

硫酸一過酸化水素分解法による、植物、厩肥試料中に含まれる、N、P、Kの分析

大山 卓爾・伊藤 道秋・小林 京子・荒木 創*・安吉佐和子
・佐々木 修・山崎 拓也・曾山久美子・種村 竜太・水野 義孝・五十嵐太郎

(平成2年10月13日受付)

要約 過酸化水素のみを分解促進剤として用い、試料を試験管でケルダール分解する、硫酸一過酸化水素分解法の分析条件を検討した。本法は、アルミヒーターブロックと加熱器具のみで分解でき、従来のセミマイクロケルダール法より、多数の試料を迅速・簡便に分解できる。硝酸を含む試料でも、サリチル酸一硫酸とチオ硫酸ナトリウムを用い、分解温度を徐々にあげることにより、硝酸の損失なく測定可能であった。

厩肥および植物試料を硫酸一過酸化水素法で分解した溶液については、Nだけでなく、Pはモリブデン酸アンモニウム法、Kは炎光法で分析可能である。得られた結果は、従来の乾式灰化法の値と一致し、分析精度もほぼ同様であったことから、本法で分解した試料を用いてP、Kも定量可能であることが確認された。硫酸一過酸化水素分解法では、少量の試料を一度分解するだけで、三要素の分析に供することができ便利である。

キーワード：硫酸一過酸化水素分解法、窒素、リン酸、カリウム

結 言

N、P、Kは、植物の必須元素のうち、多量に必要とするものであり、いずれが欠乏しても生育は著しく不良となり、植物の収量・品質は低下する。また、肥沃な土地では土壌からある程度の供給が期待できるが、長期間にわたり作物の収穫を維持するためには、土壌から吸収したこれらの成分を化学肥料、堆厩肥等として補給する必要がある。したがって、N、P、Kは肥料の三要素として重視されている。以上の事から、植物、肥料、土壌試料のN、P、Kの含有量を分析することは、植物の肥培管理や、肥料の製品管理上、また、地力維持という観点からきわめて重要である。

従来、植物や肥料中の窒素は、ケルダール分解フラスコもしくはセミマイクロケルダール分解フラスコを用い、 K_2SO_4 、 $CuSO_4$ を分解促進剤として加え、硫酸による試料の分解と水蒸気蒸留一滴定法が、一般に用いられてきた。しかしながら、この方法は、特殊なケルダール分解装置を必要とし、広い実験台を占有して、かつ一度に分解できる試料の数は、10～20個程度であった。また、均一に分解されるようにするには時々フラスコを回転させるなど分解の手間がかかり、装置の清掃組立維持なども含めてかなりの時間とある程度の熟練を要した。

最近、従来の方法が変わって、試料と硫酸を入れたバイレックス試験管をアルミニウムブロックに立て、分解促進剤として過酸化水素を用いる方法が普及しつつある。本法を用いれば、一台のドラフト内で同時に50～100点の分解も可能であり、分解時間も早く、操作も極めて容易である。本報告では、試験管による硫酸一過酸化水素分解法を植物、汚泥に適用する際の温度条件、分解時間などの実験条件について検討を加えた。

また、硝酸を含む試料のケルダール分解においては、高温・強酸条件下で硝酸が揮散するのを防ぐため、サリチル酸一硫酸法により、硝酸をアンモニアに還元してから有機物を分解する方法が取られている。還元されたアンモニアは濃硫酸存在下ではアンモニウムイオンとなり揮散しない。そこで、過酸化水素を分解促進剤として用いたサリチル酸一硫酸法での硝酸を含む試料の分解条件についても検討した。

ケルダール分解試料のアンモニアの測定法としては、蒸留法と比色法があるが、多数の試料を能率良く分析するには比色法の方が適している。ケルダール分解液のインドフェノール比色法についてはすでに加賀屋らの報告があるが¹⁾、ここでは、イリノイ大学ハーバー教授らの用いている方法を一部改変した方法を示した。

従来のケルダール分解法では、分解促進剤として高濃度の K_2SO_4 、 $CuSO_4$ を使用し、分解液にK、Cuが含ま

*現在新潟県畜産試験場

れていたが、硫酸一過酸化水素法では分解促進剤の過酸化水素は、酸素を発生して水となり分解終了時には蒸発してしまうため分解希釈後の溶液は試料の無機成分の希硫酸溶液となる。従って、硫酸一過酸化水素法の分解液は窒素以外の成分についても、硫酸が妨害しない限り分析可能である。水野らは、本法を用いて、農作物中のN, K, Mg, Ca, Fe, Mn 定量の迅速前処理が可能であると報告している²⁾。ここでは、植物試料と厩肥についてその主成分であるP, Kについても分析可能であることを確認した。

実験方法

I 試料の前調整

1) 植物試料

植物試料は、通風乾燥器、または凍結乾燥機で乾燥する。イモなど大きい塊状の物は薄い切片にしておく。乾燥時間は試料の種類や厚さによる。通風乾燥では80°C位で一日から三日位要する。揮発成分を多く含むと予想される場合や糖など体内成分の分析も考慮する時は、はじめ80°Cで一時間加熱後、60°C位で長時間かけて乾燥した方が安全である。更に、体内成分の変成を避けたい時は、植物を紙封筒に入れて液体窒素に漬け、瞬間的に凍結した後、試料を融解しないように保存して、紙袋にいったまま凍結乾燥する。通常の組織では、一日程度で乾燥できる (TAITEC VD-600 型凍結乾燥器の場合)。

粉砕は、各種粉砕器または乳鉢、乳棒でおこなう。微量な試料を分析に用いるためサンプリング誤差を少なくするようなるべく細かい微粉末にする。高速振動粉砕器 (例えば、HEIKO SAMPLE MILL TI-100) を使用すると乾物量で100mg~3g程度の試料を均一な極微粉末に粉砕できるため便利である。また、高速振動粉砕器は、試料を粉砕ロッドとともに金属製容器内に封じ込め容器ごと高速振動する機構のため、試料の損失が少なく、試料間のクロスコンタミネーションが避けられるという利点もある。

2) 堆肥、厩肥、汚泥など

堆肥、厩肥、汚泥などは、そのまま、または自然風乾後、皿などの上に薄く広げて乾熱器または通風乾燥器で充分乾燥する。乾燥後、試料をよく混ぜ、その一部を(約5g程度)を乳鉢、乳棒で細かく磨り潰す。微粉末試料の分解、定量は植物試料と同じである。

II 試料の分解

1) 硝酸を含まない粉末試料

硝酸をあまり含まない試料の場合(硝酸含有率が全窒素の5%以下位)では、分解は次のように行う(第1図)。試料中の硝酸濃度は、試料の水、または80%エタノール抽出液をCATALDO法で測定できる⁴⁾。

① 分解前日に、乾燥微粉末試料50mgを正確に秤量し、バイレックス製試験管(外径20mm~25mm, 高さ20cm程度)に入れる。その際、粉末がなるべく管の壁上部に付着しないようにする。濃硫酸1mlを加え、良く混合した後、パラフィルムで蓋をして一夜放置し、試料を充分濃硫酸に馴染ませておく。

試料を含まない硫酸だけのブランク用試験管を一本用意し、同時に分解操作を行う。これは、試薬、水等からのアンモニアの混入量を測定している。通常、無視しうる程度であるが、試料窒素の量が微量である時には影響するので、ブランクを測定し、試料の値から差し引く。

② ドラフト内に設置したアルミニウム製ブロックヒーターを、専用の加温器または、ガスコンロで加熱し、あらかじめ170~180°Cに温度を調節しておく。試験管をブロック穴にセットし、約10分間加熱する。

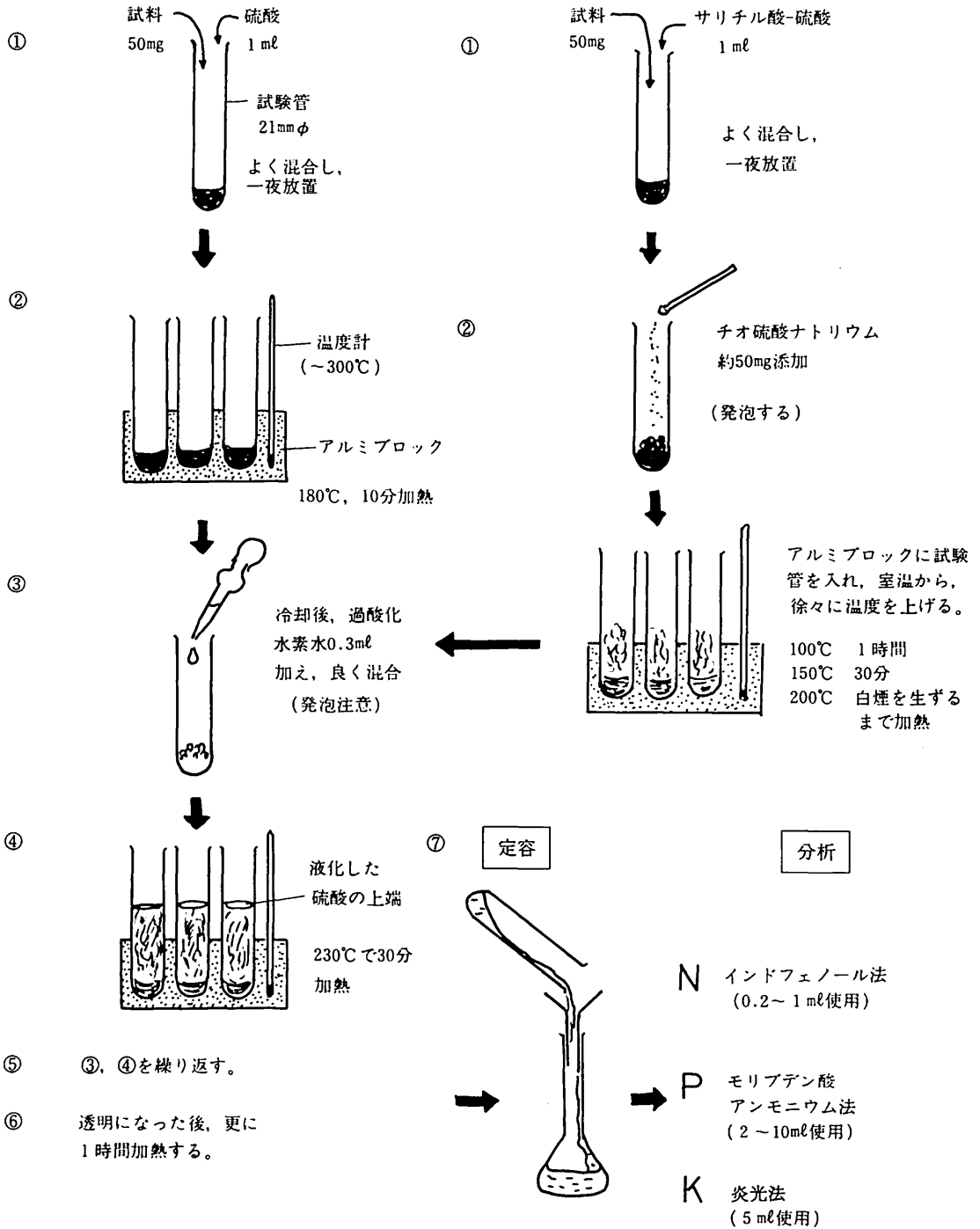
③ 試験管をブロックから出し、数分間冷却した後、冷蔵庫に保管しておいた30%過酸化水素約0.3mlを加える。添加直後は激しく発泡するので目などに入れないよう注意する。また、過酸化水素は、試験管が熱いうちに加えない。加える過酸化水素の量は適当(0.2~0.4ml)で良い。過酸化水素水添加直後に、液が透明になる場合もあるが、これは分解終了を意味しない。

④ 再度、試験管をアルミブロック穴にセットし、200°C~230°C位で30分程度加熱分解する。蒸発後冷えて液化した濃硫酸が試験管内壁に環状に付着するが、その先端が試験管中央付近(アルミブロックの3~5cm以上)に来るよう加熱温度を調節する。温度が高すぎると硫酸が揮散することがあり、低すぎると分解が進まない。

⑤ ③、④の操作を分解液が、黒から褐色、黄色を経てほとんど透明になるまで繰り返す。植物の試料では約

硝酸を含まない試料の分解

硝酸を含む試料の分解



第1図 硝酸を含まない試料と硝酸を含む試料の硫酸一過酸化水素分解法の手順

3回程度過酸化水素水を添加すれば分解は終了する。

アルミブロックの温度むらにより、試験管毎に分解速度に差が見られる場合には、 H_2O_2 添加後戻す穴の位置を変えると良い。

⑥ 分解液中に、 H_2O_2 が残っているとインドフェノール法による呈色反応を妨害するため、分解終了後、更に一時間程度加熱を続ける。この時、水が蒸発し液量が約1 ml 程度になったことを確認する。液量が多いのは温度が低く水が蒸発しきれていないことを示す。この時 H_2O_2 も残存している恐れがある。

⑦ 冷却したら、蒸留水を試験管の約半分程度加えて攪拌後、50ml のメスフラスコに移す。少量の水で試験管内を二、三回良く洗い、洗液もメスフラスコに入れ、定容する。分解液は、ポリビンなどに移し常温で保存する。砂等未分解固形物が多い時はろ過により取り除く。

2) 硝酸を多く含む粉末試料

硝酸を多く含む試料では、サリチル酸—硫酸法（ガンニング氏変法）により、分解をおこなう。

① 分解前日に、乾燥微粉末試料50mg を正確に秤量し、パイレックス製試験管に入れる。サリチル酸—硫酸（サリチル酸10g を濃硫酸300ml に溶解したもの）1 ml を加えて良く混合した後、パラフィルムで蓋をしておく。

② 分解を始める直前に、還元剤のチオ硫酸ナトリウム約50mg（目分量でよい）を各試験管に加える。発泡することを確認する。

アルミニウム製ブロックヒーターに試験管をセットし、ブロック温度を室温から徐々に100℃まで上げる。その後、100℃ 1時間、150℃ 30分、後、200℃の順に温度保つ。白煙を発するようになったら、試験管をアルミブロックから外す。

③ 以下は、硝酸を含まない試料の分解と同じである。

3) 水や緩衝液で抽出した液体試料

水や緩衝液で抽出した液体試料については、その1～5 ml を分解用試験管に入れ、直に硫酸またはサリチル酸—硫酸 1 ml を添加して分解してよい。ただし、過酸化水素水は、充分水が飛び溶液が約1 ml になってから添加する。

4) 80%エタノール抽出液

80%エタノール抽出液は、1～5 ml を試験管に取り、100℃で一時間程度加熱し、十分アルコールを飛ばす。多少水分が残っても良いが、乾固してもかまわない。その後、硫酸または、サリチル酸—硫酸を1 ml 加え上記と同様に分解する。多量のエタノール抽出液に直に硫酸を加えない。

III. 試料の乾式灰化

P、Kなどを測定するさいの常法である乾式灰化法で試料を分解し、硫酸—過酸化水素法で得られた結果と比較した。植物試料は、250mgを、スリラー及び厩肥は、500mgをルツボに取り、電気炉で250℃ 2時間、さらに520℃で3時間以上完全に灰化するまで加熱した。加熱温度が高くなり過ぎると、ナトリウム、カリウム、イオウ、ホウ素、リンや重金属の一部が揮散するので注意して灰化した。

次に、1 : 4 HCl (2.4N) 5ml を加え、ホットプレート上で約5分間煮沸した。冷却後、50ml メスフラスコをもちいて定容した。濾紙で濾過後、ポリビンに保存した。

IV. インドフェノール法による窒素の定量

試薬

① EDTA 溶液：エチレンジアミン四酢酸(EDTA)・2Na 塩25g を水約800ml に溶解し、10N NaOH 溶液でpHを10に合わせる。0.25%メチルレッド（60%エタノール溶液）20ml を加えた後、1 l に定容する。

② 1 M リン酸緩衝液： KH_2PO_4 136.09g と安息香酸2.75g を水1 l に定容する。

③ ニトロプルシド試薬：液体フェノール（フェノール500g を湯浴で溶解した後水47ml）を加える。室温で半年程度安定）10.25ml とニトロプルシドナトリウム100mg を水に溶解して1 l に定容する。冷蔵庫に保存して約2週間安定。

④ 次亜塩素酸試薬：次亜塩素酸ナトリウム溶液（アンチホルミン）10ml、NaOH 10g、 $Na_2HPO_4 \cdot 7H_2O$ 、7.06g、 $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ 、31.8g を1 l の水に定容。

⑤ 1N NaOH 溶液：NaOH 40g を1 l の水に定容。

⑥ NH₄⁺標準液(100μg-N/ml)：硫酸アンモニウム471.7mgを0.5N希硫酸1lに溶解する。原液を20倍に希釈(2.5mlをとって50mlに希釈)して、その希釈液(5μgN/ml), 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0mlを25mlのメスフラスコに取り、以下の操作法で定量する。横軸に窒素量(μgN/フラスコ)縦軸に吸光度を取り検量線を作成する。

操作

- ① ケルダール分解液0.1~1mlを25mlのメスフラスコに取る。取る量は、試料のアンモニア濃度による。
- ② EDTA溶液0.5mlを加えて、攪拌する。
- ③ 1Mリン酸緩衝液0.5mlを加えて、攪拌する。
- ④ 1N NaOH溶液で中和する。このとき赤から黄色に変化する。
- ⑤ ニトロプルシド試薬2.5mlを加えて攪拌する。
- ⑥ 次亜塩素酸試薬2.5mlを加えて攪拌する。
- ⑦ 水を加え、25mlに定容後よく混ぜる。
- ⑧ 室温、または30℃の恒温器で3時間以上放置(翌日測定しても良い)後、625nmの吸光度を測定する。
- ⑨ 検量線より、比色に用いたフラスコ内のアンモニウム態窒素量(μgN)を算出し、次の式から乾物重1g当りの窒素含有量(μgN/mg=mgN/g)を求める。

$$\text{比色窒素量} \times \frac{\text{分解液量}}{\text{測定液量}} \div \frac{\text{分解試料重量}}{\text{検量線}} \\ (\mu\text{gN/メスフラ}) (50\text{ml}) (ml) \quad (50\text{mg})$$

操作の概略を第2図に、検量線の例を第3図に示した。

m. リン酸の定量

リン酸の定量は、ケルダール分解液、乾式灰化液ともにモリブデン酸アンモニウム法で比色定量した。分析は以下のように行った。

試薬

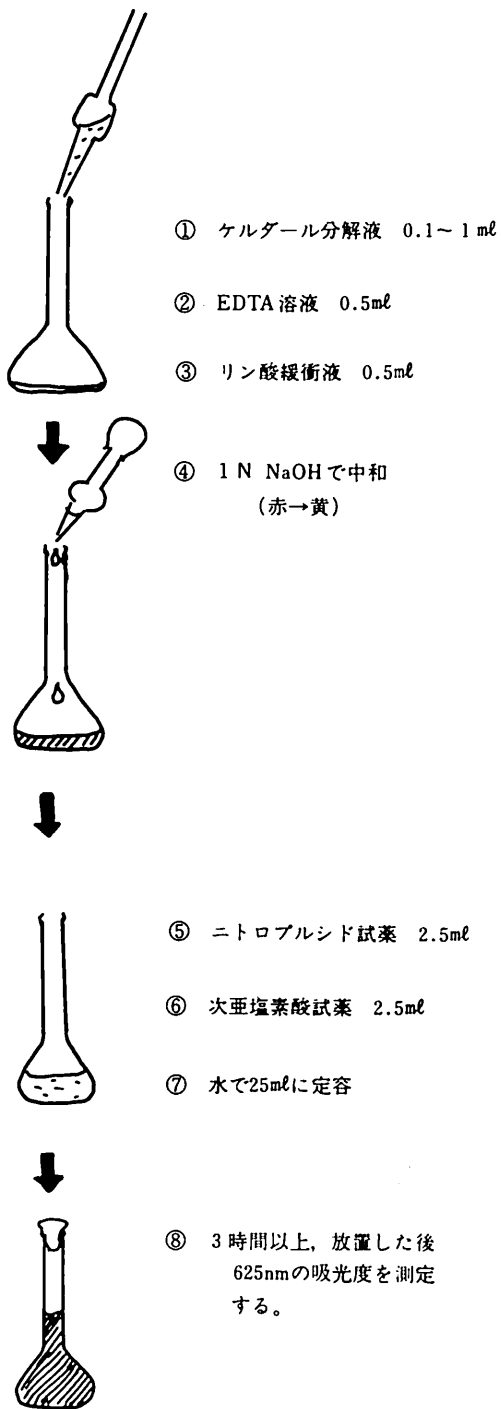
- ① モリブデン酸アンモニウム硫酸液：特級(NH₄)₆Mo₇O₂₄・4H₂O, 12.5gを乳鉢・乳棒を用いて粉末にする。300mlビーカー内で、50~60℃の水100mlに溶解する。水250mlを1lビーカーに取り、濃硫酸140mlを攪拌しながら徐々に加える。冷却後、モリブデン酸アンモニウム溶液を攪拌しながら、徐々に加えていく。冷却後、500mlに定容し、着色ビンにいれ、暗所に保存する。
- ② 塩化錫溶液：塩化第一錫SnCl₂・2H₂O, 0.125gに塩酸2.5mlを加え、温水中で完全に溶解する。冷却後、水10mlを加える。比色分析当日に調整する。
- ③ 4%NaOH溶液：NaOH4gを水に溶かし100mlに定容する。
- ④ 標準液：110℃で乾燥したKH₂PO₄, 0.7165gを水に溶解後、1:5硫酸を約25ml添加し、1lに定容する。PO₄として500mg/l含む。Pとしては、163mg/lである。原液1mlを50mlメスフラスコで希釈しPO₄, 10μg/ml溶液を作る。25mlメスフラスコに、この希釈液を0, 0.5, 1.5, 2.0, 2.5ml取り、以下の操作で比色分析を行い、横軸にフラスコあたりのPO₄含有量μg/フラスコ、縦軸に吸光度をとり検量線を作成する。

操作

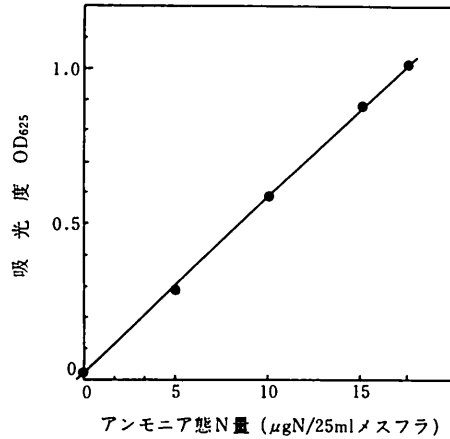
- ① ケルダール分解試料 1~5ml, または、乾式分解試料0.5~2mlを25mlメスフラスコに取る。
- ② 水約10mlを駒込ビペットで加える。
- ③ フェノールフタレイン指示薬を1滴加え、4% NaOH溶液で赤色を呈するまで中和する。
- ④ ただちに、モリブデン酸アンモニウム硫酸液 1mlを加え、充分攪拌したのち、塩化錫溶液2滴を加えて混合したのち25mlに定容する。
- ⑤ 15分放置後、660nmの吸光度を測定する。安定時間は短いので、測定は塩化錫滴下後、15分~30分以内に行う。

IV. カリウムの定量

カリウムは、両分解液とも、炎光法(EKO FLAME PHOTOMETER)で測定した。標準液は試料のK濃度が濃い場合は、50mg/lを最高値として、また薄い場合は、10mg/lを最高値に設定して検量線を作った。試料は、原液ないし10倍希釈液の吸光度から検量線によりもとめた。



第2図 硫酸-過酸化水素分解液のインドフェノール法によるアンモニア定量の手順



第3図 インドフェノール法によるアンモニア態窒素の定量のための検量線の例

結果および考察

I. 硫酸一過酸化水素法による硝酸の回収率の検討

硝酸ナトリウム 5 mM 溶液, 5 ml を試験管に取り, サリチル酸-硫酸法により, 上記の条件で分解をおこなった。分解後, 水で希釈し, 50ml に定容後, 1ml を用いて, インドフェノール法によるアンモニアの比色定量を行った。分解した硝酸態 N の全量は, 各試験管あたり, 350μg であった。

第1表に示すように, 加えた硝酸の還元によって, ほぼ定量的にアンモニアが回収されており, 回収率は8試料の平均99.6±2.4%であった。この結果から, 同様な条件で分解すれば, 植物や堆肥等の試料に含まれる硝酸もほぼ定量的にアンモニアに還元され硝酸の揮散による損失はほとんど無いと考えられる。松永らは, 硫酸一過酸化水素法で硝酸の回収率を検討し, サリチル酸-硫酸とチオ硫酸ナトリウムを併用した場合に最も回収率がよかったが, その場合にも92±1%に留まり, 完全に回収されなかった⁵⁾。そこでは, 分解温度300℃に設定しており, 筆者らの場合よりかなり急速に高温に上げたことが, 硝酸回収率の低い原因かも知れない。

II. 厩肥およびスラリーの分析結果

村松農場成牛舎から出るスラリー (糞・尿) 及び育成牛舎, 豚舎の敷料から産出されたワラ厩肥, オガクズ厩肥を硫酸一過酸化水素法および乾式灰化法で分解し, 各成分元素含有率の分析値を比較した。試料は硝酸を

第1表 サリチル酸-硫酸分解法により還元した硝酸のアンモニアとしての回収率

試料	回収した NH ₄ ⁺ -N量 (μgN/試験管)	回収率 (%)
1	359	102.5
2	343	97.9
3	354	101.3
4	343	98.1
5	352	100.5
6	351	100.2
7	341	97.3
8	341	97.3
平均及び標準偏差	348±6.9	99.6±2.4

含む可能性があるため、サリチル酸-硫酸法を用いて分解した。

第2表に結果を示す。Nについては、乾式灰化法では揮散するため分析できない。Pについてみると、ワラ厩肥では、両者の値は一致した。スラリーとオガクズ厩肥ではわずかに乾式灰化法が高い値であったが、分析誤差の範囲である。同様にKについても二つの分解方法による分析値は、どの試料でもほぼ一致しており、ほとんど差は無いと考えられる。

一方、Mgの分析値もほぼ同じ分析値が得られたが、Caについては、ケルダール法の方がかなり低い。ケルダール分解では、分解剤に硫酸をもちいるため、Caの一部が、難溶性のCaSO₄を生じ、溶存Ca濃度が低下したためと思われる。水野らの結果では、両方法でCa測定値に差がなかったが²⁾、ケルダール分解液でCaの定量を行うには充分注意を要する。また、サリチル酸-硫酸法では、還元剤としてチオ硫酸ナトリウムを加えるため硝酸を含む試料の場合はNaの測定はできない。

窒素の分析精度についてみると、三連で分解した際の試料の測定誤差(CV%)は、スラリー2.8%、ワラ厩肥0.4%、オガクズ厩肥3.4%で、平均2.2%であった。このことから、試験管を用いる硫酸-過酸化水素分解法、インドフェノール比色分析とも精度の高い安定した分析法であることが確認された。

第2表 スラリー、ワラ厩肥、オガクズ厩肥を、硫酸-過酸化水素法と乾式灰化法で分解した時の、N、P、K、Ca、Mg分析値の比較

試料	分解法	N	P(PO ₄)	K	Ca	Mg
スラリー	硫酸	2.51±0.07	2.47±0.01	3.05±0.06	1.48±0.00	0.59±0.02
	乾式	—	2.61±0.09	3.12±0.12	2.33±0.01	0.58±0.02
ワラ厩肥	硫酸	2.72±0.01	2.39±0.07	3.02±0.03	2.58±0.07	0.50±0.03
	乾式	—	2.39±0.12	2.93±0.00	3.93±0.04	0.53±0.01
オガクズ厩肥	硫酸	1.74±0.06	1.68±0.10	1.18±0.05	1.02±0.09	0.30±0.03
	乾式	—	1.77±0.06	1.13±0.01	1.79±0.04	0.38±0.01

Nはインドフェノール法で、Pはモリブデン酸アンモニウム法で、Kは炎光法で、Ca、Mgは、原子吸光法で測定した。値は、乾物あたりの%を示し、リン酸はPO₄として表した。分解法で、硫酸は硫酸-過酸化水素法を、乾式は乾式灰化、塩酸抽出法を表す。

III. 植物試料分析結果

IIと同様に植物試料について、水耕チューリップの根と花のP、Kの分析値を比較した(第3表)。この場合にも、両分析結果は、ほぼ一致した。

第4図に示すように植物試料でも、厩肥でも二つの分解法での分析値は、P、Kとも一致したことから、硫酸-過酸化水素法で分解した溶液をもちいて、植物や堆厩肥等のN、P、Kの三元素が同時に分析できることが確認された。

試験管を用いる硫酸-過酸化水素法では、試料の必要量はきわめて微量(50mg)でよく、一度の分解でN、P、Kの分析が可能のため従来の方法に比べ、迅速に試料の分析ができ、分析精度も大差ない。また、分解は特殊な装置や熟練を必要とせず、数回過酸化水素を添加する手間だけである。動物、微生物その他の試料についても同様な結果が得られると考えられるが、N、P、K成分濃度の高低により、分解試料の量や硫酸の量を調節する必要があるかも知れない。

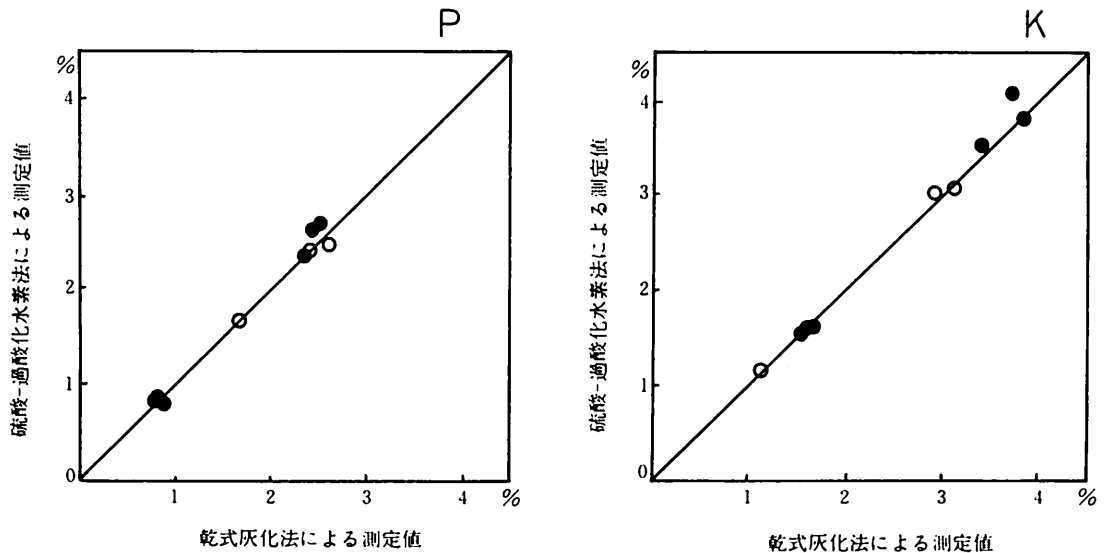
ここで得られた分解液を用いて、N、P、K以外の元素も定量できる可能性もあるが、Caなどのように硫酸と沈殿をつくる場合や、分析法によっては、硫酸イオンが妨害することもあるので注意を要する。特に、濃硫

酸 1 ml で分解し、水で50ml に希釈した液でも約0.7N (濃硫酸が36N) と SO₄²⁻ 濃度がかなり高いことに気をつける必要がある。

第3表 植物試料を硫酸一過酸化水素法と乾式灰化法で分解した時の、P, K分析値の比較

試料	分解法	P (PO ₄)	K
チューリップ根	硫酸	2.55±0.21	3.80±0.26
	乾式	2.43±0.06	3.67±0.23
チューリップ花	硫酸	0.84±0.05	1.64±0.04
	乾式	0.83±0.04	1.60±0.02

Nはインドフェノール法で、Pはモリブデン酸アンモニウム法で測定した。値は、乾物あたりの%を示し、リン酸はPO₄として表した。



第4図 硫酸一過酸化水素法と乾式灰化法により分解した試料のリン酸 (PO₄, 乾物あたり%)、とK (乾物あたり%) 分析値の比較

○ 厩肥およびスラリー ● チューリップ植物体

引用文献

1. 加賀屋博行・五十嵐太郎・馬場 昂. 1975. ケルダール分解・インドフェノール比色法による植物体の全窒素の微量定量法. 新潟農林研究, 27: 21-25
2. 水野直治・南 松雄. 1980. 硫酸一過酸化水素による農作物中N, K, Mg, Ca, Mn 定量のための迅速前処理法. 日本土壤肥科学雑誌 51: 418-420
3. CATALDO, D. A., HAROON, L. E. and YOUNG, V. L. 1975 Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Commun. Soil Science and Plant Analysis, 6, 71-80
4. 大山卓爾: 1990. 窒素化合物分析法. 日本土壤肥科学会監修 植物栄養実験法 (博友社) 174-203
5. 松永俊朗・塩崎尚郎. 1989. 硝酸態窒素を含む作物中の全窒素定量のための硫酸一過酸化水素分解法. 日本土壤肥科学雑誌 60: 458-460

Analytical Procedures of N, P, K Contents in Plant and Manure Materials Using H_2SO_4 - H_2O_2 Kjeldahl Digestion Method

Takuji OHYAMA, Michiaki ITO, Kyoko KOBAYASHI, So ARAKI, Sawako YASUYOSHI, Osamu SASAKI, Takuya YAMAZAKI, Kumiko SOYAMA, Ryuta TANEMURA, Yoshitaka MIZUNO, and Taro IKARASHI

Summary

Analytical procedures of N, P and K content are established after the plant and manure materials are digested by Kjeldahl digestion method using H_2SO_4 and H_2O_2 . 1ml of H_2SO_4 is added to 50mg of sample powder in a test tube. By adding H_2O_2 solution several times, the sample can be completely digested. After the digested sample is diluted to 50ml with water, this diluted solution is directly used for N, P, K analysis. N is easily analyzed by Indophenol method, P is analyzed by ammonium molybdate method, and K can be analyzed by flame photometry. The results of P and K obtained by the digested solution with H_2SO_4 - H_2O_2 were well agreed with the values given by the conventional ashing-HCl extraction method.

key words : H_2SO_4 - H_2O_2 Kjeldahl digestion method, Nitrogen, Phosphorous, Potassium