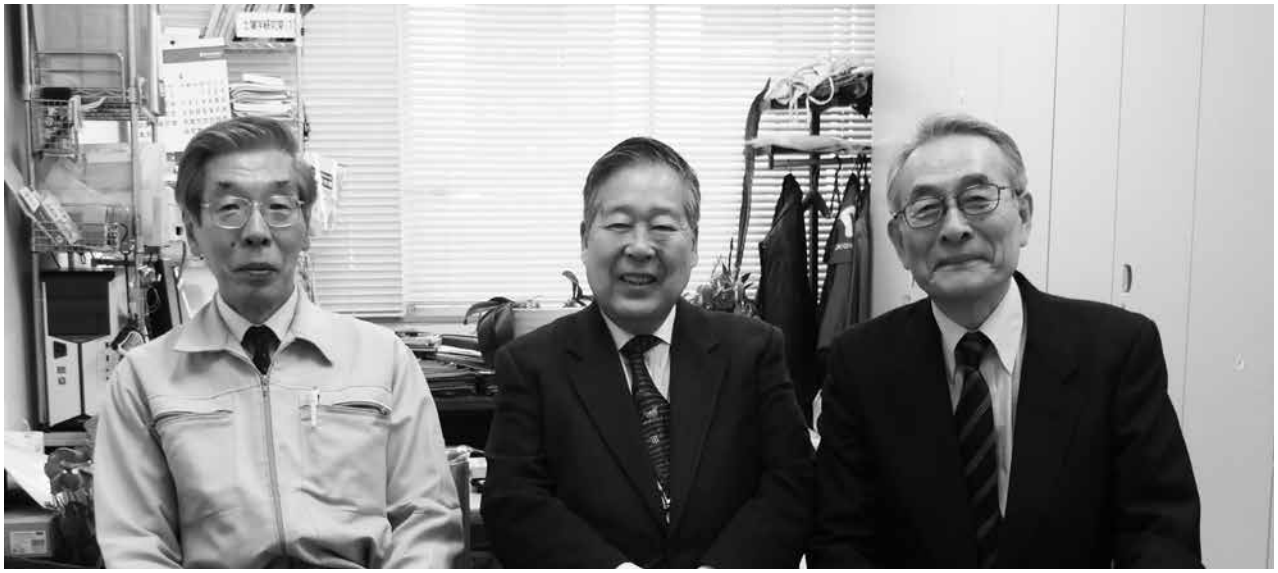

鼎談

土づくりから始まる栄養学と国興し

後藤 逸男[1]、小泉武夫[1]、渡邊昌[2]

[1]東京農業大学　[2]東京農業大学　[2](公社)生命科学振興会

栄養学とは食品を調理して健康をつくるために食べることと思っている人が多い。どう作られて、どのようにして食品が手元にまで届くのかということにはあまり関心が向けられない。とくに、食品の生産現場に関しては無知に近い。東京農業大学は創立130年になるが、初代学長の横井時敬以来一貫してコメ作りを中心にした現場主義の農業を研究してきた。よい農作物はよい土壌が作られねば育たない。桜が満開になった3月下旬、食の泰斗お二人と鼎談をおこなった。

プロフィール

後藤 逸男（ごとう・いつお）
東京農業大学名誉教授

1975年東京農業大学大学院修士課程修了,1987年農学博士. 1995年東京農業大学教授, 2015年東京農業大学名誉教授,農家のための土と肥料の研究会「全国土の会」会長,東京農大発(株)全国土の会代表取締役.専門分野は土壌学,肥料学.農業生産現場に密着した実践的土壌学をめざし,野菜・花き生産地の土壌診断と施肥改善対策などの研究に従事.文化土壌学から見たリン,根こぶ病土壌病害から見直す土づくり,土壌学概論,施肥管理と病害発生,壌サイエンス入門,と施肥の新知識,東日本大震災からの真の農業復興への挑戦等多数の著書を執筆.

小泉武夫（こいずみ・たけお）
東京農業大学名誉教授

1966年東京農業大学卒業,1976年農学博士. 1982年東京農業大学教授, 2009年東京農業大学名誉教授,専攻は醸造学・発酵学・食文化論.国や各地の自治体など,行政機関での食に関するアドバイザーを多数兼任.食にまつわる著書は140を超え,食物・微生物関連で特許20件を超える.日本醸造協会伊藤保平賞や三島雲海学術奨励賞など多数受賞.テレビ出演も行うなど多方面で活躍している.日経の「食あれば楽ありシリーズ」は長期連載で愛読者が多い.

渡邊 昌（わたなべ・しょう）
公益社団法人 生命科学振興会 前理事長,「医と食」編集長,アジア太平洋臨床栄養学会(Asia Pasific Clinical Nutrition Society)会長

1965年慶応義塾大学医学部卒業、大学院で病理学専攻、米国NCIに留学後国立がんセンター研究所病理部室長、同疫学部長をつとめ厚生省多目的コホート研究JPHCを創設、糖尿病になって食事療法の重要性を知り東京農業大学教授に、国立健康栄養研究所理事長となり、食育や栄養の問題を深化、退任後医と食を発刊、玄米により未病を治す、をキーワードに昨年メデイカルライス協会を設立。2018-2024年のアジア太平洋臨床栄養学会長も務める。

独立不羈のアプローチ

渡邊　今日はコロナ肺炎がパンデミックになりそうな中、お集まりいただきありがとうございました。私は食と健康の問題を研究しているうちに玄米食こそ、日本人にもっとも適した基本食であると思うようになりました。ところが国民に広く玄米の健康効果を広めようと、人に玄米を勧めると「まずいから食べない」という人が結構いて、玄米のおいしさはどう決められているのだろうと思って調べたところ、白米とはちがって決められたことがない、ということがわかりました。そこで昨年、有機農業の玄米食味コンクール・G1 グランプリという大会を開いたのですが、なんと全国 22 か所から 54 ものコメの応募がありました。

これを専門家が味覚試験をし、一方で機能性成分をすべて測定しました。金賞になったのは伊豆の棚田のコメでした。しかし、棚田は担い手の不足とともに 4 割しか残っていないということです。現在農業は大転換しているように感じるのですが、一般にはあまり知られていないように思います。今日はそのあたりのことも含めてお話しいただければ、と思います。

私が農大教授のころ、後藤先生に家のごみをコンポストで堆肥化して庭にいれている、とお話ししたところ、「なんでも入れればよいものではない。養分過多になり、かえって悪いことがある」とお聞きし、びっくりしたことがあります。最初に後藤先生、さまざまある農学の中で、どうして土壌学の分野を選ばれたのですか？

後藤　私は愛知県出身ですが、東京農業大学に入ったとき、農業技術研究所のアルバイト募集があって応募し、面白いとおもってそのまま 4 年間やりました。修士課程も横井利直先生について研究し、助手のポストが空いたときに助手になりそのまま 40 年間いたことになります。定年退職後も「全国土の会」と「東京農大発 (株) 全国土の会」で活動しています。同じような名称で区別されにくいのですが、「全国土の会」は平成元年（1989 年）に農家のための土と肥料の研究会として立ち上げた研究会、「東京農大発 (株) 全国土の会」は定年退職後の 2015 年に起業した大学発のベンチャー企業です。わかりやすく表現すれば、東京農業大学名誉教授・全国土の会会長が、私の表の顔、東京農大発 (株) 全国土の会代表取締役が、私の裏の顔です。とどのつまりは表裏一体です（笑）。

渡邊　後藤先生は、小泉先生と同じく生粋の農大人ですね。小泉先生は発酵学の第一人者で、私の大学院での講義に「発酵学」をテキストとして使わせてもらいました。また、小泉先生は 150 冊近い食にまつわる著作を執筆なさっています。ユニークな体験談が多く私も愛読させてもらっています。小泉先生はどうして醸造学に進まれたのでしょうか？

小泉　私は福島県小野町の酒造家に生まれ、私が住んでいたところは、海抜 400m の阿武隈高地と呼ばれる地域で、自然がとても豊かで自然を相手に冒険するのが大好きでした。酒蔵の裏にあった池や田んぼ、山なんかでいつも遊び回って、様々な生き物や植物とふれ合っていましたね。生まれたときから家に麹があったわけですから、発酵の道に進んだのは必然的で宿命みたいなもの。親のすすめもあって日本に唯一醸造学部をもつ東京農業大学に進学しました。当時は『発酵』というものが一般的に知られていなかった時代。酒の醸造は発酵の一部ですが、『発酵学』というものがとても新鮮なものに感じられました。発酵と一口にいっても食品だけではありません。抗生物質も作るし、環境保全のためにも利用されるし、さまざまな分野があります。微生物の存在を知ってから、ものすごく世界が広がりました。定年後も発酵の研究を続け、世界中の発酵食品を探求したりしましたが、日本の発酵食品はすばらしいものだと実感しています。発酵学は微生物学の一部ですが、この世界は広いですね。

私たちは、土は自然の一部で最初からあるもの、と思っていますが、土壌は岩石が風化して細かくなったものではなく、多くの微生物の作用で作られたものなのですね。10 アールの畑の表層 10cmに 700kg の土壌生物がいるといわれています。

渡邊　昌

渡邊　私はここ数年、腸内細菌の研究をしていますが、だんだん関心が環境中の細菌にも広がってきました。私たちは、土は自然の一部で最初からあるもの、と思っていますが、土壌は岩石が風化して細かくなったものではなく、多くの微生物の作用で作られたものなのですね。進化論を唱えたダーウインはみみずの役割を書いていますが、ミミズの餌にしても土壌細菌のつくった有機物です。10 アールの畑の表層 10cmに 700kg の土壌生物がいるといわれています。70% はカビ、25% が細菌と放線菌、5% が土壌生物とのことです。私たちは土壌の恩恵で生きているといってもよいとおもいますが、その割に無神経に痛めていますね。

土づくりで農業を変える

後藤　私が師事した横井利直先生は農林水産省の開拓地事業を手掛けていた人で、農大教授になった後も農水省の委託で全国をまわって土壌を調べていました。54 年に開拓地がその後どのような農地に変わったかをしらべようということで野菜生産地に的を絞り、土の健康診断、すなわち土壌診断調査を行いました。開拓前の土は酸性が強く、交換性塩基や可給態リン酸を欠く、たいへん痩せた土でした。しかし、野菜生産地ではまるで違う土になっていました。例えば、昭和 20 年代から開拓された長野県南佐久地域では pH が 7 以上、また黒ボク土にもかかわらず、可給態リン酸が 100mg/100g 近くまで増加していました。かつて大痩せであった土が、いわば「メタボな土」に変身していたのです。

開拓当初には、大量の石灰やリン酸資材、それに大量の堆肥が施用され、土が健康になりました。当然、野菜の出来も見違えるようによくなり、「土づくりには、徹底した土壌改良をすべし」という考えが定着しました。土の健康は人と同じです。栄養豊富でカロリーの高い食べ物を食べ続ければ、「メタボ」になってしまいます。

渡邊　農協の指導はどうなっているのでしょうか？玄米食味コンテストでわかったのは有機玄米を作っている農家は農協に出荷せず、工夫しながらコメ作りをしていて、ほとんどの農家が消費者に直接販売を行っていました。

後藤　従来、農家を指導するのは都道府県の普及指導員や農協の営農指導員でした。普及指導員は人員削減で減らされ、しかも 3~4 年で移動してしまいます。また、JA は大型合併で金融業化し、現場の営農指導体制が弱体化しています。

小泉　土壌分析が本当に大事だと思ったのは中嶋常允さんと付き合ってからです。彼は昭和 30 年代に農薬や化学肥料を使っても、作物の病気が治らず、収量も上がらないといった相談を農家から受け、本格的に

現状の我が国の農地では、野菜や花卉、果樹など園芸の土がとんでもない「メタボ」になっているのに対して、農地面積の約半分を占める水田では堆肥やケイ酸資材の施用量が激減して地力の低下が大きな課題となっています。農水省が進めるスマート農業の第一歩として、全ての農地で土壌診断を行い、その結果に基づいた土壌改良と適正施肥を実践する必要があります。

後藤 逸男

農業の研究を始めていました。

後藤　私たちは、全国各地で土壌診断調査を行ないましたが、そこで目にしたのは、土壌学では当たり前の基礎知識が農業生産現場に生かされていないことでした。生産者の多くは「完熟堆肥を入れれば、入れるほど土がよくなる」「裸地にすることが畑を休ませることだ」といった「土づくり迷信」をかたくなに信じていることにも驚きました。「土壌学の研究成果がなにも役立っていない。これでは何のための土壌学か」と思いましたね。実学主義を標榜する東京農大の研究者として、看過できない事実に出合ったことから平成元年に結成したのが、農家のための土と肥料の研究会「全国土の会」です。

渡邊　スーパーや園芸店にいきますと、最近は多種多様な堆肥や土が売られていて目移りします。どれを選べばよいのでしょう。

後藤　安いものを買うのがよいです。

渡邊　私は農水省の技術会議の人たちと話していると、日本の農業は今、大転換期を迎えているのではないかと考えます。スマート農業などが推進されていますし、イノベーションプロジェクトでは農林水産物の増産のみでなく、食と健康の関係を本気で研究する様なスタイルになっています。

後藤　農家は平均70歳以上になりましたし、所得は他産業の半分で大変です。6次産業化も成功した地域は少ないです。従来のような家族農業では、父ちゃんや爺ちゃんの「感と経験」が優先してしまい、科学的根拠に基づいた農業が進まない。一方では、若者を中心に新規就農を希望者も増えていますが、彼らの多くが有機農業を目指しています。

一方では、肥料や資材の過剰施用、一方では、有機にこだわり、必要な土壌改良や適正施肥を行わない。このような状況では、農業の生産基盤である土の健康が損なわれてしまいます。現状の我が国の農地では、野菜や花卉、果樹など園芸の土がとんでもない「メタボ」になっているのに対して、農地面積の約半分を占める水田では堆肥やケイ酸資材の施用量が激減して地力の低下が大きな課題となっています。農水省が進めるスマート農業の第一歩として、全ての農地で土壌診断を行い、その結果に基づいた土壌改良と適正施肥を実践する必要があります。

渡邊　「日本の食糧自給率をあげないと地球温暖化や大災害に対応できない」、といっているのですが、この方面はどうですか。Sustainable agriculture といっても何をどうすればよいのか明快な処方箋はありません。

後藤　日本の食糧自給率は37%です。すなわち、農産物の多くを輸入に依存しているわけですが、言い換えれば、輸入国の農地に施された肥料を輸入していることになります。日本には肥料資源がありませんので、国内農業で使う化学肥料あるいはその原料を輸入しています。肥料の主成分は窒素・リン酸・カリですが、窒素とリン酸は水域の富栄養化をもたらす環境負荷物質であることを忘れてはいけません。肥料を大別すると化学肥料と有機質肥料となります。有機質肥料は元来、菜種や大豆から油絞ったかすである油かす、あるいは水産業の副産物である魚かすなどですが、最近ではオーガニックブームに伴い需要が増えて、有機質肥料まで輸入されている現状です。輸入有機質肥料を使って栽培した農産物は「有機農産物」と見なすべきではありません。

有機農業を行うのであれば、国産の有機物を原料とする肥料を使うべきです。具体的には、家畜糞・生ごみ・汚泥類などを原料とする肥料や堆肥です。これらの有機物を現在は「バイオマス資源」と呼びますが、つい最近までは「有機廃棄物」と言われてきました。そのため。農業者の拒否反応が強く、国内需要が伸びませんでした。特に、汚泥肥料の一部がかつては北朝鮮に輸出されていたと聞いています。

渡邊　そんなこと一般の人は誰も知らないですね。

後藤　私は1996年から生ごみリサイクルに関する研究を開始し、その数年後には生ごみ肥料「みどりくん」を開発しました。2004年に東京農業大学世田谷キャンパス内のリサイクル研究センターに「みどりくん」製造のための実験プラントを設置。2010年10月に「搾油生ごみ肥料」という名称で仮登録し、7回の更新後ようやく普通肥料の有機質肥料に「食品残さ加工肥料」という新規公定規格が加えられました。生ごみ肥料「みどりくん」による「都会完結型生ごみリサイクル：じゅんかんチャレンジ桜丘」の活動は2019年のグッドデザイン賞を受賞しました。

渡邊　ようやく陽が当たるようになったのですね。生ごみはともかく汚泥となると抵抗感のある人も多いと思います。

後藤　これは名古屋市内で作られている生ごみのみを原料とする生ごみ堆肥ですが、これまではその多くが中国や東南アジアに輸出されていました。私たちの研究で東京農大の「みどりくん」と同等の施用効果が確認されましたので、堆肥版「みどりくん」として、国内需要を高めるキャンペーンを始めました。

図1. 2019年のグッドデザイン賞を受賞した生ごみ肥料「みどりくん」

図2. 馬糞堆肥．牛糞と半々にしたのもある．

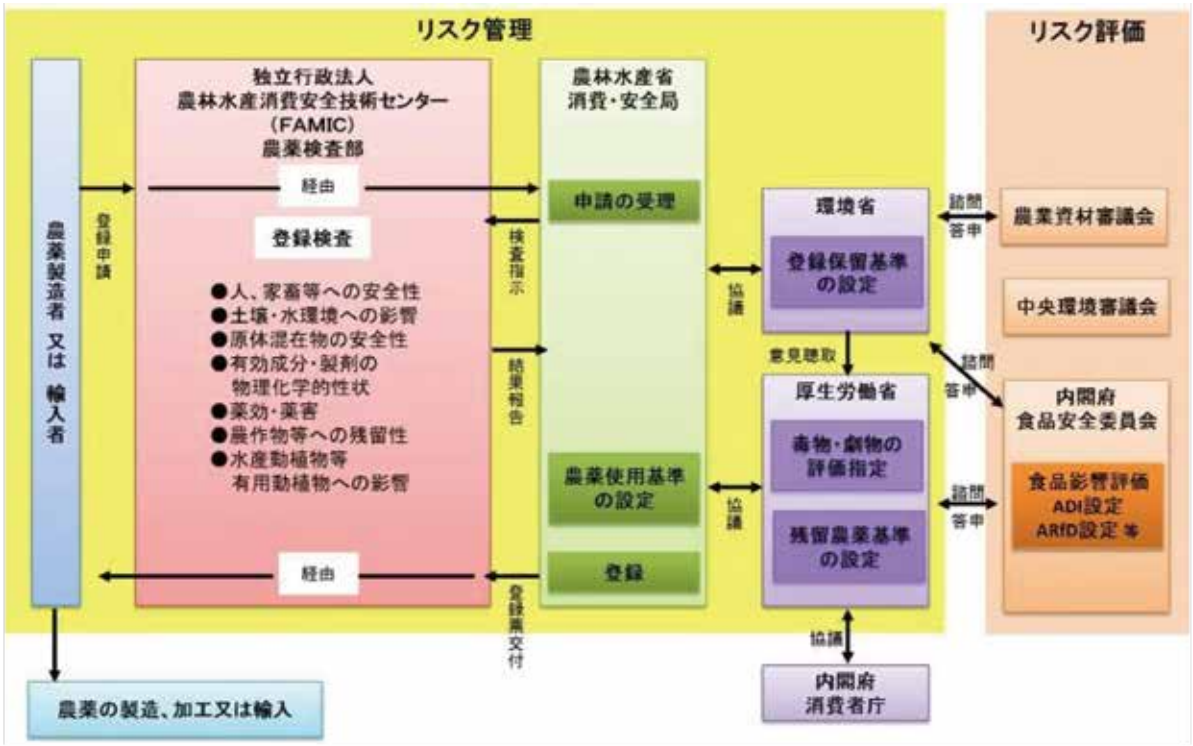

図 3. 農薬登録のしくみ

小泉　そちらの袋はなんですか。

後藤　これは馬糞堆肥です。牛糞と半々にしたのもあります。馬は草のみ食べるのでカリがたくさん含まれていますが、リン酸が少ないので、「メタボな土」には最適の肥料です。

渡邊　馬糞などどこで手に入るのですか。

後藤　乗馬クラブなどですね。馬事公苑などは組合をつくって、周りの農家が使っていました。

小泉　堆肥は発酵菌による分解で進みますが、さまざまなものがありますね。発酵温度が 60 - 80 度とか、バチルスは 100 度近くになるものもあります。

後藤　下水処理場ではそのような高温型堆肥が作られています。たいへんすばらしい堆肥で窒素とリン酸が効きますので、地力の低い水田にはぴったりの資材です。ただし、発酵中に大量のアンモニアガスが揮散して、大気に放出されます。上空で雷がなると硝酸に酸化されて酸性雨の原因になります。このようなことは世間ではあまり言いませんが。先ほど話しました名古屋市の生ごみ堆肥では、完全密閉施設で堆肥化し、揮散したアンモニアガスを硫酸に吸収させています。

渡邊　どこでつくっているのですか。

後藤　佐賀県や秋田県の下水処理場です。還元的な条件ではメタンはでますが、好気的条件下ではアンモニアしかでません。

渡邊　バイオマスからの作成はすばらしいけど日本では広がりにくいでしょうね。

後藤　問題は流通と肥料業界ですね。バイオマス資源を原料とする堆肥や肥料が売れると既存の肥料を売りにくくなるわけです。

有機農業と発酵食品で治未病

小泉　私は大分県日田町に先進的なところを知っています。ここは中嶋常允先生の指導をうけて土作

表 1. 農薬登録のしくみ

ア 殺虫剤	農作物を加害する害虫を防除する薬剤
イ 殺菌剤	農作物を加害する病気を防除する薬剤
ウ 殺虫殺菌剤	農作物の害虫、病気を同時に防除する薬剤
エ 除草剤	雑草を防除する薬剤
オ 殺鼠剤	農作物を加害するノネズミなどを防除する薬剤
カ 植物成長調整剤	農作物の生育を促進したり、抑制する薬剤
キ 誘引剤	主として害虫をにおいなどで誘き寄せる薬剤
ク 展着剤	ほかの農薬と混合して用い、その農薬の付着性を高める薬剤
ケ 天敵	農作物を加害する害虫の天敵
コ 微生物剤	微生物を用いて農作物を加害する害虫病気等を防除する剤

りをしてきました。中嶋先生は1943年明治大学商科卒の人ですが、1955年英国ローザムステッドの「植物微量要素欠乏診断」の写真に興味を覚え「土壌科学研究所」を設立、土壌分析を開始したのです。研究を重ねるうちに土が劣化しているから美味しい作物が取れない事に気付き、特に多量要素の過剰と微量要素の欠乏が作物を不健康にしている事に着目しました。

そして土を分析し、栄養バランスを整える手法を開発、各地に説いていきました。日田町では農協から名称をプロフェッショナル農業集団と変え、矢羽田正豪さんという組合長の下、土作りにはげみました。今では、おいしい農作物は市場や大手スーパー等で販売されており、好評を博しています。また、地元につくったベジタリアンレストランが好評で、2軒目を大分駅前に、さらに3軒目を福岡につくっています。農業所得一位は長野県の川上村ですが、ここの所得もそれに迫る2000万円以上です。Uターンしてくる若い後継者も多く活気があります。

渡邊　スマート農業は年収500万以上を目指していますが、ロボットとか機械面のサポートが多いようです。「おいしい作物をつくる」、ということで所得はのびるのですね。先生は農林水産研究所政策研究所で客員研究員をされていることもあり、今後の更なる成果に期待しております。

小泉　私は、「職員よ、現場にでよ。」といっているのです。実際よい土壌の畑で育った作物は根の育ちがまるで違いますね。こまかい繊毛のようなひげ根がいっぱいでています。

渡邊　私は腸管の裏返しが植物の根だ、というように考えています。腸内細菌がいっぱいいて人と共生しているように、土壌微生物は植物の根の表面にびっしりとついてリンなどの栄養成分をはこんでいます。根の内部にまで入る菌根菌もあります。これらは根に共生しているわけで、抗生物質が腸内細菌を殺すように、農薬が根菌を殺してしまいます。ですから土壌の豊かさを保つには有機農業がよい、という科学的根拠になります。

後藤　有機に拘りすぎると土の健康を損ねてしまいます。日本農業では、国産有機質肥料の活用を大前提とし

麹菌は「国菌」でこのような指定は世界にも例がありません。麹菌には黒麹菌と黄麹菌とありますが、黒麹菌は沖縄の焼酎、黄麹菌は日本酒やみそ、醤油、味醂に使われています。韓国、台湾、中国などでは麹菌が使われていません。玄米を蒸して黒麹菌をつけてみると、玄米の成分はすべてとれますし、人間が補えないところを麹菌で補えます。

小泉武夫

ますが、例えば、園芸畑やハウスで家畜糞堆肥や汚泥肥料を連用するとリン酸が蓄積してしまいます。そのような農地の健康維持には尿素などの化学肥料を施用すべきです。それが、約半世紀に渡って全国の野菜生産地で土壌診断調査を行ってきた私の結論です。「有機は善、化学は悪」ではありません。

また、必要に応じて農薬も使うべきです。特に、最近の農薬はその多くが「普通物」に分類されています。最近では「農薬を使うからこそ安心農産物」という人もいます。ただし、肥料も農薬も使いすぎてはいけません。

渡邊　農大の実学精神ですね。私は、健康、治未病に玄米を、といっているのですが、農水省の皆様がリサーチボランテイアとなって、3か月間昼食に玄米おにぎりを食べるという介入研究をしていただけました。これだけで4割くらいの人は健康状態がよくなり、腸内細菌や短鎖脂肪酸との関係もわかりました。玄米を長年食べている日本綜合医学会の人はぽっくり死ぬ人が多いです。

小泉　昔は皆、玄米を食べていたからね。

渡邊　最近のトピックは腸内細菌のつくる酪酸です。脳にも届いて、よい精神作用を表すという論文が増えました。また、腸内細菌そのものの構成も食物繊維によるファーミクーテスやバチルスによる発酵菌、慶應の本田賢也教授らの発見した免疫能を保つ11種の菌の組み合わせなど、健康を保つ秘訣がこのようなところにありそうです。

小泉　玄米を発酵させたらもっとよいものができるのではないですか。麹菌は「国菌」でこのような指定は世界にも例がありません。麹菌には黒麹菌と黄麹菌とありますが、黒麹菌は沖縄の焼酎、黄麹菌は日本酒やみそ、醤油、味醂に使われています。韓国、台湾、中国などでは麹菌が使われていません。

玄米を蒸して黒麹菌をつけてみるとよいですよ。玄米の成分はすべてとれますし、人間が補えないところを麹菌で補えます。

渡邊　私は食で医療費を10兆円減らせる、という本を書いたことがありますが、まさに食で健康長寿をめざすことが望まれています。そのためには土つくりから、ということが確認できました。また、発酵食品はまだまだ機能性の面からの研究が遅れています。土壌菌、食品加工に用いる菌、私たちの腸内細菌というように菌の世界との深いかかわりはまだまだ研究されねばならない領域と思います。今日は貴重なお時間を拝借しありがとうございました。

コラム：肥料

作物の栽培において、作物の成長をサポートするものを肥料という。肥料は「化学肥料（無機質肥料）」と「有機質肥料」に大きく分けられる。

肥料の分類は、原料によって有機質肥料と無機質肥料に分ける場合、含まれる成分によって単肥と複合肥料に分ける場合、効き方によって速効性肥料、緩効性肥料、遅効性肥料に分ける場合などがある。無機質肥料の代表的なものは硫安、尿素、硫酸カリウムなどで、窒素、カリウムを補う。有機質肥料は、植物の油かすや動物の排泄物、魚粉などの有機物を原料とした肥料のこと。土の中で微生物に分解されてから、植物の根を通して栄養素が吸収される。

また肥料に関する法律（肥料取締法）においては普通肥料と特殊肥料といった分け方もある。
「堆肥」は有機物を原料としているため有機質肥料といえるが、法律上では「特殊肥料」に分類する。

Tripartite:Nutrition and national revitalization starting with soil creation

Itsuo Goto[1], Takeo Koizumi[1], Shaw Watanabe[2]
[1]Tokyo University of Agriculture, [2]Lifescience Promoting Association

Many people think that nutrition is about cooking food and eating it for health. Less attention is paid to how they are made and how the food reaches our hands. Especially ignorant about food production sites. Tokyo Agricultural University has been in business for 130 years, but since the first president, Tokinori Yokoi, has been studying field-based agriculture with a focus on rice making. Good crops do not grow without good soil. Professor Goto has developed and used new fertilizers utilizing organic resources such as livestock dung and garbage. He reported causal relationship between soil diseases and soil fertility, and comprehensive control measures for soil diseases.

It is hoped that food will achieve healthy longevity. For that purpose, it was confirmed that the soil had to be built. Also, research on fermented foods in terms of functionality is still behind. Professor Koizumi said, “after knowing the existence of microorganisms, the world has expanded dramatically”. The deep relationship with the world of bacteria, such as soil bacteria, bacteria used in food processing, and our intestinal bacteria , is an area that still needs to be studied. Fermentation are not just food. Antibiotics are made, used for environmental protection, and there are other various fields. Two types of Koji , black and yellow, is a "country bacterium" and such designation is unprecedented in the world. *Clinical & Functional Nutriology 2020; 12(3):123-131.*