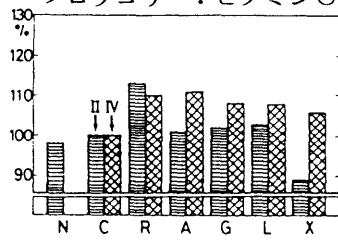


図-5 野菜の収量・品質に対するぼかし肥の連用効果(硫安区に対する百分比)

I□: 連用1作目、II▨: 連用2作目、III▧: 連用3作目、IV▩: 連用4作目  
N: 無窒素、C: 硫安、R: 菜種油粕、A、G、L、X: ぼかし肥

6. 前肥連地土に示なか安区タル安区占めにつぼかい関他のが特既生育ずしは土養分土壌は、る害一土壤栄養的個考え

表-2 ぼかし肥連用4作目ブロッコリー栽培跡地土壌の微生物性

処 理	生 菌 数 (cfu g <sup>-1</sup> 乾土)				呼吸活性 (O <sub>2</sub> 吸収量 μL h g <sup>-1</sup> 乾土)		
	細 菌 (B) × 10 <sup>7</sup>	CV耐性菌 (CV) × 10 <sup>6</sup>	糸 状 菌 (F) × 10 <sup>5</sup>	CV/B (%)	基質無添加 (A)	グルコース添加 (B)	B/A
無 窒 素	4.6 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	1.9 <sup>a</sup>	8.3	12.8 <sup>b</sup>	36.3 <sup>a</sup>	2.8
硫 安	2.7 <sup>a</sup>	1.2 <sup>b</sup>	0.5 <sup>a</sup>	4.4	8.3 <sup>a</sup>	14.6 <sup>b</sup>	1.8
菜種油粕	11.1 <sup>d</sup>	8.4 <sup>d</sup>	1.2 <sup>a</sup>	4.4	16.4 <sup>cd</sup>	63.1 <sup>e</sup>	3.8
ぼかし肥							
A-6	7.0 <sup>b</sup>	6.6 <sup>c</sup>	1.1 <sup>a</sup>	9.4	13.0 <sup>b</sup>	44.1 <sup>c</sup>	3.4
G-6	7.5 <sup>bc</sup>	8.2 <sup>d</sup>	0.3 <sup>a</sup>	10.9	15.7 <sup>c</sup>	43.7 <sup>c</sup>	2.8
L-6	9.1 <sup>c</sup>	8.4 <sup>d</sup>	1.1 <sup>a</sup>	9.2	17.7 <sup>d</sup>	50.2 <sup>d</sup>	2.8
X-6	8.5 <sup>bc</sup>	7.6 <sup>cd</sup>	1.1 <sup>a</sup>	8.9	17.2 <sup>cd</sup>	42.9 <sup>c</sup>	2.5

## 6. ぼかし肥が土壌微生物に与える影響

前節のミニトマトとブロッコリーによるぼかし肥連用試験において、第4作ブロッコリー栽培跡地土壌の微生物性について調査した結果を表-2に示した。糸状菌数には処理による差が認められなかったが、ぼかし肥区の細菌数は無窒素区・硫安区より明らかに多かった。ぼかし肥区のクリスタル紫(CV)耐性細菌数は、全細菌数以上に硫安区との差が大きく、CV耐性細菌の全細菌中に占める割合が高かった。呼吸からみた微生物活性についても細菌と同様の結果であった。さらに、ぼかし肥は土壌酵素の活性を高め、特に収量と深い関わりをもつと考えられるプロテアーゼ活性が他の処理に比べて高く、L-6ぼかし肥区の活性が特に高かった(データ省略)。

既報の研究成果をみると、土壌微生物数と作物生育、あるいは土壌酵素と作物生育との関係は必ずしも明確になっていない。しかし、土壌微生物は土壌中における物質循環の担い手であり、植物養分の貯蔵源・供給源としての役割をもっている。土壌呼吸について詳細に検討した石沢ら(1969)は、土壌呼吸と土壌肥沃度との関連を指摘している。また、筆者はCV耐性細菌の全細菌中に占める割合と作物の生育量との間に正の相関を認めた。一方で土壌微生物および植物根は種々の酵素を土壌中に放出し、それら土壌酵素群の働きを通じて栄養分を取り込んでいる。ぼかし肥は土壌微生物的側面からみた土壌の生産力向上に有効であると考えられた。

## 7. おわりに

ぼかし肥は野菜に対する増収効果が高く、連用による品質改善効果、土壌の微生物的環境や物理性の改善効果を認めた。さらに、ぼかし肥は環境に対する負荷も小さいようである。ぼかし肥は高品質野菜の安定的生産技術の一つとして有望であるものと思われる。本研究の結果を踏まえ、近い将来バイオキングよりも優れたぼかし肥を提供出来るであろう。

謝 辞 農業環境技術研究所の古畑哲元環境資源部長、越野正義元資材動態部長、真弓洋一資材動態部長、樋口太重多量要素動態研究室長、農業研究センターの伊藤信元プロジェクト研究第一チーム長、金森哲夫畑土肥料研究室長、果樹試験場の長谷嘉臣元栽培部長、ならびに草地試験場の但見明俊環境部長には本研究中終始ご懇篤なご指導と暖かい励ましを賜った。和歌山県農業試験場環境保全部の平田滋主任研究員には適切なご助言を賜った。大分県農業技術センター畑地利用部の小野忠主任研究員にはフローインジェクション分析法についてご指導賜った。その他多数の緒先生方からご指導、ご助力を賜った。有機質肥料生物活性利用技術研究組合関係者の方々には多大なご支援を賜った。ここに心から厚く御礼申し上げます。

(清和肥料工業(株)和歌山工場研究室)