



植物工場産野菜の消費者評価と流通に関する研究

浦出, 俊和

(Degree)

博士 (農学)

(Date of Degree)

2020-03-05

(Date of Publication)

2021-03-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙第3387号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2003387>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



博士論文

植物工場産野菜の消費者評価と流通に関する研究

令和2年1月

浦出 俊和

目 次

序章 課題と方法	1
第1節 背景と目的	1
第2節 既往研究の概要とその問題点	2
第3節 本論文の課題と方法	4
第1章 植物工場産野菜の特性	6
第1節 植物工場生産の特質	6
第2節 植物工場産野菜の特性	7
第3節 植物工場産野菜の特性に起因する課題	9
第2章 植物工場産野菜の生産・流通・販売の実態と課題	14
第1節 本章の課題	14
第2節 調査方法	15
第3節 植物工場生産の実態と課題	15
第1項 植物工場の概要	15
第2項 生産の実態	17
第4節 流通・販売の実態と課題	21
第1項 流通・販売の実態	21
第2項 流通・販売の課題	26
第5節 本章のまとめ	29
第3章 植物工場産野菜に対する消費者評価	31
第1節 本章の課題	31
第2節 調査・分析方法	32
第1項 アンケート調査の概要	32
第2項 コンジョイント分析の概要	32
第3節 分析結果	35
第1項 植物工場産野菜の購買行動と認知度	35

第2項 消費者の植物工場産野菜に対する評価	39
第4節 本章のまとめ	44
第4章 消費者の野菜の外観に対する評価	45
第1節 本章の課題	45
第2節 調査・分析方法	46
第1項 アンケート調査の概要	46
第2項 順序プロビット分析の概要	47
第3節 分析結果	47
第1項 野菜の購買行動と外観の悪い野菜に対する評価	47
第2項 トマト、レタスの外観の程度に対する消費者の許容度	50
第3項 消費者の野菜の外観に対する評価に及ぼす要因	53
第4節 本章のまとめ	56
第5章 植物工場産野菜の流通における卸売市場の役割と可能性	58
第1節 本章の課題	58
第2節 植物工場産野菜の特質と流通・販売の実態	58
第1項 植物工場産野菜の供給における特質	58
第2項 植物工場産野菜の経営・流通実態	59
第3節 卸売市場における植物工場産野菜の取引実態	61
第1項 事例事業者の生産・販売の実態	61
第2項 卸売市場における販売動向	62
第4節 本章のまとめ	66
終章 植物工場産野菜の流通のあり方	68
第1節 本論文の要約	68
第2節 植物工場産野菜の流通のあり方	71
参考文献	75

序章 課題と方法

第1節 背景と目的

植物工場とは、「季節や天候に左右されずに、施設（工場）内で植物を大量生産（栽培）するシステム」であり、一般的に、その使用光源と建物の構造によって、Ⅰ：温室などの半閉鎖環境で太陽光の利用を基本として、人工光による補光をしていない「太陽光利用型」、Ⅱ：温室などの半閉鎖環境で太陽光の利用を基本として、特に人工光によって夜間など一定期間補光している「太陽光人工光併用型」、Ⅲ：太陽光を使わずに閉鎖された施設で人工光を利用する「完全人工光型」、の3つのタイプに分類される。日本では、完全人工光型が急速に全国的に広まってきており、2018年2月時点で完全人工光型183箇所、太陽光人工光併用型32箇所となっている。また、近年、植物工場の大規模化が進展していることも指摘されている。

植物工場は、その生産の特質から、農業（食糧）問題や環境問題の解決に貢献できることが期待されている。また、(1)農業就業人口の急激な減少と高齢化、(2)野菜の作柄・価格の不安定化、(3)健康・無農薬野菜、鮮度、美味しさ、地産地消・環境への志向、などの社会経済的背景から多くの関心が高まっている（古在，2018）ことに加えて、ビジネスとして収益を確保できる可能性も指摘され（伊地知，2018）、これまで非農産業からの参入事例が多く見られる。しかし、近年、植物工場の普及は、その伸びが鈍化傾向にあり、また、黒字経営の植物工場が4割を下回るという調査結果（日本施設園芸協会，2018）に見られるように、未だにその収益性が低い状況にある。植物工場の社会的意義やビジネス展開の可能性を考慮するならば、今後、植物工場がさらに全国的に展開することが期待されるが、そのためには、現在植物工場が抱える課題とその要因を明らかにすることが求められる。

植物工場の解決すべき主な課題として、(1)生産コストの縮減などの生産に関わる課題、(2)安定的な販売先の確保などの販売に関わる課題があげられており（農林水産省・経済産業省，2009a）、植物工場の普及の上では、両者はともに解決が望まれる課題である。前者については、これまでの植物工場に関する研究において、工場設備の開発、栽培技術の開発等がなされ、設備費用や生産費用の低減がある程度実現しており、その結果、実際に大規模工場が設立され、稼働が実現するなどの成果が現れている。一方、後者の植物工場産野菜の販売に関わる課題は、植物工場生産に関わる課題と同程度に重要な課題であり、その重要性については指摘されてきたが、これまで十分な研究はなされていない。特に、植物工場で生産された野菜は、工場生産という点では、通

常の野菜とは異なるものの、消費・需要面においては通常の野菜と同じであると考えられる。しかし、野菜の流通がその消費構造と供給構造の両者に規定されていることを踏まえるならば、植物工場で生産された野菜に適した流通は、通常の野菜の流通とは異なると考えられる。ゆえに、今後の植物工場の普及・発展のためには、植物工場産野菜の流通・販売に関わる課題を対象とした調査・研究が必要である。

そこで、本論文では、植物工場が抱える課題のうち、植物工場産野菜の流通・販売に焦点を当て、植物工場産野菜の特性に起因する流通・販売上の課題と要因、植物工場産野菜に対する消費者評価を明らかにするとともに、植物工場産野菜の流通のあり方を考察することを目的とする。

第2節 既往研究の概要とその問題点

徳田（2012）が指摘しているように、これまで植物工場の経済・経営的研究はほとんど見られない。個別の栽培技術や栽培施設に関する文献は数多く見られるが、植物工場に関してまとめられた文献としては、植物工場を始めようとする人を対象として太陽光利用型植物工場を中心に紹介した池田（2010）や、完全人工光型、太陽光利用型の両方を取り上げた古在（2014）による入門書などがある。前者は、「低コスト植物工場」として、従来の施設園芸における養液栽培を取り上げており、事業開始のノウハウ的な内容に留まっている。後者も、完全人工光型、太陽光利用型の両方の基本的な仕組みの紹介や事例の紹介に留まっている。

完全人工光型の最新技術を取り上げたものとしては高辻・古在（2014）や安保ら（2015）がある。これらの文献では、主に工場設備や栽培・管理技術の成果が明らかにされている。さらに前者では、完全人工光型植物工場における各種費用の分類や特性が述べられ、具体的な事例紹介がなされているが、経営分析等はなされていない。

調査データに基づいて植物工場のコストや採算性に言及したものとしては山本（2013）がある。これは20箇所のヒアリング調査結果と5社のアンケート調査結果に基づいて、コストの試算を行っており、コストや採算性の概況は示されているものの、流通に焦点を当てた分析がなされているとは言い難い。

一方、植物工場に関する全国的な調査を行ったものとしては、日本施設園芸協会（2015）や三菱総合研究所（2015）がある。これらは、植物工場を対象としたアンケート調査や聞き取り調査の結果を取りまとめて、植物工場の全国的な動向を述べているものの、植物工場の概況や課題を把握するに留まっており、詳細な分析はなされていない。なお、日本施設園芸協会の実態調査結

果を用いて実態分析を行ったものとして、酒井・伊藤（2015）や岸（2018）がある。これらは、調査結果に基づいて、経営的な視点からも分析を行っているが、あくまで実態分析に留まっており、流通・販売面には言及がなされていない。このように、これまでの植物工場に関する先行研究では、工場設備や栽培・管理技術の紹介が中心で、植物工場の経営・経済的側面については事例紹介に留まっているものが多く、流通・販売に焦点を当てた研究はほとんど見られない。

植物工場の社会・経済的側面に着目した先行研究としては、竹歳（2012）、高柳（2014）、藤森（2016）、柏木（2019）がある。竹歳（2012）では、植物工場の特徴を「農業経済」「環境経済」「地域経済」の視点から整理し、植物工場の流通の特徴として、消費者に近い場所での立地による流通経費の削減というメリットをあげている。それは土地の制約を緩和するという植物工場生産の特質を活かして流通経路を短縮することによって得られるメリットであるが、この場合、植物工場産野菜の需要と供給の調整という観点の考察はなされておらず、確実な販売先の確保という植物工場の課題を解消するものではない。

高柳（2014）では、経済地理学の観点から植物工場にアプローチをしている。植物工場を有機農業の対極的な形態と捉え、農業の自然・環境に対する制約を克服するものであるが、大規模な初期投資を必要とするため、その立地条件として、資本の存在やリスクを負うことのできる経営者の重要性を明らかにしている。また、植物工場が既存の農業を代替するものではなく、特異な環境を人工的に構築することで、新たな商品開発の可能性を有することや、従来の農業立地論とは異なり、地理的位置の重要性が低下することを示唆している。この高柳の研究成果は、従来の農業との相違点を踏まえた植物工場の位置付けがなされているものの、植物工場生産の特質や植物工場産野菜の特性を踏まえた分析がなされておらず、植物工場産野菜の流通・販売に焦点が当てられていない。

藤森（2016）は、地域経済学の視点から植物工場を捉え、農業の課題を工業生産的アプローチによって解決するものとして植物工場を位置付けて、そのメリット・デメリットについて検討している。また、植物工場経営の課題として、コストに着目し、経営の失敗例を踏まえて、各種補助金の無い状態での持続的運営の困難性を示している。さらに、地域経済への影響について、植物工場では農業を行うための電気や施設が必要であり、そのため地域内で循環していた農業収益が他地域へと流通してしまうことから、植物工場の立地による地域内再投資力の向上が困難なことを明らかにしている。藤森の研究も高柳の研究と同様に、植物工場を従来の農業とは異なるものとして位置付けているものの、それは植物工場生産の特質や植物工場産野菜の特性を踏まえたものではなく、自然環境との関係性の違い、具体的には「多面的機能の有無」として相違点を捉

えている。ゆえに、植物工場の課題を取り上げているものの、植物工場産野菜の流通・販売に焦点が当てられていない。

柏木（2019）は、植物工場の生産形態の特徴と生産物の供給体系の特質に焦点を当てて、植物工場が経営主体の生産活動に果たす役割を考察している。具体的には、製造業によって経営される大規模植物工場と、飲食サービス業によって経営される植物工場を取り上げ、両者ともその生産・流通体系において、十分な販売先を確保できる流通チャンネルを創出し、それが生産物の高価格帯での販売の実現や、収益の安定性の担保となっていることが明らかにされている。ここでは、植物工場における販路の確保の重要性が明らかにされているが、前者の事例は、機能的野菜の栽培技術の特許を有する事業者とのフランチャイズ契約によって、機能的野菜の栽培と生産物の全量買い上げを実現しており、後者の事例は、グループ企業への野菜の供給によって確実な販路の確保を実現していることから、全ての植物工場にとって適用可能な手段を示したとは言えない。その意味では、確実な販売先の確保という植物工場の課題を解消するものではない。

第3節 本論文の課題と方法

本論文では、野菜と工業製品の両者の特性を有する植物工場産野菜を対象として、植物工場運営の実態・課題の把握、植物工場産野菜に対する消費者の評価、植物工場産野菜流通における卸売市場流通の可能性を明らかにすることを通じて、植物工場産野菜のその特性を踏まえた流通のあり方を考察することを課題とする。

具体的には、本論文は以下のように構成される。

まず、第1章では、植物工場生産の特質および植物工場産野菜の特性を整理するとともに、通常の野菜との比較によって、植物工場産野菜の特性に起因する流通上の課題を明らかにする。

第2章では、植物工場の運営の実態と課題を明らかにする。具体的には、全国の植物工場事業者を対象としたアンケート調査結果に基づいて、植物工場運営の実態、特に、流通・販売の実態を把握することによって、植物工場生産が抱えている課題とその要因について明らかにすると同時に、植物工場にとって、流通・販売における需給調整に加えて、消費者ニーズを把握することの重要性を明らかにする。

第3章では、第1章、第2章で明らかにされた植物工場産野菜の流通・販売上の課題への対応として、消費者の植物工場産野菜に対する評価を明らかにすることを目的とする。農産物の差別化を考える場合、財それ自体の特質に加えて、消費者の認識・評価が大きく影響することが指摘

されている（桂，1981）。そこで第 3 章では，消費者の植物工場産野菜の購入や，それらに対する認知の実態を通じて，植物工場産野菜に対する消費者の評価を明らかにする。具体的には，インターネットによるアンケート調査を実施し，消費者の植物工場産野菜の購入行動や認知の実態を明らかにするとともに，コンジョイント分析を通じて，植物工場産野菜に対する消費者の評価を定量的に明らかにする。

第 4 章では，消費者の野菜の購買行動に焦点を当て，植物工場産野菜の特性の一つである「定品質」に着目して，野菜の規格の一要素である外観に対する消費者の詳細な評価を明らかにすることを目的とする。具体的には，野菜の特定の外観の程度に対する消費者の評価を明らかにするために，外観の程度の差の異なるイラストを消費者に提示して，アンケート調査を行った。さらに，調査結果を用いた順序プロビット分析を行い，消費者の野菜の外観の程度に対する許容度に影響を及ぼす要因を明らかにする。

第 5 章では，植物工場産野菜流通における卸売市場流通の可能性を明らかにすることを目的とする。前述したように，植物工場産野菜が有する特性を考える場合，通常の野菜としての特性に加えて，工業製品としての特性を有することから，その流通は，これまで野菜の主要流通であった卸売市場流通にはなじまないと考えられてきた。しかし，確実な販売先の確保，需要の創造は，植物工場にとって喫緊の課題であり，植物工場産野菜の流通における卸売市場流通の可能性を実証する意義は十分に大きいと考える。そこで，九州で運営している植物工場 K 社および同社の主たる取引先である K 中央卸売市場を取り上げ，K 中央卸売市場における K 社の植物工場産野菜の取引データの分析に基づいて，卸売市場が植物工場に対して果たし得る役割とその限界について明らかにする。

終章では，第 1 章～第 5 章の結果を踏まえて，植物工場産野菜の流通・販売における課題を整理した上で，植物工場産野菜の特性を考慮した流通について考察するとともに，近年，規制緩和や取引ルールの自由化が進んでいる卸売市場の可能性を踏まえた，植物工場産野菜の流通のあり方について考察する。また，残された課題についても言及する。

第1章 植物工場産野菜の特性

第1節 植物工場生産の特質

植物工場とは、「季節や天候に左右されずに、施設（工場）内で植物を大量生産（栽培）するシステム」であり、世界で初めての植物工場は、1957年に開発されたデンマークのクリステンセン農場とされている（高辻，2014）。そこでは、ガラス温室の中で、冬期にはナトリウムランプによる補光を行って、スプラウトを栽培していた。その後、ヨーロッパ、アメリカにおいて、植物工場の研究が進展するとともに、事業も本格的に展開してきており、アメリカにおいては大規模施設も稼働している。

現在、日本で広く引用されている植物工場の定義は、農林水産省と経済産業省が共同で設置した「農商工連携研究会植物工場ワーキンググループ」によるものであり、そこでは「植物工場は、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」（農林水産省・経済産業省，2009）と定義されている。この定義の施設内容に関わる部分は，従来の施設園芸の内容を示しているが，「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」を行えることが従来の施設園芸との大きな相違点であると言える。ゆえに，この定義は，従来の施設園芸の発展形（土屋，2016）であると位置付けることができる。

植物工場は，一般的に，その使用光源と建物の構造によって，Ⅰ：温室などの半閉鎖環境で太陽光の利用を基本として，人工光による補光をしていない「太陽光利用型」，Ⅱ：温室などの半閉鎖環境で太陽光の利用を基本として，特に人工光によって夜間など一定期間補光している「太陽光人工光併用型」，Ⅲ：太陽光を使わずに閉鎖された施設で人工光を利用する「完全人工光型」，の3つのタイプに分類される。つまり，ⅠやⅡのタイプには，従来型のビニールハウスや温室も植物工場に含まれることになり，施設内容・栽培方法のみに着目すれば，植物工場と従来の施設園芸との境界が不明確なものになってしまう。狭義には，Ⅲのタイプのみを植物工場と定義する場合もあるが，多くはⅡおよびⅢのタイプを指して，「植物工場」と呼ぶようである。

高柳（2014）によれば，植物工場生産は，農業生産の3つの制約（自然環境の制約，土地の制約，生物学的特性の制約）を緩和させる有力な方法であり，(1)外部の気象条件に影響されない施

設内での栽培、(2)養液栽培による農地に対する依存度の低下、(3)高度な環境制御に基づく生育環境の最適化、という特徴によって、次のような利点を有していると考えられる。すなわち、(1)高い土地生産性、(2)高度な衛生管理による高品質・安全性の実現、(3)周年生産かつ計画生産の実現、という点で、従来の施設園芸との明確な相違点を有しており、これが植物工場生産の特質と言える。

第2節 植物工場産野菜の特性

野菜供給の経済的特性は、一般的に(1)生産者が無数の小規模な農家である、(2)農業生産は生物生産である、(3)供給の価格弾力性が小さい、とされている。日本における農業生産の担い手は、多数の小規模経営で占められており、個々の生産者が供給する野菜は差別化が困難で、その供給量も少ないことから、個々の生産者の生産行動が市場価格へ及ぼす影響が極めて小さい。また、農業生産は生物生産であるために、その生産に対して様々な制約が存在している。まず、外部条件、特に、気象条件に大きく影響を受けると同時に、季節性を有するために周年栽培が難しい(出荷時期が限定される)。さらに、生産対象が生物であるために、生産が不安定であると同時に、生産期間も長い。そのため、計画生産が困難であるという特性を有する。これらに加えて、野菜は鮮度が重要視される一方で、その品質は劣化しやすく、貯蔵が困難あるいは保存費用が高いという商品特性を有している。これらのことより計画出荷や出荷調整が容易ではないために、市場価格の変動に対応した出荷がなされず、結果として供給の価格弾力性が小さくなってしまう。

一方、野菜需要の経済的特性は、一般的に(1)最終消費者が無数の家計である、(2)需要の価格弾力性および需要の所得弾力性が小さい、とされている。大半の野菜は、生産されたそのままの形で食料として消費されるだけでなく、加工・処理された食料加工品として、あるいはレストラン等の飲食店において、調理された料理として消費される場合もある。いずれの場合においても、最終消費者は家計であり、全国に無数に存在している。ゆえに、個々の家計における野菜の購買行動は、市場価格に影響を及ぼさない。また、野菜は、食料という必需品的性格であるために、価格や所得の変化に対して、その需要量があまり変化しない、すなわち、需要の価格弾力性や所得弾力性が小さいという経済的特性を有している。

これらの通常の野菜の経済的特性に対して、植物工場産野菜の特性を整理すると(古在, 2014・高辻・古在, 2014・山本, 2013), 植物工場生産では、植物の生育環境を高度に制御することによって、通常の野菜が最も影響を受ける気象条件について、その制約を受けにくい、あるいは全

く受けないために、(1)定量的な安定生産が可能である、(2)季節性がなく周年栽培（出荷）が可能である、(3)定品質（生産物間のばらつきが極めて小さい）の生産物が可能である、(4)生産における歩留まりが大きい、(5)栽培期間が相対的に短い、(6)計画生産・出荷が可能である、ということに加えて、(7)無農薬栽培が可能で、虫や異物の混入を防ぐことが可能なことから、高い安全性を確保することが可能、といった点があげられる。これらの特性は、生産（栽培）方法に規定された特性であり、主に、供給側面の特性を表しているが、必ずしも、財そのものが有する特性を表しているとは言えない。例えば、財の貯蔵性（棚持ち）については、植物工場産野菜は通常の野菜と比較して高いものの、工業製品と比較すれば、極めて低いという違いがある。そこで、藤谷（1993）による農産物と工業製品との流通の基礎条件の比較に従って、植物工場産野菜の基礎条件の整理を行う（表 1-1）と、植物工場産野菜が、野菜と工業製品の両方の基礎条件を有していることが分かる。例えば、生産・供給事情（①シェアの集中度・②生産の安定度・③参入の難易）については、工業製品と同様の条件を有する一方で、消費・需要事情（①需要の価格弾力性・②複数用途の有無・③同一用途での需要の多様性・④購買頻度・⑤需要誘導の可能性）については、通常の野菜と同様の条件を有している。また、商品特性（①生産物差別化の可能性・②選別・部分処理・品質保全・③貯蔵能性・④品目構成と商品価値構成）については、通常の野菜と工業製品の両方の基礎条件を有している。つまり、植物工場産野菜は、需要面では通常の野菜と同じ経

表 1-1 植物工場産野菜の基礎条件

		通常の野菜	工業製品	植物工場産野菜
事 給 情 産 給	①シェアの集中度	小	大	中
	②生産の安定度	小	大	大
	③参入の難易	易	難	難
商 品 特 性	①生産物差別化の可能性	小	大	小
	②選別・部分処理・品質保全	大	小	小
	③貯蔵能性	小	大	小
	④品目構成と商品価値構成	多	少	少
消 費 事 情 需 要	①需要の価格弾力性	小	大	小
	②複数用途の有無	有	無	有
	③同一用途での需要の多様性	小	大	小
	④購買頻度	大	小	大
	⑤需要誘導の可能性	小	大	小

出所) 藤谷築次 (1993) 「農業経営と野菜マーケティング」長憲次編『農業経営研究の課題と方向』日本経済評論社：p.356, 図 15-1 を加筆修正した。

済的特性を有する一方で、供給面では工業製品のな経済的特性に加えて、通常の野菜と同じ特性も有しているのである。

第3節 植物工場産野菜の特性に起因する課題

日本施設園芸協会（2018）の全国調査によれば、日本における植物工場数は、2018年2月末時点で完全人工光型183箇所、太陽光人工光併用型32箇所、太陽光型153箇所^{注1)}となっているが、2011年3月末時点以降、完全人工光型は着実に普及しているものの、近年、その伸びは鈍化傾向にある（図1-1）。これは、新規の植物工場の開設が見られることから、新規参入が停滞しているというよりも、既存の植物工場の撤退と新規参入が同時に生じているからであると言える。この背景には、植物工場の課題の一つである収益性の低さがあげられる。図1-2に、日本施設園芸協会の全国調査結果における2013年以降の植物工場の収支状況の推移を示す。2014年以降、赤字の回答割合が50%を下回るようになったことから、収支状況の改善傾向が見られるものの、

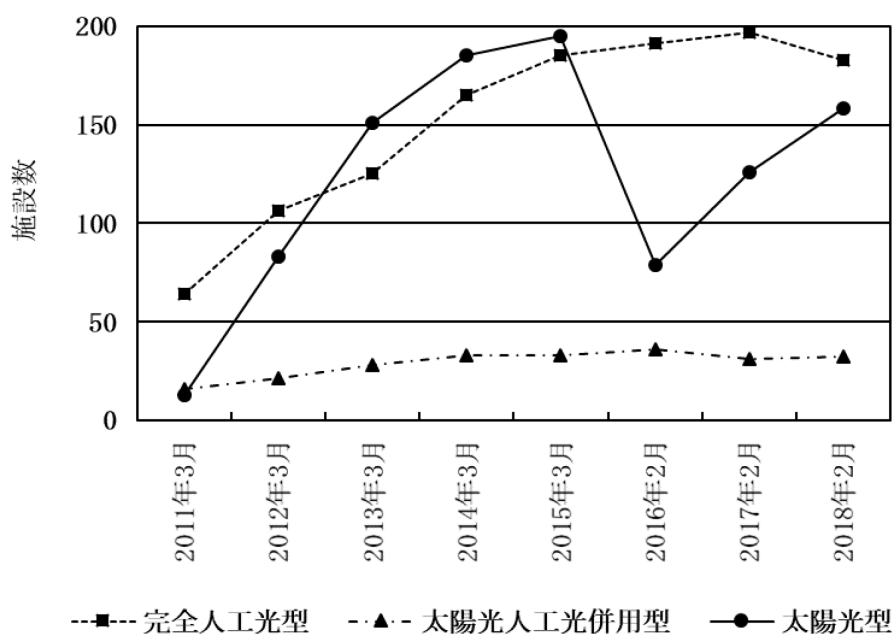


図1-1 日本における植物工場の施設数の推移

出所) 日本施設園芸協会（2018）

注) 2015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。

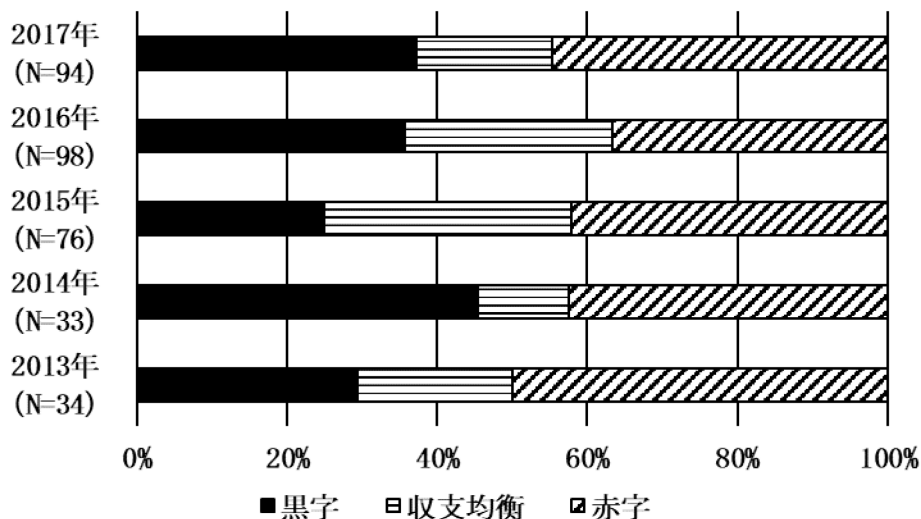


図 1-2 植物工場の収支状況

出所) 日本施設園芸協会 (2017, 2018)

黒字の回答割合は未だ 40%を下回っており、収益性が低いことが分かる。特に、完全人工光型では、2017 年度の調査結果において、赤字の回答割合が 58.3%であるのに対して、黒字の回答割合が僅か 16.7%しかなく、非常に収益性が低い。

このように、現在、全国で植物工場が広がりつつあるが、生産されている品目は少なく、葉菜類が中心であり、また、その生産量も極めて少ない状況にある。これに対して、「農商工連携研究会植物工場ワーキンググループ」の報告書では、解決すべき課題として、(1)生産コスト（施設設置コスト、運営コスト）の縮減、(2)栽培可能な品目の拡大、(3)品質の向上・安定化、(4)人材の育成・確保、(5)安定的な販売先・単価の確保、(6)消費者のイメージ向上、(7)立地・建築上の課題、をあげている。これらの課題のうち、(1)~(3)は生産に関わる課題であり、(5)~(6)は販売に関わる課題である。植物工場の普及にとって、両者はともに解決が望まれる課題であるが、前者については、これまでの植物工場に関する研究において、工場設備の開発、栽培技術の開発等が中心になされてきて、設備費用や生産費用の低減がある程度実現しており、実際に大規模工場が設立され、稼働が実現している。一方、後者の植物工場産野菜の販売に関わる課題は、植物工場生産に関わる課題と同程度に重要な課題であり、その重要性について指摘されてきたが、これまで十分な研究はなされていない。

そこで日本における青果物流通を見ると、大きく卸売市場流通と卸売市場外流通に分かれる。平成 28 年度の青果物全体の卸売市場経由率 (国内で流通した加工品を含む国産および輸入青果物

のうち、卸売市場を経由した割合)は56.7%、野菜だけの卸売市場経由率は67.2%にも及んでいる。さらに、国内産青果物だけに限れば、その卸売市場経由率は79.5%と極めて高く、現状の国内産青果物流通の主流は卸売市場流通であり、その位置付けの高さが現れていると言える。

また、国内産青果物の仕入先別仕入量割合(平成18年度)を見ると、食品製造業では生産者・集出荷団体等からの仕入れが65.7%と最も高く、卸売市場からの仕入れは11.6%でしかないのに対して、食品小売業では卸売市場からの仕入れが82.6%と最も高く、生産者・集出荷団体等からの仕入れは11.7%でしかない。また、外食産業では食品小売業からの仕入れが43.1%で最も高く、次いで卸売市場からの仕入れが31.1%となっている。つまり、家計仕向けが多いスーパー等の食品小売業の仕入れは、卸売市場に大きく依存しているのに対して、加工仕向けが中心となる食品製造業では、卸売市場への依存度が低いことが示されている。

このように、野菜の流通において、卸売市場経由率が高いことや、食品小売業が卸売市場に依存している背景には、(1)生産者、消費者が零細で分散していること、(2)農業生産が気象条件等の環境条件の影響を受けやすく、生産量(=供給量)や品質が変化しやすいこと、(3)財の品質が劣化しやすいために、貯蔵性が低く、出荷調整が困難性であること、などの野菜の特性に加えて、品揃えや購入適量といった消費者ニーズと、安定的・継続的な出荷といった生産者ニーズへの対応可能性に対する重要性があげられる。そのため、卸売市場は、

(1)集荷(品揃え)・分荷機能—多種・大量の物品を集荷し、かつ、実需者のニーズに応じて、迅速かつ効率的に分荷する。

(2)価格形成機能—需給を反映した公正かつ透明性の高い価格形成をする。

(3)代金決済機能—販売代金の出荷者への迅速・確実な決済を行う。

(4)情報受発信機能—需給に係る情報を収集し、川上・川下にそれぞれ伝達する。

という機能を有しており、売り手・買い手がともに零細多数であるという条件下において、

(1)出荷者は、卸売会社に無条件の販売委託をする。

(2)出荷品は、卸売市場内に現物を搬入する。

(3)取引は、セリ・入札を原則とする。

という原則に従って、需給調整を行ってきた。つまり、このような卸売市場における機能や取引システムは、主に野菜が有する特性に合わせたものとなっているのである。

一方、日本施設園芸協会(2016)の全国調査における植物工場産野菜の販売先を見ると、完全人工光型では、小売、飲食店の割合が高く、ともに50%であり、次いで卸売市場が41.7%となっている。完全人工光型以外では、小売、卸売市場の割合が高く、それぞれ69.6%、65.2%であ

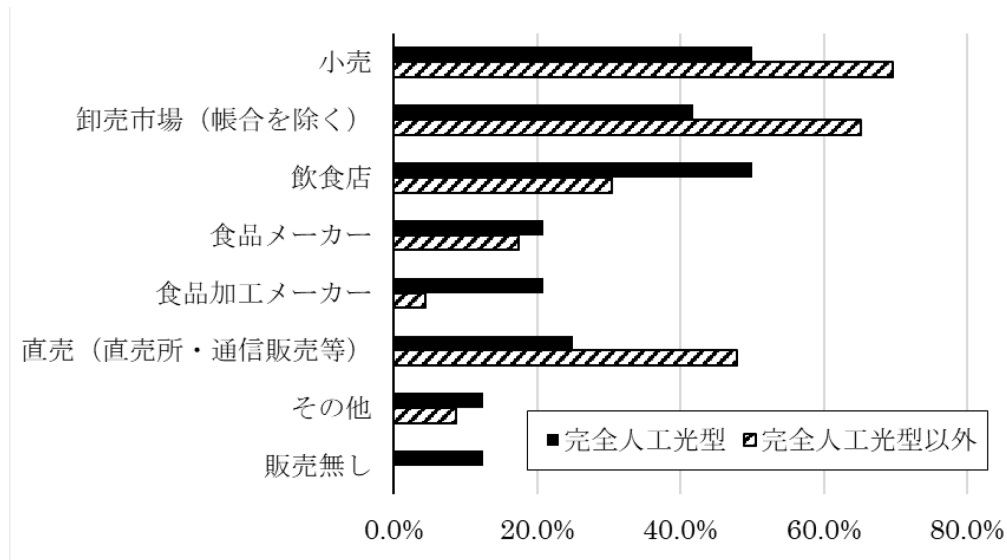


図 1-3 植物工場の販売先

出所) 日本施設園芸協会 (2016)

り、次いで直売が 47.8%となっている。このように、植物工場産野菜の販売先は、通常の野菜と異なって、卸売市場以外が主流となっており、特に、スーパー等の小売や飲食店との直接取引の割合が高い特徴がある。前述した植物工場産野菜の特性のうち、(1)定量的な安定生産が可能である、(2)季節性がなく周年栽培(出荷)が可能である、(3)定品質(生産物間のばらつきが極めて小さい)の生産物が可能である、(6)計画生産・出荷が可能である、という特性は、通常の野菜とは異なり、工業製品に近い特性と言える。このような特性によって、植物工場産野菜は、通常の野菜の主要な流通である卸売市場流通を必ずしも必要としないために、上述のような特徴を有する流通が主流になると考えられる。また、卸売市場において、通常の野菜と植物工場産野菜を同じものとして扱う(評価する)ことによって、植物工場産野菜の特性が適正に評価されない可能性があると考えられる。

さらに、植物工場においては、年間を通して同じ品質を維持できる点は利点となるが、一方で、年間を通して、毎日同じ量を販売しなければならない点は、それだけの需要の必要性を意味しており、そのための販売先の確保をしなければならないという課題となる。1日当たりの1植物工場の生産規模は、レタスに換算すると、250株~1万株以上と、植物工場間で大きなばらつきがあるが、小規模工場であったとしても、年間を通して、毎日確実に購入してくれる実需者を確保することは困難である。それが大規模工場になれば、もっと困難性が増すと考えられる。また、小規模工場の場合には、生産規模を超えるような大ロットの注文を受けることができず、逆に、大規模工場の場合には、小ロットの注文への対応が困難となる。つまり、植物工場ごとに個別に

対応すれば、各植物工場が販売機会を失っている可能性があると考えられる。

ここで食品製造業等に対する加工仕向けの需要を考えると、その特性は大量一括需要であり、植物工場産野菜の特性と合致するように思える。つまり、加工仕向けの原材料として求められる特性は、品揃えよりも品質にばらつきが少なく、安定的かつ確実に納品されることであり、このような特性は、植物工場産野菜の特性に合致していると言える。しかし、食品製造業における企業利潤の確保の観点から、その取引価格は低水準であることが求められることが多く、そのため、図 1-3 に示されているように、食品メーカーや食品加工メーカーとの取引割合が低いと考えられる。この点は、多くの植物工場にとって経営上の課題となっている。

以上のように、確実な販売先の確保、需要の創造は、植物工場にとって喫緊の課題であるにも関わらず、これまで植物工場産野菜の流通・マーケティングに焦点を当てた研究は、ほとんど見られない。言い換えれば、植物工場産野菜の流通・マーケティングに焦点を当てた研究には、これからの植物工場の展開にとって、重要な意義があると考えられる。

注 1) 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。

第2章 植物工場産野菜の生産・流通・販売の実態と課題

第1節 本章の課題

日本はこれまで植物工場分野において、研究およびビジネスの両面で世界をリードしてきたと言われている（林，2018a）。日本における植物工場の研究は、1974年に日立製作所中央研究所において始まり、1980年代半ば～後半にかけて、筑波科学万博における日立製作所中央研究所の「回転式レタス生産工場」や、千葉県ショッピングセンター内におけるダイエーによる「バイオファーム」などの実証プラントの設置が、日本における植物工場の第一次ブームとなった。その後、1990年代前半～後半にかけて、農水省の補助金導入によって、キューピー株式会社が人工光型植物工場を設置して野菜の販売を開始するなど、実用化工場による生産・販売が開始されたことによって第二次ブームが訪れた。現在は、2009年に開始された農水省・経産省による国家プロジェクトをきっかけとした第三次ブームにあると言われている（高辻，2014）。

日本における植物工場数は、2011年3月時点で完全人工光型64箇所、太陽光人工光併用型16箇所であったものが、2018年2月時点で完全人工光型183箇所、太陽光人工光併用型32箇所と、7年間で完全人工光型が約3倍、太陽光人工光併用型が2倍へと、全国的に急速に広がり、また近年は、その生産規模も大規模化が進展している。前章で述べたように、植物工場による野菜生産は、気象条件の制約を受けにくい、あるいは全く受けないために、(1)定量的な安定生産が可能、(2)周年栽培（出荷）が可能、(3)定品質（生産物間のばらつきが極めて小さい）の生産物の出荷が可能、(4)生産における歩留まりが大きい、(5)栽培期間が相対的に短い、(6)計画生産・出荷が可能、(7)無農薬栽培が可能で、虫や異物の混入を防ぐことが可能なことから、高い安全性を確保することが可能、という特質（利点）を有する。しかし同時に、(1)認知度の低さと(2)生産コスト（施設費、生産費）の高さによって、現状では、多くの植物工場が十分な収益性を確保することが困難な状況にあり、植物工場が抱える課題とその要因を明らかにすることは喫緊の課題となっている。

植物工場が抱える課題に対して、これまで主として工場設備や栽培・管理技術を対象とした研究が多く見られる一方で、植物工場の経営・経済的側面については事例紹介に留まっているものが多い。しかし、嶋村（2011）や土屋（2016）が述べているように、植物工場にとって、安定した生産販売の重要性は高いものの、これまでの植物工場に関する全国的な実態調査（日本施設園芸協会，2014－2018・三菱総合研究所，2015）や、その調査結果に基づいた実態分析（酒井・伊藤，2015・岸，2018）では、流通・販売に焦点が当てられた詳細な分析がなされていない。

そこで、本章では、全国調査結果に基づき、植物工場の生産・流通・販売に着目して、その実態と課題を明らかにすることを目的とする。

第2節 調査方法

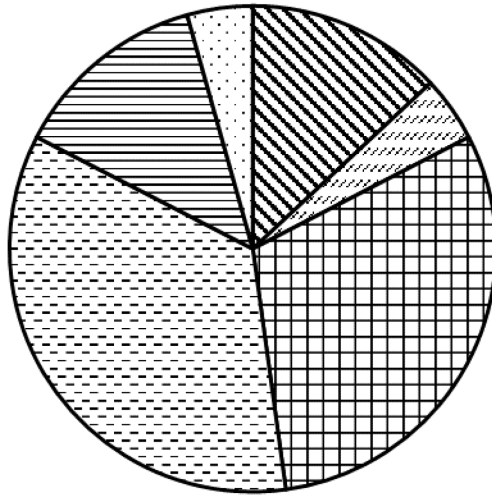
全国の植物工場事業者を対象として、郵送による調査票の配布・回収を行ってアンケート調査を実施した。主な調査項目は、施設概要、生産状況、運営・収支状況、流通・販売状況、取引概要および運営上の課題とした。

2015年8月～9月および2016年1月の期間に、日本施設園芸協会（2014、2015）、植物工場普及振興会（2004）および農林水産省・経済産業省（2009）にある植物工場の一覧表に記載されている事業者のうち、重複しているものを除いた204事業者にアンケート調査票を郵送した。宛名不明で返送されてきた7事業者を除く197事業者のうち、37事業者より回答（回収率18.1%）を得た。そのうち「すでに事業を撤退した」「回答できない」等の回答があった7事業者を除く30事業者からの回答を有効回答（有効回答率14.7%）として、以下の分析に用いた。

第3節 植物工場生産の実態と課題

第1項 植物工場の概要

回答のあった30事業者のうち、最も早くから本格的に稼動していた事業者は2001年5月からと回答しているが、13/30事業者は2012年1月からの本格的稼動であった（図2-1）。また、24/30事業者が完全人工光型の植物工場を設置しており、うち1事業者は太陽光人工光併用型工場も併設していた。さらに、生産規模（施設生産能力）を見ると（図2-2）、全体では500株/日以下の小規模工場が11/30事業者であるのに対し、5001株/日以上の大規模工場は6/30事業者であった。これを施設タイプ別に見ると完全人工光型は中小規模の割合が高く、一方、それ以外の施設タイプでは大規模が多い傾向となった。



■平成15年以前 □平成20年以前 ▨平成23年以前
 ▩平成25年以前 ▧平成26年以降 □不明

図 2-1 植物工場の本格稼働時期

出所) アンケート調査

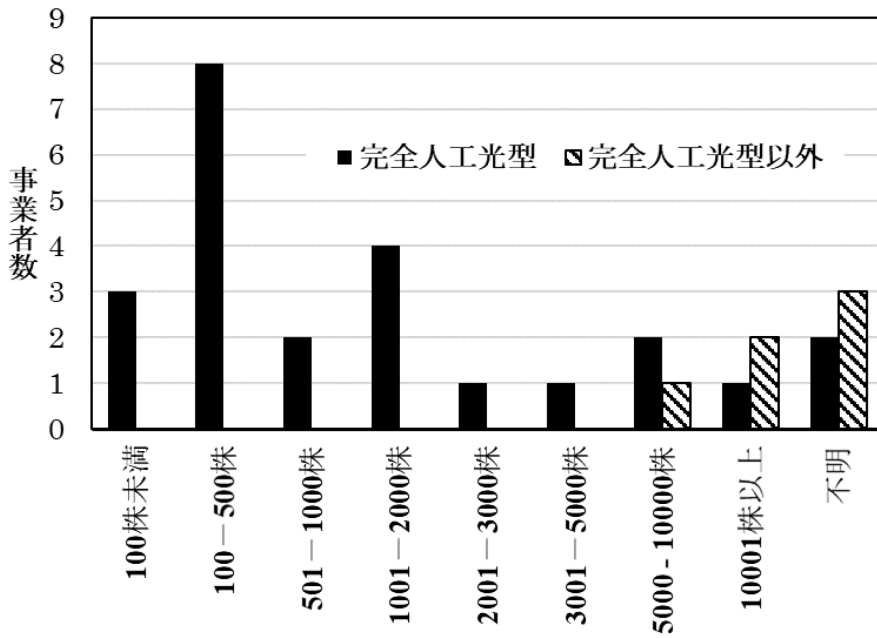


図 2-2 植物工場の生産規模の分布 (株/日)

出所) アンケート調査

第2項 生産の実態

30事業者の栽培品目数を見ると、1品目のみを栽培している事業者が8/30、2品目を栽培している事業者が5/30であり、両者を合わせると全体の約4割を占めている。また、7品目を栽培しているのは3/30事業者、最も多い11品目を栽培しているのは1事業者であった。30事業者の総栽培品目数は45品目であり、そのうち16品目は非結球のリーフレタス類であった。それ以外ではベビーリーフ類が多く、品目数が多い植物工場では多品目のベビーリーフ類を栽培している傾向が見られた。そこで、30事業者を生産規模によって3区分に分類（小規模：500株/日未満，中規模：500～5000株/日未満，大規模：5000株/日以上）し、生産規模区分ごとに栽培品目数の構成を見ると（表2-1），生産規模が大きくなるほど1品目のみを栽培している事業者の割合が高くなっていることが分かる。これに対して、中小規模では多品目栽培の傾向が見られた。つまり、大規模工場ほど少品目大量生産をしており、小規模から中規模工場ではベビーリーフ類やハーブ類の多品目栽培を行っている傾向があると言える。

次に、2014年度の年間売上額を見ると（図2-3），全体では1000万円未満が7/30事業者であるのに対して、5000万円以上は9/30事業者、そのうち1億円以上は5/30事業者であった。生産規模区分ごとに見ると、小規模区分では7/11事業者（63.6%）が1000万円未満であるのに対して、大規模区分では4/6事業者（66.7%）が5000万円以上、そのうち3/6事業者（50.0%）が1億円以上となっており、生産規模に応じて売上額も高くなる傾向がある。また、施設タイプ別に見ると、完全人工光型の売上規模は低く、それ以外の施設タイプの方が、売上規模が高い傾向となった。

表2-1 植物工場の生産規模別品目数別事業者数

	1品目	2品目	3品目	4品目	5品目	7品目	8品目	11品目	合計
小規模	1 9.1%	2 18.2%	3 27.3%	1 9.1%	1 9.1%	2 18.2%	0 0.0%	1 9.1%	11 100.0%
中規模	2 25.0%	2 25.0%	1 12.5%	1 12.5%	2 25.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	8 100.0%
大規模	2 33.3%	1 16.7%	0 0.0%	1 16.7%	1 16.7%	0 0.0%	1 16.7%	0 0.0%	6 100.0%
不明	3 60.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 20.0%	1 20.0%	0 0.0%	0 0.0%	5 100.0%
合計	8 26.7%	5 16.7%	4 13.3%	3 10.0%	5 16.7%	3 10.0%	1 3.3%	1 3.3%	30 100.0%

注) 上段-回答数，下段-構成比

出所) アンケート調査

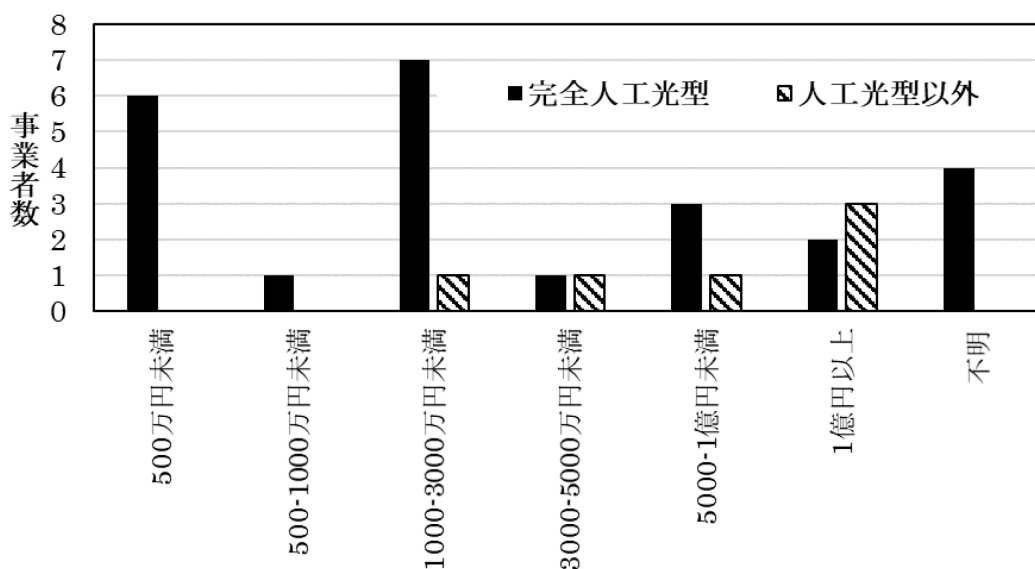


図 2-3 植物工場の売上規模の分布

出所) アンケート調査

表 2-2 植物工場の生産規模別の収支状況

	黒字	均衡	赤字	不明	合計
小規模	0 0.0%	2 18.2%	9 81.8%	0 0.0%	11 100.0%
中規模	2 25.0%	1 12.5%	5 62.5%	0 0.0%	8 100.0%
大規模	3 50.0%	1 16.7%	1 16.7%	1 16.7%	6 100.0%
不明	2 40.0%	0 0.0%	2 40.0%	1 20.0%	5 100.0%
合計	7 23.3%	4 13.3%	17 56.7%	2 6.7%	30 100.0%

注) 上段-回答数, 下段-構成比

出所) アンケート調査

しかし、2014年度の収支状況については、約6割の17/30事業者が「赤字」と回答しており、逆に「黒字」と回答したのは7/30事業者しかなかった。これを生産規模区分ごとに見ると（表2-2）、「赤字」と回答した事業者数は小規模：9/11、中規模：5/8、大規模：1/6となっており、中小規模の工場では収益性が非常に悪いことが分かる。また、大規模においても「黒字」と回答した事業者は5割の3/6事業者しかない。そこで収支状況（黒字+均衡：赤字）と生産規模（小規

模+中規模：大規模）の間でイエーツの補正を適用した χ 二乗検定を行ったところ、10%水準で有意となり（ $p=0.092<0.100$ ），収支状況と生産規模との間に統計的に有意な関係があることが示された。

次に、工場稼働率（=実生産量/最大生産可能量），重量歩留率（=実生産量/生産計画量），販売歩留率（=販売量/実生産量）に着目する（図 2-4）。工場稼働率では，80%未満：5/30 事業者，80～90%未満：11/30 事業者，90～95%未満：3/30 事業者，95～100%未満：3/30 事業者，100%：5/30 事業者となっている。工場稼働率 100%が 5/30 事業者ある一方で，90%未満は 5 割以上の 16/30 事業者もあり，植物工場の稼働率の低さが示されている。さらに，重量歩留率では，80%未満：5/30 事業者，80～90%未満：5/30 事業者，90～95%未満：7/30 事業者，95～100%未満：4/30 事業者，100%：3/30 事業者となっている。重量歩留率は，栽培している野菜の栽培効率を示す指標であり，100%が 3/30 事業者，95%以上としても 7/30 事業者しかないことは，上述の工場稼働率と合わせて考えるならば，現状の植物工場における野菜生産が必ずしも計画あるいは設計通りになっていないことを表していると言える。生産規模区分ごとに工場稼働率を見ると，中小規模区分では 13/19 事業者の工場稼働率が 95%未満であり，大規模区分でも 3/6 事業者が 95%を下回っており，中小規模ほど工場稼働率が低い傾向を示している。工場稼働率を 2014 年度の収支状況別に見ると（図 2-5），「黒字」あるいは「均衡」と回答した 11 事業者のうち 4 事業者の工場稼働率が 95%未満であるのに対して，「赤字」と回答した 17 事業者のうち工場稼働率が 95%未満であるのは 13 事業者であり，赤字である事業者では工場稼働率が低い傾向が示された。

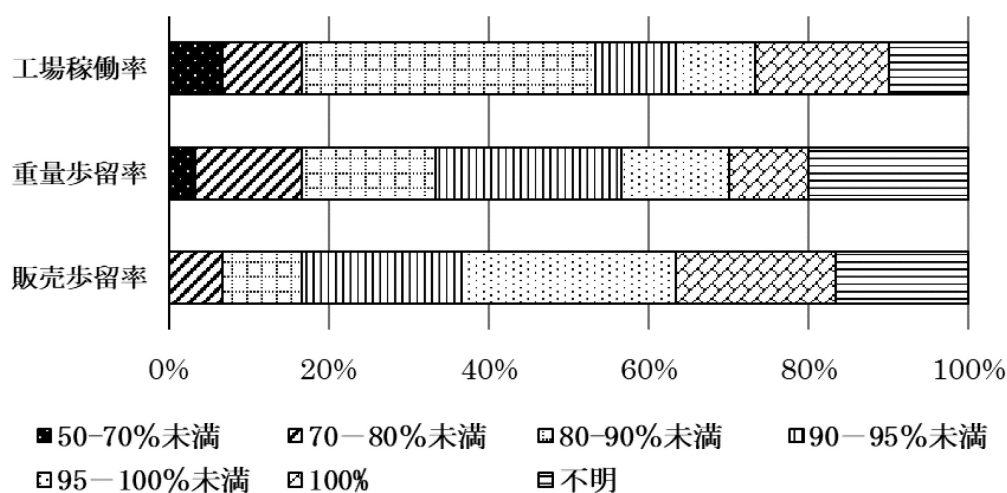


図 2-4 植物工場の生産における歩留率

出所) アンケート調査

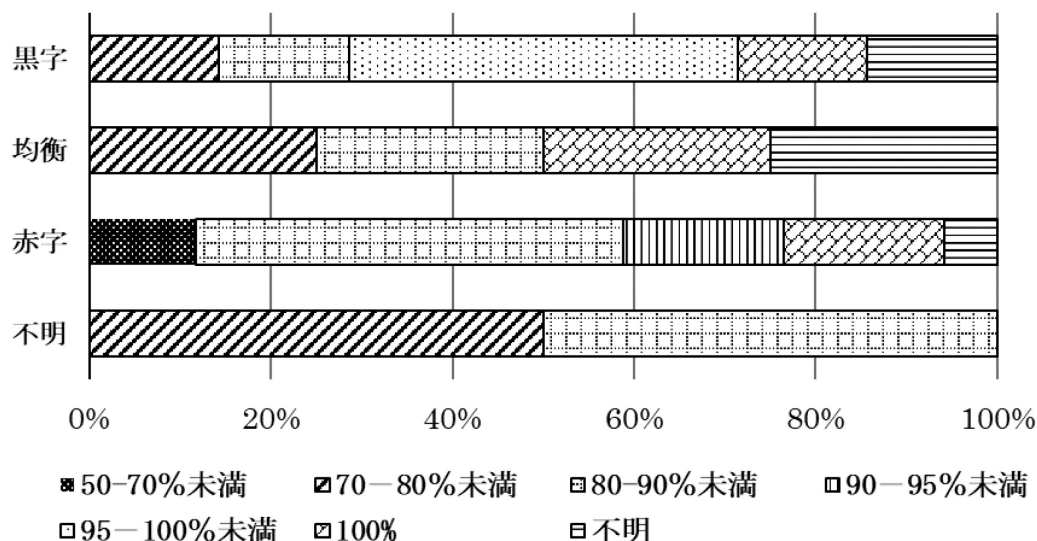


図 2-5 植物工場の収支状況別工場稼働率

出所) アンケート調査

販売歩留率では、80%未満：2/30 事業者、80～90%未満：3/30 事業者、90～95%未満：6/30 事業者、95～100%未満：8/30 事業者、100%：6/30 事業者であり、販売歩留率が95%以上であるのは約5割の14/30 事業者であった。つまり、半数近くの事業者が、生産量に見合った需要を確保できていない状態にあることが分かる。生産規模区分ごとに販売歩留率を見ると、中小規模区分では9/19 事業者の販売歩留率が95%以上であり、大規模区分でも3/6 事業者しか95%を上回っておらず、販売歩留率と生産規模の間には明確な傾向が見られない。また、販売歩留率を2014年度の収支状況別に見ると(図2-6)、「黒字」あるいは「均衡」と回答した11事業者のうち6事業者の販売歩留率が95%以上であるのに対して、「赤字」と回答した17事業者のうち販売歩留率が95%以上であるのは7事業者に留まっていた。

しかし、収支状況(黒字+均衡：赤字)と工場稼働率(95%未満：95%以上)との間、収支状況(黒字+均衡：赤字)と販売歩留率(95%未満：95%以上)との間でイエーツの補正を適用したχ²乗検定を行ったが、両者とも統計的に有意な結果を得られなかった(工場稼働率：p=0.148>0.100, 販売歩留率：p=0.945>0.100)。

以上より、植物工場において生産規模と収益性との間に有意な関係があることが明らかにされた一方で、工場稼働率、重量歩留率や販売歩留率が低いという植物工場生産における現状の課題も明らかにされた。しかし、これらの指標と収益性の間には弱い連関性が見られるものの、植物工場の規模の経済を示すものではない。植物工場における規模の経済によるコスト低減について

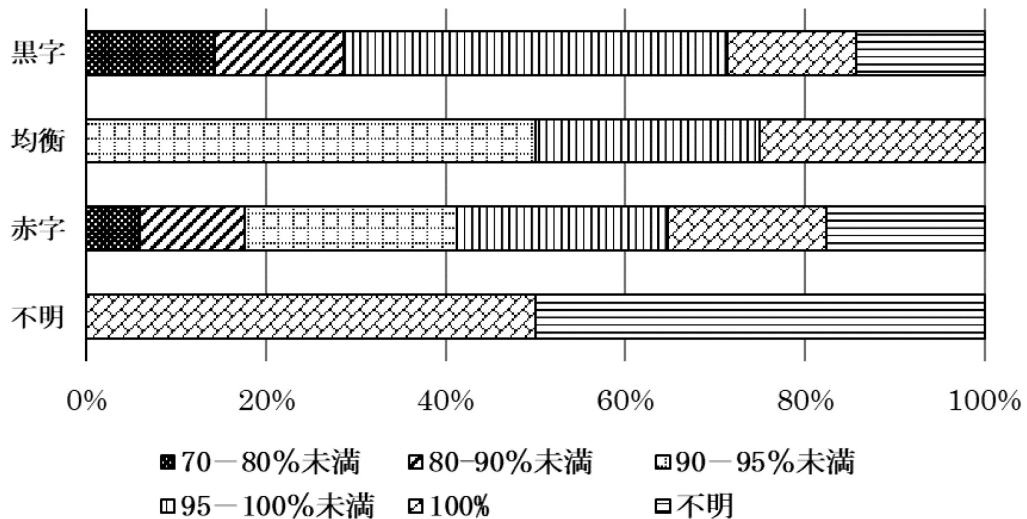


図 2-6 植物工場の収支状況別販売歩留率

出所) アンケート調査

は、山本（2013）が設備面のスケールメリットはある程度期待できるものの、工場建築の初期投資比率が高いことから結果的にあまり期待できないと指摘している。この点については、本研究におけるヒアリング調査でも複数の事業者の意見として確認しており、むしろ、流通・販売面におけるスケールメリットを指摘する事業者もあった。そこで以下では、流通・販売面に着目して分析を行う。

第 4 節 流通・販売の実態と課題

第 1 項 流通・販売の実態

図 2-7 は、販売先ごとの取引のある事業者の割合を示している。取引する事業者が最も多い販売先は飲食店であり、63.3%（19/30 事業者）の事業者が取引を行っている。次いでローカルスーパーが 53.3%（16/30 事業者）、直売が 50%（15/30 事業者）、卸売業・商社が 46.7%（14/30 事業者）、ホテルが 40%（12/30 事業者）となっている。一方、野菜の主要流通である卸売市場と取引のある事業者は 4 割を下回って 36.7%（11/30 事業者）となっている。さらに、食品製造加工業はそれを下回る 33.3%（10/30 事業者）であった。これは、前章で示した日本施設園芸協会（2016）の全国調査と同じ傾向を示している。すなわち、本調査結果においても、植物工場の販売先は卸売市場流通よりも市場外流通の方が多く、スーパー等の小売や飲食店への直接販売の割

合が高い特徴を示している。特に、ローカルスーパーに大手スーパーと直売を加えるならば、小売・消費者への直接販売が最も多いことが分かる。

同様に、表 2-3 に、植物工場の販売先別構成比の割合を示す。大手スーパー、生協、青果物専門店、ホテル、食品製造加工業、卸売市場への販売がない事業者は 6 割を超えており、特に、青果物専門店では 8 割近くにまで達している。これに対して、販売割合が 50%を超える事業者数が最も多い (5/30 事業者) のがローカルスーパーであり、次いで飲食店と卸売市場がそれぞれ 4/30 事業者となっている。また、飲食店、卸売業・商社、直売では、販売割合が 100%という事業者も見られる。ここで、事業者ごとに各取引先との販売割合に着目すると、図 2-8 に示すように、1つの販売先との販売割合が 50%を超える事業者が 70% (21/30 事業者) にもなっていることが分かる。さらに、販売割合が 80%以上の取引先を有する事業者は 33.3% (10/30 事業者) を占めており、植物工場が、主となる特定の販売先との取引に依存している特徴が示されていると言える。これを生産規模区分別に見たものが図 2-9 である。小規模区分では、販売割合が 80%以上の販売先を有する事業者が 5 割近くもあるのに対して、逆に大規模区分では、販売割合が 50%未満の販売先で構成されている事業者が 6 割を超えている。つまり、大規模工場では、生産規模に見合った販売先を確保できておらず、販売先の確保の課題を抱えている可能性が示唆される。

わが国における野菜の卸売市場経由率が 67.2%、国産青果物であれば 79.5% (農林水産省、

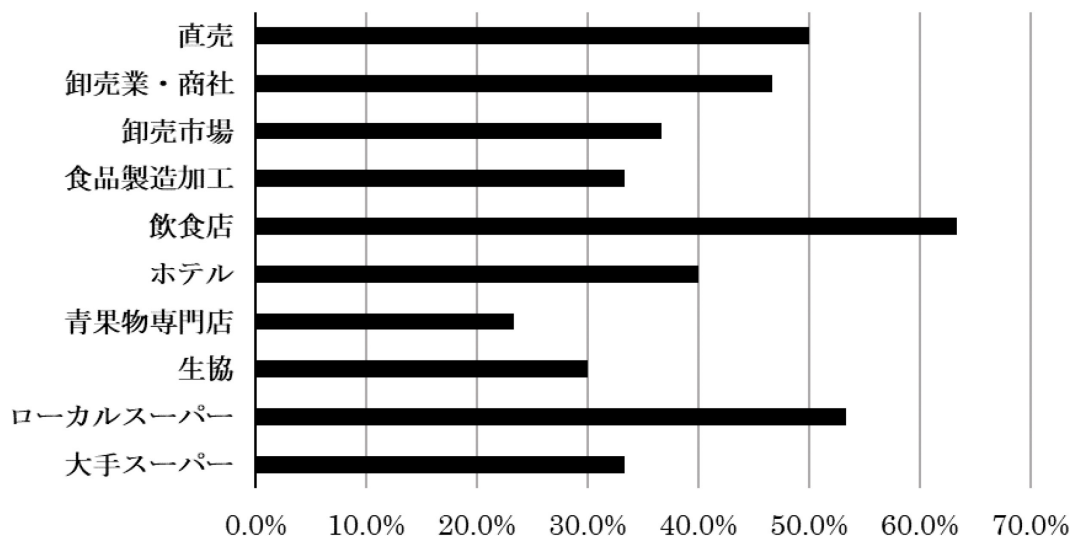


図 2-7 植物工場の販売先

出所) アンケート調査

表 2-3 植物工場の販売先構成割合

	大手スーパー		ローカススーパー		生協		青果物専門店		ホテル		飲食店		食品製造加工		卸売市場		卸売業・商社		直売	
	回答数	構成比	回答数	構成比	回答数	構成比	回答数	構成比	回答数	構成比	回答数	構成比	回答数	構成比	回答数	構成比	回答数	構成比	回答数	構成比
0%	20	66.7%	14	46.7%	21	70.0%	23	76.7%	18	60.0%	11	36.7%	20	66.7%	19	63.3%	16	53.3%	15	50.0%
10%以下	2	6.7%	2	6.7%	3	10.0%	1	3.3%	5	16.7%	7	23.3%	2	6.7%	3	10.0%	1	3.3%	3	10.0%
30%以下	2	6.7%	4	13.3%	1	3.3%	1	3.3%	1	3.3%	2	6.7%	1	3.3%	0	0.0%	6	20.0%	5	16.7%
50%以下	2	6.7%	1	3.3%	0	0.0%	0	0.0%	1	3.3%	2	6.7%	2	6.7%	0	0.0%	1	3.3%	1	3.3%
70%以下	0	0.0%	3	10.0%	0	0.0%	1	3.3%	0	0.0%	1	3.3%	0	0.0%	1	3.3%	0	0.0%	0	0.0%
90%以下	0	0.0%	2	6.7%	1	3.3%	0	0.0%	0	0.0%	1	3.3%	1	3.3%	1	3.3%	1	3.3%	1	3.3%
100%以下	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	1	3.3%	0	0.0%	0	0.0%	1	3.3%	0	0.0%	0	0.0%
100%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	2	6.7%	0	0.0%	0	0.0%	1	3.3%	1	3.3%
不明	4	13.3%	4	13.3%	4	13.3%	4	13.3%	4	13.3%	4	13.3%	4	13.3%	4	13.3%	4	13.3%	4	13.3%
合計	30	100.0%	30	100.0%	30	100.0%	30	100.0%	30	100.0%	30	100.0%	30	100.0%	30	100.0%	30	100.0%	30	100.0%

出所) アンケート調査

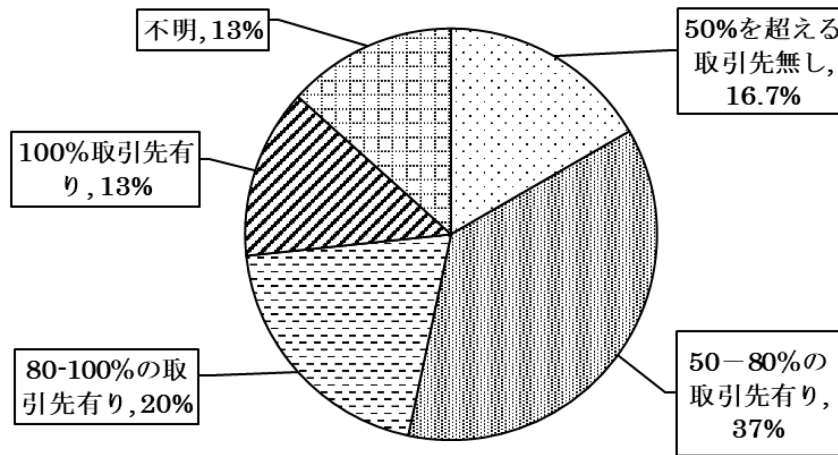


図 2-8 販売割合 50%を超える販売先を有する植物工場の割合
出所) アンケート調査

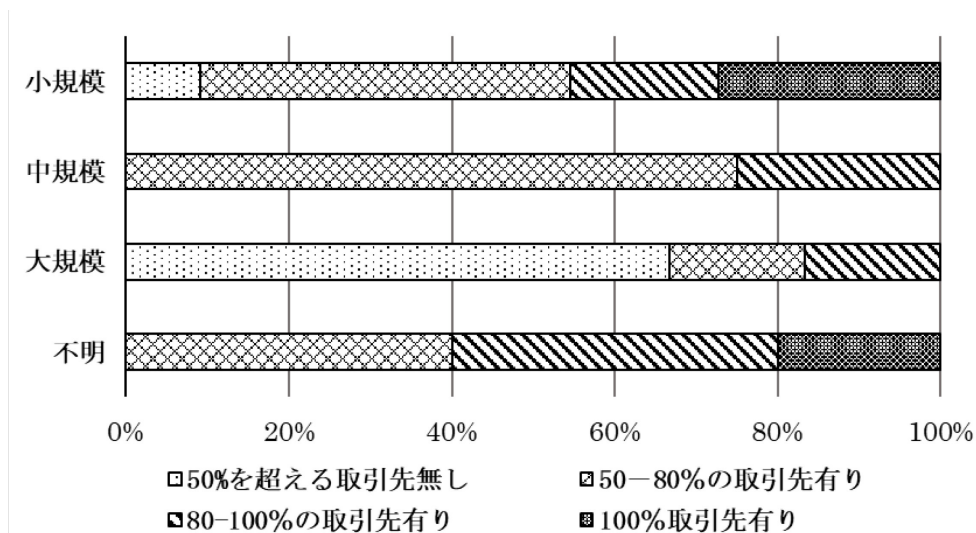


図 2-9 生産規模別の販売割合 50%を超える販売先を有する植物工場の割合
出所) アンケート調査

2019) と高い数値を維持していることと比較すれば、市場外流通が主であり、ローカルスーパー、飲食店、直売等の業種のうちの、特定の1つの販売先との直接取引の割合が高いという特徴を有する植物工場産野菜の流通は、明らかに異なっていると言える。

次に、供給面における工業製品的な経済的特質に着目するならば、取引形態において、事前に価格や出荷量を決め、原則として、決められた価格で、決められた出荷量を定期的に出荷する固定的取引がより望ましい取引形態と考えられる。この固定的取引は、価格が安定的であると同時に

に、定量の出荷であるために、定量的な安定生産を計画的に行える植物工場産野菜の供給面の特性に合致し、植物工場の収益性の安定化をもたらす取引形態であると考えられる。植物工場における多くの固定的取引の場合、年間を通じて定価格、定量の出荷という取引内容であるが、数ヶ月ごとに価格、出荷量の見直しを行っている。この固定的取引については、表 2-4 に示すように、8/30 事業者は固定的取引を行っていない一方で、固定的取引が 50%以上を占める事業者は 5 割以上の 16/30 事業者であり、そのうち 11/30 事業者は固定的取引の割合が 100%である。2014 年度の収支状況が「黒字」と回答した 7 事業者を見ると、4 事業者が固定的取引の割合が 100%となっているものの、固定的取引割合が 90%以上の 13 事業者のうち 6 事業者は「赤字」と回答している。つまり、固定的取引が植物工場の収益性の向上につながっている傾向が見られるものの、必ずしも明確に収益性に反映されていないと言える。この点については、収支状況（黒字+均衡：赤字）と固定的取引割合（90%未満：90%以上）との間でイエーツの補正を適用した χ^2 乗検定を行ったところ、統計的に有意な結果を得られなかった ($p=0.129>0.100$) ことから明らかと言える。また、ヒアリング調査を実施した複数の大規模工場では、経営の安定性という点から固定的取引を重視しているが、取引先の確保が困難という意見が聞かれた。固定的取引の取引先を見てみると（図 2-10）、最も多いのが、卸売業・商社と飲食店（それぞれ 5/23 事業者）であり、次いでローカルスーパー（4/23 事業者）であった。ローカルスーパーへのヒアリング調査結果に

表 2-4 植物工場の収支状況別固定的取引割合

	黒字	均衡	赤字	不明	合計
0%	0 0.0%	1 25.0%	6 35.3%	1 50.0%	8 26.7%
50%未満	0 0.0%	0 0.0%	2 11.8%	0 0.0%	2 6.7%
50-90% 未満	1 14.3%	0 0.0%	2 11.8%	0 0.0%	3 10.0%
90-100% 未満	1 14.3%	0 0.0%	1 5.9%	0 0.0%	2 6.7%
100%	4 57.1%	2 50.0%	5 29.4%	0 0.0%	11 36.7%
不明	1 14.3%	1 25.0%	1 5.9%	1 50.0%	4 13.3%
合計	7 100.0%	4 100.0%	17 100.0%	2 100.0%	30 100.0%

注) 上段-回答数, 下段-構成比

出所) アンケート調査

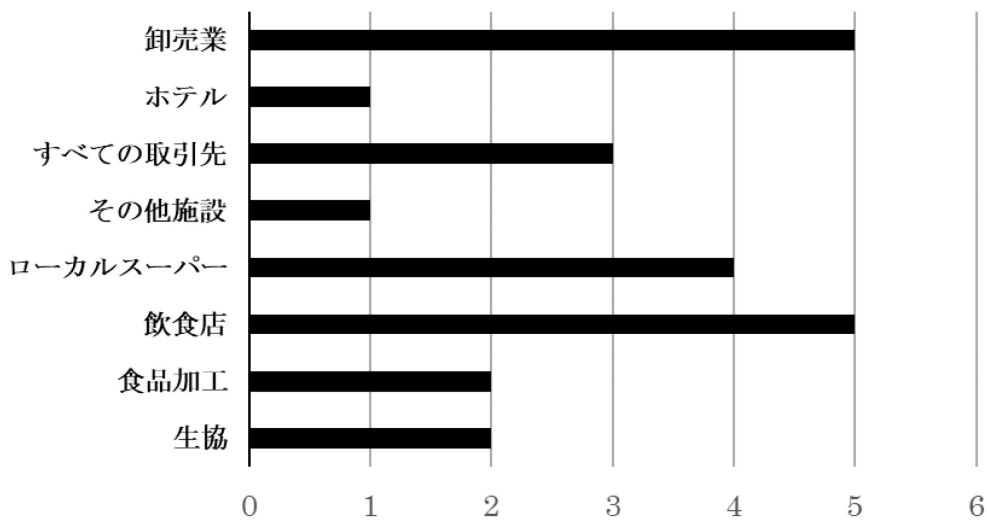


図 2-10 植物工場の固定的取引先

出所) アンケート調査

おれば、ローカルスーパー側にとって固定的取引であることは、仕入れの確実性と価格・品質の安定性の点から評価されているが、一方で欠品のリスクを考慮した場合、取引相手は必然的に大規模工場とならざるを得ないとのことであった。つまり、ローカルスーパーとの固定的取引が多いことは、流通・販売面におけるスケールメリットが現れていると考えられる。しかし、多くの植物工場が年間を通じて価格や取引量を固定化する固定的取引を望んでいるものの、現実には、一定以上の販売割合の固定的取引を確保することは困難な状況にあり、植物工場産野菜の流通にとって重要な課題の一つになっていると考えられる。

第 2 項 流通・販売の課題

上述したように、植物工場産野菜は、供給面では工業製品の経済的特質を有すると同時に、通常の野菜と同様にその品質は劣化しやすく、貯蔵が困難あるいは保存費用が高いという商品特性を有している。特に、安定的な供給に対して、需要は変動することから、受注量が生産量を下回って供給過剰になったり、逆に受注量が生産量を上回って供給不足に陥ったりする可能性があり、植物工場にとって重要な課題の一つであると考えられる。このような供給過剰や供給不足の状態が発生した場合に、どのように対応しているかを示したものが表 2-5 および表 2-6 である。まず、「これまでそのような事象が発生したことがない」と回答したのは、供給過剰・供給不足とも 5 事業者である。供給過剰への対応として、最も多かった対応は「過剰分は廃棄（従業員への

表 2-5 植物工場の供給過剰に対する対応（複数回答）

	回答数	構成比
卸売市場への出荷量を調整する	5	16.7%
既存の取引先に、価格を引き下げて販売する	4	13.3%
納品量の融通が利く取引先への出荷量を調整する	9	30.0%
他の植物工場へ販売する	2	6.7%
過剰分は廃棄（従業員への無料配布を含む）する	13	43.3%
これまでそのような事象が発生したことがない	5	16.7%
その他	2	6.7%

出所) アンケート調査

表 2-6 植物工場の供給不足に対する対応（複数回答）

	回答数	構成比
卸売市場への出荷量を調整する	4	13.3%
納品量の融通が利く取引先への出荷量を調整する	14	46.7%
他の植物工場野菜を調達する	6	20.0%
これまでそのような事象が発生したことがない	5	16.7%
その他	5	16.7%

出所) アンケート調査

無料配布を含む）する」であり、4割以上の13/30事業者において、この対応を取っていた。この場合、廃棄分は費用として計上されることになり、収益性を低下させる要因となっていると考えられる。次いで多かった対応は「納品量の融通が利く取引先への出荷量を調整する」であり、9/30事業者がこの対応を取っていた。これは植物工場の負担が最も小さい対応であると考えられる。一方、供給不足への対応として最も多かったのは「納品量の融通が利く取引先への出荷量を調整する」であり、4割以上の14/30事業者がこの対応を取っていた。次いで「他の植物工場産野菜を調達する」という対応が多く、6/30事業者がこの対応を取っていたが、少なからず植物工場への負担が生じる対応と言える。植物工場にとって過剰生産（十分な販売先が確保できない）および欠品（植物の生育不足や病害の発生）への対応は、極めて重要な課題であり、現状では、融通の利く取引先の確保が有効な手段となっていると言える。言い換えれば、需給ギャップのバッファとなるような融通の利く取引先が確保できなければ、植物工場の運営が困難になることを示唆している。また同時に、供給過剰・供給不足への対応として、それぞれ5/30事業者、4/30事業者が「卸売市場への出荷量を調整する」ことをあげている。このことは、卸売市場が有する需給調整機能は、植物工場にとっても重要であることを示している。

植物工場にとって重要な課題である需給ギャップは、播種時期と受注（納品）量確定時期のズレによって生じていると考えられる。播種（生産）計画の決定は、植物工場によって、播種日の1日前～100日前と大きくばらついている。播種日の14日前以内に播種（生産）計画を決定しているのは10/30事業者であり、11/30事業者は30日以上前に決定している（図2-7）。一方、受注（納品）量最終確定も、納品日の当日から35日前とばらついているものの、納品日の直前3日以内に決定するのは、半数を超える18/30事業者である（図2-8）。つまり、定量的な安定生産を計画的に行える供給面の特性を有するにも関わらず、その需要面の特性から通常野菜の取引に準じた取引形態や契約内容であるために、受注量に基づいた播種（生産）計画を立てることが困難になっており、受注予測に基づいた播種（生産）計画を立てざるを得ない状況にある。ゆえに、需給ギャップが生じる可能性が高く、経営を圧迫している要因の一つとなっていると考えられる。また、2014年度の総販売量に占める業務加工用商品の割合を見ると、4割以上の14/30事業者が業務加工用商品を販売しておらず、植物工場が対応できていない状況にあることが分かった。

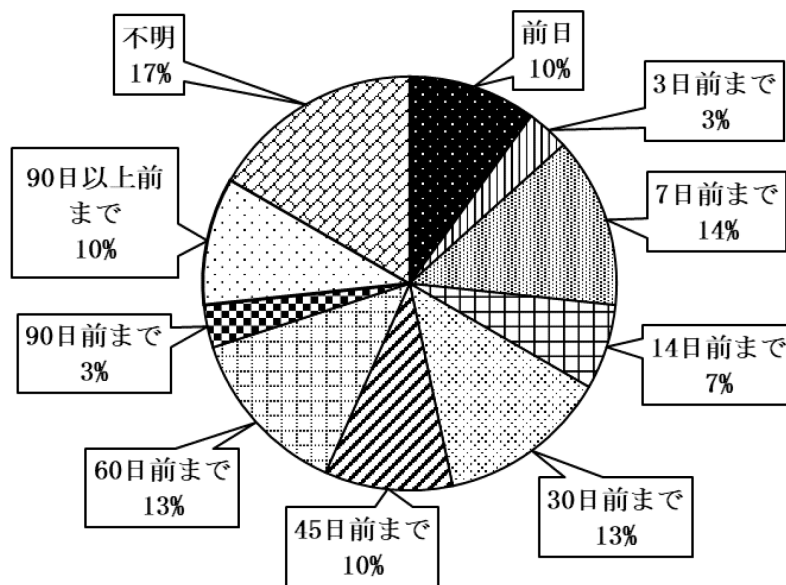


図2-7 植物工場の播種計画決定時期

出所) アンケート調査

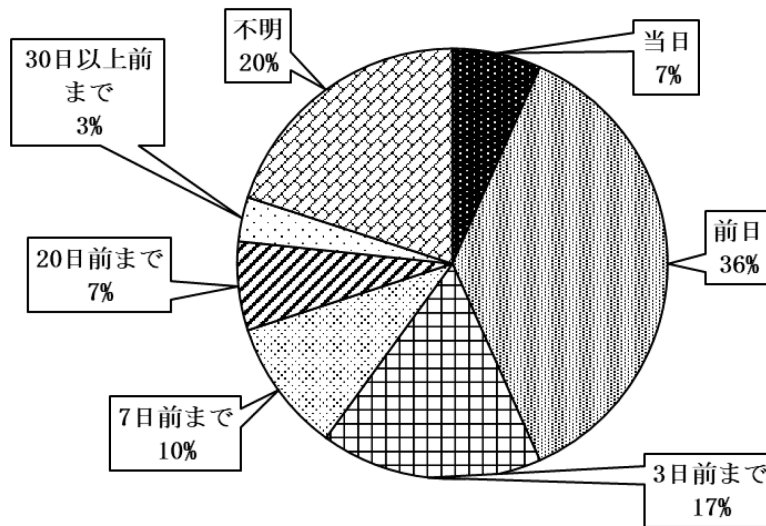


図 2-8 植物工場の最終受注量確定時期

出所) アンケート調査

第 5 節 本章のまとめ

本章では、まず、近年の植物工場の大規模化が、売上の増大と収益性の改善に寄与している一方で、植物工場全体では、その収益性が低いままであるという実態を明らかにした。現状の植物工場においては大規模ほど収益性が高いという関係が見られるものの、同時に、工場稼働率や重量歩留率が必ずしも高くないことから、植物工場における施設運営が設計・計画通りに行われていないことが明らかになり、より一層の生産技術向上の必要性を示すことができた。さらに、販売歩留率が低いことも明らかにすることができ、植物工場における栽培技術の向上に加えて、流通・販売も植物工場にとって重要な課題であることを明確にすることができた。

販売先に着目すると、加工業務用商品の販売割合が低い一方で、ローカルスーパー、飲食店との直接取引が相対的に多い実態が見られた。さらに、取引形態を見ると、約 7 割の植物工場が、特定の取引先との取引割合が 50%を超えており、また、約 5 割の植物工場が、契約期間内において定価格、定量で取引を行う固定的取引の割合が 50%を超えているという実態が明らかとなった。これは、植物工場産野菜が供給面では工業製品の経済的特質を有するため、通常の野菜とは異なる流通の特徴を有するからであると考えられる。しかし、大規模工場では特定の販売先への依存度が低く、生産規模に見合った販売先を確保できておらず、また、約 5 割の植物工場では定価格・定量の固定的取引の割合が 50%を下回っていることから、固定的取引が可能な販売先を十分

に確保できていないと考えられる。上述したように、現状の植物工場産野菜の主な販売先は、スーパーなどの小売店、飲食店、直売であるが、特に、スーパーなどの小売店への販売割合が大きいことが明らかになった。つまり、植物工場産野菜の十分な販売先を確保するためには、スーパーなどの小売店への販売を拡充することが必要である。そのためには、これら小売店の顧客である消費者のニーズを把握する必要がある。すなわち、植物工場産野菜に対する消費者の認識・評価を把握することが重要な課題となる。

さらに、植物工場産野菜の需要面は、供給面と異なって、通常の野菜と同じ特性を有することから、定量的な安定生産を計画的に行える供給面の特性を有するにも関わらず、通常の野菜の取引に準じた取引形態や契約内容であるために、供給過剰や供給不足といった需給ギャップが生じやすく、このことが収益性の低下をもたらしていると考えられる。このことは、植物工場にとって、流通・販売における需給調整が非常に重要な課題であることを示唆している。現状では、流通・販売における需給調整は、個々の植物工場がバッファとなるような融通の利く取引先の確保や、卸売市場への出荷調整を通じて行われている。しかし、そのような対応は、大規模な植物工場では可能であると思われるが、中小規模の植物工場では対応が困難であると推測される。近年、植物工場の大規模化が進展しているものの、中小規模の植物工場のシェアは決して小さいとは言えず、今後、植物工場が普及していく上で、中小規模の植物工場への対策も必要不可欠であり、特に、中小規模の植物工場が利用可能な需給調整の場の形成が課題になると考えられる。

第3章 植物工場産野菜に対する消費者評価

第1節 本章の課題

前章で明らかにされたように、植物工場産野菜の流通は、通常の野菜と異なって、ローカルスーパー、飲食店との直接取引が相対的に多く、また、特定の取引先との取引割合が高く、契約期間内において定価格、定量で取引を行う固定的取引の割合も高いという特徴を有している。そのため、植物工場産野菜の販売先の拡充のためには、植物工場産野菜に対する消費者の認識・評価を把握することが重要な課題となる。また、農林水産省・経済産業省の「農商工連携研究会植物工場ワーキンググループ報告書」(2009a)においても、植物工場の解決すべき主な課題として、安定的な販売先の確保などの販売に関わる課題があげられており、特に、植物工場産野菜の認知度の低さが問題となっている。

これまで、植物工場産野菜に対する消費者意識を扱った研究は少ないが、原・北田(2014)や矢野ら(2016)、さらには海外では Coyle, B. D. and B. Ellison (2017)などがある。原・北田(2014)では、消費者の植物工場産野菜にする「見た目」「安全性」「栽培時の環境への配慮」「高級感」などのイメージ評価は高いものの、「おいしさ」「栄養価」についての評価は低いことが明らかにされ、植物工場産野菜の購入促進のためには、植物工場産野菜であることの明確な表示の必要性が示唆された。しかし、この研究では、東京農業大学食と農の博物館の来場者に対して実施されたアンケート調査結果に基づいたものであり、野菜に対する知識・意識に偏りを有する消費者である可能性を否定できない。また、矢野ら(2016)では、福島県内 JA 直売所の利用者に対するアンケート調査結果に基づいて、植物工場産野菜に関する知識の程度および不安度と、その要因を明らかにしている。植物工場産野菜について、管理された環境で安定生産が可能なのはよく理解されている一方、栽培法や安全性に関する知識は乏しいことが明らかにされた。また、植物工場産野菜に対する不安度は全体的に低いものの、栄養や味に関して不安に思う人が相対的に多いことが明らかにされた。しかし、この研究では、原発事故に起因する土壤汚染や風評被害が深刻な地域における JA 直売所の利用者を対象としたものであり、原・北田(2014)と同様に、回答者の野菜に対する知識・意識の偏りを否定することができない。海外の先行研究の一つである Coyle, B. D. and B. Ellison (2017)では、人工光を用いた垂直農法(≒植物工場)で生産された生産物に対する消費者の認識と WTP の値が、他の農法(施設栽培、露地栽培)と似ており、多くの消費者が垂直農法を容認できること、また、消費者がこれらの農業生産方法をほとんど区別で

きないことを明らかにしている。

以上のように、先行研究では、植物工場産野菜に対する消費者の評価が、必ずしも一致していない結果が示されている。ゆえに、植物工場産野菜の需要拡大のためには、広く一般の消費者の植物工場産野菜に対する認識と評価を明らかにする必要があると考える。

そこで本章では、インターネットによるアンケート調査結果に基づいて、消費者の植物工場産野菜の購入や認知の実態を明らかにするとともに、コンジョイント分析を行うことによって、植物工場産野菜に対する消費者の評価を明らかにする。

第2節 調査・分析方法

第1項 アンケート調査の概要

本章では、消費者の植物工場産野菜に対する購買行動や認知度・理解度を明らかにするために、植物工場産野菜の購入層だけではなく、非購入層も対象としたアンケート調査を実施した。具体的には、2017年3月22日～3月24日の期間に、株式会社インテージに委託して、京浜地域（東京都・神奈川県）および京阪神地域（京都府・大阪府・兵庫県）に在住の同社の登録モニターを対象にインターネット調査を実施した。主な調査内容は、日常的な野菜の購買行動、購入重視点、植物工場産野菜の購買行動、購買・非購買理由、植物工場産野菜に対する知識、および選択型コンジョイント分析に関わる設問である。

調査対象者は、野菜の購買行動に関わる年齢層を考慮して、30歳～69歳の個人とし、各地域内で、10歳区切りの各年齢階層のサンプル数および男女数が同数となるように割付を行い、両地域の総サンプル数が等しくなるようにデータを収集した。有効回収数は、京浜地域599名、京阪神地域616名、合計1,215名であった。

第2項 コンジョイント分析の概要


植物工場産野菜に対する消費者の評価、特に、非購入層も含めた消費者の植物工場産野菜の特長に対する評価を明らかにするために、回答者に仮想状況を提示して選択させて、価格を含めた商品の各属性の部分価値を推計することで、各属性の限界支払意思額を算出することができる選択型コンジョイント分析を行い、地域、購入経験、年齢階層、野菜購入重視点、植物工場産野菜に関する知識に関してグループ分けを行い、グループ間で評価の比較を行った。

本章では、植物工場産野菜（非結球型レタス類）の特徴として5つの属性（栽培方法・食味（苦

表 3-1 コンジョイント分析における属性と水準

属性	水準				
栽培方法	ハウス栽培	露地有機栽培	植物工場		
食味（苦味の程度）	苦味が強い	苦味が弱い	苦味が無い		
サイズ	90 g	180 g			
日持ち	3日間	5日間	1週間		
価格	80円	120円	160円	200円	240円

図 3-1 回答者に提示したレタス類の説明文

植物工場生産による フリルレタス	ビニールハウスでの慣行栽培による サニーレタス	露地栽培の有機・無農薬栽培による サニーレタス
		
<p>(特徴)</p> <ul style="list-style-type: none"> 完全に閉鎖された建物内での栽培 人工光 (LED や蛍光灯) のみ利用 養液栽培 (水耕栽培) 農薬は無使用 一般生菌数が極めて少なく清浄 (洗わずに食べられる程度) 病虫害、異物混入が無い 1年を通して出荷可能 	<p>(特徴)</p> <ul style="list-style-type: none"> ビニールハウスでの栽培 太陽光を利用 土耕栽培 法令で定められた基準以下の化学肥料・農薬使用 病虫害、異物混入が少ない ほぼ1年を通して出荷可能 	<p>(特徴)</p> <ul style="list-style-type: none"> 露地栽培 太陽光利用 土耕栽培 有機肥料を用いた無農薬栽培 病虫害、異物混入有り 出荷期間は限られる

味の程度)・日持ち・1パックのサイズ・価格)を設定(表3-1)し、「栽培方法」は「ハウス栽培」「露地有機栽培」「植物工場」の3水準、「食味(苦味の程度)」は「苦味が強い」「苦味が弱い」「苦味が無い」の3水準、「サイズ」は「90g」「180g」の2水準、「日持ち」は「3日間」「5日間」「1週間」の3水準、「価格」は「80円」「120円」「160円」「200円」「240円」の5水準とした。「栽培方法」については、消費者の安全・安心に対する高い関心を踏まえ、植物工場生産との差異を明確にするために「ハウス栽培」「露地有機栽培」を含む3水準とした。品質に関わる属性では、「食味(苦味の程度)」は、筆者らのこれまでの植物工場事業者および販売事業者に対するヒアリング調査において、植物工場産野菜の購入者が「苦味が無い(あるいは弱い)」ことを評価していることが確認されたこと、「サイズ」「日持ち」は、植物工場事業者が植物工場産野菜の

Q1 次のレタスのうち、あなたが最も買いたいと思うものはどれですか？

(回答は1つ)

		
ハウス栽培 サニーレタス	植物工場 フリルレタス	どちらも買わない
苦味が無い	苦味が弱い	
日持ち：1週間	日持ち：3日間	
180g	90g	
200円	240円	

図 3-2 回答者への提示プロフィール例

特長としてあげていることから採用した。本章では、各属性の組み合わせから構成される 2 種類の非結球型レタス類のプロファイルに「どちらも買わない」という選択肢を加えた選択問題を D 効率性基準^{注1)}に従って 20 問作成した。各回答者に 10 問を提示し、最も買いたいと思うレタス類を 1 つ選択してもらった。

各属性に対する限界支払意思額の推計には、近年、コンジョイント分析の標準的な推定方法の 1 つであり、多項ロジットモデルの IIA 特性を緩和することから、混合ロジットモデルを採用した^{注2)}。回答者 n が商品 i を選択したときに得る効用 U_{ni} は、次のように表すことができる。

$$U_{ni} = V_{ni} + u_{ni} = X_{ni}\beta_{ni} + u_{ni}$$

ここで、 V_{ni} は効用のうち、観察可能な部分、 X_{ni} は回答者 n に提示された商品 i の属性ベクトル、 β_{ni} は回答者 n のパラメータ・ベクトル、 u_{ni} は誤差項を示す。各属性に対する限界支払意思額は、得られた平均パラメータ・ベクトルを用いて算出することができる。

なお、10 問の選択質問全てに「どちらも買わない」を選択した回答者のうち、その理由として「買いたいと思う選択肢がなかった」以外の理由を選択した回答者の回答を抵抗回答としてデータセットから除外し、最終的に 1,155 人の回答者の回答をデータとして、STATA の user written command を用いて推計した。

第3節 分析結果

第1項 植物工場産野菜の購買行動と認知度

回答者属性は、サンプル設計通りに、各年齢階層別のサンプル数はほぼ均等になっており、男女比では男性の方が若干多いものの、ほぼ均等である（表3-2）。普段野菜を購入しているかどうかについては、「世帯の主たる野菜購入者である」（50.4%）、「世帯の主たる野菜購入者ではないが、主たる野菜購入者と一緒に買い物することが多い」（11.0%）、「世帯の主たる野菜購入者ではないが、主たる野菜購入者とたまに一緒に買い物することが多い」（17.6%）となっており、回答

表3-2 回答者属性

	京浜 (n=599)		京阪神 (n=616)	
	男性	女性	男性	女性
30～39歳 (n=312)	13.0%	11.9%	13.6%	12.8%
40～49歳 (n=299)	11.5%	11.5%	13.6%	12.5%
50～59歳 (n=306)	13.0%	13.2%	12.2%	12.0%
60～69歳 (n=298)	14.5%	11.4%	12.5%	10.7%

出所) アンケート調査

表3-3 日常の野菜購入状況

		世帯の主たる野菜購入者である	世帯の主たる野菜購入者ではないが、主たる野菜購入者と一緒に買い物をする	世帯の主たる野菜購入者ではないが、主たる野菜購入者とたまに一緒に買い物	世帯の主たる野菜購入者ではないが、一人で買い物をすることが多い	世帯の主たる野菜購入者ではなく、ほとんど野菜を購入しない
全体	TOTAL	50.4%	11.0%	17.6%	5.3%	15.6%
	30-39歳	45.8%	11.9%	18.6%	5.8%	17.9%
	40-49歳	46.8%	8.7%	22.1%	5.0%	17.4%
	50-59歳	56.2%	9.2%	15.4%	6.2%	13.1%
	60-69歳	52.7%	14.4%	14.4%	4.4%	14.1%
京浜	TOTAL	50.9%	10.7%	17.4%	5.8%	15.2%
	30-39歳	45.0%	12.8%	19.5%	6.7%	16.1%
	40-49歳	46.4%	8.7%	23.2%	4.3%	17.4%
	50-59歳	57.3%	5.7%	15.9%	7.0%	14.0%
	60-69歳	54.2%	15.5%	11.6%	5.2%	13.5%
京阪神	TOTAL	49.8%	11.4%	17.9%	4.9%	16.1%
	30-39歳	46.6%	11.0%	17.8%	4.9%	19.6%
	40-49歳	47.2%	8.7%	21.1%	5.6%	17.4%
	50-59歳	55.0%	12.8%	14.8%	5.4%	12.1%
	60-69歳	51.0%	13.3%	17.5%	3.5%	14.7%

出所) アンケート調査

者全体の約 8 割が普段の野菜購入に関わっていると言える。これは地域別に見ても同じ傾向であった(表 3-3)。また、日常消費する野菜を購入する際に重視する点(第 1 位)を見ると(表 3-4)、最も回答割合が多いのは「鮮度(新しさ)」(34.9%)であり、次いで「価格の安さ」(29.9%)、「安全・安心」(15.9%)となっており、両地域とも同じ傾向であった。

植物工場産野菜の購入経験者割合は、17.9%(京浜地域 18.2%・京阪神地域 17.7%)と 2 割未満しかなく、逆に「知らない、どのようなものかわからない」の回答割合は 37.0%(京浜地域 36.2%・

表 3-4 日常の野菜購入時の重視点(第 1 位)

		価格の安さ	味	外観(見かけ)	鮮度(新しさ)	栄養価の高さ	安全・安心	環境への配慮	産地・生産者	高級感・知名度	その他
全体	TOTAL	29.9%	6.1%	1.6%	34.9%	3.4%	15.9%	0.2%	7.3%	0.2%	0.5%
	30-39歳	37.5%	8.0%	2.2%	24.4%	4.2%	15.4%	0.3%	7.4%	0.6%	0.0%
	40-49歳	36.8%	6.4%	1.7%	28.1%	3.7%	15.7%	0.3%	7.0%	0.0%	0.3%
	50-59歳	25.2%	4.2%	0.3%	42.8%	3.3%	15.0%	0.0%	7.5%	0.0%	1.6%
	60-69歳	19.8%	5.7%	2.3%	44.6%	2.3%	17.4%	0.3%	7.4%	0.0%	0.0%
京浜	TOTAL	30.2%	7.0%	1.8%	35.2%	2.5%	15.5%	0.2%	6.7%	0.2%	0.7%
	30-39歳	40.9%	10.7%	2.0%	26.8%	2.0%	8.7%	0.7%	7.4%	0.7%	0.0%
	40-49歳	34.1%	6.5%	2.2%	26.1%	3.6%	18.8%	0.0%	8.0%	0.0%	0.7%
	50-59歳	27.4%	3.8%	0.0%	43.3%	2.5%	14.6%	0.0%	6.4%	0.0%	1.9%
	60-69歳	19.4%	7.1%	3.2%	43.2%	1.9%	20.0%	0.0%	5.2%	0.0%	0.0%
京阪神	TOTAL	29.5%	5.2%	1.5%	34.6%	4.2%	16.2%	0.3%	8.0%	0.2%	0.3%
	30-39歳	34.4%	5.5%	2.5%	22.1%	6.1%	21.5%	0.0%	7.4%	0.6%	0.0%
	40-49歳	39.1%	6.2%	1.2%	29.8%	3.7%	13.0%	0.6%	6.2%	0.0%	0.0%
	50-59歳	22.8%	4.7%	0.7%	42.3%	4.0%	15.4%	0.0%	8.7%	0.0%	1.3%
	60-69歳	20.3%	4.2%	1.4%	46.2%	2.8%	14.7%	0.7%	9.8%	0.0%	0.0%

出所) アンケート調査

表 3-5 植物工場産野菜の購入経験

		購入したことがある	店頭で実際に見たことがあるが、購入したことはない	テレビや新聞等で見たことはあるが、店頭で見たことはない	聞いたことはあるが、見たことはない	知らない、どのようなものかわからない
全体	TOTAL	17.9%	8.1%	19.4%	17.5%	37.0%
	30-39歳	8.7%	7.7%	16.0%	15.7%	51.9%
	40-49歳	15.7%	7.0%	20.1%	21.7%	35.5%
	50-59歳	22.5%	7.5%	17.3%	18.6%	34.0%
	60-69歳	25.2%	10.4%	24.5%	14.1%	25.8%
京浜	TOTAL	18.2%	8.3%	19.7%	17.5%	36.2%
	30-39歳	8.1%	10.1%	14.8%	15.4%	51.7%
	40-49歳	14.5%	5.8%	22.5%	21.0%	36.2%
	50-59歳	21.7%	8.3%	19.1%	16.6%	34.4%
	60-69歳	27.7%	9.0%	22.6%	17.4%	23.2%
京阪神	TOTAL	17.7%	8.0%	19.2%	17.5%	37.7%
	30-39歳	9.2%	5.5%	17.2%	16.0%	52.1%
	40-49歳	16.8%	8.1%	18.0%	22.4%	34.8%
	50-59歳	23.5%	6.7%	15.4%	20.8%	33.6%
	60-69歳	22.4%	11.9%	26.6%	10.5%	28.7%

出所) アンケート調査

表 3-6 植物工場産野菜の購入頻度

		だいたいいつも購入する	時々購入する	滅多に購入しない	以前に1~2度購入したことがあるだけ
全体 (n=218)	TOTAL	3.7%	46.8%	37.2%	12.4%
	30-39歳	3.7%	33.3%	48.1%	14.8%
	40-49歳	6.4%	42.6%	34.0%	17.0%
	50-59歳	2.9%	52.2%	36.2%	8.7%
	60-69歳	2.7%	49.3%	36.0%	12.0%
京浜 (n=109)	TOTAL	3.7%	51.4%	33.9%	11.0%
	30-39歳	8.3%	33.3%	41.7%	16.7%
	40-49歳	5.0%	45.0%	30.0%	20.0%
	50-59歳	0.0%	55.9%	32.4%	11.8%
	60-69歳	4.7%	55.8%	34.9%	4.7%
京阪神 (n=109)	TOTAL	3.7%	42.2%	40.4%	13.8%
	30-39歳	0.0%	33.3%	53.3%	13.3%
	40-49歳	7.4%	40.7%	37.0%	14.8%
	50-59歳	5.7%	48.6%	40.0%	5.7%
	60-69歳	0.0%	40.6%	37.5%	21.9%

出所) アンケート調査

京阪神 37.7%) と 3 割を超えている。年齢階層別に見ると、高齢者ほど購入経験者が多いという傾向が見られ、「知らない、どのようなものか分からない」は 30 歳代では京浜地域、京阪神地域とも 5 割を超えている (表 3-5)。このように、植物工場産野菜は普及しておらず、若年齢層を中心に、植物工場に対する認知度が非常に低いことが分かった。さらに、購入経験者の購入頻度を見ると (表 3-6)、約 8 割が「時々購入する」もしくは「滅多に購入しない」であり、京浜地域、京阪神地域とも 30 歳代では「滅多に購入しない」が「時々購入する」を上回っているが、40 歳代以上では、逆に「時々購入する」が「滅多に購入しない」を上回っており、高年齢層の方が、購入頻度が高い傾向が見られる。

次に、植物工場産野菜を購入する理由 (第 1 位) を見ると (表 3-7)、「安全性が高いから」(24.5%)、「いつも同じ価格だから」(22.7%) の割合が高い一方で、「日持ちが良いから」(2.7%)、「洗わなくても良いから」(8.2%) といった植物工場産野菜の特長に対する回答割合が低い結果となった。これは、植物工場産野菜に対する認知度や理解度の低さが示されたと考えられる。地域別に見ると、京阪神地域では「安全性が高いから」が 32.0% と最も割合が高く、次いで「いつも同じ価格だから」が 26.0% となっているのに対して、京浜地域では「いつも同じ価格だから」が 20.0% と最も割合が高く、次いで「安全性が高いから」と「ちょうど使い切れる量だから」「いつも同じ品質だから」が 18.3% となっており、両地域におけるニーズの違いが表れていると言える。一方、植物工場産野菜を購入しない理由 (第 1 位) では (表 3-8)、「店頭であまり見かけないから」(36.7%)

表 3-7 植物工場産野菜を購入する理由（第1位）

		安全性が 高いから	日持ちが 良いから	洗わなく ても良い から	おいしい から	栄養価が 高そうだ から	ちょうど 使いきれ る量だか ら	いつも同 じ価格だ から	いつも同 じ品質 (外観・ 味等)だ から
全体 (n=110)	TOTAL	24.5%	2.7%	8.2%	10.0%	6.4%	13.6%	22.7%	10.9%
	30-39歳	20.0%	10.0%	10.0%	0.0%	0.0%	40.0%	0.0%	20.0%
	40-49歳	17.4%	4.3%	13.0%	8.7%	17.4%	0.0%	39.1%	0.0%
	50-59歳	28.9%	2.6%	7.9%	10.5%	2.6%	10.5%	18.4%	15.8%
	60-69歳	25.6%	0.0%	5.1%	12.8%	5.1%	17.9%	23.1%	10.3%
京浜 (n=60)	TOTAL	18.3%	0.0%	8.3%	10.0%	6.7%	18.3%	20.0%	18.3%
	30-39歳	20.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	40.0%	0.0%	40.0%
	40-49歳	10.0%	0.0%	20.0%	20.0%	10.0%	0.0%	40.0%	0.0%
	50-59歳	21.1%	0.0%	10.5%	10.5%	5.3%	10.5%	15.8%	26.3%
	60-69歳	19.2%	0.0%	3.8%	7.7%	7.7%	26.9%	19.2%	15.4%
京阪神 (n=50)	TOTAL	32.0%	6.0%	8.0%	10.0%	6.0%	8.0%	26.0%	2.0%
	30-39歳	20.0%	20.0%	20.0%	0.0%	0.0%	40.0%	0.0%	0.0%
	40-49歳	23.1%	7.7%	7.7%	0.0%	23.1%	0.0%	38.5%	0.0%
	50-59歳	36.8%	5.3%	5.3%	10.5%	0.0%	10.5%	21.1%	5.3%
	60-69歳	38.5%	0.0%	7.7%	23.1%	0.0%	0.0%	30.8%	0.0%

出所) アンケート調査

表 3-8 植物工場産野菜を購入しない理由（第1位）

		価格が高 いから	1パック の量が少 ないから	安全性が 高いとは 思えない から	おいしく なさそう だから・ おいしく なかった から	栄養価が 低そうだ から	不健康そ うだから	店頭であ まり見か けないか ら	植物工場 産野菜を よく知ら ないから
全体 (n=207)	TOTAL	25.6%	6.3%	4.3%	4.3%	4.3%	0.5%	36.7%	16.4%
	30-39歳	24.4%	9.8%	9.8%	2.4%	2.4%	0.0%	26.8%	19.5%
	40-49歳	35.6%	2.2%	4.4%	2.2%	0.0%	0.0%	40.0%	15.6%
	50-59歳	18.5%	11.1%	1.9%	5.6%	5.6%	0.0%	44.4%	11.1%
	60-69歳	25.4%	3.0%	3.0%	6.0%	7.5%	1.5%	34.3%	19.4%
京浜 (n=99)	TOTAL	25.3%	7.1%	4.0%	3.0%	3.0%	0.0%	38.4%	19.2%
	30-39歳	36.4%	4.5%	4.5%	0.0%	4.5%	0.0%	31.8%	18.2%
	40-49歳	38.9%	0.0%	5.6%	5.6%	0.0%	0.0%	27.8%	22.2%
	50-59歳	14.3%	17.9%	3.6%	3.6%	3.6%	0.0%	50.0%	7.1%
	60-69歳	19.4%	3.2%	3.2%	3.2%	3.2%	0.0%	38.7%	29.0%
京阪神 (n=108)	TOTAL	25.9%	5.6%	4.6%	5.6%	5.6%	0.9%	35.2%	13.9%
	30-39歳	10.5%	15.8%	15.8%	5.3%	0.0%	0.0%	21.1%	21.1%
	40-49歳	33.3%	3.7%	3.7%	0.0%	0.0%	0.0%	48.1%	11.1%
	50-59歳	23.1%	3.8%	0.0%	7.7%	7.7%	0.0%	38.5%	15.4%
	60-69歳	30.6%	2.8%	2.8%	8.3%	11.1%	2.8%	30.6%	11.1%

出所) アンケート調査

の回答割合が最も高く、次いで「価格が高いから」(26.6%)、「植物工場産野菜をよく知らないから」(16.4%)となっており、植物工場産野菜がスーパーに普及していないこと、高価格であることに加えて、認知度の低さが植物工場産野菜を購入しない主な理由と考えられる。

また、完全人工光型植物工場に関する知識の有無を表 3-9 に示す。全ての項目が 45%を下回っているが、特に「通常の野菜に比べ日持ちが良い」(5.4%)、「特定の機能性成分を高めた野菜の

表 3-9 完全人工光型植物工場に対する理解度

	全体	京浜	京阪神
完全に閉鎖された建物内で栽培されている	30.1%	31.6%	28.7%
人工光（蛍光灯、LED等）のみで栽培されている	40.6%	42.9%	38.3%
無農薬で栽培されている	27.8%	28.9%	26.8%
水耕栽培あるいは人工培土での栽培である	36.9%	35.7%	38.0%
栽培期間が通常の野菜に比べて短い（半分程度）	15.1%	16.2%	14.1%
通常の野菜に比べて日持ちが良い	5.4%	5.2%	5.7%
生菌数が極めて少ない	16.7%	16.5%	16.9%
特定の機能性成分を高めた野菜の栽培が可能である	13.3%	13.9%	12.7%
四季に関係なく通年栽培されている	44.0%	45.6%	42.4%
ひとつも知らない	36.5%	35.4%	37.7%

出所) アンケート調査

栽培が可能である」(13.3%)、「生菌数が極めて少ない」(16.7%)といった、植物工場産野菜の品質に関わる特長への理解度が低い結果となっている。

第2項 消費者の植物工場産野菜に対する評価

全データを用いた選択型コンジョイント分析の推計結果を表3-10に示す。栽培方法に対する限界支払意思額(MWTP)が他の属性に対するMWTPよりも高く、消費者にとって栽培方法が非結球型レタスの評価における最も重要な要素であることが明らかとなった。また、露地有機栽培、ハウス栽培、植物工場に対するMWTPがそれぞれ197.0円、191.0円、162.6円となっており、露地有機栽培、ハウス栽培と比較して植物工場に対する評価が低いことが明らかになった。栽培方法以外の属性に着目すると、食味(苦味の程度)では、苦味が弱い:65.5円、苦味が無い:75.5円と、苦味の程度が弱くなれば評価が高くなることが分かった。サイズでは、0.2円/gと、1パ

表 3-10 推計結果 (全データ)

属性	係数	標準誤差	MWTP(円)
ハウス栽培	2.398 ***	0.105	191.0
露地有機栽培	2.482 ***	0.108	197.0
植物工場	2.033 ***	0.115	162.6
苦味が弱い	0.843 ***	0.040	65.5
苦味が無い	0.984 ***	0.046	75.5
サイズ	0.003 ***	0.000	0.2
日持ち	0.111 ***	0.014	7.8
価格	-0.013 ***	0.000	
対数尤度	-8957.237		
観測数	34,650		

注) ***は、1%水準で有意であることを示す。

ックのサイズが大きいほど評価が高く、日持ちでは、7.8 円/日と、日持ちが良いほど評価が高い結果となった。また、「日持ち」「サイズ」が同じ場合であれば、苦味が弱い、あるいは苦味が無い植物工場レタスの評価は、苦味が強い露地有機栽培レタスの評価を上回ることも示している。つまり、品質が高くなれば評価も高まるが、植物工場産野菜の特長のうち、「日持ち」に対する評価は相対的に低く、「食味（苦味の程度）」は栽培方法に次いで重要な要素となっていることが明らかとなった。

地域間で比較すると（表 3-11）、京浜地域のハウス栽培、露地有機栽培に対する MWTP は、京阪神地域の MWTP の 1.16 倍であるのに対して、植物工場では 1.22 倍と、植物工場に対する評価が高いことが分かる。しかし、苦味の程度（食味）や日持ちといった品質に対する評価では、京阪神地域の方が高く、両地域間の違いが表れたと言える。

植物工場産野菜の購入経験の有無で MWTP を比較すると（表 3-12）、各栽培方法とも購入経験有りの評価が最も高く、購入経験無しの評価が最も低い結果となった。購入経験有りのハウス栽培、露地有機栽培に対する MWTP は、購入経験無しの 1.28 倍であるのに対して、植物工場では 1.68 倍であり、購入経験が植物工場の評価を引き上げていると言える。

表 3-11 地域別推計結果

属性	京浜		京阪神	
	係数	MWTP	係数	MWTP
ハウス	2.795 *** (0.156)	199.1	2.112 *** (0.147)	172.0
露地有機	2.940 *** (0.161)	207.3	2.142 *** (0.152)	178.4
植物工場	2.409 *** (0.170)	170.5	1.786 *** (0.159)	139.6
苦味が弱い	0.842 *** (0.059)	58.0	0.899 *** (0.057)	73.2
苦味が無い	0.967 *** (0.067)	69.2	1.010 *** (0.064)	86.5
サイズ	0.003 *** (0.001)	0.2	0.003 *** (0.001)	0.3
日持ち	0.101 *** (0.019)	8.1	0.109 *** (0.019)	10.5
価格	-0.014 *** (0.001)		-0.012 *** (0.000)	

注 1) () 内は係数の標準誤差を示す。

2) ***は、1%水準で有意であることを示す。

3) MWTP（限界支払意思額）の単位は円である。

表 3-12 購入経験別推計結果

属性	工場野菜購入 経験有り		購入経験無し 見たことがある		見たことがない 分からない	
	係数	MWTP	係数	MWTP	係数	MWTP
ハウス	2.593 *** (0.237)	226.0	2.528 *** (0.212)	176.1	2.331 *** (0.147)	183.1
露地有機	2.707 *** (0.248)	232.9	2.637 *** (0.216)	182.5	2.391 *** (0.151)	187.3
植物工場	2.665 *** (0.262)	219.1	1.865 *** (0.229)	130.1	2.000 *** (0.156)	153.2
苦味が弱い	0.557 *** (0.088)	44.7	0.863 *** (0.080)	60.4	0.964 *** (0.057)	75.1
苦味が無い	0.716 *** (0.095)	60.4	0.890 *** (0.090)	66.0	1.094 *** (0.064)	92.2
サイズ	0.002 *** (0.001)	0.2	0.006 *** (0.001)	0.4	0.002 *** (0.001)	0.2
日持ち	0.103 *** (0.029)	10.4	0.154 *** (0.026)	10.3	0.063 *** (0.020)	6.1
価格	-0.011 *** (0.001)		-0.014 *** (0.001)		-0.013 *** (0.000)	

注) 表 3-11 に同じ。

表 3-13 年齢階層別推計結果

属性	30～49歳		50～69歳	
	係数	MWTP	係数	MWTP
ハウス	2.461 *** (0.152)	172.1	2.394 *** (0.152)	214.2
露地有機	2.418 *** (0.155)	169.8	2.638 *** (0.161)	234.2
植物工場	2.168 *** (0.161)	152.0	1.994 *** (0.169)	177.2
苦味が弱い	0.967 *** (0.060)	67.1	0.769 *** (0.058)	67.1
苦味が無い	1.111 *** (0.067)	78.6	0.899 *** (0.067)	84.1
サイズ	0.004 *** (0.001)	0.3	0.002 *** (0.001)	0.2
日持ち	0.118 *** (0.020)	6.5	0.127 *** (0.018)	11.6
価格	-0.015 *** (0.001)		-0.011 *** (0.000)	

注) 表 3-11 に同じ。

植物工場産野菜の購入者割合が高齢者ほど高い点に着目して、年齢階層別で比較すると（表 3-13）、植物工場に対する MWTP は 50 歳未満よりも 50 歳以上の方が高いものの、露地有機栽培やハウス栽培の評価と比較すると相対的に低くなった。また、「苦味が無い」「日持ち」に対する

表 3-14 野菜購入時重視点別推計結果

属性	味		鮮度		安全・安心	
	係数	MWTP	係数	MWTP	係数	MWTP
ハウス	2.086 *** (0.459)	206.4	2.141 *** (0.176)	205.1	2.615 *** (0.272)	245.0
露地有機	2.524 *** (0.490)	287.5	2.180 *** (0.184)	211.7	2.92 *** (0.295)	263.8
植物工場	1.523 *** (0.482)	131.2	1.610 *** (0.198)	146.0	2.341 *** (0.312)	229.4
苦味が弱い	0.790 *** (0.184)	103.6	0.868 *** (0.070)	79.2	0.815 *** (0.105)	79.1
苦味が無い	1.505 *** (0.260)	136.1	1.077 *** (0.080)	98.2	0.770 *** (0.110)	70.9
サイズ	0.004 *** (0.001)	0.4	0.003 *** (0.001)	0.3	0.002 *** (0.001)	0.2
日持ち	0.146 *** (0.053)	23.7	0.121 *** (0.022)	9.3	0.118 *** (0.035)	8.4
価格	-0.010 *** (0.001)		-0.011 *** (0.001)		-0.010 *** (0.001)	

注) 表 3-11 に同じ。

評価は 50 歳以上の方が高くなった。つまり、高齢者の方が植物工場を相対的に高く評価しているものの、それは露地有機栽培、ハウス栽培よりも低いと言える。

次に、日常消費する野菜の購入重視点別に推計結果を比較すると (表 3-14)、「味」を重視する回答者は、「苦味の程度 (食味)」や「日持ち」といった品質を非常に高く評価すると同時に、露地有機栽培に対する評価も高いことが分かる。一方、「鮮度」や「安全・安心」を重視する回答者では、ハウス栽培や露地有機栽培に対する MWTP が低くなるのに対して、植物工場に対する MWTP は高くなっており、それは「味」を重視する回答者よりも「鮮度」を重視する回答者の方が高く、「鮮度」を重視する回答者よりも「安全・安心」を重視する回答者の方が高い結果となった。さらに、露地有機栽培に対する相対評価を比較すると、「味」を重視する回答者では、露地有機栽培に対する MWTP が植物工場に対する MWTP の 2.19 倍であるが、「安全・安心」を重視する回答者では、それが 1.14 倍まで縮小している。つまり、「安全・安心」に対するニーズが植物工場の評価にとって重要な要素であると考えられるが、現状では、植物工場に対する評価は露地有機栽培を超えない程度であると言える。

そこで、完全人工光型植物工場に関する知識の有無別に推計結果を比較すると (表 3-15)、「無農薬であること」や「生菌数が極めて少ないこと」といった直接的に安全・安心と関係がある知識を有することによって、植物工場に対する MWTP が引き上げられることが分かる。特に、「生

表 3-15 完全人工光型植物工場に対する知識の有無別推計結果

属性	完全閉鎖(有)		完全閉鎖(無)		無農薬(有)		無農薬(無)		生菌数の少なさ(有)		生菌数の少なさ(無)	
	係数	MWTP	係数	MWTP	係数	MWTP	係数	MWTP	係数	MWTP	係数	MWTP
ハウス	2.159 *** (0.191)	168.0	2.568 *** (0.128)	197.0	2.307 *** (0.196)	206.9	2.471 *** (0.127)	181.5	2.434 *** (0.249)	197.2	2.462 *** (0.117)	188.1
露地有機	2.362 *** (0.197)	180.6	2.579 *** (0.132)	198.7	2.413 *** (0.203)	212.8	2.543 *** (0.130)	190.0	2.363 *** (0.254)	193.6	2.6 *** (0.120)	198.4
植物工場	1.993 *** (0.210)	144.5	2.176 *** (0.138)	167.4	2.159 *** (0.218)	174.5	2.071 *** (0.136)	151.5	2.375 *** (0.270)	188.3	2.028 *** (0.127)	153.4
苦味が弱い	0.844 *** (0.074)	62.6	0.846 *** (0.050)	68.4	0.808 *** (0.074)	70.8	0.883 *** (0.049)	64.2	0.858 *** (0.097)	57.0	0.851 *** (0.044)	66.7
苦味が無い	0.956 *** (0.086)	72.9	1.035 *** (0.055)	78.7	0.913 *** (0.086)	84.4	1.028 *** (0.054)	75.8	0.971 *** (0.114)	62.8	0.989 *** (0.050)	78.9
サイズ	0.005 *** (0.001)	0.4	0.002 *** (0.000)	0.2	0.003 *** (0.001)	0.3	0.003 *** (0.000)	0.2	0.004 *** (0.001)	0.3	0.003 *** (0.000)	0.2
日持ち	0.158 *** (0.024)	9.4	0.086 *** (0.017)	6.9	0.144 *** (0.024)	11.1	0.104 *** (0.016)	8.2	0.127 *** (0.028)	8.7	0.01 *** (0.016)	8.2
価格	-0.013 *** (0.001)		-0.013 *** (0.000)		-0.011 *** (0.001)		-0.014 *** (0.000)		-0.012 *** (0.001)		-0.013 *** (0.000)	

注) 表 3-11 に同じ。

菌数が極めて少ないこと」の知識は、植物工場の評価を引き上げる効果が大いと言える。しかし、植物工場の最も特徴的な「完全閉鎖型であること」の知識は、逆に植物工場の評価を引き下げる結果が示された。「完全閉鎖型であること」は、「無農薬であること」や「生菌数が極めて少ないこと」と密接に関係しているにも関わらず、植物工場の評価を引き下げるということは、植物工場に関する知識が正しく理解されていない可能性を示していると考えられる。

第4節 本章のまとめ

本章では、特定の店舗・地域における消費者に限定せず、京浜地域と京阪神地域という大消費地に在住の消費者の植物工場産野菜に対する認知度・理解度を明らかにするとともに、両地域の植物工場産野菜に対する評価の差異を明らかにした。

消費者における植物工場産野菜の購入経験割合が低い要因として、スーパーなどの小売店に植物工場産野菜が普及していないことに加えて、消費者の植物工場産野菜の特長に対する理解度の低さがあることが明らかになった。また、植物工場産野菜の特長の1つである「日持ち」が消費者にとって重視されていないことが、植物工場産野菜の購入割合の低さに影響していると考えられる。

一方、「安全・安心」を重視する消費者には植物工場産野菜が評価されることに加えて、「無農薬であること」や「生菌数が極めて少ないこと」の知識が消費者の評価を引き上げることから、植物工場産野菜の「安全・安心」に関わる特長を消費者に正しく認識・理解させることによって、植物工場産野菜の評価を高める可能性があると言える。特に、植物工場の栽培方法が「安全・安心」と密接に関係していることを理解させることが、今後の植物工場産野菜のマーケティング上の重要な課題であることが示唆された。加えて、京浜地域と京阪神地域間で品質（食味、日持ち）に対する評価が異なることは、両地域のニーズの違いが表れていると言え、その要因を明らかにすることもマーケティング上の重要な課題であると考えられる。

注1) D 効率性基準に従うとは、フィッシャー情報行列の逆行列（漸近的分散行列）行列式を最小化するようにプロファイル・デザインを行う方法であり、本章では STATA の `user written command` を用いて選択問題を作成した。

注2) 混合ロジットモデルを採用した選択型コンジョイント分析の先行研究として山重ら（2012）がある。

第4章 消費者の野菜の外観に対する評価

第1節 本章の課題

植物工場生産では、植物の生育環境を高度に制御することによって、通常の野菜が最も影響を受ける気象条件について、その制約を受けにくい、あるいは全く受けないために、定量的な安定生産が可能であるだけでなく、定品質（生産物間のばらつきが極めて小さい）の生産物が生産可能である。また、虫や異物の混入を防ぐことが可能なことから、高い安全性を確保するとともに、虫食いなどによる外観の劣化を防ぐことが可能である。このことは、通常の野菜における規格の重要性が、植物工場産野菜にとっては相対的に低いことを意味している。

野菜の規格は、サイズを区別する「階級」と見た目の良さを区別する「等級」の2つからなり、同じ品質のものを生産することが困難な野菜の流通において、品質の一定性を保つ指標として重要な役割を果たしている。高度経済成長期を経て、野菜流通の大量化・広域化が進展し、産地間競争の激化によって、野菜の規格は厳格化した。さらに、大規模量販店の台頭によって、大ロットかつ高位平準的な品質への需要が高まり、規格はより一層厳格化し、現在では、糖度などの内部品質にまで規格が導入されるようになってきている。このような野菜の規格の厳格化^{注1)}は、栽培管理における負担の増大、選別・出荷に係る労働時間の長時間化といった生産者への負担増という問題をもたらしている。さらには、傷の有無や形の良し悪しといった、外観に関わる規格外野菜の廃棄は社会問題化している。このように、現状では、野菜の規格の厳格化に起因する問題が深刻化しており、植物工場産野菜はその解消の可能性を有していると考えられる。

一方、日本政策金融公庫（2010）によれば、インターネット調査の回答者の約7割が青果物の規格の撤廃や大幅な緩和をすべきと回答しており、また、購入経験がない回答者の5割以上が規格外青果物の購入意向を有していることが示された。しかし、この調査では「規格外の野菜・果物」全般に対する消費者の評価を示しているものの、青果物の品目、外観条件の違いや程度の違いに対する詳細な評価は明らかにされていない。具体的な青果物の品目や外観条件を対象とした先行研究としては、中川ら（2016）や武馬（2011）がある。前者は、有機栽培ジャガイモを対象として、サイズ規格外および不揃イモの消費者購入意識を調査しており、後者では、コンジョイント分析によって「曲がりキュウリ」に対する消費者評価を明らかにしている。しかし、これらは、品目、外観条件、外観の程度の違いは考慮されておらず、消費者の外観の悪い青果物に対する詳細な評価がなされたとは言い難い。

そこで本章では、スーパーの買い物客を対象としたアンケート調査を実施し、野菜の品目の違いと外観の程度の差異に着目した消費者の外観への評価を明らかにするとともに、順序プロビット分析を行うことによって消費者の外観の悪い野菜に対する許容度に影響を及ぼす要因を把握することを目的とする。さらに、植物工場産野菜にとって、外観の程度を一定以上に管理可能なことが、どの程度販売上の利点となり得るのかについて考察する。

第2節 調査・分析方法

第1項 アンケート調査の概要

消費者の野菜の外観の程度に対する評価を明らかにするために、スーパーの買い物客を対象とした調査票による対面調査を実施した。具体的には、2018年10月29日（月）～11月2日（金）の期間に、調査店舗の店頭にて、毎日13:00～17:00の時間帯で、出来る限り1時間当たりの回答者数が10人となるように、買い物客にランダムに調査票を配布し、その場で調査員の説明を受けながら回答してもらい、回答者には謝礼品（リーフレタス1袋）を手渡した。調査を実施した店舗は、大阪南部を中心に展開しているローカルスーパーの旗艦店であり、普段より商品のモニタリングを実施している当該スーパーの代表店舗である。

主な調査内容は、回答者属性、日常的な野菜の購入行動、購入重視点、カット野菜やインターネット通販の利用実態、外観の悪い野菜への評価、および具体的な野菜の外観の程度に対する購入意向である。野菜の購入意向に関する設問では、1年を通じて日常的に消費されているトマト、レタス（リーフレタス）の2品目を対象に、トマトでは「サイズのばらつき」、「形」、「色つや」、「傷」、レタスでは「しおれ」、「変色」、「虫食い」の外観条件について、「かなり良い（程度1）」状態から「かなり悪い（程度4）」状態までの4段階のイラスト^{注2)}（図4-1）を提示し、通常価格と3割引価格において、どの程度のものまで購入可能かを回答してもらった。実際の野菜の写真の提示では、特定の外観条件の程度のみが異なることを回答者に認識してもらうことが困難なことから、本調査ではイラストを用いた。また、外観の程度の違いについては、例えば、レタスの「虫食い」については、「ない」「1, 2個ある」「いくつもある」「たくさんある」というように、外観ごとに程度の違いの説明も記述することによって、回答者の外観の程度に対する認識の統一を図った。なお、調査票は合計200部回収した。

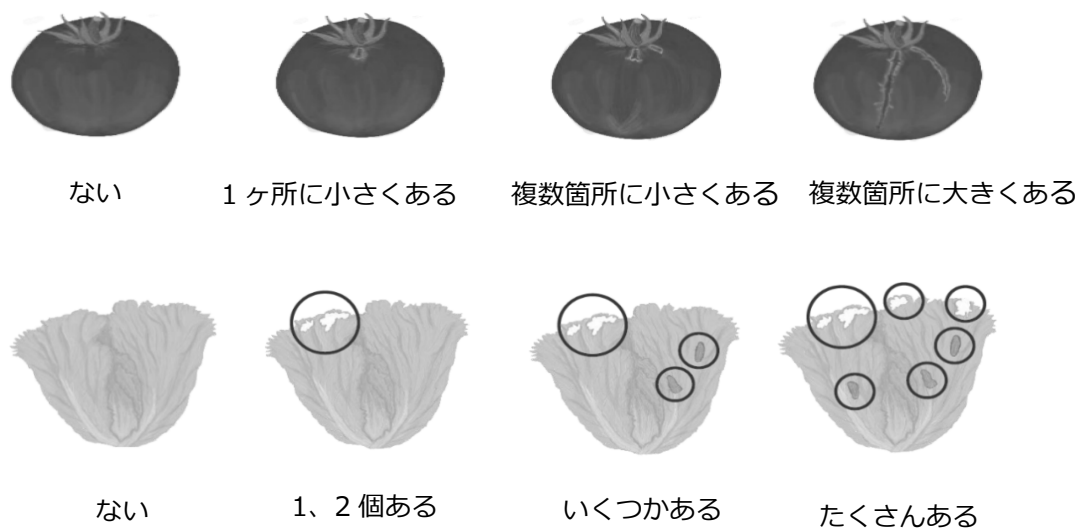


図 4-1 トマト（傷），レタス（虫食い）のイラスト

第 2 項 順序プロビット分析の概要

消費者の野菜の外観の程度に対する許容度に影響を及ぼす要因を明らかにするために、アンケート調査結果を用いた順序プロビット分析^{注 3)}を行った。順序プロビット分析は、被説明変数が 3 つ以上の順序尺度のデータである場合に用いられる分析手法であり、本研究では、トマトおよびレタスの外観条件ごとの購入意向についてのアンケート調査結果を用い、トマトでは、外観の程度 4 まで購入可能 ($y=4$)、程度 3 まで購入可能 ($y=3$)、程度 2 まで購入可能 ($y=2$)、程度 1 まで購入可能 ($y=1$) という順序尺度の被説明変数を作成した。レタスでは、程度 4 および程度 3 の選択率が低いことから、程度 4 および程度 3 まで ($y=3$)、程度 2 まで購入可能 ($y=2$)、程度 1 まで購入可能 ($y=1$) という順序尺度の被説明変数を作成した。また、回答者属性、価格、購買行動、外観の悪い野菜への評価を説明変数とした。なお、回収した 200 サンプルのうち、すべての設問に回答した 189 サンプルの回答をデータとして、STATA を用いて推計した。

第 3 節 分析結果

第 1 項 野菜の購買行動と外観の悪い野菜に対する評価

回答者の年齢階層別構成比（表 4-1）は、50 歳代が 25.0% と最も多く、60 歳代以上で 43.0% と高年齢層が相対的に多い結果となったが、30 歳代、40 歳代もそれぞれ 12.0%、17.0% と中年

表 4-1 回答者の年齢構成

20歳代	30歳代	40歳代	50歳代	60歳代	70歳代	80歳代 以上	無回答
2.5%	12.0%	17.0%	25.0%	23.5%	16.5%	3.0%	0.5%

出所) アンケート調査

表 4-2 回答者の農作業体験

農作業体験がある	81.5%
田畑での本格的な農作業体験	33.0%
家庭菜園での体験	54.5%
学校の授業での体験	30.0%
観光農園での体験	60.0%
農作業は一切経験したことがない	17.5%

出所) アンケート調査

表 4-3 回答者の夕食の調理頻度

毎日	1週間に 5～6日	1週間に 3～4日	1週間に 1～2日	調理 しない
62.5%	17.5%	14.5%	5.0%	0.5%

出所) アンケート調査

表 4-4 回答者のカット野菜・加工済野菜の購入頻度

毎回買う	よく買う	まあまあ 買う	ときどき 買う	まれに 買う	買わない
4.5%	10.5%	9.5%	13.5%	29.0%	33.0%

出所) アンケート調査

表 4-5 回答者の野菜購入時重視点 (第1位)

鮮度	味	価格	サイズ	見た目	産地	栽培 方法	無回答
68.0%	3.0%	13.5%	1.0%	1.5%	9.5%	3.0%	0.5%

出所) アンケート調査

年齢層も約 3 割を占めており、回答者は 30 歳代以上の全ての年齢階層で構成されている。また、81.5%が何らかの農作業を体験しており、観光農園 (60.0%) や家庭菜園 (54.5%) の体験が多

い一方で、田畑での種蒔きから収穫までの本格的な農作業（33.0%）の体験は少ない（表 4-2）。

回答者の野菜購買行動について、夕食での野菜の調理頻度（表 4-3）およびカット野菜・加工済野菜の購入頻度（表 4-4）を見ると、前者では「毎日」（62.5%）が最も多く、後者では「買わない」（33.0%）、「まれに買う」（29.0%）が多いことから、日常的に野菜をよく利用する回答者が多いと考えられる。次に、野菜を購入する際に重視する点（第1位）（表 4-5）を見ると^{注4}、最も回答割合が多いのは「鮮度」（68.3%）であり、次いで「価格」（13.6%）、「産地」（9.5%）となっており、一方、「見た目」（1.5%）、「サイズ」（1.0%）はほとんど重視されていないという結果であった。つまり、「鮮度」といった品質は重視されているが、「見た目」「サイズ」といった外観条件は重視されていないと言える。

外観の悪い野菜について、「味が悪い」、「安全性に問題がある」、「長持ちしない」、「調理に手間がかかる」、「どのように流通しているか分からない」、「品質の割に高価格である」の各項目を5段階評価（「強く思う：1」から「全く思わない：5」）してもらった結果の平均値を図 4-2 および表 4-6 に示す。6項目のうち、「長持ちしない」の平均値のみが統計的に有意に「3」を下回っていることから、回答者は、野菜の外観の悪さは、味や安全性ではなく、保存性に影響していると認識していることが分かった。

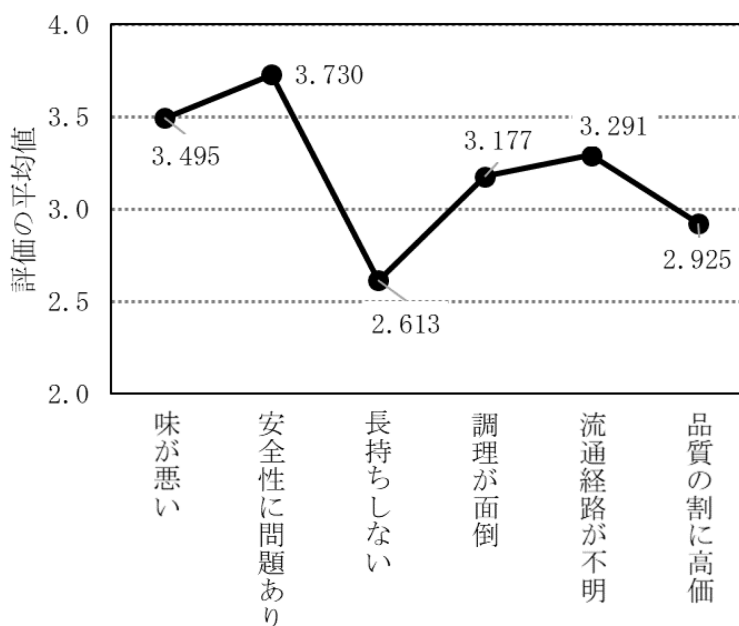


図 4-2 外観の悪い野菜の評価

出所) アンケート調査

第 4-6 表 外観の悪い野菜の評価

味が悪い	3.50 ***
安全性に問題がある	3.73 ***
長持ちしない	2.61 ***
調理に手間がかかる	3.18 **
どのように流通しているか 分からない	3.29 ***
品質の割に高価である	2.93

注) t 検定の結果, ***は 1%水準で,

**は 5%水準で有意に「3」と異なることを示す。

第 2 項 トマト, レタスの外観の程度に対する消費者の許容度

表 4-7 および図 4-3～図 4-9 は, トマトおよびレタスの外観の程度別の選択率 (購入可能と回答した割合) を示している。トマトの通常価格における選択率を見ると, 程度 1 よりも 1 段階悪い程度 2 では, 大きさのばらつき (84.5%), 形 (85.5%), 色つや (77.5%) は 75%以上, 傷が 56.0%となっており, 4つの外観条件全ての選択率が 50%を超えている。これがさらに 1 段階悪い程度 3 になると, 大きさのばらつきが 50.5%とわずかに 50%を超えているものの, 他の 3つの外観条件は 50%を下回り, 特に色つや (11.0%), 傷 (18.0%) では 25%を下回るようになる。最も程度の悪い程度 4 では, 大きさのばらつきも 50%を下回るようになるが, 特に, 色つや (7.0%),

表 4-7 外観の程度別の選択率

		価格水準	程度1	程度2	程度3	程度4
ト マ ト	大きさの ばらつき	通常価格	100.0%	84.5%	50.5%	43.0%
		3割引価格	100.0%	96.0%	89.9%	76.4%
	形	通常価格	100.0%	85.5%	32.5%	16.5%
		3割引価格	100.0%	97.0%	75.4%	46.2%
	色つや	通常価格	100.0%	77.5%	11.0%	7.0%
		3割引価格	100.0%	94.0%	49.7%	23.6%
傷	通常価格	100.0%	56.0%	18.0%	4.5%	
	3割引価格	100.0%	85.0%	54.5%	15.0%	
レ タ ス	しおれ	通常価格	100.0%	21.5%	2.0%	0.0%
		3割引価格	100.0%	70.4%	12.6%	4.0%
	変色	通常価格	100.0%	25.5%	2.5%	0.5%
		3割引価格	100.0%	64.3%	15.1%	4.0%
	虫くい	通常価格	100.0%	57.5%	24.0%	2.0%
		3割引価格	100.0%	84.5%	52.0%	10.5%

出所) アンケート調査

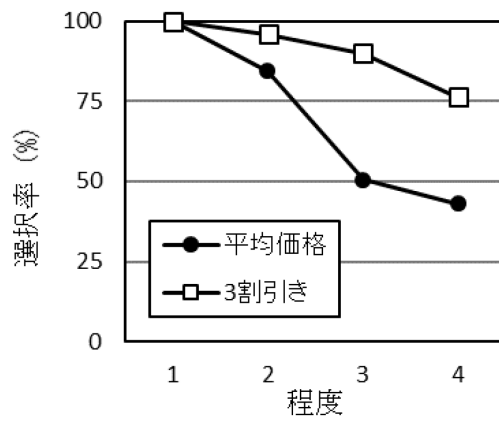


図 4-3 トマト（大きさ）に対する平均価格と 3 割引価格の評価差異
出所) アンケート調査

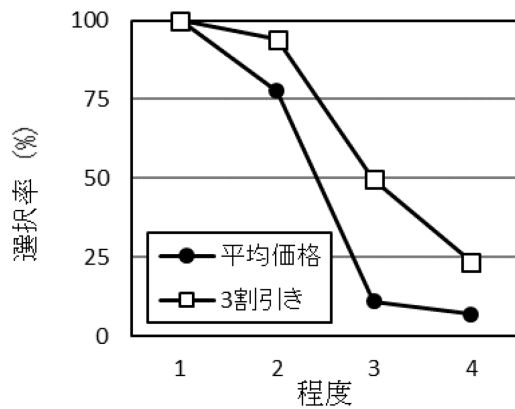


図 4-4 トマト（形）に対する平均価格と 3 割引価格の評価差異
出所) アンケート調査

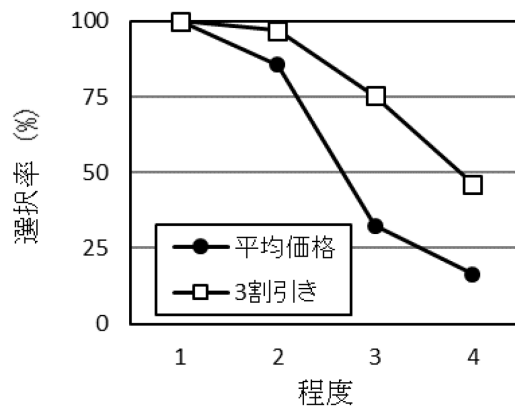


図 4-5 トマト（色つや）に対する平均価格と 3 割引価格の評価差異
出所) アンケート調査

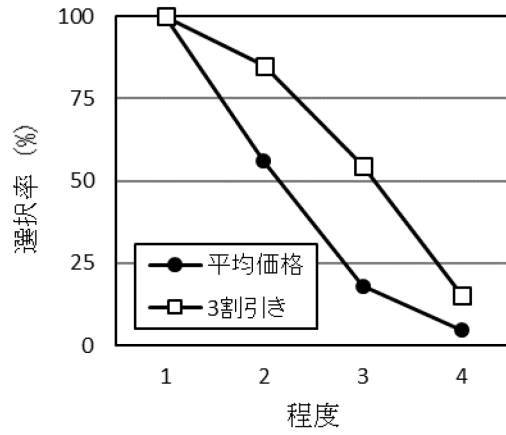


図 4-6 トマト（傷）に対する平均価格と 3 割引価格の評価差異
出所) アンケート調査

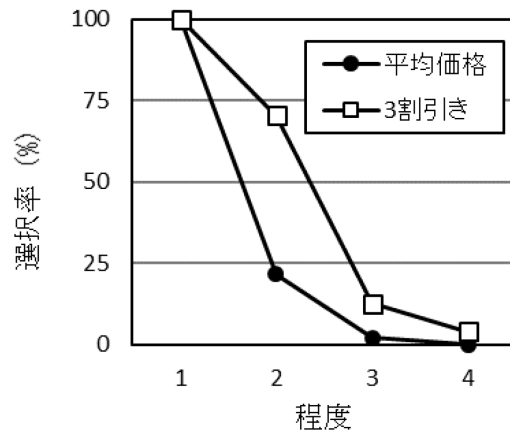


図 4-7 レタス（しおれ）に対する平均価格と 3 割引価格の評価差異
出所) アンケート調査

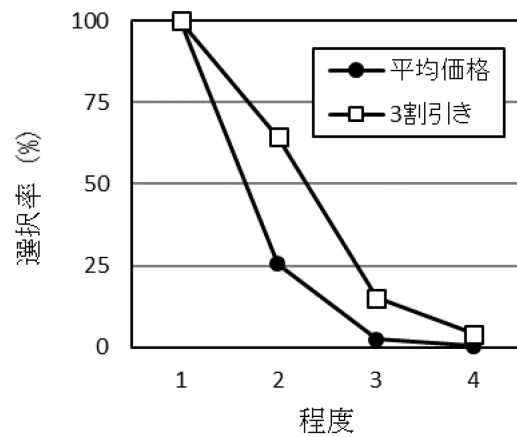


図 4-8 レタス（変色）に対する平均価格と 3 割引価格の評価差異
出所) アンケート調査

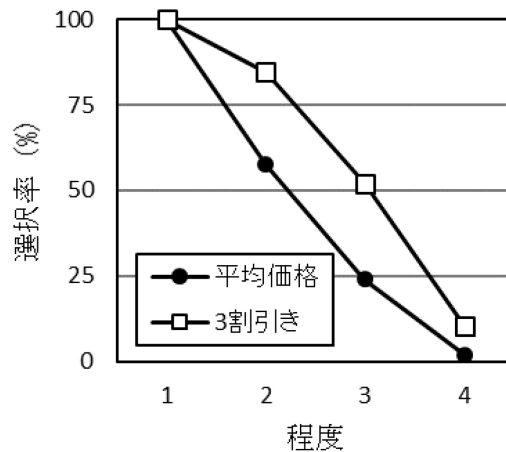


図 4-9 レタス（虫食い）に対する平均価格と 3 割引価格の評価差異
出所) アンケート調査

傷（4.5%）では 10%を下回るようになる。このように、4つの外観条件全てにおいて、程度が悪くなるほど、消費者の選択率は低下し、特に程度 2 と程度 3 の間で選択率が大きく低下している。外観条件ごとの比較をすると、大きさのばらつきが最も選択率の低下が小さく、外観の劣化に対する許容度が最も高いと言える。一方、傷は選択率の低下が最も大きく、許容度が最も低いと言える。また、形と色つやは、程度 2 の段階では選択率の低下は相対的に小さいが、程度 3 では低下率が大きくなることから、外観の軽度の劣化に対する許容度は高いが、一定以上の劣化が進むと許容度が大きく低下すると言える。3 割引価格における選択率を見ると、4つの外観条件の全ての程度において、通常価格における選択率よりも高く、程度 3 では最も低い選択率が色つやの 49.7%であり、他の 3 つの外観条件では 50%を上回るようになる。つまり、価格の引き下げは、外観の悪い野菜に対する消費者の選択率を向上させる効果を有すると言える。

次に、レタスの通常価格における選択率を見ると（表 4-7）、程度 2 では、虫くい（57.5%）のみが 50%を超えているが、しおれ、変色はそれぞれ 21.5%、25.5%と大きく低下している。さらに、程度 3 では、虫くいも 24.0%と大きく低下し、しおれ、変色はそれぞれ 2.0%、2.5%とほとんど選択されなくなっている。このようにレタスの場合、外観の軽度の劣化であっても許容度はトマトよりも低く、さらに、しおれ、変色では一定以上の劣化が進むとほとんど許容されなくなる。3 割引価格における選択率を見ると、レタスと同様に、3つの外観条件の全ての程度において、通常価格よりも高い選択率を示しているものの、程度 3 では最も高い選択率が虫くいの 52.0%であり、他の 2 つの外観条件では 20%を下回っている。つまり、価格の引き下げは、レタスにおいても消費者の選択率を向上させるが、その効果はトマトと比較して小さいと言える。

第3項 消費者の野菜の外観に対する評価に及ぼす要因

トマトについて4つ、レタスについて3つの外観条件のそれぞれについて順序プロビット分析を行い、外観条件ごとに表4-8に示したアンケート調査データより作成した説明変数について、AICが最小になるように変数選択を行った。トマト・レタスの推計結果を表4-9に示す。

トマトでは、「価格(3割引ダミー)」、「カット野菜毎回購入」の2変数の係数が4つの外観条件に共通して有意であり、その符号は前者が正、後者が負であった。前者は、価格が安くなれば、外観の程度の悪いトマトの購入可能性、すなわち、許容度が高まるという価格効果が明らかにな

表4-8 説明変数一覧

変数		内容
価格(3割引ダミー)		1=3割引価格, 0=通常価格
年齢		1=10歳代, 2=20歳代, 3=30歳代, 4=40歳代, 5=50歳代, 6=60歳代, 7=70歳代, 8=80歳代以上
野菜 最重 視 点 時	鮮度	1=該当, 0=非該当
	味	
	価格	
	サイズ	
	見た目	
	産地	
カット野菜非購入		1=非購入, 0=購入
カット野菜毎回購入		1=毎回購入, 0=それ以外
野菜毎日調理		1=毎回調理, 0=それ以外
野菜調理無し		1=調理無し, 0=調理する
ネット通販利用無し		1=利用無, 0=利用有
ネット通販3割以上		1=3割以上, 0=3割未満
本格的農作業体験		1=有, 0=無
家庭菜園体験		
学校授業体験		
観光農園体験		
農作業体験無し		1=該当, 0=非該当
外 観 の 評 価 の 悪 い 野 菜	味が悪い	1=全くそう思わない, 2=あまりそう思わない, 3=どちらともいえない, 4=ややそう思う, 5=強くそう思う
	安全性に問題	
	長持ちしない	
	調理に手間	
	流通が不明	
	高価	

注)「ネット通販利用無し」は、利用しない理由を「商品を自分の目で見て
選びたい」「画面上では商品の良し悪しが判断できない」とした回答者。

ったことを意味する。後者は、カット野菜を毎回購入する消費者、言い換えれば、利便性や経済性を求める消費者の許容度が低いことを示していると考えられる。また、「年齢」の係数が3つの外観条件において、負で有意であることから、高齢者ほど外観の程度の悪いトマトの許容度が低いと言える。さらに、「野菜購入時最重視点：見た目」の係数は、大きさのばらつきと形の2つの外観条件において負で有意であり、野菜購入時に外観を重視する消費者の許容度が低いことを示している。同様に、「ネット通販利用無し」の係数は、色つやと傷の2つの外観条件において負で有意であり、インターネット通販で野菜を購入しない消費者、つまり、野菜をきちんと見定めて購入しようとする消費者の許容度が低いことを示していると考えられる。これら以外にも、大きさのばらつきでは、「観光農園体験」が正で有意、「外観の悪い野菜の評価：安全性に問題、高価」が負で有意となっている。色つやでは、「野菜購入時最重視点：鮮度、価格」が正で有意、「外観の悪い野菜の評価：流通が不明」が負で有意となっている。傷では、「本格的農作業体験」が正で有意、「農作業体験無し」が負で有意となっている。外観条件によって、有意となる変数は異なるが、これらの結果より、農作業体験の有無や外観の悪い野菜に対する認識が、外観の程度の悪い

表 4-9 推計結果

説明変数	トマト				レタス		
	大きさ	形	色つや	傷	しおれ	変色	虫食い
価格 (3割引ダミー)	1.091 ***	1.115 ***	1.071 ***	0.971 ***	1.392 ***	1.039 ***	0.945 ***
年齢	-0.114 **	-0.146 ***		-0.09 **	-0.144 ***	-0.146 ***	
野菜購入時最重視点	鮮度		0.576 ***				
	価格		0.754 ***			0.336	
	サイズ					1.690	-1.825 **
	見た目	-1.791 ***	-1.897 ***			-1.393	-1.113
	産地		0.456				0.355
カット野菜非購入			0.231		-0.227	-0.340 **	0.417 ***
カット野菜毎回購入	-1.164 ***	-0.960 ***	-0.642 **	-1.276 ***	-1.098 ***	-1.079 ***	-1.115 ***
野菜調理無し					7.429	1.685	
ネット通販利用無し		-0.187	-0.322 **	-0.245 **			-0.212
本格的農作業体験				0.256 **	0.372 **		0.473 ***
学校授業体験							0.418 ***
観光農園体験	0.282 **	0.234			-0.438 ***		-0.233
農作業体験無し				-0.386 **			
野菜の外観の悪い評価	味が悪い		-0.132				
	安全性に問題	-0.139 **	-0.122			0.266 ***	-0.132
	長持ちしない			-0.083			
	流通が不明			-0.207 ***	-0.079	-0.243 ***	-0.168 ***
高価	-0.132 **					-0.089	0.089
対数尤度	-350.019	-407.545	-387.011	-436.563	-260.371	-290.597	-346.678
AIC	720.038	837.091	796.021	895.126	544.742	603.194	723.357

注) ***は1%水準で、**は5%水準で有意であることを示す。

トマトに対する許容度に影響を及ぼしていることが明らかになった。

次に、レタスでは、2 つ以上の外観条件において、その係数が有意となった変数は、「価格（3割引ダミー）」、「年齢」、「カット野菜非購入」、「カット野菜毎回購入」、「本格的農作業体験」、「外観の悪い野菜の評価：流通が不明」である。このうち、「価格（3割引ダミー）」、「年齢」、「カット野菜毎回購入」は、トマトの推計結果と共通していることから、これらは外観の悪い野菜に対する許容度に影響を及ぼす要因であると考えられる。また、「本格的農作業体験」、「外観の悪い野菜の評価：流通が不明」についても、トマトの一部の外観において有意となっているので、同様に外観の悪い野菜に対する許容度に影響を及ぼす要因と考えられよう。また、「カット野菜非購入」が、変色では負で有意であるが、虫くいは逆に正で有意という結果が得られた。これは、カット野菜を購入しない消費者は日常的に野菜を扱っていると推測され、変色＝品質の劣化と認識する一方で、虫くいは品質の劣化ではないと認識するからと考えられる。「観光農園体験」がしおれでは負で有意であることについても、トマトの大きさのばらつきでは正で有意であることと合わせて考えると、観光農園の体験を通じて、野菜の大きさのばらつきは許容できるようになったが、しおれは鮮度の悪さが現れているとして許容しないためと考えられる。なお、「野菜購入時最重視点：安全性に問題」が正で有意であることについては、整合的ではない推計結果となっている。

第4節 本章のまとめ

本章では、日常的に野菜を購入している消費者の野菜の外観の程度に対する許容度とそれに影響を及ぼす要因を明らかにすることができた。

消費者の野菜の外観の程度に対する許容度は、野菜の品目や外観条件によって異なることが明らかになった。また同時に、価格の引き下げは外観の悪い野菜に対する許容度を向上させるが、許容度の低い品目や外観条件に対しては、その効果が小さいことも明らかとなった。本来許容度の高い品目・外観条件であれば、特に、大きさのばらつきや形といった品質の劣化と関係づけられない外観条件については、その規格の基準を引き下げても需要が維持できることが示唆された。

一方、外観の悪い野菜に対する許容度に影響を及ぼす要因として、価格効果と年齢があげられる。しかし、価格と年齢以外にも、消費者の購買行動における意識、外観の悪い野菜に対する認識、さらには、農作業体験の有無も影響を及ぼしていることが明らかになった。つまり、消費者の野菜購買時における意識・行動を変えられることができれば、外観の悪い野菜に対する許容度を高めることができると考えられる。具体的には、本格的農作業体験でなくても、観光農園における

体験や、販売店における丁寧かつ詳細な商品説明を通じて、消費者に外観の悪い野菜を正しく認識させ、安全性や流通に対する不安を軽減させることによって、外観の悪い野菜に対する許容度を高めることができると考えられる。

現在、日本における多くの植物工場では、レタス類が生産されている。それらのレタス類は、植物工場生産の特質から、従来の露地栽培やハウス栽培と比較すると、1年を通して外観の程度が良いものが出荷されている。本章の結果から、消費者はレタスの外観の程度に対する許容度が低いことを踏まえるならば、植物工場産レタス類にとって大きな利点となり得ることを意味している。しかし、現実には、それが有利な販売につながっていないのは、前章で明らかにされたように、そのような特長が消費者に正しく認識・理解されていないからであると考えられる。つまり、植物工場にとって、外観の程度に対する許容度が低い野菜を生産すると同時に、外観の程度を一定以上に維持することが可能であるという特長を正しく消費者に認識・理解させることが重要である。

注 1) 野菜の規格の厳格化の変遷についての先行研究として、橋本(2006)がある。

注 2) 外観の各段階のイラストは、程度 1：一般に流通しているもの、程度 2：まずまず流通しているもの、程度 3：あまり流通しないもの、程度 4：流通しないもの、を想定して作成し、実際の調査にはカラー印刷したイラストを用いた。

注 3) 順序ロジット分析でも同じ推計結果を得られたが、本章では順序プロビット分析を用いることとした。

注 4) ここでは、消費者が、見た目が良いことは、必ずしも味が良いことや鮮度が良いことを示すものではないと判断していると仮定している。

第5章 植物工場産野菜の流通における卸売市場の役割と可能性

第1節 本章の課題

日本施設園芸協会（2018）の調査によると、2018年2月末時点で完全人工光型183箇所、太陽光人工光併用型32箇所、太陽光型153箇所^{注1)}となっており、完全人工光型が全国的に広がってきている一方で、植物工場全体の44.7%、完全人工光型では58.3%が収支状況の赤字である。その背景には(1)収量・歩留が計画よりも低い、(2)販路の不足、(3)コスト高といった植物工場の課題があると考えられる。この点については、第2章において、植物工場の収益性の低さの要因として、工場稼働率^{注2)}や重量歩留率^{注3)}が低いことを指摘し、生産技術向上の必要性を明らかにするとともに、植物工場産野菜が、供給面は工業製品的特質を有しているのにも関わらず、需要面は通常の野菜の取引に準じた取引形態や契約内容であることから、供給過剰や供給不足といった需給ギャップが生じやすく、そのため、植物工場にとって、流通・販売における需給調整が非常に重要な課題となっていることを明らかにした。また、その需給バッファの役割として卸売市場流通の重要性を指摘した。

ここで植物工場産野菜の流通に着目すると、多くの植物工場では、本来的に需給調整機能を有する卸売市場流通ではなく、卸売市場を経由しない市場外流通の割合が高くなっている。しかし、国産青果物に限定した卸売市場経由率が80%を超えていることを考えるならば、植物工場産野菜の流通に対しても卸売市場の果たす役割は、必ずしも小さいものではないと考えられる。また、実際に、卸売市場を経由して流通している植物工場産野菜も存在している。

そこで本章では、植物工場産野菜の供給面の特質および流通実態を整理した上で、九州で運営している植物工場K社および同社の主たる取引先であるK中央卸売市場を取り上げ、K中央卸売市場^{注4)}におけるK社の野菜の取引データの分析を基に、卸売市場が植物工場に対して果たし得る役割とその限界について考察する。

第2節 植物工場産野菜の特質と流通・販売の実態

第1項 植物工場産野菜の供給における特質

植物工場は、高度に環境制御された施設内で野菜を栽培するので、季節や天候といった外部環境の変化の影響を受けない。ゆえに、その供給において、(1)定量的な安定生産が可能、(2)季節性

がなく周年栽培（出荷）が可能，(3)定品質（生産物間のばらつきが極めて小さい）の生産物の出荷が可能，(4)生産における歩留まりが大きい，(5)栽培期間が，露地栽培や他の施設栽培と比較して，相対的に短い，(6)計画生産・出荷が可能，(7)無農薬栽培が可能で，虫や異物の混入を防ぐことが可能なことから，高い安全性を確保することが可能，という特質を有している。これらの特質のうち，(1)～(3)および(6)の特質は，販売先との取引条件に大きく影響する特質であり，(4)～(6)の特質は，生産コストに影響を及ぼす特質である。さらに，(3)および(7)の特質は，通常の野菜との差別化に寄与する特質であると言える。特に，(1)～(3)および(6)の特質は，植物工場産野菜が1年を通じて，定品質かつ定価格で販売可能であることを示唆しており，植物工場産野菜の販売上の利点と考えられる。

この植物工場の販売上の利点を活かすには，年間を通して定価格・定量で取引がなされる固定的取引が望ましいと考えられる。しかし，固定的取引を望む実需者は食品製造・加工事業者によく見られるものの，それらの事業者は加工仕向けの原材料として，定価格で定量であることに加えて価格の低さを重視する傾向にある。生産コストが高いという課題を抱えている植物工場にとって，低価格での取引は収益性の低下の要因となることから，望ましいと取引とは言えない。また，定品質という特質に着目するならば，スーパーとの取引が考えられる。スーパーの場合，定品質な商品が求められるものの，その取引価格は卸売市場価格の変動に影響を受けると同時に，受注量も変動する。さらに，納品の確実性が重視される。つまり，毎日定価格で定量出荷が可能な植物工場にとっては，かえって過剰や不足のリスクを生じやすく，収益性も不安定になると考えられる。また，国産青果物の中心的流通である卸売市場については，受託拒否の禁止という原則により生産過剰のリスクが存在せず，第2章で明らかにしたように，植物工場にとってバッファとなる融通の利く取引先となり得るが，逆に需給状況を反映して価格が変動することから，植物工場産野菜の流通にはなじまないと考えられる。

このように，植物工場産野菜の1年を通して定価格・定量販売が可能という特質は，現実には必ずしも販売上の利点となっておらず，価格面や需要変動への対応という点から，むしろ販売先確保の困難性を生じさせる要因になっていると考えられる。

第2項 植物工場産野菜の経営・流通実態

第1章で述べたように，日本における植物工場数は，2011年3月末時点以降，完全人工光型は着実に普及しているものの，近年，その伸びは鈍化傾向にある。この背景には，植物工場の課題の一つである収益性の低さがあげられる。2014年以降，収支状況の改善傾向が見られるものの，

低収益性は改善されておらず、特に、完全人工光型では、非常に収益性が低いことが指摘されている。

第1章の調査結果^{注5)}によると、植物工場との取引有の割合が高い販売先は、飲食店(50.0%)、次いでローカルスーパー(40.0%)であった。また、固定的取引が50%以上を占める事業者は53.3%であり、そのうち36.7%は固定的取引^{注6)}の割合が100%であった。つまり、飲食店やローカルスーパーとの固定的取引という市場外流通が植物工場の主たる流通となっていると言える。

一方、卸売市場については、取引有の割合が23.3%(7/30事業者)と低いものの、大手スーパーや食品製造加工の20.0%(6/30事業者)をわずかに上回っていた。そこで、卸売市場との取引がある7事業者を見ると(表5-1)、卸売市場への販売割合が1%~90%まで幅広く、4事業者は50.0%を超えていた。これら4事業者の主要品目がリーフレタスなどのレタス類、ハーブ、ミツバであるのに対して、卸売市場への販売割合が低い他の3事業者ではパプリカ、トマトとなっている。生産規模は、K工場の500株/日からF工場の10000kg/日まで格差は大きく、卸売市場への販売割合との間には相関関係は見られない。ここで収支状況に着目すると、7事業者のうち黒字は3事業者であり、そのうち2事業者の卸売市場への販売割合は80.0%を超えていた。黒字の3事業者が他の事業者と比較して、本格的稼働年数が長いことや主要品目がレタス類以外であることは考慮しなければならないが、植物工場にとって、卸売市場への出荷は少なからず収益性の向上に寄与していることが推測される。ゆえに、植物工場産野菜の流通にとって、卸売市場は必ずしもなじまない流通ではなく、一定の役割を果たしていると推測される。本章の調査対象であるK社(工場)は、7事業者の中で最も生産規模が小さく、主要品目としてリーフレタス類を生産している典型的な小規模植物工場である。収支状況は赤字であるが、卸売市場への販売割合が高い背景には、卸売市場への出荷によるメリットがあるからであると考えられる。

表 5-1 卸売市場と取引のある植物工場の個別事例

	A工場	B工場	C工場	D工場	E工場	F工場	K工場
生産規模	1500株/日	65kg/日	1400株/日	1000kg/日	190kg/日	10000kg/日	500株/日
主要品目	リーフレタス	ハーブ	フリルアイス	ミツバ	パプリカ	トマト	リーフレタス
卸売市場割合	1%	80%	58%	85%	5%	5%	90%
主要販売先	飲食店	卸売市場	卸売市場	卸売市場	ローカルスーパー	食品製造加工	卸売市場
収支状況	赤字	黒字	赤字	黒字	赤字	黒字	赤字
本格稼働開始	2013年	1991年	2013年	2000年	2010年	2005年	2011年

出所) 第1章のアンケート調査の個票より作成。

第3節 卸売市場における植物工場産野菜の取引実態

第1項 事例事業者の生産・販売の実態

以下では、九州の県内の県庁所在地市外で建築資材の生産販売を行っている K 社の植物工場プラントを取り上げる。K 社では、社内に植物工場事業部を設立し、既存の建屋を活用して、完全人工光型植物工場を整備して、2011年5月から栽培を開始し、同年9月から生産物である野菜の販売を開始した。主な栽培品目はリーフレタス（2品種）とフリルアイスであり、これら以外に紅法師という品種の水菜を栽培している。ただし、紅法師は植物工場全体の総生産量のわずか数%を占めるに過ぎない。工場施設の生産規模は、日産1000株で設計されたが、現在の生産実績は日産500株となっている。当初は、設計通り1株（袋）当たりのサイズを80～100gとして生産・販売を行っていたが、売れ行きが芳しくないことから、1株（袋）当たりのサイズを120～140gへ変更して生産・販売するようになったために、生産規模も日産1000株から500株へ縮小せざるを得なくなったのである。生産規模は縮小したが、サイズを大きくしたことによって、売れ行きは改善した。

K 社の植物工場部門の年間売上（2015年実績）は2000万円弱であるが、電気代が約1500万円もかかっており、収支状況は販売開始から赤字が続いている。2018年の春に大規模な投資を行って、これまで蛍光灯だった光源を全てLED光源に転換した。その結果、電気代の約40%の削減が実現した。従来の電気代が半分になれば経営が安定するというヒアリング調査結果を得ていることから、収支状況はかなり改善したと考えられる。

K 社の主たる販売先は、同一県内の県庁所在地市にある K 中央卸売市場であり、総出荷量の約

表 5-2 K 社の植物工場の概要

栽培開始	2011年5月
販売開始	2011年9月
栽培方法	完全人工光型 蛍光灯およびLED補光 (2018年春に全ラインをLEDへ転換) 多段水耕栽培
栽培品目	リーフレタス（2品種）、 フリルアイス、紅法師
生産規模	日産500株
雇用者数	常勤雇用2人、パート4人
主な販売先	卸売市場（90%）

出所）ヒアリング調査に基づく。

90%を占めている。販売開始当初は、同卸売市場への出荷が100%であったが、同一市内の地元スーパーへの直売や個人販売、さらには病院の職員食堂への直売などが10%程度を占めるようになってきている。

K 中央卸売市場には、植物工場立ち上げ時からサポート協力を得ているが、同卸売市場への販売依存度が高い最も大きな理由は、中央卸売市場における「受託拒否の禁止」「全量上場」「即日販売」といった取引原則にある。つまり、中央卸売市場に出荷すれば、必ず出荷量全量売り切ってくれるからであり、植物工場産野菜に対する認知度が低く、技術的に生産が不安定な運営初期の状況下においては、生産の変動に伴う販売上のリスクを抱える必要が無いからである。農業生産への新規参入者である K 社にとって、生産物である野菜の販売先を見つけることは困難であり、中央卸売市場への出荷は、確実な販売先の確保と同義である。さらに、K 中央卸売市場への輸送手段として、同市場が運行する集荷の定期便の冷蔵トラックが利用可能なことから、輸送コストの削減につながる点も K 中央卸売市場への出荷の理由となっている。

ここで、収支状況に着目すると、上述したように、現状でも黒字を達成しておらず、K 社ではより高価格で販売が可能な大手スーパーやホテルへの直販といった市場外流通の拡大を望んでおり、最終的には市外流通の割合を100%とすることを目標としている。しかし、大手スーパーやホテルとの取引では、特売や宴会といった急な需要への対応が必須であるが、K 社の現在の生産規模ではそのような急な需要への対応が困難であり、リスク回避の点から中央卸売市場への出荷に依存せざるを得ない状況にあると言える。

第2項 卸売市場における販売動向

K 社の主たる販売先である K 中央卸売市場は、県庁所在地市に位置しており、当該市および九州における生鮮食料品流通の中核的拠点市場としての役割を果たしている。

図 5-1 に、同市場における 2012 年 1 月～2017 年 12 月の期間の K 社植物工場産野菜であるリーフレタスおよびフリルアイス等^{註 7)}の売上数量の推移を示す。また、同市場において K 社の植物工場産野菜と競合すると考えられるサニーレタスおよびグリーンリーフの売上数量の推移をそれぞれ図 5-2、図 5-3 に示す。K 社のリーフレタスとフリルアイスの売上数量は、2012 年以降 2016 年夏期まで、ともに増加傾向にあり、特に、フリルアイス等の方が相対的に大きく増加していたが、2016 年夏期をピークに減少に転じていることが分かる。また、夏期に売上数量の減少が見られるものの、その減少はフリルアイス等の方が大きくなっている。一方、サニーレタスおよびグリーンリーフの売上数量の推移を見ると、両者とも夏期には県内産^{註 8)}の入荷が無く、また両者の

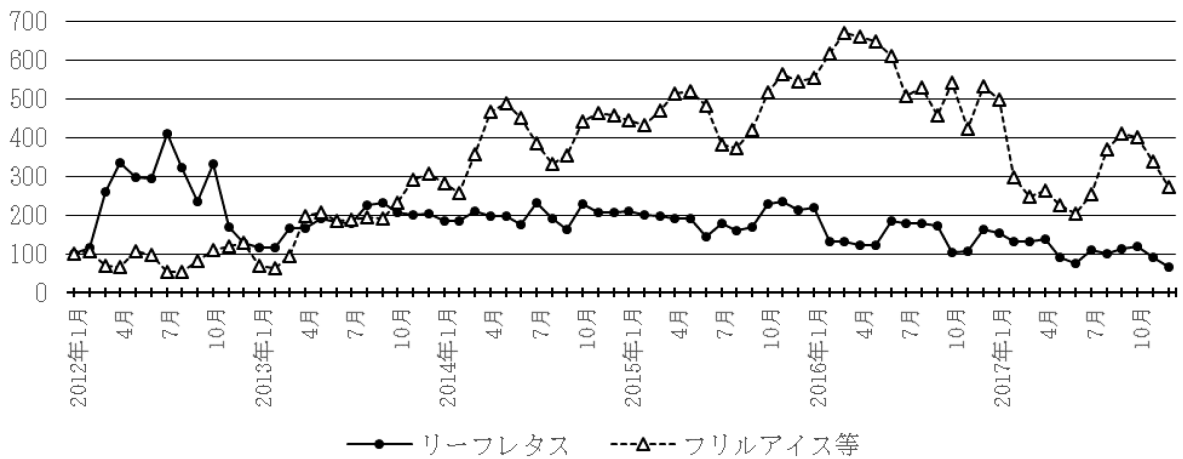


図 5-1 K 社植物工場産野菜の売上数量の推移

出所) 卸売会社資料

注) 2012 年 1 月の数値を 100 として指数化。

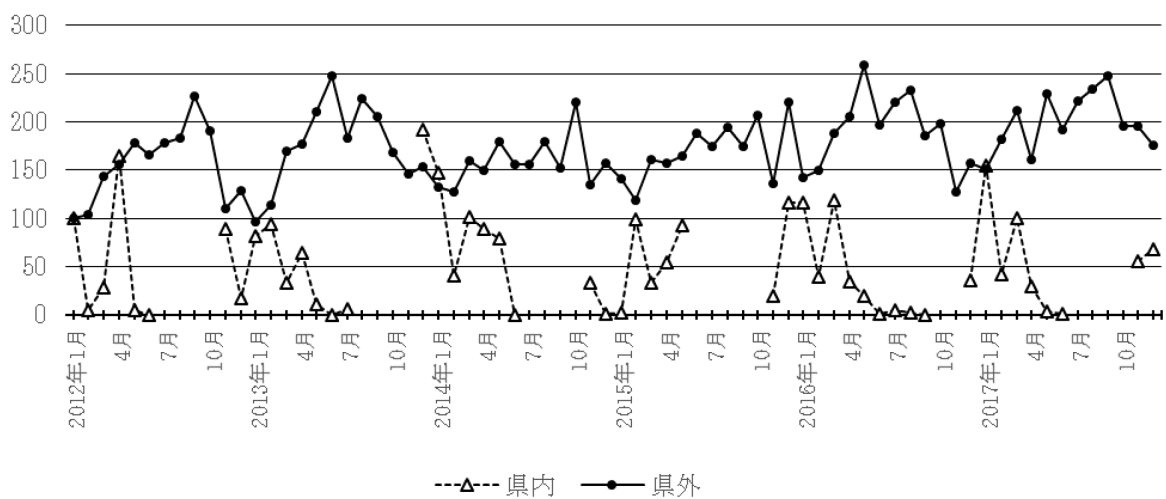


図 5-2 卸売市場におけるサニーレタスの売上数量の推移

出所) 卸売会社資料

注) 2012 年 1 月の数値を 100 として指数化。

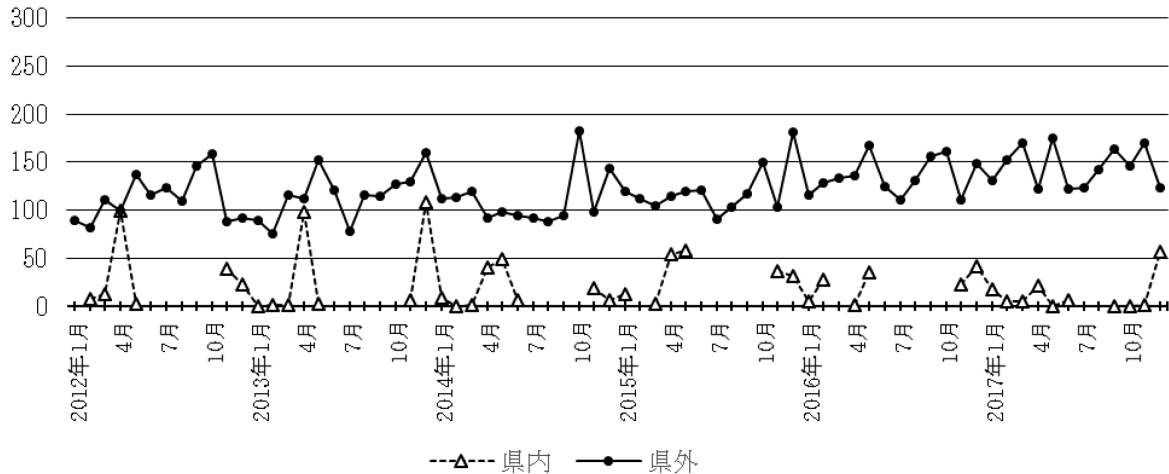


図 5-3 卸売市場におけるグリーンリーの売上数量の推移

出所) 卸売会社資料

注) 2012年4月の数値を100として指数化。

県外産に対する県内産の割合は、年間で1~3%であることから、K中央卸売市場のリーフレタス類の供給は、県外産に依存していると言える。そこで県外産のサニーレタス、グリーンリーの売上数量の推移と、K社の植物工場産野菜の売上数量の推移とを比較すると、2012年、2013年といった工場稼働初期の頃は、K社の栽培技術が安定しなかったために、K社の方が年間の売上数量の変動が大きかった。その後の栽培技術の向上によって、年間を通して安定的な出荷が実現するようになり、K社の売上数量の変動が県外産よりも小さくなった。各年ごとに変動係数を算出すると、県外産のサニーレタス、グリーンリーフが、2013年0.241、0.214、2014年0.154、0.240、2015年0.169、0.192であるのに対して、K社のリーフレタスは、2013年0.195、2014年0.097、2015年0.135と下回り、2016年以降は上回る結果となった。同様に、K社のフリルアイス等の変動も県外産のサニーレタス、グリーンリーフよりも小さいが、上述したように、特に、K社のリーフレタスは季節間の変動が小さいことが分かる。

次に、K社のリーフレタス、フリルアイス等、県内産および県外産のサニーレタスの単価の推移を図5-4に示す。県内産と県外産のサニーレタスの価格水準を比較すると、大きな差は見られないものの、これらの価格水準と、K社のリーフレタス、フリルアイス等の価格水準とを比較すると、前者が1/3~1/2の低い水準となっている。また、K社の植物工場産野菜の単価の推移が、県内産の入荷が無い夏期に高価格、冬期に低価格という傾向を示していることから、需要が集中する夏期に価格が上昇し、需要が減退する冬期に価格が低下するというK中央卸売市場における

需給動向が反映されている結果であると言える。また、年間の最低価格と最高価格の価格差は、K社の植物工場産野菜の方が大きいものの、月別の単価の変動は、K社の植物工場産野菜の方が小さくなっている。つまり、K社の植物工場産野菜の単価は、市場全体の需給動向の影響を受けているものの、その影響が小さいことを示唆している。特に、K社の植物工場産野菜の単価が高位に推移しているのは、K社の植物工場産野菜に対する需要が高まってきていることが反映されていると考えられ、単価が低迷する冬期でも需要が確保されていることによって、年間の価格変動も小さくなっていると考えられる。この点については、卸売会社の担当者へのヒアリング調査において、K社の植物工場産野菜に対する認知度が年々向上していることや、棚持ちが良い、外葉も含めて全て使えるから歩留が良い、といった品質面の評価が高まっていることが確認された。そのため、K社の植物工場産野菜を補完的ではなく、メインに購入する飲食店やホテル、スーパーが現れてきており、高価格であっても年間を通じて購入する実需者の存在によって、季節間の価格変動が小さく、年間を通して、相対的に高価格で推移するようになったと考えられる。実際に筆者は、現地のローカルスーパーにおいて、K社の植物工場産野菜が高価格で販売されているのを確認している。

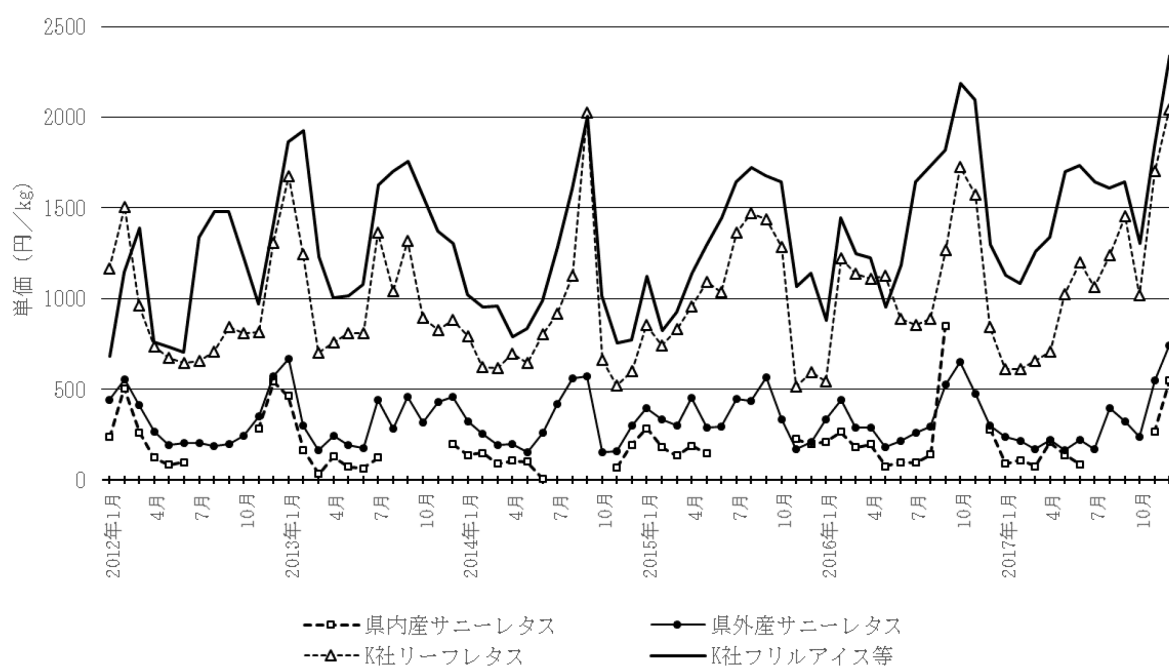


図 5-4 K 社植物工場産野菜および卸売市場のサニーレタスの単価の推移

出所) 卸売会社資料

以上のように、植物工場産野菜にとって、卸売市場への出荷は、需要の確保に加えて、その認知度や品質評価の向上を実現したと言えるが、その背景には卸売会社の主体的な対応があったことも無視できない。K 中央卸売市場において、K 社の植物工場産野菜を取り扱い始めた当初、購入可能性のある実需者に対して、卸売会社が売り込みを行ったことが認知度の向上につながったと言える。また、需要が減退して商品が過剰になる冬期に、買い手を探して売り込む一方で、需要が高まるにも関わらず、県内産が入荷しない夏期には、不足しがちな商品を必要とする実需者へ広く行き渡るように分配して販売するなどの卸売会社の販売努力に拠るところが大きいと考えられる。さらに、K 社の植物工場産野菜は全量が相対取引であり、卸売会社が主導的に価格形成を行っていることも、年間を通して高水準の価格形成が実現している要因の一つである。これらは、植物工場事業者の努力だけでは実現が困難であり、卸売市場における卸売会社だからこそ実現し得たと言える。

第 4 節 本章のまとめ

植物工場は、1 年を通して定品質な野菜を定量的かつ定価格で販売可能という供給の特質を有している。この特質は、植物工場産野菜の販売上の利点と考えられる一方で、販売先の確保の困難性を生じさせる要因ともなっていると考えられ、需給状況を反映した価格形成が行われる卸売市場では、植物工場産野菜の取引はなじまないとされていた。しかし、本章では、卸売会社の販売努力によって、卸売市場が植物工場産野菜の需要の確保や認知度・品質評価の向上に寄与するという役割を果たし、その結果、市場全体の需給動向の影響を受けるものの、高水準の価格形成を実現していることが明らかにされた。

このことは、卸売市場は植物工場にとって需給調整のバッファとなる融通の利く取引先であるというこれまでの位置付けだけではなく、植物工場産野菜の流通において、重要な販売先の一つになり得ることを示している。さらに、卸売市場の役割をより高めるためには、年間を通して十分な買い手を確保し、季節間変動が少ない固定的な取引に近づけることが重要な課題となる。しかし、卸売市場との取引では、季節間変動の縮小や価格の高水準の維持には限界があり、卸売市場との取引だけで植物工場の収益性を高位に安定させることは困難であると考えられる。この点を踏まえるならば、高価格水準での固定的な直接取引について、植物工場自身も一定以上の割合を確保するための販売努力をすることが求められる。

- 注 1) 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。
- 注 2) 工場稼働率＝実生産量/最大生産可能量。
- 注 3) 重量歩留率＝実生産量/生産計画量。
- 注 4) 市場名称を明らかにすると、本中央卸売市場と取引のある調査対象事業者も特定されることから、本論文では市場名称を伏せることとする。
- 注 5) 2015 年 8 月～9 月に全国の植物工場 197 事業者を対象に実施したアンケート調査。有効回答数 30（有効回答率 14.7%）。
- 注 6) ここで固定的取引とは、契約期間中に、事前に取り決められた同じ価格で、毎日、あるいは週単位、月単位で、定量の出荷・納品を行う取引形態のことである。
- 注 7) 卸売会社から得たデータでは、フリルアイスと紅法師が同じカテゴリーで集計されており、両者を区分することができない。しかし、同社の担当者からのヒアリングにより、紅法師の割合は 5%以下であることから、売上数量および単価の推移は、ほとんどフリルアイスの売上数量および単価の推移とみなせる。
- 注 8) ここで県内産とは、K 社植物工場産野菜を除いたものである。

終章 植物工場産野菜の流通のあり方

第1節 本論文の要約

植物工場とは、「季節や天候に左右されずに、施設（工場）内で植物を大量生産（栽培）するシステム」であり、その生産の特質から、農業（食糧）問題や環境問題の解決に貢献できることが期待され、日本において、これまで急速に全国的に展開すると同時に、大規模化も進んでいる。しかし、近年、植物工場の普及の伸びは鈍化傾向にあり、また、未だにその収益性は低い状況にある。植物工場の社会的意義やビジネス展開の可能性から、植物工場のより一層の展開が期待されているが、そのためには、現在植物工場が抱える課題とその要因を明らかにすることが求められている。

本論文では、植物工場の解決すべき主な課題のうち、安定的な販売先の確保などの販売に関わる課題に焦点を当て、植物工場産野菜の特性に起因する流通・販売上の課題を明確にした上で、植物工場運営の実態・課題の把握、植物工場産野菜に対する消費者評価を明らかにするとともに、植物工場産野菜の卸売市場流通の可能性を明らかにすることを通じて、植物工場産野菜の特性を踏まえた流通のあり方を考察した。

第1章では、植物工場生産の特質および植物工場産野菜の特性を整理するとともに、通常の野菜との比較によって、植物工場産野菜の特性に起因する流通上の課題を明確にした。植物工場生産された野菜は、その生産の特質から、通常の野菜と異なって、気象条件の制約を受けにくい、あるいは全く受けないために、(1)定量的な安定生産が可能である、(2)季節性がなく周年栽培（出荷）が可能である、(3)定品質（生産物間のばらつきが極めて小さい）の生産物が可能である、(4)生産における歩留まりが大きい、(5)栽培期間が相対的に短い、(6)計画生産・出荷が可能である、ということに加えて、(7)無農薬栽培が可能で、虫や異物の混入を防ぐことが可能なことから、高い安全性を確保することが可能、という特性を有しているが、その流通の基礎条件を見ると、工業製品と同等の条件を有する一方で、消費・需要事情（(1)需要の価格弾力性・(2)複数用途の有無・(3)同一用途での需要の多様性・(4)購買頻度・(5)需要誘導の可能性）については、通常の野菜と同等の条件を有している。すなわち、植物工場産野菜は、需要面では通常の野菜と同じ経済的特性を有する一方で、供給面では工業製品的な経済的特性に加えて、通常の野菜と同じ特性も有していると言える。

これらの植物工場産野菜が有する特性のうち、工業製品の特性に近い、(1)定量的な安定生産が

可能である、(2)季節性がなく周年栽培（出荷）が可能である、(3)定品質（生産物間のばらつきが極めて小さい）の生産物が可能である、(6)計画生産・出荷が可能である、という特性によって、通常の野菜の主要な流通である卸売市場流通では、植物工場産野菜が適正に評価されない可能性があると考えられる。さらに、年間を通して同じ品質を維持できる点は利点であるが、一方で、そのための販売先の確保をしなければならないという課題ともなる。すなわち、確実な販売先の確保、需要の創造は、植物工場にとって喫緊の課題であり、植物工場産野菜の流通・マーケティングに焦点を当てた研究に、これからの植物工場の展開にとって、重要な意義があることを指摘した。

第2章では、全国の植物工場事業者を対象としたアンケート調査結果に基づいて、植物工場運営における流通・販売の実態を把握した。まず、近年の植物工場の大規模化が、売上の増大と収益性の改善に寄与している一方で、植物工場全体では、その収益性が低いという実態を明らかにした。また、工場稼働率や重量歩留率が必ずしも高くないことから、植物工場における施設運営が設計・計画通りに行われておらず、より一層の栽培技術向上の必要性を示した。さらに、販売歩留率が低いことを明らかにし、植物工場における栽培技術の向上に加えて、流通・販売も植物工場にとって重要な課題であることを明確した。

植物工場産野菜の販売先に着目すると、加工業務用商品の販売割合が低い一方で、ローカルスーパー、飲食店との直接取引が相対的に多い実態が見られた。さらに、取引実態を見ると、約半数の植物工場が、特定の取引先との取引に依存しており、契約期間内において定価格、定量で取引を行う固定的取引の割合が8割を超えるという実態が明らかとなった。このような取引実態は、植物工場産野菜の供給面が工業製品的特性を有していることに起因すると考えられる。しかし、植物工場産野菜の需要面は通常の野菜と同じ特性を有することから、供給過剰や供給不足といった需給ギャップを生じやすく、そのことが収益性の低下をもたらしていると考えられる。このことから、植物工場にとって、流通・販売における需給調整が非常に重要な課題であることに加えて、植物工場に対する消費者の認識・評価を把握することの重要性を示唆した。

第3章では、第1章、第2章で明らかにされた植物工場産野菜の流通・販売上の課題に対応して、植物工場産野菜に対する消費者の購入や認知の実態を通じて、植物工場産野菜に対する消費者の評価を明らかにした。まず、京浜地域と京阪神地域という大消費地に在住の消費者を対象としたインターネットによるアンケート調査結果より、消費者の植物工場産野菜の購入経験割合が低い要因として、スーパーなどの小売店に植物工場産野菜が普及していないことに加えて、消費者の植物工場産野菜の特長に対する理解度の低さがあることを明らかにした。

次に、コンジョイント分析の結果から、品質が高くなれば評価も高まるが、植物工場産野菜の特長のうち、「日持ち」に対する評価が相対的に低く、「食味（苦味の程度）」は栽培方法に次いで重要な要素となっていることが明らかとなった。また、「安全・安心」を重視する消費者は植物工場産野菜を評価することに加えて、「無農薬であること」や「生菌数が極めて少ないこと」の知識が消費者の評価を引き上げることが明らかになった。これらの結果から、植物工場産野菜の「安全・安心」に関わる特長を消費者に正しく認識・理解させることによって植物工場産野菜の評価を高める可能性が示唆された。特に、植物工場の栽培方法が「安全・安心」と密接に関係していることを理解させることが、今後の植物工場産野菜のマーケティング上の重要な課題であることが示された。

第4章では、消費者の野菜の購買行動に焦点を当て、植物工場産野菜の特性の一つである「定品質」に着目し、野菜の規格の一要素である外観に対する消費者の詳細な評価を明らかにした。具体的には、トマトおよびレタスの複数の外観条件について、程度の差が異なるイラストを用いた消費者アンケート調査を行った。消費者は、外観の悪い野菜について、「味が悪い」、「安全性に問題がある」、「長持ちしない」、「調理に手間がかかる」、「どのように流通しているか分からない」、「品質の割に高価格である」の6項目のうち、「長持ちしない」に対する評価が低く、野菜の外観の悪さは、味や安全性ではなく、保存性に影響していると認識していることが明らかになった。また、消費者の野菜の外観の程度に対する許容度は、トマトとレタスでは異なっており、レタスの方が外観条件の程度に対する許容度が相対的に低く、同一の品目であっても外観条件によって許容度が異なることが明らかになった。さらに、価格の引き下げは外観の悪い野菜に対する許容度を向上させる効果を有するが、許容度の低い品目や外観条件に対しては、その効果が小さいことも明らかとなった。

一方、順序プロビット分析の結果から、外観の悪い野菜に対する許容度に影響を及ぼす要因として、価格効果と年齢が明らかになった。しかし、価格と年齢以外にも、消費者の購買行動における意識、外観の悪い野菜に対する認識、さらには、農作業体験の有無も影響を及ぼしていることが明らかになった。つまり、消費者の野菜購買時における意識・行動を変えることができれば、外観の悪い野菜に対する消費者の許容度を高めることができることを明らかにした。

現在、日本における多くの植物工場では、レタス類が生産されている。植物工場産のレタス類は、植物工場生産の特質から、1年を通して、従来の露地栽培やハウス栽培と比較して、外観条件の程度が良いものの出荷が容易である。本章の結果に見られるように、レタスの外観条件の程度に対する消費者の許容度が低いことを踏まえるならば、植物工場産のレタス類が定品質である

ことは大きな利点となり得ることを意味している。ゆえに、植物工場にとって、外観条件の程度に対する許容度が低い野菜を生産すると同時に、生産における特長を正しく消費者に認識・理解させることが重要であることが示された。

第5章では、植物工場産野菜流通における卸売市場流通の可能性について実証した。植物工場産野菜は、通常の野菜の特性に加えて、工業製品の特性を有することから、その流通は、これまで通常の野菜の主要流通であった卸売市場流通にはなじまないと考えられてきた。そこで、九州で運営している植物工場K社および同社の主たる取引先であるK中央卸売市場を取り上げ、K中央卸売市場におけるK社の野菜の取引データの分析を基に、卸売市場が植物工場に対して果たし得る役割とその限界について明らかにした。

K社の植物工場産野菜の卸売市場における単価の推移は、市場全体の需給動向の影響を受けているものの、その影響が小さいことが明らかとなった。また、K社の植物工場産野菜に対する認知度が年々向上していることや、棚持ちが良い、外葉も含めて全て使えるから歩留が良いといった品質面の評価が高まっていることによって、K社の植物工場産野菜の単価が高位に推移していることが明らかとなった。

この背景には、卸売会社の主体的な対応があった。卸売会社の担当者による実需者への売り込みが認知度の向上につながったと言えるし、また、商品が過剰になる時期に、買い手を探して売り込む一方で、不足になる時期には、商品を必要とする実需者へ広く行き渡るように分配して販売するなどの卸売会社の販売努力に拠るところが大きいと考えられる。さらに、K社の植物工場産野菜は全量が相対取引であり、卸売会社が主導的に価格形成を行っていることも、年間を通して高水準の価格形成が実現している要因の一つである。このように、卸売市場は、植物工場産野菜の需要の確保や認知度・品質評価の向上に寄与するという役割を果たしており、その結果、植物工場産野菜は、卸売市場における需給状況の影響を受けるものの、高水準の価格形成を実現していることが明らかにされた。このことは、卸売市場が植物工場産野菜にとって需給調整のバッファという位置付けだけではなく、重要な販売先の一つとなり得ることを示唆した。

第2節 植物工場産野菜の流通のあり方

植物工場産野菜の流通を考える場合、植物工場産野菜の特性（(1)定量的な安定生産が可能である、(2)季節性がなく周年栽培（出荷）が可能である、(3)定品質（生産物間のばらつきが極めて小さい）の生産物が可能である、(4)生産における歩留まりが大きい、(5)栽培期間が相対的に短い、

(6)計画生産・出荷が可能である，ということに加えて，(7)無農薬栽培が可能で，虫や異物の混入を防ぐことが可能なことから，高い安全性を確保することが可能)を考慮しなければならない。しかし，野菜としての需要特性を有することから，(1)定量生産が可能であるが，毎日，定量出荷をしなければならない，(2)計画生産が可能であるが，通常，受注量の確定時期は納品期日の1週間前～前日の場合が多く，そのため播種時期と受注確定時期のズレへの対応が必要となる，(3)定品質生産が可能であることは，販売先のターゲットが限定されることと同義であり，消費者の性別，年齢，地域性を絞り込むセグメンテーションが必要かつ重要である，(4)野菜全般は，ブランド化が困難性であり，そのためブランド化を通じた高付加価値化が困難である，(5)植物工場にはリスクが存在するため，そのリスクを把握することと，その対策を講じる必要がある，といった課題を抱えている。これらの課題は言い換えると，(1)(2)はどのように出荷調整するかという課題，(3)は多様な消費者ニーズへどのように対応するかという課題，(4)は植物工場の認知度やイメージをどのように向上させるかという課題，最後の(5)は過剰生産（十分な販売先が確保できない）および欠品（植物の生育不足や病害の発生）にどのように対応するかという課題を意味する。このうち，(1)，(2)，(3)，(5)の課題は，どのような流通チャネルを確保するかという課題に集約することができる。

本論文でも明らかにしたように，植物工場生産の特質である定量出荷，定品質，周年栽培・出荷，計画生産・出荷が可能なる点に加えて，収益性の確保の点からは，植物工場が確保すべき流通は，固定的取引による市場外流通と考えられる。植物工場における固定的取引は，従来の契約栽培取引と似ている。食品加工業における原材料や量販店における差別化商品の取引において契約栽培取引が行われる理由は，安定的ではない生産の下での安定的調達のためである。一方，植物工場産野菜の場合，その生産特性として定量生産・供給は可能であるが，需要が変動することから，定価格や定量で取引を行う固定的取引によって収益性を安定させるためである。しかし，植物工場産野菜には，取引先からの突発的な注文が入る場合や逆に突然のキャンセルによって，過剰生産および欠品というリスクが生じる場合がある。これら不測の事態が発生した場合に，その状況に合わせて，納品量の融通が利く販売チャネル，すなわち，バッファの役割（出荷調整の役割）を担う販売チャネルが必要となる。そのような販売チャネルを確保することによって，植物工場は損失を最小限に抑えることができることから，収益性の安定化の点から必要不可欠な販売チャネルと言える。このようなバッファ的取引先として，最も適しているのが卸売市場であると考えられる。しかし，卸売市場は，需給動向を反映する，つまり，需要と供給の量と質の変化に応じて価格が変化することによって，需給の量的・質的調整を行う機能を有しており，それは量

的・質的そして価格の安定性を欠く取引であるために、量的・質的そして価格的に固定的な取引が可能な植物工場産野菜にとっては、最適な流通（取引）とは言い難い。

卸売市場は、需給調整機能以外に物流機能、販売先開拓や販売促進といった販売代理店機能、代金回収機能といった販売に関わる様々な機能を植物工場に代わって担うことが可能である。また、今日、消費者ニーズの変化や流通環境の変化などの卸売市場を取り巻く環境の変化は、卸売市場流通の低迷と卸売市場における取引の変化をもたらした。特に、これまで「せり・入札原則の廃止（愛値取引の承認）」「委託集荷原則の廃止」といった規制緩和が進んできたが、さらに平成30年の卸売市場法改正では「第三者販売の原則禁止」「直荷引きの原則禁止」「商物一致の原則」等の取引ルールも自由化された。一方で、「売買取引の原則」「差別的取扱いの禁止」「受託拒否の禁止」「決済の確保」といった取引ルールは維持されたことから、卸売市場が安定的でかつ固定的な取引が可能な流通となり得ると考えられる。この可能性については、第5章において言及した。ゆえに、植物工場産野菜の流通を考える場合、卸売市場の機能をもっと活用すべきであり、その意味で、主たる流通チャンネルとして位置付けることができると考える。

植物工場産野菜は、近年ようやくスーパー等で見かけるようになってきて、徐々にリピーターも現れ始めている。その背景には、(1)いつも同じ品質で同じ価格で販売されているから、(2)安全・安心だから（洗わないで良いから、異物・虫が混入していないから）、(3)食べ切れるから、(4)日持ちが良いから、(5)味が良いから（苦くない、甘い等）、(6)地元産だから、ということがあげられている。これは植物工場産野菜の特長が適正に評価されているからであると言える。しかし、スーパー等での普及率は未だに低く、消費者はもちろんのこと、取引先や流通業者の間でもまだまだ認知度が低いことが課題である。本論文でも指摘したように、植物工場産野菜の普及のためには、植物工場産野菜の特長を消費者に正しく認識・理解させることが必要不可欠であり、それが植物工場産野菜のマーケティングにおける重要課題となる。

植物工場産野菜のブランディングには、植物工場産野菜と通常の野菜は、何が異なるのかを分かりやすく説明する必要がある。「土を使わない」「太陽に当たらない」という環境制御下での生産は、効率性よりも「不健康」「怪しい生産」といったマイナスのイメージをもたらす。ゆえに、植物工場における生産について、消費者だけではなく、取引先や流通業者に対して、もっと分かりやすく、そして丁寧な説明を続け、植物工場に対する正しい理解をしてもらう必要がある。さらに、「工場生産」をイメージさせない新たなネーミングも検討すべきであろう。現状では、植物工場産野菜は、通常の野菜の代替品としてしか捉えられておらず、そのため通常の野菜と同等に扱われるので、価格の高さだけが強調されてしまっていると考えられる。そこで、「有機野菜」に

対するイメージと同じように、植物工場産野菜のイメージを確立することが望まれる。そのようなイメージが確立されれば、「植物工場産野菜」という新たな野菜カテゴリーを創造することになり、それが需要の創造につながると考えられる。

最後に、植物工場産野菜の流通上の残された課題をあげるならば、「多様なニーズへの対応」と「効率的なロジスティックの確保」である。前者は、植物工場産野菜の多品目の供給や多様なロットへの対応を意味している。しかし、そのためには植物工場の規模を拡大するとともに、多品目生産をしなければならず、高コスト・高リスクを負担することが求められる。後者については、植物工場産野菜のコスト削減には必須の課題である。輸送手段を自社で保有すれば、自社にとって都合の良い輸送が実現するものの、効率性は悪いと考えられる。一方、外部の運送業者に委託すれば、コスト増につながってしまう。そこで、これらの課題の解決策として、植物工場間の連携が考えられよう。複数の植物工場が連携して共同出荷できれば、多品目出荷や多様なロットへの対応が可能になるだけでなく、個々の植物工場が抱える生産過剰や不足に対するリスクの軽減につながると考えられる。また、都市部における共同での販売拠点の運営や共同配送を行うことで、低コストでの効率的なロジスティックの確保が可能になると考えられる。ただし、同時に、「安全・安心」の基準を始めとする規格を統一する必要がある、そのためには植物工場事業者間の話し合いが重要な課題となろう。

参考文献

- 合崎英男 (2005) 「選択実験による生態系保全米の商品価値の評価」『農業情報研究』14(2) : 85-96.
- 赤木静 (1998) 「野菜工場の現状と展望」『農林水産技術研究ジャーナル』 21(10) : 50-59.
- 安保重一・福田弘和・和田光生監修 (2015) 『植物工場の生産性向上, コスト削減技術とビジネス構築』シーエムシー出版.
- 池田英男 (2010) 『植物工場ビジネス 低コスト型なら個人でもできる』日本経済新聞出版社.
- 伊地知宏 (2018) 「植物工場ビジネス」野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社『NAPA リサーチレポート 2018—日本農業の成長産業化に向けたブレークスルー—』 : 58-80.
- 伊藤雅之 (2014) 「野菜購入におけるインターネットの利用意識からみた消費者の類型化」『農業経営研究』 52(3) : 53-58. https://doi.org/10.11300/fmsj.52.3_53
- 伊能利郎 (2012) 「ハイブリッドエコエネルギーシステムの植物工場への適用について」『エネルギー・資源』 33(4) : 192-195.
- 井上健雄 (2012) 「植物工場産野菜の第三者評価」『エネルギー・資源』 33(4) : 201-205.
- 浦出俊和・田村剛・宇佐美好文 (2006) 「農家レストラン来訪者の地域農業への支援に対する意向に関する考察—奈良県桜井市笠地区「荒神の里・笠そば」を事例として」『農林業問題研究』 42(1) : 105-108.
- 大石太郎 (2014) 「「恥」の意識と「罪」の意識が食品の環境ラベルに関する消費者行動に与える影響—順序プロビットモデルに基づく要因分析」『消費者教育』 34 : 213-224.
- 大石太郎・有路昌彦・高原淳志・北山雅也・本多純哉・荒井祥 (2011) 「食品添加物に関する購買行動の規定要因—順序プロビットモデルによる分析」『消費者教育』 31 : 87-96.
- 大浦裕二 (2007) 『現代の青果物購買行動と産地マーケティング』農林統計協会.
- 岡崎聖一 (2018) 「これからの植物工場の有り方—事業規模によって異なる植物工場事業戦略」『農業電化』 71(4) : 6-10.
- 折笠俊輔 (2017) 「野菜流通の変革と課題」『流通情報』 527 : 6-13.
- 柏木純香 (2019) 「植物工場における野菜生産の意義とその多様性—関東地方の人工光型植物工場を事例に—」『経済地理学年報』 65 : 177-191.
- 桂瑛一 (1981) 「野菜の商品特性と販売促進」『農林業問題研究』 17(1) : 8-14.
- 桂瑛一 (1998) 「青果物流通機構の特質と流通革新の方向」堀田忠夫編著『国際競争下の農業・農村革新—経営・流通・環境—』農林統計協会 : 83-94.

- 桂瑛一（2014）「生産と消費を相性よく結ぶ流通の役割」桂瑛一編著『青果物のマーケティング－農協と卸売業のための理論と戦略』昭和堂：16-38.
- 岸紘平（2018）「人工光型植物工場の実態調査と動向」『施設と園芸』181：39-42.
- 栗山浩一（2000）「SPによる交通需要評価とその統計的効率性」『運輸政策研究』3(2)：2-8.
- 桑原正信監修・藤谷築次編（1969）『講座現代野菜流通論〈第1巻〉野菜流通の基本問題』家の光協会.
- 鴻巣正（2004）「青果物取引の相対化と価格形成の課題－卸売市場流通の諸原則を考える」『農林金融』57(9)：536-547.
- 古在豊樹（2012）「太陽光型植物工場」『エネルギー・資源』33(4)：183-186.
- 古在豊樹監修（2014）『図解でよくわかる 植物工場のきほん』誠文堂新光社.
- 古在豊樹（2017）「植物工場：その現況、背景、特徴、課題および可能性」『ARDEC：world agriculture now』57：10-14.
- 古在豊樹（2018）「人工光植物工場－現況、背景、特徴および照明・自動化などの課題」『オーム』105(4)：39-42.
- 酒井淳子・伊藤保（2015）「人工光型植物工場の実態調査」『施設と園芸』168：34-37.
- 嶋村茂治（2011）「植物工場のマーケティング戦略と実際」『計測と制御』50(12)：1072-1075.
- 植物工場普及振興会（2004）「完全制御型植物工場一覧・太陽光併用型植物工場一覧」
<http://tagf.info/now/map.htm>（2016年3月8日参照）.
- 鈴木廣志（2018）「LED植物工場の進化と経済性の確立」『化学経済』65(2)：54-59.
- 高倉直（2013）「垂直農場（Vertical Farming）という幻影と立体型植物栽培」『農業および園芸』88(12)：1173-1176.
- 高辻正基（1989）「植物工場の意義と課題」『植物工場』1(1)：9-19.
<https://doi.org/10.2525/jshita1989.1.9>.
- 高辻正基（2014）『図解で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－経営戦略・設備管理・栽培技術・高付加価値化・マーケティング』情報機構.
- 高柳長直（2014）「環境にやさしい農業と「自然」な食品」『経済地理学年報』60：287-300.
- 竹歳一紀（2012）「植物工場の経済学－農業・環境・地域の視点から－」『エネルギー・資源』33(4)：196-200.
- 武馬寛（2011）「不揃いの野菜たち～神話「曲がったキュウリは売れない」の崩壊～」『機械化農業』

3122 : 34-42.

土屋和 (2016) 「植物工場をめぐる現状と課題」『野菜情報』 149 : 34-44.

土屋和 (2017) 「植物工場の最新動向と今後の展望」『農耕と園芸』 72(5) : 14-19.

徳田博美 (2012) 「野菜作経営を対象とした研究成果と課題」 日本農業経営学会編津谷好人責任編集『農業経営研究の軌跡と展望』 農林統計出版 : 339-345.

中川祥治・橋本正光・井川幸一・清水幸一(2016) 「有機栽培ジャガイモにおけるサイズ流通規格外および無選別品の品質と消費者の購入意識に関する検討事例」『農業および園芸』 91(7) : 695-705.

中安章 (1996) 『消費構造の変化と青果物流通』 農林統計協会.

西浦芳史 (2012) 「完全人工光型植物工場について」『エネルギー・資源』 33(4) : 187-191.

西村武司・松下京平・藤栄剛 (2012) 「生物多様性に配慮した水田農業の経済的成立条件 : 滋賀県農業集落の事例分析」『農村計画学会誌』 31(3) : 514-520.

日本施設園芸協会編 (1986) 『植物工場のすべて』 富民協会.

日本施設園芸協会 (2014) 「平成 25 年度次世代型通年安定供給モデル構築支援・環境整備事業報告書」 http://www.jgha.com/files/houkokusho/25/25_jittaichousa.pdf (2015 年 12 月 17 日参照).

日本施設園芸協会 (2015) 「平成 26 年度 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 17 日参照).

日本施設園芸協会 (2016) 「平成 27 年度 次世代施設園芸導入加速化支援事業 (全国推進事業) 事業報告書別冊 2 大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例集」 <http://www.jgha.com/jisedai/h27/r2/h27r25.pdf> (2017 年 8 月 29 日参照).

日本施設園芸協会 (2017) 「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) 事業報告書 (別冊 2)」 <http://www.jgha.com/jisedai/h28/report/28bessatsu2.pdf>. (2018 年 10 月 5 日参照)

日本施設園芸協会 (2018) 「平成 29 年度 次世代施設園芸地域展開促進事業 (全国推進事業) 事業報告書 (別冊 1)」 <http://www.jgha.com/jisedai/h29/report/29bessatsu1.pdf>. (2018 年 10 月 5 日参照)

日本政策金融公庫農林水産事業本部(2010)「規格外の野菜・果物に関する消費者意識調査結果」『ニュースリリース平成 22 年 3 月 2 日』.

日本農業経営学会編津谷好人責任編集（2012）『農業経営研究の軌跡と展望』農林統計出版。
農林水産省（2019）「平成30年度 卸売市場データ集」

<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/sijyo/info/>（2019年9月1日参照）。

農林水産省・経済産業省（2009a）「農商工連携研究会植物工場ワーキンググループ報告書」

https://www.meti.go.jp/policy/local_economy/nipponsaikoh/090424-01.pdf

（2015年12月17日参照）

農林水産省・経済産業省（2009b）「植物工場の事例集」

http://www.meti.go.jp/policy/local_economy/nipponsaikoh/syokubutsukojo_jireisyu.pdf

（2015年12月17日参照）。

橋本直史(2006)「野菜の規格化の変遷とその意味に関する一考察」『農経論叢』62：117-127。

<http://hdl.handle.net/2115/8353>。

原温久・北田紀久雄（2014）「消費者の植物工場産野菜の認知と購入意識」『農村研究』118：41-51。

林絵里（2017）「米国をはじめとした世界の植物工場市場の動向と日本発植物工場イノベーションに向けて」『農耕と園芸』72(5)：34-38。

林絵里（2018a）「アジア、欧米における植物工場の動向」『施設と園芸』181：43-47。

林絵里（2018b）「海外における植物工場の動向（その1）－アジア・欧州編－」『農業電化』71(5)：8-12。

林絵里（2018c）「海外における植物工場の動向（その2）－米国編－」『農業電化』71(7)：6-10。

林山泰久・田邊 慎太郎（2002）「コンジョイント分析による冬期道路サービス水準の経済的評価：直交主効果デザインによるプロファイルデザインの有効性の検討」『土木計画学研究・論文集』19：47-54。

藤谷築次（1993）「農業経営と野菜マーケティング」長憲次編『農業経営研究の課題と方向』日本経済評論社：345-364。

日本経済評論社藤本真狩（2015）「日本における植物工場の現状と今後の展望」『精密工学会誌』81(9)：811-814。

藤井吉隆・中山孝彦（2006）「認証野菜と消費者の購買行動」『農林業問題研究』42(1)：156-160。

<https://doi.org/10.7310/arfe1965.42.156>

藤森陽（2016）「植物工場とその課題：地域経済学の視点から」『資本と地域』11：22-33。

<http://hdl.handle.net/2433/21>

フィリップ・コトラー著・村田昭治監修・小坂恕・疋田聰・三村優美子訳（1983）『マーケティング

- ング・マネージメント』, プレジデント社
- 星野康人 (2001) 「野菜の品質評価による有利販売方法—エダマメを事例として—」『新潟県農業総合研究所研究報告』 3 : 35-48.
- 本田亜利紗・中嶋晋作・大浦裕二・山本淳子 (2012) 「カット野菜セットに対する消費者意識と商品選択行動—選択型コンジョイント分析の適用—」『フードシステム研究』18(3):255-260.
- 三菱総合研究所 (2015) 「植物工場産業の事業展開に関する調査事業 報告書」
http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2015fy/000199.pdf (2015年12月17日参照).
- 美土路知之・玉真之介・泉谷真実編著 (2013) 『食料・農業市場研究の到達点と展望』筑波書房.
- 村瀬治比古 (2012) 「植物工場発展の方向性」『エネルギー・資源』 33(4) : 178-182.
- 山重慎二・田中康就・阿部道和 (2012) 「「トクホ・ラベル」への支払意思額の推計—健康食品の表示制度のあり方を考える—」『医療と社会』 25(3) : 305-319.
- 矢野佑樹・中村哲也・丸山敦史 (2016) 「人工光型植物工場産の野菜に対する不安度に影響を及ぼす要因—福島県内 JA 直売所を事例として—」『農林業問題研究』 52(4) : 235-240.
<https://doi.org/10.7310/arfe.52.235>
- 山本晴彦編著 (2013) 『植物工場 現状と課題』農林統計出版.
- 唯是康彦(2005) 「時系列分析による食料需要関数の推計」『統計学』 89 : 1-16.
- Banerjee, C. and L. Adenaueuer (2014) Up, Up and Away! The Economics of Vertical Farming, *Journal of Agricultural Studies* 2(1) : 40-60. <http://dx.doi.org/10.5296/jas.v2i1.4526>
- Coyle, B. D. and B. Ellison (2017) Will Consumers Find Vertically Farmed Produce "Out of Reach"? , *Choices* 32(1) : 1-8.
- Hole, A. R. (2007) Fitting Mixed Logit Models by Using Maximum Simulated Likelihood, *The Stata Journal* 7(3) : 388-401.
- Kurihara, S., T. Ishida, M. Suzuki and A. Maruyama (2014) Consumer Evaluation of Plant Factory Produced Vegetables: An Attitude Survey of Housewives in Japan's Tokatsu Region, *Focusing on Modern Food Industry* 3(1) : 1-9.
- McFadden, D. (1974) Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice in Behavior, Zarembka, P (. eds.) *Frontiers in Econometrics*, New York, Academic Press : 105-142.
- YOSHIDA, K. (2005) Ordered Probit Analysis of Farm-Inn Operations in Japan, *The Japanese Journal of Rural Economics* 7 : 18-29.
- You, Z., X. Zhang, C. Chen, K. Ono, H. Hibino and S. Koyama (2013) Impact of Relevant

Knowledge on Purchase Intention of Plant-factory-produced Plants, *Focusing on Modern Food Industry* 2(2) : 63-69.