再生紙ならびに不織布のマルチングによる雑草抑制技術の開発とその背景 新しい農業技術論へのアプローチ（その1）

津野幸人*

キーワード：技能の再評価，技術作出の自分史，糊穀くん炭栽培，大気汚染と植物指標，環境と意識

1. はじめに

この度「雑草研究」への寄稿を編集委員の浅野絃臣氏よりお勧めいただいた。私の考案した雑草防除技術に関する得失，さらに農業観をも含めて若手研究者への提言や期待，などを内容としてほしいとのご要望であった。ご厚意は大変うれしく身に余る光栄であるが，この手の読み物はともすると老人の自慢話や独りよがりの説教となりがちだ。この点を十分に警戒しながら，一農学徒が農業技術の作出に当たってなめた苦渋と自戒すべき点，さらに未来に向けての農業技術のあり方，などを率直に書き残しておきたいと思った。これが多少なりとも新進の方々のご参考になれば，私としては身に過ぎた幸せである。

昭和28年（1953）に農林省の技官として研究生生活に足を踏み入れ，愛媛大学農学部を経て，鳥取大学農学部に移り，そこで22年間勤務させていただき，平成8年（1996）に65歳で定年退職を迎えた。丁度，退職の前に再生紙のマルチングによる水田雑草の抑制技術を完成し，これがいま全国的に普及しつつある。昨今では屑綿を素材とした不織布で種初をはさみ，これのマルチングで雑草を抑制すると同時に，田植え不要の省力有機栽培法を世に問うている。

ところで，この小論では一般的な定義（広辞苑）に従って，技術とは「科学を実地に応用して自然の事物を改変・加工し，人間生活に役立てるわざ」，技能とは「芸芸を行う腕前」，としてはっきり区別して

おこう。

さて，青年時代から「農学における基礎研究は，技術の創出を目指すものでなくてはならない」，という主張を掲げてきた。しかしながら，これだけでは不十分だと気付いたのは，イラン，インドネシア，インド，赤道アフリカ諸国の農業をつぶさに眺めた結果である。つまり，伝統的社会への新技術の導入は，しばしば強者と弱者との格差を拡大する方向に作用しているようだ。わが国とてもこの例外ではない。

強者の技術として強烈な印象を受けたのは米国の稲作である。大学退職後の五年ばかり，私は毎年アメリカ・アーカンソウ州の稲作農家で栽培期間の一部をすごした。また，カリフォルニアの稲作組合のアドバイザーも同時に勤めた。この地での印象は，まさに科学が何の妨げもなく実地に応用されているという実感である。

少なくとも私の接した米国における大規模稲作農家の間では，労働手段（機械装備，交通・通信手段）と稲作技術にはあまり差異はなかった。したがって，経営内容に大きな影響を与えているのは，むしろ経営者の稲作への熱意と勤勉さ，そして勤儉であると思われた。

2. わが国の稲作技術の特異性

「勤儉」という面からみたとき，わが国の稲作は世界的に見て特異的だ。これを具体的に列挙しよう。

① 生産コストを無視して無駄な物財の投入がなされている。これを可能ならしめている一因は補助金政策である。他の要因は，技術指導者または研究者がその役割を正しく履行していない点にある。

一端の指摘だが，稲作追肥にしても窒素だけの施用で十分であるのに，高価な複合肥料を用いている。さらに，連年投入されている土壌改良剤は生産現場ではたして有効であろうか。微量要素や微生物施用についても，有効性が客観的に証明されないまま農

*鳥取大学名誉教授：790-0854愛媛県松山市岩崎町1-8-37-204

Yukindo Tsuno : Reconsideration of agro-technology through the development of weed control in paddy field by mulching using the recycled paper and the non-woven fabric, made by scraped cotton.

(2005年6月24日受理)

家は使用している。

② 農民の多くは自分で判断しないで、技術指導者や、際もの技術書の説を鵜呑みにする傾向が強い。物財の使用に当たって、その有効性を立証するには農家自身が無処理区を設定すれば問題はないのであるが、これは現場では全く実施されていないで無用な資材が多用されている。

③ 農業部卒業生はあまりにも生産現場の知識に乏しく、かつ伝統的技能に無知である。このために地域に賦存する無価格の有用な資材が活用されていない。基本的には大学教育のあり方に問題がある。

④ 物財の乱費を農業技術指導者が促した。以前に比べて稲作では農薬散布回数が激減している。過去においても散布回数が少なくてもことは足りたのだ。追肥回数にしても以前では5～8回は普通に行われたが、現在では2～3回が標準となった。これらは技術倫理の立場からの検討を要する。

以上は、本小論でもっとも深い関係を持つ稲作での実態を取り上げたのだが、農学研究と技術開発の全般を見渡しても、研究者および技術者の知的方向が一方的であって、経済発展への貢献が視座の中心を占めている。これは何もわが国に限った現象ではなく、彼らにおける価値観のグローバル・スタンダードであるのかもしれない。利潤追求を第一義とする企業の研究所で、新製品の開発に巨大な研究費を投入するのは当然であろう。しかし、一国全ての研究者の興味がお多福胎を切ったように画一化する必要はない。むしろ多様性を確保することが健全な社会を維持する上で不可欠である。市場規模の小さい環境保全技術や社会的弱者に役立つ技術、などの創出は大企業の研究所には不向きである。

すでに劣勢産業に追いやられている農業、これを対象としている農学研究者こそcomprehensive scienceの個性を発揮して、その発想に独特のスタンスを取るならば、一中心から周縁に知の射程を及ぼせば一、広大な活躍の場を拓くことが期待できるのである。

3. 知の方向の逆転：中心から周縁へと視座の転換

1997年に大変挑発的な名の本、「科学の終焉」（徳間書店）が翻訳出版された。著者ジョン・ホーガンの主張を一口に要約すれば、量子力学、宇宙誕生のビッグバン理論、DNA遺伝学など、常識を覆すよ

うな純粋科学の大発見は出尽くし、のこるは応用科学だけだという。応用科学である農学に身をおいた自分にとっては、一読して大いに共感を覚えたのであったが、日本農学自体を謙虚に省みたとき手放しで自賛できない部分も多い。基礎、応用を問わず農学者が自己の学のパラダイムを、ことさらに狭めてタコ壺にもぐりこみ、そこから一步も出ないままで惰性的に論文を製造し、その数を互いに競っているのが現状ではあるまいか。この傾向は既存学会が近接学問領域との統合を視野に入れないで、むしろ細分化の方向をたどることによって加速されているように見受けられる。

国立大学はすべて法人化されて、先生方は研究費の獲得で寧日のない状況におかれている。このままでは、非生産的な会議や交渉で知的創造性をすり減らしてしまうだろう。そして、やがては知識人の特質である批評精神すらも活力を失うにちがいない。これは知識人の役割の喪失であると同時に、彼らの知的生命の終焉を意味するものだ。われわれの社会は、活力あふれる創造的な才能を必要とし、それを継続的に保持しなければならないのである。

日本の社会は、1960年前後より高度成長期に入り、経済的弱者や時代遅れのシステムを切り捨てながら膨張を続けてきた。1985年以降の数年間のバブル経済とその破綻による後遺症で、大方の人は変革の苦しみを味わっている。この社会情勢の下で研究者が活力を保持して、その役割を果たすにはどうすればよいか。この課題を最終部分で予定している論議の焦点としたい。

結論めいたものを先取りすれば、中心から周縁へと知の方向を逆転することで農学の活路を発見しようとするのである。もっと端的に表現すれば、視線を強者から弱者に移動させるのだ。明治以来、国策と対応して農学が終始目標としてきたのは、「貨殖を図る業」の発展であって、つまりは生産性の強化による利益の追求に他ならない。

周知のとおり現代農政の基本は、世界市場での競争に耐えられる大規模農家の育成である。これを知りつつも、あえて私は小農の存続とその意義を強く主張した（『小農本論』、『小さい農業』農文協刊）。当時を振り返れば、「発展は善である」、という思潮に一石を投じる意気込みで書いた。この基本姿勢には今もいささかの変更はない。ただ、いっそう重

要と思われてきたのは、数多く提供される情報の中から自分が必要とするのはこれだ、という選択のモチベーションを明確に自覚することである。このことは、研究者を含めて技術を作る側にも、また技術行使する側にもともに必要である。現状を脱却して新しい地平を切り開くためには、従来の思考の延長では達成できない。自己の思想において新しい領域の開拓が不可欠だ。繰り返して強調するが、大切なのは知の目指す方向の逆転である。周辺に押しやられようとしている弱者を中心にすえた思想の採択である。

思想を問題とすると、どうしても哲学を避けて通るわけにはいかない。が、関連する哲学全般をここで取り上げることは不可能である。私が技術論の組み立てにあたって強い関心を抱いた哲学について、最小限度の記述をしておこう。

さて、現在の哲学の重要概念は、構造とみなすことができる。この構造とは、構造化する非構造的な「力」を中核とする「構造」と理解する。既にこれはギリシャの自然哲学者たちが、アルケー（自然の根源）とみなした。ソクラテス以前の哲学者たちの最大のテーマは、自然の根源を明らかにすることであった。これを具体的な要素概念で捉らえたのはタレスの「水」から始まり、エンペドクレスによる「土、水、空気、火」の四要素を経て、ついにはデモクリストの「原子＝アトモン」に到達した。この流れが経験的観念から脱却した近代科学思想の、母胎をなすものであることは明らかである。エンペドクレスの四要素は、古代インドで説かれた「四大＝土、水、火、風」とほとんど同じ内容で、四大の組み合わせで万物は生成するとした。これは、現在でも生態学的思考の中に生きている。

一方、中国古来の自然観においては、火、水、木、金、土の五要素（五行）でもって自然と人事一切を説明しようとした。その後の展開は、西洋科学に比して要素の分割が不十分であり、具体的に数量化しがたい「気」概念との結合で科学技術への応用は困難であった。しかし、技能の発展は目を見張るものがあり、これが高度の芸術作品として結晶したのである。特に医療技術と農業技術においては、そこに西洋とは異種の技能知の存在が察知できる、その証左として「莊子」にある料理人・包丁や車輪作り職人の話を挙げておこう。彼らは、自然原理との一体

化を技能の中心としているのだ。自然を物理的に解体したり、加工したりするのではなくて、自己が自然と融合することで絶妙な力を発揮させようとする姿勢である。これを東西文化の差に帰するような安易な思考は採用できない。

〔技能の再評価〕われわれが区別する技能と技術の差異を、はっきりと学問の俎上に載せたのが、有名な「野生の思考」の著者、レヴィ・ストロース（文化人類学者）であると思われる。彼によれば、科学には、二つの種類のものがあり、第一の科学が「野生の思考」（＝神話的思想）であり、第二の科学が、われわれの言うところの「科学」である。第一の科学は、あり合わせの道具でもって、自分の手で目指すものを作る人（器用人）のものである。器用人は出来事や出来事の断片を並べ替えたり、組み合わせたりして構造を作り上げるのである。第二の科学は、仮説と論理を使って、出来事という形で自らの手段や成果を作出する。つまり、計画に即して考案された材料や器具を操作して物を作る人（エンジニア）のものである。

レヴィ・ストロースの重要な指摘は次の点である。第一と第二の科学は、未開と文明というような全く別々のところに存在するのではなく、われわれは常にこの二つの科学を用いて考えたり、行動したりしているのだ。

わが国では西洋化を急ぐあまり、長い間培ってきた第一の科学に属する思考法を切り捨ててきたと思われる。理性によって獲得する認識と、感性を通して獲得する認識とは、あたかも大脳生理における右脳と左脳の役割分担のごとくにわれわれの精神構造では不可欠のものであろう。西欧化に向けて発進してから百年以上を経過した日本においては、なお最新の海外での研究を包摂しながら応用科学分野の先端医療、IT技術分野で相応の成果が上がっている。だが、農学においては、世界に胸を張ってこれが独創的研究だと誇れるものがあるだろうか。

著書『農学の思想』（農文協刊）の中で「新経験主義農学」を唱えてきた私の立場は、かなりレヴィ・ストロウに接近してのものであって、第一の科学と第二の科学の間の往復運動に意義を認めている。だが、最も魅力を感じる思想家は、プラグマティズムを確立した米国のウィリアム・ジェームス(1842～1910)である。彼は、知覚するものの根源的な意

識の流れを「純粹経験」と呼び、自らの立場を「根源的な経験者」(radical empiricism)と位置づけた。私たちが経験する真の単位は相互にばらばらではない。これらは、みな部分的に重なり合って連続しているのだ。人間の意識分野は「より広い潜在意識」へと僅かながら移行していく「周辺」に囲まれた「中心」である。この状態で、ある部分が外にあるといったら、それはすでに意識に入ったことになる。中心と周辺はそれぞれ別々の方向に働き、やがて周辺が中心を圧倒すれば、周辺自体が中心となるのである(『多元的宇宙』)。ここに要約した彼の説は、私の脳裏において中国で興った仏教・天台宗の説く「一念三千」と重なってしまうのである。

はなはだ話が抽象的となったが、以後の論議の展開のための前提として、私自身の思考の枠組みをあらかじめ示しておくことが必要だと考えて紙数を増やした。僭越ながら次項からは、私自身の行った研究と新技術との関係、さらにはその背景となる思想形成と、その展開を具体的に述べさせていただく。

4. 新技術作出にかかわる自分史

A. 甘藷畑におけるカリ肥料の深層施肥(文献1) —研究室と生産現場との往復運動—

私の農学研究の始まりは、中国農業試験場(姫路市)、作況研究室での水稻の光合成研究であった。Plant Physiology誌(28巻703p)に載った野外での馬鈴薯の光合成測定装置を参考に、ガラス器具を購入して装置を製作した。水田のそばに作った小屋で稲と麦との群落光合成を測定した。

だが、作物の収量予測が本務である作況研究室で、基礎研究をやるとは何事だ、という非難が周辺から起こった。収量構成要素と気象要素との相関関係の計算は、結果を追いかけているに過ぎない。収量形成の母体である群落光合成能力を抑えなければ収量は予測できない、という新参者の主張は容認できなかったらしい。

基礎研究なら農業技術研究所でやれ、というわけで埼玉県北本町に新設された生理遺伝部・生理第二科の甘藷研究室へ昭和35年8月に配置換えとなった。このとき「農業研究における基礎研究は、技術創出に役立たなければならぬ」、との信念を一段と固めたのである。

ところが、基礎研究として位置づけていた「甘藷

の光合成と乾物生産の研究」に日本作物学会賞(昭和42年)が授与された。一言で内容をいえば、古くから認められていた甘藷に対するカリ肥料の効果は、カリが塊根の含水率を高め、それが高い呼吸速度を維持することで塊根容積(シンク)の増加に寄与する。このために地上部からの光合成産物の受け入れが促進されて、葉身の光合成速度を高く維持することができる、ということに尽きる。

この理論を応用して実際の畑でカリ肥料を多用してみると、増収率は10~20%程度であった。さらに多用すればカリとの拮抗作用でマグネシウム欠乏症を誘発して減収を見る。基礎研究の成果が甘藷の栽培技術に繋がらないのだ。これには、本当に死にたいほど困った。後で思えば、これが良かったのだ。ふとヒントを得たのだが、フェスカ(ドイツの農学者で駒場農学校教授)の言葉、「研究室と現場との往復運動」である。

千葉県飯岡町には恒常的な甘藷の多収穫地帯(単収4800kg)がある。ここに出かけて甘藷畑の土壌を層別に深さ110cmまで採取してカリの分布を見ると。なんと表層から60cmの深層までカリが多いではないか。一方、甘藷の根で、茎から発生した“くき根”は土壌の表層20cmまでに分布が限られ、深層には藷から発生した“いも根”のみが分布していることがわかった。

そこで、表層と深さ40cm層の二層に三要素を施用した。この結果、どのような肥料設計でも単収2000kgの水準を超えることができなかった北本圃場で、やっと3000kgに近い単収を上げることができたのである。これで実験と試験との相違を知らされた。さらに次の啓示が与えられたのである。

自然が提示する変異を経験に照らして注意深く観察し、好ましい変異の生起する原因を科学的手法で探索することが大切だ。問題意識を深めていくと、必ずカン(勘)が働くようになる。これを大切にしよう。経験、観察、カンこそが問題解決の扉を開く鍵となるのである(新経験主義農学)。誤解しないでほしいのは、カンとは山を掛けるための勘ではない。問題に直面したときに、解決のためのアイディアの所在を感知するカンである。これは論理からは導けない、むしろ論理の外から飛来して論理を導くものであるといえよう。

B. 籾殻くん炭を培地とした養液栽培法の考案(4) ーライスセンター副産物の活用ー

農業技術研究所生理第二科より愛媛大学農学部
の助教授として転出した昭和42年当時は、全国的に学
園紛争が拡大して、学問の社会的意義が根本から問
い直されていた。心ならずもこの風潮に便乗して、
学問の自由が謳歌できたのは望外の幸せと言わなけ
ればならない。また、東京大学理学部の門司正三教
授(植物生態学)からは、光合成測定装置の大学間
での保管転換などで多大のご援助をいただいた。研
究設備の貧弱な地方でも、研究が続けられるように
とのご配慮である。

私の関心は専ら水稻の群落光合成に立脚した多収
穫理論の確立(2)とわが国への水稻渡来の謎解き
であった。特に、柳田国男著『海上の道』では自分
なりの夢をかきたてたのである。ついに、赤米探し
に熱中して四国山地の農家を尋ねまわり、古い籾貯
蔵庫の塵の中から二三粒の赤米を発見したのはなつ
かしい思い出である。これの生理・生態的特性を明
らかにする(3)過程で、高冷地稲作への視点が開
けた。採取した2種類の赤米は、日長反応では全く
異なっているが、ともに耐冷水性は最強であり、施
肥すれば過剰繁茂をきたして低収となる。低温・瘠
せ地環境での安定収穫を目指すものであった。

さて、農家との接触が深まるにつれて、次第につ
のってきたのは農業経営と生活への関心である。愛
媛では稲作も温州みかん栽培も経営的魅力を失いつ
つある中で、台頭してきたのが施設園芸であった。
また、高知県は施設園芸の先進地として独自の地位
を築いていたが、農家では農薬害によるハウス病、
栽培面では連作障害と、技術的解決を迫られる問題
は山積していた。このころ全国的にイチゴのハウス
栽培が広がり収入も良かった。しかし、定植から収
穫まで屈んだ姿勢で作業するので、栽培面積が一人
10アールを超えると必ず腰痛症が持病になるといわ
れていた。

連作障害の解決策として先進的施設園芸に採用さ
れたのが「礫耕栽培」であった。この養液栽培が普
及するにつれて、河川から採取できる良質の礫がし
だいに品薄となってきた。また、礫からの溶出物に
よる養液のpH変動が大きくて、その調整が楽では
ない。天然礫に代わる安定した栽培培地が切実に要
求されていたのである。

一方、稲作では各地にライスセンターが建設され
て稼働を始めていたが、大量に出てくる籾殻の処分
に困っていた。サツマイモの礫耕栽培で腕を磨いて
きたので、籾殻くん炭を培地とした養液栽培装
置を試作した。籾殻くん炭を目の粗い長さ4メート
ル、径8センチの袋に詰めて、これをプラスチック
製の雨樋内に横たえる。この雨樋を立体的に設置し
て、それぞれをパイプで連結する。こうして、最上
段の樋に溶液を供給し、逐次下段の樋に流下させて、
最後は養液タンクに集めるのである。

養液管理には電気伝導度計を使用して、供給養液
の伝導度が設定値を割ると、原液タンクから自動的
に新たな濃厚溶液が供給できるようにした。こうし
て栽培の自動化を意図したのである。栽培結果は
上々で、根菜作物以外ならば何でも栽培できた。円
筒状の袋内の根の大部分は空気と接触し、袋底部の
根のみが溶液と接触して養分吸収を行う。こうした
条件を与えれば、電導度1ミリ・モー内外の薄い溶
液で長期間にわたって栽培できるということが立証
できた。

この自動栽培装置の欠点は、養液供給ポンプを日
中は常時稼働させておかねばならないことである。
もし夏季の日中に4時間も停電すると作物は全滅す
る。対策としては、作物一株あたりの籾殻くん炭量
を増やして、これに付着する水分量を増す以外に道
はない。そこで、V字状の細長い栽培容器に籾殻く
ん炭を詰め、これを腰の高さの台に固定、または、
ハウスの天井から吊るして一定の傾斜を与える。各
容器の最上部から養液を一定時間ごとに供給して、
栽培容器のくん炭を湿らせる。容器の下端より流出
する養液は樋で受けてタンクに回収する。その濃度
管理は雨樋の場合と同様にした。

雑誌『家の光』のグラビヤ数ページで「くん炭栽
培」の状況が紹介されたので、昭和46年当時は農家
のバスツアーによる見学でにぎわった。また、著名
な園芸地帯から技術習得のために派遣された若者も
かなりいる。私の考案した装置は特別の業者に頼ら
なくとも、農家自身が手製で製作できる強みもあっ
たので、大阪、京都のトマトや胡瓜の栽培ハウスで
は自家製の栽培装置が活躍した時期もあった。

しかしながら、「くん炭栽培」には大きな弱点が
あった。それは、籾殻を焼いて「くん炭」を製造す
るとき、伝統的な野焼きでやると焼けすぎて灰とな

る部分が多いことであった。灰が混じるとカリ分が多く溶出して、養液管理をかく乱するのである。あるメーカーでは、効率的に籾殻を炭化する金属製の窯を試作したが、広く普及するまでには至らなかった。

くん炭培地が軽いという特性を活用して、奈良農試ではイチゴの立体的多段栽培の開発に取り組んだ。これが契機となって各種の軽量な栽培培地を利用したイチゴの高床栽培が今日のような普及をみたのは私にとって喜ばしい限りである。しかし、無機培地は分解が困難で、使用後の処分に困っている。籾殻の船底形をした形状と使用後の処分が容易である点は、他に類を見ない優れた栽培培地であると今も信じている。

養液栽培の普及に取り組んでみて痛切に感じるのは、農家が手作りの技術を放棄して、つまり器用人としての技能を発揮しないで、単純な原理をわざと複雑化したメーカーの製品を安易に導入する傾向が強まったことである。提供された機材の利用についての習熟にのみ関心が向き、受身の熱心さが精農の特徴となった。この原因の一つは補助金政策にあり、それが農家の創意工夫を奪っている点は無視できない。

C. 指標植物を利用した大気汚染の検出法の開発 —環境観の転換とその契機—

愛媛大学在勤当時は高度経済成長の真っただ中で、いわゆる公害垂れ流しの状態であった。私は公害問題にはあまり関心がなく、もっぱら光合成からみたイネの多収穫理論とか野菜の養液栽培の研究に熱中していた。前述の「くん炭栽培」研究では肥料メーカー側からの接近があった。ある有名メーカーの社員は、大気汚染に対する社内研修用テキストを引用して、「現在の大気中の亜硫酸ガス濃度は、四畳半の部屋でマージャンをしている際に、マッチ一本をすってタバコに火をつけた程度だ」といった。

今でも記憶に新しいのであるが、この一言が私の環境観を転換させた。われわれの環境は開放系ではなく、密室のごとく閉鎖系なのだ。事実、光合成研究を始めた昭和30年当時の姫路市・中国農試におけるCO₂濃度は日中270ppm程度で、それから15年後の愛媛大学農学部では330ppm内外に上昇しているのではない。

これが契機となって、環境問題を真剣に考えるよ

うになった。読み漁った書物の中で三澤勝衛著『風土産業』に出会った。たちまちその思想の虜となり現在に至っている。三澤の唱える風土、一大気の底面と大地の表面が形成する一種の化合物—の活用こそ農業技術の王道であると確信した。また、三澤の情熱の源泉であった郷土愛を強く意識するようになった。この立場を延長して小農擁護論を展開したのが、拙著『小農本論—だれが地球を守ったか—』（農文協）である。

一方、覚めた目で養液栽培をみたとき、その肥料分として使用されている化学物質は化学実験に使用する精製試薬と比べて価格が極めて安い。これは純度の差に起因していると思うが、どのような不純物が含有されているかは明らかにされていない。さらに一般の化学肥料はもっと安価であるが、これには多様な有害物質を含んでいる。それは「肥料取締法」に肥料成分濃度の保障値とともに含有が許される有害物質の上限濃度が併記されていることからして推測できる。といって化学肥料を一切排除したとき、現代農業は成り立つであろうか？この疑問に対する回答として注目したのが「世界救世教の自然農法」であった。これについては再生紙マルチ栽培の項で改めて述べることで、技術あるいは技法の作出は自分自身の思想を変革していくという実態を自分史の年代順に従って記述していきたい。

(a) ソバ幼植物を利用した大気汚染の検出(5, 6) —手法の標準化と簡便化の必要を痛感—

工場からの排煙に含まれる有害ガスによって、樹木や農作物の生長が阻害されることは観察の上では認められるのだが、その因果関係を証明しようとするとなかなかことが運ばない。大気中の亜硫酸ガスだけに限っても、その濃度の検出には高価な測定機器が必要で、誰にでも手軽にできるものではない。また、汚染物質は一つとは限らないのだ。機器に頼ることなく植物の成長でもって環境を総合的に評価しようとする発想は古くからあった。つまり、植物計(hytometer)であるが、これを利用すれば安価であるうえに、生命現象を通して総合的に大気環境が評価できる。

問題は、どの植物が大気汚染の被害を鋭敏に反映するかである。そこで、1 ppmのSO₂ガスを8種類の作物の幼植物に30分間処理をしたところ、ソバ、ゴマ、アサガオの固体光合成の低下は著しく、48時

間後でも処理前の50%程度にしか回復しなかった。ことにソバは、処理により葉の部分的壊死が顕著に認められたので、これを大気汚染検出用植物計とした。光合成の低下は、必然的に成長の低下を招いた。

一方、清浄な大気環境におけるソバ幼植物の相対成長率は、晩春より初秋までは20~25%/dayの範囲で、気温と日射の影響を受けにくいことを大学内構内での実験で確かめておいた。

考案したソバ植物計によるモニタリングの具体的な手順を述べる。

径10cmのアイスクリーム・カップを二段に重ねて、上部のカップに籾殻くん炭を詰め、その底部に敷いたさらし布と下部のカップに満たした水耕液とを毛綿紐で連結して、毛管現象で養液をくん炭培地に供給する。上部ポットにソバ種子を蒔いて5個体を本葉2枚がでるまで同一環境で育てる。そして、4ポットを所定の場所に7~10日間置いた後、乾物重を測定して、成長解析の手法に従って相対成長率を算出、これを空気清浄な場所での値と統計学的に比較するのである。

愛媛県内の工場地帯で実際に使用してみると、工場に隣接した地区よりも排煙のこもりやすい谷間とか、鉄道と国道とが近接した交通量の多い谷間での相対成長率の低下が著しかった。また、松山市内でも車両の交通が多い地点の値も同様に低かった。このように、ソバは大気汚染下で生長すると乾物重の増加率が低下することは明白であった。

しかし、この植物計は一部の高等学校の課外活動で採用された他には、普及を見なかった。理科の教師が扱う教材としては格好のものと評価されたが、社会人が実施するには手数がかかりすぎるという難点を持つ。栄養条件を均等にするために養液栽培を採用したのと、乾物重や養面積の測定が一般の人には困難であったと考えられる。簡便なマニュアルで標準化されたモニタリングを提案しなければ、人々の行動を具体的に環境問題にひきつけることが出来ないことを痛感した。

(b) 大気汚染下での松の生育衰退徴候の観察による 評点法(7)

一誰にも出来る野外観察に活路を求める一

いろいろと考えた末に、誰でもが出来る大気汚染モニターとして松を採用した。現在では市街地で自然生の松の巨木を見ることは稀であるが、昭和30年

代までは寺や神社の境内、あるいは郊外の並木にその偉容を誇っていたのである。

愛媛から上京するとき、車窓から目に付いたのは大気汚染の酷かった川之江市(四国中央市)や岡山側の宇野近辺での松がなんとなく生気が失せている様子であった。遠望して分かるのは、弱齢の松は樹幹の先端部が横に曲がっており、老齢木では下枝がしだれ枝となっている。自家用車で岡山大学に行ったついでに水島コンビナートに回り、元気がない松に接近して仔細に観察した結果次のことが観察された。

- ① 松葉は二年間生存するのだが、前年葉の落葉がひどい。10月以降の調査では、本年葉も落葉していた。
- ② 着生している前年葉、本年葉ともに部分的に褐変部がある。
- ③ 枝条の年間生長量を枝階の長さで判断すると、年を追って短くなっている。つまり生長量が少なくなっている。
- ④ 頂芽優勢の原則が崩れて、伸長量は側芽と差別できない。

上記事項に樹冠の形状観察を加えた7項目を選んで、それぞれに評点を与え、合計値を算出したところ、合計値が5点以下は優良木で、15~20点に達した松は枯死寸前のものであることが分かった。

なぜ、③、④の現象が起こるのであろうか。これについて解析したところ、評点が多いほど当年伸長枝の含有するデンプン、全糖は少なくなっていた(相関係数 $=-0.85^{**}$)。大気汚染による光合成量の減少に起因していると推定された。ちなみに、SO₂ガス1ppm(湿度63%)の大気に松幼木を30分間接触させると、瞬時に光合成速度は処理前の10%程度となり、回復に80時間を要した。相対湿度40%では明らかに回復が早かった。この調査は主に道路近くの孤立木を対象としたので、誰でもが観察できるという利点があった。それ故にセンセーショナルに報道されて、市民自らが松を調査しようという気運が醸された。だが、各地で松くい虫による被害が激発して、調査対象とすべきめぼしい松が見当たらないのが現状である。しかし、自動車の排ガス規制の実施後に皇居前にある松の評点が急速に低下した、一松が元気を取り戻した一、という事実は記憶に鮮やかだ。

D. 乾燥地農業でみた生産性と永続性との相克

ここで自分史として述べている内容は、「農学には基礎研究はない。応用の科学である限り技術・技法の作出を目指さなければならない」という主張を貫き続けた平凡な農学者の研究行動と心の軌跡をたどったものである。この作業を通して環境認識が年を追って変化していったことを、自分自身で改めて発見したのは新鮮な驚きであった。それを具体的に言えばこうである。

まず、最初の段階では、基礎研究の結果をストレートに現場に応用しようとした。現場と研究室との往復運動に活路を発見したのであるが、環境意識は土地生産性の評価の範囲内にとどまっていた。

第二の段階では施設園芸という人工環境を進化させて、溶液栽培で以って労働の苦痛を除くという方向である。いわば人間中心の技術であった。

第三段階は、農業技術の範囲を超えて環境保全のために、研究成果を市民運動の道具として役立てようとするもので、産業社会のあり方に対する批判がこめられていた。

このように整理してみると環境意識には空間的な広がりがあるが認められるものの、時間軸が欠落している点を率直に認めざるを得ない。今にして思えば、私の農業観の中で時間軸が大きなウェイトを占めてきたのは、鳥取大学農学部附属砂丘利用研究施設に新設された乾地生態部門の教授として赴任して最初に手がけた、イランにおける砂漠の農業利用の研究である。

ダムを作って水を貯え、それを乾燥地の農業に導いて作物に与える。これは誰しも考えるところの明快的な開発構想であるが、現地に来てみるとそう簡単にことは進まない。山間部に設けたダムの水も長い導水路を流下するうちに蒸発して平野部に至ると塩分濃度が高くなる。百年単位でみれば開放水路による灌がい農地のほとんどは塩類集積で不毛地となっているではないか。一方、天水に頼る小麦のドライ・ファームিং農地は数千年の命脈を保っている。乾燥地における塩分濃度の高い用水の灌がいは、一種の農業公害ではないかと気づいたのである。

ドライ・ファームングとは冬雨地帯での小麦作の一様式であって、まず作付けを1、2年間休んで冬に降る雨を土中に蓄え、しかる後に水分消費を抑制するためにわざと少量の播種をする。灌がい小麦作

に較べて農地の生産性はきわめて低いが、塩類集積をみないために農地の寿命は尽きることがない。

農業における生産性の追及は、農業自体の永続性を損なう、この矛盾をどう解決すればよいか。この命題にひたすら向かい合ってきたのが以後の研究生生活であったといえる。そして、生産性の抑制つまり人間の欲望の制御を農業技術の中核にすえなければならぬ、という結論に達したのである。

本小論の(その2)では環境と意識の問題を掘り下げて農業技術論を展開してみたい。ここまでの文章に関連する自著文献を以下に掲げた。また、それを本文中ではカッコ内の数字で示した。

関連自著文献

- 1) 津野幸人・藤瀬一馬 1968. 甘藷の乾物生産に関する研究, 第11報, 深層施肥が塊根収量に及ぼす影響, 日作紀 37: 273-279. (注, 前出3, A関連)。
- 2) 津野幸人 1976. イナ作多収穫論, 農業技術体系作物編2, 農文協刊
- 3) 津野幸人・佐藤 亨・羽立一宣, 1978, 赤米種水稻に関する二, 三の生理・生態的特性, 鳥取大農研報, 30: 218-225
- 4) 津野幸人 1972. くん炭利用養液耕とその特性, 農耕と園芸27巻3号: 68-70
- 5) 津野幸人・佐藤 亨・入倉修一, 1977 作物幼苗の亜硫酸ガスに対する抵抗性の差異とそれを応用した大気汚染検出用植物計, 鳥取大砂丘研報, 16: 15-26.
- 6) 津野幸人・佐藤 亨・喜安光男, 1976ソバ幼植物を用いた大気汚染検出用植物計とその応用例, 鳥取大砂丘研報, 15: 9-20.
- 7) 津野幸人・佐藤 亨, 1976大気汚染地区における松の衰弱兆候とその数量化による被害度判定法, I, 大気汚染地区における松の衰弱兆候, 鳥取大砂丘研報, 15: 21-28.
II, 衰弱徴候の数量化による被害度判定法, 同上, 15: 29-36.