

## 令和元年度植物工場関連 業務報告

渡邊博之

### 1. LED農園の運用状況

平成26年11月にフルスケールで完成したSci Tech Farm「LED農園」(以下、LED農園)は、その後、生産システムのチューニングを重ねながら、生産物であるリーフレタスの品質向上、製品歩留まり率の改善、生産コストの削減、生産株数の拡大などを進めてきた。平成27年度と28年度の2年間でほぼ生産システムのチューニングを終え、平成29年度からはフルスケールでリーフレタスの安定生産を年間通して継続することができた。製品数についても、平成28年9月から現在の生産体制(「レッドファイヤー」、「フリルレタス」、「グリーンリーフ」、「フリルルージュ」と「プレミアム・フリルレタス」、「プレミアム・フリルルージュ」、「ロメインレタス」の7製品)を続けており、「Odakyu OX」をはじめとする各店舗での販売は好調である。「Odakyu OX」全26店舗での店頭販売率(店頭出荷後3日間での販売率)は常時90%を超え、平成27年5月には小田急商事株式会社が定める「こだわり食楽部」FEこだわり食品の一つに選定された<sup>1)</sup>。

令和元年度も引き続き、上記7製品の生産が順調に続き、日産2,000~3,000株、一日平均2,500株程度の生産が継続している。学内のLED農園ではこの生産量が上限のため、新規の注文に応えることができない状態が続いていたが、令和元年11月、西松建設㈱が主体となって千葉県市原市に第2工場が完成し、運用を始めている。



「夢菜<sup>®</sup>」ブランドのラインナップ7製品

今後、試験生産を終えて、栽培条件のチューニングを施し、日産6,000株の生産を目指す。

### 2. 宇宙農場にける夢

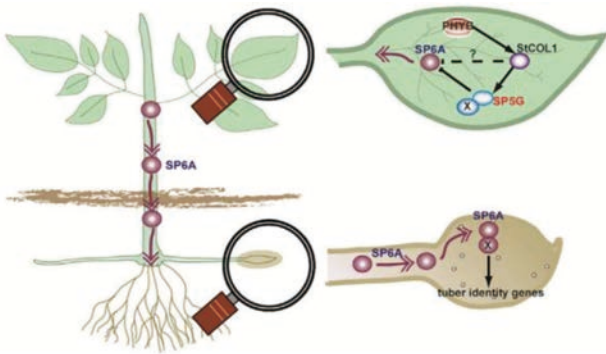
LEDを光源とした植物栽培技術の開発は、当初宇宙空間での食料生産、作物栽培用のシステムとしてアメリカ航空宇宙局(NASA)の研究グループを中心に開始された。LEDを光源とした世界で最初のレタス栽培事例の報告は、1991年アメリカ園芸学会誌に報告されたが<sup>2)</sup>、まだ青色LEDが開発される前であり、当時出力の向上したAlGaAs三元系の赤色LEDと青色蛍光灯を光源とした栽培事例の報告であった。LEDは信頼性と耐久性が高く、当時から宇宙農場での光源として期待されていたが、1993年に日本の日亜化学工業㈱によりGaNを化合物半導体素子とした青色LEDが開発され、LEDの植物栽培利用の可能性が大きく広がった。現在では、葉菜類の栽培は地上で展開されている植物工場技術の応用でまかなえる可能性が十分にあると考えられているが、炭水化物を供給する主食については未だ技術的なめどが立っていない。

### 3. ジャガイモのLED栽培

Future Sci Tech Labではラボを運用しはじめた2010年より、学術研究所特別研究員であった大野英一博士を中心としてジャガイモやサツマイモなど、イモ類のLED水耕栽培実験を開始した。当初はサツマイモで始めた研究だったが、途中から国際的には主食として認知されやすいジャガイモに研究対象を変更し、現在も研究を継続している。

ジャガイモについては、2011年にCristina Navarroらによって塊茎形成が開花制御と基本的に同じ遺伝子カスケード(CO-FTカスケード)の発現によってもたらされることがNatureに報告され<sup>3)</sup>、ジャガイモの塊茎形成と光環境との関係に注目が集まった。私たちも学術研究所生物機能開発研究センターの森直哉助教を中心としてプロジェクトを組み、LED光源下でジャガイモを栽培し、光シグナルがもたらす刺激が塊茎形成にどのような影響をもたらすか、また光環境制御によってジャガイモ

生産を効率化できる可能性について研究を進めている。



ジャガイモ塊茎形成におけるCO-FTカスケードの模式図<sup>4)</sup>  
(高等植物におけるCO遺伝子のホモログがStCOL1、  
FT遺伝子のホモログがStSP6A)

ジャガイモのLED栽培技術の研究は、Future Sci Tech Labが開設されて間もない平成22年度から始まった。それ以降の研究の流れを、農学部の卒業研究論文、農学研究科の修士論文のタイトルで示す。

#### 〈農学部卒業論文〉

- ・高出力LED光源を利用したジャガイモの水耕栽培 (平成22年度卒業生 宮内将輝君)
- ・栽培環境制御によるジャガイモの生育と塊茎形成のコントロール (平成26年度卒業生 高木英宣君)
- ・光質がジャガイモの生育と塊茎形成に与える影響 (平成27年度卒業生 井戸ひとみさん)
- ・低温処理がジャガイモ「インカのめざめ」の出芽および苗の成長に与える影響 (平成29年度卒業生 杉田龍星君)
- ・光質によるジャガイモ「インカのめざめ」の器官分化制御 (平成30年度卒業生 中村彩乃さん)
- ・異なる光環境条件下で栽培したジャガイモ「インカのめざめ」のイオンフェノミクス解析 (平成30年度卒業生 原田みどりさん)
- ・異なる光質・温度下でのジャガイモ萌芽・育芽時における茎頂組織の解剖学的解析 (平成30年度卒業生 森重勇輝君)
- ・水耕栽培における異なる光質下で生育したジャガイモの光合成評価 (令和元年度卒業生 氏家健登君)
- ・昼夜温度の違いがin-vitroでのジャガイモ塊茎形成に与える影響 (令和元年度卒業生 川又純君)

#### 〈農学研究科修士論文〉

- ・赤・青・緑色LED混合光がジャガイモ「インカのめざめ」の生育、塊茎形成および可溶性糖量に与える影響 (平成30年度終了生 岩崎諒君)
- ・光環境調節によるジャガイモの塊茎形成制御に関する生理学的研究 (令和2年度修了予定 森重勇輝君)

振り返ると平成22年より10年間にわたって、卒業研究9テーマ、修士論文2テーマを掲げて研究を続けてきた。最近になって、ジャガイモの塊茎形成に関わる遺伝子発現の内容が明らかになりつつあり、塊茎形成のメカニズムについても一部が解明されているが、まだまだブラックボックスの多い分野である。引き続き研究を継続する予定である。



赤色LED光によるジャガイモ (品種: デジマ) の水耕栽培 (平成22年度 宮内将輝君の卒業論文より)

#### 4. 取材・見学者への対応

令和元年度は、研究施設の紹介、広報活動の一環として、以下を対象に、合計67件の取材、施設見学、訪問対応を行った。

##### 【取材対応】3件

産経WEST、日刊工業新聞社「ニュースイッチ」、地域広報誌「コモレバ」

##### 【玉川学園】7件

玉川学園幼稚部年中組、玉川学園7年生、玉川学園IB

プログラム日本語クラス、玉川大学学術研究所AIBot研究センター、玉川大学通信教育課程夏期スクーリング、玉川大学農学部生産農学科、玉川大学農学部環境農学科

#### 【他大学・学校関係】 15件

アメリカ・ウィスコンシン州立大学、鷗友学園女子中学校、成立学園高校、メキシコ・チャピング自治大学、中国・中国農業科学院、東京大学、東京都市大学、東京都立八王子東高等学校、東京農業大学、アメリカ・ハーカー校、アメリカ・プナホウ校、北星学園大学、北海道科学大学、町田市立第五小学校「ふれあいサタデー」、横浜市立十日市場中学校

#### 【企業関係】 36件

(株)朝日工業社、(株)安斉管鉄、(株)オアシス、(株)クラレ、クリーンファーム(株)、シグニファイジャパン合同会社、昭和電工(株)、シンジェンタジャパン(株)、スタンレー電気(株)、ソニーセミコンダクタソリューションズ(株)、(株)大気社、大洋産業(株)、大和ハウス工業(株)、東京冷化機工業(株)、(株)仲田コーティング、西松建設(株)、日亜化学工業(株)、(株)ニチアツ、日栄インテック(株)、日本ガス(株)、日本発条(株)、野村アグリプランニング&アドバイザー(株)、パナソニック(株)、(株)バイテックベジタブルファクトリー、ヒューマンホールディングス(株)、ヒューマンライフケア(株)、富士フィルム(株)、プライムデリカ(株)、(株)プランテックス、みかど協和(株)、ミナト製薬(株)、AZAPA(株)、JR東日本メカトロニクス(株)、(株)K-2オフィス、Sci Tech Farm(株)、(株)S.E.I

#### 【行政・公益法人関係】 6件

宇宙航空研究開発機構JAXA、一般財団法人電力中央研究所、奈良県三郷町町長、日本規格協会、一般社団法人農業電化協会、山形県農林部および山形市企画調整部

#### 引用文献

- 1) 夢菜／こだわり食楽部, [https://www.odakyu-ox.net/kodawari/index\\_1606.html](https://www.odakyu-ox.net/kodawari/index_1606.html) (2021年3月1日閲覧)
- 2) R. J. Bula, *et al.*, (1991) Light-emitting diodes as a radiation source for plants, *Hort. Science* 26(2), 203-205
- 3) C. Navarro, *et al.*, (2011) Control of flowering and storage organ formation in potato by FLOWERING LOCUS T, *Nature* 478, 119-122
- 4) J. A. Abelenda, *et al.*, (2016) Potato StCONSTANS-like1 suppresses storage organ formation by directly activation the FT-like STSP5G repressor, *Current Biology* 26, 872-881

