

<論文Ⅱ>

植物工場とその課題 —地域経済学の視点から—

藤森 陽

I はじめに

農業はもともと各地域に根差した産業であり、各地域に応じた特産品や、季節に合わせた旬のものなどによって、消費者を楽しませてきた。一方で、病害虫や天候不順など、昔から農業生産の不安定さは人々を困らせてきた。

このような農業の課題を工業生産的アプローチによって解決することを目指したものが、植物工場である。農業が場所を問わずどこにでも立地できるようになり、さらには季節を問わず安定的に農作物の生産を行うことができるようになりつつある。現在は採算性の都合からリーフレタスなどの葉物野菜の生産が中心だが、技術的には稲や果樹の栽培も可能だと言われている。

日本の農業の現状としては、農業従業者の高齢化と後継者不足により、農地及び耕地利用率が年々減少しているほか、農業所得も減少傾向にある。食糧安全保障上も農作物の安定的な生産が望まれるなか、残念ながら従来は衰退傾向にあるといっても過言ではない。

植物工場はこのような日本の農業の現状を打破する解決策のように捉えられ、2009年には国から約150億円の予算を与えられ、現在も研究が続けられている。しかし、従来の農業が果たしてきた地域経済への貢献は、資本の論理でいかようにも変容しうる植物工場にはできないのではないかと、という問いかけが本論文における問題意識である。植物工場はそのメリットばかりが喧伝されることの多い技術であり、敢えて本論文では地域経済という視点から、植物工場のメリット・デメリットを検討したい。

Ⅱ章では植物工場の仕組みや海外の事例を紹介し、Ⅲ章では実際に日本で営業されている植物工場の分析を行う。Ⅳ章では、植物工場の経営上の課題について、失敗例も含めて論じる。そしてⅤ章では、地域経済学の視点から捉えた植物工場と、その震災復興との関わりについて考察する。

Ⅱ 植物工場の概要

1 植物工場の類型と仕組み

これまで田畑で営まれてきた農業は、気候の変動を受けやすく、その生産は不安定ななか、様々な工夫を重ねて今日まで続けられてきた。農業環境に関する第1の工夫は、ハウス栽培による温度管理であった。これにより、冬でも安定した農業生産が可能になった。第2に、ハウス栽培に加え、水耕栽培を取り入れることで養液(養分)管理ができるようになった。ふつう作物を連続して栽培すると、連作障害が発生してしまう。養液管理によって、連作障害のない農業を実現することができた。そして第3が、生育に必要な光をも制御する、植物工場なのである。植物工場は、不安定な農業の環境を人工的な施設に置き換えることで、ある程度の安定性を確保したものである。現在日本で植物工場と呼ばれる施設は、一般に次の3つの類型に分けられる。

①完全人工光型

温度・養液・光の管理が自然環境にかかわらず可能な施設。蛍光灯やLED照明によって光を管理する場合、多段化し面積効率を格段に上げることができる。立地を選ばず、移動が容易なコンテナ式施設も開発されている。

②人工光太陽光併用型

3の太陽光(のみ)利用型施設に照明設備を加え、悪天候時や夜間においても生育に必要な光を管理することができる施設。完全人工光型と比べて安価に設置できるが、太陽光を利用するため多段化することができず、面積効率は高くない。

③太陽光(のみ)利用型

いわゆる水耕栽培のことで、養液・温度管理ができる。

また経済産業省の定義によれば、植物工場とは「施設内で植物の生育環境(光、温度、湿度、二酸化炭素濃度、養分、水分等)を制御して栽培を行う施設

園芸のうち、環境及び生育のモニタリングを基礎として、高度な環境制御と生育予測を行うことにより、野菜等の植物の周年・計画生産が可能な栽培施設¹である。前述の3種類のうち、太陽光(のみ)利用型に関してはこれまで行われてきた水耕栽培の方式であり、広義の植物工場ではあるものの、近年注目されている植物工場は1や2に挙げた光の制御が可能なものであり、本論文では太陽光(のみ)利用型に関しては割愛する。

2 海外の事例

世界で初めて導入された植物工場は、1957年に完成したデンマークのクリステンセン農場であった²。クリステンセン農場の植物工場は、植物工場の3種類のうち太陽光人工光利用型で、冬期の補光にナトリウムランプが使われていた。長さ90メートル、幅12メートルのガラス温室の中でサラダ用カラシナ類のスプラウトの一貫自動生産を行い、6日程度で収穫をしていた。1970年代から1980年代にかけてはオーストリアのルスナー社がビル型植物工場を開発したが、採算が合わないことから撤退している³。

また1970年代以降、アメリカでもゼネラルエレクトリック(GE)をはじめとする企業が植物工場の実用化に乗り出し、完全閉鎖型植物工場の原型が開発されていた⁴。その後、1980年代にはゼネラルミルズ社とゼネラルフーズ社による完全人工光型植物工場が建設されたものの、採算が合わず撤退している⁵。

中国でも植物工場が建設されはじめているが、物価に対するエネルギー価格が日本と比べて高い⁶ため、一般野菜の生産では採算が合わず、商品価値の高い苗生産に向いている。また韓国では国家政策的に建設コスト、ランニングコストまで国の経費が投入されており、サンチェなどの葉菜類の栽培が行われている⁷。

III 日本における植物工場の歴史と現状

1 日本における植物工場の歴史

植物工場の先駆けである水耕栽培が日本ではじめて採用されたのは、終戦直後の調布市(東京都)および大津市(滋賀県)の農場であった⁸。占領期の日本では、人糞尿を肥料とする農業生産が一般的で

あり、寄生虫の心配はもとより、不潔だとする感情的な問題が外国人の中に存在していた。そこで連合国軍は自国から野菜を冷蔵船で取り寄せつつ、日本国内での自給も行うべく、水耕栽培による清潔な野菜、すなわち「清浄野菜」の生産を始めたのである。

そして、本格的な植物工場の研究は1974年に日立製作所中央研究所の研究グループが始めたのがはじまりである⁹。1983年には静岡県三浦農園にて最初の商業的な完全人工光型植物工場が設置され、1985年には筑波科学万博において回転式レタス生産工場が登場、同年ダイエーが船橋市のららぽーとにてバイオフィームを設置するなど、第一次植物工場ブームとなった¹⁰。バイオフィームはダイエーの野菜売り場の一部を植物工場にあて、買い物客が見学できるようにしたほか、毎日100株の無農薬レタスを直売していた¹¹。

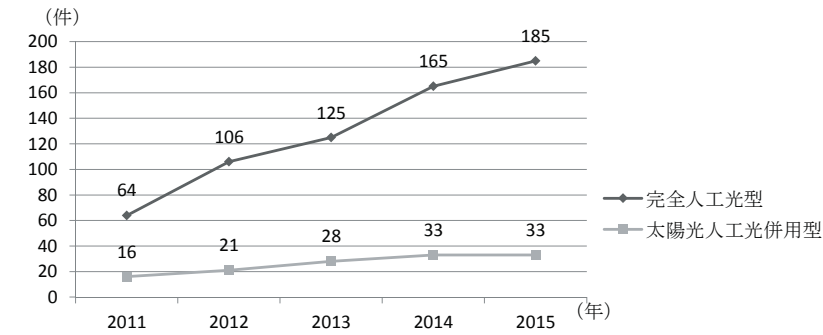
1989年にはキューピーが開発したTSファームが農林水産省による農業構造改善事業の助成対象となり、設置にあたり国から5割の補助金が助成されたことで、第二次植物工場ブームが到来した¹²。TSファームとは「Triangle Panel(三角パネル)」と「Spray Culture(噴射水耕栽培)」のことで、パネルに傾斜をつけて設置することで面積効率を上げ、根に十分な空気と適切な水分を与えることができるという特徴がある。

そして、2008年に制定された農商工連携促進法によって、農業と工業が高度に関連する植物工場が最重要施策として位置づけられるようになり、これが第三次植物工場ブームの引き金となった。2009年度補正予算では植物工場関連事業に約150億円の予算が組まれ、同年の農商工連携研究会植物工場ワーキンググループが公表したレポートの中で、今後3年間で植物工場のコストを3割削減することと、植物工場数を3倍に増やすことが目標として掲げられた¹³。

2 植物工場実態調査の分析

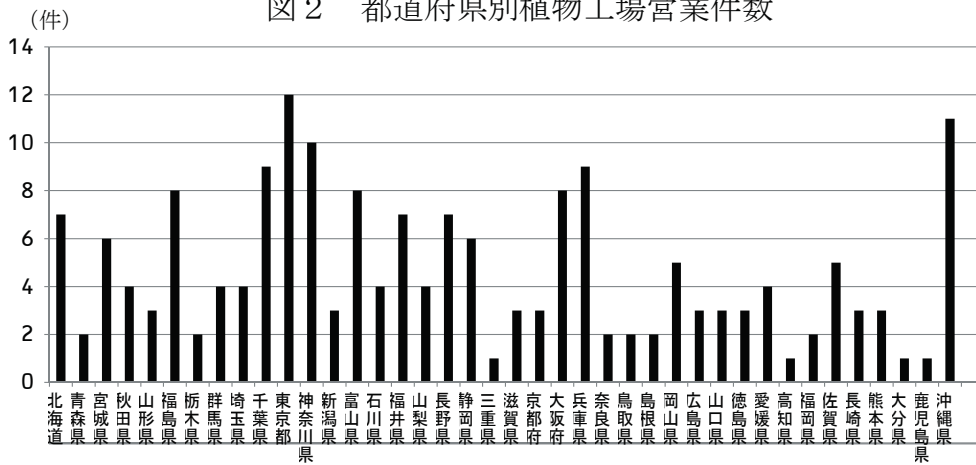
日本における植物工場に関しては、日本施設園芸協会が毎年、調査報告書を公開しており、本節ではその報告書に基づき、植物工場の実態を考察したい。まず植物工場の営業件数の推移については、特に完全人工光型植物工場の件数の伸びが顕著であり、2011年の64箇所から、2015年には185箇所と4年間のうちに約3倍に急増していることがわかる

図1 植物工場営業件数の推移



(注) 1. 植物工場のうち年間を通じ生産物を販売・提供している施設の合計。
2. 各年とも3月時点での営業件数。
(資料) 日本施設園芸協会【2015】より独自に作成

図2 都道府県別植物工場営業件数



(注) 2015年3月時点のデータ。
(資料) 日本施設園芸協会【2015】より独自に作成

(図1)。また太陽光人工光併用型植物工場についても、2011年の16箇所から2015年の33箇所へと、約2倍に増えている。この営業件数は農業生産物を販売・提供している施設のみについての集計であり、実証研究施設などの件数を加えれば、実際には下記の件数より多くの植物工場が稼働していると考えられる。

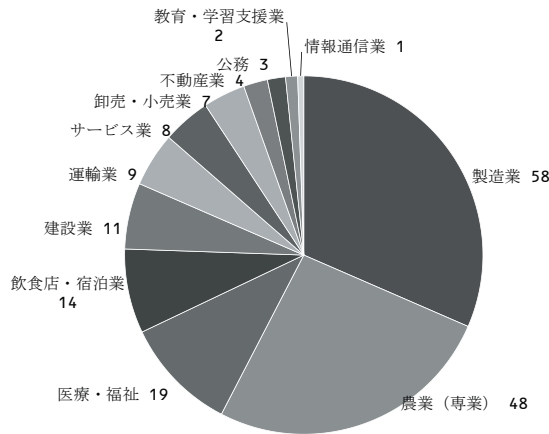
図2は完全人工光型植物工場営業件数を都道府県別で表したものである。特徴的なのは、東京に次いで沖縄県が11件と営業件数が多い点である。沖縄県は亜熱帯気候に属しており、夏期の強日光や高温の影響で葉物野菜を生産することができないために、これまで本土などからの供給に頼っていた¹⁴。そこで植物工場を導入することにより、島内での生産が可能になったのである。さらに、「沖縄型植物工場」として琉球大学農学部を中心に沖縄に特化した植物工場の研究や実用化が進んでいる。「沖縄型植物工場」とは、独特の気候を生かした太陽熱利用型空調設備の実用化や、トウガン・ニガナ・ヘチマ・カンダバー・シカクマメ・紅イモといった「島ヤサイ」

の栽培技術の確立を目指した言葉である。

それ以外では、神奈川県が10件、千葉県・兵庫県が9件と続いている。東京都では飲食店への設置や病院・学校などへの設置が多く、富山県などでは製造業や運輸業による参入が多いため、遊休工場の活用策として植物工場を設置しているとみられる¹⁵。

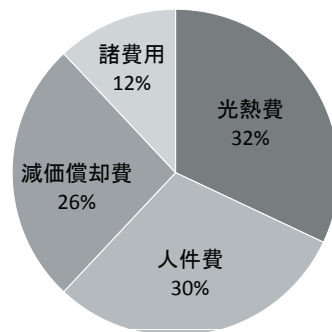
また、公開されている事業主体名から、それぞれの業種を日本標準産業分類における大分類を基準として区分したものが図3である。植物工場の事業主体のうち最も多いのが製造業の58箇所、次いで農業の48箇所となっている。植物工場には多様な設備が必要であり、遊休工場や設備を持つ製造業にとって資産の有効活用につながることからこのような結果になったと考えられる。また、3番目に多い医療・福祉は、大部分が自動化された植物工場のうち包装など簡単な作業を高齢者や障がい者などが担当することで雇用創出を図り、医療施設において安全で栄養価の高い野菜を地産地消できるといったメリットを見込んだものである。4番目に多い飲食店・

図3 植物工場事業主体の業種別分類



(注) 数値は箇所数を示す。
(資料) 日本施設園芸協会[2015]より独自に作成

図4 植物工場の一般的な運用コスト



(資料) 食の安全・安心と健康に関わるセンシング調査研究委員会[2012]

宿泊業では、店頭に表示することで注目度を高め、あるいは商品に使う野菜の安定的な供給のために植物工場を設置していると考えられる。

IV 植物工場経営の課題

1 植物工場のコスト

植物工場に必要なコストは、大きく分けて「減価償却費」「人件費」「光熱費」の3種類に分類される¹⁶ (図4)。例えば完全人工光型植物工場に必要な設備は、建屋、高圧受電設備、断熱プレハブ保冷库、空調、クリーンルームと栽培棚などの栽培設備である。建屋には初期投資の6～7割が必要で、規模が大きくなればなるほど頑強な構造が必要となるためにスケールメリットは働きづらい¹⁷。植物工場設置にあたってはこうした設備コストが課題となっており、たとえば製造業の遊休工場など、高圧受電設備や建屋がもともと存在する場所に設置しなければ、初期投資の回収は困難である。

人件費については、山本 [2013] によれば日産

1,000株につき5人という推計結果があり、一人あたり人件費の削減のためには、次節で述べる補助金を活用し、障がい者や高齢者の雇用を進めることが考えられる。特に完全人工光型の植物工場では大部分の作業が自動化されており、包装などの簡単な作業を高齢者や障がい者に担ってもらえるよう、大阪府立大学をはじめとする各研究機関では作業空間の研究も進んでいる¹⁸。

光熱費は、主に植物の生育に必要な照明や空調の電気料金からなる。

電気料金については、山本 [2013] による1,000株あたり年間850万円（蛍光灯の場合）という試算が存在する。高圧受電はもちろんのこと、3節で述べたフェアリーエンジェルの福井工場のように、原発立地地域における電力料金割引を活用するなど、コストダウンをはかる余地がある。あるいは、蛍光灯の代わりに長寿命で消費電力の少ないLED照明を活用することで電力料金を削減する方法もあるが、LED照明の導入には初期費用の負担が蛍光灯より大きいというジレンマがある。

事業名	所管官庁	予算額	採択企業・団体
植物工場基盤技術研究拠点整備事業	経済産業省	47億円	青森県産業技術センター、千葉大学、東京農工大学、明治大学、信州大学、大阪府立大学、島根大学、愛媛大学
モデルハウス型植物工場実証展示・研修事業	農林水産省	37億円	農研機構、千葉大学、三重県農業研究所、大阪府立大学、愛媛大学
植物工場普及拡大支援事業	農林水産省	34億円	(株)プランツファクトリーインザイ、九州ジージーシー(株)
植物工場リース支援事業	農林水産省	26億円	横手精工(株)、(有)アーバンファーム、山梨通運(株)、(株)ニチワ、スマイルリーフスピカ(株)、(株)エム式水耕研究所、(株)スプレッド、(株)新生工業、(株)みらくるグリーン、恒次工業(株)
植物工場モデル設置事業	経済産業省	3億円	(株)ぐるなび、(株)電通ファシリティマネジメント、日本サブウェイ(株)、合同会社農援隊、両備ホールディングス(株)
(資料)伊藤[2011]より独自に作成			

また、水道料金に関しては、葉から蒸発した水をエアコンの冷却板で結露させ、灌用水に再利用するといった形で節水し、水の使用量を露地栽培と比べて100分の1以下、温室栽培と比べて50分の1以下に低減させることができる¹⁹。もちろん、従来の農業では農業用水を使っていたのに対し、植物工場では水道水を利用するため、水道料金の単純な比較はできないことに留意したい。その他のコストとして、蛍光灯などの消耗品費、種・養液・CO₂ガス・包装資材などの変動費、借入金の金利などが挙げられる。

2 法制度と補助金

植物工場は、日本標準産業分類上「農業」に分類されるものの、特に完全人工光型施設の場合には建築物とみなされ、一般に農地には建設できないと考えられてきた。あるいは逆に、企業誘致にあたって「農業」を行う「工場」という概念が一般的でないために、工業団地への植物工場の建設の可否を巡って自治体の担当者が困惑する場合もあるという²⁰。

こうした状況を受けて、農林水産省は2015年度中に農業振興地域整備法の省令を改め、農地の9割を占める「農用地区域」における植物工場の建設を認めることを発表している(『日本経済新聞』2015年12月4日付)。

また、建築物は建築基準法や消防法、工場立地法などの規制を受けるが、植物工場として必要以上の耐震強度などを求められれば、設備コストが高額になってしまう。したがって、植物工場の普及にあたっ

ては、さらなる法規制の緩和が求められている。

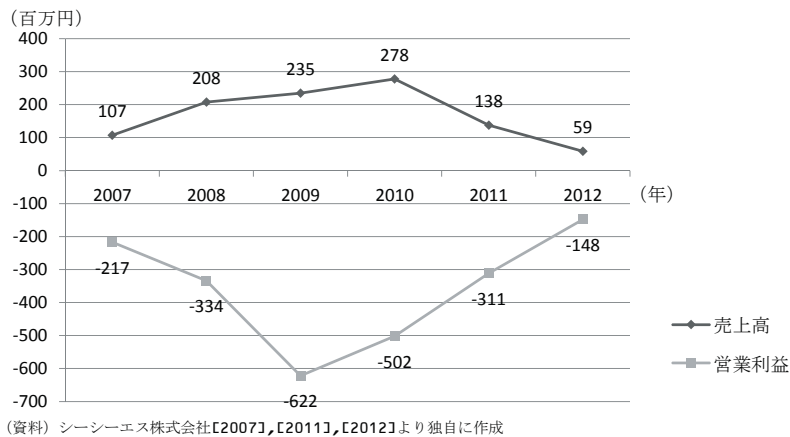
補助金に関しては、2009年度補正予算において、農林水産省および経済産業省であわせて約150億円規模の植物工場関連予算が組まれている(表1)。経済産業省は基盤技術開発と販路開拓分野に、農林水産省は実用化開発と導入支援分野にそれぞれ予算を獲得している²¹。

2009年度以降、植物工場という名前を冠する国からの補助金は無いが、各都道府県の異業種参入補助金や、経済産業省の地域新成長産業創出事業費補助金などを活用することが可能である。

また、障がい者や高齢者を雇用することによって設備投資や雇用そのものに助成が下りる場合もある。重度障害者多数雇用事業所施設設置等助成金は、障がい者のための事業施設の設置費用の一部が助成される²²。また、障害者作業施設設置等助成金は、障がい者が作業を円滑に行えるよう施設を整備する際に費用の一部が助成される²³。雇用に関しては、重度障害者等通勤対策助成金や特定求職者雇用開発助成金があり、それぞれ通勤費の一部と賃金の一部が助成される仕組みとなっている²⁴。

すでに述べたように、植物工場の作業の大部分は自動化されており、包装など簡易な作業であれば、適切な設備さえ整っていれば障がい者や高齢者にも十分活躍してもらえらる場である。障がい者や高齢者の雇用の創出とあわせて、事業者側にとってもコストの削減につながることであり、こうした補助金を活用することは経営戦略上有効である。

図3 フェアリーエンジェルの経営状況



3 植物工場経営の失敗例

植物工場に限らず、農業ビジネスの実際は厳しい経営状況である。NPO 法人イノプレックス [2011]²⁵によれば、2009 年度に国内の植物工場 27 箇所を調査したところ、6 割が赤字、収支均衡も 3 割に留まり、加えて完全人工光型植物工場を大規模に運営している企業に関しては黒字化を達成している企業はほぼ無いという。

例えば LED 照明装置の開発・製造・販売を手掛けるシーシーエス株式会社 (京都市) は 2008 年に植物工場での栽培事業を行う株式会社フェアリーエンジェルを子会社化した²⁶。フェアリーエンジェルは京都府京都市、千葉県野田市、福井県美浜町の 3 箇所の生産拠点をもち、特に福井県の工場では日産 8400 株の生産能力があり、美浜原発の電力を使用するため電力料金が通常の半額というメリットがあった。また植物工場運営のノウハウを生かし、2010 年には中東カタールの企業へ納入されたコンテナ型野菜工場を設計²⁷するなど、植物工場ビジネスの世界展開を目論んでいた。しかしフェアリーエンジェルは 2010 年に債務超過に陥り、2011 年にはベビーリーフの受託生産を行うなど経営の改善に努めたが、2012 年には早くも解散を決定した²⁸。

図 3 はフェアリーエンジェルの経営状況をグラフにしたものである。注目したいのは、2007 年から 2012 年までの 6 年間、常に営業利益が赤字であり、売上高の伸びが営業利益の改善へとつながっていないという点である。

シーシーエスとしては本業の LED 照明事業とのシナジー効果を見込んでフェアリーエンジェルを子会社化し、大規模な完全人工光型植物工場の先駆的事例として期待を集めたが、植物工場経営の難しさを

表す結果となってしまった。

また、第三次植物工場ブームにおいて主導的な役割を果たしてきたベンチャー企業も倒産に追い込まれている。株式会社みらいは 2015 年 6 月 29 日に東京地裁へ民事再生法の適用を申請し、10 億 9,200 万円の負債を計上した²⁹。同社はまさに 2009 年度の「農商工連携研究会植物工場ワーキンググループ」低コスト未来型人工光利用植物工場コンソーシアムのリーダーとして第三次植物工場ブームを牽引し、当時の麻生太郎首相が見学を訪れる³⁰など、成功例としてメディアに取り上げられることも多かった³¹。しかし業容拡大を目指し 2014 年に相次いで 2 工場を新設したのち、野菜生産が安定せず当初の売上高を下回ったことで大幅な営業赤字を計上、資金ショートに陥ったことが倒産の原因とされている³²。

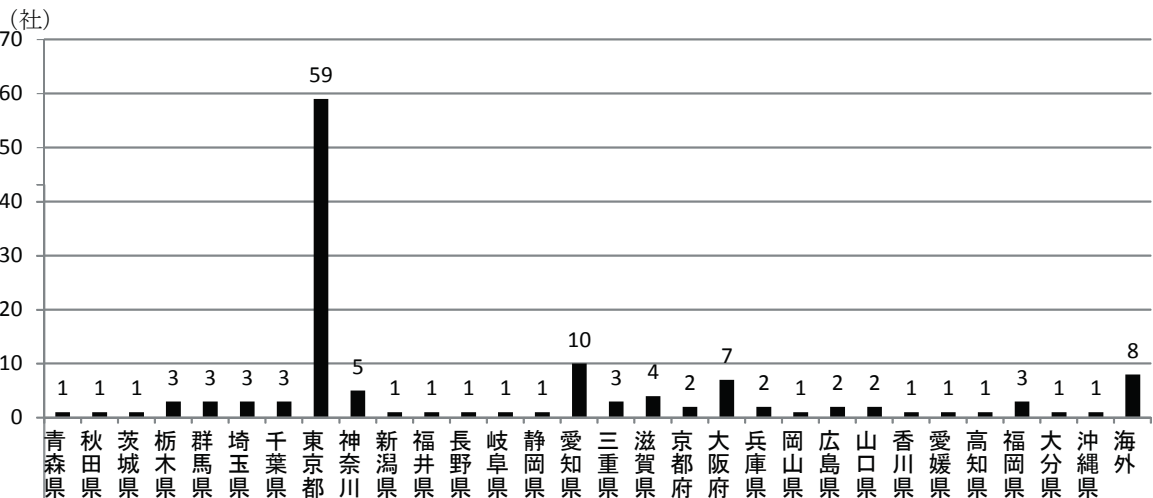
V 地域経済への影響

1 植物工場と地域内再投資力

IV 章 1 節で述べたように、植物工場にかかるコストは大きく分けて「減価償却費」「人件費」「光熱水費」の 3 種類に分類される。そのうち減価償却費に当たる設備コストは、従来の農業、とりわけ露地栽培では必要のなかったコストであり、植物工場の大きな特徴だといえる。特に完全人工光型植物工場においては、栽培室を囲う建物や照明設備、空調設備など様々な設備コストが必要となる。こうした設備を作る設備メーカーについて、一般社団法人日本施設園芸協会が開催した「施設園芸・植物工場展 2014 (GPEC)」(以下 GPEC) 出展企業・団体から、その性質を考察したい。GPEC2014 は 2014 年 7 月 23

表2 GPEC2014出展企業	本社所在地	出展内容	GPEC2014出展企業2	本社所在地2	出展内容2
GPEC2014出展企業					
㈱アースアグリ	東京都	施設本体(太陽光利用型)	ダイオ化成㈱	東京都	付帯設備
アキレス㈱	東京都	施設本体(太陽光利用型)	㈱大仙	愛知県	付帯設備
㈱アシストジャパン	栃木県	施設本体(太陽光利用型)	千葉大学	千葉県	研究機関、メディア
㈱アタゴ	東京都	各種センサー、計測システム	ツシロー㈱	滋賀県	付帯設備
有光工業㈱	大阪府	付帯設備	㈱ティアンドティ	神奈川県	各種センサー、計測システム
㈱アルミス	広島県	施設本体(人工光型)	㈱テックコーポレーション	東京都	付帯設備
㈱イーエス・ウォーターネット	東京都	種苗、育苗資材、育苗システム	東海物産㈱	三重県	肥料、農薬
㈱イーエス	東京都	付帯設備	東京インキ㈱	東京都	付帯設備
㈱いけうち	大阪府	付帯設備	東都興業㈱	東京都	付帯設備
イングロ農材㈱	愛知県	施設本体(太陽光利用型)	トキタ種苗㈱	埼玉県	育苗、育苗資材、育苗システム
㈱イシダ	滋賀県	流通、加工設備	トミタテクノロジー㈱	神奈川県	施設本体(太陽光利用型)
井関農機㈱	愛媛県	付帯設備	豊橋技術科学大学	愛知県	研究機関、メディア
伊藤電気㈱	兵庫県	収穫、選別、運搬、包装システム	豊橋市	愛知県	—
指斐川工業㈱	岐阜県	付帯設備	トヨハシ種苗㈱	愛知県	農業IT
㈱イワキ	東京都	付帯設備	鍋清㈱	愛知県	太陽光発電
㈱インターナショナルローカル	沖縄県	施設本体(人工光型)	南勢小電電気㈱	三重県	付帯設備
㈱ウエルコ	東京都	付帯設備	西松建設㈱	東京都	施設本体(人工光型)
AGCグリーンテック㈱	東京都	施設本体(太陽光利用型)	日建リース工業㈱	東京都	流通、加工設備
SMC㈱	東京都	付帯設備	日新商事㈱	東京都	付帯設備
エスベックミック㈱	大阪府	付帯設備	日本東紡㈱	東京都	種苗、育苗資材、育苗システム
㈱F-プランニング	滋賀県	施設本体(人工光型)	㈱ニッポ	埼玉県	農業IT
園芸情報センター	東京都	研究機関、メディア	日本アドバンスアグリ㈱	滋賀県	付帯設備
OATアグリオ㈱	東京都	肥料、農薬	日本合成化学工業㈱	東京都	付帯設備
大石産業㈱	福岡県	収穫、選別、運搬、包装システム	日本施設㈱	東京都	付帯設備
大阪府立大学植物工場研究センター	大阪府	研究機関、メディア	日本施設園芸協会	東京都	研究機関、メディア
㈱大友製作所	茨城県	付帯設備	日本デルモンテアグリ㈱	東京都	種苗、育苗資材、育苗システム
オグラ金属㈱	栃木県	付帯設備	日本養液栽培研究会	京都府	研究機関、メディア
㈱オネスト	東京都	農業IT	日本ロックウール㈱	東京都	種苗、育苗資材、育苗システム
オランダ王国大使館	東京都	研究機関、メディア	日本ワイドクロス㈱	群馬県	施設本体(太陽光利用型)
カネコ種苗㈱	群馬県	施設本体(太陽光利用型)	ネボシ㈱	神奈川県	農業IT
兼弥産業㈱	愛知県	付帯設備	農業・食品産業技術総合研究	香川県	研究機関、メディア
㈱キーストーンテクノロジー	神奈川県	施設本体(人工光型)	農山漁村文化協会	東京都	研究機関、メディア
京都大学農業システム工学研究室	京都府	研究機関、メディア	㈱ハルティングループ	千葉県	種苗、育苗資材、育苗システム
高知県産業振興センター	高知県	付帯設備	㈱VIPグローバル	大阪府	その他
㈱国際農業社	東京都	研究機関、メディア	ビーエス㈱	東京都	付帯設備
小林クワイエ㈱	愛知県	農業IT	㈱フリリプスエレクトロニクスジ	東京都	付帯設備
㈱サカタタナ	神奈川県	種苗、育苗資材、育苗システム	㈱フジシード㈱	福井県	種苗、育苗資材、育苗システム
㈱ササキコーポレーション	青森県	省エネ、省コスト	富士通㈱	東京都	農業IT
佐藤産業㈱	福岡県	施設本体(太陽光利用型)	フルタ電機㈱	愛知県	付帯設備
㈱里山村	秋田県	施設本体(太陽光利用型)	㈱フローラ	三重県	その他
三協フロンティア㈱	千葉県	施設本体(人工光型)	㈱ベストクロップ	大分県	種苗、育苗資材、育苗システム
サンキンB&G㈱	埼玉県	施設本体(太陽光利用型)	㈱ホーグス	東京都	肥料、農薬
㈱サンホープ	東京都	種苗、育苗資材、育苗システム	㈱マキテック	兵庫県	施設本体(太陽光利用型)
㈱サンボリ	山口県	付帯設備	丸文㈱	東京都	太陽光発電
シーアィ化成㈱	東京都	施設本体(太陽光利用型)	三菱化学㈱	東京都	施設本体(人工光型)
OKD㈱	愛知県	付帯設備	三菱樹脂アグリドリーム㈱	東京都	施設本体(太陽光利用型)
社会開発研究センター	東京都	研究機関、メディア	みづほ物産㈱	東京都	付帯設備
昭和電工㈱	東京都	施設本体(人工光型)	㈱みらい	東京都	施設本体(人工光型)
信州大学先進植物工場研究教育センター	長野県	研究機関、メディア	明治大学植物工場基盤技術研	東京都	研究機関、メディア
シンジェンタジャパン㈱	東京都	育苗、育苗資材、育苗システム	メガテック㈱	広島県	種苗、育苗資材、育苗システム
㈱新農林社	東京都	研究機関、メディア	㈱メルシー	福岡県	その他
シンフォニアテクノロジー㈱	東京都	各種センサー、計測システム	野菜ビジネス協議会	東京都	流通、加工設備
JA三井リース㈱	東京都	リース、融資	山口大学	山口県	研究機関、メディア
スナオ電気㈱	静岡県	付帯設備	㈱ヤマト	東京都	その他
住友化学㈱	東京都	肥料、農薬	㈱ヤマヒロ	大阪府	付帯設備
住友ベークライト㈱	東京都	流通、加工設備	ヤンマー㈱	大阪府	付帯設備
青果物カット事業協議会	東京都	流通、加工設備	ユビキタス環境制御システム研	岡山県	研究機関、メディア
青果物予冷施設協議会	東京都	流通、加工設備	渡辺パイプ㈱	東京都	施設本体(太陽光利用型)
㈱青光社	東京都	省エネ、省コスト	エルフィールド㈱	海外	付帯設備
㈱成電工業	群馬県	施設本体(人工光型)	BIO FIRM CO. LTD.	海外	付帯設備
㈱誠和	栃木県	付帯設備	KAMICO	海外	付帯設備
㈱セムコーポレーション	東京都	付帯設備	PELIKAAN GEWASKLEMSYS	海外	付帯設備
全国農業共済協会	東京都	研究機関、メディア	ROYAL BRINKMAN INTERNATI	海外	流通、加工設備
全国農業協同組合連合会	東京都	付帯設備	TERMOTECNICA PERICOLI SR	海外	付帯設備
全国野菜園芸技術研究会	新潟県	研究機関、メディア	TRINOG-XS(XIAMEN)GREENH	海外	施設本体(太陽光利用型)
ソフトシリカ㈱	東京都	育苗、育苗資材、育苗システム	VB GROUP	海外	施設本体(太陽光利用型)

図5 都道府県別GPEC2014出展企業数



(注) 出展企業数が0の道県は掲載していない。
 (資料) 日本施設園芸協会【2014】より独自に作成

日から25日にかけて、東京ビッグサイト（東京都）にて行われ、3日間でのべ3万8,421人が来場した。来場者のうち半数が農業生産者および農業団体（JA含む）であり、直接的なユーザーの来場が多い³³。

出展者に関しては、GPECに出展した企業・団体は133にも及び（表2）、出展内容から植物工場設備に関するすべての要素が揃った展示会だといえる。

図5は表2のうち、出展企業・団体の本社（本部）所在地を都道府県ごとにまとめ、その件数を表したものである。この図によれば、東京都が59社と最も多く、愛知県の10社、大阪府の7社と続く。三大都市圏を除いた他の都道府県では出展企業が軒並み0社か1社に留まっており、植物工場設備メーカーのほとんどは東京都に立地しているということがわかる。開催地が東京都という条件を考慮しても、日本では唯一の施設園芸・植物工場に関する専門展示会であるGPECの参加企業にこれほどの地域格差が生じているのは、植物工場と地域経済を考える上で重要な論点となる。

植物工場のコストの約3分の1を占める設備コストが、東京をはじめとする三大都市圏、あるいはGPECにも多数出展している海外企業などに支払われていく構造は、「地域内再投資力」³⁴を弱め、地域経済を衰退させる一因となると考えられる。

また、生産コストのうち、植物の生育に必要な照明や空調に使われる電気についても、同様の懸念が生じる。日本の電力会社は主に、北海道電力、東北電力、東京電力、中部電力、北陸電力、関西電力、中国電力、四国電力、九州電力、そして沖縄電力の10社に分かれているが、本社はそれぞれの管轄地域の地方中枢都市に立地しており、電力料金もまた地方中枢都市へと移転されてしまう。

これまでの農業は太陽光や天然の土壌を使って行われてきた。しかし、農業が植物工場の中で行われることで電気や設備を必要とし、それぞれの地域内で循環していた農業収益が他の地域へと流出してしまうという点こそが植物工場の大きな欠点であると考えられる。

さらに、従来の農業は数十年～数百年にわたる長期間、持続的に営まれてきたものだが、植物工場の場合には採算が合わなくなれば閉鎖や移転してしまうリスクが非常に高い。実際にIV章3節で述べたフェアリーエンジェルは、債務超過とともに生産量を大

幅に減らし、最終的に会社を清算している。同じくフェアリーエンジェルが設計に携わったコンテナ式植物工場は、植物工場の移動が前提であり、本質的に地域経済とはなじまない存在なのである。

したがって、植物工場の立地によって地域内再投資力を向上させることは困難である。

2 具体例

福島県双葉郡川内村に存在する川内村高原農産物栽培工場（以下、川内村植物工場）は、原発事故を起こした福島第一原子力発電所から半径30km圏内に位置し、農産物に対する放射線の影響の懸念や風評被害に悩まされてきた。川内村では雇用の創出や農業振興のため、閉鎖的空間で農業生産ができ、加えて村のシンボリック的存在でもある豊富な地下水を活用できる完全閉鎖型植物工場の建設を目指し、2013年4月に植物工場が竣工した³⁵。約5,000㎡の敷地に約2,500㎡の建屋を建設し、4つの栽培室で日産最大8,000株の生産能力を持っている。

川内村植物工場はその運営方法が特異である。まず川内村が施設を建設し、村と、総合食品流通会社である株式会社まつのが共同出資した第三セクターである株式会社KiMiDoRiが無償貸与を受けて運営している。ここで株式会社まつのは東京都大田区に本社を置く企業であることに注意したい。施設は無償貸与であるため、施設設備などの減価償却費はKiMiDoRiの負担にならず、一般的な植物工場経営と比べるとはるかに優遇されている。

その上で、川内村植物工場の設備について考えてみると、建屋や栽培棚などの建設費の総額は約5億8,000万円³⁶であるが、公募型プロポーザル審査を経てその設計・建設を担ったのはエスペックミック株式会社・三進金属工業株式会社の企業連合であった³⁷。エスペックミックは愛知県に本社を置き、環境関連のエンジニアリング業務を行っており、大阪市に本社を置く環境試験機メーカーであるエスペック株式会社の100%子会社である。また三進金属工業は大阪府に本社を置く金属加工メーカーである。さらに、植物の生育に必要な照明としてLED照明が採用されたが、LEDを納入したのも東京都に本社を置く昭和電工株式会社であった³⁸。

建設費には、ヤマト福祉財団助成金から3億円、東日本大震災復興交付金の2億2,000万円に加え、村の通常予算を充てている³⁹。建設費の大部分に莫

大な補助金を充てながら、それは域外へ流出し、減価償却費がないという優位性を持つ運営会社にも東京資本が参入している構造を見れば、川内村植物工場からの村への経済効果は極めて限定的であると考えざるを得ない。

加えて経営状況も芳しくない。営業を始めて2年が経った2015年度も工場の稼働率は50%ほどで、毎月200万円の赤字を自治体からの補助金で補填している状況である⁴⁰。また雇用に関しては、25名の従業員のほとんどが非正規雇用であり、2015年3月12日に開かれた福島県議会農林水産委員会において、委員の一人が「川内村も植物工場をつくったが、村長は雇用が当初の見込みより少なかったと言っていた」⁴¹と述べているように、当初の期待を下回っていることがわかる。

3 震災復興と植物工場

前節で述べた川内村植物工場をはじめ、東日本大震災で特に大きな被害を受けた三県（岩手県・宮城県・福島県）では、震災後に植物工場の設置が相次いでいる（表3）。

震災から3年が経った2014年3月17日、パナソニック福島工場に完全人口光型植物工場が完成した。落成式ではパナソニックの常務取締役が「工業と農業の融合で福島の復興再生に貢献したい」⁴²と挨拶したが、2015年1月末、パナソニックは福島工場における主力生産品であるデジタルカメラの生産を取りやめるとともに、320名いた従業員のうち半数にあたる180名を関西の生産拠点へ異動または自主退職、120名を給与体系の異なる子会社へ転籍させることを決定した。残りの20名が植物工場ビジネスに残る。

すでにIV章で述べた通り、植物工場運営主体のうち最も多いのが、遊休設備を持つ製造業であった（図3）。パナソニックもまた、すでにデジタルカメラの販売低迷が続くなか⁴³、福島工場の遊休面積も広が

り、植物工場ビジネスの拠点として工場を位置づけていった。しかし、工場を雇用の生まれにくい植物工場へと転換することは、「復興再生に貢献」という会社側の言葉とは裏腹に、「リストラの口実に過ぎないのではないか」⁴⁴という疑念を生む結果となった。

福島工場における植物工場の整備にあたっては、復興庁および経済産業省の「先端農業産業化システム実証事業」に選定され、総事業費2億8,400万円の約6割にあたる1億6,500万円の補助金を受けている⁴⁵。事業の概要として、「被災地域において、工業技術や商業ネットワーク等を活用した、被災地域の復興に資する先端的な農業システム（植物工場等）をビジネス化するための実証を実施する事業⁴⁶」とされているが、すでに述べてきた通り、植物工場の地域経済波及効果は極めて限定的である。この事業は、産業の育成や雇用の創出といった地域にとって必要性の高い事業というよりはむしろ、「ショック・ドクトリン」⁴⁷につながる恐れがある。

東日本大震災におけるショック・ドクトリンの事例としてはすでに東北メディカル・バンク構想などが報告されている⁴⁸。被災地を「社会実験にかけられる被災地」⁴⁹と位置付けるのではなく、「人間の生活領域としての地域」⁵⁰として地域内再投資力の再建を目指すとき、植物工場の設置を合理的に理解することは困難である。

VI おわりに

本論文では、植物工場が地域内再投資力を生み出せず、地域経済に良い影響をもたらすことが難しいということを明らかにしてきた。また、各種補助金の無い状態で植物工場を持続的に運営していくことは困難であり、第一次、第二次ブームと同様に淘汰されていく恐れがある⁵¹。

また、植物工場が既存の農業にかわる新しい農業

表3 震災後に被災地に開設された植物工場

営業開始	施設名称	所在地	規模	設置者
2012年8月	グランパファーム陸前高田	岩手県陸前高田市	500株/日	グランパファーム(神奈川県)
2013年3月	みらい多賀城グリーンルーム	宮城県多賀城市	1万株/日	みらい(東京都)
2013年4月	川内村高原農産物栽培工場	福島県双葉郡川内村	8000株/日	KiMiDoRi(福島県)
2014年3月	パナソニック福島工場	福島県福島市	1800株/日	パナソニック(大阪府)
2014年6月	ひまわりふれあい農園	福島県いわき市	70株/日	ひまわり信用金庫(福島県)
2014年12月	しらかわ・きずな農場	福島県白河市	100t/年	しらかわ五葉倶楽部(福島県)

(資料)独自調査による。

のあり方として注目を集めている一方で、従来の農業と同じように捉えるのは誤りであることに注意したい。例えば「農業の多面的機能」は、農地が立地している地域に対し、農産物の収穫によって得られる利益だけではない、様々な機能を果たしていることを表現した言葉である。具体的には、国土保全、水源の涵養、自然環境の保全、良好な景観形成、文化の伝承、保健休養、地域社会の維持活性化、食糧安全保障などが挙げられる。植物工場には、こうした農業の多面的機能のうち食糧安全保障以外の機能は果たせないと考えられる。また食糧安全保障に関しても、照明や空調など、電力に大きく依存している植物工場は、電力供給が何らかのトラブルによって滞った場合、たちまち食糧の供給がストップしてしまうという弱点を抱えている。植物工場は確かに農業であるが、従来型の農業と決定的に違うのが、この多面的機能を持たないという点であるということに留意する必要がある。

もちろん、どのような自然環境の中でも生産が可能であり、栽培効率も数十倍に上る植物工場技術は、農業の未来を考える上でひとつの可能性であり続けている。殺風景なオフィスに小規模な植物工場ユニットを設置したり、介護施設や病院で栄養価の高い野菜を生産することは、人々の癒しや健康増進につながることである。

重要なのは、植物工場の必要性を見極め、そのメリット・デメリットを明確にした上で、デメリットとなる部分への対策を行っていくことである。例えば、地域内再投資力の低さに関しては地域の設備メーカーの育成や、地域内での発電を行っていくことなどがその対策となりうる。また、失われる農業の多面的機能を行政の側がどのように補完していくかという発想も必要になるだろう。その上で、従来の農業のメリットと、植物工場のメリットとをかけあわせることで、日本の農業に明るい展望をひらくことができるのだと考えられる。

植物工場に関する社会科学的な研究はまだ十分には行われていない。しかし、TPPをはじめとする農業の環境変化は近年ますます激しくなっており、日本の農業が進みうる一つの選択肢としての植物工場について、今後さらなる研究の進展が望まれるとともに、本論文がその一助となれば幸いである。

<参考文献>

- 朝日新聞社 [2015] 「パナ工場、従業員半数去った業績回復『これが改革か』」 (<http://www.asahi.com/articles/ASH7X5QFZH7XPLFA00B.html> 2015年12月30日閲覧)。
- 井熊均、三輪泰史 [2014] 『植物工場経営—明暗をわける戦略とビジネスモデル—』 日刊工業新聞社。
- 伊藤保 [2011] 「植物工場の動向と事業化に向けた課題とリスク」 不動産証券化協会 (www.ares.or.jp/works/pdf/ares_j_001_46_54.pdf 2014年11月28日閲覧)。
- エスペックミック株式会社 [2013] 「2013年度CSR報告書」 (http://www.espec.co.jp/corporate/csr/management/pdf/2013/P11-14_CSR2013.pdf 2015年1月30日閲覧)。
- NPO法人イノプレックス [2011] 「植物工場の6割赤字/収支均衡3割の現状を打破するためには」 (<http://innoplex.org/archives/4733> 2014年11月28日閲覧)。
- 岡田知弘 [2005] 『地域づくりの経済学入門』 自治体研究社。
- 岡田知弘 [2012] 『震災からの地域再生—一人間の復興か惨事便乗型「構造改革」か—』 新日本出版社。
- 加藤要 [1953] 「清浄野菜の現状とその見通し」 『農業技術研究』 1953年6号21-24ページ。
- 経済産業省 [2009] 「植物工場の事例集」 (http://www.meti.go.jp/policy/local_economy/nipponsaikoh/syokubutsukojo_jireisyu.pdf 2014年11月28日閲覧)。
- 産経新聞社 [2015] 「作れば作るほど赤字…福島・植物工場で悲鳴 電気代が大きな負担、稼働率50%」 (<http://www.sankeibiz.jp/express/news/150615/exb1506150800001-n2.htm> 2015年12月30日閲覧)。
- シーシーエス株式会社 [2008] 「株式会社フェアリーエンジェルの株式の取得に関するお知らせ」 (www.ccs-inc.co.jp/s3_ir/press/081218PressRelease.pdf 2014年11月28日閲覧)。
- シーシーエス株式会社 [2010] 「『コンテナ野菜工場』中東カタールの企業に納入決定」 (www.ccs-inc.co.jp/s3_ir/press/010112PressRelease.pdf 2014年11月28日閲覧)。
- シーシーエス株式会社 [2012] 「植物プラント

事業の廃止および子会社の解散方針の決定に関するお知らせ」(www.ccs-inc.co.jp/s3_ir/.../120313PressRelease_2.pdf 2014年11月28日閲覧)。

昭和電工株式会社 [2013] 「当社製植物育成用 LED および Shigyo 法 TM が採用された「川内高原農産物栽培工場」が竣工」(http://www.sdk.co.jp/news/2013/13497.html 2015年1月30日閲覧)。

食の安全・安心と健康に関わるセンシング調査研究委員会 [2012] 『食の安全・安心とセンシング—放射能問題から植物工場まで—』 共立出版。

高辻正基 [1986] 『野菜工場—未来の農業システム—』 丸善。

高辻正基 [2014] 『図解よくわかる植物工場』 日刊工業新聞社。

高辻正基、古在豊樹 [2014] 『植物工場経営の重要課題と対策』 情報機構。

帝国データバンク [2015] 大型倒産速報「人工光型植物工場の農業関連ベンチャー 株式会社みらい 民事再生法の適用を申請 負債 10 億 9200 万円」(http://www.tdb.co.jp/tosan/syosai/4071.html 2015年12月30日閲覧)。

東洋経済新報社 [2014] 「強い農業」『東洋経済』 2014年2月8日号 59 ページ。

日経 BP 社 [2013] 『日経エコロジー別冊エコプロダクトガイド 2014』。

日本施設園芸協会 [2014] 「GPEC2014 結果報告書」(http://www.gpec.jp/pdf/141005001.pdf 2014年11月28日閲覧)。

日本施設園芸協会 [2015] 「次世代施設園芸導入加速化支援事業(全国推進事業) 事業報告書」(http://www.jgha.com/files/houkokusho/26/26_5jittaichousa.pdf 2015年12月12日閲覧)。

ナオミ・クライン [2011] 『ショック・ドクトリン(上)・(下)』 岩波書店。

農林水産省、経済産業省 [2009] 「農商工連携研究会植物工場ワーキンググループ報告書」(http://www.maff.go.jp/j/press/seisan/engei/pdf/090424-01.pdf 2014年11月28日閲覧)。

福島県議会 [2015] 「平成 27 年 2 月定例会 常任委員会 議事録」(http://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/122762.pdf 2015年12月30日閲覧)。

福島民報 [2014] 「植物工場 パナソニック福島工場 『復興に貢献したい』」(http://www.minpo.

jp/pub/topics/jishin2011/2014/03/post_9629.html 2015年12月29日閲覧)。

復興庁 [2013] 「平成 25 年度予算中小企業経営支援等対策費補助金(先端農業産業化システム実証事業) 公募要領」(http://www.reconstruction.go.jp/topics/20130514_sentannougyou.pdf 2015年12月30日閲覧)。

古川美穂 [2015] 『東北ショック・ドクトリン』 岩波書店。

山本晴彦 [2013] 『植物工場—現状と課題—』 農林統計出版。

【注】

- 1 経済産業省 [2009]1 ページ。
- 2 高辻 [2014]6 ページ。
- 3 高辻 [2014]6 ページ。
- 4 高辻 [2014]6 ページ。
- 5 高辻 [2014]6 ページ。
- 6 山本 [2013]130 ページ。
- 7 山本 [2013]131 ページ。
- 8 加藤 [1953]。
- 9 高辻 [2014]10 ページ。
- 10 山本 [2013]4 ページ。
- 11 高辻 [2014]12 ページ。
- 12 高辻 [2014]14 ページ。
- 13 農林水産省、経済産業省 [2009]7-14 ページ。
- 14 琉球大学農学部ウェブサイト (http://www.okinawapf.jp/index.jsp) による。
- 15 日本施設園芸協会 [2014]51-55 ページ。
- 16 大阪府立大学工場研究センターへのヒアリングによる (2014年10月28日)。
- 17 山本 [2013]87 ページ。
- 18 大阪府立大学工場研究センターへのヒアリングによる (2014年10月28日)。
- 19 日経 BP 社 [2013]37 ページ。
- 20 山本 [2013]113 ページ。
- 21 伊藤 [2011]49 ページ。
- 22 山本 [2013]123 ページ。
- 23 山本 [2013]123 ページ。
- 24 山本 [2013]124-125 ページ。
- 25 NPO 法人イノプレックス [2011]。
- 26 シーシーエス [2008]。
- 27 シーシーエス [2010]。
- 28 シーシーエス [2012]。

- 29 帝国データバンク [2015]。
- 30 2009年5月9日。
- 31 例えばテレビ東京系列「ガイアの夜明け」第610回（2014年4月8日放送）など。
- 32 帝国データバンク [2015]。
- 33 日本施設園芸協会 [2014]5 ページ。
- 34 岡田 [2005]139 ページ。
- 35 エスペックミック株式会社 [2013]10 ページ。
- 36 株式会社 KiMiDoRi へのヒアリングによる（2015年1月28日）。
- 37 エスペックミック株式会社 [2013]10 ページ。
- 38 昭和電工株式会社 [2013]。
- 39 エスペックミック株式会社 [2013]10 ページ。
- 40 産経新聞社 [2015]。
- 41 福島県議会 [2015]16 ページ。
- 42 福島民報 [2014]。
- 43 ピーク時には年間 650 万台を生産していたが、2015年3月期には 27 万台にとどまっていた。
- 44 朝日新聞社 [2015]。
- 45 福島民報 [2014]。
- 46 復興庁 [2013]。
- 47 ナオミ・クライン [2011]。
- 48 古川美穂 [2015]1-18 ページ。
- 49 古川美穂 [2015]55 ページ
- 50 岡田 [2012]165 ページ。
- 51 東洋経済新報社 [2014]59 ページ。

（京都大学経済学部）