

施設園芸・植物工場をめぐる動向と課題

一般社団法人 日本施設園芸協会 技術部長 土屋 和

【要約】

近年の施設園芸・植物工場分野において大規模化やスマート農業、次世代施設園芸の取り組みなどが進展している。各種データに基づく緻密な管理も進展する一方で、生産コスト上昇の中での利益確保が今後の大きな課題と考えられる。

1 はじめに

2016年に本誌に寄稿した「植物工場をめぐる現状と課題」⁽¹⁾では、太陽光型植物工場、人工光型植物工場などの植物工場の実態調査内容、およびそれらの具体例と植物工場をめぐる課題、地域農業や野菜生産販売への影響などについて、紹介や考察を行った。それから7年が経過し、施設園芸や植物工場をめぐる環境も大きく変化している。本稿では、それらを踏まえた近年の施設園芸・植物工場についての動向や課題について、主に生産性の向上の視点から考察する。

2 施設園芸・植物工場分野の近年の動向

図1に施設園芸の実態を表すガラス室・ハウス設置実面積の推移を示す。1999年の5万3517ヘクタールをピークに減少傾向が続いており、2020年には4万615ヘクタールとピーク時の約76%になっている。また全体の約4分の3を占める野菜の実面積は、近年3万ヘクタール程度で安定傾向にある。ガラス室・ハウスは毎

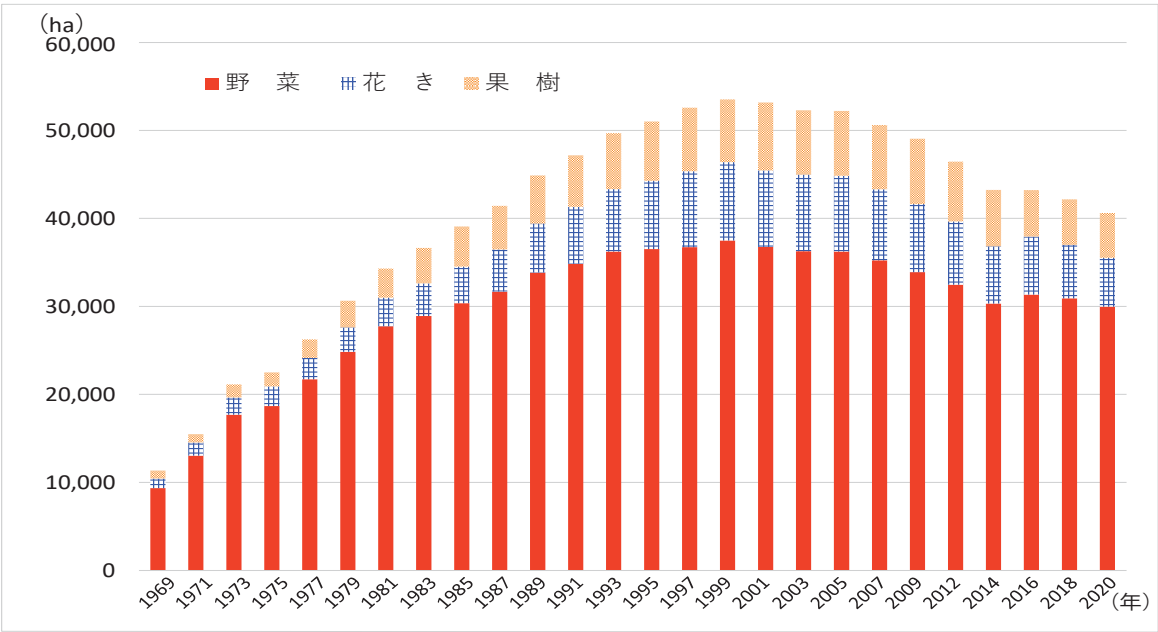
年老朽化や廃業などで廃棄されるものがあり、一方で新設も行われている。面積が安定傾向にあるのは、廃棄分と新設分の実面積がほぼ均衡していることを意味する。新設では、施設の軒高が^{のきだか}高く、採光性も確保され、付帯設備も充実した施設が多く、生産性が高いものが多いと思われる。また大規模化も進み、次で述べる1ヘクタール以上で養液栽培装置が導入された太陽光型植物工場も近年増加している。

表1に大規模施設園芸および植物工場の施設数の推移を示す。これは高度な環境制御を行う植物工場・大規模施設園芸の施設数について、生産物の販売を目的として運営している事業者を対象に経年調査を行ったものである。太陽光型は施設面積がおおむね1ヘクタール以上で養液栽培装置を有する大規模施設を対象としている。施設数は太陽光型では増加傾向、人工光型では平成29年以降は増減を繰り返しているように読み取れる。人工光型においても近年は大規模化が進んでおり、レタス類では日量最大3万株程度の生産能力を持つ工場も現れている⁽²⁾。これはレタス1株を80グ

ラムとした場合、年間で800トンを超える生産能力となる。以前は日量1万株を超える工場も少なく、人工光型では施設数の推移以上に生産量は増加しているものと考えられる。また大規模化と並行し、人工光

型では加工・業務用途向けのレタス類を生産する工場も現れている。コンビニエンスストア向け惣菜などの中食を製造する食品工場が植物工場を併設し、原料となるレタス生産を行う例もみられる⁽³⁾。

図1 ガラス室・ハウス設置実面積の推移



資料：「園芸用施設の設置等の状況（令和2年）」農林水産省
https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/haipura/setti_2.html、他より筆者集計
〈2023/1/23アクセス〉

表1 大規模施設園芸および植物工場の施設数の推移

調査時期	太陽光型	太陽光人工光併用型	人工光型
令和4年2月時点	176箇所※1	38箇所	190箇所
令和3年2月時点	170箇所※1	33箇所	187箇所
令和2年2月時点	164箇所※1	35箇所	187箇所
平成31年2月時点	160箇所※1	30箇所	202箇所※2
平成30年2月時点	158箇所※1	32箇所	183箇所
平成29年2月時点	126箇所※1	31箇所	197箇所
平成28年2月時点	79箇所※1	36箇所	191箇所
平成27年3月時点	195箇所	33箇所	185箇所
平成26年3月時点	185箇所	33箇所	165箇所
平成25年3月時点	151箇所	28箇所	125箇所
平成24年3月時点	83箇所	21箇所	106箇所

※1 平成27年度以降の「太陽光型」は、施設面積が概ね1ha以上で養液栽培装置を有する施設（大規模施設園芸）に限る。

※2 平成31年度の「人工光型」は、研究開発や展示目的等のものも含まれていた可能性がある。

資料：「大規模施設園芸・植物工場 実態調査・事例調査」日本施設園芸協会（2022年）
<https://jgha.com/wp-content/uploads/2022/04/TM06-03-bessatsu1.pdf> 〈2023/1/23アクセス〉

3 大規模施設園芸と次世代施設園芸

農林水産省の「次世代施設園芸導入加速化支援事業」が2015年より開始し、次世代施設園芸拠点として全国に2～4ヘクタール規模の大規模施設10箇所が建設された。これらはオランダの施設園芸をモデルとしながら、バイオマスなどの地域エネ

ルギーを活用し、ICT利用による生産性の向上を目指す大規模施設園芸のモデルとして整備された。また各拠点では、育苗から栽培、選果の設備も整備され、生産から出荷の一貫体系化も行われた。表2に次世代施設園芸拠点の施設、生産、出荷の概要を示す。

表2 次世代施設園芸拠点の施設、生産、出荷の概要

拠点	北海道	宮城	埼玉	静岡	富山	愛知	兵庫	高知	大分	宮崎
作物・作型	イチゴ、一季成りと四季成りイチゴ栽培(周年)	①トマト、長期多段栽培(冬越) ②パプリカ、長期多段栽培(夏越)	トマト、低段密植栽培(周年)	①高糖度トマト、低段密植栽培(周年) ②高糖度ミニトマト、低段密植栽培(周年)	①フルーツトマト、長段密植栽培(周年) ②切花(トルコギキョウ)、水耕/土耕栽培(周年)	ミニトマト、長期多段栽培(夏越/冬越)	①トマト、長期多段栽培(冬越) ②ミニトマト、長期多段栽培(冬越)	トマト、長期多段栽培(冬越)	パプリカ、長期多段栽培(夏越/冬越)	①ピーマン、土耕栽培(冬越) ②キュウリ、土耕栽培(冬越)
施設面積(m ²)	41,644	①11,040、②13,056	30,103	①32,000、②8,000	①28,600、②12,000	36,180	①16,900、②16,900	41,192	24,192	41,267
ハウス種別(棟数、区画数)	屋根型連棟(2棟)	フェンロー型(1棟2区画)	低コスト耐候性(11棟)	低コスト耐候性(20棟)	屋根型単棟(28棟)	フェンロー型(1棟3区画)	フェンロー型(1棟2区画)	フェンロー型(1棟3区画)	フェンロー型(1棟3区画)	低コスト耐候性(9棟)
ハウス軒高(m)	4.0	5.5	4.0	3.0	3.0	5.0	6.0	6.0	5.8	2.5
外張被覆資材	フッ素樹脂フィルム	強化ガラス	フッ素樹脂フィルム	フッ素樹脂フィルム	フッ素樹脂フィルム	フッ素樹脂フィルム	フッ素樹脂フィルム	フッ素樹脂フィルム	強化ガラス	農POフィルム
環境制御装置	富士電機製	CONNEXT(Priva製)	JONEX(JOP製)	Maximizer(Priva製)	MC6000(Nepon製)	エアロビート(イノチオアグリ製)	iSSi(Hoogenboom製)	CONNEXT(Priva製)	CONNEXT(Priva製)	Akisai(富士通製)
主要エネルギー源	木質チップ、LPG、電気	木質チップ、LPG、電気	木質ペレット、LPG	木質ペレット、重油	廃棄物由来固形燃料等(発電併用焼却設備)	下水処理場排水廃熱、重油	木質チップ、LPG	おが粉、LPG	温泉熱	木質ペレット
CO ₂ 源	液化CO ₂	LPG、液化CO ₂	液化CO ₂	液化CO ₂	LPG	液化CO ₂	LPG	LPG、液化CO ₂	液化CO ₂	灯油
冷房装置	細霧冷房、ヒートポンプ	②ヒートポンプ	細霧冷房	-	ヒートポンプ	細霧冷房、ヒートポンプ	-	細霧冷房	細霧冷房	細霧冷房
栽培方式	高設栽培	ハイワイヤー栽培	点滴少量培地耕	点滴少量培地耕	①アイメック方式、②NFT、養液土耕栽培	ハイワイヤー栽培	ハイワイヤー栽培	ハイワイヤー栽培	ハイワイヤー栽培	養液土耕栽培
社員(登録パート)数	5(25)	8(40)	10(94)	8(28)	11(84)	6(40)	12(100)	23(55)	5(25)	4(31)
実績単収(t/10a)	3.3	①42.4、②23	25	①6.6、②2.5	①8.48、②32.5(本/㎡)	17	①41.45、②19.24	44.2	21.2	①12.8、②25
選果方式	重量選果	重量・形状選果	形状選果	(選果場出荷)	①糖度・重量選果	形状選果	形状選果、自動包装	重量・形状選果	重量選果	(①選果場出荷、②ハウス内箱詰め出荷)
主要販路	菓子メーカー(道内、関東)	量販店、加工業務向け	量販店(関東)	市場出荷	①量販店、ネットスーパー、②市場、契約先	量販店	量販店	量販店、加工業務向け	契約出荷	①市場出荷、②契約出荷

資料：「大規模施設園芸・植物工場 導入・改善の手引き」日本施設園芸協会（2019年）URLを基に筆者作成（2019年3月現在）
<https://jgha.com/wp-content/uploads/2020/01/TM06-1-30bessatsu2.pdf>（2023/1/23アクセス）

10拠点のうち7拠点をトマトが生産され、実績単収は40トン/10アール（大玉トマトの場合）を超える拠点も多く、現在はさらに収量を伸ばしている拠点もある。これは採光性の良いオランダ型の高軒高の「フェンローハウス」で、トマトの群落（ある範囲に形成された株の集まり）が十分に光を受けやすいハイワイヤー栽培（写真1）を行い、また後述のICTを活用した

CO₂施用など適切な環境制御や栽培管理を行って、トマトの光合成や着果および果実肥大を促進させることで、生産性を向上した結果と言えるだろう。パプリカも2拠点で生産され、同様な方法で栽培が行われている。また高糖度トマト栽培は、日本型の屋根型ハウスでの密植栽培が行われるなど、日本独自の技術での栽培も行われている。



写真1 高軒高のフェンローハウス内でのトマトのハイワイヤー栽培

暖房などに用いる主要エネルギー源には、木質チップ（写真2）や木質ペレットなど地域で生産されるバイオマスを用いる拠点多く、他に温泉熱といった自然エネ

ルギーを用いる拠点もある。昨今の原油価格高騰下では、こうした新たなエネルギー源を安定的にかつ安価に取り入れ、経営の安定化に結びつけている拠点もある。



写真2 木質チップ（左）と木質チップ専用の温湯ボイラー（右）

各拠点の主要販路は量販店、加工・業務向け、契約出荷などさまざまであるが、高い生産性と生産量の下で選果設備を活用し、販売先に向けた量目や包装形態での安定的な出荷や販売が多くの拠点で行われている。次世代施設園芸拠点では、以上のように生産、出荷販売、エネルギー利用の面で新たな取り組みが行われ、また数十人から100人規模の多くのパート従業員を雇用し、組織体制や作業管理体制を確立するなど、生産性を向上するための取り組みも行われている⁽⁴⁾。このようなさまざまな取り組みは、次世代施設園芸拠点のみならず、わが国の施設園芸の技術面や経営面の底上げに少なからず影響を与えているものと考えられる。

4 野菜苗生産における大規模植物工場施設の導入

果菜類を中心に野菜生産では苗生産の分業化が進み、育苗業者やJAの育苗センターでの接ぎ木苗など、専門的な野菜苗生産が行われている。育苗業者には地

域の産地に向けた中小規模の経営体や、全国に農場を展開しグループ経営を行う大規模な経営体がある。後者では農場の大規模化も進み、近年では徳島県に本社がある有限会社竹内園芸のグループ会社として、4.2ヘクタールの大規模育苗施設（株式会社九州野菜育苗センター）が熊本県に建設された⁽⁵⁾。ここでは、^{はしゅ}播種から出荷までの工程を搬送ラインで結ぶことで、省力・省人化を徹底している。また、断熱壁で覆われた空間内でLED照明や空調装置、自動灌水装置による人工光育苗を行う大型の植物工場施設も導入され、寡日照や猛暑など気象変動の影響を受けにくい育苗を可能としている（写真3）。この施設では年間110万本のポット苗生産が可能である。

愛媛県に本社があり、全国に自社農場や提携農場を持つベルグアース株式会社では、第一閉鎖型施設と呼ばれる小型の人工光育苗施設を多数設置し、トマトの接ぎ木苗などを中心に、気象条件に左右されず、また無農薬での無病苗の育苗を行っている。さらに同社では、2021年に第二閉鎖



写真3 断熱壁で囲まれた閉鎖空間内でのLEDによる野菜苗の人工光育苗（株式会社九州野菜育苗センター、熊本県）

型施設と呼ばれる大型の人工光育苗施設を建設した。この施設はきゅうりなどのウリ科の育苗専用設計され、全体で月間100万本程度の大量のきゅうりの接ぎ木苗生産が可能である⁽⁶⁾（写真4）。

野菜苗の購入需要は増加しており、野菜生産や施設園芸にとっての育苗業の役割は

ますます重要となっている。一方で、気候変動や猛暑、新たな病虫害の出現、人手不足など、育苗業には施設園芸と同様にさまざまな課題があり、それらの解決のため、こうした大規模な植物工場施設の導入が進展し、育苗における生産性の向上に寄与している。



写真4 ウリ科苗の育苗を行う人工光育苗施設
（ベルグアース株式会社 第二閉鎖型施設）

資料：「日本最大級のウリ科専用閉鎖型育苗施設の本格稼働を開始」株式会社ベルグアース、2021年
<https://bergearth.co.jp/wp-content/uploads/2021/08/d8177a1643f0391f3571ebd1c60940c4.pdf>（2023/1/23アクセス）

5 スマート農業の進展とデータ活用による生産性の向上

近年、スマート農業の取り組みが各方面で進展している。農林水産省では基本政策としてスマート農業を「ロボット技術やICTを活用して超省力・高品質生産を実現する新たな農業を実現」としている⁽⁷⁾。令和元年度から始まったスマート農業実証プロジェクトでは、施設園芸分野の課題が8課題採択（令和元年度分）され、表3に示す野菜の施設栽培を中心とした課題が各地で取り組まれてきた。いずれも研究機関、

指導機関、生産現場などが一体で取り組む、ロボット技術やICTを活用した先端的な実証プロジェクトである。ここでのICTとは、センシングやモニタリング、自動制御といった「計測制御分野」、通信網やデータベース、AIといった「情報通信分野」などを包含した広範なものと考えられる。

一方で、施設園芸分野では表4に示すような加温設備、高度環境制御装置、炭酸ガス発生装置、カーテン装置などの導入による、いわゆる「環境制御技術」により、ハウス内を植物生育に適した環境に制御することで生産性や品質の向上が図られてい

る。「環境制御技術」は前述の「計測制御分野」に属するものである。これらの設備や装置類は、スマート農業の取り組み以前より導入が行われてきた。近年普及が進んでいるものとして、高度環境制御装置（設置実面積に対する割合は、平成21年が

1.7%、令和2年が2.9%に上昇）、炭酸ガス発生装置（同、平成21年が2.9%、令和2年が4.8%に上昇）、2層以上のカーテン装置（同、平成21年が10.2%、令和2年が14.4%に上昇）が挙げられる。

表3 スマート農業実証プロジェクト（令和元年度採択分）
施設園芸分野の実証課題と導入技術

実証課題実施者	課題名	導入技術
(株) トマトパーク（栃木県下野市）	施設園芸コンテンツ連携によるトマトのスマート一貫体系の実証	①改良版クラウドサービス ②光合成量推定ソフト ③収量予測ソフト ④病害虫発生予測 ⑤環境多点計測によるムラ改善 ⑥環境制御機器 IoT 化 ⑦作業・安全管理 記録 ⑧青果物流通 ⑨需要予測 ⑩経営分析・改善 ⑪燃油残量可視化 ⑫ AI 解析
(株) エアー・ウォーター農園（長野県安曇野市）	施設園芸における収穫ロボットによる生産コスト削減体系の実証	① トマト収穫ロボット
J A 西三河きゅうり部会生産者（愛知県西尾市）	ICT に基づく養液栽培から販売による施設キュウリのデータ駆動経営一貫体系の実証	①養液栽培 ICT 化 ②養液栽培データを用いた養液土耕栽培 ③生育・収量予測及び生育診断 ④キュウリ栽培に適した統合環境制御装置
(株) RUSH FARM ほか（福岡県小郡市、久留米市、大刀洗町）	水田地帯における AI と IoT を活用した葉菜類大規模経営の実証	①生産管理クラウドサービス「AICA」 ②細霧システム「クールミスティ HA2 型」 ③機械化による露地ホウレンソウの作業効率化
J A 阿蘇いちご部会委託部（熊本県阿蘇市）	促成イチゴ栽培における圃場内環境および作物生育情報を活用した局所適時環境調節技術による省エネ多収安定生産と自動選別・パック詰めロボットを活用した調製作業の省力化による次世代型経営体系の実証	①局所適時 CO2 施用による多収安定生産技術 ②画像情報と圃場内環境測定による生育環境・収穫情報の収集技術 ③各種情報を活用した収量予測と可視化技術 ④選別・パック詰めロボットの実証
J A 熊本市茄子部会、J A 熊本西瓜専門部（熊本県熊本市、山鹿市）	「ICT 技術や AI 技術等を活用した日本一園芸産地プロジェクト（施設園芸：なす・すいか）」の実証	① FarmBox（営農管理システム） ② FarmRecords（生産情報管理システム） ③ FarmChat（農業チャットツール） ④ゼロアグリ（AI 自動かん水・施肥システム） ⑤ RightARM（経営支援・出荷予測ソフト） ⑥畑が見える Lite（QR コード公開システム） ⑦マッスルスーツ edge（アシストスーツ）
(株) タカヒコアグロビジネス（大分県九重町）	大規模施設園芸の生産性を飛躍的に向上させるスマート技術体系の実装	①生産管理支援システム ②無人搬送システム
J A そおピーマン部会（鹿児島県志布志市）	センシング技術に基づく統合環境制御の高度化によるピーマン栽培体系の実証	①統合環境制御機器（ハウス内環境制御） ②出荷予測アルゴリズム ③3D 深度カメラ ④情報統合基盤

資料：「令和元年度スマート農業実証プロジェクト - 施設園芸」農林水産技術会議

https://www.affrc.maff.go.jp/docs/smart_agri_pro/pamphlet/r1/shisetsu_engai/index.htm#toc_mark
(2023/1/23アクセス)

表4 省エネルギー装置等の普及の推移

(単位：ヘクタール)

区 分	年 次	平成 21 年	24 年	26 年	28 年	30 年	令和 2 年
① ガラス室ハウスの設置実面積		49,049	46,449	43,232	43,220	42,164	40,615
② 加温設備のあるもの		21,608	20,002	17,406	17,308	17,388	16,936
(①に対する比率)		44.1%	43.1%	40.3%	40.0%	41.2%	41.7%
③ ②のうち高度環境制御装置があるもの		815	655	952	1,070	1,134	1,163
(①に対する割合)		1.7%	1.4%	2.2%	2.5%	2.7%	2.9%
④ 炭酸ガス発生装置のあるもの		1,422	1,448	1,404	1,408	1,742	1,940
(①に対する比率)		2.9%	3.1%	3.2%	3.3%	4.1%	4.8%
⑤ 2層以上のカーテン装置のあるもの		4,992	4,413	4,962	5,936	5,570	5,852
(①に対する比率)		10.2%	9.5%	11.5%	13.7%	13.2%	14.4%
⑥ 換気扇・循環扇を備えているもの		9,592	8,607	7,621	6,818	6,796	6,472
(①に対する比率)		19.6%	18.5%	17.6%	15.8%	16.1%	15.9%

資料 「園芸用施設の設置等の状況（令和2年）」農林水産省を基に筆者作成

こうした装置類は、設置し稼働させるだけでは効果を得ることは難しく、環境条件や植物の生育状態などに応じた最適な使用方法が求められる。具体的には、環境制御装置における温度条件などの設定、炭酸ガス発生装置におけるCO₂濃度条件の設定などがある。これらの設定や意思決定において、前述の「情報通信分野」の技術の活用が重要となる。温湿度やCO₂濃度、日射量といった環境要素のセンシングを行った結果、日々大量のデータが発生し、それらをデータベース化してモニタリングを行い、一定の「管理基準」などとの比較検討をした上で適正に調整する行為がなされている。そこでは4Gや5Gといった通信網、クラウド上で管理されるデータベース、スマートフォンなどのサービスが安価に利用できる環境が近年整備され、施設園芸生産者による利用も進んでいる。すなわち、いつでもどこでも栽培環境のデータを、リア

ルタイムでも、過去にさかのぼっても確認することが可能になっている。こうした機能は民間の商用サービスとして各社から提供が進む一方で、産地や地域でのネットワーク化された情報提供も行われている。表5は、高知県で取り組まれている農業データ連携基盤「IoP(Internet of Plants)クラウド(通称「S A W A C H I」)」で提供される各種データである。S A W A C H Iでは、連携しているメーカー各社の計測機器などから環境データを取り込み、また燃油タンクの燃料使用量、選果場の出荷データ、市況データなど、広範な情報が希望する県内生産者に提供されている。例えば燃料使用量をリアルタイムで把握することで、無駄の無いハウスの暖房や、市況データを合わせてタイミングを見計らったエネルギー投入など、さまざまな利活用も期待される。

表5 高知県の農業データ連携基盤「IoPクラウド
(通称SAWACHI)」での提供データ

圃場環境データ	温度、湿度、CO ₂ 濃度などハウス内環境
出荷量データ	JAに出荷した作物の量や等級
気象データ	気温や降水量など気象庁配信データ
市況データ	園芸作物の全国主要市場での価格など農 林水産省公開データ
機器稼働状況	加温器やCO ₂ 発生装置の燃料使用量
カメラ画像	ハウス内カメラのリアルタイム画像
お知らせ	栽培技術や病害発生状況など高知県から のお知らせ

資料：「高知県がIoPクラウド（SAWACHI）の本格運用を開始 ～データ駆動型農業を普及し、「もっと楽しく、もっと楽に、もっと儲かる」農業へ～」高知県
<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000004.000072923.html>（2023/1/23アクセス）

こうしたネットワークやサービスが進展する中で、具体的な「管理基準」については、個々の作物や地域、栽培方法などに合わせ構築し、実際に運用する必要がある。そのためには、環境要素のデータ化と同様に、作物の生育状態のデータ化が求められ、近年は栽培中の作物の「生育調査」が行われるようになった。これは1週間単位などで調査株の伸長量や茎径、果実数などを測定するものである（表6）。

ここでは各項目における管理基準と比較し、適正範囲から外れた場合に温度条件や灌水条件、あるいは作業条件などを調節する方法が採られている。生育調査→管理基準との比較→環境条件の設定→環境制御や灌水制御などの調節→作物の生育状態の適正化といった栽培管理の流れが果菜類を中心に取り入れられ、作物の生育を健全な状態とすることで収量や品質の向上に寄与している。また生育調査を簡易に行う手法⁽⁸⁾なども開発され、生産者が生育調査を短時間で行うための工夫もされている。このよ

うな新たなデータ活用による栽培管理に加え、近年では作物の生育モデルなどに基づく生育・収量予測⁽⁹⁾、光合成速度などの推定などの新技術も開発されている。生育・収量予測では、環境要素、品種や栽培条件などのデータを入力し、生育や収量を演算により予測することで、適正な環境制御に反映することを目的の一つとしてい

表6 トマト施設栽培における
生育調査項目例

生育調査項目	単位
茎伸長量	mm
茎径	mm
生長点～開花花房間距離	mm
開花段数	段
収穫段数	段
新規着果数	個
収穫果数	個
葉長	mm
葉幅	mm

資料：「大規模施設園芸・植物工場 導入・改善の手引き」
日本施設園芸協会（2019年）

る。また現在の作物の生理的な機能の状態（純光合成速度、蒸散速度など）を環境要素のセンシングとクラウド上での演算により提供するサービスも実用化されている

（図2）。作物の収量や品質の向上の基本となる光合成の最大化のため、これらの演算結果を基に適正な環境制御への反映を目的として利用されている。

図2 環境データと植物生理モデルによる作物の光合成機能等のデータ化例

Thinking Farm	
200ハウス	
日時	2020/04/24 10:41:06
気温	27.3℃
純光合成最適温度	27.3℃
日射	1257 W/m ²
CO ₂ 濃度	444 ppm
飽差(VDD)	16.11 g/m ³
相対湿度	38.4%
蒸散速度	70.951 mg/(m ² ・s)
純光合成速度	0.400 mg/(m ² ・s)
DM-ONE設定温度	27.3℃
外部温度計1	20.8℃
外部温度計2	-℃
土壌水分	30.142%
気孔抵抗	175 s/m
光合成日射係数	0.75
日射計センサー	

資料：「スマートグリーンハウス転換の手引き～データ活用と実践の事例～」
日本施設園芸協会（2021年）

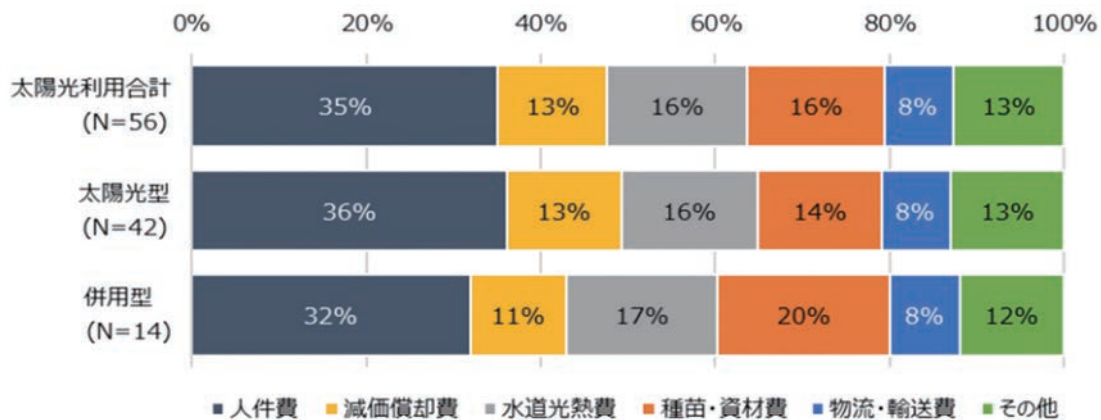
以上のように、施設園芸におけるスマート農業とデータ活用の取り組みについて紹介したが、これらは生産性や経営の向上のための手段であり、それ自体が目的ではないことは言うまでもない。また新技術の導入には新たなコスト負担も発生するため、与えられた機能を適切に使いこなし費用対効果を高めることが求められよう。

6 経営面から見た課題と対応策

施設園芸・植物工場における生産コストや出荷・流通コストの多くは、近年増加傾向にある。最低賃金などの上昇、物流運賃の上昇、施設園芸資材費や建設コストの上昇、世界的な肥料原料の供給不足による肥料のコスト上昇とひっ迫、原油高騰による

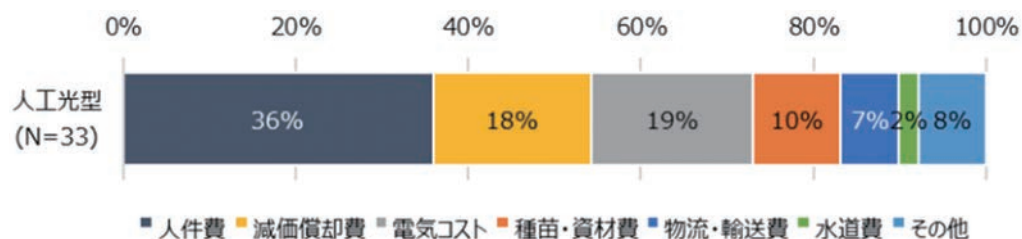
光熱費の上昇などの影響を直接的に受けている。一方で、野菜販売において、市場取引価格は需給により決まることが多く、コロナ禍での飲食産業需要などの低迷の影響も受け、それらコスト上昇が適正に価格転嫁されているとは言い難い。こうした状況は経営にも大きな影響を与えており、利益率の低下や、場合によっては赤字経営への転落を招いている。図3と図4に太陽光型、人工光型の植物工場におけるコストの比率を示す。いずれの形態においても人件費が3分の1程度を占め、次いで水道光熱費（電気代）が多い。大量に電力を消費する人工光型植物工場の経営では、電力料金値上げの影響を大きく受けており、今後も電気代のコスト比率が増し利益の圧迫要因となることが予想される。

図3 栽培形態別コスト比率（太陽光型・併用型）



資料：「大規模施設園芸・植物工場 実態調査・事例調査」日本施設園芸協会（2022年）

図4 栽培形態別コスト比率（人工光型）



資料：「大規模施設園芸・植物工場 実態調査・事例調査」日本施設園芸協会（2022年）

表7に高知県で施設なすの越冬長期栽培を約59アールで行う生産者の聞き取りによる主要生産コストの推移を示す。2020年作に比べ2021年作では、重油代、灯油代、電気代といった動力光熱費が大きく上昇し、さらに肥料費は2倍以上に上昇している。2020年作では土壌病害の発生により収量低下（約19トン/10アール）があり、2021年作では土壌還元消毒

を行い、農薬費が2倍以上に上昇したが、収量は約20.7トン/10アールと上昇している。また販売単価確保のために2021年作では契約出荷の比率を高め、荷造り運賃も2倍以上に上昇している。一方で2021年の人件費は、収量が増え手間のかかる契約出荷が増える中でも2020年に比べ微増で推移している。

表7 施設なす生産者での主要生産コストの推移

(10アール当たり、単位：千円)

項 目	2020 年作	2021 年作	増減
重油代	355	601	69%
灯油代 (CO ₂ 施用)	81	108	33%
電気代	112	170	52%
肥料費	71	179	153%
農薬費*	143	394	175%
種苗費	185	157	-15%
人件費*	1,510	1,574	4%
修繕費*	190	65	-66%
諸材料費*	480	331	-31%
荷造り運賃	198	513	160%

資料：生産者聞き取りにより著者作成

※ 2021 年作では土壌還元消毒を行ったため農薬費が大幅に増加し、契約出荷の増加により荷造り運賃も大幅に増加した。2021 年作の修繕費と諸材料費は仕分方法の変更により大幅に減少した。

以上のように、実際の施設野菜経営例においても、動力光熱費や肥料費などが大きく上昇しており、これらは経営の圧迫要因になっているものとみられる。またそうした中でも、収量を上げ、販路の工夫も併せて売上を延ばす努力を重ねていることも読み取れる。これは一例であるが、今後も生産コストの上昇に対しては、収量や販売単価の向上、労働生産性向上や効率化など、生産技術や経営の地道な改善による利益確保が求められるものと思われる。

7 おわりに

本稿では、近年の施設園芸・植物工場分野における大規模化、次世代施設園芸の取り組み、スマート農業の取り組みとデータ活用などによる生産性向上の動向について紹介した。今後は生産コスト上昇の中での利益確保が、どの経営体においても課題に

なると考えられる。また農林水産省の基本政策である「みどりの食料システム戦略⁽¹⁰⁾」が示すように、食料の安定供給と環境負荷の低減による持続性の両立が、将来にわたり本分野でも求められよう。そのためにも、より緻密で無駄の無い資源（エネルギー資源、鉱物資源、人的資源等）の利活用や、さらにはサプライチェーンとの緻密な連携によるフードロスや生産ロスの削減、農産物の付加価値向上などの取り組みが必要なものとする。



土屋 和（つちや かずお）

【略歴】

一般社団法人日本施設園芸協会 技術部長
技術士（農業・経営工学・総合技術監理部門）
2005年 太洋興業株式会社 農業開発部 課長
2008年 MKVドリーム株式会社 開発センター守谷 チームリーダー
2012年から現職

引用文献

- (1) 土屋 和「植物工場をめぐる現状と課題」農畜産業振興機構 野菜情報 2016.8 <https://www.alic.go.jp/content/000127162.pdf>
- (2) 「国内最大規模の完全人工光型植物工場の竣工について」三菱ガス化学株式会社、2019年 <https://www.mgc.co.jp/corporate/news/2019/post-185.html> 〈2023/1/23アクセス〉
- (3) 「安全・安心・新鮮を追及した都市型野菜工場」プライムデリカ <https://primedelica.com/svp/> 〈2023/1/23アクセス〉
- (4) 「大規模施設園芸における組織づくりと人的資源管理」農研機構 2020年 https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/Large-scale_facility_gardening_manual_organization.pdf 〈2023/1/23アクセス〉
- (5) 土屋 和「スマート農業が拓く次世代の施設園芸」日刊工業新聞社、2022年
- (6) 「日本最大級のウリ科専用閉鎖型育苗施設の本格稼働を開始」ベルグアース株式会社プレスリリース 2021年8月31日 <https://bergearth.co.jp/wp-content/uploads/2021/08/d8177a1643f0391f3571ebd1c60940c4.pdf> 〈2023/1/23アクセス〉
- (7) 「スマート農業」農林水産省 <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/> 〈2023/1/23アクセス〉
- (8) 「トマト葉面積指数（LAI）の簡易推定法」宮城県、2020年 https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/res_center/fukyugi96no2.html 〈2023/1/23アクセス〉
- (9) 「施設園芸作物の生育・収量予測ツール」農研機構 https://www.naro.go.jp/project/results/juten_fukyu/2018/juten06.html 〈2023/1/23アクセス〉
- (10) 「みどりの食料システム戦略」農林水産省 <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/> 〈2023/1/23アクセス〉

参考文献

- 「大規模施設園芸・植物工場 導入・改善の手引き」日本施設園芸協会、2020年 <https://jgha.com/wp-content/uploads/2020/04/31bessatsu2.pdf> 〈2023/1/23アクセス〉
- 「スマートグリーンハウス転換の手引き ～データ活用と実践の事例～」日本施設園芸協会、2022年 <https://jgha.com/wp-content/uploads/2022/03/TM06-03-bessatsu2.pdf> 〈2023/1/23アクセス〉
-