

LED照明を用いた農作物の店舗栽培

モーリー・ライト

米国テキサス州にある健康重視の食料品店で、リサイクルした出荷コンテナの中で垂直農法とSSLを使用して、とびきり新鮮なハーブやレタスなどの葉物野菜を顧客に提供する取り組みを紹介する。

輸送コストと時間は、新鮮な農作物を消費者に届ける上でネックとなる存在であり、人口が集中する都市部近郊でのLEDを光源とした垂直農園の増加を促す大きな推進力となっている。たとえば、インディアナ州にある米グリーン・センス・ファームズ社(Green Sense Farms)は、長さ4フィート(約1.2m)のLED照明器具8000個を使用する倉庫で垂直農園を営み、マイクロリーフ、ハーブ、レタスをシカゴ広域都市圏に供給している(<http://bit.ly/2fWkMA1>)。しかし、テキサス州の食料品店である米セントラル・マーケット(Central Market)は、輸送時間とコストをさらに大幅に縮小したいと考え、リサイクルした出荷コンテナに固体照明(SSL: Solid State Lighting)を装備した垂直農園を、ダラス地区にある1つの店舗の裏口の外側に配置している。その店舗の顧客は、店舗で栽培したレタス(図1)やハーブを選択することができる。それらの作物は、約1分の輸送時間で生鮮食品売り場に届けられる。

セントラル・マーケットは、大手食料品チェーンH-E-B傘下のスーパーである。テキサス州周辺に約10店舗の専門食料品店を構える。店舗を訪ねてみると、ホールフーズ・マーケット(Whole Foods Market)のさらなる強化版といった印象を受ける。店内のどの売り場にも、他にはない独特の商品がさらに多く陳列されている。たとえば、ダラ



図1 ダラスにあるセントラル・マーケットでは、店舗で栽培されたレタスなどの作物をブランド野菜として専用エリアで販売している。作物は、土を使わない培土に根を下ろして生育している状態で販売される。

スのイースト・ラバース・レーンにあるセントラル・マーケットを取材したとき、トマトが約20フィート(6m)以上もあろうかという長さにならって陳列されており、数十もの在来品種が取り揃えられていた。ベーカリー、魚、肉、チーズなど、すべての売り場で品ぞろえが素晴らしく、また、すべてが間違いなく最高品質であるように見えた。

セントラル・マーケットでは、ワインやチーズなど世界中から商品を取り寄せているが、生鮮食品売り場とてにかく重視しているのは、鮮度である。有機作物しか店舗で販売していないというわけではないが、同社のウェブサイトには、700種類の野菜や果物のうち、150品目が有機作物であると記載され

ている。また、水耕栽培されたレタスや葉物野菜を水洗いする必要さえない垂直農法の時代において、有機認証マークは重要な認定表示でもないのかもしれない(<http://bit.ly/2bt5A97>)。

動機とビジネスモデル

セントラル・マーケットが、上述の店舗敷地内で作物を自家栽培する実験を開始したのは、多数の理由があった。まず、輸送にともなう直接コストと、作物の損傷による間接コストである。消費者の食卓に届く3週間前に収穫される作物もあるが、新鮮なもののほど味が良いというのはほぼ誰もが同意する意見である。セントラル・マーケットのこのプロジェクトを担当した幹部ら

は、味と品質がこの実験を促す要因になっていると述べた。また、光組成を調整して作物の味や見た目を変えることのできるLEDベースの園芸用照明は、まだ研究の初期段階にあるが、それを使用することには可能性が潜んでいる。光組成は、コロラド州デンバーで10月17日に開催された Horticultural Lighting Conference (horticulturelightingconference.com/usa/、p14の「コロラド州で、園芸科学に関する知識を育成」を参照)において、注目を集める話題となった。

当然ながら、このようなローカル農業の取り組みでは、コストが必ず重要な項目となる。セントラル・マーケットは、製造元の米グリーンテック・アグロ社 (GreenTech Agro) が「Growtainer」と呼ぶもののコストについて何の情報も公表していない。このハイパーローカル農業の取り組みを1店舗以上に拡大するためには、最終的には、垂直農園を購入、設置、運営するコストを回

収できるだけの投資利益率 (ROI: Return On Investment) を達成しなければならない。セントラル・マーケットによると、店舗で栽培した作物は、同店が他の特殊商品供給業者から仕入れた同じ種類の作物と同等の価格で販売されるという。

店舗では、植物が小さな鉢の中で土を使わない水耕培土に根を下ろし、まだ生育している状態で、作物を販売している。顧客はそれをそのまま自宅に持ち帰って、望むなら栽培し続けることができるが、最大の目的は、調理の直前に収穫した作物を消費者に味わってもらうことにある。本誌が同店を取材したときには、さまざまな種類の葉物野菜やハーブが4ドル程度の価格で販売されていた。

このプロジェクトで、Growtainer をダラスの店舗の裏に実際に設置するまでには約2年かかった。グレン・ベアマン氏 (Glenn Behrman) は、グリーンテック・アグロ社社長であり、米CEAア

ドバイザーズ社 (CEA Advisors) という園芸を中心とするコンサルティング企業も経営している。ベアマン氏は、セントラル・マーケットと協力して同社の達成目標を定義し、カスタマイズされた Growtainer を納入した。本誌が6月にダラスの店舗でベアマン氏に話を聞いたとき、Growtainer は運用開始からほぼ8週間が経過したところで、店舗栽培の作物が店頭に並び始めてからはまだ数週間しか経っていなかった。レタスは種まきから収穫までに5~6週間かかり、ハーブは種類にもよるが最短2週間で収穫できる。

Growtainerのアーキテクチュア

セントラル・マーケットの Growtainer は、2個の出荷コンテナを使用して組み立てられている。長さ40フィート (約12m) のコンテナには、4層のラックに栽培スペースが収容されている。栽培スペースは、狭い通路の両側に設置されたコンテナの長さいっぱいにはけら



図2 Growtainerの片側に設置された栽培ラックを示した、組み立て中の写真。ラックがない右側に、カスタマイズされた養分と水の混合物を各ラックに供給するための配管設備がはっきりと確認できる。

れている。ベアマン氏は、長方形の金属ラックを設計し、水耕液を保持するようにそれをカスタム製造した。水耕液は、土を使わない培土を循環して各植物の根に届けられる(図2)。水と養分は、Growtainerの任意のラックに個別に供給することができる。

それとは別に、2つめの出荷コンテナの長さ13フィート(約4m)のセクションが、40フィートのコンテナに溶接されており、53フィート(約16m)のユニットが構成されている。小さい方のセクションには、環境制御や水耕など、Growtainerの運用に必須のシステムが収容されている。図3は、水と養分の制御システムの一部を示したものである。

閉ループ制御システムによって、温度、湿度、二酸化炭素レベルなどの環境変数が維持され、あらかじめ設定されたスケジュールで植物に水や養分が供給される。栽培チャンバーのいずれかの部分に水を送り込む前に、pHバランスや適切な養分レベルといった水質特性が、センサによってチェックされる。システムは、より新鮮な水や養分を混ぜ入れて、適切なバランスにしてから水を循環させることができる。

実際、垂直農業を成功させるにはとにかくバランスが重要であることを、ベアマン氏は繰り返し強調した。同氏によると、照明が完璧でも肥料が悪ければ、良い結果は得られない可能性があるという。照明がだめで肥料が完璧でも良い結果は得られない。ベアマン氏は、園芸分野に45年間携わってきた経験を持つ。

栽培ラックを循環した水は、貯蔵タンクに戻り、再利用される。ベアマン氏は、再生水を処理するために紫外線(UV: ultraviolet)の光を取り入れた。これによって、Growtainerの1セット



図3 水と養分の混合物が、それを供給する植物の種類に応じて常にテストされ調整される。

の作物が病原菌に侵された場合に、水を介して病原菌が拡散しないようにする。2016年10月に開催した Horticultural Lighting Conference では、クロージングプレナリーでUV光と植物病理学の話題が取り上げられた(<http://bit.ly/2kj2jxS>)。そして当然ながら、水は使用するたびに必ず、バランス調整が行われる。

Growtainerには、オランダのフィリップス・ライティング社(Philips Lighting)製の直線形の園芸用照明器具「GreenPower」が使用されている。対象作物はすべて葉物野菜であるため、照明器具の中の赤と青のLEDを組み合わせるだけで、効果的な生産高に必要なすべての光が得られる。上述の過去記事で取り上げたように、生産量が求められる作物には、さらに広範囲のスペクトルが必要になる場合がある。現行のGrowtainer実装では、植物の生育段階や栽培品種によって光組成を変えることをしない。植物栽培業界に携わる多くの人々が、光組成の変更によって生産高を向上させることができると考えている。ベアマン氏は、現時点ではその概念を信じていないようだが、今後も引き続きLED照明の研究

と実験を続けると述べた。

店舗栽培の運用化に向けた作業

園芸用品の販売業者である米ホート・アメリカズ社(Hort Americas)が、セントラル・マーケットとベアマン氏に協力して、Growtainerに対する必要な設備の取り付けや、養分の供給、培土やその他の消耗品の準備を行った。ホート・アメリカズ社はさらに、この店舗栽培の運用化におけるコンサルティング的な業務を担当したが、本誌が取材したときには、その運用業務は2人の店舗従業員に引き渡されており、2人は1日のほとんどの時間を農園で過ごしている状態だった。

LED照明は、1日あたり18時間点灯している。植物の概日リズムも、10月のカンファレンスで取り上げられたテーマの1つである。品種によっては休憩時間が必要であることが明らかになっているが、葉物野菜は他の種類の植物よりも長時間光を浴びることによる効果がある可能性があり、おそらく24時間光を当ててもよいという見解もある。同店ではもちろん、生産高を見ながら徐々に運用状態を調整していくつもりだ。

Growtainerが最初に設置されたとき、

米ダラスニュース紙 (Dallas News) の記事 (<http://bit.ly/2fqVZGr>) の中でセントラル・マーケットは、店舗栽培ではまず、サニーレタスやグリーンレタス、サラダ菜、スプリングミックス (野菜ミックス)、一般的なバジル、タイバジル、わさびルッコラなどの少数の作物を育てるつもりだと語っていた。後半に挙げた数種のハーブ類は、周辺地域ではあまり栽培されていない食材を新鮮な状態で美食家や料理人に提供したいという、同店の目標を満たすものである。

本誌が店舗取材したとき、品ぞろえはすでにかなり拡充されていた。ケールミックスや水菜に加え、ハーブ類も種類が増えていた。図4に示したのはサニーレタスである。店舗栽培ディスプレイの近くには1人の店員が定期的に配備されて、植物の世話をしたり質問に答えたりしている。その店員によると、その売り場ではまだ、何が消費者の心をつかむかをモニタリング中

で、栽培周期は比較的短いので、栽培品種をすばやくニーズに適応させることができるとのことだった。

コンテナを使った その他の垂直農園事例

セントラル・マーケットのこのプロジェクト以外にももちろん、コンテナを使った垂直農園を営む事例が存在する。以前本誌で取り上げた記事では、ロサンゼルス中心街でコンテナを使った垂直農園を運営し、地元の料理人に食材を提供する米ローカルルーツ社 (Local Roots) の取り組みを紹介した。同社はさらに、農園コンテナを実運用可能な状態で他の栽培業者に販売することも真剣に検討している。

とはいえ、その分野で最も経験が豊富なのはやはりグリーンテック・アグロ社だろう。同社はテキサス A&M 大 (Texas A&M University) の園芸科学部と数年間提携して、同校に2台の Growtainer を設置した。その提携は

すでに終了している。

またグリーンテック・アグロ社は、オクラホマ州タルサ近郊にあるオクラホマ東部コミュニティフードバンク (Community Food Bank of Eastern Oklahoma) にも2台の Growtainer を供給している。これらの Growtainer の費用は助成金で賄われており、同フードバンクは新鮮な野菜を1年中提供することができる。

おそらく最も興味深いのは、バイオテクノロジー企業であるスペインのバイオイベリカ社 (Bioibérica) のスペインの施設に設置されたものである。オランダのホルティデイリー社 (HortiDaily) の記事で取り上げられているように、ベアマン氏はオランダのシュトルツェ社 (Stolze) とともにバルセロナ近郊でこのプロジェクトに従事した (<http://bit.ly/2vMmXiz>)。バイオイベリカ社はまず、敷地内のカフェテリア用の葉物野菜を Growtainer で栽培している。しかし長期的には、コンテナを使った垂直



図4 葉を茂らせたサニーレタスはとても新鮮で、白色光の下でおいしそうに見える。

農園の能力を研究し、製剤処方に用いられる植物をこのようなGrowtainerで栽培するためにこの技術を活用する可能性があると、ベアマン氏はLEDs Magazineに語った。

しかし、ハイパーローカル農業が、グリーン・センス・ファームズ社のような栽培業者に太刀打ちできるかどうかについてはまだわからない。同社は、消費者に近い場所の倉庫内で、大規模な従来型農園を営んでいる。同社の作物は、収穫から24時間以内に、レストランなどの顧客の元に届けられ、ホールフーズなどの小売業者を通じて販売される。輸送距離も100マイル(約160km)を大きく下回る。

しかし、ベアマン氏によると、セントラル・マーケットは、最初の店舗での成功状況に応じて、他の店舗にGrowtainersを追加することを検討する予定だという。本誌は同社に再三に



図5 バイオテクノロジーを専門とするスペインのバイオイベリカ社は、薬品として使われる予定の植物の栽培にGrowtainersを使用することを検討している。

わたって正式なインタビューを申し込んでいるが、断わられている。最終的には、H-E-Bチェーン全体が店舗栽培の薬物野菜による恩恵を受けることに

なりそうである。1つ確かなことは、園芸用照明の業界が今後数年間にわたって、ダイナミックで魅力的な分野であり続けるということだ。

コロラド州で、園芸科学に関する知識を育成

新しい世代の農業従事者は、園芸用照明にLEDを採用する傾向にある。2017年に入り、オランダのアイントホーフェンで開催されたHorticultural Lighting Conference Europeには、LED照明サプライチェーンに携わる学術機関、栽培業者、専門家が集結し、多数の参加者と来場者で大盛況だったことは本誌の記事でも紹介したとおりである(<http://bit.ly/2umuHU8>)。

モーリー・ライト編集長(Maury Wright)が本稿に記したように、大小問わずあらゆる規模の業者が園芸関連のベンチャー事業にSSLの技術を適用することによってメリットを享受することができる。しかし、供給業者や栽培業者は、高品質な製品が高品質な食糧供給に確実につながるように、今後も学習と連携を続ける必要がある。

本稿で紹介したコンテナ農法のような新しいアイデアは、特に都市部の小規模なスペースでの植物栽培を可能にする、照明などのシステムに新しい要求をもたらす。

拡大しつつあるこの応用分野においては、注目が強く望まれ

るニーズが他にも存在する。SSLの基本概念を栽培業者に伝授することから、作物に最適な効果を与えるためのLED照明の利用をいかにして特性評価して測定するか、また、健康的で丈夫な植物の生育にUV LEDはどのような役割を担い得るかといったより複雑な問題まで、その範囲は幅広い(植物栽培におけるUV LEDの詳しい背景については、米DNAグループ社(DNA Group)のエミリー・ヴォーン氏(Emily Vaughn)が語っている(<http://bit.ly/2AJBgXR>)。本稿で紹介したのは、科学と技術の融合によって、LEDと照明市場の経済的効果だけにとどまらない素晴らしい成果がもたらされることを示すほんの数例にすぎない。それは、世界の福祉といった広範囲にまで好影響を及ぼす可能性を秘めている。

米国コロラド州デンバーのデンバー・マリriott・シティ・センター(Denver Marriott City Center)で10月に開催されたHorticultural Lighting Conference(horticulturelightingconference.com/usa/)では、これに続く新たな取り組みや提携が紹介された。キャリー・メドーズ(Carrie Meadows)