

# 完全人工光型植物工場のエネルギー消費削減に関する研究 植物栽培実験及び省エネルギーシミュレーション

F16E043J 佐藤 好美 指導教員 赤林 伸一 教授

## 1 研究目的

近年、無農薬・無菌で植物を通年計画生産する人工光型植物工場が注目されている。植物工場には大きく分けて太陽光利用型と完全人工光型の2種類がある。完全人工光型植物工場は、人工照明のみを使用し完全密閉下で気象条件に左右されずに植物を生産可能であり、全国的に稼働数が増加している。平成 29 年 2 月時点で、日本全国での植物工場の稼働数<sup>x1)</sup>は 354 カ所であり、157 カ所が太陽光利用型、197 カ所が完全人工光型である。植物工場稼働数の中で約 56[%] を完全人工光型植物工場が占めている。

完全人工光型植物工場は露地栽培に対して照明・空調用エネルギーが必要であるが、現状で使用されている照明・空調・栽培設備は植物工場に特化した製品が少なく、既存の建築・設備技術の流用である場合が多いため、省エネに課題がある。従来の完全人工光型植物工場は、光源には主に蛍光灯が用いられ、栽培棚は室内に開放された状態となっている。蛍光灯は光変換効率が低く、電気エネルギーの大部分が熱に変化する。光源の電力消費量及び発熱量が多いと、植物工場全体の電力消費量や冷房負荷が増加するため、植物生産にかかるエネルギーコストが増大する。そこで既報<sup>x2)</sup>では、光源として相対的に電力消費量の少ない赤・青 LED 点光源を使用し、更に植物周囲を反射材で囲う BOX 型の栽培設備とすることにより光源からの光を効率良く植物に照射し、光合成に利用されずに最終的に熱となるエネルギーを減少させることが可能な省エネ型栽培設備を開発した。

本研究では完全人工光型植物工場を対象とし、新たに開発した省エネ型栽培設備によるエネルギー削減効果を検討する。まず、既報<sup>x2)</sup>により新たに開発した省エネ型栽培設備と光源に蛍光灯 (FLR40W) を用いた従来型栽培設備の両方によるリーフレタス栽培実験を交互に行う。省エネ型栽培設備は光源に赤・青 LED 点光源 (赤 10・青 1 個) を用い、内壁面を超高効率拡散反射材で覆う。栽培実験は通年行い、実際に植物生産 (リーフレタス) を行った際のエネルギー消費量 (照明・空調等) の測定を行う。各実験で電力消費量、リーフレタス収穫重量、生育日数等を比較し、空調用エネルギーを含めた省エネ型栽培設備による完全人工光型植物工場全体での通年のエネルギー削減効果の検討を行う。

次に、省エネ型栽培設備を導入した完全人工光型植物

工場を全国の気象条件の異なる地域に設置して植物生産を行った場合の工場全体のエネルギー消費量を明らかにすることを目的とし、リーフレタス栽培実験における工場全体の電力消費量の解析をし、全国における完全人工光型植物工場稼働時の電力消費量の数値シミュレーション手法の検討を行う。

## 2 リーフレタス栽培実験概要

### 2.1 実験室及びコンテナ式植物工場の概要

本研究ではコンテナ式植物工場を対象としてリーフレタスの栽培を行う。図 1 に実験室の内部 (平面) を示す。実験室内にコンテナ式植物工場を設置する。実験室内には有圧換気扇で外気を給気し外部環境を模擬する。なお給気風量は 3500[m<sup>3</sup>/h]、換気回数は 20[回/h] 以上である。栽培実験期間中の外気と実験室の温度差は 1.5[°C] 以下である。

図 2 にコンテナ式植物工場の内部 (平面) を示す。コンテナは内法幅 2.0[m] × 長さ 4.0[m] × 高さ 2.2[m] とし、熱損失係数は 1.9[W/m<sup>2</sup>・K] である。コンテナは海上輸送用を想定しており内部には省エネ型栽培設備 (栽培設備①) と従来型栽培設備 (栽培設備②) を設置する。

### 2.2 各栽培設備の概要

本研究では、光源として赤・青 LED 点光源 (赤 10 個・青 1 個) を用いた省エネ型栽培設備 (栽培設備①) と蛍光灯 (FLR40W) を用いた従来型栽培設備 (栽培設備②) の 2 種類を対象とする。図 3 に栽培設備①の外観を、図 4 に栽培設備①の内部を、図 5 に栽培設備②の外観を示す。栽培設備①は栽培棚の上・中・下段に 4 個ずつ計 12 個設置し、設備内壁面の給気口と排気口を除く壁を H 社及び D 社製超高効率拡散反射材 (全反射率 99[%]) により覆う。栽培設備①・②共に栽培棚には明期と暗期<sup>\*1</sup>を設け、常時、ポンプで養液を循環させる。

表 1 に各栽培設備の照明用消費電力及び光量子束密度を示す。光環境の測定には分光放射照度計<sup>\*2</sup>を用いる。各栽培設備の光強度は光合成有効光量子束密度を指標とする。栽培設備①では、床面以外の 5 方向合計の光量子束密度の合計は 884[μmol/(m<sup>2</sup>・s)] である。栽培設備②のみ各栽培パネル<sup>\*3</sup>における照明の高さを植物の成長に合わせて栽培パネル面から 150[mm]、300[mm] と 2 段階に調整する。栽培設備②では、光量子束密度は光源の高さが 150[mm]、300[mm] の場合でそれぞれ 230、150[μmol/(m<sup>2</sup>・s)] である。なお、栽培設備①の赤色光

と青色光の比率 (R/B 比) は 10:1 とする。

### 2.3 栽培実験の概要

温熱空気環境の制御には家庭用ルームエアコン、循環式紫外線空気清浄機、除湿機<sup>※4</sup>、実測にはデータロガー、T型熱電対、温湿度発信機、NDIR 式 CO<sub>2</sub> モニタを用いる。表 2 に栽培実験で使用するエアコンの仕様を示す。実験期間中の栽培棚温度の目標値は栽培設備①・②共に 20 ~ 25[°C] とし、空調は栽培棚温度により適宜冷房と暖房を切り替えて運転する。明期の CO<sub>2</sub> 濃度は約 1,500 ~ 2,100[ppm] に制御する。栽培期間は 1 年間<sup>※5</sup> とし、栽培設備①・②を用いてそれぞれ 28 日間の栽培実験を交互に行う。

## 3 リーフレタス栽培実験結果

### 3.1 リーフレタス収穫重量の比較

表 3 にリーフレタス収穫株数及び収穫重量を示す。全ての栽培期間において春季の栽培設備①の実験では 176 株、それ以外の実験では 192 株ずつリーフレタスの栽培を行う。最大・最小・平均・総重量ともに春季の栽培設備①の実験では収穫した 176 株の中で重量が最大の株と最小の株 11 株ずつを除いて算出し、それ以外の実験では収穫した 192 株の中で重量が最大の株と最小の株 12

株ずつを除いて算出する。図 6 にリーフレタス収穫重量を示す。栽培設備①の各季節における最大重量は平均で約 132.0[g/株]、平均重量は約 94.2[g/株]、最小重量は約 54.1[g/株] となる。

栽培設備②の各季節における最大重量は約 157.1[g/株]、平均重量は約 109.3[g/株]、最小重量は約 65.7[g/株] となる。どの季節においても栽培設備②の方が栽培設備①と比較して最大・平均・最小重量ともに大きい。年間を通して、栽培設備②の最大・平均・最小重量はどれも栽培設備①の約 1.2 倍となる。

図 7 に区画当たりのリーフレタス総重量及び変動係数を示す。各季節の平均総重量は栽培設備①で 1,318.0[g/区画]、栽培設備②で 1,527.8[g/区画] となり、栽培設備②は栽培設備①と比較して 209.8[g/区画] 大きくなり、総重量は約 1.2 倍となる。

栽培設備①の変動係数は各季節の平均で約 21[%]、栽培設備②の変動係数は約 23[%] である。省エネ型栽培設備の方が従来型栽培設備よりも総重量は小さいが、変動係数は省エネ型栽培設備の方が小さいため、収穫重量のばらつきが少ないのは省エネ型栽培設備である。

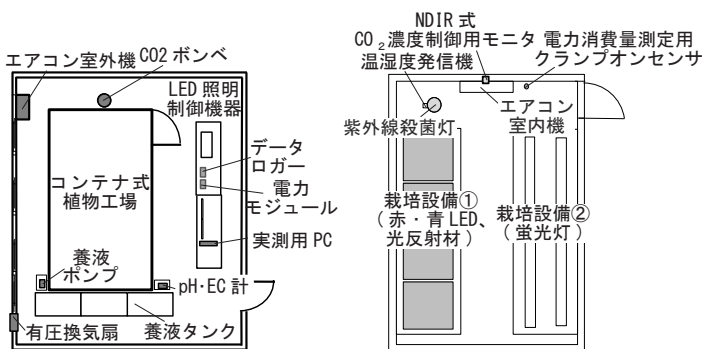


図 1 実験室の内部 (平面)

図 2 コンテナ式植物工場の内部 (平面)

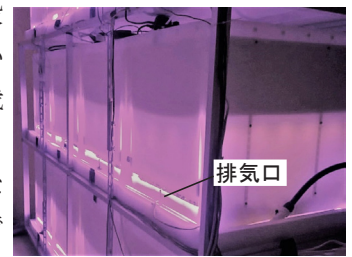


図 3 栽培設備①の外観



図 4 栽培設備①の内部

図 5 栽培設備②の外観

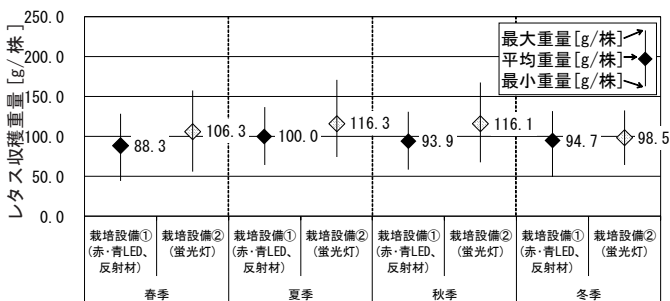


図 6 リーフレタス収穫重量

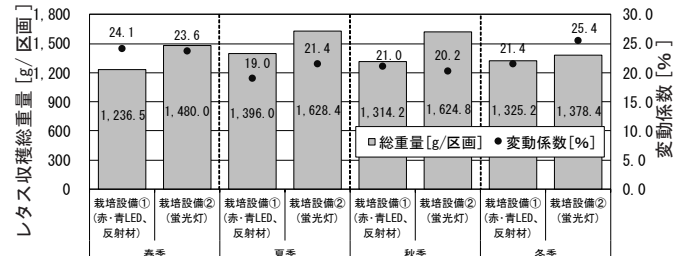


図 7 区画当たりのリーフレタス総重量及び変動係数

表 1 各栽培設備の照明用消費電力及び光子束密度

栽培設備		栽培設備①	栽培設備②
栽培用照明条件		赤・青LED (赤10個・青1個) × 12セット	蛍光灯 (FLR40W) × 24灯
消費電力[W]		318	1088
光子束密度 [μmol/(m <sup>2</sup> ・s)]	鉛直上面方向	207	230
	光源の高さ 150[mm] / 300[mm]	150	150
5方向合計		884	-

表 2 栽培実験で使用するエアコンの仕様

社名	Panasonic	
型番	CS-X403C2	
能力	冷房定格能力[kW]	4.0(最小0.5~最大5.4)
	暖房定格能力[kW]	5.0(最小0.4~最大11.6)
消費電力	冷房定格能力時[W]	1,010 (最小120~最大1,720)
	暖房定格能力時[W]	1,025 (最小110~最大3,960)
エネルギー消費効率(COP)	冷房定格COP	3.96
	暖房定格COP	4.88
通年エネルギー消費効率(APF)		6.7

### 3.2 電力消費量の比較

図8に各栽培設備の1日当たりの照明用電力消費量及び循環用ファンの電力消費量を示す。栽培設備①では照明に加えて各栽培BOX内の換気のため循環用ファンを使用する。1日当たりの照明稼働時間(明期)は栽培設備①・②ともに16時間、栽培設備①の循環用ファンの稼働時間は24時間である。栽培設備①の1日当たりの照明用電力消費量は5.1[kWh/日]、栽培設備②の1日当たりの照明用電力消費量は17.4[kWh/日]、栽培設備①の1日当たりの循環用ファンの電力消費量は0.5[kWh/日]である。栽培設備①の1日当たりの全電力消費量は5.6[kWh/日]であり、栽培設備②と比較すると約1/3となる。

図9に照明・エアコン・除湿機・循環用ファンの電力消費量を示す。各電力消費量は1区画分の値である。照明用電力消費量は栽培設備①は12.0[kWh/区画]であり、栽培設備②は36.5[kWh/区画]である。栽培設備①の照明用電力消費量は栽培設備②に比較して約24.5[kWh/区画]少なく、約70[%]減少する。

生育期間の全電力消費量は栽培設備①では平均約20.7[kWh/区画]である。栽培設備②では平均は約41.4[kWh/区画]となる。栽培設備①の全電力消費量は栽培設備②と比較して各季節とも約20.7[kWh/区画]少なく、約1/2である。

図10に除湿機・エアコンの電力消費量を示す。エアコンの電力消費量は、栽培設備①では夏季を除いた各季節の平均は約1.7[kWh/区画]である。冷房負荷の大き

い夏季は3.6[kWh/区画]と最も多く、他の季節に比較して約2.0倍となる。栽培設備②では夏季を除いた各季節の平均は2.6[kWh/区画]である。夏季は5.5[kWh/区画]と最も多くなり、他の季節に比較して約2.1倍となる。各季節のエアコンの電力消費量を栽培設備①・②で比較すると、春季では栽培設備②は栽培設備①の約2.1倍、夏季では栽培設備②は栽培設備①の約1.5倍、秋季では栽培設備②は栽培設備①の約1.1倍、冬季では栽培設備②は栽培設備①の約1.5倍となる。エアコンの電力消費量はどの季節でも栽培設備①の方が少ないが除湿機の電力消費量を含めた空調用電力消費量では春季、夏季、秋季においては栽培設備①の方が多。これは室内発熱が相対的に少ない栽培設備①ではエアコンの冷房運転する時間が短くなり、除湿機の処理する潜熱量が相対的に増加すること、エアコンよりも除湿機のCOPが低いためと考えられる。

### 3.3 各単位電力消費量当たりのリーフレタス収穫重量の比較

図11に単位照明用電力消費量当たりのリーフレタス収穫重量を示す。栽培設備①の単位照明用電力消費量当たりの収穫重量の全季節平均は約110.0[g/kWh]となる。

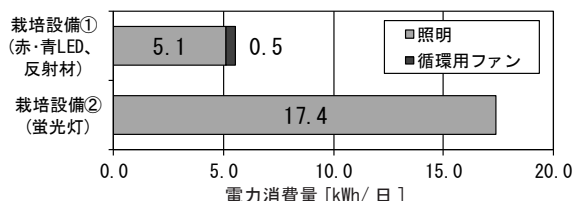


図8 各栽培設備の1日当たりの照明用電力消費量及び循環用ファンの電力消費量

表3 リーフレタス収穫株数及び収穫重量

栽培条件	春季		夏季		秋季		冬季	
	栽培設備① (赤・青LED、反射材)	栽培設備② (蛍光灯)	栽培設備① (赤・青LED、反射材)	栽培設備② (蛍光灯)	栽培設備① (赤・青LED、反射材)	栽培設備② (蛍光灯)	栽培設備① (赤・青LED、反射材)	栽培設備② (蛍光灯)
生育日数[日]	28	28	28	28	29	28	28	28
収穫株数[株]	176	192	192	192	192	192	192	192
除外株数[株]	22	24	24	24	24	24	24	24
最大重量[g/株]	128.5	157.7	137.0	171.1	130.8	167.4	131.6	132.3
最小重量[g/株]	44.4	56.0	64.0	74.6	58.5	67.8	49.6	64.3
平均重量[g/株]	88.3	106.3	100.0	116.3	93.9	116.1	94.7	98.5
総重量[g/区画]	1236.5	1479.5	1396.0	1628.4	1314.2	1624.8	1325.2	1378.4

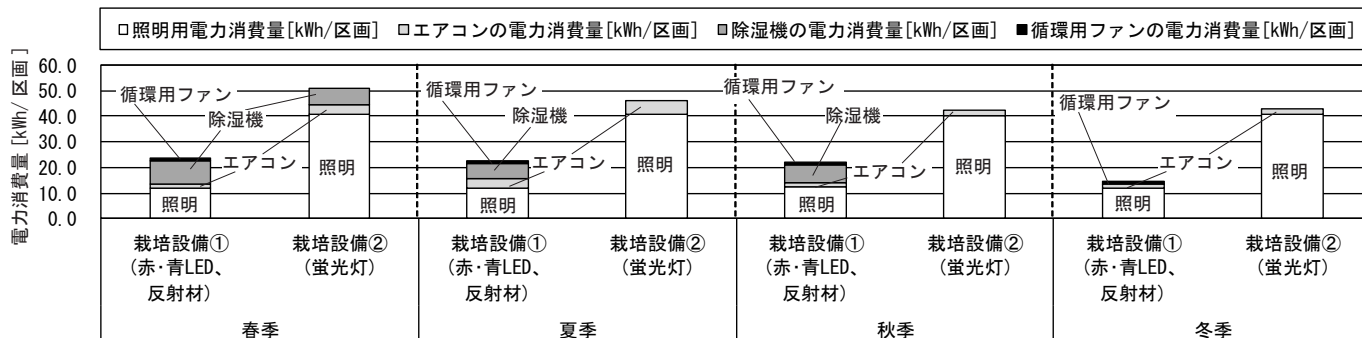


図9 照明・エアコン・除湿機・循環用ファンの電力消費量

栽培設備②の単位照明用電力消費量当たりの収穫重量の全季節平均は約 37.7 [g/kWh] となる。栽培設備①の単位照明用電力消費量当たりの収穫重量は栽培設備②と比較して約 2.9 倍となる。

図 12 に単位全電力消費量当たりのリーフレタス収穫重量を示す。栽培設備①の単位全電力消費量当たりの収穫重量の全季節平均は約 66.3 [g/kWh] となる。冬季のみ単位全電力消費量当たりの収穫重量が 91.1 [g/kWh] と比較的大きいが、これは冬季では除湿機を使用しなかったことで電力消費量が相対的に少なかったためである。栽培設備②の単位全電力消費量当たりの収穫重量の全季節平均は約 33.8 [g/kWh] となる。栽培設備①の単位全電力消費量当たりの収穫重量は栽培設備②と比較して約 2.0 倍となる。年間のリーフレタス栽培実験より省エネ型栽培設備を用いることにより、年間を通して従来の栽培設備に比較して約半分の電力消費量で同量以上の植物生産を行うことが可能である。

#### 4 熱負荷計算の概要

##### 4.1 室内外温度差とエアコンの電力消費量の関係

図 13 にリーフレタス栽培実験期間中の 1 時間当たりの平均コンテナ室内外温度差とエアコンの電力消費量の関係を示す。なお、図に示すエアコンの電力消費量は 1 時間当たりの積算値である。エアコンの電力消費量は冷暖房時ともに室内外温度差に比例して増加する。

明期・冷房時の空調用電力消費量は夏季では栽培設備②に対して栽培設備①は約 67 [%]、それ以外の季節では約 74 [%] となる (図 13(a))。暗期では暖冷房時ともに栽培設備①と栽培設備②で空調用電力消費量に殆ど差は見られない (図 13(c)・(d))。

なお、冷房時では同じ室内外温度差でも夏季とその他

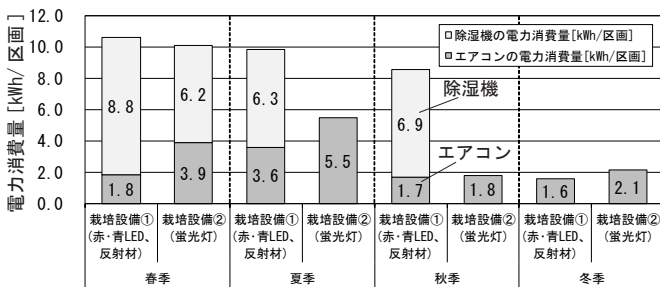


図 10 除湿機・エアコンの電力消費量

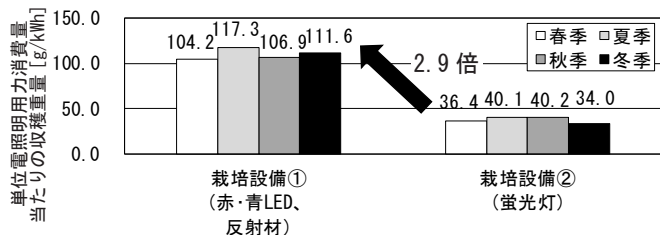


図 11 単位照明用電力消費量当たりのリーフレタス収穫重量

の季節で空調用電力消費量の分布が異なっている (図 13(a)・(c))。これは、エアコンの ON-OFF 運転の間隔が異なるためと考えられる。

##### 4.2 解析の概要

本研究におけるコンテナ式植物工場を対象とした熱負荷計算では、気象条件には日本建築学会拡張アメダス気象データ (標準年) から代表 12 地点<sup>\*6</sup>を使用する。熱負荷計算により植物工場の暖冷房負荷の解析を行い、暖房及び冷房負荷の発生する時刻及び室内外温度差を算出する。解析には TRNSYS ver. 16 を使用する。エアコンの電力消費量は外部条件の影響を受け、変動する値であるが、その他 (照明、循環用ファン等) の電力消費量は定格である。そこで、エアコンの電力消費量をシミュレーションにより算出する。

熱負荷計算で得られた暖冷房負荷から、暖冷房負荷発生時の各代表地点の外気温と室温よりコンテナ室内外温度差を算出する。更に実験で得られた回帰式 (図 13) から 1 時間当たりのエアコンの電力消費量を求め、年積算電力消費量<sup>\*7</sup>を算出する。

解析対象は図 2 に示す完全人工光型コンテナ式植物工場とする。対象とするコンテナ式植物工場の断熱性能は実験と同様とし、熱損失係数は 1.9 [W/ m<sup>2</sup>・K] である。表 4 に解析 case の概要を示す。case1 ではコンテナを室内に設置するものとし日射を考慮しない。case2 では日射を考慮し、コンテナ長辺方向を南北向きとする。なお日射を考慮した case2 では、外壁各面への日射量と外気温から相当外気温度<sup>\*8</sup>を算出し、外気温として解析を行う。表 5 に解析条件を示す。明期では照明用発熱は放射成分として室内に与える。表 6 にコンテナ壁・床・天井の物性値を示す。

#### 5 植物工場稼働時における電力消費量の数値計算結果

図 14 に栽培設備①・②における各代表地点のエアコンの年積算電力消費量を、図 15 に栽培設備①・②における各代表地点の照明・エアコン・循環用ファンを含めた年積算総電力消費量を示す。

##### 5.1 case1 の比較

case1 では冬の暖房負荷が大きい札幌を除く 11 地点で栽培設備①のエアコンの年積算電力消費量は栽培設

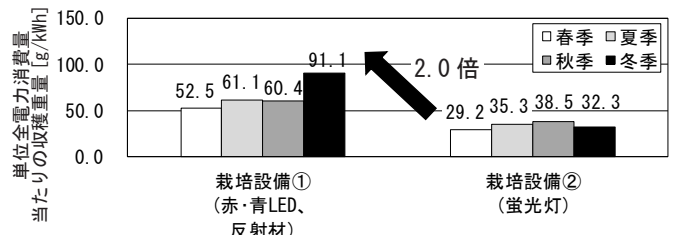


図 12 単位全電力消費量当たりのリーフレタス収穫重量

備②に比較して少なく平均で約 85.4[%]となる(図 14(a))。照明・エアコン・循環用ファンを含めた年積算総電力消費量は、どの地点でも栽培設備②に比較して栽培設備①の方が少なく、平均で約 36.7[%]となる(図 15(a))。

## 5.2 case2 の比較

case2 では case1 と同様に、札幌を除く 11 地点で栽培設備①のエアコンの電力消費量は栽培設備②に比較して少なく平均で約 90.5[%]となる(図 14(b))。照明・エアコン・循環用ファンを含めた年積算総電力消費量は、どの地点でも栽培設備②に比較して栽培設備①の方が少なく、平均で約 37.4[%]となる(図 15(b))。

## 5.3 解析 case の比較

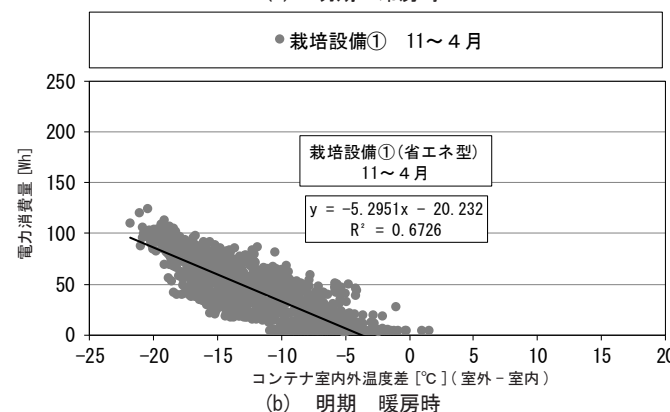
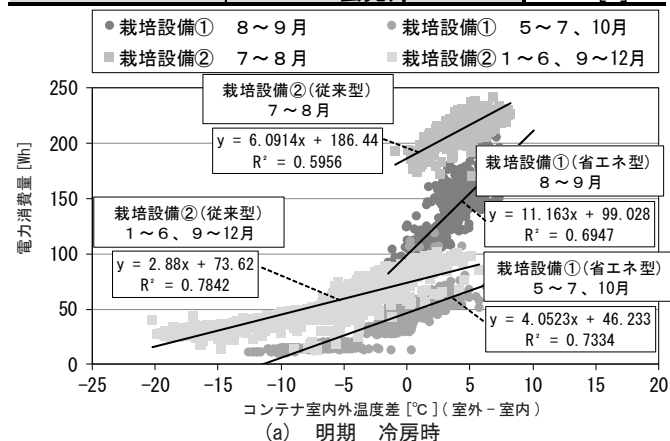
栽培設備①のエアコンの年積算電力消費量は栽培設備②と比較して case1 では約 85.4[%]に、case2 では約

表 4 解析 case の概要

		外壁 1	外壁 2	外壁 3	外壁 4	屋根	床
case1 (日射無し)	面積[m <sup>2</sup> ]	8.97		4.65		8.96	
	方位	北	南	東	西	水平面	
case2 (日射有り・長辺 南北向き)	面積[m <sup>2</sup> ]	8.97		4.65		8.96	
	天空率[-]	0.5				1	0

表 5 解析条件

室容積		16[m <sup>3</sup> ]
熱容量		19.2[kJ/K]
照明発熱量	赤・青LED(赤10・青1個)	318[W]
	蛍光灯	945[W]



90.5[%]となる(図 14)。case1 のエアコンの年積算電力消費量は日射を考慮する case2 と比較して栽培設備①では約 88.3[%]に、栽培設備②では約 93.2[%]となる。

また、全地点の中で最もエアコンの年積算電力消費量の削減率が大きい地点は那覇であり、那覇の栽培設備①のエアコンの年積算電力消費量は栽培設備②と比較して平均で約 77.9[%]となる。一方、札幌では栽培設備①のエアコンの年積算電力消費量は栽培設備②と比較して平均で約 1.1 倍となる。栽培設備①を用いることで照明用電力消費量が減少し室内発熱負荷が少なくなるため、相対的に冷房負荷の大きい地域ではエアコンの電力消費量の削減効果が大きくなる傾向がある。一方暖房負荷の大きい地域では室内発熱の減少により、暖房負荷が増加することで、エアコンの電力消費量が増加する。

両 case で、どの地点でも栽培設備②に比較して栽培設備①の照明・エアコン・循環用ファンを含めた年積算総電力消費量が少なく、平均で約 37.0[%]となる(図 15)。年積算総電力消費量におけるエアコンの電力消費量の割合は、平均で栽培設備①が約 21.8[%]、栽培設

表 6 コンテナ壁・床・天井の物性値

	厚さ [mm]	熱伝導率 [W/m・K]	(単位体積当たり) 密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	熱抵抗 [m <sup>2</sup> ・K/W]
スタイロフォームEX	60	0.14	25	2.50
ラージ合板 (針葉樹合板)	9	0.17	550	0.05
	12			0.07

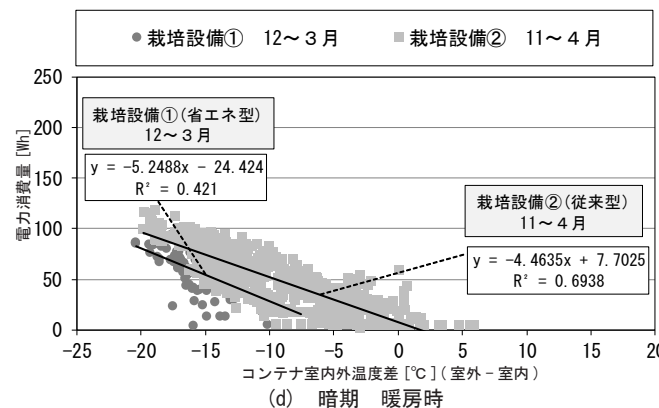
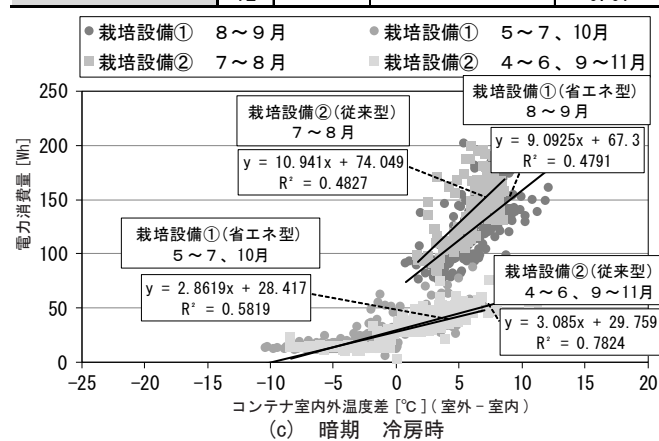


図 13 リーフレタス栽培実験期間中の 1 時間当たりの平均コンテナ室内外温度差とエアコンの電力消費量の関係

備②が約9.1[%]と小さく、栽培設備①による植物工場全体の年積算総電力消費量の削減効果は、照明用電力消費量の減少による影響が大半を占める。

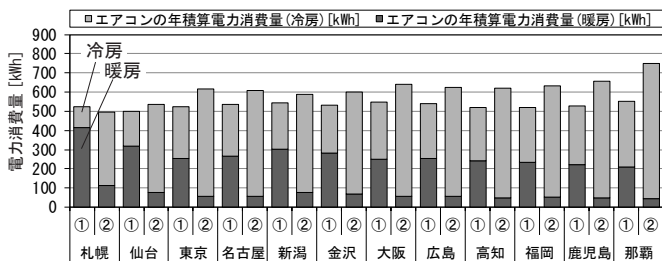
## 6 まとめ

### 6.1 リーフレタス栽培実験

- ①どの季節においても従来型栽培設備（栽培設備②）の最大・平均・最小重量が省エネ型栽培設備（栽培設備①）と比較して大きい。年間を通して、栽培設備②の最大・平均・最小重量は全て栽培設備①の約1.2倍となる。
- ②栽培設備①の方が栽培設備②と比較して変動係数が小さいため、収穫重量のばらつきが少ないのは栽培設備①である。
- ③栽培設備①の照明用電力消費量は栽培設備②に対して年間を通して平均で約70[%]減少する。
- ④栽培設備①の総電力消費量は栽培設備②と比較し各季節とも約20.7[kWh/区画]少なく、栽培設備①の全電力消費量は栽培設備②の約1/2である。
- ⑤エアコンの電力消費量はどの季節でも栽培設備①の方が少ないが、除湿機の電力消費量を含めた空調用電力消費量では春季、夏季、秋季においては栽培設備①の方が多い。
- ⑥栽培設備①の単位電力消費量当たりの収穫重量は栽培設備②の約2.0倍となる。
- ⑦省エネ型栽培設備を用いることにより、年間を通して従来の栽培設備と比較して約半分の電力消費量で同量以上の植物生産を行うことが可能である。

### 6.2 植物工場稼働時の電力消費量シミュレーション

①エアコンの電力消費量はコンテナ室内外温度差に比例



(a) case1 (日射を無視)

して増加する。  
②明期・暗期の冷房時では同じ室内外温度差でも夏季とその他の季節によりエアコンの電力消費量の分布が異なるが、これは、両実験期間でエアコンのON-OFF運転の間隔が異なるためと考えられる。

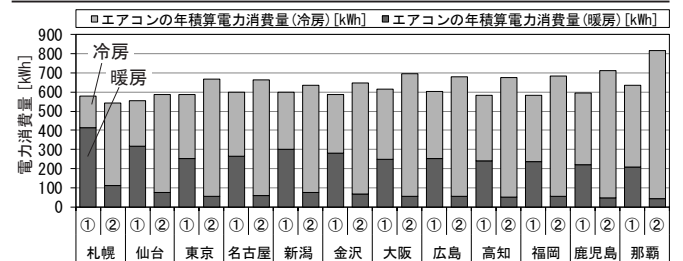
- ③栽培設備①のエアコンの年積算電力消費量は栽培設備②と比較して case1 では約85.4[%]に、case2 では約90.5[%]となる。
- ④全地点の中で最もエアコンの年積算電力消費量の削減率が大きい地点是那覇であり、那覇のエアコンの年積算電力消費量は栽培設備①は栽培設備②と比較して平均で約77.9[%]となる。
- ⑤札幌では栽培設備①のエアコンの年積算電力消費量は栽培設備②と比較して平均で約1.1倍となる。
- ⑥両 case で、どの地点でも栽培設備②に比較して栽培設備①の年積算総電力消費量が少なく、平均で約37.0[%]となる。

#### 注釈

- ※1 明期：植物に光を照射する時間（照明点灯時）とする。午後5時～午前9時（16時間）とし、その他の時間を暗期とする。
- ※2 K社製分光放射照度計（品番：CL500A）。測定範囲は10°とし、測定点は栽培パネルの中心付近とする。
- ※3 栽培設備①・②ともに栽培パネル1枚分を1区画（4×4=16株）とする。
- ※4 S社製除湿機（品番：CV-DF100-W）。
- ※5 リーフレタス栽培実験期間は、栽培設備①では2015年5月1日～5月29日（春季）、2015年8月12日～9月9日（夏季）、2015年9月14日～10月13日（秋季）、2015年11月16日～12月14日（冬季）である。栽培設備②では2015年6月4日～7月2日（春季）、2015年7月10日～8月7日（夏季）、2015年10月14日～11月11日（秋季）、2015年12月16日～2016年1月13日（冬季）である。
- ※6 札幌、仙台、東京、名古屋、新潟、金沢、大阪、広島、高知、福岡、鹿児島、那覇の計12地点である。
- ※7 対象とするコンテナ式植物工場を1年間稼働させ続けた場合の積算値である。
- ※8 各外壁の日射吸収率を0.7、長波長放射率を0.3とする。

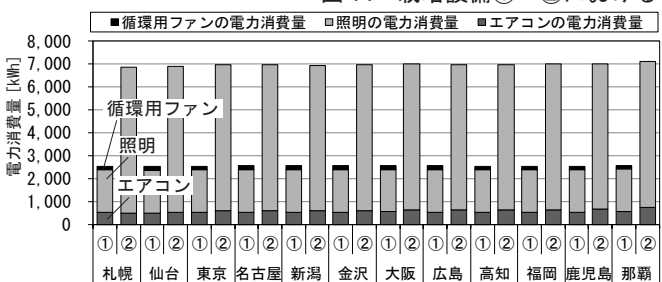
#### 参考文献

- 文1) 「大規模施設園芸・植物工場 実態調査・事例調査」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）一般社団法人日本施設園芸協会 2017年、3月  
文2) 赤林・坂口他「完全人工光型植物工場を対象とした省エネ型植物栽培設備の開発研究 その4」日本建築学会学術講演梗概集、2015年

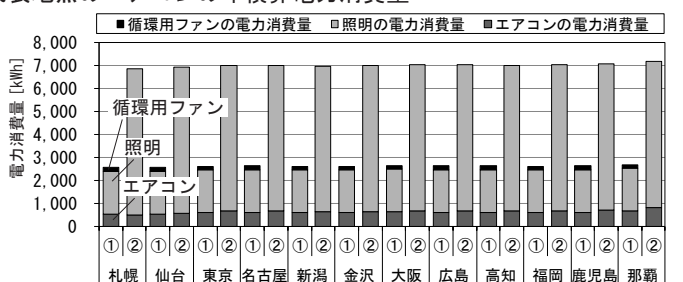


(b) case2 (日射を考慮、長辺を南北向き)

図14 栽培設備①・②における各代表地点のエアコンの年積算電力消費量



(a) case1 (日射を無視)



(b) case2 (日射を考慮、長辺を南北向き)

図15 栽培設備①・②における各代表地点の照明・エアコン・循環用ファンを含めた年積算総電力消費量