

飼料作物中の硝酸態窒素の簡易測定法

三重県農業技術センター

畜産部 技師

浦川 修 司

はじめに

家畜ふん尿は、本来、作物栽培にとって貴重な有機質資材である。しかし、都市近郊地域では成牛1頭当たりの飼料畑面積は10a程度と狭く、家畜ふん尿は畜産廃棄物として牛舎周辺のは場に多量に還元されているのが現状である。

このようなふん尿の連続多量施用により、カリの集積などの土壌成分のアンバランスが生じ、これに伴い飼料作物体内のミネラルのアンバランスを招くとともに、多量の硝酸塩が植物体に蓄積し、これらの結果として硝酸塩中毒やグラスタニーなどの家畜に対する悪影響が懸念されている。

飼料作物中の硝酸態窒素含量は草種や生育ステージ、また、ふん尿の施用量によって異なるが、家畜に種々の障害が起こる中毒限界量は、乾物中の硝酸態窒素として0.2%とされている。

1 草種・生育ステージ別のふん尿施用量と硝酸態窒素含量の関係について

図1はソルガム、トウモロコシ、ヒエ、ローズグラスの生育ステージ別のふん尿施用量と硝酸態窒素含量の関係を示したものである。

乾物中の硝酸態窒素含量は生

育ステージが若いほど、ふん尿施用量が多くなるほど高くなるが、その傾向は草種によって、かなり異なっている。すなわち、ヒエ、トウモロコシ、ローズグラスなどは伸長期から穂ばらみ期には0.6%とかなり高く、出穂期から乳熟期になると、トウモロコシ、ローズグラスは減少するが、ヒエでは50 t/10aの施用量以上ではあまり減少しない。また、ふん尿施用量10 t/10aにおいて、トウモロコシ、ソルガムでは生育ステージ間の硝酸態窒素含

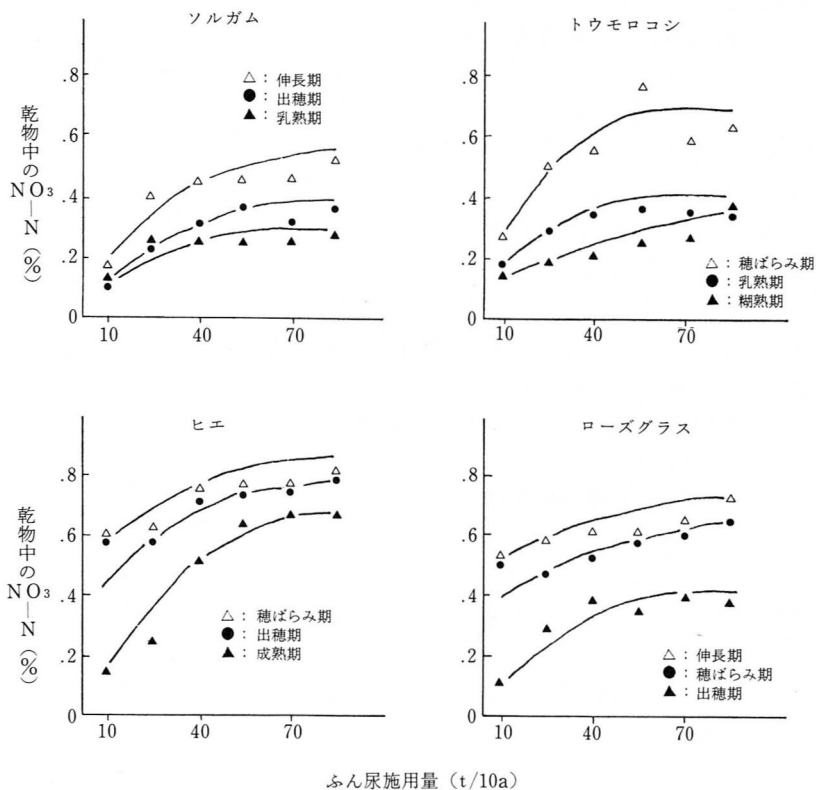


図1 草種別、ステージ別のふん尿施用量とNO₃-N含量
(坂本ら、三重農技センター研究報告、1977)

量の差は少なく、ヒエ、ローズグラスはかなり差が見られたが、出穂期以後に刈取った場合、ヒエを除いて、すべて0.2%以下であった。

2 硝酸態窒素の簡易測定法について

飼料作物中の硝酸態窒素含量の定量法は、フェノール硫酸法, Morris 法, イオン電極法などによって行われているが、このほかに簡易法として、ジフェニルアミン法などもある。しかし、これらの方法は操作が複雑であったり、試薬の力価が落ちやすかったりと、現場での迅速な対応に乏しいところがある。そこで、普及所、あるいは農家自身が手軽に測定できることを前提として、水質検査用に市販されている硝酸イオン測定のための試験紙(メルコクアント試験紙; 関東化学)を用いて、飼料作物中の硝酸態窒素含量を測定できないかどうか検討を行なった。メルコクアント試験紙は飲料水、工業排水などの硝酸塩濃度を測定するためのものであり、また、水耕栽培における硝酸態窒素含量の測定にも用いられている。

(1) 比色判定までの時間について

図2は硝酸態窒素として10, 25, 50, 100および250 ppmの標準溶液にメルコクアント試験紙を浸した後、比色判定までの時間の違いによる発色程度の差を示したものである。

各濃度において、試験紙を浸してから比色判定までの時間は、60秒後では実際の濃度の約3倍、30秒後では2倍程度の濃度と判定されるが、15秒後に比色判定した場合、標準溶液とほぼ同程度の濃度と判定できる。したがって、抽出液に試験紙を浸した後の比色判定までの時間は15秒後である。

(2) 乾物試料を用いた場合について

乾物試料を用いた場合の硝酸態窒素の簡易測定法の手順は次のようになる。ただし、抽出法は安宅らのイオン電極法による硝酸態窒素の定量法を参考とした。

- ① 試料採取後、通風乾燥機に入れて乾燥し、その後、粉碎する。
- ② 乾物試料一定量(1g)に蒸留水100mlを加える。
- ③ 30分間往復振とう後、ろ紙でろ過する。

- ④ メルコクアント試験紙をろ液に約1秒間浸す。
- ⑤ 15秒後に比色判定する。

このような方法で行なったメルコクアント法による測定値と同じ抽出液を用いたイオン電極法による測定値の再現性を表1に示した。

硝酸態窒素含量の異なるスイートソルゴーの反復測定における変動係数は、メルコクアント法では1.5~19.4%であり、イオン電極法では1.3~3.2%であった。これは、メルコクアント試験紙の比色判定基準が6段階にしか分かれておらず、中間値を読み取ったとしても12段階でしか判定できないためであるが、家畜飼養上問題となる高濃度の試料では高い精度が示されており、現場での対応としては簡便性を考えると硝酸態窒素の診断に利用可能と思われる。また、メルコクアント法とイオン電極法による硝酸態窒素の測定値の比較を図3に示したが、両法における測定値はほぼ一致している。

(3) 新鮮物試料を用いた場合について

前に示した乾物試料を用いた測定法では、試料の前処理、つまり、乾燥および粉碎が必要となり、現場での対応を考えた場合、迅速性に欠けるとこ

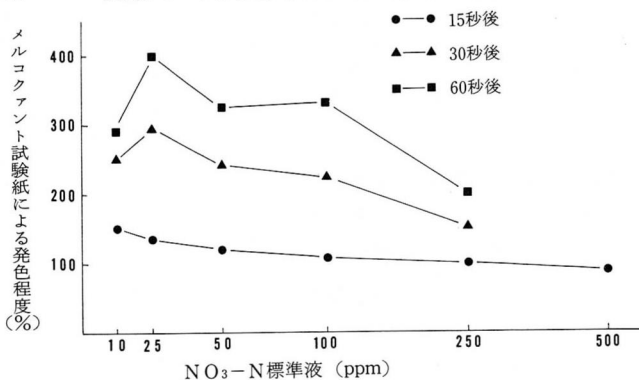


図2 メルコクアント試験紙の比色判定までの時間の違いによる発色程度

表1 イオン電極法とメルコクアント法の測定値の再現性

項	目 測 定 法	NO ₃ -N (mg/100g)	標準偏差	変動係数
スイートソルゴー No. 1	イオン電極法	88.7(100)	2.85	3.2
	メルコクアント法	101.4(114)	18.10	17.9
スイートソルゴー No. 2	イオン電極法	192.4(100)	3.27	1.7
	メルコクアント法	213.4(111)	41.45	19.4
スイートソルゴー No. 3	イオン電極法	474.6(100)	6.23	1.3
	メルコクアント法	468.3(98)	7.23	1.5

注) No. 1: N標準 No. 2: N多量 No. 3: N多量+若刈。
()内の数字は、イオン電極法を100とした時のメルコクアント法の回収率。

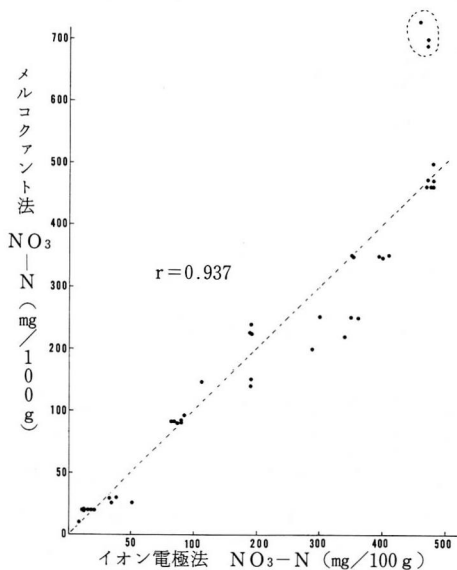


図3 乾物試料を用いた場合のイオン電極法とメルコクアント法の比較

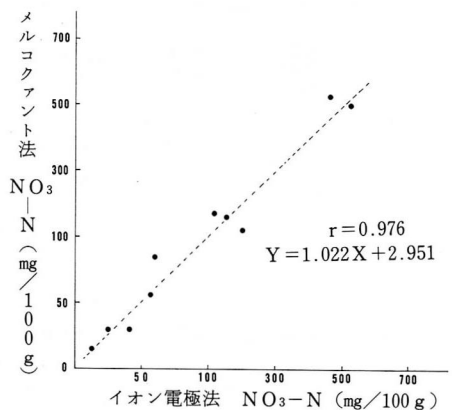


図4 新鮮物試料を用いた場合のイオン電極法とメルコクアント法の比較

新鮮物試料を用いてミキサーを利用した場合のメルコクアント法とイオン電極法の測定値の比較は図4のとおりである。両法の間には $r=0.976$ の相関が見られ測定値はほぼ一致した。

まとめ

新鮮物試料を用いた場合のメルコクアント法による硝酸態窒素の測定手順をまとめると次のようになる。

- ①試料採取後、直ちに1 cm以下に細切する。
- ②細切した試料の一定量(10 g)をミキサーに入れ、蒸留水100 ccを加えて5分間ミキシングする。
- ③ろ紙でろ過後、抽出液にメルコクアント試験紙を約1秒間浸す。
- ④15秒後に比色判定を行う。
- ⑤読み取った濃度(ppm)から、硝酸態窒素含量を計算する。

最後に、メルコクアント試験紙による硝酸態窒素の測定法の留意点としては、硝酸態窒素含量は植物体の各部位によって著しく異なり、粗飼料として利用する場合、植物体全体を利用するため、

測定試料の採取には各部位が均一になるように注意する必要がある。また、メルコクアント試験紙を抽出液に浸した後の比色判定までの時間経過により発色程度が変化するため、正確に15秒後に判定することが必要である。

ろがある。そこで、一般家庭で利用されている器具(料理用ミキサーなど)を用いた新鮮物試料による測定法を試みた。抽出法は家庭用ミキサーによる抽出法と熱抽出法の2法で行なった。

ミキサーによる抽出法は新鮮物試料一定量(10 g)を家庭用ミキサーに入れ、蒸留水100 mlを加えて5分間ミキシングし、ろ紙でろ過後、イオンメータ、メルコクアント試験紙で測定した。

熱抽出法としては、新鮮物試料一定量(10 g)に蒸留水100 mlを加えて30分間煮沸後、ろ紙でろ過して同様に測定した。

上記抽出法(新鮮物抽出法)と前述の乾物試料を用いた測定値の比較を表2に示した。これによると、乾物試料を用いたイオン電極法による測定値を100%とした時の両抽出法による回収率は99~120%と近似の値が得られた。そこで、今回は、より迅速な方法としてミキサーによる抽出法を採用することにした。

表2 抽出法と測定法の相違による $\text{NO}_3\text{-N}$ 測定値の比較

項目	風乾物抽出法		ミキサー抽出法		熱 H_2O 抽出法	
	イオンメータ	メルコクアント	イオンメータ	メルコクアント	イオンメータ	メルコクアント
イタリアンライグラス	1,697.2 (100)	1,650.9 (97)	1,767.5 (104)	1,719.4 (101)	1,942.9 (114)	1,691.6 (99)
トウモロコシ	446.3 (100)	526.3 (118)	460.8 (103)	534.6 (119)	549.4 (123)	537.6 (120)

注) 単位は、mg/DM100 g。
() 内の数字は風乾物抽出のイオン電極法を100とした時の回収率。