

1. 土壌診断分析法の開発

(1) 「東京農大式土壌診断システム」の開発

東京農業大学土壌学研究室は、初代学長横井時敬先生の息子さんである横井利直先生により昭和 33 年(1958 年)に創設された。横井先生は東京農大赴任前まで農林省振興局研究企画管理官として戦後の開拓事業の推進にかかわってきた。そのため、土壌学研究室創設後も主な研究内容は全国各地の開拓予定地原野の土壌調査であった。筆者らが土壌学研究室に入室した昭和 46 年(1971 年)にもその流れが続いていて、夏休みには土壌調査補助員として北海道や東北に駆り出された。毎日、竹藪をかき分けて 20 ヶ所くらいの試坑調査と土壌試料採取を行った。そのような作業が 2～3 週間続くので、調査後には数百点の土壌分析作業が待っていた。そのような状況であったため、筆者が土壌学研究室に入室する以前から分析の迅速化が検討され、さまざまな工夫が組み込まれた土壌分析法として確立されていた。その当時としては、最新・最速の分析法で、分析数も全国の大学ばかりでなく国公立の農業試験場などより断然多かった。筆者が東京農大に入学する以前には、全国各地の農業試験場の土壌担当者を集めて、土壌分析法の講習会が行われていたようである。

土壌学研究室に入室後大学院修士課程を修了するまでは、春休みや夏休みにはそのような開拓予定地の調査と土壌分析を行っていた。そのお陰で、わが国の土壌がいかに痩せた不良土壌であるかを身を以て体験でき、それがその後の土壌分析法の開発と全国各地の野菜生産地の土壌診断調査、さらには「全国土の会」の立ち上げにつながった。

東京農業大学土壌学研究室のプロフィール



横井利直先生



榎木 翠先生

- ★ 昭和33年(1958) 「東京農業大学 農学部 農芸化学科 土壌学研究室」 設立
- ★ 研究室創設当初より一貫して、「農業生産現場に密着した土壌肥料学」を实践
- ★ 平成10年、学部改組により「応用生物科学部 生物応用化学科 生産環境化学研究室」

学部名・学科名から「農」が消滅したが、それまで以上に「農」へのこだわり！

昭和 50 年(1975 年)3 月に大学院修士課程を修了後は、3 年間無給副手として東京農大に在職し、昭和 53 年(1978 年)4 月に助手に採用された。その後から開始した研究が土壌分析法の改良であった。それまでは、土壌分析用機器としては pH と光電比色計による可給態リン酸の分析のみで、他はキレート滴定法などの容量分析法とその後の原子吸光分析

が主流であった。筆者が目をつけた分析機器が ICP 発光分光分析と FIA であった。何れも高価な機器であったが、幸運にも文部省などの補助金などで入手することができたので、それらを用いて、土壌分析の迅速・精密化を図った。そして、昭和から平成に変わる頃までに「東京農大式土壌診断システム」を確立した。その頃には、「土壌調査」が「土壌診断調査」に変わっていた。ちょうど、人の「身体検査」が「健康診断」に変わった時期と同じであった。すなわち、「土壌診断」とは「土の健康診断」ということになる。

東京農大式土壌診断システム



試料採取(5ヶ所から採取、土壌スコップ)

風乾処理(35°C通風乾燥)

風乾土水分(105°C、24時間)

全炭素・全窒素(NCコーダー)



EC → pH(H₂O)

無機態窒素(FIA)

可給態窒素(FIA)

交換性Ca,Mg,K,Na,Mn(ICP) CEC(FIA)

可給態P₂O₅(FIA)

リン酸吸収係数(正リン酸法)(FIA)

可給態B・Fe・Mn・Zn・Cu(ICP)

酸分解性無機成分(ICP)

微粉碎

主成分分析(SiO₂・TiO₂・Al₂O₃・Fe₂O₃・MnO・MgO・CaO・Na₂O・K₂O・P₂O₅)(ICP)



(2) 「新東京農大式土壌診断システム」の開発

1.はじめに

わが国で土壌診断が始まってからすでに40年以上が経過しているにもかかわらず、2008年の肥料価格高騰に伴い土壌診断が一躍注目を集めるようになった。その背景には、これまで全国で行われてきた土壌診断の在り方に問題があったといわざるを得ない。

農業生産現場で行われてきたこれまでの土壌診断では、肥料や土壌改良資材の販売と絡むことが多いため、土壌養分の過剰が明らかになっても積極的な施肥削減が行われないケースも少なくなかった。さらに、そのような土壌診断では、分析が無料で行われることが多く、生産者自身が分析結果の価値を軽んじてきた傾向がある。

本来、土壌診断の役割とは、①適正な施肥管理による土壌生産性の向上と農業資材経費の抑制、②土壌環境の保全による食の安心・安全および水域の富栄養化抑制、③リン酸・カリ資源の節約・延命化、でなければならない。

筆者らは、1980年代にICP発光分析装置やFIA装置という、その当時としては最新の化学分析装置を土壌診断分析に応用して、年間に数万点の分析も可能な「東京農大式土壌診断システム」を開発し、全国各地の野菜生産地で土壌診断調査を行ってきた。それらの現地調査を通じて、年季の入った野菜畑やハウスでは交換性カリウムや可給態リン酸の過剰が目立つにもかかわらず、さらにそれらを助長するような過剰施肥が行われている実態を目の当たりにした。そこで、平成元年に農家のための土と肥料の研究会「全国土の会」(URL: <http://www.nodai.ac.jp/app/soil/>)を立ち上げ、農家に土壌診断に基づいた施肥管理を啓発することにした。現在では、全国各地に22の支部が作られ、約600名の会員が登録している。会員からの要請による土壌診断分析では、「東京農大式土壌診断システム」で18項目の分析を行っているが、全てのデータを会員に提供するには最短でも1週間程度(一度に100点程度の土壌試料を分析する場合)を要する。

そのため、数年前より土壌診断分析の著しく精度を損なうことなく、より迅速化を図るための研究を重ね、この度「新東京農大式土壌診断システム」を開発した。

2.年間十万点の分析も夢ではない「新東京農大式土壌診断システム」

「東京農大式土壌診断システム」で使用している分析装置は、土壌肥料学分野の研究機関では日常的な分析手法として利用されているが、操作が煩雑でかつ高額なため一般の土壌診断室にはほとんど普及していない。

土壌診断とは、いわば土の健康診断であり、人の健康診断と同じようなものだ。人の健康診断のための臨床分析では血液や血清、尿中の多種類の成分を迅速に測定するために自動化学分析装置という機器(写真1)が用いられている。人の健康診断に使われている分析装置が土の健康診断に使えないはずはなかろうと検討した結果、一台の装置で土壌診断分析に必要な項目の中で微量要素を除く全ての測定が可能で、測定スピードは一時間当たり240点に達することがわかった。驚くべき速さだ。このような装置を現状の土壌診断室に導入し、従来の方法で土壌から抽出した養分の測定に用いれば、それだけでもかなりスピードアップできる。



写真1 自動化学分析装置(高速土壤養分自動分析装置 SNA-24i)

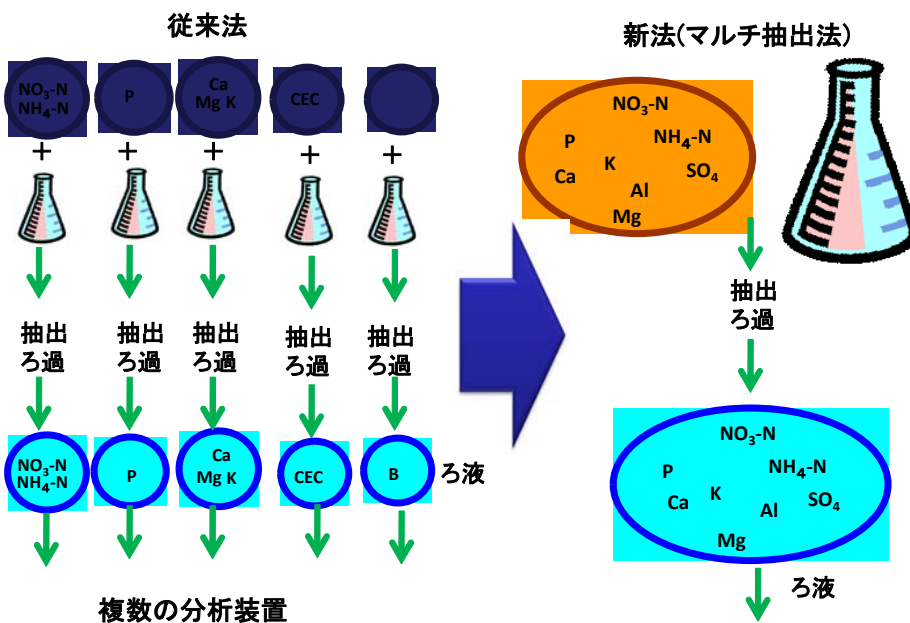


図1 従来法と新法による土壤養分抽出法の相違

しかし、それだけではこの装置の性能を十分に活かすことにはならない。従来の土壤分析では土壤中の養分をさまざまな溶液で抽出し、それを分析装置で測定することが基本となっている。現状では、養分毎に抽出溶液が違うため、同じような抽出操作を繰り返さなければならない。

そこで、一つの抽出液で全ての養分を抽出(マルチ抽出、図1)し、

自動化学分析装置にかければ飛躍的な迅速化が図れる。そのための試薬として、安価で無害、使用後も下水に流せるというコンセプトで塩化ナトリウム(食塩)を選んだ。具体的には、土壤中の養分を 5.8 % 塩化ナトリウム溶液で抽出し、懸濁状態で pH を測定する。活

性炭で処理したろ液を自動化学分析装置(写真1)にセットして、窒素(硝酸・アンモニア)・リン酸・カリ・石灰・苦土・アルミニウム・硫酸の8成分を分析する。陽イオン交換容量(CEC)と電気伝導率(EC)については、8成分の測定値から統計的に推定する。

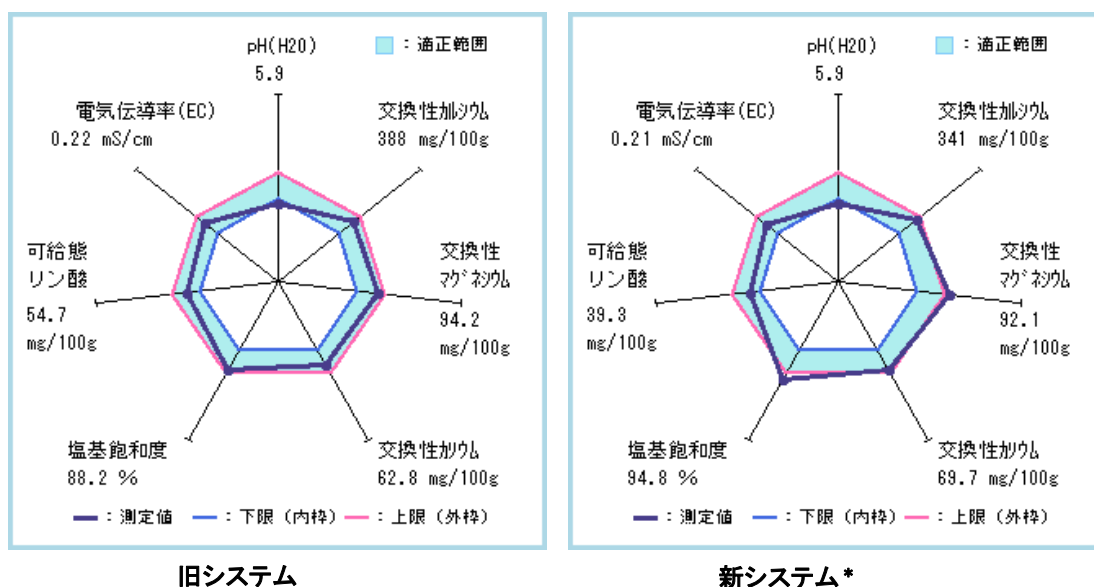
この「新東京農大式土壌診断システム」に大規模な土壌診断室ですでに使われている土壌養分抽出口ボットを導入すれば、ひとつの土壌診断室で年間十万点の分析も夢ではない。ただし、いくつかの課題も残されている。従来の「東京農大式土壌診断システム」に比べて著しく迅速化される代わりに分析精度が低下する。ただし、農業生産現場でのデータ活用に支障をきたすことはない。また、新システムは土壌養分が多い園芸土壌には最適であるが、水田や牧草地のような養分の少ない土壌には適さない。最大の課題は、新システムにより得られた測定値が従来値とは異なることだ。そのため、新しい診断基準値の設定が必要となるが、両者には高い相関性があるので、回帰式を用いて従来法の値に読み替えることもできる。

3. 「北の国から」始まった「新東京農大式土壌診断システム」

2006年の農水省の調査によると、全国に904ヶ所ある土壌診断室で分析されている土壌試料数は年間およそ50万点で、全農耕地を対象とすると9.8ha、野菜ハウスだけでも2.3haに一ヶ所の割合でしか土壌診断が行われていない。土壌診断本来の目的を果たすためには、土壌診断分析法そのものから「チェンジ」することが不可欠だ。「新東京農大式土壌診断システム」をその先駆けとしたい。

「全国土の会」では、本年4月より新システムへの切り替えを行った。その準備段階として、富良野市にある「ふらの土の会」の土壌診断調査では、2008年より従来法と新システムの両法により分析を行い、両者を比較しているが、図2のようにほぼ一致する。

「新東京農大式土壌診断システム」は「北の国から」始まった。



- ・土壌試料は、北海道富良野市山部のメロンハウスの作土
- ・新システム*では、新システムによる分析値を、回帰式により読み替えて作図した。
- ・土壌診断図の上下限値は、地力増進法の普通畑改善目標値に準拠して設定。

図2 新・旧東京農大式土壌診断システムで分析した結果を示す土壌診断図

新東京農大式土壤診断システムのフロー

★ 精密土壤診断分析法

土壤採取

風乾処理(35°C通風乾燥)

風乾土水分(105°C、24時間): 実用分析では省略

1M/L 塩化ナトリウムによる多量要素マルチ抽出

★pH(NaCl): pH(H₂O)の推定

★自動化学分析装置: Ca²⁺、Mg²⁺、K⁺、Al³⁺、NH₄⁺、NO₃⁻、PO₄³⁻、SO₄²⁻

★電気伝導率(EC): pH(NaCl)・陰イオン3成分分析値から推定

★CEC: 多量要素8成分分析値から推定



★ 簡易リアルタイム土壤診断分析法

農大式簡易土壤診断キット「みどりくん」



「高速土壤養分自動分析装置SNA-24i」については、

<http://www.fujihira.co.jp/seihin/soi/sna24i.html>

農大式土壤診断キット「みどりくん」については、

<http://fujiwara-sc.co.jp/pg132.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=2GBcUHZNsXE>

「土壤診断スコップ」については、こちら

http://www.zenpi.jp/gyokai/ronten03_03.html