

(2014年10月27日講演)

2. 土は国家なり！～土壌微生物多様性可視化革命のインパクト～

中央農業総合研究センター上席研究員 横山和成委員

資料のタイトルとして「土は国家なり！」という非常に偉そうなものにしたが、これは、新書本で2010年にアスキーから書かせてもらった『食は国家なり！』というタイトルからの連想で付けさせていただいた。

あの本では、私としては食料安全保障のことを書いたつもりである。私は、公務員の仕事は最悪に備えることだと思っている。10年少し先の話を書いたが、ここに書いていることが起きなければよいと思っている。本日は、楽観主義に走ると何もしないでおこうということになるので、最悪に備えるために、土について何をしておくべきなのかという話をさせていただく。

現状認識についてであるが、人口増加、飢餓、世界秩序の崩壊の恐れを我々人類共通の課題とした。

3ページは人口の推移である。いろいろな統計数字があるが、人口の推計ぐらい正確なものはないと言われており、ちょうど今は2014年で、少し前に世界人口は70億人を突破した。私たちが問題にしている2025年には、ちょうど80億人に達する。この時点を **point of no return** と言っているが、そこを越してしまうともう戻れない状況を迎える。来年はその10年前になる。だから、今のうちにやるべきことはあるだろうと思っている。

4ページ。食糧生産と人口動態を比較すると、食糧はこのように直線的にしか伸びないが、人間は直線ではなく非線型に増えていくので、ここにギャップが生まれるわけである。

それともう一つ、食べ物というのは、震災のときにも経験されたと思うが、もしかしたらなくなるかもしれないと思った途端に皆考えることは一つであり、とりあえず自分の分は買っておこうという行動になる。2025年に起きるかもしれない **point of no return**、つまり世界中で食糧を平等に分けたところで足りなくなるという状況を見越して、皆、まずは自分のための農地を確保しておこうという行動に走る。だから、生産力をベースアップしておくということが、我々が今後10年間にやるべきことである。それがビジネスにつながっていただければありがたいが、私の立場としては、そのための技術を開発するということである。

5ページをご覧ください。シナリオ通りに食料の消費量はどんどん直線的に伸びるが、生産量は頭打ちである。

次は6ページ。これは1年間でどのくらい食料の生産量がアップしているか見たものである。縦軸の1倍で、全然変わらないことを意味する。少し前は何倍も伸びた。新しい技術、新しい肥料が生産され、開発されたからであるが、今はもうほとんど1倍に漸近している。これから何か新しい技術によって食べ物がたくさんできるようになると考えるのは

あまりにも楽観的過ぎると思っているので、今ある土地で生産量を少しずつ上げていくしかない。

7 ページは、世界の飢餓を表した地図である。色の付いているところは何らかの形で飢餓が起きている。

次の 8 ページの地図を見てほしい。緑以外は土壌が壊れている、しかも、これは人間によって壊された土である。**Human-induced soil degradation** である。つまり、人間が誘発した土の崩壊、あるいは荒廃である。この中で、先進国の土は、ほとんど崩壊している。要するに近代農業というのは土を壊してきた歴史であると言える。先進国で、唯一崩壊が起きていないのが日本である。私は、これは世界に誇るべきことだと思っている。

ただし、残念ながら北海道と九州は、いわゆる西洋型の近代的大規模農業を取り入れてしまったので茶色くなっているが、本州の部分は緑のままである。これだけの経済力あるいは文明のところが、シベリアのような人間のいないようなところと同じ状態で土を保っていること自体が驚異であり、もっとそれをきちんと研究すべきだと思っている。

そういう問題を分かっていた上で 9 ページを見ていただきたい。これは中部地方、具体的には岐阜県の野菜の大規模農地である。夏場にハウレンソウとか柔軟野菜を作っているが、右側の畑はハウレンソウがたくさんできている。これは実は自然に成長したものではない。何もしなければ、左のようにほとんどできず農業自体が成り立たない。これを見ていただくと、発芽しているが皆、枯れている。これが病気である。

私の専門はもともと植物の病気である。カビが水を吸い上げる導管を詰まらせてしまう病気である。しかし、塩素ガスを土の中に入れて土自体を消毒してしまうと右のようになるわけである。クロルピクリンという薬剤であるが、クロピクというと、軍事関係者の人なら、それは毒ガスであるとすぐ分かる。以前、問題になったサリンというのは、このクロピクと一緒に開発された物である。そのような物が、今農業で使われているわけである。私が最初に会ったのはこういう畑であったので、そのような毒ガスを使わなくてもできるようにならないかと考えたわけである。

私は 1991 年からこの研究を始めた。次の年にリオデジャネイロで地球温暖化サミットが開催され、生物多様性条約なども、そのときに締結された。この時にクロピクも問題にされた。クロピクは塩素であるからオゾンを破壊する。もっと激しく破壊するのは臭素、元素記号で **Br** である。そこで、この臭素を 2005 年までに世界で全廃しようと決まった。

それを聞いて、農家の人たちは、「大変なことだと、もしそれが使えなかったら農業ができなくなるのではないか」との危機感を抱いた。こうした事情もあって、私が研究を始めたときに、日本中から私の研究に注目が集まり、約 20 年掛かったが、そういう劇薬を使わなくても農業ができるようになりそうになってきたということである。

次に土壌の多様性の話をするのであるが、本日は知的レベルの高い方々ばかりなので敢えて説明する。これまでの研究者は、病気が出ない稀な土の謎を考える際、そこには何かヘラクレスのような超スーパーの力を持った微生物がいて土壌を守っているのだと考えた。

これは本当である。「私はヘラクレスのような微生物を見つけた」などという論文は山ほどある。積み上げたらこの部屋の天井まで届くらいである。だが、今に至るまでそのような物は発見されず実用化もされていない。

私は、この研究を始めたときに、横山という名前から「横紙破りの横山」と言われていた。とにかく、今までのこととは全く反対のこと、違ったことをやるという意味で言われたと思う。微生物界にこのようなヘラクレスのような物は実在せず、むしろ雑多な社会、そういったもの自体が非常に大事なのだと思い、多様性ということ考えた。

多様性がなく、ヘラクレスのような微生物ばかりがいれば、キャベツの生育環境は非常に安泰だろうと思うと、そうではない。病原菌にやられてしまう。病原菌をベッキーちゃんだと思ってほしい。なぜ、病原菌をベッキーちゃんにしたかと言うと、病原菌は実は弱いからである。普通、病原菌というと、今、エボラウイルスが流行しているが、何か非常に強力なイメージを持たれ易く、メディアでは非常にマッチョなイメージで報道されるが、あれは全く嘘である。病原菌は実は弱いので、競争しない環境でしか生きられない。病原菌は宿主の中に入ってぬくぬくと生きるわけである。だから外で戦っては生きられない。

いくらたくさんヘラクレスがいても、ヘラクレスばかりであれば、必ず抜け道ができ、弱いはずの病原菌にやられてします。土を作る、土が豊かになるというのは、そうではなく、一個一個はそれほど力はなくとも、それが固まりになることで、病原菌の抜け道を塞いでいるのである。だから、病原菌は存在してもよいが、作物に行ってもらっては困るという世界を作るべきだということにある。

では、先ほど言った塩素や臭素などの毒ガスを使うとどうなるかということ、全てを破壊する。きれいになって、ああ良かったと言うが、病原菌がいなくなるわけではない、周りにいくらでもいるので、病原菌の進行を止めるものが何もないから、もっとひどい病態になる。こういうことが現実には起きているわけである。それがまさに最初にお見せした畑の状態である。

10～12 ページであるが、土を豊かにするとはどのようなことか、豊かさとは何なのだろうか。化学性、物理性、生物性など、いろいろな視点があり、化学性、物理性についてはいろいろな研究があったが、生物性だけは全然分からなかった。そこで、私はその一番難しい生物性に挑んだ。生物性を可視化すると、皆さんぜひ味わっていただきたいと思うが、まさに夜空の星のように見える。これは土壌微生物の世界である。ノルウェーのベルゲンまで行って、土壌に、ある薬品を入れることによって微生物を光らせるという技術を習得した。この白っぽく見えているのが微生物である。微生物の一個一個が約 1μ の大きさである。いわゆるバクテリアと言われる物である。ぼやっと見えているところは焦点が合っていないだけである。このフレームの中に大体 10 万個くらいおり過密である。だから、まさに夜空の星のように見えるわけである。まさに銀河のように見えるわけである。試験管の中でも、このように連なって伸びる。連鎖状菌と言うが、1g に換算すると 1 兆個の微生物がいる計算になる。今までの常識の千倍以上の生き物が土の中にうごめいていることにな

る。しかも、それぞれがどのような働きをしているか全然分からないというのが、この世界である。

一個一個の微生物の働きを調べることなどは不可能である。当時、私の研究室の隣は微生物分類という部屋だったが、一個調べるのにどのくらい掛かるかと言ったら、2カ月かかると言っていた。1円玉の重さである1gの中に1兆の生き物がいる世界であるから、そのようなものを一つ一つなどは到底調べられない。

13 ページをご覧ください。そこで、考え方を全く変える、つまり何種類の微生物が何個いて、何をしているか、詳しく調べるといふ今までのトレンドを捨てて、全体の群集としてどれだけ速く、どれだけ多様な有機物を分解できるのかに着目することを思いついた。要するに微生物の役割は、植物が太陽の光と二酸化炭素で有機物を作り、我々がそれを消費し、それによって発生した有機物をもう一回元に還元することである。有機物を分解することによって元に戻すわけであるから、彼らが全体としてどのくらいの仕事を盛んにやっているのかを指数化しようと考えた。

では、どのようにしたかという、中にヘラクレスがいようが、どんなキャラクターがいようが、その重さ自体に着目した。どちらが全体として重いかである。一山幾らでもよいから、中のことを詳しく調べるよりも、全体の物理量としてどのくらいの力を持っているのかを見ようと努めた。ここで生物学の基礎としての世界を脱却しようとしたわけである。そのやり方がどうもマクロ経済分析に非常に似ているのかなと思っている。つまり、日本全体がどれだけ経済的に豊かであるかは、一つ一つの店に行って売上げを調べるわけではなく、国全体の金の流れをフォローするものと思う。その辺が多分似ているのではないかと思う。

14 ページ。多様性と言っても、これまで多様性自体が、種類の名前とか、そういうものに規定された多様性の概念しかなかったものであるから、新しい概念を作った。要するに、一体どういうときに多様だと言うのかを書きだしてみた。これはまさに紙と鉛筆の世界である。「より性質の異なる構成者をより多く有している集団は、性質の類似した構成を少数有する集団より多様である」と書いたときに、これをどうやって式にするかを考えた。その結果、多様性指数という手法にたどり着いた。個々間の距離、性質の違いの総和を2乗して絶対値化し、それを構成者数で割った。これで数値化できた。

ただ、指数化する際、その距離をどうやって表すのかというのが非常に大きな問題だった。私は本当についていた。その当時、バイオログという米スタンフォード大の先生が作ったベンチャー企業がアイデアを与えてくれた。

15~18 ページをご覧ください。これは何かというと、プラスチックの手のひらサイズの板に、縦に8列、横に12列のへこみがある。これがそのアップであるが、それぞれの中に微生物が食べる餌、それぞれに違った種類の餌を入れた。そこに微生物を入れると、食べられる餌と食べられない餌があり、食べたときに色が付くという仕組みの道具である。たった1日で結果が出る。先ほどの2カ月とは大きな違いである。そのパターンをデータ

ベース化しておいて、それとどのくらいマッチするかという、まさに IT の技術を援用して分析することに成功した。

微生物をこの中に入れたらパターンが出る。それをプレートリーダーというレーザー光線で色の濃さを測る。どこにも人間の判断が介在する余地はない。これを分析するときには色の好き嫌いを必ず無視する。それでパターンの類似性で分析する。クラスター分析という方法であるが、それで距離が測れるわけである。商品の多様性とか、種類に分けられない物の多様性とか、画像の多様性を測る際にも、この方法が使われていると聞いている。

19 ページをご覧ください。この手法を以て、病気のたくさん出ていた産地に行ってみてみた。横軸が病気の度合いである。100 ということは、植えても全く芽が出ない土である。縦軸を多様性指数としてみると、きれいな負の相関関係が出現する。しかも、これが下へ凸の非線形の形状になっている点がポイントである。どういうことかということ、このようなひどい状態の土でも、少し多様性を上げてやると病気が激減するというのである。このような関係が分かって、これは技術になると判断したわけである。

20 ページをご覧ください。ここから先が面白いのであるが、上半分のパターンは病気が激発している土である。下半分はなぜか病気が出ない土である。今までは、下半分の土にはスーパーマン的微生物がいると皆信じていたが、そうではない。こうやって比較して見ると、上のパターンでは縦に 1 の線が見える。1 は食える、0 は食わないという二進法で表しているのだから、1 が縦に並ぶということは皆同じ物を食っているということである。回転寿司屋に行って同じ好みの人が 10 人並んだら、最後の人は何も食べられないということである。ところが、下半分は、見事にそのようなことがないというのは、それぞれがきちんとぶつからないような餌の食べ方をしているということである。

この違いを多次元尺度構成法というグラフィックスで表現したのが 26 ページである。これは、人間の思考パターンだとか、あるいは行動、好みとかをビジュアル化するときの方法であり、点を打つ手法である。似ている物は点と点が近く、似ていなければ点と点の距離が遠くなる。

病気の発生している土では、50 の点のうち 46 が真ん中に集中している。言い換えれば、皆同じえさを食い合っているということである。シャッター街になってしまった地方都市のような様相である。悪い病原菌がどこからでも入ってこられる状態である。それと正反対なのが右側のグラフィックスである。なぜか病気が発生しない不思議に出ない土であり、点の集合がきれいな球形になる。球形は、3 次元中、空間を一番大きく使う形状である。この図では 50 の点を打ってあるが、もっと増やせば真っ赤な球になるはずである。ということは、どのような餌の場所に病原菌が侵入し食べようとしても、必ずそこには競争相手がいればじかれてしまう頑健な社会構造が出来上がっているということである。

だから、私の仮説であるが、こういうものをどうやって作ったのかというのは、これは私は政治の世界とか、行政の人たちにも非常に興味のある世界だと思うが、農家がこういうことをやってしまう。どうやってやったのかということ、ちょっとよく分からないが、そ

れはこれからとして、こういう全然違うものができる。我々が言う良くできた土というのは、こういうものだということである。

21 ページをご覧ください。これは、一つの菌がどのくらいの種類の餌を食べているかを表したものである。連作障害のある土では、病原菌がほとんどスペシャリスト的に、自分の決められた 1 種類か 2 種類の餌を食っており、そこで競合すると、もう全く仕事ができなくなる。それに比べて、抑止型という病気ができない土では、見事な直線、線型の相関が出来ている。これは本当に不思議な現象である。これは多分、例えば人間の会社の組織の構成にも当て嵌まるのではないかと思う。

しかし、この調査には問題がある。一つの土を調べるのに 100 万円以上掛かる。その話を農家のところに持って行って、本当に頭を殴られそうになるぐらい怒られたことがある。その時は 2000 年頃で、ある種の挫折感を味わったわけであるが、それから 10 年掛けてポケットマネーぐらいで実用化できる技術にダウンサイジングすることに成功した。土から調製した懸濁液をバイオログプレートに入れる。その画像をロボットがコンピューターの目で観察して、色の濃さを数値化していく。この技術には NASA の技術が使われているそうである。NASA の技術は、私にとっては現実に役立ち助けてもらった。

27～28 ページをご覧ください。生物的に乏しい土と豊かな土はどのくらい違うか。それがこの数字で、多様性・活性値と言うが、乏しい土が 25 万 6,395 であり、豊かな土は 157 万 6,605 との分析結果となった。色が濃くなる程度をグラフで表すのであるが、個々のデータを積分する。この値の総和を求め、一等速く高い値になった方がより鮮明になるよう工夫がなされている。

29～30 ページをご覧ください。北海道にいた時のことであるが、ジャガイモの「そうか病」という、かさぶた状になる病気がある。その病気が出る畑というのは、多様性・活性値が皆 50 万以下である。いくら植えても病気が出にくいのは、その数値が 100 万以上、場所によっては 200 万以上の土である。図 2 は、これは新潟のトマトの青枯病という病原菌のケースであるが、やはり病気が 20 年間未発生の土は 200 万以上である。しかし、中には 100 万を超えても病気が出るという土がある。これは強い病原菌である。ベッキーちゃんというよりも、私らはよく泉ピン子などと言っているが、かなり強い菌もある。

次に 31 ページ。北海道で 250 軒の農家の方に、あなたが良い土と思うものには白い丸、駄目だと思うものには黒い三角、そのマークを付けて持ってきて欲しいと言って調べてみた。結果を Excel シートで小さい順に並べると、見事に黒いマークの付いた土の数値は 50 万以下で、良いとマークされた土は 100 万以上となった。彼らの感覚がいかにか鋭いかの証である。だから、このような数値がなくても分かるものであるが、大事なことは、先ほど永野講師が言われたように、第三者に客観的に伝えられるかどうかということだと思う。この技術を皆さんに可視化技術だと言っていたいただいているわけである。この技術を使って土を調べると、危険ゾーンにいるのか、安全ゾーンにいるのか、中間の要注意ゾーンにいるのかが明白になる。

32～33 ページは、JA 十和田おいらせ農協にその結果を見せて、農協を挙げてこの技術を試してもらったものである。どのくらい再現性があるか、私は試されたわけであるが、答えは明白であった。100 万を超えているのは、この 2 箇所ぐらいの土壌であった。危険ゾーンはこの 2 つであるという結果を出して持っていったら、凶星でほとんど出荷できないような状態の土であった。彼らが技術を信用しなかったわけではない。しかし、やはり自分の目で確認して、今は地域を挙げて農業の再生のためにこの技術を使おうということになっている。

35 ページをご覧ください。これは茨城県北部の過疎地にあるインゲンの黒豆である。非常に高く売れる品種であり、あまり高く売れるというので、皆そればかりを作った。そうしたら、何もしないで連作すると、右側のように芽が全く出てこなくなった。それを先ほどの方法を施行したら左側の写真のように、きちんと出るようになった。数値で言えば、防除前は 100% 病気が出ていたのが 19% に減少し、微生物指数で見ると、40 万の危険ゾーンから 100 万以上に回復し農業ができるようになったということである。

次に 36 ページから 39 ページをご覧ください。松本先生のご指導の下、土壌肥料学会で今年発表した話であるが、悪くなった土を改良するにはどうするのかということである。いろいろな方法があるが、ここで紹介するのは、EDOCs という方法である。EDOCs の ED は易消化性 easy digestible の意である。OC は有機炭素の意味で organic carbon。要するにこういう物を、従来の農業の堆肥という概念ではなく、工業的に作出できる品質の安定した物を作っていこうという新しい概念を作った。酸に有機物を浸すことで部分的に消化するのが EDOCs の概念である。平米当たり 1kg と 2kg の両方を作って最終的にどうなるかを見た。1kg だと若干微生物性は落ちるが、2kg にすると見事に上昇して、微生物の多様性と収穫量の両方を上昇させることに成功したので、今後非常に有望ではないかと思っている。

40 ページをご覧ください。写真の方は北海道で有機栽培に成功している方である。世の中にはすごい人がいて、この方は 140 ヘクタールの有機農業で米を生産している。多様性・活性化指数 200 万というすごい土を作っている。これからは、こういう方を研究すべきではないかと思っている。41 ページの方は金子氏という、昨年まで 2 年続けて天皇賞をもらった有名な方であるが、この方の土の同指数は 160 万である。次の 42 ページの方は、農水省の委員等をやっておられた宮城の佐々木氏である。同指数は 170 万である。こうした方々の中には 43 ページのような若い方もいる。北海道の方である。

44 ページをご覧ください。どこに違いが現れるのか。これは同じ方が作っているシュンギクの根であるが、60 万の土と 130 万の土で、同じ人が同じように作っても、根にこれだけの違いが生じる。微生物がいるからであるとか、何か特別な微生物に守られているとかよく言われるがそうではない。植物は、微生物の持つ生命力を頼って、生き残りを賭け根に投資しているのである。会社経営の損失引当金に相当するようなものである。見えないうちでリスクをヘッジしているのである。

単純な話、無菌で栽培すると、植物は根を少ししか出さない。そこに化学肥料などを加えると、根はもっと小さくなる。基礎工事をやらずに上に物を建てたようなことになる。地震が来たらどうなるのか容易に想像がつく。これは本当にすごいことである。植物というものは、そうした原理を理解し、微生物を活用する術を知っているわけである。

もうそろそろ終わるが、45～46 ページをご覧ください。現在、私は Soil Project というプロジェクトをやっている。本当に良い農業をやった人の農産物を、それに見合うだけ高く評価しようというプロジェクトである。豊かな農場で生産された作物に「SOIL マーク」を貼ることをしている。このプロジェクトは、そろそろメジャーになりつつあるところである。

47 ページは、毎月第 2・第 4 金曜日に、丸の内の地下通路で、俳優の方と一緒に農作物の販売を行っているシーンである。もしお気付きの方がいたら、ぜひ行っていただきたい。

48 ページをご覧ください。放射能と薬剤投入の効果の検証である。福島県でセシウムの問題があるが、植物にセシウムを吸わせないために塩化カリウムを投入すると下のよう結果になる。これはもともと非常に良い土で多様性・活性値が 100 万を超えている。しかし、蒸留水を加えただけでも結果はあまり変わらない。

10 アール当たり 7.5kg の塩化カリウムを入れるだけでも、検査値でいうと 57 が 51 に下がってくる。その 10 倍の 75kg になると 44 に下がる。ケイ酸カリウムを入れても同じような結果となる。だから、カリウムの作用が効果的であることは明らかである。現実には、効果があり農家が実際に使っているのだから、それを止めることはできない。しかし、これには技術として問題があると私は思っている。

49 ページは、農家の陳情書をそのままお借りした資料である。塩化カリウムを投入すると、平均数値が 65 万 4,000 に下がり、丁度、予測された通りの数値になっている。カリウムが多量に入ると味が落ちてくるので、福島の農家は本当に困っているのも実際である。

同じカリウムでも、天然系のヤシガラとかサトウキビを使えばと、きちんと壊さない物があるのではないかと思うが、値段が 5 倍ぐらいするらしい。これまでに 3 年間に経過してしまっているので、先行きが本当に大変なことになると思う。

50～51 ページをご覧ください。今新しい動きとしては、セシウム自体を取る方法への注目である。そこにも実は微生物が非常に関与している。微生物は、土に着いているセシウムをくっつけたり離したりしている。52 ページはプルシアンブルーというセシウムを吸着する不織布を使った実験結果である。

右側の微生物があまり多くない 70 万ぐらいの土だと、1 回で 17% ぐらいしか減らない。17% でも減ればよいが、左側の 110 万という非常に微生物性の高い土だと、1 回通すだけで 73% が減少する。2,000 ベクレルあった放射能が 500 ベクレルまで低下するのである。このような取り組みを農家の人々が自ら施行しようとしているので、ぜひこの話は覚えて帰っていただきたい。福島県がこれに助成すると聞いている。微生物というものは、土にかけた農家の思いを聞き届け恩返しをしていると思う。

53～54 ページであるが、何故ここから英語になるかという、この技術をビジネスにしていこうと最初に目を付けたのは外国人であるからである。土の **Evaluation**、格付けを考えたのである。詳しくはその資料を読んでほしいが、**AAA** だとか **C** だとかランクすれば格付けになる。

55 ページの **Biological Diversity** をご覧いただきたい。今まで大体世界で 20 カ国の土を何らかの形で調べているが、日本は其中で断トツのトップである。日本に対抗できるのはニュージーランドぐらいである。最近、台湾と、インドネシアでも良い土が一部あることが分かった。しかし、日本を凌駕するようなものではない。

ヨーロッパではエコ大国と言われるフランスであるが、これとても、日本の平均値以下で、70 万ぐらいである。アルゼンチンに至っては、**JICA** の支事業で行った際に計測したところ何と 1 万という数値であった。

これは大豆の畑であるが、ラウンドアップという除草剤を掛けても枯れないという遺伝子組み換えの品種を 10 年間連作した。除草剤が段々効かなくなってしまうのが怖いので、そのラウンドアップの濃度を次第に上げていく。そうすると、周りの自然も全て枯れてしまうわけである。その土の数値がこれである。私は別にアルゼンチンを馬鹿にしているわけではない。人間の所作によってこのようになってしまうということを言いたかっただけである。

当時、ちょうど 2001 年の 9.11 の頃であるが、アルゼンチンの農林行政の方々にこの話をしたら、アルゼンチンは農業国であるのだから、このようなことをやっているは駄目だと理解を示していただき方針を転換した。すぐには実行できないが、今までのように化学肥料と農薬一辺倒で農業ができるとは、もう今は思っていないはずである。

57 ページをご覧いただきたい。ブラジルに三菱の創始者のひ孫の方がおられ、大きな農園をやっている。ブラジルの農業も、大陸型の農業になっていって、どんどん土がやせてきている。このような技術があるのならということで、**Itatinga** というところで土壌改良に取り組んだ。何もしていないところで 89 万ぐらいの数値である。日本のようにすごく良いわけではないが、悪くもない。そこになぜかユーカリを植える。ユーカリは根から有機物を出すので、36 万ぐらいにまで減ってしまう。また、サトウキビの非常に過激な連作をすると 20 万に減少してしまう。だから、この色を見ていただければ分かるように、微生物の働きが下がっていってしまう。そこに日系の方々がいて、昔ながらの日本の知恵をまだお持ちで、復活させようとしたところ、2 年で 130 万ぐらいにまで復活させた。

大宅委員

具体的に何をしたのか。

横山委員

有機肥料というか、堆肥である。先ほど少し述べたが、例えば食品の残渣（ごんさ）で

あるとか、そういう物を積んで発酵させて土壌を改良した。

大宅委員

肥桶のようなものか。

横山委員

いや、そのようなものではない。日本で普通に行われていることである。ただ、広いので、真剣にやろうとすると大変らしいが、こういうところに EDOCs が使えると非常に良いということである。

預金に例えれば、89 万の預金が無駄遣いすると、すぐに残高が 20 万になってしまうのと同じである。時間はかかるが、将来を見据えて、今やれることをやっておけば、預金は復元する。SOIL BANK という考え方である。このような言い方をしないと、農家の人にもなかなか理解してもらえない。数字の後ろに円を付けてと言うと、急に目が輝き出して、預金通帳が 100 万以上になったらうれしいという発想を持ってもらう。

私は、農地とはそのようなものだと思っている。過去のいわゆる先祖の方が作ってくれたものを我々が使っているので、できればそれを少しでも多くして次の世代に引き継ぐことが重要である。農業だけはやめるわけにいかない。日本にはそれだけ多くの蓄積、財産があるのだから、それを我々の世代で駄目にしてしまっただけではいけない。それが結局、国の最終的な安全保障に繋がっていくのだということである。

53 ページ以降は英語になっているが、これは、シンガポールに土壌の研究センターを作ろうと言っている人がいて、日本の技術を持ち込むためのプレゼン資料としたためである。何故、シンガポールかと言うと、シンガポールには農業がないので、世界中から土を集められるメリットがあるからである。日本に土を持ち込むのは本当に大変である。

60 ページは世界の降水量分布である。日本もそうであるが、降水量が 1,000mm 以上のところは少ししかない。農業国のほとんどは乾燥地帯である。

61 ページは、アメリカの西部である。アメリカでは、センターピボットという化石水を使っている。何億年もかかって貯まった水をこの何十年かで使い切ろうとしている、丸い形状の畑である。真ん中の井戸から水をくみ上げて撒いている。

特にカリフォルニアのほうでは、地下が中華鍋のような形状になっており、端に行けば行くほど地下水が浅い。水が出なくなったら、写真のソルトレークシティのように塩類集積で塩化ナトリウムが吹きだしている。こういうところでは、もう農業ができなくなってきている。そういう国に、我々が食を依存しているのが現実である。

今年の初め頃、アメリカテキサスで化学プラントが大爆発を起こした。何が爆発したかと言うと、無水アンモニアという肥料である。アメリカは世界最高の農業をやっていると言うが、大爆発を誘発するような物を高圧で土の中に注入している。ご存じのようにアンモニアは肥料になるが、これを施した土は、恐らくひどい状態になっていると思う。だか

ら、全く持続性がない。それに比べて、日本の土がいかに素晴らしいかをぜひ分かっていたきたい。

最後に 62 ページ。まだ時期尚早なので、民間A社と書いているが、EDOCsを使った土壌改良とか技術コンサルティングの新法人を作ろうという構想がある。そこには複雑系の研究者で、世界的に有名な方々がたくさんいる。あの茂木健一郎なども参加の意向を示している。農協はもはや機能していない。社団法人日本農業倶楽部と書いたが、これから生き残っていく農家は新たなこういう生産法人組織を作って、本当に最高の農業を後世に伝えていくという取り組みをすでに始めている。以上である。