

RQ フレックスおよびカリウムイオンメーターによる 豚舎汚水の肥料成分測定精度

光部柳子 野中克治

I 要 約

豚舎から排出される汚水について RQ フレックスを用い、アンモニウムイオン、カリウムイオンおよびリン酸イオン、さらにカリウムイオンメーターを用いてカリウムイオンを測定し、キャピラリー電気泳動(CE)測定値と比較することで簡易測定値の精度を調べ、以下の結果が得られた。

1. RQ フレックスによるアンモニア態窒素の相関($R=0.949$)および測定精度は高く、測定値を補正することなく利用可能であった。
2. RQ フレックスおよびカリウムイオンメーターによるカリウムイオンの測定では、CE 測定値との間に相関が認められたが、以下の回帰式による補正が必要であった。

RQ フレックス：補正值(ppm)= $0.6037 \times \text{RQ フレックス測定値} + 86.593$ ($R=0.780$)

カリウムイオンメーター：補正值(ppm)= $1.2966 \times \text{カリウムイオンメーター測定値} - 181.22$ ($R=0.857$)

3. リン酸イオンの測定では、RQ フレックスが 200ppm 未満を示す場合のみ、簡易測定値を目安として使用することが可能だと考えられた。その際は、補正值(ppm) = $0.5445 \times \text{RQ フレックス測定値} + 59.596$ ($R=0.648$)による補正が必要である。

II 緒 言

豚舎から排出されるふん尿は、堆肥化が行える固形分以外は活性汚泥により浄化処理を行うことが標準的になっている。そのため、豚舎由来の排せつ物は大部分が利用されることなく放流されている。いっぽう、それら豚舎汚水や処理水にも肥料成分が含まれている¹⁾。そして、資源循環型農業が謳われる近年、これら家畜排せつ物を有益な有機質資源として肥料利用する研究も行われている^{2, 3)}。しかし、有機液肥としての利用は限定的であり、その要因の一つとして肥料成分のバラツキがあげられ、現場で容易に肥料成分を測定できる簡易測定法が望まれている。

簡易測定法には試験紙やパックテストのように機器を使わずに行う方法と、小型の機器を用いる方法がある。機器を用いた簡易分析の一つである小型反射式光度計の RQ フレックスは、一台で多くのイオン濃度の測定が可能であり、水質や土壌、堆肥に含まれる成分の分析への応用が行われている^{4~6)}。また、単一の成分を目的とした簡易測定機も存在しており、その一つにコンパクトイオンメーターがある。単一の成分のみを測定するため、多項目を測定する機器よりも安価である。これらを用いた簡易測定は容易に行える反面、その測定精度が問題となる。特に、有機物を多く含む畜舎由来の汚水や有機液肥の測定では、測定精度が落ちる懸念がある。

そこで、本研究では、豚舎由来の汚水原水、処理水ならびに有機液肥中のアンモニア態窒素、カリウム、リン酸について、RQ フレックスおよびカリウムイオンメーターの測定精度を検証したので報告する。

III 材料および方法

1. 供試液

試験には、一般農家で採取した豚舎由来の汚水原水および浄化槽から排出される処理水、共同処理施設により嫌氣的処理を行った有機液肥を用いた。供試液は、プラスチック容器に採取後畜産研究センターに持ち帰り、成分測定時まで 4℃保存とした。

2. 試験方法

肥料成分の測定は、キャピラリー電気泳動(CE; Agilent 社製, G1600AX), RQ フレックス(Merck

社製, RQflex plus) およびカリウムイオンメーター (HORIBA 社製, LAQUAtwin B-731) により行った。供試液に含まれる夾雑物を2重のガーゼでこした後、測定成分が機械の測定範囲内になるように蒸留水によって希釈し、サンプルとした。CEでの測定では、測定前にサンプルをシリンジフィルター (pore size 0.22 μ m) でろ過した。CEとRQフレックスおよびカリウムイオンメーターの測定値を比較し、相関係数 (R) を算出した。

なお、RQフレックスで使用した各成分の測定範囲は以下のとおりである。

アンモニウムイオン: Ammonium Test 20-180mg/l

カリウムイオン: Potassium Test 0.25-1.20g/l

リン酸イオン: Phosphate Test 5-120mg/l

3. 調査項目

調査項目は、アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、カリウムイオン (K) ならびにリン酸イオン (PO_4) とした。なお、アンモニウムイオンに 0.776 を乗じた値をアンモニア態窒素として用いた。

IV 結果および考察

1. サンプルの性状

本試験で用いたサンプルの概要を表1に示す。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、K および PO_4 における変動係数はすべて 55%以上となり、バラツキが大きいことが示された。これは、本試験におけるサンプルが、豚舎から排出される汚水の原水、浄化槽で処理を行った後に排出される処理水ならびに嫌氣的処理によって液肥化された有機液肥であり、その性状に大きな違いがあるためだと思われる。また、汚水原水に含まれる肥料成分にも違いが見られたが、飼料や洗浄水量の違いなどが大きく影響していると思われる。このことから、豚舎由来の汚水は処理方法や飼養環境などによって肥料成分濃度が大きく変化するため、簡易的な測定によってその都度肥料成分濃度を測定することの重要性が改めて示された。

表1 各測定項目別のサンプル性状

項目 (n数)	平均±標準偏差 (ppm)	測定幅 (ppm) (最小値-最大値)	変動係数 (%)
$\text{NH}_4\text{-N}$ (n=45)	2003±1109	152-3846	55.4
K (n=42)	962±540	214-1912	56.2
PO_4 (n=33)	174±99	77-455	57.0

注) 濃度は CE 測定値

2. アンモニア態窒素における相関

152ppm から 3846ppm までの幅広い濃度のアンモニア態窒素を CE と RQ フレックスによる測定で比較したところ、 $R=0.949$ と高い相関が得られた (図1)。また、回帰式は $Y=1.0515x+4.4451$ となり、1%水準で有意であった。回帰式の傾きが 1.0515 とほぼ 1 となり、切片も 4.4451 と 0 に近いことから、RQ フレックスの測定値は、CE 測定値に近いことが明らかとなった。このことから、RQ フレックスによるアンモニア態窒素の測定は、実用可能な精度であり、RQ フレックスの測定値を補正する必要はないと思われる。なお、豚舎の汚水原水や嫌氣的に処理された有機液肥に含まれる窒素成分の多くはアンモニア態窒素であるが、浄化槽で好氣的に処理した処理水は硝化菌の働きによりアンモニア態窒素が硝酸態窒素となる。そのため、処理水の散布においてはアンモニア態窒素よりも硝酸態窒素の測定が重要である。

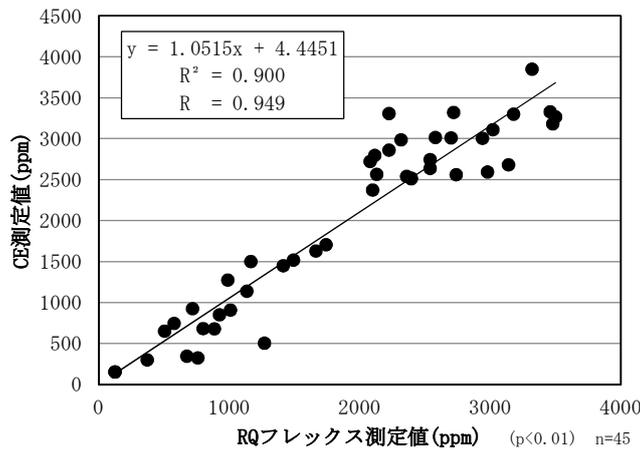


図1 アンモニア態窒素の測定におけるCEおよびRQフレックス値の比較

3. カリウムイオンにおける相関

カリウムイオンの簡易測定には、RQ フレックスおよびカリウムイオンメーターを用いた。まず、CE 測定値と RQ フレックス測定値の比較では、 $Y=0.6037x+86.593$ の回帰式が得られ、 $R=0.780$ となり相関が認められた(図 2A)。しかし、サンプルのほとんどでは RQ フレックスの測定値が CE 測定値を上回る結果となり、回帰式の傾きが 0.6037 となった。このことから、RQ フレックスによるカリウムイオンの測定では、実測値よりも高い値が出やすいことが明らかとなった。RQ フレックスによる値を回帰式に当てはめて補正した上で、実測値とのズレがでることを考慮すべきだと思われる。また、カリウムイオンメーター測定値との比較では、回帰式 $Y=1.2966x-181.22$ となり、 $R=0.857$ と RQ フレックスよりも高い相関係数が得られた(図 2B)。しかし、カリウムイオンメーターによる測定においても、傾きが 1.2966 で切片が -181.22 となったことから、簡易的な測定値と実測値に差が出るのが考えられるため、回帰式による補正が望ましいと思われる。

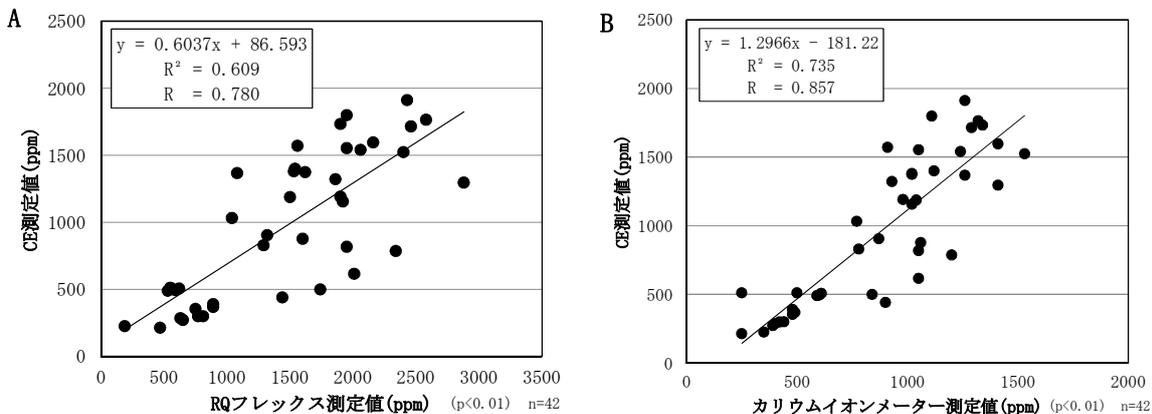


図2 カリウムイオン測定におけるCEとRQフレックス(A)およびイオンメーター(B)値の比較

4. リン酸イオンにおける相関

図3にリン酸イオンにおける測定結果を示す。まず、全サンプルの測定結果では、 $R=0.344$ と相関係数が低い結果となった(図3)。図3を見ると、RQ フレックス測定値が 200ppm 以上を表わす場合において、CE 測定値とのズレが大きくなっているように思われた。そこで、RQ フレックスの値が 200ppm 未満を示したサンプルのみを抽出してみると、 $R=0.648$ と相関係数が大きく変化した(図4)。この結果から、RQ フレックスが 200ppm 未満の値を示す場合には、目安として RQ フレックスを使用することは可能だと思われる。その際には、回帰式 $Y=0.5445x+59.3596$ による補正が望ましい。いっぽう、リン成分は水溶液中のリン酸イオン以外にも、夾雑物に多く付着している可能性がある。浅井⁶⁾は RQ フレックスに

よる土壌の可給態リン酸を、硫酸液と振とうして抽出する方法により可能だとしている。本試験ではガーゼで濾した液を RQ フレックスで測定しているが、抽出法を検討することにより精度が高まる可能性がある。

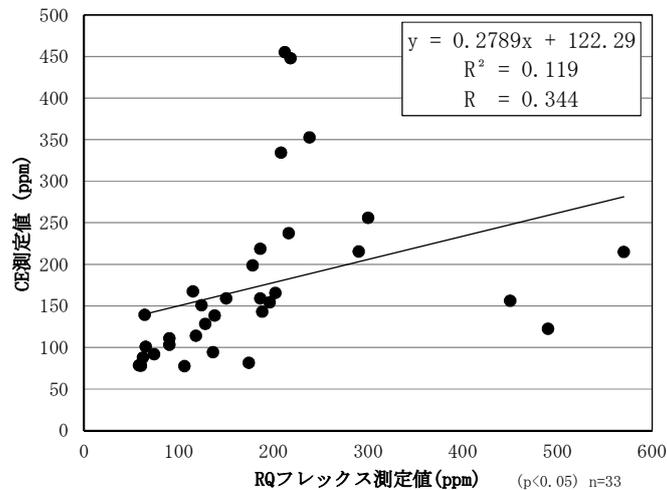


図3 リン酸イオン測定における CE および RQ フレックス値の比較

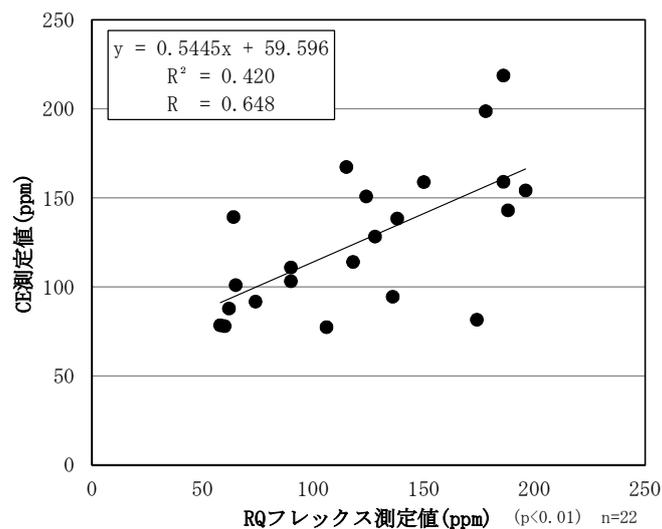


図4 簡易測定値 PO_4 200ppm 未満のサンプルにおける CE および RQ フレックス値の比較

本研究結果より、RQ フレックスによるアンモニア態窒素の測定精度は高く、有機液肥の散布量決定に利用可能であることが明らかとなった。ただし、浄化槽で好機的に処理した処理水は、アンモニア態窒素をほとんど含まず硝酸態窒素を含む。その場合には、窒素成分として硝酸態窒素濃度の測定が重要である。RQ フレックスは硝酸イオンの測定が可能であり、その測定精度について確認を行う必要がある。また、本試験では 25°C 以下の条件下で測定を行っているが、RQ フレックスは測定時の気温が高い時には測定値のずれが大きくなる可能性がある。そのため、夏期の測定では散布の前日までに屋内で濃度を測定したり、クーラーを付けた車内での測定などが望まれる。

謝 辞

本研究の推進にあたり、サンプルを提供して頂いた、沖縄県食肉センターの真境名兼彦氏、山川一枝氏、ならびに金武町役場産業振興課の与那城樹氏に感謝申し上げます。

VI 引用文献

- 1) 恵飛須則明・庄子一成(1997)豚舎からのふん尿汚水成分の時期別変化, 沖縄畜試研報, **35**, 127-131
- 2) 鈴木直人・稲嶺修・与古田稔(2006)豚ふん尿液肥化技術の確立(1)豚舎排水のばっ気処理強度の違いによる肥料成分濃度推移, 沖縄畜研研報, **44**, 59-64
- 3) 脇屋裕一郎・田中宗浩・北島晶子・坂井隆宏・小島孝之(2001)豚尿処理水を用いた養液栽培技術の開発(第2報)-汚水処理の附帯施設としての利用可能性-, 西日本畜産学会報, **44**, 83-89
- 4) 安藤義昭・小柳渉・森山則男(2004)小型反射式光度計(RQ フレックス)による有機質資材中のカリウム, リン, 窒素の簡易測定法, 日本土壤肥料学雑誌, **75**, 605-608
- 5) 池田彰弘(2004)小型反射式光度計を利用した地下水中の硝酸性窒素濃度測定に及ぼす温度の影響, 愛知農総試研報, **36**, 65-68
- 6) 浅井信一(1998)小型反射式光度計による土壌の硝酸態窒素・可給態リン酸・交換性カルシウムの簡易測定, 日本土壤肥料学雑誌, **69**, 85-87