

飼料イネに対する牛尿の多量施用試験

白石 誠・藤井博尚*・大家理哉**・正吉輝彦***・吉田拓司***・脇本進行
滝本英二・北村直起・奥田宏健

Heavy application to rice field of cow's urine

Makoto SHIRAIISHI・Hironao FUJII・Masaya Ooya・Teruhiko MASAYOSHI・Takuji YOSHIDA
Nobuyuki WAKIMOTO・Eiji TKIMOTO・Naoki KITAMURA and Kouken OKUDA

要 約

牛尿の飼料イネ水田への施用における多量施用効果について検討した。

- 1 牛尿の施用量を増加させると牛尿施用後、水田面上に数日間臭気が滞留した。
- 2 田面水での牛尿拡散状況におけるアンモニウム態窒素は、24時間後には水田全体に拡散した。
- 3 慣行法の2倍程度の窒素量の施用では、黄熟期の収穫まで倒伏はない。また、連用によるカリの土壌蓄積も確認できなかった。

キーワード： 牛尿、飼料イネ、多量施用、倒伏

緒 言

近年、食生活の変化や食品の多様化などから米の需要減退は歯止めがかからず、水田における稲作は、生産調整の恒常化と対象面積の拡大が行われている。このようななか、飼料イネは水田農業の振興と自給飼料基盤の拡大方策として位置づけられている。

一方、畜産経営におけるふん尿処理については、ふんは堆肥化処理を中心に処理施設の整備が進んでいる。しかし、牛尿については、これまで浄化処理や圃場散布が行われてきたが、浄化処理はコストが高く維持管理も高度であり敬遠されがちである。また、圃場散布を中心に行われてきた牛尿の利用に関しては、多頭化による圃場面積の不足及び散布時の臭気問題等により、自己完結が非常に難しくなっている。このような状況のなか、牛尿の土地還元方策の一つとして、水稲への利用が研究されている¹⁻⁶⁾。

前報に⁷⁾おいて、地域における牛尿の有効利用法として、飼料イネ水田への牛尿追肥施用を行ったところ、化成肥料を施用した水田と同程度の収量が得られ、牛尿の追肥利用の可能性が認められた。

そこで、本試験では貯留牛尿の飼料イネ水田への多量施用効果を試験し、その有効性について検討した。

材料及び方法

1 実証水田の概要

前報⁷⁾と同様に試験地は岡山市幸田地区で、実証水田保有農家は乳用経産牛45頭を飼育する畜産農家とした。

2 試験区分

試験区分を表1に示した。

基肥として堆肥を用い、追肥に牛尿を施用した実証区と、基肥として堆肥と化成肥料LPコート(被覆肥料100日タイプ：N14:P14:K14)を用いた慣行区の2区分を設定した。堆肥施用量は両区とも2,000kg/10a、窒素量は6.6kg/10aとした。化成肥料の窒素量は2.8kg/10a、牛尿施用量は前報の約3倍量に当たる1,700L/10a、窒素量では10.5kgであった。したがって、合計窒素量は実証区で17.1kg/10a、慣行区で9.4kg/10aとなった。供試品種はヒノヒカリとして、播種量は10a当たり6kgとした。栽培方法は耕起乾田直播きで5月28日に播種し、10月1日に収穫(黄熟期)をした。

表1 試験区分

	圃場面積 (a)	基 肥			追 肥			合 計
		堆肥施用量 (kg/10a)	窒素量 (kg/10a)	化成肥料 (N-kg/10a)	牛尿施用日 1回目 2回目	牛尿施用量 (L/10a)	窒素量 (kg/10a)	窒素量 (kg/1a)
実証区	17.08	2,000	6.6	-	7月8日 8月12日	1,700	10.5	17.1
慣行区	22.45	2,000	6.6	2.8	- -	-	-	9.4

3 試験期間

試験期間は播種から刈り取りまでの平成15年5～10月とした。

4 牛尿成分

試験開始前の牛尿成分を表2に示した。

調査項目はpH、ECはガラス電極法、BODはアジ化ナトリウム変法、Kj-Nはケルダール分解法、P₂O₅は湿式灰化後バナドモリブデン酸法、K₂O、Na₂Oは乾式灰化後原子吸光法により測定した。pHはアルカリを示し、BODは13,625mg/Lと有機性の汚濁物質が多く含まれていた。また、Kj-Nは現物中0.616%、P₂O₅は0.01%、K₂Oは1.515%であった。

表2 牛尿成分

	現物中					
	pH (原液)	EC (mS/cm)	BOD (mg/L)	Kj-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
牛 尿	8.47	56.1	13,625	0.62	0.01	1.52

5 牛尿施用法

牛尿は、畜舎内のバークリーナで固液分離され、尿槽に貯留されているものを利用した。水田への施用法は、吉岡⁵⁾の方法を用いた。すなわち、圃場を水でひたひたの状態にしておき、牛尿を30～60分間投入用タンクから用水と同時に流し込み、さらに、牛尿投入終了後30分程度押水を行った。施用は第1回目(中間追肥)を7月8日、第2回目(穂肥)が8月12日に行った。

6 調査項目

(1) 田面水調査

牛尿の水田全体への拡散状況を把握するため、図1に示す位置においてサンプリングを行った。

サンプリングは、牛尿施用開始30分後、1、2、4、6、24時間後に行い、NH₄-Nをブレンナー法により測定した。

(2) 生育調査

イネの葉色(SPAD)および草丈を7～14日間隔で測定した。また、収穫時の調査として、桿長、穂長、穂数、葉色及び生草重などを測定した。

(3) 土壌調査

土壌分析は、土壌環境分析法(1997、博友社)に準じ収穫後に調査した。調査項目は、pH(H₂O)、EC、T-N、T-C、可給態リン酸(Truog法)、交換性塩基(加里、石灰、苦土)などとした。

(4) 飼料成分調査

一般成分として水分、粗蛋白、粗脂肪、粗灰分、粗繊維、可溶性無窒素物等とカルシウム、リン、マグネシウム、カリウムのミネラル及び硝酸態窒素を測定した。

: 田面水採取部位

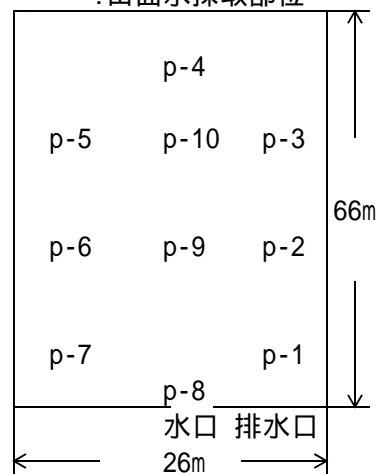


図1 田面水採取部位

結 果

1 牛尿拡散状況

穂肥(8月12日)として施用した牛尿の拡散状況を表3に示した。

牛尿施用開始30分後に投入口に最も近いp-8で検出され、その右側であるp-1でも検出された。1時間後ではp-2、7、9でも検出され、検出部位が順次水田後部へ移動していった。6時間後にはp-5を除く全ての部位で検出され、24時間後では濃度に差があるものの水田全面から検出

された。

表3 アンモニウム態窒素の拡散状況

	30分後	1時間後	2時間後	4時間後	6時間後	24時間後
p - 1	63.7	141.5	59.5	44.8	20.3	60.2
p - 2	n.d.	53.2	91.1	53.2	46.2	39.2
p - 3	n.d.	1.4	1.4	n.d.	1.4	15.4
p - 4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.1	3.5
p - 5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	16.8
p - 6	n.d.	n.d.	n.d.	7.7	3.5	36.4
p - 7	n.d.	107.1	35.0	22.4	30.8	51.8
p - 8	264.5	72.8	n.d.	4.9	6.3	42.7
p - 9	n.d.	3.5	84.1	9.1	14.7	36.4
p - 10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4.2	39.2

2 生育調査

草丈、葉色の結果を図2～3に示した。

草丈は、牛尿施用により高くなり、播種後96日目から120cm前後を推移し、慣行区とは約20cmの差が認められた。葉色をみるSPAD値は、牛尿施用ごとに増加する傾向を見せ、牛尿施用が早期に葉色には反映された。いずれの生育調査においても牛尿を施用した実証区が優れた成績であった。

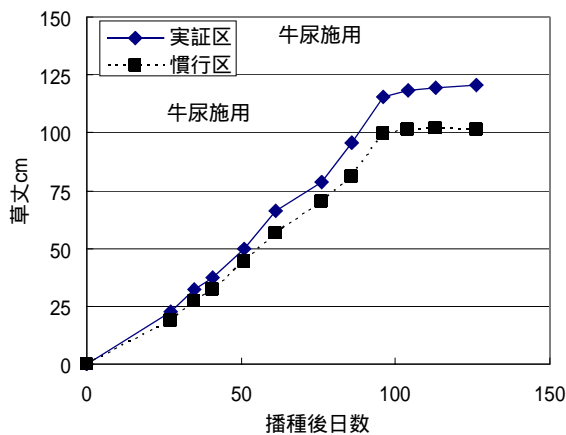


図2 草丈の推移

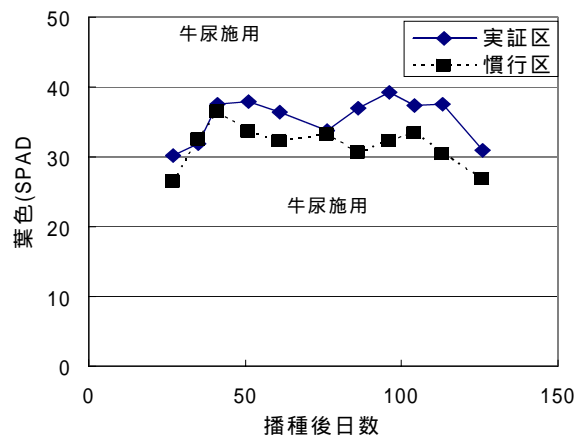


図3 葉色の推移

3 収穫調査

収穫時の調査結果を表4に示した。

葉色、草丈、穂数、乾物収量など全て慣行的に行われている方法よりも高い結果が得られた。特に乾物収量では、実証区が慣行区より約1.3倍多かったが、倒伏は認められなかった。

表4 収穫調査(黄熟期)

	葉色 SPAD値	草丈 cm	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²	乾物収量 kg/10a	水分 %
実証区	30.9	120.3	89.6	21.3	400.3	1,631	60.0
慣行区	26.7	101.1	76.8	18.1	322.0	1,246	54.0

4 土壌調査

収穫跡地土壌の成分を前年度の結果とあわせて表5に示した。

平成15年度については、T - Nは、実証区では0.19%、慣行区では0.23%、T - Cは、実証区では2.18%、慣行区では2.60%でC / Nはそれぞれ11.5、11.3であった。また、交換性塩基では、実証区が加里が高く、慣行区は石灰、苦土が高かった。

表5 収穫跡地土壌の調査結果

	調査年度	pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	T-N %	T-C	C/N	Truog-P ₂ O ₅ mg/100g乾土	交換性塩基		
								石灰	苦土	加里
								mg/100g乾土		
実証区	H14年度	5.81	0.069	0.18	1.82	10.1	21.0	308	24	33
	H15年度	5.98	0.114	0.19	2.18	11.5	12.8	143	18	24
慣行区	H14年度	5.63	0.095	0.22	2.29	10.4	13.8	365	33	18
	H15年度	5.32	0.122	0.23	2.60	11.3	13.8	194	26	8

5 飼料成分

飼料成分の調査結果を表6に示した。

飼料成分では、実証区が粗蛋白、粗灰分、NDFが高く、慣行区は粗脂肪とTDNが高かった。また、カリウム、K/(Ca+Mg)は尿を施用した実証区で高く、硝酸態窒素は両区とも低値であった。

表6 飼料成分調査結果

区分	粗蛋白	粗脂肪	粗灰分	TDN	NDF	カリウム	K/(Ca+Mg)	DM中%
								硝酸態窒素
実証区	7.4	1.9	13.7	53.8	42.2	1.29	1.69	0.04
慣行区	5.8	2.3	12.3	56.7	39.3	1.05	1.51	0.02

注1) 推定式TDN = $-5.45 + 0.89 \times (\text{OCC} + \text{Oa}) + 0.45 \times \text{OCW}$ ⁸⁾

注2) 推定式NDF = $0.932 \times \text{OCW} + 3.4$ ⁹⁾

考 察

今回、飼料イネ水田へ貯留牛尿を前年度の3倍(1,700L/10a)、窒素量として慣行区の約2倍(17.1kg/10a)施用し、飼料イネの生産状況を調査した。

前報⁷⁾において、投入口から距離が離れば悪臭は感知できなくなり、悪臭は投入場所のみの問題と考えられたことから、今回の試験においては、特に臭気対策は行わなかった。しかし、施用量を前報⁷⁾より増加させたため、牛尿施用後、水田面から数日間臭気が揮散した。したがって、多量施用する場合は、田面水から揮散してくる臭気対策、特にアンモニアや硫化水素を中心とした対策が必要である。

田面水での牛尿拡散状況を調査するため、アンモニウム態窒素を測定した。その結果、水口部のp-8及びその右側に当たるp-1で30分後から検知されはじめ、1時間後にはp-1, 2, 7, 8, 9へと拡大した。p-8では2時間後に検出限界以下となったが4時間後に再度検出されたことから押水による影響と考えられた。6時間後においては、p-5以外では検出され、さらに、24時間後には濃度の差があるものの、田面全体から検出された。本試験では簡易に施用するため、用水と同時に牛尿の流し込みを行っているが、この時点で用水と十分混合できなかったこと、均平度が十分でないことなどから、濃度差となって現れたものと考えられた。このため、牛尿を全体に拡散させて安定的な肥効を得るためには、均平度はむろんのこと、牛尿と用水を十分混合攪拌して投入することが望ましいと考えられた。

土壌調査においては、前年度同様、実証区のT-N、T-Cがともに低い値であったことから、慣行区として用いた水田より地力が低いことを示している。

懸念されるカリについては、家畜ふん尿に多く含まれる塩基の中ではカリウムの含量が高く、多量施用すると土壌中に多量に蓄積するといわれている¹⁰⁾。しかし、水田における尿投入による加里の影響については、これらが水溶性で存在しているため、溶脱しやすいといわれており¹⁾、前年度跡地土壌と比較しても慣行区に比べわずかに高いが、牛尿の連用による集積は認められなかった。

生育状況については、投入窒素量の多い実証区がよく、牛尿を投入ごとに葉色、草丈とも増加した。葉色の推移から、慣行区は窒素の肥効が生育後期まで持続していることが推察されたが、実証区においても、穂肥として牛尿を投入したことから、葉色が低下せず慣行区と同様に生育後期まで肥効が持続できた。また、牛尿の投入量を前年度の約3倍(投入量1,700t/10a)、窒素量としては慣行区の2倍程度(窒素量10.5kg/10a)を施用したが、黄熟期の収穫まで倒伏もなく順調に生育し、加里の土壌への蓄積も現状では確認できなかったことから、十分利用可能な量と考えられた。さらに、本試験レベルの量であれば、牛1頭1日当たりの尿中窒素量を152.7g¹⁰⁾とした場合、年間では約55.7kgとなり、1頭当たり約50aの水田が必要となる。しかし、実際には尿にふんが混入するため窒素量は多くなる。

飼料成分については、牛尿の多量施用による硝酸態窒素や加里の蓄積が懸念されたが、前報同様に今回の調査においても、硝酸態窒素、カリウムは低い値であった。

さらに、カリウム過剰による作物体内の塩基バランス ($K/(Ca+Mg)$) の悪化は、グラスタニーの危険性を高めるが¹⁰⁾、今回の結果では慣行区と大きな差はなく、また、 $K/(Ca+Mg)$ の比も2.2以下であった。

以上のことから、牛尿の追肥施用の効果は十分であり、臭気問題の解決が図れば、さらなる多量投入も可能と考えられることから、今後これらの問題に対して検討を加える。

引用文献

- 1) 安西徹郎・戸村雅彦・松本直治(1984)：豚尿連用水田における土壌の理化学性と水稻の生育 第1報作土の化学性の推移及び水稻生育からみた豚尿施用法．千葉農試研報, 25, 145-154.
- 2) 安西徹郎・戸村雅彦・松本直治(1985)：水田に対する豚尿施用の実際－土壌への影響および水稻生育の両面からみる－．農業および園芸, 60, 1017-1022
- 3) 安西徹郎(1987)：豚尿連用水田における土壌の理化学性と水稻の生育 第4報水田における豚尿の施用時期について．千葉農試研報, 28, 29-38.
- 4) 安西徹郎(1987)：水稻に対する豚尿の追肥としての施用効果．日本土壤肥料学会誌, 58, 3, 369-373.
- 5) 吉岡秀樹(2001)：佐賀県における家畜尿の有効利用について．畜産環境情報, 13, 7-15
- 6) 上田弘美・下田健之介(1981)：水稻に対する牛ふん尿の流入施用法．農業技術, 36, 313-315
- 7) 白石誠・佐藤和久・大家理哉・正吉輝彦・吉田拓司・脇本進行・内田啓一・古川陽一・奥田宏健(2003)：飼料イネに対する牛尿の施用試験．岡山総畜セ研報, 14, 65-70
- 8) 稲発酵粗飼料推進協議会他(2002)：稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル
- 9) 社団法人畜産技術協会(1998)：家畜飼料新給与システム普及推進事業 平成9年度報告書 TMRの調整・給与マニュアル, 58-84
- 10) 財団法人畜産環境整備機構(1998)：家畜ふん尿処理・利用の手引き, 1-73