

新たな都市型農業のサービス産業化

佐藤証¹

概要：我々は土地を耕し作物を生産するこれまでの農業に対して、都市の屋上等の空スペースを利用した水耕栽培による楽しむ農業を提案し、その実現に向けて装置の開発と栽培実験を行っている。オフィスビルや病院、小学校等に導入し、屋上緑化や憩いのスペース創出、食育への活用その他、究極の地産地消と地域連携による6次産業化も進めている。本稿では、これらの取組みを紹介する。

New Urban Agriculture Towards Service Industry

AKASHI SATOH¹

1. 従来型農業の課題

食料の生産性向上に支えられ世界人口は70億人を超えるに至ったが、生産性向上以上に増大する消費エネルギーの大きな問題がある。また、人が使う水の7割が農業用で、工業用水は2割、生活用水はわずか1割でしかない[1]。さらに農業や肥料による地下水や土壌などの環境汚染や、産地から消費地への輸送等のエネルギーコストなども大きな問題であり、現代の農業は決してグリーンな産業ではない。

日本は人口が減少傾向にあるものの、食糧自給率はカロリーベースで1965年の73%から2014年の39%にまで低下の一途を続けている[2][3]。農業総産出額で見ると、1984年の11.7兆円から減少傾向となり、2001年以降は8兆円台で推移している。農業総産出額から経費や税を控除して経常補助金を加算した生産農業所得は、1984年の4.5兆円から2014年は2.8兆円まで減少している[2][3]。1985年以降2015年まで、販売農家の戸数は604万戸から133万戸へ、農業従事者数は1,932万人から340万人へ大きく減少している[4]。個人農家の事業収入は100万円未満が61%を占め、1,000万円以上はわずか5.9%でしかない[4]。そのため農家の58.6%は副業として農業を営んでいる。また高齢化も深刻で、60歳以上が77%を占めている[4]。耕作地は1961年の608.6万haをピークに、2014年には451.8万haまで減少し[5]、荒廃農地は全国で27.6万ha、関東圏はその1/4の7万haを占めている[6]。

2. 農業改革と植物工場の拡大

このような食料自給率低下、後継者不足、荒廃農地増加等、様々な問題に対処するため、戦後のGHQ主導で定められた寄生地主を排除する自作農主義(農地所有者=耕作者)を基本とする農地法が2009年に改正された。改正農地法では農地の賃貸やリースも可能になり、その後さらに、農地所有の条件も大幅に緩和されつつある[7]。これにより、農業に参入できる業

種や形態が拡大している。また、第2次安倍内閣が発足すると、2013年6月の閣議決定により「日本再興戦略(2013)」[8]の中の成長戦略の柱の1つとして、「1. 農林水産物の輸出倍増戦略」「2. 付加価値を増大させる6次産業化市場の拡大」「3. 農地集積による農業の構造改革の推進」からなる“攻めの農林水産業”が掲げられた。6次産業とは「一次産業としての農林漁業と、二次産業としての製造業、三次産業としての小売業等の事業との総合的かつ一体的な推進を図り、地域資源を活用した新たな付加価値を生み出す」ことで[9][10]、そこから“1次+2次+3次=6次産業”と呼ばれる。

2009年の農地法改正と、経済産業省および農林水産省による植物工場普及・拡大総合対策事業の147億円の投資をきっかけに、農地以外の土地を利用できる植物工場への新規参入が急増した。その数は2009年3月末の5ヶ所(人工光型34、太陽光併用型16ヶ所)から、2016年2月末で306ヶ所(人工光型191、太陽光併用型36、太陽光利用型79)と6倍に増えている。人工光型の雇用者数は10人以下が過半数で、21人以上はわずか2割、施設規模も1,000平方メートル未満が7割とほとんどが小規模経営である。一方、太陽光型は21人以上が過半数で比較的経営規模が大きい。しかし、人工光型も太陽光型も赤字が半数を占め、黒字は2割程度しかない[11]。植物工場は、天候に左右されない計画生産と、安定した品質と価格が大きなセールスポイントであるが、建設コストと生産コストが高く、特に人工光型は照明や空調に相当な電力を要し、その運用コストはビニールハウスの50倍近くとなる。また人工光型は葉物野菜中心であるが、露地物との差別化・付加価値化が難しく、結局その価格と出荷量は露地物の価格に大きく左右されてしまう。さらに、栽培法や経営ノウハウが未熟で安定生産に失敗するなどの要因で、2015年には植物工場の大型倒産が相次いだ[12]。このため現在は、栽培施設・装置・部材等のハード面だけでなく、IoTや人工知能(AI)、ロボット技術を導入することで、栽培ノウハウの集約や省力化による生産性向上を狙うスマート農業が注目されている[13]-[16]。

¹ 電気通信大学
The University of Electro-Communications

3. 新しい都市型農業

上記のように、これまでの農業は生産性向上を目的に、規模を拡大して単一作物を大量に栽培することを課題としている。大企業であれば高価な制御装置や技術を導入することも可能であるが、日本の農業を支える個人農家はその恩恵にあずかることはほとんどなく、また逆に日本の個人農家の有する様々なノウハウを生かした特徴ある作物の栽培は難しい。土地の問題から大規模圃場は地方に限られ、大消費地である都市近郊においても農業の活性化と後継者不足は依然として大きな問題である。これらの問題には、農業は作物の“生産業”であり、地方の大規模農地や植物工場で単一の作物を大量に栽培し、消費地へ輸送するものという既成概念が根底にある。その一方で都市部における個人レベルの農業への関心は非常に高く、東京・神奈川には全国の1/4の数の市民農園が集中していることも事実である。

従来の農業は、農作物を製品として生産→販売→消費と届けることが目的であった。しかし、図1のように、都市部の中心に農業を展開し、生産者、販売者、消費者を集めることで、生産や物流だけでない“サービス産業”としての新しい価値を創出することができる。その付加価値により都市型農業をビジネス展開し、またそれを支える技術開発を行うものが我々の提案する都市型農業の目的である。

都市部での農業の大きな障壁の一つは、広く安い農地がないことである。そこで我々は、広島上野園芸の「空宙栽培」方式[17]をベースに、日当たりのよいビルの屋上やベランダ等のスペースを有効活用して作物を育てる水耕栽培システムの開発を行っている。土を使わずに養液をポンプでパイプの中に循環させる水耕栽培装置で、トマトを中心にいちご、なす、かぼちゃ、ズッキーニ、パプリカ、メロン、ハーブなど様々な作物を同時に育てている(図2)。このように従来の大量生産の農業では不可能な、個人のニーズに合わせた少量多品種栽培や、スーパーには並ばない珍しい品種の栽培が可能である。また、日当たりのよい屋上であれば、小さな太陽光パネルで全ての電力を供給することができる。都市部のビルの新規建築では屋上緑化・壁面緑化が義務付けられているが、我々のシステムは特殊な部材を使わずホームセンターで購入できる資材を利用しているため設置が簡単で軽量、コストも抑えられるという大きなメリットがある。土壌を肥料で汚さず連作障害がなく、虫が少ないため

農薬の使用が制限でき、太陽光を利用し、屋上緑化という効果も得られる環境にやさしい極めてグリーンな農業である。さらに都市部での栽培は、輸送や包装のコストを削減し、いつでも取れたての新鮮な野菜が収穫できる究極の地産地消を実現するものである。そして、栽培・収穫を対価を支払う労働ではなく、都市部における楽しみとして提供する“楽しむ農業”のサービスビジネス化を目指している。

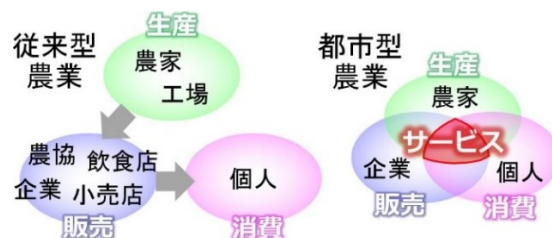


図1 従来型農業と都市型農業

4. 都市に緑を広げる水耕栽培システム

このような水耕栽培システムの普及とそれを利用したサービスの提供には、生産性の追求は必要ないものの作物が障害なく育つことが前提となり、ユーザまかせではない適切な栽培管理が不可欠である。しかし、都市部のビルに点在する中小規模の施設全てを毎日直接チェックすることは困難である。そのため無線センサによる管理システムを構築する必要があるが、個人や小規模施設での利用においては、大規模植物工場等で用いられている数十万円もするようなセンサモジュールを使うことはできない。このように高価な理由として、販売台数が限られる専用装置で、また栽培に最適な環境制御のための高い精度と信頼性が求められること等が挙げられる。

それに対して提案する“楽しむ農業”は、生産性向上を目指すものではないため精度と信頼性に一定程度の妥協が許容される。また、データの取得と通信といった限定された機能のハードウェアは、一般での利用により数量が確保できれば安価に製造することができる。そこで我々は、図3の水位・水温・液肥濃度を測定する水耕栽培用センサモジュールを安価に抑えるべく、開発を電機メーカーではなく、玩具メーカーと進めている[18]。さらに個人宅のベランダにも簡単に設置でき、土を使わずに本格的な果菜類の栽培が誰でも楽しめる高さ約1mの小型水耕栽培装置(図4)の製品化に向けた開発を行っている。装置の特徴は、水耕栽培でありながら作物の根を水に浸けな

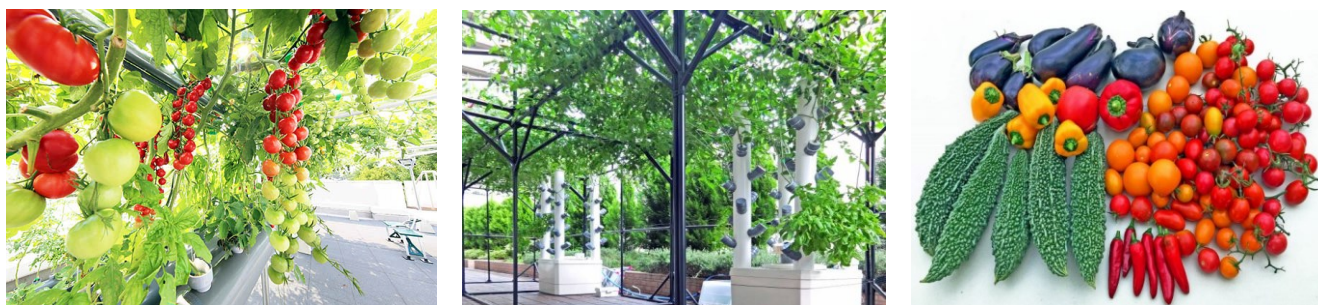


図2 大学(左)と銀座(中央)に設置した水耕栽培施設と収穫された野菜(右)

いところにある。柱の中で根は浮いた状態にあり、そこに10分に1分程度、タンク内の液肥をポンプでパイプの上に汲み上げ、シャワーのように降らせて循環させる。邪魔になるものがない根は自由に伸び、酸欠にならず、水耕栽培特有の夏場の根腐れもない。フ



図3 水耕栽培用センサモジュール

ルートマトの栽培では水を制限して糖度を上げることが重要であるが、この装置ではタイマーの設定によって簡単に制御することが可能である。

5. 生産業からサービス産業への転換

従来の農業では栽培や収穫は農作物生産のための労働であったが、都市型農業ではそれを楽しみとして提供するもので、その周辺サービスも期待される。ベランダでゴーヤや朝顔を育てるグリーンカーテンの認知度が上がっているが、栽培方法やトラブルへの対処がわからないといったことが課題となっている[19]。様々な果菜類やスーパーで入手できないような珍しい野菜を個人で育てようとする場合、敷居はさらに高くなる。これを解決するには、ユーザ間で情報を交換するネットワークを作ることが重要となる。またコミュニティ内でアドバイスを得ながら順次ステップアップし、自分でも様々な工夫を凝らして自慢あるいは競い合いながら、より高品質、よりめずらしい野菜が作れるようになれば、楽しむ農業を趣味からさらに一歩進めることができる。また、様々な環境で多種多様な作物を育てるため、出来不出来の原因を探るには、水耕栽培装置のセンサデータをネットワークを通じて収集・解析・活用することも重要である。

ネットゲーム等のバーチャルな世界で、対戦したりチームを作ったり、アイテムを交換・購入するといったビジネスモデルは確立している。それに対して我々は、植物栽培という現実世界をセンサネットワークで繋ぎ、その上でユーザが情報交換や競争をするコミュニティの形成を目指している。その中で、種・苗・肥料、書籍、栽培関連グッズの販売等のビジネスが期待できる。さらにネットワーク上のつながりだけでなく、商店街や学校、

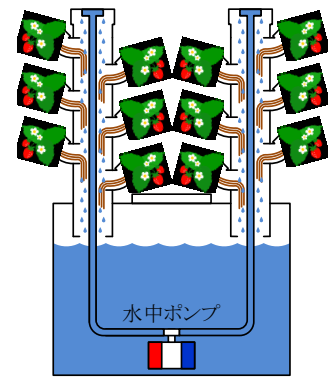
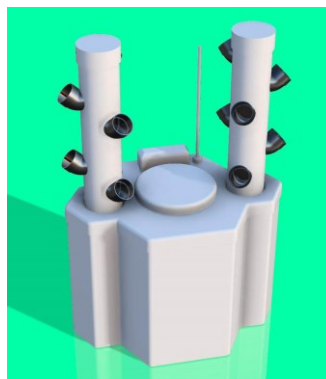


図4 小型水耕栽培装置の外観(左)と基本構造(右)

病院、高齢者施設などの地域と連携しながら、栽培収穫の楽しみ、癒し、食育、健康促進、屋上緑化等、新たなサービスを付加し、さらに地域の特徴を生かした農業のブランド化等の多角的な6次産業化が期待される。このように農作物の生産と消費で閉じることのない新しい農業ビジネスの開拓を狙っている。そこで、クリーンで省スペース、無農薬という特徴を生かして、調布駅前の産婦人科病院のテラスや小学校へ装置を設置し、憩いのスペースや食育等にも活用している。また、大学の屋上施設ではバーベキュー(図5)やトマト狩り(図6)も行っている。さらに、調布のフレンチレストランとトマト料理やケーキ・ジャム(図7)などの加工食品を開発するなど、6次産業化による農作物の付加価値化を進めている。

6. おわりに

本稿では、生産業としての農業の課題と、我々の都市型農業のサービスビジネス化への取り組みについて述べた。そこでは図8に示したように、センサ技術の研究と水耕栽培装置の開発、それらを用いた様々な果菜類の栽培実験を行いながら、地域と連携した6次産業化を進めている。大学が位置する調布は、1946年に米軍が調布飛行場脇に世界で初めて実用的な水耕栽培施設を設置した植物工場発祥の地として知られる。日本の農業は明治維新と1964年の東京オリンピックで、西洋の食文化を取り入れ大きく変わったと言われる。次回2020年の東京オリンピックでは、日本から世界に向けて新たな農業の形を提案していきたいと考えている。



図5 大学施設でのバーベキューの様子



図6 大学施設でのトマト狩りの様子



図7 トマトケーキ



図 8 都市型農業プロジェクトの全体像

参考文献

- [1] AQUASTAT, "Water uses", Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016.
http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm
- [2] 農林水産省, "平成 24 年度 食料・農業・農村白書," 2013 年 6 月 11 日.
http://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h24/zenbun.html
- [3] 農林水産省, "平成 27 年度 食料・農業・農村白書," 2015 年 5 月 17 日.
http://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h27/zenbun.html
- [4] 農林水産省, "2015 年農林業センサ報告書".
<http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/2015/top.html>
- [5] 農林水産省, "面積調査"
<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/menseki/#r>
- [6] 農林水産省, "平成 26 年の荒廃農地の面積について", 2015 年 10 月 30 日.
<http://www.maff.go.jp/j/press/nousin/hokiti/151030.html>
- [7] 農林水産省, "農地制度".
<http://www.maff.go.jp/j/keiei/koukai/>
- [8] 首相官邸, "攻めの農林水産業～成長戦略第2弾スピーチ～".
http://www.kantei.go.jp/jp/headline/nourin_suisan2013.html
- [9] 農林水産省食糧産業局, "次産業化をめぐる情勢について", 2017 年 4 月.
http://www.maff.go.jp/j/shokusan/renkei/6jika/attach/pdf/2015_6jika_jyousei-36.pdf
- [10] 農林水産省, "農業漁業の 6 次産業化".
<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/sanki/6jika.html>
- [11] 日本施設園芸協会, "大規模施設園芸・植物工場 実態調査・事例集", 農林水産省平成 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, 2016 年 3 月.
<http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/pdf/daikibo.pdf>
- [12] 帝国データバンク, "人工光型植物工場の農業関連ベンチャー株式会社みらい 民事再生法の適用を申請 負債 10 億 9200 万円", 大型倒産速報, 2015 年 6 月 30 日.
<http://www.tdb.co.jp/tosan/syosai/4071.html>
- [13] 農林水産省, "農業分野における ICT 等の先進技術の活用の推進", 未来投資会議構造改革徹底推進会合「ローカルアベノミクスの深化」会合(農業)(第5回), 配布資料, 2017 年 2 月 6 日.
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/suishinkaigo_dai5/siryuu6.pdf
- [14] 天野英二郎, "スマート農業の推進 — ICT・ロボット等を活用した農業の取組 —", 参議院事務局企画調整室, 立法と調査, no.359, pp.44-57, 2014 年 12 月.
http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2014pdf/20141209044.pdf
- [15] W. S. Lee, "Sensing technologies for precision specialty crop production," Computers and Electronics in Agriculture, Elsevier, vol. 4, no. 1, pp. 2-33, 2010.
- [16] 塩谷剛, "農業業分野における ICT 活用の現状について —センサーネットワーク分野参入企業の事例を中心に—", 機械振興協会 機械情報産業カレント分析レポート, No.115, 2016 年 3 月.
http://www.jspmi.or.jp/system/file/2/83/current_115.pdf
- [17] 有限会社上野園芸, "空宙トマト". <http://www.uenoengei.com/>
- [18] 西村知紘, 奥山雄司, 佐藤証, "高精度で低コストな水耕栽培用センサーモジュールの開発", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2016) シンポジウム, 1C-1, pp.61-65, 2016 年 7 月.
- [19] 環境省, "グリーンカーテンに関するアンケート結果", 2014 年 3 月. <https://www.env.go.jp/earth/setsudenco2/green.pdf>