

## 《特別寄稿》

# 技術学としての農学と野外科学的方法

菊池卓郎\*

## I. はじめに

農学はある目的を達成するための学問であり、その意味において「技術学」と位置づけるべきだと私は考える。しかしこれまで農学を技術学として成り立たせる体系だった方法論がなかった。そこで農業に役立つ研究を目指す研究者は、従来の実験科学的方法の考え方の延長線上で取り組まざるを得なかった。しかしそこには本質的に無理があり、科学者として筋を通そうとする研究者は悩んだり、「役に立つ研究」を蔑視することになるのだと思う。農学が技術学であることを主張するためには、そのほかにも農業技術の普及との関係ではつきりさせておくべき問題が少なからずある。

私は農学研究の新しい方法論として「野外科学的アプローチ」の構想を発表した [菊池 2000a; 2000b]。以来、農業生産に関わりの深い試験場の研究者や普及指導の技術者に私の構想について話す機会を与えられ、実用的な雑誌 [菊池 2001] などに文章を書く機会を得た。このことが私に研究と普及の関係についての考えを深める必要性を感じさせた。また最近、全国農学系学部長会議 (2002) が「農学憲章」を発表した。その内容について中島紀一氏は「農学は技術学」「農学は農業と共に」「農学は農家と共に」の視点が欠落していると指摘している<sup>1)</sup>。そのことが私に農学の技術学的性格について明確にしておく必要性を感じさせた。そこでこれらの問題について、私の考えを述べることにした次第である。皆様に共に考えていただくきっかけとなることを願っている。

---

\*きくち たくろう、弘前大学名誉教授

技術学としての農学は野外科学的方法と表裏一体の関係にある。そこで第Ⅱ部において、野外科学的方法の構想の概要と研究方法論として重要ないくつかの問題について説明した。共に前著〔菊池 2000b、以下同じ〕の構想に沿った内容であるが、単なる前著のダイジェスト版にならないよう、新しい論点を加えてまとめている。しかし構想の全体を通じて、詳しくは同書を参照して頂ければ幸いである。第Ⅲ部には技術学としての農学をめぐる問題について、第Ⅳ部には技術の普及に関連する問題について述べた。地域の農業に責任を負う立場にある試験場の研究者には、技術学としての農学の考え方は受け入れられやすいと思うが、大学の研究者にとっては本質的に難しい問題がある。そこで第Ⅲ部においては、とくに大学の研究者の抱える問題点に重点を置いた。

全体を通じて私の研究対象である果樹、とくにリング栽培の問題を例として説明した。これは自分の知らない分野について想像でものを言いたくないことに加え、広く作物栽培に関わる研究—普及の問題点は、果樹栽培において最も極端に現れていると考えるからである。技術学としての農学の対象となるすべての分野の研究者や普及指導にかかわる技術者の方々が、私の農学技術論を手がかりにして、それぞれの分野の問題について検討して下さることを願っている。なお前著では「野外科学的アプローチ」という言葉を用いたが、なるべく日本語で簡潔に表現するのがよいと考え、「野外科学的方法」に統一することにした。

## Ⅱ. 野外科学的方法の構想と研究上の論点

### 1. 「農学の野外科学的方法」の構想の概要

この構想では農学の対象を再現性の低い歴史的、地理的一回性の現象と捉え、

---

1) 中島紀一 2002 戦後日本農学の再検討—昭和30年代における対抗と現代における転換課題— (農耕文化研究振興会研究例会における講演)。

広範囲の「野外」（次節参照）の観察や文献等からの情報を基に仮説を立てることに最重点をおく点、川喜田二郎氏 [1967] の「野外科学」の考えを基本にしている。しかし、同氏が仮説の検証は実験科学に委ねたのに対し、私の構想では仮説の検証も広範囲の「野外」の調査によって行ない、その結果によって仮説を改良してさらに「野外」で確かめるという、理論的には無限に続く過程としている。そしてその過程において、仮説の改良の程度に応じて生産者への普及指導に利用することができ、その結果はさらに仮説の改良に結びつく。即ち、普及指導を組み込んだ循環的体系と性格づけた。さらに栽培技術の普及に関連して、ある環境条件、農家の経営条件等に適した栽培技術の設計は、研究の結果を含めてさまざまな知識、情報を材料として行なわれる「組み立て作業」として性格づけた。この作業を効果的に行なうためには、実際栽培に関する豊富な経験を持つことが大きな力になるが、ある種のモデルを用いることが有効な方法となり得る。そのような「組み立て作業」のために有効な方法をつくりだすことも、研究者の取り組むべき課題である。

## 2. 川喜田氏の「野外科学」の構想

川喜田二郎氏 [1967] は従来の科学を書斎科学と実験科学とし、それらとは全く異なる科学の形態として野外科学という新しい概念を提唱した。これは私の「野外科学的方法」の原点になっているので、同氏の説明の概略を私がまとめたものを以下に示す（書斎科学の説明は省略する）。

野外科学は実際の観察と経験を重要視する点では実験科学に似ているが、観察し経験する場所が野外（フィールド）である。ここで野外とは場所が部屋の内か外かという表面的な問題ではない。仮に観察する対象を広い意味で自然と呼ぶとすれば、実験科学が対象とする自然は、ありのままの自然の中から操作を加えて人工的自然をつくることである。一方、野外科学で扱うのはありのままの自然であり、そこではほとんど数えきれないくらいの複雑な自然の諸要素がからみあっている。実験科学において対象となる自然は何度も繰り返し再現することができる。少なくとも研究目的に対しては反復可能として扱ってよい。それに対して野外科学的自然は歴史的、地理的一回性を帯びている。即ち、歴史的に二度同じ状況が繰り返されないし、同じ現象が他の地域で起きることもない。

川喜田氏は書齋科学、実験科学、野外科学の関係を図1のようにまとめている。

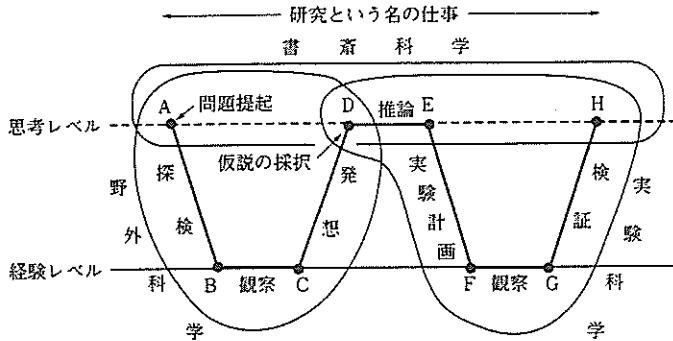


図1 研究という名の仕事 [川喜田 1967]  
(図の表題は菊池による)

### 3. 再現性の低い圃場試験

実験科学の主体である実験は再現性の高いことを前提として成り立っている。ところが果樹を使った研究では再現性の低いことが多く、とくに圃場試験ではその傾向が著しい。その原因としては、木本植物で長年にわたって栽培されること、整枝剪定という強度の人為的操作が毎年加えられていることが基本にある。果樹は根が深く下層土の状態が生長に強い影響を及ぼすが、下層土の状態は把握しにくい。同一圃場内ですら大きく異なることが珍しくない。果樹が長年にわたって栽培されている間には、年により気温、降水量、日照量などにかかなりの違いが生ずる。着果量はこれらの条件によって大きく影響される。異なる地域での試験となると気候や土壌条件の違いは一層大きくなる。果樹の圃場試験はまさに川喜田氏の言う「歴史的、地理的一回性」の現象である。

草本作物とくに一年生作物の場合には、圃場試験の再現性は果樹に較べて

格段に高いと考えられる。しかし場所、土壌、年が違えばと考えれば、程度の差はあれ果樹と同じ問題を抱えていることは明らかである。比較的再現性の高い試験が行なわれたように見えても、研究の目的とする幾つかの要因以外の条件（環境条件、植物体の条件、栽培管理の条件）の同一性は確保されていない。それらの条件が異なれば、結果が変わってくる可能性がある。私は圃場試験の内容によっては、環境条件の異なる多くの場所で試験を行ない、個々の試験結果は仮説形成のための一つの情報（次節参照）として、野外科学的方法で取り扱うということも検討の価値があると考えている。

#### 4. 仮説の形成と検証

野外科学的研究では、仮説の形成が最も重要な部分だと言っても過言ではない。果樹に限らず栽培に関する研究は、長い期間と多くの労力を要するのが普通である。それだけに徹底して仮説づくりに力を入れなければ、研究者としてあまりにも時間と労力を無駄に使うことになる。実験科学においても、必ず何らかの仮説を立て、それを確かめるために実験を行なう。仮説づくりにあたっては、関係文献を検討して未解決の問題の所在を見つけるといのは、広く行なわれている取り組み方である。しかしこの手法では、限られた範囲の既成の知識や考え方の枠から抜け出すことが難しい。それはひとつには研究者が扱いやすい材料を使って、取り組みやすい課題について研究する傾向が強いからである。また学術論文には、基礎科学的な観点から興味のある問題を扱っているものが多い。そして「より狭くより深く」追究するのが実験科学的研究の一般的傾向である。従って、文献をいかに多く調べても、極く限られた切り口を通して自然を見ることに終わりがちである。

野外科学的研究で重要なのは「野外」（前記川喜田氏の説明）における観察によって得た情報である。時には予備的な調査の形をとることもある。「野外」における観察が重要だといっても、何らかの問題意識を持つことなく行なったのでは、得られるものは少ない。無数の自然の諸要素が絡み合っている「ありのままの自然」（川喜田氏、前出）は、喩えて言えば「表面が滑らかで取りつ

く隙がない」。特別な問題意識を持って見るのは、表面に小さな切り口をつくることである。その問題意識が結果的に間違ってもよい。間違いに気づくことによって、あらたな切り口が開けるからである。問題意識を持って観察を行ないながら、文献調査も行ない、次第に仮説を形成していく。実験科学的の研究から得られる情報、知識は、限られた材料、限られた条件下で得られたものであるから、それらに大きく依存することなく、あくまで一つのヒントと考えるべきである。文献としては異なる研究分野の論文や実用的な書物や雑誌の記事が、しばしばよいヒントを与えてくれる。

「野外」での観察や文献からの情報から仮説を形成する過程は、理詰めで行なわれるものではなく、「ひらめき」のようなものが大きく働く。この過程を効果的に行なうための特別な方法はないが、対象となる自然に関するさまざまな関わりや経験が深いほど、よい仮説をつくるのが可能になる。またある種のモデルに基づいて考えることが有効な場合が多い。

仮説はさまざまな条件下にある「野外」でその妥当性について検討されることになる。そこで仮説は広範囲の「野外」で検証できる性質のものでなければならない。しかし工夫次第でその幅はかなり広げることができる。例えば植物生理学的な課題でも、作物の外見上の特性をうまく捉えることにより、場合によっては簡単な分析機器を使うことによって、「野外」における仮説の検証が可能になる場合があると思われる。

野外科学的方法の特徴は、主として「野外」での観察をもとにして仮説を立て、仮説の検証も「野外」で行ない、その結果を見て仮説を改良し、さらに「野外」で検証するという、理論的には無限に続く過程であるとするところにある。なぜ無限に続く過程とするのか。実験科学の場合は各実験毎に結論が出されるのが普通である。それは実験結果は再現性があるという建前になっているからである。一方、野外科学の研究では研究の対象は歴史的、地理的一回性の現象であり、仮説の検証もまた歴史的、地理的一回性の現象を扱うことになる。検証と改良を重ねるにつれ、仮説の妥当性が高まり、さまざまな外的、内的条件（作物自体の条件）との関係も明らかになっていくが、どこまで行って

も理論的には結論を出すことができない。そこで仮説形成—検証—仮説の改良は無限に続く過程とすることによって、はじめて科学の一分野としての資格を得ることができるのである（図2）。

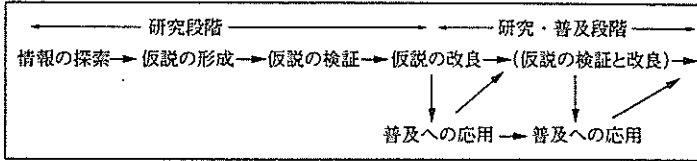


図2 農学研究における野外科学的方法

## 5. 研究から普及へ

大輪武司氏（1998）が工業技術における設計に関連して、大要以下のように述べている（私のとりまとめ）。農業技術にあてはまることが多く、示唆に富んだ内容である。

科学では思考過程がアナリシス→シンセシスであるのに対し、「ものづくり」である技術とくにその設計における思考はシンセシス→アナリシスとなる。シンセシスは思考の飛躍であるが、いったん設計ができるとそれについてモデリング、シミュレーションなどによるアナリシスが行なわれ、そこで得られたモデルの性質が当初要求されたものと異なる場合には、望ましい方向へモデルの変更（設計の変更）が行なわれる。そして設計変更の結果は、さらにアナリシスを行なって確かめることができる。しかし最初の設計があまりよくない場合には、アナリシスはその周りから離れることはできず、結果的に非常にローカルな最適値にしか到達できない。すなわち決定的に重要性を持つのは最初の設計である。しかし実現し得る方法をいかに多く思いつくかということは、シンセシスにとって大きな助けとなる。そのためにはアナリシスの経験を多く持っていて、どのようなシステムがどのような性質を持っているかということを豊富に知っていることが大切である。

栽培技術を新しく考え出すことも、工業技術における設計と同様にシンセシスの過程である（シンセシスの訳語としては、技術との関連では総合や統合より「組立て」の方が感覚的に合うと思い、以後はこの語を用いることにする）。

このことを最もはっきり示すのがリンゴの栽培方式の設計の過程である。栽培方式は品種、台木、栽植距離、樹形、支柱の有無と種類、その他さまざまな要素を組み合わせたものである。本来実験においては、一つの要因の影響を明らかにするために、他の要因については同一の条件にして比較がなされる。ところが栽培方式の試験では、圃場の面積や管理労力などの制約が大きいこともあり、試験担当者が適当と思われるいくつかの組み合わせを考えて実施することが多い。その意味において多くの圃場試験は要因分析的な「実験」ではない。従って、試験結果の最もよかった組み合わせが最良の組み合わせだということにはならない。すなわち、栽培方式の試験の成否は試験区の設定の段階で決まる。試験の結果を見て普及の方針を検討しようという考えは、根本的に成り立たないのである。果樹以外の作物の栽培試験においても、同様なことがあるのではないだろうか。

すべての栽培技術の設計は、程度の差はあるが組み立て作業である。それは地域の環境条件や農家の経営条件等に応じて、技術に要求される諸条件を考慮に入れ、技術の構成要素についての知識、情報を総合して、一つの技術に組み立てる作業である。従来、ある地域における農業技術を設計するのは、地域の試験場の研究者であることが多い。従来の研究の手法は分析（アナリシス）であり、技術の設計は研究とは逆の仕事であることを認識して取り組むことが必要である。大輪氏（前出）の述べた、最初の設計が決定的な意味を持つことと豊富な経験を持つことの重要性が、ここでもそのままあてはまる。

技術の設計のための組み立て作業にあたっては、豊富な経験に加えてある種のモデルを利用することが有効な場合が多い。その目的に合ったモデルを考え出すことが、研究者の課題の一つになる。試験場における研究は、農業生産に関連して解決すべき具体的な目標を持つ場合が多い。生産現場で何が必要かを知ったうえで、そのために明らかにすべき問題を研究するというのが、技術学（後述）における基本的な研究のあり方である。このことを考えれば、研究の計画の段階から普及指導に関わる人達が参加することが望ましい。

新しい技術、とりわけ「開発型技術」（IV-3参照）の場合は、経営経済、生



産物の流通事情等、広範囲にわたって考慮すべき要因が多い。そこで誰が技術の組み立てを担当するかが問題になる。常識的にはいろいろな分野の専門家が参加することが考えられるが、私はこの方法には賛成できない。なぜならそれぞれの専門分野についての分析的検討に終わる公算が高いからである。私は行政に影響されない栽培の研究者と生産の現場をよく知る普及指導の技術者（いずれも少人数）が担当し、必要に応じて関係分野の専門家の助言を求めるのがよいと考えている。また生産者の考えを反映できるよう配慮することが必要である。

## 6. モデルについて

モデルとは眺めただけでは何も見えてこない対象の背後に潜む本質的な関係を抽出したものとも言えると思う。近頃ではモデルと言えば、コンピューターを駆使したシミュレーションモデルが農学でも盛んであるが、私がリンゴ栽培の研究で用いてきたのは、数式など一切使わないものである。農業技術との関連においては、このようなモデルの方がずっと役に立つと考えている。それは様々な要因の影響下において有効な、いわば頑丈なモデルだからである。一般のモデル論では論じられることもない種類のものなので、読者にとってわずらわしいことを承知のうえで私の研究について説明したい。

まずリンゴの開心形の研究について述べる。この開心形は強勢な台木に接がれた樹を樹高4～5m程度に押さえ（欧米流につくれば8mに達するだろう）、樹冠内に万遍なく成り枝を配置できるところが優れている（図3はやや模式的に描いた図）。しかし現実には優れたリンゴ園の樹形でも、図4に一例を示すように千差万別である。これではいくら詳細に調査しても樹形の本質はつかめない。私は広範囲にわたるリンゴ園の調査と文献の検討の結果を総合して、図5に示すように「主幹から主枝、垂主枝に沿って側枝（最も近いもの）の基部までの水平距離が長いことが、開心形が備えるべき本質的な特性の一つである」、「この長さは土壤条件（それによってもたらされる樹勢）によって異なり、そこには連続変化の関係がある」との仮説を立てた。そして土壤条件の異なるリンゴ

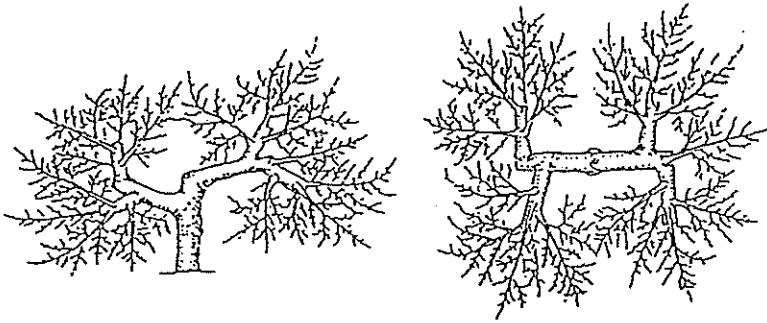


図3 開心形の骨格構造

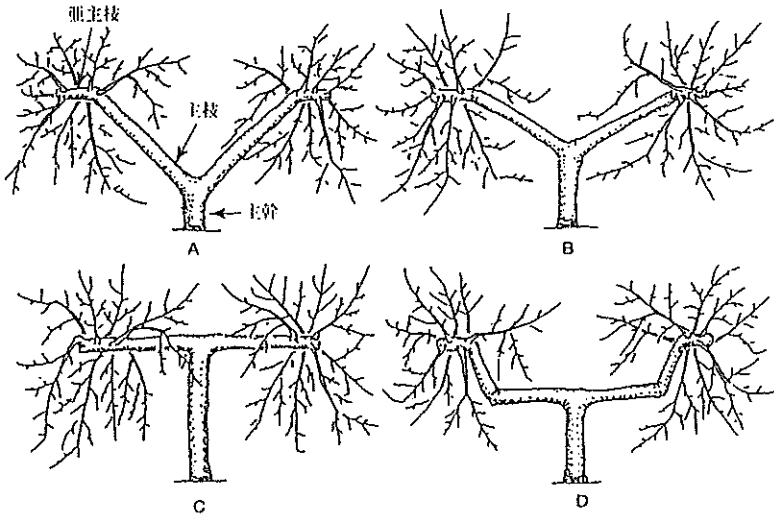


図4 開心形の骨格構造に見られる変異

園において、仮説の妥当性を検証することができた。骨格枝の配置は樹を育てる過程での成り行きによって違ってくる。図4の樹形の変異もそのような成り行きの結果であるが、私の仮説によれば矛盾なく理解できる。これは表面からは見えない本質を捉えているからである。

昭和40年代末から、それまで日本で経験のなかったリンゴのわい(矮)化栽

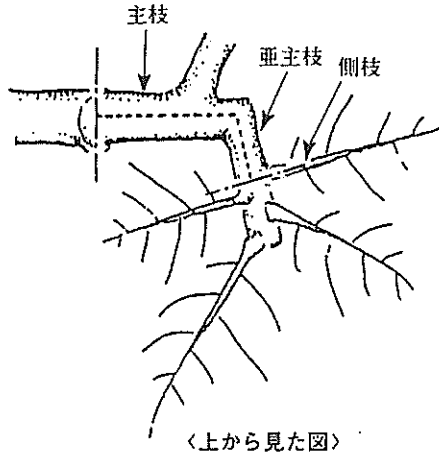


図5 主枝と側枝の間の水平距離の測定法

主幹から主枝、亜主枝に沿って側枝（最も近い位置のもの）の基部までの水平距離を測る。点線は水平距離を示す。

培（密植栽培）<sup>2)</sup> が広く普及に移された。以来リンゴ界では「慣行の開心形の疎植栽培か、近代的な密植栽培か」の二者択一の議論が行なわれてきた。私は疎植と密植の間は連続変化すると見るべきだと考えた。しかし両者の中間の栽培にはどんな樹形がよいかわかっていなかった。そこで同僚が新しい樹形の開発のための圃場試験を行なった。私はその結果を踏まえて「理想型+連続変化モデル」を提案した [KIKUCHI 2001]。それは樹間距離と樹勢に応じて樹形の理想型があり、理想型は連続的に変化するというものである（図6）。理想型とは必ずしも表面的に見える形ではない。開心形について述べた「本質的な特性」を備えた樹形という意味である。

生産者が「理想型+連続変化モデル」を、その理屈を含めて理解していれば、さまざまな条件に応じて自分で判断して対応することができる。栽培技術に関

2) 慣行の日本のリンゴ栽培の栽植密度は20本/10a前後。密植栽培の栽植密度は、日本では125本や165本が指導されてきた。西欧では200本以上が普通で、300本以上の園が増えている。

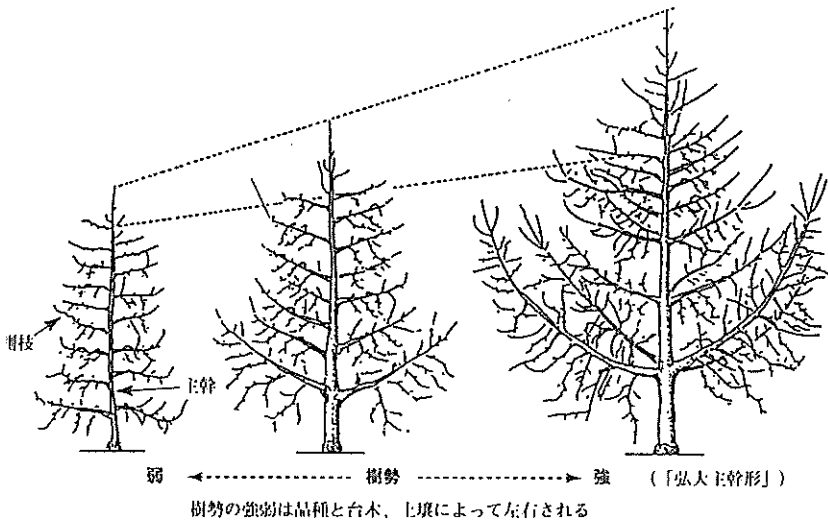


図6 樹勢の変化にともなう「主軸型樹形」の変化

しては、往々にして数量的に固定した形で普及指導が行なわれる。しかし農業技術とその効果は、環境条件、栽培条件等の連続変化に応じて連続的に変化するという関係にあることが多い。この関係を取り入れたモデルを活用することにより、技術の普及指導は随分改善されるだろう。

### Ⅲ. 技術学としての農学の確立のために

#### 1. 技術学の条件

技術学の考え方については、医学についての森佑二氏（1976）の論説が参考になるところが多いと思うので、その一節を引用する。

医学は健康の保持・増進、病気の予防や治療のための学問である。医学からこれらの目的をとり除けるならば、それはもはや医学とはいえないであろう。医学のシステムの中には、あきらかにこうした目的概念がふくまれている。工業技術ははっきりした目的をもってものを生産するだけでなく、そのシステムのなかに、資本

主義的生産においては利潤や効率、安全性（これはしばしば無視される）といった目的概念をふくんでいる。私が、医学は技術学として規定されなければならない、と主張するのは、第一に、そのシステムのなかに目的概念をふくんでいること、第二には、工学的生産技術と生物的生産技術とを統一した技術論があたらしい地平をきり開く可能性を秘めていると考えるからである。

農学については津野幸人氏 [1975] が、「農学をその機能する面から客観的にとらえた場合、農学は技術学であるとの立場をとらざるを得ない」と述べている。

私が農学は技術学とする理由は簡単明瞭で、農業に貢献するためというはっきりとした目的があるからである。近頃は環境問題など対象は広がっているが、その場合も同じ理由によって技術学である。しかし技術学であると言うためには、研究から普及に至る過程について、目的を達成するための体系だった方法論を持つことが必要である。それに研究から技術の普及にわたる過程の全体にわたって、研究者としてあるいは技術者としてどのような考え方で臨むべきかについて、十分な検討がなされることが必要である。

地域の農業に責任を負わされている試験研究機関では、研究の目的が具体的である場合が多い。即ち、本質的に技術学としての性格を備えている。一方、大学の農学系学部では、そのような具体的な目標を持たない場合がほとんどである。農業地域に位置する農学系学部では、研究者が地域の問題を研究課題として取り組んでいることが少なくない。しかし多くの場合、自分の研究分野で取り扱える課題をみつけて取り組むことが多い。技術学においては、解決を迫られた問題があり、それを解決するために有効と考えられるさまざまな研究分野からの知識、情報、生産の現場からの知識、情報を総動員し、さらに必要と考えられる研究を行なう。そして解決の方法を技術という形で提供することを目指す。従来大学の研究者の取り組みは、本質的に技術学とは逆の方向で行なわれていることが多いのである。大学が地域の農業に対して指導、助言の責任を負っていないことが、根本的な原因の一つである。

## 2. 技術学と野外科学的方法は表裏一体

野外科学的方法による研究では、生産の現場で観察や調査が行われるので、研究者は日頃から現場における栽培技術上の問題点に触れる機会が多い。また野外科学における仮説の形成と栽培技術の設計はともに、さまざまな知識と情報の組み立てによって行なわれる。異なるのは前者では形成された仮説は生産の現場で検証が試みられるのに対し、後者では組み立てられた技術は生産の現場に適用されることである。野外科学的方法における仮説の形成—検証—改良の過程において、仮説の改良の程度に応じて普及に適用され、その結果は仮説の改良に役立たせることができる。すなわち、野外科学的方法の体系には、技術の開発が盛り込まれている。技術の設計のためにさまざまな知識や情報を組み立てるにあたって、ある種のモデルが有効であるが、そのようなモデルをつくるのに野外科学的方法が用いられることは既に述べた。すなわち、技術学と野外科学的方法は表裏一体の関係にある。

## 3. 研究者にとっての基礎科学の意義

私の属する園芸学会について言えば、40年くらい前までは、学会雑誌や学会の研究発表に際して、実際栽培との関係について述べ、そのための基礎研究であると説明することが多かった。その後、実際栽培との関係にこだわらない、たんに園芸作物を材料にした植物生理学や生化学的な研究が増え、分子生物学の研究が加わって今日に至っている。結局、研究者（とくに大学の研究者）の多くにとっては、関連ある学会における評価が重要であり、その評価は基礎科学における進歩がどれだけ取り込まれているにかかっているという傾向が強い。昔は基礎科学の研究自体が、比較的高い生物レベル<sup>3)</sup>の現象を対象にしていた（例えば、植物体全体、器官、組織）。従ってそれらの研究で得られた知識や手法を栽培植物に対して用いた研究の結果も、栽培上の問題に結びつけることが可能な場合が多かった。しかし、基礎科学の対象が細胞レベル、分子レ

---

3) level of organization について統一的な訳語が見当たらないので「生物レベル」としたが、この訳語に固執するつもりはない。

ベルになってくると、実際栽培との関連づけはほとんど不可能になり、研究者もそのことに関心を払わなくなった。現在農学分野で基礎科学的研究に携わる研究者の多くは、自らが農業に関わりのある研究者だという意識すら失っているのではないかと思われる。

技術学の典型と考えられる工学においても、技術学と考えるべきだとされる医学（前述）においても、大学では当然のこととして基礎科学的研究が行なわれている。しかし農学と違って、基礎科学的研究がいかに細分化された問題に入り込んでも、工業なり医療なりの実際問題と結びつく可能性は失われぬ。また工業や医療は人々の日常生活において、農業とは比較にならない身近な存在である。これらの条件の違いにより、工学や医学分野で基礎科学的研究に携わっている研究者の意識は、農学研究者のようにそれぞれの分野の技術学的本質から乖離してしまうことは少ないと推察する。大学において技術学としての農学を教育・研究面で組織体制化するのを難しくしている最大の要因は、「水の低きに就くが如く」基礎科学的研究を狭く深く進もうとする研究者の習性だと私は考えている。工学、医学、農学における基礎科学的研究の意義の違いは、技術学としての農学の体系を確立するうえで重要な検討課題だと思う。

#### 4. 野外科学的研究の市民権を得るために

私は研究者が技術学の立場に立って研究に打ち込めるようにするためには、技術学と表裏一体の関係にある野外科学的方法を、学界において科学研究の一つの方法として認知させることが、我々が取り組むことのできる堅実な方法であると考えている。従来の研究とは全く異なる方法論に基づいて行なった研究を、それぞれの研究者の所属する学会で認めさせることが容易でないのは、むしろ当然のことと考えるべきである。一般に実験科学的研究に較べ、野外科学的研究には長い期間と多くの労力を必要とする。しかしこのことを理由に、研究が安易なものになるようなことがあれば、野外科学に対する評価を低くするだけである。私の提案する野外科学的方法は、果樹研究の経験に基づいている。他の研究分野においても基本的な考え方は共通していると思うが、具体的な面

ではそれぞれの分野において独特の方法があると考えている。さまざまな分野で「野外」における研究をしている研究者が、それぞれの立場から野外科学的方法論をつくり出してくださることを期待している。筋の通った方法論に基づいて厳密に行なわれた研究であれば、それぞれの学会で論文を拒絶する理由はないだろう。そのような実績を積み重ねることによって、野外科学的研究が次第に市民権を得ていくことを目指すべきである。

私は野外科学的方法を世界の果樹研究者に知ってほしいと思い、国際園芸学会主催の果樹栽培に関するシンポジウムで発表した。この発表内容は後日論文集として刊行されたが [KIKUCHI 2001]、審査員の評価は意外に高かった。果樹研究者の中にも、従来の実験科学的研究方法だけでは不十分だと考える人達が出てきていることを感じた。

#### IV. 研究者・技術者の指導性と責任

##### 1. 拙速だったリンゴわい化栽培の普及

西欧で発達したわい性台木を用いたリンゴのわい化（密植）栽培が、昭和48年から補助金制度を伴って広く普及に移された。日本では密植栽培は一部の試験場で試作程度の栽培が行なわれていたが、普及を前提とした試験は行なわれていなかった。それが行政の主導で一挙に普及に移されたのである。普及開始から数年間に10ha単位のわい化園が約30か所つくられたが、その大部分は失敗に終わった。これは急傾斜地の山林を切り開いて開園するというように、あまりに無謀な例が多く、失敗するのが当然であった。その後生産者自身が試行錯誤を重ね、次第に日本の環境に適したわい化栽培が作り上げられてきた。しかしまだまだ問題が多いことは、普及開始以来四半世紀を経た今日、全国の生産量の半分近くを産出する青森県のわい化栽培の普及率（面積）が15%程度に留まっていることを見れば明らかである。それにしても、国と県の主導で始まったわい化栽培が、結局、生産者によって環境条件、経営条件に合ったものにつくり変えられてきたということは、技術普及上の重要な問題を示唆している。



わい化栽培の普及の決定はあまりに拙速であったが、多くの生産者が損害を受けたことを考えれば、研究者として、あるいは普及指導の技術者として、生産者に対する指導性と責任について考えるためのよい材料になると思う。

私はわい化栽培が普及に移された4年後（1977年）に、2か月にわたって西欧のリンゴ栽培の実情を視察する機会を得た。わい化栽培に対する批判的な問題意識をもって見て歩いたお蔭で、西欧の栽培技術はそのままでの形では日本の実情に合わないことを理解することができた。西欧において密植栽培が盛んになった理由について、とくに環境条件、経営条件（ともに日本の状況とは全く違う）との関係について、もう少し検討がなされていれば、あんな無謀な普及には踏み切れなかったはずだと感じた。

## 2. 栽培方式の選択にも有効なモデル化

わい化栽培の導入についていろいろ考えさせられたことがきっかけとなって、私は栽培方式の選択のための体系だった方法の必要性を痛感し、この問題に力を入れることにした。その過程で提案したのが、表1に示す栽培方式に関するモデルである。このモデルづくりは「何事も連続変化する」との考えから出発した。極端な密植栽培と疎植栽培の間では、栽植密度、栽培方式の各種の特性が連続的に変化する。当初は疎植栽培の収量（1haあたり）は密植や両者の中間の半密植より低いと考えていたが、同僚や私自身の何年にもわたる調査によって、収量は栽植密度によって変わらないとの結論に達した。これによりモデルはすっきりした、有効性の高いものになった。このような関係が理解されていれば、環境条件の劣悪な土地でわい化栽培をやらせることもなくなるし、「密植と疎植はどちらが有利か」というような議論も姿を消すだろう。生産者は環境条件、経営条件等によって、どの栽培方式を選ぶかを定めるべきであり、普及指導の側からはそのために必要な知識や情報を提供すべきである。知識や情報をさまざまなモデルの形で提供することも、研究者と普及指導の技術者の取り組むべき仕事となる。

わい化栽培の普及の経過を振り返ると、なぜあんな無謀な普及に踏み切った

表1 各種栽培方式の相互関係

密植栽培		半密植栽培		疎植栽培
小さい	←	環境適応性	→	大きい
高い	←	開園費	→	安い
短い	←	成園になるまでの期間	→	長い
短い	←	経済寿命	→	長い
やさしい	←	剪定	→	むずかしい
かからない	←	労力 (結実・品質管理・収穫)	→	かかる
かかる	←	労力 (幼木の整枝, 樹体保護, 環境改善)	→	かからない

のか、わい化栽培の問題点が明らかになってからも、なぜ指導する側から軌道修正が打ち出せなかったのかという思いにかられる。私はその間の事情を知る立場になかったので深く論ずることはしないが、国による補助金を伴った事業として行政主導で計画が進められたことが、研究者や技術者にまともな判断をする余地を与えなかったのではないかと考えている。地域のリンゴ栽培に関わる研究者、技術者は、日頃生産者の技術を尊重する気持ちが強い人達であるだけに、一抹の悲哀さえ感じる。

近頃では産官学共同が叫ばれ、大学の研究者が地域の産業に関わる機会が増えると思われるが、行政の進める方針に無批判に協力するのであれば、大学における技術学の存在意義を脅かすことになる。この問題は大学にとどまらず、技術学としての農学を確立する上で、考え方をはっきりさせておくべき重要な課題だと思う。

### 3. 「改良型技術」と「開発型技術」

私の野外科学的方法についての話を聞いた人から、私の方法では農家(産地)で開発した技術の「後追い」を脱することができないのではないか、との質問を受けた。この疑問は私の構想についての誤解によるものであるが、技術学について考えるうえで重要な問題を含んでいると思うので、ここに改めて取りあ

げることにした。

上記の疑問では野外的科学的方法による研究と技術の開発が混同されている。また昔から言われてきた「生産者に学べ」ということと、野外的科学的方法の違いについての誤解がある。例えば、前述の開心形の研究において、広範囲のリング園の調査を行なったのは、一口に開心形とは言っても千変万化の樹形（それぞれが生産者の開発した技術）に潜む、本質的な要因を抽出するためであった。また諸外国の樹形の観察や樹形の開発のための圃場試験等から、樹形の「理想型十連続変化モデル」をつくった。これらは研究活動である。そこで作り出したモデルを活用することによって、新しい栽培条件の要求に応じた新しい樹形を考えることができるようになる。これは生産者の技術を越えた新しい技術の開発である。

以前はリングの栽培法が全国どこでも大きな違いがなく、時代による変化も小さかったから、優良園を対象に既成の栽培技術の要因分析的研究によって技術を改良する方向でかなりの成果を上げることができた（仮に改良型技術と呼ぶ）。一般に農業経営においては、技術は単独ではなく、さまざまな技術が組み合わされて栽培技術体系を形成することが多い。経営経済的要素も技術体系の性格を決めるのに大きく関わっている。「改良型技術」の場合は、そのような技術体系の一部の変更ですむことが多いので、技術の普及にあたって問題も少なかった。ところが近頃では、世の中の変化が激しく、外国の技術に関する情報も多い。生産者自身も新しい農業経営のあり方を積極的に追究するようになった。そこで研究・指導側が経験の蓄積のない技術体系に取り組む機会が多くなった（仮に開発型技術と呼ぶ）。この場合には従来の手法である分析的な検討を行なうべき対象が存在しない。これに対して従来の「改良型技術」の感覚と手法で対応しようとする限り、急激に変化する世の流れと、多様化する生産者の要求に対応することはできない。

#### 4. 生産者に損害を与えないために

研究・指導機関の提供する技術を受け入れるかどうかは、本来生産者の責任

である。しかし、それは技術を提供する側からの十分な説明が前提となって言えることである。一般に新しい技術体系が有利となるためには、ある環境条件、経営条件、生産物の販売をめぐる条件などが満たされることが必要である。新しい技術体系の普及指導にあたっては、そのような条件との関係を生産者に十分に伝えることが重要である。また技術が適用されるべき地域の条件を考慮して技術を組み立てるのはもちろんのこと、連続変化の原理に基づくモデルを利用するなどして、それぞれの生産者のおかれた条件によって、技術にどのような変更が加えられるべきかについて、生産者自身が考えられるようにすることが必要である。

新しい技術、とくに「開発型技術」の場合には、適用を誤った場合に生産者の受ける損害が大きい。生産者に損害を与えないために、研究、普及指導をする側は最大限の努力をするべきである。リンゴのわい化栽培を例にとると、リンゴ栽培をめぐる内外の諸条件の徹底的な検討に加えて、普及を前提とした栽培試験がなされるべきであった。しかし経済寿命の短いわい化栽培でも、結論を出すのに15年かかる。そして15年かけて出された結論は、限られた試験圃場の環境で限られた方法で栽培した結果に過ぎない。その結果に基づいて普及に移された後に、さまざまな環境条件下での問題が出てくる。私は試験場での圃場試験と同時出発で、異なった環境条件下にある先進的な生産者に栽培試験を委嘱するのが有効な方法だと考えている。これによりさまざまな環境条件下における栽培上の問題点を把握することができる。生産者の技術上の個人差によって、予想しなかった技術上の発見があるかもしれない。草本作物の場合にも同様のやり方が有効な場合があるのではないだろうか。

なお、リンゴのわい化栽培も四半世紀の経験を持つ現在、「開発型技術」ではなくなっている。今後、品種、台木を変えるとか、栽培技術の部分的な改善を行なう場合、長年にわたる栽培試験は必ずしも必要ではない。各地でのさまざまな栽培経験を踏まえて、必要に応じて問題点を絞った栽培試験を行なうなどして、得られた知識、情報によって技術体系の組立を行ない、比較的短期間で普及に移すことは十分可能である。

## V. お わ り に

私は以前から農学は技術学であると考えていた。しかしその論点が整理できていなかったもので、それについて論じることを差し控えていた。この度本研究会から寄稿の機会をいただいたのを機にこの問題の考察に取り組み、時間の許す範囲で一応のとりまとめを行なうことができた。これまで農学は技術学である、あるいはそれと同意義の主張をされてきた方は少なからずあったが、いまひとつ説得力に欠けるきらいがあった。それは技術学としての一貫した方法論がなかったからだと思う。私が提唱する「農学の野外科学的方法」は、生産の現場から種子を拾い、育てた果実を現場に戻す研究体系である。それは農業技術の開発と表裏一体の関係にある。野外科学的方法を用いることによって、技術学としての農学は研究から普及まで、方法論としてつじつまの合ったものになる。

技術の普及のための圃場試験に関連して、生産者の畑で圃場試験を同時進行で進めることについて述べた。これは今回新しく出した考えであるが、以前から気になっていた問題にひとつの解決策を見出した思いである。このことは農業技術の開発と普及は、生産者と共に進めるべきものであることの、ひとつの強力な論拠となると思う。

農学は技術学である。しかし大学において技術学としての農学を教育・研究の組織体制として具体化することは容易ではない。その理由については本論で述べた。それでは具体的にどうすればよいのか。それについて述べることは私には荷が重過ぎる。それは現在大学の存在形態そのものが変わろうとしており、しかもその方向も定まっていないからである。私が現在言えるのは、野外科学的方法による教育と研究を発展させることを軸にして検討するのがよいのではないかということである。菌切れの悪い結語となったことをお詫び申し上げる。

## 引用文献

川喜田二郎

1967『発想法』中央公論社。

菊池卓郎

2000a「農学研究の野外科学的アプローチーリンゴの樹形研究からの発想ー」『農業および園芸』75: 233-240、378-384。

2000b『農学の野外科学的方法ー「役に立つ」研究とはなにかー』農山漁村文化協会。

2001「果樹の研究・普及と生産者」『果実日本』2001年4月号: 22-24。

KIKUCHI, T

2001 Improvement of orchard management by a non-experimental approach to fruit science. *Acta Horticulturae*, 557: 335-341.

森 祐二

1976「技術学としての医学」佐藤七郎編『現代生物学の構図』大月書店、pp.240-273。

大輪武司

1998『技術とは何か』オーム社。

津野幸人

1975『農学の思想』農山漁村文化協会。

全国農学系学部長会議

2002「農学憲章」

付記 ここでは話を進めるうえで必要な文献の引用に留め、研究論文の多くは省いた。詳しくは菊池 [2000b] を参照頂ければ幸いである。