講　座

農業土木技術者のための農業施設の基礎知識（その1）

―農業施設とは―

奈　良　　誠*

I. はじめに

最近，とくに施設を利用した農業生産方式がクローズアップされている。地域においては，いわゆる“村おこし”や地域活性の一つの手段と考えているようにも見受けられる。しかし，施設を利用した農業生産方式は，地域に根ざした自立的農業の方式として，農民により発展してきたといっても過言ではない。今日では，土地利用型農業との対比で，施設利用型農業として独立的に扱われているが，本来，農業には，土地利用型も施設利用型も区別する理由はない。すなわち，土地利用と施設利用を有機的に，効率よく利用する複合農業が基本形である。

さて，農業施設についてシリーズで紹介することになったが，農業施設とはどのようなものなのかを，以下に述べてみる。

農業施設とは,「建物を伴う農業生産・流通の場」を示す言葉である。ここで,「場」とは単なる場所を表しているのではなく，各種機械・設備を備えて生産機能の整った空間を意味する。また，ここにいう農業生産には，たとえば，農業機械の整備や肥料・農薬の保管・貯蔵などのように，間接的な生産行為をも含めて使われている。

農業施設の所有や利用の形態から見れば，個別農家の施設から，共同所有，共同利用の施設がある。

生産の仕組みから見れば，工業でいうプラントに当たるものが，農業では農業施設と考えてよい。すなわち，各種の機械・設備は固定されていて，そこへ原料・材料に相当するものが持込まれ，製品または一定条件を備えたものとして取出される仕組みを持ったシステムを，農業施設と呼ぶわけである。

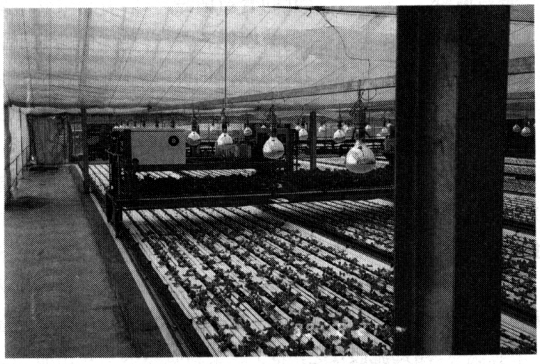

写真-1　全天候型植物工場におけるレタス栽培風景（電力中央研究所）

次回からは，農業施設分野の簡単な紹介と施設生産の現状と今後の施設生産に有用と思われる先端技術について紹介する。

II. 農業施設の分類

分類の仕方はいろいろあるが，同系統の作目を包括した区分によれば，次のとおりである。

＜個別農家施設＞	＜共同施設＞
農産施設	
農作業舎	穀物乾燥調製施設
収納舎	穀物乾燥調製貯蔵施設
米ぐら	米穀倉庫
	精米施設
野菜・花き園芸施設	
温室および付属施設	温室および付属施設
冷室および付属施設	冷室および付属施設
調製出荷施設	共同集荷場
果樹園芸施設	
果実貯蔵庫	果実共同貯蔵施設

Basic Knowledge of Agricultural Buildings.

* 農林水産省農業工学研究所（Makoto Nara）

キーワード　農業施設，温室，畜舎，貯蔵庫，自然エネルギ，ゴミ，老人

選別出荷施設	選果包装施設
畜産施設	
酪農施設	共同酪農施設
肉牛飼養施設	共同肉牛飼養施設
養豚施設	共同養豚施設
養鶏施設	共同養鶏施設
	牛乳集荷施設
養蚕施設	
	稚蚕共同飼育所
	3齢専用共同飼育所
	壮蚕共同飼育所
農産・園芸・畜産・養蚕各種施設に共通の施設	
育苗施設	共同育苗施設
農機具舎	農業機械ステーション
納屋	農業機械化センタ
	農業資材倉庫

また，農業施設を主たる機能から分類すれば，次のようになる。

栽培施設：育苗施設，温室，冷室など
飼育施設：乳牛舎，肉牛舎，豚舎，鶏舎，稚蚕共同飼育所，壮蚕共同飼育所など
調製施設：穀物乾燥調製施設，牧草乾燥調製施設，牛乳冷却施設など
貯蔵施設：米穀倉庫，果実貯蔵庫，農業資材倉庫など
調製貯蔵施設：穀物乾燥調製貯蔵施設，サイレージサイロなど
出荷施設：共同集荷場，選果包装施設など
整備格納施設：農業機械ステーション，農業機械化センタなど

III. 農業施設の役割と意義

農家の農業所得の向上・安定を図るために，農業経営の量的規模拡大（耕地面積等の拡大）ばかりでなく質的規模拡大（経営の複合化）が必要とされているが，これまでの事業の力点は，経営面積の拡大にあった。すなわち，稲なら稲，牛なら牛の単なる量的拡大に力を入れてきた。

アメリカ並とかEC並とかの表現は経営面積のみを意味していて，国土の狭い日本の実情を前提としていない。ましてモンスーン地帯に属する日本の自然環境を前提としたものではない。

他方，日本における施設型農業は，高集約型農業の側面を持つため，単純な経営面積の拡大ができなかったといえる。

日本の稲作は，何日も働かなくても生産できる技術を確立してきた。その余剰労働力を農業以外に向けるのではなく，農業の中で使いきることが大切である。したがって，経営規模を拡大する必要があるのならば，稲単作よりは，稲とハウス野菜や花との組合せにより規模拡大を図る方が農家としても，また地域としても可能性がある。

すなわち，規模拡大と省力化という相反する要求を同時に満たすために，農業の機械化と並んで，施設型農業が必要な時代である。このような複合経営の場合は，各作目についての農繁期をなくし，年間を通じて所要労働力をならしていくことが可能である。

さらに，施設型農業は，時代を先取りした先端技術を用いて農業経営の合理化が行われている分野でもある。

IV. これからの農業と施設生産

1. 寒いほど施設生産が有利

さて，一般に，農業は寒い地域より暖かい地域の方が有利であり，品質のよいものができると思われがちである。しかし，北海道と九州の米の反収量を比較すると北海道の方が何割も多い。品質の面からみても関東より東の地域の方が，西の地域の米よりおいしい。それは，植物にとって，日本の夏は暑過ぎるということである。たとえば，真夏にホウレン草を生産することを考えてみると，北海道以外では，高冷地でなければ良質のものは作れない。では，冬期間においては，どうであろうか。真冬の北海道では，路地栽培は不可能である。しかし，九州ではマルチやトンネル栽培で十分作れる。確かに，これまでの路地栽培では，冬期間のみ南の地域の方が北より有利といえよう。

では，施設生産においては，どうであろうか。

そもそも温室やハウスなどは，施設内部の植物を冷たい外気から守るために考えられた施設であり，今日でも，そのための保温技術の開発が行われている。すなわち，温室は外気より高く室内を保つことができるものである。今日では，冬期の日照条件のよい関東から西の地域において，温室やハウスを用いて野菜や花等を無加温栽培している。しかし，これらの地域の夏期は，外気温が30℃以上となる日が多いため，このままでは，温室を利用できないのが現状である。その点，北海道は，30℃を越す日はせいぜい一週間程度であり，日中の気温が高くても，夜間には気温がかなり下がる。この昼間の最高気温と夜間の最低気温の差（日温度較差という）は15℃以上になる日が多い。この温度較差が大きいため，質のよい野菜や花が作れるのである。

また，温室の保温技術の革新により，外気温が零下に

なる十勝平野（日照条件は静岡とほとんど同じ）にある温室でも，昼間の室内気温が 30℃ を越すことはまれではない。

このように，冬期間において，温室の保温性が高いほど有利であるといえる。しかし逆に，夏期においては，その保温機能が弊害となり，どうしても室内気温が高くなりすぎ，栽培には不利となる。したがって，夏期には，温室内気温を外気温にできるだけ近づけるための換気が重要な意味を持っている。また，冷房をしない限り，温室内気温を外気以下にできない。たとえば，外気温が 30℃ の昼間で，風があまりなく，日射が強い場合の温室内気温は，自然換気したとしても 37℃ から 40℃ 以上になる。

このように考えると，冬期間の暖房問題を解決すれば，北の地域ほど施設生産を周年で行えることになる。逆に，夏期の冷房問題を解決すれば，南の地域ほど，施設の周年利用の可能性があるともいえる。しかし，現在のように電力を利用した冷房は，暖房に比べて2倍以上のコストがかかる。したがって，今後，温室の暑熱対策技術の研究を推し進めなければ，ますます施設生産の中心が北上していくであろう。

次に，無農薬栽培を考えてみる。水耕栽培温室においては，無病苗を使えば，温室外から病害虫を持込まない限り農薬を使用する必要がない。ダニやアブラムシなどの害虫は，外気温が低いと活動しない。南西地域では，3月から11月まで活動するため，このための防除が必須であり，かつまた，その期間は約9カ月以上にもなる。

しかし，北海道では，せいぜい6月から9月くらいが害虫の活動期間である。すなわち，10月から5月までの期間に害虫が飛び交わないため，換気のために，窓を開放しても害虫の進入はない。この意味において，寒冷地ほど自然界がクリーンであると表現できよう。またその結果として，害虫が活動しない期間の長い寒冷地ほど，農薬を必要としないため，無農薬栽培を行いやすい。

2. 施設生産と自然エネルギ

これまでの農業は地域の自然環境に順応して営まれてきた。適地，適作という言葉は，その最たるものである。それはまた，その時代，時代の栽培技術や育種技術に負うところが大であることは言うに及ばない。各種の農業用資材が多く開発されていない時代においても，地域に存在する利用可能なものを使用して，生産量の増大と品質のよいものを生産する努力が常に払われてきた結果，産地形成ができたのである。しかし，その特産地は，生産技術の革新により変わってきている。

今日では，農産物の輸送技術と輸送道路網の完備により，以前には考えられなかった遠方から，都市に簡単に輸送され，地域地域の最適栽培期間のずれを利用して，市場価格の安定と，生産の安定を図れるまでになっている。

このような農業生産を支える最も大きい技術革新は，戦後の工業技術に支えられて市販されたプラスチックフィルムである。これを用いたハウス，トンネル，マルチ栽培は，栽培期間を広げるばかりではなく，以前より収量を上げ，かつ高品質な生産を可能にした。今日では，トマトを一年中食べることができるし，メロンやスイカ等は冬でも生産されている。

また，果樹や野菜ばかりでなく花についてもプラスチックを用いた雨よけ栽培技術も開発され，農薬使用量が路地栽培に比べて約3分の1程度になっている。その意味では，少農薬栽培となり，消費者にとって農産物の安全性が以前より増したことになり，今後の食料生産のあるべき方向に一致しているといえよう。

さて，園芸作物の周年栽培を可能にするには，冬期の暖房エネルギは不可欠である。昭和48年のオイルショック以降，石油依存型の施設栽培を改善するため官民一体となって，省エネルギ技術の開発，導入がなされてきた。太陽熱利用温室は，その最たる一例といえよう。また，地熱や地下水を利用した省エネルギ技術も登場した。また，都市ゴミの焼却によって発生する大量の熱を施設生産の暖房に利用することも各所で行われるようになった。

このうち，太陽エネルギと地下水は，ほとんどの地域に存在する。冬期間の日照条件のよい地域では，高温性の作物以外なら，簡単な補助暖房を設備することで十分生産が可能である。

地熱が利用できる地域では，これを暖房用の熱源として十分行える。ただし，地熱水の質が問題となる場合がある。すなわち，使用した温泉水に含まれている成分が，河川に投棄される場合に環境基準をクリアーしないことがあるからであるが，地下約 1,000 m の深層から汲上げた温水で温室を暖房している例は幾つもある。これらのコストを考えてみても，すこぶる安いものになっている。約 3,000 万円投資したとしても，十年以上もち，かつ温水の湧水量と水温にもよるが 1,000 m² の温室なら10棟以上暖房できることになる。とすれば，一棟当りの暖房コストは，年間約30万円前後となり，石油を使用した場合より設備費，ランニングコストの両面で，はるかに安いものとなる。しかし，地熱はどこででも利用可能ではない。したがって，これからの施設生産は，日照条件と地熱等の安価な暖房エネルギを得られる地域が有利となろう。

一方，地下水が豊富に存在する地域も，施設生産に有利である。二重被覆のハウスで，地下水を内側フィルム上に散水する方法を用いれば，ハウス内気温は散水温度以下に気温が低下することはない。夜間，密閉されたハウス内の気温は，ハウス内に面した土壌表面温度と内張りフィルムの温度とのほぼ中間の気温となる。すなわち，土壌表面温度が20℃で，散水温度が8℃の場合には，約10℃から14℃の間となり，高温性作物以外なら栽培可能となる。また，地下水温度が高い地域では，高温性作物も栽培可能である。ちなみに，関東では12℃から14℃前後であり，九州ではそれ以上の水温である。

次に，真夏の施設生産については，どうであろうか。すでに述べたように，日照条件がよく，外気温が低い地域ほど有利である。とはいえ，山間地域以外では，やはり夏期はハウス栽培にとって暑すぎる。この対策として検討されている代表的なものは，地下水（冷たいほどよい）による冷房と，ハウス内の冷房負荷の軽減技術である。この冷房負荷軽減技術とは，太陽光線の赤外線部分を反射し，赤外線がハウス内に入射することを妨げハウス内の温度の上昇を抑える技術のことである。一般には，ビルや一般住宅，自動車や電車などの夏の冷房負荷軽減の目的で使われだした赤外線反射フィルムの農業利用ともいうべきものである。農業での利用（ハウスでの利用）は，ハウス内栽培作物が可視光線の部分を必要とするため，可視光線（0.4から0.8ミクロンの波長範囲）をできるだけ透過し，0.8ミクロン以上の赤外波長部分をほとんど反射するように改良されたものを使用している。これを用いると，ハウス内に入射する太陽エネルギのほぼ40％程度を減少させられる。さらにまた，夜間に冷たい地下水を被覆面や土壌表面に散水し，全体を冷やす方法などは最も有力な技術であろう。

このようにすると，ハウス内気温の低減と気温の日較差を大きく取ることが可能となり，品質のよい野菜や花の生産が可能となる。

3. ゴミと農業と複合型農業

これまでの農業生産は，付加価値生産よりも生産の場における生産コストの低減のみが優先してきた。いいかえれば，経営面積の拡大と機械化による生産コストの低減である。また，稲や畜産などの単作経営を目的とした規模拡大でもあった。

そのため，農村人口は減り，本来の農村集落機能を維持できないまでに過疎化が進行した地域が，全国に氾濫している。

本来，日本のように耕地面積の少ない国にあっては，農地を複合的に利用しなければ，時代にマッチした自立型農業は望むべくもないはずである。最近，やっと工業に従属した農業から自立できる農業を目指して，地域複合なる農業システムの導入が進められようとしている。しかし，いまだに時代に順応したものとはいえないものが多い。農産物の加工は，農業ではないなどと考える向きも多い。われわれにとってみれば，農業はここまでで，工業，商業はここまでなどという役所的境界線にとらわれたり，言葉にとらわれる必要は何もない。土地や地域の自然を愛し，この空間で生きる権利がある。自然のエネルギを利用し，生き物を生産することにより，自分の生計を立てる“業”として農業を行えばよいと考える。まして，今日のように，消費者への流通が簡単になった現在，ただ盲目的に作ればよい時代は終わったのである。

また，今日の農業はむだを当り前として，工業のごとく農業廃棄物なる“ゴミ”を多量に出している。畜産業においては糞尿を出し，水田では，稲ワラやもみ殻などを十分利用せずに焼却しているのが現状である。また，農産物の加工においては，その廃棄物を処分するのに，多額の投資と経費をかけている。このような未利用な資源を地域農業生産の中に取込み，地域農業の活性化を図ろうとする動きが最近みられる。

さて，全国で農業，林業，水産業などから発生する産業廃棄物の中には，資源として利用価値のあるものがたくさんある。たとえば，オカラ，コーヒーカス，ビールカス，ウィスキーカス，ジュースカス，バカス，デンプンカス，ビートパルプ，稲ワラ，もみ殻等である。いずれも食品加工を含めた農業生産物の副産物であり，膨大な量が捨てられている。従来，これらは乾燥したり，発酵菌を使ったり，あるいはそのままの状態で堆肥や飼料等に一部利用してきた。

しかし，これまでの利用方法はいずれを見ても単純な利用方法であり，バイオマスの持つ価値を徹底利用するようなものではない。単に家畜の飼料や敷きわら程度の利用である。

そこで，より付加価値の高い利用方法が必要である。その解答の一つが地域複合農業システムである。とはいっても，従来技術を単に組合せたシステムは，各種行われている。従来の方法の問題点は時代にマッチした新しい生産技術を導入することなく，地域に営まれている生産方法のみを要素としている点にある。その場しのぎの複合化であることと，それぞれの生産の付加価値化技術が導入されていないため，それを行っても大きなメリットが期待できない点にある。

たとえば，キノコ生産は，従来，オガ屑をベースに行っていたため，家畜の飼料として不適である。また，作

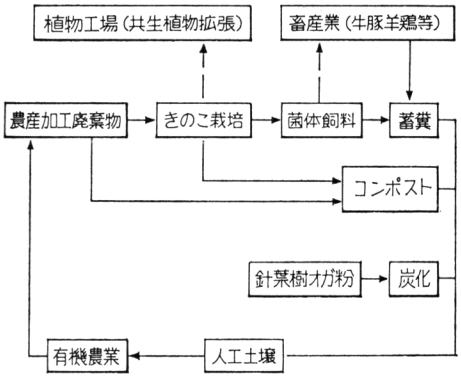

図-1　連環型複合農業システムのフロチャート

物栽培としても有機物質肥料としてはあまり好ましくない。そこで，まえに述べた各種の廃棄物を利用し，キノコ生産の培地利用を行い，使用済み培地を家畜の飼料とする方法が考えられる。また，この培地と家畜の糞尿を植物生産の培土とすることも考えられる。技術の開発によっては，キノコ生産＋畜産＋作物生産の三段階利用の地域複合農業システムを作ることも可能である。

ともかく，これからの農業の原点は，資源およびエネルギの徹底利用であり，そのための研究開発が急務といえよう。

4.　消費者ニーズと施設生産

今日，消費者ニーズは多様化している。このニーズの把握と，これに対応した新作物，新作型，新品種の開発とそれらの効率的な生産システムの開発によって新しい消費の拡大を図ることが重要である。すでに，バレイショ，トウモロコシ，長芋，メロン等ではこのような動きがみられているが，消費者および消費ニーズの情報の的確な入手と新しいニーズへの対応が遅れている。

また，ニーズにあわせて生産された作物は，生産地において消費者へ渡す商品までの付加価値をつけ，流通にのせることが，これからの農業に必要であると同時に，生産から消費に至る過程のそれぞれのコスト，とくに流通コストの低減が重要課題である。

また，産地の付加価値向上の処理は，地域に雇用機会の拡大，生産者所得の増大，不可食廃棄物の堆肥化，土地還元と公害防止等の上からも重要と考えている。

写真-2　ロックウールを用いた養液栽培風景
（バラの周年栽培：高木産業農場）

これからの地域農業の技術開発は，生産地における園芸，農産，畜産物の処理，包装，貯蔵，さらに流通，消費にわたる一連の付加価値をつける技術開発を行い，生産と流通を連動させる農業を作ることが必要である。このような農業とするには生産地に関連産業を包含したコンビナート型の農業と農村を創造することであろう。

5.　老人大国日本と施設型農業

最後に，日本は21世紀には，10人に4人は60才以上の老人となるといわれている。それは，都市でよりも農村で問題となっている。今日，若者は農業を嫌い都市に集中する傾向がある。これまでの土地利用型農業では，大きな農業機械を使用して大面積の農業を行うことは，老人にとって大変な労働荷重となる。行動能力が低下する年齢に対応した農業機械の開発が必要であるが，そのような農業機械は，研究もされてなければ，市販もされていないのが現状である。これからは，農業就業者が幾つになっても，健康に，かつ安全に，楽しく働けることが社会的に重要なこととなろう。

では，施設農業はその点どうであろうか。従来は，暑いハウス内で草とりをしたり，耕うん機で耕したりしてきた。しかし，今日では，水耕栽培システムのように，収穫以外は軽労働ですむものもある。

若い時期には，土地利用型農業を行い，ある年齢から施設型農業を行い，一生を農業に従事することも，今や夢ではない。

〔1990. 2. 15. 受稿〕