

## 飼料用米生産における豚尿由来液状コンポストの窒素肥効特性

須藤立<sup>1)</sup>・七夕小百合<sup>1)</sup>・大林康信<sup>2)</sup>・眞部幸子<sup>3)</sup>・井上雅美<sup>4)</sup>・矢萩久嗣

Characteristics of swine urine origin liquid compost nitrogen fertilizer effect  
in the rice production for feed

Ryu SUTO, Sayuri TANABATA, Yasunobu OBAYASHI, Sachiko MANABE,  
Masami INOUE and Hisashi YAHAGI

### 要 約

飼料用米栽培における豚尿由来液状コンポスト(液状コンポスト)の窒素肥効特性を把握するため、栽培試験を実施した。液状コンポストは、基肥利用と比較して追肥利用で、窒素利用率が高く、追肥利用に適していた。また、アンモニア態窒素濃度の割合が高いと窒素利用率が高い傾向があった。液状コンポストをかんがい水と混合し、水口から追肥施用すると、粗玄米収量が高まり窒素肥料として化学肥料と同等の効果が得られた。

キーワード：液状コンポスト，追肥，飼料用米，窒素利用率，肥効率

### 緒 言

飼料用稲<sup>1)</sup>は、一般的に飼料に向けるイネの総称に用いられ、その利用形態により稲発酵粗飼料、飼料用米に分けられる。近年、食の多様化などから、米の消費が減少し、生産調整の拡大がなされている中で、飼料用米は主食用米生産に替わり水田の有効利用や自給飼料基盤の拡大という点で注目されており、その生産面積は拡大している。

一方、畜産経営において生じる家畜ふん尿は、固形分をたい肥化、液状物を浄化放流が基本である。本県において、養豚農家の約半数が集中するうえに、水系への影響を考慮しなければならない霞ヶ浦流域では排出基準が特に厳しいこともあり、液状物については低コストで処理が可能な液状コンポスト化し、

農地利用することがおこなわれている。

本研究は、飼料用米生産における液状コンポストの効率利用に資するため、液状コンポスト中の窒素形態と施用時期の違いによる窒素利用率への影響と、圃場における液状コンポストの窒素肥効特性を調査した。

### 材料および方法

#### 1 ポット試験

本試験は、茨城県畜産センター内にて実施した。茨城県農業総合センター農業研究所で播種育苗(播種日：2009年5月11日)した飼料用米品種「ホシアオバ」を、1/2000aのワグネルポットに幼苗3本(ポット)を移植し、(移植日：2009年6月2日)栽培試験を実施した。液状コンポストは、県内の養豚農家で生産されたものを曝気条件の違いにより3種類(A, B, C)選定し、施用毎に養豚農家から採取

1) 現所属：茨城県農業総合センター農業研究所

2) 現所属：茨城県肥飼料検査所

3) 現所属：茨城県畜産課

4) 現所属：茨城県県南農林事務所

し用いた(表1, 表2)。化学肥料は、塩化アンモニウム(窒素25%), 過リン酸石灰(リン酸17.5%), 塩化カリウム(カリウム60%)を用いた。

表1. ポット試験に用いた液状コンポストの生産条件(2009年)

液状コンポストの種類	A	B	C
処理頭数(肥育豚換算頭数) <sup>a)</sup>	2700	3600	6000
曝気槽容量(m <sup>3</sup> )	450	500	3072
曝気強度 <sup>b)</sup> (m <sup>3</sup> /hr/m <sup>3</sup> )	2.6	0.9	0.2

a)肥育豚換算頭数:母豚頭数×10

b)曝気強度:曝気槽1m<sup>3</sup>あたり1時間の空気量

表2. ポット試験で施用した液状コンポスト中の窒素成分および液状コンポストの施用量(2009年)

液状コンポスト種類	基肥のみ			30日後追肥			60日後追肥		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
全窒素 (mg/L)	471	1243	976	378	1278	3503	543	2232	4979
硝酸態窒素 (mg/L)	317	191	37	280	243	47	270	731	133
アンモニア態窒素 (mg/L)	31	847	782	9	1005	1898	161	1471	3288
有機態窒素 (mg/L)	123	205	157	89	30	1558	112	30	1558
現物施用量 (ml)	1167	433	535	661	196	71	461	112	50

基肥のみの施用量は全窒素量として10kg/10a(500mg/(a/2000))

30日および60日後における追肥量は、全窒素量として5kg/10a(250mg/(a/2000))

供試土壌は山砂とし、1ポット当たり風乾重15kgを充填し、pH(H<sub>2</sub>O)6.0に調整した(表3)。試験区は、(1)基肥のみ施用区(基肥のみ)(2)基肥+移植後30日追肥区(30日後追肥)(3)基肥+移植後60日追肥区(60日後追肥)とした。施用した各試験区の総窒素量は、いずれも10kg/10aを基準とした。30日後追肥および60日後追肥は、基肥窒素肥料として、塩化アンモニウムを5kg/10a量(ポット毎)施用した。リン酸およびカリウムは定量(10kg/10a)全ポットに施用した。

(1) 基肥のみ区

【基肥】化学肥料N10kg/10aまたは液状コンポスト(A, BまたはC)N10kg/10a

【追肥】無し

(2) 基肥+移植後30日追肥区

【基肥】化学肥料N5kg/10a

【追肥】化学肥料N5kg/10aまたは液状コンポスト(A, BまたはC)N5kg/10a

(3) 基肥+移植後60日追肥区

【基肥】化学肥料N5kg/10a

【追肥】化学肥料N5kg/10aまたは液状コンポスト(A, BまたはC)N5kg/10a

(4) 無窒素区

【基肥】無し

【追肥】無し

(5) 無追肥区

【基肥】化学肥料5kg/10a

【追肥】無し

各区ともに3反復とした。

液状コンポストおよび塩化アンモニウムの施用方法は、液状コンポストは水面に掛け流し、塩化アンモニウムは水面散布を行った。水管理は常時湛水とし、約5~6cmを維持した。調査項目は、施用時期の違いによる草丈の変化、収穫時における穂数、稈長、穂長、液状コンポストの窒素利用率および肥効率とした。

収穫時(2009年10月6日)、飼料用稲を地際から刈取り、穂および茎葉部分に切断して分けた。残った地下部をポットから取り出し採取した。各部位を60℃で48時間通風乾燥し、重量測定後、粉碎し分析した。全窒素は、NCアナライザー(vario MAX CNマクロエレメンタルアナライザ:日本シイベルヘグナー株式会社)を用い、Plegl-Dumas法<sup>2)</sup>により測定した。液状コンポスト中の有機態窒素、アンモ

表3. ポット試験に供試した土壌成分値(2009年)

pH		EC	T-C	T-N	CEC
(H <sub>2</sub> O)	(KCl)	(ms/m)	(%)	(%)	(meq/100g)
7.09	4.65	21	0.007	0.009	5.9
石灰	苦土	カリ	塩基飽和度	可給態リン酸	可給態窒素
(mgCaO/100g)	(mgMgO/100g)	(mgK <sub>2</sub> O/100g)	(%)	(mgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100g)	(Nmg/100g)
71.29	63.21	4.71	102	0.85	nd*

\*：測定下限値以下

ニア態窒素および硝酸態窒素は、KJEL-AUTO((株)なかやま理化学製作所)により分析した<sup>3)</sup>。窒素利用率は、窒素施用量に対する見かけの窒素吸収量(施用区の窒素吸収量と無窒素区または無追肥区の窒素吸収量の差)の百分率から算出した。肥効率は、液状コンポスト由来窒素利用率を化学肥料の窒素利用率で除して算出した。

統計処理については、二元配置による分散分析を行い、5%水準で有意差が認められた項目について、ボンフェローニの方法により処理間の多重検定による比較を行った。

## 2. 圃場試験

茨城県農業総合センター農業研究所内の7.1a区画(7.4m×96m)の水田圃場(表層腐植質多湿黒ボク土)に、飼料用米品種「べこあおば」を移植し(2011年5月25日)栽培試験を行った。

基肥は、アラジン444を用い、窒素、リン酸、カリウムを各5kg/10a施用した。

圃場の水口側にかんがい用配管を設置し、水口から水尻にかけて水田の中央部を畦畔板で分割し、移植後40日目に、片側に液状コンポストを追肥した(図1)。無機態窒素量5kg/10a分の液状コンポスト(現物量2t/3.5a)をトラックの荷台に乗せたローリータンクから事前に落水した圃場に流し込み、水口に設置した容器でかんがい水と混合しながら施用した。

追肥した液状コンポストは、県内養豚農家で攪拌し好気処理により生産されたものを用いた(表4)。

化学肥料の追肥は、液状コンポストの窒素施用量と同量を塩化アンモニウムで施用した。

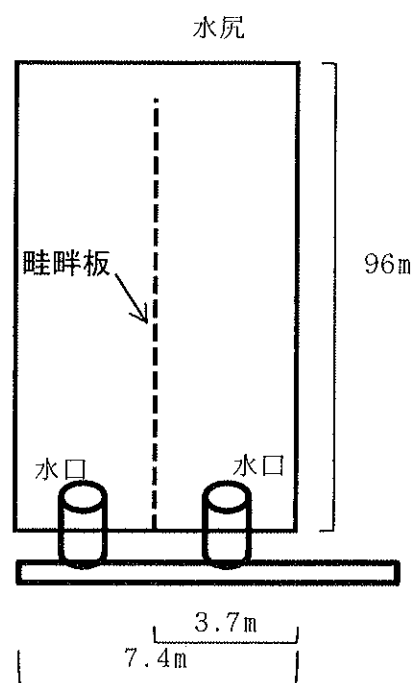


図1. 圃場試験の圃場概略図

調査にあたり、水口から8m毎に調査区を設置した。2011年9月22日に各区から坪刈りを行い、窒素利用率を差引法により求め肥効率を算出した。

表4. 圃場試験で施用した液状コンポスト成分組成(2011年)

全窒素量	(mg/L)	1116
硝酸態窒素	(mg/L)	21
アンモニア態窒素	(mg/L)	845
有機態窒素	(mg/L)	250

## 結果と考察

### 1 ポット試験

図2に液状コンポストの施用時期の違いによる草

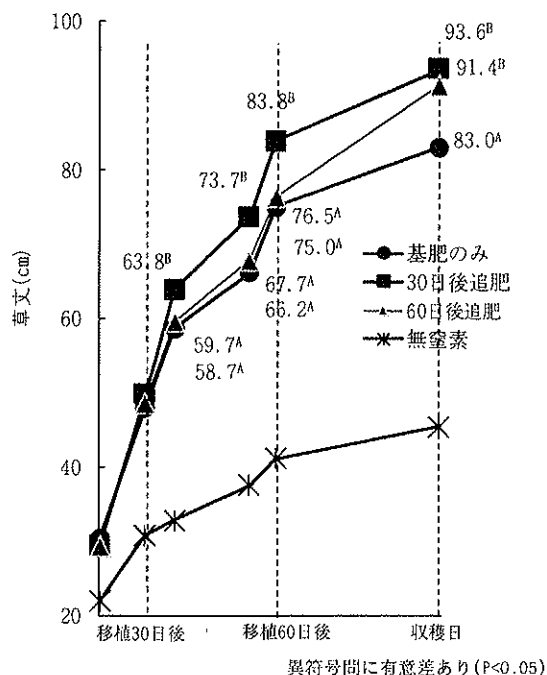


図2. ポット試験における液状コンポストの施用時期の違いによる草丈の変化

丈の変化を示した。30日後および60日後の追肥直後から草丈が伸長した。

収穫時において、液状コンポストの基肥と追肥利用による草丈に差がみられた。追肥時期の違いによる差はなかった。

表5. ポット栽培の成熟期における穂数、稈長、穂長(2009年)

	穂数(本)	稈長(cm)	穂長(cm)
<b>&lt;基肥のみ区&gt;</b>			
化学肥料	16.7 <sup>x</sup>	85.5 <sup>a</sup>	18.3
液状コンポストA	4.0 <sup>y</sup>	66.3 <sup>c</sup>	14.7
液状コンポストB	4.3 <sup>y</sup>	68.7 <sup>c</sup>	15.0
液状コンポストC	6.3 <sup>y</sup>	74.2 <sup>b</sup>	15.2
<b>&lt;30日後追肥&gt;</b>			
化学肥料	17.3 <sup>ab</sup>	86.5	18.3
液状コンポストA	13.3 <sup>c</sup>	83.2	16.8
液状コンポストB	17.7 <sup>ab</sup>	84.5	19.2
液状コンポストC	11.3 <sup>c</sup>	81.5	17.3
<b>&lt;60日後追肥&gt;</b>			
化学肥料	19.0 <sup>a</sup>	84.5	20.3
液状コンポストA	11.3 <sup>y</sup>	81.0	19.6
液状コンポストB	11.3 <sup>y</sup>	81.3	18.8
液状コンポストC	12.0 <sup>y</sup>	82.2	17.0
<b>&lt;無追肥&gt;</b>			
	9.7	75.0	16.4
<b>&lt;無窒素&gt;</b>			
	3.0	42.5	9.0
基肥のみ 液状コンポストの平均	4.9 <sup>a</sup>	69.7 <sup>a</sup>	15.0
30日後追肥 液状コンポストの平均	14.1 <sup>b</sup>	83.1 <sup>b</sup>	17.8
60日後追肥 液状コンポストの平均	11.5 <sup>b</sup>	81.5 <sup>b</sup>	18.5

a, b, c: 異なるアルファベット間に有意差あり (P<0.05)  
x, y, z: 異なるアルファベット間に有意差あり (P<0.01)

収穫時における穂数、稈長、穂長を表5に示した。液状コンポストの基肥と追肥による比較から追肥区

で穂数、稈長が高い値を示した。追肥時期の違いによる差はなかった。液状コンポストの種類の違いでは、30日後追肥で穂数に差がみられたが稈長、穂長に有意差はみられなかった。

液状コンポスト由来の窒素利用率および肥効率を表6に示した。液状コンポストは、基肥として利用するより追肥として利用の方が、窒素利用率が高かった。また、窒素成分のうちアンモニア態窒素割合が高い液状コンポストB・Cは、アンモニア態窒素割合が低いAよりも窒素利用率が高い傾向を示した。最も窒素利用率が高かった液状コンポストBを圃場試験に用いた。

表6. ポット試験における窒素利用率および肥効率(2009年)

	窒素利用率*(%)		
	基肥のみ	30日後追肥	60日後追肥
化学肥料	48.1	56.1	49.1
液状コンポストA	7.4	23.2	20.3
液状コンポストB	13.4	26.2	25.6
液状コンポストC	13.2	24.3	21.4
肥効率*(%)			
化学肥料	100	100	100
液状コンポストA	15.3	41.3	41.3
液状コンポストB	27.8	46.7	52.1
液状コンポストC	27.4	43.3	43.5

\*: 根の窒素吸収量も含む

## 2 圃場試験

収穫時期における液状コンポストの窒素吸収量、窒素利用率および肥効率を表7に示した。液状コンポストを水口から追肥した場合の飼料用米の窒素吸収量は、圃場中央部が高かった。また、窒素利用率は、平均で約50%、肥効率は約80%であった。

表7. 圃場試験における液状コンポスト窒素利用率および肥効率(2011年水戸市)

水口からの距離(m)	窒素吸収量(kg/10a)	窒素利用率(%)	肥効率(%)
0~8	0.81	16.1	25.0
8~16	0.42	8.4	13.0
16~24	2.09	41.9	64.9
24~32	4.31	86.3	133.9
32~40	6.14	122.8	190.5
40~48	4.79	95.9	148.8
48~56	4.49	89.8	139.4
56~64	4.61	92.2	143.2
64~72	3.35	67.1	104.1
72~80	0.98	19.5	30.3
80~88	-0.98	-19.6	-30.4
88~96	0.99	19.8	30.8
平均	2.7	53.4	82.8

窒素利用率=飼料米の窒素吸収量×100/投入窒素量

肥効率=液状コンポスト由来窒素利用率×100/化学肥料区窒素利用率

各処理における粗玄米収量は、液状コンポストの追肥利用で粗玄米収量が高まり、化学肥料と同等の

収量が得られた(表 8)。

表8. 圃場試験における粗玄米収量(2011年水戸市)

	粗玄米収量同左対標比* (kg/10a)	
基肥のみ区	562	70
基肥+化学肥料追肥区	801	100
基肥+液状コンポスト追肥区	814	101

基肥+化学肥料追肥区の粗玄米収量を基準とした。

以上のことから、飼料用米生産において、曝気調製されたアンモニア態窒素成分の割合が高い液状コンポストの追肥利用は、窒素利用率が高まり化学肥料と同等の収量が得られることが示唆された。

土壤に施用されたアンモニア態窒素の吸収量は、添加アンモニア態窒素の濃度が高いほど吸着量が高いといわれている<sup>4)</sup>。

また、追肥によるアンモニア態窒素は短期間作度の最表層に存在し、速やかにイネに吸収されると考えられている<sup>5)</sup>。

本試験では、無機態窒素のうちアンモニア態窒素割合が高い液状コンポストの追肥により、化学肥料と同様に、速効性の窒素肥料として飼料用米に吸収され、窒素利用率が高まったと考えられる。

土田ら<sup>6)</sup>は、タンク内の液量の多少に関らず一定速度で液肥を流出でき、一定量かんがい用水中の濃度を均一にできるサイホン式マリOTT装置を用いることで、60a 圃場での高い均一性を得られたと報告している。

本試験の圃場試験では、トラックの荷台からの高低差による流入施用であったため、液状コンポストの流入速度を一定に保つことが困難であり、拡散性が不均一になった原因と考えられる。

これまでに、当センターでは、家畜ふん尿のうち、液状物の液状コンポストの利用に関する研究を行ってきた<sup>7,8)</sup>。液状コンポストは、「積極的な混合攪拌によって好気発酵させ、臭気が無くなり、圃場に施用しても作物の発芽障害等になる有害物質がなくなっており、安全な肥料として利用できるように調製された液状取扱いの家畜ふん尿」と定義され、調製するときの曝気量は、 $1\sim 5\text{m}^3/\text{hr}\cdot\text{m}^3$ の範囲<sup>9)</sup>とされている。また、吉尾らは、 $2\text{m}^3/\text{hr}\cdot\text{m}^3$ 程度の曝気量を適正とし、固液分離し、2週間以上連続曝気した

ものを液状コンポストと呼び目安の一つとしている。本研究は、これらを基に液状コンポストを選定し試験を行い、飼料用米生産において液状コンポストの追肥で化学肥料と同等の効果を得られることが確認できた。しかし、本試験は、 $3.7\text{m}\times 96\text{m}$ というやや特殊な圃場条件で液状コンポストを施用したこともあり、液状コンポストの追肥利用については、圃場条件の違いによる影響も含め、今後更なる検討が必要である。

## 文 献

- 1) 「最新農業技術畜産 Vol.2」, 2009, p11-1, 社団法人農山漁村文化協会, 東京.
- 2) 「土壌環境分析法」日本土壌肥料学会監修, 博友社, 東京
- 3) 「土壌機能モニタリング調査のための土壌、水質および植物体分析法」財団法人日本土壌協会, 2001, 東京
- 4) 高橋英一・谷田沢道彦・大平幸次・山田芳雄・田中明, 新版作物栄養学, 1980, P134, 朝倉書店, 東京.
- 5) 「作物の生態生理」, 1988, P104-107, 文栄堂出版株式会社, 東京.
- 6) 土田徹・高橋能彦・大竹憲邦・大山卓爾・久保田勝, 2005, 水口流入施肥器を用いた大区画水田における水稻液肥流入の均一施肥効果と効率的施肥条件の検討, 日本土壌肥料学雑誌第 76 巻第 6 号 p811-816
- 7) 吉尾卓宏・井上雅美・岡村英明・羽成勤, 200 家畜ふん尿のリサイクルに関する研究-処理形態による液状コンポスト成分の特徴-, 茨城県畜産センター研究報告第 38 号 P71-77
- 8) 吉尾卓宏・井上雅美・眞部幸子・岡村英明・羽成勤, 2006, 家畜ふん尿のリサイクルに関する研究-曝気処理が液状コンポストに与える影響-, 茨城県畜産センター研究報告第 39 号 P1-16
- 9) 「畜産環境対策大辞典」2004, 第 2 版, p65-71, p271-278 社団法人農山漁村文化協会, 東京.