

# 家庭用LED水耕栽培野菜の栄養成分分析による有用性の検討

Evaluation on nutritional analysis on water-cultivated vegetables illuminated by LED light with domestic use.

岩田有加、小阪香織、坂本莉子、  
山本竜也、中西優樹、白石斉聖

大手前大学 健康栄養学部 管理栄養学科

## 要 約

家庭用LED水耕装置の有用性について栄養成分含量からその評価を行った。水耕装置で栽培したコマツナ、ホウレンソウのビタミンC、マグネシウム、カリウム含量を測定し日本食品成分表（2018年版）に掲載されている各種栄養成分と比較した結果、ビタミンC含量はコマツナ、ホウレンソウとも食品成分表の値と同程度、マグネシウム含量はコマツナでは3倍程度、ホウレンソウでは同程度、カリウム含量はコマツナ、ホウレンソウとも低い値であった。家庭用LED水耕装置では市販野菜と比較しても栄養的には遜色ない野菜を栽培できる可能性が示唆された。

## キーワード

水耕栽培、LED光源、葉菜類、栄養成分

## 緒 論

近年農業において植物工場への期待が寄せられている。植物工場とは植物の生育環境（温度、湿度、光、培養液、二酸化炭素濃度など）を制御して栽培を行う施設で、環境制御と生育状況の観察を行うことで野菜等を一年を通じて計画的に生産することができる栽培施設である。

植物工場は大きく太陽光利用型植物工場と完全制御型植物工場に分けられる。太陽光利用型植物工場は、太陽光のみを光源とする太陽光型、太陽光に加え補光（人工光）を用いる人工光併用型に分けられる。完全制御型植物工場は、外界と遮断した閉塞的な環境で太陽光を利用せず人工光を用いて栽培を行う。

人工光を用いる場合、白熱電球や蛍光灯などが光源として利用されてきたが、近年LEDライトの普及によりLEDを人工光の光源として利用する施設が増えている。

白熱電球や蛍光灯などと比較して購入コストや消費電力、交換頻度が抑えられ、点灯中の発熱も少なく空調代も抑えることができる利点がある<sup>(1)</sup>。

植物工場では、土を用いる土耕栽培と水を用いる水耕栽培があり、一般的には水耕栽培が多く施設で利用されている<sup>(2)</sup>。

土を使わないことで除草や殺虫が不要で無農薬栽培が可能、安定した収穫量が期待できる、栄養素を効率よく吸収できることにより作物の生育が速くなり収穫量の増加が見込めるなどの点がメリットとして挙げられる。

農業現場での植物工場が注目される一方で、家庭や個人レベルでの取り組みとして家庭菜園が注目されている。庭やプランターなどを利用した土耕栽培の場合、水やりや害虫の駆除などの手間がかかる、日照時間や気温などの影響から、安定した野菜を収穫するには熟練の技術が必要である。そこで、植物工場で用いられている水耕栽培の技術を、家庭レベルで実用化することができないかと目をつけた各種メーカーが、家庭用のLED水耕栽培装置の商品化、販売を行っている。

植物工場で栽培された野菜類はその栄養成分などについて分析が成されているものが多いが、家庭用のLED水耕栽培装置で育てた野菜は、土耕で行う家庭菜園と同様に栄養成分については有力な情報がなく不明な点が多い。

そこで本研究では家庭用LED水耕装置で栽培した野菜の栄養成分を分析し、日本食品成分表（2018年版）に掲載されている各種栄養成分と比較することで、家庭用LED水耕装置の有用性を検討した。

## 材料と方法

### 供試材料

コマツナ（*Brassica rapa var. perviridis*）の種子は、

---

投 稿	2020年12月1日	連絡先	白石 斉聖	naomasas@otemae.ac.jp
改 訂	2021年2月21日			
受 理	2021年2月22日			

# 家庭用LED水耕栽培野菜の栄養成分分析による有用性の検討

Evaluation on nutritional analysis on water-cultivated vegetables illuminated by LED light with domestic use.

岩田有加、小阪香織、坂本莉子、  
山本竜也、中西優樹、白石斉聖

大手前大学 健康栄養学部 管理栄養学科

## 要 約

家庭用LED水耕装置の有用性について栄養成分含量からその評価を行った。水耕装置で栽培したコマツナ、ホウレンソウのビタミンC、マグネシウム、カリウム含量を測定し日本食品成分表（2018年版）に掲載されている各種栄養成分と比較した結果、ビタミンC含量はコマツナ、ホウレンソウとも食品成分表の値と同程度、マグネシウム含量はコマツナでは3倍程度、ホウレンソウでは同程度、カリウム含量はコマツナ、ホウレンソウとも低い値であった。家庭用LED水耕装置では市販野菜と比較しても栄養的には遜色ない野菜を栽培できる可能性が示唆された。

## キーワード

水耕栽培、LED光源、葉菜類、栄養成分

## 緒 論

近年農業において植物工場への期待が寄せられている。植物工場とは植物の生育環境（温度、湿度、光、培養液、二酸化炭素濃度など）を制御して栽培を行う施設で、環境制御と生育状況の観察を行うことで野菜等を一年を通じて計画的に生産することができる栽培施設である。

植物工場は大きく太陽光利用型植物工場と完全制御型植物工場に分けられる。太陽光利用型植物工場は、太陽光のみを光源とする太陽光型、太陽光に加え補光（人工光）を用いる人工光併用型に分けられる。完全制御型植物工場は、外界と遮断した閉塞的な環境で太陽光を利用せず人工光を用いて栽培を行う。

人工光を用いる場合、白熱電球や蛍光灯などが光源として利用されてきたが、近年LEDライトの普及によりLEDを人工光の光源として利用する施設が増えている。

白熱電球や蛍光灯などと比較して購入コストや消費電力、交換頻度が抑えられ、点灯中の発熱も少なく空調代も抑えることができる利点がある<sup>(1)</sup>。

植物工場では、土を用いる土耕栽培と水を用いる水耕栽培があり、一般的には水耕栽培が多く施設で利用されている<sup>(2)</sup>。

土を使わないことで除草や殺虫が不要で無農薬栽培が可能、安定した収穫量が期待できる、栄養素を効率よく吸収できることにより作物の生育が速くなり収穫量の増加が見込めるなどの点がメリットとして挙げられる。

農業現場での植物工場が注目される一方で、家庭や個人レベルでの取り組みとして家庭菜園が注目されている。庭やプランターなどを利用した土耕栽培の場合、水やりや害虫の駆除などの手間がかかる、日照時間や気温などの影響から、安定した野菜を収穫するには熟練の技術が必要である。そこで、植物工場で用いられている水耕栽培の技術を、家庭レベルで実用化することができないかと目をつけた各種メーカーが、家庭用のLED水耕栽培装置の商品化、販売を行っている。

植物工場で栽培された野菜類はその栄養成分などについて分析が成されているものが多いが、家庭用のLED水耕栽培装置で育てた野菜は、土耕で行う家庭菜園と同様に栄養成分については有力な情報がなく不明な点が多い。

そこで本研究では家庭用LED水耕装置で栽培した野菜の栄養成分を分析し、日本食品成分表（2018年版）に掲載されている各種栄養成分と比較することで、家庭用LED水耕装置の有用性を検討した。

## 材料と方法

### 供試材料

コマツナ（*Brassica rapa var. perviridis*）の種子は、

---

投 稿	2020年12月1日	連絡先	白石 斉聖	naomasas@otemae.ac.jp
改 訂	2021年2月21日			
受 理	2021年2月22日			

まろやか風味こまつな（販売会社 株式会社アタリヤ農園）、ハウレンソウ（*Spinacia Oleracea* Cv. *Jiromaru*）の種子は、ネーキッド治郎丸法連草（販売会社 松永種苗株式会社）を用いた。

#### 栽培概要

水耕栽培には、水耕栽培機Green Farm（株式会社ユーイング、UH-A01E1）を使用した。播種用のスポンジは幅2.5cm、奥行き2.5cm、高さ3cmの白色のものを用いた。スポンジの切れ目に種子を一粒ずつ植え、スポンジの1/3の高さまで浸る位に水を調節し、発芽するまで1週間ほど静置した。

液体肥料はハイポニカ液体肥料（協和株式会社）を用い、培養液は各水耕栽培機あたり4Lを用いた。発芽した苗を水耕栽培機の苗床パネルの8か所に等間隔に植え付け栽培を行った。日照時間はコマツナで14時間、ハウレンソウで10時間とし、室内温度は25℃に設定した。

コマツナ、ハウレンソウとも播種日の異なる合計各2回の栽培を行った。

#### ビタミンCの測定方法

試料のコマツナ、ハウレンソウは、1gの試料に2%メタリン酸ナトリウム溶液5mlを加え十分にすりつぶしたのち、遠心分離処理（4℃、14,000rpm、15分）を行い得られた上清を測定用試料とした。

ビタミンC測定はRQフレックス（メルク社）及び還元型アスコルビン酸試験紙（Ascorbic Acid Test 25-450mg/L）を用い測定した。なおハウレンソウでは、アスコルビン酸含量のHPLCによる測定値とRQフレックスによる測定値の相関が高く、補正が必要ないとされている<sup>(3,4)</sup>。

#### マグネシウム、カリウムの測定方法

試料のコマツナ、ハウレンソウは、0.5gの試料に3%塩酸を加え十分にすりつぶしたのち全量を3%塩酸で80mlにした後、1時間以上静置し、ろ紙を用いてろ過をしたものを測定試料とした。

マグネシウム・カリウムは原子吸光計（SHIMADZU AA-6200）を用い機器の操作方法に従って測定した。

## 結 果

#### 収穫時の生重量および草丈

コマツナの栽培試験における収穫株の生重量は1回目の栽培では収穫株7株で7.6gから27.5g、平均17.6gであった。2回目の栽培では収穫株8株で13.1gから24.6g、平均18.6gであった。収穫株の草丈は2回目の栽培結果のみで収穫株8株で15cmから20cm、平均17.5cmであった。

ハウレンソウの栽培試験における収穫株の生重量は1回目の栽培では収穫株7株で7.9gから12.2g、平均9.5gであった。2回目の栽培では収穫株7株で4.1gから19.6g、平均9.5gであった。収穫株の草丈は1回目の栽培では収穫株7株で15cmから24cm、平均は19cmであった。2回目の栽培では収穫株7株で16cmから24cmで、平均は18.3cmであった。

#### 収穫時の還元型ビタミンC含量

コマツナの栽培試験における収穫株のビタミンC含量は、1回目の栽培では収穫株7株で100g当たり29.8mgから39.3mgで、その平均値は34.1mgであった。2回目の栽培では収穫株8株のビタミンC含量は100g当たり50.0mgから66.0mgでその平均値は56.3mgであった。

ハウレンソウの栽培試験における収穫株のビタミンC含量は、1回目の栽培では収穫株7株で100g当たり43.5mgから68.8mgであった。7株のビタミンC含量の平均値は51.5mgであった。2回目の栽培では収穫株7株で100g当たり49.0mgから98.8mgであった。7株のビタミンC含量の平均値は60.3mgであった。

#### 収穫時のマグネシウム含量

コマツナの栽培試験における収穫株のマグネシウム含量は、1回目の栽培では収穫株7株で100g当たり24.5mgから40.7mgであった。7株のマグネシウム含量の平均値は30.8mgであった。2回目の栽培では収穫株8株のマグネシウム含量は100g当たり24.2mgから37.1mgであった。8株のマグネシウム含量の平均値は31.0mgであった。

ハウレンソウの栽培試験における収穫株のマグネシウム含量は、1回目の栽培では収穫株7株で100g当たり57.1mgから76.5mgであった。7株のマグネシウム含量の平均値は68.7mgであった。2回目の栽培では収穫株7株で100g当たり43.9mgから73.1mgであった。7株のマグネシウム含量の平均値は57.5mgであった。

#### 収穫時のカリウム含量

コマツナの栽培試験における収穫株のカリウム含量は、1回目の栽培では収穫株7株で100g当たり200.8mgから340.6mgであった。7株のカリウム含量の平均値は267.4mgであった。2回目の栽培では収穫株8株のカリウム含量は100g当たり218.5mgから297.8mgであった。8株のカリウム含量の平均値は268.7mgであった。

ハウレンソウの栽培試験における収穫株のカリウム含量は、1回目の栽培では収穫株7株で100g当たり482.6mgから682.4mgであった。7株のカリウム含量の平均値は574.4mgであった。2回目の栽培では収穫株7株で100g当たり400.8mgから519.4mgであった。7株のカリ

ウム含量の平均値は459.8 mgであった。

## 考 察

本研究では家庭用LED水耕装置で栽培した野菜の栄養成分を分析し、日本食品成分表（2018年版）に掲載されている各種栄養成分と比較することで、家庭用LED水耕装置の有用性を検討することを目的としたものである。

栽培結果から家庭用LED水耕装置で栽培を行ったコマツナ、ホウレンソウの草丈はコマツナで8株平均約17.5cm、ホウレンソウは14株平均約19.5cmであった。一般的に家計消費の出荷サイズの基準がコマツナの草丈で約22～33cm、ホウレンソウの草丈で約22～33cmである。この比較からコマツナ、ホウレンソウ共に出荷サイズより少し低い草丈といえる。今回使用した家庭用LED水耕装置内の生育可能な高さが約18cmであるため土壌栽培に比べて家庭用LED水耕装置での栽培は家計消費の出荷サイズの基準を超えるサイズのコマツナ、ホウレンソウの栽培は今回使用した機器では難しいと思われる。（表1）

コマツナのビタミンC含量は1回目が7株平均で34.1mg/100gで2回目が8株平均で56.3mg/100g、コマツナ15株のビタミンC含量の平均が45mg/100gで食

品成分表のコマツナビタミンC含量39.0mg/100gと比較すると高い値となった。（表2）

今回の栽培実験では2台の家庭用LED水耕装置を使用して栽培を行った。コマツナの1回目と2回目の栽培に使用した家庭用LED水耕装置の光量を確認したところ、2回目に使用した家庭用LED水耕装置が1回目に使用した機器より明るいことが示された。野菜に含まれるビタミンC含量は栽培時に与えられた光量により影響を受けることが考えられる。このことから2回目に栽培したコマツナの方が1回目に栽培したものより多くの光を浴びることができたためビタミンC含量が高い値になったと考えられる。

次にホウレンソウのビタミンC含量は1回目が51.5mg/100gで2回目が60.3mg/100gであった。またホウレンソウ15株のビタミンC含量の平均は55.9mg/100gで食品成分表のホウレンソウビタミンC含量35.0mg/100g（通年）と比較すると高い値となった。

今回ホウレンソウの栽培に使用した家庭用LED水耕装置はコマツナの1回目の栽培に使用した機器と同一の機器であった。このことからコマツナの2回目に使用した家庭用LED水耕装置で栽培を行えば今回の栽培条件より多くの光を吸収させることができビタミンC含量も高い値になると考えられる。

上記のことから家庭用LED水耕装置でビタミンC含量の多いコマツナ、ホウレンソウを栽培することが可能であると考えられる。

次にコマツナのマグネシウム量は1回目が7株平均30.8mg/100gで2回目が8株平均31.0mg/100gで食品成分表のマグネシウム含量12.0mg/100gと比較して約3倍高い値となった。またコマツナの15株平均でも30.9mg/100gで高い値となった。（表3）

表1 コマツナ、ホウレンソウの生重量および草丈

	生重量 (g)	草丈 (cm)
コマツナ		
栽培1回目	17.6±7.0	測定なし
栽培2回目	18.6±3.8	17.5±1.7
ホウレンソウ		
栽培1回目	9.5±1.5	19.0±2.9
栽培2回目	9.5±4.5	18.3±2.5

生産量および草丈は、収穫、測定した全固体の平均値で、値は平均値±標準偏差

表2 コマツナ、ホウレンソウの還元型ビタミンC含量

	還元型ビタミンC含量 (mg/100g)
コマツナ	
日本食品成分表値	39.0
栽培1回目	34.1±3.7
栽培2回目	56.3±7.9
ホウレンソウ	
日本食品成分表値	35.0
栽培1回目	51.5±7.9
栽培2回目	60.3±15.1

収穫、測定した全固体の平均値で、値は平均値±標準偏差

表3 コマツナ、ホウレンソウのマグネシウム含量

	マグネシウム含量 (mg/100g)
コマツナ	
日本食品成分表値	12.0
栽培1回目	30.8±4.9
栽培2回目	31.0±3.9
ホウレンソウ	
日本食品成分表値	69.0
栽培1回目	68.7±6.2
栽培2回目	57.5±9.9

収穫、測定した全固体の平均値で、値は平均値±標準偏差



ハウレンソウのマグネシウム量は1回目が7株平均68.7mg/100gで2回目が7株平均57.4mg/100gで食品成分表のマグネシウム含量69.0mg/100gと比較して1回目は同じくらいの値で2回目は少し低い値となった。またハウレンソウの14株平均は64.5mg/100gで食品成分表と近い値となった。マグネシウムには、骨や歯の形成を助ける働きがあるので含量が多いことは問題がないと考えた。ただし、腎機能が低下している人は過剰症になりやすいので気を付ける必要がある。

コマツナのカリウム量は1回目が7株平均267.4mg/100gで2回目が8株平均268.7mg/100gで食品成分表のカリウム含量500.0 mg/100gと比較してともに低い値であった。またコマツナの15株平均が268.1 mg/100gで食品成分表と比較して低い値であった。ハウレンソウのカリウム量は1回目が7株平均574.4mg/100gで2回目が7株平均469.7mg/100gで食品成分表のカリウム含量690.0mg/100gと比較してともに低い値であった。(表4)

表4 コマツナ、ハウレンソウのカリウム含量

	カリウム含量 (mg/100g)
コマツナ	
日本食品成分表値	500.0
栽培1回目	267.4±40.3
栽培2回目	268.7±24.0
ハウレンソウ	
日本食品成分表値	690.0
栽培1回目	574.4±75.3
栽培2回目	469.7±35.8

収穫、測定した全固体の平均値で、値は平均値±標準偏差

今回、使用したハイポニカ液体肥料（以降液体肥料とする）に含まれるカリウム量から栽培に用いた培養液中のカリウム量と、栽培したコマツナ、ハウレンソウに含まれているカリウム量の吸収量を測定値から算出し比較を行ったところ、コマツナ、ハウレンソウ共にカリウムの吸収量が栽培時に使用した液体肥料内のカリウム量に近い値となった。このことから液体肥料内のカリウム量が栽培期間中に不足していたことがカリウム含量の低い原因の一つではないかと考えられる。

家庭用LED水耕装置で栽培したコマツナ、ハウレンソウの栄養成分のビタミンC、マグネシウム、カリウム含量を測定し、日本食品成分表（2018年版）に掲載されている各種栄養成分と比較した結果、家庭用LED水耕装置で栽培した葉物野菜について路地植えなどの市販野

菜と比較しても栄養的には遜色ない野菜を栽培できる可能性が示唆された。今後は今回分析を行わなかった他の栄養素についても検討を行い、家庭用LED水耕装置の有用性を確認するとともにより栄養価の高い栽培方法を検討する必要があると思われる。

## 参考文献

- (1) 後藤英司 2008 アグリフォトニクス —LEDを利用した植物工場をめざして— シーエムシー出版 p.3-6
- (2) 養液栽培のすべて 2012 植物工場を支える基本技術 誠文堂新光社 (株)日本施設園芸協会／日本養液栽培研究会共編 p.110-116
- (3) 建部雅子・米山忠克.1995.作物栄養診断のための小型反射式光度計システムによる硝酸および還元型アスコルビン酸の簡易測定法.土肥誌. 66: 155-158.
- (4) 塚澤和憲.2002.野菜における還元型ビタミンC及びβ-カロテン含有量の簡易分析法の検討.埼玉農総研報. 2: 43-46.