

帯広畜産大学 筒木先生

幕別高校のT.A.です。

北理研研修の参加者からの

感想を送信いたします。

5名の先生から感想をいただきました。

ご一読いただければと思います。

あと2名の先生方についても

私に届き次第送信いたします。

今後ともよろしく願いいたします。

筒木潔 先生

先日は貴重な時間を割いて研修に協力いただき、ありがとうございました。

肥料の吸着力の違いが、土壌の違いを生じさせていることを初めて知りました。

パックテストは実際に高校理科の実験でも取り入れてみたいと思います。

機会があれば、今度は硝酸イオンの吸着の実験もやってみたいと思いました。

今後ともよろしく願いいたします。

江陵高等学校 Y. S.

S. 先生

アンモニウムイオン、リン酸イオン、硝酸塩イオンが土壌に吸着するメカニズムはそれぞれ全く異なっているので、土壌の性質の違いがそれらの吸着能力に大きく影響しています。アンモニウムイオンは主として粘土鉱物や腐植物質が持っているマイナスの荷電のサイトに吸着します。イオン交換反応なので、他の陽イオンと交換されやすく、植物も土壌に吸着されたアンモニウムイオンを容易に吸収することができます。ただし一部の粘土鉱物（2：1型粘土鉱物）は、特異吸着と言って、その結晶構造の層間に非常に強い力でアンモニウムを吸着することが知られています。このように吸着されたアンモニウムは容易には吸収できません。

土壌へのリン酸の吸着は、配位子交換反応と言って、アルミニウムや鉄イオンに配位した水酸基がリン酸基と置き換わります。この吸着力はイオン交換反応よりもはるかに強いので、植物は土壌に吸着されたリン酸を吸収することが困難になります。

硝酸塩イオンは土壌中の粘土鉱物や腐植物質に起因する正の荷電によりイオン交換反応で保持されています。アロフェンという粘土鉱物や腐植物質中のアミノ基が正の荷電の給源

となります。これらと硝酸塩イオンの結合力は弱いので、作物は硝酸塩を吸収することができます。

硝酸塩イオンの吸着を実験される場合は、ブランクの測定もされることをお勧めします。それは土壌中に始めから硝酸塩イオンが高い濃度で存在している場合があり、その場合、添加量よりも多くの硝酸塩イオンがカラムを通過した溶液中に検出されるようになります。

研修の際に、リン酸とアンモニウムについてはブランクからの溶出は無視していると言いましたが、実際は、とくにアンモニウムは土壌中に多く含まれている場合があるので、ブランクの実験もされることをお勧めします。

土壌とイオンの吸着について、実験を準備していただきありがとうございました。十勝は畑作が盛んであり、自分でも家庭菜園で野菜などを栽培していますので土壌の性質については特に施肥や野菜の病害虫との関連に関心がありました。

今回は2種類のイオンの吸着について実験を通して学習しましたが、まず土壌に吸着されるということ自体、新鮮なことでありました。土壌の理化学的な性質だけでなく、吸着によってさらに土壌の性質が複雑になっていくところに

この分野の奥深さを感じた次第です。

また地域・流域によって、沖積土壌と火山灰による土壌の違い、その由来による肥沃さの差異などが

作柄や作付け作物など、関係していることもおもしろく感じました。

私がすんでいる芽室周辺は、窒素の吸着が少なく、リン酸の吸着が多いようです。

どの地域も同じように肥料を施してしまうと、地下水や河川の汚染につながる危惧を感じました。

とくに有機農法などで牛糞堆肥をまいていますが、アンモニウムイオンの吸着が少ない土壌では地下水や流域の河川が汚染される心配があると思います。施肥の時期や量、回数など、土壌によって対応しなければならないのだと思います。

白樺高校（芽室）の先生で帯広の森周辺の明渠排水路の水質を調べているか違いましたが、窒素が多いことを指摘したことを思い出しました。

今回は実験の準備からいろいろとお世話になりました。ありがとうございました。

以上です。

帯広柏葉高校 M. N.

N. 先生

コメント有難うございました。

私も大学の畑や自分の家の庭で作物栽培を楽しんでいますが、経験は全くないので失敗することや、初めて気づくことが多いです。

利別川流域と札内川流域は同じ沖積土でも土壌の性質が全く異なっています。

これは札内川流域の土壌が花崗岩由来の酸性の岩石の風化物と火山灰に由来しているのに対して、利別川流域では海成堆積物由来の塩基に富んだ母材から土壌が生成しているためです。

肥料と家畜糞尿による窒素富栄養化と溶出は深刻ですね。土壌有機物は一応アンモニウムイオンを吸着する能力を持っていますが、酸性化が進むと有機物中のマイナスの荷電が消失し、アンモニウムを保持できなくなります。十勝の土壌は比較的土壌有機物に富んでいますが、pHが低いとその陽イオン吸着能力を発揮することができません。硝酸塩イオンの溶脱も深刻です。売買川、帯広川、機関庫川などの畑の中を流れる川の硝酸塩イオン濃度はかなり高いそうです。

お忙しい中、準備も含め、長時間にわたる実験実習を実施していただきありがとうございました。

土壌の違いからどのような肥料に対する感度の違いが生じるのか、少し実感することができました。

実験では、普段使うことのない機器も体験でき、楽しかったです。

時間の制約も大きかったとは思いますが、試料の調製の段階ではあまり精度にはこだわっていないように感じました。

どの程度の精度が期待でき、どのくらいの誤差が許容されるのか。また、実験結果の再現性はどの程度なのか。

機会があれば教えてほしいと思いました。

北海道芽室高等学校 T. S.

S. 先生

コメント有難うございました。

時間の制約があったためかなり慌ただしい実験実習になってしまいました。

可能ならばこの実験は2回に分けて、1回目はカラムからの肥料成分の溶出、2回目は溶出した溶液中の肥料成分の定量を行うと良いと思います。

土壌分析の項目で陽イオン交換容量を測定する際にもカラムを用いますが、その際に溶出の速度は4時間以上かけてカラムを溶出液が通過するようにすることという指示が書いてあります。

今回、アンモニウム定量はパックテストで行いましたが、パックテストでも慣れてくればかなり再現性の高い定量を行うことができ、分光光度計で吸光度を測定しても直線的な検量線を得ることができます。

今回の実習では検量線用の標準溶液の発色も何人かの先生方に手分けして行って頂きましたが、1人の人が行えばもっと直線的な検量線が得られたと思います。

また、発色操作から分光光度計での測定までの時間も短めであったと思います。

実験操作はいろいろな点で簡略化していました。正確な実験結果を得るためにはブランクの測定も行うべきだったと思います。カラムに充填した土壌からの肥料成分の溶出に費やす時間も、土壌試料ごとにバラバラではなくある程度揃えたほうが良いと思います。また肥料成分を添加する方法についても、今回は最初に5 mLに溶かして添加しましたが、50 mLに希釈してから溶出したほうが良かったと思います。

条件を揃えるためには、カラムを用いた方法ではなく、三角フラスコやポリびんのなかで一定時間土壌と肥料溶液を反応させてからろ過する方法も可能だと思います。

今回の実験の再現性につきましては、過去に3回、1年生の学生に対して実習を行ったことがありますので、その際のデータと今回のデータを比較してみました。

再現性はそれほど高くはありませんでしたが、まあまあ結果とみることも可能かと思います。比較の図はこの文章の最後に載せさせていただきます。

実験を通してN、Pの振る舞いについて理解することができました。

簡便な比色法でも実験できるということで、教材研究の資となりました。

ありがとうございました。

北海道幕別高等学校 T. K.

K. 先生

コメント有難うございました。

パックテストは、他の試験紙による方法と比較してもかなりお値打ちで、分光光度計と組み合わせれば半定量的に用いることができます。

試薬の調製の手間もいらず、危険性も少ないです。

分担してデータを出す実験だったので、結果がどう出るか心配でしたが、火山灰の特徴が数字となって表れたことに感動しました。

日常「土」に触れることもあまりなかったのですが、
作物を育てたり、十勝の大地を見て、
先生の講義で学んだことを思い出しています。
ありがとうございました。

(土の標本?の作り方も初めて知る事でした。)

北海道幕別高等学校 A. Y.

Y. 先生

コメント有難うございました。

土の標本もかなり簡単に作成できるようになりました。

あとでゆっくりと見返すことができるので便利です。

資材はたくさんありますので、穴を掘る機会がありましたらお申し付けください。

帯広畜産大学 筒木先生

ご連絡ありがとうございます。

実験のまとめを拝見いたしました。

アンモニウムイオンを吸着しやすい土壌は

リン酸イオンを吸着しにくいのですね。

陽イオンと陰イオンなので当然なのかもしれませんが。

参加した先生方にもお伝えし感想も集約いたします。

私個人の感想を述べさせていただきますと、

1 肥料成分がごく微量で実験を行うのが意外でした。

濃度が上がると吸着率がどのように変化するのか？

ppmオーダーの成分のうち50%を吸着するという能力は
農業にとっていいのかよくないのか？

2 高校で実験を行う場合の実施方法

分光光度計とパックテストを使用しないで

NH₄⁺とH₂PO₄⁻を定量できる方法があれば

と思いました。ビュレットを使って滴定するような
イメージです。

3 土壌の見分け方

土壌A層、B層、C層の分類については
高校の地学で学習する単元に扱われていますが、
あまり専門的ではありませんので、
説明していただけで大変勉強になりました。
岩石や土壌などの判定は門外漢にはなかなか難しいです。
今回使用した8種類の試料の特徴はテキストに
記載がありましたが実物と結びつけることが
少々難しかったです。

今後ともよろしく願いいたします。

幕別高校 T.A.

A. 先生

コメント有難うございました。

1. 特にアンモニウムの場合、50%しか吸着しないということは50%ちかく作物に吸われないで無駄になり、環境汚染にも結びつくことを意味しているので、吸着の割合が大きくなるような施肥をこころがけるべきだと思います。

今回土壌に添加した窒素の量は10アール当たりでは200kgに相当し、かなり多量の施肥量に相当します。これだけ多量の窒素を一度に添加すると、かなりの部分が溶脱し、環境汚染をもたらします。

2. 実験でかなり多量の肥料成分を添加したと申しましたが、それでもppmレベルでの分析となります。分光光度法はかなり感度が高いので、ppmレベルの分析に適していると思います。

微量な分析や弱酸・弱塩基の分析では、容量法の適用は困難だと思います。

3. 土壌断面の層位や土壌を構成する火山灰の見分けかたは、非常に難しいと思います。今回の実習で用いた土壌も、場所が異なるばかりでなく、断面中の層位も異なっていたので、説明の文章や表の説明だけからは理解が困難だったと思います。しかし、今回見て頂いた土壌断面標本からは、表層に有機物に富んだA層があり、下層に風化や土壌化があまり進行していないC層があり、それらの中間にB層らしい層位があることは

理解していただけたことと思います。専門家でなければ、このくらいの理解で十分だと思います。

4. 今回の実験結果ではアンモニウムの吸着能とリン酸の吸着能の間に負の相関が認められましたが、これは特徴的な2種類の土壌（沖積土と火山灰土）を試料に用いたためだと思います。もっと様々な種類の土壌を用いたらどうなるかは興味あるところです。またアンモニウムの吸着とリン酸の吸着は全く別のメカニズムで起こることなので、両者の間に密接な関連性があるわけではありません。

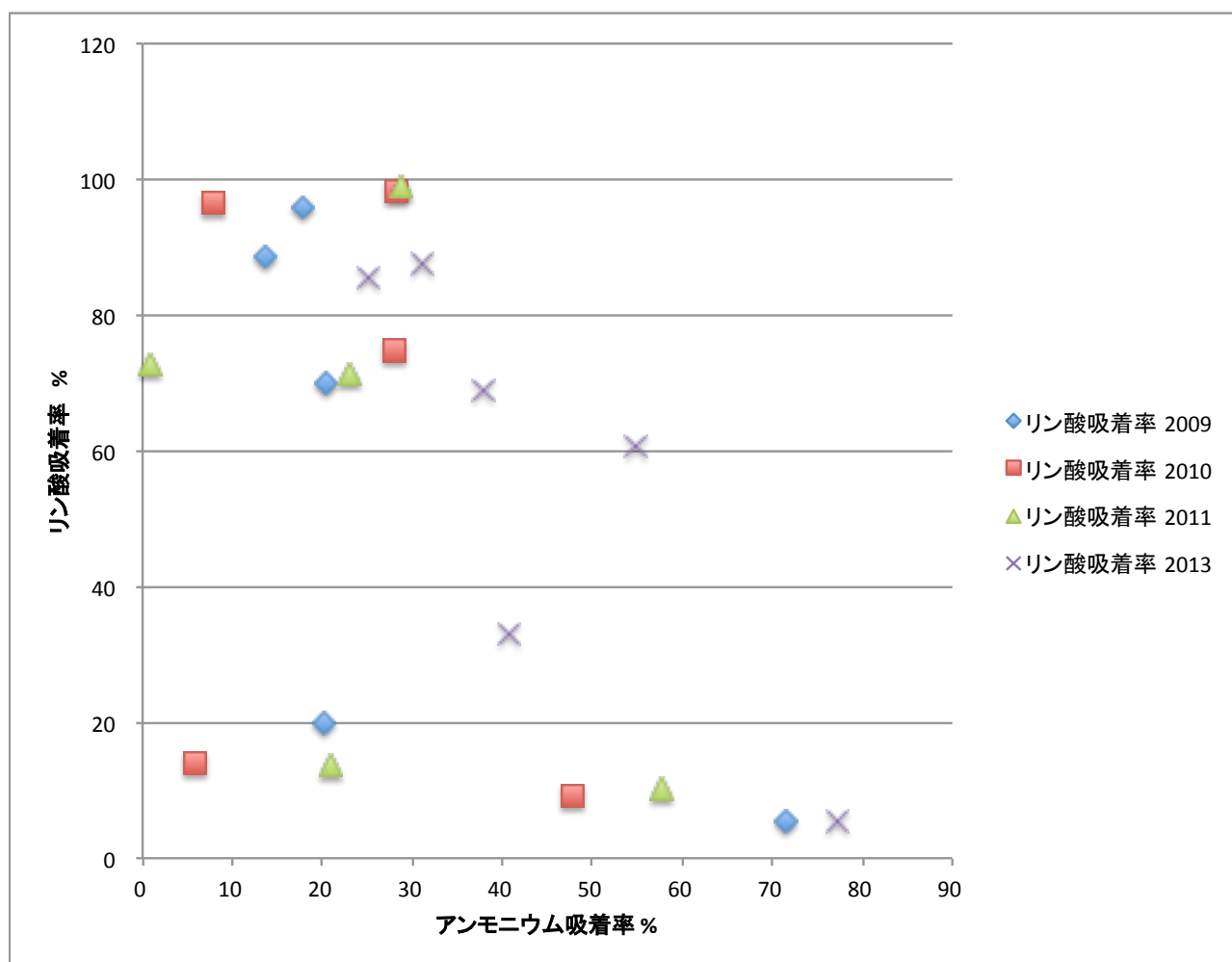


図1. アンモニウム吸着率とリン酸吸着率の関係

過去の学部1年生の実習結果と重ね合わせて表示した。今年の結果が特に両者の間に特に高い負の相関を示している。他の年度でも間違いらしい測定結果を除けば負の相関が認められた。

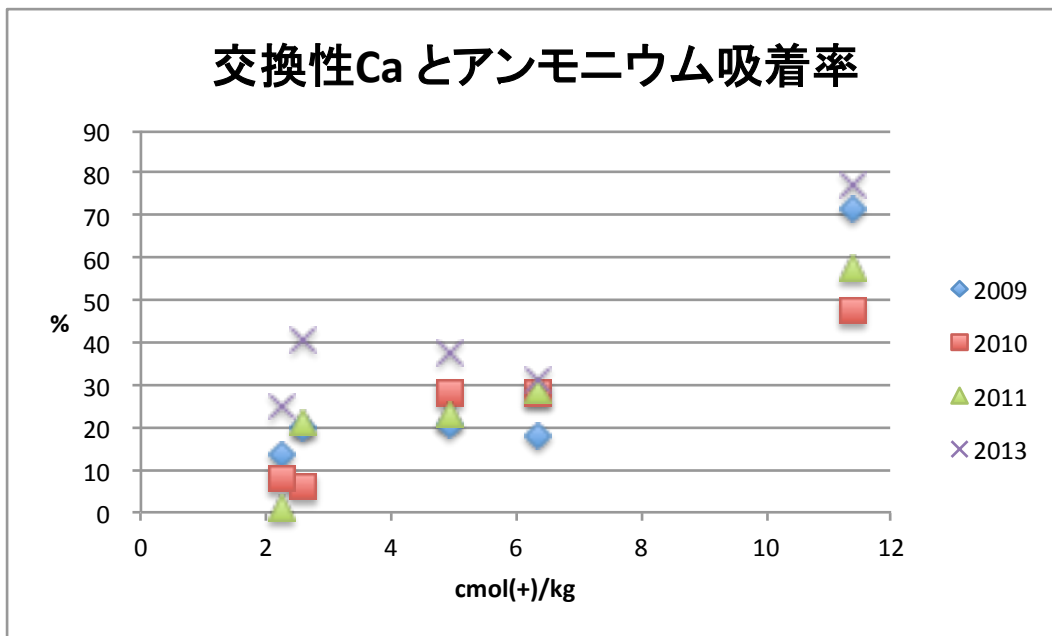


図2. 交換性カルシウムとアンモニウム吸着率の関係

両者の間には正の相関が認められる。カルシウムもアンモニウムもともにイオン交換反応によって土壌に吸着しているため。

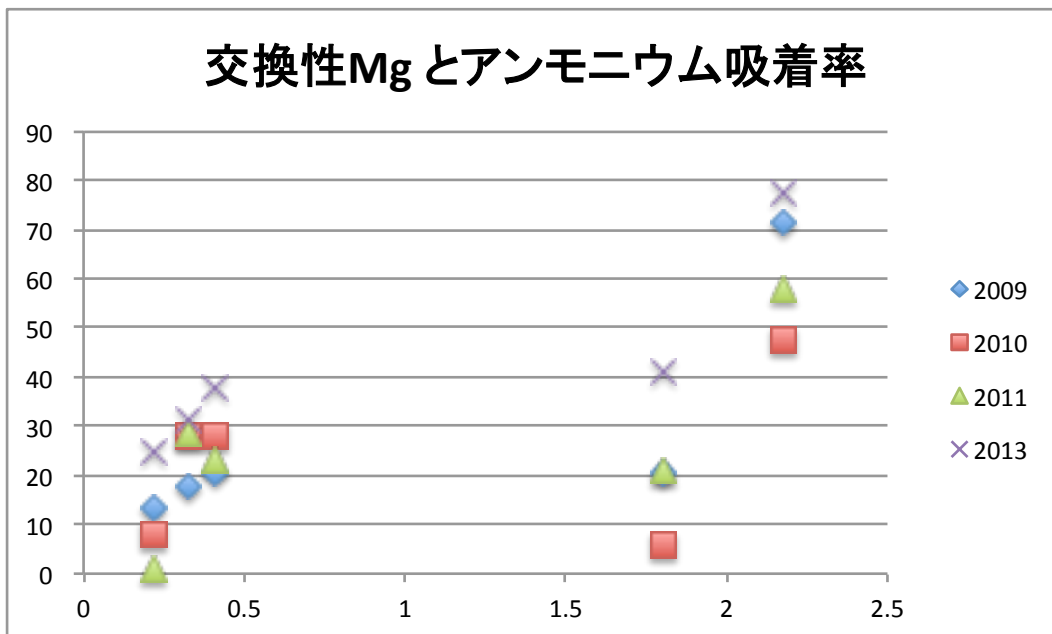


図3. 交換性マグネシウムとアンモニウム吸着率の関係

1点例外的なプロット(滝川)が認められたがその他の土壌では両者間に正の相関が認められた。

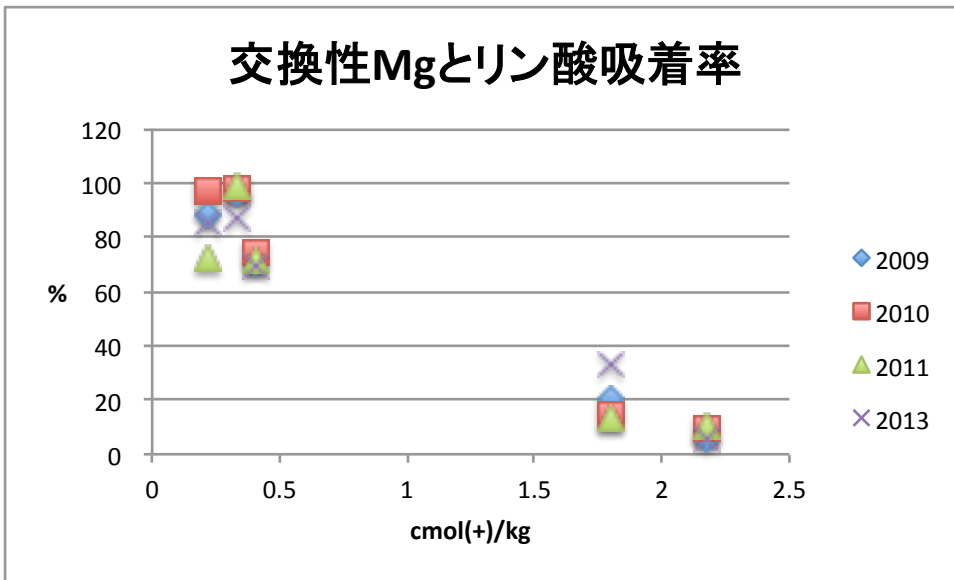


図4. 交換性マグネシウムとリン酸吸着率の関係
両者に非常に高い負の相関がみとめられた。この理由についてはよくわからない。

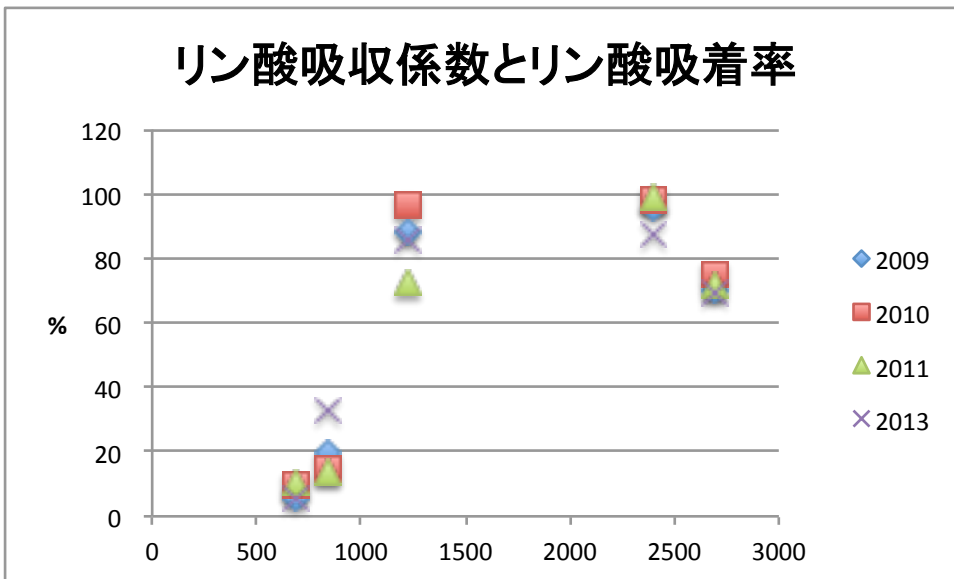


図5. リン酸吸収係数とリン酸吸着率の関係
リン酸吸収係数が1200以下では、リン酸吸収係数の増大にともなってリン酸吸着率も著しく増大したが、1200以上ではいずれの土壌も非常に高いリン酸吸着率を示した。リン酸吸収係数が1500以上の土壌は典型的な火山灰土であるので、リン酸吸着率が高い値を示したものと考えられる。

