

平成28年度次世代施設園芸地域展開促進事業（全国推進事業）
高度環境制御技術研修用 資料

さらなる多収・高品質・安定生産を目指した
「環境制御のための植物生理」
研究成果を社会実装に



1.はじめに

本冊子は、高度な研究知見をいかにして実際の施設生産の向上に結びつけるかについての論考である。次世代施設園芸を地域に展開する上で、基本的な共通認識は必要であろうと考えたからである。

まず、今回お伝えしたい高度な研究知見とは、Heuvelink（ヒューベリンク）とKierkels（キールケルス）著の *Plant Physiology in Greenhouse*（訳書『オランダ最新研究 環境制御のための植物生理』農文協、2017年3月発刊予定）の内容である。原書は植物生理学をオランダの生産者向けに解説したものである。なぜ、今オランダで、このような本が出版されるのであろうか。答えは単純である。ハウス生産において、安定、多収、高品質の生産を行うには、環境制御が欠かせないツールであり、それにはその制御の根拠となる植物の生理を理解しておく必要があるからである。状況は日本においても同じであると考える。

原著者のひとりであるヒューベリンク先生は、2015年8月に行われた農研機構の施設園芸分野の国際レビューの評価委員として来日していただいた。その時、原書が出版されたばかりであり、本書の内容についても直接伺う機会があった。特に、私が驚き感銘したのは、その理論と実践に関する点である。まず、理論的には、トマトの収量は $200\text{t}/10\text{a}(=\text{kg}/\text{m}^2)$ が可能であるという点である。平成24年に出版された『トマト オランダの多収技術と理論 100t どりの秘密』（農文協）のさらに上に行く、驚愕すべき数字であった。そして実践面においては、高度な人材育成である。華々しく語られることの多いオランダの施設園芸も、さらなる効率化を求められる厳しい国際化の波の中にあるのは日本と同じ状況といえる。それでも持ちこたえ、外に向かつて展開しうる底力は、高度な人材があつてのことである。オランダの施設園芸の効率化をさらに進めているグローワー（生産者）は本書の内容を充分理解でき、このテキストはむしろ次世代を担う若者に向けたものであるとされる点には、驚きをおぼえる。それは、本書の内容が極めて高い水準である点にある。日本でもそのような人材の育成を急ぐべきであろうとの認識を深めた。

施設園芸分野は、植物工場を含め、強い日本の農業を創るひとつの太い柱となりつつある。さらに、農林水産省により日本各地に次世代施設園芸拠点が整備されつつある。現状でも、品質面など、日本が優位の面が無いわけではないが、まだまだ、オランダをはじめとした海外の理論を学び、何よりそれを実践して行く必要があると痛感する。本冊子は、上記の訳書のエッセンスのごく一部の紹介にすぎない。概要を理解することは可能であるが、やはり紙面の都合上踏み込んだ情報は提供できない。まずは、本冊子で、『環境制御のための植物生理』の概要をつかんでいただき、原書または訳書に当たられると理解が深まると考える。

高度な知識が必要とされる施設園芸であるが、生産現場の問題解決が極めて重要である。研究者、普及指導員、生産者、民間企業等がチームを組んで、課題を設定し、全体を俯瞰しながら技術をすり合わせ組み立てていくスキームが求められる。そして、最終的な技術体系となるには不断の情報のフィードバックとそれに基づく改善が欠かせない。それにはベースとなる認識を高度なレベルで共有する必要もある。後半では、施設園芸におけ

る技術開発実装スキームと役割分担のイメージについて述べ、このような高度な知見が生きる仕組みとはどのようなものかについて考察した。

本冊子を、環境制御に関する高度な認識、そしてそれらを実際のビジネスへと展開するための仕組み作りの入り口として利用していただければ幸いである。

2. 「環境制御のための植物生理」の構成とポイント紹介事例

第1章植物生理の基礎、第2章地上部環境制御、第3章地下部環境制御、第4章植物保護と生産品質のくくりからなっている。それぞれの項目で取り上げられているタイトルとそれに関する管理ポイントの例などを抜粋して紹介する。

第1章 植物生理の基礎

蒸散：植物による蒸散は、養分の吸収と植物体の冷却という二つの重要な機能がある。従って、植物の生命活動を維持するためには、常にある程度の蒸散が必要である。蒸散の制御には培養液の EC や、ハウス内の湿度を調整することが有効である。しかし、たとえば、夏季における過蒸散の抑制には冷房が有効であるが、そのためには多くのエネルギーを必要とする。総合的に考えてある程度の高湿度は許容した方が良好だろう。

気孔：気孔は CO₂ を取り入れるためには、可能な限り開いた状態を維持しなければならない。一方で水分損失量を最小化するためには、可能な限り閉じた状態を維持しなければならない。植物はこの二つの相反した要求のバランスを常にとり続けている。気孔の開閉は、昼夜リズム、光強度、光質、CO₂ 濃度、植物の水分状態、外気の湿度など、多くの要素が複雑に影響しあって制御されている。そのため、生産現場における気孔の厳格な制御はほとんど不可能である。このような複雑さを理解した上で環境制御を実施する必要がある。

糖輸送：糖はソース器官である展開葉で作られ、師部を通して果実や生長点、根などのシンク器官へ輸送される。高い生産性を発揮するためには、糖の生産と消費、すなわちソース強度とシンク強度を、良いバランスで保つことが重要である。糖の生産（光合成）は光強度と CO₂ の影響が大きく、消費（呼吸）には温度の影響が大きい。このため、これらの環境をうまく調節することがポイントとなる。シンク、ソースバランスの管理に失敗した例が、トマトで言えば、葉の過繁茂や茎の過剰肥大に象徴される‘暴れる’といわれる状態である。

最適葉面積：研究結果によるとトマト生産者には他の生産者より 10%以上受光量を多くさせる生産者がいる。原理からすると 10%以上増産していることを意味する。植物の生育にとって光は最も重要な要因である。日射をいかに無駄なく利用できるかが収量増加の鍵となる。葉が多すぎると病虫害が発生しやすくなる危険性もあるが、受光量を最大にすることを意識して、1%でも多く受光量を増やせるように、摘葉しすぎることがないように注意したい。

潜在的な収量：植物の潜在的な収量は現状よりさらに高いレベルにある。トマトが 200 kg/m² とは驚きである。しかし、日本のトマト果実収量は現状のオランダを超えられる。な

ぜなら、日射量はオランダより日本の方が多いためである。すべての環境を最適に制御することは難しいが、少しずつでも改善していくことで着実に収量を増やすことにつながる。特に光環境の改善は重要である。①より多くの光をハウス内に取り込み、②光を取りこぼすことがないように十分な葉を確保して受光量を増やすこと、そして、③同化産物の収穫部位への転流を促す管理を行なうことが重要である。

第2章 地上部環境制御

光：光は光合成、蛍光発光、葉温の上昇において重要な役割を担っている。光が多すぎると植物にダメージを与える可能性がある。しかし、鉢植え植物は、通常より多くの光に耐えられる可能性がある。特に日本の環境において、日長の短い期間に人工光源を用いて補光を行なうことは有効であると考えられる。適切な光量を補うことで、光合成を促すことによって、作物の生育を促進し、収量の増大や糖度の上昇等の効果が期待できる。上部照明と樹間照明の組み合わせ、さらに散乱光の活用も有効である。

温度：植物のほとんど全ての反応は温度に依存している。そして、反応それぞれが異なる最適温度を持つ。たとえば、光合成は同化産物分配より温度感受性が低い。そのため、温度をうまく制御する必要がある。同様に、昼夜温度差(DIF)による影響も大きい。温度制御の持つ可能性についてより深く知る必要がある。

積算温度制御：積算温度制御は、成長や発達速度が温度と直線的な関係である場合に限り有効である。その際は、気温ではなく植物体温、特に先端部の温度を基準とした管理が重要である。また、どの程度の温度幅や積算期間が許容できるかは、現時点では予測は困難であり、実験や生産現場による試行錯誤によって明らかにしていくしかない。

二酸化炭素：ハウス内の空気に含まれている CO₂ は通常、最適な物質生産のためにはとても少ない。したがって、CO₂ 施用は意味がある。しかし、それは CO₂ が光合成の制限要因になっているときだけである。気孔は開いていることが必須である。最近の装備は設備投資のコストと収量の増加をバランスさせることができる。収量を増加させるためにはまず、光合成量を増加させる必要がある。CO₂ 施用は収量増加の最も基本となる手段である。CO₂ 施用の効率を高めるためには光、気温、湿度、気流や施用する時間帯など他の環境要因を考慮するとともに、光合成産物の果実への転流を促すための気温管理、適切なシンク・ソースバランスの維持が重要になる。

エネルギー節減：トマト生産者らは、日長が最も長い日以降、生産性が低下すると感じているが実際にそうである。秋に生産性の低下が生じるのは、葉面積の減少やソースとシンクバランス悪化等によって説明できる。これらの要因の他にもいくつかの要因が影響している。日本の主な周年生産は冬越しである。日照条件が悪くなる秋から栽培し、低温期に収穫が始まるため、光利用およびエネルギー効率の面ではあまり有効的ではない。LAI(葉面積指数)および CO₂ 濃度の適切な管理は非常に重要なポイントとなる。特に、低温期の LAI 変動は冬の収量だけではなく、春季の収量にも大きく影響するため、適切な管理を要する。わが国の施設栽培において夏越し栽培が可能になれば、飛躍的な生産性向上や大幅なエネルギー

削減が実現のものになる。そのためにも、暑熱対策技術の開発が最も重要な課題である。

第3章 地下部環境制御

健全な根：培地耕を行なうと、地上部環境と比べて根圏（培地）環境の観察を怠りやすい。しかし、根圏環境は栽培作物の品質特性に関わることであり、日ごろから気に留める必要がある。根圏が最適な水分含有率となっているか（ロックウールの理想的な体積含水率は55～75%である）、根に十分な酸素を供給できているか。もし培地が水分を保持しすぎていると、根は酸素欠乏になりやすくなる。pHが肥料成分元素の吸収に最適な範囲となっているかどうかの観察は特に重要である。

カリウム：カリウムは少なくとも60の酵素反応において必要であるが、その仕組みについてはあまりよくわかっていない。今のところ、カリウムの植物体内での役割は主に2つあることがわかっている。1つ目はあらゆる種類の酵素が働くよう、補因子としての役目である。2つ目は、カリウムは硝酸のカウンターイオンであり、窒素の移動に必要で、細胞の膨圧を維持していることである。カリウムは多くのプロセスに関連しているため“品質の元素”とも呼ばれている。

カルシウムの分配：野菜や花きにおける生理障害のかなりの部分はカルシウムの欠乏に関係している。カルシウムは移動しにくい部位があるので、カルシウムの移動を意識して植物体を管理することで、潜在的な生育低減リスクを抑えることができる。特に夜間に過蒸散にならないように管理することがポイントである。養液栽培では、夜間の培養液ECを高めると葉からの過蒸散が抑制され尻腐れ果は発生しにくい。また、日中光合成を充分行わせれば、夜間に根圧を形成させることもできる。これにより果実へのCaも維持できる。

硫黄：日本は火山国であり、露地栽培では硫黄欠乏が生じることはない。ハウスにおける土耕栽培ではむしろ多肥による過剰障害が問題となるくらいである。一方で、養液栽培などで、硫黄が低すぎるような状態は、病害発生を助長する可能性もあり避けるべきである。コストが許すのであれば、硫黄濃度はやや高めに設定する方が良い。いずれにしても、硫黄を含め、植物体や養液などの成分は定期的に分析し、適正範囲に保つのが肝要である。

ケイ素：ケイ素は必須元素ではないが有用元素で有り、多くの植物に対して、病害の抑制や、生育そのものを促進する可能性がある。園芸作物ではケイ素を補助的に入れることにより、セントポーリア、バラ、キュウリ、ズッキーニ、レタスなどで有用な効果が認められている。イネではケイ酸肥料は販売され一定量利用されているが、園芸作物でもコストと効果のバランスで導入される可能性もある。

第4章 植物保護と生産品質

ウイルス：ウイルスは植物の生存に必要な機能を利用して増殖するため、感染後の増殖抑制や発症抑制はできない。そのため、作業資材の消毒や、植物への付傷を防ぐことで、接触感染を避けることが重要である。昆虫等や糸状菌により媒介されるウイルスでは、媒介生物を防除することによって、ウイルス病の発生を防がねばならない。ウイルスによる被害は、ウ

ウイルス増殖によるエネルギー浪費や、細胞内のウイルス増殖部位の機能阻害に起因する。

糸状菌：糸状菌は同化作用を行なえず、それら糸状菌のうち、生きた植物を侵して栄養分を得るのが植物病原菌である。糸状菌は植物を侵すために、物理的・化学的なさまざまな機能を獲得し、植物もそれに対するさまざまな抵抗性機構を獲得してきた。しかし、一遺伝子による抵抗性は、病原菌の変異により容易に無効化されてしまう。抵抗性のみならず、適切な環境制御を行ない、ときには抵抗性誘導等も利用して、総合的に糸状菌病害を防ぐことが重要である。

捕食動物と SOS 物質：害虫の被害を受けた植物がさまざまな防御応答を示すことは国内外の研究で知られている。SOS 物質の放出と天敵誘引を介した間接的な防御応答については、基礎研究レベルではさまざまな知見が集積されているが、応用研究については少ないのが現状である。一方、化学薬剤に依存した害虫防除は抵抗性の発達等で一層困難な状況にあることから、天敵の働きを高めるための技術の一つとして、SOS 物質の応用が期待される。

多収と品質：収量を維持しつつ品質を最大化させるためには3つのステップが必要である。第一に光合成が適切でなければならない。第二に同化産物が植物の有用な部位へよく分配されることが重要である。第三のステップは「収量から品質へ」の観点であるが、この点の考え方は作物によって異なる。高品質を選択して最大収量を諦める必要があることもある。収量と品質にはトレードオフの関係にあるため、両立することは難しい。いずれを優先させるにしても光合成が適切に行なわれ、同化産物が収穫部位へ多く分配されることが重要である。

トマトを対象として高い EC で栽培すると食味はよくなるが、収量は減少する。日本のトマト栽培でもより高品質を求めて、ストレスを利用した「高糖度トマト」、「フルーツトマト」の栽培も行なわれている。生産者にとっては収量と品質のバランスの見極めが必要となる。連続照明下でバラを栽培すると収量はとて多くなるが、気孔が開いたままになってしまうので、消費者に届く頃にはとても早く萎れてしまう。多くの作物にとって多少のストレスは害ではない。鑑賞作物はより強くなる傾向にあり、野菜はよりおいしくなることもある。

3. 研究成果をいかに社会実装につなげるか

1) 「研究成果をいかに普及指導につなげるか」

この言葉は、『農学の野外科学的方法』（菊池，2000）で述べられた言葉である。施設生産は、技術的な発展も著しく、最高レベルの生産者であれば、述べてきたような記述のエッセンスから管理の改善を行えるような研究分野である。今回紹介した書籍を原書で読み生産に生かす生産者すらいる。さまざまな研究開発において社会実装が叫ばれるが、そのような研究方向が適用しやすい分野であるといえる。そうは言っても、実際は、地上部、地下部、病虫害、品種評価、品質評価など、そして作業技術、労務管理、経営管理など、総合的な知見を有する生産者なり、研究者は少ない。人材育成が急務である。

実際、大学や研究機関で行なわれている研究も実用化を志向したものも多くあるが、実用

化まで想定され、それが実際社会を変えたわかりやすい事例は多くはないであろう。先の著書の中では、このような研究と普及に関する農学の永遠のテーマとも言うべき事柄について、示唆に富む記述が多くある。その一部を以下に引用する。

“「研究成果を生産の場に生かすのではなく、生産現場において何が必要かということから研究が始まるべきだ。」というのは、農学研究の本質的な性格だと思う（中略）。本当に求められているものは、専門分野を横断して複雑に絡み合ったさまざまな要因の中から、どういう経営形態、栽培方式などが有利性を発揮できるかを見つけ出すことである。最初から個別の専門の立場で検討しても出てくるものではない。上述のような個別の専門にとらわれない検討は誰が担当すべきか。現実的には栽培にかかわる研究者と普及指導にかかわる技術者で、産地の実情によく通じ、しかも行政や特定の組織、団体の思惑にしばられない人たちの少数のグループがよいのではと考えている”（菊池，2000）。

2) 施設園芸における技術開発実装スキームと役割分担のイメージ

上記の議論を踏まえて、施設園芸における技術開発実装スキームと役割分担のイメージについて述べたい。実際、施設園芸においては、高度な民間会社が社会実装可能な生産体系を稼働している。しかしこれらの取り組みは、現状、“点”の状態であり、また個々の点も最適化はされていない。今後この分野を発展させて持続的な産業とするには、開発から実装のスキームを整理して、弱い部分を明らかにして、システムとして強化する必要がある。

(1) 研究，技術開発から実装まで

A 科学（研究）

科学的な知見を社会実装まで結びつけるスキームを示した（図1）。具体的にイメージしやすいように、ここでは施設園芸におけるCO₂施用について例示しつつ解説する。CO₂施用に関する科学（研究）な知見は、光合成のメカニズムとの関連である。CO₂を基質として乾

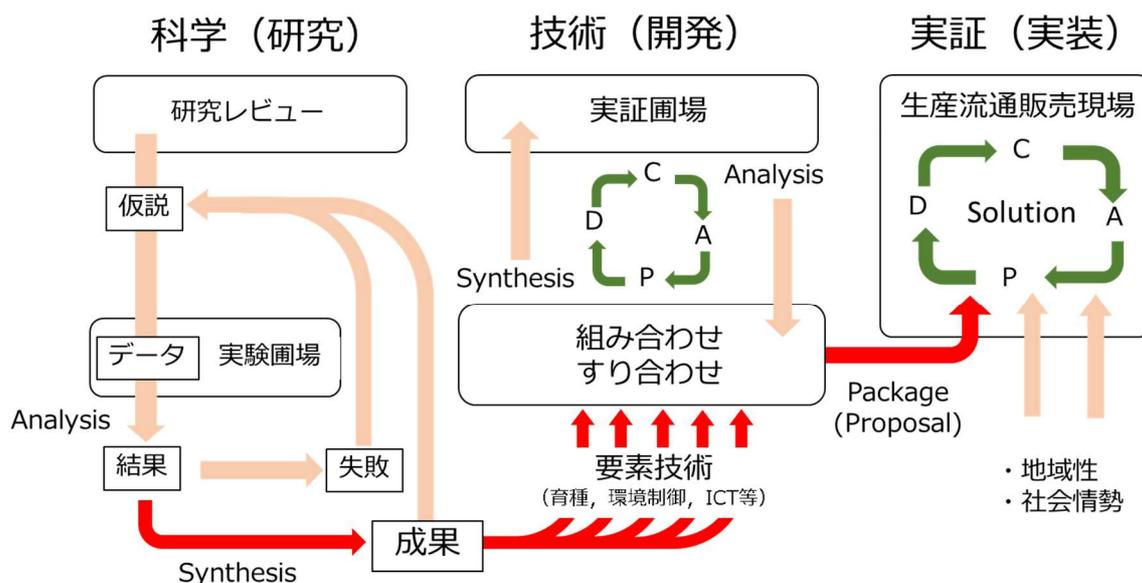


図1 施設園芸における技術開発スキーム

物生産が行われることは既存の知見であり、その適当な施用濃度などはある程度解明されている。これは、データを Analysis(解析)して、理論が Synthesis(構築)された過程である。現在でも、様々な解明研究が実施されている。基礎研究においても結論に到るまでには、失敗も含め仮説の再設定が繰り返され、膨大な試行錯誤を経ている。

B 技術（開発）

次にこの成果を技術として応用するステップである。具体的に CO₂ センサなどをハウスに設置、植物体を生育させ（システムを構築:Synthesis）、そこからデータを得る（Analysis）流れとなる。実際の施設生産においては、CO₂ 施用のような個々の要素技術についてこのような評価をする他、実際は育種の成果、ICT の成果とすり合わせてシステムとして評価する必要がある。確かに CO₂ 施用はポテンシャルとしては、生産現場において収量を増加させると考えられるが、当然、品種による差異、環境状況による差異が想定され、それがどのような生産システムと組み合わせることが合理的なのか、実証を想定した圃場で評価する必要があるからである。この場合、種々の技術との親和性を加味して可能性の高いシステムを組み上げて（Synthesis）、検証（Analysis）を行うことになる。このような組み合わせ、すり合わせの部分は、すべての可能性を総当たりで検討するわけではない。専門家集団としての経験知や暗黙知が重要となる。このような集団による試行錯誤により、合理性を持った Proposal（提案）としての Package が示される。この提案についても、先ほどの Synthesis → Analysis による評価を実施しつつ、PDCA サイクルを回し続けるということになる。つまり、Package はあくまで提案であり、これが実際の生産に即展開できることにはならないことは留意する必要がある。

C 実証（実装）

できあがった Package について、最終的に、空間および時間的な変動においてどれだけ強固なものであるかを検証する。それが社会実装であろう。一般的に、社会情勢（時間）および、地域性（空間）による修正を迫られる。修正されたモデルにおいても PDCA を回すことにより発生した問題を、不断に解決（Solution）し、強固なモデルを練り上げていく。

先に述べたように CO₂ 施用についてこの問題を考えてみると、大規模ハウスにおいてこのような技術が導入される時、まず、たとえば CO₂ の価格（社会情勢）や周辺の気温（高温などの地域性）により導入すべきかどうかとも検討される。導入した後も、生産量、コスト、環境データをもとに、PDCA により最適化していくことになる。Solution ビジネスとしては、増収を想定したコンサルタントに対しては、増収分の一定の割合をコンサルタント料として得るようなモデルも考えられるが、栽培管理の場合は単純ではない。

D 実装の PDCA をまわす人材

研鑽と情報：技術士などには、CPD（Continuing Professional Development：継続職能研修）という考え方がある（技術士ハンドブック，2014）。得られ資格や能力の維持発展を目的としている。述べてきたような生産を発展させるには、人材自身の育成と、自立的な発展が必要である。まずは生産者も一定のレベルに達する必要があるが、それだけでは不十分である。生産企画、販売、運営まで、様々な情報を得て自己研鑽し展開させる能力が必要である。

施設生産とはそのような分野である。

質の高い情報の有料化: インターネットが社会インフラとなり、情報は溢れている。しかし、質の高い情報については、生産者のためにも情報は無料にしない方が良いとの指摘もある。それは、情報の整理にはやはり時間と労力が必要であり、その対価は支払われるべきであり、また、消費する立場としても一定の額を支出することにより、より熱心に情報を体得しようとする側面もあるからである。金銭の授受はそのような学習態度にも影響を与える。確かに無料だと身につかないようにも思われる。金銭の多寡によらず、情報には相応の金額を支払うべきであろう。

コンサルタントの対価（定額型か報酬型か）: 次に、情報収集を含めたコンサルタントの料金の徴収について述べる。施設園芸に関しては非常に質の高い有料のセミナーもある。この場合、半日で 3000 円程度から 1 日 30,000 円程度の各種セミナーや、1 日 100,000 円以上のコンサルタント料の事例もあるが、いわゆる定額型である。内容にもよるが、栽培方法のコンサルタントの場合は、生産者に一方的に教えるというよりも、対等な立場で共に成長していくのが基本となる。セミナーでも情報交換ができるため、うまく機能すれば、費用対効果は想定していた以上に出る。これは参加者のリピート率に反映される。この場合コンサルタントと生産者に WIN-WIN の関係が構築される。定額型の場合は、おおよその時間数を取り決め、合意のもと相互の意見交換をしながら実施するのが妥当である。

もう一つの料金の徴収の考え方として成功報酬型があるが、栽培管理に関するコンサルタントの場合は、成功報酬で実施すると問題が発生する場合もある。つまり、成功報酬型の場合、生産者はコンサルタントに対して目的意識を持っていない状態で依頼をするようなケースが考えられるからである。悪い事例はいわゆる丸投げ型である。このような場合、一時的にうまくいったとしても、長期的な成功となりにくいと考えられる。実際、施設生産とは言え、農業生産の場合は、環境により極めて大きく影響され、すぐに成果が出ない場合も充分考えられる。このような場合、生産者に非がないことが主張されるであろう。そして、本来あるべき、コンサルタントと依頼者との良好な関係が築けなくなる可能性が高くなる。これが、成功報酬型の問題点であろう。成功報酬としてコンサルタント料を徴収する場合は、やるべきことがかなり具体的な場合、たとえば製品の販売、購入など、資産が動いたりする場合であろう。

実装の最終形: ここに至って始めて、技術が社会実装したと言える。つまり、自ら PDCA を回し、高度な植物工場を状況に合わせて運営できる人材とセットで、植物工場のような高度な施設園芸は機能するのである。

（２）施設園芸における技術実装に向けた役割分担（図 2）

A 民間企業

民間企業においては、工業技術で培われた様々な技術があり、実際それを農業に応用するという企業が多い。つまり一企業だけでは、要素技術の農業の生産現場への社会実装にはほど遠い状況である。一方で、ハウスメーカーの中には、これらの要素技術をインテグレートす

る企業がある。もっぱらハウスメーカーが、ハウス本体をはじめ、養液栽培装置、環境制御装置等をパッケージ化して販売しているケースが多い。実際これらを使用し農業経営体が生産物の販売を行っているのであるが、より効率的な経営を行うには、先に示したような観点で、コンサルタントを利用することが有効である。

B 公的機関

上記のように施設園芸はある程度形成された産業であるとも言えるが、実際このような例は大規模の農業経営体を中心になっている。まず、大規模経営体については、すでにPDCA が回り自立的に発展しているモデルが形成されつつあるといえる。しかし、さらなる効率化は可能である。トマトを例に、単純に収量のみについて考えてみる。現状日本の平均は 20kg/m^2 であり、民間では、 50kg/m^2 となり、オランダでは、 70kg/m^2 、さらにいうならば生物としてのポテンシャル収量は 200kg/m^2 とさえ言われている。この状況において、民間のみでは限界が見えている。つまり基礎的な研究の成果を取り入れることが必要である。現状、底上げのための研究や技術開発については、国立研究開発法人が担うべきところであろう。地域センターや公設研究センター（都道府県）はより実証に軸足を移すべきであろう。

C 大学等

基礎的な研究については大学の成果に期待されるところが大きい。一方で、教育機関としての大学には十分にその期待に答えられていないのが現状であろう。つまり、施設園芸を経営するには、前半で紹介した生産原理はもとより販売までの企画立案、企業体としての労務管理を含めた運営を行う人材が必要であり、そのような人材を輩出できるカリキュラムを有する大学は少ないからである。県の農業者大学校などは実践的な人材育成が行わ

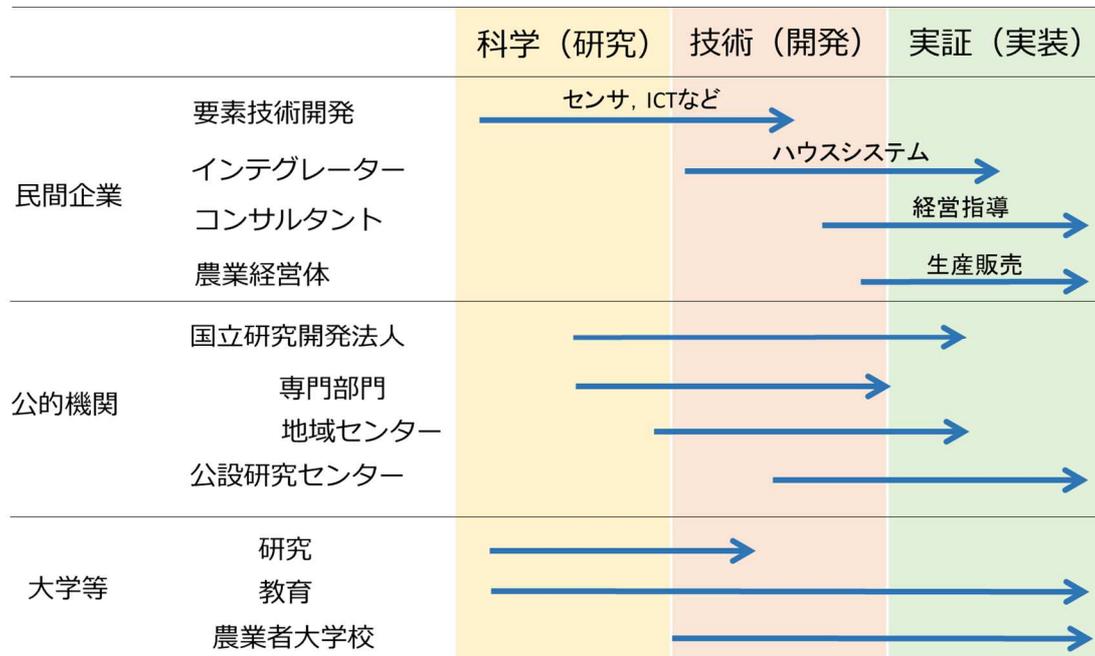


図2 施設園芸における技術実証に向けた役割分担

れているものの、述べてきたような高度な施設園芸に対応した人材育成に対しては不十分と言わざるをえない。大企業でも大規模施設園芸を開始する場合は、OJT (On the Job Training) を基本とした取り組みが実情であろう。

日本として施設園芸の産業としての基盤を強固なものにするには、大学に限らず、公的機関、民間企業のリソースを活かしながら、戦略的に人材育成を図るべきである。

4. まとめ 施設園芸で Innovation を起こす社会実装の場

施設園芸においては、今後、ニーズの多様化、農業市場の国際化、生産現場では農業の ICT 化など、柔軟な、問題解決型の取り組みが必要となるであろう。それにふさわしい、①構造を含めた要素技術や、②それを実装し、円滑に運用し生産性向上を実証する仕組み、③それを持続的に発展させ使いこなせる人材が必要となる。

まず、構造を含めた要素技術については、施設園芸を構成する、施設、装置、制御技術などについて、ある程度、標準化、規格化したフレームワークが必要であるが、それは、次々と Innovation を生み出すような、基礎的な枠組みである。次に、それが有効に機能する手順 (スキーム) こそ必要であろう。最後に、人材については、生産現場に則した研究開発を実施し、それを個別の事例に合わせ問題可決をする。つまり、多様化するインフラとその利用開発を行うには、技術プールがあり、そこから改良、統合、擦り合わせができ、技術パッケージを提案できる人材が必要である。そして、それを運営する人材も必要である。Innovation (新結合) により solution (解決策) を提供する人材集団である。

このような組織の運営には対価を設定し運営する仕組みが必要であろう。まずは“農業関連の情報は無料”であり、その分責任も発生しないという体制から、情報は有料であり共同で問題を解決する体制にすることである。今まで、公が担ってきた農業の研究開発が、ビジネスへと生長するには、研究開発を社会変革へと引き上げる、要素技術と人材育成、そしてそれが自立的かつ持続的に発展できる実践の場が必要である。今後の展開の核となるべき種は播かれているように思う。高度な理論が理解されつつ、それらが実践される場として「次世代施設園芸拠点」の展開に期待いただければと思う。

5. 参考文献

- 1) Ep Heuvelink and Tijs Kierkels, 2015, Plant Physiology in Greenhouse.
- 2) 技術図書刊行会, 2014, 技術士ハンドブック, オーム社.
- 3) 中野明正ら訳, 2016, ハウスの植物生理学, 農文協.
- 4) 中野明正ら訳, 2012, トマト オランダの多収技術と理論 100t どりの秘密, 農文協.
- 5) 菊池卓郎, 2000, 農学の野外科学的方法, 農文協.

本冊子の作成にあたり、誠和。斉藤章氏、池田英男大阪府立大名誉教授から、貴重なご意

見をいただいた。また、日本施設園芸協会の高度環境制御技術研修検討専門委員会で検討をいただき、農文協からは訳書の要約の掲載をご快諾いただいた。ここに記して謝意を表したい。

執筆者 中野 明正

(農研機構 野菜花き研究部門 野菜生産システム研究領域 生産環境ユニット長)

(高度環境制御技術研修検討専門委員会 委員長)

発行：一般社団法人日本施設園芸協会

平成29年 2月

住所：東京都中央区日本橋3-6-17 山一ビル4階

Tel：03-3667-1631 fax：03-3667-1632