

栃木県における火山灰土壌の改良〔昭和46年度農業技術功 労賞受賞記その1〕

誌名	農業技術
ISSN	03888479
巻/号	271
掲載ページ	p. 29-33
発行年月	1972年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



栃木県における火山灰土壌の改良

—昭和46年度農業技術功労賞受賞記 その1—

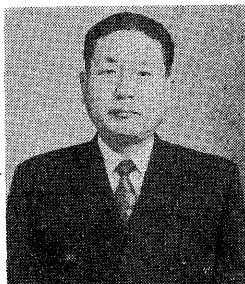
土 山 豊

まえがき

このたび思いがけなくも、昭和46年度農業技術功労者としての表彰をいただいたことは、身にあまる光栄であります。もとより、この栄誉は私1人のものではありません。関係の方々が今日まで力をあわせて、土壌の改良に努力してきた労に与えられたものと思います。ここに皆さん方とともに、喜びをわかちあいたいと思います。

なおこの機会に、私たちの仕事に対して、ご指導とご協力をくださいました方々に、心から厚くお礼を申し上げる次第です。

本誌編集部から、みだしの
 ような題で執筆するように依頼をうけましたが、もとより浅学非才でありますので、うまくまとめることができないかもしれませんが、私たちがやってきました仕事の一部を紹介して、その礼を果たしたいと思います。



第1図 筆者近影

1. 研究の経過と成果の概要

栃木県は日本列島のほぼ中央部にあり、自然条件と社会条件も全国の平均をとったようなものである。しかし、関東平野が山地にうつりかわるところにあって、北に高く南に低い傾斜地が広い。気候は表日本型であるが、内陸性で、また夏は雷雨が多い。とくに那須火山脈が県の北部3分の1を北東から南西に走り、那須、



第2図 栃木県黒ボク土分布

高原、日光などの諸火山群が噴出し、その火山灰が山地、丘陵地、台地などを広く被覆している。

このような自然条件が土壌の性状を特徴づけて、本県の農業形態に強く影響してきたと思われる。

栃木県農業試験場の試験研究も、火山灰土壌での農業に重点がむけられてきたことはいうまでもないが、ここでは私たちが関係してきた最近の試験研究（施肥改善、低位生産、地力保全など）の中から、火山灰土壌についての調査研究と土壌改良のおもなものについて経過と成果の概要を紹介したい。

1) 水田 火山灰水田土壌の一般的なこと：県内の水田土壌を類型別にみると、黒色土壌（腐植質火山灰土壌、一名黒ボク土ともいう）が全体面積の半数以上を占め、最も広く分布している。

また、ここ10年間に畑地や林地から開田されたところが広く、これらの大部分は丘陵地や台地上に分布している、土壌調査がすすむにしたがって、黒色土壌の占める面積比率は、いっそう増加する傾向にある。

県内の水田土壌の生産力可能性を、地力保全調査方式によって分類してみると、

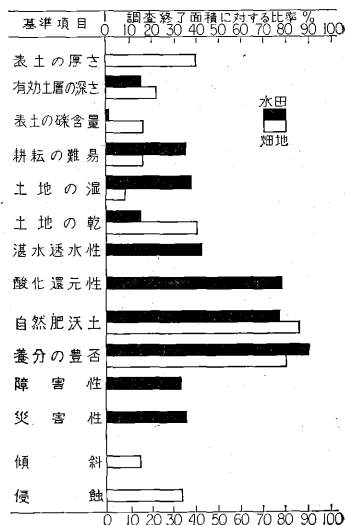
I等級、土壌からみて良好な水田

：ほとんどない。

II等級、土壌からみて問題が若干ある：全体の77%

III等級、土壌からみて問題がかなりある：全体の23%

このようなII、III等級になるわけをほりさげてみると、土壌の肥沃度、養分状態、酸化還元性などがとくに劣悪であることがわかった。とくに肥沃度や養分状態が劣悪であることは、黒色土壌に由来しているものであることがわかつ



第3図 栃木県内水田および畑地土壌のII、III、IV等級基準項目別面積比率

た。

たとえば、土壌がアンモニア態窒素などの養分を保持するはたらきは、腐植と粘土がその役目を司るものであるが、火山灰が風化してできた粘土（アロフエン）や火山灰土壌中の腐植は見かけ（実験室ではかった塩基置換容量）ほどその機能は強くない。したがって、丘陵地や台地上の漏水性の黒色土壌では、アンモニア態窒素の流亡がはなはだしい。

また磷酸肥料の効きめを弱める作用（磷酸固定力といい、実験室では磷酸吸収係数としてはかる）が強く、有効態磷酸含量が少ない。火山灰の中には、もともと磷酸を含む鉱物はほとんどないといわれる。したがって、いままで管理の悪かった畑地や不良な原野からの開田地、または下層土が地表に露出した圃場整備田などでは、作土中に有効態磷酸がほとんど含まれない状態である。また熟田でも、黒色土壌では作土から下の層には、有効態磷酸含量はきわめて少ないのが実態である。

このようなことがら、栃木県の稲作が肥料の消費量が多い割合に、単位面積あたりの米収量があがらなかった原因の1つであるとされている。

開田地の生産力増強：熟田の条件の1つとして、窒素や磷酸などが潜在地力として作土中に蓄積し、澁水によって有効態養分として発現する可能量が、ある一定レベル以上に達していることであるといわれる。黒色土壌についての調査では、いままでの土壌管理方法（慣行）では、開田してから熟田に達するには、窒素地力からみると約10年以上、磷酸地力からみると約30年以上を必要としていたことがわかった。

昭和30年ごろから那須野カ原を中心に、開田による水田作規模拡大の気運が高まってきていたが、水稻に赤枯

症状（一名開田病ともいわれた）が発生し、そうでなくても全般に分けつ不良で収量があがらないため、昭和35年ごろには、農家の開田意欲も一時低下したほどであった。

昭和38年から開田地の生産力増強に関する研究に着手し、まず手はじめとして、赤枯の実態調査と改善対策試験を行なった。この調査と試験の結果から、品種や透水性の問題が重要であるとともに、磷酸肥料を多量に施すことによって、赤枯を軽減するばかりでなく、生育収量への効果がきわめて著しいことがわかった。

翌年度からは磷酸施用量試験を開田後の年数の異なる水田別実施し、また丘陵地での下層土露出開田地での地力対策試験、さらには土壌改良後の施肥試験などの研究を進展させた。

このような一連の研究から、つぎのような結論を得た。

(1) 赤枯は、開田工事に大型機械を使うため、土層が固まり、透水性が悪くなったところに発生する。

(2) 作土中の有効態磷酸含量が、乾土100gあたり10mg（以下養分含量はこのように表わす）以上になるように、熔成磷酸を多量に施し、最高分けつ期に水稻の葉身中の磷酸含量が乾物中0.5%以上に高まるようにすると、赤枯の発生は軽くなり、生育が促進し、有効分けつが多く確保でき、米の増収が著しい。

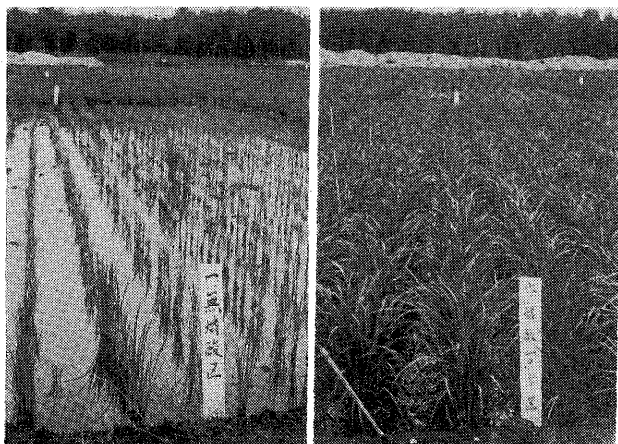
(3) 作土中に有効態磷酸を10mg以上に富化させ、その状態を永く持続させるためには、磷酸吸収係数の10%飽和量に相当する磷酸成分を、熔成磷酸で施せばよい。過磷酸石灰を多量に施すと、かえって水稻の根ぐされをひどくするから、開田地の土壌改良資材には適しない。

(4) 開田工事のとき、下層土が著しく露出した水田では、堆きゅう肥、青刈ライムギなどの鋤き込み、大谷石粉の客入などを行なうと、水稻の生育収量への効果が大きい。

(5) 開田地では、土壌改良後は一般に、窒素および加里は増減の必要性は少ない。なお地力差や透水性の差による生育ムラがあるので、これを直すための追肥は必ず行なう。水管理はとくに入念に行なう必要がある。

2) 畑地 火山灰畑土壌の一般的なこと：県内の畑地土壌の約70%は火山灰土壌である。また火山灰土壌だけについてみると、約85%は表土が黒色の腐色質火山灰土壌（黒ボク土）で、おもに丘陵地や台地上に分布している。

畑地土壌の生産力可能性を地力保全調査方式によって分級してみると、



無磷酸区 磷酸多施用区
第4図 開田地土壌改良試験（平地林からの開田地）

- I等級，土壤からみて良好な畑地：ほとんどない。
 II等級，土壤からみて問題が若干ある：全体の約1/3。
 III等級，土壤からみて問題がかなりある：全体の約2/3。

このようなII等級とIII等級との割合は，ちょうど水田の場合とは逆の関係にあるが，水田の場合と同じように，肥沃度と養分状態にもっとも重大な問題があることがわかった。

すなわち，磷酸固定力が大きく，有効態磷酸含量が少なく，土層の塩基状態が不良で，置換性石灰や苦土含量が少なく，酸性が強い畑地が広いということである。



慣行区 磷酸多施用区
 第5図 夏きゅうり作畑土壌改良試験

火山灰畑地土壌の生産力増強：このような劣悪な畑地土壌を改良するため，栃木県産の苦土炭カルを用いた反応矯正と塩基（石灰と苦土）補給に関する試験，また熔成磷肥を用いた磷酸富化に関する試験を，県内各地の代表的な火山灰土壌について現地試験を重ねた。その経過と結果は要約つぎのとおりである。

(1) 反応矯正と塩基補給。いままでの酸性土壌改良用としての石灰の施用量は，置換酸度中和量とか緩衝曲線法などの方法によってきめられてきた。ここではさらに，塩基飽和度，置換性石灰含量や苦土含量のような，養分の絶対量までを考えた施用量を検討することにした。

たとえば，腐植の多い火山灰土壌では，土壤中に置換性の塩基含量が相当程度あっても，塩基飽和度が相対的に高くならないので，多量の石灰肥料を施さないと反応矯正が困難である。またその反対に，腐植の少ない火山灰土壌では，塩基飽和度や反応矯正は充足されても，養分としての置換性塩基の絶対量が不足であるという場合があることがわかった。

したがって，石灰質の土壌改良資材の施用量を算出するためには，以上のようなことを十分に考慮して，さら

にはつぎのように，栃木県産の苦土炭カルの効果をも加味する必要がある。

試験結果を総合して要約してみるとつぎのようなことがいえる。

① 苦土炭カルを施すと，土壤の酸性はどの程度なおすことができるか。畑地の面積10a，土層の厚さ15cmに対して，苦土炭カル100kgあたりの酸性（水浸pH）矯正程度は，腐植にすこぶるとむ火山灰土壌で0.1ないし0.15，腐植にとむ火山灰土壌で0.3ないし0.35である。

② 苦土炭カルを施すと，土壤の石灰や苦土の含量をどの程度ふやすことができるか。①のような条件では，乾土100gあたりの置換性石灰含量は50ないし60mg，苦土含量は15ないし20mg増加し，苦土炭カルの保証成分がそのまま有効にはたらくことができる。

このような結果をもとにして，後で述べるような土壤診断にもとづく土壌改良基準としての苦土炭カル施用量算出基準がきめられたわけである。

(2) 磷酸富化。県内の火山灰土壌畑地について，いわゆる地力が高い低いということの内容調査を行なった結果では，作付様式や土壌管理などの集約化と密接な関係があり，土壤の化学性の良否が，地力の高低とよく対応していることがわかった。とくに活性アルミニウムの多少が1つのきめ手となることがわかった。

たとえば，地力が低いといわれる畑地では，作土中の活性アルミ（実験室では2分の1規定の醋酸溶液で浸出する）が200mg以上あるのに比べて，地力が高いといわれる畑地では，30mg程度に低下している。

このようなことから，活性アルミ含量を少なくさせ，作物収量を高める方法について試験研究を重ねたが，酸性の改良とともに，磷酸質肥料を多量に施すことによって，その目的が達せられることがわかった。すなわち，活性アルミの50%当量の磷酸成分を熔成磷肥で施すことが，もっとも効果的かつ経済的である。

その後，活性アルミの測定は面倒であるので，その代わりに方法として，磷酸吸収係数の飽和量を基準としても同じような結果が得られることがわかった。すなわち活性アルミに対する50%当量の磷酸成分量は，磷酸吸収係数の飽和量の5～8%に相当する。

磷酸多施用に関する試験結果を総合的に要約するとつぎのようなことがいえる。

① 作物収量への効果は，苦土炭カルで酸性改良をした標準区に比べて，磷酸多施用区では二条大麦が約1割，野菜類が約1割，青刈飼料作物が約3割の増収をした。

③ このように増収効果を示した場合，畑地面積10a，

土層の厚さ15cm, 磷酸成分量100kgあたりの有効態磷酸含量の増加量はつぎのとおりであった。磷酸吸収係数2,500ないし2,800の土壤では有効態磷酸含量5ないし7mg, おなじく2,000内外の土壤では約10mg, おなじく1,500内外の土壤では約20mg。

このような結果をもとにして、後で述べるような土壤診断にもとづく土壤改良基準としての溶成磷酸施用量算出基準がきめられたわけである。

2. 土壤診断と土壤改良基準の設定

以上のような研究の結果を普及奨励にうつすため、現場の指導者が利用できるような方式で、土壤診断と土壤改良の基準をつぎのように設定した。これらの基準は後で述べるように、栃木県が昭和41年度から展開した土壤改良に関する事業の推進に役立った。

1) 水田土壤の診断と改良基準 診断：火山灰土壤の水田と、とくに開田地や圃場整備に対しては、赤枯症状(開田病)の発生や生育むら、または収量とともにも密接に関係する重点項目として、透水性と磷酸肥沃度を診断の必須項目として選んだ。

(1) 透水性。まず開田や圃場整備の工事をよく観察しておく。とくに土層の移動攪乱、機械走行による土層の圧密状態に着目しておく。工事終了直後、前の観察から問題となりそうな場所については、とくに綿密に簡易試坑による土壤断面の調査を行なう。この場合、表土処理がどうなっているか、作土となる部分とその直下層の固さはどうかについてはよく調査する。

透水性は土壤密度(山中式硬度計)と現地容積重(美園式)の測定から判定する。

(2) 磷酸肥沃度。土壤断面調査のときに採土した試料について、磷酸吸収係数と有効態磷酸含量を測定する。

対策：上記の診断結果を判定して、透水性改良、磷酸富化、品種選定、施肥合理化、水管理などの対策をたてる。

(1) 透水性改良。土層を固めないためには、土壤が湿潤なときに不必要に大型機械を走行させないことであ

る。もし土層の圧密がはなはだしい(密度20mm以上)場合にはつぎのような対策をとる。

深さ20cm程度のプラウ耕を行なう。また深さ40cm, 幅1ないし1.5mの心土破碎耕か弾丸暗渠を行なうと効果的である。いずれにしる、水稻の生育最盛期の1日あたりの減水深が20ないし30mm程度がのぞましい。

(2) 磷酸富化。作土の有効態磷酸含量が10mg以上(多収田目標は15mg以上)になるように溶成磷酸を施す。

水田面積10a, 土層の厚さ15cmの黒色土壤(現地容積重が100ccあたり65g)において、有効態磷酸含量1mgを富化させるには、つぎのとおり溶成磷酸を必要とする。

溶成吸収係数2,000以上で60kg以上, 1,500ないし2,000で45kg, 1,000ないし1,500で30kgである。したがって、改良する土層の厚さ、土壤の現地容積重により、施用量は加減するものとする。

なお簡便法として第1表のとおり基準を用いることができる。

いずれにしても、改良資材が多量になるため、散布機を利用して省力化するとともに、資材が作土に均一に混ざるためには、田面をあらかじめ均平にしておくことが必要である。

(3) 土壤改良後の肥培管理。腐植の多い土壤では溶成磷酸を多量に施すと、潜在窒素地力の有効化が促進されるので、初作目はとくに窒素の増施の必要はない。しかし生育むらをなおすための追肥は必要である。

2作目からは堆きゅう肥の増施、窒素の増施と施肥配分を行なう。3ないし4作目からは珪酸質肥料を施す。磷酸と加里は標準量を施す。

腐植を欠く下層土が地表に出た場合は、以上の対策のほか、堆きゅう肥の増施、青刈ライムギの鋤き込み、大谷石粉の客入を行なう。

2) 畑地土壤の診断と改良基準 診断：県内の畑地のうち、とくに火山灰土壤は診断の対象とする。地力保全調査結果から緊急に改良を必要とされた地区、圃場整備または生産団地造成計画地区、何らかの作物生育障害の発生地区などは重点診断地区とする。

これらの地区について、生産集団、農研クラブ、4Hクラブ、部落などの単位ごとに診断計画をたてる。

測定診断室においては、迅速機器分析により、現場では簡易検定器を用いて診断を行なう。

項目は簡易試坑による土壤断面調査(とくに土層の厚さ、密度、容積重)、

第1表 磷酸質土壤改良資材施用量基準

土 地 状 況	作土の有効態磷酸	磷酸の算出基準	磷酸 2000 程度の作土15cm 10a 当りの溶成 磷酸
山林からの新規開田	欠く	磷酸の10%相当量	1,000 kg
畑地からの新規開田, 開田後1~2年目の水田, 旧田圃場整備による下層土露出水田	2 mg 以下	同じく5~10%	500~1,000 kg
開田後5年目程度の水田	2~5 mg	同じく3~5%	300~500 kg

反応、置換性石灰と苦土と加里、磷酸吸収係数、有効態磷酸などである。問題の種類と程度によっては適宜に取捨選択する。

対策：(1) 目標の設定。作土の養分状態をつぎのとおりに改良する。

普通作物を対象とする場合は、pH6.0、置換性石灰含量200mg、苦土含量25mg、加里含量15mg、有効態磷酸含量10mgとする。

野菜などを対象として肥沃度を高めるには、pH6.5、置換性石灰含量300mg、苦土含量35mg、加里含量25mg、有効態磷酸含量15mgとする。

いずれの場合も苦土：加里比を1以上とする。

(2) 改良資材の算出。以上の目標と診断結果との差を、土壤改良資材を施して解消する。そのために、つぎの順序によって施用量を算出する。

① 土壤反応と置換性石灰含量から、苦土炭カル施用量をきめる。

第2表 苦土炭カル施用量基準 (PH6.0目標, 10a当り厚さ10cmの土壤に対するkg)

測定したPHの値	腐植にすこぶる富む火山灰土壤	腐植にとむ火山灰土壤と粘質火山灰土壤	砂壌質の非火山灰土壤
4.5	400	350	300
4.8	350	320	260
5.0	300	280	230
5.3	250	230	200

注) PH6.5目標の場合はそれぞれに100を加算する。

② 磷酸吸収係数と有効態磷酸含量から、熔成磷肥の施用量をきめる。

第3表 熔成磷肥施用量基準 (有効態磷酸10mg目標, 10a当り厚さ10cmの土壤に対するkg)

測定した有効態磷酸	磷吸 2.000 以上の場合	磷吸 1.500 内外の場合	磷吸 1.000 内外の場合
0	600	400	200
1	540	360	180
3	420	280	140
5	300	200	100

注) 有効態磷酸含量15mg目標の場合は、磷吸の大きい順から300, 200, 100kgを加算する。

③ 以上で反応、石灰、磷酸の状態は充足されるが、苦土が十分か、苦土：加里比はどうかを検討する。もし苦土が不足の場合は他の苦土含量資材または苦土含有肥料を施す。加里は施肥によって調節する。

(3) 改良資材の施用方法。必要資材量の半量を畑地全面に散布し、プラウ耕を行なったのち、残りの半量を散布し、砕土耕によって土壤に混和する。プラウ耕は、普通作物では15cm、深根性作物では20cmとする。

とくに窒素については、つぎのような諸条件を考慮して増減する。

(1) 増施：腐植が少ない土壤で窒素地力が低い場合。圃場整備、深耕などにより、やせ土が地表に出た場合。土壤改良後2ないし3作目からの場合。野菜や青刈飼料作物など、肥料を多量に必要とする場合。

(2) 減施：腐植が多い土壤で窒素地力が高い場合。圃場整備地でもとの作土が厚く盛土された場合。改良資材施用後の初作目。堆きゅう肥やけいふんなどの有機質肥料が多量に施された場合。前作物の肥料の残効が多いと予想される場合。

3. 土壤改良事業の推進

戦後、耕土培養法による秋落水田、酸性土壤、開拓地土壤改良事業等が全国的にすすめられた。栃木県ではその後も、県勢発展長期計画の一環として、つぎの諸事業が展開されている。

(1) 酸性土壤改良モデル部落設置運営事業 (昭和41ないし43年, 4Hクラブに簡易酸度検定器助成)

(2) 不良火山灰土壤改良実験展示圃設置事業 (昭和41ないし現在, 年間8カ所の展示圃設置)

(3) 不良火山灰土壤改良資金融資事業 (昭和41ないし44年, 土壤改良資材購入費低利融資)

(4) 土づくり対策事業 (昭和42ないし44年, 年間10台の改良資材散布機助成)

(5) 開拓地土壤改造事業 (昭和44ないし現在, 牧草地の土壤改良資材助成)

(6) 地力保全対策診断事業 (昭和41ないし現在, 測定診断室を普及所に10カ所設置)

おわりに

この技術は普及奨励の諸施策と相ともなって、現地農家へ深く広く浸透した。とくに昭和40年代前半には、丘陵地や台地上の不毛な原野からの開田でさえ、この技術によって採算が見合うものとなり、県内全体では16,000haにおよぶ水田面積の増加があった。また畑地では、夏きゅうり、夏秋とまと、日光いちごなどで、土壤改良の成果が着々と取められている。また酪農のための牧草地の土壤改良も、広い地域にわたってすすめられている。

このたびの受賞を契機に、いよいよ思いを新たにすので、農業技術の研究に微力ではあるが、精進いたす所存であるので、各位のいっそうのご指導を、本誌をかりてお願い申し上げる次第である。

(栃木県農業試験場土壤肥料部長)