

## 鶏心んの窒素の形態が野菜の生育に及ぼす影響

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	日高, 秀俊 田中, 達也 森国, 博全
巻/号	77巻1号
掲載ページ	p. 73-76
発行年月	2006年2月

## 鶏ふんの窒素の形態が野菜の生育に及ぼす影響

日高秀俊\*・田中達也\*・森國博全\*

キーワード 採卵鶏由来鶏ふん, リン酸緩衝液, 尿酸態窒素, 無機態窒素

## 1. はじめに

近年わが国では、肥料成分に富む家畜糞およびその堆肥のリサイクルは、持続型農業ならびに環境保全型農業を推進するうえで、緊急かつ重要な課題となっている。鶏ふんの農業利用にあたって留意すべき点は、含有成分とその肥効率である。鶏ふんの窒素、リン酸、カリ含量は、それぞれ3.2、6.5、3.5%と見積もられる<sup>1)</sup>。また、その肥効率は、窒素、リン酸でおおよそ70%、カリで90%といわれる<sup>2)</sup>。しかし、鶏ふんの処理方法により、市販の鶏ふんおよびその堆肥の性状がかなり異なり、窒素の含有量やその有効化は多岐にわたり、その取り扱いをめぐって一部に混乱を生じている。

これまで鶏ふん乾物あたりの窒素含量<sup>3,4)</sup>、あるいは含有尿酸態窒素含量<sup>5-7)</sup>から、窒素の肥効を推定することが検討されている。著者らは既報<sup>5)</sup>において、鶏ふんおよびその堆肥をリン酸緩衝液で抽出し、その抽出液中の尿酸態窒素を測定し、抽出尿酸態窒素含量と窒素無機化割合との関係を調べた。その結果、両者の間には高い正の相関があることを見出した。

本報告では、鶏ふん中の窒素形態を化学的抽出法により、無機態、尿酸態、非尿酸有機態窒素とに分画し、窒素形態の違いが作物吸収に及ぼす影響をポットおよび圃場試験で検討した。なお、ポット試験ではコマツナを、圃場試験ではキャベツを供試し、窒素吸収と窒素形態との関係を解析したものである。

## 2. 材料および方法

## 1) 供試試料分析

供試試料はすべて副資材無添加の採卵鶏由来鶏ふんおよ

びその堆肥（以降鶏ふんと略す）で、ポット試験では10銘柄、圃場試験では6銘柄の市販品を用いた。試料は40°Cで通風乾燥後、粉碎し、1 mm篩を全通させた。

水分は加熱減量法、全窒素はNCアナライザー（Sumigraph NC-900 住化分析センター製）、全リン酸、全カリ含量は350°Cで2時間加熱し、さらに500°Cで5時間加熱し乾式灰化を行った後、塩酸に溶解し、ICP発光分析装置（Seiko Instruments Inc. 製SPS 3000）を用いて測定した。尿酸態窒素含量、無機態窒素および尿酸態窒素以外の有機態窒素（以降非尿酸有機態窒素と略す）は以下の方法<sup>5)</sup>によって測定した。すなわち試料0.5 gにpH 7、1/15 M リン酸緩衝液200 mLを加え、60°Cの水浴を用いて10分おきに振とうしながら60分間抽出後ろ過し、ウリカーゼ・TOOS法（WAKO尿酸測定キットC-テスト）で尿酸態窒素含量を測定した。また、ろ液を活性炭で脱色後、オートアナライザー（ブランルーベ製Traccs 800）で硝酸態窒素およびアンモニア態窒素を測定し、含量を無機態窒素含量とした。非尿酸有機態窒素は全窒素から尿酸態窒素、無機態窒素含量を差し引くことによって求めた。

## 2) ポット試験

短期的な鶏ふんの肥効を見るために肥料検定法に基づく栽培試験法<sup>8)</sup>に従って2002年10月18日～12月4日にコマツナの栽培を行った。すなわち、土壌は淡色黒ボク土（pH 6.3, EC 0.07 dS m<sup>-1</sup>, トルオーグリン酸 1,614 mg kg<sup>-1</sup>, CEC 37.6 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>）をノイバウエルポットに500 mL充填し、風乾した鶏ふんを全窒素として100 mg相当施用し、すべてのポットに窒素、リン酸、カリとしてそれぞれ25 mgに相当する硫酸アンモニア、過リン酸石灰、塩化カリを施用した。また、鶏ふんを施用しない対照区を別に設けた。各処理区の窒素施用量および供試サンプルの窒素形態については表1に示した。コマツナをポットあたり25粒播種し、24日間栽培（平均地温19°C）し、地上部を採取して窒素吸収量を測定した。また、窒素の残効を見るために跡地に再びコマツナを播種し、23日間栽培（平均地温19°C）し、地上部の窒素吸収量を測定した。試験は2連で行い、鶏ふん由来窒素の吸収量は鶏ふん区と対照区との窒素吸収量の差から求めた。

## 3) 圃場試験

鶏ふんの肥効を見るために神奈川県平塚市にある全農営農・技術センター内の露地畑でキャベツ（金系201）を用いて1区面積5.8 m<sup>2</sup>、乱塊法3反復で栽培試験を行った。土壌は淡色黒ボク土を客土した低地造成土であり、土壌の化学性を表2に示した。2004年3月25日に128穴セルトレイに播種し、4月4日に施肥を行い、4月13日に栽植密度4.2株m<sup>-2</sup>で定植し、6月30日に収穫した。施肥は基肥のみとし、全窒素で200 kg ha<sup>-1</sup>の現物鶏ふんを全面全層施用し、リン酸、カリについては200 kg ha<sup>-1</sup>以上になるように硫酸カリで補った。各処理区の窒素施用量および鶏ふんの窒素形態については表3に示した。また、あわせて化成肥料（保証成分：アンモニア性窒素14%、く溶性

Hidetoshi Hidaka, Tatsuya Tanaka and Hiromasa Morikuni: Effects of Nitrogen Forms of Poultry Manures on the Growth of Vegetables

\* JA 全農営農・技術センター肥料研究室 (254-0016 平塚市東八幡 5-5-1)

2005年2月1日受付・2005年7月7日受理

日本土壌肥科学雑誌 第77巻 第1号 p.73~76 (2006)

表1 ポット試験における施肥設計と鶏ふんの窒素形態

	施肥窒素量 (mg pot <sup>-1</sup> )		鶏ふん施用量* (g pot <sup>-1</sup> )	鶏ふんの窒素形態* (g kg <sup>-1</sup> )			
	化成**	鶏ふん		全窒素	尿酸態	無機態	非尿酸有機態
鶏ふん 1	25	100	2.18	46.0	18.6	9.1	18.3
鶏ふん 2	25	100	2.29	43.6	13.3	10.4	19.9
鶏ふん 3	25	100	2.31	43.4	12.1	4.7	26.5
鶏ふん 4	25	100	2.60	38.5	8.0	6.4	24.1
鶏ふん 5	25	100	3.11	32.1	3.3	5.9	22.9
鶏ふん 6	25	100	3.40	29.4	0.3	4.2	24.9
鶏ふん 7	25	100	3.40	29.4	0.2	6.3	22.9
鶏ふん 8	25	100	3.41	29.3	2.7	4.9	21.7
鶏ふん 9	25	100	3.96	25.2	1.9	3.5	19.8
鶏ふん 10	25	100	4.59	21.8	0.6	2.8	18.5
対照区	25	—	—	—	—	—	—

\* 鶏ふんの施用量および鶏ふんの窒素形態は乾物あたりの値。

\*\* 化成区の窒素形態はアンモニア態窒素。

表2 圃場試験における供試土壌の化学性

pH	EC (dS m <sup>-1</sup> )	TN TC (g kg <sup>-1</sup> )		NH <sub>4</sub> -N (mg kg <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> -N (mg kg <sup>-1</sup> )	Truog P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	CEC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	交換性塩基 (mg kg <sup>-1</sup> )			塩基飽和度 (%)
		K <sub>2</sub> O	CaO					MgO			
6.59	0.05	1.8	21.0	4.3	4.1	212	34.1	737	5,161	517	66.2

表3 圃場試験における施肥設計と鶏ふんの窒素形態

	施肥窒素量 (kg ha <sup>-1</sup> )		鶏ふん施用量* (kg ha <sup>-1</sup> )	鶏ふんの窒素形態* (g kg <sup>-1</sup> )			
	化成**	鶏ふん		全窒素	尿酸態	無機態	非尿酸有機態
鶏ふん A	—	200	3,994	50.1	22.1	7.1	20.9
鶏ふん B	—	200	4,244	47.1	16.6	7.6	22.9
鶏ふん C	—	200	4,308	46.4	14.1	4.3	28.1
鶏ふん D	—	200	4,615	43.3	13.3	16.2	13.8
鶏ふん E	—	200	5,377	37.2	0.9	13.3	23.0
鶏ふん F	—	200	6,716	29.8	1.5	2.4	25.9
化成区	200	—	—	—	—	—	—
無施肥区	0	0	—	—	—	—	—

\* 鶏ふんの施用量および鶏ふんの窒素形態は乾物あたりの値。

\*\* 化成区の窒素形態はアンモニア態窒素。

リン酸 14%，水溶性リン酸 11%，水溶性カリ 14%）区と無施肥区を設けた。植物体は外葉と結球部に分け、地上部重測定後、80°Cで通風乾燥し、その後 100°Cで通風乾燥して乾物生産量を求めた。また、NC アナライザーにより窒素含量を求めた。

### 3. 結果と考察

#### 1) ポット試験

ポット試験におけるコマツナの作ごとおよび 2 作合計の鶏ふん由来窒素吸収量と鶏ふんの窒素形態別施肥量の相関関係を表 4 に示した。鶏ふんの尿酸態窒素施用量および尿酸態窒素と無機態窒素施用量の含量とコマツナの窒素吸収量との間に高い正の相関が見られた。また、無機態窒素施用量との間には有意な相関は認められなかった。そこで、尿酸態窒素と無機態窒素施用量の含量と、コマツナの鶏ふん由来窒素吸収量との関係を図 1 に示した。鶏ふんの窒素は 1 作目 (0~24 日目) までにほとんど吸収されており、2 作目 (24 日目以降) では吸収が少なかった。両窒素の相

表4 コマツナの鶏ふん由来窒素吸収量と鶏ふんの窒素形態別施肥量の相関関係 (r)

窒素吸収量 (mg pot <sup>-1</sup> )	鶏ふんの窒素形態別施用量 (mg pot <sup>-1</sup> )		
	尿酸態	無機態	尿酸態+無機態
1 作目	0.814**	0.517	0.866**
2 作目	0.726*	0.150	0.691*
1・2 作合計	0.830**	0.504	0.877**

\*5%有意差あり, \*\*1%有意差あり。

関係数は、1 作目で  $r=0.866$ 、2 作目で  $r=0.691$ 、1・2 作合計で  $r=0.877$  と示された。窒素吸収量と、尿酸態窒素と無機態窒素施用量の含量とはいずれも高い相関が見られた。なお、1・2 作合計の窒素吸収量と、尿酸態窒素と無機態窒素施用量の含量との関係式は  $y=0.92x-4.68$  と示された。

また、2 作目における鶏ふん由来窒素吸収量は尿酸態窒素施用量および尿酸態窒素と無機態窒素施用量の含量と有意な相関があることから、これらの窒素の残存分を吸収し

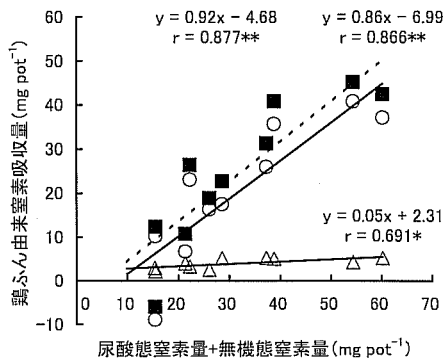


図1 ポット試験における鶏ふんの尿酸態+無機態窒素施用量とコマツナの窒素吸収量との関係

○：1作目，△：2作目，■：1・2作合計。  
\*5%で有意，\*\*1%で有意。

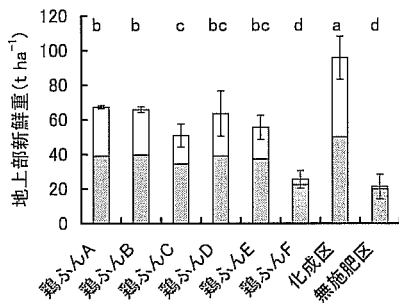


図2 圃場試験におけるキャベツ地上部新鮮重に及ぼす鶏ふん施用の影響

□：結球重，■：外葉重。

図中のアルファベットの違いは最小有意差法で5%の有意差あり。エラーバーは標準誤差を示す。

ているものと考えられる。さらにその吸収量も  $2.1\sim 5.3 \text{ mg pot}^{-1}$  と少ないことから、非尿酸有機態窒素の影響は小さいと考えられた。

### 2) 圃場試験

圃場試験におけるキャベツ地上部新鮮重に及ぼす鶏ふん施用の影響を図2に示した。地上部新鮮重は化成区で  $96 \text{ t ha}^{-1}$  であったのに対し、鶏ふんA～F区では  $26\sim 67 \text{ t ha}^{-1}$  と化成区よりも生育が劣った。最も生育の劣った鶏ふんF区の地上部新鮮重は  $26 \text{ t ha}^{-1}$  であり、無施肥区との差は小さかった。鶏ふんの結球重は、化成区の  $46 \text{ t ha}^{-1}$  に対して1～6割程度であり、きわめて少なかった。また、外葉重は化成区の  $50 \text{ t ha}^{-1}$  に対して鶏ふん区で  $23\sim 40 \text{ t ha}^{-1}$  であり、鶏ふんF区を除き鶏ふん区の外葉

重は化成区より2～3割劣った。

鶏ふんA～F区におけるキャベツの地上部新鮮重、結球重および窒素吸収量と、鶏ふんの窒素形態別施肥量の相関関係を表5に示した。キャベツの地上部新鮮重、結球重、窒素吸収量と、鶏ふんの尿酸態窒素および無機態窒素施用量との間には有意な相関は見られなかった。しかし、尿酸態と無機態窒素施用量の合量との間には高い正の相関が見られた。そこで、全処理区における尿酸態と無機態窒素施用量の合量と、窒素吸収量の関係を図3に示した。化成区と無施肥区を結ぶ回帰直線上に鶏ふんA～F区のプロットが載っており、 $y = 0.44x + 18.06$ ,  $r = 0.985$  の高い正の相関が見られた。回帰直線上に鶏ふんA～F区のプロットが載っていることは、尿酸態窒素を除いた有機態窒素は難分解性であり、キャベツの窒素吸収にほとんど影響を与えなかったことを示唆している。

### 3) 鶏ふんの窒素の形態が野菜の生育に及ぼす影響

本報においては鶏ふん中の窒素形態を大きく無機態窒素、尿酸態窒素、非尿酸有機態窒素に分類した。尿酸態窒素の大部分は微生物の作用によってアンモニアに容易に分解され、植物に吸収利用される<sup>9)</sup>。日高らによれば尿酸態窒素は  $30^\circ\text{C}$  の畑条件において、その約4分の3が7日間で、8割以上が28日間で無機化されるので、短期(28日目まで)の窒素無機化量は尿酸態窒素含量で評価が可能と考えられている<sup>9)</sup>。中長期的な(28日から112～140日まで)無機化量は非尿酸有機態窒素に由来するものと想定される。

尿酸態窒素と無機態窒素施用量の合量と、コマツナまたはキャベツの窒素吸収量との間にはポット試験、圃場試験ともに有意な相関が見られた。しかし、尿酸態窒素施用量と窒素吸収量の間ではポット試験(コマツナ)にのみ有意であった。これは圃場試験の供試鶏ふんに無機態窒素含量が全窒素の36～37%を占める鶏ふんD、Eがあったためと考えられる。このように無機態窒素含量の高い鶏ふんにおいては尿酸態窒素のみの測定では作物に対する肥効の推定に不十分と考えられ、無機態窒素も同時に測定する必要性が示唆された。

一方、圃場試験の化成区、無施肥区を含んだ全処理区においてもポット試験同様、尿酸態と無機態窒素施用量の合量と、キャベツの窒素吸収量との間に高い相関関係が見られた。このことからキャベツの初期生育では、鶏ふん中の尿酸態窒素と無機態窒素を化成肥料の無機態窒素と同様に

表5 鶏ふんA～F区におけるキャベツの地上部新鮮重、結球重および窒素吸収量と鶏ふんの窒素形態別施肥量の相関関係(r)

	鶏ふんの窒素形態別施用量 ( $\text{kg ha}^{-1}$ )		
	尿酸態	無機態	尿酸態+無機態
地上部新鮮重 ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	0.712	0.430	0.922**
結球重 ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	0.769	0.362	0.927**
窒素吸収量 ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	0.769	0.410	0.960**

\*\*1%有意差あり。

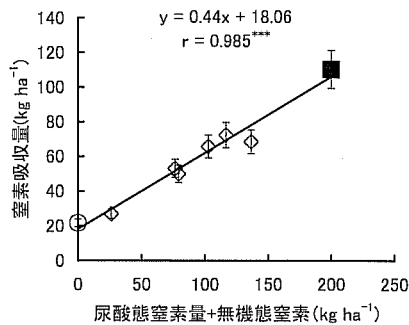


図3 尿酸態窒素量と無機態窒素施用量の合量とキャベツの窒素吸収量との関係

■：化成区，◇：鶏ふん区，○：無施肥区。

\*\*\* 0.1%で有意。エラーバーは標準誤差を示す。

効率的に吸収利用することがうかがえる。

このように、ポット試験、圃場試験ともに尿酸態と無機態窒素施用量の合量で窒素吸収量が説明できることから、栽培日数が短い作物および栽培期間の長い作物でもその初期生育では、非尿酸有機態窒素の利用は小さいと考えられる。しかし、非尿酸有機態窒素の無機化および作物の吸収についてはさらに検討の余地が残されている。

以上より鶏ふんおよびその堆肥の作物に対する短期的な肥効は尿酸態窒素と無機態窒素によって説明できるものと考えられた。

謝辞 本研究をとりまとめるにあたり、ご校閲を全農

東京事業所技術主管 樋口太重博士に賜りました。また、本研究の実施にあたり、(株)全農管財平塚支店肥料グループの皆様に栽培および分析にご協力をいただきました。深く謝意を表します。

## 文 献

- 山口武則・原田靖生・築城幹典：家畜ふん堆肥の製造・利用の現状とその成分的特徴，農研センター資料，41，1～178 (2000)
- 農水省草地試験場：昭和58年度家畜ふん尿処理利用研究会会議資料，p.1～61 (1983)
- 日置雅之・久野智香子・北村秀教・加藤 保：愛知県で生産される家畜ふん堆肥の窒素肥効特性，愛知農総試研報，33，245～250 (2001)
- 棚橋寿彦・矢野秀治：鶏ふんの堆肥の窒素含量に基づく肥効推定法，土肥誌，75，257～260 (2004)
- 日高秀俊・新妻成一・大澤元成・久保省三：各種鶏ふんの窒素無機化量の簡易評価法，同上，75，21～28 (2004)
- 橋田安正・茂角正延・水落勁美：採卵鶏由来鶏ふんの窒素成分と窒素無機化率との関係，同上，73，263～269 (2002)
- 原 正之・村上圭一・藤原孝之：鶏ふん堆肥の肥効評価と制御に関する研究(第1報)尿酸分析による可給態窒素量の迅速推定法，日本畜産学会第100回大会講演要旨集，92 (2002)
- 財団法人日本土壤協会：堆肥等有機物分析法，p.216～217，(財)日本土壤協会，東京 (2000)
- 高橋英一・小西茂毅・狭間頭一郎：施用尿酸の植物による吸収利用について，土肥誌，41，107～113 (1970)