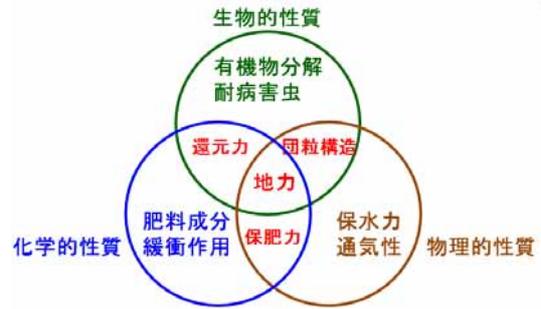


土壌肥沃度指標 (SOFIX) と栽培実験について

1. 土壌肥沃度診断 (SOFIX)

土壌肥沃度指標 (SOFIX :Soil Fertile Index) は、立命館大学生命科学部久保幹教授らが開発した生物指標による農耕地土壌の診断技術です。これまでに 200 か所以上の農地土壌を分析し、有機栽培に望ましい土壌成分の量とバランスを数値化する診断指標であり、植物生長に関する成分と物質循環に関する成分を測定します。日本、アメリカ、中国、オーストラリアに特許を出願中であり、SOFIX という名称は商標登録済みです。



農業生産では「土づくり」がもっとも重要とされています。良い土壌を作っていくためには、土壌の化学的性質（肥料成分、緩衝作用等）、物理的性質（保水力、通気性等）、生物的性質（有機物の分解、耐病虫害等）の三つ要素が整った土壌にしていく必要があります。

とくに有機栽培により高品質の農作物を生産するためには、生物的性質が重要となり、土壌微生物による物質循環 有機質肥料が分解され、植物の主要肥料成分(窒素、リン酸、カリウム)を適切な量とバランスで供給されることがスムーズにすすむ必要があります。

しかし、従来の土壌診断技術や施肥では、化学的性質しかみておらず、土壌の生物的性質、すなわち土壌微生物の働きによって土のなかで何が起きているのかを見ることはできませんでした。

そのため、化学肥料等を使わない有機農業などでは、「土づくり」は経験に頼らざるを得ず、場合によっては収量が十分に得られない、安定的な生産が出来ない等の問題が指摘されてきました。

新たに開発したSOFIXは、土壌中の微生物量や微生物による窒素循環活性、リン循環活性などを数量的に表すことで従来の技術では困難であった生物的分析を行えるようにして、有機肥料を用いた「土づくり」の科学的な処方箋を出すことを可能にしました。

具体的には、次のような指標で生物的性質を見ていきます。

総微生物量

SOFIX では、土壌 1g 中に何億個の微生物がいるかを示します。

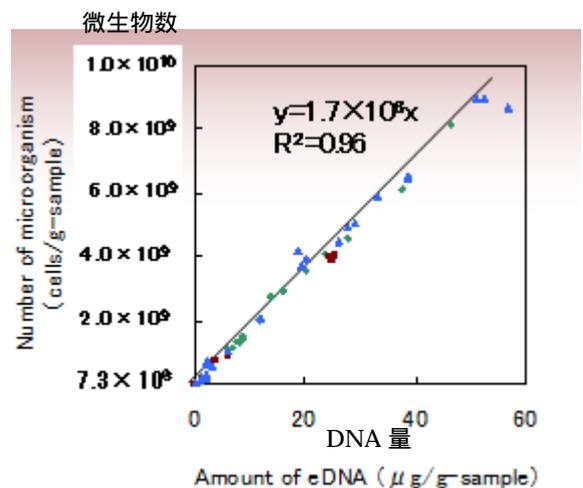
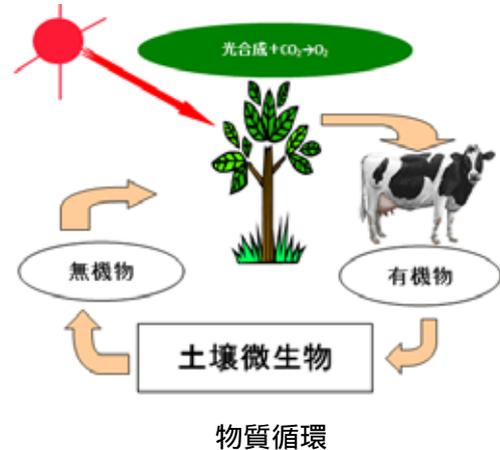
土壌中から微生物の DNA を抽出し、その DNA 量を指標として微生物量を測定する方法を用いています。これを環境遺伝子(eDNA) 解析法といいます。

土壌中の微生物の総数を測定する方法として、従来は、「平板培養法」と「DAPI 染色による顕微鏡観察法」の二つの方法がありました。

しかし、「平板培養法」は、培養できない微生物 (VBNC)は測定できない、微生物を培養しなければならないため時間がかかる等の問題がありました。

「DAPI 染色による顕微鏡観察法」は、土壌環境の生菌の数を正確に測定出来ませんが、実験作業が煩雑でした。

久保教授らが独自に開発した eDNA 法では、培養できない微生物 (VBNC)も正確に測定でき、より簡便な測定が可能となりました。



窒素循環活性

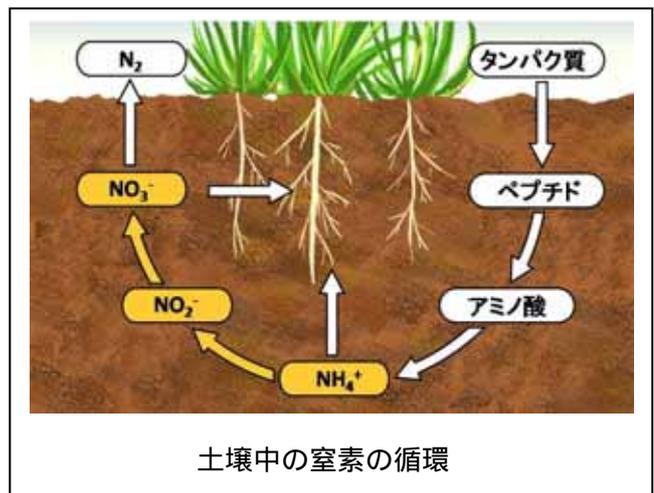
土壤に施肥されたタンパク質などの窒素有機物は、微生物によってアンモニア態窒素 (NH_4^+)

亜硝酸態窒素 (NO_2^-) 硝酸態窒素 (NO_3^-) と分解されます。その過程で重要なアンモニア酸化活性 ($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^-$)、亜硝酸酸化活性 ($\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$)、さらに微生物量を測定します。その値から土壤が持つ“窒素有機物を硝酸態窒素に変換する力”を評価します。

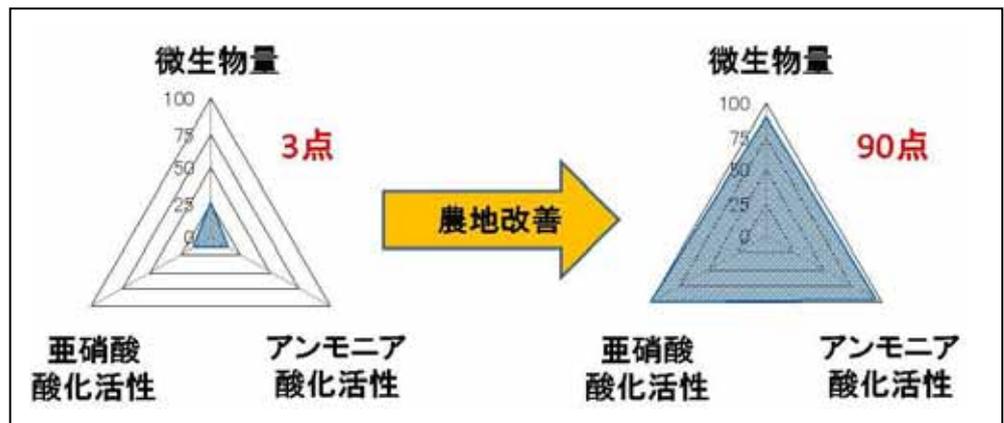
具体的には、三角形のレーダーチャートにして定量化します。三角形の頂点が先ほどの eNDA 法で測定した総微生物数です。そして三角形の右下が、アンモニア酸化活性、左端が亜硝酸酸化活性です。

これにより、三角形の面積が大きい右のような土壤が、窒素循環が活発であることを示します。

左のような図だと、微生物数も少ないし、アンモニアから亜硝酸への分解が進んでいないことも明らかになります。



土壤中の窒素の循環



リン循環活性

土壤中のリン循環においては、施肥された有機態リン酸から植物が利用できるリンへの変換が律速となっています。そこでフィチン酸とよばれる“有機態リン酸を変換する力”を評価します。

農家等から土壤診断の依頼があると、大学では約2週間で土壤の分析を行い、下記のような SOFIX 診断書を返します。

土壤肥沃度診断 (SOFIX)

試料名: 例-2 (改善が必要な例)

※別紙および評価

植物生長に関する成分の実測値			
測定項目	検出値	実測値	評価
硝酸態窒素 (mg/kg)	50 ~ 200	0	↓
水溶性リン酸 (mg/kg)	50 ~ 200	0	↓
水溶性カリウム (mg/kg)	50 ~ 200	0	↓

物質指標に関する成分の実測値			
測定項目	検出値	実測値	評価
C/N 比	4 ~ 6	8	↑
全炭素 (mg/kg)	10,000 ~ 60,000	5,000	↓
全窒素 (mg/kg)	6,000 ~ 12,000	600	↓
全リン酸 (mg/kg)	2,000 ~ 4,000	700	↓
全カリウム (mg/kg)	2,000 ~ 4,000	900	↓
窒素循環活性評価値	60 点以上/100 点	20	↓
総細菌数 (億個/g)*	8 以上	2	↓
アンモニア酸化活性 (点)	60 点以上/100 点	30	↓
亜硝酸酸化活性 (点)	60 点以上/100 点	40	↓
リン循環活性評価値	60 点以上/100 点	10	↓

* 農地土壌総細菌数の平均値は 8.0 億個/g (8.0×10^8 cells/g) である。

データベースに基づいた評価

総細菌数の相対的位置 (測定した試料中の総細菌数は赤色で表示)

窒素循環活性の評価

窒素循環活性評価値の相対的位置

リン循環活性評価値の相対的位置

2. 明日の農と食を考える研究会

2010年6月には、このSOFIXの普及を目指して「明日の農と食を考える研究会」(約20社、会長=森建司・新江州株式会社取締役会長)が設立されました。

この研究会は、食料・農業をめぐる危機的な状況のもと、有機系・自然循環の農業・食料生産についてサイエンスとしての知見を学び、科学的な有機認証制度の確立・普及をめざす、農業の六次産業化や地域ブランドの形成、農商工連携による新たなビジネスモデルの創出を目指す、都市生活者のなかで農業や食料生産への科学的な知識の普及に貢献する、という目的で2010年6月に設立されました。会員には本学研究者のほか、農業に関心を持つ企業、農業関係者、行政関係者、個人など約20社・個人が参加しています。

SOFIXを広く農業生産者のなかで普及していくうえでは、実圃場での実証が必要であることから、同研究会では2010年9月からJAおうみ富士とNPO法人近畿アグリハイテクの支援のもと、“なばな”をはじめ各種野菜の栽培実験を進めてきました。とくにJAおうみ富士組合員有志が「なばなおうみの会」を結成し、栽培実験に参加して生産した“なばな”については、「なばな汁」やスイーツなどの農産加工品が開発され、農業の六次産業化の事例を生み出しています。

3. トマト栽培実験

「明日の農と食を考える研究会」では、栽培実験の一環としてトマトの栽培実験をJAおうみ富士のファーマーズマーケット「おうみんち」にある実験圃場でおこないました。

SOFIXに基づく農作物栽培を圃場においてトマトで実証する、SOFIXに基づくトマト栽培方法を確立する(指導教科書的なマニュアル化)の2点を目的として、実施しました。

実験の概要は次のとおりです。

期間：2011年12月～2012年7月

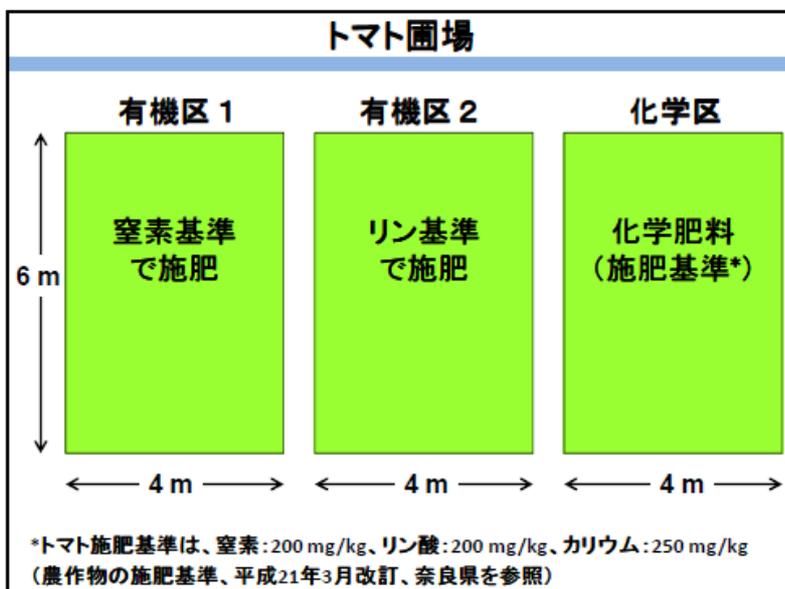
品種：桃太郎(大玉トマト、平均重量220g、タキイ種苗)

栽培区：以下3つの栽培区の比較対照

有機区1(窒素基準で施肥)、有機区2(リン基準で施肥)、化学区(化学肥料で施肥)

畝：0.6m×5m、畝間：0.5m、株間：0.7m、

株数：28株/栽培区



この栽培実験の結果、SOFIXを使った土壌では、化学肥料を使った場合に比べて、生育は良好で、トマトの糖度が約1%(化学区:5.9%、有機区1:7.0%)上回りました。また通常、有機栽培は化学栽培と比べ、収量が大きく減少しますが、ほぼ同程度でした。このようにSOFIXを用いた有機栽培は、圃場においても有効性を示すことができました。今後は、SOFIX技術の普及と最適な有機肥料の開発により、化学農業にかかるコストに比べて、約30%減少させることを目指します。

以上