第２章　農商工連携・バイオマス利活用を巡る新たな動き

１．安全・安心・安定供給を実現する植物工場の動き

(1) 安全・安心・安定供給を実現する高度な農産物生産システムの台頭

これまでの農業は、露地・施設の土壌に植えた野菜・花卉等を、太陽の光エネルギーを利用して光合成を行わせ栽培されてきたが、露地栽培では日照時間、降雨等が変化することによって、収穫量に影響を及ぼすため、施設栽培の導入が進んだ。昭和 50 年代までは、ガラス温室では土壌を利用していたが、昭和 50 年代後半から土壌を使用しない養液栽培法が普及し始め、長期間安定した生産が可能になってきた。しかしながら、梅雨時期や冬季は日射量が少なく、好適な季節でも日射量は毎日一定でないため、ガラス温室では植物の成長速度がかなり変動していた。この問題を解決する手段として、光要求量の高い作物や、露地で春季～秋季に栽培していた作物では、一定の成長速度を確保するために人工光による補光方式が平成の時代に入り登場してきた。この方式は、気象条件の影響をある程度抑えられ、光・温度・二酸化炭素濃度などの環境制御を行うことによる植物の周年生産システムとして「植物工場」として呼ばれるようになった。

植物工場とは、一般的に、「施設内で、植物の生育に必要な環境を、蛍光灯・LED 照明等や空調、養液供給等により人工的に制御し、季節を問わず連続的に生産できるシステム」を指しており、以下のようなメリットを有する。

・安定供給体制　　：１年中安定的に生産できる
・設備設置の柔軟性　　：工業団地・商店街の空き店舗等農地以外でも設置できる
・土地の高度利用が可能：多段化で土地を効率的に利用できる
・高い生産性　　：自動化や多毛作で高い生産性を実現できる
・規格商品化が容易　　：形や大きさ、品質が揃い、加工が容易
・成分調整が可能　　：栄養素の含有量を高めることが可能
・無農薬栽培　　：無農薬で安全・安心で無洗浄で食べられる
・労力が少ない　　：自動化が進んでおり、高齢者でも容易に作業ができる
・技術連携分野の広さ　：LED をはじめとして幅広い産業分野への波及

植物工場は、光制御技術により農産物を栽培するが、既に遠州地域ではこの技術を利用した農商工連携事業が進んでおり（㈱ホトアグリ、㈱やまと興業）、制御技術等を含めた工学的な分野による農商工連携事業として注目されている。

(2) 植物工場のタイプ

植物工場は、一般的に光源に着目した「閉鎖型(完全制御型)（光源は 100%人工光)」と「補光型（太陽光と人工光を併用)」の２つのタイプに分類できる。

1)閉鎖型植物工場

①野菜栽培等に対する閉鎖型植物工場

光源として蛍光灯、LED 等を利用し、太陽光を完全にシャットアウトとした状態の栽培方法として一般的に養液栽培が導入され、最近では有機土壌等を利用した場合も出てきている（図 2-1-1～2)。現在、全国で 20～30 棟程度が稼働しているが、採算性を確保することが難しいと言われている。

閉鎖型植物工場の人工光源は、発光効率の高さから高圧ナトリウムランプが主流であったが、植物に必要な赤色と青色の比率が少ないことや、大量の熱線を発生するため植物との距離を十分に取る必要があること、多段栽培がしにくいという欠点があった。一方、蛍光灯と LED は、光源からの熱量が小さいため、植物に近接照明することができ、照明効率を大幅にアップできる利点があり、多段栽培が可能であったが、前者は赤色の光が少ないため、野菜がおいしくない等の問題があり、後者は植物に必要な光を与えられるが、前者に比べコストが高い欠点があった。

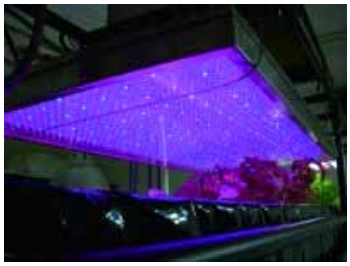
こうした中、高柳栄夫氏が開発した植物工場（光源には太陽光に近い光質の特注蛍光灯（出力 36W）を使用）において、リーフレタス等が健全に育つことが確認され、光源への蛍光灯利用が進んだ。

LED と LD（半導体レーザー）には、蛍光灯にはない利点がある。LED は、現在色々な波長のものが開発されており、信号機や表示板等に用途が拡大している。LED は、従来の光源に比べて、「発光波長をクロロフィルの吸収ピークと、光形態形成の強光反応の作用スペクトルのピークにほぼ一致させることができること」、「熱放射がない」、「小型軽量」、「長寿命」、「光合成に有利なパルス照射が可能」等の利点がある。赤色（波長 660nm）と青色（波長 450nm 近辺）の LED は、「発光波長をクロロフィルの吸収ピークと、光形態形成の強光反応の作用スペクトルのピークにほぼ一致させることができる」ため、植物による光の吸収効率が高くなり、比較的弱い光でも健全に生育させることができる。

しかしながら、LED 植物工場は、蛍光灯などに比べてずっと高価である。赤色 LED は比較的安価であるが、青色や白色 LED は高く栽培光源として使いにくい。このため、栽培品目が赤色だけで育つような品種に限られているが、赤色だけでは良質の苗を育てられないので、育苗には蛍光灯を使う必要がある。

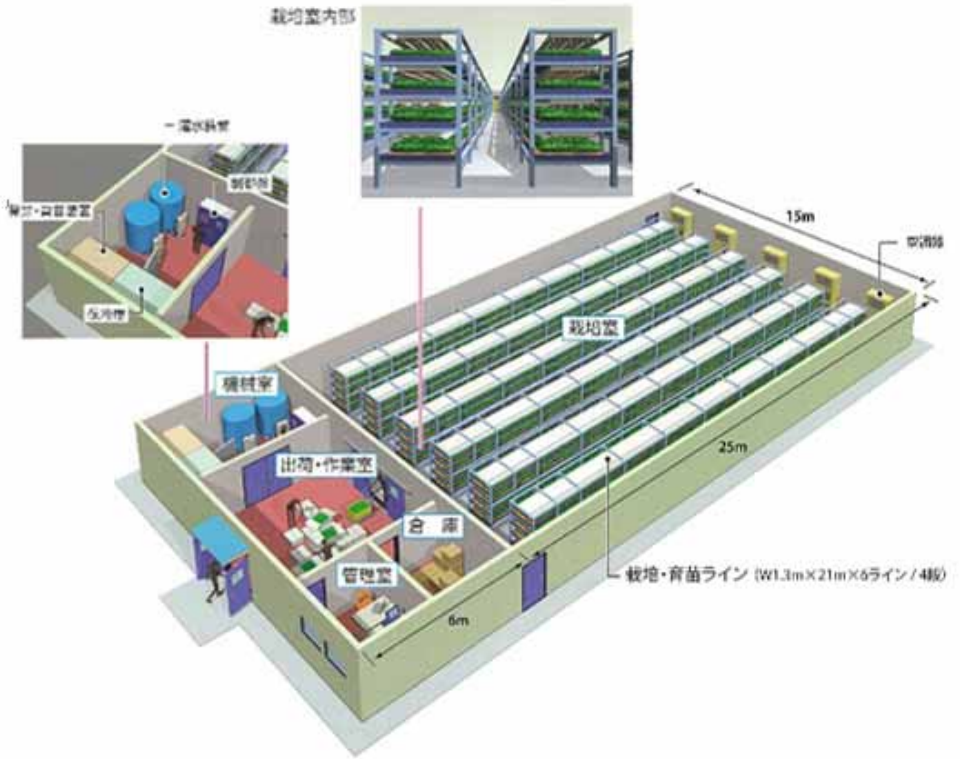
②事業採算性

植物工場の年間生産量は、「単位面積当たりの１作の収穫量」×「栽培面積」×「年間の収穫回数」で表すことができる。なお、ここでの栽培面積とは床面積のことではなく、多段栽培を含めた面積を指している。植物工場プラントメーカーのヒアリング調査によれば、閉鎖型植物工場の標準的なタイプは、建築面積が 31m×15m（うち栽培室　25m×15m）であり、これに相当する投資規模は約１億円である。事業採算ラインは、1 日千株の出荷、年間 30 万株の出荷（歩留まり率約 90%）であり、生産原価は 100 円/株が採算ラインである。現在、主に生産されている品目は、レタス、水菜、三つ葉等の葉物類であり、根菜類を栽培することは困難である。



蛍光ランプと LED 併用タイプ　　LED のみのタイプ

■図 2-1-1　閉鎖型植物工場における植物育成ランプ
出典：エスペックミック㈱のパンフレット



■図 2-1-2　閉鎖型植物工場のイメージ
出典：エスペックミック㈱のパンフレット

2)苗生産の閉鎖型植物工場

園芸生産では、多くの場合、育苗（苗生産）、栽培、収穫の 3 段階を経て行われ、温室または畑への定植時における苗の品質は栽培終了時の収量と品質に大きく影響し、しかも育苗コストは生産コストの 10%以上を占めることが多いと言われている。このため、栽培農家が苗の品質と価格に寄せる関心は高く、良質な苗は良質な生産物をもたらし、農業では病原菌やウイルスに感染していない良質な遺伝子を有する優良苗を増殖・育成することが重要視されている。

組織培養技術で増殖した植物体を人工環境下で高品質の成苗に育成するシステムが閉鎖型苗生産システムである。特に、育苗は以下の理由で閉鎖型システムに適している。

・栽植密度が 500～5000 本/㎡程度と高く、また価格が 20～100 円/苗と比較的高い。
・最適光強度が低く、40W 蛍光灯 4～6 本を苗の上 20㎝ に配置する程度の光強度で十分であり、照明設備費と照明代金が少ない。
・苗生産期間（播種または挿し穂から苗出荷まで）が 2～4 週間と短く、年間 10～20 回の苗生産が可能である。
・環境ストレスに強い健全な苗を生産しやすく、田畑に植えられた後、ある程度の不良環境下でも比較的順調に成長しやすい。

閉鎖型植物工場が、最終的な収穫までを目的としているのに対し、閉鎖型苗生産システムは苗生産に特化している。なお、苗生産システムは、野菜苗だけでなく、花卉の苗、畑作物の苗、樹木苗、薬草苗、工業原料植物の苗など、広い用途の多種の植物苗で利用できるシステムである点が特徴である。閉鎖型植物工場の研究者である千葉大学古在豊樹氏の講演資料（平成 20 年 6 月）によれば、閉鎖型植物工場による苗栽培では様々なメリットがあることが明らかになっている（表 2-1-1）。

こうした中、豊橋市内の㈱ベルディ（昭和 61 年から麒麟麦酒㈱が資本参加）では、花卉、野菜等の組織培養苗（クローン技術の活用）の生産を実施しており、豊橋市内に幾つかの生産拠点を持っている。また、東三河地域の農業資材メーカーへのヒアリング調査によれば、「育苗は多くの場合、農家、農業協同組合が行っていることが多い」（表 2-1-2）、「種からの育苗よりも現在は接ぎ木による育苗形態が多くなっている」等が聞かれたが、農家が苗専門業者から購入する割合が低いわけではない（表 2-1-3）。接ぎ木苗を利用する理由は、連作障害への対応であるが、農家が自家生産することは労力の面からも難しい。昭和 61 年から接ぎ木苗生産の機械化への取り組みが開始され、平成 5 年に井関農機㈱が世界初の接ぎ木苗自動生産装置（キュウリ接ぎ木ロボット）の開発に成功しているが、ロボットによる接ぎ木の歩留まり率はそれほど高くなく、人手による作業が中心であるとも言われている。

■表 2-1-1　閉鎖型苗生産システムの特徴

■閉鎖型植物生産システムの特徴
（特徴１）
・外界気象に影響されないので、温室では達成できない高品質な植物を短期間での生産が可能
・外界との物質交換が制限されているので、排水等の外部漏出が殆どない。その結果、水､肥料､二酸化炭素の施用量を大幅に節約でき、省資源・環境保全的である。
・害虫が付かないので農薬が不要である
（特徴２）
・苗当たり電気代は、120 セル/トレイで１円程度
・植物生産量当たりの設備費は温室と同等以下である
・作業面積が 1/10 以下になり、環境が快適なので労働コストが大幅低下
・環境保全・省資源・省力・省スペースな農業生産システムである
（特徴３）閉鎖型の土地生産性は温室の 10 倍以上
・4～5 段の棚を利用できる
・気流制御で育苗密度が 2～3 倍になる
・生育促進で生育期間が 2/3 以下に短縮
・気温、光強度、明期、気流速度、湿度、二酸化炭素濃度の正確な制御により、品質、商品化率、商品価値が大幅向上
・極寒・積雪・盛夏期における利用によりシステム稼働率が向上
・台風・積雪等の気象災害および盗難による被害が無い
・生産能力当たりの初期投資額は温室のそれ以下
■商業化事例
アメーラ倶楽部　高糖度トマト生産：静岡県焼津市
トマトセル苗（本葉 4 枚前後）年間 40 万本/2.5ha
苗テラスの収納トレイ数：448 トレイ(32256 本)
サイズ：6.3m×3.6m×4 室（7 棚/室×4 室=28 棚）

有限会社徳島シードリング：徳島県板野町
敷地面積：1,076 ㎡、作業棟床面積：746 ㎡
年間苗生産能力：300 万本

出典：千葉大学　教授　古在豊樹氏の講演資料（平成 20 年 6 月）を利用して作成

■表 2-1-2　苗の主な生産者

分類	内容
家族経営農業を母体としたもの	家族経営農業を母体とし、育苗の委託や注文に対応していく中で育苗を専門とするようになった育苗業者。育苗業者の経営規模は主要品目の果菜接ぎ木苗で年間数十万～１千万本以上を生産出荷しており、規模が大きいほど広域の需要に周年で対応している。
農業協同組合系の育苗センター	県組織や農業協同組合の中に設置され、主に地域の苗需要に対応した苗生産を行っている。生産品目は、接ぎ木苗を始め、果菜や葉菜の自根苗、花苗、花壇苗や水稲など多様であり、地域の限られた需要の中で施設稼働率を上げるよう工夫と努力がなされている。
苗企業	育苗を専門に行うために設立された苗企業がある。企業数は少ないが、数百万本規模の出荷を行っている企業もある。
種苗会社	多くは自社の種子を苗として販売するため、苗を自社生産、もしくは育苗業者への委託生産をしているものである。

出典：月報野菜情報　情報コーナー　平成 17 年 10 月より抜粋

■表 2-1-3　主要果菜類の購入苗率

作物	栽培面積(ha)	購入苗(%)	増減(%)	うち接ぎ木(%)	増減(%)
スイカ	15、455	31.7	9.0	96.5	31.5
キュウリ	13,182	31.6	21.9	88.2	46.4
メロン	13,657	14.2	10.5	16.9	▲20.1
トマト	11,776	32.9	24.5	58.4	31.2
ナス	10,671	48.4	30.9	78.5	40.1
合計	64,741	31.1	18.3	75.0	25.9

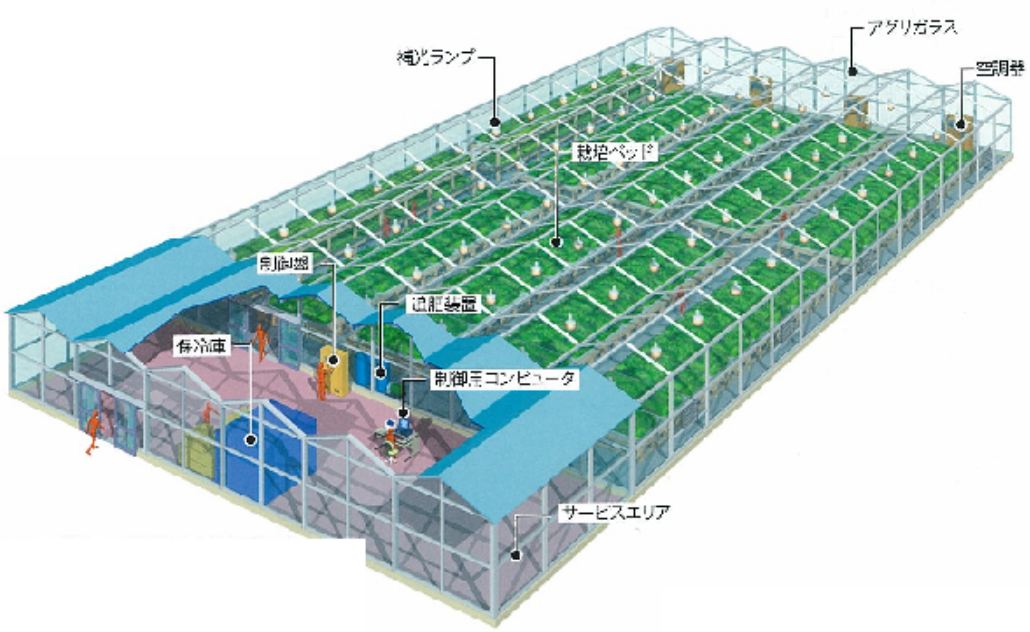
注記：購入苗率は平成 10 年値、増減は平成 2 年との比
出典：野菜・茶業試験場「野菜の接ぎ木栽培の現状と課題」より

3)補光型植物工場

①特徴

太陽光と人工光を併用して植物を栽培するタイプであり、温室の屋根材には植物育成に不要な熱線をカットし、省エネルギー効果を発揮できるようになっている（図 2-1-3）。

人工光としては、閉鎖型と同様に高圧ナトリウムランプが多いが、閉鎖型が 660W 以上に対して、補光型は 360W 以上が主流である。太陽光も利用するため、多段式による栽培は行えないため、広い床面積が必要になるため、施設面積は広くなる。また、閉鎖型の外観が工場や倉庫のように見えることが多いのに対して、補光型はフェンロー型温室（図 2-1-4）を利用していることが多いため、外観から温室であることがわかる。補光型の主な栽培品目は、閉鎖型と同様にレタス等の葉物類が多い。



■図 2-1-3　補光型植物工場のイメージ
出典：エスペックミック㈱のパンフレット

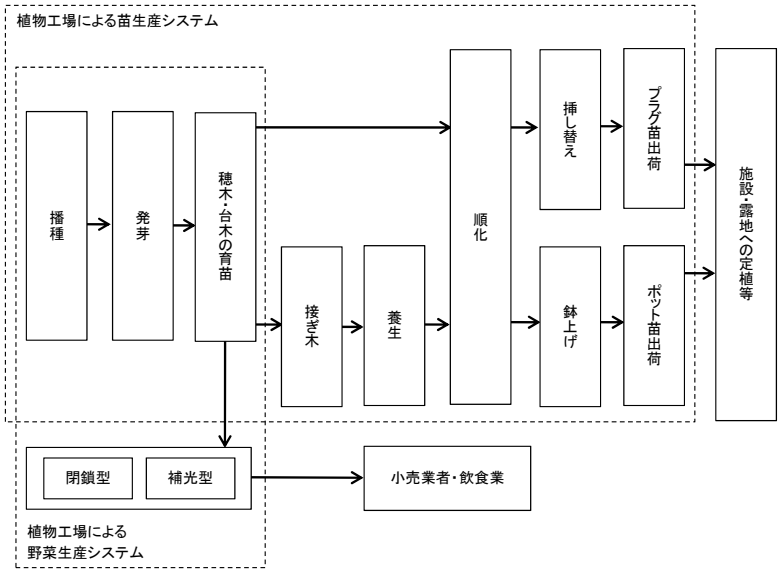
■図 2-1-4　フェンロー型温室
出典：イシグロ農材㈱ホームページより

②事業採算性

栽培方法、生産システムは閉鎖型と変わらず、ヒアリング調査によれば歩留まりも約 90%程度であり、一般的に閉鎖型に比べて単位面積当たりの投資コストは低くなる。しかしながら、季節、気温等の影響を制御する必要があり、その管理が難しく、閉鎖型と同様に周年生産が可能であるが、季節の影響を加味した管理が必要になる。

また、閉鎖型では電気代において、光源：空調が２：１と光源の割合が高くなる[1]が、補光型の場合では光源の割合が低くなる。しかしながら、夏場の冷房費用は、太陽からの熱エネルギーが温室内に蓄積するため、閉鎖型（太陽光が入らない）よりも多く必要になる。

このように植物工場は、光源の違いから２タイプに分かれ、閉鎖型では育苗タイプがある（図 2-1-5）。植物工場の劣位性は技術開発等により、克服されつつあるが、大きな問題は市場であるため、植物工場の推進には植物工場のプラントメーカー、植物工場の企業とともに、販売先となる小売業との連携が不可欠であると考えられる。



■図 2-1-5　　植物工場における生産システム

[1] 進化する施設栽培（大規模施設から植物工場まで）：農林水産研究開発レポート No.14（2005）「農林水産省農林水産技術会議」

(3) 植物工場の全国的な分布状況

植物工場（閉鎖型、補光型）は、大都市圏を中心に展開しており、北海道、九州への立地は少ない（表 2-1-4～5、図 2-1-6～7）。

植物工場のタイプ別にみると、閉鎖型ではこれまで施設面積は１千㎡未満が多かったが、平成 16 年以降では千㎡を超える施設の立地が進む等、大規模化が進んでおり、光源として高圧ナトリウムから蛍光灯が利用される傾向が高まっている。

こうした植物工場の立地特性は、以下のとおりである。

1)市場への近接性

植物工場で栽培される野菜等は、安定的な供給がある程度約束されているとはいえ、施設整備への投資、光・温度・湿度・二酸化炭素等を含めた管理・制御を含めた運用費用は露地や通常の施設栽培に比べて割高になる。このため、通常の露地栽培、施設栽培等によって栽培される野菜よりも高価格になり、販路開拓が難しくなる。生産者や小売業側は、安全・安心等の特色を活かしたブランド化を進め、新たな顧客確保に向けた戦略を展開しているが、一方で更なるコスト削減への対応が望まれている。

コスト削減では、効率的な投資による効率的な運用管理が期待され、物流もコスト削減化の重要な要素となる。植物工場で栽培される高価な野菜等を購入してもらえる市場は、「食」に対する高い安全・安心意識を持ち、しかもそれに対して一定以上の対価を支払える意識を持つ市場である。こうした市場の割合は、大都市圏、地方圏でそれほど違わないと思われるが、市場規模から想定すれば、人口集積の高い大都市部が有望であることに違いはない。この結果、植物工場の立地が容易で、しかも物流利便性を考慮した大都市部周辺立地が進んでいると考えられる。

2)気象条件

補光型植物工場では、主に太陽光を利用した栽培が行われるため、栽培施設は、従来の人工光を全く利用しない施設と外観上の違いは少ないため、豪雪地域や日射量の少ない地域では、補光量を増やしたり、施設強度を高める必要がある。例えば、積雪量との関係では、一般的に 25㎝ 以下の場所が望ましい。

三遠南信地域の中でも、三遠地域は全国的にみても日射量が多い地域である。このため、こうした気象条件を活用した植物工場化を進めていくことが好ましい。

3)企業誘致制度等

閉鎖型植物工場では、大量の電気を利用するため、電気代削減は企業収益を改善する効果がある。

ベンチャー企業である㈱フェアリーエンジェル（本社・京都市）は、平成 17 年に自給率の低い日本農業には生産力と競争力の向上が不可欠で、そのためには農業の工業化が必要であると考え、工場生産による野菜栽培を開始した。同社では、国内 3 カ所目となる野菜工場「エンジェルファーム福井」（福井工場）を美浜町に建設し、平成 20 年 7 月からグリーンリーフ、小松菜、ルッコラなどの野菜栽培を始めた。美浜町進出の背景には、先に述べた交通条件（舞鶴若狭自動車道の全線開通も近く、関西・中部圏などへアクセスが良い）の他、電気料金に対する優遇措置（原発立地自治体[美浜町]であるため、電気代が 8 年間は 50%減額される）、美浜町から企業誘致助成金を受けられるなどの利点があったためである。

また、響灘菜園㈱の進出した臨海部用地は、都市計画用途が指定されていない地域であるため、都市計画法、建築基準法に基づいた対応をせずに施設建設が行えており、大幅な投資費用の削減に繋がっている。これは、都市計画用途の工業地区等に指定された場所への立地では耐震基準等を満たす必要があり、投資金額の大幅増加に繋がるためである。西部ガス㈱の進出した先は、こうした都市計画用途の指定地域であったが、北九州市の「特区推進条例」により、臨港地区内での構造物建築に係る規制が緩和されたため、低コストの施設整備が可能になった。

4)立地規模

補光型では、栽培面積は非常に広くなっており、大規模用地の必要性が高まっている。食品メーカーによる植物工場事業採算上の施設規模としては、4ha の用地で、2～3 棟の大型施設を設置するのが最低ラインと言われており、スケールメリットが発揮しやすい事業である[2]。

(4) 植物工場事業等への進出状況と問題

1)植物工場事業等への進出状況

植物工場事業に対して、直接的、間接的に進出している企業は多岐にわたっており、既に食品企業のキューピー㈱、鉄鋼業である㈱JFE、総合警備会社のセコム㈱、消費者金融会社のプロミス㈱等がある。

---

[2] 農商工連携研究会植物工場ワーキンググループ（事務局：農林水産省、経済産業省）参加委員（(財）日本立地センター　常務理事　徳増秀博氏）への電話ヒアリングより

一方、光源として太陽光を利用しているが、温度、湿度等の様々なセンサーを導入した大規模施設温室の立地も全国的に広がっている。立地場所は、内陸部（㈱世羅菜園等）、臨海部（響灘菜園㈱）の工業団地への進出事例も出てきており、企業誘致の対象になってきている。この分野では、特に食品企業であるカゴメ㈱、自動車企業である㈱トヨタ自動車、カメラメーカーの GOKO グループ、ガス供給業者の西部ガス㈱等が進出している。

こうした企業の異分野から農業分野に進出した背景には、自社食材の確保（キューピー㈱、カゴメ㈱等）、自社技術の活用（センサー技術・ノウハウ：セコム㈱、GOKO グループ）等がある。

2)植物工場の立地促進

閉鎖型植物工場では電力コストが大きな問題であり、流通コストの割合は意外と低い。植物工場は、一般的な工場と異なり、農用地への立地も可能で、「世羅菜園」、「いわき小名浜菜園」はいずれも農用地への立地となっている。また、工業団地といった都市計画用途指定がされた場所への立地も可能だが、各種法整備に対応した対策を講じていく（北九州市のような条例の設置）ことにより、その可能性は高まる。

また、政府では規制緩和や優遇措置の方向として以下のようなことを検討課題として挙げており、これらを実現していくことが植物工場の立地に拍車を掛けると予想される。

・植物工場設置を優遇する「構造改革特区」の指定
・農業生産法人以外の民間企業による農地の賃借を解禁する
・農地の賃借・取得手続きの簡素化
・民間企業による農業生産法人への出資が原則 10%未満に制限されている規制の緩和
・農地に工場建設すると固定資産税などが宅地並に課税される税制面での優遇措置
・建設費や維持費を軽減するための補助金の支給
・品種や栽培技術の開発援助等

3)植物工場建設に向けた地元との調整問題

カゴメ㈱等が設置した加太菜園㈱、響灘菜園㈱では、設置地域との間で取り決め等が行われている。最も大きな問題は、生産された農産物の市場である。市場が遠方であれば、地元農業への影響は余り大きくないが、市場が近郊であればあるほど地域農業への影響が懸念される。このため、いわき市、和歌山市では菜園の建設に際して、地元市場には出荷しないとの取り決めが行われている。

このように植物工場は、地域農業活動と密接に関係しており、生産性を上げれば良いのではなく、地域農業との関わりなくして立地していくことは非常に難しい。このため、植物工場の立地では、地域農産物の差別化等を進めながら、検討していくことが必要である。

■表 2-1-4　国内における閉鎖型（完全制御型）植物工場一覧

名称	運営機関	光源	所在地	施設面積（㎡）	栽培品目	開設年次	備考
フレッシュグリーン	(有)フレッシュグリーン	高圧ナトリウム	静岡県牧ノ原市	800	サラダ菜、レタス	平成 2 年	キューピー㈱が支援
ハイテクファーム福井工場	(農)ハイテクファーム	高圧ナトリウム	福井県越前市	375	サラダ菜、レタス	平成 5 年	
夢ファーム土佐山	㈱夢ファーム土佐山	高圧ナトリウム	高知県高知市	500	サラダ菜、レタス	平成 6 年	
松代ハイテクファーム	(有)松代ハイテクファーム	高圧ナトリウム	新潟県十日町市	370	サラダ菜、レタス	平成 7 年	
ハイテクファーム京都工場	(農)ハイテクファーム	高圧ナトリウム	京都府南丹市	500	サラダ菜、レタス	平成 8 年	
ハイテック羽生	(農)ハイテック羽生	高圧ナトリウム	埼玉県羽生市	500	サラダ菜、レタス	平成 8 年	
東京ドリーム	(有)東京ドリーム	高圧ナトリウム	東京都小平市	500	サラダ菜、レタス	平成 9 年	
安全野菜工場	(有)安全野菜工場	蛍光灯多段	山形県米沢市	500	サンチュ	平成 9 年	農産物は焼き肉屋に出荷
ＴＳファーム白河	キューピー㈱	高圧ナトリウム	福島県白河市	2,000	サラダ菜、レタス	平成 10 年	キューピー㈱が支援
夢ファームやなだに	(財)柳谷産業開発公社	高圧ナトリウム	愛媛県久万高原町	500	サラダ菜、レタス	平成 10 年	
夢ファーム有漢	㈱夢ファーム有漢	高圧ナトリウム	岡山県高梁市	1,000	サラダ菜、レタス	平成 11 年	
夢野菜おおざいファーム	(有)夢野菜おおざいファーム	高圧ナトリウム	大分県大分市	750	サラダ菜、レタス	平成 11 年	
安曇野三郷ハイテクファーム	(有)安曇野三郷ハイテクファーム	高圧ナトリウム	長野県安曇野市	837	サラダ菜、レタス	平成 11 年	
アーバンファーム	(有)アーバンファーム	蛍光灯多段	千葉県柏市	546	サラダ菜、レタス	平成 12 年	
ラプランタ諏訪	㈱ラプランタ	蛍光灯多段	長野県岡谷市	1,300	葉菜各種	平成 16 年	
三洋アグリカルチャー	三洋アグリカルチャー㈱	蛍光灯多段	岐阜県安八町	1,000	レタス	平成 17 年	三洋電機の子会社、現在解散
エンジェルファーム野田	フェアリーエンジェル㈱	蛍光灯多段	千葉県野田市	-	レタス・グリーンリーフ・サンチュ	平成 17 年	
エンジェルファーム北山	フェアリーエンジェル㈱	蛍光灯多段	京都府京都市	-	レタス・グリーンリーフ・サンチュ	平成 17 年	1～2 階はﾚｽﾄﾗﾝで地下が植物工場
住田野菜工房	㈱九州屋	蛍光灯多段	岩手県住田町	1,130	レタス、ルッコラ	平成 19 年	平成 20 年から㈱九州屋が経営
エンジェルファーム福井	フェアリーエンジェル㈱	蛍光灯多段	福井県美浜町	3,748	レタス・グリーンリーフ・サンチュ	平成 20 年	ｼｰｼｰｴｽ㈱、三菱化学㈱が支援

出典：植物工場普及振興会調べや各種資料を利用して作成

■表 2-1-5　国内における補光型（太陽光併用型）植物工場一覧

名称	運営機関	光源	所在地	施設面積（㎡）	栽培品目	開設年次	備考
セコムハイプラント	㈱セコム工業	人工光	宮城県白石市	1,000	ハーブ	平成元年	セコム㈱の子会社
白河フーズ	㈱白河フーズ	高圧ナトリウム	福島県白河市	1,023	半結球レタス	平成 6 年	
サンライフ野菜センター	(有)サンライフ野菜センター	高圧ナトリウム	香川県三豊市	1,270	半結球レタス	平成 7 年	日生開発㈱の関連会社
紙漉グリーンファーム	(有)紙漉グリーンファーム	高圧ナトリウム	香川県さぬき市	1,154	ホーレン草	平成 8 年	
アリス	(農)アリス	高圧ナトリウム	和歌山県紀の川市	1,500	サラダ菜、レタス	平成 8 年	兼業農家の女性 7 名で起業した法人
吉野自然野菜村	(有)吉野自然野菜村	高圧ナトリウム	徳島県阿波市	2,237	レタス	平成 9 年	
久住高原野菜工房	(有)スウェデポニックス	高圧ナトリウム	大分県竹田市	9,273	ハーブ、レタス	平成 10 年	
三田グリーンハウス	JFE ライフ㈱	高圧ナトリウム	兵庫県三田市	5,000	サラダ菜、レタス、ハーブ等	平成 11 年	㈱JFE の関連会社
グリーンズプラント巻	(農)フリーンズプラント巻	不明	新潟県新潟市	10,000	みつば、ルッコラ、京みずな、レタス	平成 11 年	
美野里菜園	（有）美野里菜園	蛍光灯	茨城県美野里町	13,000	トマト	平成 11 年	カゴメ㈱が支援
トヨタフローリテック	㈱トヨタフローリテック		青森県六ヶ所村	20,000	花卉	平成 11 年	㈱トヨタ自動車と㈱ハクサンの共同出資
世羅菜園	㈱世羅菜園	蛍光灯	広島県世羅町	85,000	トマト	平成 13 年	地元建設業とカゴメ㈱(47%）の共同出資
神内ファーム２１	(農)神内ファーム 21	高圧ナトリウム	北海道浦臼町	3,000	サンチュ、トマト	平成 13 年	プロミス㈱の会長が出資
GOKO とまとむら	GOKO アグリファクトリ㈱	不明	長野県中川村	23,000	トマト	平成 14 年	GOKO グループ（カメラ製造）
四万十みはら菜園	(有)四万十みはら菜園	蛍光灯	高知県三原村	27,000	トマト	平成 15 年	カゴメ㈱が 10%程度の出資
日本農園	㈱日本農園	不明	広島県世羅町	85,000	ボストンレタス	平成 15 年	
土浦グリーンハウス	JFE ライフ㈱	高圧ナトリウム	茨城県土浦市	10,000	サラダ菜、レタス、ハーブ等	平成 16 年	㈱JFE の関連会社

名称	運営機関	光源	所在地	施設面積（㎡）	栽培品目	開設年次	備考
安曇野みさと菜園	㈱安曇野菜園	蛍光灯	長野県安曇野市	49,000	トマト	平成 16 年	カゴメ㈱が 10%程度の出資
山田みどり菜園	㈱山田みどり菜園	蛍光灯	千葉県香取市	30,000	トマト	平成 16 年	カゴメ㈱が 10%程度の出資
いわき小名浜菜園	(有)いわき小名浜菜園	蛍光灯	福島県いわき市	102,000	トマト	平成 17 年	カゴメ㈱
和歌山加太菜園	加太菜園㈱	蛍光灯	和歌山県和歌山市	52,000	トマト	平成 17 年	カゴメ㈱、オリックス㈱が出資
響灘菜園	響灘菜園㈱	蛍光灯	北九州市若松区（臨海部）	85,000	トマト	平成 18 年	カゴメ㈱、電源開発㈱の共同出資
エスジーグリーンハウス	エスジーグリーンハウス㈱	蛍光灯	福岡県北九州市（臨海部）	5,000	リーフレタス	平成 19 年	西部ガス㈱が出資

出典：植物工場普及振興会調べや各種資料を利用して作成

閉鎖型植物工場	
① フレッシュグリーン	⑪ 夢ファーム有漢
② ハイテクファーム福井工場	⑫ 夢野菜おおざいファーム
③ 夢ファーム土佐山	⑬ 安曇野三郷ハイテクファーム
④ 松代ハイテクファーム	⑭ アーバンファーム
⑤ ハイテクファーム京都工場	⑮ ラプランタ諏訪
⑥ ハイテック羽生	⑯ 三洋アグリカルチャー
⑦ 東京ドリーム	⑰ エンジェルファーム野田
⑧ 安全野菜工場	⑱ エンジェルファーム北山
⑨ TSファーム白河	⑲ 住田野菜工房
⑩ 夢ファームやなだに	⑳ エンジェルファーム福井

■図 2-1-6　植物工場の立地状況（閉鎖型）

出典：植物工場普及振興会調べや各種資料を利用して作成

補光型植物工場	
① セコムハイプラント	⑬ 神内ファーム21
② 白河フーズ	⑭ GOKOとまとむら
③ サンライフ野菜センター	⑮ 四万十みはら菜園
④ 紙漉グリーンファーム	⑯ 日本農園
⑤ アリス	⑰ 土浦グリーンハウス
⑥ 吉野自然野菜村	⑱ 安曇野みさと菜園
⑦ 久住高原野菜工房	⑲ 山田みどり菜園
⑧ 三田グリーンハウス	⑳ いわき小名浜菜園
⑨ グリーンズプラント巻	㉑ 和歌山加太菜園
⑩ 美野里菜園	㉒ 響灘菜園
⑪ トヨタフローリテック	㉓ エスジーグリーンハウス
⑫ 世羅菜園	

■図 2-1-7　植物工場の立地状況（補光型）

出典：植物工場普及振興会調べや各種資料を利用して作成

(5) 三遠南信地域における植物工場の導入可能性

三遠南信地域の中でも三遠地域は、全国的にみても豊富な日射量を誇り、大量規格農産物が産出されている。一方、南信州地域を含んだ中山間地では、量的には多くないが野菜、果樹等の農産物が栽培されている。

このため、三遠南信地域における植物工場導入の方向としては以下が考えられる。

1)苗生産による植物工場の立地

閉鎖型・補光型の植物工場のどちらにも共通の課題は、市場の確保である。これは失敗事例をみても明らかである。また、野菜の生産を行うのか、苗の生産を行うのかで、地域側の対応も変わることが考えられ、野菜の一大産地である三遠地域では野菜を生産する植物工場の導入は地域合意を得づらい。

逆に、一団野菜産地を形成しているために苗需要は安定的に高いことが考えられるため、苗生産を主とした植物工場の導入が考えられる。その際、種からの育苗と接ぎ木による育苗を含めた形態として進めることでより大きな効果が期待できる。

2)野菜生産による植物工場の立地

南信州地域等の中山間地域は、降雪があると言っても 25㎝ 以上になることは滅多にない。また、少子高齢化は三遠地域の都市部よりも早く進むことが考えられる。一方、植物工場の労働条件は、一般的な農業に比べて作業環境が良く、高齢者でも対応できる部分があるため、植物工場の立地可能性は高い。

また、みなみ信州農業協同組合等は名古屋市にアンテナショップを立地させているが、冬季に新鮮な野菜等を地元から供給できる体制が弱い。このため、こうした周年的に野菜を供給できる仕組みとして、植物工場を整備し、南信州地域等の知名度向上を図っていくことが重要である。

3)課題

植物工場事業への進出が進む中、撤退事業者も出てきている。農業生産法人に乗り出したオムロン㈱は、北海道千歳市に大型ガラス温室を建設し、トマト栽培を開始したが、販売力が弱かったため、撤退した。また、コスモプラント㈱（既に倒産）の技術導入で推進された岩手県江刺市の植物工場では、エネルギーコスト等の問題もあり、休止となった。

このように植物工場では、販売先の確保とともに、高価なエネルギーコストに対策を講じていくことが必要である。

２．規格外・廃棄農林水産物等の活用

食品産業事業者や消費者は、形状等の品質にこだわった規格品を志向する傾向はあるものの、加工・業務用需要の高まりや消費者の国産志向を鑑みると、利用形態・販売形態に応じ、「用途別ニーズに適合した規格」、「簡素な規格」、「無選別」での出荷・流通を進めることにより、地域資源である農林水産物の有効利用が促進され、食料供給力の向上に寄与する可能性が大きい。

一般的に規格外の野菜等は、市場流通に適合しないため、廃棄されたり、地場の産地直売所等で販売されていることが多い。一方、農産物の生産者や加工業者では消費者ニーズへの対応から、商品の規格化を進めているが、規格を過度に重視し過ぎているのではないかとの指摘がある。

こうした規格外品等の活用は、農林水産物自体の付加価値化を促すこととなり、異分野からこうしたものを利用したビジネスが興ってきている。事実、遠州地域の「三方原ポテトチップス」は、規格外の馬鈴薯の有効利用が事業実施の背景にもあり、農商工連携を促す重要な要素の一つになると考えられる。

(1) 規格外品の流通量

1)規格外品とは

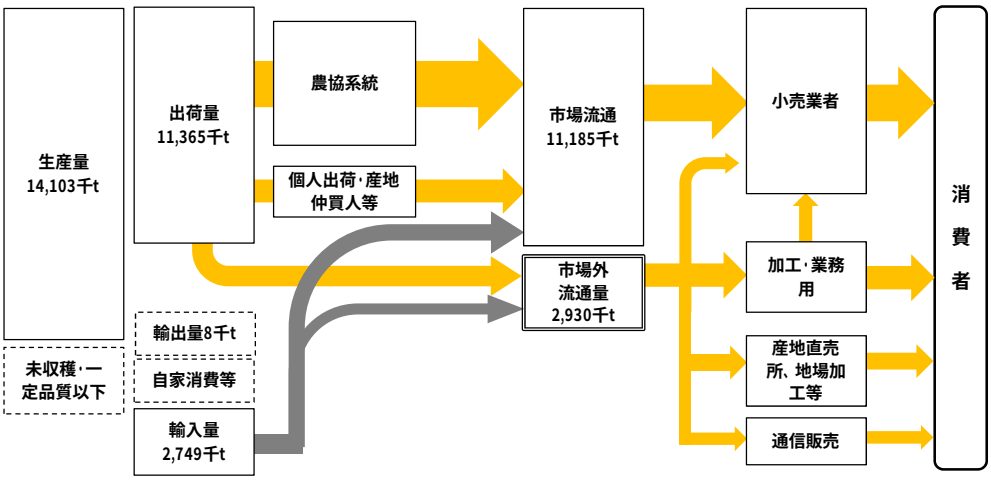
通常、農産物の販売等では、JAS 法（農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律）に基づいた品質等を確保する必要がある。JAS 法は、昭和 25 年に、「農林物資規格法」として制定され、当初は農林水産大臣が定める JAS 規格による格付に合格したものに対し「JAS マーク」を付して品質の保証を行う「JAS 規格制度」が目的であった。その後、昭和 45 年に「農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律」と法律名が改正され、特定の食品などに品質表示基準を定め、その遵守を義務付ける「品質表示基準制度」の二つの制度を主目的とする法律に改正されている。

規格外品とは、こうした基準を満たしているが、大きすぎる、小さすぎる等の主に流通工程を重視して設定されている規格（等級付け等）に該当せず、市場出荷等がされないものを指している。最近では、等級付けの範囲が広がり、どのような形状等の農産物であってもどれかの規格に該当するようになっているが、こうした農産物の出荷時の作業量と、それに対する収益（販売価格）等の関係から、規格に該当しても出荷されないものがある。

2)全国における規格外品の流通量

平成 15 年における農林水産省が推計した野菜の流通ルートをみると、野菜の総流通量（14,114 千ｔ：輸入含む）のうち、約 80%を占める市場流通については、A 級品や B 級品

などの規格品が中心である（図 2-2-1)。市場外流通では、一部加工・業務用を中心に、簡素な規格や無選別での流通も進んでおり、全体の約 20%を占めている。

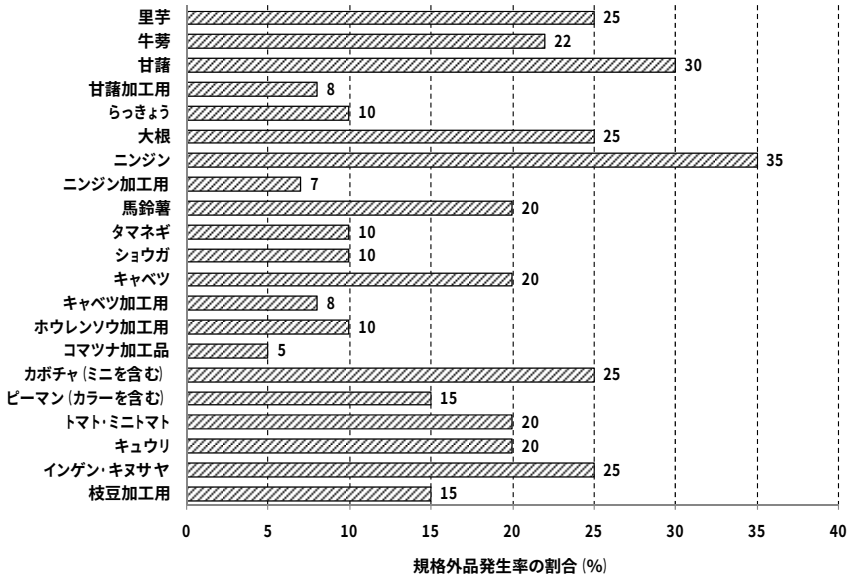


■図 2-2-1　野菜の流通ルート（平成 15 年推計）

出典：農林水産省　第 5 回食料供給コスト縮減検証委員会（平成 19 年 3 月 30 日）配布資料

3)規格外品の流通量の事例

宮崎県において、農産物生産や加工品製造等を行っている（有）新福青果における規格外品の発生比率（生鮮流通での規格化Ａ品を除く規格階級のもの）をみると、平均 17%となっており、全国的な規格外品の流通割合と類似している（図 2-2-2)。この組織の場合、ニンジン、甘藷、里芋、大根、カボチャ、インゲン・キヌサヤにおける規格外品発生率が高くなっている。



■図 2-2-2　（有）新福青果における規格外品の発生割合（%）

注記：生鮮流通で規格化Ａ品を除く規格階級のものの割合

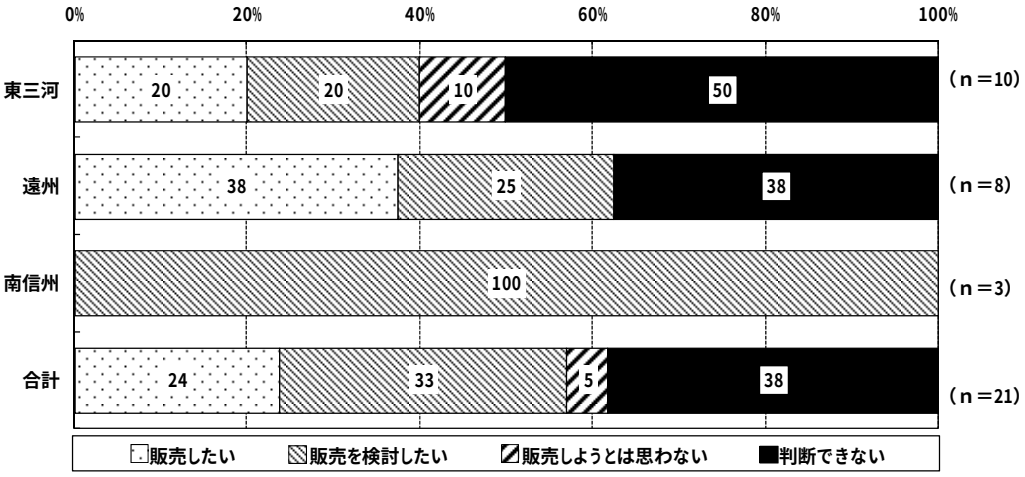
出典：文部科学省産学官連携戦略展開事業（戦略展開プログラム）「東海 iNET 農商工連携セミナー」における（有）新福青果発表資料

(2) 規格外品の取り扱いニーズ

1)スーパー等のニーズ

これまで規格外品の販売では、一定の規格でないと定価販売できない、ばら売りでは形の悪いものは売れ残るため採算が合わない等の問題があった。また、加工・製造業側からみると、機械調理が多いために不揃いは使いにくい、供給の安定性が確保できない等の課題が指摘されている。しかしながら、スーパー等を対象としたアンケート調査では、規格外品を「販売したい」(24%)、「販売を検討したい」(33%)と半数以上のスーパー等で規格外品の販売について前向きな取り組み姿勢がみられる（図 2-2-3)。

このため、農商工連携事業において、「規格外品」という視点を踏まえた事業展開を検討していくことが重要である。



■図 2-2-3　スーパー等における規格外品に対する取扱意向
出典：第 2 回スーパー等のアンケート調査

2)規格外品の農産物市場の動向

規格外品の市場動向を調査することは難しい。このため、ここでは規格外品を「ふぞろいな野菜たち」と称し、生鮮野菜を販売しているオイシックス㈱における販売動向を調べた。

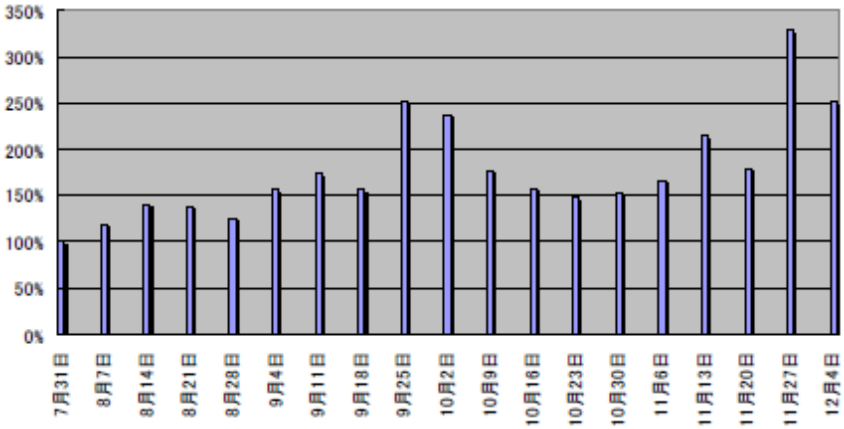
オイシックス㈱は、「子どもに安心して食べさせられる食材」をコンセプトに、有機・特別栽培野菜、無添加加工食品など多様な食材と豊かで楽しい食生活に役立つ情報をオンラインサイト「Oisix(おいしっくす)」で提供する事業を平成 12 年 6 月より開始している。

通常、表面の傷や汚れた野菜、大きく曲がった野菜は「規格外」とされ、廃棄されたり、加工品用に廉価で買い取られたりするが、ここでは提携する 1000 軒の農家の「規格外の野

菜」（有機・特別栽培等で栽培されたもの）から集荷し、販売している[1]。

平成 20 年 12 月 18 日のプレス発表によれば、通常商品のおよそ 30%価格を削減した「ふぞろいな野菜たち」の売上が伸びており、平成 20 年 12 月に入り、7 月末と比較して 150%以上の売上増加となっている（図 2-2-4）。7 月末には 8 品目だった商品数を、12 月上旬には 6 品目を追加し全 14 品目と強化している。今後も、品目数を増やすように計画している。㈱オイシックスの場合、ふぞろいな野菜はいずれも、有機・特別栽培等で栽培したものであり、安全・安心への対応は怠っておらず、独自に基準をクリアしたものを販売している。

このように規格外品の農産物市場は、不況等の影響もあり、着実に増加する方向にある。このため、地域として規格外品を利活用していく場合、安全・安心への対応を考慮しながら、集荷、利活用できる仕組みを構築していくことが重要である。



■図 2-2-4　「ふぞろいな野菜たち」の売上高の推移
注記：平成 20 年 7 月 31 日～8 月 6 日までの売上高を 100 とする。
出典：オイシックス㈱ホームページを利用して作成

(3) 規格外農水産物を利用した農商工連携の取り組み事例

規格外の農水産物を利用した農商工連携による取り組みは、様々な地域で展開しており、三遠南信地域も例外ではない。既に、規格外の農産物は、地元の産地直売所等で売られており、遠州地域の㈱生活創庫（リサイクルショップチェーン）では、農家が廃棄していた規格外の野菜を買い取り、自ら経営するリサイクルショップで即売会（朝市）を実施している。

こうした規格外農産物を集荷し、そのまま販売するケースの他、遠州地域では規格外馬鈴薯を活用し、期間限定のポテトチップスを製造して地域の酒屋ネットワークで販売して

[1] ㈱オイシックスでは、取り扱う農産物について独自の基準（栽培方法、農薬利用、施肥等）を設けている。

おり、東三河地域の㈱プロ・スパー（マイナー魚の割合が全体の 80%）は、漁獲対象とならない魚種（未利用魚、マイナー魚）が、漁業操業時に多数漁獲され、その多くが海洋投棄されている状況[2]を踏まえ、未利用魚等の調理方法等を居酒屋チェーンと連携し、調理方法を工夫しながら市場開拓を進めている等、規格外品に加工という新しい技術・ノウハウ等を加えた事業展開が進んでいる。

また、浜松市では、大量廃棄される B 級みかんや間引きされた摘果みかんを皮ごと酵素分解し、商品化する方法を開発し、シャーベット等にも利用されている（図 2-2-5）。

一方、全国的にみると、規格外果実の利用（千葉県南房総市、鳥取県倉吉市）、規格外野菜の利用（石川県金沢市、岐阜県美濃加茂市、熊本県八代市）、規格外魚の利用（福岡県岡垣町、富山県富山市、長崎県佐世保市）等、規格外の農水産物を利用した農商工連携事業が進んでいる（表 2-2-1）。

規格外品の利用では、生産者（漁業者を含める）の収入増加を促し、しかも農水漁業を行うことに対するモチベーションの維持・向上が期待でき、結果的に農水産業の活性化に寄与することが考えられる。また、農商工連携による事業活動によって、他産業への波及が期待できるとともに、市場開拓による食料自給率の向上にも貢献できる。

しかしながら、規格外品の集荷を含めた流通方法、調理方法を含めた加工方法等には、課題が残っている。例えば、野菜の選果施設から発生した規格外品を利用する場合、集荷コストを著しく低減化できるが、個々の農家を回って規格外品を集荷する場合は集荷コストが非常に高くなる。規格外の魚の場合、一般的に漁船は、最寄りの市場まで運搬するため、漁業操業時に規格外の魚の海洋投棄を行わないように漁業者との調整を行えば、規格外の魚も市場に集まることとなる。

[2] ㈱プロ・スパーのホームページによれば、漁業操業時に海洋投棄される未利用魚の割合は底引き網では 40～50%、定置網・まき網では 20%程度と言われており、日本近海漁業全体でも推計 30%程度の未利用魚が海洋投棄されていると言われている。但し、この数値的な根拠は示されてはいない。

■表 2-2-1　規格外品を利用した農商工連携事業の事例

地域	内容
千葉県南房総市	㈱とみうら（第三セクター）が中核となり、びわ農家、商工会、民間企業が連携し、特産の「房州びわ」の出荷規格外品を原料として、ジャム、ゼリーなど 40 を超えるオリジナルブランド商品の開発を進め、自社での販売や卸のほか、インターネット販売も展開している。
石川県金沢市	地元ブランド農産物と流通規格外食材を活用し、スイートポテト、プリン等を（有）かわに等地元の農産物生産者と共同で開発、商品化。地元農産物を使った菓子作りを通じて生産農家とメーカー、販売業者、消費者が笑顔になれる「4 つの笑顔プロジェクト」として更に取り組みを進化させ、商品を有名パティシエ向けＯＥＭ及びインターネット等を通じて販売。大手コンビニの（株）サークルＫサンクスがこの取り組みに共鳴し、「流通規格外となった食材の再生」と「地産地消の推進」をコンセプトに「HOKURIKU MOT PROJECT」として、㈱オハラと新商品を企画、販売している。
岐阜県美濃加茂市	八尋産業㈱は、野菜の色調や栄養価を保つ殺菌と乾燥技術を活用した大麦若葉・里芋（親芋）の乾燥加工食品と、冷凍設備を導入して行うモロヘイヤ及び里芋（子芋）の冷凍食品開発を計画。原料である、大麦若葉、モロヘイヤや里芋を安定して低コストで調達するには、一次加工（乾燥）することが求められ、長谷川幸鑛が地元の農業者を代表し、栽培と一次加工を実施することで協力・連携体制を構築して生産に取り組む。食料自給率の向上や、廃棄野菜の有効利用、安心安全な国産野菜へのニーズが高まる中、独自の殺菌と乾燥技術を活用することにより、色調や成分の変化が少ない乾燥加工食品が生産できる。また、商品価値が低い部分を乾燥粉末化することで、従来廃棄されていた部位も商品化できる。
鳥取県倉吉市	サイズが小さいなど規格外の果実は、消費者の嗜好に合わないため、生産者が廃棄してしまうケースが少なくなかったが、ＪＡ鳥取中央は、地元のパッケージ業者、食品加工業者と連携して、「梨ワイン」、「梨スパークリングワイン」、「梨ドリンク」などの新商品を開発。
熊本県八代市	地元農家からの要望により、平成 12 年に本店で安価な採れたて野菜の直売所をオープンし、翌 13 年には、中心商店街にも直売所「べじっ太はうす」をオープン。平成 19 年には更なる野菜の消費を拡大するため、地元野菜（規格外野菜を含む）をたっぷり使った惣菜や弁当を気軽に買え、食事もできるデリカフェ店「Mama’s DELI」をオープンしている。
福岡県岡垣町	㈱グラノ２４Ｋ（本体は旅館業）は、地産地消をコンセプトに、地元の新鮮な魚介類や野菜を使ったビュッフェ形式でのレストラン事業を展開。減農薬・有機栽培などの食材は、同社の栽培コンセプトに賛同してもらえる地元の生産者から直接購入しており、規格外品や少量のものなど市場価値が低いものも購入し地元農漁業者にとっては安定したビジネスとなっている。
富山県富山市	㈱上久では北陸で水揚げされる地魚をすり身の原料とするため、富山県農林水産総合技術センター食品研究所の技術指導を受け、製品開発を推進。㈱ジェファでは、これまで養殖魚の餌料としてしか利用できなかった未利用地魚の有効利用を検討。両者が連携して未利用地魚を原料とする新商品の開発がスタート。 　現在、蒲鉾原料のすり身は、殆どアメリカなどから輸入されており、近年原料となるスケトウダラの価格高騰により、安定供給可能な北陸産地魚を使用したすり身が期待されている。このため、すり身製造の新技術を開発することにより、これまで有効利用されていなかった地魚を原料としたすり身を生産する。また、漁業者は漁獲量の変動により価格が安定していなかった魚を冷凍保存し、安定供給する。
長崎県佐世保市	佐世保近海では、雑魚と呼ばれる規格外の魚（旬の魚なのにサイズや数が不揃い等で市場価格が低い）も多く、佐世保魚市場㈱では「もったいない」をキーワードに、今まで買い手が少なく養殖魚用の餌として安価で取引されたり捨てられたりしてきた規格外の魚の加工販売の取り組みを開始。 　佐世保魚市場㈱は、地元漁協、冷凍機メーカーと連携し、加工機械を導入し改良を重ね、平成 20 年１月には小アジの加工品（寿司ネタ用チルド品とフライ用冷凍品）の商品化に成功。現在、サンプル品による売り込みで好評を得ている。

出典：(独)中小企業基盤整備機構等のホームページを利用して作成

浜松・三ケ日の食品加工業者

B級ミカン収入源に

皮ごとペースト化

大半が廃棄処分されるB級ミカンや、間引かれた摘果ミカンを皮ごと酵素分解処理して商品化する手法を、浜松市北区三ケ日町の食品加工業者が考案した。既にシャーベットなど一部商品に利用し、好評だ。三ケ日ミカンの産地だけに、この会社は「ごみがダイヤモンドの原石になる」とさまざまな事業展開を目指している。

三ケ日ミカンは言わずと知れた全国ブランド。だが高い品質の維持のため、栽培過程で多くの摘果ミカンが生じ、選別ではねられたB級品ミカンが出る。その量は年間二万トンとも。

「農家が労力を注いだ大量のミカンが捨てられている。この無駄を何とかできないか」と、地元企業のフードランド（中村健二社長）が発案した。

同社は食肉加工が本業。肉を軟らかくするために食肉酵素剤を使うことにヒントを得て、ミカンの酵素分解を試みた。酵素の種類など試行錯誤の結果、皮をむかず丸ごとの状態で八―十二時間高圧力をかけてペーストの状態にすることに成功した。常温処理のため熱変化が起きにくく、色や栄養分も損なわないことも分かった。

中小企業地域資源活用法に基づく地域産業資源活用事業計画の認定を受けた。水分を飛ばしたパウダーも考案した。パン、和洋菓子に混ぜて使ったり、ボディーソープに添加したりと、試作も進める。ミカンペーストは一キロ千二百円の価格設定。

「ミカンペーストの用途が広がれば、農家の収入安定にもつながる」と中村社長(四八)。黄色のミカンのほかに色づく前の青いミカンの商品化も別途模索中で、「実現すれば、年に二度収入が得られる」と資源の再利用に夢をかける。

B級ミカンを酵素分解したペーストを持つ中村社長。さまざまな事業展開を模索する＝浜松市北区三ケ日町

■図 2-2-5　B 級みかんを利用した商品開発の新聞記事

出典：平成 20 年 3 月 31 日　静岡新聞

３．新たな技術による農産物・食材等の開発の動き

(1) 機能性食品の動き

遺伝子組み換え技術が進展することにより、医薬品分野では遺伝子組み換えによる医薬品等の開発が著しく進展した。こうした中、海外では遺伝子組み換え技術を農産物分野に積極的に応用しており、害虫に強い作物、農薬のいらない作物等の特徴的な作物づくりが行われており、昨今、注目されたバイオエタノールで利用しているトウモロコシもバイオエタノール用に開発されたものであると言われている。こうした中、遺伝子組み換えではないが、特定の効用を持った農産物づくりが進んでいる。

浜松市の㈱ホトアグリでは、特定の波長の光を当てて機能性を高めたベビーリーフの生産・販売を実施している。光源として、発光ダイオード（LED）を利用しており、補光型植物工場（太陽光・人工光の併用型）でも効果が発揮されている（図 2-3-1)。

一方、平成 21 年 3 月、石破農林水産大臣は「農業・農村の潜在力を活かした新たな挑戦」と題した資料を提出し、「アグリ・ヘルス産業開拓プロジェクト」として、動物実験によって「減感作効果（慣れ)」でスギ花粉症の症状が緩和できることが確認されている「スギ花粉症緩和米」を植物工場で品質管理を行いながら生産することを提案した（図 2-3-2)。このコメを 1 日当たり 1 合ずつ、数週間食べることで、ペプチドが体内に摂取され、いわゆる「慣れ」の状態になり、スギ花粉アレルゲンを「外敵」ではなく「食物」と認識するため、アレルギー反応がなくなる。これを植物工場で管理しながら生産し、周年安定供給を可能するとしている。

なお、イネの品種改良などに取り組む農水省所管の独立行政法人「農業生物資源研究所」(茨城県つくば市)と、日本製紙㈱では「スギ花粉症緩和米」の効率的な生産システムを構築するため、徳島県小松島工場に栽培面積 500 ㎡の大型温室が建設されている。現在、このスギ花粉症緩和米は、厚生労働省から医薬品に該当すると判断されている。

青が効く

野菜機能性高めるLED ハウス用に開発

静岡の企業

特定の波長の光を当てて機能性を高めたベビーリーフを生産・販売する㈱ホト・アグリ（静岡県浜松市）が、同社で採用している光源の発光ダイオード（LED）の販売を、2月から始める。光を遮断した植物工場でなくてもハウス栽培で効果が出る。栽培ノウハウを併せて提供していく。

青色LEDの光を当てるとポリフェノールの含有率が高まることは、以前から知られていた。同社代表の岩井万祐子さんが、照射時間や効果を研究。自ら会社を立ち上げて生産を始めた。

本葉が出る時期に夜間と早朝の一定時間照射する。赤シソやビーツなどの場合、ポリフェノールの一種、アントシアニンが1・8～2・3倍に増えることを確かめた。

同社はこれら増加効果の高い葉物野菜5種類に光を当てて機能性を高め、ほかの野菜と混ぜベビーリーフとして商品化した。東京のスーパーなどでは30g200～300円と、通常のベビーリーフの2倍の価格で販売されている。

青色のLEDを当てベビーリーフを栽培するホト・アグリの岩井代表（静岡県浜松市で）

LEDによる単色を利用した農産物の生育、成分の調節や、防虫効果に関心が集まっている。同社は赤色の光を当てたり遮光したりすることで、ほかの機能性成分が高まることも確かめた。

光源の販売とともに順次ノウハウを提供していく。可動式にすれば13平方㍍で使えるセットを、15万円以下で販売する予定。

2月から水耕栽培の研究を兼ねて、同市でミツバなどを生産する京丸園が試験栽培を始める。京丸園の鈴木厚志代表は「将来的には機能性成分を数値で表すなどして販売したい。農産物としてはこれまでにない新しい付加価値になる」と期待を寄せる。

■図 2-3-1　機能性野菜づくりの新聞記事（㈱ホトアグリ）

出典：日本農業新聞　平成 21 年 1 月 18 日

アグリ・ヘルス産業開拓プロジェクト
～バイオテクノロジーと植物工場等の組合せによる新産業の創造～
近年実用化されつつある遺伝子組換え技術等を活用した農作物・カイコ等の生産技術や、ＬＥＤ等の人工光を用いた植物工場における高度な生産管理技術を用いながら医薬品、医療用新素材等を生産。
新産業による製品例：スギ花粉症緩和米、機能性米（血圧調整効果）、人工血管、蛍光絹糸

【スギ花粉症緩和米を植物工場で生産】

- 動物実験において、減感作効果（いわゆる「慣れ」）によりスギ花粉症を緩和させることを確認しています。
- 植物工場において、品質管理を行いながら生産します。

■図 2-3-2　農業・農村の潜在力を活かした新たな挑戦

出典：石破農林水産大臣が提出した資料より抜粋

(2) ロボットを活用した植物工場システム

植物工場といった全く新しい生産システム技術による農産物栽培では、従来農業では利用されてこなかった技術導入が進んでいる。既に、植物の生育状況をセンサーで感知し、その結果を踏まえて、品質の良い野菜を効率良く収穫する知的植物工場システム等が開発されてきている。従来農業とは異なる環境であるため、センサー技術、ロボット技術等の工学的技術の導入が進んだ事例である。

野菜工場に農業ロボ

井関農機・愛媛大

水やり適切、高品質に

愛媛大学と井関農機などは生育状況などをロボットが把握し、安定した品質の野菜を効率よく収穫することができる「知的植物工場システム」の実用化に乗り出す。作物の周囲の温度や養分の給液量などを自動的に調節する愛媛大学が開発したシステムをもとに製品化を進め、井関農機などが二〇一一年をメドに事業化する。作物の状況などを細かく把握して高品質化につなげる次世代型の植物工場といえそうだ。

新しいシステムは太陽光を利用したガラス温室で広さ一ヘクタール以上を想定する。ロボットに搭載したカメラ、温度センサーなどで情報を収集し、工場内のデータセンターで集約。過去に蓄積した発育データと照合し、最適な生育状態を作り出す。まずトマトでの事業化を見込む。

ロボットの温度センサーは葉の温度を測り、葉の蒸散による温度変化から水分が十分かどうかを判断。また、工場内の固定カメラで撮影した画像から葉の部分がどの程度を占めているかを計測して発育状態をチェックする。

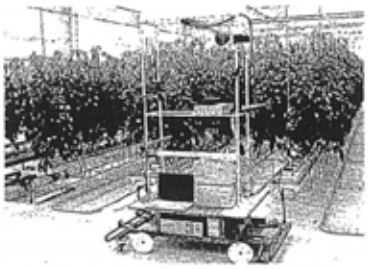
その情報をもとに一定の株数ごとに養分の給液量を調節することで、トマトの糖度を上げる。ロボットのカメラでは実になる前の花を撮影し、異常があるかどうかを自動的に判別できる。

愛媛大学の実験では従来のガラス温室で栽培した場合、五度だった糖度が、新システムは九度まで上がった。温度や湿度もきめ細かく制御することで、収穫量は従来比で約四割増える見込み。

今後はトマトだけでなく、キュウリやナス、ピーマンなどの作物に対応するとともに、計測の高精度化や装置の低コスト化を進める。井関農機などは農家のほか、農業関連企業などが設立した農業法人や農協などに拡販する。

一一年以降、販売したシステムをネットワークでつなぎ、データベース上で一元管理。地域ごとに異なる植物の生育情報を蓄積し、システムの対応力を高める計画。

11年に事業化



ロボットが自動走行し植物を診断する（愛媛県松山市の愛媛大学構内）

■図 2-3-3　井関農機と愛媛大学の農業用ロボットの記事

出典：日経産業新聞　平成 20 年 12 月 20 日

(3) 新しい貯蔵技術

千葉県我孫子市に本社を持つ㈱アビーは、CAS（Cells Alive System）フリージング･チルド･システムを開発した。従来の『冷凍』システムとは異なる理論体系から開発された全く新しい『凍結』技術である。従来の冷凍食品で指摘されていた、チルド食品と比較しておいしくない、食感が悪くなる、冷凍臭が気になる、退色して自然の素材の美しさが失われる、また添加物を使用せざるを得ないなどの問題が解決する。CAS システムでは微弱エネルギーを作用させて、食材の水分子を微小かつ均一化し、一気に凍結する。食材の細胞・組織を破壊しないため、解凍後に獲れたての鮮度が活き活きと蘇る。

既に、魚の保存等では品質に問題ないことが明らかになっている（図 2-3-4）ため、豊作貧乏時の農産物の一次貯蔵、規格外農産物の貯蔵等を行い、需要期に対応した出荷を行うことで野菜の付加価値化に繋がると考えられる。

【事例】　(株)ふるさと海士　CAS 凍結センター（島根県隠岐郡海士町）　※第三セクター
【施設の概要】
(1)整備目的　海士町で獲れる農・水産物を加工し、特殊冷凍（CAS）して島外へ発信し、ブランド化の確立と外貨獲得を目指す。
(2)整備内容　構 造 物　鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ平屋建　８８４㎡
主要加工機器　CAS 凍結機（-55 度）２基
冷凍保管庫（-35 度）２基、厨房機器等
(3)主な生産品　白イカ、ヤリイカ、岩牡蠣等
(4)販売先　外食チェーン店、百貨店、通信販売、スーパーマーケット
(5)補助金等　新山村振興等農林漁業特別対策事業（国庫補助：平成１６年度）
事業主体名　海士町
事 業 費　414,550　千円（補助対象事業費）
216,242　千円（本体工事費）
188,050　千円（冷凍設備工事費）
5,040　千円（設計管理費）
5,219　千円（工事雑費）
国庫補助金　207,275　千円（補助率 5/11）
町　費　207,276　千円

■図 2-3-4　CAS システム導入事例

出典：農林水産省ホームページ等を利用して作成

４．バイオマス利活用の新たな動き

(1) 食品残さの利活用への取り組み

1)食品リサイクル法の改正

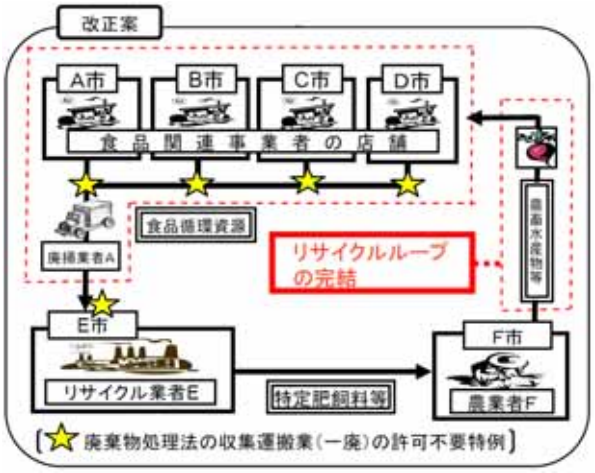
食品リサイクル法では平成 18 年度までに食品関連事業者等に対して、再生利用率を 20%まで向上させることを義務づけ、一定の効果をあげているが、食品産業の川下に位置する小売業などの食品関連事業者の取り組みが低迷していることから、これらの食品関連事業者に対する指導監督の強化と再生利用等の取り組みの円滑化措置を講ずるため、平成 19 年 12 月に同法が改正された（表 2-4-1）。法改正により、食品廃棄物由来の肥飼料により生産された農畜水産物を食品関連事業者が引き取る計画である再生利用事業計画が主務大臣の認定を受けた場合、一般廃棄物に係る収集運搬の許可を不要とすることが定められ、食品リサイクルの一層の推進が期待されている。

また、飼料価格の高騰化等は、食品残さを利用した肥料化のみならず飼料化等の動きを強めており、食品製造業の聴き取り調査でも食品残さを飼料として利用している畜産農家の実態が明らかになる等、食品残さ等のバイオマスが資源循環の中で農業に果たす役割が高まってきている。

■表 2-4-1　食品リサイクル法の主な改正内容

1.食品関連事業者に対する指導監督の強化
(1)定期報告義務の創設
　食品廃棄物等の発生量が一定規模（年間 100 トン）以上の食品関連事業者は、毎年度、主務大臣に定期報告を行う措置を創設する。
(2)食品関連事業者のあり方
　フランチャイズチェーン事業を行う食品関連事業者の食品廃棄物等の発生量に、その加盟者において生じる発生量を合計して多量発生事業者であるかを判定する。

2.食品関連事業者の取り組みの円滑化
　農畜水産物等の食品関連事業者による利用を含めた循環型の再生利用事業計画を作成し、主務大臣の認定を受けた場合には、食品循環資源の収集運搬について、一般廃棄物に係る廃棄物処理法上の許可を不要とする。



出典：農林水産省ホームページを利用して作成

2)全国の取り組み事例

①イトーヨーカ堂の取り組み

イトーヨーカ堂は、平成 20 年 6 月に「完全循環型農業」への参入を表明し、富里市農業協同組合の協力により、セブン＆アイグループとして初の農業生産法人となる『株式会社セブンファーム富里』を千葉県富里市内に設立し、直営農場『セブンファーム富里』にて環境に配慮した「完全循環型農業」を開始した（表 2-4-2～3）。

平成 20 年 8 月下旬より、千葉県内のイトーヨーカ堂 6 店舗（松戸店・八柱店・五香店 他）で回収した食品残さからたい肥化した肥料をセブンファーム富里に導入し、露地野菜 5 品目（大根・キャベツ・人参・ほうれん草・小松菜）を中心に栽培を開始している。

改正食品リサイクル法を受け、店舗から排出される食品残さを資源として活用し、残さ－堆肥－栽培－販売（店～堆肥工場～直営農場）の完全リサイクルループ化を行っており、大手流通業で初めての取り組みである。

■表 2-4-2　農業生産法人の概要

名称：㈱ セブンファーム富里
所在地：千葉県富里市立沢新田字谷津台
　　82 番地 141
設立日：平成 20 年 8 月 23 日
出資比率： 富里市農業協同組合組合員 80%、
　　JA 富里市 10%、ｲﾄｰﾖｰｶ堂 10%

出典：イトーヨーカ堂のホームページを利用して作成

■表 2-4-3　直営農場の概要

名称：セブンファーム富里
所在地： 千葉県富里市内
　農地面積： 約 2ha
※平成 21 年春に 4ha へ拡大予定
生産者：富里市農業協同組合合員とイトーヨーカ堂社員が担当
栽培品目：露地野菜 5 品目（大根・キャベツ・人参・ほうれん草・小松菜）を中心に栽培を開始。以降順次、品目を拡大予定。
収穫量： 約 130 トン
販売店舗：千葉県内のイトーヨーカ堂 6 店舗（松戸店・八柱店・五香店 他）から開始。以降順次、千葉県内全 21 店舗まで拡大予定

出典：イトーヨーカ堂のホームページを利用して作成

②㈱小田急ビルサービスの取り組み

㈱小田急ビルサービスは、小田急グループやその沿線食品関連事業者から排出される食品循環資源を活用し、発酵リキッド飼料の生産（名称：小田急フードエコロジーセンター）を行っている（表 2-4-4）。

以前は、食品残さをたい肥化していたが、食品残さは毎日発生するが、農家のたい肥需

要は年間特定の期間に集中し、余剰たい肥が発生する等、たい肥の需給がアンバランスであった。畜産農家では、飼料の約 90%を海外に依存しており、穀物高騰による飼料費支出が増大するとともに、飼料の乾燥エネルギー費用や、乾燥飼料による豚の疾病問題（粉塵による肺炎等）を内包していた。一方、消費者の食に対する安全・安心ニーズは高まり、畜産業における抗生物質の利用等にも波及していた。

こうした状況を受け、小田急グループでは、小田急線沿線の住みやすい環境づくり、沿線の価値の向上とともに、ブランド豚肉（百貨店のお歳暮等）として発酵リキッド飼料分野に進出した。

現在、一般廃棄物（スーパー、百貨店、ホテルの食品残渣）、産業廃棄物（食品製造業者の食品残さ）を 50～60㎞ 圏域の約 95 事業所から受け入れており、食品残さの 6～7 割が炭水化物、約 2 割は混合残さである。生産した液状飼料は、契約農家に供給しており、小田急商事がスーパーマーケット OdakyuOX において「神奈川ヨーグル豚」のネーミングでブランド化に成功している。

■表 2-4-4　小田急フードエコロジーセンターの概要

■設置場所：神奈川県相模原市田名塩田 1-17-13
■飼料化方法：乳酸発酵方式
■受入量
・受入処理能力：39ｔ/日
・受入料金：　炭水化物（ご飯、パン等）　：10～15 円/kg
　　スーパー、百貨店からの一般廃棄物（野菜等）　：10～25 円/kg
■液状飼料生産量等
・食品残さ受入量を 39ｔ/日とすると、生産量は 50～60ｔ/日。
※1 頭の豚の 1 日あたりの食事量　液状飼料：10 kg/日、乾燥飼料：2.5 kg/日
※6000 頭分の豚の飼料が生産可能（生産量 60ｔの場合）
・液状飼料 100%でも十分生育可能であり、ブランド豚「神奈川ヨーグル豚」として販売中
・飼料の消費期限は 10 日～2 週間（農水省と大学の研究機関から伝えられている）
■配布先等
・契約養豚農家で豚の成長過程の肥育期に主に利用。
・概ねセンターから 100～150㎞ 圏域内の養豚農家にタンクローリーで搬送。
・販売額（送料込み）は 5～8 円/kg
■メリット
・一般配合飼料と比較して飼料コストの削減。
・疾病率の低下（肺炎等）。
・乳酸発酵なので腸の調子が良く免疫が作られる。
・抗生物質の使用頻度が少なくなる。（安全・安心豚）
■設備費・ランニングコスト
・設備投資費用：総額：150,000 千円
・ランニングコスト：10,000～12,000 千円/月、家賃（土地・建物）：2,400 千円/月、その他
・収支　受入量 26～30ｔが損益分岐点である。

受け入れ残さの例

乳酸発酵装置

神奈川ヨーグル豚

出典：企業ヒアリング調査より作成

(2) 下水汚泥の利活用への取り組み事例

下水汚泥の利活用方法は、一般的に焼却処理した灰をスラグして、建設骨材として利用していることが多く、その他にはたい肥原料として利用されている。最近では、汚泥の持つ熱量を利用して、化石燃料の助燃剤等に利用する動きも出てきており、利用用途が広がっている。

東京都では、下水道から発生する汚泥処理の問題を解決していくため、東京電力㈱と連携した下水汚泥の炭化事業を進めている。

バイオ燃料㈱（東京電力㈱が 100%出資）が、東京都下水道局から受託して加工した炭化燃料（計画製造量：約 8,700ｔ/年）を石炭火力発電所（常磐共同火力㈱勿来発電所７号機）へ輸送・販売する（図 2-4-1）。発電所では、その炭化燃料を既存の石炭燃料に１%程度（発熱量ベース）混合し発電している。

原材料となる脱水汚泥量は、年間 99,000ｔ/年であり、ここから年間 8,700ｔ/年の炭化燃料を製造することができ、この量は東京都の年間発生汚泥量の約 9%に相当する。

脱水汚泥の含水率の平均は、76%程度であるが、合流式下水道から発生する汚泥を対象としているため、雨天時には含水率が変動する。このため、炭化炉のみで一気に汚泥の乾燥及び炭化の工程を担うよりも、乾燥機と炭化炉を組み合わせて安定的で効率的なシステムを導入している。汚泥炭化施設は、焼却炉（300ｔw/日）の代替として導入するため、同規模とし、点検時や補修時を踏まえ複数系列（100ｔw/日）としている。なお、補助燃料としては都市ガスを利用している。

なお、下水汚泥を焼却処理すると、二酸化炭素の 310 倍の温室効果がある一酸化二窒素（N_2O）が発生するが、炭化設備では、炭化処理時に発生するN_2Oを同時に高温過熱処理することで発生量を抑制、温室効果ガス排出量を低減できる効果がある。

■図 2-4-1　炭化事業のフロー

出典：東京電力ホームページ等を利用して作成

(3) 木質資源の利活用への取り組み事例

木質資源（ここでは製材に向かない用途の端材や林地残材、これまで利用されていない木質バイオマスを指す）の利活用では、大きく分けて「直接燃焼」と「ガス化」との 2 つに分類される。直接燃焼とは、古くから利用されており、ボイラー内で燃焼させることにより、熱のみの利用から、電力へエネルギー転換させることまで可能となっている。ガス化とは、木質バイオマスが気体でも液状でもなく、固形で、かつ均一性がないことによるデメリットであるハンドリング（扱い）の悪さを補うための前処理技術である。

また、木質資源のハンドリングの悪さを補うもう一つの方法として、ペレット化がある。ペレット化とは、高圧で均一の大きさに固化成型することにより、燃料としての均質性を保つ前処理技術である。

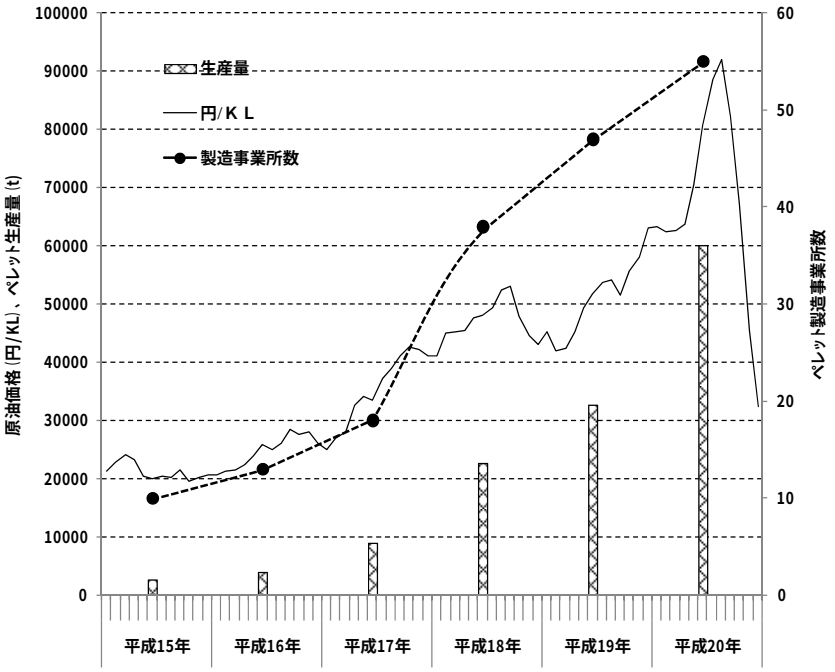
三遠南信地域にも、木質資源の利活用施設が存在しており、新しい技術導入の検討等も行われているが、新しい技術導入以前に木質資源を安価にしかも効率的にどのように集めるかが最も大きな問題となっている。

こうした中、海外からの木材輸入が減少し、国産材の需要が高まってきたにもかかわらず、国産材の価格は上昇していない。企業ヒアリング調査では、農業用施設のペレット需要として約 800t が見込めると言われているが、これは 40 数円/kg（輸送費を含めた農家引き渡し価格）を想定しており、三遠南信地域で製造するとすれば、これよりも割高になると考えられている。また、仮に浜松市天竜区でペレットを製造した場合、原材料を製材所から発生する端材を想定すると取引価格は 95 円/kg 程度になると試算されている。

一方、ペレット製造では、製材所から発生する端材等を一度チップ化し、それを成型して製造されるが、輸入材の減少による原材料の確保、昨年 9 月頃までの経済活況を受けたエネルギー転換（脱石油）の影響で、製紙業界を中心にチップの需要が非常に高くなっており、石油価格は大幅に低下してきているが、チップ価格は低下していないのが実状である。

このように木質資源の利活用は、経済情勢に大きく左右される性格をもっているが、その環境特性（カーボンニュートラル）を活かし、利活用の方向を検討していくことが必要である。

日本木質ペレット協会によると、平成 20 年 3 月末現在、全国のペレット事業所数は 50 事業所あり、北海道が 8 事業所と最も多い。三遠南信地域を含む、愛知県(1 事業所)、静岡県(1 事業所)、長野県(3 事業所)でも存在している。平成 20 年のペレット生産量は 6 万トンに迫る勢いであり、原油価格の高騰に対応してペレット事業所、生産量が増加している（図 2-4-2)。



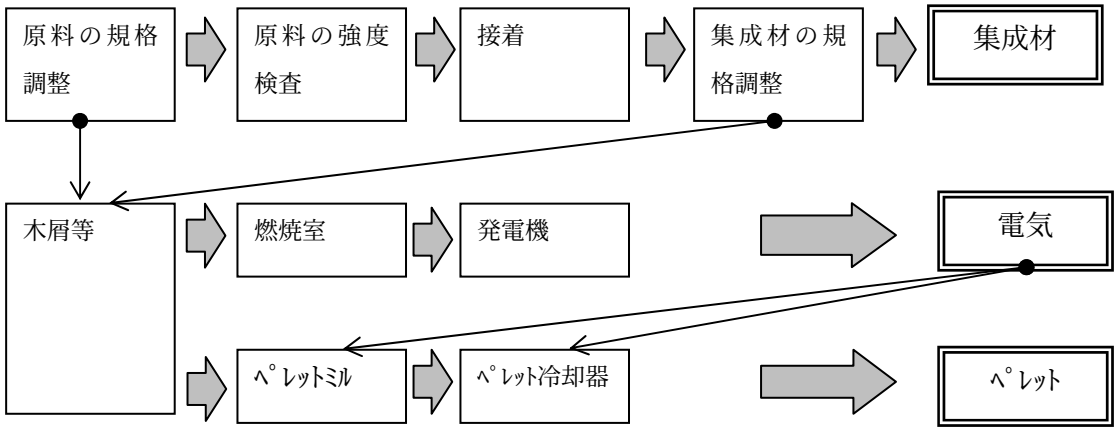
■図 2-4-2　ペレット事業の推移

注記：原油価格は CIF 価格、平成 20 年の生産量、製造事業所数は推計値
出典：日本木質ペレット協会ホームページ、日本貿易統計等を利用して作成

1)銘建工業㈱の取り組み

銘建工業㈱（集成材製造メーカー）では、自社工場（集成材製造工場等）から排出されるかんな屑やヒノキの皮を利用して自社発電を実施している（図 2-4-3)。これにより、廃材を自家消費した上に、工場の所要電力を 100%賄っており、「ごみを出さない」「化石燃料に頼らない」を早くから実現している。余剰電力は電力会社に売電している。

また、オガクズやかんな屑などの製材廃材や林地残材、古紙といった木質系の副産物、廃棄物を粉砕、圧縮し、成型した固形燃料としてペレットを製造している。長さは 1～2cm、直径は 6、8、10、12mm が一般的で、最大 25mm まで製造できる。既に、ここで製造されたペレットは袋井市のメロン農家に運ばれ、農業用施設の燃料として利用されている。



■図 2-4-3　ペレットの生産過程

2)静岡製材協同組合木質バイオマス発電所

木材チップやオガライトの製造を行っている静岡製材協同組合（静岡市）では、平成 16 年 9 月から、同組合で発生する木質バイオマスをエネルギー源とした発電施設を稼働させている。同組合では、自工場内と組合員（22 名）の工場から、製品の生産過程で発生する不要な樹皮や木くず（年間 3,600ｔ）を燃焼させ、発生する蒸気をタービンの動力として発電し、自工場内で利用（年間発電量 17 万 7,000kwh、同組合の使用電力の 55%に相当）するとともに、熱エネルギーもオガライトの原料となるオガコの乾燥（年間 6.3 万ﾘｯﾄﾙの重油に相当する熱量）に利用している。

原材料は、組合員の製材所で発生する樹皮や木屑（2,800t/年）で、主に 4t トラックで収集されるが、運搬方法は業者委託、組合員の直接搬入、組合員の回収の 3 通りがある。

現在の課題としては、樹皮に含まれる水分の量で熱効率が大きく異なるため、現在はチップダストやプレーナーくずを混合させ熱効率を高めているが、熱量が安定していないことが課題となっている。

(4) 家畜排せつ物の利活用への取り組み事例

愛知県美浜町のＳ養豚場では、豚ふん尿からバイオガス化（メタン発酵）技術により、メタンガスを回収し、ガスエンジン発電機を利用しており、電気は施設の動力もしくは売電に、排熱はメタン発酵槽の加温に使用する事業を行っている。

平成 15 年度に事業を開始しており、豚ふん尿の 11ｔ/日（豚舎内排水 3.5ｔ／日、豚ふん尿 7.7ｔ／日）を利用している（図 2-4-4）。メタン発酵で得られたバイオガスは、ガスエンジン発電機（6kW×2 基）で発電し、施設内で必要なエネルギーを賄い、低ランニングコストで運転を実施している。また、プラントの消費電力が少ない時間帯に発生する余剰電力を電力会社に売電できるようになっている。

この施設の特徴は、バイオガス化施設と豚舎が隣接しているため、輸送コストが掛からないこと、国産の汎用性の高い機器及び部品を使用しているため、メンテナンスが容易であること、自動運転のため、日常の運転管理が目視による異常確認程度であること、発生したメタンガスを燃料として、施設内の必要電力及び熱を自給することにより、従来の施設と比較して低ランニングコストであること、ＲＰＳ法（電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法）の設備認定を受けることで、売電が可能であることなどである。

また、湿式のメタン発酵方式であるため、消化液は水処理後（年間 100 万円程度）に排水している。三遠南信地域の中でも、東三河地域で実施した場合は、排水が三河湾に流入するため、より厳しい水質排水基準をクリアする必要があり、水処理費用がさらに高まることが予想される。

■図 2-4-4　メタン発酵施設の状況
出典：豊橋市バイオマス・ネットワーク・シティ構想策定調査報告書（平成 19 年 2 月）バイオマス資源有効利用研究会

(5) バイオ燃料への取り組み

ブラジルでは、昭和 48 年の第一次オイルショックを受け、昭和 50 年に PROALCOOL（国家アルコール燃料計画）を制定し、燃料用エタノール生産を本格化させた。含水エタノールの販売価格がガソリンの 60～70%になるよう設定し、平成 5 年には石油の輸入依存度が約 49%、平成 14 年には約 9%に低下し、現在はエタノールを輸出している。

こうした中、米国においても、第 43 代ブッシュ大統領の時期、原油が急速に高騰したことを受け、国内燃料供給力の向上と、国よるバイオエタノール政策が重視されたことにより、作物からの燃料製造が加熱した。特に、とうもろこしを原料としたエタノール工場は、次々に建設された。しかしながら、平成 20 年の 9 月の米国発の金融危機以降、急減に需要が冷え込み、エタノール生産量全米第 2 位のベラサン・エナジー（本社：サウスダコタ州年間生産能力 623 万 kl）が平成 20 年 10 月 31 日にチャプター11（日本の民事再生法に相当する規定）を申請する等、エタノール工場の閉鎖が起こっている。

我が国においても、バイオマスからのエタノール化が国を挙げて進められている。既に、建設廃材を利用したエタノール工場が大阪府堺市に建設され、燃料としてガソリンスタンドで販売されている（表 2-4-5）。また、実験段階であるが、これまで稲わらを利用したバイオ燃料づくりの取り組みが行われている（図 2-4-5）。

最近、平成 20 年 8 月頃に比べ、原油価格が低下しているが、BRICs における潜在的な経済成長率の高さ等を踏まえると、再び、原油価格が高騰する可能性が高い。このため、将来的に多様なエネルギー源確保の観点からも、バイオ燃料への取り組みを進めていくことが重要である。

■表 2-4-5　バイオエタノール・ジャパンの概要

■所在地　：　大阪府堺市
■概要　　：　都市にストックされた森林資源といわれる建設廃木材を主原料に、バイオエタノールを製造し、ガソリンの添加剤としての燃料エタノール市場を開拓する。世界で初めて建設廃木材をバイオマスとして取り上げ、廃木材の有効利用を図るとともに、製造されたエタノールを燃料添加剤として使用する。技術的には、希硫酸による糖化法と遺伝子組み替え菌（ＫＯ11）と酵母の 2 種類の菌体を用いてエタノール製造を行うものであり、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の産業技術実用化開発費助成事業を活用して実証研究を行い、環境省の「地球温暖化対策ビジネスモデルインキュベーター事業」に採択さている。
■対象廃棄物
対象廃棄物：建設廃木材、紙くず、食品残渣（おから等）
処理能力：破砕設備　180ｔ／日　，　発酵設備　82ｔ／日
ボイラー設備　86ｔ／日　，　発電設備　1,450ｋｗ
※エタノールに適さない木材はチップ化し、発電ボイラーに利用し、工場内で発生した残さは、ペレット化して燃料として利用する。
■規模等
・平成 19 年 1 月末より操業開始。
・敷地面積：15,000 ㎡、総事業費は約 40 億円。
・製造したエタノールは石油メーカーに販売　※年間 4 千ｋリットルまで引き上げる予定。
・バイオエタノール・ジャパン・関西は、大成建設、大栄環境、丸紅、サッポロビール、東京ボード工業の共同出資により設立。

出典：大阪府エコタウンプランのホームページ等を利用して作成

■場所：長野県上水内郡信濃町
■名称：長野県信濃町地燃料システム研究実験棟
■研究の目的
・地燃料生産システムの開発・構築：でんぷん系のみならず草木質系バイオマスをも糖化して、エタノール発酵、蒸留、エタノール自動車の試験走行に至る一連の地燃料生産システムを開発・構築する。また、エネルギーの地産地消を進める。
■稲わらからのエタノール生産
・日本のセルロース系バイオマス利用を考えると、一番に稲わらが取上げられる。
・稲わらの地域内賦存量：約 4500ｔ／年間
・成分：セルロース（約 4 割）、ヘミセルロース（約 3 割）
・生産量　：　原材料の 20%
■設備概要

糖化発酵装置

バイオマスボイラー

■バイオエタノールの利用先（計画）

・公用車、軽トラック、農業機械、観光ボート、スキー場ランプ、灯籠流し等の町イベントに利用。

■その他事項

・刈草の利用は、その種類、季節変動もあり、利用しづらい。

・コスト的にはまだまだ割高である。

・事業ベースの生産量：概ね年間１千ｋｌ

※但し、それだけの原材料を収集できるか難しい。

■図 2-4-5　稲わらのバイオ燃料化

出典：ヒアリング調査より作成